
**LIIKENNELASKENTALAITE SDR:N MAASTOTYÖT JA
ASENNUSOHJEET TYYPPIHYVÄKSYNTÄÄ VARTEN**



Ammattikorkeakoulun opinnäytetyö

Liikenneala

Riihimäki, syksy 2014

Kaius Vuorimaa

RIIHIMÄKI
Liikenneala
Liikennesuunnittelu

Tekijä	Kaius Vuorimaa	Vuosi 2014
Työn nimi	Liikennelaskentalaite SDR:n maastotyöt ja asennusohjeet tyyppihyväksyntää varten	

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tehdä liikennelaskentalaite SDR:n maastotyöt sekä asennusohjeet. Opinnäytetyön tavoitteena oli saada SDR:lle tyyppihyväksyntä Liikennevirastolta.

Opinnäytetyön toimeksiantajana oli Sito Oy, joka tarvitsi omistamiaan liikennelaskentalaite SDR:iä käyttöön yleiseen liikennelaskentaan. SDR:n käyttö vaatii yleisen liikennelaskennan palveluntarjoajan eli Liikenneviraston hyväksynnän.

Opinnäytetyö suoritettiin maastomittauksena, jossa valokuvattiin maastotyöskentely tyyppihyväksynnän asennusohjeistusta varten. Maastomittauspaikoiksi valittiin toimeksiantajan rakennuttamat testipaikat, jotka oli rakennettu LAM-pisteiden viereen. LAM-pisteitä käytettiin referenssilaitteina ja ne sijaitsivat Asikkalassa ja Saksalassa. Myös maastomittauspaikoille asennettiin toiseksi referenssilaitteeksi videointilaitte, jolla pystyttiin jälkikäteen laskemaan käsinlaskentana ohimenevien ajoneuvojen määrä sekä ajoneuvoluokka.

Jotta liikennelaskentalaite SDR saisi tyyppihyväksynnän Liikennevirastolta, sen pitää saada havaintomäärät yleisen liikennelaskennan havaintokatevaatimuksien tasolle. Referenssilaitteiden havaintomääriä verrattiin liikennelaskentalaite SDR:n havaintomääriin. Tulokset olivat havaintokatevaatimuksien tasolla.

Opinnäytetyön avulla saatiin liikennelaskentalaite SDR:lle tyyppihyväksyntä, jota hyödynnettiin 2014 yleisessä liikennelaskennassa.

Avainsanat SDR, Liikennelaskin, Mikroaaltolaskin, Yleinen liikennelaskenta

Sivut 31 s. + liitteet 14 s.

RIIHIMÄKI

Degree Programme in Traffic and transport Management

Traffic Planning

Author

Kaius Vuorimaa

Year 2014

Subject of Bachelor's thesis

Traffic data classifier SDR's field work and installation instructions for type approval from the Finnish Transport Agency

ABSTRACT

The purpose of this thesis was to make traffic data classifier SDR's field work and installation instructions. The goal of the thesis was to get type approval from the Finnish Transport Agency to SDR.

The commissioner of this thesis was Sito Oy which needed its own traffic data classifier SDRs for national traffic counting service. SDR required the national traffic counting services provider's also known as Finnish Transport Agency, approval.


The thesis was carried out as a field measurement in which the field work was photographed for the installation instructions of type approval. The test locations built by the principal was chosen for the field measurement places which were built next to TMS stations. TMS stations were used as the reference instruments and they were located at Asikkala and Saksala. Also a videotaping device as another reference instrument was installed on the field measurement places. This allowed manual counting of the number of passing vehicles and vehicle classes afterwards.

For the traffic data classifier SDR to get a type approval from the Finnish Transport Agency, it would have to get a number of findings to the level which the national traffic counting service's demands. The reference devices' numbers of findings were compared to the traffic data classifier SDRs' number of findings. The results were at the level which was demanded.

With the help of the thesis the traffic data classifier SDR got a type approval which was exploited for the national traffic counting service in 2014.

Keywords SDR, Traffic data classifier, Microwave radar, National traffic counting service

Pages 31 p. + appendices 14 p.



SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	SUOMEN LIIKENNELASKENTAJÄRJESTELMÄ	2
2.1	LAM-järjestelmä	2
2.2	Yleisen liikennelaskennan historiaa	3
2.3	Yleinen liikennelaskenta 2013-2020.....	4
2.4	Yleisen liikennelaskennan laskentatekniikat.....	6
2.5	Tyyppihyväksynnän laatuvaatimukset	7
3	LASKENTATEKNIIKAT.....	9
3.1	Yleisimmät laskentatekniikat	9
3.1.1	Induktioilmaisin.....	9
3.1.2	Letkuilmaisin	10
3.1.3	Videokuvaus	11
3.1.4	Mikroaaltolaskin.....	12
3.2	Mikroaaltolaskimien tutkat	12
3.3	Mikroaaltolaskimen tutkan rakenne	14
4	SDR:N ASENNUSOHJEET TYYPPIHVÄKSYNTÄÄ VARTEN	15
4.1	Laitekuvaus	15
4.2	Asennusohjeet	16
4.3	Asennusohjeet vaiheittain	16
4.3.1	Vaihe 1: Tarkistetaan asennuskorkeus.	17
4.3.2	Vaihe 2: Kiinnitetään laskentalaitteen kiinnike asennustolppaan.	18
4.3.3	Vaihe 3: Suunnataan kiinnikkeen kulma	18
4.3.4	Vaihe 4: Kiristetään laskentalaitteen kiinnike ja asennetaan laskentalaitte kiinnikkeeseen.	19
4.3.5	Vaihe 5: Akun kiinnitys ja virrat päälle	20
4.3.6	Vaihe 6: Suunnataan laskentalaitteen laskin.	21
4.3.7	Vaihe 7: Laskentalaitteen ohjelmoiminen palmilla.....	21
4.3.8	Vaihe 8: Liikennelaskimen lukitus	22
4.4	Asennusten kulku	23
4.5	Laskentatulosten käsittely	24
4.6	Referenssimenetelmät	24
4.7	Tulokset.....	25
5	JOHTOPÄÄTÖKSET	27
	LÄHTEET	28

1 JOHDANTO

Liikenneviraston liikennelaskentajärjestelmä muodostuu pysyvistä liikenteen automaattisista mittausasemista (LAM) sekä pääosin otoslaskentoihin perustuvasta yleisestä liikennelaskentapalvelusta. Liikennelaskennalla pystytään selvittämään tietyn tienkohdan laskenta-aikana ylittäneiden ajoneuvojen lukumäärä. Tutkimusmenetelmästä riippuen tuloksena saadaan myös tietoa ajoneuvotyypeistä ja ajoneuvojen nopeuksista. (Saastamoinen, Kiiskilä, Tuominen & Hätälä 2014, 5; Luttinen 2007, 214.)

Yleinen liikennelaskentapalvelu kilpailutetaan 6-8 vuoden välein ja kaikki käytetyt laitteet ovat palveluntuottajan omistuksessa. Palveluntuottajan käyttämien laitteiden tulee olla tyyppihyväksytyt. Liikenneviraston (2012a) mukaan nykyisen palveluntuottajan Sito Oy:n sopimus on voimassa vuodet 2013-2020. (Saastamoinen ym. 2014, 5; Tuominen 2014.)

Sito Oy on moniosaajayritys, joka kattaa infran, liikenteen, maankäytön, ympäristön ja digitaaliset palvelut. Sito Oy:ssä työskentelee lähes 500 henkilöä. Siton palvelut kattavat kaikki suunnittelun vaiheet ja osatehtävät sekä asiakasprosessien konsultoinnin ja tietopalvelut. Sito Oy käyttää yleisessä liikennelaskennassa pääosin Viacount 2 -liikennelaskimia. Vaikka Sito Oy omistaa SDR liikennelaskimia niitä ei voida käyttää yleisessä liikennelaskennassa ilman tyyppihyväksyntää. (Sito n.d.)

Opinnäytetyön tavoite on saada tyyppihyväksyntä liikennelaskin SDR:lle sekä tarkoituksena on suorittaa siihen liittyen maastotyöt sekä tehdä SDR:lle asennusohjeet. Liikennelaskin SDR:n valmistaja on saksalainen DataCollect Traffic Systems GmbH. SDR rekisteröi ajoneuvon kulkusuunnan, ajonopeuden sekä ajoneuvon pituuden. (Datacollect 2014).

2 SUOMEN LIIKENNELASKENTAJÄRJESTELMÄ

Koko Suomen tieverkon pituus on noin 454 000 kilometriä. 78 000 kilometriä Suomen tieverkosta on Liikenneviraston vastuulla. Kuntien vastuulla on katuja noin 26 000 kilometriä. Loput 350 000 kilometriä on yksityis- ja metsäautoteitä. (Liikennevirasto 2014.)

Liikennevirasto kuuluu liikenne- ja viestintäministeriön (LVM) hallinnonalaan, joka on vastuussa Suomen liikenneväylystä ja liikennejärjestelmän kokonaisvaltaisesta kehittämisestä. Liikenneviraston tehtävänä on edistää liikennejärjestelmän toimivuutta, liikenteen turvallisuutta, alueiden tasapainoista kehitystä sekä kestäväää kehitystä. Liikennevirasto myös ylläpitää maantieverkon liikennemäärätietoja, jotka tuotetaan vuosittain tierekisteriin. Kyseiset tiedot tuotetaan Liikenneviraston liikennelaskentajärjestelmän pysyvistä liikenteen automaattisista mittausasemista (LAM) sekä pääosin otoslaskentoihin perustuvasta yleisestä liikennelaskentapalvelusta. (Liikennevirasto 2013; Saastamoinen ym. 2014, 5.)

Tierekisterin liikennemäärätiedot ovat käytössä eri liikenne- ja tiesuunnittelun parissa työskentelevillä organisaatioilla. Liikennemäärätietoa hyödynnetään niin liikennesuoritteen ja koko maan kattavan liikenteen kehityksen seurannassa, kuin myös yksittäisissä suunnittelu- ja tutkimusprojekteissa sekä muussa tienpidossa ja sen ohjauksessa. (Saastamoinen ym. 2014, 13.)

2.1 LAM-järjestelmä

Suomessa on tällä hetkellä LAM-pisteitä yleisillä teillä yli 440. LAM-laite rekisteröi mittauspisteen ylittävät ajoneuvot, jolloin kaikista ajoneuvoista saadaan ohituksen kellonaika, ajosuunta, ajokaista, ajonopeus, ajoneuvon pituus, peräkkäisten ajoneuvojen aikaero ja ajoneuvoluokka. LAM-järjestelmässä ajoneuvoluokkia on seitsemän: henkilö- ja pakettiautot, kuorma-autot, linja-autot, puoliperävaunulliset kuorma-autot, täysperävaunulliset kuorma-autot, peräkärrylliset henkilö- ja pakettiautot sekä asuntovaunua tai pitkää peräkärryä kuljettavat henkilö- ja pakettiautot. (Saastamoinen ym. 2014, 14; Luttinen 2007, 214-215.)

LAM-pisteen ajoneuvojen rekisteröinnin toiminta perustuu päällysteen sisälle upotetun silmukan sähkömagneettiseen induktioon, jolloin päällysteen ylitse ajavan ajoneuvon metallinen massa aiheuttaa muutoksen silmukan magneettikentässä. LAM-piste muodostuu jokaisella kaistalla olevasta kahdesta induktiosilmukasta ja tiedonkeruuyksiköstä, jolloin ajoneuvokohtaiset tiedot siirtyvät automaattisesti 5-15 minuutin välein LAM-järjestelmän tietokantoihin. Liikennevirasto jakaa mm. Digitrafficin kautta ajantasaista tietoa eteenpäin. (Saastamoinen ym. 2014, 14.)

2.2 Yleisen liikennelaskennan historiaa

Tieliikelaitoksen (2004; 2007) mukaan yleinen liikennelaskenta oli alun perin luotu antamaan yleistietoa koko Suomen tieverkon liikenteen kehityksestä, liikennesuoritteesta, liikenteen koostumuksesta sekä keskimääräisistä liikennemääristä. 1990-luvun puolivälissä tehdyn uudistuksen jälkeen yleinen liikennelaskenta sai sisällöltään nykyisen muotonsa. Tällöin keskushallinto aloitti laajan kehittämissuunnitelman liikennelaskennalle. (Tuominen 2014.)

Lylyn (1967), Tekniikan käsikirjan (1975) ja Antilan (1995) mukaan vuodesta 1934 Suomessa on alettu toteuttamaan yleistä liikennelaskentaa koko tieverkon kattavana palveluna. Vuoteen 1965 asti liikennemääriä laskettiin noin viiden vuoden välein käsilaskentana maantieliittymien haaroissa. Vuodesta 1965 eteenpäin alettiin laskentaa suorittaa tasan viiden vuoden välein. Laskennat tehtiin käsilaskentana yhtenä arkipäivänä neljän tunnin ajalta. Laskennat toteutettiin valta- ja kantateillä maaliskuussa, kesä-, elo- ja lokakuussa. Laskennat senaikaisen luokittelun mukaisilla maanteilla ja paikallisteilla laskettiin vain maaliskuussa ja elokuussa. Erillisiä tarkkailulaskentaa käyttäen lyhytaikaisten laskentojen tulokset muutettiin korjauskertoimien avulla keskivuorokausiliikenteeksi (KVL) ja kesänkeskivuorokausiliikenteeksi (KKVL). (Tuominen 2014)

Antilan (1995) mukaan yleisen liikennelaskennan alussa käsilaskentaa käytettiin yleisesti, mutta myös koneellisia menetelmiä alettiin tutkia. Suomessa 1950- ja 1960-lukujen välissä testattiin ilmaletkujärjestelmää sekä valokennoja, mutta tärkeimpänä laskentamenetelmänä edelleen käytettiin käsilaskentaa. (Tuominen 2014)

Tekniikan käsikirjan (1975) mukaan käsilaskenta vaati kuitenkin suuren laskentahenkilökunnan, jonka vähentäminen onnistuisi koneellisten laskentalaitteiden yleistymisellä. Koneellisena laskentalaitteena otettiin käyttöön esimerkiksi ääneen perustuva liikennelaskin. Yleisessä liikennelaskennassa liikenteen kehitystä seurattiin laskentajaksojen välillä tehdyillä tarkkailulaskennoilla sekä koneellisilla laskennoilla. Vuonna 1970 laskentapisteitä oli 119, joista valta- ja kantateillä 37, muilla maanteilla 43, paikallisteilla 16 ja katuverkossa 23 kappaletta. Tarkkailulaskennoilla selvitettiin liikenteen vaihtelukertoimet eri laskentakausien välillä. (Tuominen 2014)

Antilan (1995) mukaan induktiosilmukat koneellisista laskentamenetelmistä todettiin liikenteen laskemiseen parhaimmaksi menetelmäksi. Ensimmäiset silmukat rakennettiin jo 1960-luvulla tie- ja vesirakennustöiden yhteydessä maanteille. Vuoden 1973 öljykriisi nopeutti liikenteen muutoksia eikä vanhat laskentamenetelmät pysyneet liikenteen muutoksien vauhdissa. Silloin Suomessa alettiin uudistaa laskentaa omatoimisesti ja kehitystyössä siirrettiin painopistettä kotimaisten teknologian hyödyntävään mikroaaltojärjestelmään. Kehitys oli kuitenkin todella hidasta eikä 1970-luvun lopussa voitu vielä koneellisilla laskentajärjestelmillä muunmuassa havaita eri ajoneuvotyyppisiä. Lisäksi järjestelmät olivat hyvin kalliita, vaikka ne saavuttivat useita etuja käsilaskentaa verrattuna. (Tuominen 2014)

Helinin (1989) sekä Tieliikelaitoksen (2004) mukaan kehittyneempiä laskentalaiteita, kuten uusia silmukka- ja mikroaaltolaskimia otettiin käyttöön 1980-luvulla. Vuonna 1989 kehitettiin uusi LAM-järjestelmä, jolloin rakennettiin ensimmäiset 150 LAM-silmukkapistettä. LAM-silmukkapisteiden määrää on laajennettu vuosittain. Keskushallinto käynnisti 1990-luvun puolivälistä uudistusprojektin, jossa aloitettiin nykyisten laskentajärjestelmien ja laskentamallien kehittäminen. Kehityksen myötä otettiin käyttöön uusia laskimia, joilla pystyttiin luokittelemaan ajoneuvot eri ajoneuvoluokkiin. 2000-luvulla otettiin käyttöön erityyppisiä luokittelevia mikroaaltolaskimia, joiden avulla taltioitiin ajoneuvoista ajoneuvoluokan lisäksi myös ajoneuvon nopeus. (Tuominen 2014)

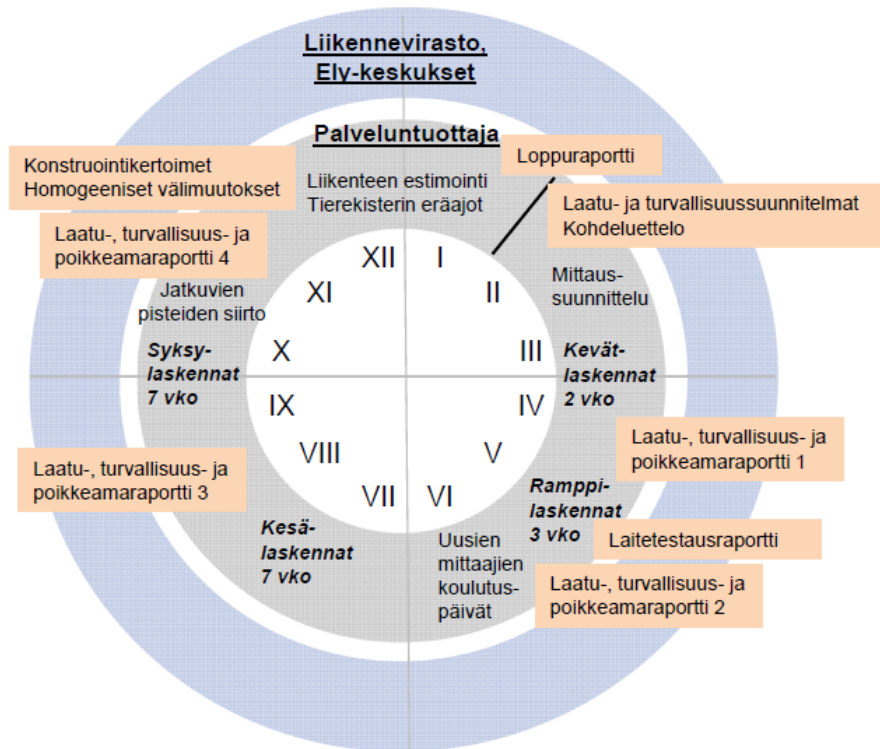
2.3 Yleinen liikennelaskenta 2013-2020

Uusimmat muutokset vuosille 2013-2020 yleisessä liikennelaskentapalvelussa ovat laskentatiedon laadunvalvonnan laatutunnuslukujen käyttö, nopeustiedon kerääminen sekä ajoneuvoliikenteen luokitteluun viiteen ryhmään. (Saastamoinen ym. 2014, 16.)

Liikennevirasto tilaa yleisen liikennelaskennan yksityiseltä palveluntuottajalta. Palveluntuottajan käyttämät laitteet yleisessä liikennelaskennassa ovat palveluntuottajan omistamia sekä tyyppihyväksytyjä. Nykyisenä palveluntuottajana toimii vuodet 2013-2020 Sito Oy. (Saastamoinen ym. 2014, 16.)

Alueelliset Ely-keskukset ovat mukana yleisessä liikennelaskennassa esimerkiksi tarkastamalla kohdeluettelon ja määrittämällä homogeenisten välien jaksot. Ely-keskukset ovat alueellisia viranomaisia ja vastuussa alueensa liikennetiedon oikeellisuudesta. (Saastamoinen ym. 2014, 16.)

Palveluntuottaja päivittää ennen laskentakauden alkua laatu- ja turvallisuussuunnitelmat sekä laatii kohdeluettelon ja mittaajakohtaiset mittaussuunnitelmat. Joka vuosi laitteet testataan viimeistään toukokuun loppuun mennessä. Uusien mittaajien perehdytys- ja koulutuspäivät pidetään kesän alussa, sillä kesä- ja syyskaudella mittaajia on enemmän kuin keväällä. Kuvassa 1. esitetään yleisen liikennelaskennan vuoden kiertosykli. (Saastamoinen ym. 2014, 16.)



Kuva 1. Vuoden tapahtumat yleisessä liikennelaskennassa. Laatikot tarkoittavat palveluntuottajan tehtäviä, joista Liikennevirasto tai Ely-keskukset vaativat hyväksynnän. (Saastamoinen ym. 2014, 16.)

Kevät- ja ramppilaskentakaudet vaihtelevat pääsiäisen ja helatorstain ajankohdan mukaan. Kesäkausi ajoittuu viikoille 26-32 ja syyskausi viikoille 38-44. Otolaskentaviikossa on aina perjantaina, lauantain ja sunnuntain liikennetiedot jokaiselta tunnilta ja sen lisäksi vähintään kahden arkivuorokauden (ma-to) liikennetiedot. Laskentojen laatua seurataan koko ajan erilaisilla laatu- ja turvallisuusluvuilla. Laskentatietoa voidaan korjata tai jopa hylätä. (Saastamoinen ym. 2014, 5.)

Yleiseen liikennelaskentaan lisättiin vuonna 2007 ympärivuotinen 30 mittauspisteverkko alemman tieverkon liikennetiedon mallinnuksen parantamiseksi. Kunkin vuoden keräysjakson jälkeen mikroaaltotekniikkaan perustuvat laitteistot viedään uuteen laskentakohteeseen taas vuodeksi. 10 kappaletta ympärivuotisista mittauspisteistä pysyy koko meneillään olevan yleisen liikennelaskennan sopimuskauden 2013-2020 ajan samassa laskentakohteessa. (Saastamoinen ym. 2014, 13.)

Liikennemäärän oletetaan pysyvän vakiona liikenteellisesti homogeenisillä väleillä, joihin maantieverkko on jaettu liikennelaskentaa varten. Homogeenisiä välejä on noin 15 000. Liikennerympäristöstä riippuen homogeenisten välien pituudet vaihtelevat sadoista metreistä kymmeneen kilometriin. Liikennelaskenta pyritään tekemään kohdassa, joka edustaa homogeenisen välin keskimääräistä liikennemäärää, koska liikennemäärä vaihtelee hieman homogeenisen välin sisällä (Saastamoinen ym. 2014, 17.)

Liikennemäärätiedot yleisessä liikennelaskennassa lasketaan homogeenisistä laskentaväleistä, joiden määrä vaihtelee 3200-3600 välillä vuosittain. Tämä vuosittainen laskentavälimäärä tulee laskentakiertoajattelusta, missä laskentavälien kiertoaika on neljä vuotta, mutta poikkeuksen tekee alle 150 KVL:n yhdystiet, joiden laskentakierto on kahdeksan vuotta. (Saastamoinen ym. 2014, 17.)

Laskentaväleistä n. 450:lle liikennemäärätiedot saadaan suoraan vuoden ympäri jatkuvatoimisilta LAM-pisteiltä ja palvelutoimittajan vähäliikenteisiltä mittauspisteiltä. Lopuille homogeenisille väleille liikennemäärätiedot tuotetaan yhden tai kahden viikon otoslaskennan avulla. Laskentatiedot estimoidaan eri estimointimallien apua käyttäen vastaamaan koko vuoden keskimääräisiä vuorokautisia liikennemääriä. Kyseisen vuoden laskemattomille väleille uudet liikennemäärätiedot tuotetaan konstruointia apuna käyttäen. (Saastamoinen ym. 2014, 19.)

2.4 Yleisen liikennelaskennan laskentatekniikat

Suurimmassa osassa yleisten maanteiden koneellisista liikennelaskennoista yleisessä liikennelaskennassa tehdään mikroaaltotekniikalla (kuva 2). Tien sivuun asennetaan laskentalaite, joka rekisteröi kaikkien ajoneuvojen ohitusajan, pituuden, nopeuden ja suunnan. Ajoneuvoluokittelun ratkaisee lähes aina ajoneuvojen pituus. (Saastamoinen ym. 2014, 22.)



Kuva 2. Mikroaaltolaskin oikeassa reunassa.

Otoslaskennan tekniikkaa ja menetelmiä kehitetään vaativan liikenneympäristön teillä, jotka ovat 2-ajorataisia tai joissa on suuret liikennemäärät. Mittaussuunnittelun yhteydessä laaditaan vaativien kohteiden toteutussuunnitelmat erikseen, jolloin pyritään saamaan paras mahdollinen tekniikka tai menetelmä jokaiseen laskentakohteeseen. Tällä hetkellä vaativien kohteiden laskennassa käytetään mikroaalto- ja lasertekniikkaa. (Saastamoinen ym. 2014, 23.)

Laskentalaite asennetaan lyhytaikaisissa otoslaskennoissa laskettavalle välille etukäteen suunnitellun viikko-ohjelman mukaan. Kun laskenta on valmistunut, laskentalaite haetaan maastosta, laskentatiedon laatu tarkistetaan ja laskentatiedossa mahdollisesti esiintyvät virheet korjataan tietokantaan. (Saastamoinen ym. 2014, 23.)

2.5 Tyyppihyväksynnän laatuvaatimukset

Tyyppihyväksynnällä tarkoitetaan kansainvälisesti tai kansallisesti tunnustettua menettelyä. Tyyppihyväksyntöihin liittyvät vaatimukset tulevat joko kansainvälisistä tai kansallisista säädöksistä. Yleisessä liikennelaskennassa saa käyttää vain tyyppihyväksytyjä laskentalaiteita. Tyyppihyväksytyillä laskentalaiteilla on varmistettu laskentatekniikan toimivuus ja tarkkuus. Laskentalaiteiden toimivuus varmistetaan vuosittain testaamalla. Laskentalaiteen testauksessa jokaisen laitteen liikennemäärä- ja nopeustietoa verrataan luotettavaan referenssitietoihin, joita ovat LAM-piste tai kaksi referenssilaskentalaiteita. Mikäli laatuvaatimukset täyttyvät, laite läpäisee testin. (Trafi n.d; Saastamoinen ym. 2014, 23.)

Taulukon 1 mukaiset havaintokatteeseen liittyvät vaatimukset tulee käytettävän laskentatekniikan täyttää yleisessä liikennelaskennassa. (Saastamoinen ym. 2014, 23.)

Taulukko 1. Havaintokatevaatimukset

Tunnusluku	Havaintokatteen alaraja	Havaintokatteen yläraja
Kokonaishavaintomäärä ilman moottoripyöräryhmää	97 %	102 %
Raskaiden ajoneuvojen määrä (LA & KAIP & YHD)	80 %	125 %
Keskiraskaiden ajoneuvojen määrä (LA & KAIP)	60 %	167 %
Yhdistelmäajoneuvon määrä (YHD)	92 %	108%

Otoslaskentojen laatua seurataan mittausten aikana erilaisilla laatuvaatimuksilla, joiden avulla erotellaan sellaiset laskennat, joissa esiintyy poikkeavuutta liikennemäärissä. Yleensä laatuvaatimukset johtuvat liikenne- tai tieympäristön

ominaisuuksia ja tällöin laskentatietoihin ei tehdä muutoksia tai korjauksia. (Saastamoinen ym. 2014, 23.)

Todellista laatupoikkeavuutta liikennemäärissä voi esimerkiksi aiheutua laitevirioista, puutteellisesta laiteasennuksesta, ilkevästä tai epätavallisista sääolosuhteista, kuten voimakkaista sadekuuroista. Laskentatietoihin tehdään korjauksia, jos poikkeamat ovat vähäisiä tai lyhytaikaisia. Jos laatupoikkeamat ovat todella suuret laskentatiedot voidaan kokonaan hylätä ja mahdollisuuksien mukaan laskentakohteessa toteutetaan uusintalaskenta. (Saastamoinen ym. 2014, 23.)

3 LASKENTATEKNIIKAT

Opinnäytetyössä tarkoituksena oli saada laskentalaite SDR:lle tyyppihyväksyntä Liikennevirastolta. Kyseinen liikennelaskentalaite SDR on mikroaaltolaskin. Kappaleessa esitellään eri laskentatekniikoita, minkä jälkeen tarkastellaan paremmin mikroaaltolaskinta ja sen tekniikkaa.

3.1 Yleisimmät laskentatekniikat

Liikennelaskennalla pystytään selvittämään tietyn tienkohdan laskenta-aikana ylittäneiden ajoneuvojen lukumäärä. Liikenteen vaihtelukertoimilla voidaan lasketut liikennemäärät muuntaa kuvaamaan esimerkiksi KVL. Tutkimusmenetelmästä riippuen tuloksena saadaan myös tietoa ajoneuvotyypeistä ja ajoneuvojen nopeuksista. (Luttinen 2007, 214.)

Yksinkertaisin laskentatapa on käsilaskenta, jolloin laskija merkitsee tukkimiehen kirjanpitoa, laskentalaitetta tai tietokonetta käyttäen poikkileikkauksen ylittäneet ajoneuvot ja niiden tyypit. Polkupyörät ja jalankulkijat voidaan myös sisällyttää laskentaan. (Luttinen 2007, 214.)

Liikennevalojen ilmaisimilta voidaan myös kerätä liikennelaskentatietoja. Myös videokuvan digitaaliseen tulkintaan perustuvia menetelmiä voidaan hyödyntää liikennelaskennoissa. (Luttinen 2007, 215.)

Koneellisissa liikennelaskennoissa käytetään yleisimmin induktiosilmukoita, letkulaskentalaitea tai mikroaaltolaskimia (Luttinen 2007, 214).

3.1.1 Induktioilmaisin

Induktioilmaisin on tienpäällysteen sisään upotettu ilmaisinkaapelista tehty silmukka. Ilmaisinvahvistin havaitsee ajoneuvon metallisen massan tuottaman induktanssin muutoksen. Ilmaisinsilmukka voidaan kiinnittää myös päällysteen pintaan lyhytaikaisissa laskennoissa. (Luttinen 2007, 214.)

Ajoneuvon pituus ja nopeus voidaan havaita kahden peräkkäisen ilmaisinsilmukan avulla. Päällysteen pintaan kiinnitettävää pienikokoista liikenneanalyysointia voidaan käyttää myös muutaman päivän kestäviin laskentoihin. Liikenneanalyysointori toimii samankaltaisella periaatteella kuin induktiosilmukat. (Luttinen 2007, 214.)



Kuva 3. Isommassa kuvassa ilmaisinsilmukat ovat pintaan asennettu vain ruuvaamalla. Itse laskentalaite on kiinnitetty liikenteen jakajamerkin taakse. (Liikenne- ja viestintäministeriö 2005.)

Päällysteen sisään upotettu induktiosilmukan hyviä puolia ovat sen kokovuotinen käyttö laskennoissa sekä toimintavarmuus. Huonoja puolia ovat taas sen asennuskustannukset sekä päällystämisen yhteydessä todennäköinen rikkoontuminen. (Liikenne- ja viestintäministeriö 2005.)

Päällysteen pintaan asennettu induktiosilmukka on huomattavasti halvempi asentaa verrattuna päällysteen sisään upotettuun induktiosilmukkaan (kuva 3). Pintaan asennettuna induktiosilmukkaa voidaan siirtää myös paikasta toiseen helposti. Huonona puolena on sen käyttö vain kesäisin, koska induktiosilmukka todennäköisesti vaurioituu talvikunnossapidon yhteydessä. (Liikenne- ja viestintäministeriö 2005.)

3.1.2 Letkuilmaisim

Letkuilmaisimen toiminta perustuu elastisen letkun ylittävän ajoneuvon pyörien tuottamaan paineimpulssiin (kuva 4). Laskentajakson ajoneuvomäärä saadaan jakamalla paineimpulssien määrä ajoneuvojen keskimääräisellä akselimäärällä. Kahdella elastisella letkulla pystytään myös havaitsemaan ajoneuvon kulkusuunta. (Luttinen 2007, 215; Liikenne- ja viestintäministeriö 2005.)



Kuva 4. Letkuilmaisin on jalankulku- ja polkupyörä väylälle asennettu. Itse laskentalaite on valaisinpylään juuressa. Kuvan tilanne on demonstroitu. (Liikenne- ja viestintäministeriö 2005.)

Letkuilmaisimen hyviä puolia on sen varma tekniikka sekä sen helppo asennettavuus. Letkuilmaisinta ei pystytä käyttämään koko vuoden mittaisissa laskennoissa talviolosuhteiden takia, koska laskinta ei voida huoltaa tarvittaessa. (Liikenne- ja viestintäministeriö 2005.)

3.1.3 Videokuvaus

Videoinnilla voidaan tehdä kohteesta jälkikäteen käsinlaskenta (kuva 5). Videoinnissa pystytään saamaan ajoneuvojen määrän lisäksi muitakin ominaisuuksia tietoon.

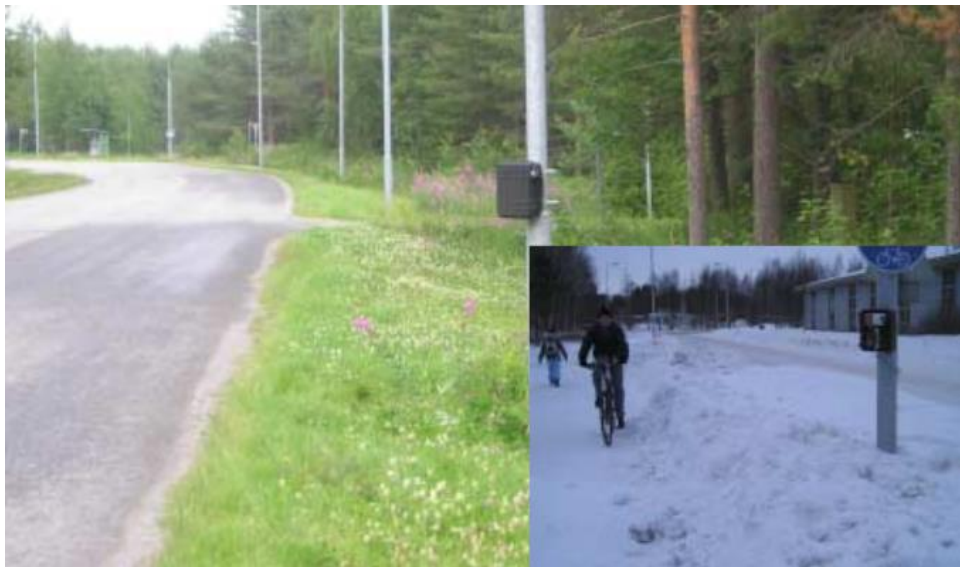


Kuva 5. Videokuvauslaite on asennettu valaisinpylväeseen. (Liikenne- ja viestintäministeriö 2005.)

Videointia pystytään käyttämään myös kevyen liikenteen laskennassa, jolloin pystytään havainnoimaan mm. kypärän käyttöä polkupyöräilijöillä. Videokamerat myös kestävät hyvin pakkasta, joten videointilaitteita pystytään käyttämään lähes ympäri vuoden. (Liikenne- ja viestintäministeriö 2005.)

3.1.4 Mikroaaltolaskin

Mikroaaltolaskin asennetaan ajoradan sivuun, jossa sen asennus ei häiritse ketään (kuva 6). Laskin havaitsee mittauspisteen ohittavat ajoneuvot, joista se pystyy rekisteröimään ohittavan ajoneuvon suunnan, nopeuden sekä pituuden. Laskin ei pysty erottamaan mittauspisteen eri kaistoilla samanaikaisesti ohittavia ajoneuvoja. Mikroaaltolaskin soveltuu myös kevyen liikenteen laskentoihin. (Luttinen 2007, 215; Liikenne- ja viestintäministeriö 2005.)



Kuva 6. Isommassa kuvassa mikroaaltolaskin on asennettuna valaisinpylvääseen ja pienemmässä kuvassa laskin on asennettu polkupyöräilijöitä varten. (Liikenne- ja viestintäministeriö 2005.)

Mikroaaltolaskimien hyviä puolia ovat monipuolisten tietojen tuottaminen, helppo asennettavuus, ympärivuotinen käyttö, huomaamattomuus sekä käytännössä laitteesta voidaan saada reaaliajassa tietoa. (Liikenne- ja viestintäministeriö 2005.)

3.2 Mikroaaltolaskimien tutkat

Mikroaallot perustuu IEEE:n (Institute of Electrical and Electronics Engineers) määritelmän mukaan 300 MHz - 30 GHz taajuusalueeseen. Kyseiseen taajuusalueeseen kuuluu Ultra High Frequencies (UHF) sekä Super High Frequencies (SHF). Taulukosta 1 on lueteltu eri taajuusalueiden pituudet ja nimet. (Lehto & Räisänen 2006, 11.)

Taulukko 2. Radioaaltojen taajuusalueet

VLF	Very Low Frequencies	3-30 kHz
LF	Low Frequencies	30-300 kHz
MF	Medium Frequencies	300-3000 kHz
HF	High Frequencies	3-30 MHz
VHF	Very High Frequencies	30-300 MHz
UHF	Ultra High Frequencies	300-3000 MHz
SHF	Super High Frequencies	3-30 GHz
EHF	Extremely High Frequencies	30-300 GHz
Alimillimetriaallot		300-3000 GHz

Mikroaaltoalue on yleinen perinteisten tutkien toimintaympäristö. Perustutkia ovat pulssi-, CW- ja FM-CW-tutkat. CW-tutka eli kantoaalto- ja pulssitutkalla pystytään mittaamaan kohteen nopeus mutta ei kohteen etäisyyttä. Kun kohteesta halutaan tietää etäisyys voidaan se saada käyttämällä taajuusmoduloitua lähetettä. Tällainen laite on nimeltään FM-CW-tutka. (Klemola & Lehto 1998, 21.)

Kantoaalto- ja pulssitutkalla nopeuden mittaaminen kohteesta perustuu Dopplerin ilmiöön. Dopplerin ilmiö taas perustuu säteilylähteen ja havaitsijan väliseen liikkeeseen. Kun säteilylähde ja havaitsija liikkuvat toistensa suhteen, havaitsijan vastaanottama signaali ei ole samalla taajuudella kuin alkuperäinen signaali, vaan se poikkeaa alkuperäisestä dopplertaajuuden verran. Riippuen siitä lähestyykö vai loittoneeko lähde havaitsijasta, taajuuden muutos on positiivinen tai negatiivinen. Havaitsija on vastaanotin ja säteilylähde on kohde, josta heijastuu kaikusignaali. (Klemola & Lehto 1998, 21-22.)

Jos maalin ja tutkan etäisyys toisistaan on R , pulssi joka kulkee edestakaisen matkan on $2R$. Jos λ on kaikusignaalin aallonpituus, aallonpituuksia mahtuu $2R/\lambda$ kappaletta edestakaiseen matkaan. Aallon vaihe edestakaisen matkan jälkeen on $\phi = 4\pi R/\lambda$, koska yksi aallonpituus vastaa kulmaa 2π . Koska kohde liikkuu jatkuvasti, sen etäisyys tutkaan myös muuttuu jatkuvasti ja näin ollen myös vaihe muuttuu. Vaiheen muutos on sama asia kuin kulmataajuus, joka saadaan derivoimalla vaihe ajan suhteen:

$$\omega_D = 2 \pi f_D = \frac{d\phi}{dt} = \frac{4\pi}{\lambda} \frac{dR}{dt} = \frac{4\pi v_r}{\lambda} (1),$$

jossa dopplertaajuus on f_D ja kohteen säteittäinen nopeus tutkaan nähden on v_r . Aikaisemmasta yhtälöstä saadaan dopplertaajuudeksi

$$f_D = \frac{2v_r}{\lambda} (2).$$

Nopeus kohteesta voidaan mitata esimerkiksi siten, että kaikusignaali jaotellaan kaikupulssin dopplersiirtymän perusteella nopeusportteihin,

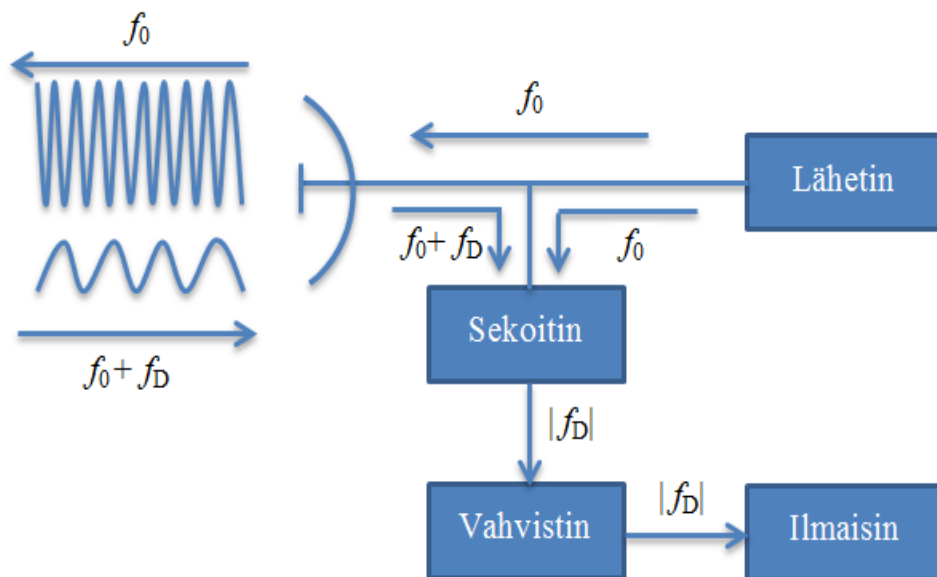
jotka on luotu dopplersuodattimilla. Kun edellisestä kaavasta ratkaistaan v_r säteen suuntainen nopeus sekä taajuuden paikalle asetetaan dopplersuodattimen kaistanleveys B , saadaan nopeusresoluutioksi

$$v_{\text{res}} = \frac{B \lambda}{2} (3).$$

Edellä mainitulla menetelmällä saadaan selville vain säteittäinen nopeus. Varsinaisen nopeusvektorin suuruus saadaan selville, jos kohteen paikka ja nopeusvektorin suunta tutkaan nähden ovat tiedossa. (Klemola & Lehto 1998, 22.)

3.3 Mikroaaltolaskimen tutkan rakenne

Kuviossa 1 on kantoaaltotutkan yksinkertainen lohkokaavio esiteltynä. Lähetyssignaalista (taajuus f_0) osa heijastuu kohteesta takaisin lähettimeen. Taajuus on muuttunut lähetyssignaalin heijastuessaan takaisin lähettimeen dopplertaajuuden f_D verran. Alkuperäisen lähetyssignaalin taajuus f_0 poistetaan sekoittimessa, josta jäljelle jää enää dopplertaajuus f_D . Dopplertaajuuden perusteella pystytään määrittelemään kohteen nopeus. (Klemola & Lehto 1998, 22.)



Kuvio 1. Kantoaaltotutkan rakenne (mukaiillen Klemola-Lehto 1998, 23)

Vahvistimen tehtävänä on vahvistaa lähetyssignaali ilmaisun vaatimalle tasolle. Vahvistin myös poistaa kiintokohteiden aiheuttamaa DC-komponenttien signaalia. (Klemola & Lehto 1998, 22.)

4 SDR:N ASENNUSOHJEET TYYPIHYVÄKSYNTÄÄ VARTEN

Opinnäytetyön tarkoituksena oli saada mikroaaltolaskin SDR:lle tyyppihyväksyntä Liikennevirastolta, jotta SDR-laitteita voitaisiin käyttää tulevaisuudessa yleisessä liikennelaskennassa. Tavoitteena oli tehdä perusmittauksen maastotyöt ja asennusohjeistus. Tyyppihyväksynnän raportti julkiseen käyttöön löytyy liitteenä 1.

Tyyppihyväksyntää varten tehtiin kahdessa eri LAM-pisteessä Asikkalassa sekä Saksalassa maastotyöt. Opinnäytetyön maastotyöt toteutettiin maanantaina 13.1.2014 sekä tiistaina 14.1.2014. Testipäivä oli keskiviikko 15.1.2014. Maastoon asennetut laitteet haettiin perjantaina 17.1.2014 pois. Uusintatestaukset jouduttiin toteuttamaan Saksalassa vielä 12.2.2014.

4.1 Laitekuvaus

Liikennelaskin SDR:n valmistaja on saksalainen DataCollect Traffic Systems GmbH (kuva 7). SDR:n käyttämä tekniikka perustuu 24,125 GHz taajuutta käyttävään doppler-tutkaan. SDR rekisteröi siis ajoneuvon kulkusuunnan, ajonopeuden välillä 1 - 199 km/h sekä ajoneuvon pituuden 10 cm:n tarkkuudella. SDR voidaan asentaa enintään 10 metrin päähän tienreunasta ja korkeintaan 8 metrin korkeuteen. Muistikapasiteetti laitteella on 2 GB, johon mahtuu 1,6 miljoonaa ajoneuvohavaintoa. SDR toimii -20 °C - +50 °C lämpötilan välillä. SDR painaa ilman akkua 4,7 kg ja on kooltaan 350 × 300 × 150 mm. (Datacollect 2014).



Kuva 7. Laskentalaite SDR. (Datacollect 2014).

SDR:n kanssa kommunikointi tapahtuu älypuhelimien, Palm -kämmentietokoneen tai laitevalmistajan DataCollectin oman laitteen DataCollectorin avulla. SDR:n yhteys luodaan joko Bluetooth-tiedonsiirtotekniikalla tai RS232 kaapelilla. (Datacollect 2014.)

Tyyppihyväksyntätesteissä käytettiin seuraavia SDR-laitteita:

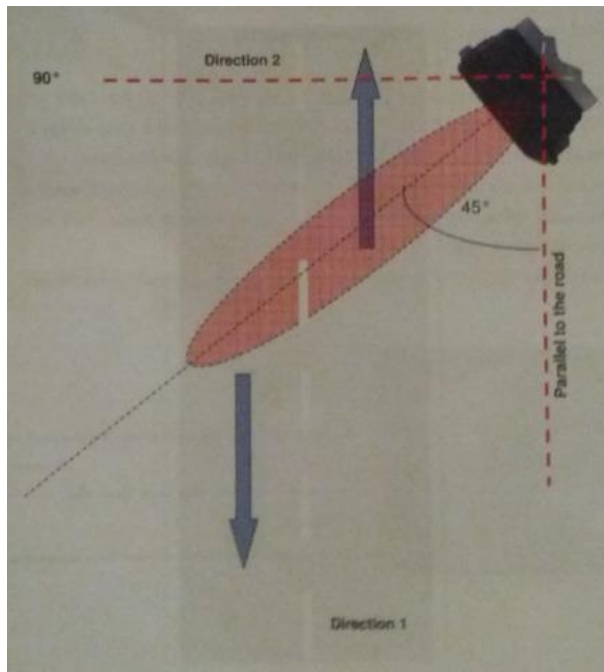
1104F03723B, firmware 5.95 (Asikkala, Saksala)

1104F03724B, firmware 5.95 (Saksala)

4.2 Asennusohjeet

Laskentalaite SDR:n käyttöönotossa on oleellista, ettei mikään objekti ole laskentalaiteen tutkan ja tien välissä. Laskentalaite voidaan asentaa esimerkiksi pylväisiin tai puihin käyttämällä laskentalaiteen asennustyökaluja. SDR:n ja ajoradan reunaviivan etäisyys toisistaan ei saa olla yli 10 metriä. Asennuskorkeus taas ei saa ylittää 8 metriä. (User Manual for the SDR. 2011, 5.)

SDR:n oikeanlainen asennus on tärkeä korkealaatuisten mittaustulosten saamiseksi. Virheellinen asennus aiheuttaa virheellisiä mittaustuloksia ajoneuvojen nopeudessa ja pituudessa. Asennuksessa laskentalaiteen vaakasuora asennuskulma on tärkeää olla 45 astetta ajoneuvojen tulosuuntaan (kuva 8). (User Manual for the SDR. 2011, 6.)



Kuva 8. SDR:n asennetaan 45 asteen kulmaan tiestä. (User Manual for the SDR. 2011, 6)

Pystysuuntainen kulma taas riippuu siitä, kuinka korkealle SDR asennetaan. Jos SDR asennetaan yhden metrin korkeudelle, asennuskulma on 90 astetta. Asennuskulma pienenee, mitä korkeammalle laskentalaite asennetaan. Pystysuuntainen kulma pystytään mekaanisesti asettamaan laskentalaiteeseen kulmamittarilla. (User Manual for the SDR. 2011, 12.)

4.3 Asennusohjeet vaiheittain

Kun saavutaan laskentalaiteen asennuspaikalle, etsitään omalle ajoneuvolla pysäköintipaikka. Ajoneuvon pitää olla pois kokonaan ajoradalta, jotta se ei häiritse liikennettä ja antaa asentajalle rauhan.

Ajoneuvo on turvallisempi pysäköidä asennuspaikan eteen kuin taakse, jotta tulevat ajoneuvot havaitsevat asennuksen.

Tiellä työskenteleminen vaatii Tieturva I -koulutuksen ja standardin SFS-EN 471 mukaista varoitusvaatetusta, jonka suojausluokka on 2. (Liikennejärjestelyt ja työturvallisuus tiellä tehtävässä työssä 2002.)

4.3.1 Vaihe 1: Tarkistetaan asennuskorkeus.

Asennuskorkeuden tarkistamiseksi joudutaan työskentelemään ajoradalla lasermittarin kanssa (kuva 9). Turvallisuuden vuoksi ajoradalle mennään vasta, kun ajoneuvoja ei ole havaittavissa. Jatkuva liikenteen seuraaminen on tärkeää.

6



Kuva 9. Lasermitta asetetaan tien reunalle, josta mitataan etäisyys asennustolppaan.

Asennusetäisyys tarkistetaan lasermitalla, jossa on pyöreä vesivaaka kiinnitettynä. Lasermitan varsi on metrin pituinen, mikä helpottaa oikean asennuskorkeuden löytämistä. Lasermittain lähettää lasersäteen osoittamaansa suuntaa. Näin voidaan helposti löytää oikea asennuskohta asennustolpasta. Pyöreän vesivaa'an avulla voidaan tarkistaa lasermitan varren suoruus, jotta voidaan olla varmoja metrin korkeudesta.

Laskentalaitteen asentaminen oikealle korkeudelle on tärkeää mittaustulosten kannalta, sillä jos laskentalaite asennetaan liian ylhäälle tai alhaalle, se ei pysty havaitsemaan ajoneuvojen todellisia pituuksia tai pahimmassa tapauksessa laskentalaite ei huomaa ollenkaan ohitse menevää ajoneuvoa (kuva 10).

4.3.2 Vaihe 2: Kiinnitetään laskentalaitteen kiinnike asennustolppaan.

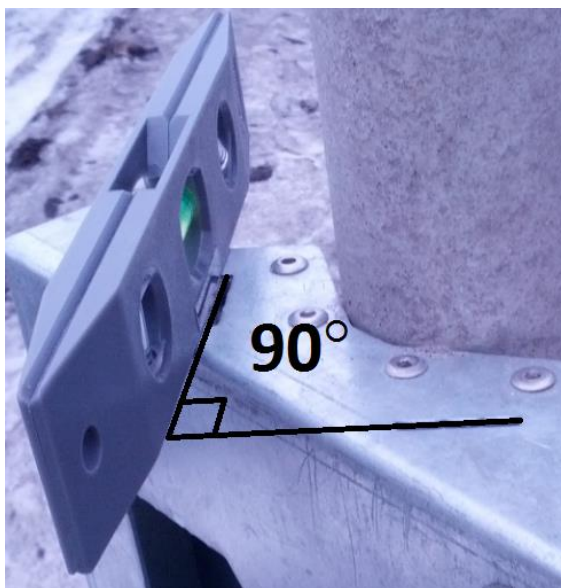


Kuva 10. Letkukiristimet laitetaan kiinnikkeen reikien sisäkautta. Näin kiinnikkeen vioittuminen vältetään.

Laskentalaitteen kiinnikkeen kiinnittämisessä asennustolppaan käytetään letkukiristimiä. Kiinnikkeen kiinnittämisen jälkeen on hyvä tarkistaa kiinnikkeen korkeus.

4.3.3 Vaihe 3: Suunnataan kiinnikkeen kulma

Laskentalaitteen valmistaja DataCollect on SDR:n kiinnikkeeseen valmistanut kaksi ”apuviivaa”. Ne ovat toisistaan 90 asteen kulmassa, jolloin niitä voidaan hyödyntää laskentalaitteen suuntaamisessa (kuva 11).



Kuva 11. ”Apuviivojen” suorakulma.

Laskentalaite on oikeassa suunnassa, kun kiinnike on suunnattu oikein. Kiinnikkeen suuntaaminen oikeaan kulmaan on siis todella tärkeää luotettavien mittaustulosten kannalta. Jos laskentalaite ei ole 45 asteen kulmassa se vaikuttaa todellisiin ajoneuvojen pituuksiin.

Jotta laskentalaite SDR saataisiin oikeaan kulmaan, käytetään tähtäysapuvälinettä. Magneettinen tähtäysapuväline on kätevä, koska laskentalaitteen kiinnike on metallinen. Magneettinen tähtäysapuväline laitetaan ”apuviivan” kohdalle, josta voidaan silmämääräisesti suunnata kiinnike oikeaan kulmaan. Kiinnike on oikeassa kulmassa silloin, kun tähtäysapuväline on tiensuuntaisesti (kuva 12).



Kuva 12. Magneettisena apuvälineenä on kuvassa käytetty magneetilla varustettua vesivaakaa. Vesivaaka on tiensuuntaisesti.

4.3.4 Vaihe 4: Kiristetään laskentalaitteen kiinnike ja asennetaan laskentalaite kiinnikkeeseen.

Kiinnikkeen lopullisen kiristyksen jälkeen tarkistetaan, onko kiinnike oikealla korkeudella sekä suunnattuna oikeaan kulmaan, jotta välttyttäisiin heikoilta mittaustuloksilta (kuva 13).



Kuva 13. Letkukiristimien kiristyksen jälkeen asennetaan laskentalaite SDR kiinnikkeeseen. Laskentalaitteessa on neljä uloketta, jotka laitetaan kiinnikkeeseen tarkoitettuihin reikiin.

Laskentalaite asetetaan kiinnikkeeseen ilman akkua, jotta se ei olisi niin painava asettaa kiinnikkeeseen.

4.3.5 Vaihe 5: Akun kiinnitys ja virrat päälle

Kun laskentalaite on kiinnikkeessä, nostetaan akku laskentalaitteen sisälle. Itse laskentalaite on suojakotelon yläosassa. Akun varaus kannattaa tarkistaa ennen akun laittoa laskentalaitteen sisälle. Akun kaapeli kiinnitetään laskentalaitteeseen, jolloin laskentalaite menee automaattisesti päälle (kuva 14).



Kuva 14. Akku laitetaan laskimen alapuolelle sille tarkoitettuun paikkaan. Laskentalaitteen mukana on akulle oma kiinnike, joka voi olla metallinen pidike tai kiristysliina.

4.3.6 Vaihe 6: Suunnataan laskentalaitteen laskin.

Laskentalaitteen laskinta voidaan suunnata pystysuoraan kääntelemällä sitä käsin. Laskin suunnataan 90 asteen kulmaan kulmamittaria apuna käyttäen (kuva 15).

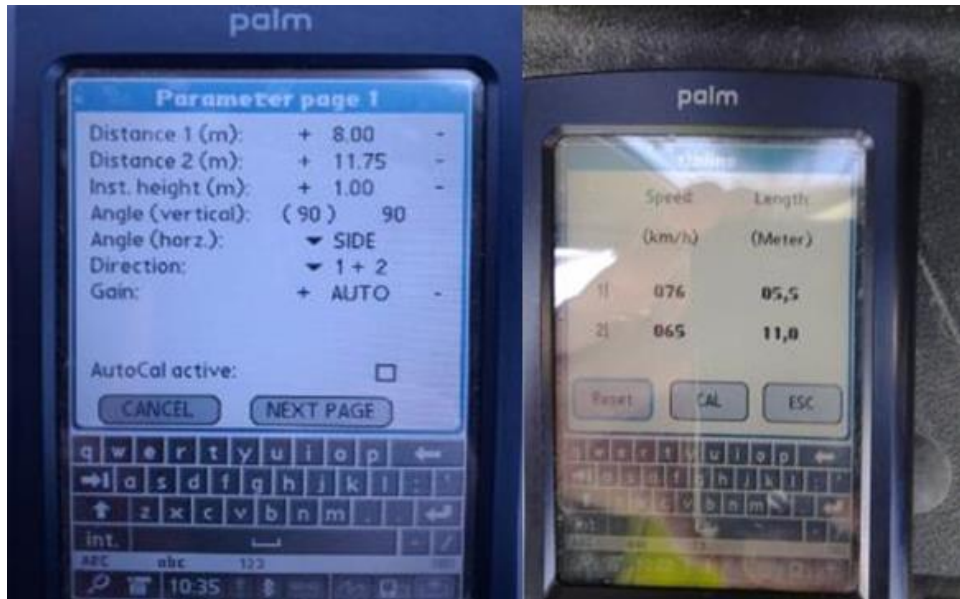


Kuva 15. Kulmamittari asetetaan tukevasti laskentalaitteen laskimeen. Kulmamittarin avustuksella on helppo löytää 90 asteen kulma.

Laskentalaitteen laskimen suuntaus on tärkeää mittaustulosten luotettavuuden takia. Liian ylös suunnattu laskin laskee pahimmillaan ajoneuvojen yli, taas liian alas suunnattu laskin laskee ajoneuvojen renkaita tai ei mitään. Molemmissa tapauksissa ajoneuvojen todellinen pituus mittaustuloksissa kärsii.

4.3.7 Vaihe 7: Laskentalaitteen ohjelmoiminen Palmilla.

Kun laskentalaite on asennettu ja suunnattu oikein, muodostetaan Palmilla parametrien laittamista varten bluetooth-yhteys laskentalaitteeseen (kuva 16).



Kuva 16. Palmiin laitetaan vaadittavat parametrit. Online-tilasta voidaan katsoa ohimenevien ajoneuvojen pituuden, suunnan sekä nopeuden.

Jotta laskentalaite SDR:stä saataisiin todellisia mittaustuloksia, on siihen asetettava tarvittavat parametrit. Taulukossa 3. on esitelty kuvan 16. vasemmalla puolella esitettävät tärkeimmät parametrit.

Taulukko 3. Tärkeimpien parametrien selitykset

Distance 1 (m)	SDR:n ja lähestyvän kaistan keskikohdan matka
Distance 2 (m)	SDR:n ja pois menevien kaistan keskikohdan matka
Inst. height (m)	SDR:n asennuskorkeus
Angle (vertical)	Pystysuora asennuskulma
Angle (horz.)	Vaakasuora asennuskulman tila
Direction	Mitattavien ajoneuvojen ajosuunta (1=lähestyvä, 2=pois menevä)
Gain	Laskentalaiteen herkkyuden säädin

Distance 1 ja 2 mitat joudutaan mittaamaan mittanauhalla ajoradalta. Laskentalaite SDR:n perusasennuksessa Gain on vakiona auto -tilassa ja AutoCal active on vakiona pois päältä.

Muut parametrit on tiedossa ja ne asetetaan Palmiin. Kuvan 16. oikealla puolella esitetään Palmiin online-tila, josta voidaan reaaliaikaisesti seurata ohimenevien ajoneuvojen nopeudet ja pituudet.

4.3.8 Vaihe 8: Liikennelaskimen lukitus

Kun laskentalaite on toiminnassa, se lukitaan kolmella lukolla ja ketjulla. Riski ilkeilyä on olemassa, joten laskentalaite lukitaan mahdollisimman huolellisesti (kuva 17).



Kuva 17. Liikennelaskimen ovi lukitaan ja laitteen ympärille asennetaan vahva ketju. Laskin ja kiinnike lukitaan ketjuun.

4.4 Asennusten kulku

Asennukset suoritettiin tyyppihyväksynnän mukaisesti, mikä on esitetty liitteessä 1. Asennukset suoritti Kaius Vuorimaa sekä Kalevi Nummela.

Laskentalaitteiden maastotyöt aloitettiin 13.1.2014 maanantaina Saksalan LAM-pisteellä, johon oli rakennettu testipiste laskentalaitteiden testaamista varten. Tarkoituksena oli asentaa kolme SDR-laitetta sekä videointilaitte. Saksalassa saatiin asennettua kaksi SDR-laitetta sekä videointilaitte, koska testipisteellä ei ollut mahdollisuutta asentaa kolmatta SDR-laitetta.

Tiistaina 14.1.2014 maastotöitä jatkettiin Päijät-Hämeessä Asikkalan LAM-pisteellä, johon oli rakennettu myös testipiste laskentalaitteiden testaamista varten. Tarkoituksena oli jälleen asentaa kolme SDR-laitetta sekä videointilaitte. SDR-laitteita saatiin jälleen asennettua vain kaksi, koska yksi testausta varten asennettu pylväk oli vääntynyt ja sitä ei talvella ole pystytty korjaamaan.

Perjantaina 16.1.2014 SDR-laskimet haettiin Saksalasta sekä Asikkalasta pois. SDR- ja videointilaitteet olivat maastossa keskiviikkona 15.1.2014 ja torstaina 16.1.2014. Testipäiväksi valittiin keskiviikko.

LAM-tietokanta hylkäsi todellisia ajoneuvohavaintoja Saksalan LAM-pisteestä häiriödatana. Myös Saksalan videointi epäonnistui videointilaitteen ja lisävirran heikon kytkennän takia. Videointilaitte ei ehtinyt kuvata kuin alle 10 tuntia. Näistä syistä Saksalan LAM-pisteelle

suoritettiin uudelleen SDR-laitteiden asennus keskiviikkona 12.2.2014. Torstai 13.2.2014 valittiin testipäiväksi, koska laskentalaitteet haettiin jo perjantaina 14.2.2014 pois Saksalan LAM-pisteeltä.

4.5 Laskentatulosten käsittely

Laskentatulosten laatu riippuu SDR-laitteen asennusetäisyydestä sekä asennuskulmavirheestä aina tapauskohtaisesti. Mitä tarkemmin laite on asennettu 45 asteen kulmaan, sitä varmemmin laite saa ohitse ajavasta ajoneuvosta todellisen ajonopeuden. Kun asennuksen jäljiltä laitteessa asennuskulmassa on kulmavirhe, voidaan sitä korjata Litti-ohjelmistolla (Yleinen liikennelaskenta 2013-2020 ohjelmisto). Nopeuskorjausta voidaan suurimmillaan tehdä $\pm 12\%$. Asetukset ja tiedonkäsittelytavat on vakioituja.

Ajoneuvojenluokittelu pystytään tekemään SDR-laitteen havaintojen pituusarvoihin. Ajoneuvoluokittelun raja-arvot ovat:

- Henkilöautoilla (HA) 4,3 metriä,
- Kuorma-auto ilman peräkärriä (KAIP) 8,8 - 12,0 metriä
- Linja-autoilla (LA) 12,1 - 13,1 metriä
- Yhdistelmä ajoneuvojen (KAPP ja KATP) yli 13,1 metriä

4.6 Referenssimenetelmät

Referenssilaitteina käytettiin Asikkalan sekä Saksalan LAM-pisteitä. Kyseisten LAM-pisteiden viereen on asennettu aikaisemmin laitetestauksia varten asennuspylväitä.

Referenssilaitteena käytettiin myös videointilaitetta (kuva 18). Videointilaitte koostuu akkukaapista, joka on yhdistetty videokameran omaan suojakoteloon. Akkukaapista videokamera saa riittävästi virtaa, jotta videokamera pysyisi yhtäjaksoisesti päällä vähintään pari päivää. Videokameralla pystyy ainakin yli 36 tunnin videointiin, joten yhden kokonaisen päivän videointi onnistuu.



Kuva 18. Videointilaitte asennetaan tiensuuntaisesti.

Videoinnin avulla voidaan jälkikäteen käsilaskennalla laskea mittausajanjakson ajoneuvoliikenne.

4.7 Tulokset

Taulukossa 4 esitellään Asikkalan LAM-pisteen tyyppihyväksyntätestauksen havaintomääriä. Referenssimenetelminä käytettiin LAM-pistettä ja videointia, jotta saataisiin mahdollisimman tarkasti ajoneuvoluokkien tiedot määriteltyä.

Taulukko 4. Asikkalan havaintomäärät

ke 15.1.2014	Kaikki	LA	KAIP	Yhdistelmä	Keskinop.	Raskasnop.
LAM/Video	6212	56	162	182	80,7	80,9
SDR 3723	6269	48	154	195	80,8	80,9
SDR 3726	6271	64	139	190	79,7	80,0

Yleisen liikennelaskennan havaintokatevaatimuksien tarkasteleminen Asikkalan LAM-pisteen tyyppihyväksyntätestin havaintomääriin on esitelty taulukossa 5.

Taulukko 5. Havaintokatteen vaatimukset ja SDR-laskentalaitteiden havainnot

Luokka	Kaikki(ei)	Raskaat	K-raskaat	Yhdistelmä	Keskinop.	Raskasnop.
--------	------------	---------	-----------	------------	-----------	------------

Liikennelaskentalaitte SDR:n maastotyöt ja asennusohjeet tyyppihyväksyntää varten

	mp)					
SDR 3723	100,9	99	93	107	+ 0,1	+ 0,0
SDR 3726	100,9	98	93	104	- 1,0	- 0,9
Vaati- mukset	97-102	80-125	60-167	92-108	± 3 km/h	± 3 km/h

SDR-laskentalaitteet täyttävät yleisen liikennelaskennan havaintokatevaatimukset.

Taulukossa 6 esitellään Saksalan LAM-pisteen tyyppihyväksyntätestauksen havaintomääriä. Referenssimenetelminä käytettiin LAM-pistettä ja videointia, jotta saataisiin mahdollisimman tarkasti ajoneuvoluokkien tiedot määriteltyä.

Taulukko 6. Saksalan havaintomäärät

to 13.2.2014	Kaikki	LA	KAIP	Yhdistelmä	Keskinop.	Raskasnop.
LAM/Video	7223	17	199	412	84,0	83,3
SDR 3723	7154	23	177	405	81,5	81,0
SDR 3724	7156	30	188	409	82,5	81,7

Yleisen liikennelaskennan havaintokatevaatimusten tarkasteleminen Saksalan LAM-pisteen tyyppihyväksyntätestin havaintomääriin on esitelty taulukossa 7.

Taulukko 7. Havaintokatteen vaatimukset ja SDR-laskentalaitteiden havainnot

Luokka	Kaikki(ei mp)	Raskaat	K-raskaat	Yhdistelmä	Keskinop.	Raskasnop.
SDR 3723	99,0	96	93	98	-2,5	-2,3
SDR 3724	99,1	100	101	99	-1,5	-1,6
Vaati- mukset	97-102	80-125	60-167	92-108	± 3 km/h	± 3 km/h

SDR-laskentalaitteet täyttävät yleisen liikennelaskennan havaintokatevaatimukset.

5 JOHTOPÄÄTÖKSET

Opinnäytetyön tavoite oli saada tyyppihyväksyntä Liikennevirastolta saksalaiselle liikennelaskin SDR:lle sekä tarkoituksena siihen liittyen tehdä maastotyöt ja asennusohjeet. Tavoite ja tarkoitus saavutettiin pienistä ongelmista huolimatta. Vaikka Saksalan ensimmäinen testimittaus epäonnistui, saatiin toisella kertaa Saksalasta hyväksytyt laskennat laskentalaiteilta.

Asennuksen yhteydessä asentaja voi tehdä inhimillisiä virheitä. Laskentalaite voi jäädä vinoon, akussa on heikko varaus tai etäisyyksien mittaamisessa voi tulla mittaamisvirheitä. Näitä inhimillisiä virheitä voidaan välttää tai ainakin karsia laskentalaiteen asennusvaiheiden yhteydessä tehdyillä mittaus- ja asennustarkistuksilla. Asennusohjeissa pyrittiin ottamaan huomioon mahdolliset inhimilliset virheet.

Tyyppihyväksyntä saatiin Liikennevirastolta ja asennusohjeita käytettiin kesällä 2014 yleisen liikennelaskennan toteuttamisessa.

LÄHTEET

- Datacollect. 2014. Products. Systems. SDR Traffic. Specs. Viitattu 24.9.2014. <http://www.datacollect.com/en/products/systems/sdr-traffic/specs/>
- Klemola, O. & Lehto, A.1998. Tutkatekniikka. Helsinki: Otatieto Oy
- Lehto, A. & Räisänen, A.2006. RF- ja mikroaaltotekniikka. Helsinki: Otatieto Oy.
- Liikenne- ja viestintäministeriö. 2005. Liikenne- ja viestintäministeriö. Viitattu 22.10.2014. http://www.lvm.fi/fileserver/Julkaisuja%2035_2005.pdf
- Liikennejärjestelyt ja työturvallisuus tiellä tehtävässä työssä. 2002. Tiehallinto. Viitattu 11.11.2014. <http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf/tyoturva.pdf>
- Liikennevirasto. 2013. Liikennevirasto. Viitattu 26.2.2014. <http://portal.liikennevirasto.fi/sivu/www/f/liikennevirasto>
- Liikennevirasto. 2014. Liikennevirasto. Viitattu 3.9.2014. <http://portal.liikennevirasto.fi/sivu/www/f/liikenneverkko/tiet#.VAb29GOMOWw>
- Luttinen, R. T. 2005. RIL-1 Liikenne ja väylät I. Helsinki: Otavan Kirjapaino Oy.
- Saastamoinen, T., Tuominen, J., Hätälä, J. & Kiiskilä, K. 2014. Liikenneviraston liikennelaskentajärjestelmä - Järjestelmäkuvaus ja yleisen liikennelaskennan vuosiraportti 2013. http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lts_2014-27_liikenneviraston_liikennelaskentajarjestelma_web.pdf
- Sito Oy. n.d. Yritys. Viitattu 17.11.2014. <http://www.sito.fi/yritys/>
- Trafi. n.d. Trafi. Viitattu 3.9.2014. http://www.trafi.fi/tieliikenne/luvat_ja_hyvaksynnat/tyyppihyvaksynta
- Tuominen, J. 2014. Yleisen liikennelaskennan laskentamallien kehittäminen. Tampereen teknillinen yliopisto. Rakennustekniikan koulutusohjelma. Liikenne- ja kuljetusjärjestelmät. Diplomityö.
- User Manual for the SDR. Edition 6.0_0611. 2011. DataCollect Traffic Systems GmbH. Kerpen.

TYYPPIHYVÄKSYNTÄ SDR

Liikennelaskin SDR

Tyyppihyväksyntä I, perusympäristö



Tekniset kuvaukset ja testimittausten tulokset

SISÄLTÖ

1	LAITTEISTOKUVAUS	2
2	ASENNUSOHJEET	3
2.1	Asennusvaiheiden kuvakooste	3
2.1.1	Vaihe 1: Tarkistetaan asennuskorkeus	3
2.1.2	Vaihe 2: Kiinnitetään laskentalaite kiinnike asennustolppaan	4
2.1.3	Vaihe 3: Suunnataan kiinnikkeen kulma	4
2.1.4	Vaihe 4: Kiristetään laskentalaite kiinnike ja asennetaan laskentalaite kiinnikkeeseen	5
2.1.5	Vaihe 5: Akun kiinnitys ja virrat päälle	5
2.1.6	Vaihe 6: Suunnataan laskentalaite laskin	6
2.1.7	Vaihe 7: Laskentalaite ohjelmointi palmilla	6
2.1.8	Vaihe 8: Liikennelaskimen lukitus	7
3	TIEDONKÄSITTELY	8
3.1	Tiedostoformaatti	8
3.2	Ajoneuvoluokittelun määrittelyt	10
3.3	Ajonopeuden määrittelyt	10
4	TYYPPIHYVÄKSYNTÄTESTAUKSEN LASKELMAT	11
4.1	Asikkala LAM 430 (lyhyt asennusetäisyys)	11
4.2	Saksala LAM 115 (pitkä asennusetäisyys)	12
4.3	Saksala LAM 115 (pitkä asennusetäisyys), uusinta	13

1 Laitteistokuvaus

Tyyppihyväksyntätestaukset on toteutettu Asikkalan ja Saksalan LAM-pisteissä. Tämän tyyppihyväksyntään liittyvät testimittaukset on tehty Kaius Vuorimaan ja Kalevi Nummelan toimesta ja tämän dokumentin on laatinut Kaius Vuorimaa ja Kimmo Saastamoinen.

Tyyppihyväksyntä testit on tehty SDR –nimisellä mikroaaltolaskinlaitteella, jossa käytetään bluetooth-tiedonsiirtotekniikkaa. Bluetooth kantama on alle 100 metriä. Laitte toimii -20 °C ja +50 °C lämpötilan välillä. Laitte on kooltaan 300 x 350 x 150 mm. Kalibroinnin voi suorittaa automaattisesti tai manuaalisesti.

Laitteen valmistaja on saksalainen DataCollect Traffic Systems GmbH ja laite-esittely löytyy laitevalmistajan kotisivuilta http://datacollect.eu/index.php?article_id=35&clang=2



Laitte rekisteröi ajoneuvokohtaisesti ajosuunnan, ajonopeuden (3 – 199 km/h) sekä ajoneuvon pituuden (10 cm tarkkuudella). Laitte voidaan asentaa enintään 10 metrin päähän tienreunasta sekä maksimissaan 8 metrin korkeuteen. Laitteen muistikapasiteetti on 1,6 miljoonaa ajoneuvoa.

Tyyppihyväksyntätesteissä käytettiin seuraavia laitteita:

1104F03723B, firmware 5.95 (Asikkala, Saksala)

1104F03724B, firmware 5.95 (Saksala)

1104F03726B, firmware 5.95 (Asikkala)

2 Asennusohjeet

Laiteasennukset tehdään letkukiristimien avulla.

Laite asennetaan metrin korkeuteen tien keskiviivasta mitattuna.

Laite asennetaan 45 asteen kulmaan tiestä, sekä laitteen pystykulma on 90 astetta.

Asennuksen kulku:

1. Tarkistetaan asennuskorkeus esim. vesivaakalaserin avulla.
2. Asennetaan laskentalaite kiinnike asennustolppaan löysästi.
3. Asetetaan laskentalaite kiinnike 45 asteen kulmaan tiestä kiinnikkeen apuviivaa ja tähtäyslautaa hyödyntäen.
4. Kiristetään kiinnike, kun laskentalaite kiinnike on säädetty oikeaan kulmaan.
5. Asetetaan laskentalaite (ilman akkua) kiinnikkeeseen, jonka jälkeen voidaan akku nostaa laskentalaiteeseen.
6. Kytetään virta päälle pikaliitimellä. Laskentalaiteessa led-valot näyttää laskentalaiteen toimivuuden.
7. Asetetaan laskentalaite laskin 90 asteen pystykulmaan kulmamittarin avulla.
8. Ohjelmoidaan palmilla laskentalaite laskentakuntoon.
9. Lukitaan laskentalaiteen ovet ja kiinnitetään laite ketjulla ja lukoilla asennustolppaan.

2.1 Asennusvaiheiden kuvakooste

2.1.1 Vaihe 1: Tarkistetaan asennuskorkeus.

Asennusetäisyys tarkistetaan lasermitalla, jossa on pyöreä vesivaaka kiinnitettynä. Lasermitan varsi on metrin pituinen, jonka avulla on helppo löytää oikea asennuskorkeus. Vesivaakan avulla voidaan tarkistaa lasermitan varren suoruus.



Kuva 1: Lasermitta asetetaan tien reunalle, josta mitataan etäisyys asennustolppaan.

2.1.2 Vaihe 2: Kiinnitetään laskentalaitteen kiinnike asennustolppaan.

Laskentalaitteen kiinnikkeen kiinnittämiseen käytetään letkukiristimiä. Kiinnike asennetaan kahdella letkukiristimellä.



Kuva 2: Letkukiristimet laitetaan kiinnikkeen reikien sisäkautta. Näin kiinnikkeen vioittuminen vältetään.

2.1.3 Vaihe 3: Suunnataan kiinnikkeen kulma

Laskentalaitte on oikeassa suunnassa, kun kiinnike on suunnattu oikein. Kiinnikkeen kulman suuntaamiseen käytetään kiinnikkeen omaa "apuviivaa", joka on laskentalaitteen kiinnikkeiden nähden 45 asteen kulmassa. Kiinnikkeen kulman suuntaaminen tapahtuu magneettisen tähtäysapuvälineen avulla, joka asetetaan "apuviivan" suuntaisesti. Tyyppihyväksynnän asennuksissa käytettiin magneettista vesivaakaa.



Kuva 3: Kiinnikkeen "apuviiva", joka on 45 asteen kulmassa. "Apuviivaa" sekä magneettilla varustettua vesivaakaa hyödyntäen voidaan suuntaa kiinnike oikeaan kulmaan. Tähtäysapuväline tulee olla ajoradan suuntaisesti.

2.1.4 Vaihe 4: Kiristetään laskentalaitteen kiinnike ja asennetaan laskentalaite kiinnikkeeseen

Kun kiinnike on saatu suunnattua oikeaan suuntaan, kiristetään kiinnike ja asennetaan laskentalaite ilman akkua kiinnikkeeseen.



Kuva 4: Letkukiristimien kiristyksen jälkeen asennetaan laskentalaite kiinnikkeeseen. Laskentalaiteessa on neljä uloketta, jotka laitetaan kiinnikkeeseen tarkoitettuihin reikiin.

2.1.5 Vaihe 5: Akun kiinnitys ja virrat päälle

Kun laskentalaite on kiinnikkeessä, nostetaan akku laskentalaitteen sisälle. Akun kaapeli kiinnitetään laskentalaiteeseen, jolloin laskentalaite menee päälle.



Kuva 5: Akku laitetaan laskimen alapuolelle sille tarkoitettuun paikkaan. Laskentalaiteen mukana on akulle oma kiinnike, joka voi olla metallinen pidike tai kiristysliina.

2.1.6 Vaihe 6: Suunnataan laskentalaitteen laskin.

Laskentalaitteen laskinta voi suunnata pystysuoraan. Laskin suunnataan 90 asteen kulmaan kulmamittarilla.



Kuva 6: Kulmamittari asetetaan tukevasti laskentalaitteen laskimeen. Kulmamittarin avustuksella on helppo löytää 90 asteen kulma.

2.1.7 Vaihe 7: Laskentalaitteen ohjelmoiminen palmilla.

Kun laskentalaitte on asennettu ja suunnattu oikein, muodostetaan Palmilla bluetooth-yhteys laskentalaitteeseen. Palmilla asetetaan parametrit laskentalaitteeseen sekä tarkistetaan laskentalaitteen toiminta. Perusasennuksissa käytetään herkkyyasetuksena (Gain) AUTO ja automaattista kalibrointi ei käytetä (ei rastia AutoCal active toiminnassa).



Kuva 7: Palmiin laitetaan vaadittavat parametrit. Online-tilasta voidaan katsoa ohimenevien autojen pituuden, suunnan sekä nopeuden.

2.1.8 Vaihe 8: Liikennelaskimen lukitus

Kun laskimen toiminta on varmistettu, laskin lukitaan kolmella lukolla ja ketjulla.



Kuva 8: Liikennelaskimen ovet lukitaan ja laitteen ympärille asennetaan vahva ketju. Laskin ja kiinnike lukitaan ketjuun.

3 Tiedonkäsitely

3.1 Tiedostoformaatti

Laskentadata kerätään Palmilla SD-kortille, josta data siirretään palvelimelle. Siirto tehdään yleistä liikennelaskentaan varten kehitetyssä Litti-ohjelmistossa.

Tiedostojen manuaalinen sisäänvienti

Tiedosto:

Aloitusaika (laser):

Suunta (LAN):

Manuaalisesti vietyt tiedostot

Määrä: 14

Tunniste	Nimi	Aloitus	Lopetus	Vientit
81269	4161 07032014 sdr	27.2.2014 12:09:13	7.3.2014 10:45:28	18.3.2014 10:31:59
80761	4161 110320 KE sdr	7.3.2014 10:52:41	12.3.2014 16:29:04	12.3.2014 18:33:30
78669	347 4161 sdr	4.2.2014 12:11:17	5.2.2014 13:10:56	6.2.2014 16:29:07
64275	1_34754 4161 sdr	15.10.2013 14:50:51	21.10.2013 8:15:06	21.10.2013 20:36:18
61810	34754 4161 sdr	9.10.2013 14:17:23	15.10.2013 14:24:09	15.10.2013 20:11:19

Kuva 10: SDR-laskentadata siirretään palvelimelle Littiin kehitetyssä "Tiedostojen manuaalinen sisäänvienti" -toiminnon avulla. Tarvittaessa siirretyitä dataa voidaan myös poistaa palvelimelta.

Laskentadata sisältää hexa- ja ascii -koodistoja, joiden visuaalinen tulkitseminen itse laskentatiedostosta on erittäin vaikeaa, jollei mahdollonta.

```

P03SDR {generator_typepalmh?generator_version6.8pP {battery_voltage}E{ sdisplay_unit i{
xdisplay_digits PU {memory_fill 7u+ {mmc_fill AI {time0:34:54:3 {date14-02-14}
{configuration_number1104F03723B {u {namesAKSALA 1 {s1. speed_metrics 0- slength_metrics 2
{version59SM+ {distance_oncomingA {distance_outgoing0F. installation_heightM. angle_verticalE1.
{angle_horizontalAB. directionYI. gainpXT. {radar_thresholdIA:0 {radar_correction_lane1_9 L
device_typesDRH+ {mmc_status Em {has_mmc bo {operation_modeproG {radar_correction_lane20
{angle_horizontal_60 on ei {radar_correction_factor_lane1mK {radar_correction_factor_lane2m0#
{slaves0 0 0 0}]. ucm_state K+. error_state 0F. p91 E+. {radar_threshold2A+. {temperatureY+B
{dst_activecy. {timer_activeA. {profilekrysZ. {profileMody+. {capture_min_speedA.
{radar_angle_horizontalA4. {display_duration2%. {dead_timeK+. {time_delay_after_onPK.
{measure_values_valid4%. {measure_count_start0%. {measure_sum_valid2}. {display_while_measure_on .
{radar_beam_horizontal_angle1L. {radar_beam_vertical_angleiq. {interrupts_until_end >7. {p91_0 W+.
{p91_10+. {p91_2.v+. {p91_3a+. {p91_4w}. autocal_on 1Y. {display_classes A. {p91_online K+.
{autocal_center+0Z. {switch_data 6T. {switch_trafficflow :. {switch_temp %+. {switch_p91 i. /
height_comp ;+. {deep_discharge VS. {gain_control 0+. {p92y0+. {p92_deltay+. {getdata_active'6.
{gainstep_minutesyXr. {iflags_p91_txt_fileyP. {energysave_ucmy+. {reset_F {startstop_time100:00 -
00:00}e {startstop_time200:00 - 00:00Y. {startstop_time300:00 - 00:00I. {startstop_time400:00 -
00:00B. {startstop_time1_on 8+. {startstop_time2_on 0u. {startstop_time3_on pl. {startstop_time4_on 11.
{energy_saving_mode "F {modem_start_time00:00F {timestamp_last_updating_device11:13:03 12-02-14A.
{recording_active 3u {timestamp_start_measure11:14:20 12-02-14 A {numb_of_vehicles_lane_1 -05-
{numb_of_vehicles_lane_2 -AX0. {numb_more_than_PSL_lane_1 -0C. {numb_more_than_PSL_lane_2 -A00.
{modem_start_activey4+. {energy_saving_mode bluetoothyAF. {energy_save_ucmyuu. {state_SDR_test_modyk
{test_progress255, 255, 4 {voltage_thresholdy0. {temp_pre_thresholdy}. {temp_thresholdy00.
{velocity_measuredy+. {velocity_of_arenceyIB. {velocity_diff_angley04. {modem_autostartyc0.
{test_mode_stepsy%L. {startstop_time1_psykX. {startstop_time2_psyk0B. {startstop_time3_psyk6S.
{startstop_time4_psykAv. {dst_time_reach 12255,255,255,255,255. {dst_time_switch_1-32767-0 {dst_time_switch_2-32767**
{dst_time_reach_22255,255,255,255,255,255. {dst_time_switch_1-32767-0 {dst_time_switch_2-32767**
{device_firststart2255,255,255,255,255-0. login_time a+. {tf_intervall 10. {tf_factor_night_interval
10. {tf_factor_rest_interval $+ {tf_start_stopp_morning0000 - 0000i/ {tf_start_stopp_evening0000 -
0000E {tf_start_stopp_night0000 - 0000E+. {tf_limit_flow =+. {tf_limit_tough W0. {tf_limit_jam +0.
{tf_limit_stand AE. {tf_PSL 50. {tf_car_minimum / {pin***+4Y {idns0000+. {progress_bytey}.
SWITCH_SHADOW 0Yy1s329 -1L6s329 -b1s329 -B1N3s329 1-1L3s329 G-RN329 -0ARc329 {aP3s329 X Y3s329 YAK3s329 Gr[3s
329 3Hv3s329 L:1E3s329 Bv03s329 Fh03s329 0AN3s329 VRN3s329 I 2B3s329 GEF3s329 0EP3s329 DdED3s329 WYB3s329 AKM3s
329 0L3s329 DF3s329 L33s329 [303s329 Y33s329 GRK3s329 [33s329 Z3N3s329 F33s329] UX3N3s329 3 D 0s329 B-33s329
329 BG03s329: 11MM3s329 A 2J3s329 P3C3s329 H 2I3s329 F3V3s329 4 S33s329: 5^33s329 1333s329 K33s329: 1S33s329: H33s329:
<E03s329: 2^33s329 0 3P3s329 1T33s329 3-23s329 0}33s329 1 : 2P3s329 A33s329 F33s329# 7L03s329: D33s329( V33s329

```

Kuva 11: Itse laskentadata on "skryptattua" hexa- ja ascii -koodistoa. Alkuosa sisältää laskentaan ja laskentalaiteeseen liittyviä parametreja, minkä jälkeen alkaa itse ajoneuvokohtainen laskentadata

```
Key: Value;
generator_type: "palm"
generator_version: "6.8"
battery_voltage: 125
display_unit: 0
display_digits: 0
memory_fill: 14261
mmc_fill: 0
time: "10:34:54"
date: "14-02-14"
configuration_number: "1104f03723b"
name: "SAKSALA 1"
speed_metrics: 0
length_metrics: 0
version: "595"
distance_oncoming: 31
distance_outgoing: 45
installation_height: 10
angle_vertical: 90
angle_horizontal: 45
direction: 3
gain: 254
radar_threshold1: 194
radar_correction_lane1: 0
device_type: "SDR"
mmc_status: 0
has_mmc: 1
operation_mode: "pro"
radar_correction_lane2: 0
angle_horizontal_60_on: 1
radar_correction_factor_lane1: 109
radar_correction_factor_lane2: 109
slaves: "0 0 0"
ucm_state: 0
error_state: 0
ps1: 0
radar_threshold2: 194
temperature: 255
dst_active: 255
timer_active: 255
profileNr: 255
profileMode: 255
capture_min_speed: 3
radar_angle_horizontal: 45
```

Kuva 12: Osa otsikkotiedoista "käännetynä" lukumuotoon. Laskentalaitteen parametrien avulla voidaan varmistaa laskentalaitteen asennukseen ja ohjelmointiin liittyviä seikkoja.

```
Date;Time;Direction;Speed;Length;Gap
12.2.2014;11:14:26;2;73;2,70;1,00
12.2.2014;11:14:26;2;71;1,60;0,00
12.2.2014;11:14:26;1;76;6,60;1,00
12.2.2014;11:14:29;1;78;5,90;2,73
12.2.2014;11:14:32;2;76;7,10;5,66
12.2.2014;11:14:45;2;82;7,90;12,65
12.2.2014;11:15:15;1;67;14,60;45,22
12.2.2014;11:15:28;1;80;12,00;12,46
12.2.2014;11:15:34;2;83;15,90;48,31
12.2.2014;11:15:36;2;88;7,10;1,71
12.2.2014;11:15:38;2;91;7,40;1,71
12.2.2014;11:15:40;2;86;7,60;1,68
12.2.2014;11:15:58;1;69;6,60;29,66
12.2.2014;11:15:59;2;79;7,00;18,68
12.2.2014;11:16:14;1;66;6,40;15,65
12.2.2014;11:16:21;2;78;8,60;21,60
12.2.2014;11:16:28;2;78;7,30;6,66
12.2.2014;11:16:33;1;66;7,10;18,61
12.2.2014;11:16:42;1;70;5,80;8,70
```

Kuva 13: "Käännetty" laskentatieto, mikä sisältää ajoneuvo kohtaaisesti ajoneuvon ohitusajan (päivä, aika), suunnan (1=laitetta kohden tai 2=laitteesta poispäin), ajonopeuden, ajoneuvon pituuden ja aikaväli (sek.) edelliseen ajoneuvoon nähden, joka on laskettu ajoneuvo kohtaisesta datasta.

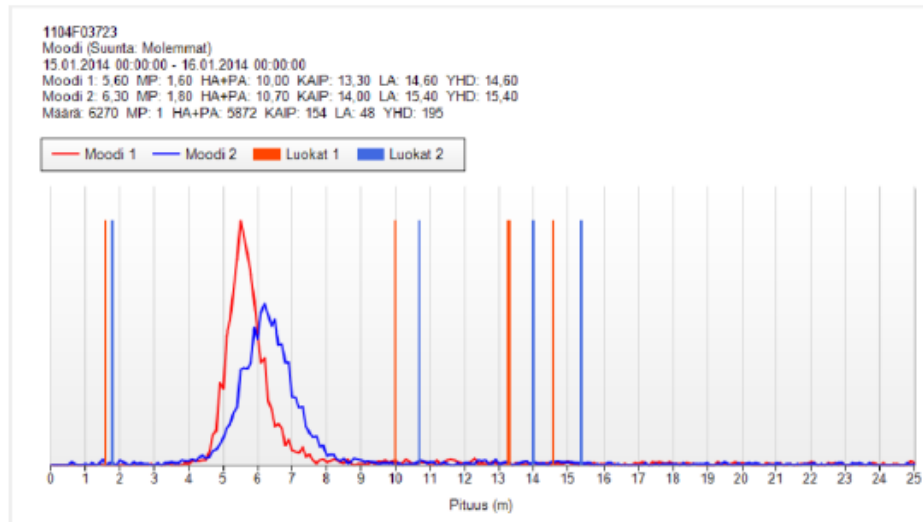
3.2 Ajoneuvoluokittelun määrittelyt

Ajoneuvoluokittelu perustuu laskentalaitteen havaitsemaan pituusarvoon (suunnittain). Raja-arvot määräytyvät eri mittauksissa ja eri suunnille pituusjakauman moodin perusteella.

Luokittelun lähtökohdanna on ollut Norsikt-projektin mukaiset luokittelun raja-arvot, jotka olivat:

- *Laittevalmistajan mukainen referenssimoodi on 4,3 metriä (perustuu autocal-toimintoon, jolloin 4,3 metrin moodi pakotetaan laskentalaitteen datassa).*
- *Raskaiden ajoneuvoluokan rajana on 8,7 metriä.*
- *KAIP luokka on 8,8 – 12,0 ja linja-autoluokka 12,1 – 13,1 ja yhdistelmien ajoneuvojen luokka yli 13,1 metriä.*

Koska nyt kehitetyssä asennusmenetelmässä ei käytetä autokalibroitointia, niin SDR perusmittauksissa moodi vaihtelee asennusetäisyyden ja asennuskulmavirheen mukaan tapauskohtaisesti. Kaikki moodi- ja raja-arvolaskentaan liittyvät arvot lasketaan tiedonkäsittelyyn tarkoitettulla Litti-ohjelmistolla (Yleinen liikennelaskenta 2013-2020 ohjelmisto).



Kuva 14: Moodin tarkastelu Litissä. Ajoneuvojen pituusarvoista (dm) muodostetaan jakaumakäyrä, jonka perusteella määritetään suunnittaiset moodit ja ajoneuvoluokittelun raja-arvot Litissä.

3.3 Ajonopeuden määrittelyt

Mitä lähempänä dobblerr-mittaus tapahtuu 45° asteen kulmassa liikkuvasta kohteesta sitä todellisempi nopeustieto. Jos asennuksessa syntyy kulmavirhettä, niin se korjataan ohjelmallisesti Litissä. Nopeuskorjausten suuruus on korkeintaan +/- 12 %.

4 Tyyppihyväksyntätestauksen laskelmat

4.1 Asikkala LAM 430 (lyhyt asennusetäisyys)

Testipäivä oli keskiviikko 15.1.2014, jolloin on tehty myös koko vuorokauden kestänyt videokuvauus. Kokonaismäärä- ja nopeustiedot on haettu Tiirasta ja ajoneuvoluokitteluun liittyvät tiedot on laskettu videokuvan perusteella. Asennettuja laitteita oli kaksi, sillä yksi testauspylväs oli vääntynyt ja sitä ei enää talvikautena pystytty korjaamaan.



ke 15.1.2014	Kaikki	LA	KAIP	Yhdistelmä	Keskinop.	Raskasnop.
LAM/video	6212	56	162	182	80,7	80,9
SDR 3723	6269	48	154	195	80,8	80,9
SDR 3726	6271	64	139	190	79,7	80,0

Havaintokatteet (%)

Laite (vaatimukset)	Kaikki (ei mp) (97...102)	Raskaat (80..125)	K_raskaat (60...167)	Yhdistelmä (92...108)	Keskinop. (+- 3 km/h)	Raskasnop. (+- 3 km/h)
SDR 3723	100,9	99	93	107	+ 0,1	+ 0,0
SDR 3726	100,9	98	93	104	- 1,0	- 0,9

Jokainen laskentalaitte täyttää asetut vaatimukset.

Testaustiedot on myös Litissä (testinumero 274), josta näkyvät keskeisimmät tulokset.

LAM/Ref	Kaikki	Keskiraskaat	Raskaat	Yhdistelmät	Keskinopeus	Keskinopeus (raskaat)
ke 15.01.2014	6212	216	400	182	80,7	80,9
Rajat	-3...+2 %	-40...+67 %	-20...+25 %	-15...+15 %	-3...+3 km/h	-3...+3 km/h
1104F03723	Kaikki	Keskiraskaat	Raskaat	Yhdistelmät	Keskinopeus	Keskinopeus (raskaat)
 ke 15.01.2014	6269 (3139 / 3130)	202 (97 / 105)	397 (204 / 193)	195 (107 / 88)	80,8	80,9
Poistettu: 0,0 %	+0,9 %	-7,3 %	-0,8 %	+7,1 %	+0,1 km/h	0 km/h
Hyväksy tämä laitetesti						
1104F03726	Kaikki	Keskiraskaat	Raskaat	Yhdistelmät	Keskinopeus	Keskinopeus (raskaat)
 ke 15.01.2014	6271 (3139 / 3132)	203 (100 / 103)	393 (202 / 191)	190 (102 / 88)	79,7	80,0
Poistettu: 0,0 %	+0,9 %	-6,9 %	-1,8 %	+4,4 %	-1,0 km/h	-0,9 km/h
Hyväksy tämä laitetesti						

Kuva 14: Asikkalan testin tulokset Litissä esitettynä (274).

4.2 Saksala LAM 115 (pitkä asennusetäisyys)

Testipäivä oli keskiviikko 15.1.2014. Koko vuorokauden kestänyt videokuvaus ei onnistunut, joten ajoneuvoluokitteluun liittyvät tiedot ja nopeustiedot on haettu Tiirasta. Kokonaismäärän osalta on käytetty ajoneuvokohtaista LAM-dataa, sillä LAM-tietokanta hylkäsi erittäin paljon oikeita havaintoja häiriödatana. Asennettuja laitteita on kaksi, sillä kohteeseen on rakennettu vain kaksi pitkän etäisyyden asennuspylvästä.



ke 15.1.2014	Kaikki	LA	KAIP	Yhdistelmä	Keskinop.	Raskasnop.
LAM	7071	79	237	444	81,9	83,0
SDR 4139	7169	81	210	411	83,4	81,7
SDR 4155	7167	58	216	414	83,3	82,5

Havaintokatteet (%)

Laite (vaatimukset)	Kaikki (ei mp) (97...102)	Raskaat (80..125)	K_raskaat (60...167)	Yhdistelmä (92...108)	Keskinop. (+- 3 km/h)	Raskasnop. (+- 3 km/h)
SDR 4139	101,4	92	92	93	+ 1,5	- 1,3
SDR 4155	101,4	90	87	93	+ 1,4	- 0,5

Jokainen laskentalaite täyttää asetut vaatimukset.

Testaustiedot on myös Litissä (testinumero 269), josta näkyy keskeisimmät tulokset.

LAM/Ref	Kaikki	Keskiraskaat	Raskaat	Yhdistelmät	Keskinopeus	Keskinopeus (raskaat)
ke 15.01.2014	7071	316	760	444	81,9	83,0
Rajat	-3...+2 %	-40...+67 %	-20...+25 %	-15...+15 %	-3...+3 km/h	-3...+3 km/h
1306E4139	Kaikki	Keskiraskaat	Raskaat	Yhdistelmät	Keskinopeus	Keskinopeus (raskaat)
 ke 15.01.2014	7169 (3580 / 3589)	291 (144 / 147)	702 (356 / 346)	411 (212 / 199)	83,4	81,7
Poistettu: 0,6 %	+1,4 %	-7,9 %	-7,6 %	-7,4 %	+1,5 km/h	-1,3 km/h
Hyväksy tämä laitetesti						
1306E4155	Kaikki	Keskiraskaat	Raskaat	Yhdistelmät	Keskinopeus	Keskinopeus (raskaat)
 ke 15.01.2014	7167 (3576 / 3591)	274 (135 / 139)	688 (350 / 338)	414 (215 / 199)	83,3	82,5
Poistettu: 0,5 %	+1,4 %	-13,3 %	-9,5 %	-6,8 %	+1,4 km/h	-0,5 km/h
Hyväksy tämä laitetesti						

Kuva 15: Saksalan testin tulokset Litissä esitettynä (269).

Saksalan testaus uusittiin 13.2.2014, jolloin sekä LAM-piste toimi oikein että samanaikainen videokuvaus onnistuivat.

4.3 Saksala LAM 115 (pitkä asennusetäisyys), uusinta

Testipäivä oli torstai 13.2.2014, jolloin on tehty myös koko vuorokauden kestänyt videokuvaus. Kokonaismäärä- ja nopeustiedot on haettu Tiirasta ja ajoneuvoluokitteluun liittyvät tiedot on laskettu videokuvan perusteella. Asennettuja laitteita on kaksi, sillä kohteeseen on rakennettu vain kaksi pitkän etäisyyden asennuspylvästä.

ke 13.2.2014	Kaikki	LA	KAIP	Yhdistelmä	Keskinop.	Raskasnop.
LAM/video	7223	17	199	412	84,0	83,3
SDR 3723	7154	23	177	405	81,5	81,0
SDR 3724	7156	30	188	409	82,5	81,7

Havaintokatteet (%)

Laite (vaatimukset)	Kaikki (ei mp) (97...102)	Raskaat (80...125)	K_raskaat (60...167)	Yhdistelmä (92...108)	Keskinop. (+- 3 km/h)	Raskasnop. (+- 3 km/h)
SDR 3723	99,0	96	93	98	-2,5	-2,3
SDR 3724	99,1	100	101	99	-1,5	-1,6

Jokainen laskentalaite täyttää asetut vaatimukset.

Testaustiedot on myös Litissä (testinumero 292), josta näkyy keskeisimmät tulokset.

LAM/Ref	Kaikki	Keskiraskaat	Raskaat	Yhdistelmät	Keskinopeus	Keskinopeus (raskaat)
to 13.02.2014	7223	216	628	412	84,0	83,3
Rajat	-3...+2 %	-40...+67 %	-20...+25 %	-15...+15 %	-3...+3 km/h	-3...+3 km/h
1104F03723	Kaikki	Keskiraskaat	Raskaat	Yhdistelmät	Keskinopeus	Keskinopeus (raskaat)
 to 13.02.2014	7154 (3641 / 3513)	200 (103 / 97)	605 (315 / 290)	405 (212 / 193)	81,5	81,0
Poistettu: 0,3 %	-1,0 %	-7,4 %	-3,7 %	-1,7 %	-2,5 km/h	-2,3 km/h
Hyväksy tämä laitetesti						
1104F03724	Kaikki	Keskiraskaat	Raskaat	Yhdistelmät	Keskinopeus	Keskinopeus (raskaat)
 to 13.02.2014	7156 (3634 / 3522)	218 (105 / 113)	627 (320 / 307)	409 (215 / 194)	82,5	81,7
Poistettu: 0,5 %	-0,9 %	+0,9 %	-0,2 %	-0,7 %	-1,5 km/h	-1,6 km/h
Hyväksy tämä laitetesti						

Kuva 16: Saksalan testin tulokset Litissä esitettynä (292).