

PÄÄLLYSTEMERKINNÄT JA NIIDEN REKISTERÖINTI  
OULUN KAUPUNGISSA

Elimaija Joensuu  
2011  
Oulun seudun ammattikorkeakoulu

PÄÄLLYSTEMERKINNÄT JA NIIDEN REKISTERÖINTI  
OULUN KAUPUNGISSA

Elimaija Joensuu  
Opinnäytetyö  
1.4.2011  
Rakennustekniikan koulutusohjelma  
Oulun seudun ammattikorkeakoulu

Koulutusohjelma	Opinnäytetyö	Sivuja	+	Liitteitä
Rakennustekniikka	Insinööriö	47	+	0
Suuntautumisvaihtoehto	Aika			
Ympäristö- ja yhdyskuntatekniikka	2011			
Työn tilaaja	Työn tekijä			
Oulun Tekninen keskus	Ellimajja Joensuu			
Työn nimi	Päällystemerkinntät ja niiden rekisteröinti Oulun kaupungissa			
Avainsanat	Päällystemerkinntä, merkintämateriaali, rekisteri			

Oulun kaupungissa on ollut kehittämistarpeita päällystemerkinntöihin liittyen. Yksi opinnäytetyön tavoitteista oli luoda kaupungille päällystemerkinntäperiaatteet, joista selviää, mitä merkintöjä tehdään millekin katuluokalle. Koska Oulussa tehdään suurin osa päällystemerkinntöistä maalamalla, toinen tavoite oli selvittää, minkälaisia vuosikustannuksia kestävämmät merkintämateriaalit aiheuttavat. Lisäksi kaupungilla oli tarve päällystemerkinntärekisterille, josta saisi tietoa päällystemerkinntöjen sijainneista ja lukumääristä. Kolmantena tavoitteena oli tehdä esiselvitys siitä, millä periaatteilla päällystemerkinntärekisteriä kannattaa lähteä luomaan.

Työssä tutkittiin eri päällystemerkinntämateriaalien ominaisuuksia ja selvitettiin aikaisempien tutkimustulosten sekä kyselytutkimuksen avulla, miten eri materiaalit kestävät kulutusta eri liikennemäärillä. Tulosten perusteella laskettiin merkintämateriaaleista aiheutuvia vuosikustannuksia. Päällystemerkinntäperiaatteita varten laadittiin katuluokitus sekä ohjeet siitä, miten päällystemerkinntät tehdään eri luokan kaduille. Lisäksi tutkittiin Tekla Civil Basicin soveltumista päällystemerkinntärekisterin työkaluksi esimerkkitapausten perusteella.

Päällystemerkinntäperiaatteet tulevat helpottamaan jokakesäisiä kunnossapidon merkintätöitä Oulussa. Tutkimustulosten perusteella saatiin selville, että 1,5 mm:n vahvuinen spraymerkintä on vuosikustannuksiltaan kaikista edullisin. Päällystemerkinntärekisterin luonti Tekla Civil Basicilla on teknisesti mahdollista.

Degree Programme	Thesis	Pages	+	Appendices
Civil Engineering	B. Eng.	47	+	0
Line	Time			
Municipal Engineering	2011			
Commissioned by	Author			
City of Oulu, Technical Centre	Ellimajja Joensuu			
Thesis title				
Pavement Markings and Their Register in the City of Oulu				
Keywords				
Pavement marking, pavement marking material, register				

One purpose of this thesis was to develop principles for pavement markings in order to find out what kind of markings to use in different classes of streets. Most of the pavement markings in the city of Oulu are painted and there was a need for a research of the annual costs for other pavement marking materials. The city of Oulu had also a need for a register of pavement markings that could provide information about the locations and counts of the markings. Another purpose was to research the principles for creating the register.

In this thesis the properties of different marking materials were examined. Additionally, it was found out how long the materials would last in different amounts of traffic. The research was made with the help of earlier investigations and a survey. The annual costs of the pavement markings were calculated from the results. Before composing the pavement marking principles, the streets had to be classified. In addition, it was studied, based on some example cases, how suitable tool Tekla Civil Basic would be for the pavement marking register.

The pavement marking principles will facilitate the yearly maintenance work with pavement markings in the city of Oulu. Based on the results it was found out that markings made from 1.5 mm thick spray has the lowest annual costs. It was also found out that it is technically possible to create the pavement markings register with Tekla Civil Basic.

# SISÄLTÖ

TIIVISTELMÄ.....	3
ABSTRACT.....	4
1 JOHDANTO.....	6
2 PÄÄLLYSTEMERKINNÄT.....	7
2.1 Merkintämateriaalit.....	7
2.2 Merkintämenetelmät.....	9
3 KATUMERKINTÖJÄ OHJAAVAT TEKIJÄT.....	11
3.1 Katuluokitukset Oulun kaupungissa.....	11
3.2 Päällystemerkintöjen luokittelu.....	12
4 PÄÄLLYSTEMERKINNÄT OULUN KAUPUNGISSA.....	13
4.1 Keskustan sisääntuloväylät ja pääkadut $\geq 50$ km/h.....	13
4.2 Pääkadut nopeus 40 km/h.....	15
4.3 Kokoojakadut ja tonttikadut.....	15
4.4 Risteysalueet.....	16
4.5 Ajonopeutta osoittavat merkinnät.....	18
4.6 Kevyen liikenteen väylät.....	19
4.6.1 Kevyen liikenteen alikulut.....	19
4.6.2 Suojatiemerkinnet.....	20
4.7 Töyssyt ja korotetut suojatiet.....	24
4.8 Pysäköintialueet.....	25
5 MATERIAALIEN KESTÄVYYS JA KUSTANNUKSET.....	26
6 PÄÄLLYSTEMERKINTÖJEN TOTEUTTAMINEN.....	35
7 PÄÄLLYSTEMERKINTÄREKISTERI.....	37
7.1 Päällystemerkintöjen tallennus rekisteriin.....	37
7.2 Rekisterin testaus.....	40
7.3 Rekisterin ylläpito ja arviointi.....	41
8 YHTEENVETO.....	42
LÄHTEET.....	45

# 1 JOHDANTO

Päällystemerkinnät ovat tien pintaan tehtyjä merkintöjä, joita käytetään liikenteen ohjaamiseen (Tieliikenneasetus 31 §). Opinnäytetyön tavoitteena on kehittää Oulun kaupungille päällystemerkintäperiaatteet ottaen huomioon, millä tekniikalla päällystemerkintöjä tehdään. Lisäksi tarkastellaan merkintöjen kestävyyttä ja kustannuksia. Tällä hetkellä Oulun kaupungin omistuksessa on kaksi ajoratamaalauskonetta ja suurin osa kaupungin ajoratamerkinnoistä tehdään maalaten. Vilkkaimmilla kaduilla maalattuina tehdyt merkinnät eivät säily kovin pitkään näkyvissä liikenteen kuluttavan vaikutuksen vuoksi (Suomalaiset merkintämassat kestävät. 2010, 35), joten on tarpeellista tutkia myös muita ajoratamerkintävaihtoehtoja. Opinnäytetyö antaa edellytykset mahdolliselle päällystemerkintöjen kilpailutukselle, mikäli tilanne niin vaatii. Opinnäytetyön tilaaja on Oulun kaupungin Tekninen keskus.

Työ tehdään sekä kunnossapidon että suunnittelun näkökulmasta. Kunnossapidon kannalta työssä keskitytään uusittavien merkintätyyppien kestävyyteen ja tutkitaan, minkälaisia vuosikustannuksia ajoratamerkinnoista aiheutuu. Lisäksi työssä määritellään päällystemerkinnät eri katuluokille, mikä tulee huomioida katualueiden suunnittelussa.

Oulun kaupungilla on ollut tarve päällystemerkintärekisterille, josta saisi tietoa päällystemerkintöjen lukumääristä ja pinta-aloista sekä karttatulosteita kunnossapidon käyttöön. Tavoitteena on selvittää, onko rekisterin luonti mahdollista ja millä ohjelmistolla se kannattaa tehdä. Tarkoituksena on testata tulevaa rekisteriä esimerkkikohteiden avulla. Työ toimii samalla pilottihankkeena, sillä tämänkaltaista rekisteriä ei tiettävästi vielä ole muissa kaupungeissa käytössä.

## 2 PÄÄLLYSTEMERKINNÄT

Päällystemerkinnöillä tarkoitetaan maalaamalla tai muilla menetelmillä tienpintaan tehtyjä merkintöjä, joita käytetään liikenteen ohjaamiseen joko yksin tai yhdessä liikennemerkkien kanssa. Päällystemerkinnät jaetaan tien pituus-suuntaisiin merkintöihin ja muihin merkintöihin, joita ovat esimerkiksi suoja-tiet, nuolet ja symbolit. (Tieliikenneasetus 31 §.)

Päällystemerkinnät osoittavat ajoradan ja ajokaistojen sijainnin sekä parantavat tien erottumista ympäristöstä. Ne ohjaavat ajoneuvon kuljettajaa optisesti kuljettajan näkökentässä ja niillä on suuri merkitys liikenteen sujuvuuteen, turvallisuuteen ja ajomukavuuteen. (Tiementien merkintöjen toimintalinjat. 2006.) Päällystemerkintöjä käytetään, koska ne auttavat kuljettajaa pysymään omalla kaistallaan ja ennakoimaan tien suuntausta etenkin silloin, kun näkyvyysolosuhteet ovat huonot eikä muu ympäristö tarjoa tarpeeksi vihjeitä tien sijainnista (Tiementien merkintöjen vaikutus kuljettajan käyttäytymiseen. 2007).

Sen lisäksi, että päällystemerkinnöillä on parantava vaikutus liikenneturvallisuuteen ja ajomukavuuteen, ne antavat myös kuvan osaavasta tienpidosta ja viestivät hoidetusta ympäristöstä (Tiementien merkintöjen toimintalinjat. 2006). Arvioidaan, että päällystemerkinnät vähentävät liikenneonnettomuuksia 5–10 % (Teitä turvaamassa. 1998, 43).

### 2.1 Merkintämateriaalit

Päällystemerkintämateriaalit jaetaan pääsääntöisesti maaleihin ja massoihin. Nämä voidaan jakaa erilaisiin alatyyppeihin, joista saadaan merkintämene- telmää vaihtamalla useita vaihtoehtoisia ratkaisuja päällystemerkintöjen te- koon. Merkintämateriaalit kehittyvät jatkuvasti ja niihin etsitään uusia ratkai- suja. Tavoitteena on, että niissä ei käytetä haihtuvia hiilivetyjä (Tiementien merkintöjen toimintalinjat. 2007).

Yksi komponentti merkintämateriaaleissa ovat massan yhteydessä käytettä- vät lasihelmet, jotka parantavat merkinnän näkyvyyttä pimeällä. Maalit, mas-

sat ja helmet eivät saa sisältää kemikaalilainsäädännön määrittämiä haitallisia aineita ja niiden on oltava kemikaalilain ja -asetusten mukaisia (InfraRYL. 2010.) Päälystemerkintämateriaalien on oltava standardien mukaisia. Eri-tyyppisille merkintämateriaaleille on esitetty vaatimuksia väristä, luminanssista, paluuheijastavuudesta ja kitkasta. (RIL 165-2 Liikenne ja väylät II. 2006, 334.)

Väri ja luminanssi vaikuttavat siihen, miten merkintä näkyy päivänvalossa ja katuvalaistuksessa. Paluuheijastavuusarvo kuvaa merkinnän näkyvyyttä pimeässä. Kaupungeissa paluuheijastavuutta ei yleensä mitata, koska sillä ei ole merkitystä valaistujen katujen alueilla. Tärkein vaatimus kaupunkien ja kuntien töissä on kulutuskestävyys (Nousiainen. 2008, 5). Kitkaa mitataan esimerkiksi heilurikitkamittarilla silloin, kun se poikkeaa vaatimuksesta. Kitkarvo tällöin  $SRT > 45$  (InfraRYL. 2010).

**Maali** on nestemäinen tuote, jossa on orgaaniseen liuottimeen tai veteen lietyneitä kiintoaineita. Se voidaan toimittaa yksi- tai monikomponenttisenä tuotteena. Maalia levitetään siveltimellä, ruiskulla, telalla tai muulla sopivalla menetelmällä. Se muodostaa kiinteän kalvon joko liuottimen haihtuessa tai kemiallisen reaktion kautta. (Tiementöiden laatuvaatimukset. 2007.) Tiementöinnöissä maalimenekin on oltava vähintään  $0,35 \text{ l/m}^2$  ja levitetyn maali-kerroksen täytyy olla tasainen ja yhtenäinen (InfraRYL. 2010).

**Merkintämassat** jaetaan kuumamassoihin ja kylmämassoihin. Kuumamassa ei sisällä liuottimia. Se toimitetaan kiinteänä, rakeina tai jauheena, joka sulatetaan kuumentamalla ja levitetään sen jälkeen. Massa muodostaa jäähtyessään kiinteän merkinnän. Kylmämassa on yksi- tai monikomponenttinen tuote, joka tehdään sekoittamalla ainesosia keskenään eri suhteissa. Levittämisen jälkeen se muodostaa kemiallisen reaktion kautta lopullisen merkinnän. (Tiementöiden laatuvaatimukset. 2007.)

**Lasihelmiä** käytetään viivan päällä pintasirotuksena tai massan seassa parantamassa paluuheijastavuutta. Kaupunki- ja kuntatöissä niille ei yleensä ole käyttötarvetta katuvalaistuksen vuoksi (Sarkkinen 2010). Koska lasihel-



met jauhautuvat liikenteen vaikutuksesta, niille on asetettu vaarallisten aineiden enimmäispitoisuusrajat. Suomessa ei saa käyttää sellaisia lasihelmiä, joiden arseenipitoisuus on suurempi kuin 200 mg/kg. (Tiemeraintöjen laatuvaatimukset. 2007.)

**Kiveyksiä** ovat betonista valmistetut kivet ja luonnonkivet. Betonikivet ovat monipuolisia päällystemateriaaleja, sillä niitä on saatavana monen muotoisina ja värisinä sekä erilaisilla pintakäsittelyillä. Betonikiviä käytettäessä ongelmaksi muodostuu rapautuminen, eikä sen uusiokäyttö yleensä ole mahdollista. Betonikivet sopivat kevyen liikenteen väylille sekä erikoisalueiden, kuten torien päällysteeksi. (RIL 165-2 Liikenne ja väylät II. 2006, 223.)

Luonnonkiveystä käyttämällä saadaan kestäviä pintoja, joilla on hyvä kulumiskestävyys. Suomessa päällystämiseen soveltuvia kivilajeja ovat graniitti, liuskekivet ja vuolukivet, joista kestävin vaihtoehto on graniitti. Luonnonkiviä ovat nupukivet, noppakivet ja harkkokivet, joihin saadaan vaihtelua erilaisilla pintakäsittelyvaihtoehdoilla. (RIL 165-2 Liikenne ja väylät II. 2006, 224.)

Oulussa luonnonkiviä on käytetty keskustassa päällystemateriaalina ja niillä on tehty myös tiemeraintöjä, kuten sulkuviivoja ja ajokaistanuolia. Lisäksi niitä on käytetty suojateiden merkitsemiseen. Ongelmana kiveysten käytössä päällystemerkintämateriaalina on niiden suppea värivalikoima. Esimerkiksi sulkuviivoihin tarvittavaa keltaista kiveä ei Suomesta juuri löydy.

## **2.2 Merkintämenetelmät**

Tiemeraintöjä voidaan tehdä maalaamalla, spraylla, kestoperaintänä tai upotettuna kestoperaintänä. Lisäksi voidaan käyttää esimuotoiltuja teippejä ja tärstäviä meraintöjä.

**Upotettua kestoperaintää** varten päällysteeseen tehdään 5–10 mm:n syvyinen ura, johon valetaan meraintämassaa. Meraintännän lopullinen pinta on yleensä 2–3 mm päällysteen pintaa korkeammalla (InfraRYL. 2010).

**Kestomerkintä** muodostuu asfaltin pintaan levitetystä massasta. Merkinnän paksuus saa olla korkeintaan 6 mm ajoradan pinnan yläpuolella (Liikenneminstriön päätös 25 §).

**Spraymerkintä** tehdään aina kuumamassalla, joka tulee merkintäkoneesta ulos ilmanpaineen avulla. Sitä käytetään yleensä vanhojen massamerkintäviivojen korjaamiseen. Uusilla päällysteillä sitä käytetään silloin, kun maali-merkintä ei kestä ja kestormerkintöjen kustannukset on katsottu liian suuriksi. Spraymerkinnän paksuus on 0,25–2,5 mm. (Sarkkinen 2010.)

**Esimuotoillut tiemerkinntät** ovat teippejä tai levymäisiä massamerkintöjä, jotka kiinnittyvät esimerkiksi liimalla tai kuumentamalla. Niitä käytetään pienmerkintöjen, kuten ajokaistanuolien, tekoon ja korjaamiseen. Teippejä käytetään pääasiassa tilapäisinä merkintöinä. (InfraRYL. 2010.)

**Täristäviä merkintöjä** tehdään tienpintaan merkintämassalla, jyrsimällä tai jyräämällä. Ne tuottavat ääntä ja tärinää yliajettaessa, minkä tarkoituksena on estää suistumis- ja kohtaamisonnettomuuksia. Täristäviä merkintöjä ei käytetä kaupunkialueella meluhaittojen vuoksi. Niitä ei käytetä myöskään alle 60 km/h:n nopeusrajoitusalueilla. (Tiemerkintöjen toimintalinjat. 2006.)

### **3 KATUMERKINTÖJÄ OHJAAVAT TEKIJÄT**

Keskeisimmät liikenteenohjausta säätelevät säädökset ovat Tieliikennelaki, Tieliikenneasetus ja Liikenneministeriön päätös liikenteen ohjauslaitteista. Tieliikennelaissa määritellään yleiset liikennesäännöt ja tienpitäjien valtuudet. Liikenteen ohjauslaitteiden määrittely ja ulkonäkö on Tieliikenneasetuksessa, kun taas Liikenneministeriön päätös liikenteen ohjauslaitteista sisältää liikenteen ohjauslaitteiden mitat ja käyttöperiaatteet. (RIL 165-2 Liikenne ja väylät II. 2005, 325.)

Tiehallinto vastaa liikenteenohjauslaitteiden yksityiskohtaisesta ohjeistuksesta pääsääntöisesti yleisillä teillä, kun taas Kuntaliitto antaa kunnille suosituksia kaduilla olevista liikenteenohjauslaitteista. (RIL 165-1 Liikenne ja väylät I. 2005, 383.) Näiden lisäksi Tiehallinto on antanut yksityiskohtaisia ohjeita ja määräyksiä, jotka täydentävät lainsäädäntöä tiemerkintöjen osalta ja jotka velvoittavat kaikkia tien- ja kadunpitäjiä (InfraRYL. 2010).

Liikenneväylät jaetaan hallinnollisesti yleisiin teihin, katuihin ja yksityisiin teihin. Pääsääntöisesti yleisten teiden kunnossapidosta vastaa ELY-keskus, kadut hoitaa kunta ja yksityistiet tiekunta.

Liikenteen ohjauslaitteita ovat päällystemerkinnät, liikennevalot ja liikenne-merkit. Kunnan tehtävä on asettaa liikenteen ohjauslaitteet kadulle, rakennuskaavatielle, torille ja muulle vastaavalle liikennealueelle. (Tieliikennelaki 51 §.)

#### **3.1 Katuluokitukset Oulun kaupungissa**

Oulun kaupungilla on käytössä useita suunnittelua palvelevia katuluokitteluohteja. Esimerkiksi Poikkileikkauksen suunnitteluohje on kaupungin oma julkaisu, joka on tehty suunnittelua ja rakentamista varten. Sen katuluokitus perustuu raskaan liikenteen aiheuttamiin kuormituksiin rakentamisen aikana. (Poikkileikkauksen suunnitteluohje. 2008.) Lisäksi on käytetty Kuntaliiton jul-

kaisemaa Kunnallisteknisten töiden yleistä työselostusta 02, jonka katuluokitukset perustuvat kantavuusvaatimuksiin ja liikennemääriin (KT 02. 2002).

Näiden lisäksi kaupungilla on käytössä kunnossapitoluokitus, joka on tehty katujen kunnossapitoa varten. Se jakaa kadut kolmeen ja kevyenliikenteen väylät kahteen eri luokkaan niiden liikenteellisen merkityksen perusteella. Luokitukseen vaikuttavat monet eri tekijät. Karkeasti jaettuna ensimmäisen luokan kadut ovat pääkatuja, toisen luokan kadut kokoojakatuja ja kolmannen luokan kadut tonttikatuja. Luokitusta tehtäessä luokkaa voi nostaa esimerkiksi kadun toimiminen linja-autoreittinä, läheinen koulu, päiväkotitai teollisuuslaitokset ja työpaikat kadun varrella. Kaupunki voi muuttaa katuluokkaa esimerkiksi maankäytön muuttumisen, liikennemäärämuutosten tai saadun palautteen perusteella. (Jurvansuu 2011.)

### **3.2 Päälystemerkintöjen luokittelu**

Päälystemerkintöjä voi käyttää melkein kaikilla päälystetyillä kaduilla. Kuitenkin kadun leveys, pinnan materiaali ja liikenteen määrä vaikuttavat siihen, että täydellisiä merkintöjä ei kaikilla kaduilla voi, eikä kannata käyttää. Tiemerkintöjen tarvetta arvioitaessa on huomioitava kadun liikenteellinen merkitys, laatu ja yhtenäisyys. Tämä tarkoittaa sitä, että pääkaduilla laadullinen taso on korkeampi ja laadun yhtenäisyys on tärkeämpää kuin kaduilla, joilla liikenne on vähäisempää. (Tiemerkintöjen toimintalinjat. 2007.)

Päälystemerkinnöille suunnattua katuluokitusta ei Oulun kaupungissa ole aikaisemmin ollut käytössä, eivätkä Poikkileikkauksen suunnitteluohjeen, KT 02:n ja Kunnossapitoluokituksen katuluokitukset täysin vastaa päälystemerkintöjen luokittelutarvetta. Tämän vuoksi on päätetty kehittää uusi luokittelu, joka perustuu kaupungin liikennemääriin sekä katujen hierarkkiseen järjestykseen. Luokitus on seuraavanlainen:

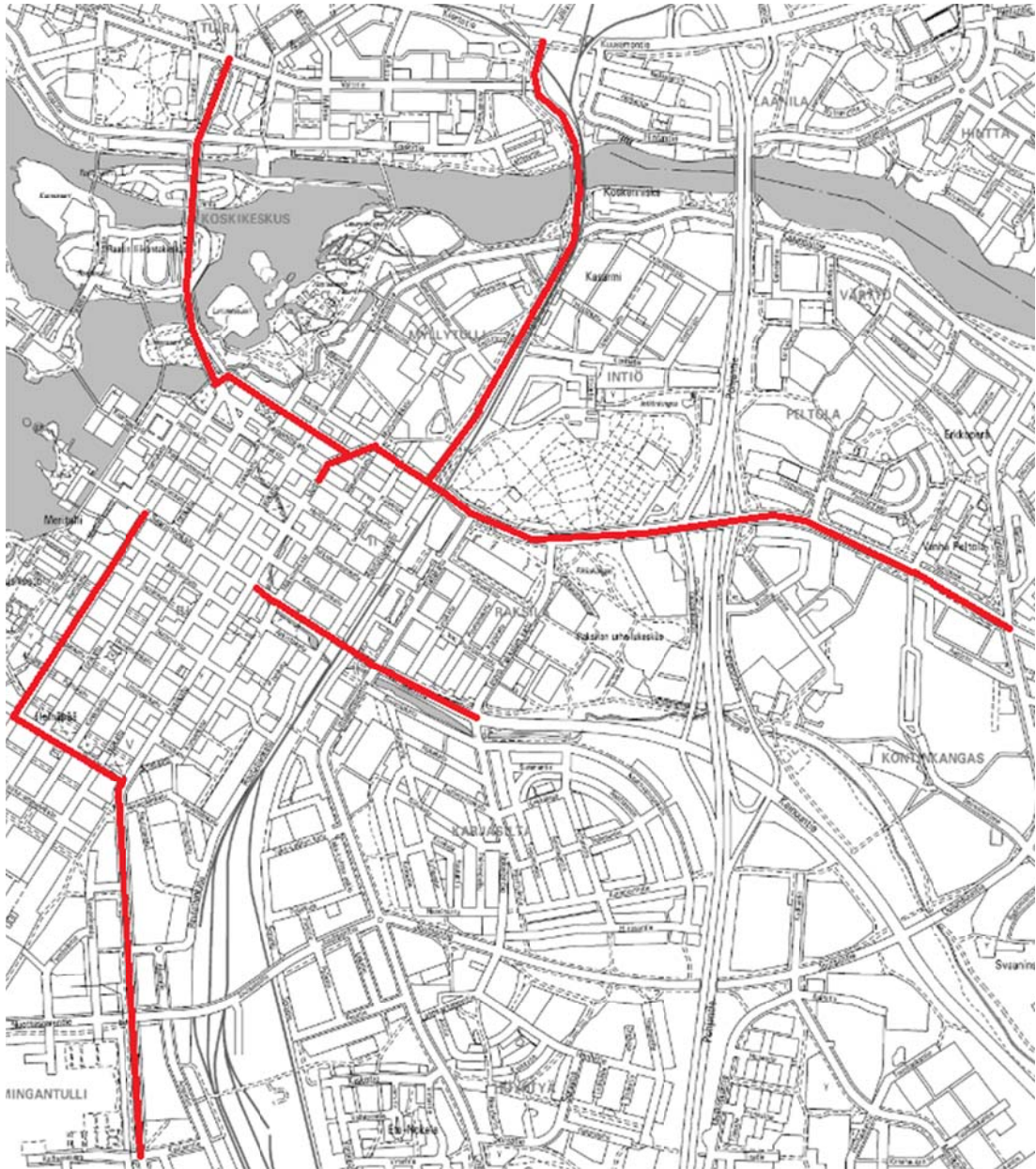
- keskustan sisääntuloväylät sekä pääkadut, joiden nopeus  $\geq 50$  km/h
- pääkadut, nopeus 40 km/h
- kokoojakadut
- tonttikadut.

## **4 PÄÄLLYSTEMERKINNÄT OULUN KAUPUNGISSA**

Seuraavat päällystemerkintäohjeet on tehty helpottamaan suunnittelua ja ohjaamaan kunnossapidon vuosittaisia merkintätehtäviä. Ohjeet on laadittu yhteistyössä Oulun kaupungin katu- ja liikennesuunnittelijoiden sekä kunnossapidon tilaajien kanssa.

### **4.1 Keskustan sisääntuloväylät ja pääkadut $\geq 50$ km/h**

Pääkadut, joiden nopeusrajoitus on 50 km/h, ovat pitkiä yhteyksiä alueilta toiselle, joissakin tapauksissa koko kaupungin lävitse kulkevia katuja. Keskustan sisääntuloväylät on esitetty kuvassa 1. Koska ajoratamerkintöjä ei tehdä katukivetykselle, kartassa ovat näkyvissä vain ne kohteet, joissa päällysteenä on asfaltti.



*KUVA 1. Asfalttipintaiset keskustan sisääntuloväylät*

Sekä kyseisille pääkaduille että keskustan sisääntuloväylille tehdään päällystemerkinnot seuraavalla tavalla:

- ajoradan keskiviiva 1:3. Viivan pituus on 1 m ja väli 3 m (keskiviiva merkitään keltaisena kaksoisviivana silloin, kun samaan suuntaan on useampi kuin yksi kaista)
- ajokaistaviiva, kun samaan suuntaan on vähintään kaksi ajokaistaa
- sulkuviiva ajokaistaviivan jatkeena ennen liittymää

- reunaviiva, kun yksiajorataisen ajoradan päällysteen leveys on yli 7 m ja aina kaksiajorataisilla kaduilla (reunaviivaa ei käytetä, jos kadun reunassa on reunatuki)
- reunaviivan jatke linja-autopysäkkien kohdalla. (InfraRYL. 2010.)

Keskustan sisääntuloväylille ja pääkaduille, joiden nopeus on 50 km/h tai enemmän, tehdään seuraavat pienmerkinnät upotettuina:

- suojatiet ja polkupyöräteiden jatkeet
- pysäytysviivat
- liittymissä ajokaistaviivojen jatkeina olevat sulkuviivat
- ajokaistanuolet. (InfraRYL. 2010.)

## **4.2 Pääkadut nopeus 40 km/h**

Pääkaduilla tarkoitetaan tässä yhteydessä alueiden sisäisiä pääväyliä, joilla läpiajoliikenne on mahdollista muille alueille ja joiden nopeusrajoitus on 40 km/h. Kyseisille pääkaduille merkitään keskiviiva silloin, kun ajoradan leveys on  $\geq 7$  m. Keskiviiva voidaan merkitä myös kapeammille väylille, mikäli kadun geometria tai liikennemäärät sitä edellyttävät.

Tämän luokan väylille ei merkitä reunaviivoja. Pienmerkinnät, kuten suojatiet, pysäytysviivat, liittymien sulkuviivat ja ajokaistanuolet tehdään upotettuina.

## **4.3 Kokoojakadut ja tonttikadut**

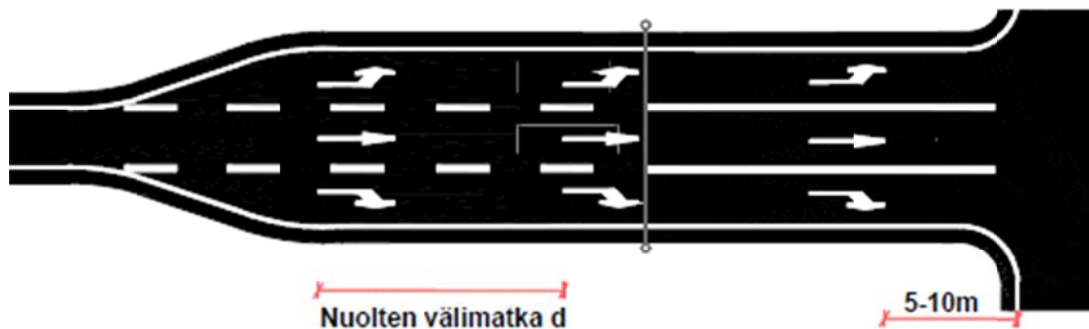
Kokoojakadut ovat alueiden sisäisiä katuja, joilla läpiajoliikenne muille alueille ei ole mahdollista ja joiden pääasiallinen tarkoitus on ohjata liikennettä tonttikaduille. Kokoojakaduille ei ole tarpeellista tehdä muita merkintöjä kuin suojatiet. Tonttikaduille suojatiet tehdään tarpeen mukaan. Merkinnällä voidaan esimerkiksi parantaa yllättävässä tai näkemältä puutteellisessa paikassa olevan suojatien havaittavuutta. Pientalotonttikaduille suojateitä ei yleensä merkitä, mutta kerrostaloalueiden tonttikaduille merkitään. Suoja-

tiemerkinnot eivät ole välttämättömiä, mikäli ajoneuvoliikenteellä on väistämisvelvollisuus liittymässä ennen suojatietä.

#### 4.4 Risteysalueet

**Ajokaistanuolia** käytetään tehostamaan liikenteen ohjausta silloin, kun risteysjärjestelyjen vuoksi ajokaistan valinta saattaa olla epäselvää. Ne merkitään yleensä silloin, kun käytetään ajoradan yläpuolisia ryhmitys- tai opaste-merkkejä. Ajokaistanuolia käytetään myös silloin, kun joltain ajokaistalta suoraan ajaminen on kielletty. (Tiemerkinnot, 6B - 27. 2004.)

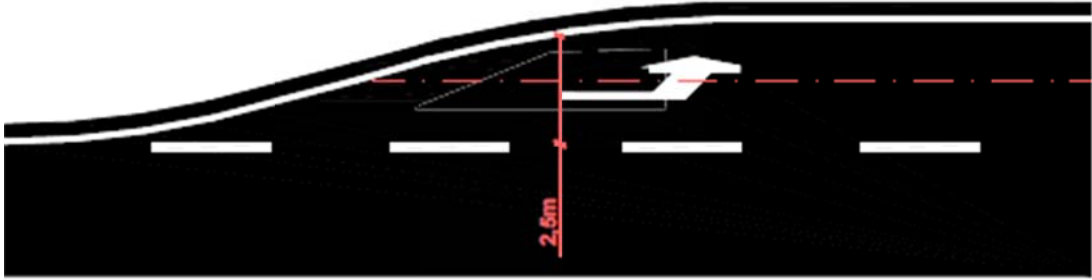
Nopeusrajoituksen ollessa  $\leq 60$  km/h, ajokaistanuolen pituus on 5,0 m ja sen välimatka seuraavaan nuoleen on 20–30 m. Viimeinen ajokaistanuoli merkitään 5–10 m ennen liittymää, kuten kuvassa 2. Ajokaistanuolet merkitään jokaiselle tulosuunnan ajokaistalle rinnakkain. (Tiemerkinnot. 2004.)



KUVA 2. Ajokaistanuolen merkitseminen (Tiemerkinnot. 2004)

Ensimmäinen ajokaistanuoli merkitään kohtaan, jossa kaistan leveys on vähintään 2,5 m, kuten kuvassa 3 (Tiemerkinnot. 2004).



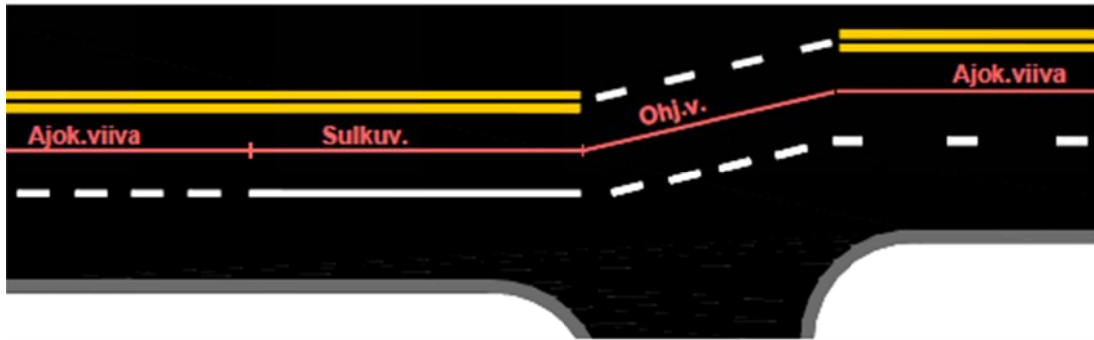


*KUVA 3. Ensimmäisen ajokaistanuolen sijainti (Tiemerkinnät. 2004)*

Toisistaan erkanevien liikennesuuntien välillä ryhmittymisalueella käytetään **ajokaistaviivaa**, jonka leveys on 20 cm. Ajokaistaviiva alkaa katkoviivoitukseksi, joka merkitään 1:1, ja jatkuu sulkuviivana. Sulkuviivan pituus on yleensä 30–50 m, kun taas kaduilla sulkuviivan vähimmäispituus on 20 m. (Tiemerkinnät. 2004.)

**Pysäytysviivan** leveys on 50 cm. Liikennemerkkin 232 (Stop) yhteydessä pysäytysviivaa käytetään aina, kun se on teknisesti mahdollista. Kun liikennevalojen yhteydessä on suojatie, pysäytysviiva yleensä merkitään vain erityiskohteissa, joissa katsotaan tarpeelliseksi ohjata liikenne pysähtymään tiettyyn kohtaan. Silloin kun liikennevaloin ohjatussa risteyksessä ei ole suojatietä, merkitään pysäytysviiva pääopastimen kohdalle tai enintään 5 m ennen sitä. (LMp 32 §.)

**Ohjausviiva** on valkoinen katkoviiva, jonka viivan ja välin suhde on 1:1. Sitä käytetään ohjaamaan liikenne sille tarkoitetulle ajokaistalle (TLA 44 §). Ohjausviivan leveys on sama kuin sitä edeltävän viivan leveys (LMp 38 §). Oulun kaupungissa merkitään ohjausviiva vain silloin, kun ajolinja on normaalista poikkeava. Tilanne voi olla kuvan 4 kaltainen.



KUVA 4. Ohjausviivan merkitseminen (Tiemerkinnt. 2004)

**Varoitusviiva** on keltainen katkoviiva, jonka leveys on 10 cm. Taajamissa varoitusviiva merkitään yleensä vähintään 60 m:n pituisiksi, mutta ne voidaan jättää myös kokonaan merkitsemättä. (LMP 28 a §.) Oulun kaupungissa varoitusviivoja käytetään vain, mikäli siihen on erityisiä perusteita esimerkiksi havaittavuuden tai liikenneturvallisuuden vuoksi. Tämä koskee myös saarekkeiden päissä olevia varoitus- tai sulkuviivoja.

**Stop-merkinnät ja kolmiot** ovat väistämisvelvollisuutta tai pakollista pysäyttämistä osoittavia ennakkomerkintöjä. Ne sijoitetaan enintään 25 m ennen risteystä, väistämisvelvollisuutta tai pakollista pysäyttämistä osoittavaa liikennemerkkiä (LMP 39 §). Näitä merkintöjä ei käytetä Oulun kaupungissa.

#### 4.5 Ajonopeutta osoittavat merkinnät

Liikennemerkkeillä ilmoitettua nopeusrajoitusta voi tukea ajorataan merkityllä rajoituksen lukuarvon ilmaisevalla päällystemerkinnällä. Sen käyttö ei korvaa liikennemerkkejä, mutta sitä on hyvä käyttää varsinkin välittömästi rajoituksen alenemiskohdan jälkeen, sekä yleisrajoitusta pienemmillä rajoitusarvoilla. (Ympäristöopas 104. 2003, 209.)

Oulun kaupungissa ajonopeusmerkintöjä ei lähtökohtaisesti käytetä suunnitteluratkaisuin. Niitä laitetaan tarpeen mukaan esimerkiksi silloin, kun nopeusrajoitusta pääkaduilla muutetaan ja katsotaan muusta syystä oleelliseksi

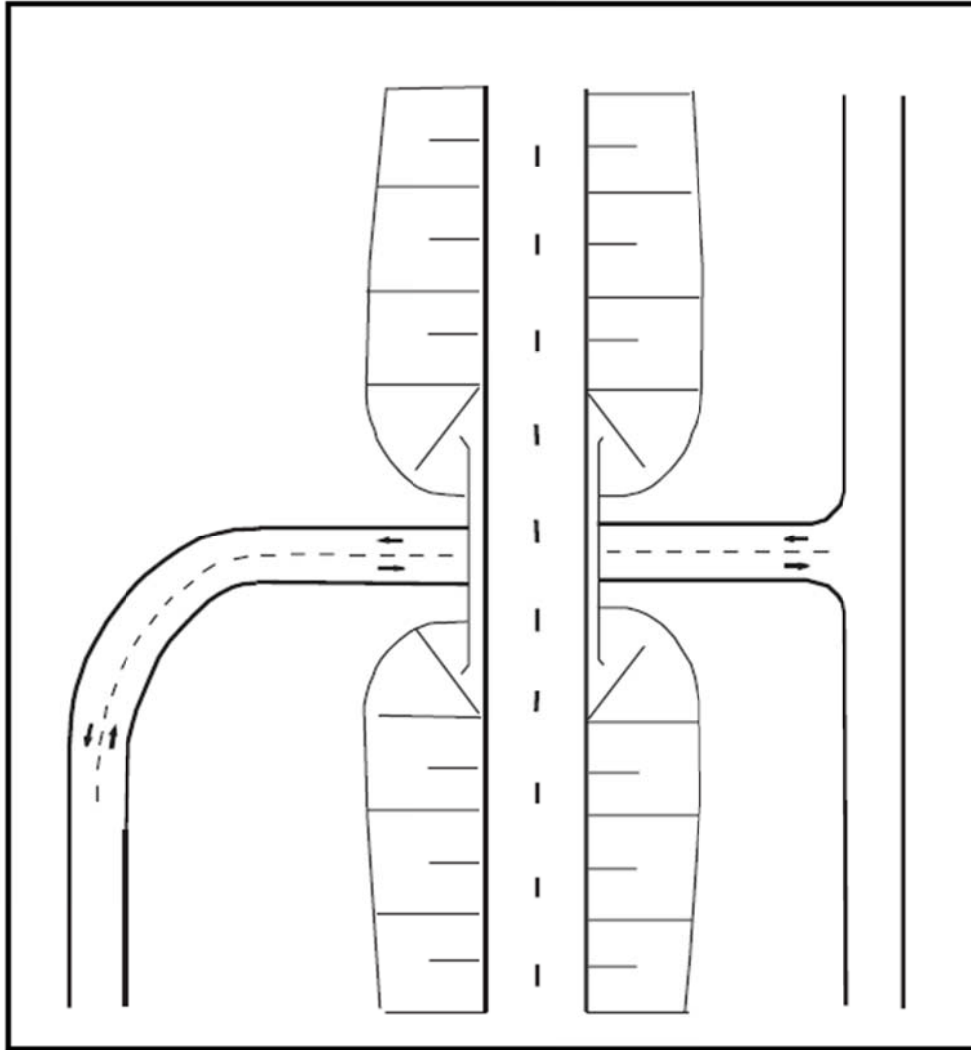
viestiä asiasta. Niitä voidaan laittaa harkinnanvaraisesti myös ongelmakoh-  
tiin.

## **4.6 Kevyen liikenteen väylät**

Kevyen liikenteen väylillä olevia tiemerkintöjä käytetään pääasiassa suojatei-  
den kohdilla ja kevyen liikenteen alikuluissa (Tiemerkintöjen toimintalinjat.  
2007).

### **4.6.1 Kevyen liikenteen alikulut**

Kevyen liikenteen turvallisuuden ja sujuvuuden lisäämiseksi voidaan kevyen  
liikenteen alikuluissa käyttää keskiviivaa kulkusuuntaa osoittavien ajokais-  
tanuolien kanssa. Näin tehdään silloin, kun alikulun näkyvyys on huono tai  
sen välittömässä läheisyydessä on risteäviä kevyen liikenteen väyliä. (Tie-  
merkintöjen toimintalinjat. 2007.) Kyseisillä väylillä ajokaistanuolen pituus on  
1 m (LMp 34 §). Esimerkki kevyen liikenteen alikulkujen merkinnöistä on esi-  
tetty kuvassa 5.

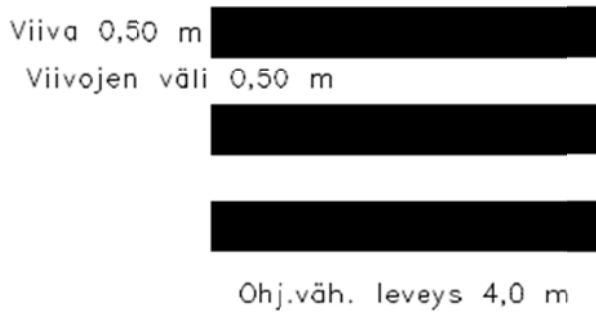


*KUVA 5. Ajoratamaalaukset kevyen liikenteen alikulussa (Kevyen liikenteen suunnittelu. 1998)*

#### **4.6.2 Suojatiemerkinnot**

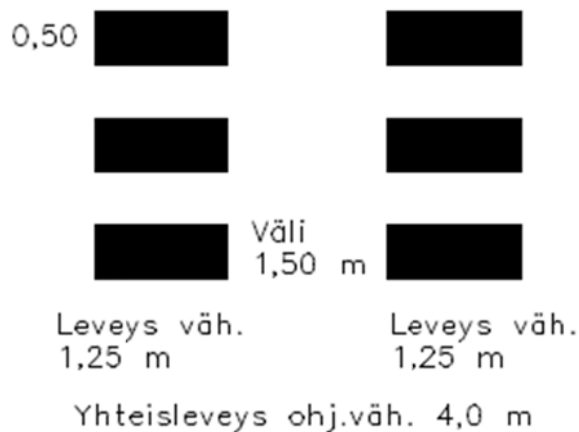
Suojatie on tien osa, joka on tarkoitettu jalankulkijoiden käytettäväksi ajoradan ylittämiseen (TLL 2 § 5). Suojatiemerkinnot on kolme eri tyyppiä, jotka on määritelty eri pyörätie-jalkakäytävä-yhdistelmälle. Ne ovat suojatie, yhdistetty pyörätie ja jalkakäytävä sekä rinnakkain olevat pyörätie ja jalkakäytävä. Lisäksi on pelkästään pyöräilijöille tarkoitettu pyörätien jatke.

Tavallinen suojatie merkitään kohtiin, joissa jalkakäytävä ylittää ajoradan. Jalkakäytävän tunnistaa siitä, että siinä ei ole pyöräilyä sallivaa liikennemerkkiä (Suojatiemerkinnyt. 2010). Suojatien vähimmäisleveys on 4 m. Viivan leveys, samoin kuin viivojen väli, on 0,5 m. Mitat näkyvät kuvassa 6.



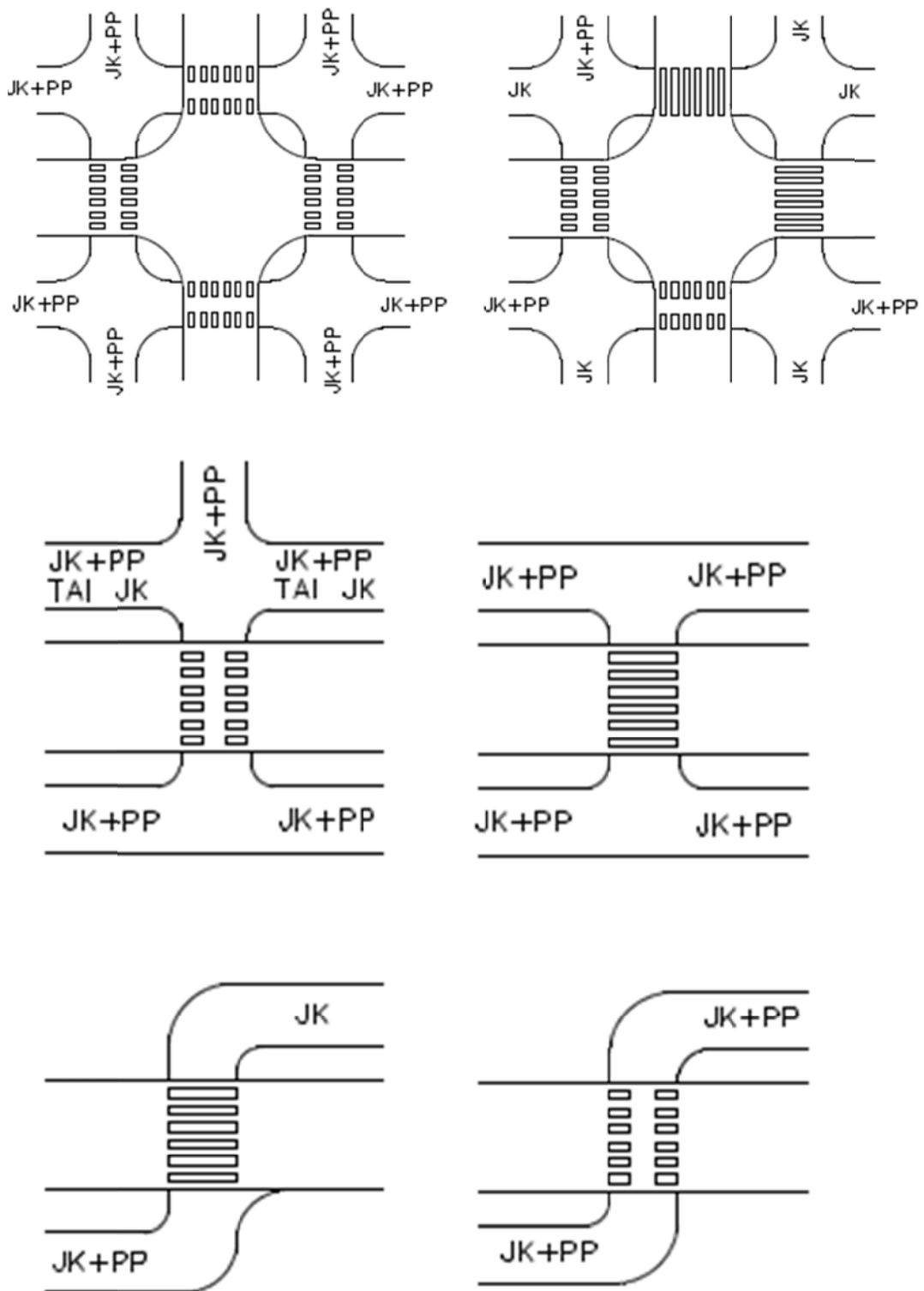
KUVA 6. Suojatien päämitat (Suojatiemerkinnyt. 2010)

Yhdistetty pyörätie ja jalkakäytävä merkitään kaksiosaisella viivoituksella, kuten kuvassa 7, ja sen leveys määräytyy suojatien leveyden mukaan. Keskelle suojatietä jätetään 1,5 m:n väli ja reunoilla olevien viivojen vähimmäisleveys on 1,25 m. Mikäli kyseessä on kapea ja korotettu yhdistetty pyörätie ja jalkakäytävä, voidaan viivojen väli kaventaa 1 m:n. (Suojatiemerkinnyt. 2010.)



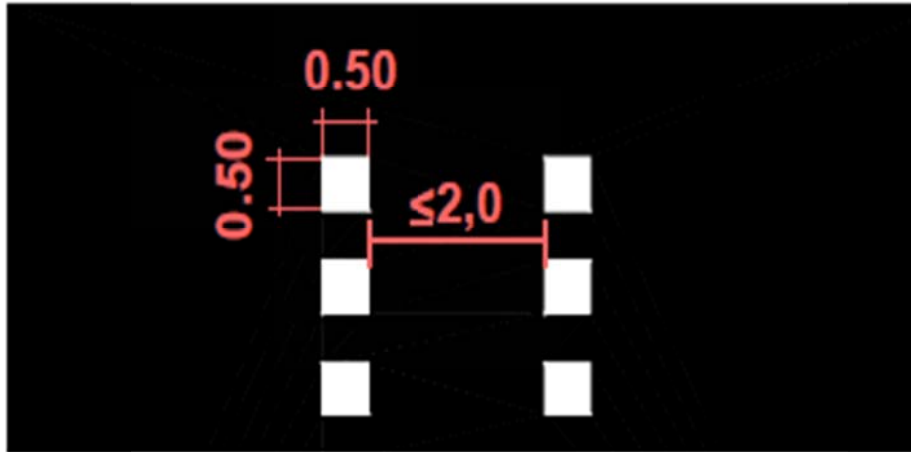
KUVA 7. Yhdistetty pyörätie ja jalkakäytävä (Suojatiemerkinnyt. 2010)

Yhdistetty pyörätie ja jalkakäytävä merkitään silloin, kun se jatkuu ylityksen jälkeen samanarvoisena suojatien suuntaisesti. Kuvassa 8 on esimerkkejä siitä, millaisissa kohteissa yhdistetty pyörätie ja jalkakäytävä merkitään.



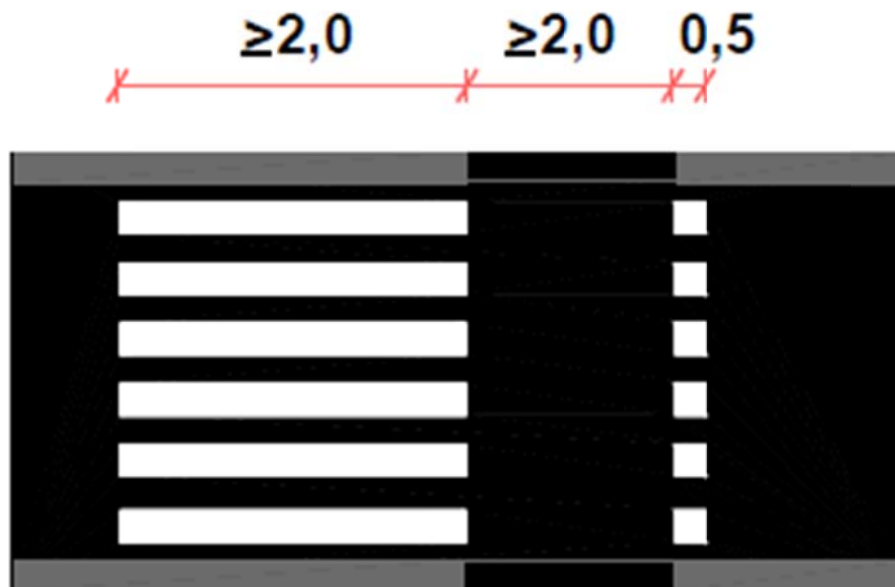
KUVA 8. Yhdistetyn pyörätien ja jalkakäytävän merkitseminen eri kohteissa (Suojatiemerkinnyt. 2010)

Pyörätien jatke osoittaa pyöräilijöille tarkoitetun ajoradan ylittämiskohdan (Tiemerkinntät. 2004). Kuten kuva 9 osoittaa, pyörätien jatke merkitään kahdella 50 cm leveällä katkoviivalla, joiden välien vähimmäisleveys on 2 m.



KUVA 9. Pyörätien jatkeen päämitat (Tiemerkinntät. 2004)

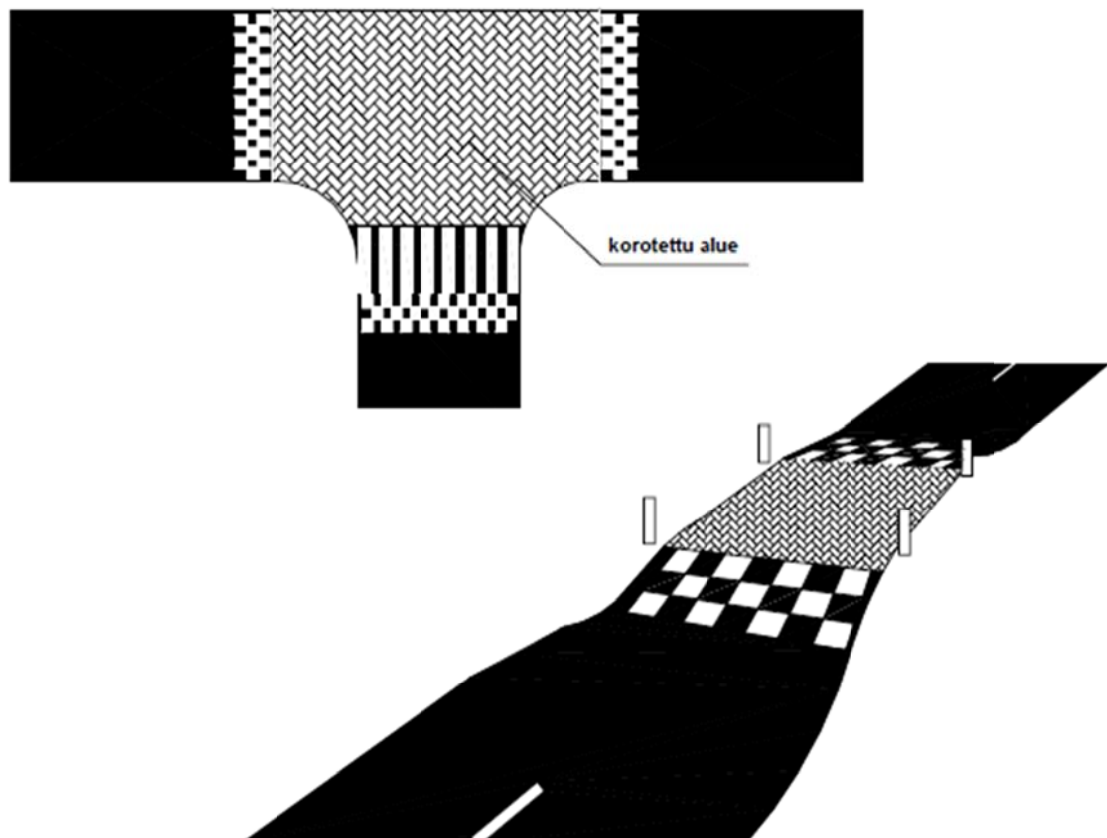
Kun jalkakäytävän ja pyörätien jatke ovat rinnakkain, ei suojatien puoleista katkoviivaa merkitä. (LMp 31 §.) Tästä tapauksesta on esimerkki kuvassa 10.



KUVA 10. Jalkakäytävä ja pyörätie rinnakkain (Tiemerkinntät. 2004)

## 4.7 Töyssyt ja korotetut suojatiet

Kaduilla, joiden nopeusrajoitus on  $\leq 30$  km/h, ei liikennemerkillä tarvitse varoittaa töyssystä tai korotetuista suojateista (TLA § 16). Töyssyjen ja korotettujen suojateiden eteen täytyy merkitä havaittavuutta parantava valkoinen ruutukuviointi, kuten kuvassa 10. Kyseinen merkintä on oltava kaikissa töyssyissä ja korotetuissa suojateissa vuoteen 2017 loppuun mennessä (TLA § 44 a). Kuviointi on merkittävä siten, että tulosuunnasta on näkyvissä vähintään kaksi ruuturiviä (LMp 38 a §). Ruudun sivun pituus on 0,3–0,5 m (Tiemerkinnät. 2004).

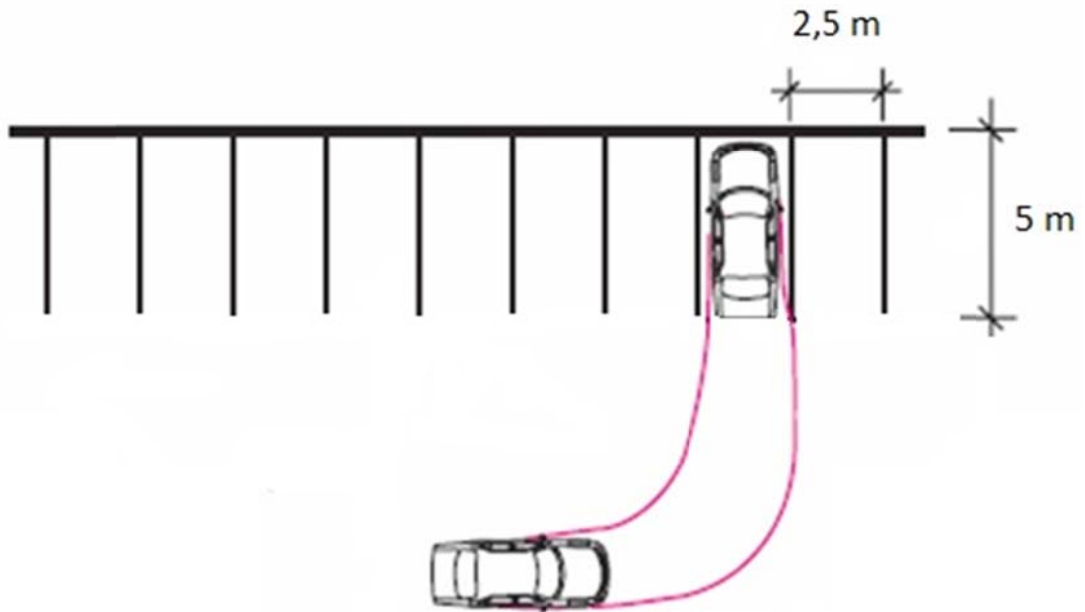


KUVA 10. Korotettu suojatie ja töyssy (Tiemerkinnät. 2004)



## 4.8 Pysäköintialueet

Henkilö- ja pakettiautoille varatun autopaikan minimileveys on 2,5 m ja pituus 5,0 m. Liikkumisesteisille varatun autopaikan leveyden tulee olla vähintään 3,6 m. Pysäköintiruudut jätetään ajosuunnasta katsottuna avoimiksi, kuten kuvassa 11. Moottoripyörille riittävän suuruinen pysäköintipaikka on kooltaan 2,8 x 1,25 m. (RIL 165-2 Liikenne ja väylät. 2006, 409.)



*KUVA 11. Avoin pysäköintiruutu*

## 5 MATERIAALIEN KESTÄVYYS JA KUSTANNUKSET

Ajoratamerkintämateriaaleja valittaessa kriteereinä ovat niiden elinkaari ja vuosikustannukset. Lisäksi varmistetaan, että materiaalien laatu on riittävän tasaista. (Tiemeraintöjen toimintalinjat. 2007.)

Ajoratamerkintämateriaalien kestoikää arvioidaan Timo Kulmalan (2009) opinnäytetyössä tekemässä tutkimuksessa, jossa on kysytty kolmelta tiemeraintäurakoitsijalta tiemeraintöjen kestoikää. Tutkimuksessa on selvitetty, miten eri tiemeraintämateriaalit kestävät kulutusta silloin, kun keskivuorokausiliikenne (KVL) on

- yli 3 000
- 1 500 – 3 000
- 500 – 1 500
- alle 500 ajoneuvoa vuorokaudessa.

Merkintämateriaalit on jaettu kolmeen ryhmään, joita ovat 4 mm:n vahvuinen massamerkintä, 1,5 mm:n vahvuinen spraymerkintä sekä maali, jonka kulutus maalatessa on oltava 0,35 l/m<sup>2</sup>. Tutkimuksen tulokset on esitetty taulukossa 1. Kysely on tehty valtion teiden keskivuorokausiliikenneluokituksilla, mutta sen tuloksia voidaan soveltaa myös kaupungeissa.

TAULUKKO 1. Merkintämateriaalien kestoiät eri KVL-luokissa (Kulmala 2009)

Keskiviivasto	Kestoiä, vuotta			
	KVL	Urakoitsija	Massa 4 mm	Spray 1,5 mm
> 3 000	X	2	1	0 – 1
	Y	2	1 – 2	0,5
	Z	2	1	0,5
1 500 – 3 000	X	3	2	0 – 1
	Y	2 – 4	2	0,5
	Z	2	1	0,5
500 – 1 500	X	3 – 4	2 – 3	1
	Y	3 – 4	2 – 4	1
	Z	3	2	0,5
< 500	X	4...	3...	1 – 2
	Y	4 – 10	4 – 7	1 – 2
	Z	3	2	0,5

Reunaviivasto	Kestoiä, vuotta			
	KVL	Urakoitsija	Massa 4 mm	Spray 1,5 mm
> 3 000	X	3	1 – 2	0 – 1
	Y	3	1 – 2	0,5
	Z	2	1	1
1 500 – 3 000	X	4	2	1
	Y	3 – 4	2	0,5
	Z	3	2	1
500 – 1 500	X	5	3	2
	Y	4 – 5	2 – 4	1
	Z	5	3	2
< 500	X	5...	4...	2...
	Y	5 – 10	4 – 7	1 – 2
	Z	7	4	3

Koska urakoitsijoiden ilmoittamat kestoiät ovat hyvin samansuuntaisia, niitä voidaan pitää luotettavina. Tarkan kestoiän määrittäminen ei kuitenkaan ole täysin yksiselitteistä, koska merkintöjen kulumisen on riippuvainen muustakin kuin pelkästään liikenteen määrästä. Kulumiseen vaikuttavat lisäksi tien profiili, kaistojen ja pientareiden leveydet, talvikunnossapito sekä ajoneuvon sijainti ajoradalla. Kapeilla teillä keskiviivasto kuluu yllättävän nopeasti pois, kun liikenne kulkee molempiin suuntiin merkinnän päällä. Kaistojen levennys kyseisillä teillä voi kasvattaa merkinnän kestävyyttä 1–2 vuodella. (Kulmala 2009, 36.)

Tässä opinnäytetyössä tehdyt tutkimukset ja havainnot päällystemerkin­töjen ke­stävyydestä tukevat Kulmalan (2009) tekemää tutkimusta etenkin maala­ tun merkinnän ja 4 mm:n ke­stomerkin­nän osalta. Opinnäytetyössä selvitettiin Ouluun tehtyjä päällystemerkin­töjä vuosilta 2006–2010 ja tutkittiin kuvamate­ riaalia apuna käyttäen, minkälainen tilanne on syksyllä 2010. Kuvassa 12 on esimerkki kolme vuotta vanhasta ke­stomerkin­nästä, joka alkaa olla jo melko kulunut ja uusimista vailla. Kuva on otettu Raitotieltä, joka on liikenteellisesti tärkeä pääkatu Oulussa. Vuonna 2007 kyseisen kohdan liikennemäärä oli hieman yli 5 000 ajoneuvoa vuorokaudessa (Raitotien toimenpideselvitys. 2009).



*KUVA 12. Kolme vuotta vanha ke­stomerkin­nä Raitotiellä*

Koska Kulmalan (2009) tutkimuksessa ei ole huomioitu upotettua 12 mm:n vahvuista ke­stomerkin­ttä, on kyseisestä materiaalista tehty vastaavanlainen tutkimus samoilla liikennemäärillä. Materiaalista 10 mm on tiehen jyrityssä

urassa ja 2 mm tienpinnan yläpuolella. Taulukossa 2 esitetään, miten kyseinen merkintätapa kestää keski- ja reunaviivamerkintänä.

*TAULUKKO 2. Merkintämateriaalien kestoikä 12 mm:n upotetulle kestoperustalle*

<b>Keskiviivasto</b>		<b>Kestoikä, vuotta</b>
<b>KVL</b>	<b>urakoitsija</b>	<b>Massa 12 mm</b>
<b>&gt; 3 000</b>	A	4-5
	B	4-7
	C	5-7
<b>1 500-3 000</b>	A	5
	B	5-8
	C	10-12
<b>500-1 500</b>	A	7
	B	6-10
	C	15-17
<b>&lt; 500</b>	A	10
	B	10...
	C	20

<b>Reunaviivasto</b>		<b>Kestoikä, vuotta</b>
<b>KVL</b>	<b>urakoitsija</b>	<b>Massa 12 mm</b>
<b>&gt; 3 000</b>	A	5-6
	B	5-7
	C	5-8
<b>1 500-3 000</b>	A	6
	B	6-10
	C	10-13
<b>500-1 500</b>	A	8
	B	8-10
	C	15-18
<b>&lt; 500</b>	A	10
	B	10...
	C	20

Päällystemerkintänä 12 mm:n kestoperustamerkintä on suhteellisen paksu, eikä sen kulumisen arviointi ole aivan yksiselitteistä. Mitä paksumpi merkintä, sitä vaikeampaa sen tarkan kestoajan arviointi on, sillä niin monet seikat vaikuttavat tiemerkitöiden kulumiseen. Tämän vuoksi tämän tutkimuksen tuloksissa esiintyy enemmän hajontaa verrattuna Kulmalan (2009) tekemään tutkimukseen.

seen. Upotetun merkinnän kestoikään vaikuttaa esimerkiksi se, että merkintä alkaa 10 vuoden jälkeen menettää sideaineitaan ja murentua, minkä vuoksi se saattaa alkaa irtomaan alustastaan (Vainio 2011).

Tässä opinnäytetyössä tehtyjen havaintojen mukaan upotettu kestoperkintä kestää paremmin kuin merkintäurakoitsijat antavat ymmärtää. Kuvassa 13 on esimerkkinä Kiertotiellä sijaitseva 11 vuotta vanha upotettu kestoperkintä. Vertailun vuoksi kuvassa 14 on viikon vanha merkintä.



*KUVA 13. Upotettu 11 vuotta vanha kestoperkintä Kiertotiellä*



*KUVA 14. Viikon vanha upotettu kestomerkintä Kansankadulla*

Vanhempi merkintä on vielä varsin kelvollinen vaikka merkinnästä huomaa, että se on osittain kulunut asfaltin pintaa alemmalle tasolle. Lisäksi merkintä alkaa olla tahriintunut. Vaikka ajorata on hieman urautunut, täytyy huomata että merkintä on vielä 11 vuoden ikäisenä pysäytysviivan kohdalla ehjä. Tuore merkintä erottuu hyvin asfaltista ja on väritykseltään kirkas.

Vuosikustannusten laskemista varten on selvitetty hinnat, joilla merkintöjä on mahdollista tehdä. Kyseiset hinnat ovat keskihintoja, joista näkee hintaeron eri merkintälaatujen välillä. Yleensä viivamerkinnet hinnoitellaan laadittain eli keski-, reuna- ja sulkuviivat erikseen. Hintaan vaikuttavat myös lasihelmi-en käyttö sekä merkittävien teiden määrä, jolloin esimerkiksi valtion urakoissa hinta voi olla jonkin verran pienempi kuin kaupungin urakoissa. (Sarkkinen 2010.) Hinnat on esitetty taulukossa 3.

TAULUKKO 3. Merkintäkustannukset vuonna 2010, alv 0 %

Materiaali	Massamenekki	Paksuus mm	Hinta €/m <sup>2</sup>
Maali	0,35 l/m <sup>2</sup>	0,2	3
Spray	3 kg/m <sup>2</sup>	1,5	6,5
Massamerkintä	6 kg/m <sup>2</sup>	3	10
Upotettu massamerkintä	24 kg/m <sup>2</sup>	12	45

Laskemalla merkintöjen kestävyystiedoista keskimääräiset vuosikestävyydet ja yhdistämällä tulokset merkintäkustannuksiin saadaan laskettua keskimääräiset vuosikustannukset eri merkintätyypeille. Tulokset on esitetty taulukossa 4. Kustannus- ja kestävyystiedon saamiseksi laskentakelpoisiksi on 4 mm:n massamerkintäarvot muutettu 3 mm:n massamerkinnöiksi kertomalla kyseiset luvut arvolla 0,75.

Koska tulokset riippuvat niin monesta eri tekijästä, voidaan merkintätyyppien kustannuksia pitää lähinnä suuntaa antavina. Tulosten perusteella voidaan arvioida hinta-laatu-suhteeltaan optimaalisinta merkintävaihtoehtoa. Tuloksia tarkastellessa ja soveltaessa täytyy huomioida, että kaupungeissa liikennemäärät voivat olla jopa yli 10 000 ajoneuvoa vuorokaudessa, jolloin todelliset kestoiät ovat paljon pienempiä kuin mitä tässä tutkimuksessa ilmenee.



TAULUKKO 4. Keskimääräiset kestoajat keski- ja reunaviivoille sekä vuosikustannukset

	Keskiviivaston kestoikä vuotta	Reunaviivaston kestoikä vuotta	Keskiviivaston vuosikustannukset €	Reunaviivaston vuosikustannukset €
<b>KVL &gt; 3 000</b>				
Massa 12 mm	5,3	6	8,4	7,5
Massa 3 mm	1,5	2	6,7	5
Spray 1,5 mm	1,2	1,3	5,6	4,9
Maali 0,35 l/m <sup>2</sup>	0,5	0,7	6	4,5
<b>KVL 1 500–3 000</b>				
Massa 12 mm	7,5	8,5	6	5,3
Massa 3 mm	2	2,6	5	3,8
Spray 1,5 mm	1,7	2	3,9	3,3
Maali 0,35 l/m <sup>2</sup>	0,5	0,8	6	3,6
<b>KVL 500–1 500</b>				
Massa 12 mm	10,3	11,2	4,4	4
Massa 3 mm	2,5	3,6	4	2,8
Spray 1,5 mm	2,5	3	2,6	2,2
Maali 0,35 l/m <sup>2</sup>	0,8	1,7	3,6	1,8
<b>KVL &lt; 500</b>				
Massa 12 mm	13,3	13,3	3,4	3,4
Massa 3 mm	3,8	4,9	2,7	2,1
Spray 1,5 mm	3,5	4,5	1,9	1,4
Maali 0,35 l/m <sup>2</sup>	1,2	2,2	2,6	1,4

Tulokset näyttävät siltä, että mitä kestävämpi merkintä on, sitä suuremmat vuosikustannukset siitä aiheutuu. Joissakin tapauksissa maalimerkinnän hinta kohoaa yllättävän suureksi. Tämä johtuu siitä, että etenkin suurilla liikennemäärillä maalatun merkinnän on arvioitu kestävän alle vuoden, minkä vuoksi ne pitäisi periaatteessa maalata kaksi kertaa vuodessa. Näin kuitenkin harvoin tehdään.

Sekä 3 mm:n merkintämassa, spraymerkintä ja maalimerkintä ovat hintalaatusuhteeltaan melko samansuuntaisia. Näistä kolmesta edullisin vaihtoehto on spray-merkintä, kun taas upotetun massamerkinnän kustannukset nousevat selvästi suurimmiksi verrattuna muihin vaihtoehtoihin.

Tulosten perusteella reunaviivat kestävät vajaan vuoden pitempään kuin keskiviivat. Tämä herättää kysymyksen, voisiko keski- ja reunaviivamerkinnot tehdä eriaikaisesti, molemmat omassa kulumistahdissaan. Toinen vaihtoehto voisi olla se, että kyseiset merkinnot tehtäisiin eri materiaaleilla esimerkiksi siten, että keskiviivan materiaali olisi kestävämpää kuin reunaviivojen. On kyseenalaista, aiheuttaisiko tämä säästöjä päällystemerkintäkustannuksissa, sillä oletettavasti tehtävän työn määrä lisääntyisi, jolloin myös kustannukset nousisivat. Lisäksi merkintöjen tulisi olla samalla katuosuudella kunnoltaan mahdollisimman yhtenäiset (InfraRYL. 2010).

## 6 PÄÄLLYSTEMERKINTÖJEN TOTEUTTAMINEN

Merkintätöitä suunniteltaessa tulee ottaa huomioon tien uudelleen päällystämisen ajankohta. Uuden pinnan saaneet kadut voidaan merkitä kestäväällä materiaalilla, kuten upotetulla tai pintaan tulevalla kestopäällystämällä. Huonommille, pian uusittaville pinnoille käyvät heikommat materiaalit, kuten maali ja spray. Tarkoituksena on valita sellainen materiaali, joka toimii kohteessa päällystämiseen saakka. (Tiemerkintöjen toimintalinjat. 2007.)

Päällystämistöjä tehdessä täytyy asfaltin olla kuiva ja puhdas. Alustan lämpötilan alaraja on + 5 °C. Uusintämistöjä tehtäessä, laitetaan uusi merkintä vanhan merkinnän päälle. Silloin on varmistettava, että vanha merkintä on kiinni alustassa ja ehjä. Myös materiaalien yhteensopivuus on varmistettava. Mikäli ylläpitomerkinnän paikka poikkeaa vanhan merkinnän sijainnista, täytyy vanha merkintä poistaa näkyvistä. Sulku- tai varoitusviivoja ei saa paikkailla yksittäin, vaan koko viiva on uusittava samalla kerralla. Uusien päällysteiden merkinnät on tehtävä kahden viikon kuluessa päällystämisestä ja niille tehtävät merkinnät on oltava silmämääräisesti tarkasteltuna sellaiset, ettei näkyvissä ole poikkeavaa mutkaisuutta tai aaltoilua. (InfraRYL. 2010.)

Jotta estetään merkintöjen vaurioituminen ja tienpinnan sekä ajoneuvojen tahriintuminen, täytyy tuoreet merkinnät suojata kuivumisen ajaksi. Hyväksytyjä suojalaitteita ovat esimerkiksi kartiot ja vaahtohattarat. (InfraRYL. 2010.) Vaahtohattaroissa, joista on esimerkki kuvassa 15, käytettävän vaahton tulee olla ympäristölle vaaratonta pesuaine- tai sammutusvaahtoa. Tiemerkin-  
tämateriaalit on kehitetty sellaisiksi, että ne tarttuvat alustaansa hyvin. Näin ollen niiden poistaminen ajoneuvosta on todella hankalaa (Liikennevirasto. 2008.)



*KUVA 15. Vaahtohattara suojaamassa linjamerkintää (Liikennevirasto. 2008)*

Päällystemerkintätoissa täytyy ottaa huomioon mahdolliset ympäristövaikutukset. Tämä tarkoittaa sitä, että merkintämateriaaleja on säilytettävä ja käsiteltävä niin, että niiden pääsy luontoon estyy (InfraRYL. 2010).

## 7 PÄÄLLYSTEMERKINTÄREKISTERI

Tämän opinnäytetyön tavoite on olla esiselvitys siitä, miten mahdollista päällystemerkintärekisteriä kannattaa lähteä luomaan. Työ on lähtökohtaisesti esimerkkitapausten testaamista, eikä tarkoituksena ole tässä vaiheessa lähteä luomaan koko kaupungin kattavaa päällystemerkintärekisteriä. Tavoitteena on selvittää, millä ohjelmistolla päällystemerkintärekisteriä kannattaa lähteä luomaan ja testata sen toimivuus. Päällystemerkintärekisterin tarkoituksena on olla kokonaisuus, jossa näkyisivät karttamaisena kuvauksena Oulun kaupungin päällystemerkinnät ja josta saisi tietoa merkintöjen määristä esimerkiksi urakka-alueittain. Kaupungilla on käytössään liikennemerkkirekisteri, jonka rinnalla päällystemerkintärekisteri voisi toimia.

Lähtökohtaisesti Oulun kaupungilla on kaksi vaihtoehtoista ohjelmistoa rekisterin luomista varten: Vianova Finland Systemsin Novapoint IRIS ja Tekla Civil Basic. Rekisteri päätettiin luoda Tekla Civil Basicilla, jolla voi hallita suunnitteluprosessin tärkeimpiä tietoja (Tekla. 2011). Kyseinen ohjelma on yleisessä käytössä Oulun kaupungilla ja se valittiin päällystemerkintärekisterin työkaluksi sen visuaalisuuden vuoksi. Novapoint IRIS koettiin hankalaksi käytettävyyden kannalta, sillä siinä merkinnät olisi kuvattu pistemäisinä symboleina esimerkiksi risteyskohtaisesti. Lopulliset merkinnät olisi saatu esiin avaamalla pistekohtaisen tuotekortin. Esitystapa koettiin ongelmalliseksi pitkien pituussuuntaisten ajorataviivojen näkyvyyden kannalta.

### 7.1 Päällystemerkintöjen tallennus rekisteriin

Merkinnät luotiin Tekla Civil Basicilla paikalleen mitattujen ilmakuviin päälle. Apuna käytettiin kohteista tehtyjä suunnitelmia, joista selviävät merkintöjen sijainti ja se, millä materiaalilla kukin merkintä on tehty. Ohjelman varustesuunnittelusovelluksella digitoitiin merkinnät oikeaan paikkaan. Ohjelmassa on mahdollista vaihtaa taustakartta halutuksi tai ladata taustalle mitattu kantakartta-aineisto. Näin merkinnöille saadaan mitattu paikka ohjelmassa, joka ei muutu, mikäli taustakuvan vaihtaa tarkoituksenmukaisemmaksi. Ohjel-

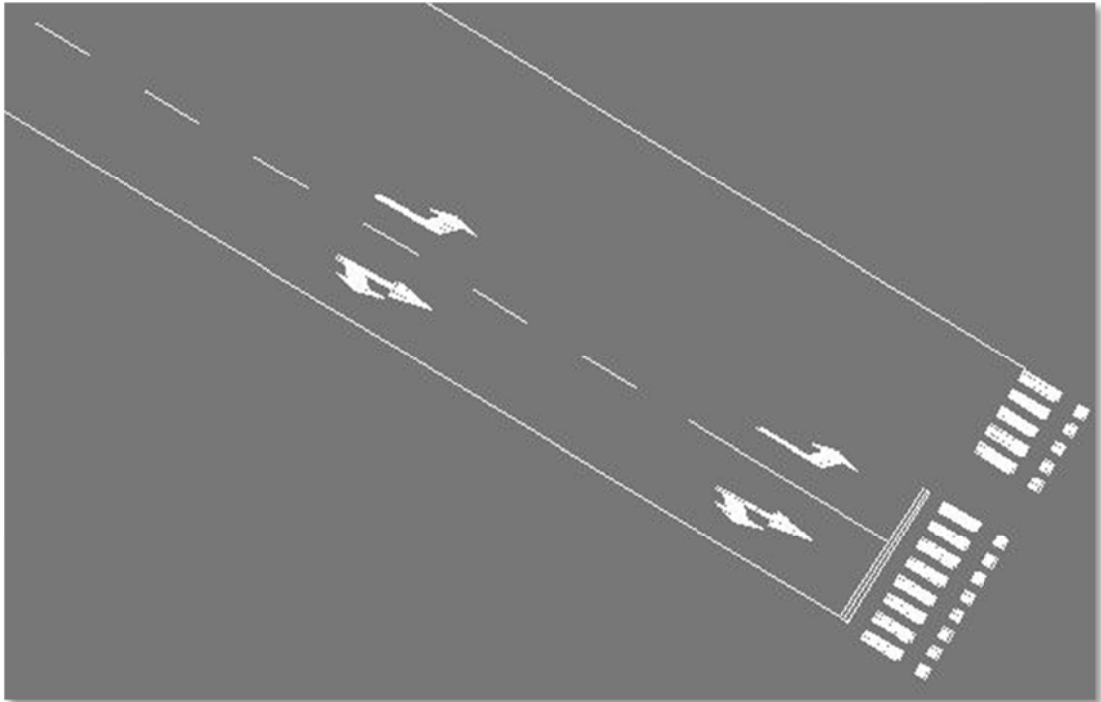
massa on valmiit kuvaukset eri viivatyypeistä, ajoratanuolista ja suojaiteistä. Päälystemerkitärekisteriä luodessa merkinnät digitoidaan ilmakuvan tai ladun kantakartta-aineiston päälle omalle kuvatasolleen käyttämällä valmiita kuvaustyyplejä. (Mustonen 2011.) Ongelma merkintöjen digitoimisessa on se, että tuorein ilmakeku Oulun kaupungista on otettu kesällä 2009, jolloin se on joiltain osin vanhentunut. Kuvassa 16 päälystemerkinntät on digitoitu ilmakevan päälle.



*KUVA 16. Päälystemerkinntät Tekla Civil Basiciin piirrettynä*

Koska digitoitavana oleva kohde on muuttunut vuodesta 2009, merkinnät on luotu kohteesta tehdyn uuden suunnitelman, joka vastaa nykytilaa, mukaisesti. Vanhentuneen taustakartan vuoksi kuvassa 16 näkyy merkintäviivoja, joita siellä ei enää nykypäivänä ole. Digitoidut merkinnät ovat kuitenkin omalla tasollaan, kuva 17, jolloin ne voidaan liittää tarkoituksenmukaisemman

kartan päälle. Lopullisen taustakartan valinnalla voidaan olennaisesti parantaa merkintöjen havainnollisuutta.

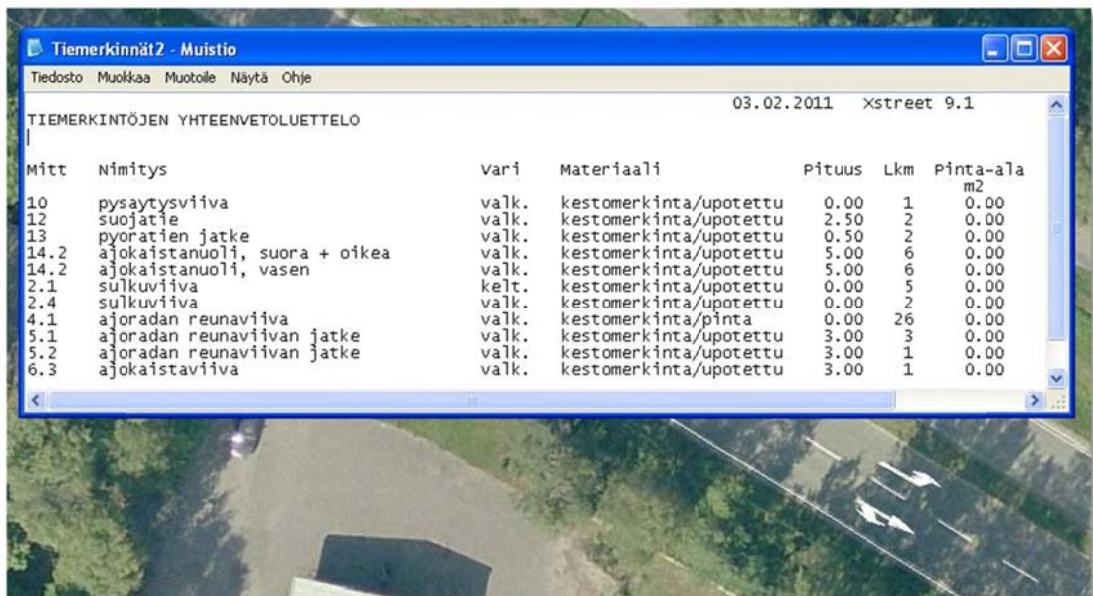


*KUVA 17. Päälystemerkinnät ilman taustakarttaa*

Päälystemerkintöjen siirtämiseen rekisteriin on myös muita vaihtoehtoja kuin ilmakuvan tai kanta-kartta-aineiston päälle digitoiminen. Esimerkiksi Tekla Civil Basicilla tehdyistä katusuunnitelmista voidaan päälystemerkinnät liittää suoraan rekisteriin. Myös AutoCad-kuvista merkinnät voidaan siirtää. Ongelmana on, ettei Tekla Civil Basicin ja AutoCadin käsitteet välttämättä ole yhteneviä, jolloin viivan kuvauksen eli nuolien, suojateiden ja viivamerkintöjen vaihtaminen Tekla Civil Basicin muotoon on vaivalloista. Toisaalta dwg-muotoiset kuvat saadaan tuotua taustakartaksi, jolloin merkinnät pystytään digitoimaan. Tämän työskentelytavan etuna on, että dwg-kuvan olioihin pystytään tarttumaan cursorilla, jolloin digitoinnin tarkkuus paranee. (Mustonen 2011.)

## 7.2 Rekisterin testaus

Rekisteriä luodessa esiintyi muutamia epäkohtia, jotka tosin ovat ratkaistavissa, mikäli rekisteri todella laitetaan alulle. Tarkoituksena on, että rekisteristä saadaan tietoa päällystemerkintöjen lukumääristä ja pinta-aloista. Ohjelmassa onkin mahdollista ottaa näistä tiedoista yhteenvetoluetteloita. Raportteja tuotettaessa on ongelmia tulosten esittämistavassa, sillä tällä hetkellä ohjelma ei laske tietoja oikein. Kuvassa 18 näkyy, että ohjelma ei laske lainkaan esimerkiksi pinta-aloja. Lopulliseen versioon tietyt epäkohdat täytyy korjata, jotta tuloksista saadaan paikkansapitävät.



Mitt	Nimitys	Vari	Materiaali	Pituus	Lkm	Pinta-ala
10	pysäytysviiva	valk.	kestomerkinä/upotettu	0.00	1	0.00
12	suojatiet	valk.	kestomerkinä/upotettu	2.50	2	0.00
13	pyörätien jatke	valk.	kestomerkinä/upotettu	0.50	2	0.00
14.2	ajokaistanuoli, suora + oikea	valk.	kestomerkinä/upotettu	5.00	6	0.00
14.2	ajokaistanuoli, vasen	valk.	kestomerkinä/upotettu	5.00	6	0.00
2.1	sulkuviiva	kelt.	kestomerkinä/upotettu	0.00	5	0.00
2.4	sulkuviiva	valk.	kestomerkinä/upotettu	0.00	2	0.00
4.1	ajoradan reunaviiva	valk.	kestomerkinä/pinta	0.00	26	0.00
5.1	ajoradan reunaviivan jatke	valk.	kestomerkinä/upotettu	3.00	3	0.00
5.2	ajoradan reunaviivan jatke	valk.	kestomerkinä/upotettu	3.00	1	0.00
6.3	ajokaistaviiva	valk.	kestomerkinä/upotettu	3.00	1	0.00

KUVA 18. Yhteenveto merkintämääristä

Ohjelma voisi esittää viivamaiset merkintätyypit, kuten suojatiet, keski- ja reunaviivat, neliömetreittäin ja pienmerkinnät kuten ajokaistanuolet kappaleittain. Ohjelmassa on ominaisuus, joka mahdollistaa merkintöjen lajittelemisen merkintämateriaalien mukaan. Tällä hetkellä vaihtoehtoina ovat upotettu kestomerkinä, pinnassa oleva kestomerkinä ja maali. Mikäli kaupunki alkaa käyttää spray-merkintöjä, se täytyy lisätä vaihtoehtojen joukkoon.

Tulosten esittämistavan lisäksi myös merkintöjen kuvaustekniikassa on puutteita. Osa merkintöjen kuvauksista, kuten esimerkiksi yhdistetyn pyörätien ja



jalkakäytävän kuvaustyyli, puuttuvat kokonaan valikoimasta. Ohjelmaan täytyy siis tehdä muutoksia ja korjauksia, jotta päällystemerkitärekisteristä saadaan toimiva.

### **7.3 Rekisterin ylläpito ja arviointi**

Jos päällystemerkitärekisteri aiotaan tehdä, on oleellista, että se pidetään ajan tasalla ja päivitetään. Uusia alueita rakennettaessa niiden ulkonäkö muuttuu, eikä jatkuvasti ole tarjolla tuoreita ilmakuvia, joiden perusteella rekisteriä päivitetään. Tietojen ylläpitämiseksi voi hyödyntää nykyaikaisilla suunnitteluohjelmistoilla tehtyjä katusuunnitelmia, joista merkinnät voi digitoida esiin. Mikäli rekisteriä tehtäessä aiotaan käyttää ilmakuvia merkintöjen digitoimiseen, täytyy lopullisen rekisterin kuvaustekniikkaa ja esitystapaa miettiä tarkemmin. Tarkoituksenmukaisen kartan tulee olla selkeä ja väreilykseltään sellainen, että merkinnät erottuvat siitä.

Päällystemerkitärekisterin luominen on teknisesti mahdollista, mutta kustannuksiin on syytä varautua. Sen tekeminen vaatii paljon henkilöstöresursseja. Koska ohjelmisto ei vielä ole täysin valmis rekisterin tekemistä varten, täytyy ohjelmiston tarjoajaan olla yhteydessä mahdollisia muutoksia varten.

## 8 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteina oli kehittää Oulun kaupungille päällystemerkinäperiaatteet, tutkia päällystemerkinämaterialaaleja ja niiden vuosikustannuksia sekä tehdä esiselvitys päällystemerkinärekisteristä.

Ensimmäinen tavoite oli luoda kaupungille tiemerkinäperiaatteet, jotta merkinnät olisivat yhtenäisemmät koko kaupungin alueella. Ennen merkinäperiaatteita täytyi kaupungin kaduille löytää luokitus, joka jakaisi kadut vastaamaan merkinäperiaatteiden luomiin tarpeisiin. Koska kyseistä luokitusta ei ollut valmiina, se täytyi luoda itse. Lähtökohtaisesti oli tarve nostaa keskustan sisääntuloväylät omaksi luokakseen, sillä lähes jokainen kyseisistä kaduista muuttuvat keskustan ulkopuolella ELY-keskuksen hallinnoimiksi teiksi ja merkinnät haluttiin pitää yhtenäisinä koko matkalla. Uutta luokituksessa on pääkatujen jakaminen selkeästi kahteen ryhmään. Tietyn ajattelutavan mukaan Oulussa ei olisi kuin muutama pääkatu, kun taas päällystemerkinäluokituksen mukaan lähes jokaisella asuinalueella on oma pääkatunsa.

Päällystemerkinäperiaatteita suunnitellessa esiin nousi budjettikysymys. Mitä enemmän merkinäjä tehdään, sitä enemmän niistä aiheutuu kustannuksia. Lisäksi ajatuksia herätti se tosiasia, että talven ja lumen vuoksi päällystemerkinä eivät loppujen lopuksi ole kovin pitkään näkyvissä vuoden aikana. Nämä huomiot johtivat siihen, että lähes kaikki merkinnät, mitkä eivät ole tarpeellisia liikenteen sujumisen ja turvallisuuden kannalta, karsittiin pois. Tiettyjen päällystemerkinäjien, kuten nopeusrajoitus-, stop- ja kolmiomerkinäjien tehtävä on pelkästään tukea liikennemerkillä annettua viestiä, eikä niiden tekeminen ole välttämätöntä.

Lisäkehitystä päällystemerkinäperiaatteisiin voisi tehdä siten, että kaupunki asettaisi takarajan, mihin mennessä merkinnät olisi pyrittävä tekemään. Tämä voisi parantaa ajoturvallisuutta siten, että päällystemerkinäjä tehdessä aika merkinäjien himmeäksi kulumisen ja uusimisen välillä ei venyisi suhteetoman pitkäksi.

Toisena tavoitteena oli tutkia eri materiaaleja sekä niistä aiheutuvia vuosikustannuksia. Materiaalien kestävyystietoa selvitettiin kyselytutkimuksen avulla täydentäen Timo Kulmalan (2009) tekemää tutkimusta samasta aiheesta. Tutkittavia materiaaleja olivat maali, spray, kestomerkinä ja upotettu kesto-merkinä. Tutkimuksessa saatujen vastauksien hajonta oli melko suuri. Mikäli vastaajina olisivat olleet samat henkilöt kuin Kulmalan tutkimuksessa tai tutkimuksen otanta olisi ollut suurempi, tulokset luultavasti olisivat yhtenäisemmät.

Oulun kaupungille uusi merkinä materiaali oli spray, jota siellä ei tähän mennessä ole vielä käytetty. Vuosikustannustuloksista selvisi, että kyseinen 1,5 mm:n vahvuinen spraymerkinä on muihin materiaaleihin verrattuna edullisin merkinävaihtoehto, kun taas upotetun kesto-merkinän käyttö aiheuttaa suurimmat kustannukset vuodessa.

Vuosikustannustulosten todenmukaisuutta horjuttaa se, että merkinöjen kestoiän määrittäminen riippuu todella monesta seikasta. Tässä opinnäytetyössä keskityttiin tutkimaan pelkästään liikenteen määrän vaikutusta kulumiseen. Koska yksilölliset erot katujen välillä ovat suuria, voi tarkan kulumisennusteen antaminen olla lähes mahdotonta. Näin ollen tämän opinnäytetyön vuosikustannustulokset ovat lähinnä suuntaa antavia.

Kolmantena tavoitteena oli tehdä Oulun kaupungille esiselvitys päällystemerkintärekisterin tekemistä varten. Rekisterin luomisen lähtökohtana oli se, että merkinöjä tehdessä olisi helpompaa löytää tieto siitä, mitä merkinöjä minnekin tehdään. Huomattiin, että rekisterin tekeminen Tekla Civil Basicilla on mahdollista, mutta se vaatii työtä ja henkilöstöresursseja. Rekisteriä luodessa apuna voisi käyttää tässä opinnäytetyössä tehtyjä päällystemerkintäohjeita. Suurin hyöty rekisteristä saadaan silloin, kun sitä käytetään sekä kunnosapidon että suunnittelun yhtenä työvälineenä. Myös rekisterin päivittäminen on tärkeää, jotta sen käyttäminen olisi mielekästä.

Mikäli rekisteri vaikuttaa sijoituksena kovin suurelta, saattaisi edullisempi vaihtoehto päällystemerkintöjen ajan tasalla pitämiseen olla päällystemerkintä-

täohjeiden noudattaminen. Tosin tällöin rekisteristä saatavat tarpeelliset ominaisuudet kuten määrätietojen hallitseminen ja merkintöjen karttamaiset kuvaukset jäävät puuttumaan.

## LÄHTEET

Ahola, Harri 2011. Työpäällikkö, Skanska Oy. Tiemeraintöjen kesto. Sähköposti 5.1.2011.

InfraRYL. 32630 Tiemeraintö, 2010. Rakennustieto. Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/infraryl/index.html>. Hakupäivä 20.2.2011.

Jurvansuu, Anssi 2011. Ylläpitovalvoja, Oulun tekninen keskus. Kunnossapitoluokat. Sähköposti 26.1.2011.

Kevyen liikenteen suunnittelu. 1998. Tiehallinto. Saatavissa: <http://alk.tiehallinto.fi/thohje/kevliisu.pdf>. Hakupäivä 18.11.2010.

Kulmala, Timo 2009. Tiemeraintöjen tietopalvelusovellus Vaasan tiepiirin alueella. Vaasa: Vaasan ammattikorkeakoulu, Rakentamisen koulutusohjelma. Opinnäytetyö.

Kunnallisteknisten töiden yleinen työselostus 02. KT 02. 2002. Suomen Kuntaliitto.

L 16.3.1982/203. Liikenneministeriön päätös liikenteen ohjauslaitteista. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1982/19820203>. Hakupäivä 12.11.2010.

L 21.2.1994/163. Tieliikenneasetus. Saatavissa: [http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1982/19820182?search\[type\]=pika&search\[pika\]=tieliikenneasetus](http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1982/19820182?search[type]=pika&search[pika]=tieliikenneasetus). Hakupäivä 12.11.2010.

L 3.4.1981/267. Tieliikennelaki. Saatavissa: [http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1981/19810267?search\[type\]=pika&search\[pika\]=tieliikennelaki](http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1981/19810267?search[type]=pika&search[pika]=tieliikennelaki). Hakupäivä 12.11.2010.

Mustonen, Markku 2011. Suunnitteluinsinööri, Oulun tekninen keskus. Päälystemerkintärekisteri. Sähköposti 15.2.2011.

Nousiainen, Jarmo 2008. Tiemerkintämateriaalien kestävyysvertailututkimus. Hämeenlinna: Hämeen ammattikorkeakoulu, Rakennustekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö.

Nousiainen Jarmo 2011. Työpäällikkö, NCC Oy. Tiemerkintöjen kesto. Sähköposti 17.1.2011.

Raitotien toimenpideselvitys. 2009. Oulun kaupungin ja Oulun tiepiirin toimenpideselvitys. Saatavissa:  
[http://www.oulunliikenne.fi/viranomaisolli/kadut/Raitotien%20toimenpideselvitysraportti\\_2009\\_web.pdf](http://www.oulunliikenne.fi/viranomaisolli/kadut/Raitotien%20toimenpideselvitysraportti_2009_web.pdf). Hakupäivä 24.2.2011.

RIL 165-1 Liikenne ja väylät I. 2005. Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL ry. Helsinki: Otavan kirjapaino Oy.

RIL 165-2 Liikenne ja väylät II. 2006. Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL ry. Helsinki: Otavan kirjapaino Oy.

Sarkkinen, Mikko 2011. Tielinja Oy. Tiemerkinnät. Sähköposti 10.12.2011.

Suojatiemerkinnät. 2010. Tyypipiirustus. Oulun kaupungin sisäinen julkaisu. 10.9.2010.

Suomalaiset merkintämassat kestävät. 2010. NCC Roads Oy:n sidosryhmälehti. S. 35.

Teitä turvaamassa, 30 vuotta Tielaitoksen liikenneturvallisuustyötä. 1998. Kaajaani: Tielaitos.

Tekla Solution infrarakentajille. 2011. Tekla. Saatavissa:  
<http://www.tekla.com/fi/solutions/infrastructure-energy/civil->

engineering/infrastructure-constructors/Pages/Default.aspx. Hakupäivä 16.2.2011.

Tiellä oleva vaahtohattara varoittaa autoilijaa tuoreesta tiemerkinästä. 2008.

Liikennevirasto. Saatavissa:

[http://www.tiehallinto.fi/servlet/page?\\_pageid=70&\\_dad=julia&\\_schema=PORTAL30&menu=11944&\\_pageid=71&kieli=fi&linkki=25584&julkaisu=8600](http://www.tiehallinto.fi/servlet/page?_pageid=70&_dad=julia&_schema=PORTAL30&menu=11944&_pageid=71&kieli=fi&linkki=25584&julkaisu=8600).

Hakupäivä 29.12.2010.

Tiemerkinnät. 2004. Tiehallinto. Saatavissa:

[http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf/2000005-04tiemerkinnaat\\_ohje24032004.pdf](http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf/2000005-04tiemerkinnaat_ohje24032004.pdf).

Hakupäivä 12.12.2010.

Tiemerkintöjen toimintalinjat. 2006. Tiehallinto. Saatavissa:

[http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf/2100025-v-06-tiemerkintojen\\_toimintalinjat.pdf](http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf/2100025-v-06-tiemerkintojen_toimintalinjat.pdf).

Hakupäivä 12.11.2010.

Tiemerkintöjen vaikutus kuljettajan käyttäytymiseen. 2007. Tiehallinto. Saatavissa:

[http://alk.tiehallinto.fi/julkaisut/pdf2/4000569-vtiemerkinnaat\\_vaikut\\_kuljett.pdf](http://alk.tiehallinto.fi/julkaisut/pdf2/4000569-vtiemerkinnaat_vaikut_kuljett.pdf).

Hakupäivä 12.11.2010.

Vainio, Jarmo 2011. Urakointijohtaja, Tielinja Oy. Tiemerkintöjen kesto. Sähköposti 3.1.2011.

Ympäristöopas 104. 2003. Liikenne yhdyskunnan suunnittelussa. Ympäristöministeriö. Alueidenkäytön osasto. Helsinki: Rakennustieto Oy.