

TERHI LUUKKONEN

Pyöräilyn ja kävelyn laskennat – ohjeita käytännön työhön



Terhi Luukkonen

Pyöräilyn ja kävelyn laskennat - ohjeita käytännön työhön

Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 50/2011

Liikennevirasto

Helsinki 2011

Kannen kuva: Kalle Vaismaa

ISSN-L 1798-6656
ISSN 1798-6656
ISBN 978-952-255-063-7

Verkkojulkaisu pdf (www.liikennevirasto.fi)

ISSN-L 1798-6656
ISSN 1798-6664
ISBN 978-952-255-066-8

Kopijyvä Oy
Kuopio 2011

Julkaisua myy/saatavana
paino.kuopio@kopijyva.fi

Liikennevirasto
PL 33
00521 HELSINKI
Puhelin 020 637 373

Terhi Luukkonen: Pyöräilyn ja kävelyn laskennat - ohjeita käytännön työhön. Liikennevirasto, liikennesuunnitteluosasto. Helsinki 2011. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 50/2011. 64 sivua. ISSN-L 1798-6656, ISSN 1798-6656, ISBN 978-952-255-063-7, ISSN 1798-6664 (pdf), ISBN 978-952-255-066-8 (pdf).

Asiasanat: jalankulkuliikenne, kevyt liikenne, polkupyöräliikenne, tilastot, liikennemäärät

Tiivistelmä

Jalankulun ja pyöräilyn määriä ei nykyisin lasketa järjestelmällisesti kovin monessa suomalaisessa kaupungissa tai kunnassa, joten tietoa kevyen liikenteen määristä on saatavilla vaihtelevasti. Liikennemäärätietojen puuttuminen haittaa kevyen liikenteen liikenneympäristön kehittämistä. Usein kehittämisinvestointien tarpeen perustelemiseen ja rahoituksen hankkimiseen vaadittaisiin tietoa liikkujien käyttäytymisestä ja kohteen liikennemäärien muutoksista.

Tämän työn tavoitteena oli kävelyn ja pyöräilyn laskentaohjeistuksen kehittäminen Suomeen. Raportti on tarkoitettu niin kuntien ja kaupunkien kuin ELY-keskustenkin käyttöön. Raportissa esitellään sekä käsin- että automaattilaskennat. Lisäksi ohjeistetaan erikseen polkupyörien ja jalankulkijoiden laskentoja, laskentapisteidien sijaintia, tulosten laajennusta ja tiedon tallennusmuotoa. Yhtenäistä kaikille sopivaa ohjetta laskentapaikkojen ja laajennustietojen suhteen on kuitenkin haastava muodostaa, ja kunkin laskijatahon tulisikin itse vielä määrittää, mitä tietoja laskennoilla erityisesti halutaan saada.

Laskentaohje on muokattu asiantuntijahaastatteluiden ja kirjallisuustutkimuksessa havaittujen parhaiden käytäntöjen pohjalta Suomeen sopivaksi. Polkupyöräliikennettä koskevassa osassa pohjana on käytetty liikenne- ja viestintäministeriön vuonna 2005 julkaisemaa raporttia Kevyen liikenteen määrien laskentajärjestelmän kehittäminen. Ulkomaisista raporteista ohjeen pohjana on käytetty Yhdysvalloissa toteutettujen laskentaprojektien ja laskentatulosten yhtenäistämiprojektien raportteja.

Laskentaa tulisi pyrkiä suorittamaan jokaisessa kunnassa, joko käsinlaskentana tai koneellisesti. Tällöin saataisiin muodostettua valtakunnallisestikin kattava pisteverkko, josta voisi tulevaisuudessa olla hyötyä myös valtakunnallisten pyörä- ja kävelyliikenteen määrien seurantaan.

Laskennoilla saatavaa tietoa voidaan käyttää monin tavoin: kaupungin tai alueen liikennemäärien kehityksen tarkkailuun; infrastruktuurin riittävyyden arviointiin; väylien kunnossapitoluokituksen ja -tason määrittämiseen; hankkeiden ja toimenpiteiden vaikutuksen arviointiin; eri liikennemuodoille kohdistettavan rahoituksen perusteluun; jalankulkijoiden onnettomuustiheyden arviointiin; kaupallisten alueiden kävijämäärien arviointiin; eri kaupunkien liikennemäärien kehityksen vertailuun.

Työ tehtiin osana laajempaa projektia, Tampereen teknillisen yliopiston PYKÄLÄ-hanketta (Pyöräily ja kävely osaksi liikennejärjestelmää). Raportin viimeistelyä rahoittivat lisäksi Liikennevirasto ja Kuntaliitto. Raportista on laadittu myös laajempi opinnäytetyö.

Terhi Luukkonen: Räkning av cykel- och fotgängartrafikvolymerna – instruktioner för det praktiska arbetet. Trafikverket, trafikplanering. Helsingfors 2011. Trafikverkets undersökningar och utredningar 50/2011. 64 sidor. ISSN-L 1798-6656, ISSN 1798-6656, ISBN 978-952-255-063-7, ISSN 1798-6664 (pdf), ISBN 978-952-255-066-8 (pdf).

Ämnesord: fotgängartrafik, lätt trafik, cykeltrafik, statistik, trafikvolymerna

Sammandrag

Trafikvolymerna inom fotgängar- och cykeltrafiken räknas inte systematiskt i särskilt många städer och kommuner i Finland, och därför är tillgången på trafikvolymerna inom den lätta trafiken varierande. Bristen på information om trafikvolymerna kan försvåra utvecklandet av trafikmiljön för den lätta trafiken. Information om trafikanternas beteende och förändringarna av trafikvolymerna i ett objekt behövs ofta för att motivera utvecklingsinvesteringar och skaffa finansiering.

Syftet med detta arbete var att utveckla instruktioner för räkning av fotgängar- och cykeltrafik i Finland. Rapporten är avsedd att användas av kommuner, städer och NTM-centraler. I rapporten behandlas både manuell och automatiserad räkning. Dessutom ges separata instruktioner för räkning av cyklar och fotgängare, placering av räkningsställen, extrapolering av resultat och lagringsformatet för datan. Det är dock svårt att utarbeta en enhetlig instruktion som lämpar sig för alla räkningsställen och extrapoleringsunderlag, och därför ska varje aktör som utför räkningar själv definiera vilka uppgifter de vill få genom räkningarna.

Räkningsinstruktionen har anpassats för Finlands förhållanden med stöd av expertintervjuer och bästa praxis som tagits fram genom en litteraturundersökning. Kommunikationsministeriets rapport "Utveckling av lätt-trafikmängdernas beräkningssystem" från 2005 har använts som underlag för avsnittet om cykeltrafik. Av utländska rapporter har rapporter om räkningsprojekt och projekt för förenhetligande av räkningresultat som genomförts i USA använts som underlag för instruktionen.

Alla kommuner borde sträva efter att utföra räkningar antingen manuellt eller maskinellt. Detta skulle göra det möjligt att skapa ett nätverk av räkningsställen med riksomfattande täckning, som i framtiden även skulle vara till nytta vid uppföljningen av trafikvolymerna inom cykel- och fotgängartrafiken på riksplanet.

Den information som räkningarna ger kan användas på många olika sätt, t.ex. för att följa upp utvecklingen av trafikvolymerna i en stad eller ett område, bedöma huruvida infrastrukturen är adekvat, definiera underhållsklassen och underhållsnivån för olika leder, utvärdera effekterna av olika projekt och åtgärder, motivera finansiering som riktas till olika trafikformer, bedöma olycksfallsfrekvensen för fotgängare, bedöma besökarmängderna på kommersiella områden och jämföra utvecklingen av trafikvolymerna i olika städer.

Arbetet gjordes som en del av en större helhet, projektet PYKÄLÄ (Pyöräily ja kävely osaksi liikennejärjestelmää) vid Tammerfors tekniska universitet. Även Trafikverket och Kommunförbundet bidrog till finansieringen av arbetets slutförande skede. Av rapporten har också utarbetats en mer omfattande avhandling.

Terhi Luukkonen: Counting of cycling and pedestrian numbers – instructions for practical work. Finnish Transport Agency, Transport Planning. Helsinki 2011. Research reports of the Finnish Transport Agency 50/2011. 64 pages. ISSN-L 1798-6656, ISSN 1798-6656, ISBN 978-952-255-063-7, ISSN 1798-6664 (pdf), ISBN 978-952-255-066-8 (pdf).

Key words: pedestrian traffic, pedestrian and bicycle traffic, bicycle traffic, statistics, traffic volumes

Summary

At present, many Finnish cities or municipalities do not systematically calculate cycling and pedestrian numbers. Because of this, the information available on pedestrian and bicycle traffic volumes varies. Lack of traffic volume data hinders the development of the transport environment for bicycle and pedestrian traffic. Information on the behaviour of travellers and changes in traffic volumes on site is often needed to confirm the requirement for development investments and in order to acquire funding.

The aim of this work was to create instructions on counting of pedestrian and cycling numbers in Finland. The report is intended for use by municipalities and cities, as well as ELY Centres. Both manual and automatic counting is covered. In addition, separate instructions are provided on the counting of bicycles and pedestrians, the location of counting points, expansion of results, and the saving format for data. However, with respect to counting points and expanding the scope of information, it is difficult to create uniform instructions that would suit everyone. For this reason, each counting party should determine what information they specifically wish to obtain from counting.

The counting instructions have been adjusted for Finland on the basis of expert interviews and best practices gathered from a literature review. The section on bicycle traffic is based on a report, published in 2005, by the Ministry of Transport and Communications on the development of a counting system for pedestrian and bicycle traffic. International reports used as a basis for the instructions include reports on counting projects and counting result harmonisation projects conducted in the United States.

Efforts should be made to perform counts in each municipality, either by hand or automatically. In this way, a grid could be created with national coverage, potentially benefitting the monitoring of bicycle and pedestrian traffic volumes at national level.

Information gained through counting can be used in many ways: to monitor developments in traffic volumes in the city or area; to evaluate the sufficiency of infrastructure; to assess the maintenance classification and level of routes; to evaluate the impacts of projects and measures; to provide justification for funding allocated for various modes of transport; to evaluate the accident density for pedestrians; to evaluate visitor numbers for commercial sites; and to compare developments in traffic volumes in various cities.

The work was conducted as part of a larger project, the PYKÄLÄ project (Cycling and walking as part of the transport system), by Tampere University of Technology. In addition, the Finnish Transport Agency and the Association of Finnish Local and Regional Authorities provided funding for the report's finalisation. An extensive thesis has also been written on the basis of the report.

Esipuhe

Jalankulun ja pyöräilyn määriä ei nykyisin lasketa Suomessa järjestelmällisesti useassakaan kaupungissa tai kunnassa, joten tietoa kevyen liikenteen määristä on saatavilla vaihtelevasti. Liikennemäärien puuttuminen haittaa kevyen liikenteen liikenneympäristön kehittämistä.

Tämän työn tavoitteena oli kävelyn ja pyöräilyn laskentaohjeistuksen kehittäminen Suomeen. Laskentamenetelmä pyrittiin suunnittelemaan alueellisesti kattavan ja yhteismitallisen tiedon tuottamiseksi ja aikasarjojen sekä vertailutiedon keräämiseksi. Työn tavoitteena on helpottaa pyörä- ja kävelyliikenteen laskentamenetelmän käyttöönottoa ja ohjeistaa toimivien laskentojen suorittamisessa. Julkaisu on tarkoitettu niin kuntien ja kaupunkien kuin ELY-keskustenkin käyttöön.

Työ tehtiin osana laajempaa projektia, Tampereen teknillisen yliopiston PYKÄLÄ-hanketta (Pyöräily ja kävely osaksi liikennejärjestelmää). Raportin viimeistelyä rahoittivat lisäksi Liikennevirasto ja Kuntaliitto. Raportista on laadittu myös laajempi opinnäytetyö (Luukkonen 2011).

Helsingissä joulukuussa 2011

Liikennevirasto
Liikennesuunnitteluosasto

Sisällysluettelo

1	JOHDANTO.....	8
1.1	Taustaa.....	8
1.2	Työn tavoite.....	9
2	LASKENTAMENETELMÄT	11
2.1	Käsinlaskenta.....	11
2.2	Automaattilaskenta	12
	2.2.1 Automaattiset laskentalaitteet.....	14
	2.2.2 Laskinten hintataso	22
3	LASKENNAT	23
3.1	Polkupyörälaskennat	23
3.2	Jalankulkijoiden laskennat	25
3.3	Toimiminen laskentatilanteessa	26
4	LASKENTAPISTEIDEN SIJAINTI.....	31
5	KERÄTTÄVÄT TIEDOT JA LAAJENNUS	36
5.1	Polkupyörälaskentojen laajennus	38
5.2	Jalankulkulaskentojen laajennus	44
6	TIEDON TALLENNUSMUOTO.....	49
7	TUTKIMUKSET JA KYSELYT	50
8	TIEDON LISÄKÄYTTÖTARKOITUKSET	54
9	PÄÄTELMÄT	57
	LÄHTEET	60

1 Johdanto

1.1 Taustaa

Kevyen liikenteen väylillä kohtaavat liikkumisominaisuuksiltaan hyvin erilaiset tienkäyttäjät ja liikkumismuodot. Pyöräilylle ja kävelyllä tyypillisiä ominaisuuksia ovat niiden keskenään erilaiset matkanopeudet ja matkojen pituudet. Tyypillistä on kuitenkin se, että lähes jokaisen matkan alussa ja lopussa on ainakin lyhyt kävelyosuus (Southworth 2005). Pyöräilyn ja kävelyn käyttäjämäärien vaihtelulle tyypillisiä tekijöitä ovat säätilan ja ilman lämpötilan muutokset, sillä niiden vaikutus käyttäjämääriin on pyörä- ja kävelyliikenteessä huomattavasti suurempi kuin moottoriajoneuvoliikenteessä. (Litman et al. 2006)

Koska pyörä- ja kävelyliikenteen laskentojen menetelmät ovat vähemmän tunnettuja kuin moottoriajoneuvoliikenteen, ovat niiden laskennat moottoriajoneuvoliikenteen laskentoja harvinaisempia. Usein kehittämisinvestointien tarpeen perustelemiseen ja rahoituksen hankkimiseen vaaditaan tietoa liikkujien käyttäytymisestä ja kohteen liikennemäärien muutoksista. Koska laskentatietoja on moottoriajoneuvoliikenteelle paremmin saatavilla, on moottoriajoneuvoliikenteen kehittämistarve helpommin perusteltavissa kuin seurantatietojen puutteesta kärsivien pyöräily- ja kävelyprojektien. (Gemzoe 2001)

Jalankulun ja pyöräilyn määriä ei lasketa Suomessa järjestelmällisesti useassakaan kaupungissa tai kunnassa, joten tietoa kevyen liikenteen määristä on saatavilla vaihtelevasti. Liikennemäärien puuttuminen haittaa kevyen liikenteen liikenneympäristön kehittämistä, sillä hankkeita on tietojen puuttuessa vaikea perustella vastaavin tunnusluvuin kuin muissa liikennemuodoissa. (Kalenoja et al. 2004) Laskentatieto tulisi myös pystyä keräämään sellaiseen muotoon, että sen avulla pystyttäisiin tuottamaan vertailukelpoista perustietoa kevyestä liikenteestä (Kemppinen & Myllylä 2005). Eri tahot saattavat lisäksi tallentaa laskentatiedot vain omaan käyttöönsä tai jopa vain paperimuotoon, jolloin monista eri lähteistä koottavien tietojen vertailu hankaloituu huomattavasti.

Vaikka pyöräilyn ja kävelyn laskentojen hyödyt ovat usein kaupunkien tiedossa, ei laskentaa silti läheskään kaikkialla tehdä. Syiksi laskentojen tekemättömyydelle on havaittu muun muassa budjetin riittämättömyys sekä työvoiman vähyys, autoliikenteen toimenpiteiden arvostaminen pyöräilyn ja kävelyn toimenpiteiden edelle sekä pelko siitä, että tehdyt laskennat näyttävätkin alueen tai väylän olevan oletettua vähäliikenteisempi. Budjetin pienuudesta johtuvia syitä laskentojen tekemättömyydelle voidaan kuitenkin lieventää liittämällä pyörä- ja kävelyliikenteen laskennat, erityisesti jalankulkulaskennat, osaksi jo olemassa olevaa polkupyörä- tai moottoriliikenteen käsinlaskentajärjestelmiä. (Schneider et al. 2005) Lisäksi automaattilaskimet tuovat käsinlaskentojen rinnalle vaihtoehdoisen ja käsinlaskentoja tukevan menetelmän laskentojen suorittamiseen, sillä ne tarjoavat laskentatietoa helposti ja vaivattomasti käsinlaskentoihin verrattuna.

Laskentaohje on muokattu asiantuntijahaastatteluiden ja kirjallisuustutkimuksessa havaittujen parhaiden käytäntöjen pohjalta Suomeen sopivaksi. Polkupyöräliikennettä koskevassa osassa ohjeen pohjana on käytetty liikenne- ja viestintäministeriön vuonna 2005 julkaisemaa raporttia Kevyen liikenteen määrien laskentajärjestelmän

kehittäminen (Saastamoinen et al. 2005). Jalankulun laskentaa kyseisessä raportissa ei ole käsitelty. Ulkomaisista raporteista ohjeen pohjana on käytetty Yhdysvalloissa toteutettujen laskentaprojektien ja laskentatulosten yhtenäistämiprojektien raportteja (NBPD 2010; Cascade bicycle club 2009b).

Yhtenäistä kaikille sopivaa ohjetta laskentapaikkojen ja laajennustietojen suhteen on haastava muodostaa ja kunkin laskijatahon tulisi kuitenkin itse vielä määrittää, mitä tietoja he erityisesti tahtovat laskennoillaan selvittää. Jo laskentapaikkojen valinnalla voidaan vaikuttaa saataviin laskentatietoihin, sillä esimerkiksi liittymälaskennat sopivat paremmin liikenneturvallisuustutkimukseen ja poikkileikkauksilaskennat paremmin liikennemäärien ja muutosten vertailuun sekä ympäristön ja maankäytön liikennemäärille aiheuttamien vaikutusten tutkimiseen. Laskentapaikkojen valinta vaatii paikallistuntemusta, jotta laskentojen tulokset olisivat mahdollisimman luotettavia. Erityisesti automaattilaskinten sijoittelussa kriittistä on laitteelle sopivan sijainnin löytäminen, sillä epäsopivasta sijainnista johtuen laitteen tarkkuus ja luotettavuus saattaa häiriintyä huomattavasti.

Laskentatietoa on tarkoitettu käytettäväksi ensisijaisesti eri tahojen omien tietotarpeiden tyydyttämiseen, kuten kaupungin tai alueen liikennemäärien kehityksen ja muutosten tarkkailuun, väylien kunnossapitoluokituksen ja tason määrittämiseen ja tarkistukseen, eri hankkeiden ja toimenpiteiden vaikutuksen arviointiin sekä kaupungin eri liikennemuodoille tarjoaman rahoituksen perusteluun. Ohje on tarkoitettu niin kuntien ja kaupunkien käyttöön, kuin myös valtion laskentaohjeeksi. Laskentatulosten perusteella voidaan arvioida lisäksi esimerkiksi jalankulkijoiden onnettomuustiheyttä sekä esimerkiksi liikennevalojen toimivuutta ja infrastruktuuriin riittävyttä. Laskentatietoa voidaan käyttää myös liikennepolitiikan arviointityökaluna vertailemalla esimerkiksi jalankulkijoiden ja henkilöautojen määrää samoilla väylillä sekä näiden odotusaikojen liikennevaloissa. Tuloksia voi käyttää myös kaupallisten alueiden kävijämäärien arviointiin. Laskentatiedon pohjalta voidaan tulevaisuudessa kehittää polkupyöräilyn ja jalankulun määriä ennustava laskentamalli, mutta mallin laatimiseen tarvitaan vankka pohja ja laaja aikasarja laskentoihin. Yhtenäistetyistä laskennoista voidaan vertailla esimerkiksi eri kaupunkien liikennemäärien kehityksiä sekä erilaisten toimenpiteiden ja ratkaisujen vaikutuksia eri kaupungeissa. Yhtenäisesti kerättyä tietoa on luotettava ja helppo verrata ja sen käyttö tulevaisuudessa uusiin käyttötarkoituksiin on luotettavampaa ja toimivampaa kuin eri muodossa ja eri aikoina suoritettujen itsenäisten laskentojen. Yhtenäisillä laskennoilla otetaan askel kohti yhtenäistä seurantajärjestelmää ja pohjataan luotettavien tulosten ja aikasarjojen saanti.

1.2 Työn tavoite

Tämän työn tavoitteena oli kävelyn ja pyöräilyn laskentaohjeen kehittäminen Suomeen. Laskentamenetelmä pyrittiin suunnittelemaan alueellisesti kattavan ja yhteismitallisen tiedon tuottamiseksi ja aikasarjojen sekä vertailutiedon keräämiseksi. Työssä keskityttiin kokoamaan ulkomailta hyviä esimerkkejä kevyen liikenteen laskentoihin haastatteluiden avulla. Työn tavoitteena on helpottaa pyörä- ja kävelyliikenteen laskentamenetelmän käyttöönottoa ja ohjeistaa toimivien laskentojen suorittamisessa. Kysymyksenä työn alusta alkaen pohdittiin sitä, millainen laskentamenetelmä olisi sopiva Suomeen, mitä tietoja laskennoilla tulisi selvittää, minkälaisia automaattisia laskentalaitteita on olemassa ja mihin ne pitäisi sijoittaa.

Tavoitteena laskentaohjeen kehittämisessä on innostaa mahdollisimman moni taho suorittamaan pyöräilyn ja kävelyn laskentoja tarjoten helpon ja vaivattoman tavan laskentojen aloittamiseen ja erilaisten tietotarpeiden saavuttamiseen. Tässä ohjeessa keskitytään tarkastelemaan tietotarpeita enemmänkin seutu-, kunta- ja hanketason näkökulmasta kuin valtakunnan tason näkökulmasta. Laskentojen yleistyessä seutu- ja kuntatasolla voidaan tulevaisuudessa vastata paremmin myös valtakunnallisiin tietotarpeisiin. Valtakunnallisen tiedon tehokkaaseen keräämiseen tarvittavaan tiedonkeruujärjestelmään työssä ei oteta kantaa, kuten ei valtakunnallisiin laskentapisteiden määriinkään.

Ohjeen ensimmäisessä osassa suoritettiin kirjallisuusselvitys, jonka avulla kerättiin tietoa yleisistä laskentamenetelmistä, automaattilaskimista ja laskentojen yleispiirteistä. Kirjallisuusselvityksen lisäksi suoritettiin asiantuntijahaastatteluita useisiin ulkomaisiin tahoihin. Tämän tiedon pohjalta laadittiin laskentaohje. Ohjeesta on laadittu myös laajempi tutkimusraportti (Luukkonen 2011).

2 Laskentamenetelmät

Keuyen liikenteen laskennat voivat olla kertaluontoisia otoslaskentoja tai jatkuvia laskentoja. Laskentatapoja on kahdenlaisia: käsinlaskentoja sekä koneellisia laskentoja. Kertaluontoinen otoslaskenta on kustannustehokkain tapa arvioida liikennemääriä laskentapisteessä, mutta tarkkuus ei ole yhtä hyvä kuin jatkuvassa laskennassa. Jatkuvien mittauspisteiden avulla voidaan määrittää myös kausivaihtelu- ja laajennuskertoimet, toisin kuin kertaluontoisten otoslaskentojen avulla. (Litmanen et al. 2006) Jatkuvista laskennoista saatavat riittävän laajat mittaustiedot voidaan laajentaa koskemaan jollakin katuosuudella esimerkiksi koko vuoden liikennemäärää, aivan kuin autoliikenteen laskennoissakin (Tiehallinto 2004).

Säännölliset laskennat tehdään samoissa pisteissä joko pitkäaikaisina tai vuodesta toiseen jatkuvina otoslaskentoina. Laskentatietoa voidaan kerätä myös jatkuvana tietona ympäri vuoden. Koneellisesti suoritettavat otoslaskennat voivat olla muutamaa tuntia pidempiäkin, muistuttaen jo enemmän jatkuvaa laskentaa. (Saastamoinen et al. 2005)

Laskentoja voidaan tehdä joko poikkileikkauslaskentoina tai liittymäkohtaisina. Poikkileikkauslaskentoja käytetään usein havainnoimaan liikennemäärissä tapahtuvia muutoksia ja trendejä sekä tunnistamaan tekijöitä, jotka vaikuttavat kävelyyn ja pyöräilyyn. Liittymälaskentoja käytetään useimmiten turvallisuusanalyysien tekoon ja ne tulisi tehdä mahdollisimman ruuhkaisissa oloissa. (Alta Planning + Design 2010) Poikkileikkauslaskennat voidaan tehdä joko linjaosuuden poikkileikkauksessa tai liittymän ylityslaskentana. Myös poikkileikkauslaskennat voidaan jakaa otoslaskentoihin ja jatkuviin laskentoihin. (Tiehallinto 2004) Pitkän aikavälin mittaukset vaativat enemmän resursseja lyhyen aikavälin mittauksiin verrattuna. Konelaskentalaitteiden asennus tieympäristöön on käsinlaskentoja vaikeampaa, joten jatkuvan laskennan menetelmät ovat myös kalliimpia kuin lyhyen aikavälin mittaukset. Otoslaskennoissa ennen ja jälkeen kutakin mittausta tulisi olla mahdollisimman samanlainen sää, sillä pyöräilyssä jo hieman aiempaa paremmat olosuhteet aiheuttavat muutosta liikennemääriin. Näin varmistetaan tulosten oikeellisuus ja mahdollisuus luotettavaan vertailuun, riippumatta siitä, onko kyseessä otos- vai jatkuva laskenta. (Vägverket 2008)

2.1 Käsinlaskenta

Käsinlaskennat ovat perinteinen tapa pyöräilyn ja kävelyn liikennelaskennan suorittamiseen. Lyhyet otoslaskennat tehdään useimmiten käsinlaskentoina laskentapaikalla tai videokuvaa tulkiten. Käsinlaskenta tehdään yleisimmin lomakkeille kirjaimella tai atk-avusteisesti. (Vitikka et al. 2003) Havainnoinnin tapahtuessa ihmisilmän avulla pystytään laskennassa havainnoimaan pyörä- ja kävelyliikenteestä muutakin kuin määriä, kuten liikkumismuotoa eli rullaluistelijoita ja –hiittäjiä (Vitikka et al. 2003). Käsinlaskennassa ongelmaksi voi muodostua inhimillisen virheen mahdollisuus, mutta konelaskennatkaan eivät kuitenkaan ole virheettömiä. Käsinlaskennan tarkkuus riippuu pitkälti laskijan motivaatiosta sekä vireystilasta. Laskennan tarkkuutta saadaankin usein parannettua vähentämällä havaittavien kohteiden määrää. (Schneider et al. 2009)

Kevyen liikenteen laskentaohjeessa (Saastamoinen et al. 2005) on määritelty polkupyörien käsinlaskennalle ohjeistus. Kertaluontoiset otoslaskennat käsinlaskentana tehtynä suoritetaan ainoastaan tietyinä ajankohtana useimmiten muutaman tunnin mittaisena (Saastamoinen et al. 2005). Vuosittain samassa kohteessa tehdyt käsinlaskennat ovat suuntaa antavia liikennemäärien kehityksessä. Laskenta-ajan tulisi olla vähintään muutama vuosi, jotta pyöräilymäärien edistymistä saadaan seurattua riittävästi. Käsinlaskennalla saatu laskenta-ajan otos tulee aina myös pyrkiä laajentamaan, jotta saadaan vertailukelpoista tietoa (Vitikka et al. 2003).

Vain käsinlaskennoissa saadaan toistaiseksi kulkutapa virheettömästi selville. Näin ollen käsinlaskennat ovatkin verrattain korkeista kustannuksistaan huolimatta hyödyllisiä esimerkiksi automaattisten liikennelaskinten kalibrointiin sekä lisätietojen, kuten iän ja sukupuolen, havainnointiin, kääntymisen huomioon ottamiseen tai huipputuntilaskentojen toteuttamiseen nopealla aikataululla. (Cycling England 2005)

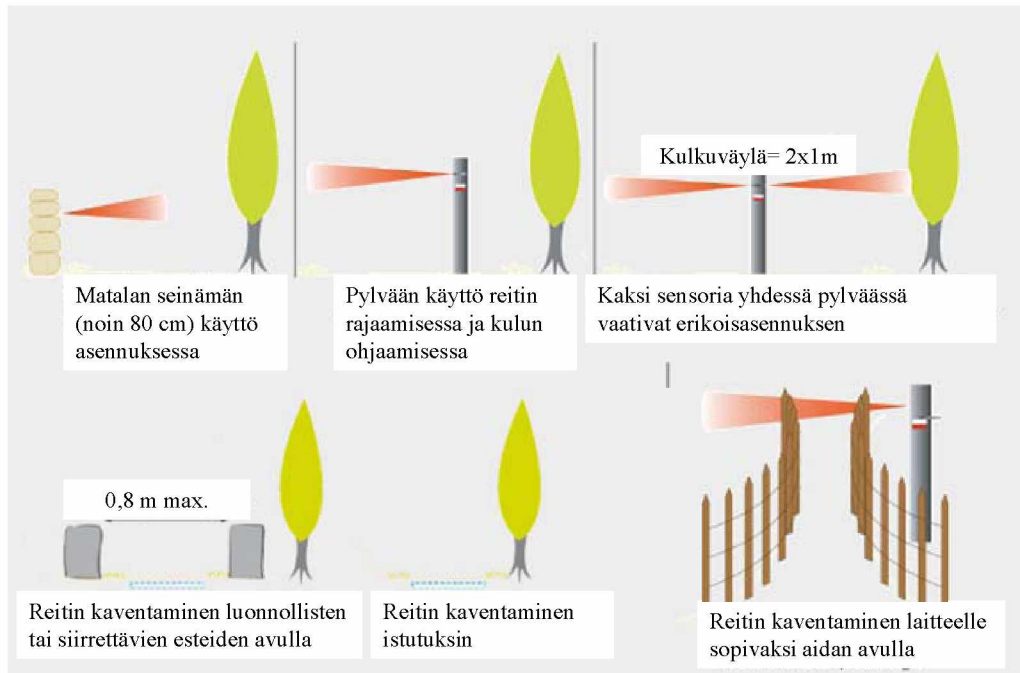
Käsinlaskennoissa laskentojen määrän tulee olla riittävän suuri, jotta tulokset ovat tilastollisesti merkittäviä. Usein käsinlaskentojen verrattain suuret kulut estävät manuaalisten laskentojen käyttämisen ainoana pyöräilyn ja kävelyliikenteen laskenta-keinona. (Department for Transport 1999) Myös laskijoiden väsyminen aiheuttaa esteen käsinlaskentojen jatkuvuudelle, sillä manuaalisesti laskeva ihminen pystyy tuottamaan luotettavaa tietoa vain lyhyillä laskenta-ajoilla (Schneider et al. 2009).

2.2 Automaattilaskenta

Automaattiset, koneelliset laskennat voivat olla joko jatkuvia tai otoslaskentoja. Automaattinen laskenta on käsinlaskentaa halvempi menetelmä pitkäkestoisissa otoslaskennoissa, ongelmana on toistaiseksi ollut vain jalankulkijoiden luotettava tunnistus. Koneellisia laskentoja voi suorittaa myös lyhytaikaisina esimerkiksi yksittäisten projektien yhteydessä. Automaattisten laskentojen etuna on mahdollisuus käsinlaskentoihin pidempiaikaisiin laskentoihin. (Litmanen et al. 2006)

Automaattisilla laskennoilla ei usein saada selville esimerkiksi kulkutapaa, joten käsinlaskennat täydentävät automaattisten laskinten tuloksia. Oikealla laskentapisteidien sijoittelulla pystytään erottamaan vaihteluluokat, kuten työmatka- ja vapaa-ajan liikenne. (Litmanen et al. 2006)

Laitteiden tarkkuuden takaamisessa asennus on tärkeää. Eri laitteilla on kuitenkin erilaiset asennusohjeet ja eri laitteet sopivat eri sijainteihin ja olosuhteisiin esimerkiksi väylän leveydestä riippuen (Onikki 2010). Kuvassa 1 on esitetty kahden automaattisen laskentalaitteen, infrapunalaitteen ja painematon, mahdollisia asennuspaikkoja.



Kuva 1: Automaattilaskentalaitteiden asennuspaikkoja. (Eco counter 2011a; Eco counter 2011b), muokattu.

Jalankulkuliikenteen automaattinen laskenta on vaikeampaa moottoriliikenteen laskentoihin verrattuna, sillä jalankulkijoiden reitit eivät ole yhtä linjattuja ja yhdenmukaisia kuin moottoriajoneuvoliikenteessä. Tästä syystä automaattilaskinten tyyppin valinnassa tulisi olla tietoinen jalankulkijoiden liikkumisen erikoispiirteistä. Muita huomioon otettavia seikkoja ovat laitteen hinta, asennuskulut sekä sijainti, ylläpito-kulut, laitteen koko sekä sen viemä tila asennuspaikalla. Huomioon tulee myös ottaa laitteen tiedontallennusmuoto, asennukseen liittyvät laitteet sekä laitteen tarkkuus. (Schneider et al. 2009)

Laitteilla tehtävissä pitkän aikavälin mittauksissa tulee aina ottaa huomioon myös laitteisiin kohdistuvan ilkeän mahdollisuus, erityisesti mikäli laitteet ovat näkyvällä paikalla (Vägverket 2008). Useille laitteille on kuitenkin saatavissa näkyviä näyttöjä, jotka kertovat esimerkiksi päivittäisen, viikoittaisen tai kuukausittaisen väylällä kulkeneen pyöräilijämäärän (Olsen Engineering 2010a). Näytöillä on suuri näkyvyys- ja markkinointiarvo, sillä usein näytöllä näkyvän pyöräilijämäärän suuruus yllättää ohikulkijat ja pyöräily saa näkyvyyttä omana kulkutapanaan. (Presto 2010)

Laitteisiin on nykyään mahdollista saada laskentatiedon hallintaan monenlaisia useimpien ohjelmistojen kanssa yhteensopivia ohjelmia ja apuvälineitä, joilla tietoa voidaan tallentaa ja jakaa paikallisesti, alueellisesti tai kansallisesti. Tiedon- ja laskentatulosten siirto laitteen keskusyksiköstä tiedon käyttäjälle voi tapahtua muun muassa langattomasti internetverkossa laitteessa olevan GPRS-sovittimen kautta tietojen päivittyessä päivittäin käyttäjän matkapuhelimelle, vaikka käyttäjä ei olisikaan laitteen läheisyydessä. Tiedonsiirto voi tapahtua myös langattomalla tiedonsiirrolla bluetoothin avulla käyttäjän ollessa paikanpäällä laitteen lähietäisyydellä tai GPRS-yhteyden puuttuessa satelliitin kautta. Useampi laite voi jakaa tietoa myös keskenään telemetrisellä yhteydellä. (Eco counter 2010)

2.2.1 Automaattiset laskentalaitteet

Silmukka

Polkupyöriä laskevan induktiosilmukan laskentamenetelmä perustuu maahan kaivettuun kaapeliin, joka luo ympärilleen magneettisen kentän (Kuva 2). Riittävän suuren metallisen kohteen ohittaessa silmukan rekisteröi laskentayksikkö magneettikentän muutoksen ja tunnistaa polkupyörän. (Department for Transport 1999) Joillakin silmukkalaitteilla pystytään määrittämään myös nopeus- ja suuntatieto ohitusajan lisäksi asentamalla kaksi silmukkaa peräkkäin (Vitikka et al. 2003). Induktiosilmukka on yleisin pyöräliikenteen laskentalaitte ja se on usein asennettuna liikennevalojen yhteyteen. Silmukkaa käyttäessä tulee ottaa huomioon, ettei silmukalle aiheudu häiriötä toisista magneettikentistä. (Saastamoinen et al. 2005) Silmukat ovat hyvin kestäviä. Induktiosilmukan sijaan käytettävän lähelle kadun pintaa asennettavan kuituoptyksen kaapelin ongelmana on sen mahdollinen vaurioituminen talvikunnossapidon yhteydessä. Kuituoptyksen hyvänä puolena on sen mahdollisuus havaita myös alumiini- ja muovirunkoiset polkupyörät, kun taas induktiosilmukka ei siihen pysty. (Vägverket 2008; Department for Transport 1999) Oikein asennettuna silmukkalaitte voi olla kuitenkin hyvinkin tarkka. Useat silmukoihin liittyvät tarkkuusongelmat on pystytty viime vuosina nujertamaan laitteen osatessa erotella moottoriajoneuvot polkupyörästä esimerkiksi akselivälin avulla (Onikki 2010).



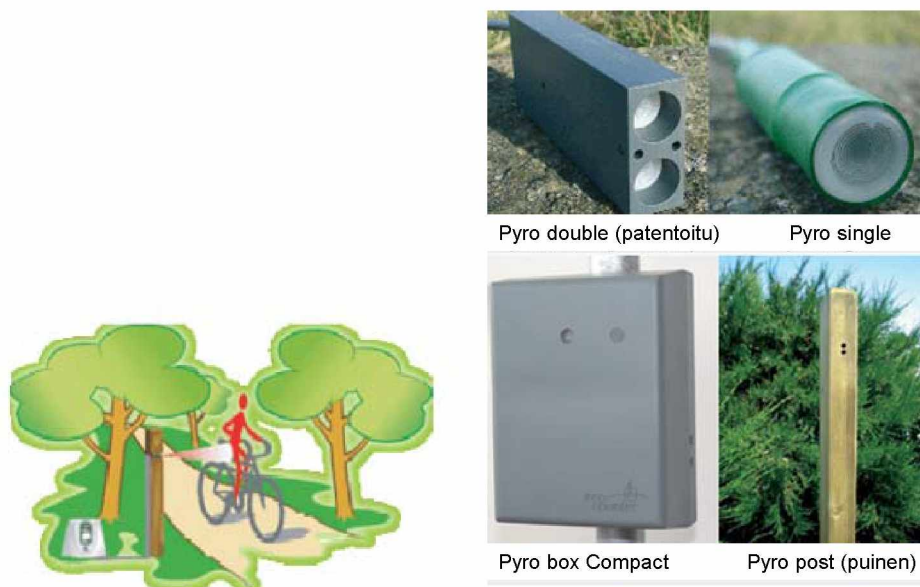
Kuva 2: Silmukkalaskentalaitte (Eco counter 2011c).

Ongelmalliseksi silmukan toimintatarkkuudelle on havaittu silmukan yli samaan aikaan ajavat pyörät (Bolling 2009). Silmukkalaskentalaitteita on kuitenkin kehitetty niin, että silmukan leveyttä on pienennetty lähes puoleen entisestä. Tällöin kahden leveämmän silmukan yhdistelmä voidaan korvata kolmen kapeamman silmukan yhdistelmällä, jolloin kahden polkupyörän on lähes mahdoton ylittää yksi silmukka samanaikaisesti. Myös lastenvaunut sekä ostos- tai matkatavarakärryt ja mopot saattavat aiheuttaa väärän laskentatuloksen laitteelle, koska silmukka voi havaita edellä mainitut polkupyöränä. (Onikki 2010)

Infrapuna

Infrapunalaitteen toiminta perustuu laitteen ilmaisuokeilassa tapahtuvien lämpösäteilymuutosten havainnointiin ja laite voi olla joko aktiivinen tai passiivinen. Aktiivinen infrapunalaskin lähettää infrapunasäteitä halutulla alueella ja havaitsee kulkijan säteen katketessa. Myös nopeus sekä suunta on mahdollista havaita. (Via Strada Ltd 2008)

Passiivinen infrapunalaite (Kuva 3) havaitsee ihmisten kehon lähettämää säteilyä. Asettamalla kaksi laskinta väylälle, kuten aktiivisessa infrapunalaitteessakin, voidaan liikkujasta havaita myös nopeus sekä suunta. Vilkasliikenteisellä väylällä kahden laskimen käyttäminen myös parantaa laitteen tarkkuutta. Kuluttavan määrittäminen ei kuitenkaan onnistu. Laitteen luotettavuutta heikentää sen mahdollisuus laskea virheellisesti myös eläimiä sekä joissakin tapauksissa jopa putoavia lehtiä. Kuten aktiivisessa infrapunalaitteessa, laite saattaa laskea virheellisen tuloksen useamman kuin yhden henkilön osuttua laitteen alueelle kerralla,. (Via Strada Ltd 2008) Tästä syystä passiivinen infrapunalaite soveltuukin parhaiten jalkakäytävillä tehtäviin poikkileikkauksilaskentoihin. Sopivia paikkoja eivät kuitenkaan ole esimerkiksi kahviloiden tai läpikulkupysäkkien edustat, koska ruuhkaisilla alueilla laskin saattaa laskea virheellisen tuloksen. (Alta Planning + Design 2009) Etuina laitteella ovat muun muassa sen nopea ja helppo asennus sekä laitteiston siirrettävyys ja yhteensopivuus muiden tietokoneohjelmistojen kanssa. Laitteiston toimintaan eivät vaikuta myöskään muut valonlähteet, lämpötila eivätkä sääolosuhteet. (Bolling 2009; Vitikka et al. 2003)



Kuva 3: Passiivisen infrapunalaitteen toimintaperiaate (Via Strada Ltd 2008) ja erilaisia infrapunalaitteen osia (Eco counter 2011b), muokattu.

Jalankulkijoiden ja pyöräilijöiden laskeminen ja toisistaan erottaminen onnistuu usean laitteen yhdistelmällä, joka pystyy laskemaan erikseen niin jalankulkijat kuin pyöräilijätkin yhdistetyllä väylällä. Laite koostuu polkupyörät laskevasta induktiosilmukasta ja jalankulkijat laskevasta passiivisesta infrapunalaitteesta. Infrapunalaite laskee kaikki laitteen ohittavat liikkujat lämpösäteilyn avulla. Silmukkalaitteeseen taas tunnistaa laitteen ohittavat polkupyörät. Jalankulkijoiden määrän laskin selvittää vähentämällä infrapunalaitteen laskentaluvusta silmukkalaitteen tuloksen. (Onikki 2010; Eco counter 2010)

Letkulaskin

Paineilmaletku soveltuu pyöräliikenteen lyhyen aikavälin mittauksiin. Menetelmässä on käytössä ohut kumiletku, joka on venytetty tien yli ja on kytköksissä laskentayksikköön (Kuva 4). Letkussa on ilmanpaine, joka katkeaa pyörän ajaessa siitä yli, jolloin kone laskee havaitsemansa pyörän. Paineilmaletku on varsin kustannustehokas eikä se tarvitse kalliita asetuksia. Sen asennus on myös helppoa ja halpaa ja se onkin hyvä menetelmä lyhytaikaisiin mittauksiin. (Vägverket 2008; Vitikka et al. 2003) Laitteen

ongelmana on sen herkkyys ulkoisille vaikutuksille ja kumiletkun rikkoutuminen. Tästä syystä laite tarvitseekin toistuvaa tarkistusta ja huoltoa (Department for Transport 1999). Toinen havaittu ongelma on pyörän rekisteröinti kahteen kertaan, mikä johtaa virheellisiin laskentatuloksiin (Vägverket 2008; Vitikka et al. 2003). Laskenta letkulaskimella ei onnistu luotettavasti myöskään talviaikaan, sillä kumiletku ei pysty ylläpitämään laskemiseen tarvittavia ominaisuuksiaan kylmissä olosuhteissa (Papanikolopoulos et al. 2010).



Kuva 4: Lyhytaikaisiin laskentoihin sopiva letkulaskin. (Eco counter 2010)

Mikäli laskentakohde on sekaliikenneväylällä, auttaa letkuparin käyttäminen laitetta erottamaan polkupyöräliikenteen muusta liikenteestä. Tällä tavalla saadaan selville myös lisätietoa ajoneuvosta kuten suunta sekä nopeus. Mikäli käytettävät letkut ovat keskimääräistä pidempiä esimerkiksi leveän tien ylityskohdassa, ei polkupyörä pysty välttämättä lähettämään tarpeeksi suurta pulssia laitteelle pyörän havaitsemiseen. Tällöin voidaan ottaa käyttöön toinen, herkempi letku. Laite tulisi ennen käyttöä kalibroida käyttäen käsinlaskennoista saatua dataa. Käsinlaskentoja tulisi tehdä lisäksi tasaisin väliajoin laitteen käytön aikana, jotta varmistettaisiin datan oikeellisuus jatkossakin. (Department for Transport 1999)

Tutkailmaisin

Ulkonäöltään infrapunalaitetta muistuttava tutkailmaisin havaitsee mikroaaltotekniikalla ilmaisukeilassa olevat liikkuvat kohteet ja soveltuu ajoneuvoliikenteen lisäksi myös pyörä- ja kävelyliikenteen havainnointiin. Laite (Kuva 5) pystyy erottelemaan ilmaisukeilan sisällä olevan saapuvan ja poistuvan liikenteen toisistaan. (Tampereen kaupunki 2010)



Kuva 5: SDR-tutka. (Traffic Technology Ltd 2011)

SDR-tutka pystyy erottamaan pyörä- ja jalankulkuliikenteen toisistaan sekä autoliikenteestä. Erottelu perustuu havaittavan kohteen ulkomittoihin ja nopeuteen. Tutkan etuna on sen helppo asennus, sillä laite voidaan asentaa tien varrella olevaan tolppaan, eikä esimerkiksi liikenteen keskeytystä tai kadun kaivuuta tarvita. (Traffic Technology Ltd 2011)

Painemittarit

Paineen muutoksiin perustuvat laitteet ovat huomaamattomimpia laskentalaitteita ollen piilossa maan alla (Via Strada Ltd 2008). Painemittarin avulla toimivia laskentalaitteita on useita, mutta niiden käytössä voi olla eri sovelluksia. Paineen muutokset saatetaan havaita akustisina aaltoina muun muassa hydroakustisina vedessä tai mekaanisakustisina muissa materiaaleissa (Papanikolopoulos et al. 2010). Laskinmaton laskentatekniikka perustuu elektromekaaniseen kalvoon, johon aiheutuu jännitemuutos kulkijan painosta. Laitteeseen tuleva jännitemuutos havaitaan tiedonkirjaajan avulla. Laskinmatto soveltuu laskentalaitteeksi ainoastaan jalankulkijoiden laskentaan ja se pystyy laskemaan myös tilanteita, jossa useampi kulkija ylittää maton samanaikaisesti. Polkupyörän aiheuttaessa erilaisen jännitetason kuin jalankulkija olisi mahdollista kehittää laitteesta tehokkaampi versio myös polkupyörien laskentaan. Laskinmattoja käytetään yleisesti esimerkiksi tavaratalojen kävijämäärälaskennassa. (Vitikka et al. 2003)

Akustinen sensorilaatta (Kuva 6) soveltuu myöskin ainoastaan jalankulkijoiden laskentaan. Laite on erittäin tarkka, näkymätön kulkijoille ja näin suojassa ilkeiltä. Maan alle asennettavat laatat havaitsevat jalankulkijoiden aiheuttamia painetasossa tapahtuvia pieniäkin muutoksia ja näin tunnistavat liikkujan. Laitteen ajastin estää saman henkilön laskemisen useampaan kertaan. Laite voidaan asentaa kaikkiin muihin maalajityyppeihin paitsi kiviseen maahan. (Olsen Engineering 2010b; Eco counter 2011a)



Kuva 6: Akustinen sensorilaatta. (Eco counter 2011a)

Maan alle asennetut painelaitteet eivät ole kuitenkaan täysin säästä riippumattomia. Maan ollessa jäässä tai roudassa laite ei toimi. Myös hyvin leveillä väylillä tarkka laskenta voi olla haasteellista. Useimmat laitteet eivät myöskään pysty erottelemaan kulkutapaa eli pulssin aiheuttajaa ei pystytä määrittelemään jalankulkijaksi tai pyöräilijäksi vaan laskin toimii kokonaismäärälaskimena. Myös peräkkäin tapahtuvat painemuutokset saattavat aiheuttaa virhetulosta, koska laite ei pysty välittömästi palauttamaan normaalia painetilaansa välittömästi laitteen päälle astumisen jälkeen. Tällöin välittömästi peräkkäin tapahtuvat painemuutokset voivat jäädä rekisteröimättä. (Papanikolopoulos et al. 2010)

Laseranturi

Laseranturi pystyy havaitsemaan ja erottelemaan niin moottoriajoneuvot, polkupyörät kuin jalankulkijatkin. Laite kuvaa ympäristöään tunnistaen ajoneuvot sekä muun liikenteen kohteen ulkomittojen ja muotojen perusteella. Tunnistamisessa auttavat myös kohteen nopeuden sekä kulkureitin selvittäminen. Laskin toimii kaikissa sääolosuhteissa vuorokauden ympäri ja sen avulla on helppo tarkkailla myös eri liikennemuotojen konflikteja ja liikenneturvallisuutta. Anturi on asennettava vähintään metrin korkeudelle maan pinnasta, jotta se pystyy havaitsemaan liikennettä tarkasti. Laite on täten selvästi nähtävissä, jolloin ilkvallan mahdollisuus kasvaa. Laitteen ongelmana on myös se, ettei laite pysty erottamaan toisistaan polkupyöriä ja mopoja eikä ryhmissä kulkevia jalankulkijoita. Laitteen havainnointisäde on myös rajallinen: 15 metriä pyörille sekä jalankulkijoille ja 20 metriä ajoneuvoille. Laite voi lähettää ajantasaista tietoa liikennevirrasta tai se voi tallentaa tiedon myöhempää tarkastelua varten. (Schweitzer 2005)

Laseranturi pystyy laskemaan ja havaitsemaan myös kohteet, jotka ovat ajoittain piilossa esimerkiksi vierellä kulkevan toisen kohteen takana. Laite osaa tuottaa myös ympäristöraportteja esimerkiksi lumesta, sumun määrästä, rankasta sateesta sekä laitteeseen kohdistuvasta ilkvallasta. (LogObjectAG 2010)

Radiosäde

Radiosäteiden lähettämiseen perustuva laskentalaite havaitsee liikkujat lähettämässä säteen rikkoutuessa. Radiosädesensoreita on kahdenlaisia, metallia havaitsevia polkupyöriä laskevia sensoreita ja jalankulkijoita havaitsevia heijastavia sensoreita. Metallin havaitseva laite pystyy tunnistamaan kaiken tyyppiset polkupyörät, niin teräksiset kuin metalliseoksestakin tehdyt pyörät. (Chambers Electronics UK 2011) Radiosädelaitte (Kuva 7) pystyy erottelemaan toisistaan jalankulkijat ja pyörät käyttämällä kahdenlaisia sensoreita väylän molemmin puolin. Nopeutta ja suuntaa laite ei pysty määrittämään ilman erillistä kehitystä. (Via Strada Ltd 2008)



Kuva 7: Radiosäteeseen perustuva laskentalaite. (Via Strada Ltd 2008)

Laitteen luvataan olevan täysin sään kestävä ja toimivan hyvin myös talviolioissa, pakkasessa ja lumisateessa sekä kovillakin pakkasilla. Laskin voidaan sijoittaa jalankululaskennassa 20 metrin päähän väylästä, pyörälaskennassa 4 metrin ja autoliikenteen laskennassa 12 metrin päähän laskettavasta väylästä. Radiosäde läpäisee muovin, joten laskentayksikkö voidaan asentaa näkymättömiin suojaan vandalismita. Radiosäteen ongelmana on liikkujien havaitseminen luotettavasti näiden liikuessa ryhmissä tai rinnakkain. Laite toimii parhaiten liikkujien kulkiessa jonossa. Metallia havaitsevan radiosäteen virhettä lisäävät ylimääräiset metallin lähteet, jotka laite saattaa laskea polkupyöränä. (Chambers Electronics UK 2011)

Videolaskennat

Videolaskennan hyötynä on sen mahdollisuus korvata useitakin käsinlaskijoita kuvattalennuksella. Videoimalla voidaan kuvata hyvinkin laaja alue tehokkaasti ja taloudellisesti nopeallakin aikataululla. Videolaskenta on myös käsinlaskentaa huomattomampi laskentatapa ja näin olen myös edustavampi. Etuna käsinlaskentaan verrattuna videolaskennassa on myös laskentatuloksen tarkistaminen nauhalta yhä uudestaan mistä tahansa kohdasta. Virheen mahdollisuus on laskennassa varsin pieni. Videolta on myös mahdollista analysoida liikenneturvallisuutta ja tarkkailla tiettyjä erikoistilanteita. (Schweitzer 2005)

Huonoina puolina videolaskennassa voidaan mainita vaikeus löytää sopiva paikka kameran asentamiselle. Ongelmia laskennan tarkkuudessa saattaa tulla sateella sekä yöaikaan valon puutteesta. Laskentatapa tarvitsee myös säännöllistä tarkkailua sekä helpon luokse pääsyn esimerkiksi videonauhurin pattereiden vaihtoa varten. Huolto- toimenpiteistä saattaa lisäksi tulla aukkoja videokuvan jatkuvuuteen aiheuttaen näin mahdollista virhettä laskentaan. Videokuvan tulkinta aiheuttaa verrattain suuria kuluja, sillä se tehdään yleisesti käsityönä. Videolaskimen havaitseminen saattaa myös aiheuttaa käyttäytymisen muutoksia liikennevirtaan. (Schweitzer 2005)

Videolaskentojen tekniikka on viime vuosina kehittynyt paljon. Laskentoihin on kehitetty monenlaisia algoritmeja pyörä- ja jalankulkuliikenteen tunnistuksen avuksi (Malinovskiy et al. 2009). Hahmontunnistukseen perustuva tekniikka tunnistaa automaattisesti videokuvasta pyöräilijät ja jalankulkijat muun muassa koon ja muodon perusteella ja pystyy näin laskemaan myös niiden määrän. Kokonaismäärälaskentaan hahmontunnistukseen perustuvia laskimia on saatavilla, mutta kulkutapojen erotteluun ja laitteen muihin ominaisuuksiin kaivataan vielä kehitystä. (Otos-Service 2011)

Ilmakuvatulkinta

Jalankulkijoiden laskenta on mahdollista myös laserkuvatiedoston avulla tapahtuvalla ilmakuvatulkinnalla. Rakennusten ja puiden varjostamilta kaduilta voi kuitenkin olla hankala erottaa jalankulkijoita luotettavasti esimerkiksi sadevesikaivon kansista, asfalttipinnan paikkauksista sekä pyöräilijöistä. Laskenta tuleekin suorittaa ainoastaan aurinkoisilla katupinnoilla, jotta jalankulkijan tunnistus onnistuisi luotettavasti. Ilmakuvatulkintaa on Suomessa käytetty Helsingissä kadunylitysten turvallisuutta käsitellessä hankkeessa LINTU- tutkimusohjelman yhteydessä. Ilmakuvaukset suoritettiin helikopterilla. (Pasanen 2007)

Pyöräbarometrit

Induktiosilmukatekniikkaan perustuvia pyöräbarometrejä käytetään laskennan lisäksi myös pyöräilyn markkinointiin. Laite edistää pyöräilyn näkyvyyttä ja kiinnostavuutta olemalla näkyvillä kaupunkikuvassa. Barometrit voivat näyttää esimerkiksi ohipyöräilevien lukumäärän päivässä tai kokonaismäärää vuodessa (Kuva 8). (Presto 2010)



Kuva 8: Pyöräbarometreja. Vasen kuva: (Presto 2010). Oikean kuvan ottanut Kalle Vaismaa.

Barometrien avulla pyöräilyä pyritään tekemään hyväksyttäväksi liikennemuodoksi keskustoihin sekä saamaan ihmiset huomaamaan pyöräilijöiden mahdollisesti yllättävänkin suuri määrä. Näyttölaitteeseen voidaan liittää esimerkiksi ilmainen pyöränpumppu parantamaan pyöräilyn palvelutasoa. (Presto 2010)

Laitteiden vertailu

Taulukossa 1 on vertailtu aiemmissa kappaleissa käsitellyjen automaattisten laskentalaitteiden ominaisuuksia sekä etuja ja haittapuolia. Vertailussa otettiin huomioon myös suunnan ja nopeuden tunnistaminen.

Taulukko 1: Laitteiden vertailu

	Jk	Pp	Erottelu	Suunta	Nopeus	Erottelu moottoriajoneuvoliikenteestä	Huomaa- maton	Edut	Hai tat
Silmukka		X		X		X	X		Ei tunnista aluminisia ja rinnakkain ajavia pyöriä, asennus asfaltin alle
Passiivinen infrapuna	X	X		X	X	X		Siirtohelppous	
Aktiivinen infrapuna								Helppo asentaa ja siirtää	Ei tunnista aina rinnakkain liikkujia
Tutka	X	X	(X)	X	X	X		Helppo ja halpa	Vaikeuksia hitaan jalan kulkuliikenteen havainnoinnissa
Letkulaskuri		X	X	X	X	X		Helppo asennus	Vain lyhytaikaisiin laskentoihin, rikkoutuu helposti
Painemittarit	X	(X)				X	X		Routainen maa estää toimintaa
Laseranturi	X	X	X	X	X	X		Laskee myös ajoittain piilossa olevat liikkujat	Ongelmia mopojen ja pyörien, sekä ryhmissä liikkuvien jalan kulkijoiden havaitsemisessa
Radiosäde	X	X					(X)	Säänkestävä	Ryhmissä liikkujia ei tunnisteta
Videolaskenta	X	X	X	X	X	X		Havaitun alueen koko voi olla suuri, tietojen tarkistus, turvallisuusutkimusta samalla	Videon kuvan tulkinta kallista ja hidasta
Hahmontunnistus	X	X	(X)			X		Kustannustehokas	Osittain kehitysasteella
Ilmakuvatulkinta	X	X				X	X		Varjot häiritsevät tunnistusta

Useamman laitteen todettiin vertailussa olevan siirtohelppoudeltaan hyvä, moni pystyy tunnistamaan niin jalankulku- kuin polkupyöräliikenteenkin ja moni osaa erotella pyörä- ja jalankulkuliikenteen myös moottoriajoneuvoliikenteestä. Kaikki laitteet eivät kuitenkaan tarjoa erottelua polkupyörä- ja jalankulkuliikenteen välille eli ovat kokonaismäärälaskimia. Haasteeksi laitteiden vertailussa havaittiin ryhmissä liikkujien oikea tunnistus.

2.2.2 Laskinten hintataso

Automaattilaskimia on mahdollista vuokrata tietyksi ajaksi tai ostaa laite sekä usein myös sen käyttöön tarvittava ohjelmisto. Taulukossa 2 esitellään muutamien automaattilaskinten suuntaa-antavia hankintahintoja. Laitteista on esitelty Eco counterin infrapunalaskin, silmukkalaskin ja tiedonkirjaaja, DataCollectin letkulaskin ETube, Intopiin Otos-kameralaskin, Sdr-tutka sekä Via-count-tutka. Taulukossa 2 esiteltävät hinnat on saatu maahantuojilta ja laitevuokraajilta ja hinnat edustavat kevään 2011 hintatasoa.

Taulukko 2: Automaattilaskinten hintoja.

Laite	Ostohinta	Sisältää	Muuta
Eco counter: Zelt (silmukkalaskin)	4500-6000 €	Useita kombinaatioita ominaisuuksista ja hintaan kuuluvista laitteista ja palveluista	Hintaan vaikuttaa asennuskotelon tyyppi, onko laite pyöräväljälle vai kadulle tarkoitettu, onko suuntien laskentaa vai poikkileikkauslaskentaa, ym. ominaisuuksien muutokset.
Eco counter: Pyro (infrapunalaskin)	4500-6000 €	Useita kombinaatioita ominaisuuksista ja hintaan kuuluvista laitteista ja palveluista	Hintaan vaikuttaa: Pyron ominaisuus (zoomien määrä 1,2 tai 4), onko laskenta suunnittain vai poikkileikkauslaskentana
Eco counter: Combo (tiedon kirjaaja)	4500-6000 €	Useita kombinaatioita ominaisuuksista ja hintaan kuuluvista laitteista ja palveluista	Voidaan yhdistää mm. pyroon ja/tai zeltiin. Hintaan vaikuttaa onko yhteys gprs, bluetooth vai satelliitti sekä tiedonantotyyppi (15 min välein tai tunneittain)
ETube (letkulaskin)	3 000 €		
Otos (kameralaskin)	3800 €	Kamera ja tietokone, internet-reititin, raportointityökalu, tiedonsiirto ja valvonta	Lisäksi laitteella on kuukausimaksu alle 100 €. Mahdollisuus vuokraukseen: 12 kk leasing noin 400 €/kk, 24-kk leasing noin 300 €/kk
Via count (tutka)	3000 € alv 0%	Peruslaite käyttövalmiina, akku, asennusteline, softa ja kaapeli	GSM- tai Bluetooth- tiedonsiirto 700€/400€, 230 Voltin virransyöttö 200-300 €
SDR (tutka)	2 500 €	Laite ja bluetooth	Teline 200 €, kämmen pc 350 € (tarvitaan ainakin yksi), SD-kortti 150 € (tarvitaan ainakin yksi), web-raportointi 130 € (tarvitaan ainakin yksi), exportmoduuli TXT 60 € (tarvitaan ainakin yksi), lisäksi rahti ja vakuutus.

Laskinten hinnat ovat 2500–6000 €. Lähes kaikkien laitteiden hintojen todettiin vaihtelevan suuresti erilaisten lisälaitteiden ja laitteen ominaisuuksien mukaan. Myös erilaiset palvelut ja käyttöliittymät sekä asennuspaikka vaikuttavat hankintahintaan. Osassa laitteista tiedonhallintaan tarvittavan ohjelmiston palvelumaksut ovat kuukausimaksuja, osassa tiedonpurkuohjelma ostetaan laitteen mukana omaksi.

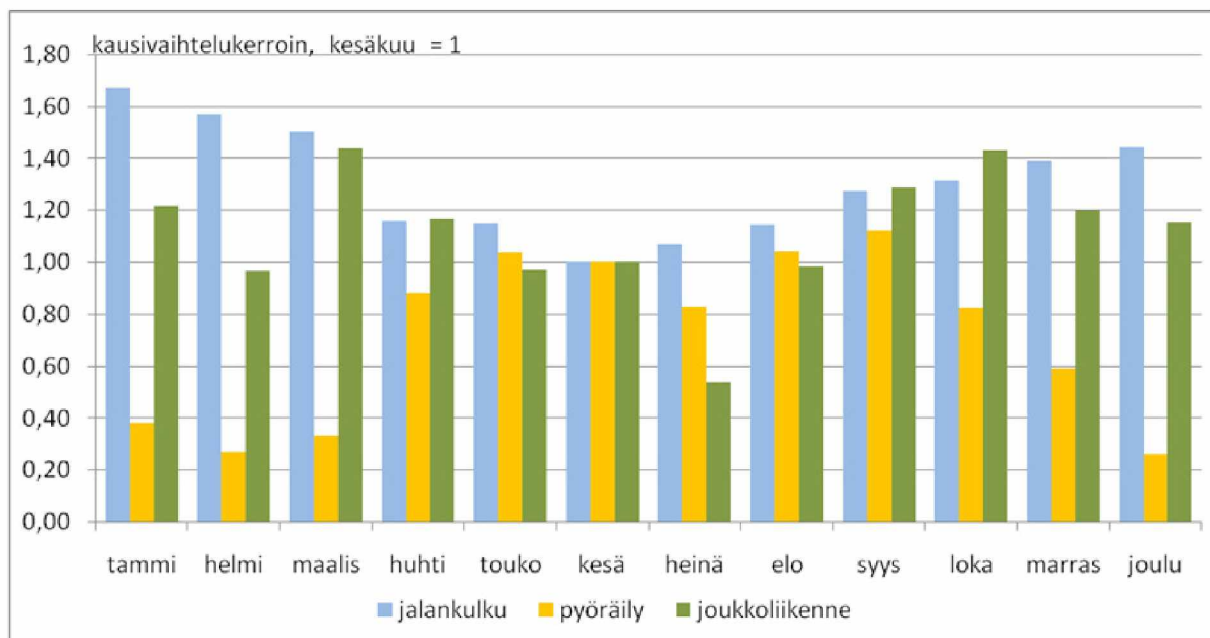
3 Laskennat

3.1 Polkupyörälaskennat

Laskenta-ajankohdat

Päivämäärät

Polkupyöräilijöiden käsinlaskennat suositellaan tehtäviksi Suomessa määritellyllä pyöräilykaudella eli 15.5.–15.9. Tällöin saadaan mahdollisimman kattava otos polkupyöräliikenteen vilkkaimmasta kaudesta. (Saastamoinen et al. 2005) Kuvassa 9 on esitetty eri kulkutapojen valtakunnalliset kausivaihtelukertoimet, josta pyöräilymääriltään vilkkaimmiksi kuukausiksi osoittautuvat juuri toukokuu-syyskuu. Talvikuu-kausina osa pyöräilijöistä siirtyy käyttämään joukkoliikennettä ja osa kävelee. Kesäkuukausina taas joukkoliikenteen käyttäjistä ja jalankulkijoista osa siirtyy pyöräilemään.



Kuva 9: Eri kulkutapojen valtakunnallinen kausivaihtelukerroin. (Henkilöliikennetutkimus 2004-2005)

Suomen sääoloihin sopii myös lyhyt talviajan laskenta keväällä ja syksyllä tehtävien laskentojen lisäksi, mikäli kaupungilla on tarvetta tietää talven liikkujamääriä. Talvilaskennoissa käsinlaskennan otosmäärä voi jäädä varsin vähäiseksi, joten automaattilaskinta suositellaan sopivammaksi laskentamenetelmäksi talven laskentoihin.

Polkupyöräliikenteelle on määritelty tunnusluvuiksi kesäkauden keskimääräinen vuorokausiliikennemäärä, talvikauden keskimääräinen vuorokausiliikennemäärä, koko vuoden keskimääräinen vuorokausiliikennemäärä ja huippuvuorokausiliikennemäärä. Mikäli polkupyörälaskennan tuloksia halutaan laajentaa aiemmin määriteltyjen tunnuslukujen muotoon konelaskentoja käyttäen, voidaan konelaskentoja suorittaa otoslaskentoina kesä kautena 15. toukokuuta – 15. syyskuuta. Konelaskimella tehtävien pidempiaikaisten otoslaskentojen pituus tulisi olla kaksi viikkoa ja useamman laskenta-

jakson välin 4-8 viikkoa. Mikäli laskentojen aikana on useampia päiviä epätyypillisen kylmä tai sateinen sää vuodenaikaan nähden, suositetaan laskentoja uusittaviksi tulosten luotettavuuden takaamiseksi. (Saastamoinen et al. 2005)

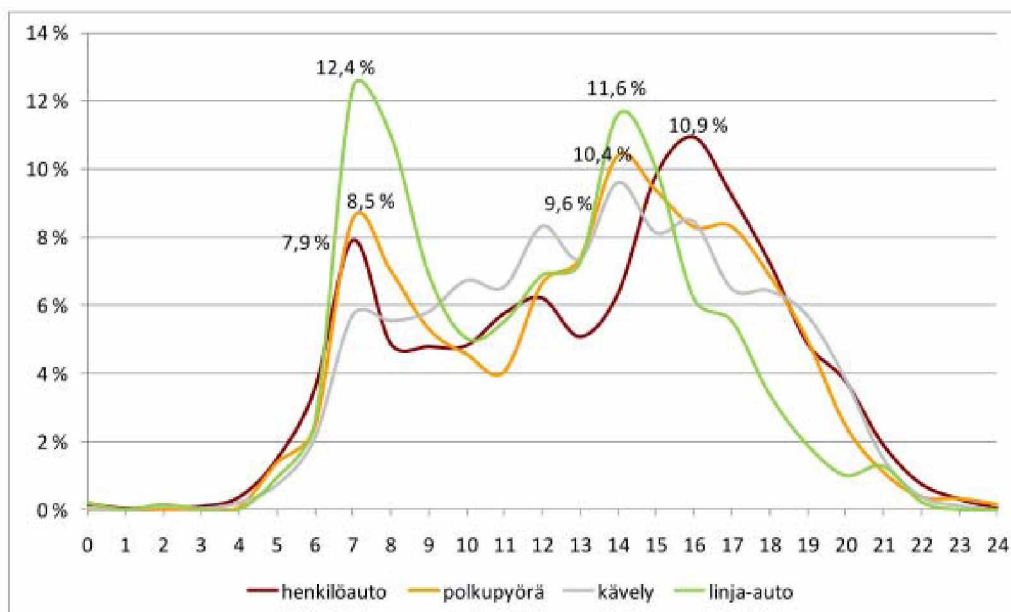
Talvikauden pyöräliikenteen konelaskimilla tehtävien otoslaskentojen pituudeksi on määriteltä viikko, jonka aikana säätiedot tulee kirjata muistiin. Talvikauden konelaskennat on suositeltu tehtäväksi tammi- helmikuun aikana. (Saastamoinen et al. 2005)

Polkupyöräliikenteen automaattisia jatkuvia laskentoja voidaan suorittaa ympäri vuoden.

Kellonajat

Pyöräilyn käsinlaskennat suositellaan suoritettaviksi kuuden tunnin laskentana kello 12–18. Suositeltavimmat laskentapäivät ovat tiistai, keskiviikko ja torstai, joiden liikennemäärien välillä ei ole merkittäviä tilastollisia eroja. Maanantaita ja perjantaita tulisi välttää viikonlopun läheisyyden vuoksi. (Saastamoinen et al. 2005)

Mikäli resursseja kuuden tunnin laskentoihin ei ole, on vaihtoehtona tehdä lyhytaikaisempia otoslaskentoja esimerkiksi huipputunteina kello 14–16. Esimerkiksi Lahden liikennetutkimuksessa eri kulkutavoilla suoritettujen matkojen aikavaihtelua tutkittaessa pyöräilyn huipputunniksi saatiin kelloaika 14–15 (Kuva 10). (Kalenoja et al. 2010) Nämäkin laskentakellonajat sopivat suositeltuun aikavälin ja ovat täten laajennettavissa pidemmän aikavälin tiedoiksi, erityisesti automaattilaskinten avulla.



Kuva 10: Matkojen aikavaihtelu arkisin. (Kalenoja et al. 2010)

Myös pyöräilyn aamun huipputuntiliikennemäärää suositellaan selvitettäväksi esimerkiksi aamulla kello 6–9. Tähän kellonaikaan sopivia valtakunnallisia laajennusker-toimia ei kuitenkaan ole laadittu. Suositellusta kello 12–18 poikkeavat laskennat tulisi kuitenkin tehdä ylimääräisinä ja täydentävinä laskentoina eikä niiden tulisi olla ainoita suoritettuja laskentoja.

Laskenta-ajankohtien perustelu

Kyseiset laskenta-ajankohdat on valittu polkupyöräliikenteen käsinlaskennoille, joista laajennetaan tunnuslukuja. Kellonaika 12–18 on havaittu vertailussa ajankohdaksi, joka antaa luotettavimman tuloksen pyöräliikenteen tulosten laajennuksessa ja säämuuttujien huomioon ottamisessa. (Saastamoinen et al. 2005) Useissa ulkomaisissa laskennoissa kehittyneissä kaupungeissa laskenta tapahtuu kello 7–19. Suomen pyöräilyn laajennuskertoimet on laadittu kello 12–18 tapahtuville laskennoille, joten laajennuksen mahdollistamiseksi kyseistä kellonaikaa suositellaan käytettäväksi. Jos tarvetta laskentojen laajentamiselle ei ole ja tahdottu tunnusluku on esimerkiksi huipputunnin liikennemäärä, laskentojen suositeltu suorittamisaika on joko aamun- tai iltapäivän huipputunnin aikaan noin kello 7–9 tai 14–16.

Pyöräliikenteen käsinlaskentoja voi suorittaa muinakin kellonaikoina, erityisesti, mikäli kaupungilla on käytössä automaattilaskennoista saatavat vuorokausiliikenteen laajennuskertoimet. Tällöin minä tahansa ajankohtana suoritettavat lyhyetkin käsinlaskennat voidaan laajentaa koskemaan pidempää aikaväliä. Aiemmat koneellisten pyörälaskentojen suositellut ajankohdat ja laskentojen pituudet perustuvat myös laskentatulosten laajentamiseen Saastamoisen et al. (2005) mukaisiksi tunnusluvuiksi.

3.2 Jalankulkijoiden laskennat

Laskenta-ajankohdat

Päivämäärät

Jalankulkijoiden käsinlaskentoja suositellaan tehtäväksi samoina aikoina polkupyörälaskentojen kanssa eli 15.5.–15.9. Laskennat voidaan halutuista tietotarpeista riippuen tehdä joko arkena tai viikonloppuna. Mikäli laskentatuloksia on tarkoitus laajentaa, suositellaan laskenta-ajankohdaksi tiistaita, keskiviikkoa tai torstaita.

Jalankulun pidempiaikaisia konelaskentoja ja jatkuvia automaattilaskentoja voi suorittaa mihin vuodenaikaan tahansa tietotarpeista riippuen.

Kellonajat

Jalankulun käsinlaskennat suositellaan tehtäväksi kuuden tunnin laskentana kello 12–18. Lyhytaikaisempia laskentoja voidaan tehdä kutakin tahoa kiinnostavina kellonaikoina ja jos tarkoitus ei ole verrata jalankululiikenteen määriä samoilla väylillä kulkevan polkupyöräliikenteen määriin.

Jalankulun liikennemääriä voidaan laskea myös huipputunneilta. Kullakin alueella on omat huipputuntiajankohtansa alueen ominaisuuksista ja tyypistä riippuen.

Laskenta-ajankohtien perustelu

Jalankulkijoiden käsinlaskentoja ehdotetaan tehtäväksi samoina aikoina polkupyörälaskentojen kanssa laskennoista aiheutuvan vaivan minimoimiseksi ja pyörä- ja kävelyliikenteen kesken vertailukelpoisen laskentatiedon aikaan saamiseksi. Suorittamalla pyöräilyn ja jalankulun käsinlaskentoja samaan aikaan yhteislaskentaan sopivissa laskentapisteissä säästetään laskentakuluissa eikä jalankululaskennoista aiheudu lisätyötä. Lisäksi laskemalla jalankulkijat ja pyöräilijät laskentapisteissä samaan aikaan, voidaan laskentojen tuloksista vertailla jalankulkija- ja pyöräliikennemäärien keskinäistä suhdetta.

Jalankulun käsinlaskentoja voi suorittaa muinakin kuin suositeltuina kellonaikoina, erityisesti, mikäli käytössä on automaattilaskennoista saatavat vuorokausiliikenteen laajennuskertoimet. Tällöin minä tahansa ajankohtana suoritettut muutaman tunnin mittaiset käsinlaskennat voidaan laajentaa koskemaan pidempää aikaväliä. Jalankululaskentoja voidaan suorittaa eri tietotarpeiden mukaan myös eri aikoina pyöräliikenteen laskentojen kanssa, erityisesti mikäli laskentoja suoritetaan eri laskentapisteeissä kuin pyöräilyn laskentoja. Jalankululle haluttavat tunnusluvut voivat lisäksi olla pyöräliikenteen tunnuslukuihin verrattuna erilaiset, joten myös jalankulun laskentaajankohdat voivat olla erilaiset verrattuna polkupyöräliikenteeseen. Jalankululle ei ole laadittu valtakunnallisia tunnuslukuja eikä laajennuskertoimia polkupyöräliikenteen tapaan.

3.3 Toimiminen laskentatilanteessa

Säätila

Käsinlaskentapäivien suositellaan olevan poutaisia, mutta pieni sadekuuro ei vaikuta niin paljon pyöräilyn määrään, että laskennan tulos jäisi epäluotettavaksi. Myös erilaiset tapahtumat ja muut tekijät saattavat vaikuttaa liikennemäärään, joten laskentoja ei suositella tehtäviksi erityisten yleisö- tai massatapahtumien kanssa samoina päivinä. (Cascade bicycle club 2009b)

Kuitenkin mikäli jatkuvaa ympärivuotista liikennedatata on jo kerätty jatkuvasti laskevista automaattilaskimista, voidaan myös sateisena ajankohtana suoritettut otoslaskennat sopeuttaa jatkuvien laskentojen avulla keskimääräisiksi tuloksiksi.

Mikäli käsinlaskentoja on jo suoritettu joinakin muina vuodenaikoina tai kellonaikoina, suositetaan, että laskentoja jatketaan kyseisinä aikoina, eikä laskenta-aikoja vaihdeta tässä raportissa esitettyihin. Näin jo tehdyistä laskennoista on mahdollista saada paras hyöty ja aiemmilta vuosilta saatu vertailudata pysyy käyttökelpoisena ja luotettavana.

Laskentojen esivalmistelut ja toteuttaminen

Käsinlaskentoihin tulee valmistautua jo laskentaa edeltävänä päivänä, jotta tiedetään reitti laskentapaikalle. Myös laskentaan tarvittavat välineet ja lomakkeet olisi hyvä hakea jo huomattavasti ennen laskentaa ja näin varmistaa laskennan onnistuminen. (Cascade bicycle club 2009b)

Käsinlaskijoiden olisi hyvä muistaa ottaa säätila huomioon pukeutumisessaan, sillä useamman tunnin laskenta-aikana laskijan tulee olla pitkälti paikoillaan. Myös aurinkoinen ja helteinen sää vaatii huomiota varusteisiin, sillä aurinkosuoja ja päähine on hyvä olla mukana. Myös vesipullon mukaan ottoa suositellaan. Laskentapaikan valitseminen tulisi suorittaa pitäen mielessä laskijan turvallisuus. Laskentapaikan tulisi sijaita kohteen vieressä tai loitommalla siten, että paikasta on helppo ja turvallinen seurata kohteen liikennettä. Laskenta ei saa kuitenkaan häiritä muuta liikennettä. (Cascade bicycle club 2009b)

Laskentojen toteuttaja huolehtii laskijalle mukaan tarvittavat välineet eli joko kynän ja paperia sekä kirjoituslupaan, laskinlaitteen tai käsitetokoneen. Myös merkintöihin

tarvittavat lomakkeet tulee olla mukana ja asianmukaisesti esitetyinä. (Cascade bicycle club 2009b)

Laskentapaikalle suositellaan mentävän vähintään 10–15 minuuttia ennen laskennan alkamista, jotta paikalle löydetään varmasti. Aikaa tarvitaan myös havaintopaikan valintaan ja löytämiseen ja mahdollisesti auton sijoittamiseen hyväksyttävään paikkaan. Laskijan ollessa liikkeellä jalan, kannattaa muistaa ottaa mukaan istuin tai alunen, jotta laskija voi asettua istumaan hyvän näköalan kohteeseen tarjoavaan sijaintiin. (Cascade bicycle club 2009b)

Laskentalomake olisi hyvä esitättävä ennen laskennan alkamista. Laskettavat reitit ja suunnat tulee paikallistaa ja merkitä lomakkeelle havaintopaikka ja kadunnimet. Päiväys tulee merkitä lomakkeeseen, samoin kuin säätilatiedot: lämpötila, mahdollinen sade, onko aurinkoista vai pilvistä sekä arvio tuulen voimakkuudesta. Sateen mahdollisesti alkaessa kesken laskennan merkitään sateen alkamisaika muistiin. Samoin merkintä tehdään säätilan muuten muuttuessa voimakkaasti laskennan aikana. (Cascade bicycle club 2009b; Saastamoinen et al. 2005) Kuvassa 11 on esitetty pyöräilyn ja jalankulun liittymälaskentaan soveltuva laskentalomake.

15-minuutin jakso

4 → 1 tai 1 → 4

Liittymälaskennan laskentalomake

Pääkatu:
Risteävä katu:
Laskijan nimi:
Pvm: klo: (alkoi) (loppui)
Lämpötila (C) :
Aurinkoista, sateista, pilvistä ym.:
Lisätietoja havaintoalueesta:

Kadun nimi A → C:

Kadun nimi B → D:

4 → 3 tai 3 → 4

1 → 2 tai 2 → 1

3 → 2 tai 2 → 3

Nimi:
Osoite:
Puh.:
Email:

Laske jalankulkija ja pyöräilijä aina kun tämä ylittää liittymän vähintään sovitulla etäisyydellä suojatiestä.

Kuva 11: Jalankulun ja pyöräilyn liittymälaskentalomake. (NBPD 2009) muokattu.

Liittymälaskennoissa on tärkeä laskea vain ne jalankulkijat ja pyöräilijät, jotka ylittävät liittymän enintään 15 metrin etäisyydeltä tai muulta laskennoissa sovitulta etäisyydeltä. Liittymälaskennan voi suorittaa myös kulkusuunnat huomioon ottaen ja muistiin merkiten, mutta tämä taktiikka on varsin työläs käsinlaskijoille. (Schneider 2010)

Taulukossa 3 on esitetty yksinkertainen malli jalankulun ja pyöräilyn poikkileikkauslaskentojen laskentakaaviosta. Poikkileikkauslaskentakaaviossa tulee olla omat sarakkeensa suunnille mikäli laskennassa halutaan ottaa huomioon molemmat kulkusuunnat erikseen. Myös yhtä suuntaa laskettaessa tulee laskentalomakkeeseen merkitä laskettu suunta selkeästi. (Schneider 2010) Poikkileikkauslaskennassa on suositeltavaa laskea molemmat kulkusuunnat ja molemman puolet kadusta erikseen kattavan kokonaiskuvan saamiseksi. Suunnittain ja kadun puolittain jaotellut laskentatulokset on myöhemmin helppo tarvittaessa yhdistää koko väylän liikennemääräksi tietyltä ajanjaksolta.

Taulukko 3: Poikkileikkauslaskennan yksinkertainen laskentakaavio pyöräilylle ja jalankululle. (NBPD 2009) muokattu.

	Polkupyörät		Jalankulkijat		Muut
	Nainen	Mies	Nainen	Mies	
00-:15					
15-:30					
30-:45					
45-1:00					
1:00-1:15					
1:15-1:30					
1:30-1:45					
1:45-2:00					
Yhteensä					

Laskenta tulee suorittaa 15 minuutin jaksoissa. Nämä 15 minuutin jaksot on helppo yhdistää tunnin liikennetiedoksi. Myös moni automaattilaskin antaa tuloksen 15 minuutin jaksoissa, joten sama jaksotus käsinlaskennassa helpottaa tulosten mahdollista myöhempää vertailua. Kukin 15 minuutin jakso merkitään omalle lomakkeelleen ja kuhunkin lomakkeeseen merkitään aina uuden laskentajakson alkamisajankohta. (Cascade bicycle club 2009b)

Lomakkeelle on selkeyden vuoksi hyvä kirjata lisäksi laskettavan liikenteen laji eli onko laskettu pyöräilijöitä, mopoja vai kävelijöitä ja onko liikkujista tarkkailtu lisäksi lisätietoja, kuten kypärän käyttöä, ikää, sukupuolta tai suuntaa. Esimerkkilomakkeeseen (Taulukko 3) tarvitaan lisärivejä, mikäli myös muuta lisätietojen kirjaamista suoritetaan, kuin sukupuolen tarkkailua. Jalankulkijoiksi lasketaan myös rullaluistelijat, rullalautailijat, potkulautaa ja pyörätuolia sekä rollaattoria käyttävät henkilöt. (Saastamoinen et al. 2005) Kuvissa 12 ja 13 esitetään ohjeita laskennasta ja erityistilanteista.



Kuva 12: Nämä tandempyöräilijät merkitään viitenä pyöräilijänä. (NBPD 2011)



Kuva 13: Tässä kuvassa pyöräilijöitä on kaksi. (NBPD 2011)

Myös kaikki laskentakohteen erityispiirteet ja erikoiset tapahtumat on hyvä kirjata ylös. Esimerkiksi vaaralliset tapahtumat ja konfliktit sekä alueen mahdolliset oikoreitit on mainittava muistiinpanoissa ja esimerkiksi piirrettävä kartalle. (Cascade bicycle club 2009b)

Laskijoiden koulutus

Käsinlaskennoissa tulee suorittaa huolellista laskijoiden opastusta, jotta varmistetaan laskentatulosten luotettavuus. Laskija tulee perehdyttää työhön laajasti ja käydä tämän kanssa läpi lomakkeen täyttäminen ja siihen liittyvät erikoistilanteet, työvuorot sekä muu käytännön toiminta laskentapisteessä. Laskentapaikoille voidaan tehdä tarkistuskäyntejä laskennan sujuvuuden tarkistamiseksi. Erityisesti mikäli laskentatulokset esimerkiksi kahden peräkkäisen laskenta-ajanjakson osalta vaihtelevat suuresti, voi laskennan toimivuuden lisäselvitykselle olla tarvetta. (Cascade bicycle club 2009b)

Laskentojen toteuttajan tulee myös aina olla esimerkiksi puhelinyhteydellä tavoitettavissa, mikäli laskijoilla tulee ongelmia tai heille herää kysymyksiä laskenta-ajankohdankin aikana. Käsinlaskentojen tarkkuuden riippuessa laskijoista tulee perehdytyksen avulla pyrkiä minimoimaan inhimillisen erehdyksen ja tietämättömyyden aiheuttamat virheet laskentatuloksista. (Cascade bicycle club 2009b)

Laskijoille tulee esitellä laskentatulosten käyttökohteita sekä selvittää huolellisesti, miksi laskentoja tehdään. Näin laskijoita saadaan motivoitua tekemään työnsä mahdollisimman tarkasti ja luotettavasti. (Cascade bicycle club 2009b)

Laadunvalvonta

Kaikelle kerätylle datalle, oli se sitten käsin laskettua tai koneellista, tulee suorittaa laaduntarkkailua. Mikäli laskentatiedoissa havaitaan virheellistä tai muuten aiemasta poikkeavaa tietoa, tulee virheellisyys poistaa ennen laskentatiedon edelleen käyttöä kuten laajennusta. Käsinlaskennoissa olevat virheet, kuten keskimääräistä suuremmat liikennemäärät, voivat aiheutua epäsovivana päivänä esimerkiksi suuren yleisötapahtuman aikaan tehdystä laskennasta. Nämä virheet voidaan poistaa välttämällä laskemista kyseisinä ajankohtina tai tekemällä laskennat uudestaan. Suurin osa käsinlaskennoista aiheutuneista virheistä voidaan poistaa selvittämällä käsinlaskentapäivän tapahtumat ja soveltuvuus etukäteen. Myös laskijoiden ohjauksella ja neuvonnalla voidaan vähentää virheitä. Laskijoiden opastus onkin tärkeässä roolissa laadun takaamisessa. (NBPD 2011)

Usein automaattilaskinten laskentadatassa olevat virheet saattavat johtua joko laitteen toiminnasta, epäkuntoisuudesta tai virheellisestä asennuksesta. Epäsoviva laskentapaikka, kuten bussipysäkin läheisyys, laskimen edessä seisovat ihmiset tai pyörälaskimen eteen pysäköidyt polkupyörät saattavat aiheuttaa laskentadataan huomattavia virheitä. Laskentadataa voidaan puhdistaa esimerkiksi vertaamalla laskimen antamaa tulosta tunneittain aiemmilta viikoilta samoilta viikonpäiviltä ja kellonajoilta kerättyihin tietoihin. Mikäli laskentatiedoissa esiintyy suuria vaihteluja, voidaan tunnin arvo korvata esimerkiksi aiempien viikkojen saman tunnin keskiarvoisella tuloksella. Datan korjauksessa tulee kuitenkin noudattaa varovaisuutta, jotta tulokset eivät vääristy. (Schneider et al. 2009)

4 Laskentapisteiden sijainti

Laskentoja suositellaan tehtäviksi niin liittymäalueella kuin poikkileikkauslaskentanakin erillisillä väylillä tai kaduilla kattavan tuloksen saamiseksi. Laskentapisteet voivat olla joko käsin- tai automaattilaskentapisteitä kunkin laskevan tahon tarpeiden mukaan. Automaattilaskimet soveltuvat kuitenkin ainoastaan poikkileikkauslaskentaan. (Schneider 2010) Suositeltavimpia laskentapaikkoja ovat muun muassa

- kaupunkikeskustat, keskeiset korttelit
- puistojen ympäristöt
- liikenteen rauhoittamiseksi kavennetut kohdat
- monen eri kulkumuodon käyttämät väylät
- tulevat projektikohteet (vertailuksi tulevaisuuden varalle)
- valmiit projektikohteet (seurantatiedon ja vertailun vuoksi)
- aiemmin lasketut pisteet
- onnettomuusherkät alueet
- aktiiviset pyöräily- ja kävelyalueet
- tyypilliset esikaupunki- ja maaseutualueen pisteet
- työpaikka-alueet
- yliopistot ja koulut
- parannusta kaipaavat pisteet sekä
- sijainnit, joissa mahdollisimman vähän vaihtoehtoisia reittejä.

Tärkeää on myös, että laskennat tehdään samoissa paikoissa joka vuosi. (Berk 2008; Cascade bicycle club 2009b) Lisäksi suositeltavaa on muodostaa laskentapistekehä keskusta-alueen ympärille tai suorittaa tarkistuslinjalaskenta eli sisällyttää laskentapisteiksi kaikki esteen, kuten joen tai rautatien, leikkauspisteet. (Schneider 2010)

Pyöräilylle tulee valita riittävästi pisteitä kustakin vaihteluluokasta (työ, asiointi ja vapaa-aika) kattavan tuloksen saamiseksi (Saastamoinen et al. 2005). Jalankululle valitaan ainakin osittain samoja pisteitä pyöräilyn kanssa sekä lisäksi käsinlaskentapisteitä ehdotetaan perustettavan liittymäalueilla ja käsin- tai automaattilaskentapisteitä poikkileikkauslaskentaan suorille katuosuuksille. Liittymäalueiden laskennoissa saadaan samalla laskennalla selville niin liikennemääriä kuin liikenneturvallisuustilaa. Jalankulun poikkileikkauslaskentapisteet suositellaan sijoitettavaksi esimerkiksi ostosalueille tai muille kaupungin mielenkiintoiseksi kokemille kaduille tai alueille poikkileikkauslaskentana laskien liikkujat kadun molemmin puolin molempiin suuntiin. (Schneider 2010)

Kehämallisissa laskentapisteiden paikat tulisi valita reiteille, joilla on mahdollisimman vähän vaihtoehtoisia laskentapisteen ohituspaikkoja. Tällöin kehältä saadaan laskettua mahdollisimman suuri osa sen läpi kulkevasta liikenteestä. Laskentaa tulisi tehdä kadun molemmilla puolilla, mikäli molemmin puolin katua on laskettavalle kulkutavalle sopiva väylä.

Kehälaskentamalli sopii usein paremmin polkupyöräilijöiden laskentaan, erityisesti suuremmissa kaupungeissa, joissa välimatkat ovat pitkiä. Tiiviissä kaupungissa keskusta-alueelle tullaan usein polkupyörän lisäksi myös jalan, jolloin jalankulku ei ole

vain keskustan sisäisten matkojen kulkutapana. Täten tiiviin kaupungin kehälaskenta antaa arviota myös keskustaan jalan saapuvien ihmisten määrästä. Myös ulommalla laskentakehällä jalankulkijoita on suositeltava laskea polkupyöräilijöiden kanssa samanaikaisesti, mutta kauempana keskustasta olevan ulkokehän laskentatulokset saattavat usein tarjota pikemminkin näytteen väylien jalankulkuliikennemääristä, sillä jalankulkijamäärät saattavat olla liian vähäiset tulosten laajennukseen lyhytaikaisista otoslaskennoista.

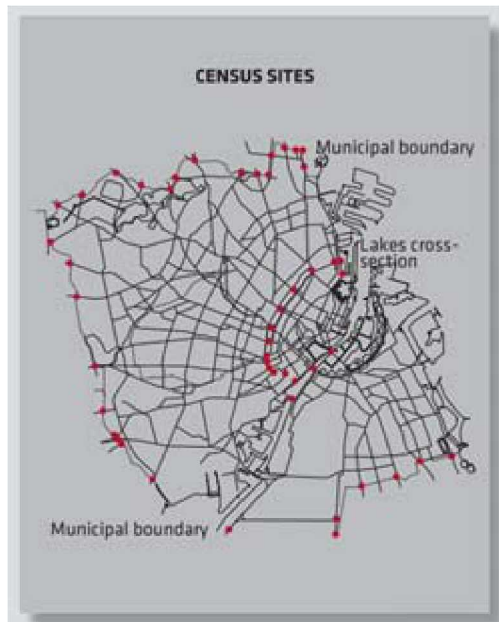
Automaattiset laskentapisteeet

Jalankulun automaattisten laskentapisteiden valinnassa tulee ottaa huomioon laskinten toimintarajoitukset. Esimerkiksi laajat torialueet eivät ole sopivia useimmille automaattilaskimille niiden kapeahkosta toimintasäteestä johtuen. Useissa automaattilaskimissa toiminnan epävarmuutta esiintyy erityisesti ihmisjoukkoja mitattaessa ja usean ihmisen ollessa laitteen havainnointialueella samanaikaisesti. Tällaisilla ruuhkaisilla alueilla käsinlaskenta saattaakin tarjota tarkemman laskentatuloksen otoslaskentana. Alueen vuorokauden-, viikon- ja vuodenaikamuutoksista automaattilaitte pystyy kuitenkin tarjoamaan tietoa, vaikka laitteen laskema tuntikohtainen liikennemäärä olisikin virheellinen. Ruuhkaisissa käsinlaskentapisteissä tulee muistaa riittävä käsinlaskijoiden määrä, sillä yksi laskija pystyy havainnoimaan ympäristöään rajallisesti.

Automaattiset laskentapisteeet tulee valita automaattilaskimen toimivuuden mukaisesti. Pyöräliikenteen automaattisen jatkuvan mittauksen paikan valinnassa tulee välttää mäkiä ja sekä yleisesti paikkoja, joissa pyöräilijät tai jalankulkijat pystyvät oikaisemaan laskentapaikan ohi. Mäessä ei tulisi mitata siitä syystä, että alamäessä pyörän vauhti kohoaa niin korkeaksi, että induktiosilmukkalaitteen on vaikea saada pyörästä signaalia ja tunnistaa se. Ylämäessä pyörän vauhti on taasen niin hidas ja signaali vahva, että laite saattaa kirjata yhden pyöräilijän kaksi kertaa. Ylämäessä pyörää voidaan myös taluttaa, mikä johtaa laitteen vaikeuksiin tehdä oikea olettaus kulkutavasta. Tulee myös ottaa huomioon, että laskin saattaa laskea lastenvaunut pyöränä ja siksi erillinen pyörätie olisikin hyvä paikka mittaukselle. Myös läheistä autoliikennettä kannattaa välttää, sillä induktiolaskin saattaa häiriintyä autojen magneettikentästä. Niin pyöräilijöiden kuin jalankulkijoidenkin mittauspaikaksi kannattaa valita vaikkapa tunneli tai silta, jonka kohdalla kulkijoilla ei ole vaihtoehtoista kulkureittiä, vaan koko liikennevirta kulkee valitun reitin kautta. (Vägverket 2008)

Esimerkki

Kaupunkien keskustojen pyörä- ja kävelyliikenteen sisääntulo- ja poistumislakennetta pystytään tarkkailemaan parhaiten muodostamalla kaupungin keskustan ympärille kaupungin koosta riippuen joko yksi tai kaksi laskentakehää. Tässä esimerkissä esitellään ehdotus keskikokoisen kaupungin laskentapisteiden sijoittelusta avuksi ja ohjeeksi laskentapisteiden sijoitteluun polkupyörä- ja jalankulkuliikenteen reitistölle. Esimerkkipisteiden sijoittelu on toteutettu Hyvinkäälle, jossa pyörä- ja kävelyliikenteen laskentoja ei ole juurikaan tehty. Hyvinkää on noin 45 000 asukkaan kaupunki. Asukaslukunsa ja tiiviin keskusta-alueensa johdosta Hyvinkäälle sopii hyvin yhden kehän laskentamalli, toisin kuin asukasmäärältään ja pinta-alaltaan suurempaan ja laajempaan Kööpenhaminaan (Kuva 14), jossa on käytössä kahden kehän laskentamalli. Kööpenhaminassa asukkaita on noin 500 000.



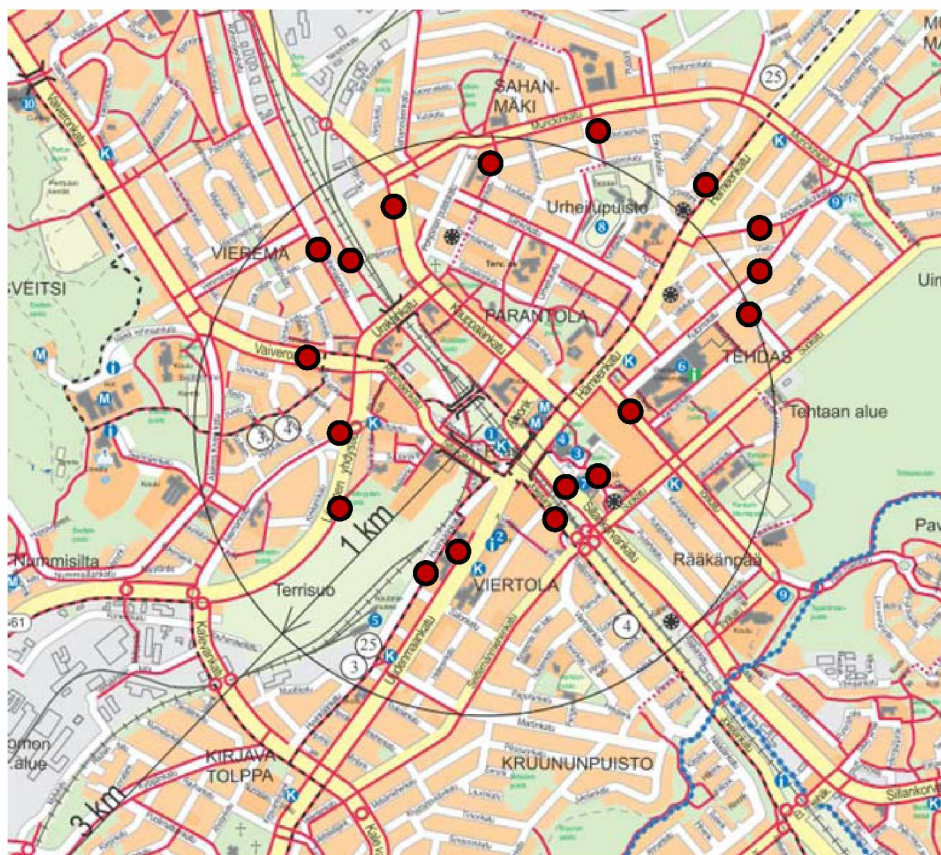
Kuva 14: Esimerkki Kööpenhaminan kaupungin laskentakehistä (Københavns Kommune 2009)

Kuvassa 14 on esitetty Kööpenhaminan kaksi käsinlaskentapistein perustettua laskentakehää. Kööpenhaminan kahden kehän esimerkki on erinomainen suurempiin, yli 100 000 asukkaan kaupunkeihin. Kehän laskentapisteet voisivat olla myös kaikki automaattilaskentapisteitä tai osa käsinlaskenta- ja osa automaattilaskentapisteitä. Sisempi laskentakehä sijaitsee aivan ydinkeskustan reunalla ja ulompi kehä kaupungin rajalla. Sisemmän kehän säde on noin kaksi kilometriä ja ulomman kehän noin 7 kilometriä. Sisemmällä kehällä seurataan keskustaan ja sieltä pois suuntautuvaa pyörä- ja kävelyliikennettä ja ulommalla kehällä läheisistä kunnista ja kauemmilta asuinalueilta kaupunkiin saapuvien ja sieltä poistuvien määrää.

Yhden kehän mallin tarkoituksena on seurata ydinkeskustaan sisään tulevaa ja sieltä poistuvaa liikennettä. Kehän sisäpuolella voi olla muitakin kaupunkia kiinnostavia laskentapisteitä kehäpisteiden lisäksi kuten pääkadun jalankulkuliikenteen laskentapisteitä. Kehän laskentapisteet sijoitetaan pyöräilyn pääreiteille tarkoituksena saavuttaa suurin osa erityisesti pyöräilijävirroista. Pisteiden sijoittelussa tulee kuitenkin soveltaa paikallistuntemusta sopivan paikan löytämiseksi. Erityisesti silloin, mikäli käsinlaskentapisteitä korvataan automaattilaskimilla, tulee laskentapisteelle suunniteltu paikka tarkistaa laitteen asentajan kanssa huolellisesti, jotta automaattilaskimen toimivuus ja luotettavuus voidaan varmistaa.

Hyvinkään laskentapisteet on sijoitettu pyöräreiteille ydinkeskustan läheisyyteen. Laskentapisteet on sijoitettu niin, että kaikilla keskustaan tulevilla pyöräreiteillä olisi laskentapiste eikä laskentaan jäisi katvealueita. Laskentapisteiden sijoittelussa on otettu huomioon se, ettei laskentapisteissä yksi tiellä liikkuja tulisi lasketuksi kahta kertaa eri pisteessä. Näin parannetaan laskentatuloksen luotettavuutta esimerkiksi käytettäessä laskentatulosta arvioimaan keskustaan saapuvien liikkujien kokonaismäärää. Tällöin peräkkäisissä laskentapisteissä useamman kerran lasketuksi joutuva pyöräilijä tai kävelijä vääristäisi kokonaismäärää.

Laskentakehän etäisyys keskustasta on valittu Hyvinkään pinta-alan ja maankäytön mukaan. Kaupungin ollessa verrattain tiivis on laskentakehä järkevää sijoittaa keskustan läheisyyteen. Ehdotetun kehän etäisyyteen vaikutti myös Hyvinkään pyörätiestön muoto ja haarautuvuus. Ehdotetulle etäisyydelle oli mahdollista muodostaa kattava ja aukoton kehä mahdollisimman vähillä laskentapisteillä kustannustehokkaasti. Mikäli kehä olisi ehdotettu tehtäväksi kauemmaksi keskustasta, olisi laskentapisteiden määrä ollut suurempi ydinkeskustan reunamilla sijaitsevien asuinalueiden lukuisuuden ja haarautuvien pyöriteiden vuoksi. Esimerkissä Hyvinkään laskentakehän halkaisija on noin yksi kilometri (Kuva 15). Tämän kokoiselta kehältä pystytään hyvin arvioimaan tiiviin kaupungin keskustaa ympäröiviltä asuinalueilta keskustaan saapuvaa pyöräliikennettä ja antamaan arvioita myös keskusta-alueen sisäisistä liikennemääristä.



● Hyvinkäälle ehdotetut laskentapisteiden sijainnit

Kuva 15: Hyvinkään laskentapistekartta. (Hyvinkää 2011), muokattu.

Kartalla sijaitsevien suuntaa antavien laskentapisteiden lisäksi ehdotetaan perustettavaksi myös muita laskentapisteitä ydinkeskustaan, esimerkiksi Hämeenkadun, Kauppalankadun tai Siltakadun varrelle. Lisäksi yksittäisten kiinnostavien kohteiden kuten koulujen, sairaaloiden tai työpaikkojen ympäristössä voidaan tehdä laskentoja. Nämä laskentapisteet voidaan toteuttaa joko käsinlaskentana tai automaattilaskimilla ja pisteissä voidaan laskea niin pyörä- kuin jalankulkuliikenne. Laskennat tulee suorittaa kadun molemmin puolin ja laskea molempiin suuntiin kulkeva liikenne.

Automaattilaskentalaitteita voitaisiin Hyvinkäällä sijoittaa esimerkiksi pääostoskadulle Hämeenkadulle ja toiselle keskustan kadulle sekä asuinalueiden sisääntuloreitteille. Tällöin olisi mahdollista selvittää keskusta-alueen vuorokauden-, viikon- ja vuodenaikavaihtelukertoimet sekä asuinalueiden sisääntuloreittien laajennuskertoimet.

Kehäpisteissä lasketaan niin polkupyöräilijät kuin jalankulkijatkin. Tiiviissä kaupungissa keskusta-alueelle tullaan usein jalan, jolloin jalankulku ei ole vain keskustan sisäisten matkojen kulkutapana. Kehäpisteissä tai niiden rinnalla kulkevilla kaduilla voidaan laskea myös moottoriajoneuvot saaden näin arvioita keskustaa ympäröivän laskentakehän kulkutapaosuudesta.

Hyvinkäälle sopiva laskentoja täydentävä polkupyöräliikenteen seurantakeino on pyöräpysäköintilaskenta, joka voitaisiin toteuttaa esimerkiksi kerran kuussa tai kaksi kertaa vuodessa lumettomaan pyöräilykauden aikaan ja talvella rautatieasemalla. Näin olisi mahdollista seurata polkupyörällä asemalle saapuvien määrää ja vertailla sen muutoksia kesän ja talven välillä arvioiden näin talvipyöräilynkin määrää.

5 Kerättävät tiedot ja laajennus

Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisussa Kevyen liikenteen määrien laskentajärjestelmän kehittäminen on määritelty tarvittavat kerättävät tiedot ja niiden laajennus. Myös koko Suomen kattavat yleiset laajennuskertoimet ja ohjeet on määritelty jo aiemmin polkupyörälaskennoille. (Saastamoinen et al. 2005) Samanlaiset vuodenaikavaihtelukertoimet tulisi kehittää myös kävely-laskennoille. Tarkemmat, kaupunkikohtaiset laajennuskertoimet olisivat kuitenkin hyödyllisiä tulosten oikeellisuuden takaamiseksi. Jo muutamalla jatkuvasti laskevalla automaattilaskimella olisi verrattain helppo tehdä laajennuskertoimet niin pyörä- kuin jalankulkulaskennoille. Säävaihtelukertoimiin tarvitaan lisäksi tarkat, mielellään vähintään tuntikohtaiset säätiedot.

Jos aluekohtaisten kerrointen laatimiseen tarvittavien automaattilaskinten hankintaan ei ole mahdollisuutta eikä vuodenaikavaihtelukertoimia ole mahdollista muodostaa, voidaan suorittaa käsinlaskenta esimerkiksi joka kuukauden toisella viikolla aina samana viikonpäivänä samaan aikaan esimerkiksi kahden tunnin mittaisena. Jo tästä laskenta-ajasta on mahdollista saada suuntaa antavaa arviota kaupungin pyöräilijöiden ja jalankulkijoiden liikennemäärien vuodenaikavaihtelusta verrattain pienellä työmäärällä. Suositeltavampi tapa tulosten laajentamiseen ja vuodenaikavaihtelujen seurantaan ovat kuitenkin automaattilaskimet sekä laajennuskertoimet. (Schneider 2010)

Tulee kuitenkin muistaa, että kaikkia laskentatuloksia ei ole tarpeen laajentaa koskemaan pidempää aikaväliä, vaan myös lyhyemmän ajan laskentatulokset esimerkiksi huipputunneilta ovat arvokasta tietoa ilman laajennustakin.

Esimerkki

Laskentatuloksia voidaan laajentaa tietyn pisteen tai alueen osalta tekemällä vuorokauden mittainen laskenta esimerkiksi konelaskimella tai laskemalla käsinlaskennalla kello 6-22 ja arvioimalla prosentteina laskematta jäävä yöliikenteen määrä. Tästä lähes koko vuorokauden mittaisesta laskennasta voidaan laskea vuorokauden tunnitteiset vaihtelut polkupyörä- ja jalankululiikenteelle. Samassa laskentapisteesä tulee suorittaa lisäksi esimerkiksi neljän tunnin mittaiset laskennat muinakin viikonpäivinä. Muiden viikonpäivien neljän tunnin mittaiset laskentatulokset voidaan laajentaa vuorokausilaskennan avulla koskemaan kyseisen viikonpäivän liikennemäärää. Näistä tuloksista voidaan selvittää viikonpäivän aiheuttamat muutokset liikennevirtaan ja laskea kunkin viikonpäivän neljän tunnin laskennalle oma laajennuskertoimensa. (Jyväskylän kaupunki 2007)

Tuntivaihtelut saadaan laskentapisteesä ja kunkin tunnin osuus yhteenlasketusta liikennemäärästä voidaan selvittää prosentteina. Huomioon tulee ottaa myös kellon-aika välillä 22-6, mikäli laskentaa ei ole tehty yöllä, vaan yön liikennemäärä on arvio. Tällöin voidaan myös selvittää neljän tunnin kello 14-18 liikennemäärän prosenttiosuus koko vuorokauden liikennemäärästä. Kuvasta 16 voidaan laskea tuon neljän tunnin kello 14-18 liikennemäärän olevan 290 ja koko vuorokauden liikennemäärän yö mukaan lukien olevan 877. Neljän tunnin laskentatuloksen prosenttiosuus koko vuorokauden liikenteestä on tällöin noin 33 %. Tällöin kertoimeksi neljän tunnin laskennan muuttamiseksi koko vuorokauden tulokseksi tulee 3,024. Laajennuksessa otetaan kuitenkin huomioon myös viikonpäivävaihtelu. Samassa pisteessä jokaisena arkipäivänä lasketuista neljän tunnin laskennoista lasketaan keskimääräisen vuorokauden keskiarvo. Kunkin yksittäisen arkipäivän laskentatulosta verrataan keskiarvoon. Esi-

merkiksi maanantain tulos on $0,87 * \text{keskiarvo}$, eli $233 * 0,87 = 203$ (Kuva 17). Tällöin kertoimeksi, jolla maanantain tulos tulee kertoa saadakseen keskiarvoisen tuloksen, tulee $1,147$, eli $203 * 1,147 = 233$. (Jyväskylän kaupunki 2007)

LIIKENNELASKENTA 2007

Paikka: TOURULANTIE			Pvm:		Ti		18.9.2007	
TUNTIVAIHTELU								
klo	jk	%	pp	%	jk+pp	%	mp	rl
06-07	22	2,64	68	2,69	90	2,87	3	0
07-08	42	5,04	200	7,90	242	7,19	15	0
08-09	49	5,88	166	6,56	215	6,39	7	0
09-10	55	6,60	148	5,85	203	6,03	4	0
10-11	49	5,88	130	5,13	179	5,32	1	0
11-12	48	5,76	128	5,06	176	5,23	4	0
12-13	63	7,56	140	5,53	203	6,03	6	0
13-14	59	7,08	137	5,41	196	5,82	9	0
14-15	70	8,40	216	8,53	286	8,50	9	0
15-16	80	9,60	226	8,93	306	9,09	7	0
16-17	83	9,96	298	11,77	381	11,32	18	0
17-18	57	6,84	190	7,50	247	7,34	12	0
18-19	44	5,28	188	7,42	232	6,99	13	2
19-20	52	6,24	130	5,13	182	5,41	16	0
20-21	41	4,92	105	4,15	146	4,34	5	0
21-22	19	2,28	62	2,45	81	2,41	3	0
Yht.	833	100	2532	100	3365	100	132	2
vrk	877		2723				142	2

klo 14-18 %-osuus klo 06-22 liikenteestä

jk	pp	jk+pp
34,81	36,73	36,26

Kuva 16: Tuntivaihtelut vuorokauden laskennassa. (Jyväskylän kaupunki 2007)

Näin on selvitetty sekä tuntivaihtelukerroin, jolla neljän tunnin laskenta laajennetaan vuorokauden laskentatulokseksi, että viikonpäivän vaikutus laskentatulokseen. Kuvassa 17 on esitetty muuntokertoimet kunakin arkipäivänä tehdyille neljän tunnin laskennalle sen laajentamiseksi keskivuorokausiliikenteeksi KVL. Muuntokerroin esimerkiksi maanantaina tehdyille neljän tunnin laskennalle on $3,47$ eli aiemmin lasketun tuntivaihtelukertoimen ja viikonpäiväkertoimen tulo $3,024 * 1,147 = 3,468$. Kertoimet kuvastavat ainoastaan sitä vuodenaikaa, jolloin laskennat on suoritettu ja tarkasti vain sitä laskentapistettä, jossa laskennat on tehty, mikäli laajennuskerrointen laatiin käytetään vain yhtä esimerkkilaskentapistettä. (Jyväskylän kaupunki 2007)

VIIKONPÄIVÄVAIHTELU

	pv	jk	k.	pp	k.	jk+pp	k.	mo	ri
ma		203	0,87	568	0,75	771	0,78	0	0
ti		290	1,24	930	1,23	1220	1,23	46	0
ke		266	1,14	842	1,11	1108	1,12	47	0
to		149	0,64	710	0,94	859	0,87	50	1
pe		258	1,11	736	0,97	994	1,00	91	2
yht.		1166		3786		4952		234	3
ka.		233		757		990		47	1

MUUNTOKERROIN

Pv	Jk	Pp
Ma	3,47	3,90
Ti	2,43	2,38
Ke	2,65	2,63
To	4,73	3,12
Pe	2,73	3,01

Kuva 17: Viikontäivävaihtelut ja muuntokertoimet neljän tunnin laskennoissa. (Jyväskylä kaupunki 2007)

Edellä esitelty laajennustapa on ollut käytössä muun muassa Jyväskylässä tehdyissä pyörä- ja kävelyliikenteen laskennoissa. Suositeltavaa olisi kuitenkin lisäksi ottaa huomioon myös säätilan vaikutus, sillä laajennettaessa laskentatuloksia yhden vuorokauden laskentoihin pohjautuen, voi säätilan vaikutus laskentatuloksiin olla erittäin suuri. Lisäksi koko vuorokauden laskentoja tulisi tehdä useammassa eri vaihteluluokan pisteessä eikä vain yhdessä. Mikäli yhden laskentapisteen avulla muodostetaan laajennuskertoimia, on oletettavaa, että ne eivät ole täysin luotettavia muissa eri vaihteluluokan pisteessä käytettynä. Tuntivaihtelut ovat eri vaihteluluokan pisteissä erilaisia, verrattaessa esimerkiksi työpaikka- aluetta ja ostosaluetta.

5.1 Polkupyörälaskentojen laajennus

Koko Suomeen määritellyt polkupyöräliikenteen tunnusluvut on määritelty ottaen huomioon lyhytaikaisen käsinlaskennan tai viikon mittaisen koneellisen laskennan tuloksen, säätilan laskentojen aikana, laskennan vuorokaudenajan sekä laskennan vuodenajan. Tunnusluvuiksi on valittu kesäkauden (15.5.–15.9.), talven (1.12.–28.2.) ja koko vuoden keskimääräinen vuorokausiliikennemäärä sekä huippuvuorokausiliikennemäärä. (Saastamoinen et al. 2005) Lisäksi kukin kaupunki voi laajentaa laskentatuloksiaan oman mielenkiintonsa ja tarpeidensa mukaisesti.

Tunnuslukujen laajennuskertoimet on muokattu liikenne- ja viestintäministeriön raportissa (Saastamoinen et al. 2005) yhteensä oli 90 000 tunnin jatkuvan laskennan tuloksista ja yli 2 800 000 polkupyörähavainnosta. Data kerättiin Helsingin, Vantaan, Espoon ja Oulu-Kempele- reitin automaattisista laskentapististä. Säätilamuuttujien arviointia varten kerättiin lisäksi säätilatietoa. Sää tiedot sisälsivät dataa lämpötilasta, sademäärästä ja kuvauksen sateesta. Lämpötila saatiin kolmen tunnin välein ja sademäärä oli tarkastelu-aikaa edeltävän 12 tunnin sademäärä. (Saastamoinen et al. 2005)

Polkupyöräliikenteen laskennoista on sovittu tuotettavaksi seuraavat tunnusluvut (Saastamoinen et al. 2005):

KKVL_{pp} = kesäkauden (15.5.–15.9.) keskimääräinen vuorokausiliikennemäärä

TKVL_{pp} = talvikauden (1.12.–28.2.) keskimääräinen vuorokausiliikennemäärä

KVL_{pp} = koko vuoden keskimääräinen vuorokausiliikennemäärä

PPQ = huippuvuorokausiliikennemäärä

Lyhyet otoslaskennat (käsinlaskennat 6 tuntia)

Kesäkauden keskimääräiseksi vuorokausiliikenteeksi laajentaminen (pp/vrk):

$$KKVL_{pp} = \frac{q}{a_R * f(\text{sää})} * b_R$$

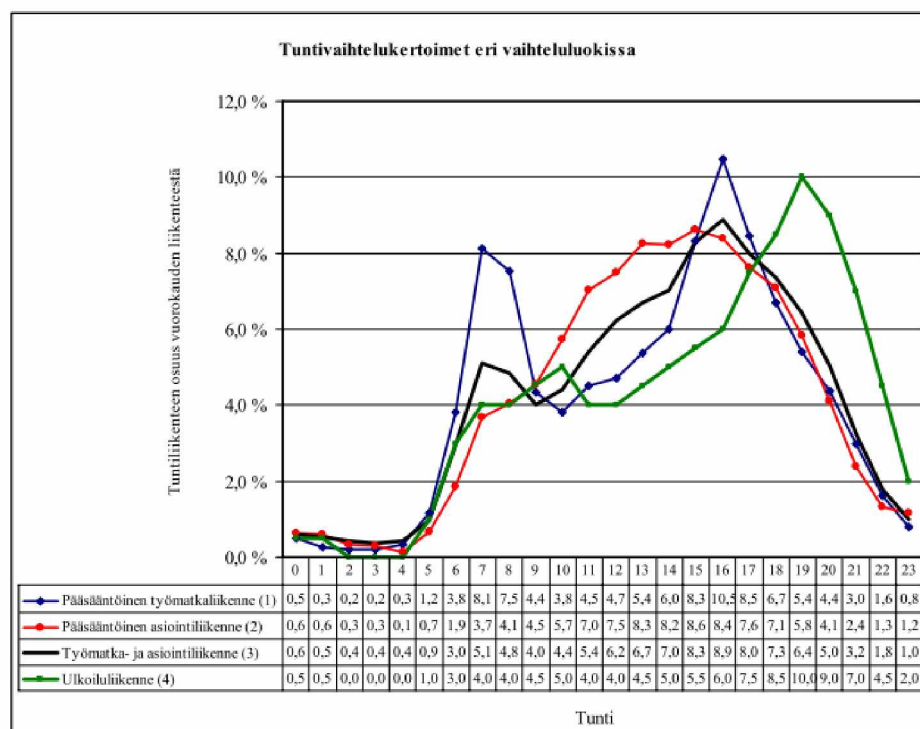
q = lyhyen otoslaskennan havaintomäärä (pyöräilijöiden määrä kuuden tunnin aikana yhteensä)

a_R = päiväliikenteen laajennuskerroin, riippuvainen mittauspisteen luokasta (R)

b_R = kesäkauden laajennuskerroin, riippuvainen mittauspisteen luokasta (R)

f(sää) = säämuuttuja: ilman lämpötila, sade = f(lämpötila) * f(sade). (Saastamoinen et al. 2005)

Mittauspisteen luokka voidaan arvioida tutkimalla pisteen vuorokausiliikenteen vaihtelua ja vertaamalla sitä kuvan 18 kunkin vaihteluluokan vuorokausiliikennemäärien kuvaajiin. Pääsääntöisessä työmatkaliikenteessä voidaan havaita kaksi piikkiä liikennemäärissä, aamulla töihin meno ja iltapäivisin töistä lähteminen. Asiointiliikenne taas keskittyy keski- ja iltapäivälle työmatka- ja asiointiliikenteen ollessa kahden edellä mainitun välimuoto. Ulkoiluliikenteen määrät ovat suurimmillaan iltaisin.



Kuva 18: Eri vaihteluluokkien tyypit ja vaihtelut tunneittain. (Saastamoinen et al. 2005)

Taulukossa 4 on esitetty päiväliikenteen (a_R) ja kesäkauden (b_R) laajennuskertoimet sekä huippuvuorokausikerroin (Q_R) jaoteltuna eri vaihteluluokkiin. Taulukossa 5 on kertoimet lämpötilan vaikutuksista liikennemääriin. Taulukossa 6 on esitetty sateen vaikutuksia liikennemääriin tunneittain sateen alkamis- ja päättymiskellonajan mukaan.

Taulukko 4: Päiväliikenteen-, kesäkauden- ja vuorokauden laajennuskertoimet vaihteluluokittain. (Saastamoinen et al. 2005)

Luokka	a_R	b_R	Q_R
1 (työmatkaliikenne)	0,43	0,83	1,75
2 (asiointiliikenne)	0,49	0,95	1,42
3 (työmatka- ja asiantiliikenne)	0,45	0,93	1,67
4 (ulkoiluliikenne)	ei määritelty	1,11	ei määritelty

Taulukko 5: Lämpötilan vaikutus liikennemääriin. (Saastamoinen et al. 2005)

Lämpötila	f (lämpötila)
alle 5° C	0,8
10° C	0,9
15° C	1,0
20° C	1,1
yli 25° C	1,2

Taulukko 6: Sateen vaikutus liikennemääriin, tummennetulla kohdat, jossa sade alkaa laskennan aikana. (Saastamoinen et al. 2005)

Sade alkaa (klo)	päättyy (klo)	f (sade)	%
6	8	0,822	-18 %
6	10	0,745	-25 %
8	10	0,866	-13 %
6	12	0,669	-33 %
8	12	0,789	-21 %
10	12	0,910	-9 %
6	14	0,593	-41 %
8	14	0,713	-29 %
10	14	0,834	-17 %
12	14	0,954	-5 %
6	16	0,517	-48 %
8	16	0,637	-36 %
10	16	0,757	-24 %
12	16	0,878	-12 %
14	16	0,998	0 %
6	18	0,440	-56 %
8	18	0,561	-44 %
10	18	0,681	-32 %
12	18	0,801	-20 %
14	18	0,922	-8 %
15	18	0,982	-2 %

Käytännössä kello 12-18 laskentoihin sopii säännöksi

- mikäli sade alkaa juuri laskennan alussa ja kestää koko laskenta-ajan, pyöräilijöiden määrä alenee 20 %
- sateen kestäessä suurimman osan laskenta-ajasta (noin 4 tuntia), pyöräilijöiden määrä vähenee 10 %
- sateen alkaessa aivan laskennan lopussa tai kestäessä alle 3 tuntia, pyöräilijöiden määrä alenee noin 5 %. (Saastamoinen et al. 2005)

Talven ja koko vuoden keskimääräinen vuorokausiliikennemäärä sekä huippuvuorokauden liikennemäärä on esitetty Saastamoisen et al. 2005 mukaan:

Talven keskimääräinen vuorokausiliikenne (pp/vrk)

$$TKVL_{pp} = \frac{KKVL_{pp}}{8}$$

Koko vuoden keskimääräinen vuorokausiliikenne (pp/vrk)

$$KVL_{pp} = \frac{55}{98} * KKVL_{pp}$$

Huippuvuorokausiliikenne (pp/vrk)

$$PPQ = KKVL_{pp} * Q_{kerroin}$$

Taulukossa 7 on esitetty pyöräilyn eri vaihteluluokkien mukaisesti huippuvuorokausiliikenteen laskennassa tarvittavat huippuvuorokausikertoimet ($Q_{kerroin}$).

Taulukko 7: Huippuvuorokausikertoimet eri vaihteluluokissa. (Saastamoinen et al. 2005)

Luokka	$Q_{kerroin}$
1 (työmatkaliikenne)	1,75
2 (asiointiliikenne)	1,42
3 (työmatka- ja asiantiliikenne)	1,67
4 (ulkoiluliikenne)	ei määritelty

Viikon tarkkuudella samana ajankohtana vuosittain tehtävät laskennat eivät ole itsessään kovin tarkkoja, sillä vain puolet havainnoista on $\pm 15\%$ tarkkuustasossa. Täten lyhyen otoslaskennan avulla haluttua tarkkuustasoa ei saavuteta. Vuosittain tehtävät laskennat ovat kuitenkin liikennemäärien kehityksessä suuntaa-antavia. (Saastamoinen et al. 2005)

Koneelliset laskennat

Koneellisten laskentojen laajentaminen kesäkauden, talven ja kokovuoden keskimääräiseksi vuorokausiliikenteeksi sekä huippuvuorokausiliikenteeksi on esitetty Saastamoisen et al. (2005) mukaan:

Kesäkauden keskimääräinen vuorokausiliikenne (pp/vrk)

$$KKVL_{pp} = ka(W)$$

ka(W) = kahden erillisen laskentaviikon keskiarvo (pp/vrk)

W = keskimääräinen viikkoliikenne pidempiaikaisen laskennan perusteella (pp/vrk)

Talven keskimääräinen vuorokausiliikenne (pp/vrk)

$$TKVL_{pp}^{Hyvä\ keli} = \frac{\sum_{n=1}^5 \frac{Q^n}{f(sää)} / vp^n + \frac{Q^6}{f(sää)} / vp^6 + \frac{Q^7}{f(sää)} / vp^7}{7}$$

$$TKVL_{pp} = \frac{TKVL_{pp}^{Hyvä\ keli}}{1,07}$$

Q = vuorokausiliikennemäärä

n = viikonpäivien järjestysnumero (1=ma..7=su)

vp= viikonpäiväkerroin

f(sää)= (päivittäinen) säämuuttuja = f(lämpötila)*f(sade)

$f(lämpötila) = 0,0424 * päivän\ lämpötila + 1,2422$, kun lämpötila < -5 °C

$f(sade) = 0,88$, kun lämpötila > 0 °C ja päivän aikana on satanut vettä

Viikonpäivävaihtelukertoimet (vpⁿ):

- arkipäivinä (ma-pe) = 1,2
- lauantaina = 0,6
- sunnuntaina = 0,4

Koko vuoden keskimääräinen vuorokausiliikenne (pp/vrk)

$$KVL_{pp} = \frac{4}{12} * KKVL_{pp} + \frac{5}{12} * \frac{KKVL_{pp} + TKVL_{pp}}{2,2} + \frac{3}{12} * TKVL_{pp}$$

Huippuvuorokausiliikenne (pp/vrk)

$$PPQ = Q_{kerroin} * KKVL_{pp}$$

Huippuvuorokausiliikennemääriin kerroin saadaan huippuvuorokausikerroin taulukosta 7.

Koneellisissa laskennoissa kesän keskimääräisen vuorokausiliikenteen osalta tarkkuus on $\pm 15\%$ luottamusvälin ollessa 90 % ja talven keskimääräisen vuorokausiliikenteen osalta $\pm 30\%$ luottamusvälin ollessa 90 %. (Saastamoinen et al. 2005)

Ympärivuotiset automaattilaskennat

Kaupungeilla on mahdollista muodostaa omat laajennuskertoimet automaattilaskinten laskentadatan avulla. Ympäri vuoden laskevat automaattilaskimet tuottavat dataa vuodenaika-, viikko- ja vuorokaudenaikamuutoksista, joten jo muutaman automaattilaskimen avulla laajennuskertoimien muodostaminen kaupunkiin on mahdollista. Lisäksi kerroimien muodostamiseen tarvitaan säätilatietoa sekä mahdollisesti käsin suoritettavia otoslaskentoja, joiden avulla kertoimia testataan.

Laajennus valtakunnallisen henkilöliikennetutkimuksen avulla

Laskentatuloksia voidaan tarvittaessa laajentaa myös valtakunnallisesta henkilöliikennetutkimuksesta selvitettyjen kausivaihtelukerroimien avulla, mikäli paikallisten kausivaihtelukerroimien keräämiseen ei ole mahdollisuutta tai halua. Taulukossa 8 on esitetty valtakunnalliset kausivaihtelukertoimet polkupyöräilylle. Kesäkuun liikennemäärä on arvotaan 1. (Henkilöliikennetutkimus 2004-2005).

Taulukko 8: Pyöräilyn valtakunnalliset kausivaihtelukertoimet. (Henkilöliikennetutkimus 2004-2005).

	pyöräily
tammi	0,38
helmi	0,27
maalis	0,33
huhti	0,88
touko	1,04
kesä	1,00
heinä	0,83
elo	1,04
syys	1,12
loka	0,82
marras	0,59
joulu	0,26

Pyöräilyn ja kävelyn otoslaskentoja tehdään usein kesäkuussa, joten kyseisenä kuu-kautena tehtyjen laskentojen tuloksia on taulukon 8 avulla mahdollista muuttaa koskemaan toista kuukautta tai koko vuoden arviota.

5.2 Jalankululaskentojen laajennus

Jalankulun määrien laajennukseen ei ole toistaiseksi kehitetty Suomeen valtakunnallisia laajennuskertoimia toisin kuin pyöräilyyn. Kukin taho voi laajentaa jalankululaskentojensa tuloksia käyttämällä automaattilaskimien tuloksia kerrointen muodostamisessa.

Valtakunnallisesta henkilöliikennetutkimuksesta saatujen eri kulkutapojen kausivaihtelukerrointen avulla voidaan tehdä myös suuntaa antavaa jalankululaskentojen laajennusta. Henkilöliikennetutkimuksen valtakunnallisia kertoimia voidaan käyttää, mikäli mahdollisuutta tai halua paikallisten kerrointen keräämiseen ei ole. Taulukossa 9 on esitetty valtakunnalliset kausivaihtelukertoimet jalankululle. Kesäkuun liikennemäärä on arvoltaan 1. (Henkilöliikennetutkimus 2004-2005)

Taulukko 9: Jalankulun valtakunnalliset kausivaihtelukertoimet. (Henkilöliikennetutkimus 2004-2005).

	jalankulku
tammi	1,67
helmi	1,57
maalis	1,50
huhti	1,16
touko	1,15
kesä	1,00
heinä	1,07
elo	1,15
syys	1,27
loka	1,32
marras	1,39
joulu	1,45

Jalankulun vuodenaikavaihtelut eivät ole valtakunnallisen henkilöliikennetutkimuksen mukaan yhtä suuria kuin pyöräilyllä. Jalankulun liikennemääriä voidaan silti muokata karkeiksi vuoden keskimääräisiksi liikennemääriksi tietyn kuukauden ja laskenta-ajankohdan laskentatuloksesta. (Henkilöliikennetutkimus 2004-2005)

Koko vuoden jalankulkijaliikennemäärä on mahdollista arvioida esimerkiksi käsinlaskennoista tai automaattilaskennoista laskemalla viikon liikennemäärä tai laajentamalla lyhytaikaisempi laskentatuloksesta vuoden keskimääräisen viikon ja jopa koko vuoden arvioksi käyttämällä apuna valtakunnallisen henkilöliikennetutkimuksen kausivaihtelukertoimia.

Kävelystä on haastavaa muodostaa pyöräilyn kanssa samantyyppisiä vaihteluluokkia, sillä jalankulkumäärät riippuvat useista eri muuttujista. Kävely-ympäristöjä voidaan kuitenkin luokitella maankäytön avulla esimerkiksi työalueisiin, ostosalueisiin ja asuinalueisiin sekä niiden yhdistelmiin. (Schneider et al. 2009)

Jalankululaskentojen ollessa Suomessa vielä varsin harvinaisia tavoitteena on aluksi saada jalankululaskennat osaksi eri tahojen laskentarutiinia. Jalankululiikenteen

vuosittaisesta vaihtelusta ei juuri löydy tietoa, joten tiedonkeruun tulisikin yleistyä ennen jalankululaskentojen laajennusta. Esimerkkinä tarkoituksena on esitellä mahdollisuuksia laskentatulosten käytöstä. Suomessa säätilan vaikutusta jalankulun liikennemääriin tulisi tutkia ja kehittää jalankululle samantyyppiset säätilakertoimet kuin polkupyöräliikenteellekin on kehitetty Saastamoisen et al. (2005) raportissa.

Esimerkki jalankululaskentojen laajentamisesta

Valtakunnallisen laajennusohjeen puuttuessa tässä työssä esitellään esimerkkinä tutkimus kävelyn vaihteluluokkien muodostamisesta ja laskentatulosten laajentamisesta kahden tunnin liittymälaskennoista viikon liikennemääräksi. Tämä laskentaesimerkki on toteutettu Yhdysvalloissa Kaliforniassa. (Schneider et al. 2009) Samanlainen jalankululaskentojen laajennus olisi mahdollista suorittaa Suomessakin. Suositeltavaa olisi tällöin tehdä laskennoista pidempiaikaisia, jotta myös talvikauden kausivaihtelut näkyisivät tuloksissa.

Liittymien valinta ja luokittelu

Jalankulun alueita voidaan luokitella monin eri perustein ottamalla huomioon muun muassa väestötiheys, tuloluokat ja kaupallinen vaikuttavuus sekä muu maankäyttö ja esimerkiksi erilaisten matkakeskusten, oppilaitosten ja keskustojen läheisyys valitun liittymän mahdollisimman kattavasti eri tyypeistä taaten näin mahdollisimman luotettavan ja oikean tuloksen laajennuskertoimiin. Alueita voidaan luokitella Schneiderin et al. (2009) mukaan ympäristön vaikuttavien piirteiden ja palveluiden mukaan esimerkiksi jaolla suuri-keskisuuri-matala -tiheys, määrittäen myös numeeriset vaihteluvälit muuttujille. Tulee myös ottaa huomioon, ettei valita kahta aivan vierekkäistä liittymää otosjoukkoon, jotta kunkin liittymän laskenta pysyy itsenäisenä, sillä vierekkäisten liittymien läpi kulkee todennäköisesti samoja henkilöitä. Jokaisesta vaihteluluokasta tulisi valita ainakin yksi liittymä sekä lisäksi myös muin perustein valittuja kiinnostavia ja erilaisia kohteita kattavan otoksen saamiseksi.

Laskennat

Käsinlaskentoja tehtiin kaikissa Schneiderin et al. (2009) tutkimukseen valituissa liittymissä tiistaina, keskiviikkona tai torstaina sekä lauantaina joko kello 9-11, 12-14 tai 15-17. Näin käsinlaskijat pystyivät laskemaan kolme kohdetta yhdessä päivässä. Jalankulkijat laskettiin liittymissä heidän ylittäessään liittymän enintään 15 metrin päässä suojatiestä. Kolmihaaraisissa t-liittymissä liittymän neljänneksi sivuksi laskettiin jalkakäytävää pitkin kulkeneet jalankulkijat, jotta kolmihaaraliittymien laskentatulokset olisivat vertailukelpoisia nelihaaraliittymien kanssa.

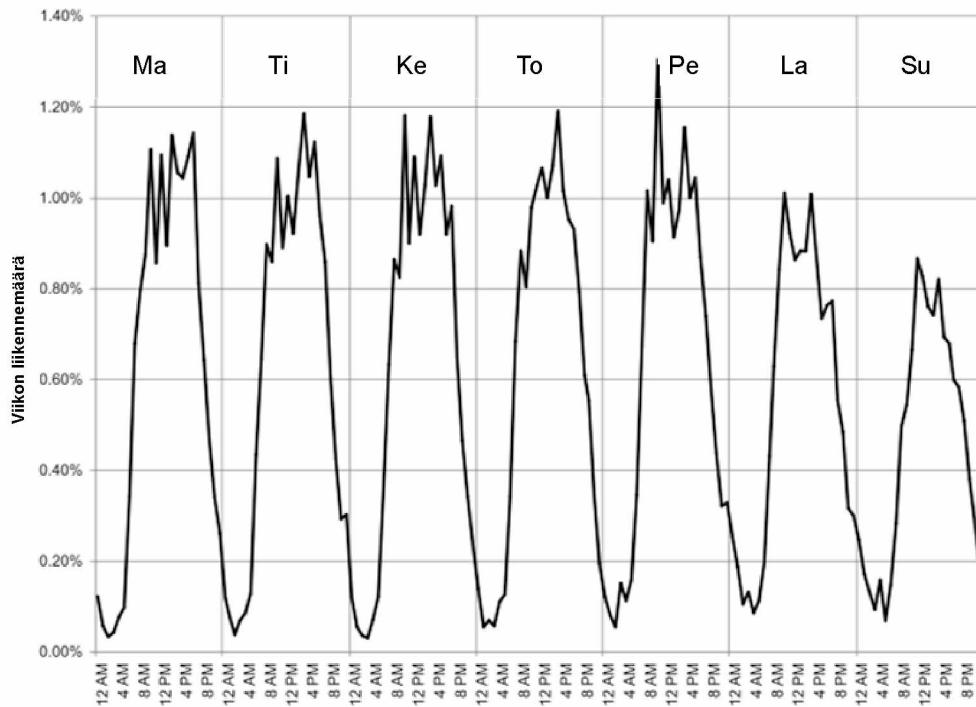
Yhteensä neljää infrapunalla toimivaa automaattilaskinta kierrätettiin tutkimuksessa 12 liittymässä kolmen kuukauden ajan aina kuukauden kerrallaan, jotta eri kohteista saatiin havaittua liikennemäärien päivittäisiä, viikoittaisia sekä vuodenaikamuutoksia, eri alueiden maankäytöstä johtuvia eroja sekä säätilasta johtuvia muutoksia. Yksi laskin pidettiin samassa sijainnissa koko kolmen kuukauden ajan. Automaattilaskimet asennettiin liittymiin johtaville suorille katuosuuksille olettaen liittymien liikennemäärien ajalliset muutokset samoiksi kuin sinne johtavien suorien katuosuuksien. Tutkimuksen voisi siis suorittaa myös suoria katuosuuksia tutkimalla, jolloin myös käsinlaskennat suoritettaisiin samoissa pisteissä automaattilaskinten kanssa.

Kaikki Schneiderin et al. (2009) tutkimukseen valitut liittymät jaoteltiin maankäytön mukaan eri kategorioihin, jotka olivat asuinalue, kaupallinen alue, asuin- ja kaupallinen alue pienellä tonttikoolla, asuin- ja kaupallinen alue suurella tonttikoolla sekä

keskusta-alue. Automaattisten laskinten sijainnit valittiin valokuvien ja maankäyttö-tietojen avulla valitsemalla yhden keskusta-kategorian liittymän ja kolme liittymää kustakin muusta neljästä kategorista. Yhteensä valittiin 13 pistettä automaattilaskimille. Tärkeä sija automaattilaskinten asennuspaikan valinnassa oli myös maastokäynnillä, jossa tarkastettiin kunkin suunnitellun pisteen sopivuus laitteen asennukseen.

Tulosten laajennus

Automaattilaskinten tuntikohtainen data jaettiin tunneittain viikoiksi (yhdessä viikossa on 168 tuntia). Jos laskin oli paikallaan neljä viikkoa, lasi se kunkin tunnin neljäksi (esimerkiksi tiistai kello 15-16). Näistä neljästä tuloksesta laskettiin keskiarvo. Kolmentoista automaattilaskimen laskemasta viikon liikennemäärästä laskettiin keskiarvoinen liikennemäärä viikolle. Tätä keskiarvoista tulosta Schneider et al. (2009) käytti pohjana kahden tunnin käsinlaskentojen laajennuksessa viikon tulokseksi. Kuvassa 19 on esitetty jalankulkuliikenteen viikkovaihtelu tutkituista liittymäalueista.



Kuva 19: Automaattilaskinten keskiarvoinen jalankulkuliikenteen viikkovaihtelu (Schneider et al. 2009)

Mikäli vuorokaudenaika- ja viikonpäivävaihteluja ei otettaisi huomioon, olisi kunkin viikon tunnin osuus viikon liikennemäärästä 0,595 prosenttia, jolloin esimerkiksi keskiviikolle kello 15-17 osuus viikon liikennemäärästä olisi 1,19 prosenttia. Kuvassa 19 kuitenkin näkyy keskiviikon tuntien kello 15-16 olevan 1,18 prosenttia ja kello 16-17 1,03 prosenttia eli yhteensä 2,21 prosenttia viikon liikennemäärästä.

Myös sijainti vaikuttaa jalankulun liikennemääriin. Täten ympäröivään maankäyttöön perustuvat laajennuskertoimet tuleekin muodostaa kullekin sijaintityypille erikseen. Tutkimuksessa kertoimet laadittiin automaattilaskinten ympäristöjen maankäyttöjen mukaisesti työpaikka-alueille, asuinalueille, naapuruston kaupallisille alueille sekä lähelle yhdistettyjä kevyen liikenteen monikäyttövyöhykkeitä (Taulukko 10). Kertoimet laa-

dittiin vertailemalla tietyn maankäyttötyypin laskentapisteiden keskiarvoja yleisiin, ei tiettyyn maankäyttöön liitettyjen laskentapisteiden tulosten keskiarvoon. Ajankohdan vaikutusta kertoimiin säädeltiin vertaamalla keskenään ainoastaan viikon samojen laskentatuntien arvoja. Sijainnin osuus jalankulkijoiden määrissä ja niiden vaihteluisuudesta ja eroissa on kuitenkin niin suuri, että lisätutkimusta ja suurempia otoskokoja aiheesta tarvitaan. (Schneider et al. 2009)

Taulukko 10: Maankäyttöön perustuvat laajennuskertoimet jalankululle (Schneider et al. 2009)

Maankäyttö alue	Lisätiedot	Aika, jolloin kertoimet sopivat käsinlaskennan tuloksiin	% viikon liikennemäärästä alueen liittymissä			% viikon liikennemäärästä kaikissa liittymissä			Kerroin käsin- laskennan laajentamiseksi keskimääräiseksi liikennemääräksi
			Laskenta ^a	Keski- arvo	Keski- hajonta	Laskenta ^a	Keski- arvo	Keski- hajonta	
Työpaikka-alue	≥ 2000 työpaikkaa 400 m etäisyydellä ^b	Arkipäivä klo 12-14	12	2.52	0.29	33	2.00	0.61	0.795
Asuinalue	≤ 500 työpaikkaa 400 m etäisyydellä, ei liikekiinteistöjä 160 m etäisyydellä ^c	Arkipäivä klo 12-14	9	1.44	0.38	33	2.00	0.61	1.39
Kaupallinen alue	≥ 10 liikekiinteistöä 160 m etäisyydellä ^c	Lauantai klo 12-14	3	2.43	0.50	11	1.75	0.52	0.722
Kaupallinen alue	≥ 10 liikekiinteistöä 160 m etäisyydellä ^c	Lauantai klo 15-17	3	2.63	0.89	11	1.88	0.67	0.714
Monikäyttöisen yhdistetyn kevyen liikenteen reitin läheisyys	≥ 800 m yhdistettyä väylää 400 m etäisyydellä ^d	Arkipäivä klo 15-17	3	3.42	0.64	33	2.22	0.01	0.649
Monikäyttöisen yhdistetyn kevyen liikenteen reitin läheisyys	≥ 800 m yhdistettyä väylää 400 m etäisyydellä ^d	Lauantai klo 9-11	1	2.42	*	11	1.86	0.49	0.767

* Ei soveltuva

^a Laskentojen lukumäärä, joilla laskettiin viikon keskiarvoista liikennemäärää prosentteina kullekin eri maankäyttöalueelle

^b Lähde: Traffic Analysis Zones from San Francisco Metropolitan Transportation Commission, 2005 (Census Transportation Planning package 2000)

^c Lähde: Land Use Parcels from Alameda County Tax Assessor's Office, 2007.

^d Lähde: Bay Area Multiuse Trail Centerlines from San Francisco Metropolitan Transportation Commission, 2007.

Säätilan vaikutuksia jalankulkijamääriin Schneider et al. (2009) arvioi määrittämällä eri säätyypeille korjauskertoimia. Käsinlaskennat jaettiin tunteihin ja kullekin tunnille määritettiin säätilaksi joko normaali, pilvinen, viileä, kuuma tai sateinen (Taulukko 11). Lisäksi iltapäivä kello 12-18 käsiteltiin erikseen lämpötilan osalta. Tutkimusaikana sadetta ei ollut kuin yhtenä iltapäivänä, joten enemmän laskentatunteja on tarpeen kerrointen tarkkuuden lisäämiseen. Myös tuulen voimakkuutta ja siitä aiheutuvia muutoksia jalankulkijamäärissä tutkittiin, mutta vaikutus ei ollut yksiselitteinen.

Taulukko 11: Säätilakertoimet jalankululle. (Schneider et al. 2009), muokattu

Sääolosuhde ^a	Määrittely	Käsinlaskenta-ajat säätilakertoimille	% ero tietyn säätilan laskentatulosten ja säätilasta riippumattomien keskimääraisten laskentatulosten välillä		Kerroin käsinlaskennan laajentamiseksi säämuuttujalla keskimääräiseksi liikennemääräksi
			Laskenta- ajanjaksojen lukumäärä ^b	Keski- määräinen ero	
Pilvinen	Auringon säteilyn suhdeluku, pilvisellä luku on ≤ 0.6 . ^c	Kaikki ajankohdat	63	-5.28	1.05
Vileää	≤ 10 °C	Kaikki ajankohdat	36	-2.30	1.02
Kuuma	≥ 27 °C	Kellonajat 12-18	40	-3.63	1.04
Kuuma	≥ 27 °C	Muut kellonajat kuin 12-18	27	0.43	0.996
Sade	Mitattu vesisade ≥ 0.25 mm	Kaikki ajankohdat	8	-7.10	1.07

^a Lähde: California Irrigation Management Information System, 2008 (Mills College, Union City, and Pleasanton weather stations).

^b Yhden tunnin säähavaintolaskentojen lukumäärä. Keskimääräisen eron laskentaa varten vertailtiin erikoissäätiloja sekä muiden viikkojen normaalisäätiloja samoilta laskenta- ajanjaksoilta. Havaintoja ei otettu tutkimukseen mukaan, mikäli tunnin laskennassa havaittiin alle 10 jalankulkijaa.

^c Auringon säteilyn arvot kerättiin viimeisen 4-10 vuoden ajalta kolmelta Alameda Countyn sääasemalta ja niiden avulla laskettiin säteilyn odotettu arvo jokaiselle vuoden tunnille. Säätila määriteltiin sateiseksi säteilyn ollessa ≤ 0.6 tunnin odotetusta säteily arvosta. Arvo määritettiin parhaalla mahdollisella tavalla vastaamaan tiedonkerääjien subjektiivisia arvioita pilvisestä säästä.

Automaattilaskinten ollessa paikoillaan yli vuoden voidaan niiden tuloksista määrittää myös kausivaihtelukertoimet joko kuukausittaisille tai kausittaisille muutoksille. Laskennat voidaan suorittaa myös suorilla tieosuuksilla poikkileikkauslaskentoina, jolloin liittymien turvallisuusanalyysia ei voida kuitenkaan tehdä. Pistekohtaisesti tulee kuitenkin arvioida, kuvaako kadun toisen puolen liikenne laskevan automaattilaskimen laskentatulosta myös kadun toisen puolen liikennemäärän muutosta samassa suhteessa. Ennen kerrointen laatimista tulee kerätty data tarkistaa ja tarvittaessa puhdistaa mahdollisista virheistä ja epätodennäköisyyksistä, jotta laaditut kertoimet olisivat mahdollisimman todennäköiset ja luotettavat. (Schneider 2010)

6 Tiedon tallennusmuoto

Pyöräilyn ja jalankulun laskentoja toteuttavia tahoja kehoitetaan tallentamaan laskentatuloksensa sähköiseen muotoon laskentatiedon käytön ja jakamisen helpottamiseksi. Paras tallennusmuoto laskentatiedoille olisi sähköinen tietopankki, jotta taho voi suorittaa omia laskentojaan itsenäisesti ja sitten ladata ne helposti samaan paikkaan muiden kuntien kanssa (Jones & Buckland 2007). Tietopankki, johon kukin taho tallentaisi omatoimisesti laskentatietonsa, madaltaisi todennäköisesti kaupunkien kynnystä suorittaa laskentoja, sillä tietojen tallennuksesta ei juuri aiheutuisi vaivaa. Myös tietojen vertailu helpottuisi tietojen sijaitessa samassa paikassa. Yhtenäinen laskentatulosten tallennusformaatti valtakunnallistakin koontia ja näin laskentojen tuloksia olisi mahdollista käyttää yhä monipuolisemmin. Tietopankin laatiminen ei ole kuitenkaan laskentaa suorittavien tahojen järjestettävissä.

Yhtenäisellä valtakunnallisella tietopankilla ei olisi niinkään aluksi tarkoituksena pyrkiä selvittämään valtakunnallisia liikennemääriä tai kulkutapaosuuksia, vaan tietopankin etuna olisi mahdollisuus löytää tarvittavaa tietoa yhdestä paikasta helposti. (Brandt 2010; Alta Planning + Design 2010)

Aluksi tärkeää olisi, että kaikki kaupungit tallentaisivat laskentatietonsa sähköiseen muotoon. Paperimuotoisesta tallennuksesta tulisi päästä kokonaan eroon, jotta laskentatulokset olisivat keskenään samassa muodossa. Tärkeää olisi ensin saada pyörä- ja jalankulkuliikenteen laskennat osaksi säännöllistä tasaisin väliajoin suoritettavaa liikenteen seurantaa ja vasta sitten perustaa tietojen hallintajärjestelmä. Kullekin taholle tulisi ensin määritellä laajennusmenetelmät, jolloin yksittäiset otoslaskennat olisi helppo muokata kansallisesti vertailtavaan muotoon. Valtakunnallista tietopankkia ei suositella rakennettavaksi ennen kuntakohtaisen tiedonkeruun käyntiin lähtemistä. Tietopankkiin tulisi rakentaa kerralla riittävän suuri kapasiteetti ja siihen tulisi ottaa kaikki tiedonkeruun tarpeet huomioon ennen pankin perustamista. Laskentatiedon hallinnasta on tehty hyvä suunnitelma (Litmanen et al. 2006), jonka pohjalta tiedon tallennusta on hyvä lähteä tulevaisuudessa kehittämään. Litmasen et al. (2006) raportissa on määritelty alustavasti pyörä- ja jalankulkuliikenteen laskentatietojen hankinta-, hallinta-, ylläpito- ja tietopalvelut sekä esitetty ehdotukset tiedon siirrolle. Raportissa on otettu kantaa myös laskentapisteiden määrään valtakunnallisen tiedon keräämiseksi. Pyörä- ja kävelyliikenteen laskentojen rutinoituessa osaksi eri tahojen liikennelaskentoja, voidaan tietopankkia alkaa kuitenkin kehittämään Litmasen et al. (2006) raportin pohjalta.

7 Tutkimukset ja kyselyt

Pyörä- ja kävelyliikenteen laskennoilla voidaan selvittää alueellisia ja paikallisia liikennemäärien muutoksia ja muita tunnuslukuja. Laskentojen lisäksi ylimääräisinä voidaan kuitenkin tehdä myös erilaisia polkupyörä- ja jalankulkuliikenteeseen liittyviä tutkimuksia ja kyselyjä, joilla voidaan selvittää sellaista lisätietoa liikenteestä, jota laskennoilla ei voida yksin selvittää. Esimerkiksi liikennesuoritemäärien ja kulkutapaosuuksien selvittämiseen tarvitaan tutkimuksia ja kyselyjä.

Pyöräilijä- ja kävelijämäärien seuranta voidaan tehdä laskentojen lisäksi erilaisilla haastatteluilla ja kyselyillä, kuten postikyselyillä sekä internet-tutkimuksella. Perinteisesti pyörä- ja kävelyliikenteen haastatteluja on tehty puhelinhaastatteluina, tienvarsahaastatteluina sekä kirjallisina kyselyinä (Vitikka et al. 2003). Tietoa liikennemääristä saadaan myös henkilöliikennetutkimuksista, tyytyväisyyskyselyistä sekä muista kyselyistä, kuten esimerkiksi terveystutkimuksista. (Cycling England 2005) Haastattelututkimuksilla voidaan kerätä tietoa esimerkiksi liikenteen mallintamista varten tai kerätä liikennesuunnittelun perustiedoksi liikkumista kuvaavia tunnuslukuja (Vitikka et al. 2003).

Esimerkiksi pyöräilyn ja kävelyn lähtö-määräpaikkatiedon sekä kulkutapaosuuksien ja liikennesuoritteiden hankkiminen tapahtuu lähes yksinomaan haastatteluiden ja kyselyiden avulla. Kyselyjä tehdään usein liikennejärjestelmäsuunnitelmien ja liikennemallien kehitystyön yhteydessä. (Kalenoja et al. 2009) Pyörä- ja kävelyliikenteen liikennemäärien arviointiin liittyvät kirjalliset kyselyt ovat useimmiten matkatutkimuksia, joissa selvitetään henkilön kaikki matkan tietyn ajanjakson aikana. Haastattelujen avulla on mahdollista selvittää myös haastateltavien taustatietoja, jotka mahdollisesti vaikuttavat vastaajan liikennekäyttäytymiseen. (Vitikka et al. 2003)

Suomessa tehdään kuuden vuoden välein laaja valtakunnallinen henkilöliikennetutkimus, joka on ainoa valtakunnallinen tietolähde jalankulun ja pyöräilyn kysyntään. Tutkimusta on suoritettu aina vuodesta 1974 alkaen ja se on ainoa tutkimus, jossa selvitetään valtakunnallisesti myös kävelyn ja pyöräilyn kehitystä. Vuodesta 1998 alkaen tutkimus on toteutettu puhelinhaastatteluina, aiemmin tutkimus toteutettiin postikyselyinä. Tutkimuksella selvitetään liikkumistarpeiden muutoksia sekä liikkumisen ajallisia ja alueellisia eroja. Selville saadaan valtakunnallinen kulkutapajakauma. Tuloksia hyödynnetään muun muassa erilaisen liikennepoliittisten tavoitteiden saavuttamisen arvioinneissa sekä liikenteen nykytilan ja tulevan kehityksen arvioinneissa. (Kalenoja et al. 2009) Valtakunnallisissa tutkimuksissa saattaa kuitenkin olla ongelmana jalankulkumatkojen määrän aliarvioiminen, erityisesti ulkoilumielessä tehtyjen jalankulkumatkojen osalta. Kyselyssä kerätään tietoa pääkulkutavan lisäksi myös muista matkalla käytetyistä kulkutavoista, mutta liityntäkulkutapana ollut kävely saattaa jäädä huomioimatta. HLT:tä tarkasteltaessa kaupunkikohtaisen tiedon tulee muistaa olevan varsin pienestä otannasta koostuva, jolloin sen luotettavuus ei aina ole paras mahdollinen. (Jones & Buckland 2007)

Valtakunnallisen henkilöliikennetutkimuksen lisäksi voidaan tehdä alueellisia henkilöliikennetutkimuksia tai kyselytutkimuksia, joista on mahdollista saada valtakunnallista henkilöliikennetutkimusta tarkemmin selville suoritteita sekä kulkutapaosuutta kaupunkikohtaisesti. Myös tulevaisuudessa mahdollisesti tehtäviä polkupyöräilyn ja jalankulun ennustemalleja hyödyttävät kaikki laskentoja tukevat lisätiedot liikennemääristä ja käyttäytymisestä. Alueellisten henkilöliikennetutkimusten tekemiseen

löytyy ohjeita raportista Suositukset alueellisten henkilöliikennetutkimusten yhtenäistämiseksi (Karasmaa et al. 2000). Kaikki pienimuotoisetkin haastattelu- tai kyselytutkimukset tukevat liikennelaskentoja ja kartuttavat pyörä- ja kävelyliikenteestä kerättävän tiedon määrää auttaen näin esimerkiksi suunnittelussa ja kehittämistoimenpiteissä.

Alueellisen henkilöliikennetutkimuksen tekemiseen on laadittu ohjeistus otoskoon valintaan. Otoskoon riittävyttä ja minikokoa voidaan arvioida alueen väestömäärän perusteella (Taulukko 12). (Karasmaa et al. 2000)

Taulukko 12: Tarvittava otoskoko väestömäärittäin alueellisessa henkilöliikennetutkimuksessa. (Karasmaa et al. 2000)

	Perusjoukon koko				
	10 000	30 000	50 000	100 000	1 000 000
Otoskoko	6900	10 500	11 900	13 100	14 600

Otoskoon suuruus riippuu tutkittavan kaupungin asukasmäärästä sekä tutkimuksen halutusta tarkkuudesta ja siitä, mitä tutkimuksella pyritään todentamaan. Pienilläkin paikkakunnilla tarvittava otosmäärä on varsin suuri verrattuna suuren paikkakunnan vastaavaan otosmäärään. Alueen koolla on varsin vähäinen vaikutus tarvittavaan otoskoon. Koska pienet paikkakunnat joutuvat tekemään suhteessa laajemman tutkimuksen isoon kaupunkiin verrattuna, tyytyvät pienet paikkakunnat usein tutkimuksiin, jotka toteutetaan suositeltuja pienemmällä otoskolla. (Karasmaa et al. 2000).

Säätila vaikuttaa myös kysely- ja henkilöliikennetutkimusten antamaan kuvaan matkojen jakautumisesta eri kulkutapojen välillä. Erityisesti huomattavia ovat pyöräilyn suuret säähän liittyvät kausivaihtelut. Usein säätiloja ei kuitenkaan kirjata tutkimusraporttiin. Kyselytutkimuksissa haastattelijoina voidaan käyttää koululaisia, mutta henkilöliikennetutkimuksissa tehtävän vaativuuden vuoksi suotavaa on käyttää koulutettuja ja puhelinhaastattelusta kokemusta omaavia aikuisia. (Karasmaa et al. 2000).

Pienempimuotoisiin kyselytutkimuksiin ja tienvarsihaastatteluihin sopivaa otoskoko on vaikea määrittää, sillä perusjoukko ei ole normaalijakautunut eikä perusjoukkoa aina voida tavoittaa. Tällöin otoskoon määrittäminen riippuu pitkälti käytettävissä olevista resursseista, budjetista ja tutkimuksen toteuttajista. Pienet tienvarsihaastattelut antavatkin usein vain näytteen tietyllä väylällä tiettyyn aikaan liikkuneiden henkilöiden matkustustavoista ja mielipiteistä.

Kyselyitä voidaan suorittaa postikyselyn ja puhelinhaastattelun lisäksi myös esimerkiksi avoimina internet-kyselyinä tai pysäytyskyselyinä, mutta tällöin tulosten laajentaminen ja yleistäminen eivät ole yhtä yksiselitteisiä kuin tarkasti laaditun otoksen pohjalta laajennettavien tulosten. Avointen, julkisten kyselyiden vastaajat saattavat usein antaa yksipuolisen kuvan väestöstä, sillä usein ainoastaan substanssista kiinnostuneet henkilöt vastaavat julkisiin kyselyihin. Otoksen avulla tehtävät kyselyt ovat laajennettavissa koko perusjoukolle, kun taas näytteen avulla tehtävät kyselyt eivät ole laajennettavissa. Näytteen avulla tehdyt kyselyt tarjoavat kuitenkin usein tärkeää lisätietoa esimerkiksi pyöräilyolosuhteista ja toimivat hyvänä keinona palautteen saantiin. (VirtuaaliAMK 2011; Burden 2007)

Tienvarsikyselyssä yleisiä kysyttäviä tietoja ovat haastateltavan yleistiedot kuten sukupuoli ja asuinalue, matkan pituus, tarkoitus ja suuntautuminen sekä yleiset käyttäytymismallit esimerkiksi polkupyörän käyttötiheydessä. Kuvassa 20 on esimerkki pyöräilyn tienvarsikyselylomakkeesta.

Kyselytutkimus: Pyöräily

Sijainti: _____ Pvm: _____ Klo: _____
 Tutkija: _____ Säätila: _____

Anteeksi häiriö, mutta voisinko esittää teille muutaman kysymyksen? Suoritan kyselytutkimusta (taho) ja tahtoissimme tietää lisää ihmisten pyöräilytottumuksista. Kysely kestää ainoastaan muutaman minuutin ja kerättävät tiedot käsitellään luottamuksellisesti.

1. Postinumero _____

2. Matkan tarkoitus

Liikunta Työmatka Koulumatka
 Ajanviete Ostosmatka Asiointimatka

3. Kuinka monta kertaa olet ajanut pyörällä tällä väylällä/alueella viimeisen kuukauden aikana?

Ensimmäistä kertaa 0-5 kertaa 6-10 kertaa
 11-20 kertaa Päivittäin

4. Koska pyöräilette?

Vuoden ympäri kesällä syksyllä talvella keväällä

5. Matkan kokonaispituus

1. Pituus _____ km ja/tai 2. Aika _____ minuuttia
 3. Lähtöpaikka (postinumero) tai muu kuvaus ja 4. Määräpaikka (postinumero) tai muu kuvaus

6. Käytättekö tällä matkalla joukkoliikennettä? kyllä ei

7. Mikä olisi vaihtoehtoinen kulkutapasi tälle matkalle pyöräilyn sijaan?

henkilöauto kimppekyyti joukkoliikenne
 jalankulku ei vaihtoehtoa

8. Miksi valitsit juuri tämän reitin?

helppo-pääsyinen/lähellä suora vähäiset liikennemäärät
 näköalat palvelutaso pyöräkaista leveä väylä
 erotettu moottoriajoneuvoista liityntämahdollisuudet joukkoliikenteeseen
 kuulin muualta (ystävä, media ym.)

9. Parannusehdotuksia tällä reitillä (x) ja yleisesti (o)

pyöräkaista parempi pinnoite pientareet liikenteen vähennys
 viitat Parempi kunnossapito liikennevalojen vaihtuvuus automaattisesti
 kadun ylitykset

Kuva 20: Esimerkki kyselylomakkeesta tienvarsikyselyyn. (NBPD 2009), muokattu.

Tienvarsikyselytutkimukseen voi olla hankala löytää osallistujia erityisesti ruuhka-aikaan ja ohi kulkevien ihmisten kiireen vuoksi. Kysely voidaan suorittaa myös tienvarsipostikyselyinä. Tällöin tiellä liikkuja pysäytetään ja annetaan tutkimuslomake, joka palautetaan postitse. (Karasmaa 2008) Tutkimus voidaan suorittaa myös puhelimitse ensin pysäyttämällä väylällä esimerkiksi joka seitsemäs pyöräilijä (aikui-

nen) ja pyytämällä liikkujan nimi ja puhelinnumero sekä lupa haastatella vastaajaa myöhemmin puhelimitse. Tällöin mukaan haastatteluun saadaan myös kiireiset, esimerkiksi työmatkapyöräilijät. Haastattelun otoskoko riippuu kaupungin asukasmäärästä ja halutusta tarkkuudesta. Kyselyn voi toteuttaa esimerkiksi joka neljäs vuosi. (Isaksson 2010)

Muita laskentoja tukevia tutkimuksia ovat pyöräpysäköintilaskennat. Kuukausittain, vuosittain tai muutaman vuoden sykleissä tehtävässä tutkimuksessa lasketaan pysäköityjen polkupyörien määrän muutosta valituissa pisteissä. Pisteet pysyvät vuodesta toiseen samoina. Mahdollisia kiinnostavia kohteita ovat esimerkiksi rautatieaseman pyöräpysäköintipaikka, muut asemat, keskustan pyöräpysäköintipaikat sekä muut mielenkiintoisiksi koetut kohteet. Vuosittaisista laskentatuloksista voidaan seurata pyöräpysäköintipaikkojen käyttäjämääriä sekä paikkojen kapasiteetin riittävyyttä. Tulokset antavat suuntaa myös pyöräilijämäärien muutosten tarkkailuun. Laskentatietoja käytetään muun muassa mahdollisesti tarvittavien uusien pysäköintipaikkojen rakentamiseen tai pysäköintipaikkojen uudelleen sijoitteluun. Laskentatuloksista voidaan lisäksi arvioida esimerkiksi pyörällä rautatieasemalle saapuvien ihmisten osuutta aseman käyttäjämäärästä. Myös koko kaupungin alueelta voidaan tietyistä pyöräpysäköintipisteistä laskea pyörät vuosittain samana ajankohtana ja näin vertailla pyörien määrän kehitystä keskustassa. (Valkema 2011)

8 Tiedon lisäkäyttötarkoitukset

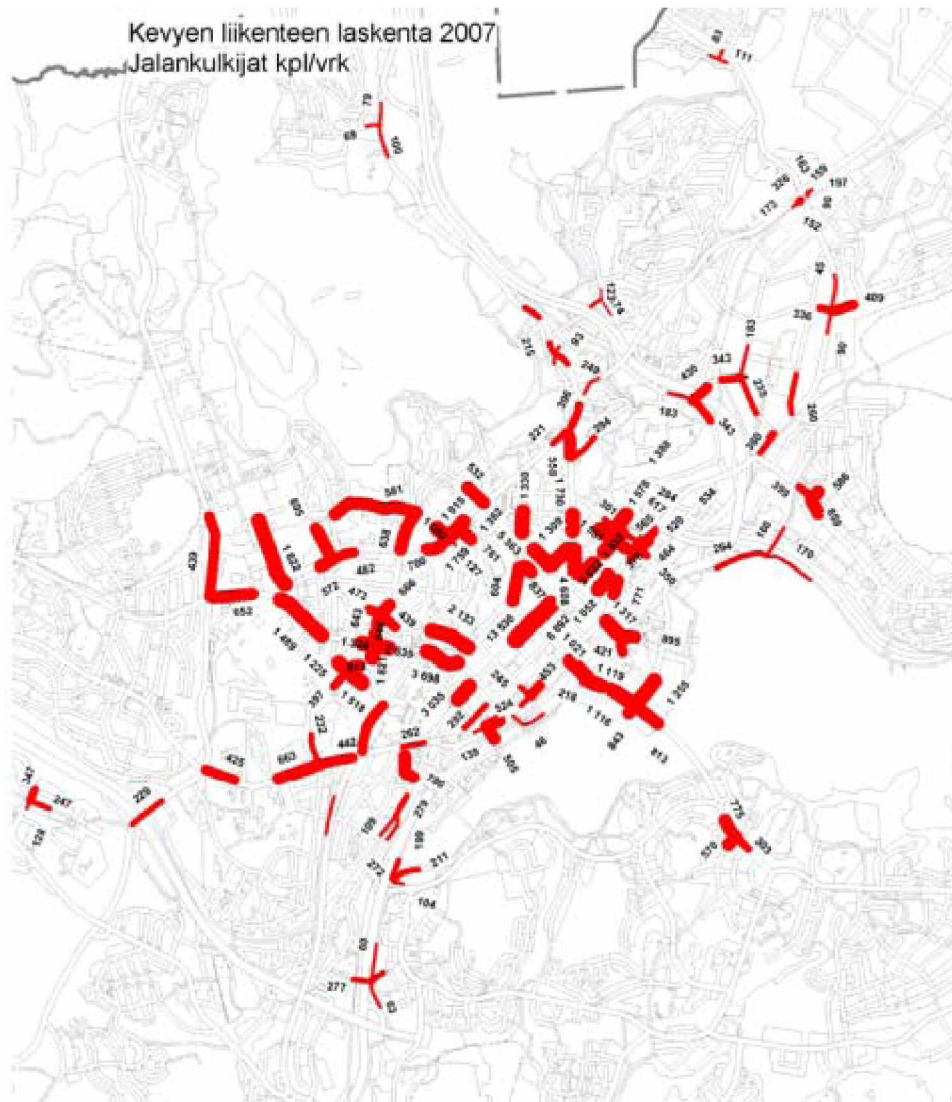
Laskentojen avulla voidaan arvioida kaupunkikohtaisia pyöräilyn ja kävelyn liikennemäärien kasvutavoitteita ja yhdistämällä laskentoihin esimerkiksi kyselytuloksia saada tarkempia lukuja koko kaupungin kevyen liikenteen määrästä. Kyselyt mahdollistavat myös lisätiedon hankinnan muun muassa matkojen kohteista ja pituuksista. Tällä tavalla on mahdollista kerätä tietoa tiettyjen pisteiden toimivuuden ja esimerkiksi turvallisuuden kokemisesta ja yhdessä laskentatiedon kanssa käyttää sitä arvioitaessa väylän toimivuutta ja liikenteen sujuvuutta sekä mahdollisten parannusten tarvetta.

Laskentaohje on tarkoitettu kaupunkien ja kuntien lisäksi myös Liikenneviraston ja ELY-keskusten käyttöön. Kukin taho voi ohjeistettujen laskentojen lisäksi suorittaa omavalintaisia laskentoja ja kerätä juuri sitä tietoa, mikä heille on hyödyllisintä ja kiinnostavinta. Myös omavalintaiset laskennat voidaan automaattilaskimista saatavien laajennuskerrointen avulla laajentaa pidempiaikaiseksi tiedoksi ja syöttää myöhemmin tietopankkiin laajentamaan laskentatulosten määrää ja näin varmentamaan niiden oikeellisuutta.

Liikennemäärien kehityksen lisäksi laskentatuloksia voidaan käyttää myös muihin tarkoituksiin. Esimerkiksi pistekohtaisesti laskennat hyödyttävät yksittäisiä hankkeita niiden tarpeellisuuden ja esimerkiksi toteutusjärjestyksen päättämisessä. Laskentojen avulla voidaan laskea hyöty-kustannussuhteita hankkeille ja näin arvottaa niiden kiireellisyyttä.

Laskentatiedon avulla voidaan arvioida myös kunnossapitoluokkien toimivuutta ja kunnossapidon tarvetta ja riittävyttä väylillä. Väyläinfrastruktuurin laatutason riittävydestä saadaan tietoa liikennemäärien avulla samoin kuin talvikunnossapidon priorisoinnista tietyille eniten käytetyille väylille.

Jalankululaskennoissa tiedon käyttötarkoitukseksi ehdotetaan määrätietojen keräystä ja trendien havainnointia tuloksista. Laskentatulosten avulla voidaan laatia esimerkiksi havainnollisia liikennemääräkarttoja jalankululle (Kuva 21) ja pyöräilylle. Karttoihin on sijoitettu liikennemäärätiedot laskentapisteittäin ja siitä voidaan havaita alueita, joissa liikennevirrat ovat suurimmat ja hyödyntää tulosta suunnittelussa. Vertaamalla aiempien vuosien liikennemääräkarttoja toisiinsa voidaan arvioida tiettyjen hankkeiden ja muutosten vaikutuksia liikennemääriin.



Kuva 21: Jalankulkulaskennoista laadittu liikennevirtakartta keskimääräisistä vuorokausiliikennemääristä. (Jyväskylän kaupunki 2007)

Jalankulkulaskennat suoritetaan pääasiassa liittymälaskentana, joten määrätietojen lisäksi laskennoista on mahdollista saada liittymien turvallisuusdataa. Onnettomuuksien määrää on yleisesti selvitetty liittymissä, joten laskemalla liittymien liikennemäärätiedot pystytään onnettomuus- ja liikennemäärien perusteella laskemaan liittymän onnettomuustiheys. Täten laskentojen tuloksia voidaan käyttää myös liikenneturvallisuustyössä. Myös polkupyörien liittymäkohtainen onnettomuustiheys saadaan selville, mikäli myös polkupyörien liikennemäärä lasketaan liittymässä.

Jalankulkulaskentoja voidaan hyödyntää lisäksi liikennevalojen ajoittamisessa. Vertaamalla valo-ohjatun risteuksen läpi kulkevien jalankulkijoiden määrää ja liikennevalojen vihreäksi vaihtumiseen kuluva aika, voidaan suorittaa arvioita vihreän aallon toimivuudesta ja vihreän valon vaihtumisen syklistä. Näin laskentojen avulla voidaan vaikuttaa myös kävelyliikenteen sujuvuuteen ja mukavuuteen ja edistää kävelyä.

Myös vetovoimatutkimuksiin pyöräilijöiden ja jalankulkijoiden liikennemäärätiedot ovat hyödyllisiä. Keräämällä liikennemäärätietoa keskusta- ja ostosalueen läheisyydestä, voidaan arvioida esimerkiksi kaupan alan liikkeisiin kohdistuvaa potentiaalista

ostomäärää. Kyseiseen tarkoitukseen suunnattujen laskentojen tarkoituksena ei kuitenkaan välttämättä ole kovin pitkäaikaisten tai jatkuvien laskentojen suorittaminen, vaan otoslaskennat antavat riittävän suuntaa-antavan tuloksen, erityisesti mikäli tuloksia laajennetaan automaattilaskimista saatavien laajennuskerrointen avulla.

Lasketuista pisteistä voidaan kerätä myös liikennemäärien muutosta, jossa verrataan laskettujen pisteiden liikennemääriä aina edeltäviin vuosiin. Pisteitä voidaan myös ryhmitellä esimerkiksi kaupungin itäpuolen jalankulkijamäärään tai koko kaupungin yhteenlaskettuun jalankulkijamäärään. Tällöin tulee kuitenkin muistaa, että kyse ei ole absoluuttisesta jalankulkijoiden päivittäisestä liikennemäärästä, vaan ainoastaan valittujen laskentapisteen yhteenlasketusta liikennemäärästä. Tällöin tavoitteena onkin lähinnä kehityksen seuranta.

Laskennan avulla selvitettyjä tietoja voidaan hyödyntää henkilöliikennetutkimusten ja muiden kyselytutkimusten kanssa selvittämään pyöräilyn ja kävelyn ympäristö- ja terveysvaikutuksia sekä niistä aiheutuvia säästöjä. Pyöräilyn terveydellisiä ja taloudellisia vaikutuksia voidaan arvioida esimerkiksi HEAT-työkalulla. Työkalulla voidaan arvioida esimerkiksi uusien infrastruktuurihankkeiden hyöty-kustannussuhdetta tai nykyistä infrastruktuuria, säästöjä pyöräiltyä kilometriä kohden sekä pyöräilijää ja matkaa kohden arvioitua vuosittaista säästöä (Bidwell 2010). Työkalun käyttöön tarvitaan päivittäisten pyörämatkojen lukumäärä sekä keskimääräinen matkan pituus. Tarvittavat tunnusluvut voidaan selvittää muun muassa käyttäjäkyselyillä, matkapäiväkirjatutkimuksilla sekä liikennelaskennoista laajennetuilla erilaisilla määrääraioilla ja -ennusteilla. Työkalu laskee annettujen tietojen perusteella arvion pyöräilyllä saavutetuista terveyskulujen säästöistä. (Rutter et al. 2008) Jalankulun HEAT-työkalu valmistui vuonna 2011 (Natural England 2011).

Käyttökohteita laskentatiedon käytölle on useita ja tiedon käyttömahdollisuudet laajenevat sitä mukaa kun laskentatietoa karttuu. Jo yksittäisillä kerran vuodessa toteutettavilla käsinlaskennoilla voidaan vertailla liikennemäärätietoa ja antaa arvioita liikennemäärien muutoksista ja niiden syistä. Laajentamalla valtakunnallisilla ohjeilla tai automaattilaskinten avulla laskentatuloksista uusia tunnuslukuja, tiedon käyttömahdollisuudetkin laajenevat liikenneturvallisuustutkimuksiin sekä muihin sovelluksiin, kuten moottoriajoneuvoliikenteen liikennemäärien vertailuun ja esimerkiksi väylien kunnossapidon kehittämiseen. Yhdistämällä laskentatietoa kyselytutkimusten ja henkilöliikennetutkimusten aineistoihin voidaan tuloksia hyödyntää yhä laajemmin monipuolisten ja monialaisten analyysien tekoon, liikennemäärien kasvutavoitteiden tarkempaan seurantaan ja esimerkiksi ennustemallien luomiseen. Tärkeää on kuitenkin saada pyöräilyn ja jalankulun laskennat alulle ja osaksi kuntien ja kaupunkien sekä muiden tahojen laskentarutiinia sekä ensisijaisesti täyttää kuntien ja kaupunkien omat tarpeet ja näin kehittää pyöräilyn ja jalankulun olosuhteita paikkakuntaokohtaiselta tasolta tehokkaasti.

9 Päätelmät

Pyöräilyn ja jalankulun laskennat eivät usein ole vielä säännöllisenä osana liikenteen laskentaa. Useita tavoitteita pyöräilyn ja jalankulun määrien kasvattamiselle on kuitenkin asetettu niin paikallisella kuin valtakunnallisellakin tasolla. Näiden tavoitteiden mittaamiseen ei kuitenkaan ole relevanttia mittaustietoa eikä nykytilan vertailuun aiempiin vuosiin verrattuna löydy aikasarjoja pyöräily- ja kävelyliikenteen määristä. Pyörä- ja kävelyliikenteen laskentojen määrää tulisi lisätä ja saada ne rutiininomaisiksi toimenpiteiksi. Lisäksi olisi tarvetta asettaa enemmän kaupunkikohtaisia liikennemäärien lisäämistavoitteita, joita olisi vaivattomampi mitata kaupunkien omilla laskennoilla. Laskentaa tulisi pyrkiä suorittamaan jokaisessa kunnassa, joko käsinlaskentana tai koneellisesti. Tällöin saataisiin muodostettua valtakunnallisestikin kattava pisteverkko, josta voisi tulevaisuudessa olla hyötyä myös valtakunnallisten pyörä- ja kävelyliikenteen määrien seurantaan. Tietotarpeet ovat laskennoissa painottuneet kuntien omiin kunta- ja aluekohtaisiin tietotarpeisiin, joten laskentojen aloittaminen on ainakin aluksi kuntien omalla vastuulla ja omassa harkinnassa. Polkupyörä- ja jalankulkuliikenteen lisäämistavoitteiden myötä saattavat laskentojen toteutuksen näyttämät liikenteen määrien kasvut toimia myös erinomaisena markkinointikeinona kaupungille. Kuntien ja yksittäisten tahojen tietotarpeiden täyttäminen tulisi olla ensimmäisenä painopisteenä laskentojen toteuttamisessa. Laskentapisteiden määrän kasvaessa ja laajentuessa, kyetään täyttämään myös valtakunnallisia tietotarpeita.

Polkupyöräliikenne tulisi nähdä kilpailukykyisenä liikennemuotona henkilöauto- ja joukkoliikenteen rinnalla. Polkupyöräliikenteen määrien muutoksia seuraamalla on helppo havaita erilaisten kehittämishankkeiden ja infrastruktuuriparannusten vaikutusta liikennemääriin, jolloin infrastruktuuri voitaisiin pitää liikennemäärien vaatimalla tasolla. Myös jalankululaskentoja tulisi lisätä, sillä niiden suorittaminen ja tietojen hyödyntäminen on suuremmissakin kaupungeissa varsin vähäistä. Automaattisia jalankululaskimia on saatavilla varsinkin vähäliikenteisemmille reiteille. Haasteena automaattilaskentalaitteilla ovat vierekkäin ja ryhmissä kulkevat jalankulkijat, joiden havaitseminen on laitteille vaikeaa. Kiinnostavia jalankululaskentakohteita ovat muun muassa ostosalueet ja pääkadut, joiden jalankulkumääristä ei useinkaan ole tietoa. Näitä tuloksia voidaan käyttää monipuolisesti muun muassa vetovoimatutkimuksiin ja esimerkiksi keskusta-alueen kehittämiseen.

Pyörä- ja kävelyliikenteen laskennat koetaan usein työläiksi ja aikaa ja rahaa vieviksi. Laskentojen tuloksiakaan ei usein osata hyödyntää niin hyvin kuin olisi mahdollista. Täten laskentatulokset jäävätkin usein lähes kokonaan hyödyntämättä laajemmin. Laskentatulosten muokkaaminen koetaan myös usein työlääksi ja vaivalloiseksi ja käsinlaskentatulosten siirtämisessä paperilta sähköiseen muotoon saattaa myös aiheutua virheitä erityisesti suuren tietomäärän ollessa kyseessä. Useat automaattilaskentalaittevalmistajat tarjoavatkin laitteen mukana sovelluksia, jotka muokkaavat laskentatulokset asiakkaalle valmiiseen haluttuun muotoon. Tällöin tieto tulee kerättyä automaattisesti ja vaivattomasti eikä laskentadatan muokkaukseen tarvitse välttämättä käyttää voimavaroja. Laskentatiedon laajentamisesta ei kuitenkaan tulisi tehdä itseisarvoa, vaan arvokkaaksi tiedoksi tulisi nähdä myös lyhytaikaiset otoslaskennat. Vuodesta toiseen suositellulla tavalla oikein suoritettuina myös nämä laskennat tarjoavat suuntaa antavaa seurantatietoa ainakin laskevan tahon itsensä käyttöön.

Automaattiset laskentalaitteet kehittyvät koko ajan tarkemmiksi. Automaattilaskimet tarjoavat vaivatonta ja usein varsin huoltovapaata tiedonkeruuta käsinlaskentojen rinnalle ja osittain tilalle, sillä laitteen voi jättää otoslaskennoissakin pitkäksikin aikaa laskemaan ilman valvontaa. Vaikka automaattilaskinten tuloksessa on usein laskentavirhettä, tuottaa laskin silti luotettavasti tietoa liikennemäärien vaihteluista. Tämän tiedon voidaankin arvioida olevan useissa tarkoituksissa tärkeämpää kuin tarkka lukumäärätieto. Yhdistämällä käsin- ja automaattilaskennat voidaan lisäksi päästä laajennuskerrointen avulla käsiksi hyvinkin tarkkaan lukumäärätietoon.

Perinteisten silmukka- ja infrapunalaskinten rinnalle on kehitetty hahmontunnistukseen perustuvaa videolaskentaa, joka tunnistaa pyöräilijöitä ja jalankulkijoita automaattisesti videokuvasta esimerkiksi hahmon muodon, koon ja nopeuden mukaan. Videokameran avulla pystytään kuvaamaan varsin suurtakin aluetta muiden laskinten hallitseman yhden väyläpoikkileikkauksen sijaan. Laite saattaisikin tuoda ratkaisun jalankulkijoiden tunnistamiseen laajoilla alueilla kuten toreilla, joilla nykyisillä käytössä olevilla menetelmillä jalankulkijoiden laskeminen on haastavaa.

Tutkimusta ja kehitystä kaivattaisiin lisäksi automaattilaskinten akkujen kestävydestä. Akun virran loppumisesta ei välttämättä tule laitteen käyttäjälle ilmoitusta, jolloin muuten huoltovapaaseen laitteeseen saattaa tulla pitkäkin tiedonkeruukatkos, jollei akun loppumista ole huomattu.

Automaattisten laskentalaitteiden hinta saattaa tuntua kertainvestointina suurehkolta erityisesti pienelle kunnalle, mutta myös lukuisista käsinlaskennoista kertyy kuluja. Automaattilaskimia on usein myös mahdollisuus vuokrata lyhyempiaikaiseen käyttöön tai useammaksi vuodeksi. Nämä laitteet ovat usein siirrettäviä malleja, joissa on helpohko ja nopea asennus. Tällöin vuokraavan tahon mahdollista suorittaa esimerkiksi muutaman viikon laskentoja kesä- tai talviaikaan, vaikka omien automaattilaskinten hankintaan ei olisi halua. Laskentojen ollessa verrattain lyhytaikaisia ei voida kuitenkaan muodostaa paikallisia kausivaihtelukertoimia. Automaattilaskentalaitteita käyttämällä voidaan kuitenkin vähentää henkilökunnan työpanosta käsinlaskennoista ja näin pienentää laskennoista aiheutuvia kuluja. Kunnat ja kaupungit voisivat myös hankkia siirrettäviä laskentalaitteita yhteiskäyttöön jakamalla laitteen hankinnasta aiheutuvia kustannuksia.

Laskennoilla pystytään selvittämään lähinnä liikennemäärien muutoksia prosentteina sekä tiettyjen laskentapisteen liikennemääriä tiettyinä ajankohtina. Laajennuskerrointen avulla voidaan selvittää tiettyjä tietotarpeita, mutta liikennesuoritteiden ja kulkutapaosuuksien selvittämiseen laskennat eivät yksinään tarjoa ratkaisua. Täten toimivinta olisikin tulevaisuudessa pyrkiä yhdistämään muiden liikennetutkimusten ja yksittäisten laskentojen tiedot sekä esimerkiksi maankäyttöä koskevat tiedot, jolloin tiedon käyttötarkoitukset monipuolistuisivat. Kaupunkikohtaisten kulkutapaosuuksien selvittämisen työkaluna voisivat toimia esimerkiksi kerätyn laskenta- ja tutkimustiedon pohjalta laaditut liikennemallit ja seurantatiedon pohjalta voitaisiin ennustaa muun muassa liikennemääriä ja suoritteita. Tällöin voitaisiinkin puhua laskentamallin sijasta seurantamallista, sillä pyörä- ja kävelyliikenteen seurantaan kuluvat laskentojen lisäksi myös muut tutkimukset.

Laskennoilla voidaan kuitenkin päästä kiinni tietyn pisteen tai kaupunkia ympäröivän kehän kulkutapaosuuden arvioon. Tämä tapahtuu laskemalla samoissa pisteissä tai samoilla väylillä kaikki pisteen ohittavat kulkumuodot. Ongelman muodostaa joukko-liikenne, jonka pistekohtaisiin käyttäjämääriin on haastava päästä käsiksi. Vuodesta

toiseen samoina aikoina tehdyt laskennat antavat kuitenkin keskenään vertailtavissa olevaa tietoa kehän tai pisteen kulkutapaosuudessa tietynä ajankohtana.

Laskentatietoa tulisi määrätietoisesti yhdistää muiden tietokantojen kanssa, jotta esimerkiksi pyöräilyn lisäämisen vaikutuksia terveyssäästöihin nähden voitaisiin tarkemmin tutkia. Suomessa kaivattaisiin lisäksi tutkimusta keskusta-alueiden liikkeen liikevaihtojen muutoksista esimerkiksi uusien tai suunnitteilla olevien kävelykeskustojen luona.

Jatkokehityksenä esitetään seuraavaksi askeleeksi jalankulkijoille kehitettäväksi niin päivä-, viikko-, vuodenaika- kuin sääkertoimiakin. Myös pyöräilyn alueelliset ja paikalliset laajennuskertoimet ovat jatkokehitystä kaipaava kohde. Kerrointen teko helpottuu tulevaisuudessa laskentadatan määrän lisääntyessä ja automaattilaskinten yleistyessä ja niiden kerättyä dataa jo muutamalta vuodelta jatkuvana laskentana. Pyöräilijä- ja jalankulkijamäärien seuranta avaa kaupungeissa uusia tapoja suunnitella väyliä, kauppojen sijainteja sekä liikennevaloja.

Polkupyöräilyn ja jalankulun määriin vaikuttavia säätilojen ja vuodenaikojen muutoksia olisi tarpeen tutkia edelleen. Lisäksi erityisesti jalankulkijamääriin talvella vaikuttavan liukkauden havainnointiin olisi hyvä kiinnittää huomiota. Liukkauden havainnoinnissa apuna voisivat olla esimerkiksi älypuhelimien kiihtyvyyssanturit. Puhelimen sisäänrakennettu kiihtyvyyssanturi havaitsee käyttäjän liikkumista ja muodostaa jaksollista signaalia käyttäjän liikkeistä. Tällöin puhelimen muodostamasta signaalista olisi mahdollista havaita jalankulussa tapahtuneita äkillisiä muutoksia, kuten liukastumisia tai jalankulkijoiden keskimääräisiä nopeuksia tietyillä väylillä. Tällaiseen teknologiaan perustuvat mittaustiedot tarvitsevat kuitenkin vapaaehtoisia käyttäjiä kehittyäkseen laajempaan käyttöön. (Collin et al. 2010)

Laskentatuloksia on mahdollista hyödyntää jo nykyään entistä paremmin. Lisäksi mikäli laskentatulokset tallennetaan huolellisesti ottaen kaikki mahdolliset lisätiedot säätiloineen ja laskentapaikkoineen muistiin, voidaan nykyisiä tuloksia hyödyntää laajemmin myös myöhemmin, mikäli resurssit eivät tällä hetkellä riitä tulosten laajamittaiseen hyödyntämiseen.

Lähteet

Alta Planning + Design. 2010. National Bicycle and Pedestrian Documentation Project - Conducting Counts. Viitattu 5.7.2010. Saatavissa:

http://bikepeddocumentation.org/index.php/download_file/-/view/9.

Alta Planning + Design. 2009. NBPD: National Bicycle and Pedestrian Documentation Project - Automatic Count Technologies. Automatic Count Technology Overview. Viitattu 5.7.2010. Saatavissa:

http://bikepeddocumentation.org/index.php/download_file/-/view/22.

Bidwell, S. 2010. Quantifying the economic benefit of increasing physical activity.

Canterbury District Health Board. Viitattu 10.4. 2011. Saatavissa:

<http://www.cph.co.nz/Files/QuantEconBenefitPhysicalActive.pdf>

Bolling, A. 2009. Tema Cykel- Utrustning för mätning av cykeltrafik. VTI rapport 663.

Linköping, Sweden. Saatavissa: <http://www.vti.se/EPiBrowser/Publikationer/R663.pdf>

Burden, A. M. 2007. The New York City Bicycle Survey. A Report Based on the Onlinen Public Opinion Questionnaire Conducted for Bike Month 2006. City of New York. Department of City Planning. Viitattu 3.4.2011. Saatavissa:

http://www.nyc.gov/html/dcp/pdf/transportation/bike_survey.pdf

Cascade Bicycle Club. 2009a. Washington State Bicycle and Pedestrian Documentation Project 2009. A summary report to the Washington State Department of Transportation. Viitattu 11.10.2010. Saatavissa:

<http://www.wsdot.wa.gov/NR/rdonlyres/8B19BB4F-631F-4E7C-A952-FB3E7C2B1247/0/FinalReport2009.pdf>

Cascade Bicycle Club. 2009b. WSDOT Bicycle and Pedestrian Documentation Project: Instructions. Viitattu 11.10.2010. Saatavissa:

http://www.cascade.org/Advocacy/pdf/WSDOT_Bicycle_Count_Project_Instructions.pdf

Chambers Electronics UK. 2011. Electronic Design and Instrumentation Specialist.

established 1987. Combined Bicycle and People Counter. Viitattu 3.2.1011. Saatavissa:

http://www.chambers-electronics.com/bicycle_counter_rb.htm

Collin, J., Kaipio, P., Kutila, M, Leppänen, T., Markkula, J., Mazhelis, O., Perttunen, M., Pirttikangas, S. & Riekkilä, J. 2010. Älyä liikenteeseen- Puhelimet ja autot välittämään liikennetietoa. Proessori 11/2010. Viitattu 9.5.2011. Saatavissa:

<http://www.proessori.fi/proteknologia10/ARKISTO/PDF/COOPERATIVE%20TRAFFIC.pdf>

Cycling England. 2005. Design portfolio C.05 Monitoring. Viitattu 3.5.2010. Saatavissa:

http://www.dft.gov.uk/cyclingengland/site/wp-content/uploads/2008/10/c05_monitoring.pdf

Department for Transport. 1999. Monitoring local cycle use. Traffic Advisory Leaflet 1/99. Viitattu 27.4.2010. Saatavissa:

http://www.dft.gov.uk/adobepdf/165240/244921/244924/TAL_1-99

Eco counter. 2010. Counting people, analysing data: Products. Viitattu 14.7.2010. Saatavissa: <http://www.calameo.com/read/00027407774e724fe578d>

Eco counter. 2011a. Counting people, analysing data: Acoustic Slab Sensor for Pedestrians. Viitattu 20.4.2011. Saatavissa: <http://www.eco-compteur.com/Slab-Sensor.html?wpid=15035>

Eco counter. 2011b. Counting people analyzing data: Pyroelectric sensor. Viitattu 5.7.2010. Saatavissa: <http://www.eco-compteur.com/Pyroelectric-Sensor.html?wpid=15036>

Eco counter. 2011c. Counting people analyzing data: Zelt inductive loop: Installation under asphalt. Viitattu 5.7.2010. Saatavissa: <http://www.eco-compteur.com/ZELT.html?wpid=40894>

Gemzoe, L. 2001. Are Pedestrians Invisible in the Planning Process? Copenhagen as a Case Study, Australia: Walking the 21st Century, 20-22.2.2001 2001. Viitattu 16.10.2010. Saatavissa: http://www.transport.wa.gov.au/mediaFiles/walking_21centconf01apaper_gemzoe.pdf

Henkilöliikennetutkimus 2004-2005. Henkilöliikennetutkimuksen 2004-2005 tutkimusaineisto. Liikennevirasto ja liikenne- ja viestintäministeriö.

Hyvinkää. 2011. Hyvinkään pyöräilykartta (Taajama). Viitattu 2.3.2011. Saatavissa: http://www.hyvinkaa.fi/Tiedostot/Liikenne/PY%C3%96R%C3%84ILYKARTAT/Taajama2011_painovalmis.pdf

Jones, M. & Buckland, L., 2007. Estimating Bicycle and Pedestrian Demand in San Diego. TRB 2008 Annual Meeting CD-ROM. Viitattu 2.3.2010. Saatavissa: <http://www.tsc.berkeley.edu/news/08-2609.pdf>

Jyväskylän kaupunki. 2007. Kevyen liikenteen laskenta Jyväskylässä 2007. Jyväskylän kaupunki, Yhdyskuntatoimi, Katu- ja puisto-osasto. Viitattu 5.4.2011. Saatavissa: http://www.jyvaskyla.fi/instancedata/prime_product_julkaisu/jyvaskyla/embeds/22998_kevlaskraporttio7.pdf

Kalenoja, H., Kivari, M. & Voltti, V. 2009. Henkilöliikennetutkimus 2010-2011. Esiselvitys. Liikenne- ja viestintäministeriö. Helsinki. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 7/2009. 94 s.

Kalenoja, H., Lintusaari, M. & Pajarre, M. 2010. Lahden seudun liikennetutkimus 2010- Osaraportti 1: Henkilöliikennetutkimus. Viitattu 29.4.2011. Saatavissa: <http://www.paijat-hame.fi/liikennetutkimus/LahtiOsaraportti1.pdf>

Kalenoja, H., Mäntynen, J. & Pöllänen, M. 2004. Jaloin-ohjelman arviointi sekä toimenpidesuosituksia jalankulun ja pyöräilyn edistämiseksi Suomessa. Liikenne- ja viestintäministeriö. Helsinki. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 40/2004. 98 s.

Karasmaa, N. 2008. Liikennetutkimukset ja –ennusteet. LIKU-2220 Liikennetutkimukset ja -mallit, 5 op. teknillinen korkeakoulu, liikennelaboratorio. Julkaisematon selvitys. 97 s.

Karasmaa, N., Kivari, M., Kurri, J., Laakso, J., Pastinen, V. & Penttilä, T. 2000. Suositukset alueellisten henkilöliikennetutkimusten yhtenäistämiseksi, Liikenne- ja viestintäministeriö. Helsinki. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 28/2000. 200 s.

Kemppinen, M. & Myllylä, M. 2005. Liikenne- ja viestintäministeriön kävelyn ja pyöräilyn tutkimusohjelma 2005-2015. Liikenne- ja viestintäministeriö. Helsinki. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 12/2005. 48 s.

Københavns Kommune. 2009. Trafiktal og andre færdselsundersøgelser 2005-2009. Teknik- og Miljøforvaltningen. Viitattu 5.6.2010. Saatavissa: http://kk.sites.itera.dk/apps/kk_publicationer/pdf/700_vlHHwOpTTd.pdf.

Litman, T., Blair, R., Demopoulos, P., Eddy, N., Fritzel, A., Laidlaw, D., Maddox, H. & Forster, H. 2006. Pedestrian and Bicycle Planning – A Guide to Best Practice. Victoria Transport Policy Institute. Viitattu 7.8.2010. Saatavissa: <http://www.mrsc.org/ArtDocMisc/PedBikePlanGuide.pdf>

Litmanen, J., Saastamoinen, K., Kemppinen, M., Horppila, H., Kärki, J.- & Rantala, V. 2006. Kevyen liikenteen laskentatietojen hallinta- ja tietopalveluiden määrittely. Liikenne- ja viestintäministeriö. Helsinki. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 7/2006. 76 s.

LogObjectAG. 2010. Dynamic Resource Management. LOTraffic- Traffic Measurement. Viitattu 8.8.2010. Saatavissa: http://www.logobject.ch/en/htm/inf_LOTraffic.php

Luukkonen, T. 2011. Pyöräilyn ja kävelyn laskentamalli Suomeen. Tampereen teknillisen yliopisto. Rakennustekniikan koulutusohjelma. Tampere. 129 s.

Malinovski, Y., Zheng, J. & Wang, Y. 2009. Model-free video detection and tracking of pedestrians and bicyclists. Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering 24, 3, pp. 157-168.

Natural England. 2011. Our work- Research and Evidence- People and access. Health Economic Assessment Tool (HEAT) for Walking. Viitattu 12.4.2011. Saatavissa: <http://www.naturalengland.org.uk/ourwork/research/peopleandaccess.aspx>

NBPD. 2009. National Bicycle and Pedestrian Documentation Project. Forms. Viitattu 5.6.2010. Saatavissa: http://bikepeddocumentation.org/index.php/download_file/-/view/18

NBPD. 2010. National Bicycle and Pedestrian Documentation Project. Instructions. Viitattu 9.8.2010. Saatavissa: http://bikepeddocumentation.org/index.php/download_file/-/view/16

NBPD. 2011. National Bicycle and Pedestrian Documentation Project. Conducting Counts. Viitattu 3.3.2011. Saatavissa: http://bikepeddocumentation.org/index.php/download_file/-/view/9

Olsen Engineering. 2010a. Produkter: Cykelbarometer. Viitattu 9.9. 2010. Saatavissa: <http://www.olsene.dk/Cykelbarometer.282.0.html>

Olsen Engineering. 2010b. Produkter: Ecocounter: Akustisk pladesensor (fodgaenger). Viitattu 9.9.2010. Saatavissa: <http://www.olsene.dk/Ecocounter-akustisk.341.0.html>

Otos-Service. 2011. Uutiset- Otos vertailtavana kevyen liikenteen laskennassa. Viitattu 3.4.2011. Saatavissa: <http://www.otosservice.net/info/fi/uutiset>

Papanikolopoulos, N., Somasundaram, G. & Morellas, V. 2010. Practical Methods for Analysing pedestrian and Bicycle Use of a Transport facility. Minnesota Department of Transportation. Research Services. Office of Policy Analysis, Research & Innovation. MN/RC 2010-06. 41 pp. Viitattu 2.3.2011. Saatavissa: <http://www.lrrb.org/pdf/201006.pdf>.

Pasanen, E. 2007. Suojateiden turvallisuus. Liikenneturvallisuuden pitkän aikavälin tutkimus- ja kehittämissuunnitelma. LINTU-julkaisu 7A/2007. Helsinki. Viitattu 6.5.2010. Saatavissa: http://www.lintu.info/SUTI_su.pdf

Presto. 2010. Bicycle barometers (Bike counters).Promotion/Awareness raising. Give Cycling a Push. Implementation Fact Sheet. pp 3. Viitattu 4.2.2011. Saatavissa: http://www.fietsberaad.nl/library/repository/bestanden/presto_barometers.pdf

Rutter, H., Cavil, N., Dinsdale, H., Kahlmeier, S., Racioppi, F. & Oja, P. 2008. Health Economic Assessment Tool for Cycling (HEAT for cycling). User guide, Version 2. World health Organization Europe. Economic Assessment for transport infrastructure and policies. Methodological guidance on the economic appraisal of health effects related to walking and cycling. Viitattu 9.4.2011. Saatavissa: http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0011/87482/E90948.pdf

Saastamoinen, K., Kärki, J. & Lahtisalml, H. 2005. Kevyen liikenteen määrrien laskentajärjestelmän kehittäminen. Liikenne- ja viestintäministeriö. Helsinki. Liikenne- ja viestintä ministeriön julkaisu 35/2005. 78 s.

Schneider, R.J., Arnold, L.S. & Ragland, D.R. 2009. Methodology for counting pedestrians at intersections: Use of automated counters to extrapolate weekly volumes from short manual counts. Transportation Research Record: Journal of the Transportation research Board No. 2140. pp. 1-12.

Schneider, R.J., Patton, R., Toole, J. & Raborn, G. 2005. Pedestrian and Bicycle Data Collection in United States Communities. Quantifying Use, Surveying Users, and Documenting Facility Extent. U.S. Department of Transportation. Federal Highway Administration. Pedestrian and Bicycle Information Center. Viitattu 6.6.2010. Saatavilla: http://www.pedbikeinfo.org/pdf/casestudies/PBIC_Data_Collection_Case_Studies.pdf

Schweitzer, T. 2005. Methods for counting pedestrians. Walk 21-VI "Everyday Walking Culture". The 6th International Conference on Walking in the 21st Century. September 22-23 2005. Zürich, Switzerland. Viitattu 7.8.2010. Saatavissa: http://www.measuring-walking.org/pdf_measuring-walking/counts_resources/paper_walk21_%20th_schweizer.pdf

Southworth, M. 2005. Designing the Walkable City. Journal of Urban Planning & Development 131, 4. pp. 246-257.

Tampereen kaupunki. 2010. Liikennevalot ja muu liikennetelematiikka- Ilmaisimet. Viitattu 5.9.2010. Saatavissa: <http://teto.tampere.fi/valot/ilmaisim.htm>

Tiehallinto. 2004. Kevyen liikenteen edistämisen arviointi- tausta-aineisto. Liikenne- ja viestintäministeriö. Jaloin. Viitattu 19.8.2010. Saatavissa: http://alk.tiehallinto.fi/vaha/jaloin_taustaraportti.pdf

Traffic Technology Ltd. 2011. SDR traffic classifier. Viitattu 12.10.2010. Saatavissa: <http://www.trafficechnology.co.uk/vehicle-monitoring/sdr-radar-classifier>

Via Strada Ltd, 2008. Cycle counting in New Zealand. Land Transport New Zealand. Viitattu 5.5.2010. Saatavissa: <http://www.nzta.govt.nz/resources/sustainable-transport/cycle-counting-in-nz/doc/cycle-counting-in-nz.pdf>

VirtuaaliAMK. 2011. Otanta. Viitattu 7.4.2011. Saatavissa: <http://www2.amk.fi/mater/tutkimusmenetelmat/kvantitat/kuvailu/otanta.htm>

Vitikka, H., Mähönen, N., Saastamoinen, K. & Kalenoja, H. 2003. Kevyen liikenteen laskentojen kehittäminen - esiselvitys. Liikenne- ja viestintäministeriö. Helsinki. Liikenne- ja viestintäministeriön mietintöjä ja muistioita B 30/2003. 69 s.

Vägverket. 2008. Vägverkets metodbeskrivning för mätning av cykelflöden. Vägverket. Publikation 2008:48. Viitattu 1.3.2011. Saatavissa: http://publikationswebbutik.vv.se/upload/4001/2008_48_vagverkets_metodbeskrivning_for_matning_av_cykelfloden.pdf

Haastattelut

Brandt, L.M. 2010. Liikenneanalyttikko, Kööpenhaminan kaupunki. Sähköpostihaastattelut 26.3.-16.6.2010.

Isaksson, K. 2010. Pyöräily/-liikennesuunnittelija, Tukholman kaupunki. Haastattelu 5.10.2010, Tukholma.

Onikki, R. 2010. Finn-Raj Oy. Haastattelut syksy 2010.

Schneider, R. 2010. Tutkija, Berkeleyn yliopisto, Kalifornia. Puhelinhaastattelu 23.11.2010.

Valkema, J. 2011. Liikennesuunnittelija, Groningenin kaupunki. Sähköpostihaastattelu 23.4.2011.

