



Kimmo Karoluoto

KÄVELYN JA PYÖRÄILYN LIIKENNELASKENTA laitteet ja menetelmät

KÄVELYN JA PYÖRÄILYN LIIKENNELASKENTA

laitteet ja menetelmät

Kimmo Karoluoto

Opinnäytetyö

15.4.2011

Rakennustekniikan koulutusohjelma

Oulun seudun ammattikorkeakoulu

Koulutusohjelma	Opinnäytetyö	Sivuja	+	Liitteitä
Rakennustekniikka	Insinööriö	74	+	6
Suuntautumisvaihtoehto	Aika			
Ympäristö- ja yhdyskuntatekniikka	15.4.2011			
Työn tilaajat	Työn tekijä			
Oulun kaupunki, Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus	Kimmo Karoluoto			
Työn nimi				
Kävelyn ja pyöräilyn liikennelaskenta – laitteet ja menetelmät				
Avainsanat				
Liikennelaskenta, jalankulkijat, polkupyörät				

Ilmastonmuutoksen hillitsemisen ja liikenteen energiatehokkuuden kasvattamisen myötä ihmisiä ohjataan suosimaan joukkoliikenteen lisäksi kävelyä ja pyöräilyä. Kävely ja pyöräily ovat olennainen osa joukkoliikenteen matkaketjuja, ja lisäksi polkupyöräily on lyhyillä matkoilla kilpailukykyinen vaihtoehto yksityisautoilulle. Liikennelaskentojen tietoja hyödynnetään kevyen liikenteen verkostojen kehittämiseen ja suunnitteluun. Toistaiseksi tietoa kävelyn ja pyöräilyn liikennemääristä on saatavilla vaihtelevasti, koska sitä ei ole kerätty kovinkaan systemaattisesti.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli testata kävelijöiden ja pyöräilijöiden liikennelaskennoissa käytettäviä koneellisia laskentatekniikoita sekä vertailla niiden laskentatarkkuuksia sekä ominaisuuksia keskenään. Testilaskennat suoritettiin Oulun seudulla tammikuussa 2011 viidellä eri laskentapisteellä. Lisäksi maaliskuussa yhdellä laskentapisteellä suoritettiin koneellinen lisälaskenta. Laskentapisteet erosivat toisistaan niin maaston kuin liikenteen osalta. Testausvaiheessa jokaisella laskentapisteellä käytettiin kolmea eri laskentalaitetta sekä käsinlaskentaa, jonka tuloksiin koneellisten laskentojen tarkkuuksia verrattiin. Laskennoissa käytettiin silmukkalaskinta, integroitua silmukka- ja infrapunalaskinta, kahta erilaista mikroaaltolaskinta sekä kameranlaskinta.

Testilaskennat suoritettiin tammikuussa 2011, joten työn myötä saatiin arvokasta tietoa laitteiden soveltuvuudesta talvisissa sääolosuhteissa tehtävään laskentaan. Lisäksi saatiin yleistä tietoa laitteiden tarkkuustasoista ja ominaisuuksista. Laitetestauksen tuloksista voidaan päätellä, että osa laitteista soveltuu sekä jalankulkijoiden että polkupyöräilijöiden liikennelaskentaan, kun taas osa laitteista soveltuu paremmin pelkkien polkupyörien seurantaan. Talvisten sääolosuhteiden osalta voidaan todeta, että osa laitteista vaatii vielä tuotekehitystä ja testausta, jotta niitä voidaan käyttää ympärivuotisessa jatkuvassa laskennassa. Työ toteutettiin yhteistyössä Oulun kaupungin, Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen, Sito Oulu Oy:n ja Riksroad Oy:n kesken.

Degree programme

Civil Engineering

Thesis

B.Eng.

Number of pages + appendices

74 + 6

Line

Municipal Engineering

Date

April 15, 2011

Commissioned by

City of Oulu,
ELY Centre of North Ostrobothnia

Author

Kimmo Karoluoto

Thesis title

Equipments and Methods of Light Traffic Counting

Keywords

Traffic count, pedestrian, bicycle

Controlling of climate change and intensification of energy efficiency in transport increases the matter of public transportation and light traffic. Walking and cycling are an integral part of public transport travel chains and for short trips bicycle is a competing alternative to a car. Today traffic counting of vehicles is more common than counting pedestrians and cyclists. Information and results which are produced by traffic counting is used for improvement of light traffic surveys. That is why it is important to become active light traffic counting, also.

The main target of this thesis is to test different traffic counting devices for pedestrians and cyclists trying to find out accuracies and features of the devices. In addition we were trying to find out how different counting devices work in winter conditions. A test was performed in Oulu, January 2011. Five different counting devices which were involved in the test are Eco-combo with infrared sensors and inductive loops, SDR traffic classifier, Viacount II traffic counter, Finnish Otos camera device and inductive loops of traffic lights.

Based on the results it can be concluded that some of the devices are suitable for counting pedestrians and cyclists and some of them are more suitable for counting only cyclists. Some of the devices work properly in winter conditions, but some of them clearly need more product development. In Finland people ride bicycles around the year. To produce reliable counting information, it is important that counting devices work properly also in the winter. The work was made in cooperation with City of Oulu, ELY Centre of North Ostrobothnia, Sito Oulu Ltd., Riksroad Ltd. and Oulu University of Applied Sciences.

ALKUSANAT

Tämä insinöörityö on tehty Oulun kaupungin ja Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen tilauksesta Oulun seudun ammattikorkeakoulun rakentamistekniikan osastolle. Työn ohjausryhmään kuuluivat Oulun seudun ammattikorkeakoulun lehtori Terttu Sipilä, Oulun kaupungin liikenneinsinöörit Jukka Talvi ja Jorma Heikkinen, Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen liikenteenhallintavastaava Jani Huttula, Riksroad Oy:n toimitusjohtaja Kimmo Saastamoinen sekä projektipäällikkö Kati Kiiskilä Sito Oulu Oy:stä.

Työn ohjausryhmä kokoontui ensimmäisen kerran työn alkaessa lokakuussa 2010 ja työn aikana kolme kertaa. Näiden lisäksi pidettiin kaksi ohjaustapaamista, joihin osallistuivat Kimmo Saastamoinen ja Kati Kiiskilä. Tapaamisissa sain rakentavaa palautetta ja arvokkaita neuvoja, jotka auttoivat työn etenemisessä.

Haluan kiittää työn ohjausryhmän edustajia ja heidän aktiivista otettaan työn sisällön ohjaukseen. Kiitän myös Intopii Oy:n edustajia heidän mielenkiinnostaan työtä kohtaan ja toimittamastaan laskentalaitteesta. Lisäksi haluan kiittää kaikkia muita minua työssä tukeneita henkilöitä ja tahoja.

Oulussa 15.4.2011

Kimmo Karoluoto

SISÄLTÖ

TIIVISTELMÄ.....	3
ABSTRACT	4
ALKUSANAT	5
1 JOHDANTO.....	7
2 KÄVELY JA PYÖRÄILY OSANA LIIKENNEJÄRJESTELMÄÄ	8
2.1 Kävelyn ja pyöräilyn nykytila.....	8
2.2 Kävelyn ja pyöräilyn kausivaihtelut.....	11
2.3 Pyöräilyn seuranta Suomen kunnissa.....	12
2.4 Tulevaisuuden näkymät.....	15
3 KÄVELYN JA PYÖRÄILYN LIIKENNELASKENNAT	18
3.1 Liikenteen laskennan tarkoitus ja tavoitteet	19
3.2 Laskentamenetelmät	20
3.2.1 Käsinlaskenta	21
3.2.2 Koneelliset laskennat.....	24
3.3 Laskentalaitteiden sovellukset	34
3.4 Liikenteellisten tunnuslukujen määrittäminen.....	34
4 TESTILASKENTOJEN SUORITTAMINEN	38
4.1 Testausohjelma	38
4.2 Testilaitteet	39
4.3 Laskentapaikat	44
5 TESTILASKENTOJEN TULOKSET	54
5.1 Laskentalaitteiden tarkkuus	54
5.2 Nopeustarkastelu.....	60
5.3 Virhelähteet	61
6 YHTEENVETO	63
LÄHTEET	72

LIITE 1. SDR:n ja Eco-multin Lahden vertailumittausten tulokset

LIITE 2. Testilaskentojen taulukkomuotoiset tulokset laskentapisteittäin

1 JOHDANTO

Jalankulun ja pyöräilyn merkitys liikennejärjestelmäsuunnittelussa kasvattaa asemaansa tulevaisuudessa. Ilmaston muutoksen hillitsemisen ja liikenteen energiatehokkuuden parantamisen myötä ihmisiä ohjataan suosimaan joukkoliikenteen lisäksi kävelyä ja pyöräilyä. Viimeaikoina painoarvoa on ollut erityisesti pyöräilyllä, joka on kilpailukykyinen, edullinen sekä ekologinen vaihtoehto henkilöautolle. Liikennelaskennassa kevyen liikenteen määrien seuranta on näytellyt pienempää roolia kuin ajoneuvoliikenteen seurannat. Tietoa kävelyn ja pyöräilyn määristä sekä kehityksestä on saatavilla huomattavasti niukemmin kuin henkilöautoliikenteestä. Laskennassa tulisikin aktivoitua, sillä liikennetiedot ovat oleellinen osa liikennejärjestelmien suunnittelua ja kehittämistyötä.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli testata jalankulun ja pyöräilyn liikennelaskentaan käytettäviä laitteita ja vertailla niiden laskentatarkkuuksia sekä ominaisuuksia keskenään. Työssä tehdyn laitetestauksen erona aikaisempiin oli toteutusajankohta. Aikaisemmat laitetestaukset ovat ajoittuneet kesälle. Tässä työssä tehtävät laskennat ajoittuvat selkeästi talviaikaan. Vertailuun otettiin mukaan yhteensä viisi eri laitetta sekä käsinlaskenta, jonka tuloksiin laitteiden laskemia liikennemääriä myöhemmin verrattiin. Nykyisin markkinoilla olevista laskentalaitteista testattavana olivat Eco-combo, SDR sekä Viacount II -mikroaaltotutkat, Otos-kamerajärjestelmä sekä liikennevalojen silmukkapari.

Työ toteutettiin yhteistyössä Oulun kaupungin, Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen, Riksroad Oy:n ja Sito Oulu Oy:n kesken. Lisäksi Intopii Oy osallistui testausohjelmaan toimittamallaan Otos-kamerajärjestelmällä. Tuloksista voidaan myöhemmin päätellä, mikä laskentatekniikka on soveltuvin vaihtoehto kulloinkin kyseessä olevaan kohteeseen.

2 KÄVELY JA PYÖRÄILY OSANA LIIKENNEJÄRJESTELMÄÄ

Kevyen liikenteen verkostot palvelevat monenlaisia tienkäyttäjiä. Verkostoja käyttävät muun muassa jalankulkijat, pyöräilijät, rullaluistelijat ja -hiihtäjät, potkukelkkailijat ja nykyään varsin usein myös mopoilijat, vaikka tieliikennelaissa mopo määritelläänkin moottoriajoneuvoksi. Osa käytöstä kohdistuu vapaa-aikaan, osa asiointiin ja jotkut hyödyntävät verkostoja työ- sekä koulumatkoillaan. Kevyen liikenteen väylät palvelevat myös joukkoliikenteen käyttäjiä, sillä ne toimivat linkkeinä esimerkiksi kodin ja linja-autopysäkin välillä. Voidaankin ajatella, että verkoston tehtävänä on yhdistää yhdyskunnan osa-alueita toisiinsa. Edellytyksenä verkoston käytölle on kuitenkin, että väylät ovat sijoitettuna oikeisiin paikkoihin ja ne ovat käyttömukavuuksiltaan houkuttelevia. Käyttömukavuuteen vaikuttavat reittien turvallisuus, ympäristöllinen viihtyisyys, helppokulkaisuus ja tietenkin väylien kunto. (RIL 165-1-2005, 413.)

Kuntaliiton, Pyöräilykuntien verkoston ja Kunnossa kaiken ikää -ohjelman vuosina 2010 ja 2011 tekemän selvityksen mukaan Suomen kevyen liikenteen väylissä on parantamisen varaa. Pyöräiteitä on kylläkin paljon, mutta selvityksen mukaan ne ovat usein väärässä paikassa. Myös laatuun ja jatkuvuuteen voitaisiin panostaa enemmän. Lisää tilaa jalankulkijoille ja polkupyöräilijöille kaivataan eniten kaupunkien keskustoihin. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että tilaa joudutaan ottamaan autoilijoilta. (Pyöräilyn olosuhteet Suomen kunnissa -selvitys 2011. 2011, 5.) Toisaalta tanskalaisen kaupunkisuunnittelijan ja arkkitehdin Lars Gemzoen mukaan kokemukset ovat osoittaneet, että suurissa kaupungeissa kävelykeskusten rakentaminen on jouduttanut läheisten ajoväylien liikennettä sekä parantanut liikenteen sujuvuutta (Hynynen 2010, 14).

2.1 Kävelyn ja pyöräilyn nykytila

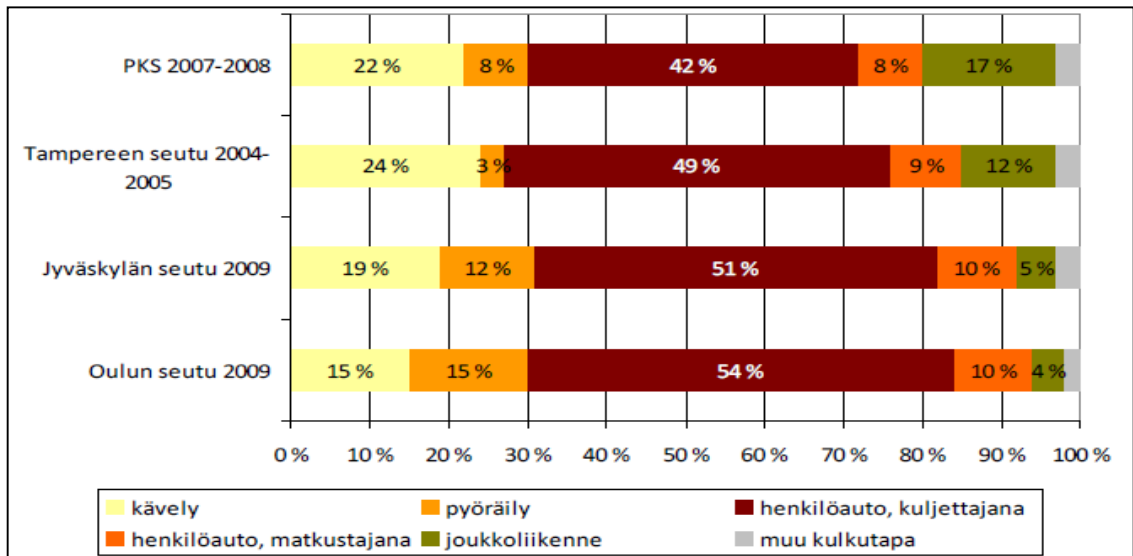
Jalankulku ja pyöräily ovat taloudellisesti sekä ympäristön kannalta edullisia liikkumismuotoja, sillä kulutavoista ei aiheudu päästöjä eikä polttoainekustannuksia. Myös polkupyörän huoltokustannukset ovat huomattavasti henkilöauton vastaavia edullisempia. Jalankulkuun ja pyöräilyyn houkuttelee niiden helppous, liikkumisen vapaus sekä pyöräilyn osalta nopeus.

Tutkimusten mukaan monissa taajamista polkupyörä on nopein kulkuneuvo alle seitsemän kilometrin matkoilla (Tiesitkö tämän liikenteestä? 2011).

Positiivista näkökulmaa kävelyyn ja pyöräilyyn tuovat edellä mainittujen tekijöiden lisäksi huomattavat terveysvaikutukset. Osa ihmisistä liikkuu aktiivisesti vapaa-ajallaan käyttäen hyväkseen kevyen liikenteen verkostoja. Lenkkeily, pyöräily ja rullaluistelu kohentavat kuntoa ja terveyttä. Kun päivittäisiä matkoja, esimerkiksi työ- tai koulumatkoja suoritetaan jalan tai pyörällä, voidaan puhua hyötyliikunnasta. Päivittäinen puolen tunnin reippaampi kävely tai pyöräily riittää hyvin ylläpitämään peruskuntoa. Tärkeimpänä kohderyhmänä tälle hyötyliikunnalle pidetään työssäkävijöitä, opiskelijoita ja koululaisia, jotka eivät vapaa-aikanaan harrasta aktiivista liikkumista. Hyvä kunto näkyy ihmisen vireystilan kasvuna ja täten auttaa jaksamaan paremmin niin töissä, koulussa kuin kotonakin. (Kävelyn ja pyöräilyn valtakunnallinen strategia 2020. 2010, 9.)

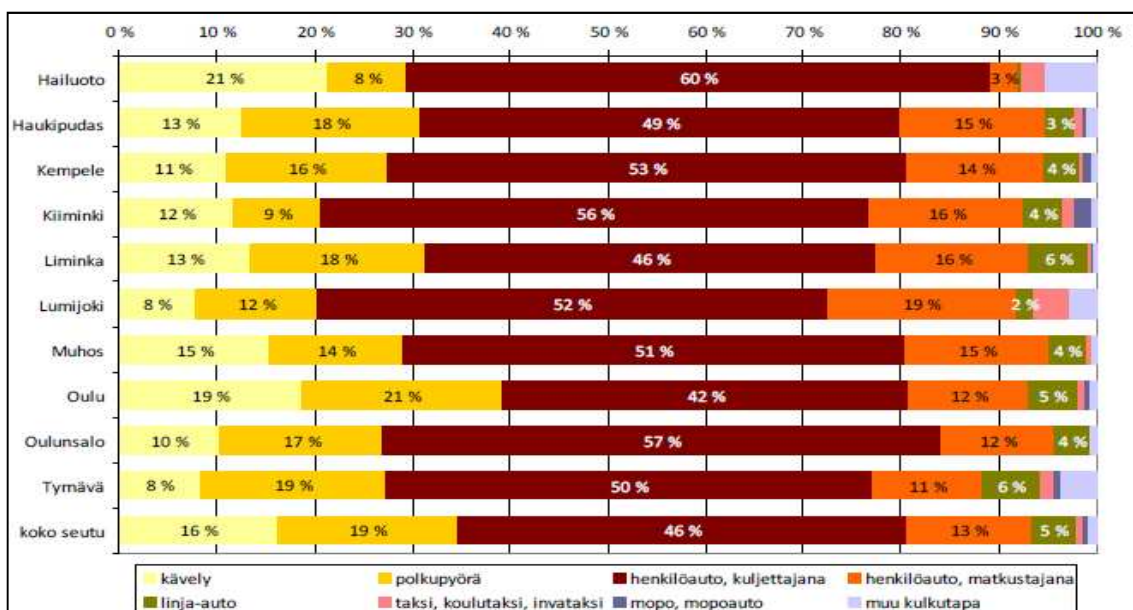
Suomessa kevyen liikenteen kulkumuoto-osuus kaikesta liikenteestä on keskimääräisen matkaluvun mukaan 32 %, kun taas henkilöautojen osalta tuo luku on lähes 58 %. Jalan tehdyt matkat kohdentuvat pääasiassa päivittäisiin kauppaa- ja asiointimatkoihin sekä vapaa-aikaan. Pyörällä liikutaan näiden lisäksi työ- ja koulumatkoja. Kokonaisuudessaan kävelyn osuus on hieman yli 20 % ja pyöräilyn hieman alle 10 %. (Henkilöliikennetutkimus 2004 - 2005. 2006, 28.) Jos vertailun vuoksi tarkastellaan esimerkiksi Hollantia, jossa yksityisen moottoriajoneuvoliikenteen osuus on noin 32 %, voidaan yhteiskuntaamme ainakin toistaiseksi pitää varsin henkilöautokeskeisenä (Tahkola 2010, 9).

Kuvassa 1 on esitetty kulkutapajakaumat eri kaupunkiseuduilla. Siitä ilmenee kaupunkien välisiä eroja kevyen liikenteen kulkutapojen valinnassa. Esimerkiksi pääkaupunki- ja Tampereen seudulla kävelyn osuus kevyestä liikenteestä on huomattavasti suurempi kuin Jyväskylän tai Oulun seudulla.



KUVA 1. Kulkutapajakauma Oulun seudulla, Jyväskylän seudulla, Tampereen seudulla ja pääkaupunkiseudulla viimeaikaisissa liikennetutkimuksissa (Oulun seudun liikennetutkimus 2009. 2010a, 41)

Kuvasta 2 nähdään, kuinka kulkumuoto-osuudet jakautuvat Oulun seudulla. Kevyttä liikennettä käytetään selkeästi eniten Oulussa, jossa kevyen liikenteen osuus on 40 %.

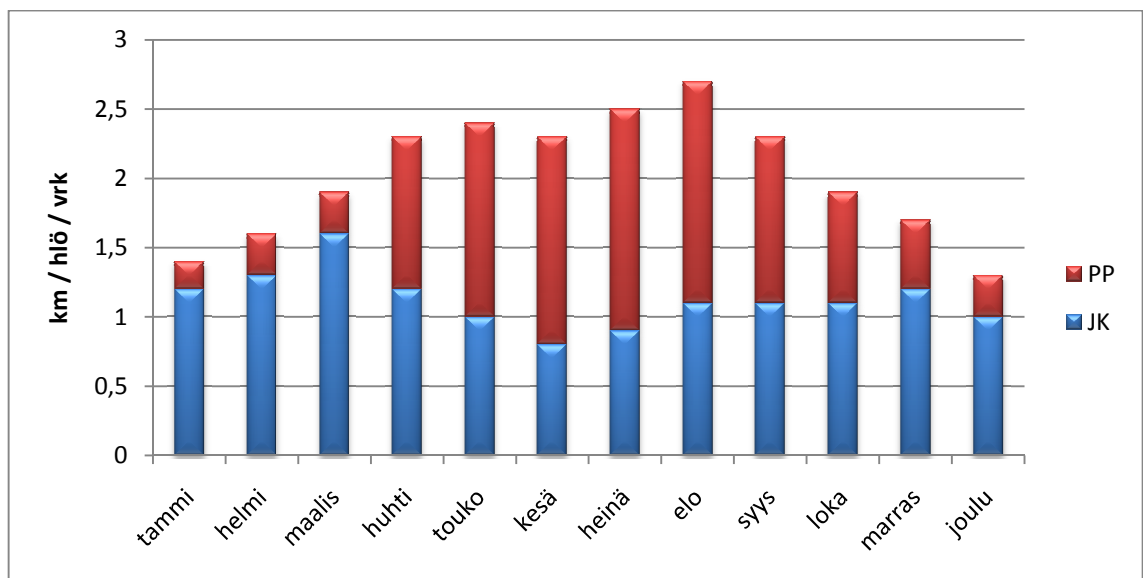


KUVA 2. Oulun seudun kulkutapaosuudet asuinkunnittain (Oulun seudun liikennetutkimus 2009. 2010a, 20)

2.2 Kävelyn ja pyöräilyn kausivaihtelut

Kausivaihtelulla tarkoitetaan vuoden sisällä tapahtuvia vuosittain toistuvia muutoksia. Vaikkeivat muutokset olekaan joka vuosi täysin identtisiä, ne noudattavat kuitenkin tiettyä trendiä. Kärjistettynä esimerkkinä mainittakoon säätilojen vaihtelut eri vuoden aikoina – kesällä on lämmin ja talvella kylmä.

Jalankulun ja pyöräilyn osalta vuodenajat aiheuttavat selkeästi vaihtelua kulkutavan valintaan. Kuten kuvasta 3 nähdään, pyöräliikenteen osuus kasvaa huomattavasti kesäkuukausina. Talvipyöräilyn osuutta Helsingissä, Jyväskylässä, Oulussa ja Rovaniemellä on tutkittu osana liikenne- ja viestintäministeriön Jaloin-hanketta. Talvipyöräilyn osuudet kaupunkien väleillä vaihtelevat 10 %:sta 27 %:iin. Helsingissä talvipyöräilyn osuus on 10 % koko vuodesta ja Jyväskylässä 20 %. Oulussa talvipyöräilyn osuus on 25 % ja vähiten vaihtelua on Rovaniemellä, missä osuus on 27 % koko vuoden pyöräilystä. Oulun prosenttiosuutta laskee pyöräilyn erittäin raju kasvu huhtikuussa. (Talvipyöräilyn laajuus, sen esteet ja motiivit sekä terveysvaikutukset. 2003, 10–12.)



KUVA 3. Kevyen liikenteen kausivaihtelu koko maassa vuorokauden keskimääräisen matkasuoritteen perusteella esitettynä (Pastinen 1999, 74)

Sääolosuhteet vaikuttavat etenkin pyöräilyn määrään. Lämpötila, vesi- ja lumisade sekä tuulisuus ovat merkittäviä vaikuttajia etenkin niille, jotka eivät pyöräile säännöllisesti päivittäisiä työ-, opiskelu- tai asiointimatkoja. Jalankulkija voi helposti suojautua sateelta sateenvarjolla, mutta pyöräily vaatii sen sijaan vettä pitävän vaatekerran lisäämistä. Pitkään jatkunut sade voikin vähentää pyöräilijöiden määrää jopa puoleen. Niinpä sääolosuhteiden muutokset heijastuvat myös kevyen liikenteen kausivaihteluun. Vähiten kausivaihtelua esiintyy lyhyillä matkoilla. (Kevyen liikenteen suunnittelu. 1998, 18–24.)

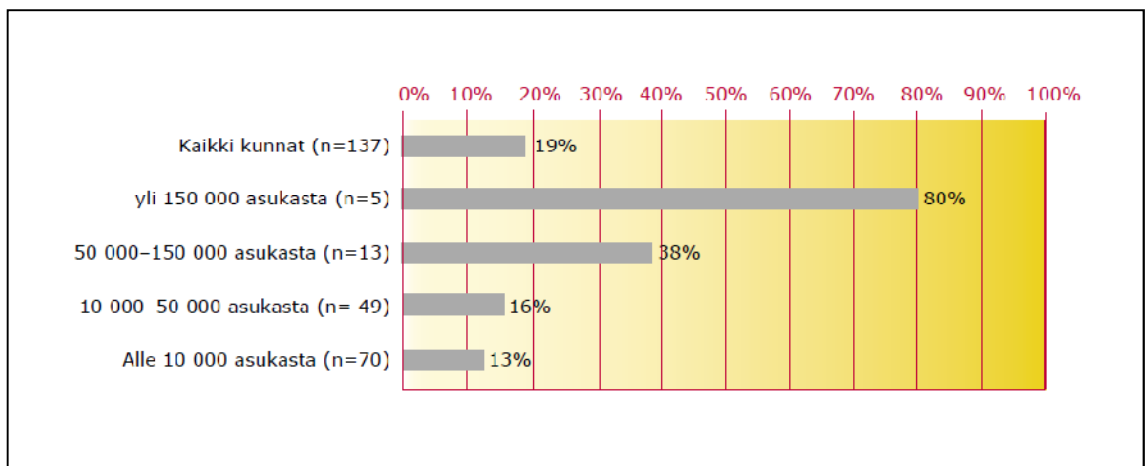
Liikenteen laskennassa kausivaihtelut otetaan huomioon liikenteellisten tunnuslukujen määrittämisessä. Tuolloin puhutaan kausivaihtelukertoimista, joiden avulla voidaan lyhytaikaisenkin laskennan perusteella esittää tutkittavan väylän keskivuorokausiliikenne. Kausivaihtelukertoimia voidaan tuottaa vuoden ympäri tehtyjen liikennetutkimusten ja -laskentojen pohjalta. Liikennevirastolla on luotettavat kausivaihtelukertoimet ajoneuvoliikenteelle, mutta kevyen liikenteen osalta tietoa on niukemmin. Ajoneuvoliikenteen puolella tietojen kerääminen on jatkuvaa ja erittäin systemaattista. Tätä tilaa tulisi tavoitella myös jalankulkijoiden ja pyöräilijöiden seurannassa. Luotettavia kertoimia onkin syntymässä kovaa vauhtia Helsingissä ja Espoossa sekä Tampereella ja Jyväskylässä.

2.3 Pyöräilyn seuranta Suomen kunnissa

Polkupyöräilyn seuranta on Suomen kunnissa heikolla tasolla ja voidaan olettaa, että jalankulkijoiden osalta ei olla sen aktiivisempia. Pyöräilyn kulkumuoto-osuus on tiedossa vain joka neljännessä kunnassa ja monessa tapauksessa tiedot ovat vanhoja, eivätkä välttämättä kuvaa pyöräilyn nykytilaa. Varsinaista seurantaa toteutetaan noin viidenneksessä kunnista. Seurannassa, tilastoinnissa ja palautteen keräämisessä tulisi aktivoitua, koska juuri nämä tekijät mahdollistavat tehokkaan kehitystyön pyöräilymäärien kasvattamiseksi. (Pyöräilyn olosuhteet Suomen kunnissa -selvitys 2011. 2011, 52–53.)

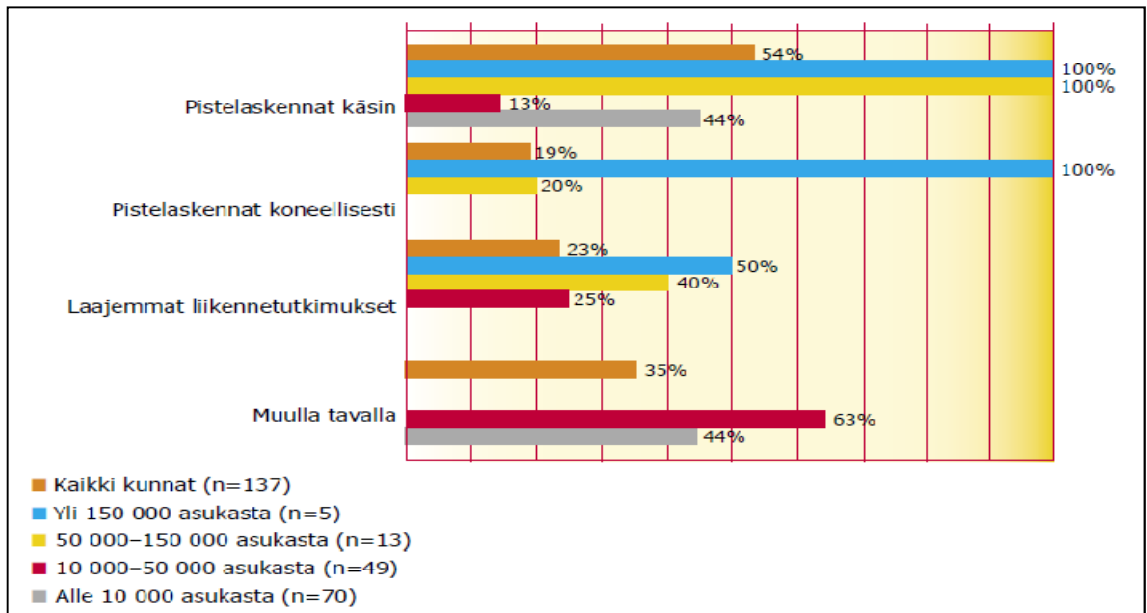
Kuvasta 4 nähdään, että yli 150 000 asukkaan kaupungeista 80 % seuraa pyöräilyn määriä. Voidaan myös todeta, että seurannan määrä laskee selvästi pienempiin kuntiin mentäessä. Kaikki Suomen keskisuuret, 50 000–150 000 asukkaan kaupungit vastasivat yhtä lukuun ottamatta

vuoden 2011 selvitykseen. Näiden kaupunkien osalta seurantaprosenttia laskevat merkittävät erot 80 000–150 000 ja 50 000–80 000 asukkaan kaupunkien väleillä. 83 % suuremmista keskisuurista kaupungeista (n=6) seuraa pyöräilyn määrää. Pienissä keskisuurissa kaupungeissa (n=7) pyöräilyn määrää ei seurata ollenkaan. Useimmin pyöräilyn määriä seurataan kunnissa, joissa on laadittu pyöräilyn kehittämissuunnitelma. (Pyöräilyn olosuhteet Suomen kunnissa -selvitys 2011. 2011, 28.)



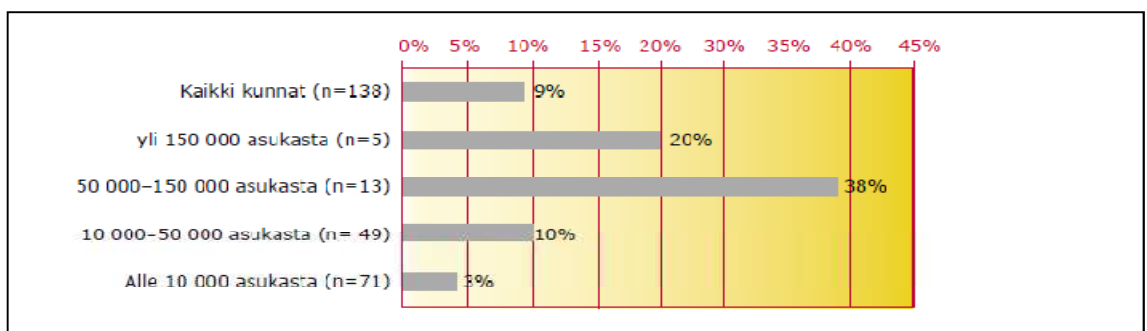
KUVA 4. Pyöräilyn määrien seuraaminen erikokoisissa kunnissa (Pyöräilyn olosuhteet Suomen kunnissa -selvitys 2011. 2011, 28)

Tutkimuksen mukaan käytössä olevista laskentamenetelmistä yleisin on käsinlaskenta. Koneellista laskentaa hyödynnetään noin viidesosassa niistä kunnista, joissa laskentaa toteutetaan. Koneellisen laskennan vähäisyys pienemmissä kaupungeissa ja kunnissa on nähtävissä kuvassa 5. Kuvasta nähdään myös, että koneellista laskentaa käytetään kaikissa yli 150 000 asukkaan kaupungeissa. Näitä ovat Helsinki, Espoo, Tampere, Vantaa sekä Turku. Pienissä kaupungeissa ja kunnissa pyöräilyn määriä on kartoitettu muun muassa polkupyöräkampanjoiden yhteydessä tehtyjen pyöräilymerkintöjen perusteella. (Pyöräilyn olosuhteet Suomen kunnissa -selvitys 2011. 2011, 28.)



KUVA 5. Pyöräilymäärien seuraamisen menetelmät erikokoisissa kunnissa (Pyöräilyn olosuhteet Suomen kunnissa -selvitys 2011. 2011, 29)

Yleisesti ottaen suuremmilla kaupungeilla on aktiivisempi ote laskentaan sekä järjestelmien kehittämiseen, mutta on huomattava, että tarve kasvaa käyttäjämäärien kasvun myötä. Suuremmilla kaupungeilla on käytettävissään myös enemmän rahaa ja resursseja. Koneelliset laskennat ovat kuitenkin yleistymässä ja vuoden 2010 selvitykseen vastanneista kaupungeista ja kunnista osa on suunnitellut uusien laskentalaitteiden hankkimista ja osassa kartoitetaan sopivinta laskennan työvälinettä. Kuvasta 6 nähdään, että nykyään pyöräilyn seurantaan liittyviä kehittämishankkeita on meneillään 13 kunnassa.



KUVA 6. Seurantaan liittyvät kehityshankkeet erikokoisissa kunnissa (Pyöräilyn olosuhteet Suomen kunnissa -selvitys 2011. 2011, 29)

2.4 Tulevaisuuden näkymät

Keveyen liikenteen osuuden kasvattaminen päivittäisessä liikenteessä on varsin globaali trendi. Päästöttömänä liikenteen muotona keveyen liikenteen suosiminen tukeekin tavoitteita ja kansainvälisiä ohjelmia kasvihuoneilmiön hillitsemisestä. Sen lisäksi, että kävely ja pyöräily edistävät kestävästä kehitystä, ne myös liikkumismuotona sopivat valtaosalle väestöstä. Etenkin pyöräilystä ollaan kehittämässä varteen otettavaa kilpailijaa henkilöautolle, ja joissakin Euroopan kaupungeissa polkupyörän kulkumuoto-osuuden kasvattamisessa on onnistuttu hyvin. Jotta kehitystä saadaan aikaan, täytyy ensin laatia selkeät tavoitteet ja saavuttaa yhteinen tahtotila asetettuihin tavoitteisiin pääsemiseksi.

Liikenne- ja viestintäministeriö on laatinut valtakunnalliset strategiset linjaukset ja tavoitteet vuodelle 2020. Linjaukset jakaantuvat neljään pääosiin. Tavoitteena on lisätä kävelyn ja pyöräilyn määrää, kasvattaa keveyen liikenteen arvostusta, eheyttää kaupunkien yhdyskuntarakenteita sekä mahdollistaa strategian toteutuminen poliittisella tasolla. Aluksi kuitenkin täytyy tunnustaa kävely ja pyöräily kaupunkien tärkeimmäksi perusliikkumismuodoksi. (Kävelyn ja pyöräilyn valtakunnallinen strategia 2020. 2010, 5)

Valtakunnallisena tavoitteena on kasvattaa kävelyn, pyöräilyn ja julkisen liikenteen matkoja 20 % vuoden 2005 matkamääristä. Keveyen liikenteen osalta tämä tarkoittaa vuositasolla tarkasteltuna 300 miljoonan matkan lisäystä, jolloin kävelyn ja pyöräilyn yhteinen kulkutapaosuus nousee nykyisestäään 35–38 %:iin. Lisäys vuoden 2005 32 %:iin tulee olla siirtymää henkilöauto-liikenteestä. (Kävelyn ja pyöräilyn valtakunnallinen strategia 2020. 2010, 6.)

Keveyen liikenteen arvostuksen ja motivoinnin lisääminen edellyttää, että muun muassa työnantajat, koulutoimi ja media kannustavat ihmisiä pyöräilyyn ja jalankulkuun. Kun yhteiskunta on kannustava ja motivoiva, on henkilökohtaisten liikkumistottumuksien ja asenteiden muuttaminen joissain määrin helpompaa. Päästöttömän liikkumismuodon tullessa tavaksi, ei sitä tarvitse enää erikseen valita tai perustella. (Kävelyn ja pyöräilyn valtakunnallinen strategia 2020. 2010, 6.)

Maankäytön suunnittelun tulee olla yhdyskuntarakennetta eheyttävää ja välimatkojen kodin ja palveluiden välillä on oltava kohtuullisia. Palveluiden lisäksi työpaikkojen ja oppilaitosten tulee olla helposti saavutettavissa kevyen liikenteen kulkutavoilla. Tällöin kevyen liikenteen verkosto on houkutteleva ja polkupyörä on luonteva valinta esimerkiksi työmatkan tekoon. Aktiivinen talvi- ja kesäkauden kunnossapito on edellytys sille, että ihmiset käyttävät kevyttä liikennettä ympäri vuoden ja kunnossapito kasvattaa myös liikenneturvallisuutta. (Kävelyn ja pyöräilyn valtakunnallinen strategia 2020. 2010, 6-7.)

Poliittisella tasolla kävelyn ja pyöräilyn arvoa on nostettava ja priorisoitava liikkumismuotoina niin valtakunnallisessa kuin kunnallisessa liikennejärjestelmäsuunnittelussa. Tämä vaatii poliittista ja taloudellista tukea, sillä nykyiset kevyen liikenteen kehittämiseen ohjatut niukat rahoitukset eivät riitä kulkumuoto-osuuksien kasvattamiseen. Rahoitusta tulee myös ohjata väylien kunnossapitoon ja rakentamiseen sekä päästöttömien liikennemuotojen markkinointiin. Strategian toteutumisen ja ennen kaikkea etenemisen kannalta on tärkeää, että aikaansaaduista muutoksista tuotetaan aktiivisemmin tilastotietoa kuin ennen. Tällöin varsinaisten tavoitteiden toteutumisen ja eri toimenpiteiden vaikuttavuuden arvioiminen on tehokkaampaa. (Kävelyn ja pyöräilyn valtakunnallinen strategia 2020. 2010, 7.)

Strategian linjausten toteutuminen valtakunnallisella tasolla tarkoittaa tietenkin sitä, että tavoitteisiin tartutaan kuntatasolla riittävällä panoksella. Onkin äärimmäisen tärkeää, että asetetaan kaupunkikohtaisia tavoitteita kevyen liikenteen aseman kasvattamiseksi. Kaupunkikohtaisten tavoitteiden tulee olla realistisia, mutta samalla vaikutuksiltaan merkitseviä. Tavoitteisiin pääseminen edellyttää myös suunnitelmaa tai ohjelmaa eri toimenpiteistä ja menetelmistä, joilla haluttu päämäärä voidaan saavuttaa. Liikennevirasto onkin julkaisemassa valtakunnallisen kävelyn ja pyöräilyn toimenpidesuunnitelman vuoden 2011 kuluessa. Toimenpidesuunnitelmaa on laadittu yhteistyössä muun muassa ELY-keskuksien sekä kuntien ja kaupunkien kanssa.

Esimerkkinä tavoitteista ja toimenpiteistä mainittakoon Helsingin kaupunki, joka on asettanut päätavoitteekseen pyöräilyn kulkutapaosuuden nostamisen 15 prosenttiin vuoteen 2020 mennessä. Tavoite saavutetaan mahdollistamalla ympärivuotinen työmatkapyöräily järjestelmällisellä talvikunnossapidolla sekä täydentämällä ja yhtenäistämällä nykyistä pyörätieverkostoa. Näiden lisäksi kaupungin pyöräteiden suunnitteluohjeita päivitetään vastaamaan nykyisiä tarpeita. (Sala-Sorsimo 2011, 22–23.)

Kevyen liikenteen verkostojen kehittämiseen tarvitaan myös liikennetietoa. Kuten sanottua, liikennetietoa kävelystä ja pyöräilystä on saatavilla huomattavasti vähemmän kuin moottoriajoneuvoliikenteestä. Tietotarvetta esiintyy niin hanketasolla kuin kunnallisella ja valtakunnallisella tasolla. Perustietoa kerätään jatkuvan laskennan pisteillä, joita vuonna 2005 esiintyi pääasiassa pääkaupunkiseudulla. Viimeisen kuuden vuoden aikana jatkuvan laskennan pisteitä on kuitenkin perustettu myös muutamilla muilla suuremmilla kaupunkiseuduilla. Tulevaisuudessa laskentapisteen määrää voisi kasvattaa vielä nykyisestään. Parin laskentapisteen perustaminen jokaiseen kaupunkiin tuottaisi valtakunnallisesti laajan pisteverkon, jolloin määrä- sekä vaihtelutietoa kävelystä ja pyöräilystä alkaisi ajan myötä kertyä kattavasti. Pisteen perustaminen tulisi kärkipäässä toteuttaa isojen kaupunkien ja liikenneviraston toimesta. Suurimman hyödyn saamiseksi tulisi muodostaa organisaatio tai työryhmä, joka ylläpitää ja rekisteröi pisteiltä kerättyä dataa. Ylläpitäjä vastaisi siitä, että liikennetieto kerätään yhteen tietokantaan. Tällöin tietokannasta voitaisiin tuottaa keskenään vertailukelpoista liikennetietoa. (Saastamoinen - Kärki - Lahtisalmi 2005, 48.)

3 KÄVELYN JA PYÖRÄILYN LIIKENNELASKENNAT

Liikenteen laskentaa suoritetaan sekä projektikohtaisiin tarpeisiin että laajempien liikennetutkimuksien yhteydessä. Liikennetutkimuksien tavoitteena on kerätä tietoa liikkumisesta ja liikenteen ominaisuuksista. Tutkimuksilla pyritään etsimään vastauksia kysymyksiin: Missä liikutaan? Miten liikutaan? Miksi liikutaan? Luonteeltaan tutkimukset voivat olla kaupunki- tai seutukohtaisia. Tutkimuksia tehdään myös valtakunnallisella tasolla.

Liikennetutkimukset voidaan karkeasti jakaa kahteen ryhmään. Toisessa tutkitaan ihmisten liikkumistarpeita eli liikennettä aiheuttavia tekijöitä sekä varsinaisia matkoja ja toisessa keskitytään liikennevirtoihin. Matkoja ja liikkumistarpeeseen vaikuttavia tekijöitä tutkitaan henkilöliikenne- sekä määräpaikkatutkimuksina. Näiden tutkimusten olennaisena tunnusmerkkinä on se, että ihmiset tietävät olevansa tutkimuksen kohteena. Henkilöliikennetutkimukset toteutetaan yleensä puhelinhaastatteluina, joihin liitetään paperinen tai sähköinen kyselylomake. Tiedonkeräyksessä käytetään myös tutkimukseen osallistuvien kotitalouksien täyttämiä matkapäiväkirjoja. Henkilöliikennetutkimuksien päätavoitteena on kerätä tietoa tutkimusalueella asuvien asukkaiden liikkumisesta. Asukailta voidaan kysyä esimerkiksi päivittäisiä matkamääriä, matkan tarkoituksia, kulkumuotoja tai omistettujen autojen lukumäärää. Suomessa valtakunnallisia henkilöliikennetutkimuksia tehdään kuuden vuoden välein. (RIL-165-1-2005, 213, 224.)

Määräpaikkatutkimuksien päätavoitteena on kerätä tietoa matkojen tarkoituksesta ja liikenteen suuntautumisesta. Tutkimukset suoritetaan pääsääntöisesti väylänvarsihaastatteluina. Ajoneuvoliikenteen osalta nykyisin käytetään useimmiten rekisteritunnistusmenetelmää, jossa ajoneuvon kulkema reitti voidaan määrittää kuvamateriaalista tai myöhemmin postissa lähetettävästä haastattelusta. Väylänvarsihaastattelut täytyy toteuttaa siten, että niistä ei aiheudu kohtuutonta häiriötä liikenteelle. Haastatteluissa tulee huomioida myös liikenneturvallisuus. Haastatteluiden tulee olla lyhyitä, jolloin kysymyksiä ei voida esittää suuria määriä. Yleensä

selvitetään ainakin matkustajien lukumäärä, matkantarkoitus sekä matkan lähtö- ja määräpaikka. (RIL-165-1-2005, 223.)

Liikennevirtojen tutkimuksissa kiinnitetään huomiota liikennemääriin, nopeuksiin, matka-aikoihin, viiveisiin sekä pysäköintiin. Myös liikennemelua voidaan lähestyä liikennevirtoja tarkastelemalla. Kevyen liikenteen osalta keskitytään yleensä liikennemäärien tarkkailuun eli liikenteen laskentaan. Väylien välityskyvyt, viiveet, liikennemelu ja pysäköinti kiinnostavat lähinnä silloin, kun tutkitaan ajoneuvoliikennettä. (RIL-165-1-2005, 213.) Polkupyörien pysäköintiin liittyvien tutkimusten tarve kasvaa, kun polkupyöräilijöiden liikennemäärät kasvavat huomattavasti.

Kevyen liikenteen väylien nopeustutkimuksia voidaan pitää tärkeänä, kun tarkastellaan mopojen ja nopeimpien pyöräilijöiden vaikutusta kevyen liikenteen liikenneturvallisuuteen (Saastamoinen ym. 2005, 48). Oulussa on viimeaikoina pyritty vähentämään mopoilun määrää kevyen liikenteen verkolla. Periaatteessa nopeustutkimuksilla on mahdollista tarkkailla verkoston väärinkäyttöä niillä väylillä, joissa mopoilu on aikaisemmin ollut sallittua. Voihan olla, että väylillä mopoillaan kiellosta huolimatta.

3.1 Liikenteen laskennan tarkoitus ja tavoitteet

Kevyen liikenteen verkoston suunnittelussa lähtökohtana on maankäyttö, eli suunnittelua ohjaa useimmiten joko valmis asemakaava tai asemakaavan laadinta. Luonnollisesti verkoston tarve syntyy sinne, missä on asutusta sekä palveluita. (RIL-165-1-2005, 413.)

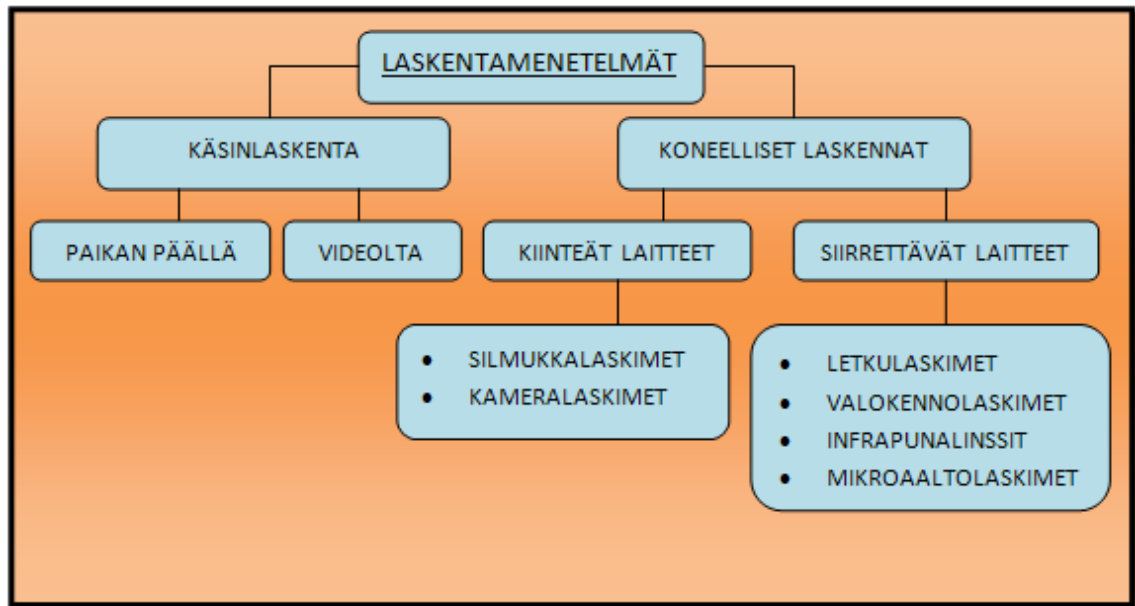
Myös liikenteen laskentaa voidaan käyttää suunnittelun apuna. Kerätty liikennetieto kertoo, kuinka aktiivisesti ja missä ihmiset todella kulkevat. Liikenteen laskentaa tehdään sekä liittymistä että poikkileikkauksilaskentana. Kevyen liikenteen laskennoissa kysymykseen tulevat lähinnä poikkileikkauksilaskennat. Poikkileikkauksilaskennoilla saadaan tietoa tutkittavan väylän käyttäjämääristä ja kulkumuoto-osuuksista. Käytännössä laskennassa kirjataan ylös tietyn pisteen ohittavat tienkäyttäjät tietynä laskenta-aikana. Erityyppisiä laskennallisia kertoimia

käyttäen voidaan saaduista tiedoista laskea liikenteellisiä tunnuslukuja, kuten keskivuorokausiliikenne. Kausivaihtelukertoimien lisäksi käytetään viikonpäivä- ja tuntivaihtelukertoimia. (RIL-165-1-2005, 214–215.)

Väylien teknisten ratkaisujen suunnittelun lisäksi laskentatietoja hyödynnetään liikenteen perustiedon kokoamiseen. Laskennoilla voidaan tarkkailla liikennemäärien yleistä kehitystä, liikenteen vaihtelumuotoja sekä väylänosien liikennemääriä. Tässä vaiheessa tulee muistaa, että laskennoista selviää vain liikennemäärät, eikä esimerkiksi matkan tarkoitusta tai reitin valintaan vaikuttavia tekijöitä voida kartoittaa. Siksi tehdäänkin erikseen jo aiemmin mainittuja määräraippatutkimuksia. (Mäntynen ym. 2006, 41– 42.)

3.2 Laskentamenetelmät

Käsinlaskennan avuksi on nykyään käytössä useita koneellisia laskentatekniikoita ja -laitteita. Käsinlaskentaa käytetään lähinnä lyhyiden otoslaskentojen suorittamiseen joko paikanpäällä kohteessa tai videokuvan pohjalta tehtynä laskentana. Koneellista laskentaa taas on käytetty pääasiassa jatkuvissa laskennoissa, ja kertaluonteisissa otoslaskennoissa tekniikoiden käyttö on ollut vähäisempää. Koneellisesti tehtävään otoslaskentaan soveltuvat ne laitteet, jotka ovat helposti siirrettävissä. Kuvassa 7 laskentamenetelmät on jaettu käsin tai koneellisesti tehtävän laskennan mukaan. Koneelliset laskennat on jaettu kiinteästi asennettaviin sekä siirrettäviin laitteisiin. Kiinteästi asennettavat laitteet vaativat esimerkiksi silmukan rakentamista tai jatkuvaa 240 V:n sähkövirtaa. Siirrettävät laitteet toimivat akuilla tai pattereilla ja niiden paikkaa on helppo vaihtaa.



KUVA 7. Laskentamenetelmien jako toteutustavan mukaan

Käsinlaskentaa on luonnollisesti tehty pidempään kuin koneellista laskentaa. Esimerkiksi Oulusta on olemassa käsinlaskentaan pohjautuvaa kevyen liikenteen historiatietoa jo 1960-luvulta lähtien (Oulun seudun liikennetutkimus 2009. 2010b, 30). Kevyen liikenteen koneelliset laskennat alkoivat Helsingissä ja Espoossa polkupyörälaskennoista 1990-luvulla, kun muualla Suomessa koneelliset laskennat yleistyivät hieman myöhemmin 2000-luvulla (Saastamoinen ym. 2005, 12–13). Suuri osa jalankulkijoiden ja pyöräilijöiden laskentaan käytettävistä tekniikoista tulevat suoraan ajoneuvoliikenteen laskennoista.

3.2.1 Käsinlaskenta

Käsinlaskenta tapahtuu käytännössä paperille, laskentalaitteelle tai tietokoneelle tehtävänä kirjanpitoa. Laskentaa voidaan vaihtoehtoisesti tehdä videokuvan pohjalta esimerkiksi huonojen sääolosuhteiden vuoksi. Kirjanpidossa kannattaa käyttää valmiiksi laadittua laskentataulukkoa, jonka sarakkeet vastaavat kulloinkin tutkittavia liikkujia. Esimerkiksi talvella tehtävässä laskennassa seurataan rullaluistelijoiden sijaan potkukelkkailijoita. Kuvassa 8 on esitetty yleisesti käytetty käsinlaskennan kenttälomake.

Kevyen liikenteen laskennan kenttälomake
Pvm: _____ **laskentapaikan NRO:** _____
Laskija: _____

Laskenta-aika klo 13 - 18. Piirrä kääntöpuolelle kaavio laskentapaikasta ja merkitse siihen, mitä osaa laskentapoikkileikkauksesta tämä lomake koskee. Laske lopuksi liikennemäärät yhteen.

Huom! laskenta tehdään suunnittain. Kulkusuunta: _____

KLO	Jalankulkijat	Polkupyöräilijät		Mopoilijat		Rullaluistelijat	
		Kypärä	Ei kypärää	Kypärä	Ei kypärää	Kypärä	Ei kypärää
13.00 - 13.15							

KUVA 8. Yleisesti käytetty kevyen liikenteen laskennan kenttälomake (Oulun seudun liikennetutkimus 2009. 2010b, liite 9)

Tämän työn yhteydessä haluttiin tutkia rinnakkain tai rypäinä liikkuvien ihmisten vaikutusta koneellisten laskentojen tarkkuuksiin. Työssä käytettyyn kenttälomakkeeseen rypäinä kulkeville lisättiin oma sarake (kuva 9.) Haluttujen luokittelu-perusteiden lisäksi lomakkeeseen merkitään laskennan ajankohta, laskentapaikka, liikenteen suunnat sekä kellonajat.

Kevyen liikenteen laskennan kenttälomake

Pvm _____ Kohde _____ Muu* _____

PP-taluttaja	Lastenvaunut	Potkuri
TA	LV	PO

KLO	SUUNTA:					SUUNTA:				
	JK	Rypäs	PP	Rypäs	Muu	JK	Rypäs	PP	Rypäs	Muu

KUVA 9. Tässä työssä käytetty kevyen liikenteen laskennan kenttälomake

Käsinlaskenta voi antaa mielikuvan helposta, yksinkertaisesta ja ehkä jopa edullisesta laskentamenetelmästä. Menetelmänä käsinlaskenta on tarkka, mutta ei täysin virheetön. Haasteena on, että mahdolliset virhelähteet tulee pystyä poistamaan jo ennen laskentaa, sillä

jälkeenpäin virheiden tunnistaminen ja määrittäminen on mahdotonta. Tarkkoihin tuloksiin pääseminen edellyttääkin tehtävään asianmukaisesti koulutettuja ja motivoituneita työntekijöitä. Vilkasliikenteisellä laskentapisteellä virheitä voi muodostua näköyhteyden katkeamisesta, työntekijän tarkkaavaisuuden häirinnästä tai luokittelun vaikeuksista. Käsinlaskennan luokittelun vaikeudet tulevat esille kevyen liikenteen verkolla tavattavien monipuolisten kulkutapojen vuoksi. Vertailukelpoisen laskentatiedon tuottamiseksi on tärkeää, että kellot synkronoidaan oikeaan aikaan aina ennen laskentojen aloittamista. Yleisimmät käsinlaskennan virheet aiheutuvat jakson vaihtumisen unohtamisesta tai tiedonsiirtovaiheessa tapahtuvasta laskuvirheestä. Kun kenttä-lomakkeita kirjoitetaan sähköiseen muotoon, laskuvirheen riski kasvaa käsiteltävän tietomäärän myötä.

Käsinlaskenta tulee toteuttaa siten, että siitä ei aiheudu haittaa liikenteelle. Laskentapaikan valinnassa tulee myös huomioida työturvallisuuteen vaikuttavat seikat. Laskentaa suorittavalla henkilöllä on oltava yllään huomiovärein ja heijastimin varusteltu turvaliivi. Jos henkilöautolla liikuttaessa joudutaan käyttämään kevyen liikenteen väylää, tulee ajoneuvo varustaa oranssilla huomiovilkulla. Käsinlaskenta voi joistakin väylän käyttäjistä tuntua sosiaalisesti häiritsevältä. Virallisesti turvaliiviin pukeutuvan henkilön läsnäoloon ja tarkkailuun suhtaudutaan hyväksyvämmiin. Mikäli työntekijällä on käytössään henkilökortti, tulee se asettaa liiviin tai päällystakkiin selkeästi näkyvälle paikalle. Tämä lisää osaltaan väylän käyttäjien sosiaalisen turvallisuuden tunnetta. Jos laskentatyössä käytetään apuna esimerkiksi opiskelijaryhmää, voisi kyseeseen tulla työtä ohjaavan yrityksen tunnuksilla varustetut väliaikaiset henkilökortit ja/tai turvaliivit.

Käsin tehtävän laskennan kustannuksiin vaikuttavat työntekijöiden palkat, kilometrikorvaukset sekä varusteet. Kustannuksiin tulee lisätä sopivan henkilöstön hankinta- ja koulutuskulut sekä tulosten käsittelyn ja sähköistämisen kustannukset. Voidaan todeta, että laskennan tarkkuudesta joudutaan maksamaan korkeat kokonaiskustannukset.

3.2.2 Koneelliset laskennat

Laskentalaitteista osa soveltuu paremmin lyhytaikaiseen laskentaan ja osalla laitteista voidaan suorittaa jatkuvaa laskentaa ympäri vuoden. Laskentalaitteen valintaan vaikuttavat laskennan kohteen ja tarkoituksen lisäksi laskennan tarkkuus ja luotettavuus. Laitteen valinnassa kannattaa myös huomioida laitteen huomaamattomuus. Huomaamaton laskentalaitte ei häiritse liikennettä eikä ole niin altis ilkeille. Laskentalaitteiden kehittyminen edellyttää aktiivista otetta laitteiden testaukseen ja esiintyvien ongelmien kartoittamiseen. (Saastamoinen ym. 2005, liite 4.) Koneellisia laskentalaitteita on nykyään markkinoilla todella runsaasti. Tässä työssä niistä on käsitelty vain muutamia.

Useimmiten laskentalaitte koostuu tunnistimesta eli sensorista, laskentayksiköstä, virtalähteestä sekä tallentimesta tai langattoman tiedonsiirron mahdollistavasta laitteesta. Sensorit voivat pohjautua useampiin eri tekniikoihin, kuten sähkömagneettiseen induktioon, paine-erojen tunnistukseen, infrapunaan ja mikroaaltotekniikkaan. Laskentalaitte voi hyödyntää myös useampia sensoreita samanaikaisesti – esimerkkinä Eco-combo.

Induktiosilmukan toiminta perustuu sähkömagneettisen kentän muutokseen, jonka ylittävä metallinen ajoneuvo aiheuttaa (Ilmaisimet. 2010). Polkupyörien osalta muutoksen kentässä aiheuttaa pääasiassa polkupyörän vanteen metalli. Yleensä silmukat asennetaan päällystetyille väylälle asfalttiin sahattuihin uriin, jotka kaapelin asentamisen jälkeen bitumoidaan umpeen. Joskus silmukat voidaan asentaa väliaikaisesti tienpintaan ruuvaamalla, mutta tämä ei ole kunnossapidon kannalta edullinen ratkaisu. Silmukoiden asennusta ei voida suorittaa talvella.

Infrapunasäteilyä hyödynnetään liikenteen laskennassa valokennolaskimissa sekä infrapunasäteilyn tunnistavissa linseissä. Valokennolaskimen toiminta perustuu infrapunasädettä lähettävän ja vastaanottavan laitteen yhteyteen. Kun jalankulkija tai pyöräilijä ohittaa säteen eli katkaisee yhteyden laitteiden välillä, tieto tallentuu laskimelle. Infrapunalinssit taas tunnistavat ihmisestä peräisin olevan infrapunasäteilyn, jolloin laite rekisteröi havainnon. (Saastamoinen ym. 2005, liite 4; Pyroelectric Sensor. 2010.)

Tutkalaitteet lähettävät tarkkailtavalle väylälle korkeataajuisia eli mikroaaltoisia pulsseja. Pulssien törmätessä kohteeseen ne heijastuvat takaisin laitteelle, joka laskee heijastuksena palanneen pulssin ohikulkijaksi. Tutkalaitteiden käyttö kevyen liikenteen laskennoissa on uutta ja niiden soveltuvuutta sekä ominaisuuksia kehitetään edelleen.

Letkulaskimet

Paine-erojen tunnistukseen perustuvista tekniikoista polkupyörälaskennoissa on käytetty elastisia letkulaskimia. Laskin havaitsee ylittävän pyöräilijän aiheuttaman ilmapulssin ja laskimelle tallentuu akselimääräinen liikennetieto. Suuntatieto saadaan kahdella rinnakkaisella letkulla. Jotta letkut eivät pääsisi liikkumaan liikenteen vaikutuksesta, ne kiinnitetään tienpintaan esimerkiksi ruuvaamalla. Laitte on helppo asentaa ja sen toiminta on varmaa. Talvisissa olosuhteissa tekniikka ei sovellu pitkäaikaiseen laskentaan talvikunnossapidon vuoksi. Vaikka ilkeä ei ole suuremmissa määrin esiintynyt, voidaan kuitenkin todeta riskin olevan ilmeinen. (Saastamoinen ym. 2005, liite 4; Mäntynen ym. 2006, 43.)

Silmukkalaskin

Suomalaista DSL10-silmukkalaskinta on käytetty polkupyörälaskennoissa 90-luvun lopulta lähtien. Yhdellä mittauslaiteella ja yhdellä silmukalla saadaan laskettua polkupyöräilijöiden kokonaismäärä mittauspisteen poikkileikkauksessa. Kun samalle laitteelle asennetaan toinen silmukka, saadaan kerättyä myös liikenteen suuntatieto. Sääolosuhteilla ei ole todettu olevan merkitystä laitteen toimivuuteen. Laitteen virtalähteenä käytettäviä A-paristoja voi kuitenkin joutua vaihtamaan kovilla pakkasilla useammin. Laitteen ohjelmointiin sekä tiedonsiirtoon käytetään käsitalenninta. (NorSIKT-projektin julkaisematon tutkimusaineisto.)

DSL10-laitetta on käytetty sekä lyhyissä että useamman kuukauden pituisissa laskennoissa. Aktiivisesti laitetta käyttävät muun muassa Espoon ja Vantaan kaupungit. Destia Oy:n toimesta laitetta on käytetty joissain määrin ja sen tarkkuutta on tutkittu Oulun sekä Jyväskylän seudun

liikennetutkimuksissa vuonna 2009. Tuolloin laitteen tarkkuustaso vaihteli 80 %:sta 96 %:iin (Jyväskylän seudun liikennetutkimus 2009. 2010, 10).

Valokennolaskin

Eläinten valokuvaamiseen tarkoitettua Trailmaster 1550 -valokennolaskinta on Suomessa käytetty Metsähallituksen kansallispuistojen kävijämäärälaskennoissa ja Destia Oy:n toimesta erillisissä kevyen liikenteen laskennoissa. Trailmaster-valokennoa on käytetty liikenteen kokonaismäärien laskentaan sekä lyhyissä että pidempiaikaisissa mittauksissa. Tarkkuustutkimuksia on tehty muun muassa Oulun seudun liikennetutkimuksen yhteydessä. Kokonaismäärälaskennassa laitteen tarkkuus on vaihdellut 95 %:sta 99 %:iin (Jyväskylän seudun liikennetutkimus 2009. 2010, 10). Tehtyjen vertailumittausten perusteella laite on tarkka kokonaismäärälaskin, mutta teknisten ongelmien vuoksi erittäin epäluotettava. Lumi- ja vesisade voivat aiheuttaa säteen katkeamista ja kertyä myös linssiin. Myös sumu voi aiheuttaa säteen katkeamista. Erityisen paljon ongelmia aiheuttaa linssiin kertyvä kuura, kun lämpötilat liikkuvat nollan tietämillä. Tiedonsiirto laitteelta tehdään erillistä TM Data Collector -laitetta käyttäen. Suomessa laitteiden käyttö on vähentynyt markkinoille tulleiden varmempien laitteiden vuoksi. (NorSIKT-projektin julkaisematon tutkimusaineisto.)

Integroitu silmukka- ja infrapunalaskin

Ranskalainen Eco-combo on laskentalaitekokonaisuus, jonka laskentayksikkö (loggeri) kerää ja käsittelee liikennetietoja usealta eri sensorilta yhtäaikaaisesti. Jalankulkijoiden ja polkupyöräilijöiden liikennelaskennoissa käytetään kahta sensoria, joista pääasiassa PYRO-infrapunalinssiä sekä ZELT-induktiosilmukkaa. PYRO tunnistaa ihmisestä säteilevän infrapunasäteilyn ja laskee siten sekä jalankulkijat että pyöräilijät. ZELT-induktiosilmukka tunnistaa ylittävät polkupyörät, mutta ei laske jalankulkijoita. Näin liikenteen kulkumuodot saadaan eroteltua. Jos laskennassa käytetään kahta infrapunalinssiä, saadaan eroteltua myös liikenteen suunnat. Muita laitteelle soveltuvia sensoreita ovat painetunnistimet sekä letkuilmaisimet. Laite on suunniteltu huoltovapaaksi, mikä on huomioitu tiedonsiirron

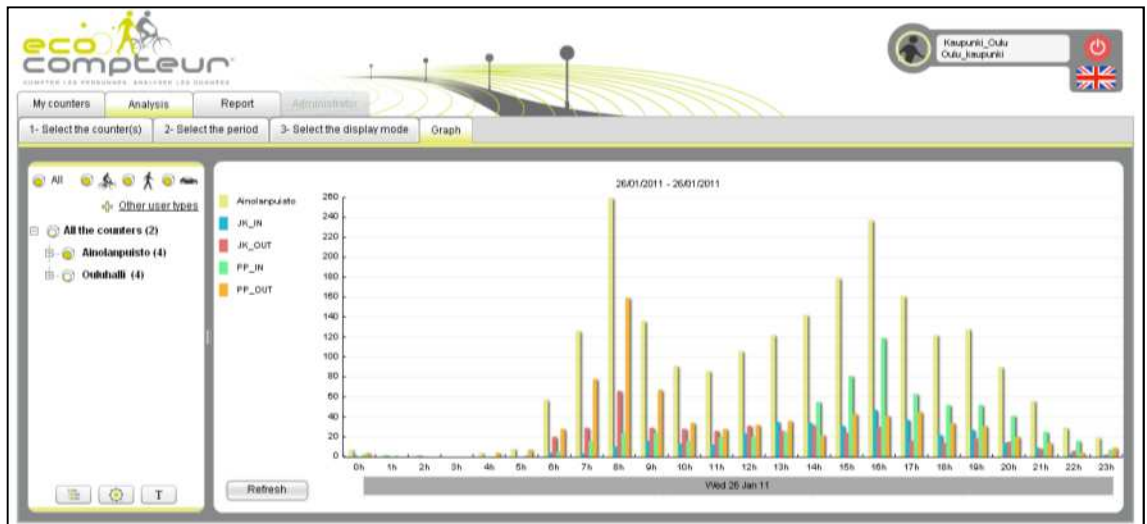
ominaisuuksissa sekä akkujen kestossa. (Eco-combo Counting multi-users. 2010.) Infrapunalins-
sillä on esiintynyt samankaltaisia sääolosuhteista johtuvia ongelmia kuin Trailmaster 1550-
valokennolaskimella.

Loggeri tallentaa liikennetiedot muistiin ja siirtää kertyneen datan palvelimelle kerran
vuorokaudessa. Automaattinen tiedonsiirto tapahtuu laskentayksikköön asennetulla GSM-
modeemilla (kuva 10). Ominaisuus mahdollistaa toimintamallin, jossa datan keräämistä laitteelta
laitteelle ei tarvitse suorittaa konkreettisesti laskentapaikalla. Tämä helpottaa työskentelyä, mikäli
laite on asennettu vaikeaan paikkaan tai kyseessä on esimerkiksi alueellisesti laaja
laskentaprojekti. Vaihtoehtoisia tiedonsiirtomenetelmiä ovat Bluetooth- ja satelliittiyhteydet sekä
IrDA-yhteys. Bluetooth- sekä IrDA-yhteydet vaativat kuitenkin paikanpäällä käymistä. (Eco-combo
GSM Telemetry. 2010; Eco-combo Logger. 2010.)



KUVA 10. Eco-combon tiedonsiirto GSM-verkossa (Eco-combo GSM Telemetry. 2010)

Kerätyn liikennetiedon käsittely tapahtuu selainpohjaisen käyttöliittymän, Eco-vision kautta. Laskennan tuloksia voidaan seurata halutulta aikajaksolta eri tarkkuuksilla. Tarkastelun taso on valittavissa 15 minuutista kokonaiseen vuoteen. Tuloksia voidaan tarkastella ja tulostaa erilaisina diagrammeina tai taulukoina. Laskentatiedot voidaan myös tuoda taulukkomuodossa Exceliin jatkokäsittelyä varten. Eco-vision selainnäkyä on esitetty kuvassa 11.



KUVA 11. Eco-visio-käyttöliittymän selainnäkyvä

Mikroaaltolaskimet

SDR-mikroaaltotutka koostuu säänkestävästä kotelosta, jonka sisälle varsinainen tutka virtalähteineen ja laskentayksikköineen on asennettu. SDR-mikroaaltotutka laskee ohikulkevan tienkäyttäjän kulkusuunnan sekä nopeuden. Laitteella voidaan siis eritellä tuleva ja menevä liikenne. Jalankulku- ja polkupyöräliikenteen laskennoissa kulkumuotojen luokittelu tehdään nopeuden perusteella. (SDR traffic classifier. 2011.)

Laskuri asennetaan halutulle väylälle selkeästi kohteen sivuun joko omaan erilliseen tolppaansa tai olemassa olevaan pylvääseen - esimerkiksi liikennemerkkiin tai valaisinylvääseen. Jotta mitattavan ohikulkijan nopeus voidaan määrittää, tulee laite asentaa 45 asteen kulmaan liikenteen kulkusuuntaan nähden. Pystysuunnassa eli laitteen korkeusaseman suhteen säätövara on enemmän, sillä korkeuskulmaa voidaan säätää portaattomasti. Normaali asennuskorkeus on noin metrin luokkaa. Lyhtyaikaisessa laskennassa laskentatiedot siirretään laskentayksiköltä kämmentietokoneelle joko kaapelilla tai Bluetooth-yhteyden avulla. (SDR. 2009; SDR traffic classifier. 2011). Kuvassa 12 laskuri on kiinnitetty valaisinylvääseen kuormaliinalla.



KUVA 12. SDR- mikroaaltolaskin, jonka alapuolella on 12 V:n akku

Laitetta voidaan käyttää myös jatkuvatoimisena, jolloin myös asennuksesta tulee kiinteämpi. Kuvassa 13 vasemmalla näkyy jatkuvaan laskentaan tarkoitettu SDR, joka on varustettu erillisellä akulla, aurinkopaneelilla sekä modeemilla. Laitteen ja lisäosien asennus on tehty valaisinpylvääseen. Jatkuvassa laskennassa tiedonsiirto verkkoon tapahtuu GPRS-yhteydellä, jolloin datan keräystä ei tarvitse suorittaa paikanpäällä. GPRS-tiedonsiirto on esitetty kuvassa 13 oikealla puolella.



KUVA 13. Vasemmalla jatkuvatoiminen SDR-laskentalaite. Oikealla GPRS-tiedonsiirto (Trafficdata. 2011)






SDR:n soveltuvuutta jalankulkijoiden ja polkupyöräilijöiden laskentaan lähdettiin testaamaan vasta keväällä 2010 Lahdessa. Tuolloin tuloksia verrattiin rinnakkaisena laitteena olleeseen Eco-multiin. Eco-comboa edeltänyt laiteversio Eco-multi oli varustettu yhdellä PYRO-infrapunalinssillä sekä ZELT-induktiosilmukoilla. Kulkumuodot eroteltiin siis ilman suuntatietoja. Neljä päivää kestäneestä jatkuvasta laskennasta saadut tulokset vaikuttivat lupaavilta, vaikkei kaikkia jalankulkijoiden ja pyöräilijöiden laskentaan liittyviä seikkoja tunnettu. Eco-Multin havaitsemista polkupyöristä SDR laski 95 % ja jalankulkijoista 77 %. (Lahden seudun liikennetutkimus 2010, julkaisematon tutkimusaineisto.) Lahden rinnakkaismittauksen tulokset on esitetty liitteessä 1. Näiden tulosten innoittamana SDR:n soveltuvuutta kevyen liikenteen väylille lähdettiin testaamaan tarkemmin.

Viacount II -mikroaaltotutka on toimintaperiaatteeltaan samanlainen SDR-mikroaaltotutkan kanssa. Laite asennetaan tarkkailtavan väylän sivuun yleensä noin metrin korkeuteen. SDR:stä poiketen mitta-anturin kallistus on vakiokulmassa, jolloin asennuskorkeus ja -etäisyys väylästä määräytyvät taulukkoon laskettujen arvojen mukaisesti. Asennuskorkeus ja -kulma eivät ole siis vapaita. Laite laskee liikenteen molemmat suunnat. Jos laitteen konkreettista suuntausta halutaan muuttaa, tulee laite siirtää väylän toiselle puolelle. Asennus tapahtuu laitteen kiinnitykseen tarkoitettuja pantoja käyttäen, mutta kuten kuvasta 14 nähdään, voidaan asennus tehdä SDR:n tavoin myös kuormaliinaa käyttäen. Kuvasta erottuu hyvin myös laitteen kiinteä suuntaus. Laitteessa on sään kestävä kotelo, jonka sisään on sijoitettu tutka, laskentayksikkö sekä 12 V:n akku. (Via Count II. 2008.)



KUVA 14. Viacount II -tutkalaitteen asennus valaisinpylvääseen

Kulkumuodon luokittelu voidaan tehdä joko nopeuteen tai pituuteen perustuvana luokitteluna. Viacount II sisältää valmiin luokittelupohjan, jossa on kymmenen nopeusluokkaa ja viisi eri ajoneuvoluokkaa. Laittevalmistajan luokittelumalli on esitetty kuvassa 15. Laskentatietojen siirto laitteelta tietokoneelle tapahtuu Bluetooth-yhteyden ja tietokoneohjelman avulla. Kun laskentaa tehdään jatkuvana, voidaan laite varustaa aurinkopaneelilla ja tiedonsiirto toteuttaa GSM-yhteydellä. (Via Count II. 2008.) Tiedonsiirto laitteelta tietokoneelle voidaan vaihtoehtoisesti toteuttaa myös kaapelilla. Tiedonsiirtokaapelin käyttäminen on kuitenkin hankalaa ja ongelmallista. Esimerkiksi sateella tietokone voi kastua. Mikäli tietokonetta käytetään autosta, se tulee ajaa hyvin lähelle laskentalaitetta. Viacount II -mikroaaltotutkaa on testattu ja käytetty etenkin polkupyöräilijöiden liikenteen laskennoissa muun muassa Espoon kaupungin toimesta.

Frequency analysis - all vehicles						
Speeds						Total
< 10	71	10	0	1	0	82
< 20	152	123	7	7	4	293
< 30	222	775	44	59	22	1122
< 40	671	5107	201	359	107	6445
< 50	735	19624	555	597	108	21619
< 60	177	8139	213	95	9	8633
< 70	19	989	19	4	0	1031
< 80	7	110	4	0	0	121
< 90	1	16	0	0	0	17
< 100	0	3	0	0	0	3
> 100	0	0	0	0	0	0
Total	2055	34896	1043	1122	250	39366

Location: Long Street Starter time: Monday, 03,09,2007, 15,00 h Commentary: -	Operator: J. Smith Finishing time: Tuesday, 04,09,2007, 15,00 h
--	--

KUVA 15. Laittevalmistajan malli Via Count II -laitteen nopeus- ja ajoneuvoluokittelusta (Via Traffic. 2008)

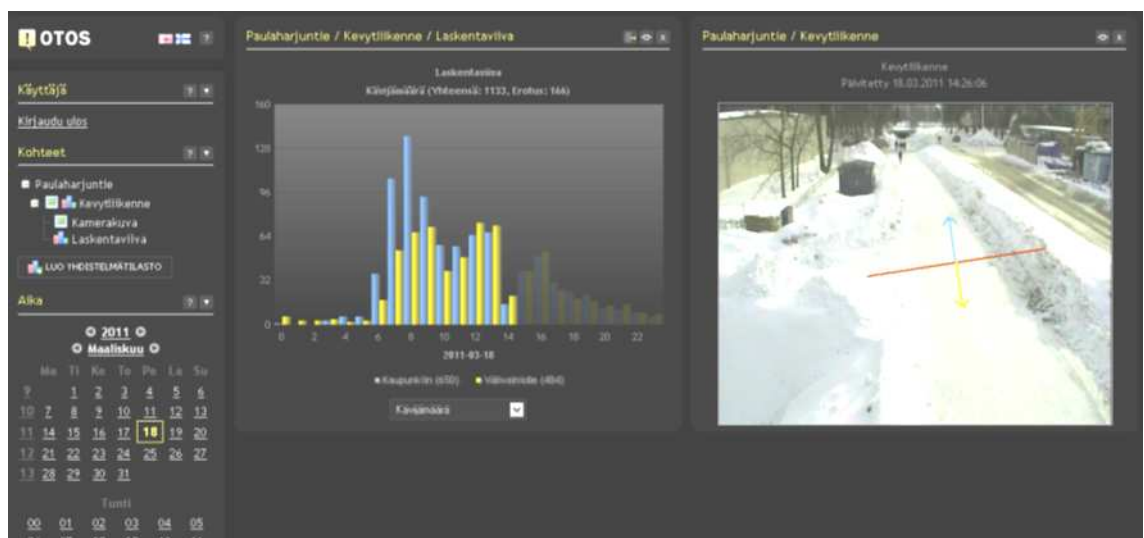
Kameralaskin

Oululaisen Intopii Oy:n kehittämä Otos-kamerajärjestelmä on kameratekniikkaan sekä tietokoneohjelmistoon perustuva laskentalaite. Otos-kamerajärjestelmällä voidaan laskea ja seurata erilaisten alueiden tai pistemäisten kohteiden käyttöä. Tämän tyyppistä tekniikkaa hyödynnetään esimerkiksi messualueiden ja kuntopolkujen kävijämäärien ja käyttöasteiden tarkkailuun. Liikenteen laskennassa laitetta ei ole aikaisemmin käytetty.

Kameralaitte asennetaan haluttuun kohteeseen halutulle korkeudelle. Yleensä kamera asennetaan korkealle ilkeivallan ulottumattomiin ja samalla kameralle saadaan valittua optimaalinen kuvakulma. Seuranta-alueita ja laskentaviivoja on mahdollista määrittää yhden kameran alueelle useita. Niinpä korkealle asentamisen etuna on myös se, että yhdellä kameralla voidaan laskea useampaa pistettä laitteen sijaintia muuttamatta. Silloin kun laskentaa suoritetaan ulkona, varustetaan kamera olosuhteet kestäväällä kotelolla. Kotelointi suojaa laitetta vesi- ja

lumisateelta ja on varustettu lämmitys- sekä tuuletusjärjestelmällä. (Otos-kamerajärjestelmä. 2010.)

Otos-kamerajärjestelmä koostuu kameralaitteesta, laskentayksiköstä sekä palvelimesta. Kuvamateriaalin siirto kameralaitteen sekä laskentayksikön välillä suoritetaan langattomalla verkkoyhteydellä tai verkkokaapelin kautta. Laskentayksikkö sisältää tarvittavat ohjelmistot, joilla kameralta tulevaa kuvaa voidaan analysoida. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että tietokoneelle asennettu ohjelma tunnistaa ja laskee kuvasta ohikulkevat väylän käyttäjät. Kertyneestä laskentatiedosta järjestelmä laatii tilastotietoa ja tuottaa kertyneen historiatiedon pohjalta ennusteita kohteen tulevasta käytöstä. Palvelimelle laskentatiedot siirtyvät automaattisesti tunnin välein. Tilastojen seuranta tapahtuu selainpohjaisen Otos-service-käyttöliittymän kautta. Palvelun selainnäkö on esitetty kuvassa 16. (Otos-kamerajärjestelmä. 2010.)



KUVA 16. Otos-service-käyttöliittymän selainnäkö

3.3 Laskentalaitteiden sovellukset

Laskentalaitteisiin on nykypäivänä saatavilla näyttölaitteita, jotka antavat reaaliaikaista liikennetietoa tien käyttäjälle. Näitä sovelluksia ovat muun muassa ajoneuvoliikenteen puolella käytetyt tutkatekniikkaan perustuvat DSD-nopeusnäyttöjärjestelmät, jotka antavat kuljettajalle palautteen sen hetkisestä liikennekäyttäytymisestään (DSD. 2009). Polkupyöräliikenteen näyttölaitteista esimerkkinä mainittakoon Tampereelle keväällä 2011 asennettava Eco-totem (kuva 17), jonka toiminta perustuu induktiosilmukatekniikkaan. Laite antaa informaatiota pyöräilijälle kuluvan vuorokauden sekä koko vuoden polkupyörämääristä. Lisäksi näytöltä on luettavissa kelloaika sekä ilman lämpötilatiedot. (Eco-totem. 2011; Seimelä 11.3.2011)



KUVA 17. Polkupyöräliikenteen näyttölaite Eco-totem (Eco-totem. 2011)

3.4 Liikenteellisten tunnuslukujen määrittäminen

Polkupyöräliikenteen tunnusluvuiksi on vuonna 2005 esitetty neljä kiinnostavaa ja eri tahoja palvelevaa tunnuslukua. Näitä ovat kesän keskimääräinen vuorokausiliikenne (KKVL_{PP}), talven keskimääräinen vuorokausiliikenne (TKVL_{PP}), koko vuoden keskimääräinen vuorokausiliikenne (KVL_{PP}) sekä huippuvuorokausiliikenne (PPQ). Keskeisimpiä näistä ovat kolme ensimmäisenä mainittua. Kesäkauden polkupyöräliikenne lasketaan ajalta 15.5.–15.9. Talvikauden liikenne käsittää 1.12.–28.2. (Saastamoinen ym. 2005, 17–19.)

Vuorokausiliikenne lasketaan kaavasta (1)

$$Q = q / a' \quad (1),$$

missä

q on otoksen tuntiliikenne ja

a' otoksen tuntivaihtelukerroin

Viikkoliikenne lasketaan kaavasta (2)

$$W = Q / b' \quad (2),$$

missä

b' on viikonpäiväkerroin

Tarkastelukauden keskimääräinen vuorokausiliikenne lasketaan kaavasta (3)

$$Kausi = W / c' \quad (3),$$

missä

c' on tarkastelukauden viikkokerroin / kausivaihtelukerroin

Mikäli tarkkoja kausikertoimia ei ole käytettävissä, tunnuslukujen välinen suhde voidaan ratkaista yleiskaavojen avulla (kaavat 4 ja 5).

Kesäkauden keskimääräinen vuorokausiliikenne lasketaan kaavasta (4)

$$KKVL_{PP} = 8 \times TKVL_{PP} \quad (4)$$

Koko vuoden keskimääräinen vuorokausiliikenne lasketaan kaavasta (5)

$$KVL_{PP} = 55 / 98 \times KKVL_{PP} \quad (5)$$

Seuraavassa tunnuslukujen määrittämisessä on käytetty tämän työn laskentapisteiden liikennetietoja. Taulukossa 1 olevat keskeiset tunnusluvut ovat Eco-combojen viikoilla kaksi ja kolme mittaamia liikennemääriä. Poikkeuksena ovat kesän keskimääräinen vuorokausiliikenne ja koko vuoden keskimääräinen vuorokausiliikenne. Ne estimoitiin yleiskaavoilla (kaavat 4 ja 5). Kerätyistä liikennetiedoista määritettiin polkupyöräliikenteen vaihtelukertoimet a', b' ja c'. Tuntivaihtelukertoimet vaihtelevat 0,3:sta 0,42:een. Viikonpäivävaihtelut ovat suurimmat Kellossa (1,46) ja pienimmät Kempeleessä (1,02). Tämä tarkoittaa, että Kellossa arkiliikenne on huomattavasti viikonloppuliikennettä suurempaa toisin kuin Kempeleessä, jossa viikonpäivien välillä ei liiemmin ole eroja. Talvikauden kausivaihtelukertoimet viikoilta kaksi ja kolme ovat eripisteissä lähes samat.

TAULUKKO 1. Testipisteiden polkupyöräliikenteen keskeisimmät tunnusluvut sekä kausivaihtelukertoimet

Polkupyöräliikenteen tunnusluvut testipisteissä					
Piste	Ainolan puisto	Ouluhalli	Kello	Kempele	
Testipäivä	13.1.2011	14.1.2011	18.1.2011	20.1.2011	
Viikko	2	2	3	3	
q	583	385	103	32	EcoVision tieto
Q	1789	1271	243	89	EcoVision tieto
W	1454	1148	166	87	EcoVision tieto
TKVL*	1168	893	114	70	EcoVision tieto
KKVL (est)	9344	7144	912	560	est.kaavoilla
KVL (est)	5244	4009	511	314	est.kaavoilla
* TKVL on määritetty poikkeuksellisesti ajalta 20.12 - 28.2, koska asennus viivästyi					
Polkupyöräliikenteen vaihtelukertoimet ovat siten					
Piste	Ainolan puisto	Ouluhalli	Kello	Kempele	
Testipäivä	13.1.2011	14.1.2011	18.1.2011	20.1.2011	
Viikko	2	2	3	3	
a'	0,33	0,30	0,42	0,36	
b'	1,23	1,11	1,46	1,02	
c'	1,24	1,29	1,46	1,24	
c' on tässä talvikauden keskimääräisen kausivaihtelukerroin					

Taulukon 1 tiedoilla voidaan arvioida Välivainion testipisteen polkupyöräliikenteen tunnusluvut Q, W, TKVL, KKVL ja KVL. Taulukossa 2 on esitetty laskentaesimerkki, jossa otoksen havaintomääränä käytettiin SDR:n polkupyörien laskentatulosta. Välivainion laskenta suoritettiin torstaina 27.1.2011 klo 13.00–17.00.

TAULUKKO 2. Välivainion polkupyöräliikenteen tunnuslukujen määrittäminen

Välivainion 4 h otoslaskennan tunnuslukuarviointi																				
Piste	Ainolan puisto	Ouluhalli	Kello	Kempele																
Testipäivä	27.1.2011	27.1.2011	27.1.2011	27.1.2011																
Viikko	4	4	4	4																
q	546	483	71	28	EcoVision tieto															
Q	1680	1364	160	81	EcoVision tieto															
W	1405	1099	135	86	EcoVision tieto															
TKVL*	1168	893	114	70	EcoVision tieto															
KKVL (est)	9344	7144	912	560	est.kaavoilla															
KVL (est)	5244	4009	511	314	est.kaavoilla															
* TKVL on määritetty poikkeuksellisesti ajalta 20.12 - 28.2, koska asennus viivästy																				
Polkupyöräliikenteen vaihtelukertoimet ovat siten																				
Piste	Ainolan puisto	Ouluhalli	Kello	Kempele	Keskimäärin															
Testipäivä	27.1.2011	27.1.2011	27.1.2011	27.1.2011	27.1.2011															
Viikko	4	4	4	4	4															
a'	0,33	0,35	0,44	0,35	0,37															
b'	1,20	1,24	1,19	0,94	1,14															
c'	1,20	1,23	1,18	1,23	1,21															
Välivainion otoksen havaintomäärä (SDR:n pp:n havaintomäärä) oli 368																				
q = 368		>>	<table border="1"> <tr> <td>Q (q/a')</td> <td>1 002</td> <td>pp /vrk</td> </tr> <tr> <td>W (Q/b')</td> <td>879</td> <td>pp /vrk</td> </tr> <tr> <td>TKVL (W/c')</td> <td>725</td> <td>pp /vrk</td> </tr> <tr> <td>KKVL (est)</td> <td>5 801</td> <td>pp /vrk</td> </tr> <tr> <td>KVL (est)</td> <td>3 255</td> <td>pp /vrk</td> </tr> </table>			Q (q/a')	1 002	pp /vrk	W (Q/b')	879	pp /vrk	TKVL (W/c')	725	pp /vrk	KKVL (est)	5 801	pp /vrk	KVL (est)	3 255	pp /vrk
Q (q/a')	1 002	pp /vrk																		
W (Q/b')	879	pp /vrk																		
TKVL (W/c')	725	pp /vrk																		
KKVL (est)	5 801	pp /vrk																		
KVL (est)	3 255	pp /vrk																		

Jatkuvan seurannan avulla saavutetaan tarkat vaihtelukertoimet. Tuolloin esimerkiksi kesän ja koko vuoden keskimääräistä vuorokausiliikennettä ei tarvitse estimoida yleiskaavoilla, vaan tunnusluvut voidaan arvioida todellisten kausivaihtelukertoimien / viikkokertoimien avulla.

4 TESTILASKENTOJEN SUORITTAMINEN

Testilaskennat suoritettiin tammikuussa 2011. Testaukseen otettiin mukaan viisi eri laskentalaiteita, joita olivat Eco-combo, SDR-mikroaaltotutka, Viacount II -mikroaaltotutka, Otoskamerajärjestelmä sekä liikennevalojen induktiosilmukka. Kaikista laitteista, Otoskamerajärjestelmää lukuun ottamatta, on aikaisempia käyttökokemuksia kevyen liikenteen laskennoista. Laskentaa tehtiin pääasiassa neljä tuntia pistettä kohden ja ne ajoitettiin iltapäivän vilkkaimmille tunneille. Laskentapisteen välisiä eroja muodostivat maasto, käyttäjämäärät sekä liikenteen koostumus. Jokaisella laskentapisteellä käytettiin käsinlaskennan lisäksi kolmea erilaista laskentalaiteita, jolloin myös pistekohtaisia tarkkuuksia voitiin vertailla keskenään. Laskentapäivät valittiin sääolosuhteiltaan siten, että testausvaiheessa sää oli puolipilvinen tai pilvinen, mutta sateeton. Laskentapäivinä pakkasta oli 4–15 astetta.

4.1 Testausohjelma

Testilaskentojen ajankohdat, sääolosuhteet ja käytetyt laskentamenetelmät on esitetty pistekohtaisesti taulukossa 3. Näiden lisäksi 22.–23.3. Kellon pisteellä suoritettiin koneellinen lisälaskenta, jossa rinnakkaisina laitteina olivat Eco-combo ja SDR-mikroaaltotutka. Kellon lisälaskenta suoritettiin jatkuvana ilman käsinlaskentaa. Lisälaskenta suoritettiin, koska 18.1. suoritetussa laskennassa tutkalaitteilta saatiin muista vertailupisteistä selvästi poikkeava havaintomäärä.

Välivainiolla jatkuvaa laskentaa suoritettiin viikoilla 4–11. Rinnakkaisina laitteina olivat Otoskameranlaskin sekä liikennevalosilmukat. Tarkoituksena oli seurata, esiintyykö pidemmän aikavälin tuloksissa poikkeuksellisia eroja kokonaismäärälaskimen sekä polkupyörälaskimen välillä.

TAULUKKO 3. Testausohjelma, jossa on esitetty jokaisen laskentapaikan sääolot, laskenta-ajat sekä pisteellä käytetyt laskentamenetelmät

Laskentapaikka	Ainolan puisto	Ouluhalli	Kello	Kempele	Välivainio
Päivämäärä	13.tammi	14.tammi	18.tammi	20.tammi	27.tammi
Sääolot	Puolipilvinen -6 °C	Puolipilvinen -11 °C	Pilvinen -4 °C	Puolipilvinen -6 °C	Puolipilvinen -15 °C
Laskenta-aika	13.00 - 17.00	13.15 - 16.15	13.00 - 17.00	13.00 - 17.00	13.00 - 17.00
Eco-combo	x	x	x	x	
SDR	x	x	x	x	x
Via Count II	x	x	x	x	
Otos					x
Liikennevalosilmukka					x
Käsinlaskenta	x	x	x	x	x

4.2 Testilaitteet

Luvussa 4.2 käsitellään testilaskennoissa käytetyt laskentalaitteet sekä niiden laite-kokoonpanot. Tutkalaitteiden osalta on mainittu myös kulkumuotojen luokittelun raja-arvot. Tutkalaitteiden asentamiseen liittyvistä, paikkakohtaisesti muuttuvista seikoista kerrotaan tarkemmin luvussa 4.3.

Eco-combo

Oulun laitekokoonpanoissa polkupyöräilmaisimena käytettiin kahta timantin muotoista ZELT-induktiosilmukkaa. Kummankin silmukan leveys oli 1,4 m ja ne asennettiin rinnakkain asfalttiin sahattuihin uriin noin 8 cm:n välein (kuva 18). Silmukat sijaitsivat samalla linjalla laskentayksikön kanssa. Kaapeleiden asentamisen jälkeen urat bitumoitettiin umpeen. ZELT-silmukoiden etuna on, että itsenäisesti toimiessaan ne havaitsevat rinnakkaiset pyöräilijät yhtä leveää silmukkaa huomattavasti paremmin.

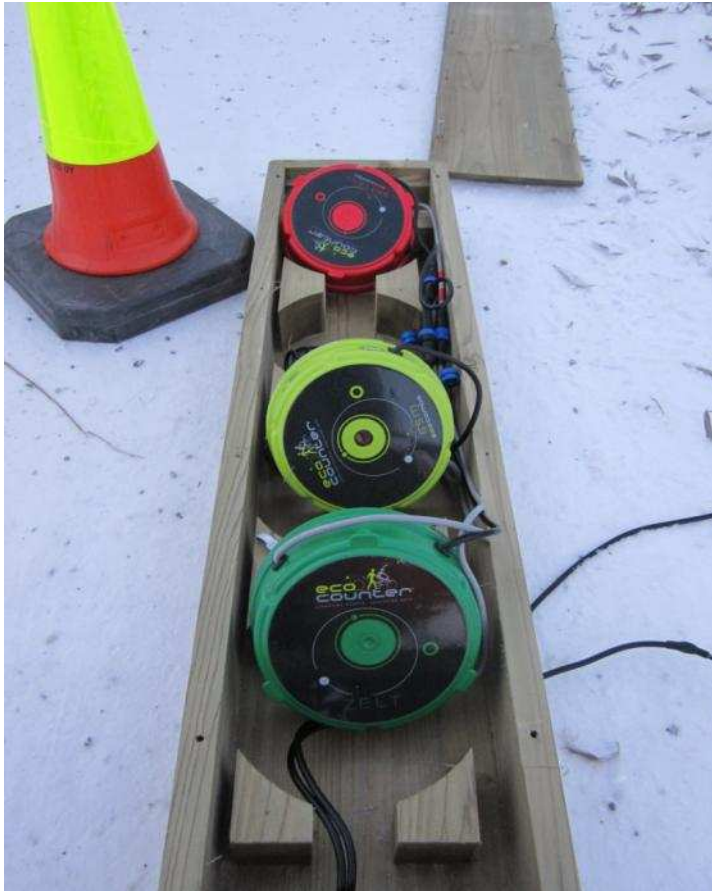


KUVA 18. ZELT-silmukoiden asennus loppukesästä 2010

Infrapunailmaisimena käytettiin kahdella linssillä varustettua PYRO-infrapunaa. Oulun laitekoonpanon linssien toimintasäde oli neljä metriä. Kahden infrapunalinssin käyttäminen mahdollisti liikenteen suuntatiedon erottelun. Laskentayksikköjen asennus suoritettiin vasta joulukuussa 2010 viivästyneestä laitetoimituksesta johtuen. Talviaikaan tehtävän asennuksen mahdollisti se, että laitekaivo sekä induktiosilmukat asennettiin loppukesästä ennen pakkasta ja maan jäätymistä.

Laitevalmistaja toimitti laskentayksiköt kuvan 19 mukaisiin painekyllästeisiin puukoteloihin koottuna. Kotelon sisään oli valmiiksi sijoitettu PYRO-infrapunalinssit, sensorien akku (punainen), GSM-modeemilla varustettu loggeri (keltainen) sekä ZELT-induktiosilmukoiden datalaite (vihreä). Kotelo ankkuroitiin laitekaivoon noin 1,5 m:n etäisyydelle väylän reunasta siten, että infrapunalinssit tulivat noin 80 cm:n korkeudelle väylän tasauksesta. Valmiiksi koteloidun asennusratkaisun etuna on se, että laitteiden kaapeloinnit ovat suojassa kotelon sisällä ja

induktiosilmukoiden kytkemistä vaille valmiina. Tällä laitekoonpanolla akun vaihtoväli on kaksi vuotta.



KUVA 19. Laskentayksikön kotelointi

SDR-mikroaaltotutka

Testilaskennoissa käytettiin jokaisella laskentapisteellä samaa, Bluetooth-ominaisuudella varustettua SDR-tutkalaitetta. Kiinteän asennuksen sijaan laite kiinnitettiin kohteissa sopivimpaan paikkaan kuormaliinaa käyttäen. Kuormaliinan käyttö nopeuttaa asennusta ja tekee laitteesta helposti siirrettävän. Bluetooth-ominaisuus helpotti laitteen tarkan asennuksen tekemistä. Laitteen ollessa langattomasti yhteydessä kämmentietokoneeseen (Palm) voitiin suorittaa testikävelyjä eri nopeuksilla väylän eri kohdista. Vääriin havaintoihin ja heijastuksiin pystyttiin reagoimaan heti asennuskulmaa tai paikkaa muuttamalla. Ominaisuuden tärkeys korostuu erityisesti silloin, kun laiteasennusta suoritetaan yksinään. Tammikuun testilaskentojen aikaan asennuskorkeus vaihteli metristä puoleentoista. Kellon lisälaskennassa asennuskorkeutta nostettiin 2,5 metriin.

SDR:ssa kulkumuodot luokitellaan nopeuden perusteella. Tammikuun testilaskennoissa jalankulkijoiden ja polkupyöräilijöiden luokkarajana oli 10 km/h. Alle 10 km/h ohittaneet luokiteltiin jalankulkijoiksi. Kellon lisälaskennassa tehty korkea asennus vaikutti luokitteluun siten, että laite havainnoi eri suuntien nopeudet eri tavalla. Tuolloin toisen suunnan luokkarajana käytettiin 13 km/h ja toisen normaalia 10 km/h. Oulun laskennoissa virtalähteenä käytettiin 12 V:n akkua ja tiedonsiirrossa hyödynnettiin Bluetooth-yhteyttä.

Viacount II -mikroaaltotutka

Oulun testilaskennoissa käytettiin normaalin laitekoonpanon Viacount II -mikroaaltotutkaa. Virtalähteenä laite käytti 12 V:n akkua ja tiedonsiirto toteutettiin Bluetooth-yhteydellä. SDR-tutkalaitteen tavoin myös Viacount II:n asennus laskentapaikoille tehtiin kuormaliinan avulla, jolloin laite oli helposti siirrettävissä. Testilaskennoissa asennuskorkeus oli metrin luokkaa ja laitteen toimivuus sekä virheetön asennus tarkistettiin testikävelyillä. Testikävelyjen tuloksia seurattiin tietokoneelta, johon laitteelta oli Bluetooth-yhteys.

Viacount II luokittelee liikenteen sekä nopeuden että pituuden perusteella. Nopeusluokittelun luokka-arvoina käytettiin samaa 10 km/h kuin SDR:n luokittelussa. Pituusluokittelussa käytettiin Viacountin manuaaliluokitusta. Polkupyörien raja-arvona käytettiin 120A/140D, joiden alle jäävät laskettiin jalankulkijoiksi.

Otos-kamerajärjestelmä

Järjestelmässä voidaan käyttää monenlaisia kameroita analogisista digitaalisiin. Testin osalta Otos-kamerana käytettiin ulkokoteloitua Axis 215 PTZ-E -kameraa, joka asennettiin jatkovarrella liikennevalopylvään päähän suojatien alkuun (kuva 20). Laite käyttää virtalähteenä jatkuvaa 240 V:n virtaa. Tämän laskentapisteen osalta jatkuva virta kameralle saatiin liikennevalopylvästä. Otos-kamerajärjestelmässä ei ole toistaiseksi saatavilla luokitteluominaisuutta, joten sitä käytettiin

kokonaismäärälaskimena. Laskentaviiva sijoittui noin 10 metrin päähän suojatieltä kaupunkiin päin.



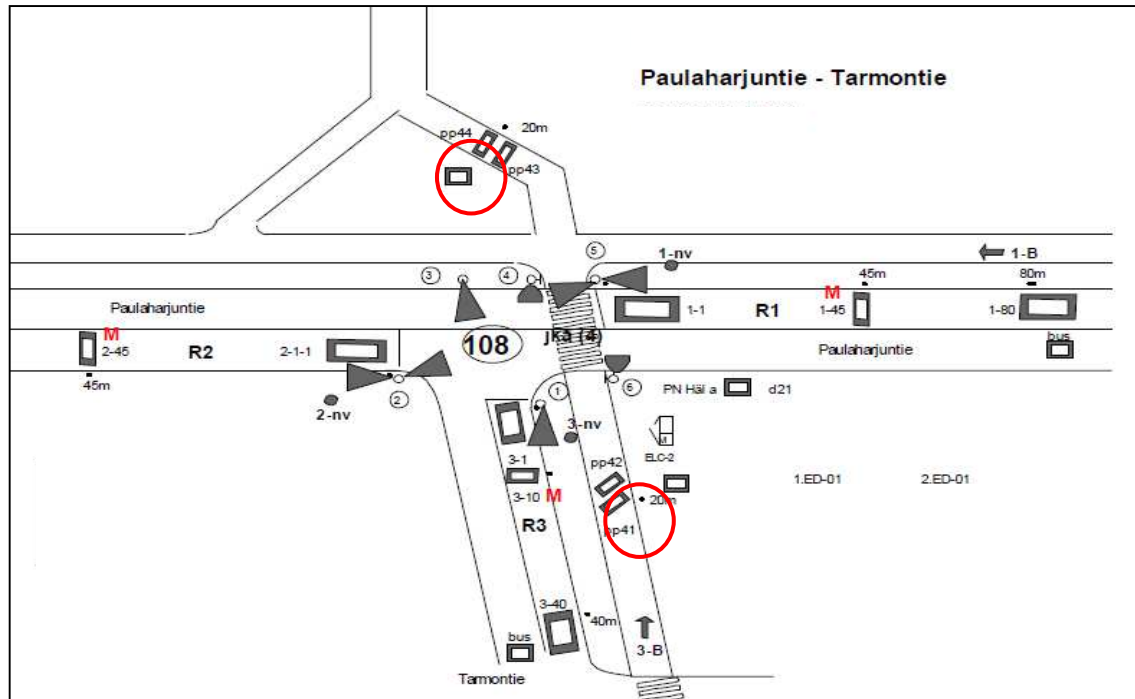
KUVA 20. Otos-kameran asennus liikennevalopylvääseen

Liikennevalosilmukka

Kevyen liikenteen verkolla liikennevalosilmukoita käytetään tunnistamaan suojatietä lähestyvä polkupyöräilijä. Tällöin polkupyöräilijän ei välttämättä tarvitse pysähtyä pyytämään tai odottamaan vihreää vaan voi suotuisimmassa tapauksessa jatkaa matkaansa vauhtiaan juurikaan hidastamatta. Liikennevalosilmukoilla myös pidennetään vihreää valoa tarpeen mukaan.

Silmukkailmaisimet keräävät liikennetietoa. Silmukan tunnistamasta polkupyörästä tallentuu tietokantaan data, joka on myöhemmin tarkasteltavissa tietokoneohjelman avulla. Välivainion laskentapisteen silmukoiden sijainti on esitetty kuvassa 21. Liikennevalojen induktiosilmukat eroavat ZELT-silmukoista siten, että koko poikkileikkauksen kattaa yksi leveä suunnikkaan muotoinen silmukka. Liikenteen suuntatieto saadaan selville kahdella peräkkäisellä silmukalla.

Myös liikennevalojen silmukan osalta tulee muistaa, että nykypäivänä polkupyörissä käytetään paljon kevytmetalleja sekä hiilikuitua ja siksi silmukalta voi jäädä huomattava määrä pyöriä laskematta.



KUVA 21. Välivainion laskentapisteen silmukkakaavio, jossa polkupyörien silmukat on merkitty punaisella renkaalla

4.3 Laskentapaikat

Tässä luvussa käydään läpi ne laskentapaikat, joissa laitteita testattiin. Laskentapisteen valittiin siten, että ne erosivat toisistaan maaston sekä liikenteellisten vaihteluiden osalta. Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus ja Oulun kaupunki saavat näiltä pisteiltä jatkossa jatkuvaa liikennetietoa kiinteästi asennettujen Eco-combojen myötä. Erilaiset maasto-olosuhteet ja ympäristön rakenteet nostivat esille laitteiden asennukseen liittyviä ongelmia ja muuttujia. Siksi asennuksiin liittyvät seikat on järkevää käydä erikseen läpi jokaisen laskentapaikan kohdalla. Tutkalaitteiden osalta jokaisella pisteellä suoritettiin testikävelyjä, joiden myötä laitteet saatiin asennettua mahdollisimman tarkoiksi ja häiriöttömiksi. Tarkkailun kohteena olleiden väylien leveys oli noin kolme metriä.

Ainolanpuisto

Ainolanpuiston laskentapiste sijoittui väylälle, joka toimii tärkeänä yhteytenä Oulun keskustan sekä Tuiran kaupunginosan välillä. Liikennemääriltään väylä on vilkas vieressä olevan joen ylittävän patosillan vuoksi. Kuvasta 22 nähdään laskentapaikan sijoittuminen kartalla. Eco-combon lisäksi pisteellä oli kaksi tutkalaitetta.



KUVA 22. Karttakuva Ainolanpuiston laskentapaikasta patosillan eteläpuolella (Karttatie. 2011)

Laskentapiste sijoittui loivaan mäkeen, joka nousee patosillan suuntaan. Laskentojen aikana todettiin loivankin mäen vaikuttavan sekä jalankulkijoiden että pyöräilijöiden nopeuteen. Toinen osittain nopeuteen vaikuttava tekijä oli liittymä, joka sijaitsi noin 15 metrin etäisyydellä laskentapisteeltä kaupunkiin päin. Polkupyörän nopeuden lasku voi vaikeuttaa kulkumuodon luokittelua tutkalaitteilla silloin, kun luokittelu perustuu nopeuksiin. Jalankulkijoiden nopeuden liiallinen lasku taas voi johtaa siihen, että tutkalaite ei enää havaitse kulkijaa. Laskentapaikan loivalla vietolla ei kuitenkaan katsottu olevan nopeuksiin niin merkittävää vaikutusta, että se häiritsisi testituloksia.

Kuvasta 23 nähdään, miten laskentalaitteet sijoitettiin pisteelle. Väylän vasemmalla puolella on Eco-combo ja oikealla valaisinpylvääseen asennetut tutkalaitteet. SDR saatiin asennettua laskentalinjaltaan samaan kohtaan Eco-combon kanssa. Koska toisella puolen väylää ei ollut sopivaa kiinnityspaikkaa ja Viacountilla on kiinteä suunta, sen laskentalinja sijoittui eri kohtaan. Jos Viacount olisi kiinnitetty sillan kaiteeseen, olisi laskentalinjat saatu kaikkien laitteiden osalta samaksi. Tämä ei kuitenkaan tässä tapauksessa tullut kysymykseen, koska sillan vierestä väylälle nousi polku ja näin laite olisi laskenut ylimääräisiä havaintoja.



KUVA 23. Ainolanpuiston laskentapiste, taustalla patosilta

Ouluhalli

Ouluhallin laskentapiste sijaitsee Kainuuntien viereisellä kevyen liikenteen väylällä. Sijainti kartalla on esitetty kuvassa 24. Liikenne on paikalla vilkasta ja koostuu monipuolisesti työ- ja koulumatkojen sekä vapaa-ajan liikenteestä. Väylä toimii yhteytenä 4-tien itäpuolelta keskustaan sekä Raksilan urheilukeskukseen päin. Laskentapaikalla käytettiin samoja laitetekniikoita kuin Ainolanpuistossa eli Eco-combon lisäksi käytössä oli molemmat tutkalaitteet.



KUVA 24. Karttakuva laskentapisteen sijainnista Ouluhallin eteläpuolella (Karttatie. 2011)

Kuten kuvasta 25 nähdään, myös Ouluhallin laskentapiste sijoittui loivaan mäkeen. Mäkiosuus oli selvästi pidempi kuin Ainolanpuistossa ja niinpä se nosti polkupyörän taluttajien määrää. Itse laskentaviiva sijaitsi kuitenkin hieman loivemmalla osuudella ja suuri osa taluttajista nousi pyörän satulaan hieman ennen havainnon rekisteröintiä. Tämän kaltaisella toiminnalla on jossain määrin vaikutusta tutkalaitteiden nopeusluokitteluun, koska vauhtia ei saada kiihdytettyä taluttamisen jälkeen laitteelle määritetyn nopeusrajan yläpuolelle. On siis mahdollista, että laite rekisteröi osan polkupyöräilijöistä jalankulkijoiksi. Lopullisiin laskentatuloksiin tällä ei kuitenkaan katsottu olevan merkittävää vaikutusta, sillä tapausten määrä otoksen kokonaismäärästä oli hyvin pieni. Yleisesti ottaen kaikissa tapauksissa hitaampia pyöräilijöitä kompensoivat nopeat hölkkääjät ja juoksijat.



KUVA 25. Ouluhallin laskentapiste, taustalla 4-tie

Tutkalaitteet asennettiin valaisinpylvääseen samalle puolen väylää Eco-combon kanssa ja laskentaviivat saatiin suunnattua samaan kohtaan. Testikävelyjen aikana todettiin, että SDR voi rekisteröidä havaintoja väylän toisella puolella sijaitsevalta hiihtoladulta. Koska hiihtoladun puolella ei ollut sopivaa asennuspaikkaa ja pisteen optimaalisimmassa asennuskulmassa laite havainnoi myös ladulla liikkuja, päätettiin hiihtäjien määrät kirjata muistiin käsinlaskennassa. Kolmetuntisen laskennan aikana 19 hiihtäjää ohitti laskentapisteen. Mikäli laite rekisteröi jokaisen hiihtäjän, oli hiihtäjien osuus kaikista kulkijoista alle 3,5 %.

Kello

Kellon laskentapiste sijoittui Haukiputaantien varressa olevalle kevyen liikenteen väylälle noin kilometrin päähän Kellosta etelään. Iltapäivällä suoritettun laskennan liikenne koostui pääasiassa koululaisista ja pienissä määrin vapaa-ajan liikenteestä. Testilaskennoissa Eco-combon lisäksi pisteellä käytettiin molempia tutkalaitteita. Lisälaskennan aikana Eco-combon rinnakkaislaitteena käytettiin pelkästään SDR-tutkaa. Kohteen sijainti kartalla on merkitty kuvaan 26.



KUVA 26. Laskentapaikan sijainti Kellon eteläpuolella (Karttatie. 2011)

Maaston puolesta Kellon laskentapiste oli erinomainen liikenteen laskentaan. Väylä on tasainen ja lähettyvillä ei ole liittymiä eikä muita nopeuteen vaikuttavia rakenteita. Laskentapaikan välittömässä läheisyydessä ei myöskään ollut polkuja, joiden käyttäjistä laitteille voisi rekisteröityä virheellisiä havaintoja.

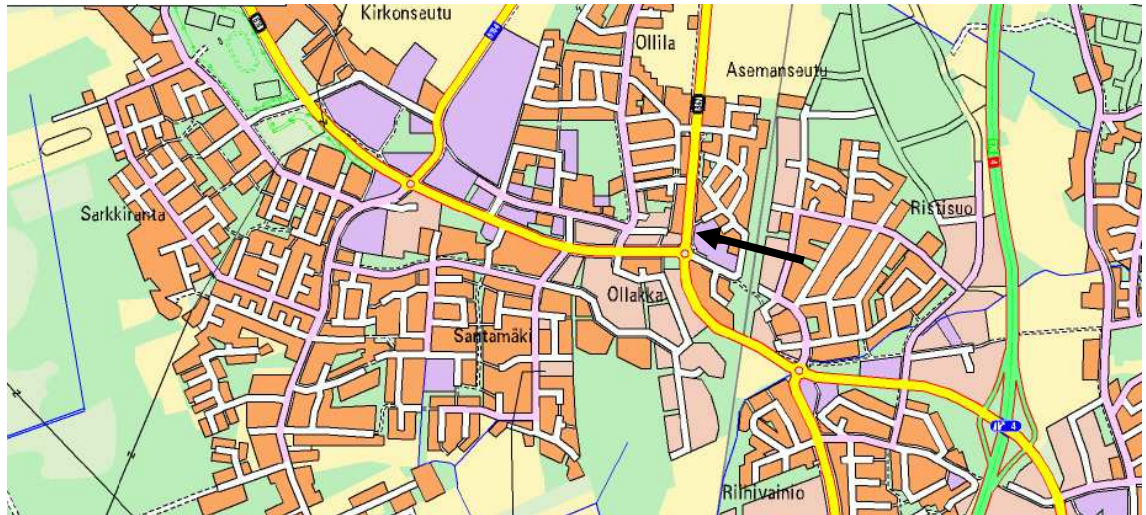


KUVA 27. Kellon laskentapaikka ja laitteiden sijoittelu

Kuvasta 27 nähdään laskentapaikalla käytettyjen laitteiden sijoittelu. Tutkalaitteet kiinnitettiin kuormaliinoja käyttäen väylän reunassa oleviin puihin. Rungoiltaan puut olivat suoria ja laitteet saatiin asennettua samalle laskentaviivalle oikeaan kulmaan. Tutkalaitteiden asennus tarkastettiin testikävelyillä, jolloin laitteiden havainnoinnissa ei huomattu puutteita. Myöhemmin laskentatuloksissa esiintyi SDR:n osalta poikkeuksellisen vähäinen määrä havaintoja ja lisälaskentavaiheessa laitteen korkeusasemaa päätettiin nostaa.

Kempele

Kempeleen laskentapiste oli testauspaikoista vähäliikenteisin. Neljän tunnin käsinlaskennan aikana tehtiin 65 havaintoa. Liikenne koostui pääasiassa vapaa-ajan liikenteestä. Kuvasta 28 nähdään pisteen sijoittuminen Kempeleen keskustan pohjoispuolelle. Väylän vieressä länsipuolella kulkee Eteläsuomentie. Laskentalaitteina pisteellä käytettiin Eco-comboa sekä SDR- ja Viacount-tutkalaitteita.



KUVA 28. Karttakuva Kempeleen laskentapisteen sijainnista (Karttatie. 2011)

Kempeleen laskentakohde on maastoltaan tasaista ja pisteen välittömässä läheisyydessä ei ole liittyviä. Toisin sanoen väylällä ei tällä kohtaa ole nopeuteen vaikuttavia maastonmuotoja tai rakenteita. Kuvasta 29 nähdään laskentapaikan maasto sekä sijoittuminen kunnantalon ja Eteläsuomentien väliin.



KUVA 29. Kempeleen laskentapiste kunnantalon ja Eteläsuomentien välissä

Kempeleen laskentapaikalla tutkalaitteiden asentaminen samalle laskentaviivalle Eco-combon kanssa ei ollut mahdollista. Kuvassa 29 vasemmalla puolen väylää sijaitsevaan valaisinpylvääseen asentaminen ei tullut kysymykseen kummankaan tutkalaitteen osalta. Pylvääseen asentamisen jälkeen todettiin SDR:n laskevan osittain myös Eteläsuomentien ajoneuvoliikennettä. Viacountin osalta tilanne oli sama. Niinpä Viacount päätettiin asentaa kuvassa näkyvään, lähempänä Eco-comboa sijaitsevaan puuhun. Näiden laitteiden laskentaviivat saatiin osumaan kohtalaisen lähelle toisiaan ja testikävelyt osoittivat laitteen toimivan moitteettomasti valitusta asennuspaikasta.

SDR-tutkaa kokeiltiin asentaa Eteläsuomentien varressa olevaan valaisinpylvääseen. Valaisinpylvään ja kevyen liikenteen väylän välinen viherkaistan leveys osoittautui kuitenkin liian leveäksi. Testikävelysten myötä todettiin, että noin 10 metrin etäisyydeltä SDR jättää osan kävelijöistä laskematta. Ainoaksi mahdolliseksi asennuspaikaksi jäi kuvassa 29 kauempana sijaitseva puu, jonka käyrä runko vaikeutti oikean asennuskulman löytämistä. Laite saatiin kuitenkin asennettua siten, että se laskee liikenteen koko väylän leveydeltä. Laskentaviivojen poikkeamat toisistaan olivat huomattavasti suurempia kuin aikaisemmillä pisteillä. Toisaalta kohteen tasainen maasto ei edellyttänyt kulkutavan muutosta laskentalaiteiden ohittamisen aikana.

Välivainio

Välivainion laskentapiste sijoittui Sorvarintielle Paulaharjuntien eteläpuolelle. Sijainti kartalla on merkitty kuvaan 30. Sorvarintien liikenne koostui pääasiassa työmatka- sekä koululiikenteestä ja väylä toimii yhteytenä patosillalta ja Itä-Tuirasta Välivainolle. Laskentatekniikoista pisteellä käytettiin liikennevalojen induktiosilmukoita, Otos-kamerajärjestelmää sekä SDR-mikroaaltotutkaa.



KUVA 30. Sorvarintien laskentapaikan sijainti Välvainiolla (Karttatie. 2011)

Sorvarintien viereinen, tarkkailun kohteena ollut kevyen liikenteen väylä on tasainen ja linjaukseltaan suora. Polkupyöräilijöiden nopeuksien vaihteluun eivät siis vaikuttaneet maastolliset tekijät, vaan vaihtelua aiheutti Paulaharjuntien valo-ohjattu suoja-atie. Valo-ohjatut risteykset tuleekin huomioida tutkalaitteiden asennuspaikan valinnassa, sillä ne vaikuttavat nopeuteen perustuvaan kulkutapaluokitteluun. Kuvasta 31 nähdään laitteiden sijoittelu laskentapaikalla. SDR-tutkat asennettiin valaisinpylvääseen, joka sijaitsee kuvan vasemmassa reunassa. Suojatien alkuun asennettu Otos-kameralaitte on merkitty kuvaan punaisella ympyrällä. Liikennevalojen silmukoiden sijainnit on nähtävissä kuvan 21 silmukkakaaviosta.



KUVA 31. Välvainion pisteen laskentalaitteiden asennuspaikat

Alun perin pisteelle oli tarkoituksena asentaa sekä Viacount- että SDR-tutkat. Laitteet suunnattiin kuvan 31 vasemmassa reunassa olevasta valaisinpylvästä Paulaharjuntien suuntaan. Testikävelyjen aikana havaittiin, että laitteet eivät reagoi kaikkiin ohittaviin tienkäyttäjiin. Toisaalta laitteet poimivat satunnaisesti havaintoja Paulaharjuntiellä kulkevista linja- ja kuorma-autoista. Toisella puolen väylää sijaitsevan sähkökeskuksen arveltiin myös häiritsevän tutkalaitteiden heijastuksia. SDR päätettiin kääntää päinvastaiseen suuntaan, mutta Viacountin kääntäminen ei onnistunut sen kiinteästä suunnasta johtuen. Väylän toiselle puolelle sijoittaminen ei tullut kysymykseen, koska sillä puolen väylää ei ollut puita eikä pylviäitä. Asennusympäristöstä johtuen SDR:n laskentaviiva poikkesi Otos-kameran laskentaviivasta, joka oli sijoitettu liikennevalojen silmukoiden kohtaan. Testitulosten vertailukelpoisuuteen tällä ei kuitenkaan katsottu olevan vaikutusta.

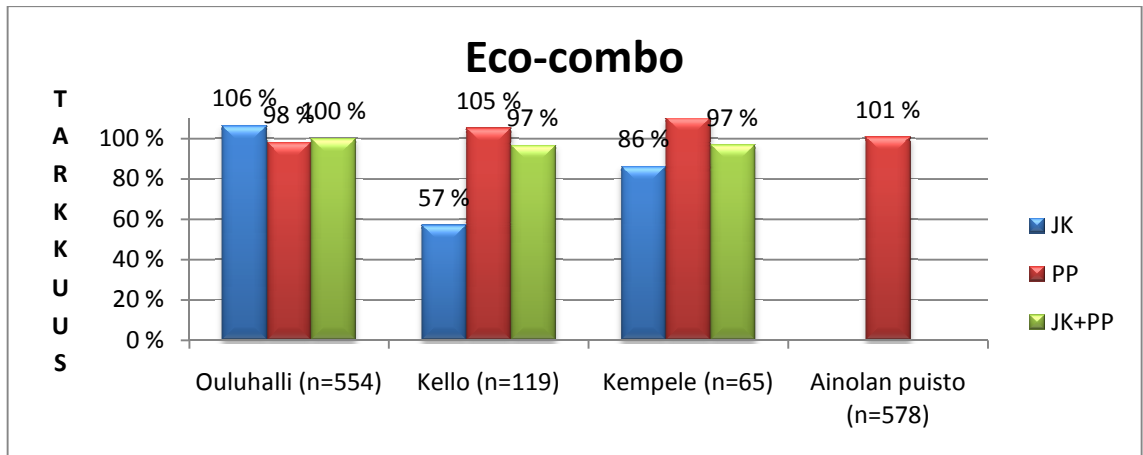
5 TESTILASKENTOJEN TULOKSET

Luvussa 5 on käyty läpi suoritettujen testilaskentojen tulokset. Jotta tuloksia olisi helpompi tarkastella, ne on esitetty Excel-ohjelmistolla laadittuina kuvioina. Testilaskentojen taulukkomuotoiset tulokset on esitetty paikkakohtaisesti työn mukana olevassa liitteessä 2. Laitteiden tarkkuustarkastelujen lisäksi osiossa on esitetty myös SDR-tutkalaitteen nopeustarkastelujen tulokset sekä pohdittu laskentatuloksiin vaikuttaneita virhelähteitä.

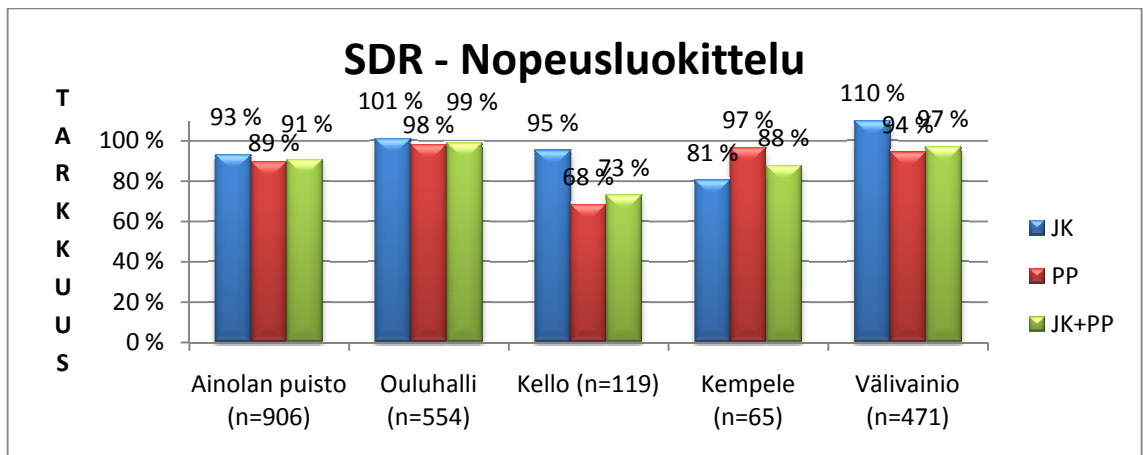
Tuloksien tarkkailussa tulee huomioida, että Eco-combojen datoissa oli laskentojen suorittamisen aikaan arviolta noin 20 minuutin aikavirhe, jota ei laitevalmistajan toimesta saatu jälkeenpäin korjattua. Esitetyissä tuloksissa tuota aikavirhettä on korjattu 15 minuutilla, jotta tulokset olisivat lähempänä todellisuudessa toteutuneita havaintoja. Taulukkomuotoisten tulosten tarkastelussa tulee huomioida Ainolan puiston sokeana ollut infrapuna, joka jätti jalankulkijat kokonaan laskematta ja vaikutti samalla polkupyöräilijöiden suuntatiedon keräämiseen. Ouluhallin osalta on mahdollista, että SDR laski ainakin osan ladulla kulkeneista 19 hiihtäjästä.

5.1 Laskentalaitteiden tarkkuus

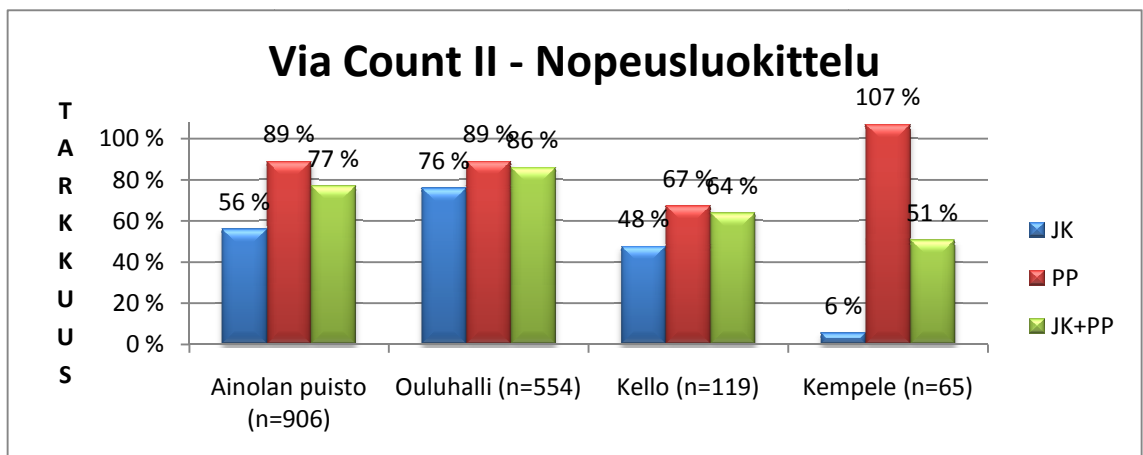
Laskentalaitteiden tarkkuudet ovat prosenttiosuuksia käsinlaskennan tuloksista. Kuvissa 32–35 tarkkuudet on esitetty laitekohtaisesti siten, että jalankulkijat, polkupyöräilijät sekä laskentapisteen yhdistetty liikenne on eroteltu. Laitekohtaisten kuvioiden laadinnassa käytettiin koko poikkileikkauksen liikennetietoja kulloinkin toteutuneelta laskenta-ajalta. Suuntakohtaista tarkkuutta on tarkasteltu myöhemmin esitetyissä kuvissa. Ainolanpuiston Eco-combon kaikkia tuloksia ei ole esitetty kuvissa, sillä infrapunon sokeutuminen vääristi tuloksia huomattavan paljon.



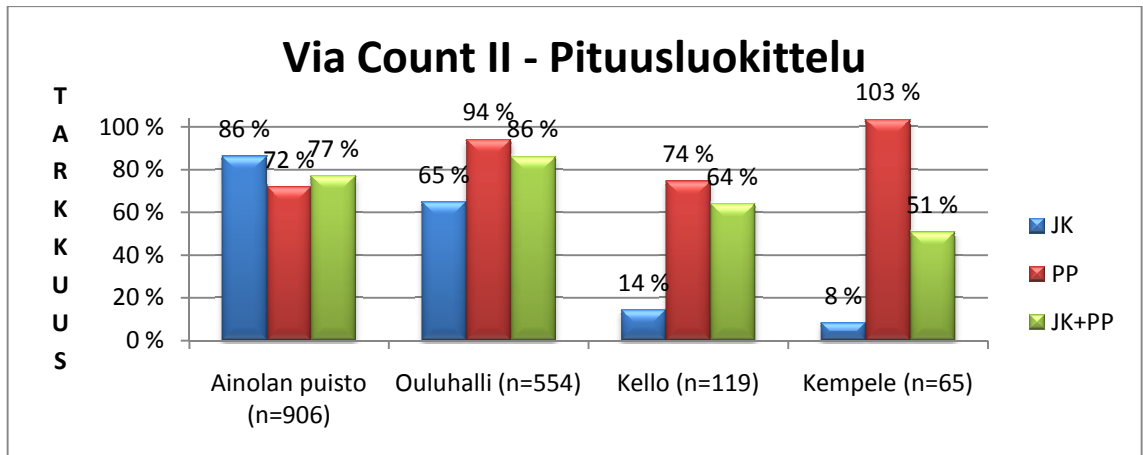
KUVA 32. Eco-combojen tarkkuudet laskentapisteittäin (kelloaikavirheet huomioitava)



KUVA 33. SDR:n nopeusluokittelun mukaiset tarkkuudet laskentapisteittäin

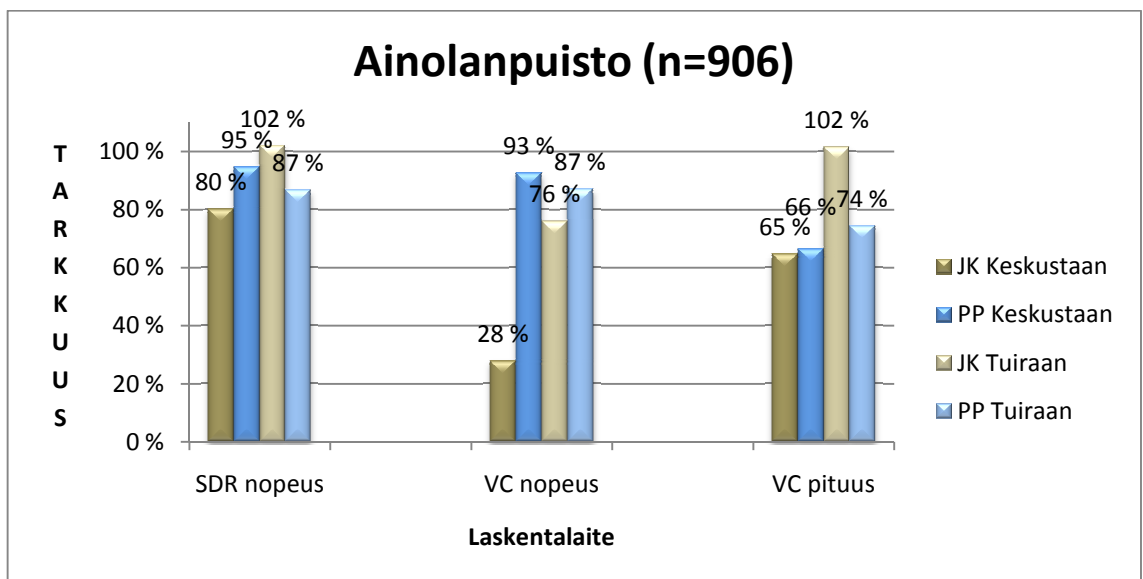


KUVA 34. Viacount II:n nopeusluokittelun mukaiset tarkkuudet laskentapisteittäin

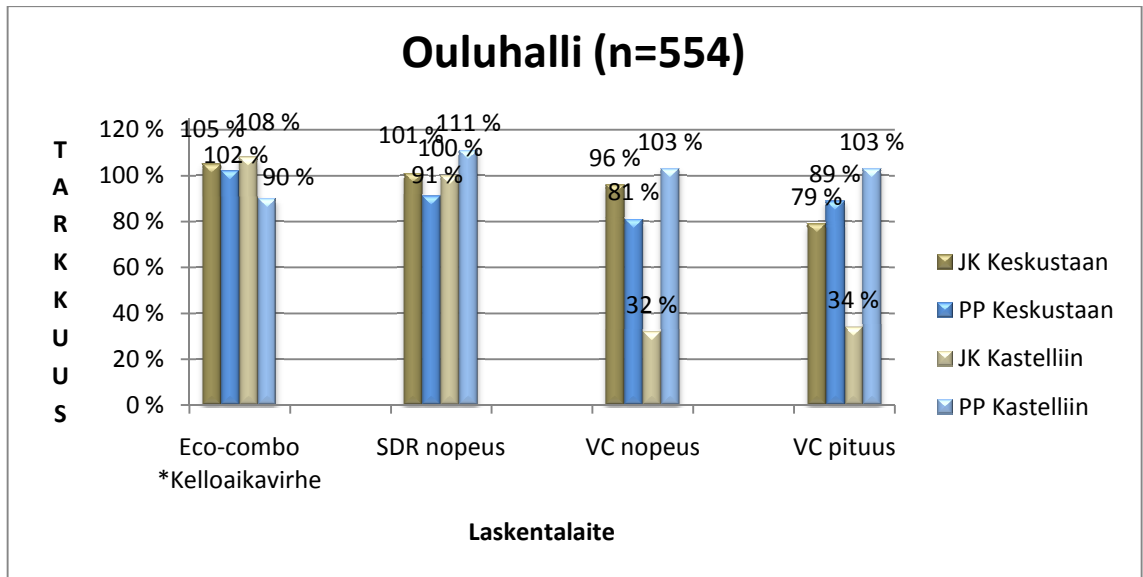


KUVA 35. Viacount II:n pituusluokittelun mukaiset tarkkuudet laskentapisteittäin

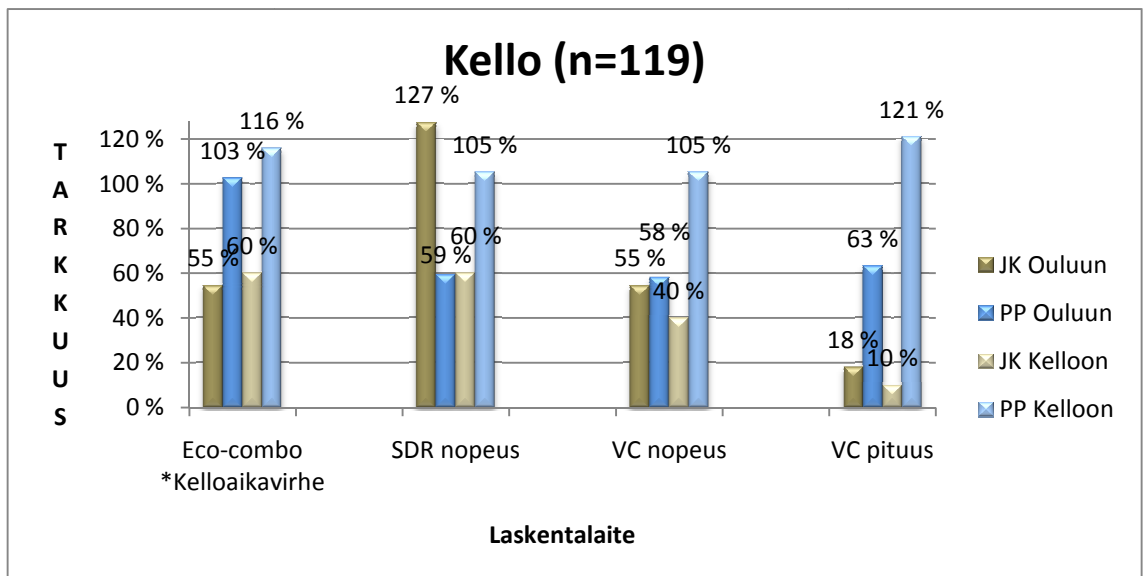
Viacount II:n kulkumuodon luokittelu toimii molemmilla luokittelutavoilla lähes samalla lailla. Käyttäjä voi valita menetelmän oman mieltymyksen tai totumuksen mukaan. Kuvissa 36–39 tarkkuuksia on tutkittu pistekohtaisesti siten, että niissä on eroteltu kulkumuotojen lisäksi kulkusuunnat. Ainolan puiston Eco-combon suuntatarkastelun tulokset on jätetty kokonaan pois, koska infrapunalinssi oli sokea. Kun infrapuna ei toimi, laite havaitsee ainoastaan polkupyöräilijät ja jakaa suuntahavainnot siten, että puolet pyöräilijöistä kulkee toiseen suuntaan ja puolet päinvastaiseen.



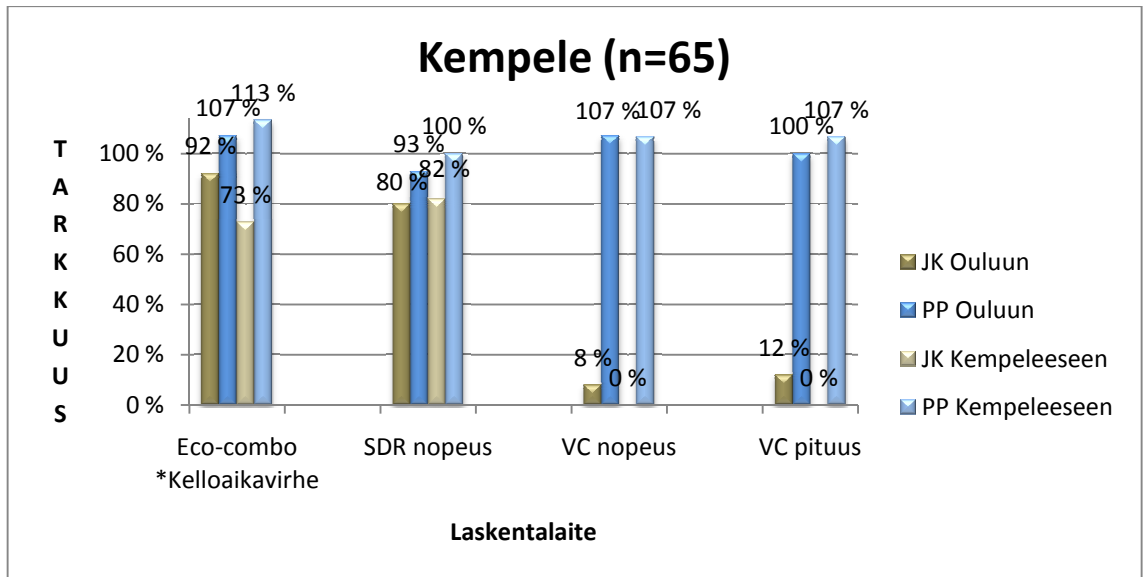
KUVA 36. Ainolanpuiston testilaitteiden laskentatarkkuudet suuntatiedot eroteltuna



KUVA 37. Ouluhallin testilaitteiden laskentatarkkuudet suuntatiedot eroteltuna

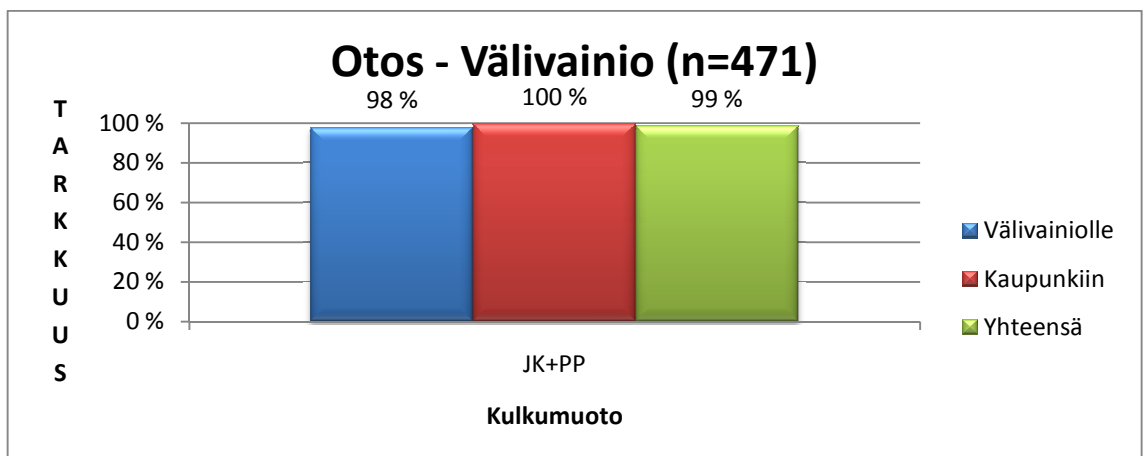


KUVA 38. Kellon testilaitteiden laskentatarkkuudet suuntatiedot ja kulkumuodot eroteltuna

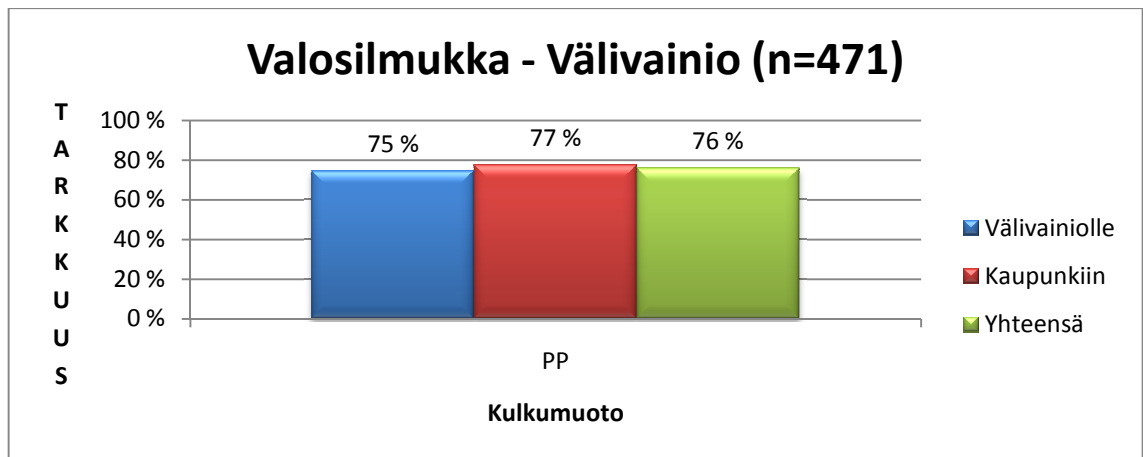


KUVA 39. Kempeleen lait tarkkuudet suuntatiedot ja kulkumuodot eroteltuna

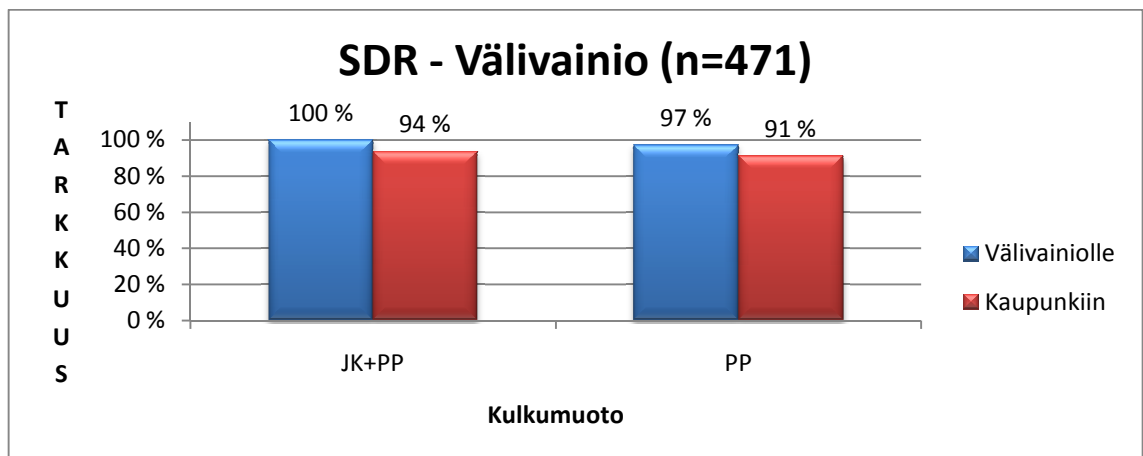
Välivainion laskentatulokset on esitetty kuvioissa 40–42. Vertailukelpoisuuden saavuttamiseksi, SDR:n tulokset on eroteltu polkupyöräilijöiden sekä yhdistetyn liikenteen osalta. Otos-kameraa voidaan esitettyjen tuloksien pohjalta pitää erittäin tarkkana kokonaismäärälaskimena. Liikennevalosilmukoiden laskentatarkkuuteen vaikuttaa pääasiassa rinnakkaiset polkupyörät, joita laite ei pysty havaitsemaan.



KUVA 40. Otos-kameralaitteen laskentatarkkuus suuntatiedot eroteltuna

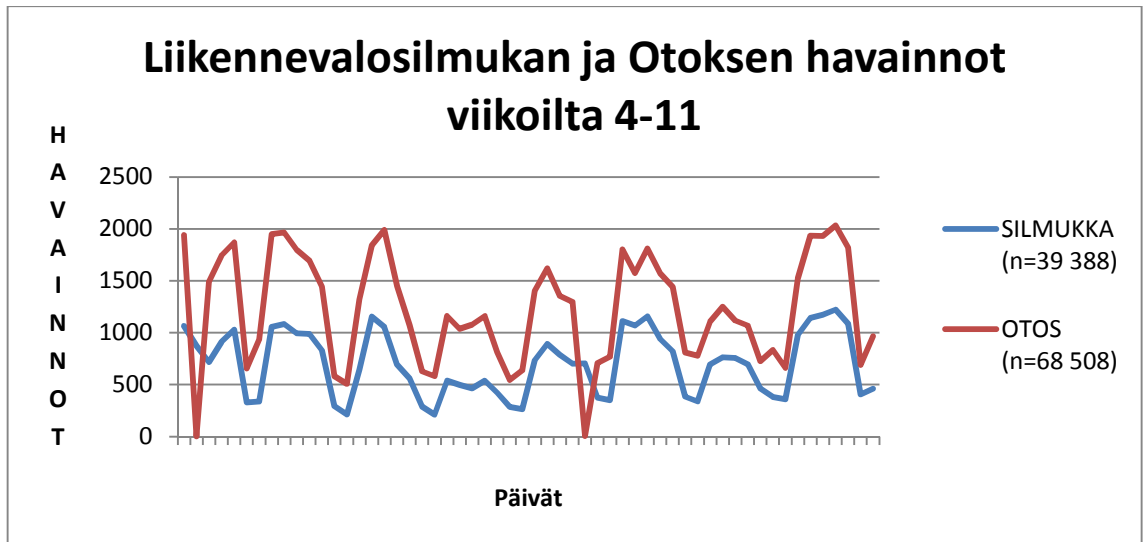


KUVA 41. Valosilmukoiden tarkkuudet suuntatiedot eroteltuna



KUVA 42. SDR:n tarkkuus Välivainion pisteellä. Kuviossa on eroteltu suuntatiedot sekä kulkumuodot

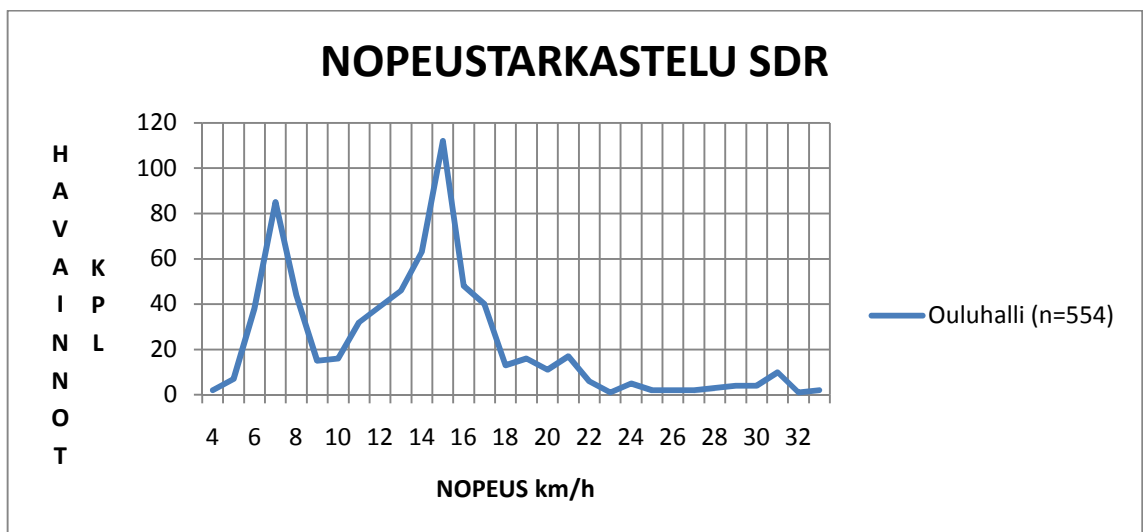
Kuvasta 43 nähdään Otos-kamerajärjestelmän sekä liikennevalosilmukoiden välinen pidemmän aikavälin vertailu. Vertailu tehtiin viikoilta 4–11 eli yhteensä kahdeksan viikon ajalta. Käyristä nähdään, että kahtena päivänä Otos on laskenut vain muutaman kulkijan. Ensimmäisen poikkeaman kohdalla Otos rekisteröi yhden havainnon ja toisen kohdalla viisi havaintoa. Näitä lukuun ottamatta liikennevalosilmukan ja Otos-kameralaskimen havainnot näyttävät myötäilevän toisiaan. Käyrien välisestä erosta voidaan arvioida jalankulkijoiden liikennemäärät.



KUVA 43. Liikennevalosilmukan ja Otoksen välinen pitkän aikavälin vertailu

5.2 Nopeustarkastelu

Kuvasta 44 nähdään Ouluhallin laskentapisteillä esiintyneet nopeudet ja niiden havaintomäärät. Suurin pisteellä mitattu nopeus oli 33 km/h ja pienin 4 km/h. Nopeustarkastelun avulla voidaan jollakin tasolla tarkastella liikkumisen turvallisuutta, koskien suuria polkupyöräilijöiden nopeuksia. Mopoilijoiden määrää on normaalilla tasaisella mittauspisteellä mahdollista arvioida yli 35 km/h nopeuden perusteella.



KUVA 44. Eri nopeuksien kappalemääräiset havainnot Ouluhallin laskentapisteellä

5.3 Virhelähteet

Yleisesti voidaan sanoa, että täysin virheetöntä mittausta on hyvin vaikeaa tai lähes mahdotonta toteuttaa. Laskennan lopputuloksiin voivat vaikuttaa muun muassa puutteellinen laiteasennus, laskentapaikan maasto-olosuhteet ja ympäristön rakenteet, liikenteestä aiheutuvat muuttuvat tekijät sekä tulosten käsittelyvaiheessa mahdollisesti tapahtuneet virheet. Myös kuluttavan luokittelun virheet tulee huomioida tuloksien tarkastelussa. Seuraavaksi käydään läpi virhelähteet, jotka osaltaan vaikuttivat tämän työn tuloksiin.

Laitetestauksen merkittävimmät virheet syntyivät selkeästi liikenteestä ja sen muuttuvista tekijöistä. Ensimmäisenä mainittakoon ryppäissä tai rinnakkain liikkuvat jalankulkijat ja pyöräilijät. Aivan rinnakkaiset jalankulkijat vaikeuttavat tarkkaa laskentaa ainakin Eco-combon ja tutkalaitteiden osalta. Rinnakkaiset pyöräilijät Eco-combo kykenee erottelemaan suurella todennäköisyydellä, koska käytössä on kaksi rinnakkaista silmukkaa. Suuntatiedon laite havaitsee tuolloin vain toisesta pyöräilijästä. Tutkalaitteilla rinnakkaiset pyöräilijät aiheuttavat havainnointivirheitä samaan tapaan kuin jalankulkijoiden tapauksessa. Liikennevalojen silmukat eivät erota täysin rinnakkaisia pyöräilijöitä ollenkaan, koska yksi silmukka kattaa koko väylän leveyden. Ryppäinä tai lähes rinnakkain liikkuneiden jalankulkijoiden ja polkupyöräilijöiden prosenttiosuudet pisteittäin on esitetty taulukossa 4.

TAULUKKO 4. Ryppäinä tai lähes rinnakkain liikkuneiden jalankulkijoiden ja polkupyöräilijöiden prosenttiosuudet otoksen kokonaismäärästä

Laskentapaikka	Kokonaismäärä JK	Kokonaismäärä PP	JK-rypäs	PP-rypäs
Ainolanpuisto	328	578	29 %	3 %
Ouluhalli	148	366	18 %	7 %
Kello	21	98	10 %	33 %
Kempele	36	29	11 %	7 %
Välivainio	81	390	22 %	8 %

Suuri rypäsprosentti on nähtävissä muun muassa Kellon laskentatarkkuuden heikentymisenä Eco-combon ja mikroaaltolaskinten osalta. Tuolloin esimerkiksi SDR:n osalta jalankulkijoiden ja polkupyöräilijöiden havainnointitarkkuudet olivat 95 % ja 68 %.

Toisena liikenteestä aiheutuvana virhelähteenä voidaan pitää hitaita jalankulkijoita. Laskentojen aikana todettiin, että tutkalaitteilla on vaikeuksia havaita alle neljän kilometrin tuntinopeudella lähestyviä kulkijoita. Hitaat jalankulkijat olivat pääasiassa vanhuksia sekä pieniä lapsia. Lapset kulkivat usein ryppäissä ja eteneminen oli hidasta sekä poikkeavaa. Silmämääräisesti katsottuna osa lapsista liikkui poikkeuksellisen hitaasti myös polkupyörällä. Laskentalaitteiden kohdalle pysähtyminen saattoi aiheuttaa laitteelle myös ylimääräisiä havaintoja. Esimerkkinä mainittakoon 13.1. suoritettu Ainolanpuiston testilaskenta, jossa osa liikenteestä koostui hitaasti kulkevista kävelijöistä. Viacountin nopeusluokittelulla jalankulkijoiden havaintotarkkuus oli tuolloin 56 % ja pituusluokittelulla 86 %. SDR:n osalta havaintotarkkuus oli 93 %.

Asennuksesta johtuvia virheitä karsittiin pois testikävelyillä ja tutkalaitteiden lisäksi myös Eco-combojen toimivuus tarkastettiin asennuksen yhteydessä. Tuloksista pääteltiin, että Kellon testilaskennassa 18.1. SDR:n asennuskorkeus ei ollut riittävä alakoululaisten havaitsemiseksi. Laitteen osalta tulokset poikkesivat huomattavasti aikaisemmista laskennoista. Maaliskuulla tehdyssä lisälaskennassa laitteen korkeusasemaa nostettiin, jolloin kokonaistarkkuus parani. Nostaminen vaikutti heikentävästi nopeuden mittaustarkkuuteen, joten jalankulkijoiden ja polkupyöräilijöiden luokittelu ei onnistunut parhaalla mahdollisella tavalla. Lisälaskennassa jalankulkijoiden havainnot Eco-comboon verrattuna olivat 132 % ja polkupyöräilijöiden 76 %. Kokonaistarkkuus lisälaskennassa oli 92 %.

Induktiosilmukoiden eli Eco-combojen sekä Välivainion liikennevalosilmukoiden osalta on todennäköistä, että osa polkupyöristä jäi testissä laskematta poikkeuksellisten vanne- sekä runkomateriaalien vuoksi. Nykyisin käytössä olevien kevytmetalli- ja hiilikuiturakenteisten polkupyörien markkinaosuuksia ei työn aikana saatu selvitettyä, joten arviota niiden aiheuttamasta virheen suuruudesta on vaikea esittää.

6 YHTEENVETO

Kävelyn ja pyöräilyn kulkumuoto-osuuksien kasvattaminen edellyttää selkeiden ja realististen tavoitteiden asettamista, mutta yksistään ne eivät riitä. Tavoitteiden toteutumiseksi täytyy laatia myös suunnitelmat niistä konkreettisista toimenpiteistä, joilla kävelyn ja pyöräilyn nykytilaa lähdetään parantamaan. Liikennetiedon ollessa olennainen osa kevyen liikenteen verkostojen kehittämistyötä, on sen keräämisessä tärkeää aktivoitua. Kattavien laskentajärjestelmien luominen edellyttää toimivia ja luotettavia jatkuvan laskennan laitteita. Laskentalaitteiden kehittämisessä avainasemassa ovat laitevalmistajat sekä heidän oma halukkuutensa tuotekehitykseen. Täysin valmista ja kaikkien käyttäjien tarpeita vastaavaa laitetta ei vielä markkinoilla ole. Arvokasta tietoa laitteiden toimivuuksista eri olosuhteissa saadaan käyttäjien suorittamista omista laitetestauksista.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli testata jalankulku- ja polkupyöräliikenteen laskentalaitteita ja vertailla niiden laskentatarkkuuksia sekä ominaisuuksia keskenään. Tarkoituksena oli myös tutkia, miten eri laskentalaitteet soveltuvat talvisissa olosuhteissa toteutettavaan laskentaan. Laitetestaukseen osallistuivat Eco-combo, SDR-mikroaaltotutka, Viacount II -mikroaaltotutka, Otos-kamerajärjestelmä sekä liikennevalojen induktiosilmukkapari. Testilaskentoja suoritettiin tammikuussa 2011 yhteensä viitenä päivänä. Testilaskennoissa tehtiin koneellisten laskentojen rinnalla käsinlaskentaa, jonka tuloksiin laitteiden tarkkuustasoa verrattiin.

Testattujen laskentamenetelmien välillä esiintyi eroja niin tarkkuuden kuin yleisten ominaisuuksien osalta. Osa menetelmistä soveltuu talvella suoritettaviin laskentoihin nykyisellä kokoonpanollaan, ja osa vaatii selkeästi vielä tuotekehitystä. Otos-kamerajärjestelmää lukuun ottamatta kaikilla laitteilla esiintyi ongelmia rinnakkain tai ryppäinä liikkuvien väylänkävijöiden havaitsemisessa. Tuloksista nähdään, että pääsääntöisesti polkupyörien havainnointi laitteilla on tarkempaa. Toisaalta ryppäinä liikkuvia jalankulkijoita tavattiin enemmän kuin polkupyöräilijöitä. Yhteenvedossa laskentamenetelmistä tehtyjä havaintoja on käsitelty aluksi sanallisesti jokaisen menetelmän kohdalla erikseen. Taulukossa 5 ominaisuudet ja soveltuvuus on esitetty

taulukkomuotoisena. Taulukossa 6 on esitetty testissä olleiden koneellisten menetelmien hintatietoja. Hintatiedoissa on eritelty laitteen hankintahinta, asennuksen hinta sekä käyttökustannukset. Hintatiedot ovat suuntaa antavia ja tarkkoja laitekohtaisia hintoja tulee tiedustella laitevalmistajilta.

Eco-combo

Polkupyörälaskimena laite on erittäin tarkka, vaikka testeissä saadut havainnot olivat hieman yli 100 %. Norjassa ja Ruotsissa tehdyissä tutkimuksissa polkupyörien laskentatarkkuudet poikkeamat ovat olleet 97–99 %. Jalankulkijoiden havaitseminen laitteella on hieman heikompa, sillä infrapuna ei tunnista aivan rinnakkain tai tiiviinä ryppäinä kulkevia väylänkäyttäjiä. Testilaskennoissa tulokset vaihtelivat 57 %:sta 115 %:iin. Liikenteen kulkusuunnalla on lievä vaikutus laskentatarkkuuteen sillä suunnittaisissa havaintoprosenteissa oli eroja.

Eco-comboissa esiintyi joitakin toiminnallisia vikoja. Kempeleen laskentapisteellä ilmeni alkuvuodesta ylimääräisiä, liikenteestä johtumattomia havaintoja. Näiden haamuhavaintojen aiheuttajaa ei saatu tietoon. Suurimmat ongelmat liittyivät kelloaikojen synkronointiin sekä talvisiin laskentaolosuhteisiin. Jokaisen laitteen kello oli väärässä ajassa ja laitevalmistajat eivät saaneet korjattua sitä testilaskentojen aikana. Laitteilla saadut yli 100 %:n havaintokatteet johtuivat todennäköisesti tästä kelloaikavirheestä. Kelloaikojen poikkeaman arvioitiin olevan noin 20 minuuttia. Käyttäjä ei voi säätää laitteen kelloaikaa, joten synkronointivirheet täytyy huomioida tulosten käsittelyssä. Lumisateet ja väylien auraus aiheuttivat jatkuvasti infrapunalinssien sokeutumista. Vähäinenkin linssiin kertynyt lumi esti jalankulkijoiden sekä liikenteen suuntatietojen havaitsemisen. Lumen aiheuttamien ongelmien estämiseksi infrapunan eteen asennettiin muovinen pleksi, joka aiheutti infrapunän sokeutumisen. Laitevalmistaja kehitti infrapunän läpäisevän erikoislinssisuojan ja ulkopuolelle asennettavan lumisuojan, mutta näitä ei saatu Ouluun testilaskentojen aikana. Niinpä näiden toimivuutta ei päästy testaamaan, vaikka halua olisi ollut.

Runsassateinen talvi voi kerryttää lunta niin, että laitteen asennuspylväs peittyy kokonaan (kuva 45). Runsas lumentulo voi siis sokeuttaa infrapunamittauksen lumisuojausta huolimatta. Linssien puhdistaminen vaatii aktiivista käyntiä laskentapisteillä, joka tekee laitteesta vähemmän huoltovapaan. Kesäaikaan lumiongelmaa ei ole, jolloin laite toimii oletettavasti paremmin. Laite on tarkoitettu jatkuvaan laskentaan kiinteästi asennettavaksi. Asennus on melko työläs ja tulee toteuttaa kesäaikaan. Akkujen kesto käytetyllä laitekokoospanolla on kaksi vuotta. Väylän sivuun asennettuna laite ei häiritse liikennettä, mutta on altis ilkeille.



KUVA 45. Lumeen hautautunut Eco-combo Kempeleen laskentapisteellä

SDR-mikroaaltotutka

Laitteen tarkkuustaso on erittäin hyvä etenkin väylillä, joissa liikenne on nopeampaa. Pääsääntöisesti tulokset ylittivät 90 % tarkkuuden. Liikenteen suunnalla ei ole vaikutusta laskentatuloksiin, mutta aivan rinnakkain tai tiiviinä ryppäinä liikkuvia väylänkäyttäjiä laite ei tunnista. Suurimmat poikkeamat esiintyivät Kellon laskentapisteellä, jossa myös ryppäissä kulkeneiden polkupyöräilijöiden osuudet olivat suurimmat.

Kellon pisteessä tehtiin maaliskuussa lisälaskenta selvittämään, voiko laitteen korkealla asennuksella (2,5 m) ryppäiden havainnointia parantaa. Lisälaskennan tuloksista nähtiin, että kokonaismäärätulos parantui selvästi, 76 %:sta 92 %:iin, Eco-comboon verrattuna. Korkeasta asennuksesta johtuen nopeushavainnointitarkkuus kuitenkin heikkeni, joten kulkumuotojen luokittelu ei täysin toiminut. Kävelijöiden havainnointitarkkuudeksi saatiin 132 % ja pyöräilijöiden 76 %.

Mahdolliset liikenteestä johtumattomat ylimääräiset havainnot voidaan tunnistaa, sillä yleensä ne erottuvat muusta liikenteestä huomattavasti suuremmalla nopeusarvolla tai ilmaantuvat juuri samalle sekunnille todellisen havainnon kanssa. Nopeusluokitteluun vaikuttavat oleellisesti maastonmuodot sekä keliolosuhteet. Väylän liukkaus tai lumisuus hidastaa sekä jalankulku- että pyöräliikennettä. Huonoissa keliolosuhteissa ei pyörällä välttämättä saavuteta asetettuja luokittelun raja-arvoja, jolloin laskentatulokset vääristyvät.

Laitteen asennuksessa tulee huomioida, että laite voi kerätä havaintoja myös laskettavan väylän ulkopuolelta esimerkiksi poluilta ja viereisiltä väyliltä. Taustalle pysäköity ajoneuvo tai metallikuorinen sähkökeskus voivat heikentää laitteen havainnointikykyä. Optimaalisen asennuspaikan löytäminen voi olla vaikeaa, mutta laite on helposti siirrettävissä ja asennuspaikan vaihtaminen on nopeaa. Asennuspaikan valinnassa tulee huomioida laitteen ja väylän välinen etäisyys. Testissä todettiin, että yli 10 metrin välimatka heikentää havaintotarkkuutta. Helpon siirrettävyyden vuoksi laite on altis myös varkauksille, joten kettingin ja lukon käyttäminen asennuksessa on suositeltavaa. Laskentalaitteen konkreettisen laskentasuunnan vaihtaminen ei edellytä laitteen siirtämistä. Laite soveltuu jalankulkijoiden sekä polkupyöräilijöiden laskentaan ja sitä voidaan käyttää sekä lyhyissä että pidempiaikaisissa laskennoissa. Jatkuvassa laskennassa laite tulee varustaa lisävirtalähteellä. Normaalilla kokoonpanolla laitteen 12 V:n akun vaihtoväli on talvella noin viikko ja kesällä kaksi viikkoa. Väylän sivuun asennettuna laite ei häiritse liikennettä, mutta on altis ilkeille.

Viacount II -mikroaaltotutka

Polkupyörälaskimena laskentalaite on tarkka, jalankulkijoita laite havaitsee selvästi heikommin. Jalankulkijoiden havainnot vaihtelivat reilusti välillä 6 %:sta 86 %:iin. Polkupyöräilijöiden havainnot ylittivät pääsääntöisesti 89 % tarkkuuden. Liikenteen suunnalla todettiin olevan vaikutusta laskentatarkkuuteen. Hitaan lähestyvän liikenteen havaitseminen laitteella on vaikeaa. Aivan rinnakkain tai tiiviinä ryppäinä kulkevaa liikennettä laite ei tunnista. Haamuhavainnot voidaan tunnistaa ja poistaa, sillä yleensä ne erottuvat muusta liikenteestä suuremmalla nopeusarvolla tai ilmaantuvat täysin samalle sekunnille todellisen havainnon kanssa. Kulkumuotojen luokittelu voidaan tehdä joko nopeuden tai pituuden mukaan. Nopeuden mukaan tehty luokittelu osoittautui tässä testissä tarkemmaksi. Kuten SDR:n osalta mainittiin, nopeusluokitteluun vaikuttavat oleellisesti maastonmuodot sekä keliolosuhteet. Pääsääntöisesti laskenta on tarkempi polkupyörille kuin kävelijöille sekä nopeus- että pituusluokittelulla.

Laite voi tehdä havaintoja myös tutkittavan väylän ulkopuolelta, joka tulee huomioida laitteen asennuspaikan valinnassa. Taustalle pysäköity ajoneuvo tai metallikuorinen sähkökeskus voivat heikentää laskentatarkkuutta. Laitteen kiinteästä konkreettisesta suunnasta johtuen toimivan asennuspaikan löytäminen voi olla mahdotonta. Mikäli laitteen konkreettista suuntaa halutaan muuttaa, joudutaan laite siirtämään väylän toiselle puolelle. Laite on helposti siirrettävä ja asennuspaikan vaihtaminen on nopeaa. Helpon siirrettävyyden vuoksi laite on SDR:n tavoin altis varkauksille, joten kettingin ja lukon käyttäminen asennuksessa on suositeltavaa. Laite soveltuu paremmin polkupyörälaskentaan. Laitetta voidaan käyttää lyhyiden otoslaskentojen lisäksi jatkuvassa laskennassa, jolloin käytetään lisävirtalähdettä. Normaali kokoospanolla laitteen 12 V:n akun vaihtoväli on talvella noin viikko ja kesällä kaksi viikkoa. Väylän sivuun asennettuna laite ei häiritse liikennettä, mutta on altis ilkeille.

Otos-kamerajärjestelmä

Kokonaismäärälaskimena laite on erittäin tarkka. Jalankulkijoiden havainnot olivat 98 % ja polkupyöräilijöiden 100 %. Laite laskee tarkasti myös rinnakkain sekä ryppäissä kulkevat väylänkäyttäjät. Liikenteen suunnalla ei ole vaikutusta laskentatarkkuuteen. Toistaiseksi

laitteeseen ei ole saatavilla kulkumuotoja luokittelevaa ominaisuutta, mutta sen toteuttaminen on mahdollista. Laskentaviivat määritetään kameralle erikseen, joten laite laskee vain haluttuja pisteitä. Väylän ulkopuolelta laite ei tee havaintoja. Yhdellä kameralla voidaan seurata useita toisiaan lähellä sijaitsevia pisteitä. Pidemmän aikavälin (8 viikkoa) testauksessa ilmeni kaksi päivää, jolloin laite rekisteröi vain muutaman havainnon. Kahdeksan viikon kokonaismäärätarkkuuteen nuo päivät vaikuttavat arviolta muutaman prosentin verran. Laitteen asentaminen on kohtalaisen helppoa, mutta toimiakseen se vaatii 240 V:n jatkuvan virtalähteen. Tämä vähentää mahdollisten asennuspaikkojen lukumäärää, mikäli pidempiä kaapelointeja halutaan välttää. Jatkuvaan laskentaan laite soveltuu erittäin hyvin, mikäli siihen saadaan toimiva luokitteluominaisuus. Korkeasta asennuksesta johtuen laite ei häiritse liikennettä eikä ole altis ilkvallalle.

Liikennevalosilmukka

Liikennevalojen induktiosilmukat soveltuvat pitkäaikaiseen polkupyöräliikenteen tilastotiedon keräämiseen. Testilaskennoissa polkupyörähavaintojen ero käsinlaskentaan oli 25 - 23 %. Liikenteen suuntatiedot silmukoilla saadaan kerättyä hyvin, mutta ongelmana ovat rinnakkaiset pyöräilijät. Koko väylän leveyden kattava yksi silmukka ei tunnista näitä, joka vaikuttaa huomattavasti laitteen laskentatarkkuuteen. Silmukoita voitaisiin kehittää siten, että yhden leveän silmukan sijaan rakennettaisiin ZELT:n tavoin kaksi rinnakkaista, jolloin havainnointitarkkuus kasvaisi. Silmukka ei tunnista kaikkia nykyisin markkinoilla olevia polkupyörämateriaaleja. Tarkkojen liikennemäärien arvioiminen edellyttää tietoa rinnakkain rypäinä kulkevien pyörien määristä sekä tietämystä kevytmateriaaleista valmistettujen polkupyörien markkinaosuuksista.

Vaikka liikennevalolaskennan tarkkuus on heikko, havainnoista voidaan kuitenkin määrittää tunti-, viikonpäivä- ja kausivaihtelukertoimet. Näiden kertoimien tietäminen mahdollistaa tarkempien estimaattien laskemisen otoslaskennoista kuin pelkästään vakiokertoimien käyttäminen. Esimerkiksi Oulun kaupunki käyttää arkipäivän klo 13–18 otoslaskennoissa polkupyörille aina samaa laajennuskerrointa 2,2. Polkupyöräilijöiden liikennetiedon tuottamisen lisäksi kiinteästi asennettu silmukka palvelee väylänkäyttäjiä (valo-ohjaus). Kiinteästi asennettu silmukka on huoltovapaa, eikä häiritse liikennettä.

Käsinlaskenta

Käsinlaskenta on tarkan ja motivoituneen työntekijän tekemänä erittäin tarkka menetelmä. Liikenteen luokittelu voidaan määrittää kulloinkin tehtävään laskentaa sopivaksi ja laskennan aikana voidaan tehdä liikennemäärien lisäksi muita havaintoja. Esimerkiksi pyöräilykypärän käytön määrää voidaan seurata laskennan aikana. Laskennan aikana tapahtuvat virheet ovat luonteeltaan inhimillisiä ja niiden korjaaminen on jälkeenpäin mahdotonta. Yleisimmät virheet johtuvat kelloaikojen synkronoinnin unohtamisesta, jaksotuksessa tapahtuneesta unohduksesta tai laskentaa suorittavan henkilön häirinnästä. Laskentatuloksien siirtäminen sähköiseen muotoon on työlästä. Jos käsiteltävää tietoa on runsaasti ja tietojen sähköistämistä suoritetaan niin sanotusti massatuotantona, on inhimillisen näppäilyvirheen riski ilmeinen.

Käsinlaskentaa voidaan suorittaa joko paikan päällä tai videokuvasta tehtävällä laskennalla. Paikan päällä tehtävä laskenta voi häiritä väylän käyttäjiä sosiaalisesti. Paikan päällä tehtävässä laskennassa tulee tiedostaa myös liikenneturvallisuuteen liittyvät riskit, koska laskentaa suorittava henkilö joutuu osittain liikkumaan liikenteen seassa. Laskentojen toteuttamisesta vastaavan henkilön tulee mahdollistaa työntekijöiden asianmukainen koulutus ja hankkia työntekijöille kenttätööhön vaadittavat varusteet. Laskentapäivän hintaan vaikuttavat useat tekijät, jolloin laskennan kokonaishinta kohoaa yleensä korkealle.

TAULUKKO 5. Laskentamenetelmien vertailutaulukko, jossa on esitetty ominaisuudet ja käyttösuositus

MENETELMÄ VALMISTAJAN SIVUT	OMINAISUUDET	KÄYTTÖSUOSITUS
Eco-combo Silmukka ja infrapunalinssi www.eco-compteur.com	<ul style="list-style-type: none"> + Tarkka polkupyörälaskin + Ei häiritse liikennettä + Liikenteen nopeus ei vaikuta tarkkuuteen - Vähäinenkin lumi sokeuttaa infrapunaa - Infrapuna ei havaitse täysin rinnakkaista liikennettä - Mahdolliset haamuhavainnot - Talvisin ei huoltovapaa - Käyttäjä ei voi säätää laitteen kelloaikaa 	Soveltuu hyvin jatkuvaan laskentaan, mikäli lumiongelmat saadaan torjuttua. Muutoin vaatii jatkuvaa lumenpoistoa, joka on erittäin työlästä.
SDR-mikroaaltotutka www.datacollect.eu	<ul style="list-style-type: none"> + Hyvä luokittelun tarkkuustaso + Helppo siirrettävyys + Ei häiritse liikennettä - Kelin vaikutus nopeusluokitteluun - Ei laske tarkasti ryppäitä - Optimaalisen asennuspaikan löytäminen vaatii aikaa 	<p>Soveltuu siirrettävyytensä ansiosta hyvin lyhytaikaisempiin laskentoihin. Lisävarustelulla voidaan käyttää myös jatkuvissa laskennoissa. Soveltuu sekä JK-että PP-laskentaan.</p> <p>Ei suositella väylälle, missä esiintyy paljon hidasta liikennettä ja kulkijat ovat ryppäissä</p>
Viacount II -mikroaaltotutka www.viatraffic.de	<ul style="list-style-type: none"> + Hyvä tarkkuustaso polkupyöräliikenteelle + Helppo siirrettävyys + Ei häiritse liikennettä + Kaksi luokittelutapaa - Kelin vaikutus nopeusluokitteluun - Havaitsee heikosti hidasta lähestyvää liikennettä - Ei laske tarkasti ryppäitä - Optimaalisen asennuspaikan löytäminen hankalampaa kuin SDR:lla kiinteän suuntauksen vuoksi. 	<p>Soveltuu siirrettävyytensä ansiosta hyvin lyhytaikaisempiin laskentoihin. Lisävarustelulla voidaan käyttää myös jatkuvissa laskennoissa. Soveltuu paremmin pelkkään PP-laskentaan</p> <p>Ei suositella väylälle, missä esiintyy paljon hidasta liikennettä ja kulkijat ovat ryppäissä.</p>
Otos-kamerajärjestelmä http://intopii.com/en/home	<ul style="list-style-type: none"> + Tarkka kokonaismäärälaskin + Laskee tarkasti myös ryppäitä + Ei häiritse liikennettä - Kulkumuodon luokittelua ei toistaiseksi saatavilla - Vaatii jatkuvan 240 V:n virtalähteen. 	Soveltuu jatkuvaan laskentaan ja vaikeasti laskettaviin kohteisiin, mikäli ollaan kiinnostuneita vain liikenteen kokonaismääristä.
Liikennevalojen silmukka	<ul style="list-style-type: none"> + Huoltovapaus + Palvelee tienkäyttäjää + Ei häiritse liikennettä - Ei havaitse jalankulkijoita - Ei tunnista rinnakkaista liikennettä - Heikohko laskentatarkkuus 	Soveltuu pitkäaikaiseen polkupyöräliikenteen tilastotiedon keräämiseen. Vaikka laskenta tarkkuus ei ole kovin hyvä, voidaan liikennetiedoista muodostaa vaihtelukertoimia.
Käsinlaskenta	<ul style="list-style-type: none"> + Tarkka laskentamenetelmä + Voidaan kerätä monipuolista tietoa - Työläs ja hintava - Paikan päällä tehtynä häiritsee sosiaalisesti 	Soveltuu lyhytaikaisiin otoslaskentoihin

TAULUKKO 6. Testilaskennoissa käytettyjen laskentalaitteiden hintaluokat

MENETELMÄ	HANKINTAHINTA	ASENNUSHINTA	KÄYTTÖKULUT
Eco-combo (Silmukka ja infrapunalinssi)	~5500 €	~1500 €	~500 € / 12 kk
SDR-mikroaaltotutka	~2500 €	~200 - 500 €	-
Viacount II -mikroaaltotutka	~2500 €	~200 - 500 €	-
Otos-kamerajärjestelmä	~3800 € (12kk/24kk leasing Otos-palvelulla ~420 - 270 €/kk)	~500 - 1000 €	Otos-palvelu ~85 €/kk
Liikennevalojen silmukka	-	Silmukkasahaus ~500 - 1500 €	-

Suomessa pyöräillään ympäri vuoden, joten luotettavien liikennetietojen kerääminen edellyttää laitteiden moitteetonta toimintaa myös talvella. Työssä testatuista laskentalaitteista osa soveltuu ympärivuotiseen jatkuvaan laskentaan nykyisillä ominaisuuksillaan, mutta osa vaatii vielä tuotekehittelyä talvisten sääolosuhteiden tai liikenteen luokittelun osalta. Laitteiden laskentatarkkuuksien osalta voidaan todeta, että toiset soveltuvat sekä jalankulkijoiden että pyöräilijöiden laskentaan, kun taas toiset paremmin pelkkään polkupyörälaskentaan. Olennaista on, että kaikki laskentamenetelmät tukevat toisiaan ja kaikkia menetelmiä tarvitaan.

Työn myötä saatiin tärkeää tietoa erilaisten laskentalaitteiden käytännön laskentatarkkuuksista, vahvuuksista ja puutteista sekä soveltuvuuksista talvisiin liikennelaskentoihin. Tietoa saatiin myös laitteiden asennustyöhön liittyvistä seikoista. Opinnäytetyöstä hyötyvät testilaitteita aktiivisesti laskennoissa käyttävät kaupungit, kunnat ja yritykset, sillä työssä tehtyjä havaintoja ja tuloksia voidaan käyttää omien laskentojen kehittämiseen. Työstä hyötyvät myös kaupungit ja kunnat, jotka eivät toistaiseksi laske kevyttä liikennettä, mutta suunnittelevat laskentojen aloittamista.

LÄHTEET

DSD. 2009. DataCollect. Saatavissa: http://www.datacollect.eu/index.php?article_id=33&clang=0. Hakupäivä 16.3.2011.

Eco-combo Counting multi-users. 2010. Eco-counter. Saatavissa: <http://www.eco-compteur.com/Multi-users-counting.html?wpid=43484>. Hakupäivä 20.11.2010.

Eco-combo GSM Telemetry. 2010. Eco-counter. Saatavissa: <http://www.eco-compteur.com/Eco-combo-GSM.html?wpid=43223>. Hakupäivä 20.11.2010.

Eco-combo Logger. 2010. Eco-counter. Saatavissa: <http://www.eco-compteur.com/Loggers.html?wpid=43217>. Hakupäivä 16.3.2011.

Eco-totem. 2011. Eco-counter. Saatavissa: <http://www.eco-compteur.com/Eco-totem.html?wpid=45008>. Hakupäivä 16.3.2011.

Henkilöliikennetutkimus 2004 - 2005. 2006. Liikenne- ja viestintäministeriö. Saatavissa: http://www.hlt.fi/HTL04_loppuraportti.pdf. Hakupäivä 28.1.2011.

Hynynen, Eeva-Liisa 2010. Kevyen liikenteen kaupunki hyvä myös autoilijalle. Tie & Liikenne, nro 7-8. S.14.

Ilmaisimet. 2010. Tampereen kaupunki. Saatavissa: <http://www.tampere.fi/liikennejakadut/liikenteenohjaus/liikennevalot/opastimetjaniidentoiminta/ilmaisimet.html>. Hakupäivä 22.1.2011.

Jyväskylän seudun liikennetutkimus 2009, Osaraportti 4. 2010. Jyväskylän kaupunki / Keski-Suomen Ely-keskus / Keski-Suomen liitto. Saatavissa: <http://paikkatieto.airix.fi/tietopankki/jyvaskylanseutu/liikennetutkimus/raportit/Osaraportti4.pdf>. Hakupäivä 30.3.2011.

Karttatie. 2011. Oulun seudun karttapalvelu. Saatavissa: <http://www.kartta.ouka.fi>. Hakupäivä 16.3.2011.

Kevyen liikenteen suunnittelu. 1998. Tiehallinto. Saatavissa: <http://alk.tiehallinto.fi/thohje/kevliisu.pdf>. Hakupäivä 6.2.2011.

Kävelyn ja pyöräilyn valtakunnallinen strategia 2020. 2010. Liikenne- ja viestintäministeriö.
Luonnos 9.12.2010, lausunnolle annettu.

Lahden seudun liikennetutkimus 2010, julkaisematon tutkimusaineisto.

Mäntynen, Jorma - Kallberg, Harri - Kalenoja, Hanna - Kiiskilä, Kati - Rauhamäki, Harri - Salli, Riikka - Vihanti, Kaisuliina - Alava, Pekka 2006. Liikennetekniikan perusteet, opetusmoniste 41. Tampereen teknillinen yliopisto, liikenne- ja kuljetustekniikan laitos.

NorSIKT-projektin julkaisematon tutkimusaineisto.

Otos-kamerajärjestelmä. 2010. Intopii Oy. Saatavissa: <http://www.otosservice.net/info/fi/alku>.
Hakupäivä 29.11.2010.

Oulun seudun liikennetutkimus 2009. 2010a. Osaraportti 1. 2010. Oulun seutu / Pohjois-Pohjanmaan Ely-keskus / Liikenne- ja viestintäministeriö. Saatavissa:
<http://www.ouka.fi/seutu/pdf/osaraportti1.pdf>. Hakupäivä 30.3.2011.

Oulun seudun liikennetutkimus 2009. 2010b. Osaraportti 3. 2010. Oulun seutu / Pohjois-Pohjanmaan Ely-keskus / Liikenne- ja viestintäministeriö. Saatavissa:
<http://www.ouka.fi/seutu/pdf/osaraportti3.pdf>. Hakupäivä 30.3.2011.

Pastinen, Virpi. 1999. Henkilöliikennetutkimus 1998–1999. Helsinki: Liikenneministeriö.

Pyroelectric Sensor. 2010. Eco-counter. Saatavissa: <http://www.eco-compteur.com/Pyroelectric-Sensor.html?wpid=43200>. Hakupäivä 20.11.2010.

Pyöräilyn olosuhteet Suomen kunnissa -selvitys 2011. 2011. Kunnossa kaiken ikää -ohjelma / LIKES-tutkimuskeskus. Saatavissa:
http://www.kki.likes.fi/pages/UserFiles/File/Materiaalit/pyorailyselvitys_netti.pdf. Hakupäivä 30.3.2011.

RIL 165-1-2005. Liikenne ja väylät 1. Helsinki: Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL.

Saastamoinen, Kimmo - Kärki, Jutta-Leea - Lahtisalmi, Hanna-Kaisa 2005. Kevyen liikenteen määrien laskentajärjestelmien kehittäminen. Helsinki: Liikenne- ja viestintäministeriö.

SDR. 2009. DataCollect. Saatavissa: http://www.datacollect.eu/index.php?article_id=35&clang=2.
Hakupäivä 15.11.2010.

Sala-Sorsimo, Penelope 2011. Helsinki kartoitti pyöräilyverkoston käyttäjien avulla. Kuntatekniikka, nro 1. S.22–23.

Seimelä, Timo 2011. Liikenneinsinööri, Tampereen kaupunki. Vs: Tampereen uusi pp-laskentalaite. Sähköpostiviesti kimmo.karoluoto(at)hotmail.com 11.3.2011.

Tahkola, Pekka 2010. Pyöräliikenteen kasvattamisen esteet ja keinot Oulun seudulla. Tampereen teknillinen yliopisto, rakennustekniikan koulutusohjelma. Diplomityö.

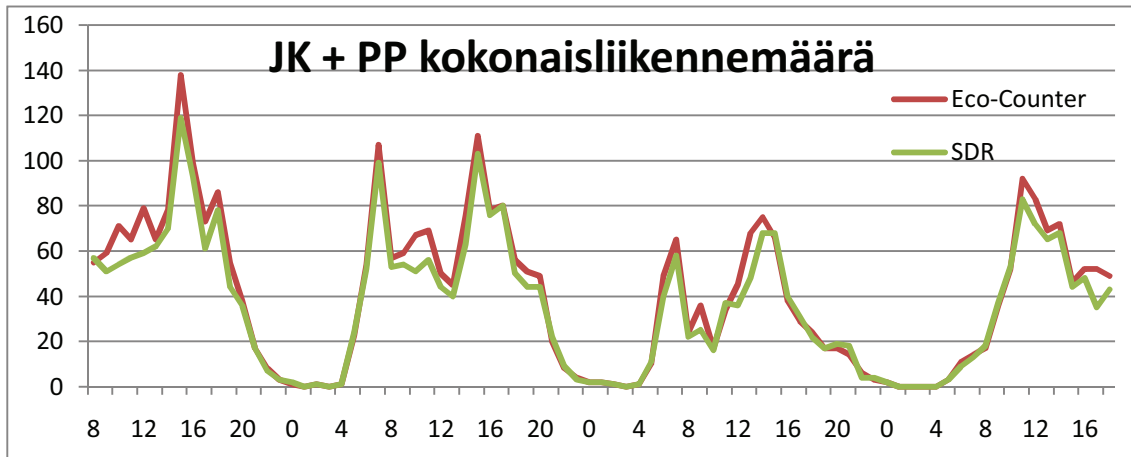
Talvipyöräilyn laajuus, sen esteet ja motiivit sekä terveysvaikutukset. 2003. Liikenne- ja viestintäministeriö. Liikenne- ja viestintäministeriön Jaloin-hanke. Saatavissa: http://www.oulunliikenne.fi/viranomaisolli/Liikennejärjestelmä/Talvipyöräily_raportti.pdf. Hakupäivä 10.12.2010.

Tiesitkö tämän liikenteestä? 2011. Valtion ympäristöhallinto. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=4003&lan=fi>. Hakupäivä 30.1.2011.

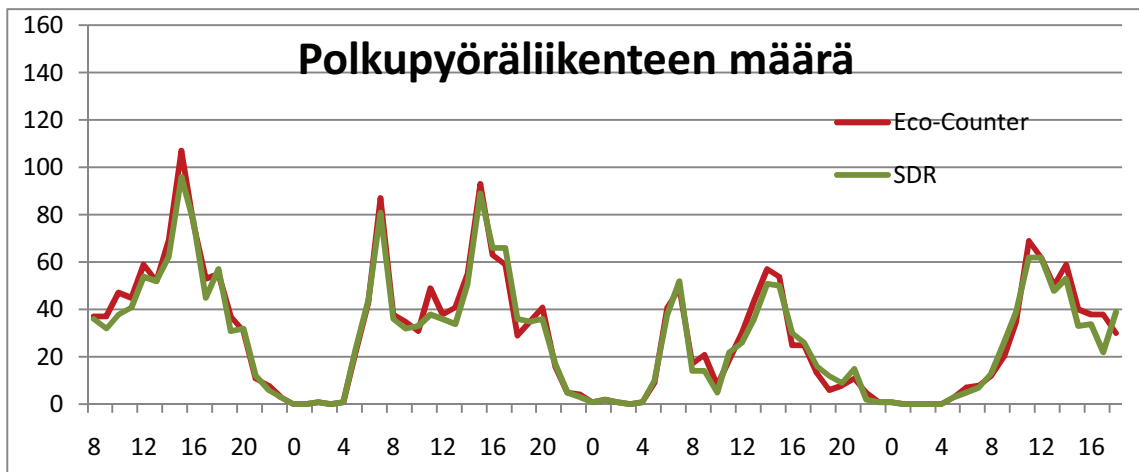
Trafficdata. 2011. Saatavissa: <http://www.trafficdata.de>. Hakupäivä 30.3.2011.

Traffic technology Ltd. 2009. SDR traffic classifier. 2011. Traffic technology Ltd. Saatavissa: <http://www.traffictechnology.co.uk/vehicle-monitoring/sdr-radar-classifier?showall=1>. Hakupäivä 15.11.2010.

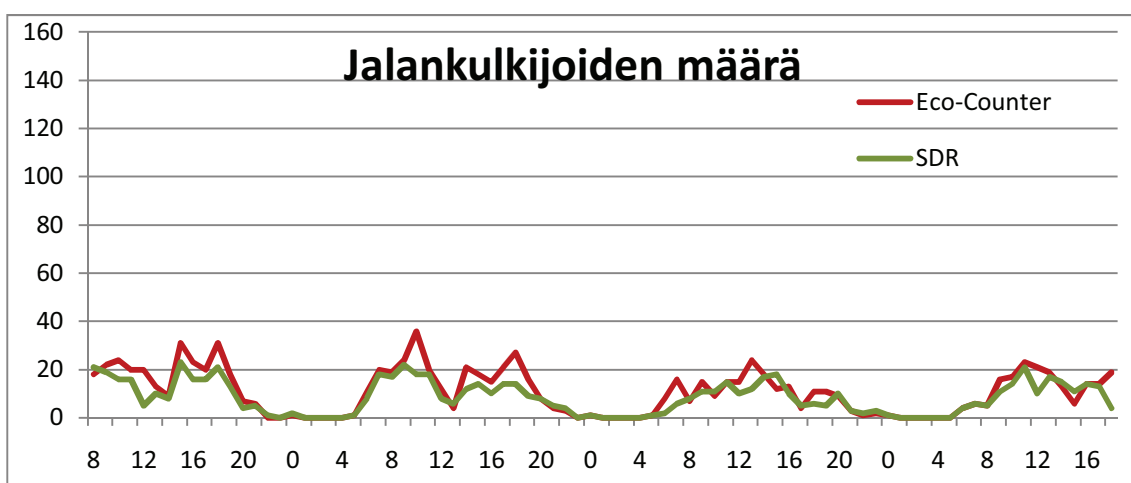
Via Count II. 2008. Via Traffic controlling GmbH. Saatavissa: <http://www.viatraffic.de/engl/viacount2.htm#>. Hakupäivä 15.11.2010.



KUVA 1. Jalankulkijoiden ja polkupyöräilijöiden kokonaisliikennemäärät



KUVA 2. Polkupyöräliikenteen määrät



KUVA 3. Jalankulkijoiden määrät

Pvm: 13.1.2011Kohde: Ainolan puisto

Muu*	PP-taluttaja	Lastenvaunut	Potkuri
	TA	LV	PO

KLO	SUUNTA: KESKUSTA					SUUNTA: TUIRA					Yhteensä
	JK	Rypäs	PP	Rypäs	Muu	JK	Rypäs	PP	Rypäs	Muu	
13.00 - 13.15	6	6	10	0	0	7	7	12	0	0	
13.15 - 13.30	7	0	14	2	0	4	0	14	0	TA	
13.30 - 13.45	4	4	14	0	LV	8	8	6	0	0	
13.45 - 14.00	8	0	4	0	0	10	4	20	0	TA	
14.00 - 14.15	3	4	7	0	0	8	2	19	0	LV TA	
14.15 - 14.30	9	2	8	0	0	5	4	22	2	0	
14.30 - 14.45	6	2	10	0	0	8	0	26	3	LV TA TA	
14.45 - 15.00	7	3	8	0	0	10	4	15	0	TA	
15.00 - 15.15	8	2	15	2	0	3	4	22	0	LV	
15.15 - 15.30	6	4	14	2	0	13	5	24	4	0	
15.30 - 15.45	5	2	16	0	0	7	4	34	2	PO LV	
15.45 - 16.00	4	4	15	0	0	10	0	30	0	TA	
16.00 - 16.15	5	2	14	0	LV	12	2	42	0	TA	
16.15 - 16.30	4	0	13	0	0	13	4	32	0	0	
16.30 - 16.45	6	3	12	0	0	6	2	25	0	TA	
16.45 - 17.00	4	4	11	0	0	10	3	24	0	0	
Yht.	92	42	185	6	2	134	53	367	11	14	906

KÄSILASKENTA		Keskusta			Tuiraan			Koko poikkileikkaus			
Mittauspiste	pvm	tunti	jk	pp	Yhteensä	jk	pp	Yhteensä	jk	pp	Yhteensä
Ainolan puisto	13.1.2011	13	36	44	80	48	54	102	84	98	182
Ainolan puisto	13.1.2011	14	36	33	69	43	91	134	79	124	203
Ainolan puisto	13.1.2011	15	35	64	99	49	117	166	84	181	265
Ainolan puisto	13.1.2011	16	29	50	79	52	125	177	81	175	256
Yhteensä			136	191	327	192	387	579	328	578	906

ECO-COMBO (PYRO sokea)		Keskusta			Tuiraan			Koko poikkileikkaus			
Mittauspiste	pvm	tunti	jk	pp	Yhteensä	jk	pp	Yhteensä	jk	pp	Yhteensä
Ainolan puisto	13.1.2011	13		49			51			100	
Ainolan puisto	13.1.2011	14		61			63			124	
Ainolan puisto	13.1.2011	15		89			92			181	
Ainolan puisto	13.1.2011	16		88			90			178	
Yhteensä				287			296			583	
				150 %			76 %			101 %	

SDR Nopeuteen perustuva		Keskusta			Tuiraan			Koko poikkileikkaus			
Mittauspiste	pvm	tunti	jk	pp	Yhteensä	jk	pp	Yhteensä	jk	pp	Yhteensä
Ainolan puisto	13.1.2011	13	29	39	68	41	45	86	70	84	154
Ainolan puisto	13.1.2011	14	30	31	61	53	71	124	83	102	185
Ainolan puisto	13.1.2011	15	25	63	88	42	101	143	67	164	231
Ainolan puisto	13.1.2011	16	25	48	73	60	119	179	85	167	252
Yhteensä			109	181	290	196	336	532	305	517	822
			80 %	95 %	89 %	102 %	87 %	92 %	93 %	89 %	91 %

VIACOUNT Nopeuteen perustuva		Keskustaan			Tuiraan			Koko poikkileikkaus			
Mittauspiste	pvm	tunti	jk	pp	Yhteensä	jk	pp	Yhteensä	jk	pp	Yhteensä
Ainolan puisto	13.1.2011	13	15	41	56	25	45	70	40	86	126
Ainolan puisto	13.1.2011	14	7	30	37	41	73	114	48	103	151
Ainolan puisto	13.1.2011	15	11	59	70	31	100	131	42	159	201
Ainolan puisto	13.1.2011	16	5	47	52	49	119	168	54	166	220
Yhteensä			38	177	215	146	337	483	184	514	698
			28 %	93 %	66 %	76 %	87 %	83 %	56 %	89 %	77 %

VIACOUNT Pituuteen perustuva		Keskustaan			Tuiraan			Koko poikkileikkaus			
Mittauspiste	pvm	tunti	jk	pp	Yhteensä	jk	pp	Yhteensä	jk	pp	Yhteensä
Ainolan puisto	13.1.2011	13	23	33	56	29	41	70	52	74	126
Ainolan puisto	13.1.2011	14	18	19	37	48	66	114	66	85	151
Ainolan puisto	13.1.2011	15	29	41	70	55	76	131	84	117	201
Ainolan puisto	13.1.2011	16	18	34	52	63	105	168	81	139	220
Yhteensä			88	127	215	195	288	483	283	415	698
			65 %	66 %	66 %	102 %	74 %	83 %	86 %	72 %	77 %

Pvm: 14.1.2011Kohde: Ouluhalli

Muu*	PP-taluttaja	Lastenvaunut	Potkuri
	TA	LV	PO

SUUNTA: KESKUSTA						SUUNTA: KASTEELLI					
KLO	JK	Rypäs	PP	Rypäs	Muu	JK	Rypäs	PP	Rypäs	Muu	
13.15 - 13.30	6	2	25	2	0	2	0	6	0	0	
13.30 - 13.45	6	0	15	0	TA	7	0	13	0	0	
13.45 - 14.00	2	0	19	6	TA	3	0	7	0	LV	
14.00 - 14.15	4	0	14	0	TA	1	0	5	0	0	
14.15 - 14.30	4	0	14	2	0	1	0	13	0	0	
14.30 - 14.45	6	0	20	2	0	1	0	14	2	0	
14.45 - 15.00	8	3	10	0	0	4	2	13	0	0	
15.00 - 15.15	14	2	26	0	TA TA	3	3	7	2	0	
15.15 - 15.30	15	2	27	4	TA TA	2	4	12	0	TA	
15.30 - 15.45	14	2	22	2	0	7	2	17	2	0	
15.45 - 16.00	8	2	17	0	TA TA	3	2	16	0	0	
16.00 - 16.15	11	0	13	0	0	2	0	14	0	0	
Yht.	98	13	222	18	9	36	13	137	6	2	Yhteensä
											554

KÄSILASKENTA			Keskustaan			Kasteelliin			Koko poikkileikkaus		
Mittauspiste	pvm	tunti	jk	pp	Yhteensä	jk	pp	Yhteensä	jk	pp	Yhteensä
Ouluhalli	14.1.2011	13 (45min)	16	69	85	13	26	39	29	95	124
Ouluhalli	14.1.2011	14	25	63	88	9	47	56	34	110	144
Ouluhalli	14.1.2011	15	59	104	163	26	57	83	85	161	246
Ouluhalli	14.1.2011	16 (15 min)	11	13	24	2	14	16	13	27	40
		Yhteensä	111	249	360	50	144	194	161	393	554

Eco-counter			Keskustaan (OUT)			Kasteelliin (IN)			Koko poikkileikkaus		
Mittauspiste	pvm	tunti	jk	pp	Yhteensä	jk	pp	Yhteensä	jk	pp	Yhteensä
Ouluhalli	14.1.2011	13 (45min)	16	71	87	13	24	37	29	95	124
Ouluhalli	14.1.2011	14	27	66	93	14	43	57	41	109	150
Ouluhalli	14.1.2011	15	61	105	166	26	51	77	87	156	243
Ouluhalli	14.1.2011	16 (15 min)	12	13	25	1	12	13	13	25	38
		Yhteensä	116	255	371	54	130	184	170	385	555
			105 %	102 %	103 %	108 %	90 %	95 %	106 %	98 %	100 %

Viacount II Nopeuteen perustuva			Keskustaan			Kasteelliin (loittoneva -)			Koko poikkileikkaus		
Mittauspiste	pvm	tunti	jk	pp	Yhteensä	jk	pp	Yhteensä	jk	pp	Yhteensä
Ouluhalli	14.1.2011	13 (45min)	20	53	73	6	28	34	26	81	107
Ouluhalli	14.1.2011	14	24	54	78	3	51	54	27	105	132
Ouluhalli	14.1.2011	15	54	84	138	7	57	64	61	141	202
Ouluhalli	14.1.2011	16 (15 min)	9	11	20	0	13	13	9	24	33
		Yhteensä	107	202	309	16	149	165	123	351	474
			96 %	81 %	86 %	32 %	103 %	85 %	76 %	89 %	86 %

Viacount II Pituuteen perustuva			Keskustaan			Kasteelliin (loittoneva -)			Koko poikkileikkaus		
Mittauspiste	pvm	tunti	jk	pp	Yhteensä	jk	pp	Yhteensä	jk	pp	Yhteensä
Ouluhalli	14.1.2011	13 (45min)	15	58	73	6	28	34	21	86	107
Ouluhalli	14.1.2011	14	18	60	78	5	49	54	23	109	132
Ouluhalli	14.1.2011	15	48	90	138	6	58	64	54	148	202
Ouluhalli	14.1.2011	16 (15 min)	7	13	20	0	13	13	7	26	33
		Yhteensä	88	221	309	17	148	165	105	369	474
			79 %	89 %	86 %	34 %	103 %	85 %	65 %	94 %	86 %

SDR Nopeuteen perustuva			Keskustaan (1)			Kasteelliin (2)			Koko poikkileikkaus		
Mittauspiste	pvm	tunti	jk	pp	Yhteensä	jk	pp	Yhteensä	jk	pp	Yhteensä
Ouluhalli	14.1.2011	13 (45min)	17	60	77	15	28	43	32	88	120
Ouluhalli	14.1.2011	14	26	61	87	9	60	69	35	121	156
Ouluhalli	14.1.2011	15	59	93	152	21	59	80	80	152	232
Ouluhalli	14.1.2011	16 (15 min)	10	12	22	5	13	18	15	25	40
		Yhteensä	112	226	338	50	160	210	162	386	548
			101 %	91 %	94 %	100 %	111 %	108 %	101 %	98 %	99 %

Huom! SDR saattoi havaita myös hiihtäjät (19), joista 10 meni keskustan suuntaan ja 9 Kastelliin suuntaan.

Pvm: 18.01.11Kohde: Kello

Muu*	PP-taluttaja	Lastenvaunut	Potkuri
	TA	LV	PO

SUUNTA: OULU						SUUNTA: KELLO					
KLO	JK	Rypäs	PP	Rypäs	Muu	JK	Rypäs	PP	Rypäs	Muu	
13.00 - 13.15	1	0	4	2	0	0	0	0	0	0	
13.15 - 13.30	1	0	6	3	0	0	2	1	0	0	
13.30 - 13.45	0	0	2	0	0	0	0	2	0	0	
13.45 - 14.00	1	0	0	0	0	0	0	3	0	0	
14.00 - 14.15	0	0	5	8	0	0	0	0	0	0	
14.15 - 14.30	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
14.30 - 14.45	0	0	6	0	0	0	0	3	0	0	
14.45 - 15.00	2	0	3	3	0	1	0	0	0	0	
15.00 - 15.15	0	0	13	11	0	0	0	0	0	0	
15.15 - 15.30	2	0	1	5	TA	3	0	0	0	LV	
15.30 - 15.45	2	0	1	0	LV	0	0	0	0	0	
15.45 - 16.00	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	
16.00 - 16.15	1	0	2	0	0	0	0	4	0	0	
16.15 - 16.30	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	
16.30 - 16.45	0	0	0	0	0	1	0	3	0	0	
16.45 - 17.00	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
Yht.	10	0	46	32	2	7	2	19	0	1	Yhteensä 119

KÄSILASKENTA			Ouluun			Kelloon			Koko poikkileikkaus		
Mittauspiste	pvm	tunti	jk	pp	Yhteensä	jk	pp	Yhteensä	jk	pp	Yhteensä
Kello	18.1.2011	13	3	17	20	2	6	8	5	23	28
Kello	18.1.2011	14	2	26	28	1	3	4	3	29	32
Kello	18.1.2011	15	5	33	38	5	1	6	10	34	44
Kello	18.1.2011	16	1	3	4	2	9	11	3	12	15
Yhteensä			11	79	90	10	19	29	21	98	119

Eco-counter			Ouluun (IN)			Kelloon (OUT)			Koko poikkileikkaus		
Mittauspiste	pvm	tunti	jk	pp	Yhteensä	jk	pp	Yhteensä	jk	pp	Yhteensä
Kello	18.1.2011	13	3	19	22	1	6	7	4	25	29
Kello	18.1.2011	14	0	24	24	1	7	8	1	31	32
Kello	18.1.2011	15	2	31	33	3	4	7	5	35	40
Kello	18.1.2011	16	1	7	8	1	5	6	2	12	14
Yhteensä			6	81	87	6	22	28	12	103	115
			55 %	103 %	97 %	60 %	116 %	97 %	57 %	105 %	97 %

Viacount II Nopeuteen perustuva			Ouluun (loittoneva -)			Kelloon			Koko poikkileikkaus		
Mittauspiste	pvm	tunti	jk	pp	Yhteensä	jk	pp	Yhteensä	jk	pp	Yhteensä
Kello	18.1.2011	13	2	10	12	0	6	6	2	16	18
Kello	18.1.2011	14	1	16	17	0	4	4	1	20	21
Kello	18.1.2011	15	3	18	21	3	1	4	6	19	25
Kello	18.1.2011	16	0	2	2	1	9	10	1	11	12
Yhteensä			6	46	52	4	20	24	10	66	76
			55 %	58 %	58 %	40 %	105 %	83 %	48 %	67 %	64 %

Viacount II Pituuteen perustuva			Ouluun (loittoneva -)			Kelloon			Koko poikkileikkaus		
Mittauspiste	pvm	tunti	jk	pp	Yhteensä	jk	pp	Yhteensä	jk	pp	Yhteensä
Kello	18.1.2011	13	0	12	12	0	6	6	0	18	18
Kello	18.1.2011	14	0	17	17	0	4	4	0	21	21
Kello	18.1.2011	15	2	19	21	1	3	4	3	22	25
Kello	18.1.2011	16	0	2	2	0	10	10	0	12	12
Yhteensä			2	50	52	1	23	24	3	73	76
			18 %	63 %	58 %	10 %	121 %	83 %	14 %	74 %	64 %

SDR Nopeuteen perustuva			Ouluun (2)			Kelloon (1)			Koko poikkileikkaus		
Mittauspiste	pvm	tunti	jk	pp	Yhteensä	jk	pp	Yhteensä	jk	pp	Yhteensä
Kello	18.1.2011	13	6	10	16	1	6	7	7	16	23
Kello	18.1.2011	14	2	16	18	0	4	4	2	20	22
Kello	18.1.2011	15	4	19	23	3	1	4	7	20	27
Kello	18.1.2011	16	2	2	4	2	9	11	4	11	15
Yhteensä			14	47	61	6	20	26	20	67	87
			127 %	59 %	68 %	60 %	105 %	90 %	95 %	68 %	73 %

Pvm: 20.01.11Kohde: Kempele

Muu*	PP-taluttaja	Lastenvaunut	Potkuri
	TA	LV	PO

SUUNTA: OULU						SUUNTA: KEMPELE					
KLO	JK	Rypäs	PP	Rypäs	Muu	JK	Rypäs	PP	Rypäs	Muu	
13.00 - 13.15	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
13.15 - 13.30	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
13.30 - 13.45	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
13.45 - 14.00	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	
14.00 - 14.15	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
14.15 - 14.30	5	0	3	0	0	2	0	0	0	0	
14.30 - 14.45	1	0	3	0	0	0	2	1	0	0	
14.45 - 15.00	4	0	2	0	0	0	0	0	0	0	
15.00 - 15.15	1	0	2	0	0	0	0	0	2	LV	
15.15 - 15.30	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	
15.30 - 15.45	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
15.45 - 16.00	1	0	0	0	PO	0	0	0	0	0	
16.00 - 16.15	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	
16.15 - 16.30	1	0	0	0	0	0	0	3	0	0	
16.30 - 16.45	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
16.45 - 17.00	1	0	1	0	0	1	2	3	0	0	
Yht.	24	0	14	0	1	6	4	13	2	1	Yhteensä 65

KÄSILASKENTA			Ouluun			Kempeleeseen			Koko poikkileikkaus		
Mittauspiste	pvm	tunti	jk	pp	Yhteensä	jk	pp	Yhteensä	jk	pp	Yhteensä
Ainolan puisto	18.1.2011	13	2	1	3	1	3	4	3	4	7
Ainolan puisto	18.1.2011	14	13	8	21	5	1	6	18	9	27
Ainolan puisto	18.1.2011	15	8	3	11	2	3	5	10	6	16
Ainolan puisto	18.1.2011	16	2	2	4	3	8	11	5	10	15
Yhteensä			25	14	39	11	15	26	36	29	65

Eco-counter			Ouluun (IN)			Kempeleeseen			Koko poikkileikkaus		
Mittauspiste	pvm	tunti	jk	pp	Yhteensä	jk	pp	Yhteensä	jk	pp	Yhteensä
Kempele	18.1.2011	13	2	1	3	1	3	4	3	4	7
Kempele	18.1.2011	14	10	7	17	4	1	5	14	8	22
Kempele	18.1.2011	15	8	5	13	1	5	6	9	10	19
Kempele	18.1.2011	16	3	2	5	2	8	10	5	10	15
Yhteensä			23	15	38	8	17	25	31	32	63
			92 %	107 %	97 %	73 %	113 %	96 %	86 %	110 %	97 %

Viacount II Nopeuteen perustuva			Ouluun			Kempeleeseen			Koko poikkileikkaus		
Mittauspiste	pvm	tunti	jk	pp	Yhteensä	jk	pp	Yhteensä	jk	pp	Yhteensä
Kempele	18.1.2011	13	0	4	4	0	3	3	0	7	7
Kempele	18.1.2011	14	1	7	8	0	0	0	1	7	8
Kempele	18.1.2011	15	0	3	3	0	3	3	0	6	6
Kempele	18.1.2011	16	1	1	2	0	10	10	1	11	12
Yhteensä			2	15	17	0	16	16	2	31	33
			8 %	107 %	44 %	0 %	107 %	62 %	6 %	107 %	51 %

Viacount II Pituuteen perustuva			Ouluun			Kempeleeseen			Koko poikkileikkaus		
Mittauspiste	pvm	tunti	jk	pp	Yhteensä	jk	pp	Yhteensä	jk	pp	Yhteensä
Kempele	18.1.2011	13	1	3	4	0	3	3	1	6	7
Kempele	18.1.2011	14	0	8	8	0	0	0	0	8	8
Kempele	18.1.2011	15	1	2	3	0	3	3	1	5	6
Kempele	18.1.2011	16	1	1	2	0	10	10	1	11	12
Yhteensä			3	14	17	0	16	16	3	30	33
			12 %	100 %	44 %	0 %	107 %	62 %	8 %	103 %	51 %

SDR Nopeuteen perustuva			Ouluun			Kempeleeseen			Koko poikkileikkaus		
Mittauspiste	pvm	tunti	jk	pp	Yhteensä	jk	pp	Yhteensä	jk	pp	Yhteensä
Kempele	18.1.2011	13	1	1	2	1	2	3	2	3	5
Kempele	18.1.2011	14	8	6	14	4	1	5	12	7	19
Kempele	18.1.2011	15	7	4	11	2	4	6	9	8	17
Kempele	18.1.2011	16	4	2	6	2	8	10	6	10	16
Yhteensä			20	13	33	9	15	24	29	28	57
			80 %	93 %	85 %	82 %	100 %	92 %	81 %	97 %	88 %

Pvm: 27.1.2011Kohde: Välivainio

Muu*	PP-taluttaja	Lastenvaunut	Potkuri
	TA	LV	PO

KLO	SUUNTA: VÄLIVAINIO					SUUNTA: KAUPUNKI					Yhteensä
	JK	Rypäs	PP	Rypäs	Muu	JK	Rypäs	PP	Rypäs	Muu	
13.00 - 13.15	2	0	5	2	LV	1	0	13	0	LV	
13.15 - 13.30	2	0	8	0	0	1	0	11	4	0	
13.30 - 13.45	1	0	9	3	0	2	0	3	0	0	
13.45 - 14.00	2	0	7	0	0	1	0	7	6	0	
14.00 - 14.15	4	2	14	4	TA	1	0	10	2	0	
14.15 - 14.30	1	3	15	0	TA	4	0	10	0	0	
14.30 - 14.45	2	2	11	0	0	3	0	4	0	0	
14.45 - 15.00	1	0	10	0	0	0	5	4	0	0	
15.00 - 15.15	3	0	17	0	TA	1	0	15	0	0	
15.15 - 15.30	2	0	12	0	0	2	0	12	0	0	
15.30 - 15.45	2	0	17	0	0	1	0	11	2	0	
15.45 - 16.00	2	2	20	2	0	0	0	8	0	0	
16.00 - 16.15	3	0	15	2	0	3	0	15	0	0	
16.15 - 16.30	2	0	19	0	0	2	0	18	0	0	
16.30 - 16.45	2	2	7	2	LV LV	2	0	9	2	0	
16.45 - 17.00	2	0	4	0	0	2	2	16	0	0	
Yht.	33	11	190	15	6	26	7	166	16	1	

KÄSILASKENTA			Välivainiolle			Kaupunkiin			Koko poikkileikkaus		
Mittauspiste	pvm	tunti	jk	pp	Yhteensä	jk	pp	Yhteensä	jk	pp	Yhteensä
Välivainio	27.1.2011	13	8	34	42	6	44	50	14	78	92
Välivainio	27.1.2011	14	15	56	71	13	30	43	28	86	114
Välivainio	27.1.2011	15	11	69	80	4	48	52	15	117	132
Välivainio	27.1.2011	16	13	49	62	11	60	71	24	109	133
Yhteensä			47	208	255	34	182	216	81	390	471

LIIK.VALOSILMUKAT			Välivainiolle			Kaupunkiin			Koko poikkileikkaus		
Mittauspiste	pvm	tunti	pp			pp			pp		
Välivainio	27.1.2011	13	23			28			51		
Välivainio	27.1.2011	14	38			20			58		
Välivainio	27.1.2011	15	54			42			96		
Välivainio	27.1.2011	16	40			51			91		
Yhteensä			155			141			296		
			75 %			77 %			76 %		

OTOS			Välivainiolle	Kaupunkiin	Koko poikkileikkaus
Mittauspiste	pvm	tunti	JK+PP	JK+PP	JK+PP
Välivainio	27.1.2011	13	40	44	84
Välivainio	27.1.2011	14	70	53	123
Välivainio	27.1.2011	15	76	60	136
Välivainio	27.1.2011	16	63	58	121
Yhteensä			249	215	464
			98 %	100 %	99 %

SDR nopeuteen perustuva			Välivainiolle			Kaupunkiin			Koko poikkileikkaus		
Mittauspiste	pvm	tunti	jk	pp	Yhteensä	jk	pp	Yhteensä	jk	pp	Yhteensä
Välivainio	27.1.2011	13	13	29	42	9	31	40	22	60	82
Välivainio	27.1.2011	14	12	50	62	12	30	42	24	80	104
Välivainio	27.1.2011	15	13	72	85	4	46	50	17	118	135
Välivainio	27.1.2011	16	15	51	66	11	59	70	26	110	136
Yhteensä			53	202	255	36	166	202	89	368	457
			113 %	97 %	100 %	106 %	91 %	94 %	110 %	94 %	97 %