



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO  
TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

SIMO KESTI  
KUOPION KAUPUNGIN KATUVERKON KORJAUSVELAN MÄÄ-  
RITTÄMINEN  
Diplomityö

Tarkastaja: professori Jorma Mäntynen  
Tarkastaja ja aihe hyväksytty tuotanto-  
talouden ja rakentamisen tiedekunta-  
neuvostossa 4. joulukuuta 2013

## TIIVISTELMÄ

TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO

Rakennustekniikan koulutusohjelma

**KESTI, SIMO:** Kuopion kaupungin katuverkon korjausvelan määrittäminen

Diplomityö, 81 sivua, 6 liitesivua

Toukokuu 2014

Pääaine: Liikenne- ja kuljetusjärjestelmät

Tarkastaja: professori Jorma Mäntynen

Avainsanat: Kuopio, korjausvelka, korjausvastuu, kaupunki, kunta, katu, kunnossapito, omaisuudenhallinta

Korjausvelka tarkoittaa kohteelle määritellyn hyväksyttävän kuntotason ja tämänhetkisen kuntotason välistä eroa. Rahamääräinen korjausvelka tarkoittaa summaa, joka tarvitaan kohteen kunnan korjaamiseksi takaisin normaalille tasolle. Korjausvelka on yleisesti käytetty termi, vaikkakin paremmin todellisuutta kuvastaa termi korjausvastuu. Rahamääräisenä se on korjaukseen menevä summa, kun kohde kunnostetaan uutta vastaavaksi, esimerkiksi kadun korjauksessa.

Työn tavoitteena on määrittää Kuopion keskeisen kaupunkialueen katuverkon korjausvelan ja -vastuun euromääräinen arvo. Lisäksi työssä avataan itse korjausvelka-termin tarkoitusta ja käydään läpi mitä eri kirjallisuuslähteet kertovat korjausvelasta niin kuntien katuverkolla, kuin valtioiden tieverkoilla Suomessa ja muualla maailmassa. Työssä käsitellään myös korjausvelkaan tiiviisti liittyvää väylien kunnan analysointia ja kuntokartoitusta sekä väylätyypille asetetun kuntotason määrittelyyn liittyvää palvelutason käsitettä.

Aineistona itse korjausvelan laskennassa käytetään Kuopion kaupungin teettämien kuntoinventointien tuloksia, joiden pohjalta kaduille määritellään korjaustarve sekä toimenpiteen hinta. Laskenta suoritetaan kaupungin käyttämällä infrahankkeiden kustannuslaskentaohjelmistolla. Muu tässä työssä käytettävä aineisto koostuu alan viranomaisien ja muiden toimijoiden julkaisuista sekä lehtiartikkeleista.

Lopputuloksena Kuopion katuverkon korjausvastuu tarkastellulta alueelta on noin 22 000 000 €, josta kevyen liikenteen väylien osuus on noin 2 500 000 €. Työn päätteeksi kehoitetaan jatkamaan kuntodatan keräämistä ja hyödyntämistä myös tämän projektin jälkeen. Varsinkin tämänkertaisen tarkastelun ulkopuolelle jääneiden alueiden kunnan kartoitus tulisi tehdä lähivuosina, jotta ajantasainen kuntodata kattaisi lopulta koko kaupungin katuverkon.

## ABSTRACT

TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Master's Degree Programme in Civil Engineering

**KESTI, SIMO:** Defining the Street Network Maintenance Backlog in the City of Kuopio

Master of Science Thesis, 81 pages, 6 Appendix pages

May 2014

Major: Transportation Systems

Examiner: Professor Jorma Mäntynen

Keywords: Kuopio, maintenance backlog, maintenance responsibility, city, municipality, street, maintenance, asset management

Maintenance backlog is the difference between the predefined, standard condition of an object and the present, actual condition of the object. In monetary terms it is the amount of money needed to bring the object's condition to the predefined stage.

The objective of this thesis is to define the monetary value of the maintenance backlog in the central Kuopio area. The research also examines the definition of the maintenance backlog and the most relevant literature concerning the backlog in the municipal streets and in the road networks in Finland and in other countries. The thesis introduces different methods of condition analysis and ways to define the service level for the roads.

The primary data of this thesis consists in the condition analysis of the streets in the city of Kuopio, from which the backlog value was counted. Other source material for this thesis contains publications from the authorities and other specialists in the field of civil engineering.

The outcome of the calculation indicates that the amount of investment needed to overcome the deferred maintenance is estimated 22 000 000 € of which the share of the sidewalks is about 2 500 000 €. As a final conclusion of the study, it is of utmost importance to continue collecting condition data, particularly from those areas that were not included in the present survey.

## ALKUSANAT

Tämä diplomityö on tehty Tampereen teknillisen yliopiston rakennustekniikan koulutusohjelman diplomi-insinöörin tutkintoon kuuluvana ja Kuopion kaupungin tilauksesta kesän 2013 ja kevään 2014 välisenä aikana. Inventointiaineistoon liittyvä työ tehtiin työsuhteessa Kuopion kaupungilla ja teoria kirjoitettiin loppuun itsenäisesti.

Työn tarkastajana ja ohjaajana toimi Professori Jorma Mäntynen. Lisäksi ohjausta ja tukea antoi Kuopion kaupungininsinööri Ismo Heikkinen sekä ohjausryhmä, johon kuuluivat Heikkisen lisäksi suunnitteluinsinööri Jukka Eskelinen ja kunnossapidon valvoja Erkki Laitinen Kuopion kaupungilta.

Tahdon kiittää professori Mäntystä kannustavasta ohjauksesta ja nopeista palautteista varsinkin työni loppumetreillä. Lisäksi suuri kiitos Ismo Heikkiselle, sillä hän tarjosi mahdollisuuden tämän työn tekemiselle ja auttoi tutustumaan aiheeseen. Myös ohjausryhmän muut henkilöt olivat aina valmiita vastailemaan kysymyksiini ja antamaan vinkkejä jatkoa ajatellen. Kiinnostustani kaupunkien liikenneoloihin ja katuverkon kuntoon ovat pitäneet yllä antoisat kesätyöt Kuopion kaupungilla kunnossapidon valvoja Esa Ek:n työparina. Iso kiitos siis myös hänelle opeista, ohjeista, luottamuksen osoituksesta ja hyvästä työilmapiiristä, johon palasi aina mielellään.

Kirjoitusprosessissa syntyvien sivujen määrä on täysin riippuvainen motivaatiosta. Ilman perheen tukea, innokasta kummitätiä ja rakkaita ystäviäni olisi tämä työ yhä pelkkä hahmotelma ruutuvihkon sivulla.

Kuopiossa 14.5.2014

Simo Kesti

# SISÄLLYS

Abstract .....	iii
Termit ja niiden määritelmät .....	vii
1 Johdanto.....	1
1.1 Työn tavoite, tutkimusongelma ja rajaukset .....	1
1.2 Tutkimusote, -menetelmät ja tutkimuksen rakenne .....	2
2 Kuopio, kasvava kaupunki .....	3
2.1 Katuverkko ja sen tila .....	5
2.2 Saneerausmäärärahat ja katuomaisuuden arvo .....	7
3 Palvelutaso, käyttäytyvyys ja kunnossapidon tehokkuus.....	10
3.1 Palvelutasonäkökulmat .....	10
3.1.1 Yhteiskunnallinen palvelutaso .....	13
3.1.2 Tekninen palvelutaso .....	14
3.1.3 Koettu palvelutaso .....	15
3.2 Tyytyväisyys palvelutasoon.....	17
3.3 Kunnossapidon tehokkuus .....	19
4 Korjausvelka ja kuntotieto.....	22
4.1 Korjausvelka-ajattelu Suomen ja lähimaiden tieverkolla .....	27
4.2 Korjausvelka kuntien katuverkolla.....	30
4.3 Katujen yleiskunto ja tieto omaisuuden tilasta .....	33
5 Katuverkon vauriot ja ongelmat.....	37
5.1 Väylän kuntotasoon vaikuttavat tekijät .....	37
5.1.1 Urat .....	38
5.1.2 Huonosta kuivatuksesta johtuvat ongelmat.....	39
5.1.3 Routiminen.....	41
5.1.4 Halkeamat .....	42
5.1.5 Kantavuuden heikkeneminen .....	44
5.1.6 Ajoratamerkinnot, opasteet, katuvalaistus .....	44
5.2 Heikosta kuntotasosta aiheutuvia vaikutuksia .....	46
5.2.1 Väylän käyttäjien ja ajoneuvojen ongelmia .....	46
5.2.2 Kunnan / kadun omistajan ongelmia .....	47
5.2.3 Ympäristölle aiheutuvia ongelmia.....	47
5.3 Kunnan mittaaminen .....	48
5.3.1 Maatutkaluotaus .....	49
5.3.2 Videointi .....	50
5.3.3 Palvelutasomittaus .....	50
5.3.4 Kantavuusmittaukset.....	53
5.3.5 Päällystevaurioinventointi.....	53
6 Työn aineisto ja menetelmät.....	56
7 Tulokset .....	59
7.1 Pääkadut.....	60

7.2	Kokoojakadut .....	61
7.3	Teollisuuskadut .....	62
7.4	Tonttikadut .....	63
7.5	Kevyen liikenteen väylät ja jalkakäytävät .....	65
8	Yhteenveto ja tulevaisuus .....	67
8.1	Tulevaisuus .....	72
	Lähteet .....	75
	Liitteet .....	82
	Liite 1 Vuoden 2013 kuntokartoituksen väylät .....	82
	Liite 2 Korjaustoimenpiteiden yksikkökustannuksia, urapaikkaukset .....	83
	Liite 3 Korjaustoimenpiteiden yksikkökustannuksia, alue 1 .....	83
	Liite 4 Korjaustoimenpiteiden yksikkökustannuksia, alue 2 .....	84
	Liite 5 Korjaustoimenpiteiden yksikkökustannuksia, alue 3 .....	84
	Liite 6 Korjaustoimenpiteiden yksikkökustannuksia, alue 4 .....	85
	Liite 7 Korjaustoimenpiteiden yksikkökustannuksia, alue 5 .....	85
	Liite 8 Korjaustoimenpiteiden yksikkökustannuksia, alue 6 .....	86
	Liite 9 Korjaustoimenpiteiden yksikkökustannuksia, KLV+JK .....	86
	Liite 10 Katutyypin ominaisuudet kustannuslaskentaohjelmassa .....	86

## TERMIT JA NIIDEN MÄÄRITELMÄT

Korjausvelka	Korjausvelka tarkoittaa omaisuuserän vaatimustasoa heikompa kuntoa. Omaisuuserän vaatimustasoa kuvaa omaisuuserän optimikunnostustaso. Korjausvelka lasketaan omaisuuserän sen hetkisen kunnan ja optimikunnostustason erotuksena. ( <i>Rantanen 2013, s.5</i> )
Korjausvastuu	Summa, joka joudutaan investoimaan korjausvelan poistamiseksi, on aina suurempi kuin korjausvelka, koska korjataan aina yli optimitason. Tästä summasta käytetään nimitystä korjausvastuu. ( <i>Rantanen 2013, s.5</i> )
Omaisuuserä	Tarkasteltava kohde, esim. katu tai puisto ( <i>Rantanen 2013, s.5</i> )
Optimikunnostustaso	Optimikunnostustaso kuvaa sitä tasoa, jolle omaisuuserän kunto voi laskea ilman, että omaisuuserälle kertyy korjausvelkaa. Mikäli omaisuuserän kunto laskee alle optimikunnostustason, alkaa omaisuuserälle kertyä korjausvelkaa. Optimikunnostustaso on omaisuuserän ominaisuus, joka sille annetaan. Optimikunnostustaso ei muutu automaattisesti, vaan se pitää muuttaa erillisellä päätöksellä. Käytetään myös termiä optimikuntotaso. ( <i>Rantanen 2013, s.6</i> )
Optimikuntoluokka	Ennakkoon omaisuuserälle määritetty luokka, jonka mukainen kunnan alenema sallitaan. ( <i>Rantanen 2013, s.6</i> )
Infrarakenteet	Infrarakenteisiin kuuluvat tiet, kadut, radat sekä vesi- ja energiahuoltoverkostot ( <i>infrakuntoon.fi</i> ) Tässä työssä infra-sanalla viitataan pääasiassa tie- ja katuverkostoon.
Kadun kunnossapito	Käsittää ne toimenpiteet, joiden tarkoituksena on pitää katu liikenteen tarpeiden edellyttämässä tyydyttävässä kunnossa. Kunnossapidon tason määräytymisessä otetaan huomioon kadun liikenteellinen merkitys, liikenteen määrä, säätila ja sen ennakoitavissa olevat muutokset, vuorokaudenaika sekä eri liikennemuotojen, kuten moottoriajoneuvoliikenteen, jalankulun ja polkupyöräilyn tarpeet sekä terveellisyys, liikenneturvallisuus ja liikenteen esteettömyys. ( <i>L15.7.2005/547</i> )

Toiminnallinen luokka	Väylät voidaan jakaa toiminnallisiin luokkiin niiden liikenteellisen tärkeyden mukaan. Toiminnallisella luokalla on tarkoitus kuvata väylän palvelutasoa liikenteelle. ( <i>Kallio-koski et al. 2012, s.13</i> ) Samalla toiminnalliset luokat eroavat toisistaan ominaisuuksiltaan, kuten esimerkiksi ajoradan leveydessä, reunatuen käytössä ja rakennekerrosten vahvuuksissa. Tässä työssä käsitellyt luokkia ovat pääkatu, kokoojakatu, teollisuuskatu, tonttikatu, sekä yhtenä kokonaisuutena kevyenliikenteen väylät ja jalkakäytävät, joista käytetty lyhennettä KLV + JK.
Tienpitäjä	Tienpitäjä huolehtii tienpidosta ja siihen kuuluvista asioista, vastaa ensisijaisesti tienpidosta aiheutuvista kustannuksista sekä käyttää tienpitoa varten saatuja oikeuksia. Tienpitäjä on valtio ( <i>L 23.6.2005/503</i> ) Kadunpitäjänä toimii pääasiassa kunta ( <i>kunnat.net a</i> ).
Palvelutaso	Palvelutaso on termi, jolla yleisesti kuvataan väylän ajo- ja liikkumisoloja. Määritelmän tarkempi sisältö riippuu tarkastelunäkökulmasta (yhteiskunta, väylän omistaja, käyttäjä) ( <i>Nevala et al. 2003, s.13 katso Nokela et al. 1980</i> )
KEHTO-konsortio	21 Suomen kunnan, sekä Suomen kuntaliiton ja Suomen kuntatekniikan yhdistyksen muodostama yhteenliittymä, jonka ideana on kuntien teknisen toimen kehittäminen yhteisvoimin. Konsortion toiminnasta käytetään nimitystä KEHTO-foorumi. ( <i>kuntatekniikka.fi</i> )
KEHTO-foorumin korjausvelka-hanke	Hankkeessa pyritään löytämään yhteiset määritelmät muun muassa katujen kuntotason, korjauskustannusten ja kuntotason heikentymistahdin laskemiseksi. Hankkeeseen osallistuu 18 KEHTO-konsortion kuntaa, Kuntaliitto, konsulttiyhtiö Rapal sekä muita alan asiantuntijoita. ( <i>Rantanen 2013</i> )
Jäännösarvo	Omaisuserän tekninen arvo tarkasteluhetkellä (uusi = 100%), ( <i>Rantanen 2013, s.6</i> )
Teoreettinen kuntotasomalli	Historia- ja ominaisuustietojen perustella laadittu korjausvelkamalli. ( <i>Varonen 2013a s.6</i> )
Mittauksiin perustuva kuntotasomalli	Maastossa suoritettujen mittausten perusteella määritetty kuntotaso. ( <i>Varonen 2013a, s.6</i> )



Hybridimalli	Mitatun esimerkin perusteella laadittu teoreettinen malli, eli edustavat kohteet mitattu. Suurin osa verkosta ”oletetaan” mallintuvan mitatun esimerkin mukaan. ( <i>Varonen 2013, s.6</i> )
ERANET Backlog -projekti	Vuosina 2008 - 2009 läpikäyty projekti, jossa seitsemän Euroopan maan yhteisrahoituksella kehiteltiin korjausvelan laskentamallia tieverkolle. ( <i>Tiehallinto 2009</i> )
ROADEX-ohjelma	ROADEX-ohjelman tarkoituksena on tutkia ja jakaa tietoa pohjoisten alueiden tiestöstä. Päätoimijana on Ruotsin Liikennevirasto, jonka lisäksi liikenne-, elinkeino-, metsä- ja ympäristöministeriöitä ja -yksiköitä kuudesta muusta pohjoisesta maasta (Suomi, Grönlanti, Islanti, Norja, Skotlanti ja Irlanti). ROADEX:n osarahoittajana toimii myös EU:n Pohjoisten Periferioiden ohjelma. ( <i>roadex.org b</i> )
IRI-arvo	IRI (International Roughness Index) on kansainvälisesti käytetty tunnusluku, joka kuvaa tien pinnan vaikutusta tienkäyttäjään. Se kertoo siten myös ajomukavuudesta, liikenneturvallisuudesta sekä palvelutasosta. IRI on tien pituus-suuntaisen tasaisuuden mitta, joka liittyy vahvasti tien käyttäjän kokemaan ajomukavuuteen. ( <i>Ruotoistenmäki 2005</i> )

# 1 JOHDANTO

Valtion ja kuntien infrastruktuurin korjausvelka on viimevuosina noussut esiin julkisessa keskustelussa. Talousvaikeuksien aikana kunnossapito- ja saneerausmäärärahoista leikataan, jolloin olemassa olevien rakenteiden ylläpito kärsii. Uusinvestointien määrään heikentynyt taloustilanne ei kuitenkaan ole vaikuttanut samaan malliin, sillä kaupungit haluavat näyttää kasvavilta ja kehittyviltä. (*Heikkinen 2014*)

Olemassa olevien rakenteiden ylläpidon laiminlyönti kerryttää korjausvelkaa ja ongelmat paisuvat. Oikea-aikaisilla korjaustoimenpiteillä rakenteet saataisiin pysymään hyväkuntoisina pidempään ja vaadittavat toimenpiteet olisivat selvästi kevyempiä ja edullisempia kuin tilanteessa, jossa huonoon kuntoon päästetty kokonaisuus jouduttaisiin korjaamaan perusteellisesti. (*Heikkinen 2014*)

Korjausvelka-käsite toimii päättäjien ja kunnossapitäjien välisessä rajapinnassa, sillä se kytkeytyy sekä infran konkreettiseen, teknisesti mitattavaan kuntotasoon, että pitkän aikavälin taloudelliseen suunnitteluun. Euromääräinen korjausvelka onkin käyttökelpoinen väline, kun halutaan kiinnittää päättäjien huomio kunnossapidon jälkeensä jääneisyyteen.

KEHTO-foorumin korjausvelkahankkeessa on luotu yhteisiä suuntaviivoja katuverkon korjausvelan laskentaan kunnissa. Osa Suomen kunnista onkin jo määrittänyt tai määrittämässä omaa velkaansa. Aihe on kuitenkin vielä hyvin tuore ja monta osa-aluetta on vielä kehitysasteella, kuten esimerkiksi KEHTO-hankkeessa suunnitteilla oleva korjausvelan laskentaohjelma. (*Rantanen 2013*)

## 1.1 Työn tavoite, tutkimusongelma ja rajaukset

Diplomityö ja siihen kuuluva raportti Kuopion katuverkon korjausvelasta on tehty Kuopion kaupungin rakentamisen ja kunnossapidon palvelut -yksikön tilauksesta. Kuopion kaupunkirakennelautakunnalle on raportin tulosten pohjalta 26.3.2014 esitetty katujen saneerausmäärärahan korotusta ja ehdotus on hyväksytty.

Työn tavoitteena on perehtyä korjausvastuun ja korjausvelan käsitteisiin ja niiden pohjana olevan kadun kuntotason määrittämiseen. Lopputuloksena työssä lasketaan Kuopion keskeisen alueen katuverkon korjausvastuun ja korjausvelan euromääräinen arvo.

Tutkimusongelmana on:

- *Paljonko Kuopion katuverkolla on korjausvelkaa ja -vastuuta?*

Ongelmaan liittyvät tutkimuskysymykset ovat:

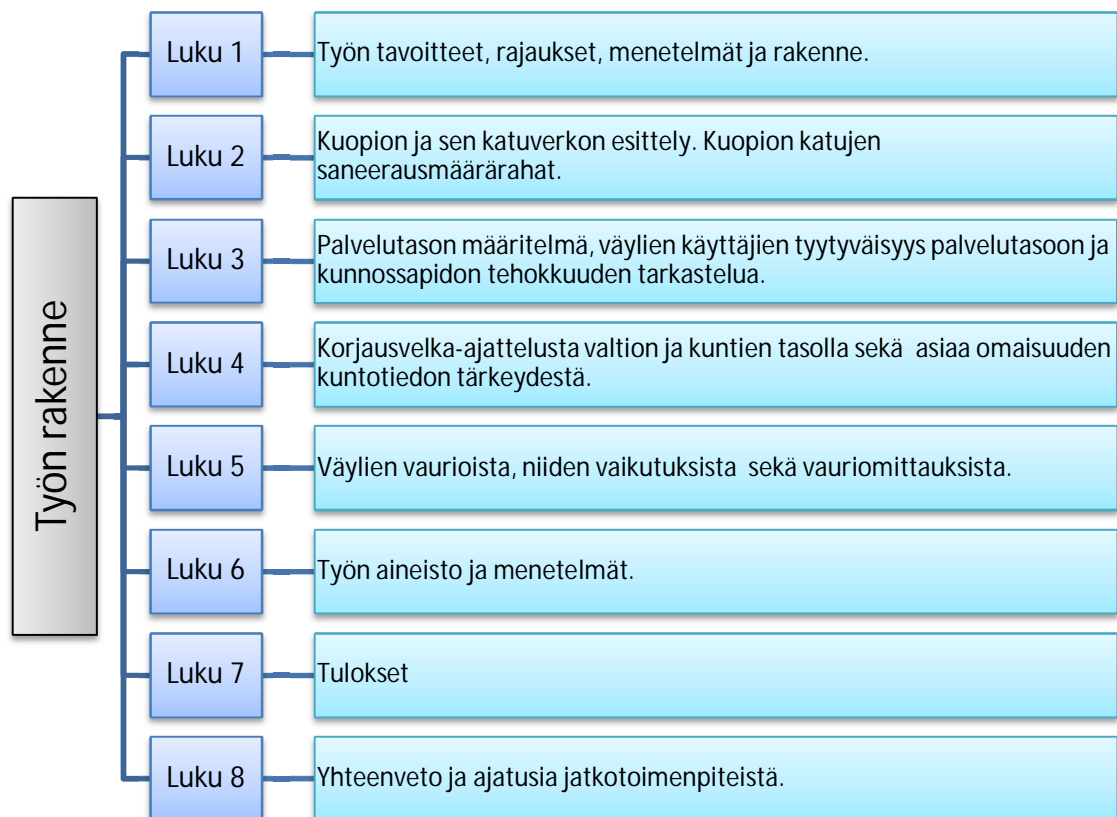
- *Millainen on Kuopion katuverkon nykytila?*

- Mitä on korjausvelka ja korjausvastuu?
- Kuinka kadun kuntotaso määritetään, kuinka sitä mitataan ja kuinka tarvittavat korjaustoimenpiteet valitaan?
- Mitä kunnossapidossa tulisi ottaa huomioon tulevaisuudessa?

Työ rajataan koskemaan Kuopion keskeisen alueen katuverkkoa (välillä Päiväranta-Petonen). Alueeseen eivät siis sisälly esimerkiksi haja-asutusalueiden tai liitoskuntien katuverkot. Tarkemmat rajat on esitetty kartalla (kuva 48) aineistoa ja tarkastelualueutta koskevassa luvussa 6. Rahamääräisten korjaustarpeiden laskeminen toteutetaan kaupungin ohjausryhmän kanssa määritellyllä laskentaperiaatteella.

## 1.2 Tutkimusote, -menetelmät ja tutkimuksen rakenne

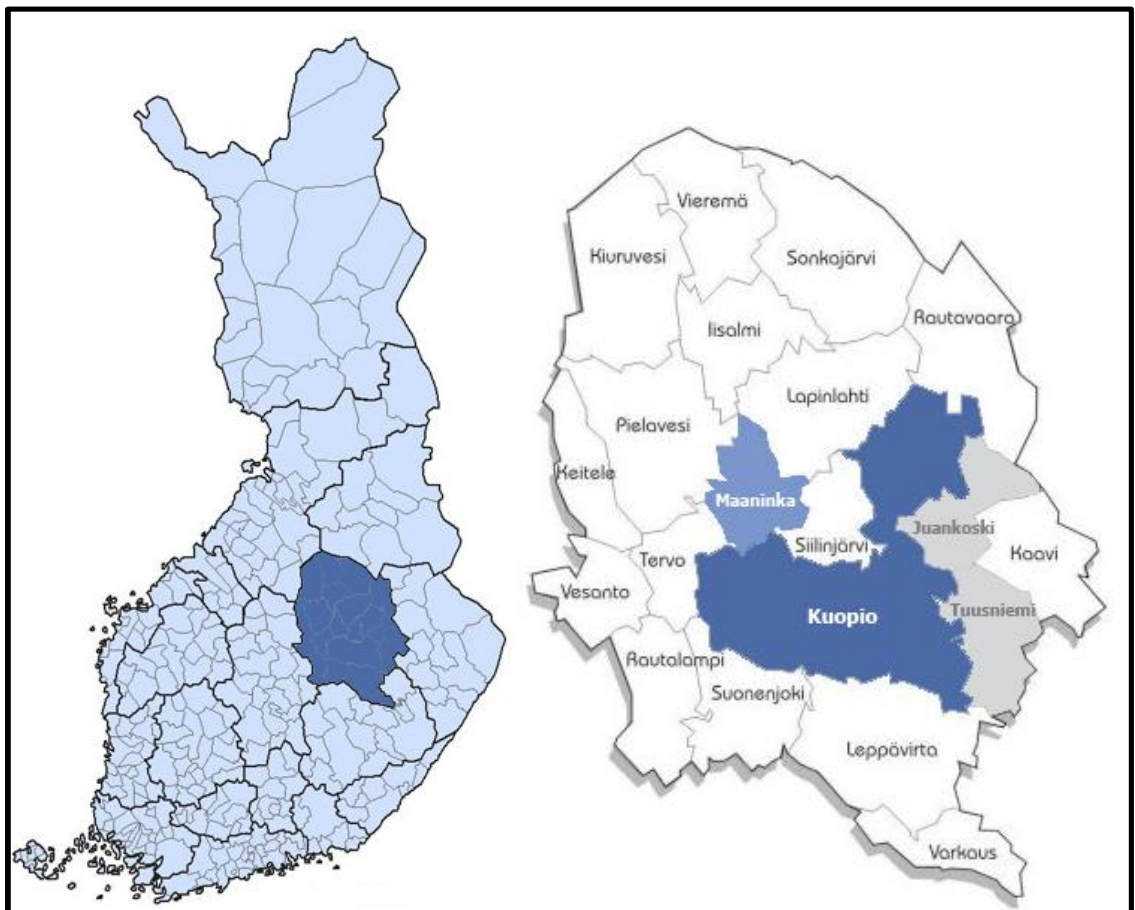
Työ on toteutettu laadullisena tutkimuksena ja aineistona on käytetty teorian osalta alan kotimaisia ja ulkomaisia julkaisuja sekä artikkeleita. Kuntolaskelmien pohjana käytetyn raakadatan Kuopion kaupunki on tilannut ulkopuoliselta konsulttiyritykseltä. Datan manuaalisen käsittelyn jälkeen lopulliset laskelmat on tehty Kuopion kaupungilla käytössä olevaa infra-alan kustannuslaskentaohjelmaa hyväksikäyttäen. Työn rakenne on esitetty kuvassa 1.



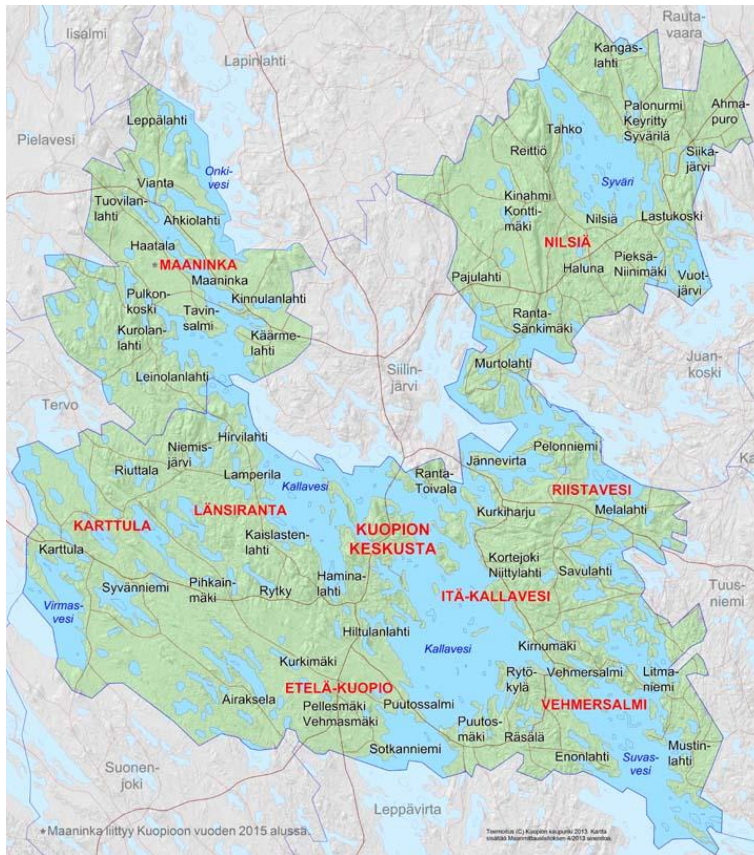
**Kuva 1** Työn rakenne.

## 2 KUOPIO, KASVAVA KAUPUNKI

Kuopio sijaitsee Pohjois-Savossa (kuva 2) ja on asukasluvultaan Itä-Suomen suurin ja koko Suomen kahdeksanneksi suurin kaupunki. Asukkaita Kuopiossa on (vuonna 2014) noin 105 000. Laajemman vaikutusalueen sisällä asuu noin 600 000 ihmistä. Kuopion pinta-ala ja asukasluku ovat kasvaneet 2000-luvun kuntaliitosten myötä. Vehmersalmen ja Kuopion kuntaliitos tapahtui vuonna 2005. Tämän jälkeen Kuopioon liittyi Karttula vuonna 2011 ja uusimpana Nilsää, joka toi mukanaan noin 6 500 asukasta vuonna 2013. Nilsään liitoksen myötä Kuopion väkiluku nousi noin 105 000 asukkaaseen. Maaningan on määrä liittyä Kuopioon vuonna 2015 ja tällä hetkellä selvitysasteella ovat Kuopion kuntaliitokset Juankosken ja Tuusniemen kanssa. Näitä liitoksia on kaavailtu vuodelle 2017. (*Kuopion Internetsivut*)



**Kuva 2** Pohjois-Savon maakunta (vasemmalla) ja sen kunnat (oikealla). (*kunnat.net; pohjois-savo.fi*)



**Kuva 3** Kuopion kunta (Maaninka liittyy vuonna 2015). (kuopiossa.fi)

vuosina Kuopiossa ja osassa sen naapurikunnissa. Vuonna 2012 laaditun Kuopion alueen liikennemallin (Kalenoja & Keränen 2012, s.33) mukaan vuoteen 2030 mennessä Kuopion ja sen lähialueiden yhteenlaskettu asukasmäärän kasvu tulisi olemaan 14 %. Taulukossa 1 on esitetty kasvun tarkempi alueellinen erittely.

**Taulukko 1** Asukkaiden määrä vuonna 2010 ja liikennemallin mukaan vuonna 2030 (Kalenoja & Keränen 2012, s.33)

Kunta tai alue	Asukkaat 2010	Asukkaat 2030	muutos vuosina 2010–2030
Leppävirta	10 440	10 440	0 %
Nilsjä	6 570	7 490	14 %
Suonenjoki	7 530	7 510	0 %
Karttula	3 480	3 600	3 %
Kuopio	90 330	106 380	18 %
Maaninka	3 800	3 800	0 %
Siilinjärvi	20 870	24 650	18 %
Vehmersalmi	1 990	2 120	7 %
Tuusniemi	2 840	2 770	-2 %
yhteensä	147 840	168 760	14 %

Kuopiosta on valtateiden numero 5 ja 9 ansiosta hyvät liikenneyhteydet pohjois-etelä suunnassa ja kokonsa vuoksi se vetää liikennettä myös idästä ja lännestä. Alueella on myös paljon järviä ja Kuopiota ympäröivää Kallavettä (kuva 3) pitkin pääsee halutesaan liikkumaan lähes kunnan joka kolkkaan. Kuopioilla on edullinen sijainti myös rataverkolla. Itä-Suomen ratojen solmukohta, Pieksämäki, sijaitsee aivan lähellä ja Kuopion kautta ihmisiä ja tavaraa liikkuu ympäri Suomea.

Liikennemäärät tulevat kasvamaan, sillä asukasmäärät nousevat tulevina

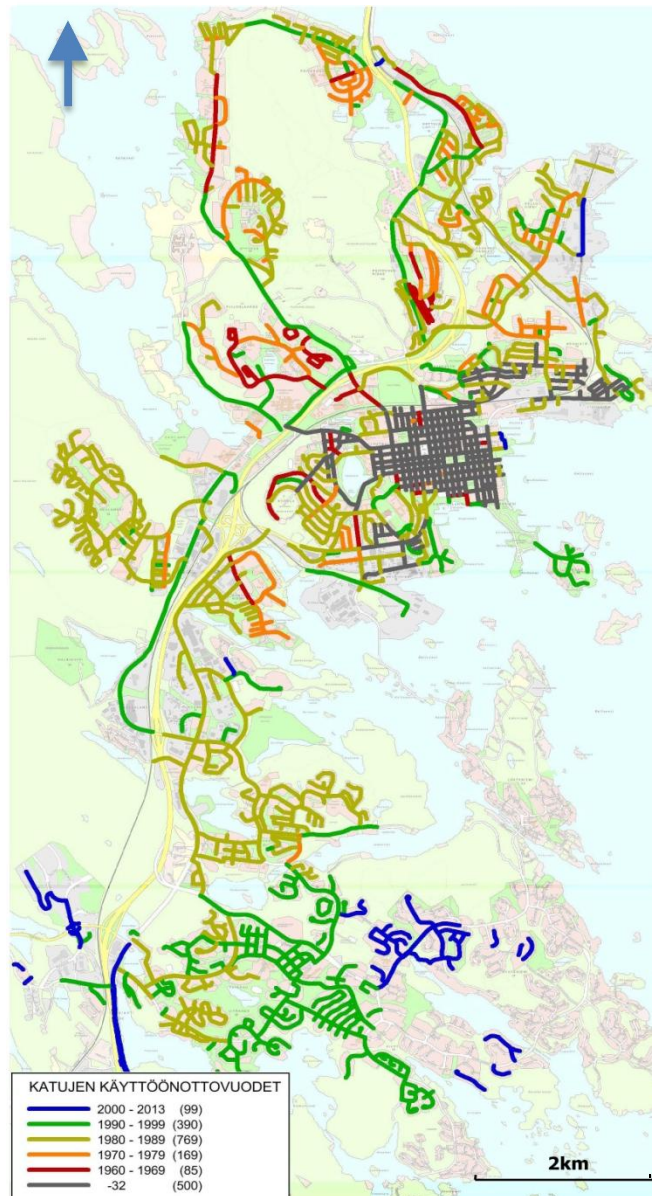


Myös täydennysrakentamisella luodaan lähivuosina uutta asuntokantaa ja tiivistetään olemassa olevaa kaupunkirakennetta. Kuopion kantakaupungin alueelle on suunnitella useita täydennysrakentamisen kohteita. Vanhoja alueita tiivistetään ja uusia alueita tullaan kaavoittamaan niin asumisen, kuin teollisuuden ja liike-elämänkin käyttöön. Muun muassa vuoden 2010 asuntomessualueena toiminut Saaristokaupungin kaupunginosa tulee laajenemaan entisestään ja uusia asuinalueita kasvaa myös Pappilanmäelle, Pihlajalaaksoon, Maljalahdelle, Neulaniemeen ja Savilahti-Savisaari -alueelle. Täydennysrakentamista on suunnitteilla esimerkiksi keskustan alueelle, sekä Puijonlaaksoon, Länsi-Puijolle ja Kelloniemeen. Teollisuudelle ja liike-elämälle on rakennettu uusia alueita lähivuosina myös hieman etäämmälle, kuten Matkuksen alueelle, joka sijaitsee noin kymmenen kilometriä keskustasta etelään. (Kaavoituskatsaus 2012; Kalenoja & Keränen 2012, s33-35)

## 2.1 Katuverkko ja sen tila

Kuopiolla on kunnossapidon alaista väyläverkkoa yhteensä noin 760km, josta reilu 400km on ajorataa. Lisäystä on lähivuosina tullut muutamia kymmeniä kilometrejä pääosin kuntaliitosten myötä. (Kuopion Internetsivut, Kuopion katutietokanta) Yksittäisiä kohteita tulee myös kaupungin hallintaan siirtyvistä ELY-keskuksen alaisista väylistä (Heikkinen 2013), näistä esimerkkinä vuonna 2013 kaupungille siirtynyt Kallansiltojen rinnakkaistie.

Katuverkko on rakentunut (kuva 4) samaa tahtia kaupungin laajenemisen kanssa, joten katujen ikähaitari on laaja. Vanhimmilla ja vilkasliikenteisimmillä osuuksilla kuluminen ja kunnon heikentyminen näkyy selkeimmin ja niitä onkin korjattu sitä mukaa, kun ongelmia on havaittu. Uudempien väylien kuntoon vaikuttavia ongelmia voivat olla esimerkiksi riittämätön routasuojaus tai toimimaton kuivatus. Oman lisäkuormituksensa kaduille aiheuttaa myös liikennemäärien



**Kuva 4** Katujen käyttöönottovuosia. (Kuopion katutietokanta)

kasvu. Kadun kunnan lopullinen romahtaminen alkaa, kun vauriot ylettyvät sen rakennekerrokseen. Aikoinaan Kuopionkin katuja mitoitettiin pienemmille kuormille, joten vanhojen katujen rakennekerrokset ovat ohuempia kuin uusilla kaduilla. Nämä kevytrakenteisemmat osuudet ovat tänä päivänä todennäköisimpiä korjausta vaativia kohteita.

Uuden kadun suunniteltu kestoikä on noin 30-40 vuotta (*Ohjausryhmä 2013*), jonka jälkeen rakennekerrokset on todennäköisimmin uusittava. Kuvassa 4 on esitetty katujen käyttöönottovuosia, siltä osin kun niitä on kaupungin katutietokantaan tallennettu. Kartasta nähdään, että suuri osa katuverkosta on ikänsä puolesta vielä hyvässä tai kohtuullisessa kunnossa. Keskustan kadut ovat kuitenkin vanhoja ja myös kaupungin pohjoisosista löytyy vanhemmanpuoleisia katuja. Kestoikää voi kuitenkin pidentää ja täysimitaisen remontin välttää jatkuvalla kunnossapidolla ja ajantasaisilla korjaustoimenpiteillä. Näin elinkaaresta saadaan jatkumo, jossa aika-ajoin ilmaantuvat ongelmat korjataan eikä niiden anneta kasaantua.

Kyseinen kartta on kuitenkin vain suuntaa-antava, sillä käyttöönoton jälkeisiä korjauksia ei tietokantaan ole merkitty. Esimerkiksi keskustan kaduissa on paljon uudempiakin osuuksia ja erinäisten kunnallistekniikan ja datakaapeleiden korjausurakoiden yhteydessä useille kaduille on saatu uusia rakennekerroksia ja päällystettä.

Näiden korjausten jäljiltä kaduissa voi kuitenkin ilmetä myös uusia ongelmia, sillä mahdollinen huonosti täytetty kaivanto painuu ja elää roudan ja kuormituksen vaikutuksesta eri tavoin kuin muu katurakenne. Sama ongelma saattaa ilmetä myös hyvin toteutetuissa kaivannoissa, kun kohde sijaitsee vanhalla kadulla. Alkuperäiset rakennekerrokset ovat ehtineet jo sekoittua eikä kaikissa vanhojen alueiden kaduissa ole välttämättä alun perin edes käytetty oikeanlaisia materiaaleja. Oikeaoppisesti tehty ja täytetty kaivanto jättää katuun ”liian hyvän” paikan, joka aiheuttaa vastaavan tyyppisen ongelman kuin huono paikka hyvässä kadussa.

Katuverkon ikääntyminen ja siitä johtuvat ongelmat ovat olleet lähivuosina tapetilla useissa Suomen kunnissa. Ongelmien korjaaminen vaatii jatkuvasti enemmän investointeja. Monissa Suomen kunnissa korjaustoimenpiteitä on kuitenkin lykätty ja korjausta vaativien katuosuuksien määrä on kasvanut. (*Okko 2013; Repo 2013*) Voidaan sanoa, että lykätty toimenpide on kuin velkaa, joka lopulta pettäneen katurakenteen muodossa erääntyy maksettavaksi korkoineen. Velkaa voidaan kuitenkin lyhentää tai kuitata pois ajantasaisilla korjaustoimenpiteillä.

Katujen kuntoa ja niiden korjaukseen tarvittavien investointien määrää kuvataan termillä korjausvelka, joka kasvaa katuverkon kunnan heikentyessä ja korjaustoimenpiteitä lykättäessä. Myös termi englanninkielinen käännös ”maintenance backlog” (*Äijö & Virtala 2011, s.5*) kuvaa tilannetta osuvasti, sillä ”backlog” tarkoittaa ajan kuluessa kasaantuvia tehtäviä jotka odottavat toteuttamista.

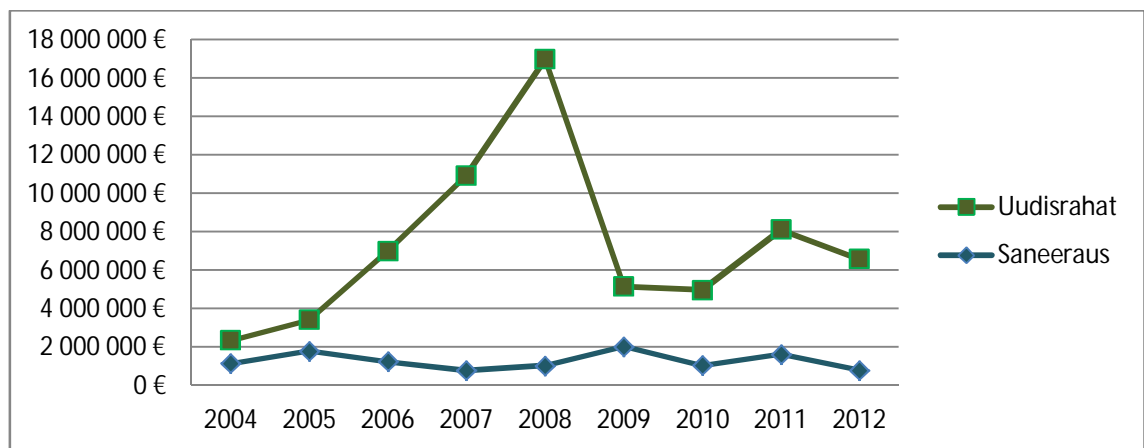
Suurten kuntien korjausvelan määrä on noussut 2000-luvulla myös kuntaliitosten seurauksena. Pienet kunnat tuovat mukanaan uusia alueita ja lisäävät asukasmäärää, mutta samalla lisääntyvät myös katukilometrit ja hoitovastuun sekä korjausvelan määrä. Pienten kuntien kadut voivat olla jo valmiiksi huonokuntoisia ja tarvitsisivat pikaisia

toimenpiteitä, jos kaikkien uuden kunnan alueiden halutaan olevan tasa-arvoisessa asemassa. (Heikkinen 2013; Varonen 2012)

## 2.2 Saneerausmäärärahat ja katuomaisuuden arvo

Puhtaasti katujen kunnostustarpeesta johtuvia saneerauksia on viime vuosina tehty hyvin vähän, sillä saneerauskohteet on määritelty lähinnä muiden tarpeiden mukaan. Katurakenteiden uusimiseen on investoitu esimerkiksi vesijohtoverkon saneerauksen yhteydessä. Kuitenkin kaupungin katuverkolla on paljon kohteita, jotka vaativat kunnostusta jo pelkästään kadun itsensä tähden. (Heikkinen 2013) Kadun ikää saadaan lisättyä, ja täysimittaisen saneerauksen tarvetta lykättyä tulevaisuuteen, myös oikea-aikaisilla pienemmillä korjaustoimenpiteillä. Esimerkiksi infra-alan toimijoiden ja asiantuntijoiden ylläpitämän infrakuntoon.fi -sivuston mukaan kadun käyttöikä lisäävä uudelleenpäällystys maksaa noin 30 000 €/km. Jos ongelmien kuitenkin annetaan pahentua, etenevät ne kadun alempiin kerroksiin ja lopulta uusittavana ovat sekä kadun rakenne että päällyste. Tällaiselle urakalle hinnaksi mainitaan noin 80 000 €/km.

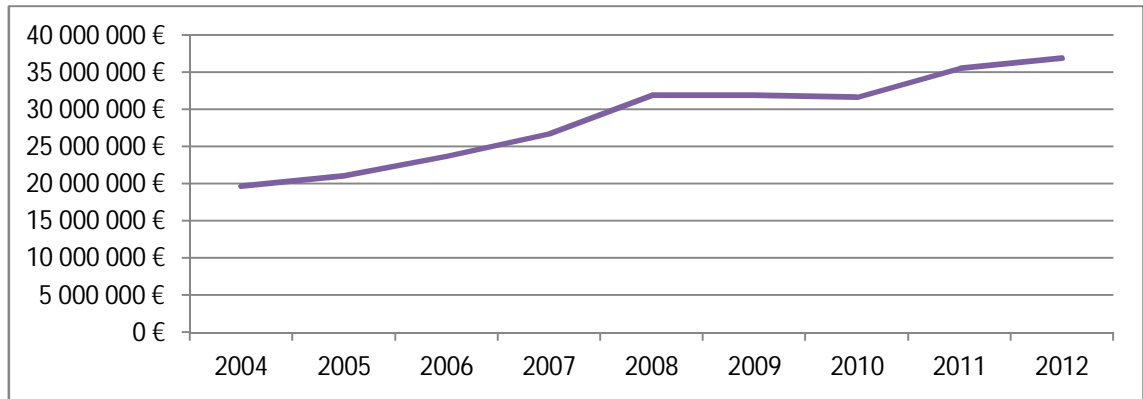
Myös kynnys täysin uusien alueiden rakentamiseen tuntuu olevan huomattavasti matalampi kuin vanhojen alueiden infran korjaamiseen. Tämä nähdään esimerkiksi tarkastelemalla Kuopion katuverkon saneerauksen ja uudisrakentamisen määrärahoja viime vuosilta (kuva 5). Suurin piikki uudisrahojen kuvaajassa muodostuu Saaristokadun ja Matkuksen alueen katujen rakentamisesta. Uudishankkeille on siis löytynyt rahaa tarpeen mukaan, mutta saneerausmäärärahat ovat pysyneet jo pitkään miljoonan euron tietämissä.



**Kuva 5** Katujen saneeraukseen ja uusinvestointeihin käytetyt rahat Kuopiossa vuosina 2004-2012. (Kuopion kaupungin tuloslaskelma)

Katuverkon arvo on kaupungin laskelmissa merkitty taseeseen (kuva 6). Vuonna 2012 tasearvo oli hieman alle neljäkymmentä miljoonaa euroa. Olemassa olevan verkon arvoa taseessa vähennetään vuosittaisilla poistoilla ja saneeraus- ja uusinvestoinnit puolestaan nostavat sitä. Edellä olevasta kuvaajasta nähtiin, että saneerausmäärärahat kalpenevat uudishankkeiden rahoitukselle, joten kuvassa 5 esitettyä tasearvon käyrää nostavat lähinnä uusinvestoinnit.





**Kuva 6** Kuopion katuverkon tasearvo 2004 – 2012. (Kuopion kaupungin tase-laskelma)

Korjaustoimenpiteissä säästäessä syntyneitä ongelmia on Suomessa useilla kunnilla, kuten kuntien yhteisen KEHTO-foorumin hankkeesta voidaan päätellä. Panostuksissa ongelmien korjaamiseen ja väylien kunnan parantamiseen ollaan kunnissa eri vaiheissa. Osalle suurista kunnista on tullut ja tulee lähivuosina myös lisää kunnossapitoa ja korjausta vaativia alueita kuntaliitosten myötä. Kuopio on viimeisten liitosten jälkeen nykyään yli sadan tuhannen asukkaan kaupunki ja kunnossapidon alaisia alueitakin on enemmän kun muutamia vuosia sitten. Esimerkiksi katujen pintauksiin / uudelleenpäällystämiseen oli vuonna 2013 Kuopiossa varattu 240 000€ ja ajoratamerkintöihin 56 000€(taulukko 2). Summa jää vertailussa hieman esimerkiksi Joensuusta, jolla silläkin on katuja reilut 400km. Joensuu panostaa uudelleenpäällystykseen ja ajoratamaalauksiin yhteensä 380 000€ Toisena esimerkkinä Jyväskylä, joka vuonna 2013 laittoi uudelleenpäällystykseen 1 500 000€ja ajoratamaalauksiin 230 000€ Jyväskylällä katuja on noin 500km ja siellä katujen korjausmäärärahojen puolesta on puhuttu aktiivisesti jo vuosia. (Heikkien 2013; Varonen 2013b; Smolander 2013)

**Taulukko 2** Kuopion, Joensuun ja Jyväskylän pinta- ja maalausmäärärahoja. (Heikkinen 2013; Varonen 2013b, Smolander 2013)

Kaupunki	Asukasluku	Katuverkon pituus	Pintauksiin / uudelleenpääl.	Ajoratamaalauksiin
Kuopio	n. 105 000	n. 400km	240 000 €	56 000 €
Joensuu	n. 74 000	n. 400km	380 000 €	
Jyväskylä	n. 135 000	n. 500km	1 500 000 €	230 000 €

Historiatiedolla on tärkeä rooli katuverkon kunnan heikkenemisnopeuden määrittämisessä. Kuntotiedot eri vuosilta auttavat ennakoimaan tulevia korjaustarpeita ja suunnittelemaan ennaltaehkäisevää toimintaa. Katuverkon osalta tällainen tieto on kuitenkin hyvin vähäistä jopa koko Suomen mittakaavassa. Tätä raporttia kirjoitettaessa edes alalla pitkään toimineilla yrityksillä ei ollut antaa tarkempaa tietoa kadun kunnan heikkenemisnopeudesta. Syynä tähän on juuri jatkuvuuden puute mittauksissa. (Marjeta 2013b, Saarenketo 2013) Jo pidempään hautuneet ajatukset katujen systemaattisen kun-

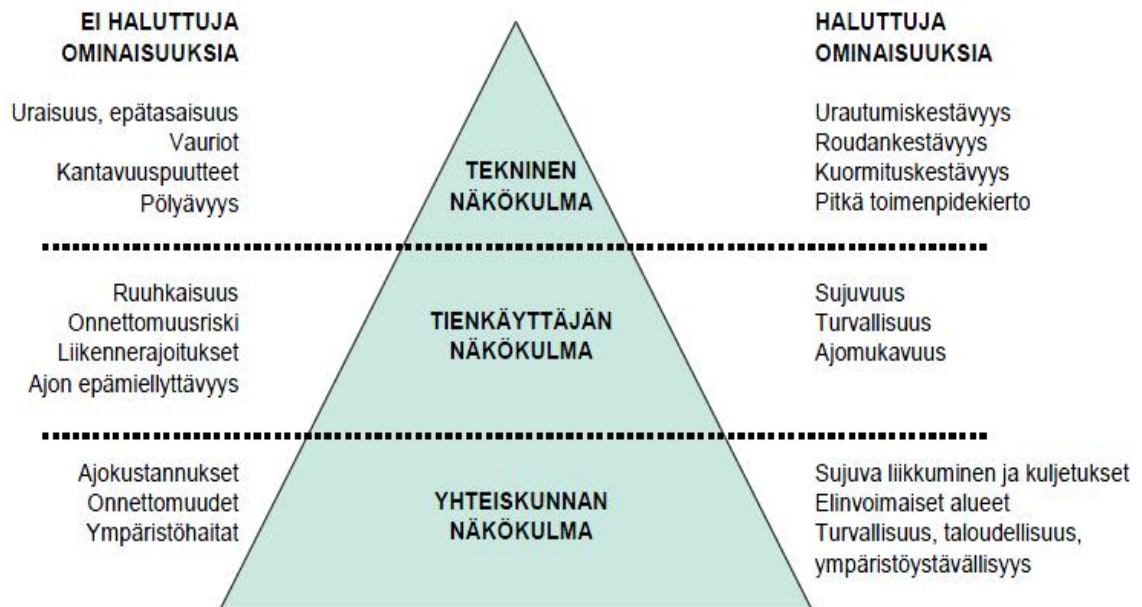
nonhallinnan tarpeellisuudesta ovat alkaneet konkretisoitua vasta viime vuosina. KEH-TO-foorumin projekti ja sen jatkoselvitykset ovat hyvä esimerkki halusta ymmärtää ja kehittää kadun kunnonhallinnan prosessia tehokkaammaksi ja kaukonäköisemmäksi sekä yhtenäistää eri kaupunkien ja alalla toimivien yritysten toimintatapoja liittyen kunn-  
totason ja korjaustarpeen määrittelyyn. Todellisuuteen perustuvia tuloksia saadaan kuitenkin vasta useamman vuoden jälkeen, kun vertailukelpoista dataa on saatu kerättyä tarpeeksi pitkältä aikaväliltä (*Marjeta 2013b*).

### 3 PALVELUTASO, KÄYTTÄJÄTYTYVÄISYYS JA KUNNOSSAPIDON TEHOKKUUS

Väylien ja niiden kunnan hallinnassa joudutaan käytössä olevien ajan, kaluston ja rahan takia tekemään erilaisia luokitteluja ja rajoituksia. Näillä luodaan hierarkkinen kokonaisuus, jonka eri osilla on erilaisia tarpeita ja ominaisuuksia. Näille osille määritellään ominaisuuksiensa perusteella esimerkiksi sallittu kuntotaso ja kunnossapitoa suunniteltaessa tärkeysjärjestyksessä korkeammalla olevien väylien ongelmat pyritään hoitamaan ennen alempiluokkaisia. Yksi tällainen tapa järjestää väyliä ja määritellä niiden tarpeet on jako palvelutasoihin, joiden määritelmässä kuvataan minkä tasoinen liikkuminen väylällä tulisi mahdollistaa ja millaisilla toimenpiteillä kyseistä laatutasoa pidetään yllä.

#### 3.1 Palvelutasonäkökulmat

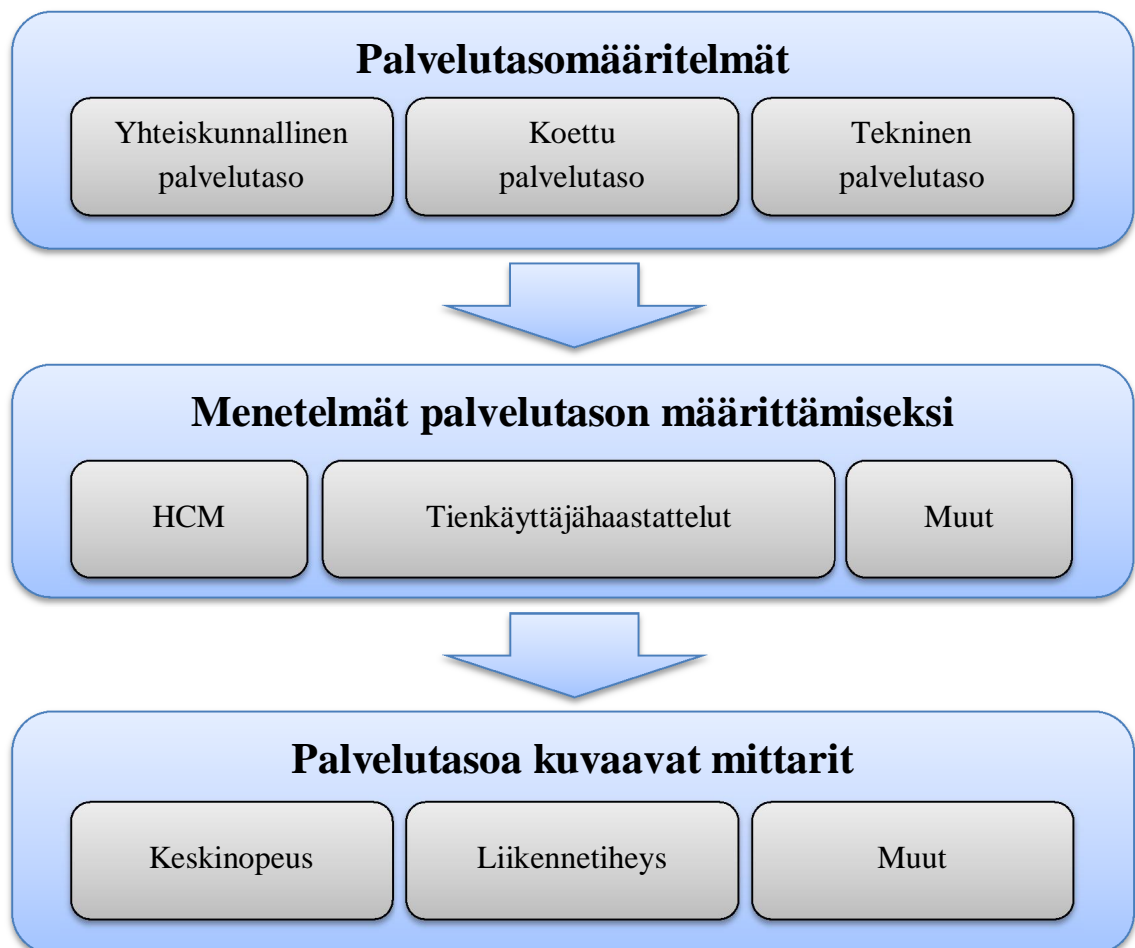
Väyläverkoston kunnossa- / ylläpidon ja rakentamisen tarpeesta tai muusta aiheeseen liittyvästä keskusteltaessa on tärkeä huomioida eri näkökulmat, joista asiaa voidaan katsoa. Väyliä voidaan tarkastella niin yhteiskunnallisesta, kuin omistajan (valtio, kunta) tai käyttäjän näkökulmasta (kuva 7). (Tiehallinto 2004b, s.13-14)



**Kuva 7** Tieomaisuuden ja liikennejärjestelmän haluttuja ja ei-haluttuja ominaisuuksia. (Tiehallinto 2004b, s.15)

Väylän ajo- ja liikkumisoloja kuvataan yleisesti palvelutason käsitteellä. Käsite ei kuitenkaan ole yksiselitteinen, sillä se on riippuvainen edellä mainitusta tarkastelunäkökulmasta (kuva 8). Palvelutason määrittämiseksi on erilaisia tapoja kuvata ja arvottaa siihen vaikuttavia tekijöitä (kuten liikenteen sujuvuutta, tavoitettavuutta, liikennetiheyttä tai turvallisuutta). Tuloksina saadaan sekä määrällisiä että laadullisia arvioita näiden osatekijöiden tilasta, joita puolestaan voidaan verrata määriteltyihin tavoitetasoihin ja luokituksiin. Tästä kokonaisuudesta muodostuu lopulta väylän palvelutaso. (Nevala et al. 2003, s.13-14)

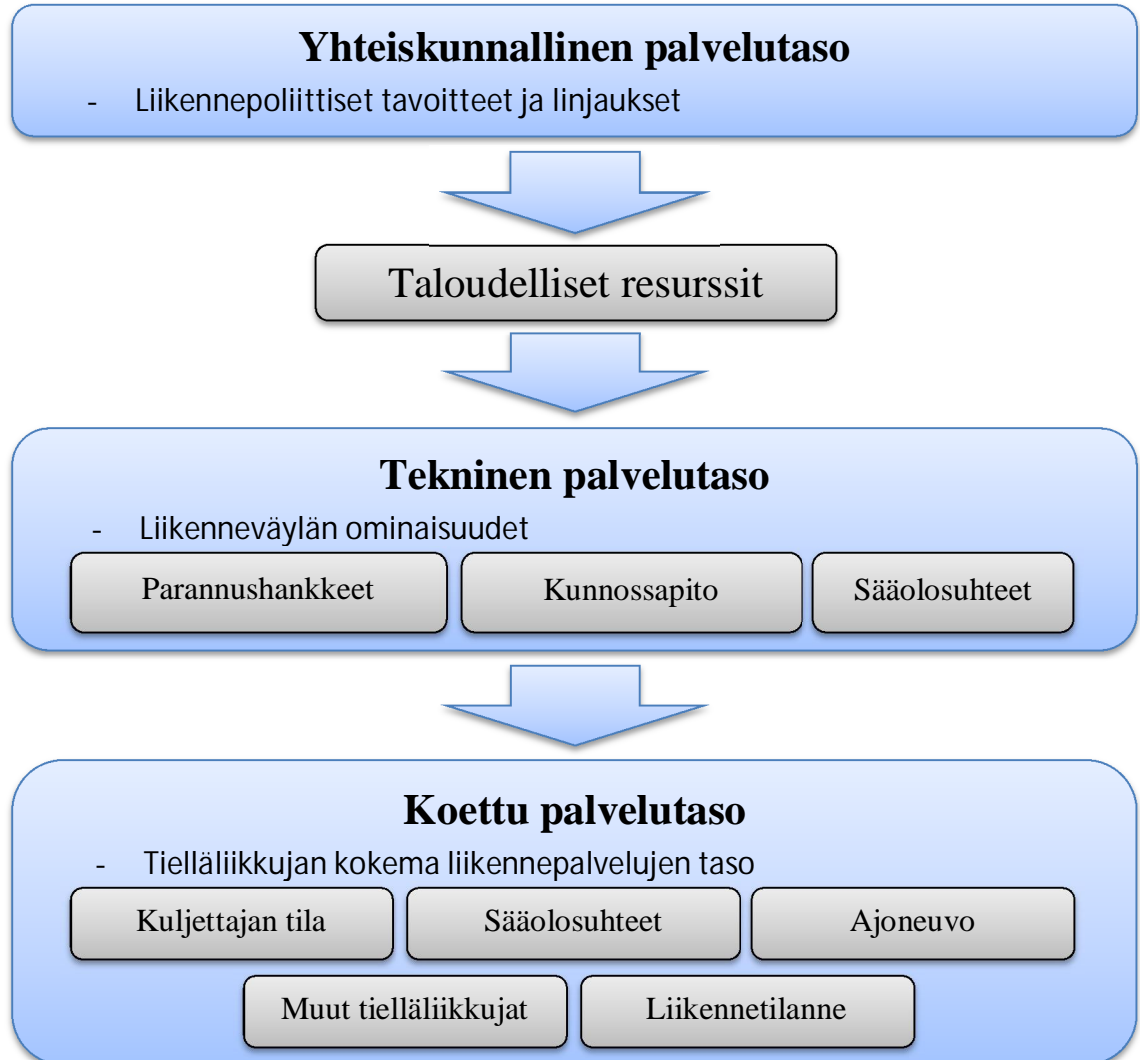
Käsite ja siihen liittyvä terminologia ovat monimutkaisia juuri useiden tarkastelunäkökulmien ja määrittämissperiaatteiden takia. Lisäksi palvelutaso-termiä käytetään laajasti erilaisissa yhteyksissä, kuten esimerkiksi puhuttaessa tiestön kunnosta, liikenteen sujuvuudesta tai joukkoliikenteen palvelun laajuudesta (Nevala et al. 2003).



**Kuva 8** Palvelutason käsite. (Nevala et al. 2003, s.13)

Yhteiskunnallinen palvelutaso määritellään liikennepoliittisissa linjauksissa ja tavoitteissa. Nämä tavoitteet toteutetaan väyläverkolla konkreettisilla toimilla, kuten kunnossapidolla, talvihoidolla ja uusien kohteiden rakentamisella. Näillä vaikutetaan liikenneväylän ominaisuuksiin ja sitä myöten tekniseen palvelutasoon. Määrärahat asettavat kuitenkin valittaville toimenpiteille omat rajoitteensa ja siksi väyliä esimerkiksi jaotellaan eri hoitoluokkiin liikenteellisen tärkeyden mukaan ja hierarkiassa alempana ole-

villa kaduilla sallitaan mahdolliset pienet tai hetkittäiset liikenteeseen vaikuttavat häiriöt / ongelmat. Väylän käyttäjä taasen havainnoi ympäristöään ja liikenteen sujuvuutta omasta näkökulmastaan ja luo oman mielikuvansa palvelutasosta. Kuvassa 9 on avattu eri palvelutasotyyppejen sisältöä ja vaikutuksia toisiinsa. (Nevala et al. 2003, s.14)



**Kuva 9** Eri palvelutasojen keskinäinen yhteys. (Nevala et al. 2003, s.14)

Liikenteen palvelutason määritelmiä käsittelevässä Tiehallinnon julkaisussa (Nevala et al. 2003) on tiivistetty eri osapuolien tärkeimmät näkökulmat palvelutasoajattelussa seuraavasti: ”Yhteiskunnan kannalta taajamatien palvelutasossa tärkeää on alueellisten kehittämisedellytysten säilyminen sekä taajaman asukkaiden turvallisen ja viihtyisän elämisen ja yritysten toimintaedellytysten turvaaminen. Tien omistajan (valtio tai kunta) tavoitteena on käyttäjien tarpeita palveleva tienpito mahdollisimman taloudellisesti toteutettuna. Omistajan kannalta tärkeää on rakentamisen, hoidon ja ylläpidon taloudellisuuden ohella väyläpääoman säilyttäminen. Tien käyttäjän näkökulmasta taajamatien palvelutason tulisi olla sellainen, että taajaman säännöllinen päivittäinen henkilö- ja tavaraliikenne on mahdollista.” (s.14-15)

### 3.1.1 Yhteiskunnallinen palvelutaso

Yhteiskunnallinen palvelutaso määritellään siis liikennepoliittisilla linjauksilla jotka ovat luonteeltaan laadullisia ja sisältävät tavoitetilan sanallisen kuvauksen. Linjauksilla pyritään alueiden sekä niiden asukkaiden ja elinkeinoelämän tasapuoliseen kohteluun. Päämääränä on alueen liikenteellisten toimintamahdollisuuksien turvaaminen ja turvallinen liikkuminen. (Nevala et al. 2003, s.16)

Tasapuolisuuden tavoite määrittää niin sanotun peruspalvelutason, joka turvaa tavanomaisen liikkumisen ja kuljetukset, mahdollistaen näin alueiden elinvoimaisuuden. Muita palvelutasoja (kuva 10) ovat minimipalvelutaso, tavoitetaso ja erityispalvelutaso. Tavoitetasossa elinkeinoelämän ja asukkaiden liikkumistarpeet tyydytetään peruspalvelutasoa paremmin, jolloin kasvun, kehityksen ja sitä myötä yhteiskunnan hyvinvoinnin lisääntymisen edellytykset paranevat. Minimivaatimustasolla taas mahdollistetaan perustarpeiden ja turvallisuuden takaamiseksi tarvittava välttämätön liikennöinti. Erityispalvelutaso on erityisolosuhteita tai liikenteellisiä erityisryhmiä varten tietyllä alueella ylläpidetty taso. (Nevala et al. 2003, s.15)



**Kuva 10** Eri tasoisia palvelutasoja. (Nevala et al. 2003, s.15)

Peruspalvelutason määritelmä ei kuitenkaan välttämättä ole yksiselitteinen, sillä perustaso voi vaihdella riippuen tarkasteltavasta verkon osasta ja alueen luonteesta (Mäntynen et al. 2002, katso Nevala et al. 2003, s.16). Esimerkiksi päätieverkolla tärkeäksi peruspalvelutason osaksi koetaan ainakin liikenteen sujuvuus ja matkustusmukavuus, kun taas katuverkolla ja taajamassa tärkeimpien palvelusotekijöiden joukkoon nousevat saavutettavuus ja turvallisuus. (Nevala et al. 2003, s.16)

Yhteiskunnallisen palvelutason mittaamiseksi ei ole yksiselitteisiä mittareita tai määrittämismenetelmiä, vaan tulkintaan vaikuttavat aina esimerkiksi senhetkisen liikennepoliittikan painotukset ja yhteiskunnan yleinen tila (Nevala et al. 2003, s.24). Kuitenkin esimerkiksi OECD on koonnut suosituksia mitattavista tekijöistä, joilla voidaan kuvata yhteiskunnallisen palvelutason tilaa, niitä ovat:

- Väestön liikkumismahdollisuudet ja sosiaalinen ja alueellinen tasa-arvo, joita määriteltäisiin esimerkiksi hyvän teknisen palvelutason väylien määrän suhteella koko väyläverkostosta tai kokonaismatkakustannusten suhteella bruttokansantuotteeseen.
- Turvallisuutta ja sille määriteltyjen tavoitteiden saavuttamista voitaisiin mitata liikennekuolemien absoluuttisella määrällä tai esimerkiksi suhteessa ajosuoritteeseen.
- Ympäristötekijöitä voitaisiin tarkastella esimerkiksi liikenteestä aiheutuneiden päästöjen määrien avulla. Lisäksi sitoutumista ympäristöasioiden edistämiseen voitaisiin arvioida sillä, onko liikenneasioista päättävissä elimissä sitouduttu erinäisiin ohjelmiin ja hankkeisiin, joilla tähdätään ympäristöongelmien vähentämiseen.
- Myös elinkeinoelämän liikenteellisten toimintaedellytysten tarkastelua voidaan tehdä, mutta sen suora mittaaminen on haasteellista. Alueellisiin toimintaedellytyksiin kuitenkin vaikuttavat esimerkiksi toimivat yhteydet, tieverkon välityskyky, toimintavarmuus ja muut täsmällisyyttä ja nopeutta edistävät tekniset palvelutasotekijät. (Nevala et al. 2003, s.25-24, katso OECD 1997)

Yhteiskunnallisen palvelutason määrittämisessä ja painotusten valinnassa haasteellista on mahdollinen tavoitteiden ristiriitaisuus, sillä lähestymistapaan on valittavana useita eri näkökulmia. Esimerkiksi alueellisen kehityksen kannalta parhaat ratkaisut eivät välttämättä tue yhtä hyvin alueellisen tasa-arvon toteutumista. Myös valittujen tavoitteiden ja olemassa olevien resurssien välinen yhtälö vaatii asettamaan palveluille alueellisia ja väestöryhmäkohtaisia raameja, joilla määritetään kyseiselle alueelle riittävä palvelujen taso. (Nevala et al. 2003, s.39)

### 3.1.2 Tekninen palvelutaso

Teknistä palvelutasoa kuvataan konkreettisilla liikenteestä ja liikenneoloista kertovilla muuttujilla, joita voidaan mitata tai havainnoida. Tällaisia voivat olla esimerkiksi nopeus, matka-aika ja turvallisuus. Myös tieluokitukset kuuluvat teknisen palvelutasoon. Niissä teiden erilaisille kunto- ja muille fyysisille ominaisuuksille, kuten näkemäalueille, piennarleveyksille ja mutkaisuudelle, on annettu kriteerit ja väylät luokitellaan niiden mukaan. Luokkiin voidaan sisällyttää myös kunnossapitotoimenpiteiden toteuttamisnopeus. Esimerkiksi kuinka pian lumen auraus on tietyllä tieluokalla aloitettava. (Nevala et al. 2003, s.17-18)

Kuten edellä mainittiin, tekninen palvelutaso heijastaa yhteiskunnallisen palvelutason linjauksia ja painotuksia. Myös poliittisen päätöksenteon pohjalta myönnetty määrärahat vaikuttavat tekniseen palvelutasoon ja sille määritellyn tason ylläpitämiseen. Väyläverkon omistajan / ylläpitäjän yhtenä haasteena onkin juuri määritellyn tason takaaminen rajallisilla resursseilla mahdollisimman tehokkaasti. Lisäksi teknisen palvelutason haasteena on, kuinka hyvin tekninen määritelmä ja käyttäjien kokema palvelun laatu kohtaavat ja kuinka nämä kaksi saadaan vastaamaan toisiaan mahdollisimman kustannustehokkaasti. (Nevala et al. 2003, s.17-18)

Tekniset palvelutasotekijät kuvaavat liikennejärjestelmän toimivuutta, eli sille määritellyn käyttötarkoituksen toteutumista. Toimivuuden käsite sisältää esimerkiksi seuraavia osa-alueita:

- Liikennöitävyys
- Sujuvuus
- Tavoitettavuus
- Tehokkuus
- Vaivattomuus
- Luotettavuus
- Toimintavarmuus
- Saavutettavuus
- Ajomukavuus (*Nevala et al. 2003, s.26-27*)

Lisäksi erityisesti kevyen liikenteen osalta painottuvat reitin lyhyys ja liikkumisen miellyttävyys. Myös turvallisuus on tärkeä osa kevyen liikenteen palvelutasoa. Liikenneturvallisuutta lisäävät esimerkiksi liikennemuotojen erottelu, turvalliset risteykset ja hyvin hoidettu kevyen liikenteen väylien kunnossapito. Turvallisuuden käsitteeseen liittyy myös sosiaalinen turvallisuus, jonka mittaaminen on kuitenkin vaikeaa. Se liittyy vahvasti miellyttävyyteen ja pitää sisällään esimerkiksi mahdollisen turvattomuuden tunteen, jonka syynä voi olla rikollisuuden pelko tai muuten ympäristöstä johtuva epämiellyttävä tunne. (*Nevala et al. 2003, s.27; Forsblom & Happonen 2006*)

Teknisen palvelutason mittareita kehitetään ja tarkennetaan jatkuvasti. Yksi laajasti käytössä oleva opas, jossa käsitellään myös palvelutason mittareita, on Highway Capacity Manual (HCM). Siinä esitetään erilaisille väylätyypeille soveltuvia mittareita, joita ovat esimerkiksi ajonopeus, ajoneuvotiheys, keskimääräinen matkanopeus ja väylän kuormitusaste. Myös Suomessa käytetyn väylien kuusiportaisen (A – F, erittäin hyvä – erittäin huono) palvelutasoluokituksen taustalla ovat HCM:n määritelmät. (*Nevala et al. 2003, s.29*)

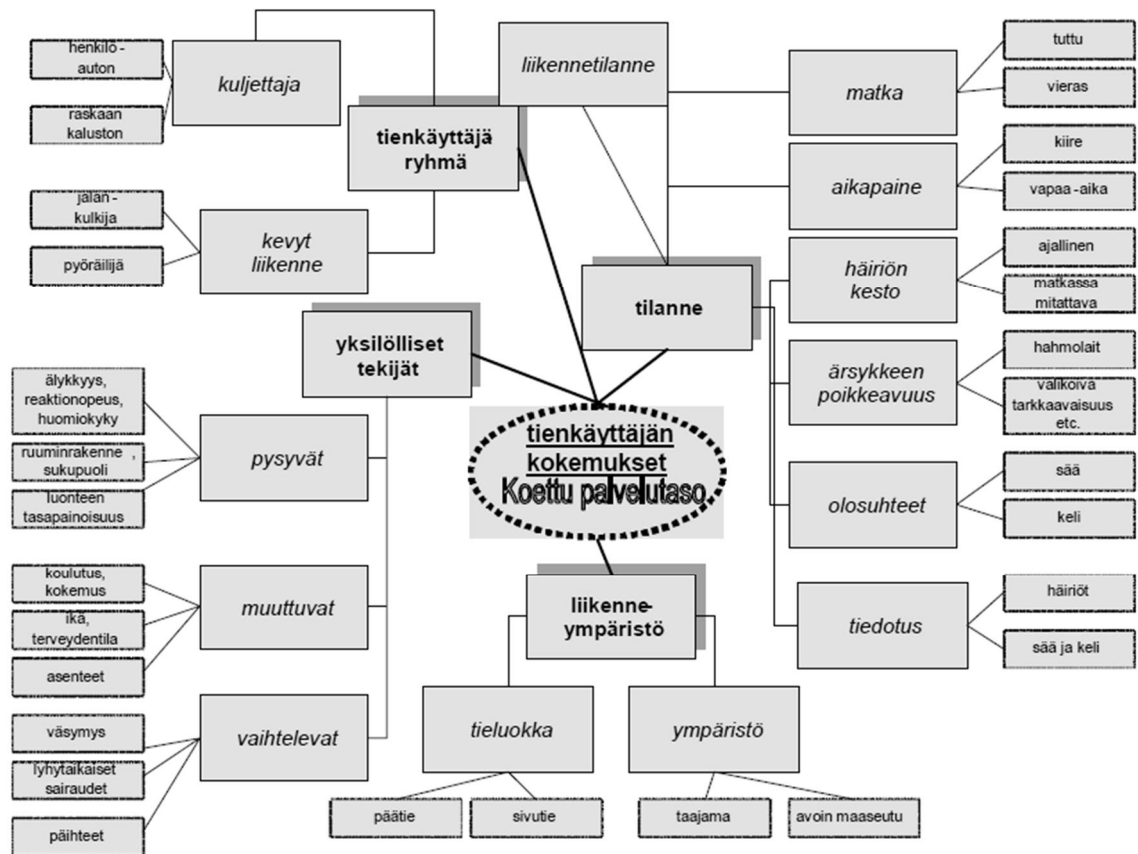
Teknisen palvelutason haasteena on löytää ne mittarit, joilla onnistuttaisiin parhaiten kuvaamaan tienkäyttäjälle tärkeitä liikenteellisiä ominaisuuksia ja tienkäyttäjälle liikenneoloista välittyviä tuntemuksia. On katsottu, että varsinkin HCM:n määritelmät on luotu enemmänkin suunnittelijoiden ja väylän hoitajien näkökulmasta (*Nevala et al. 2003, s.40, katso Pfefer 1999*) tai että nykyään käyttöön valituilla mittareilla ei kyetä tarpeeksi hyvin kuvaamaan tienkäyttäjän tuntemuksia esimerkiksi ajomukavuudesta (*Nevala et al. 2003, s.40, katso Kikuchi & Chakroborty 2002*).

### 3.1.3 Koettu palvelutaso

Koettu palvelutaso on tienkäyttäjän muodostama kuva liikenneympäristöstä ja -tilanteesta. Koettu palvelutaso on jokaisen liikkujan henkilökohtainen objektiivinen mielipide ja siihen vaikuttavia tekijöitä ovat muun muassa tien käyttäjän odotukset, matkan tarkoitus ja matkatyyppi, sekä käytetty liikenneväline mutta myös muuttuvat tekijät, kuten sää ja liikennetilanne. Kuten yhteiskunnallisen palvelutason yhteydessä mainittiin, eri väylätyypeillä ja verkon osilla liikuttaessa korostuvat myös erilaiset omi-



naisuudet. Taajamassa liikkujia odottaa liikenneympäristöltään erilaisia asioita kuin maaseudulla tai valtatiellä. Kuvaan 11 on kasattu erilaisia tien käyttäjän kokemukseen vaikuttavia tekijöitä. Eri liikennemuotojen näkökulmat palvelutason ja siihen vaikuttaviin seikkoihin poikkeavat myös toisistaan ja erityisryhmien huomioiminen parantaa usein myös muiden liikkujien kokemaa palvelutasoa. (Nevala et al. 2003, s.19-20 & 33-35)



**Kuva 11** Koettuun palvelutason vaikuttavia tekijöitä. (Nevala et al. 2003, s.34)

Koettua palvelutasoa voidaan kutsua myös palvelun laadun tasoksi, eli kuinka hyväksi käyttäjä kokee väylän omistajan tuottamien väyläpalveluiden laadun. Teknisen palvelutason mittarit pyritäänkin valitsemaan niin, että ne kuvaisivat mahdollisimman hyvin kyseisellä väylällä liikkuvien henkilöiden laatutason kokemukseen vaikuttavia liikenteen ominaisuuksia. Koettu laatutaso ei kuitenkaan aina vastaa tienpitäjän mittareillaan määrittämää palvelun tasoa. (Nevala et al. 2003, s.21)

Tutkittaessa palvelun laatua, eli koettua palvelutasoa, käytetään hyödyksi erilaisia kyselyitä ja haastatteluja, joilla kartoitetaan käyttäjien mielipiteitä ja kokemuksia väyläverkon kunnosta ja liikennejärjestelmän ominaisuuksista. Käytetyt menetelmät voivat olla joko laadullisia, määrällisiä tai niiden yhdistelmiä. Lopputulos on yhteenveto tai keskimääräinen arvio, jonka pohjalla ovat useiden ihmisten henkilökohtaiset vastaukset. Kyselyillä voidaan myös selvittää, mitä asioita ihmiset kokevat palvelun laadun kannalta tärkeiksi, eli mitä osa-alueita kehittämällä saadaan parhaiten vaikutettua koetun palvelun tasoon. (Nevala et al. 2003, s.22) Kyselyiden tulosten tulkinnassa on kuitenkin haasteena myös se, ettei tavallinen tienkäyttäjä välttämättä osaa erottaa esimerkiksi

tienpitäjän osuutta palvelutasosta, vaan arvioi kyselyssä koko liikkumiskokemustaan kokonaisuutena. Kyselyyn vastaajan ei myöskään voida olettaa esimerkiksi tuntevan alan termistöä, joten kyselyn laatimisessa on otettava huomioon myös kohdehenkilöiden osaamis-/tietotaso. Mielenpidekyselyn ongelmana voi olla myös se, että henkilön vastauksissa korostuu henkilökohtaisen näkemyksen sijaan yleinen mielenpide. Esimerkiksi katujen arvioidaan olevan huonommassa kunnossa, koska asia on noussut esille viimeaikaisten lehtikirjoituksissa ja yleisessä keskustelussa. (Nevala et al. 2003, s.34 & 41-42)

### 3.2 Tyytyväisyys palvelutasoon

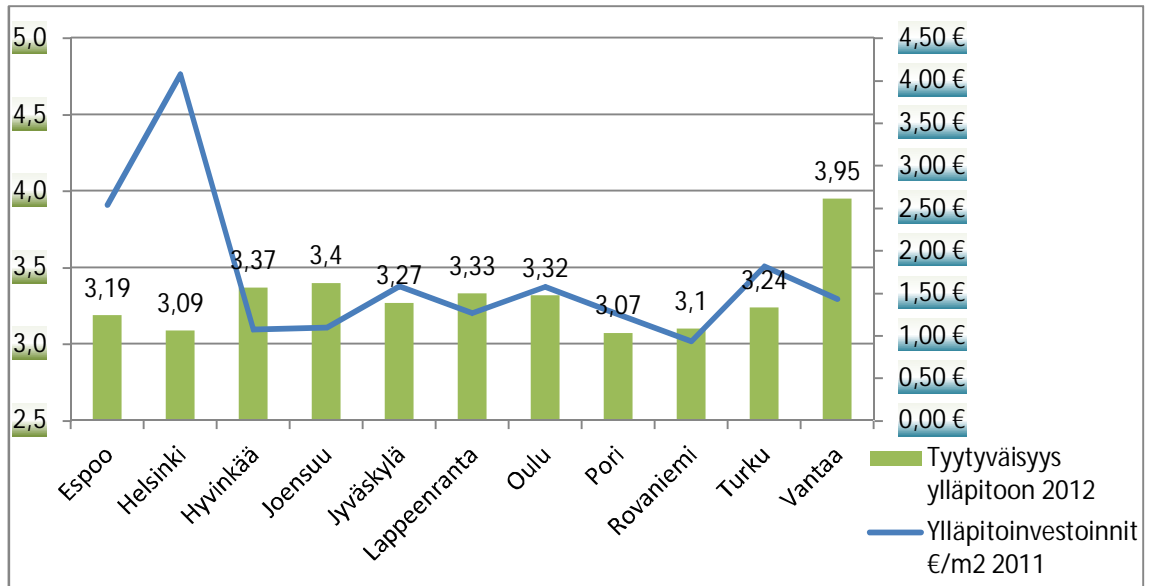
Kuten edellä mainittiin, eri alueiden väylien tekninen palvelutaso määritellään yhteiskunnallisessa palvelutasossa päätettyjen linjausten perusteella. Teknisen palvelutason haasteena ovat rajalliset resurssit, sekä tarve onnistua löytämään ne keinot, joilla väylän käyttäjien kokema palvelutaso saadaan vähintään vastaamaan väylälle määriteltyä palvelutasoa.

Käyttäjien tyytyväisyyttä voidaan mitata erilaisilla kyselyillä ja haastatteluilla ja tuloksia voidaan verrata esimerkiksi aikaisemmin tehtyihin samantyyppisiin tutkimuksiin (tyytyväisyyden kehityksen seuraamiseksi). Lisäksi vertailuun voidaan ottaa mukaan palvelutason luomiseen käytetyt resurssit, jolloin voidaan onko panostuksen ja tyytyväisyyden välillä korrelaatiota. Oman alueen tuloksia voidaan myös verrata muiden alueiden tuloksiin. Tämä kuitenkin vaatii, että tulokset ovat vertailukelpoisia, eli jokaisen alueen tutkimuksissa on esitetty samat kysymykset samanlaisin määritelmin. Varsinkin liikenteellinen palvelutaso sisältää niin monta osa-aluetta ja kysymyksen voi asetella usealla eri tavalla, että vertailukelpoisten tulosten saamiseksi on joka alueella varmintä järjestää sama tutkimus.

Tällainen tutkimus on esimerkiksi yhdyskuntateknisten palveluiden asukastyytyväisyyskysely, joka on toteutettu vuodesta 1992 lähtien. Parillisina vuosina kysely on laajempi ja parittomina vuosina käytetään suppeampaa kyselylomaketta. Nykyään kyselyn tekee ja tulokset raportoi FCG Oy. (Miettinen 2012, s.2)

Kyselyn aihealueita ovat muun muassa kadut, puistot, vesi- ja jätehuolto, katuvalaistus sekä palo- ja pelastustoimi. Kyselyn laajemmassa versiossa kysytään yleistytyväisyyteen liittyvien kysymysten lisäksi ihmisten mielipiteitä myös esimerkiksi katujen, puistojen ja muun ympäristön viihtyvyydestä. (Miettinen 2012, s.1)

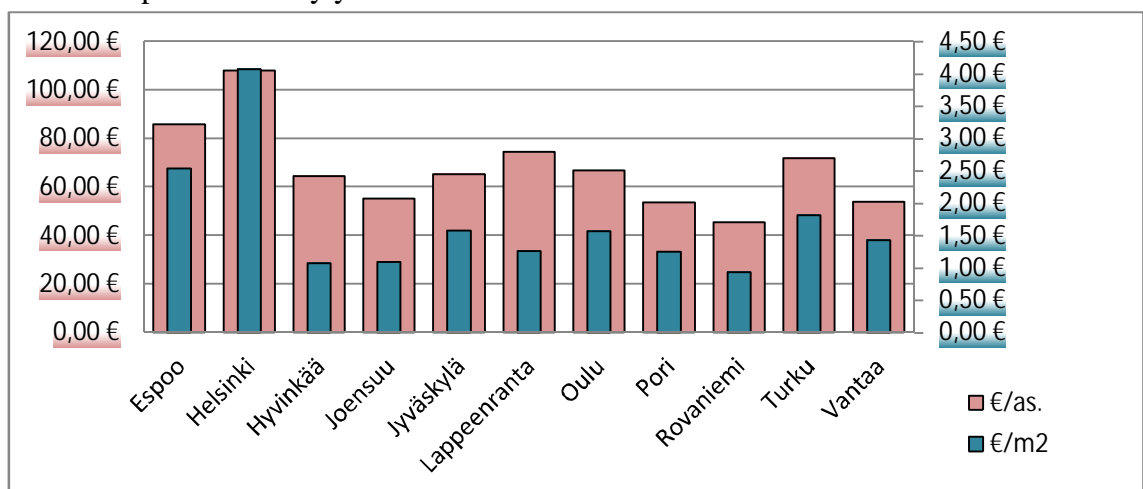
Kuviin 12, 13 ja 14 on kerätty esimerkkejä kuntalaisten vastauksista koskien tyytyväisyyttä liikennealueiden ylläpidosta sekä esitetty tietoja kuntien rahallisista panostuksista asukaskyselyä edeltävältä vuodelta.. Yhdistämällä nämä tiedot voidaan nähdä korreloivatko asukastyytyväisyys ja ylläpidon investoinnit keskenään.



**Kuva 12** Tyytyväisyys ylläpitoon (v.2012) ja ylläpidon investointien määrä €/m<sup>2</sup> (v.2011). (Miettinen 2012)

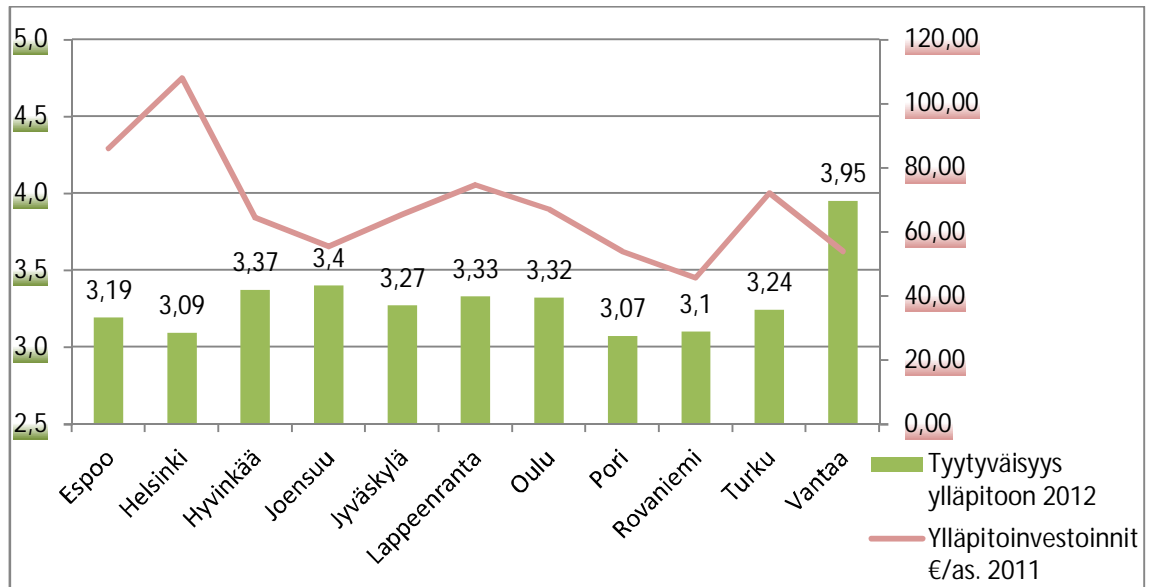
Kuvassa 12 nähdään erojen asukastyytyväisyydessä olevan Vantaata lukuun ottamatta melko pieniä. Tyytyväisyys ei kuitenkaan kulje täysin samansuuntaisesti viivalla kuvatun investointien määrien kanssa. Varsinkin pääkaupunkiseudun alueiden osalta nämä tulos on hyvinkin ristiriitainen, sillä Espoo ja Helsinki jäävät korkeista väyläneliökohtaisista investointimääristään huolimatta tyytyväisyydessä häntäpäähän. Vantaalla puolestaan tyytyväisyys on hyvinkin korkea investointien ollessa lähellä tarkasteltavan ryhmän normaalitasoa.

Kuvassa 12 investoinnit on esitetty suhteessa kaupungin hallinnoimiin väyläneliöihin. Toinen havainnollinen tyyli on esittää investoinnit asukasmäärään suhteutettuna. Tällöin nähdään, paljonko kaupungin panos on yhtä tienkäyttäjää kohden. Nämä kaksi erilaista tapaa on esitetty yhdessä kuvassa 13.



**Kuva 13** Kuntien katualueiden ylläpitoinvestointeja asukasta ja väyläneliötä kohden. (Miettinen 2012)

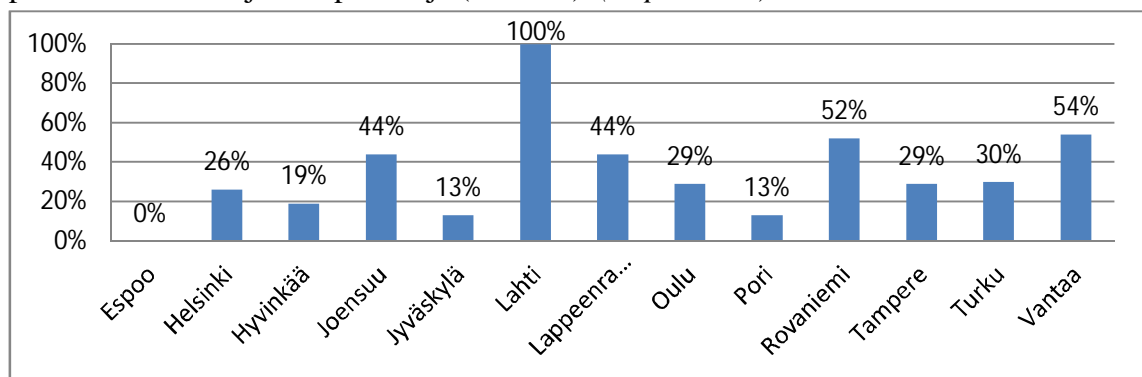
Myöskään tyytyväisyyttä ja yksittäistä asukasta kohden laskettua ylläpitoinvestointia verrattaessa (kuva 14) ei selvää korrelaatiota ole nähtävissä. Pientä samansuuntaisuutta voi löytyä esimerkiksi Lappeenrannan, Oulun, Porin ja Rovaniemen tietoja seurattaessa, mutta kuten edellisessäkin, pääkaupunkiseudun alueiden tulokset eivät osoita minkäänlaista yhteneväisyyttä. Tarkasteltujen kaupunkien osalta erot tyytyväisyydessä Vantaata lukuun ottamatta ovat pienehköjä vaikka asukaskohtaisissa ylläpidon investoinneissa on useampien kymmenien eurojen eroja.



**Kuva 14** Tyytyväisyys ylläpitoon (v.2012) ja ylläpidon investointien määrä €/asukas (v.2011). (Miettinen 2012)

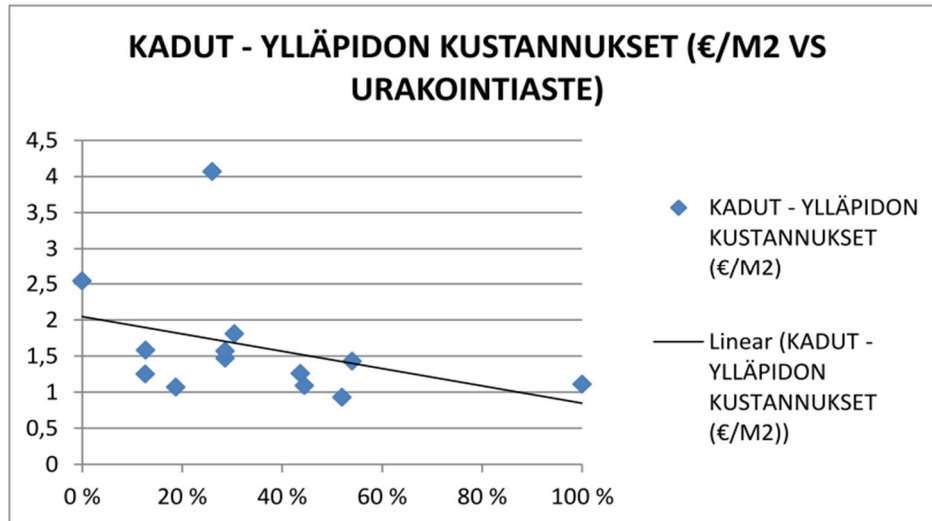
### 3.3 Kunnossapidon tehokkuus

Väylien ylläpidossa on siis haastavaa löytää mahdollisimman kustannustehokasta tapaa vastata tienkäyttäjien tarpeisiin ja vaikuttaa palvelutason kokemiseen. Kustannustehokkuuteen pyrittäessä vastaan tulee myös kysymys ylläpitotöiden ulkoistamisesta. Kuntien toimintatavoissa on tässä kohden eroavaisuuksia, sillä osa pitäytyy yhä suurimmaksi osaksi omassa työssä, kun taas osa on siirtynyt ainakin osittain käyttämään myös ulkoisten urakoitsijoiden palveluja (kuva 15). (Rapol 2012)



**Kuva 15** Ulkoa ostettujen palvelujen osuuksia kaupungeittain. (Rapol 2012, s.33)

Katujen ja viheralueiden kustannusvertailu –hankkeessa (*Rapal 2012*) nostetaan esille urakointiasteen ja ylläpidon kustannusten välillä havaittu yhteys, jonka perusteella ylläpidon keskimääräinen neliöhinta muodostuu sitä halvemmaksi, mitä enemmän käytetään ulkopuolista urakoitsijaa oman työn sijaan (kuva 16). Työsuoritusten kilpailuttamisella päästään siis kustannustehokkaampaan toteuttamiseen kuin vaihtoehdossa, jossa suurin osa töistä teetetäisiin kunnan omalla liikelaitoksella tai vastaavalla taholla.



**Kuva 16** Ylläpidon kustannusten vertailu ulkoa ostetun työn määrään. (*Rapal 2012, s.33*)

VTT:n julkaisemassa *Ownership and governance of Finnish infrastructure networks* -julkaisussa (*Leviäkangas et al. 2011*) arvostellaan kuntien tapaa käyttää liikelaitoksiaan, sillä esimerkiksi urakoiden antaminen oman liikelaitoksen hoidettavaksi ilman kilpailutusta vääristää markkinoita ja heikentää alan kehitystä. Lisäksi raportissa todetaan kunnan oman tuotannon usein kärsivän päällekkäisistä toiminnoista ja liiallisesta byrokratiasta, jotka hidastavat sen toimintaa ja heikentävät tehokkuutta. Jos omaa toimintaa ei haluta täysin lopettaa, sen toimintatapoja tulisi julkaisun mukaan muuttaa liiketoimintalähtöisemmäksi. Tämä tarkoittaisi esimerkiksi toiminnan tuotteistamista ja politiikan vaikutusvallan vähentämistä toiminnassa ja sen korvaamista asiantuntevalla johdolla. Töiden tilaamisen lisääntyessä kunnan olisi tärkeää myös panostaa hankintaosaamisen kehittämiseen ja keskittyä omistajapolitiikan pyörittämiseen.

Pienemmillä kunnilla voi nousta ongelmaksi tarjottavien urakoiden riittämätön laajuus, jolloin alan yrityksiä on vaikea saada kiinnostumaan. Tähän Kuntaliiton julkaisemassa *Huomispäivän infrastruktuuri -raportissa* (*Malinen P. et al. 2012*) ehdotetaan ratkaisuksi entistä syvempää alueellista yhteistyötä niin naapurikuntien, kuin kunnan ja paikallisen ELY-keskuksen välillä. Näin urakka-alueista saadaan tarpeeksi laajoja ja urakan kesto on mahdollista määritellä pidemmäksi kuin yksittäisellä kunnalla olisi varaa. Yhteistyöstä mainitaan myös kattavampien yhteisten toimintamallien kehittäminen ja tilattavien töiden yhdenmukaiset vaatimukset kuntien kesken.

Julkaisussa kehoitetaan myös ennakoluulottomaan uusien ja erilaisten toimintamallien (esimerkiksi erinäiset pilottihankkeet) kehittämiseen yksityisen sektorin kanssa.

Monissa kunnissa infraomaisuuden hallinta ja siihen liittyvät kokonaisuudet voivat vielä tänäkin päivänä olla hieman heikolla pohjalla. Omaisuuslajien määrä-, paikka- ja kuntotiedon kerääminen, ylläpito ja hallinnointi tulisi pikaisesti päivittää nykypäivän vaatimalle tasolle. Lisäksi tämän datan erilaiset käyttömahdollisuudet tulisi tiedostaa ja hyödyntää sitä rutiinipäätöksenteon tukena. Laaja tietopohja mahdollistaa paremman kokonaisuuksien hallinnan ja tulevaisuuden toimenpiteiden tehokkaamman suunnittelun sekä taloudenpidon. (Malinen P. et al. 2012) Hyvänä esimerkkinä kuntotiedon haltuunotosta ovat nykypäivänä yleistyvät laaja-alaiset kuntoinventoinnit esimerkiksi kunnan katuverkolla. Tällä toimenpiteellä saadaan muodostettua kokonaiskuva omaisuuden tilasta ja päästään suunnittelemaan tarkempia kartoituksia tai korjaustoimenpiteitä.

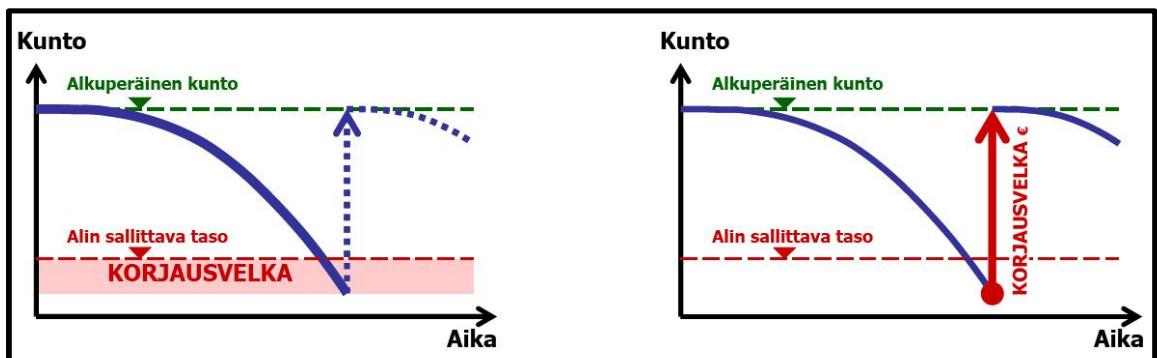
## 4 KORJAUSVELKA JA KUNTOTIETO

Korjausvelkaa on mahdollista olla kaikissa rakenteissa, kuten esimerkiksi katu- ja viemäriverkostoissa tai rakennuksissa. Tässä työssä käsitellään vain väyläverkkoon liittyvää korjausvelkaa. Sen käsite määritellään esimerkiksi seitsemän Euroopan valtion yhdessä rahoittaman ERANET –projektin (Äijö & Virtala 2011 s.8, Weninger-Vycudil et al. 2009 mukaan) mukaan seuraavasti:

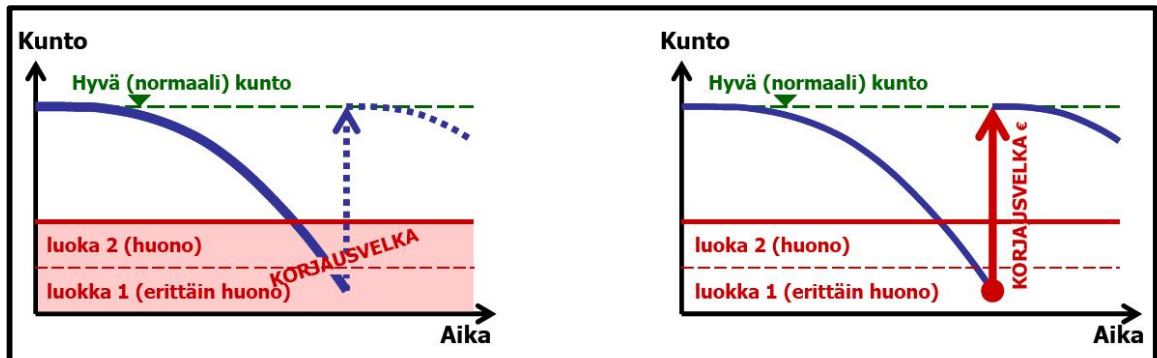
*”Väyläomaisuuden kunnossapitovelka muodostuu asetettujen tavoitteiden ja nykykunnan välisestä erosta. Kunnossapitovelka ilmaistaan sekä ’ei rahamääräisenä’ että rahamääräisenä tietona väyläomaisuudelle ja sen osille”*

Termi on ollut käytössä jo pidemmän aikaa, varsinkin sen englanninkielinen vastine ”maintenance backlog”. Sillä on kuitenkin viitattu yleensä vain ei-rahamääräiseen kuntovajeeseen. Esimerkiksi Pohjois-Amerikassa termi on ollut käytössä jo 1980-luvulla päällysteen kuntoa analysoitaessa, mutta vielä vuonna 2001 American Association of State Highway and Transportation Officials:n paikalliselle liikennevirastolle tuottamassa raportissaan ei korjausvelka-termiä oltu tarkemmin määritelty, eikä sen rahamääräisestä ulottuvuudesta mainittu. (Weninger-Vycudil et al. 2009 s.108)

Yllä olevassa määritelmässä mainitaan ”asetetut tavoitteet”, jotka ainakin ERANET-projektin raportin mukaan vaihtelevat hieman maittain. Yleensä ei-rahamääräinen korjausvelka ilmoitetaan niiden väyläkilometrien määränä, joiden kunto alittaa alimman hyväksyttävän kuntoluokan, tai kuten Suomessa, kunto sijoittuu luokkaan ”huono” tai ”erittäin huono” (kuvat 17 ja 18).



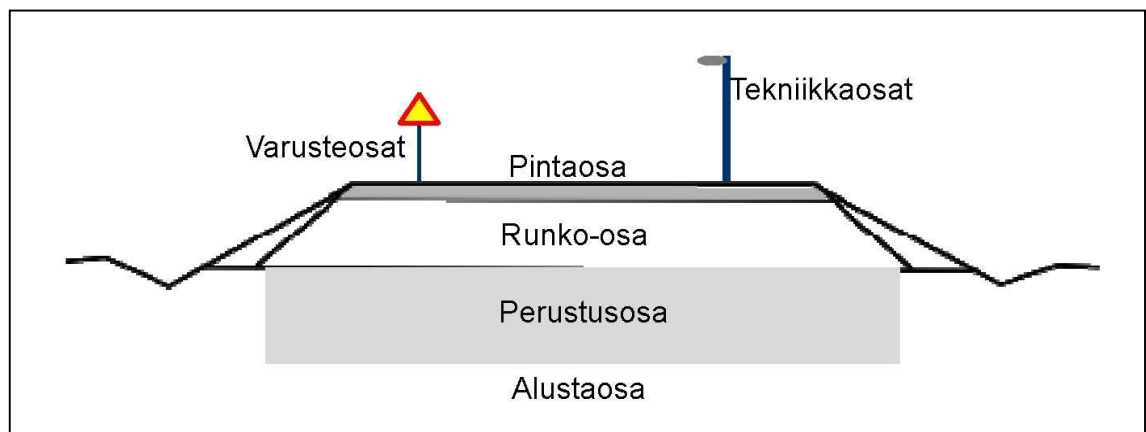
**Kuva 17** Korjausvelka Tanskan malliin. (Weninger-Vycudil et al. 2009, s. 129)



**Kuva 18** Korjausvelka Suomen malliin. (Weninger-Vycudil et al. 2009, s.129)

Ei-rahamääräisen korjausvelan ohella voidaan puhua myös rahassa mitattavasta korjausvelasta. Se on yksinkertaisimmillaan se rahamäärä, joka tarvitaan ei-rahamääräisessä korjausvelassa määritellyn tason alapuolella olevien väyläosuuksien korjaamiseksi määrättyyn hyväksyttävään tasoon. Tämä taso on yleensä ”hyvä” / ”normaali”, eli hieman uutta vastaavaa kuntoa heikompi. Ideaa on selvitetty kuvissa 17 ja 18, joissa vasemmalla puolella on ei-rahamääräisen ja oikealla rahamääräisen korjausvelan määritelmät siten kuin ne ymmärretään muun muassa Tanskassa ja Suomessa. ”Hyvälle” tasolle laskettava korjauskustannus on kuitenkin todellisuudessa vain laskennallinen kustannus, sillä väylän korjaaminen esimerkiksi ”75-prosenttiseen kuntoon” ei todellisuudessa ole mahdollista eikä kannattavaa. Oikeassa tilanteessa korjauksen jälkeen väylän kunto on lähellä uutta vastaavaa, eli 100 %. Vain ”hyvään” kuntoon korjaaminen ei ole käytännöllistä myöskään siksi, että korjauksen valmistuttua kuntotaso laskee heti kyseisen tavoitteen alle. Korjaamalla yli hyvän tason, saadaan korjausvelka nollattua hieman pidemmäksi aikaa.

Väyläverkolta voidaan korjausvelan laskennassa erottaa erilaisia osia, kuten esimerkiksi pintaosat ja varusteosat. Mitä tarkemmin laskettava kokonaisuus jaetaan osiin, sitä tarkemmin korjaustarpeet saadaan määriteltä. Tämä kuitenkin vaatii, että jokaisen omaisuuserän osan kunto inventoidaan ja tallennetaan erikseen ja että niiden kunnolle on määritely tavoitetaso. (Rantanen 2013, Weninger-Vycudil et al. 2009) Kuvassa 19 on esimerkki omaisuuserän osaryhmistä kadun osalta.



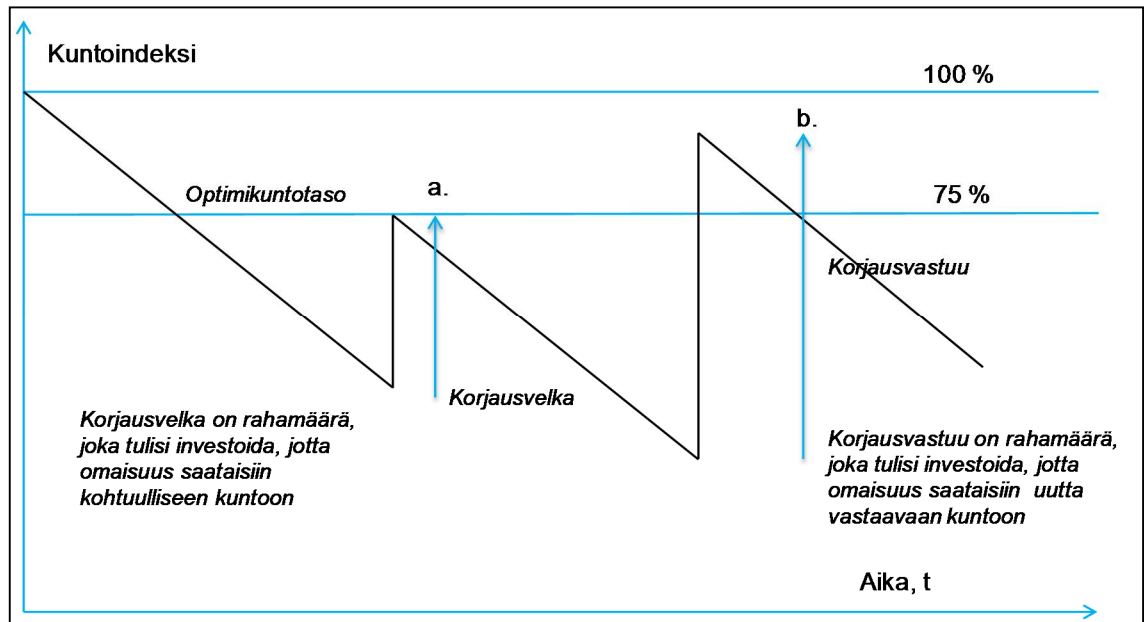
**Kuva 19** Omaisuuserän osaryhmät kadulla. (Rantanen 2013, s.15)



Tarkin kuntotieto niin tie- kuin katuverkolta on pintaosista, eli päällysteestä ja heikoin tieto varuste- ja tekniikkaosista (*Äijö & Virtala 2011*). Varuste- ja tekniikkaosat on tässäkin työssä jätetty lopullisen tarkastelun ulkopuolelle.

Korjausvelka (tai kunnossapitovelka, riippuen lähteestä) ja sen englanninkielinen vastine maintenance backlog ovat termeinä esiintyneet alan julkaisuissa jo useampina vuosina. Aikaisemmin on käytetty myös nimitystä jälkeenjäämä (*Spoof & Männistö 2006*). Korjausvelka-sana on kuitenkin vakiintunut ehkä myös siksi, että termiä on helppo käyttää yleisessä keskustelussa. Asiaan perehtymätönkin ihminen saa käsityksen, mitä sanalla tarkoitetaan. Lisäksi velka- sanalla saadaan luotua negatiivinen mielleyhtymä ja se toimii hyvin tilanteessa, jossa halutaan kiinnittää huomio kunnossapito- ja korjaustoimien lykkäämisestä aiheutuneeseen jälkeenjäämään. Termiä käytetään kuitenkin tilanteesta riippuen kuvaamaan niin rahamääräistä kuin ei-rahamääräistä vajetta. Korjausvelka sopii parhaiten juuri rahamääräisestä vajeesta puhuttaessa. Esimerkiksi *Äijö & Virtala (2011)* ovat käyttäneet ei-rahamääräisestä nimitystä kunnossapitovaje.

Kuitenkin käytännön toteutukseen mentäessä korjausvelka, kuten se määritellään, ei anna todellista kuvaa siitä, paljonko kyseisten väylien korjaus tulisi maksamaan. Korjausvelan määritelmässä väylä korjataan vain laskennallisesti ”tavoitetasoon” tai ”optimikunnostustasoon”, jotka ovat riippuvaisia kunkin väylän hierarkiatasosta. Todellisuudessa väylän kunto pyritään korjauksella nostamaan lähemmäksi uuden veroista. Tällöin korjausvelan muodostuminen ei ala uudestaan heti korjauksen valmistuttua. Tämä lisäys korjausvelan käsitteeseen tuodaan KEHTO-projektin raportissa ja idea on esitetty kuvassa 20. Tätä lähempänä todellisuutta olevaa rahamäärää kutsutaan kyseisessä raportissa korjausvastuiksi (*Rantanen 2013*). Korjausvelka on kuitenkin vakiintunut termi puhuttaessa tämänhetkisen kuntotason vertailusta tavoitetasoon. Oikeiden nimitysten käyttö on kuitenkin tärkeää siinä vaiheessa kun tuloksia julkistetaan. Tässä työssä on laskettu sekä korjausvelka että korjausvastuu, mutta painotus on todellisuutta lähempänä olevassa korjausvastuussa.



**Kuva 20** Korjausvelan laskentatapa. (Rantanen 2013, s.12)

Yhtenäiset määritelmät sekä mittaus- ja laskentatavat ovat tärkeitä, jotta eri alueiden korjausvelasta saataisiin vertailukelpoista tietoa. Se on tärkeää myös työn tilaamisen kannalta, jotta markkinoilla olevilla kuntomittauksiin erikoistuneilla yrityksillä ja heidän asiakkailtaan olisi sama käsitys tilauksen sisällöstä. Tällaisia yhteisiä linjoja on valtioiden tasolla pyritty luomaan esimerkiksi ERANET-Backlog-projektissa ja Suomen kuntien tasolla KEHTO-foorumin korjausvelkaprojektissa. ERANET-Backlog projektin loppuraportissa (Weninger-Vycudil et al. 2009) mainitaan laajemmin korjausvelkalaskelmien tuloksien käyttömahdollisuuksista:

- Kyetään esittämään kunnossapidon lykkäämisen ja kunnossapitobudjetin leikkaamisen konkreettisia vaikutuksia päättäjille ja kansalaisille.
- Tienkäyttäjiltä kerättyjen kuntotasoon liittyvien mielikuvien vertailu laskennallisiin, objektiivisiin, tuloksiin. Käyttäjien tyytyväisyyden arviointi.
- Budjettineuvottelut
  - o Rahoitustarpeen perustelu ja helpompi vertailu muiden tahojen vaatimusten kanssa
- Kehityksen / tulosten raportointi.
- Tiedon välittäminen medialle ja kansalaisille.
- Oman toiminnan ja kehityksen vertailu muihin maihin / kuntiin (ongelmana mahdolliset erot laskutavoissa). (Weninger-Vycudil et al. 2009 s.148)

Väylien ylläpidossa kunto- ja korjausvelkatietoa voidaan käyttää monella tasolla. Kuntotekniikka Oy:n toimitusjohtaja Jari Marjeta listaa (Marjeta 2013a) tiedon käyttömahdollisuuksia neljällä eri päätöksentekotasolla:

### 1. Rahoitustarpeen perustelu

Rahoitustarpeen perustelussa korjausvelkaa voidaan käyttää apuvälineenä virkamiesten ja poliitikkojen välisessä keskustelussa ja tulevista määrärahoista päätettäessä.

Korjausvelka-termin avulla päättäjille pystytään selventämään esimerkiksi väyläpääoman arvon säilyttämisen tärkeyttä. Marjeta kuitenkin sanoo (s.4), että ”on muistettava poliittisten päättäjien tausta, joka ei yleensä helpota korjausvelan ymmärtämistä.”

## 2. Strateginen ohjaus

Poliittiset päättäjät ja virkamiehet määrittelevät ylläpidon periaatteet, tavoitteet sekä resurssit, joilla tavoitteet pyritään saavuttamaan. Nämä ovat strategisen tason päätöksiä ja korjausvelka-ajattelun tulisi olla yksi ohjauksen taustalla vaikuttava tekijä. (Marjeta 2013a s.4)

## 3. Ohjelmointi

Korjausvelan laskentaa varten mitattu tieto palvelee myös ohjelmointitasoa. Ajantasaista kuntotietoa voidaan käyttää hyväksi strategian mukaisten hankkeiden suunnittelussa ja toteutuksessa. (Marjeta 2013a s.4)

## 4. Hankinta

Olemassa oleva kuntotieto on hyvä pohja myös hankinnoille. Tiedon perusteella esimerkiksi tarkempien lisämittausten / -inventointien tilaaminen saadaan kohdennettua oikeille alueille tai tietoja voidaan tarkkuutensa puolesta käyttää jo suoraan suunnittelun pohjana. (Marjeta 2013a s.4)

Marjeta mainitsee myös (s.5) nykypäivän päätöksenteossa yleisesti vallalla olevan ajatuksen kuntoinventointien / -mittausten kalliista hinnoista. Tilannetta on kuitenkin osattava ajatella oikeassa kontekstissa ja verrattava oikeisiin asioihin, josta Marjeta antaa esimerkin:

*”Väite: Meillä ei ole varaa tehdä kuntomittauksiin perustuvaa arviointia koko katuverkolle! Pitääkö väite täysin paikkaansa? Syyperusteiset vaurioinventointi- tai mittaus-tulokset ovat käytettävissä lisäksi hanketasolla suunnittelun lähtötietoina, ylläpidossa, jne.*

*Karkea esimerkki: Kunnan 972 km katu- ja KLV verkon haltuunotto maksaa kuntomittauksin 100 000 €. Lautakunta laskee, että samalla rahalla saadaan päällystettyä erittäin huonokuntoinen, kunnan terveysasemalle vievä Röntgenkatu. Ajourata on leveydeltään 7 m ja ajoradan vieressä kulkee yhdistetty jk + pp, leveydeltään 3 m. Toimenpide päätetään toteuttaa urakoitsijan ehdotuksesta pintaamalla sekä ajorata, että kevyen liikenteen väylä. Pahimmat painumat korjataan tasausmassalla, reunakivi päätetään ehdotuksen mukaisesti korottaa liukuvalumenetelmällä. Kustannusarvio on seuraava:*

Toimenpide	Leveys	Pituus	Määrä	yks	€/yks	Kustannus
AB 16/120 MP	10	972	9720	m <sup>2</sup>	9,12	88 646,40 €
Piennartäyttö			21	m <sup>3</sup> rtr	150,00	3 150,00 €
Päällyste, pienalueet 1-50 m <sup>2</sup>			882	m <sup>2</sup>	9,60	8 467,20 €
						<b>100 263,60 €</b>

*Kahden talven jälkeen katupituudesta on uudestaan routinut 782 m, kolmen vuoden jälkeen toiminnallisuus on samaa luokkaa kuin ennen päällystystyötä. Oliko hanke kannattava?” (Marjeta 2013a s.5)*

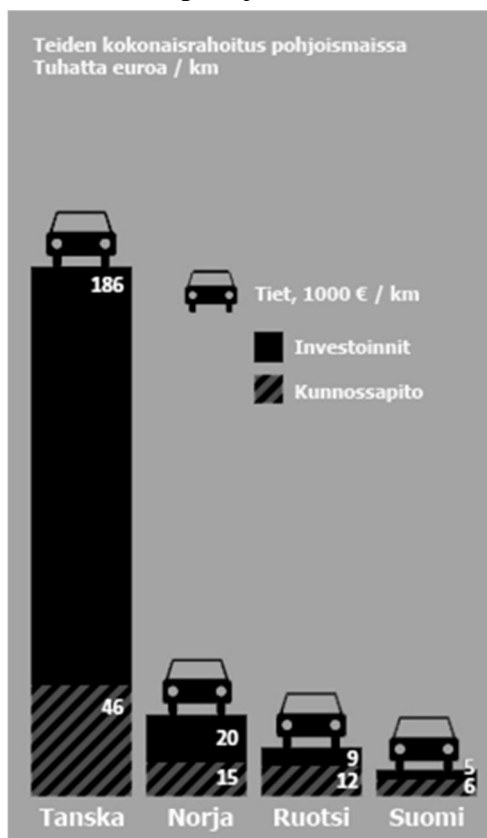
## 4.1 Korjausvelka-ajattelu Suomen ja lähimaiden tieverkolla

Väyläverkon kunnossapidon ja korjaamisen suunnittelussa sekä kuntotiedon hankinnassa on Suomessa eroja valtion ja kuntien välillä. Valtion tieverkon kuntoa on analysoitu mittauksien pohjalta jo pidemmän aikaa ja Liikennevirastolla onkin käytettävissään laaja aineisto tieverkosta ja sen kunnosta. Tieosuuksien toimenpidesuunnitelmat laaditaan näiden tietojen pohjalta. (Äijö & Virtala 2011)

Laajan verkon mittauksissa ja laskelmissa käytetään erilaisia mittalaitteita ja mitattaville kuntomuuttujille on määritelty hyväksyttävät rajat. Osuuksille, joilla nämä rajat alittuvat, syntyy korjaustarvetta. Laskentatapoja on vuosien mittaan ollut useita ja laskelmiin otetut muuttujat ovat riippuneet niin saatavilla olevasta mittausdatasta kuin siitä, mihin tarpeeseen mittauksia on milloinkin tehty. (Ruotoistenmäki 2005; Spoof & Männistö 2006; Tiehallinto 2009)

Aihetta on käsitelty myös maailmalla ja jokaisella maalla on ollut hieman oma tapansa ja omat tarpeensa mitata ja tulkita tuloksia. Eroja valtioiden välillä löytyy myös siitä, minkä tahon vastuulla eritasoiset väyläverkostot ovat (Weninger-Vycudil et al. 2009).

Myös väylänpitoon ja siihen panostamiseen suhtaudutaan eri maissa eri tavoin. Esimerkiksi Ruotsissa tieverkolle osoitettu rahoitus on selvästi Suomea edellä. Siellä asioita katsotaan pitkäjänteisemmin kuin meillä. (Tyynyniemi 2013) Helsingin sanomille



**Kuva 21** Teiden kokonaisrahoitus pohjoismaissa. (mukailtu: ROTI-työryhmä 2013, s.24)

syksyllä 2013 haastattelun antanut silloinen liikenneministeri Merja Kyllönen totesi, että ruotsalaiset näkevät väyliin kohdistetun rahoituksen satsauksena tulevaisuuteen, mutta Suomessa liikenneinfra nähdään usein vain ”välttämättömänä kulueränä”. Uutisessa myös Lemminkäinen oy:n Pohjoismaiden johtaja Timo Vikström mainitsee infrahankeita löytyvän muista Pohjoismaista selvästi enemmän kuin Suomesta. Kuvassa 21 on Rakennetun omaisuuden tila 2013 -raportissa esitetty havainnollistava katsaus teiden kokonaisrahoituksen määristä Tanskassa, Norjassa, Ruotsissa ja Suomessa.

Uusimmassa ROTI-raportissa (2013) painotettiin pitkäjänteisen, yli vaalikausien kestävän sitoutumisen tärkeyttä infrahankeissa ja keskittymistä perusväylänpitoon. Raportissa mainittiin myös naapurimaa Ruotsin päättäjien ja asiantuntijoiden toimivasta vuoropuhelusta.

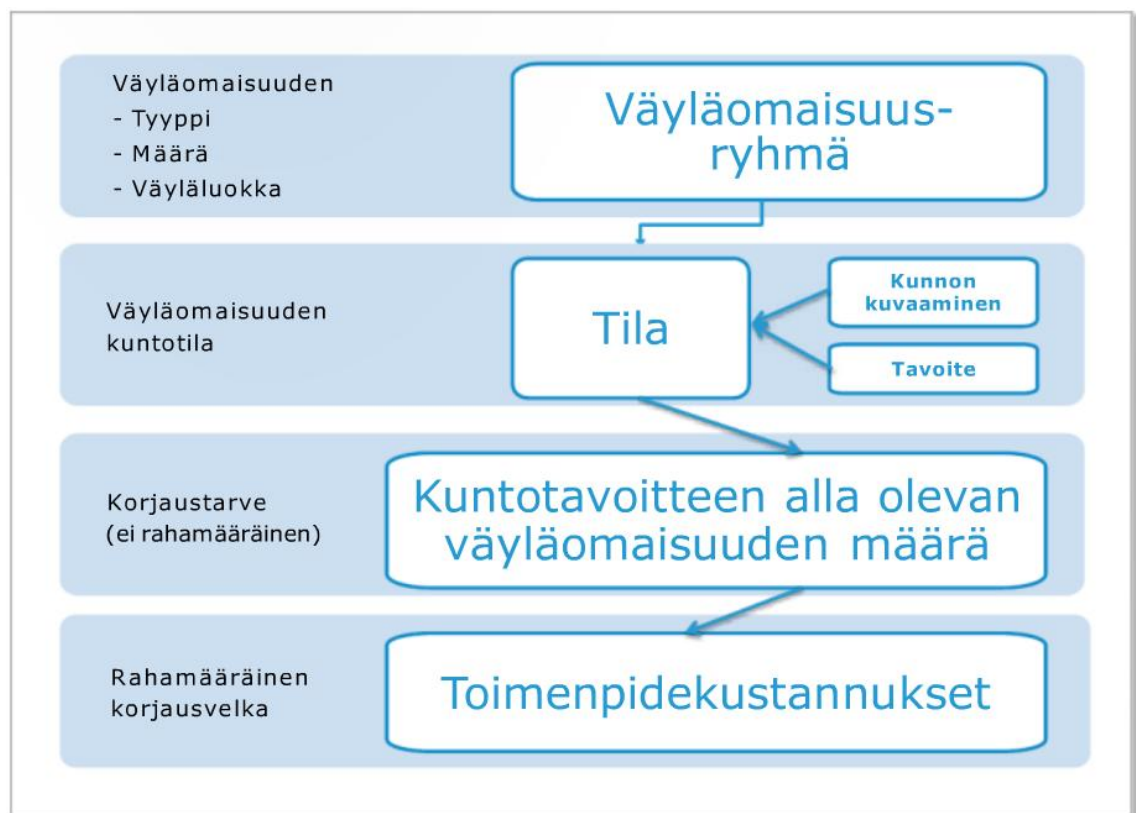
Samassa julkaisussa mainittiin Suomea koskevana hyvänä asiana kevään 2013 kehysriihes-

sä tehty päätös siirtää 100 miljoonaa euroa väyläinvestoinneista pieninvestointeihin ja ylläpitoon. Vuoden 2015 hallitusohjelmaan kuitenkin toivottiin vuotuista 300 miljoonan euron korotusta perusväylänpitoon, jotta aikaisempina vuosina kerääntynyt korjausvelka saataisiin tulevaisuudessa kurottua umpeen. (ROTI-työryhmä 2013 s.30)

Kevään 2014 kehysriihessä hallitus kuitenkin ilmoitti leikkaavansa väylärahoituksesta 100 miljoonaa euroa. Lisäksi Vasemmistoliiton lähdettyä hallituksesta liikenneministeri Merja Kyllösen paikalle ei valittu uutta ministeriä, vaan tehtävät päätettiin lisätä kuntaministeri Henna Virkkusen työnkuvaan. (Pajunen 2014)

Myös maailmalla korjausvelka on myös tuttu termi, vaikkakin käsitteen määrittelystä löytyy hienoisia eroja maiden välillä. Vuosien 2008 ja 2009 aikana läpiviedyssä ERANET-Backlog -projektissa seitsemän Euroopan maan (Itävalta, Tanska, Suomi, Norja, Ruotsi, Sveitsi ja Iso-Britannia) tiehallinnot rahoittivat tutkimuksen, jossa käytiin läpi eri maiden tapoja kuntotason ja korjausvelan määrittämisessä ja pyrittiin kehittämään laskentaan yhteisiä suosituksia. (Äijö & Virtala 2011; Weninger-Vycudil et al. 2009)

Laadittu ohjeistus on tarkoitettu suuntaviivoiksi eri maiden omille kuntolaskelmille. Kuitenkin jo kulumiseen vaikuttavat olosuhteet voivat olla maiden kesken niin erilaiset, että esimerkiksi tarkkoja toimenpiderajoja tai arvoja kuntomuuttujien luokitteluun ei tutkimuksen tuloksissa lopulta päätetty antaa. Lopputulos laskennan ohjeeksi on esitetty yksinkertaistettuna kuvassa 22. (Äijö & Virtala 2011; Weninger-Vycudil et al. 2009)



**Kuva 22** Korjausvelan laskennan vaiheet. (Äijö & Virtala 2011b)

Kuntotiedon kokoamisessa korostettiin väyläomaisuuden ryhmittelyä. Erityyppisiä väyliä tulee käsitellä omina ryhminään ja lisäksi eri väyläluokat tulee eritellä, jotta korjaustoimenpiteet saadaan painotettua väylille tärkeysjärjestyksessä. Seuraavassa vaiheessa kerätään kuntotieto erinäisin mittauksin. Kunnan kuvaamiseen määritellään mittarit ja kuntomuuttujien arvoille sallitut rajat. Kuntotasolle on myös oltava tavoite, johon mittausten perusteella saatua todellista kuntoa verrataan. (Äijö & Virtala 2011; Weninger-Vycudil et al. 2009)

Suomessa käytetään viisiportaista kuntoluokitusta; Erittäin hyvä, Hyvä, Tyydyttävä, Huono, Erittäin huono. Väyläomaisuus on jaettu päällystettyihin teihin, sorateihin, kevyen liikenteen väyliin, siltoihin ja varusteisiin. Ryhmien sisällä omaisuuslajit voidaan ryhmitellä vielä esimerkiksi tärkeysjärjestykseen kunnossapitoluokkien mukaan. (Tiehallinto 2009, s.5) Korjaustarpeen laskennassa ohjeistetaan jakamaan aineisto hyvä- ja huonokuntoisiin, joista huonokuntoisten perusteella määritellään korjausterve. Tämä raja kulkee Suomen luokituksessa tyydyttävän ja huonon välissä. (Äijö & Virtala 2011; Weninger-Vycudil et al. 2009)

Väylien ryhmittelyn ansiosta tavoitetaso voidaan asettaa erikseen jokaiselle väyläluokalle. Kun todellisuutta verrataan tavoitteisiin, saadaan tuloksena ei-rahamääräinen korjaustarve. Tällainen on esimerkiksi tieto siitä, kuinka monta kilometriä väyliä on kunnoltaan huonompaa kuin tavoitetaso. Tavoite on voitu myös asettaa niin, että esimerkiksi huonokuntoisia 1. luokan väyliä sallitaan olevan 1% luokan yhteispituudesta. Mittausten perusteella saadaan todellinen prosenttimäärä ja nähdään, paljonko se eroaa tavoitteesta. Viimeinen vaihe on itse korjausvelan laskeminen, eli edellisessä vaiheessa määritellyn kuntovajeen muuttaminen rahamääräiseksi. Tämä saadaan laskemalla niiden korjaustoimenpiteiden kustannukset, joilla havaittu kuntovaje saadaan nollattua ja väyläverkko kunnostettua tavoitetasoon. (Äijö & Virtala 2011; Weninger-Vycudil et al. 2009)

Raportissa mainitaan, että korjausvelan käsite ymmärretään kaikissa tutkituissa maissa karkeasti ottaen samalla tavoin. Kuitenkin esimerkiksi väylän kunnan tavoitetasoissa ja tasoissa, joiden jälkeen korjausvelkaa alkaa syntyä, on eroja eri maiden välillä. Taulukossa 3 on kuvattu raportissa esitetty yhteenveto korjausvelan käsitteen käytöstä käytännössä. Pohjoismaiden ja Saksan osalta korjausvelan määrittely omaisuuserille on hyvällä mallilla. Varusteiden ja laitteiden osalta tilanne on yleisesti ottaen heikoin. (Weninger-Vycudil et al. 2009, s.128)

**Taulukko 3** Korjausvelan käsitteen soveltaminen tutkituissa maissa eri omaisuusserien kohdalla. (Weninger-Vycudil et al. 2009, s.128)

Omaisuusserä	AT	DK	FI	NO	SE	CH	UK	DE	SI
<b>Yleinen</b>	B	A	A	A	A	B	B	A	B
<b>Päällyste</b>	B	A	A	A	A	B	C	A	B
<b>Rakenteet</b>	B	A	B	A	A	B	C	A	C
<b>Varusteet</b>	C	A	B	A	B	C	C	C	C

A = Korjausvelan käsite on määritelty ja käytössä  
 B = Korjausvelan käsitettä ei sovelleta, mutta jokin vastaava lähestymistapa on käytössä  
 C = Korjausvelkaa ei ole määritelty eikä vastaavaakaan tapaa ole käytössä

Raportista myös selviää, (taulukko 4) että vuonna 2009 ei vielä oltu paneuduttu rahamääräisen korjausvelan määrittämiseen. Kuntotasoihin ja sanalliseen määrittelemiseen perustuva ei-rahamääräinen tapa kuitenkin oli jo silloin käytössä useissa tutkituissa maissa.

**Taulukko 4** Ei-rahamääräisen ja rahamääräisen korjausvelan käsitteen käyttö tutkituissa maissa. (Weninger-Vycudil et al. 2009, 128)

Omaisuusserä	AT	DK	FI	NO	SE	CH	UK	DE	SI
<b>Ei-rahamäär.</b>	○	●	●	●	●	○	○	●	●
<b>Rahamääräinen</b>								●	

A = Korjausvelan käsite on käytössä  
 B = Vastaava lähestymistapa (teoreettinen, ei otettu käytäntöön)

## 4.2 Korjausvelka kuntien katuverkolla

Kunnissa katuverkon korjauksia ja kunnan seurantaa on tehty lähinnä oman henkilöstön toimesta ja suunnitelmat on laadittu kunnossapidosta vastaavan henkilön / henkilöiden ehdotusten mukaan. (Laitinen 2013; Virtala 2013) Kokenut ammattilainen kykenee kunnan katuverkolla tekemään mainitut suunnitelmat omiin havaintoihinsa pohjautuen, mutta kokonaisuuden hahmottaminen voi silti olla haastavaa. Lisäksi varsinkin kokonaiskuvan jakaminen muille sidosryhmille voi osoittautua hankalaksi, jos tieto on suurimmaksi osaksi muutamien henkilöiden varassa. Tästä esimerkkinä rahoitustarpeen osoittaminen, jos verkon kunnosta on olemassa vain henkilökohtaisia mielipiteitä.

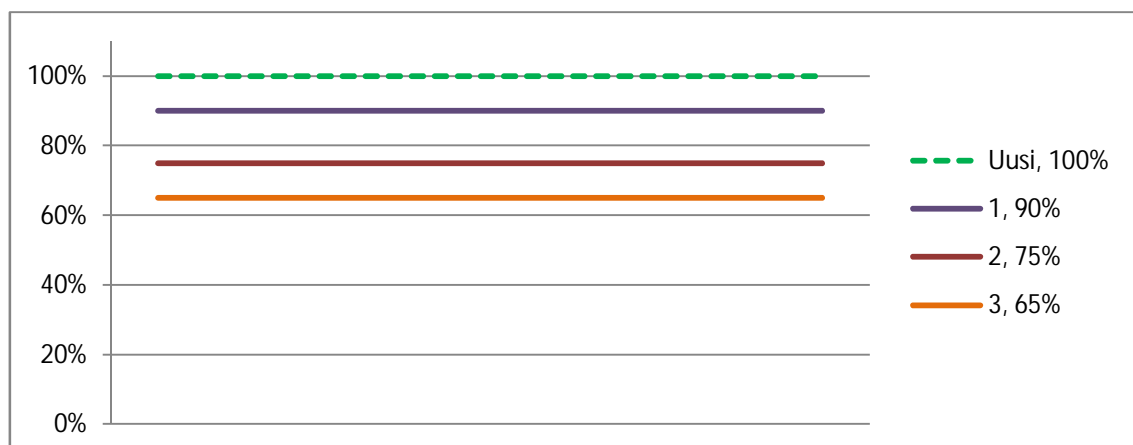
Alan lehdissä ja muussa mediassa on viimeaikoina nostettu esille rapautuvan infran kohtaloa myös kunnissa (Hynynen 2013; Okko 2013; Taipale 2013; Repo 2013). Varsinkin katujen kunnan heikkeneminen on lähtöisin jo aikaisempina vuosikymmeninä tehdyistä säästöistä, eikä aiheutettua jälkeenjäämää ole otettu riittävässä määrin huomioon seuraavien vuosien määrärahoissa (Repo 2013). Kuntien teknisellä sektorilla väyläverkon kunnan heikkeneminen ja siitä koituvat ongelmat on pantu merkille, mutta vuosittaisella rahoituksella on voitu puuttua vain pahimpiin kohteisiin ja usein vain tär-

keimmillä väylillä. Yleinen keskustelu aiheesta on parantanut tietoisuutta ja luonut siten mahdollisuuksia tilanteen paranemiselle. Myös tekniikan kehittyessä on saatu käyttöön kustannustehokkaita mittaus- ja laskentamenetelmiä, joilla on päästy kartoittamaan kuntien katuverkkojen yleistä tilaa. (Smolander 2013; Okko 2013; Repo 2013)

Kuntien yhteisellä KEHTO-foorumilla on meneillään samantyylinen selvitys korjausvelan laskentaperiaatteista, kuin edellä mainittu ERANET-projekti. Siinä pyritään Kuntaliiton, kuntien sekä alan konsulttien yhteistyönä määrittelemään korjausvelkalaskennan periaatteet ja termistö sekä laatimaan laskentaohje kuntien katuverkon tarpeita silmälläpitäen. Kyseinen selvitys kuitenkin jatkuu yhä, sillä ensimmäisessä vaiheessa luodun korjausvelan määritelmän ja yleisten laskentaperiaatteiden määrittämisen jälkeen on vuorossa laskentamallin ja -ohjelman kehittäminen. Hanke on edennyt keväällä 2014 jo laskennassa käytettävien muuttujien valintaan ja eri ominaisuustietojen yhteensovittamiseen. Laskentamallin kehitys on kuitenkin haastavaa, sillä mitä tarkempia tuloksia mallita halutaan, sitä monimutkaisemmaksi ja työläämmäksi laskentaprosessi ja lähtötietojen hankkiminen menee. Lopputulos tulee siis olemaan kompromissi laskentatarkkuuden ja käytettävyyden välillä. (Rantanen 2014)

Tämän työn pohjana on käytetty KEHTO-projektissa esiteltyä ideaa, sillä todellisten korjauskustannusten, eli korjausvastuun, määrän laskeminen nähtiin tärkeäksi juuri määrärahaeskustelua ajatellen. KEHTO-projektin raportissa on pyritty myös lähemmäksi itse laskentaprosessia ja korjausaikataulun suunnittelua esimerkiksi määrittelemällä eri kunnossapitoluokkien kaduille optimikunnostustasot ja esittelemällä näkemyksiä kadun rakenteiden heikkenemistahdista. (Rantanen 2013)

Optimikuntotaso on jokaiselle väylätyypille erikseen määritelty kuntotaso. KEHTO-foorumin selvityksessä on kunnossapitoluokan 1 kaduille määritelty optimikuntotasoksi 90% kun vasta rakennetun uuden kadun taso on 100%. Kunnossapitoluokan 2 kaduille optimitaso olisi 75% ja kunnossapitoluokalle 3 se olisi 65%. Tasot on havainnollistettu alla kuvassa 22. (Rantanen 2013, s.11)



**Kuva 23** Eri katuluokille määritellyt optimikuntotasot. (Rantanen 2013, s.11)



Tässä työssä päädyttiin yhdistämään kunnossapitoluokat 1 ja 2, sillä Kuopiossa selkeä ero käyttötarkoituksessa ja kunnossa tulee vasta siirryttäessä luokkaan 3. Lisäksi luokan 2 katuja on määrällisesti paljon vähemmän, joten oman kokonaisuuden luomista niistä ei nähty tarpeelliseksi. Kuopion katujen korjausvelkaa laskettaessa yhdistetyille 1. ja 2. kunnossapitoluokan kaduille määriteltiin optimikuntotasoksi 90% ja kolmannen luokan kaduille 65%. Kevyenliikenteenväylille ja jalkakäytävälle valittiin yksi yhteinen optimikuntotaso, 75%. Näiden prosenttilukujen perusteella on korjausvastuun yhteyteen laskettu myös tarkastellun katuverkon korjausvelan määrä.

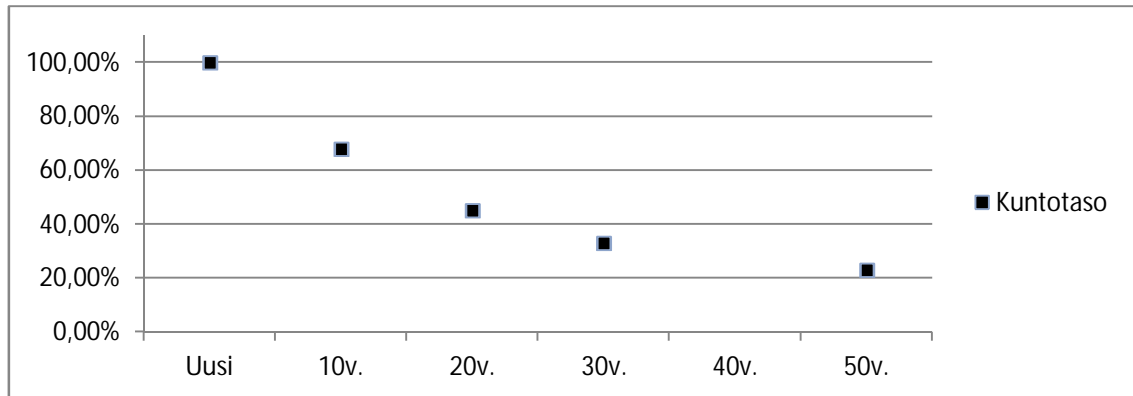
Korjaustoimenpiteiden suunnittelun ja korjausvelan kertymisen kannalta haastavaa on kuntotason tulevaisuuden ennustaminen. Asia todetaan myös KEHTO-foorumin selvityksessä (*Rantanen 2013, s.12*), jossa mainitaan useiden eri tekijöiden vaikuttavan kunnan heikkenemistähtiin. Mahdollisimman tarkan arvion laatiminen heikkenemistähdista vaatii konkreettisten kohteiden kunnan seurantaan useiden vuosien ajan. Tällaista aineistoa on katuverkolta kerätty kuitenkin vasta melko vähän (*Marjeta 2013b*). Kuntotasoista ja niiden laskentamalleista voidaan kuitenkin tehdä oletuksia, kuten korjausvelan määrityshankkeen raportissa (*Rantanen 2013, s.14*), jossa kadun kuntotaso koostetaan eri rakenneosien sekä varusteiden ja laitteiden yhteenlasketusta, kohteen iästä riippuvasta kuntoarvosta.

**Taulukko 5** Eri osatekijöiden kunnan muutos ajan suhteen. (*Rantanen 2013, s.14*)

Omaisuuserän osaryhmä	TEOREETTINEN MALLINNUS					AISTIVARAINEN HAVAINNOINTI				
	Uusi	10v	20v	30v	50v	Erittäin hyvä	Hyvä	Tyydyttävä	Huono	Erittäin huono
Alustaosat	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Perustaosat	25 %	24 %	20 %	18 %	16 %	25 %	24 %	20 %	18 %	16 %
Runko-osat	25 %	23 %	19 %	13 %	6 %	25 %	23 %	19 %	13 %	6 %
Pintaosat	20 %	10 %	2 %	1 %	0 %	20 %	10 %	2 %	1 %	0 %
Tekniikkaosat	15 %	8 %	5 %	2 %	0 %	15 %	8 %	5 %	2 %	0 %
Varusteosat	15 %	5 %	0 %	0 %	0 %	15 %	5 %	0 %	0 %	0 %
<b>NYKYINEN KUNTOTASO</b>	<b>100 %</b>	<b>68 %</b>	<b>45 %</b>	<b>33 %</b>	<b>23 %</b>	<b>100 %</b>	<b>68 %</b>	<b>45 %</b>	<b>33 %</b>	<b>23 %</b>

Taulukon mukaan kadun kunto heikkenee erittäin huonoksi viimeistään viidessä-kymmenessä vuodessa. Myös muut tahot ovat esittäneet samansuuntaisia arvioita (*Ko-  
lehmainen 2010; Heikkinen 2013; Marjeta 2013b*). Ongelmia ilmenee väylillä kuitenkin jo paljon aikaisemmin, eikä käytössä olevan kadun päästäminen huonoon kuntoon ole tarkoituksenmukaista.

Myös rakenneosien elinkaaret ovat erimittaiset, joten esimerkiksi päällyste joudutaan uusimaan paljon aiemmin, kuin rakennekerrosten ikä tulee täyteen. KEHTO-foorumin korjausvelan loppuraportista löytyvässä toisessa taulukossa asfaltin kunnan oletetaan heikkenevän 30% ensimmäisen kymmenen vuoden aikana ja putoavan puoleen kahdessakymmenessä vuodessa (*Rantanen 2013, s.14*). Jos taulukossa 5 esitetty koko rakenteen kuntotaso kuvataan ajan suhteen kaaviossa (kuva 24), nähdään että mallin mukaan kunnan heikkeneminen hidastuisi ajan myötä.



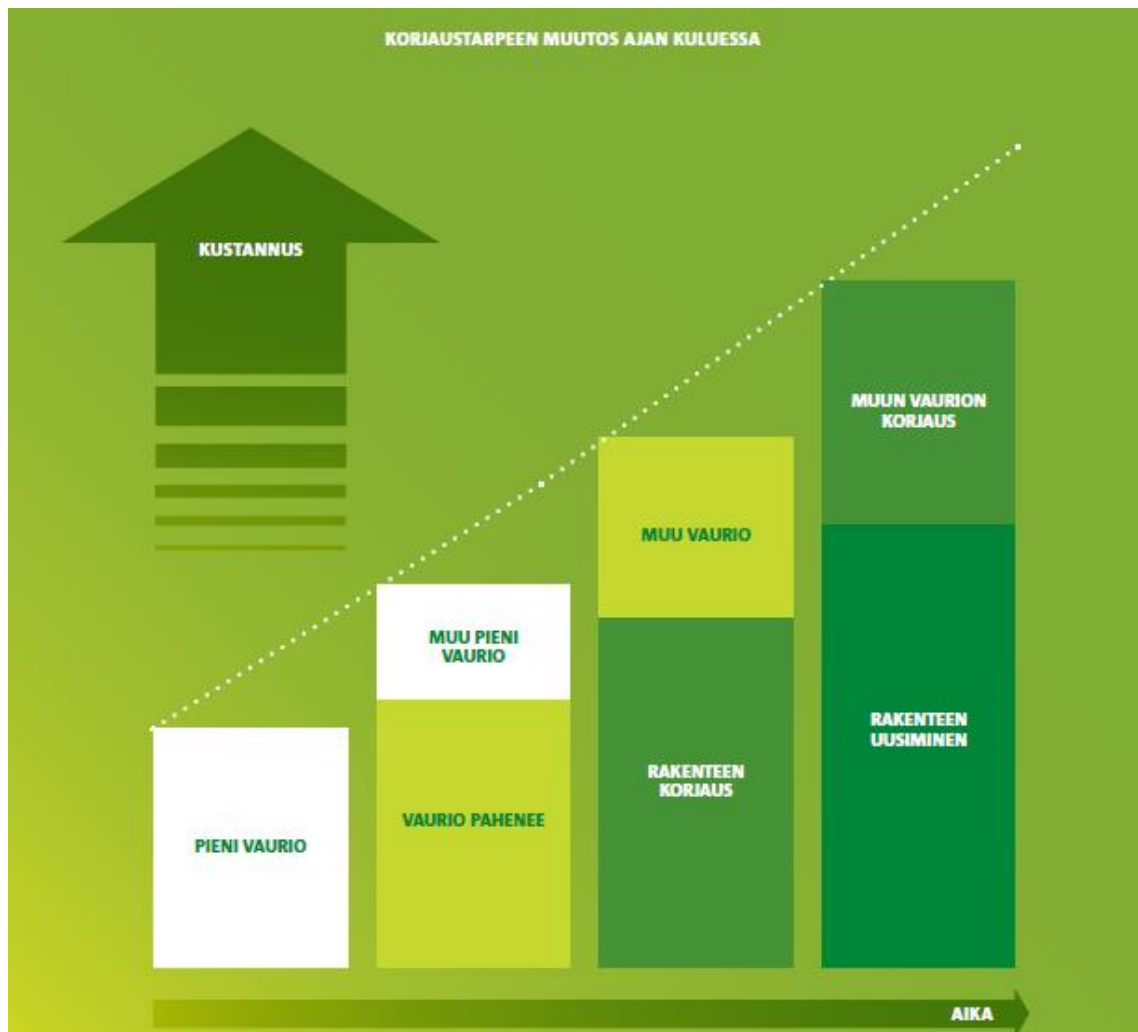
**Kuva 24** Katurakenteen kunnan heikkeneminen ajan kuluessa. (Rantanen 2013, s.14)

Joissain tilanteissa todellinen kuluminen voi kuitenkin olla nopeampaa, sillä kunnan muutoksessa voi tapahtua myös äkillisiä notkahduksia. Näin voi käydä, jos esimerkiksi päällysteen annetaan heikentyä huonokuntoiseksi. Heikko päällyste edesauttaa alempien kerrosten kunnan huononemista. Tällöin koko rakenteen kuntotaso laskisi ensin hitaammin, kunnes päällyste (tai muu rakenneosa) pettäisi ja aiheuttaisi koko rakenteen kunnan nopean romahtamisen. (Marjeta 2013b)

Tällainen tilanne voi aiheutua kuluneen päällysteen lisäksi esimerkiksi rakenteisiin päässeeseen veden synnyttämän routimisen seurauksena. Kerrosten sekoittumisesta johtuen kantavuus heikkenee, rakenne painuu ja vaurioituu, jolloin koko kuntotaso romahtaa. (roadex.org a). Yllä esitetty kuntotasokuvaaja on siis vain yksi vaihtoehto kunnan kehittymiselle. Varsinkin katuverkolla osa väylistä on hyvinkin kevytrakenteisia (Heikkinen 2013), jolloin liikennekuorma ja muut ulkoiset voimat aiheuttavat muutoksia tavallista helpommin. Ensimmäisten vaurioiden ilmetessä on todennäköistä, että väyläosuuden kunnan heikkeneminen tulee olemaan nopeampaa kuin se on siihen mennessä ollut. Korjaustoimenpiteiden lykkääminen siis aiheuttaa ongelmien lisääntymistä ja kustannusten nousua.

### 4.3 Katujen yleiskunto ja tieto omaisuuden tilasta

Kuntien katuverkon kunto on viime vuosina noussut aiheeksi niin alan julkaisuissa kuin tavallisessa mediassakin. Vuoden 2013 Rakennetun ympäristön tila -raportissa yhdyskuntatekniikan kunnan heikkeneminen nostettiin yhdeksi pääaiheeksi. Raportissa painotettiin oikea-aikaista reagointia ongelmien korjauksessa, (kuva25) sillä toimenpiteiden lykkääminen kasvattaa alkuperäistä ongelmaa ja aiheuttaa myös uusia vaurioita.



**Kuva 25** Ongelmien kasaantuminen (ROTI-työryhmä 2013, s.32)

Vuosien 2007 – 2013 aikana julkaistujen Rakennetun omaisuuden tila -raporttien mukaan katujen yleisarvosana on joka kerran ollut yhdyskuntatekniikan osa-alueiden huonoin (ROTI-työryhmä 2009, 2011 & 2013). Muita tuohon keskiarvoon laskettuja kokonaisuuksia ovat vesihuolto, kaukolämpö, sähkö, tietoliikenne ja jätehuolto. Vuoden 2013 yhdyskuntatekniikan keskiarvo oli 8- (kuva 26) ja katuverkon arvosana oli 7-.

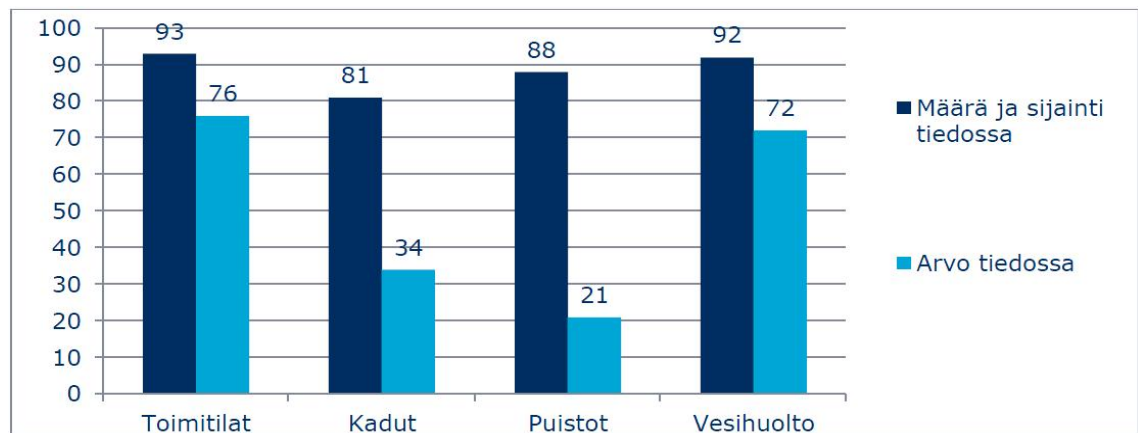


**Kuva 26** Yhdyskuntatekniikan arvosanojen keskiarvot vuosina 2007-2013. (ROTI-työryhmä 2013, s.35)

Katuverkon kunnosta ja sen kunnossapitoon uhrattujen eurojen vähydestä mainitaan vuoden 2013 ROTI-raportissa (s.33) hyvin suorasanaisesti: ”Verkostoista näkyvimpiä ovat kadut. Niiden ylläpidosta ja kunnostuksesta on tingitty lähes joka kunnassa, mikä näkyy taas kevään tullen heikkokuntoisina päällysteinä ja katumerkintöinä.” Tuossa lainauksessa tulee ilmi myös katujen ”mainosarvo”, sillä ne ovat yhdyskuntatekniikan näkyvintä osaa. Huonokuntoiset ja huonosti hoidetut kadut vaikuttavat kadulla liikkujan turvallisuuden ja liikkumismukavuuden lisäksi myös kaupungista muodostuvaan yleiskuvaan.

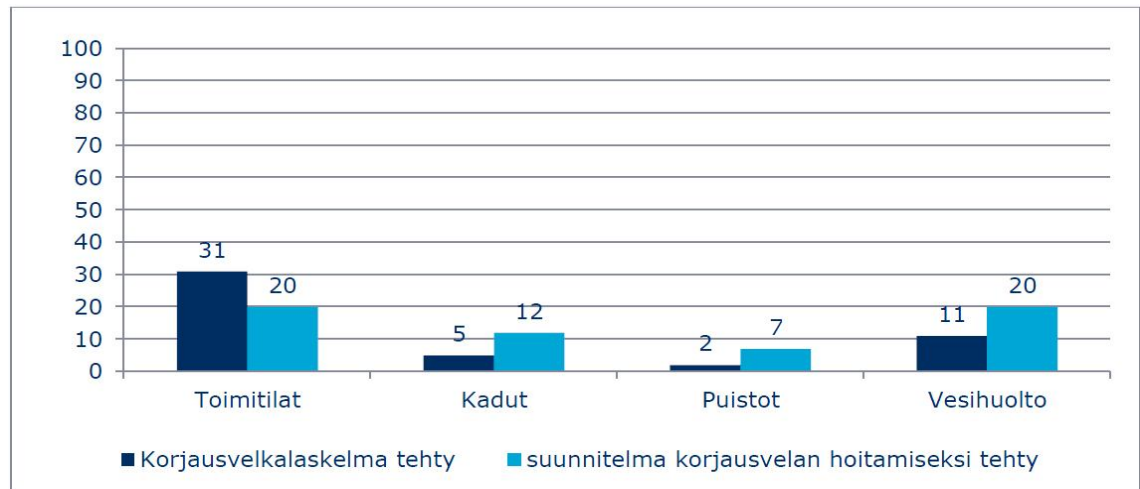
Raporteissa painotetaan rahoituksen kohdistamista olemassa oleviin rakenteisiin ja verkostoihin, varsinkin nykyisessä tilanteessa, jossa rahankäyttöä on harkittava tarkoin (ROTI-työryhmä 2011, s.17). Uuden rakentamista perustellaan kunnissa esimerkiksi vetovoimaisuuden parantamisella (Repo 2013, s.3), mutta myös tällä hetkellä käytössä olevien väylien kunto tulisi nähdä imagotekijänä. Useassa peräkkäisessä ROTI-raportissa on mainintoja korjausvelan järjestelmällisen vähentämisen aloittamisen tärkeydestä ja olemassa olevaan väyläverkostoon panostamisesta (ROTI-työryhmä 2009, 2011 & 2013).

Myös tieto infraomaisuuden määrästä ja kunnosta on tärkeää, jotta sen hoitoon ja kunnossapitoon osataan panostaa. Kuntaliitto lähetti vuosien 2012 ja 2013 aikana kyselyn kiinteistöistä, kaduista, puistoista ja vesihuollosta vastaavien yksiköiden viranhaltijoille 260 kuntaan. Kyselyssä kartoitettiin muun muassa näiden neljän kokonaisuuden määrä-, sijainti- ja arvotietoa kunnissa ja sitä, kuinka näitä tietoja säilytetään. Vastauksista (kuva 27) nähdään, että katujen osalta varsinkin tieto omaisuuden arvosta on useassa kunnassa heikkoa. (Menna 2013)



**Kuva 27** Kuntien tieto omaisuuden määrästä, sijainnista ja arvosta. (Menna 2013, s.41)

Samassa kyselyssä kartoitettiin myös esimerkiksi tietoa näiden omaisuuslajien korjausvelasta ja siitä, ovatko kunnat tehneet suunnitelmia tämän velkataakan hoitamiseksi. Myös näissä tuloksissa (kuva 28) kadut ovat puistojen kanssa häntäpäässä.



**Kuva 28** Tilanne kunnissa korjausvelkalaskelmien ja -suunnitelmien osalta. (Menna 2013, s.42)

Kyselyn tuloksien pohjalta on selvää, ettei tilanne katujen osalta ole kunnissa ajan tasalla. Tiedon puute on yksi selitys katujen tämänhetkiseen kuntoon, sillä ilman tietoa omaisuuden tilasta, ei voida esittää tarpeeksi painavia perusteluja korjauksiin tarvittavista määrärahoista.

Ajantasainen kuntotieto helpottaa myös tehtäessä kunnossapitosopimuksia urakoitsijoiden kanssa. Tieto alueurakkaan kuuluvien katujen ja niihin liittyvien varusteiden kunnosta urakan alkaessa on tärkeä kustannuksiin vaikuttava tieto niin kunnalle itselleen kuin myös alueella toimivalle urakoitsijalle.

## 5 KATUVERKON VAURIOT JA ONGELMAT

### 5.1 Väylän kuntotasoon vaikuttavat tekijät

Vaurioiden syitä ovat esimerkiksi liikennesuoritus, säätekijät, routiminen, heikko kantavuus, materiaali- tai työvirheet sekä materiaalien kemiallinen vanheneminen (*Tiehallinto 2009b s.12*). Usein ongelmat vaikuttavat toistensa syntymiseen, joten routiminen ei välttämättä aiheudu suoraan rakennekerrosten huonoista materiaalivalinnoista vaan voi johtua esimerkiksi huonosti hoidetuista kuivatusjärjestelyistä. Tällöin vettä on päässyt imeytymään rakennekerrokseen väylän pinnalta ja/tai ojista. Korjauksia suunniteltaessa onkin tiedettävä ongelmien perimmäinen syy, jotta toimenpiteet osataan kohdistaa oikein (*Tiehallinto 2009b s.12*).

Erilaisia väylien kuntoon liittyviä ongelmia ovat muun muassa urat, kuivatusongelmat, routiminen, halkeamat ja kantavuuden heikkeneminen (*roadex.org a*). Toiminnallista kuntoa tarkasteltaessa voidaan mennä tarkempaankin tarkasteluun, jolloin eritellään vielä esimerkiksi pituus- ja poikkisuuntainen epätasaisuus, heitot ja reiät (*Saarenketo 2012*). Koko väylä-alueella ajatellen voidaan samassa yhteydessä mainita myös ajorata-merkintöihin, opasteisiin ja katuvalaistukseen liittyvä kunnan heikkeneminen. Näidenkin osien kunto ja ongelmat on otettava huomioon jos väylää tarkastellaan hieman laajempaan kokonaisuuteen (*Rantanen 2013*).

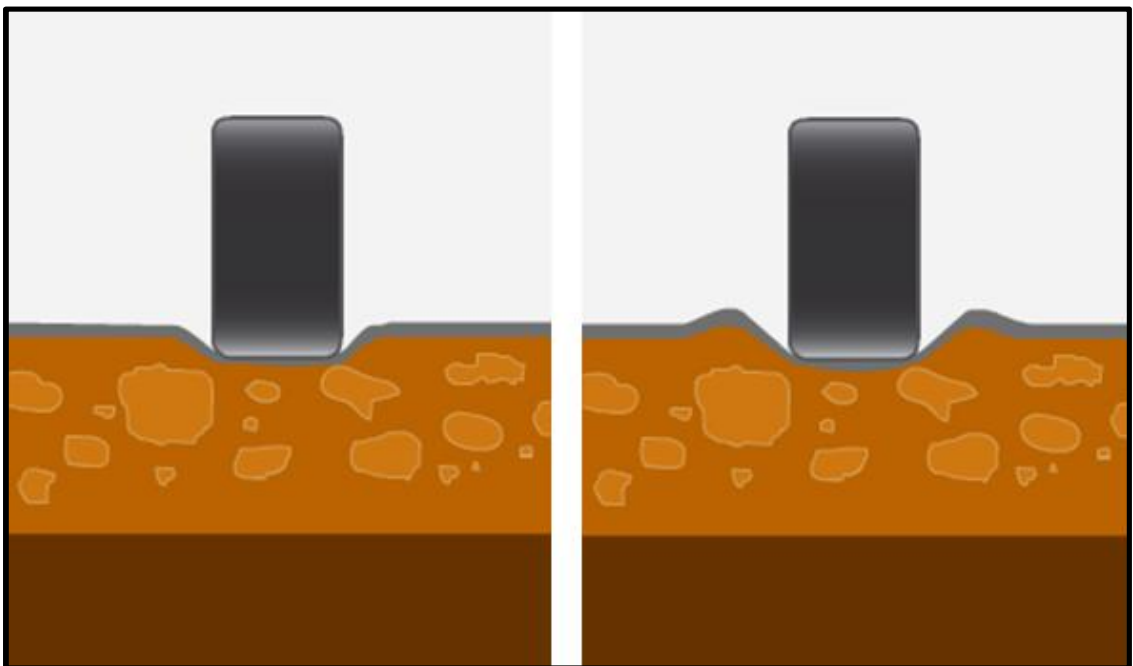
Sää- ja ilmasto-olosuhteet vaikuttavat osaltaan siihen, kuinka merkittäviä ja yleisiä edellä mainitut ongelmat ovat. Esimerkiksi routaantuminen on Pohjoismaissa merkittävämpi ongelma muuhun Eurooppaan verrattuna. Myös nastarenkaista johtuva päällysteen kuluminen on meillä tyypillistä. (*Belt et al. 2002*) Ongelmien ilmenemisessä voi olla myös vuosittaista vaihtelua riippuen sääolosuhteista. Esimerkiksi vuosien 2013 ja 2014 välinen vähäluminen talvi edesauttoi nastarengaskulutuksen aiheuttamaa urautumista ja useat keskelle talvea osuvat lämpimät päivät aiheuttavat väylille vesilammikoita.

Tie- ja katuverkon ongelmista on löydettävissä paljon julkaistua tietoa. Yksi laajaa tutkimusta tehnyt taho on ROADEX-ohjelma, jonka tarkoituksena tutkia ja jakaa tietoa pohjoisten alueiden tiestöstä. Päätoimijana on Ruotsin Liikennevirasto, jonka lisäksi liikenne-, elinkeino-, metsä- ja ympäristöministeriöitä ja -yksiköitä kuudesta muusta pohjoisesta maasta (Suomi, Grönlanti, Islanti, Norja, Skotlanti ja Irlanti). ROADEX:n osarahoittajana toimii myös EU:n Pohjoisten Periferioiden ohjelma. (*roadex.org b*) Tutkimuksen kohteena ovat pääasiassa pohjoisten alueiden vähäliikenteiset tiet, mutta ongelmat ja niiden syntymekanismit ovat sovellettavissa myös vilkasliikenteisemmille teille ja kaduille.

### 5.1.1 Urat

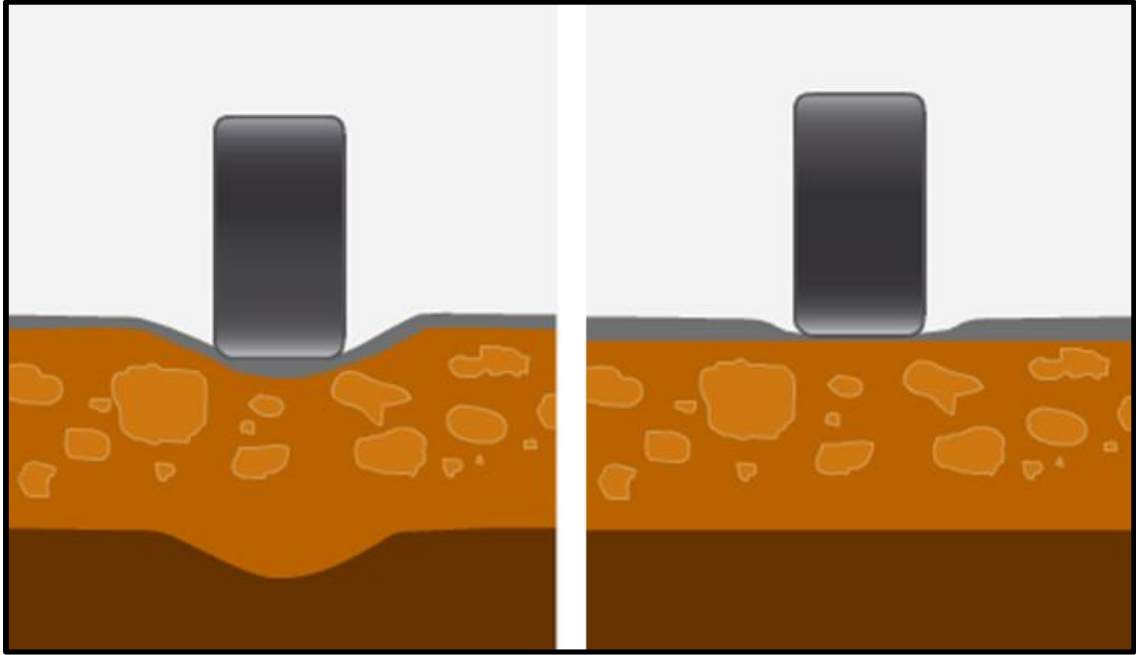
ROADEX-ohjelman yhteydessä julkaistussa e-learning -tietopakettissa (*roadex.org a*) on käyty läpi edellä mainittuja ongelmia ja niiden syntyyn vaikuttavia tekijöitä. Julkaisussa on määritelty neljä eri urautumistyyppiä:

**-Tyyppi 0** (kuva 29 vasen), joka on tiivistymisestä aiheutuvaa urautumista. Tätä voi ilmetä esimerkiksi huonosti tiivistetyillä uusilla väylillä, mutta ainakin kaupungeissa tyyppin 0 urautuminen on selkeimmin havaittavissa olemassa olevilla kaduilla tehtyjen kaivutöiden jäljiltä. Esimerkiksi kapeissa kaapelikaivannoissa rakennekerrosten tiivistäminen voi olla ongelmallista, jolloin täytetty ja päällystetty kaivualue painuu liikenteen vaikutuksesta varsinkin ajourien kohdalta. (*roadex.org a*)



**Kuva 29** Tyyppien 0 (vasen) ja 1 (oikea) urautumisen havainnekuvat. (*roadex.org a*)

**-Tyyppin 1** (kuva 29 oikea) urautumisessa rakenne leikkautuu liikennekuorman vaikutuksesta, löyhtyy ja nousee ajourien laiduille. Tämä johtuu pääasiassa kantavassa kerroksessa käytetyn kiviaineksen heikosta leikkauslujuudesta. (*roadex.org a*)



**Kuva 30** Tyyppien 2 (vasen) ja 3 (oikea) urautumisen havainnekuvat. (roadex.org a)

**-Tyyppissä 2** (kuva 30 vasen) väylän rakenne mukailee liikennekuorman alla painuvaa pohjamaata. Tällöin ei siis ole kyse itse rakenteen materiaalien ominaisuuksista, vaan heikosta pohjamaasta. (roadex.org a)

**-Tyyppin 3** urautuminen (kuva 30 oikea) johtuu ajoradan päällysteen kulumisesta. Päälimmäinen syy varsinkin pohjoismaissa on nastarenkaiden aiheuttama kulutus, joka muodostuu ongelmaksi juuri vilkasliikenteisimmillä väylillä. (roadex.org a)

### 5.1.2 Huonosta kuivatuksesta johtuvat ongelmat

Toimiva kuivatus on yksi tärkeimmistä tien elinkaareen vaikuttavista tekijöistä. Roadex-tutkimuksen verkkosivuilla kuivatuksen puolesta puhuu esimerkiksi lause: ”Pysyviä muodonmuutoksia ja monia muita vauriomuotoja tuskin koskaan edes esiintyisi, jos tierakenteissa ja pohjamaassa ei olisi ylimääräistä vettä.” (roadex.org a) Samalla verkkosivulla on listattu viisi ominaisuutta, joihin kuivatus tai sen toimimattomuus vaikuttaa. Ne ovat: liikenneturvallisuus, eroosio, pohjamaan ja tierakenteen kantavuuden heikkeneminen, routanousut ja päällysteen kestoiän lyheneminen.

**-Liikenneturvallisuus:** Tiellä seisova vesi muodostaa lätäköitä ja täyttää ajouria, jolloin tien pinnan kitka heikkenee ja myös vesiliirron riski kasvaa. Jarrutusmatkojen piteneminen ja äkilliset muutokset auton hallittavuudessa saattavat aiheuttaa yllättäviä tilanteita jo kesäkeleillä, mutta varsinkin jäätyessään tiellä seisova vesi on paha riski liikenneturvallisuudelle. (roadex.org a)

**-Eroosio:** Eroosiossa virtaava vesi vie mukanaan maa-ainesta ja voi siten aiheuttaa esimerkiksi tien reunan sortumisen. Kuivatuksen toimiessa vesi ohjautuu väylän pinnalta sivuojiin, mutta esimerkiksi reunapalteet voivat estää veden suunnitelman mukaisen valumisen. Tällöin vesi jää virtaamaan päällysteen reunaan aiheuttaen lopulta eroosiota ja pientareen sortumisen. (roadex.org a)



**-Kantavuuden heikkeneminen:** Jos tierakenteeseen ja pohjamaahan pääsee huonon kuivatuksen takia imeytymään liikaa vettä, voi se aiheuttaa myös kantavuusongelmia. Tällöin vedestä kyllästyneen maamassan kantavuus muuttuu eikä se enää kestä liikenteestä aiheutuvia kuormituksia. Lopputuloksena on pysyviä muodonmuutoksia, kuten uria ja painumia. (*roadex.org a*)

**-Routanousut:** Routaantuminen, eli maan jäätyminen, on väistämätön ilmiö, mutta routimista ja varsinkin epätasaisia routanousuja on tierakenteessa pyrittävä välttämään. Routaongelmien yksi pääsyy on huono kuivatus. Tällöin tierakenteeseen pääsee imeytymään vettä, joka jäätyessään aiheuttaa jäälinssejä. Laajentuessaan jäätyvä vesi liikuttelee rakennetta ja aiheuttaa epätasaisuutta ja päällysteen halkeamia. Routimisen seurauksena tien rakennekerrokset voivat myös sekoittua, jolloin tien kantavuus heikkenee. (*roadex.org a*)

**-Päällysteen kestoian lyheneminen:** Päällysteeseen voi ajan saatossa syntyä esimerkiksi halkeamia tai reikiä. Syynä tähän voi olla huonosta kuivatukselta johtuvat päällysteen kuntoon vaikuttavat ilmiöt. (*Berntsen & Saarenketo 2005*) mukaan kuivatuksen parantamisella voidaan päällysteen kestoikää saada pidennettyä jopa 2,5 -kertaiseksi lähtötilanteeseen verrattuna. Kuvassa 31 on esitetty kuivatusolojen korjauksen vaikutuksia päällysteen kestoikään erilaisissa lähtötilanteissa. Lähtötilanteet on jaettu neljään ryhmään kuivatuksen toimivuuden perusteella. Sarakkeen ”Drainage classes” luokat viittaavat ruotsalaiseen kuivatusluokkakajakoon, jossa luokka 1 on hyvä ja moitteettomasti toimiva kuivatus, luokka 2 on tyydyttävä kuivatus ja luokka 3 on huono kuivatus. (*roadex.org a*)

Drainage condition	Drainage classes	Factor - change in lifetime by improving the drainage system
<p><i>Group 1</i> Drainage system does not work at all (or drainage system does not exist). Water susceptible soil in road structure and subgrade. Very high ground water table. Low ground and rocks blocking the ground water flow. Often local spots.</p>	>3	> 2,5
<p><i>Group 2</i> Drainage system does not work at all and the soil in road structure and subgrade are less water susceptible then in group 1. Drainage system is working badly because of lack of maintenance (ditches and culverts not cleared) and water susceptible soil in road structure and subgrade.</p>	3	2-2,5
<p><i>Group 3</i> Drainage system is working badly because of lack of maintenance. (Ditches and culvert not cleared.) The soil in road structure and subgrade are less water susceptible.</p>	2	1,5-2
<p><i>Group 4</i> Drainage system is working unsatisfactory because of lack of maintenance or the maintenance guidelines are not sufficient.</p>	1-2	1-1,5

**Kuva 31** Kuivatusolojen korjauksen vaikutuksia päällysteen kestoikään. (*Berntsen & Saarenketo 2005, s.101*)

### 5.1.3 Routiminen

Kuivatuksen yhteydessä mainittiin routimisen (kuva 32) yhdeksi syyksi tien kuivatusjärjestelmien toimimattomuus, joka lisää vapaan veden määrää rakenteessa. Toinen vaikuttava tekijä ovat väylän rakenne, siinä käytetyt materiaalit ja niiden ominaisuudet. Esimerkiksi alemman tason väylillä, kuten tonttikaduilla, voi rakenne olla suunniteltu liian kevyeksi, jolloin liikennekuorma tai routa voi aiheuttaa yllättävän isoja ongelmia. Esimerkiksi Kuopiossa vanhaa ohjetta tonttikatujen rakenteen mitoituksesta on päivitetty, mutta vanhemmilla kaduilla ongelmia on nähtävissä (*Heikkinen 2013*).

Raekoko ja hienoaineksen määrä kiviaineksessa vaikuttavat veden kulkuun rakenteessa. Tavoitetilassa rakenteisiin päässyt vesi pääsee valumaan pois, eikä alapuolisista kerroksista pääse tapahtumaan veden kapillaarista nousua ylempiin kerroksiin. Rakenteen on myös oltava yhtenäinen. (*Alkio et al. 2001*) Tämä korostuu varsinkin, jos tie joudutaan joltain osaltaan kaivamaan auki ja täyttämään uudelleen. Tällöin on hyvin tärkeää, että täytössä tehtävät rakennekerrokset vastaavat esimerkiksi materiaaleiltaan ja tiiveydeltään olemassa olevaa rakennetta. Tällöin vältetään tilanne, jossa uuden täytön alue reagoisi routaantumiseen eritavoin, kuin ympäröivä alkuperäinen rakenne.

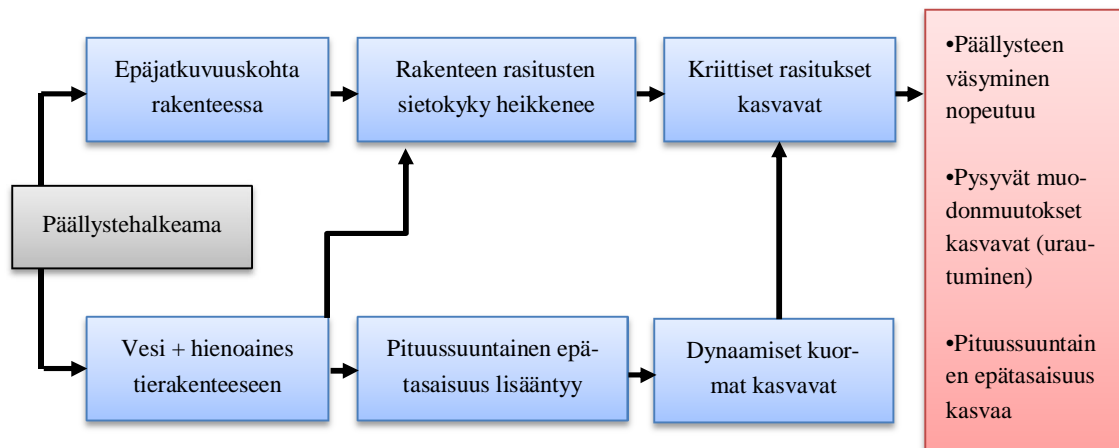


**Kuva 32** Routinut jalkakäytävä (kuva: *Simo Kesti*)

Rakennekerrosten ominaisuuksilla ja kerrospaksuuksilla voidaan vaikuttaa myös roudan tunkeutumissyvyyteen, jolloin routiminen jää vähäisemmäksi. Routiminen voi pahentua myös, jos kerrokset tai pohjamaan maa-aines pääsevät sekoittumaan keskenään. Tällöin rakenteen ominaisuudet eivät enää vastaa alkuperäistä, joten kantavuuskin voi heikentyä. Sekoittumista saattaa tapahtua routimisen yhteydessä tai sitä voi edistää myös esimerkiksi rakenteen liian ohut suodatinkerros tai suodatinkankaan käyttämättä jättäminen. (*Kolisoja 2009; 2011*)

### 5.1.4 Halkeamat

Tyypillisiä syitä halkeamien muodostumiselle ovat routiminen ja tien kantavuuden heikkeneminen. Tien rakenteen rapautuminen on itseään ruokkiva prosessi, joten pahentuva halkeilu puolestaan edesauttaa muun rakenteen kunnan romahtamista. Kuvassa 33 on yksinkertaistetusti esitetty halkeaman syntyä seuraavia muutoksia kadun rakenteessa ja ominaisuuksissa. Halkeama tai muu vaurio on aina epäjatkuvuuskohta rakenteessa. Tällöin kokonaisuuteen syntyy ”heikko lenkki”, joka aiheuttaa ongelmien leviämisen muuhun rakenteeseen. Rakenteen heikentyessä epätasaisuus lisääntyy, jolloin liikenteestä rakenteeseen aiheutuvat rasitukset kasvavat. Kaikki tämä johtaa kiihtyvään rappeutumisprosessiin. (Belt et al. 2002)



**Kuva 33** Päällystehalkeaman kadussa aiheuttamia muutoksia. (Belt et al. 2002)

Yleisimpiä halkeamatyyppejä ovat pituus- ja poikkihalkeamat sekä verkkohalkeamat. (Belt et al. 2006) Pituushalkeamia syntyy väylälle epätasaisen pituussuuntaisen routanousun tai rakenteen painumisen vaikutuksesta (Tiehallinto 2009c). Tällöin päällyste repeää ja voi syntyä leveitäkin halkeamia (kuva 34).



**Kuva 34** Sama haljennut katuosuus vuosina 2012 ja 2013. (kuva: Esa Ek)



Kuvassa 34 nähdään myös, kuinka nopeasti tilanne voi pahentua, jos olosuhteet ovat sille otolliset. Pituussuuntainen halkeama / repeämä voi syntyä myös esimerkiksi väylän reunan luiskan pettäessä, jolloin rakenne notkahtaa ja keskeemmällä voi tapahtua päällysteen repeäminen. Tällainen tilanne on esitetty kuvassa 35, jossa nähdään, että luisuva maamassa on vääntänyt kaidetta mukanaan ja pengertä on jouduttu rakentamaan uudelleen. Pituussuuntaiset halkeamat kevyen liikenteen väylillä ovat vaarallisia varsinkin polkupyörille ja rullaluistelijoille ja ajoradalla moottoripyörille.



**Kuva 35** Luisuvan penkereen aiheuttamia vaurioita. (kuva: Simo Kesti)

Poikkihalkeamia taas syntyy lähinnä pakkasen vaikutuksesta. Päällysteessä käytetyn bitumin kylmäominaisuudet vaikuttavat sen pakkaskutistumaan, joten liika tien pituus suunnassa tapahtuva kutistuma synnyttää poikkihalkeamia (*Tiehallinto 2009c, s.35*).

Verkkohalkeamia (kuva 36) puolestaan syntyy päällysteen väsyessä. Tähän vaikuttavat pääasiassa liikennekuorma ja tien riittämätön / heikentynyt kantavuus. Kevyen liikenteen väylillä kantavuusongelmia voi syntyä varsinkin kunnossapitokaluston liikumisesta väylillä. (*Tiehallinto 2009c, s.24*) Ongelman pahentuessa halkeilu tihenee ja voi johtaa päällysteen purkautumiseen, eli reikiintymiseen (*Tiehallinto 2009c, s.14*).



**Kuva 36** Verkkohalkeamaa. (kuva: Simo Kesti)

### 5.1.5 Kantavuuden heikkeneminen

Kantavuuden heikkeneminen voi olla osasyynä useissa edellä mainituissa tiellä havaittavissa ongelmissa. Itse heikko kantavuus voi johtua esimerkiksi huonosta pohjamaasta, jonka painuessa myös tie notkahtaa (*roadex.org a*). Toisaalta pohjamaan ominaisuuksia voidaan kompensoida itse tierakenteella, mutta virheet suunnittelussa tai toteutuksessa voivat johtaa hyvällekin pohjalle rakennetun tien painumiseen.

Liikennekuorma on yksi merkittävimmistä tekijöistä kantavuuden osalta. Tien keskoikä on noin 40 vuotta (*Kolehmainen 2010; Heikkinen 2013; Marjeta 2013b*), joten se on alun perin voitu suunnitella erilaisille liikennemäärille, kuin mitä siinä muutaman vuosikymmenen kuluttua kulkee. Varsinkin raskaan liikenteen määrä on olennainen tekijä kantavuuden ja sen suunnittelun osalta (*Pihlajamäki 2001*).

Aikaisemmissa alaluvuissa mainitut routiminen ja kuivatusongelmat voivat myös osaltaan vaikuttaa kantavuuteen. Jos tierakenne pääsee kyllästymään vedellä, sen kantavuus voi heikentyä huomattavasti. Myös reunojen stabiilius heikkenee aiheuttaen muun muassa reunapainumia. (*roadex.org a*)

### 5.1.6 Ajoratamerkinnät, opasteet, katuvalaistus

Koko väylän kuntotaso arvioitaessa voidaan tarkasteluun ottaa myös varusteet ja laitteet. Niitä ovat esimerkiksi tienvarsien teknologia (kelikamerat, erinäiset anturit), melurakenteet, joukkoliikenteen laiturit, liikennemerkit ja ajoratamerkinnät. Nämä ovat osa kokonaisuutta ja vaikuttavat niin liikenneturvallisuuteen, väylän yleisilmeeseen kuin korjausvelkaankin. Myös palvelutaso määrittelee, missä kunnossa väylä ja sen varusteet on pidettävä. (*Rantanen 2013; Tiehallinto 2007, s.21*)

Ajoratamerkinnät selkeyttävät liikkumista ja parantavat turvallisuutta mutta kuluvat nopeasti. Vilkas liikenne voi kuluttaa maalikerroksen pois hyvinkin nopeasti ja viimeistään nastarenkaat vievät maalin ajourien kohdalta (kuva 37).



**Kuva 37** Osittain kulunut suojatiemerkinä. (kuva: Simo Kesti)

Kovan kulutuksen alaisissa kohteissa käytetään usein ohuen maalin sijaan paksumpaa merkintämassaa, joka voidaan myös valaa päällysteen pintaan tai kestosiän pidentämiseksi myös päällysteeseen jyrskittyyn uraan. Merkkimassaa käytetään usein myös kuntien pääväylillä ja muissa vilkkaasti liikennöidyillä osuuksilla. Myös kohteissa, joissa liikenneturvallisuuden halutaan erityisesti panostaa (esimerkiksi koulujen ympäristöt), voidaan käyttää tätä pysyvämpää merkintätapaa, jolloin ajoratamerkinnot erottuvat ja pysyvät selkeämpinä pidempään. Laajan katuverkon maalaaminen on kunnille kuitenkin kallista ja lisäksi aikaa vievää, joten kaikkia väyliä ei välttämättä saada maalattua joka vuosi. (*Cleanosol 2012; Kopion kaupunki 2010-2012*)

Opasteille on olemassa Tiehallinnon määrittelemä kuntoluokitus, jonka perusteella jokaisen liikennemerkin ja muun opasteen kunto voidaan luokitella viisiportaisella asteikolla (taulukko 6). Nyrkkisääntönä voisi pitää myös, ettei huonoimpien luokkien merkkejä saisi löytyä ylimpien luokkien väyliltä. Merkeistä tarkastellaan silmämääräisesti pinnan heijastavuutta, ulkoasua sekä vaurioita. (*Tiehallinto 2009d*)

**Taulukko 6** Liikennemerkkien ja opasteiden kuntoluokkakuvaukset. (*Tiehallinto 2009d*)

Kuntoarvo ”Luonnehdinta”	Kuvaus	Kuntoarvo ”Luonnehdinta”	Kuvaus
<b>5 Erittäin hyvä</b>  ”Uudenveroinen”	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rakenteellinen kunto on uudenveroinen.</li> <li>Ulkoasultaan merkki on virheetön.</li> <li>Merkissä ei ole vaurioita</li> </ul>	<b>4 Hyvä</b>  ”Hyvin käyttökelpoinen”	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rakenteellisessa kunnossa on vähäistä kuluneisuutta.</li> <li>Ulkoasu on hyvä eivätkä värit ole haalistuneet. Merkin lamellit ovat samantasoisia.</li> <li>Merkissä on erittäin vähäisiä vaurioita, joita ei juuri huomaa</li> </ul>
<b>3 Tyydyttävä</b>  ”Täyttää tehtävänsä, mutta lähempää tarkasteltuna löytyy kuntosuhteita”	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rakenteellisessa kunnossa on pieniä puutteita, kuten lievää kuluneisuutta, vähäisiä kalvohalkeamia, ruostejälkiä, pieniä taipumia tai vääristymiä.</li> <li>Ulkoasussa on vähän pinttynyttä likaa taikka värit ovat lievästi haalistuneita tai tummuneet alkuperäisestä, mutta se ei haittaa merkin ymmärrettävyyttä. Merkin lamellit saattavat sävyltään erota vähän toisistaan.</li> <li>Merkin vauriot ovat läheltä havaittavissa, mutta eivät haittaa merkin käyttöä.</li> </ul>	<b>2 Välttävä</b>  ”Hävetää pitää varsinkin pääteillä ja taajamissa”	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rakenteellisessa kunnossa on selviä puutteita, kuten kuluneisuutta, kalvovaurioita, ruostejälkiä, taipumia tai vääristymiä.</li> <li>Ulkoasun osalta merkin värit ovat haalistuneet tai tummuneet. Väriauriot tai värikalvon lohkeamiset huonontavat esteettistä vaikutelmaa. Merkki on osin pinttyneen lian peittämä. Merkissä on värisävyltään ja kunnoltaan hyvin eritasoisia lamelleja. Merkissä on pieniä töhryjä, jotka eivät kuitenkaan haittaa merkin ymmärrettävyyttä.</li> <li>Merkissä on selviä vaurioita.</li> </ul>
<b>1 Huono</b>  ”Tällaisia ei saisi olla”	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rakenteellisessa kunnossa on pahoja puutteita, kuten voimakasta kuluneisuutta, selviä kalvovaurioita, ruostejälkiä, taipumia tai vääristymiä.</li> <li>Ulkoasun osalta merkin värit ovat pahoin haalistuneet tai tummuneet. Väriauriot tai värikalvon lohkeamiset huonontavat ulkoasua. Kirjainvärien lohkeamiset tai puuttuminen pistävät silmään. Merkki on pinttyneen lian tai pintakasvuston peittämä. Töhrät ovat voimakkaita tai haittaavat merkin ymmärrettävyyttä.</li> <li>Merkissä on pahoja vaurioita</li> </ul>		



Varusteiden ja laitteiden kuntotiedon hallinta laajemmassa mittakaavassa ja niiden ottaminen mukaan korjausvelan laskentaan, edellyttää myös määrä- ja sijaintitiedon olemassaoloa. Tällaisen rekisterin luominen on työlästä, mutta se helpottaa kyseisten omaisuserien hallintaa, kun esimerkiksi opasteiden ja pysäkkikatosten tarkat sijainnit ovat tiedossa. Kuitenkin esimerkiksi silloisen Tiehallinnon vuonna 2007 julkaisemassa Väyläomaisuuden hallinnan tutkimusohjelman loppuraportissa (s.21-22) mainitaan valtion tieverkon osalta, ettei yksittäisten varusteiden kuntotiedon keruu ole kaikissa tapauksissa olennaista, vaan kuntoa ja korjaustarvetta voidaan arvioida keskimääräisesti esimerkiksi ikään perustuvien mallien avulla. Uusinta teknologiaa pyritään kuitenkin jatkuvasti hyödyntämään myös kuntokartoituksessa. Hyvänä esimerkkinä on parasta aikaa meneillään oleva Lappeenrannan teknillisen yliopiston tutkimus konenäön hyväksikäyttämistä liikennemerkkien kunnan automaattisessa kartoituksessa. (Laitala 2014)

## 5.2 Heikosta kuntotasosta aiheutuvia vaikutuksia

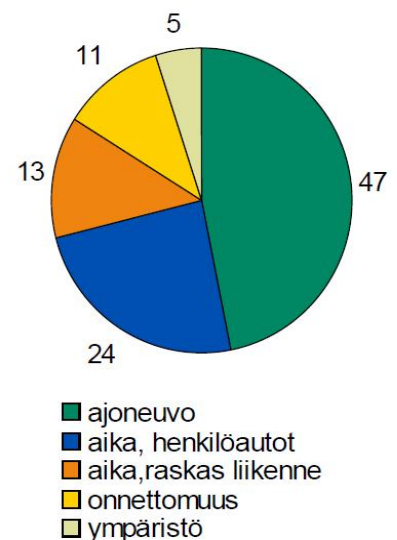
Hyvin suunniteltu ja ylläpidetty infra tukee käyttäjiensä hyvinvointia ja tyytyväisyyttä. Hyvä infra suunnitellaan kestäväksi, jolloin siitä saadaan mahdollisimman paljon hyötyä pitkälle tulevaisuuteen. (Kuntaliitto 2013, s.9)

Katujen heikosta kunnosta voi aiheutua erilaisia välittömiä ja välillisiä ongelmia muun muassa niillä liikkuville ihmisille ja ajoneuvoille, kadut omistavalle kunnalle tai ympäristölle. Ongelmat ovat esimerkiksi lisäkustannuksia tai terveydellisiä haittoja. Kuvassa 38 on esitetty Suomen tieliikenteestä kerättyjen tietojen pohjalta tehty jakauma kunto-ongelmien aiheuttamista lisäkustannuksista. (Tiehallinto 2007a, s.8) Katuverkolta ei vastaavanlaista jakoa ollut saatavissa.

Tiehallinnon vuonna 2007 julkaisemassa selvityksessä (Tiehallinto 2007a, s.8) mainitaan, että väylän epätasaisuus on suurin lisäajokustannuksia aiheuttava tekijä. Myös vauriosumma ja urasyvyys ovat huomionarvoisia ominaisuuksia. Onnettomuuksien osalta väylän huonon kunnan vaikutus ei ole yksiselitteinen, sillä aluksi kunnan huononeminen lisää onnettomuuksia, mutta kunnan yhä heiketessä ajonepeudet laskevat ja onnettomuuksien määrä vähenee. (Tiehallinto 2007a) Tämä ei kuitenkaan ole tavoiteltava tila, sillä muut ongelmat ja kustannukset kasvavat väylän kunnan edelleen huonontuessa.

### 5.2.1 Väylän käyttäjien ja ajoneuvojen ongelmia

Epätasaisuus ja arvaamattomuus vaikuttavat niin kevyen liikenteen väylällä kuin ajoradalla liikkuvien turvallisuuteen ja turvallisuudentunteeseen. Heikkokuntoisella väylällä



**Kuva 38** Kunto-ongelmien aiheuttamien lisäkustannuksien jakauma%. (Tiehallinto 2007a, s.8)

myös matkustusmukavuus / viihtyvyys kärsii ja ajoratamaalausten ja opasteiden huono kunto vaikuttaa käyttäjälle muodostuvaan kokonaiskuvaan ja liikkumisen selkeyteen. Väylän huonontunut kunto voi pidentää matkustusaikaa ja liikenteen ennustettavuus voi kärsiä.

Huonot väylät edesauttavat ajoneuvojen kulumista, kun kadusta kohdistuva rasitus kasvaa esimerkiksi kuoppien ja muiden epätasaisuuksien lisääntyessä. Huoltokulujen lisäksi myös polttoaineen kulutus nousee, koska liikenne ei välttämättä ole enää yhtä sujuvaa kuin hyväkuntoisella tiellä. Myös päällysteen urautuminen vaikuttaa polttoaineen kulutukseen, sillä ura aiheuttaa renkaan reunoihin normaalia enemmän kitkaa ja johtaa näin sekä renkaan nopeampaan kulumiseen että suurempaan polttoaineen kulutukseen. (*Belt et al. 2002; roadex.org a*)

### 5.2.2 Kunnan / kadun omistajan ongelmia

Katuverkon ikääntyessä ilmaantuu uusia korjausta vaativia osuuksia jatkuvasti. Jos aikaisempia ongelmia ei saada korjatuksi alta pois, jatkuu väyläomaisuuden arvon aleneminen nopeammin kuin sitä ehditään korjata. Esimerkiksi päällysteen kuluminen on yksi eteenkin vilkkaasti liikennöidyillä osuuksilla ilmenevistä ongelmista. Kuluminen nopeutuu entisestään, jos asfaltti ehtii urautua voimakkaasti, jolloin uriin kerääntyvä vesi edesauttaa päällysteen kulumista. Kunnostustarpeen lisääntyessä myös kevyiden korjausten ja hetkellisten paikkausten tarve ja määrä kasvavat. Yksittäisten reikien jatkuva paikkaaminen käy kuitenkin pidemmän päälle kalliiksi ja toimenpiteistä huolimatta ongelma saattaa äkillisesti paisua kriittiseksi, esimerkiksi koko katurakenteen pettäessä. (*Belt et al. 2002, s.64; Kuopion kaupunki 2010-2012*)

Kunto-ongelmien seurauksena tapahtuneiden mahdollisten omaisuus- tai henkilövahinkojen selvittelyn yhteydessä nousevat esille myös vastuukysymykset. Väylänpitäjä on lain mukaan vastuussa väylän liikennekelppoisuudesta (*L 15.7.2005/547; L 23.6.2005/503*), joten heikentynyt kunto voi johtaa myös vahingonkorvausvaatimusten määrän lisääntymiseen.

Väylät ovat myös osa kaupungin imagoa, jolloin mahdolliset vähemmän viihtyisät tai huonokuntoiset kadut saattavat laskevat kaupungin arvoa niin matkailijoiden kuin kaupungin omienkin asukkaiden silmissä. Jos liikenteen sujuvuus väylällä huononee, väylän palvelutaso ei enää välttämättä vastaa suunniteltua. Myös tämä on väylän omistajan ja sen kunnosta vastaavan tahon osalta ongelmallista.

(*Ojala et al. 2007, s.13*)

### 5.2.3 Ympäristölle aiheutuvia ongelmia

Epätasainen päällyste pahentaa liikenteestä aiheutuvaa melua, joka voi haitata ja häiritä ympäristöä (*Liikennevirasto 2011, s.18*). Liikenteen vaikutuksesta voi heikentyneestä päällysteestä tai siinä olevasta reiästä purkautua myös kiviä, jotka saattavat aiheuttaa ajoradalla vaaratilanteen esimerkiksi joutuessaan moottoripyörän renkaan alle tai aineellisia vahinkoja singotessaan auton tuulilasiin.



Ilmansaasteiden lisääntymiseen huonokuntoiset kadut vaikuttavat muun muassa ajoneuvojen kasvaneen polttoaineen kulutuksen kautta. Myös katupöly ja pienhiukkasten määrä voivat lisääntyä päällysteen pinnan heikentyessä ja kuluessa. (*Tiehallinto 2005, s.12*)

### 5.3 Kunnan mittaaminen

Väylän käyttäjä havaitsee useimmiten vain päällysteen pinnassa näkyvät ongelmat, mutta kestoikään ja tarvittaviin korjaustoimenpiteisiin vaikuttavat myös vahvasti päällysteen alaisissa rakennekerroksissa tapahtuvat muutokset. Väylien kunnan mittaamisessa sekä kuntotiedon käsittelyssä ja tallentamisessa pyritään jatkuvasti hyödyntämään kehittyvää tekniikkaa ja sen luomia uusia mahdollisuuksia. Aikaisemmin tietoja kerättiin lähinnä kokeneiden ammattilaisten suorittamien silmämääräisten tarkastelujen avulla paikanpäällä tai valokuvien / videoiden pohjalta. Nämäkin tavat ovat yhä laajasti käytössä uusien menetelmien rinnalla tai esimerkiksi kuntien omissa kuntoinventoinneissa. (*Tiehallinto 2007b, s.12*)

Kuntotietoa käytetään hyväksi erilaisissa suunnittelu- ja päätöksentekovaiheissa, kuten esimerkiksi rahoitustarpeen perustelussa tai ylläpitotöiden suunnittelussa. Valtion tieverkon kuntotietoa on kerätty ja hyödynnetty jo pidemmän aikaa ja kunnatkin ovat teettäneet alueillaan pienempiä mittauksia konsulttityönä (*Virtala 2013*). Kunnissa laajempien tarkastelujen teettäminen on ollut vähäistä, mutta korjausvelka-keskustelun laajennuttua myös kuntiin, on syntynyt kysyntää laajemmille mittauksille, sekä yhteneville mittaus- ja tulostenkäsittelytavoille. (*Marjeta 2013b*) Väylien heikentyvä kunto on ollut niistä vastaavien tahojen tiedossa kunnissa jo pidemmän aikaa, mutta vasta tekniikan kehittyessä on kunnan kartoittamiseen ja tiedon tallentamiseen löydetty tarpeeksi hyvin soveltuvia teknisiä ratkaisuja (*Smolander 2013*). (*Tiehallinto 2007b, s.49, Ruotoistenmäki 2005, s.13*)

Kuntotiedon keruussa tarkastellaan yleensä väylän pituus- ja poikkiprofiilia, vaurioita sekä rakenteen kuntoa. Tallentaa voidaan myös tietoa varusteiden ja laitteiden kunosta. Nykyään markkinoilla on entistä enemmän kuntotiedon ympärille rakennettuja kokonaisratkaisuja, eli pelkän datan sijaan tilaaja ostaa valmiiksi analysoitua tietoa ja esimerkiksi myös tiedon varastoinnin. Tuottaja voi tässä mallissa tarjota osaamistaan ja ehdotuksiaan myös jatkotoimenpiteitä varten ja sopimukset voivat olla useamman vuoden mittaisia. Tällaiset laajemmat tuotekokonaisuudet vaativat myös tilaajalta enemmän perehtymistä aiheeseen ja tarkempaa suunnittelua koskien sitä, millaiseen tarpeeseen tietoa ollaan hankkimassa ja halutaanko sitä hyödyntää myös jatkossa. (*Ruotoistenmäki 2005, 19 & 47*)

Kadun kunnan mittaamiseen on käytössä monia tapoja, riippuen tiedon käyttötarkoituksesta. Maatutkaus ja väylän videoiminen on yleinen tapa aloittaa, kun kuntotietoa lähdetään keräämään. Videolta nähdään päällysteen pinta ja ympäröivät olosuhteet kuten ojat, maaleikkaukset tai kalliot ja maatutkadatata puolestaan esimerkiksi väylän rakennekerrokset, pohjamaa pinta ja mahdollinen kosteus. Verkolla liikuttaessa ja kerät-

tyjen tietojen pohjalta voidaan tehdä syyperusteinen päällystevaurioinventointi, jossa päällysteen pinnalla näkyvien ongelmien syyt saadaan vahvistettua tutkadataa tarkastelemalla. (*Tiehallinto 2004a, Marjeta 2013b*)

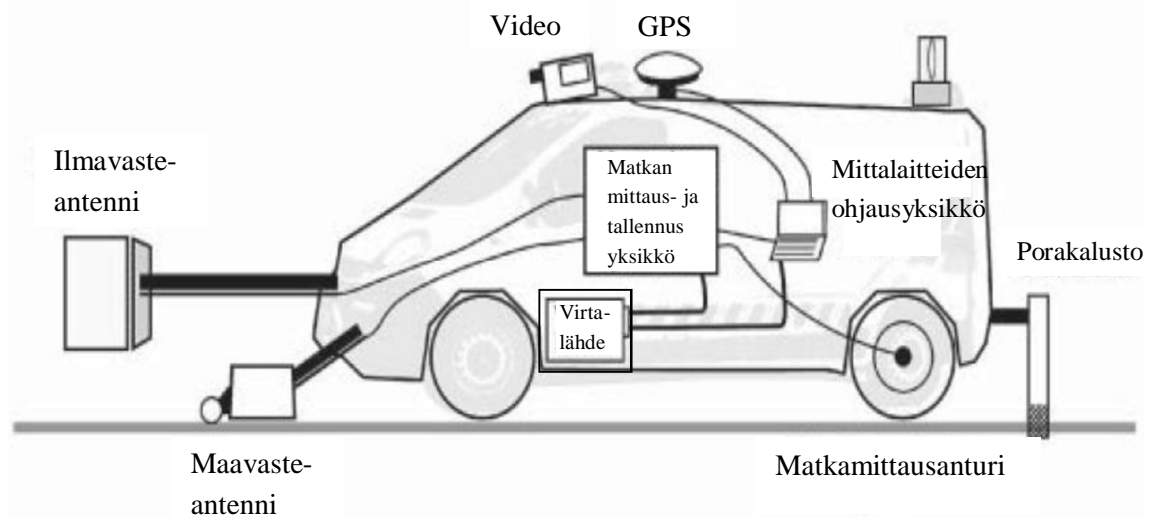
Toinen yleinen tapa koko tarkasteltavan alueen kartoittamisessa on palvelutasomittaus (PTM), jossa mitataan väylän toiminnallinen kunto. Siinä mitataan automaattisesti pituus- ja poikittaissuuntaista epätasaisuutta ja useampien vuosien tulosten perusteella voidaan myös arvioida ja ennustaa väylän urautumisnopeutta tulevaisuudessa. Antureilla ja muilla mittalaitteilla saatujen tuloksien hyvä puoli on objektiivisuus, toistettavuus ja vertailtavuus, sillä mittaava henkilö ei pääse vaikuttamaan tuloksiin. Datasta lasketut kuntomuuttujat ovat lisäksi suurimmaksi osaksi standardoituja, jolloin niiden vertaileminen esimerkiksi muiden kuntien / kaupunkien / maiden tuloksiin on mahdollista. (*Ruotoistenmäki 2005; Tiehallinto 2007b*)

Tässä työssä myöhemmin esitettävien korjausvelkalaskelmien lähtöaineistona käytettiin konsultin suorittamia kuntoinventointeja, jotka oli alun perin tilattu pääasiassa katujen pintaohjelman laatimista varten. Tuloksia päätettiin käyttää myös korjauskustannusten laskennan pohjana, sillä inventoinnissa oli päällysteen kunnan lisäksi kartoitettu kadun erilaiset vauriot, kuten uraisuus, halkeamat, verkottuminen ja painumat. Kyseinen inventointi oli tehty silmämääräisesti, eli tulokset ovat asiantuntijan paikan päällä kirjaamia havaintoja kadun tilasta.

### 5.3.1 Maatutkaluotaus

Suomessa on kehitetty ja käytetty maatutkausta jo vajaat kolmekymmentä vuotta erilaisiin pohjamaata ja väylien rakenteiden analyysiin. Nykyään rakennekerrosten pakisuuden mittauksen lisäksi kyetään analysoimaan myös kerrosten ja pohjamaan laatua ja ominaisuuksia, esimerkiksi muodonmuutos- ja lujuusominaisuuksia. Sitä käytetään myös yhdessä muiden analyysimenetelmien kanssa, jolloin saadaan tarkempaa ja varmempaa tietoa kohteen ominaisuuksista tai havaittujen kunto-ongelmien syistä. NykYTEKNIikka mahdollistaa jatkuvan mittauksen liikkuvasta ajoneuvosta, jolloin saadaan yhtenäinen tutkadata koko tutkittavalta väylältä ja mittaustyö häiritsee muuta liikennettä mahdollisimman vähän. (*Tiehallinto 2004a, s.9 & 12*)

Mittauksissa käytetään yleisesti kahta erilaista antennia (kuva 39), joista ensimmäinen kerätään tietoa väylän ylimmistä kerroksista ja toinen ulottuu alimpiin rakennekerroksiin ja pohjamaahan saakka. Pinnan tuntumasta tieto kerätään 1GHz:n keskitaajuudella toimivalla niin sanotulla ilmvasteantennilla jonka syvyysulottuvuus on noin 0,7m. Syvemmälle ulottuvalla maavasteantennilla, jonka keskitaajuus on noin 400 – 500 MHz, voidaan tutkia kerroksia väliltä 0,3 – 3,0m. Rakennekerrosten ominaisuuksien lisäksi tutkadatasta voidaan nähdä myös pinnan alaisia rakenteita ja pistemäisiä kohteita, kuten putket, kivet ja rummut. Mittauslaitteistoon kuuluu myös GPS-paikannin, jolloin mitattuun dataan saadaan liitettyä myös paikkatieto. (*Kuntotekniikka 2013; Tiehallinto 2004a*)



**Kuva 39** Maatutka-auton tyypillinen varustus. (Tiehallinto 2004a, s.13)

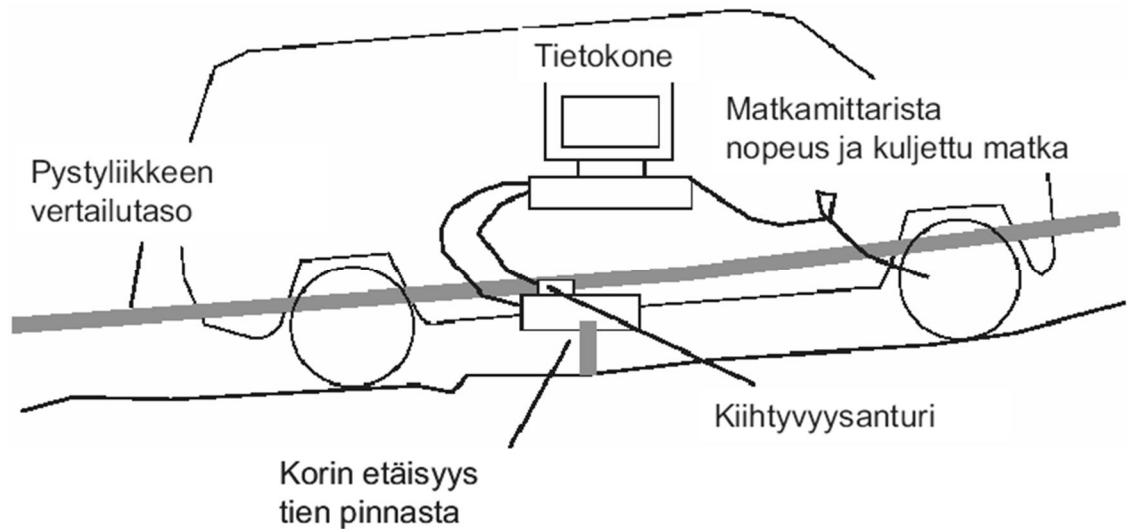
### 5.3.2 Videointi

Yleensä ajoneuvolla suoritettavan mittauksen yhteydessä kuvataan myös video, jota voidaan käyttää mittausdatan pohjalta tehtävän kuntoanalyysin tukena. Kameroita voidaan käyttää esimerkiksi päällysteen, penkereiden tai opasteiden / varusteiden kunnan visuaaliseen tallentamiseen. Videomateriaali toimii myös dokumenttina väylän senhetkisestä kunnosta ja sitä voidaan käyttää esimerkiksi kunnossapidon urakka-alueen lähtötason tarkasteluun tai todisteena mahdollisessa kiistatilanteessa. Kuntoanalyysia varten videon ääniraidalle voidaan myös tallentaa mittaajien ajon aikana tekemiä huomioita esimerkiksi päällysteen kunnosta, kuivatuksen toiminnasta, maaston muodoista kuten pengertämisestä ja maa- tai kalliioleikkauksista. (Tiehallinto 2004a, s.20)

### 5.3.3 Palvelutasomittaus

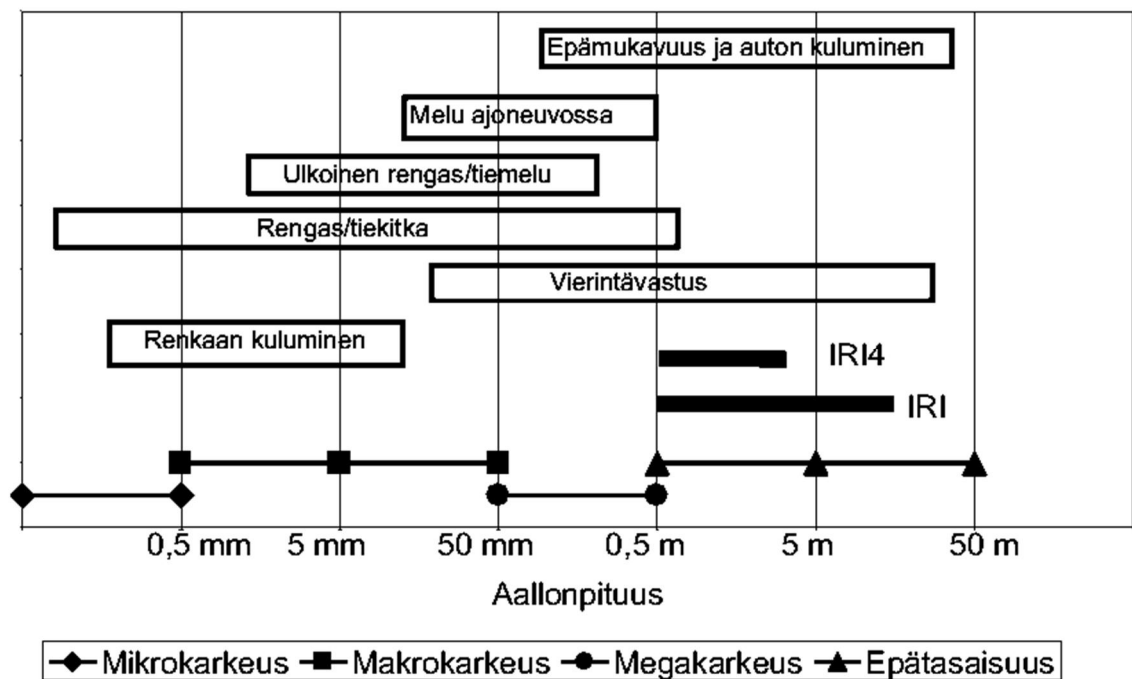
Palvelutasomittauksessa (PTM) mitataan tien tai kadun pituus- ja poikkiprofiilia, eli pinnan kuntoa ja geometriaa, jotka vaikuttavat esimerkiksi väylän käyttömukavuuteen ja kertovat myös rakenteen kunnosta. Niillä on myös vaikutusta ajoneuvon ja renkaiden kulumiseen sekä liikennemeluun. Useampina vuosina toistettujen mittausten perusteella havainnoidaan painumien ja kulumisen kehittymistä ja tietoa käytetään apuna korjaustoimenpiteiden suunnittelussa. (Tiehallinto 2007b s.12 & 19)

Pituussuuntaisen epätasaisuuden kohdalla ajoneuvo heijaa ja väylän rakenteeseen kohdistuva kuormitus on epätasaista. Tämä nopeuttaa osaltaan rakenteen heikkenemistä ja pahentaa epätasaisuutta. Epätasaisuutta mitataan kiihtyvyyssanturilla, joka rekisteröi mittausajoneuvon pystysuuntaisen liikkeen (kuva 40). (Ruotoistenmäki 2005, 22)



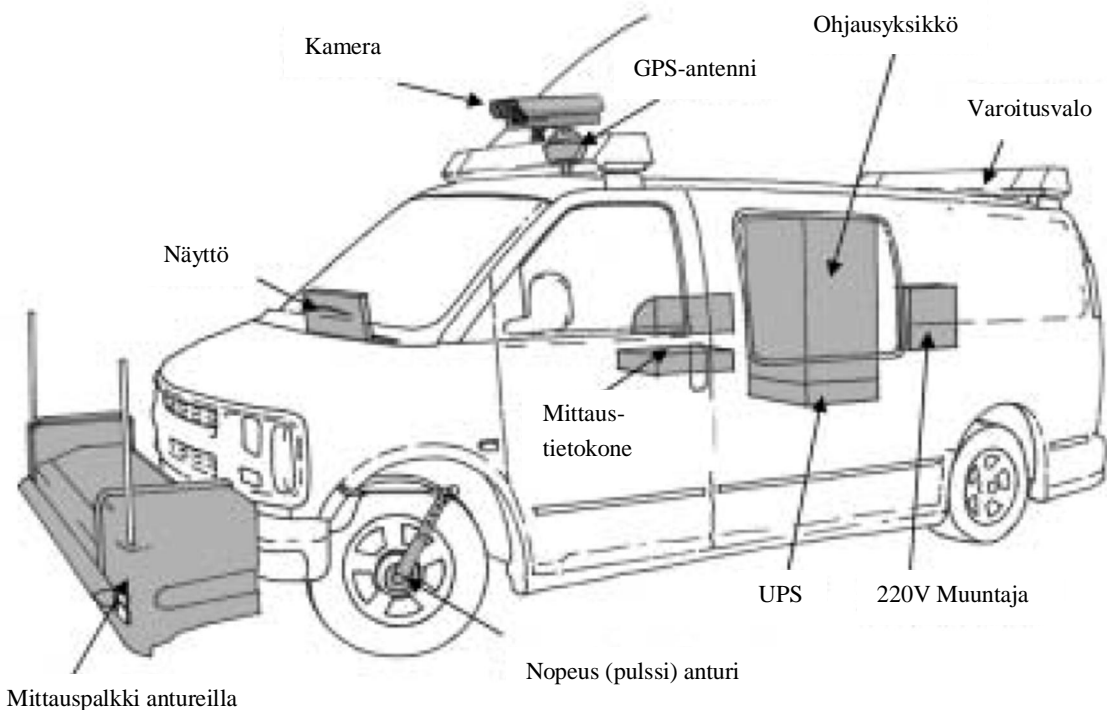
**Kuva 40** Pituussuuntaisen epätasaisuuden mittaukseen käytetyn laitteiston idea. (Ruotoistenmäki 2005, s.22; Sayers & Karamihas 1998 mukaan)

Tämä pituussuuntaisesta epätasaisuudesta mitattu ajoneuvon matkustajien kokema epämiellyttävä tärinä ilmaistaan IRI-arvolla (International Roughness Index). Standardoitu laitteisto mittaa tiettyjä epätasaisuuksista johtuvia tärinän aallonpituuksia (kuva 41) ja väylän IRI-arvo määritellään yleensä 100m segmenteissä. Se on yksiselitteinen tapa esittää PTM-mittausten tuloksia pituussuuntaisen epätasaisuuden osalta mutta käytötarpeesta riippuen on olemassa myös useita muita tunnuslukuja. (Ruotoistenmäki 2005, s.22 & 29; Tiehallinto 2007b, s.19)

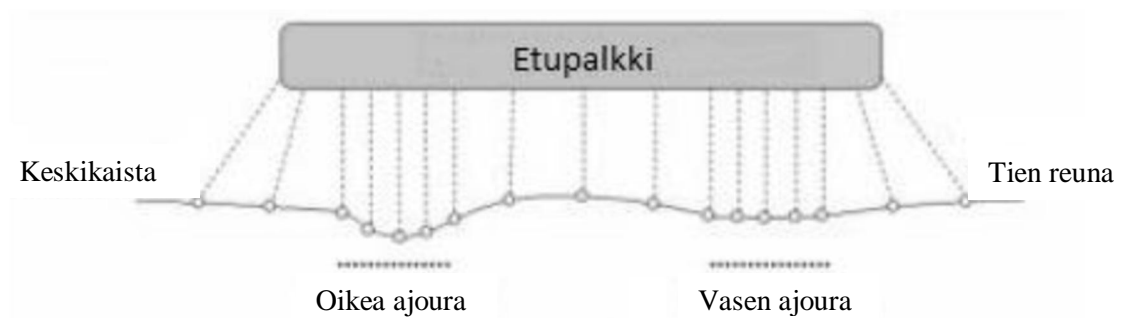


**Kuva 41** Tien pituussuuntaisen epätasaisuuden aallonpituusalueet ja niiden vaikutus ajoneuvoon ja matkustajiin. (Tiehallinto 2005, s.21)

Tien poikkiprofiilista saatavilla tunnusluvuilla sen sijaan kuvataan esimerkiksi urasyvyyksiä, reunapainumia ja sivukaltevuutta. Tiedot mitataan ajoneuvon eteen asennetuilla etäisyyslaseilla (kuvat 42 ja 43), jotka tallentavat kaistan poikkiprofiilin.



**Kuva 42** Poikittaisprofiilin mittauksen käytetty laitteisto. (Tiehallinto 2007b, s.13)

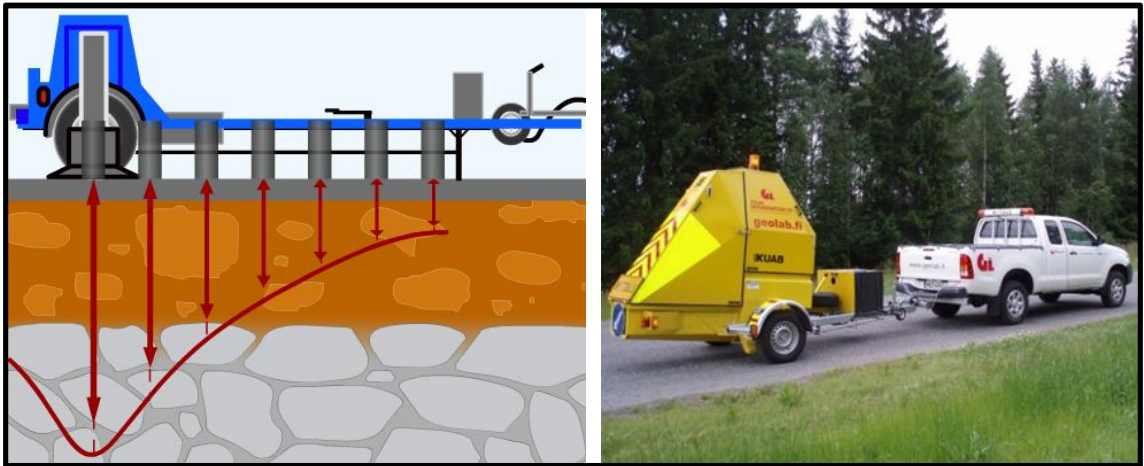


**Kuva 43** Etäisyyslaseiden sijainnit mittausajoneuvon etupalkissa. (Tiehallinto 2007b, s.14)

Uraisuus vaikuttaa auton hallintaan ja syvät urat esimerkiksi lisäävät vesiliirtoriskiä. Sivukaltevuus puolestaan vaikuttaa tien pinnan veden poisjohtamiskykyyn ja kohteeseen sopimaton kaltevuus voi aiheuttaa myös ajoneuvon suistumiseen ojaan. Mittausten perusteella ilmoitetulla urasyvyydellä tarkoitetaan useimmiten maksimiurasyvyyttä, joka on molempien rengasurien syvyyksistä laskettu keskiarvo. Uraisyvyyttä tarkastellaan varsinkin päällystyskohteita suunniteltaessa. (Ruotoistenmäki 2005, s.30; Tiehallinto 2007b, s.28-30)

### 5.3.4 Kantavuusmittaukset

Kantavuusmittauksilla simuloidaan liikennekuormituksen vaikutusta väylän rakenteeseen. Mittauksissa analysoidaan kuormituksen aiheuttamaa päällysteen taipumaa ja tulosten pohjalta saadaan tietoa rakennekerrosten käyttäytymisestä ja ominaisuuksista. Tällaiset mittaukset voidaan suorittaa esimerkiksi pudotuspainolaitteella (kuva 44). Mittauksessa ei saada jatkuvaa dataa, joten mittauspisteitä määritellään väylälle esimerkiksi 50 metrin välein. Laitteistoa voidaan kuitenkin liikutella helposti ajoneuvon perässä (kuva 44 oikea). Mittaus tapahtuu pudottamalla paino kuormituslevylle ja mittaamalla päällysteen taipuma kuormituspisteen alla, sekä eri etäisyyksillä pisteestä (kuva 44 vasen). Väylän rakenteen kestävyuden määrittelyssä tuloksia voidaan käyttää yhdessä muun mittausaineiston, kuten maatumkadatan kanssa. (Ruotoistenmäki 2005, s.38-39; Saarenketo 2012)



**Kuva 44** Pudotuspainolaite ja sen toimintaperiaate. (roadex.org; Kuntotekniikka Oy 2013)

### 5.3.5 Päällystevaurioinventointi

Päällystevaurioinventointi on väylän pinnalta visuaalisesti tehtyä vauriotarkastelua, jossa inventoidaan päällysteessä havaitut erilaiset halkeamat, reiät ja painumat. Vauriot



luokitellaan paikan päällä niiden vakavuuden perusteella (kuva 45) ja ne voidaan esimerkiksi esittää kartalla tai väylälle voidaan laskea vauriosumma, kun jokaiselle vauriotyypille määritellään oma painokertoimensa. Tarkasteluja tehdään tie- ja katuverkolla

**Kuva 45** Eräs tapa havaintojen tallentamiseen. (Ramboll 2013)

yleensä hitaasti etenevästä ajoneuvosta ja kevyen liikenteen väylillä myös kävellen tai pyörällä (kuva 46). Inventoinnin aikana väylä voidaan tallentaa myös videoimalla, jolloin tarkastelua voi jatkaa ja tarkentaa myös jälkikäteen. (*Ruotoistenmäki 2005, s.32; Tiehallinto 2009, s.13; Marjeta 2013b*)



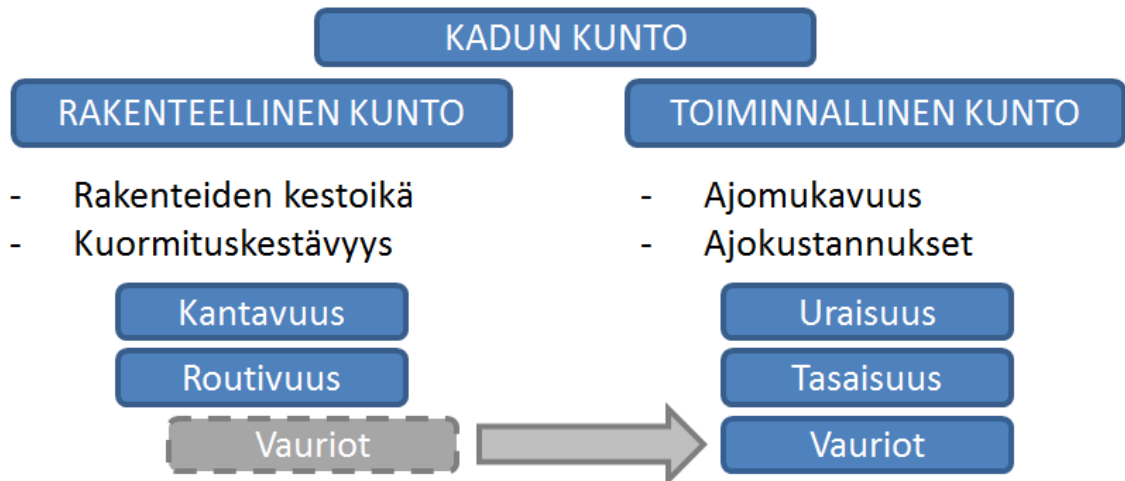
**Kuva 46** Kevyt inventointikalusto (kuva: Simo Kesti)

verran myös inventoijan inhimillisiä virheitä. (*Ruotoistenmäki 2005, s.33; Kuopion kaupunki 2013*)

Ammattilainen pystyy arvioimaan väylän pinnalla näkyvän ongelman syyn alustavasti jo silmämääräisesti, mutta visuaalisella inventoinnilla saatuja tuloksia voidaan tarkentaa ottamalla tarkasteluun mukaan esimerkiksi väylältä mitattu maatumkadata. Tällöin pinnalla havaitun ongelman syy saadaan tarvittaessa tarkastettua tutka-aineistosta. Syyperusteisella vaurioinventoinnilla päästään käsiksi väylän ongelmien aiheuttajiin ja tulosten perusteella saadaan suunniteltua kohteisiin mahdollisimman tehokkaat korjaustoimenpiteet. Näin säästytään korjaamasta samaa kohdetta useina peräkkäisinä vuosina väärillä tai liian kevyillä toimenpiteillä. (*Marjeta 2013b*)

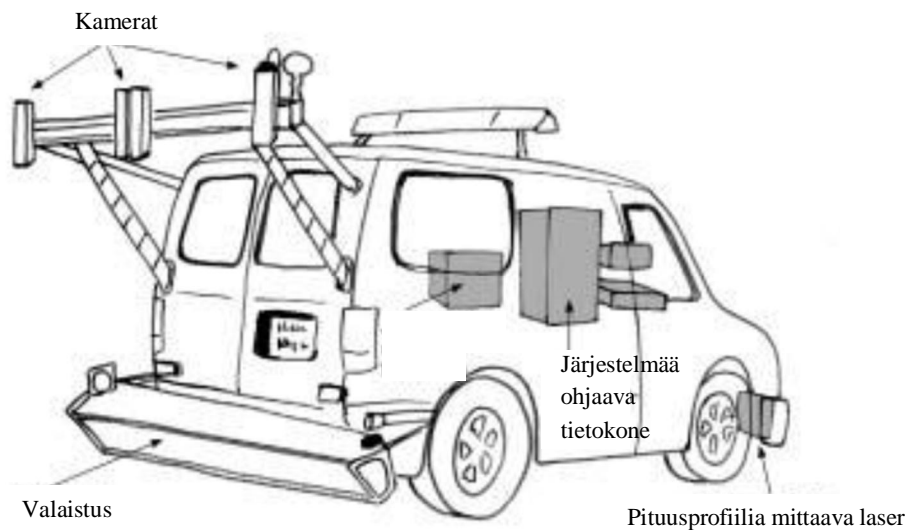
Syyperusteisessa vaurioinventoinnissa kartoitetaan väylän toiminnalliseen kuntoon vaikuttavia ongelmia. Vauriot voidaan mieltää kuuluvan osaksi rakenteellista kuntoa, mutta syyperusteisessa tarkastelussa ne voidaan toisaalta lukea uraisuuden ja tasaisuuden rinnalla osaksi toiminnallista kuntoa. (kuva 47) Kuten nämä kaksi muutakin ongelmatyyppiä, myös vauriot ja vaurioituminen voidaan katsoa johtuvaksi rakenteellisen kunnan ongelmiksi laskettavista kantavuuspuutteista ja routivuudesta. Vaurioiden voidaan myös suoraan nähdä vaikuttavan ajomukavuuteen ja ajokustannuksiin aivan kuten uraisuus ja tasaisuuskin. (*Marjeta 2013b*)

Visuaaliseen vaurioinventointiin liittyvä suurin ongelma on tulosten tarkkuudessa. Tehdyt havainnot vaurioista ja niiden vakaudesta perustuvat inventoijan henkilökohtaiseen näkemykseen tilanteesta. Tulokset siis todennäköisesti vaihtelisivat riippuen inventoijasta ja lisäksi samankin henkilön havaintoihin vaikuttaisivat esimerkiksi valaistusolosuhteet, tienpinnan kosteus ja muu liikenne. Kuopiossa suoritetun inventoinnin tuloksissa havaittiin jonkin



**Kuva 47** Rakenteellinen ja toiminnallinen kunto. (Kuntotekniikka Oy 2013)

Visuaalisen inventoinnin ongelmia on pyritty ratkaisemaan kehittämällä automaattista päällysteinventointia. Nykytekniikalla päällystevaurioiden automaattinen mittaus (APVM) on mahdollista (kuva 48) mutta iso osa inventoinneista tehdään nykyäänkin yhä visuaalisesti ammattilaisten toimesta.



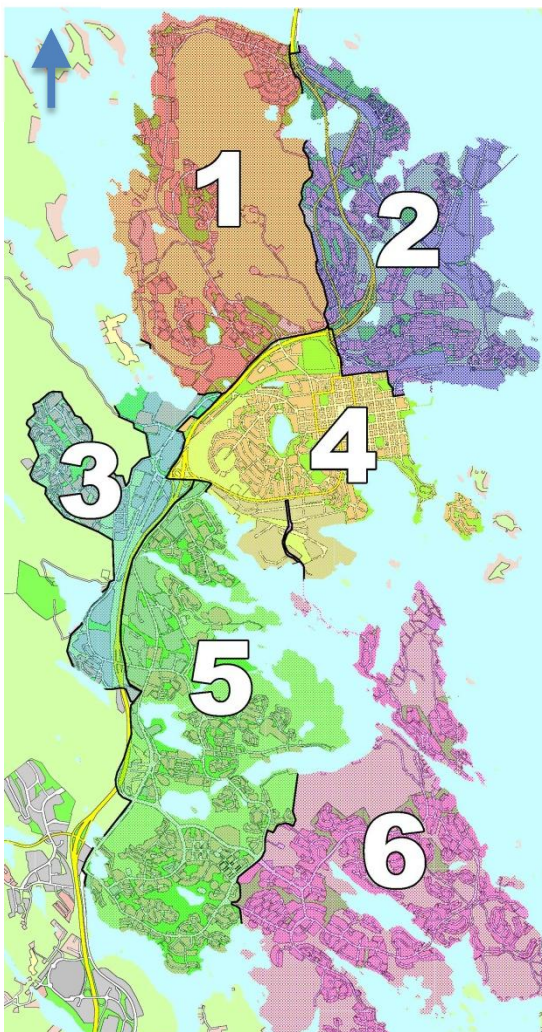
**Kuva 48** Automaattisessa vaurionmittauksessa käytettävän ajoneuvon varustus. (Tiehallinto 2007b, s.15)

Automaattinen mittaus tapahtuu useiden kameroiden tallentamasta videokuvasta. Ajoneuvo voi liikkua normaalin liikenteen rytmissä ja siihen voidaan asentaa myös esimerkiksi PTM-mittalaitteisto, jolloin samalla ajolla saadaan tallennettua myös väylän pituus- ja poikkiprofiilitieto. APVM-kalustoon kuuluu myös laitteisto tien pinnan valaisuun, joten vuorokaudenaika ei rajoita mittausten suorittamista. (Tiehallinto 2007b, s.15)



## 6 TYÖN AINEISTO JA MENETELMÄT

Laskelman aineistona käytettiin edellä mainittuja rakentamisen ja kunnossapidon yksikön vuosina 2012 ja 2013 tilaamien kuntoinventointien tuloksia, joita laajennettiin tonttikatujen osalta hieman myös omin voimin. Mittausten yksityiskohdat oli määritelty jo ennen tämän raportin laatimisen aloittamista. Tiedot saatiin kaupungin käyttöön karttapalveluna sekä taulukkomuotoisena datana. Täytyy myös todeta, että inventointi tehtiin konsultin toimesta hyvin manuaalisella järjestelmällä ja tuloksia läpi käytäessä tästä johtuvia inhimillisiä virheitä löytyi useita. Havaitut virheet kuitenkin korjattiin jälkikäteen. Tarkastelu tehtiin myös niin suurelle massalle, että yksittäistä katua koskevan virheen vaikutus kokonaisuuteen on hyvin pieni.

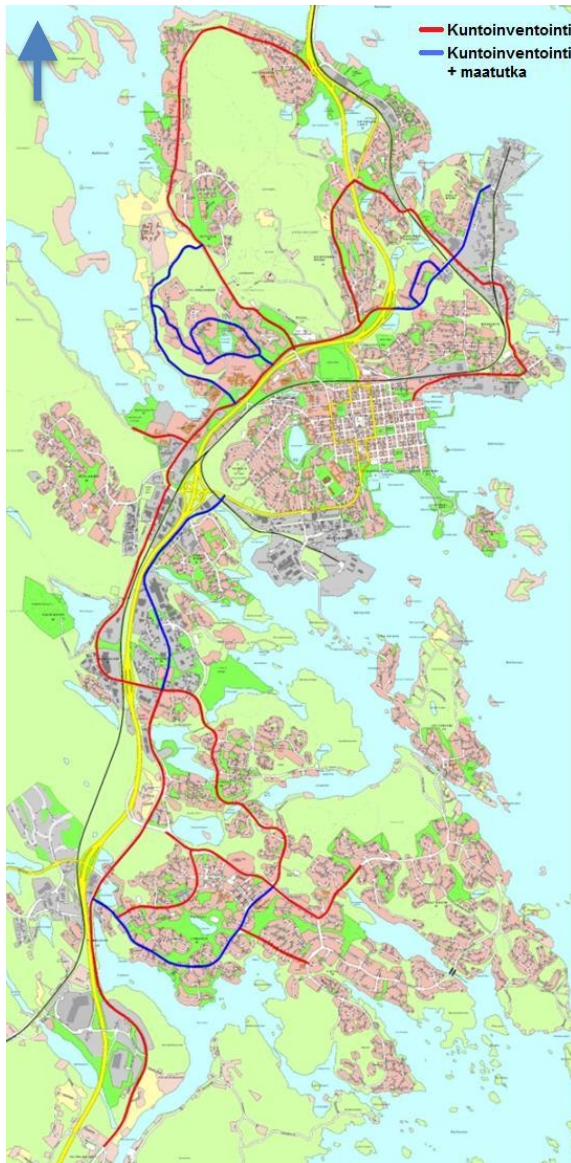


**Kuva 49** Laskenta-alueet.

Inventointidata on manuaalisesti yhdistetty kaupungin omasta tietokannasta poimituihin katutietoihin, jolloin tulokset on saatu jaettua muun muassa kunnossapitoluokan ja toiminnallisen luokan mukaan. Tarkasteltava alue myös jaettiin kuuteen osaan (kuva 49), jotta tuloksia saataisiin jäsenneltyä hieman tarkemmin. Aluejako seurailee pääväyliä jakaen katuverkon hyvin erikokoisiin, mutta ainakin suurimmalta osin samankaltaisiin alueisiin. Pienempiä alueita, kuten yksittäisiä kaupunginosia, voidaan halutessa tarkastella esimerkiksi suoraan selainpohjaisella karttapalvelulla johon kunnossapidon henkilöstöllä on pääsy

Inventoijat käyttivät ajoratojen kartoituksessa neliportaista kuntoluokitusta (Hyvä, Kohtuullinen, Vähän vaurioita, Korjaustarve). Jatkotoimenpiteitä varten valittiin ne katumetrit, joiden arvo on joko ”vähän vaurioita” tai ”korjaustarve”. Samassa inventoinnissa kartoitettiin myös katujen vaurioita. Tallennetut vauriot/ongelmat olivat: uraongelma, halkeama, verkkohalkeama, painuma ja muu vaurio.

Korjauskustannusten laskemisessa käytettiin kustannuslaskentaohjelmaa, jossa määriteltiin kaduille kolme erityyppistä korjaustapaa: urapaikkaus, rakennekerrosten uusiminen jakavasta kerroksesta lähtien ja rakennekerrosten uusiminen suodatinkerroksesta lähtien. Edellä mainituille vaurioille määriteltiin jokaiselle näistä kolmesta tehokkain korjauskeino siten, että uraongelmat hoidetaan urapaikkauksella, halkeamat, verkko ja muu vaurio jakavasta kerroksesta asti uusimalla ja painuma, joka on kyseisistä ongelmista vaikein, uusimalla tien rakenteet suodatinkerrosta myöten.



**Kuva 50** Toisella mittauskalustolla inventoidut kadut.

Lopullisissa tuloksissa yhdistettiin kunnossapitoluokkien 1 ja 2 kadut, sillä 2. luokan katuja on määrällisesti vähän ja ne ovat suurimmaksi osaksi samankaltaisia kuin 1. luokan kadut. Kolmas luokka jätettiin omaksi kokonaisuudekseen, koska se sisältää suurimmaksi osaksi tonttikatuja, jotka poikkeavat jo ominaisuuksiltaankin suuresti muista katutyypeistä.

Vuoden 2013 inventointeihin otettiin mukaan myös kevyenliikenteen väyliä ja jalkakäytäviä, joista kartta liitteessä numero 1. Inventointi tehtiin vain eteläisillä alueilla, mutta laskennassa tulokset yleistettiin koko tarkastelualueen verkolle. Inventoija otti kyseisten väylien luokitteluun mukaan viidennen kuntoluokan, ”Huono”. Tähän luokkaan sijoittuivat kaikista heikoimmassa kunnossa olevat osuudet. Lisäksi kartoitetut ongelmat poikkesivat ajoradan ongelmista. Jalkakäytäviltä ja kevyenliikenteen väyliltä inventoitiin haitallinen epätasaisuus, halkeamat, reiät, verkottunut päällyste sekä reunavauriot. Kustannuslaskentaohjelmassa haitalliselle epätasaisuudelle määriteltiin korjaustoimenpiteeksi päällysteen uusiminen ja muiden ongelmien korjauskustannukset saatiin uusimalla rakennekerrokset kantavasta kerroksesta lähtien.

Vuonna 2013 teetettiin myös suppeampi inventointi toisella mittauskalustolla. Tämä inventointi sisälsi osittain myös maatutkan käyttöä. Inventoidut väylät on esitetty kuvassa 50. Kartoitukseen sisältyi silmämääräistä syyperusteista vaurioinventointia, joka tehtiin kaikille karttaan korostetuille väylille sekä lisäksi maatutkausta sinisellä merkityille osuuksille. Tämä inventointi suoritettiin kuitenkin vain pienelle osalle pääkatuja, joten

sen tuloksia ei voi yleistää koko verkolle. Päälimmäisenä ideana olikin tutustua toisen tyyppiseen markkinoilla olevaan kokonaisvaltaisempaan inventointivaihtoehtoon ja samalla kerätä hieman maatutkadataa suunnitteluosaston mahdollisia tarpeita varten.

## 7 TULOKSET

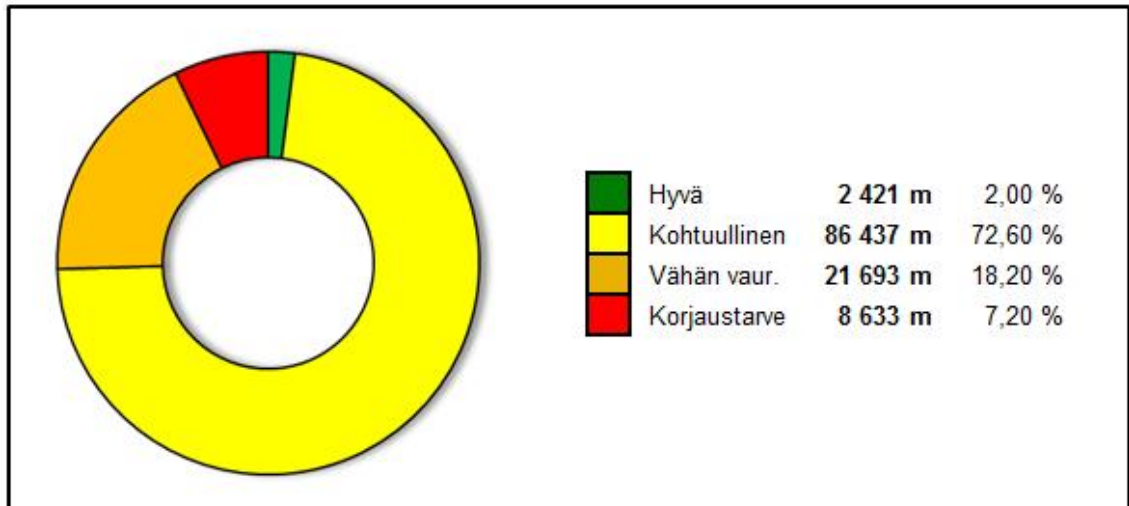
Inventointidatan pohjalta on laskettu, kuinka monta metriä kustakin toiminnallisesta luokasta kuuluu eri kuntoluokkiin. Samalla tavoin on laskettu myös eri ongelmien määrät. Tällä jaottelulla saadaan näkyviin eri toiminnallisille luokille ominaiset ongelmat. Kadut voidaan toiminnallisten luokkien avulla jakaa myös karkeasti eri kunnossapito-luokkiin. Suurin osa pääkaduista on ensimmäistä luokkaa, kokoojakatuja löytyy sekä ensimmäisestä, että toisesta luokasta ja lähes kaikki teollisuus- ja tonttikadut kuuluvat alimpaan, eli kolmanteen luokkaan. Korjauskustannuksia laskettaessa näitä luokkia on käytetty lähtökohtana, kun kadulle on määriteltä sen ominaisuuksia ja tarvittavien korjaustoimenpiteiden yksikköhintoja. Korjauskustannuksien laskentaan ei ole otettu mukaan niitä katuosuuksia, joiden kunto on inventoinneissa todettu hyväksi tai kohtalaiseksi.

Selvästi suurin osa katuverkosta on kohtuullisessa kunnossa, eikä vaadi välittömiä toimenpiteitä. Yksittäiset ongelmakohdat jäävät kuitenkin usein helposti autoilijan mieleen ja kokonaiskuva väylän kunnosta saattaa vaikuttaa huomommalta kuin se onkaan. Lisäksi varsinkin keskusta-alueella katu on erinäisten kadunalaisten korjausten ja niiden jälkeisten asfaltointien jäljiltä useassa kohtaa jopa tilkkutäkkimäinen. Nämä muutamien neliöiden asfalttipaikat vaikuttavat kadun yleisilmeeseen ja päällysteiden saumat voivat myös aiheuttaa tienkäyttäjää häiritsevää epätasaisuutta. Luvussa 5.1.3 mainittiin uuden ja vanhan rakennekerroksen rajapinnassa ilmenevistä ongelmista. Useimmat rakentamisen ja kunnossapidon yksikössä työskentelevät henkilöt ovat ehdottaneet ratkaisuksi kaivannon takuuajan pidentämistä, jolloin urakoitsija olisi vastuussa työnsä jäljestä esimerkiksi viisi vuotta nykyisen kahden sijaan. Tässä kohtaa on kuitenkin myös huomioitava, että osalle kaduista, joilla kaivantoja tehdään, on heikon rakenteensa tai ikänsä puolesta hyvin vaikeaa tehdä olemassa olevan rakenteen kanssa samalla tavoin käyttäytyvää paikkausta.

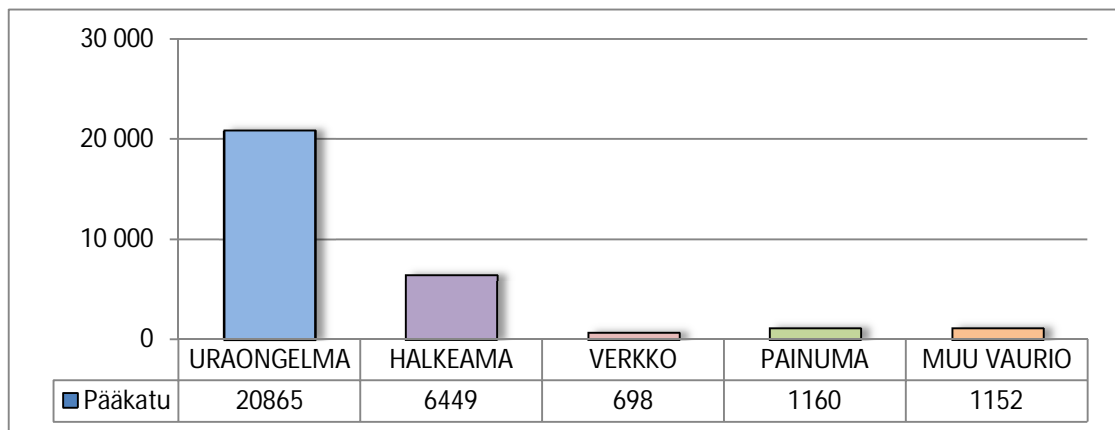
Oman osuutensa kadusta muodostuvaan mielikuvaan tuo myös ajoratamaalauksien kunto. Kuluneita maalauksia on viimevuosina uusittu selvästi vähemmän ja huonokuntoiset merkinnät voivat osaltaan ruokkia mielikuvaa huonosti hoidetusta kadusta. Lisäksi huonosti näkyvä ja kulunut suoja-merkkintä voi luoda katua ylittävälle jalankulkijalle turvattomuuden tunteen.

## 7.1 Pääkadut

Pääkatuja on tarkastellulla alueella 119 km ja niistä inventoitiin noin 90km (76 %). Merkittävimmäksi ongelmaksi, varsinkin vilkkaimmilla väylillä, nousi suurista liikennemääristä johtuva urautuminen, jonka paikkaamiseen on aikaisempinakin vuosina kulu-  
nut suuri osa korjauksiin varatuista varoista. Kuitenkaan aiempien vuosien päällystys-  
tahtia jatkamalla ei urautumisongelmaa saada kirittyä umpeen. Kuvissa 51 ja 52 on ha-  
vainnollistettu pääkatujen vaurioiden määrää ja tyyppejä.



**Kuva 51** Pääkatujen kunto.



**Kuva 52** Pääkatujen vauriot metreinä.

Urautumisen todennäköisin syy on nastarenkaista johtuva kuluminen ja pääkatujen suuret liikennemäärät. Esimerkiksi liittymien yhteydessä urasyvyyydet saattavat kasvaa nopeasti ajoneuvojen jarruttaessa ja kiihdyttäessä aina lähes samassa kohtaa. Myös uriin kertyvä vesi voimistaa liikenteen kuluttavaa vaikutusta.

Pääkatuja kartoitettiin syksyllä 2013 myös maatumalla. Kyseisellä menetelmällä havaittiin osassa kohteissa asvalttimehän suurehko tyhjättila. Normaalia huokoisempi asvaltti läpäisee ja imee helpommin vettä, joka jäätyessään voi heikentää päällysteen kestävyyttä. Heikompileatuinen massa, yhdistettynä liikenteestä syntyvään mekaaniseen



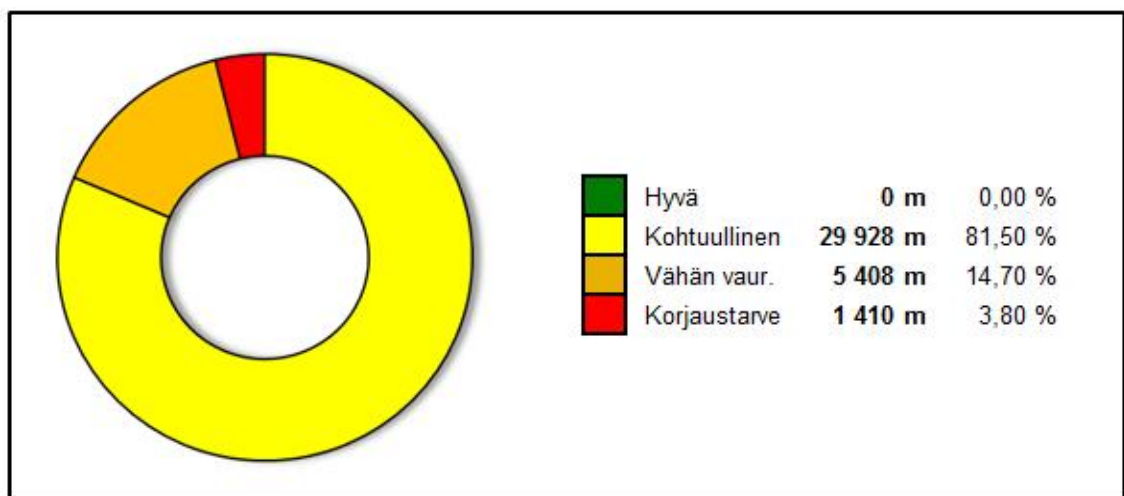
kulutukseen, voi vaikuttaa suurestikin päällysteen käyttöikään ja pintaustarpeen aikaisumiseen.

Samalla inventointikierröksellä tehty toinen havainto koski reunapalteita. Päällysteen reunaan kasaantunut maa-aines ja kasvillisuus haittaavat veden virtausta sivuojiin ja tästä johtuva ajoradalle kertyvä vesi aiheuttaa sekä sulana että jäätyessään turvallisuusongelmia ja rakenteisiin imeytyessään edesauttaa routimista. Reunapalteet ovat ongelmana juuri reunakivettömällä katuosuuksilla, joihin pääkadut suurimmaksi osaksi kuuluvat. Katualueiden hoidossa olisi tulevaisuudessa siis painotettava myös kyseisten palteiden poistoa. Tällä kunnossapidollisella toimenpiteellä voidaan kadun kuntotaso saada ylläpidettyä hyvinkin yksinkertaisesti.

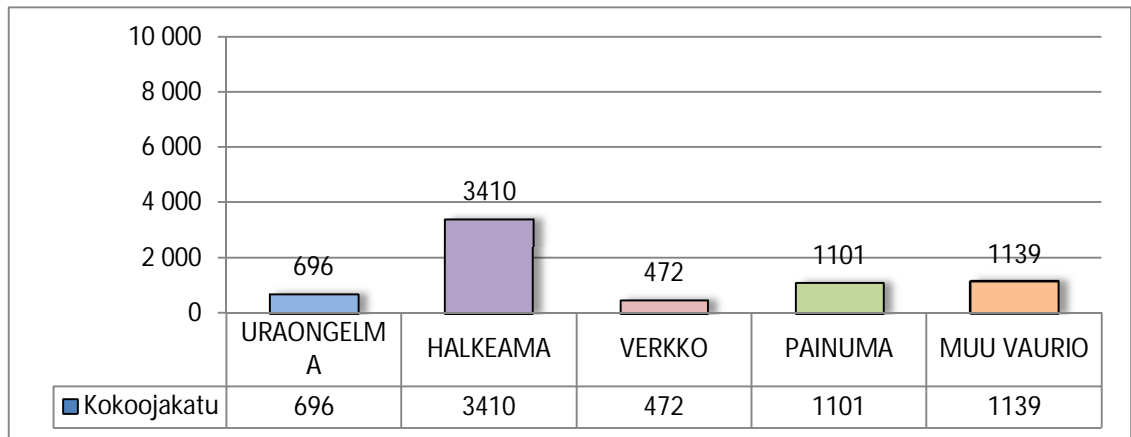
Huomionarvoista oli, että keskustan pohjoispuolelle jäävällä katuverkon osalla havaittiin huomattavasti enemmän vaurioita ja varsinkin uraongelmaa, kuin muualla katuverkolla. Tähän voi olla syynä alueiden ikäero, sillä pohjoispuolen katujen rakenteet ovat jo lähempänä elinkaarensa loppua tai vaihtoehtoisesti syynä voi olla eri inventoijien henkilökohtaiset näkemyserot. Pohjoinen puoli kartoitettiin vuonna 2012 ja loput katuverkosta kesällä 2013.

## 7.2 Kokoojakadut

Kokoojakatuja on tarkastellulla alueella 37 km ja niistä inventoitiin noin 8km (22 %). Tämän tason väylillä huomionarvoisin ongelmatyyppi on halkeamat. Lisäksi myös painumat ja ”muut vauriot” ovat suhteessa yleisempiä kuin pääväylillä. Tämä selittyy todennäköisesti routimisella, sillä pääväyliin verrattuna kokoojaväylät ovat yleisimmin rajattu reunakivin, jotka estävät veden vapaan virtauksen pois ajoradalta. Tällaisilla kaduilla kuivatus on hoidettava sadevesikaivoilla ja niihin johtavilla kallistuksilla. Ongelmat kuitenkin viittaavat siihen, että kadun kantavuus- ja kuivatusongelmat ovat edesauttaneet rakenteiden vaurioitumista joka näkyy ajoradan pinnan halkeiluna ja muina ongelmina. Kuvissa 53 ja 54 on havainnollistettu kokoojakatujen vaurioiden määrää ja tyyppiä.



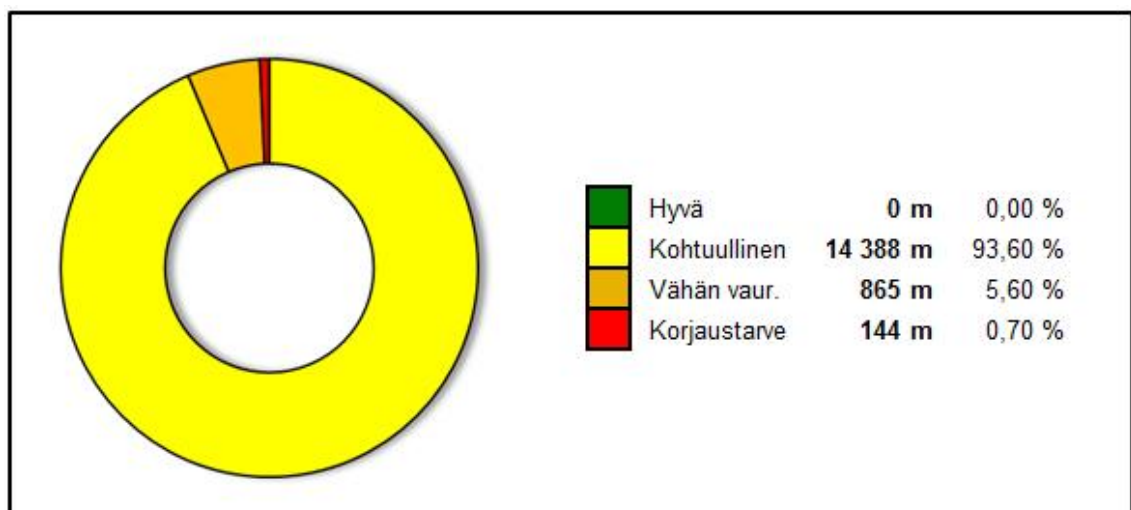
**Kuva 53** Kokoojakatujen kunto.



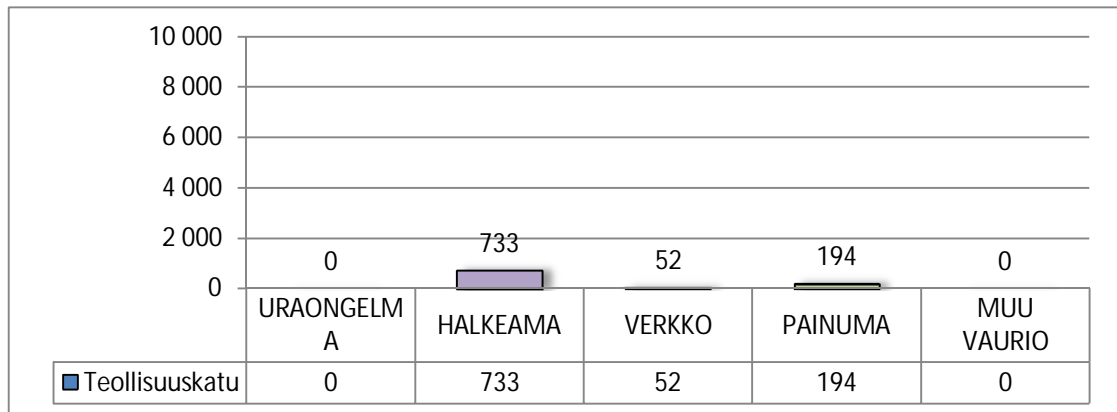
**Kuva 54** Kokoojakatujen vauriot metreinä.

### 7.3 Teollisuuskadut

Teollisuuskatuja on tarkastellulla alueella 15 km ja niistä inventoitiin 2 km (13 %). Myös tämän tyyppin kaduilla havaittiin halkeilua, jonka synty selittyy todennäköisesti samoin kuin muillakin väylillä. Teollisuuskaduilla liikennemäärät voivat jäädä alhaisiksi, mutta raskaan liikenteen osuus kokonaisliikennemäärästä voi olla reilusti suurempi kuin muilla väylillä. Tämä tarkoittaa suurempia kuormituksia katurakenteelle, mutta tämä asia on otettu huomioon katua suunniteltaessa. Teollisuuskatuja on muihin katutyyppeihin verrattuna kilometrimääräisesti selvästi vähiten, joten korjausta kaipaava metrimääräkään ei ole suuri. Kuitenkin katupituuteen verrattuna esimerkiksi halkeamien prosentuaalinen määrä on samaa tasoa kuin asuntokaduilla. Kuvissa 55 ja 56 on havainnollistettu teollisuuskatujen vaurioiden määrää ja tyyppiä.



**Kuva 55** Teollisuuskatujen kunto.

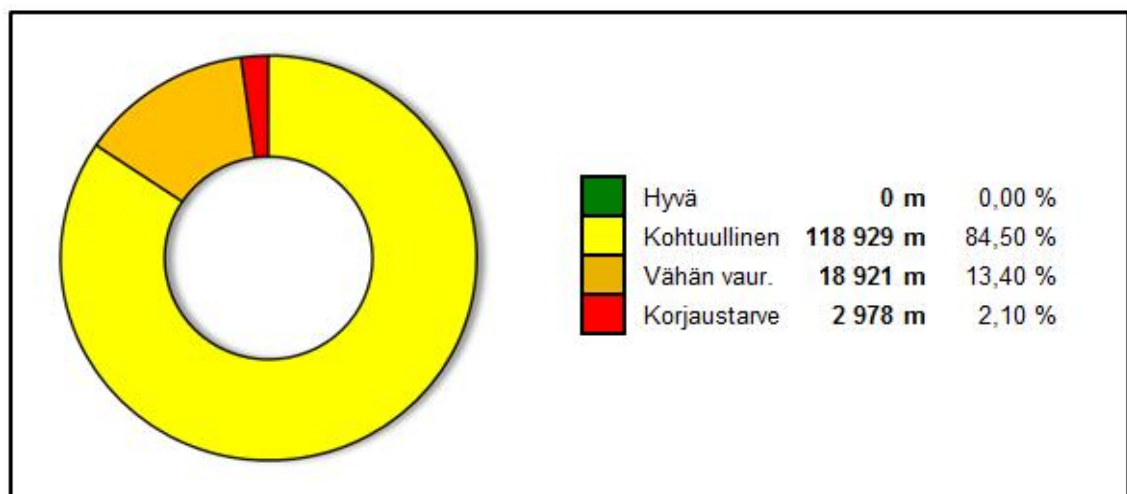


**Kuva 56** Teollisuuskatujen vauriot metreinä.

## 7.4 Tonttikadut

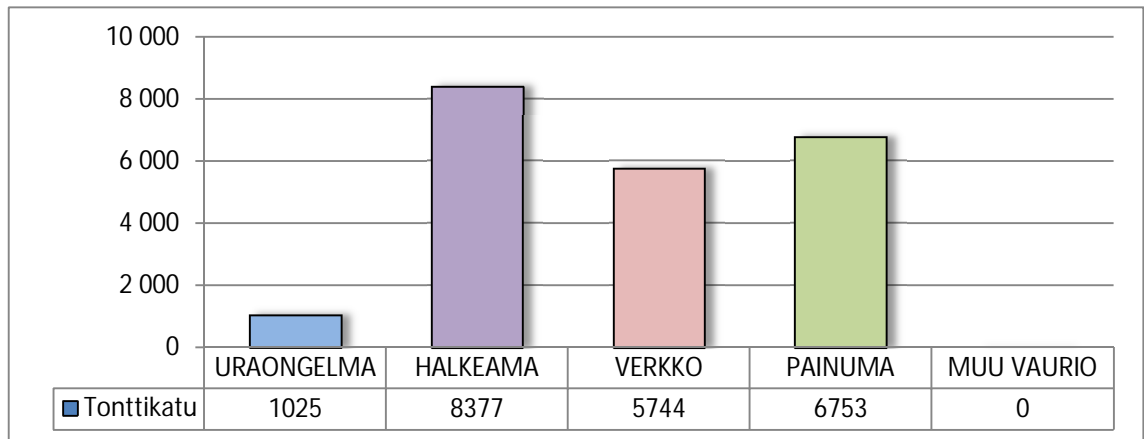
Tonttikatuja on tarkastellulla alueella 140 km ja niistä inventoitiin 14 km (10 %). Tonttikadut ovat muita katutyyppejä kevyemmin rakennettuja, joten jo oletuksena niiden yleisimpiä ongelmia ovat routiminen ja heikosta kantavuudesta johtuvat vauriot. Näin on myös Kuopiossa. Routiminen näkyy routanousuina ja päällysteen halkeamina. Nämä kuitenkin osittain tasoittuvat kesäisin, kun routa sulaa. Routanousut voivat kuitenkin aiheuttaa suuriakin ongelmia kunnossapitokalustolle sekä yksityisautoilijoille ja ovat joka keväinen ongelma.

Kantavuusvaurioista syntyvät painumat taasen ovat pysyviä muodonmuutoksia. Ongelmat voivat johtua esimerkiksi liian ohuista rakennekerroksista tai routimisen johdosta rakenteisiin päässeestä vedestä, joka pehmentää maamassoja. Myös liian painava kunnossapitokalusto tai odottamaton raskaiden ajoneuvojen (työmaa-ajoneuvot) liikenne voi johtaa tonttikadun painumiseen. Painuminen vaikeuttaa myös kadun kuivatusta, sillä sadevesi kerääntyy painanteisiin aiheuttaen lammikoita jotka pakkasilla lisäksi jäätyvät. Lopulta vesi imeytyy painanteista suoraan kadun rakennekerrokseen aiheuttaen lisää ongelmia. Kuvissa 57 ja 58 on havainnollistettu tonttikatujen vaurioiden määrää ja tyyppiä.



**Kuva 57** Tonttikatujen kunto.





**Kuva 58** Tonttikatujen vauriot metreinä.

Jokavuotinen routiminen huonontaa kadun kuntoa jatkuvasti (kuva 59) ja routimisen poistamiseksi lopullisesti on ratkaisuna vain kadun rakennekerrosten uusiminen. Tämä toimenpide on kallis verrattuna siihen, kuinka pientä liikennemäärää se tonttikadulla palvelee. Ongelma on kuitenkin otettava vakavasti, joten kustannustehokkain vaihtoehto on panostaa ennaltaehkäiseviin toimiin.



**Kuva 59** Sama routinut katuosuus vuosina 2009 ja 2013. (kuvat: [maps.google.fi](https://maps.google.fi); Simo Kesti)

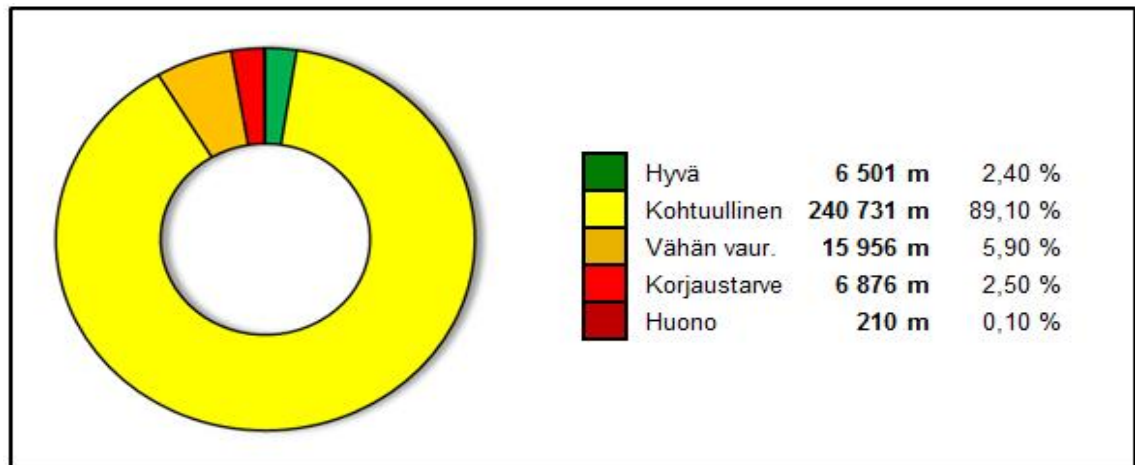
Kuvassa 59 näkyy kuinka jalkakäytävän routiminen on johtanut muutamassa vuodessa asfaltin erittäin voimakkaaseen halkeiluun ja rakennekerroksissa tapahtuva sekoittuminen on saanut viereisen ajoradan painumaan usean kymmenen metrin matkalta.

Kuivatuksen varmistamisella ja tehostamisella voidaan vaikuttaa kaiken tasoisten katujen routaongelmiin ja lammikoitumiseen. Tonttikaduilla ongelmana ovat reunakiveykset, jotka eivät päästä vettä pois katualueelta. Siksi kallistusten ja sadevesikaivojen toimiminen on ensiarvoisen tärkeää. Alueilla, joissa reunakiviä ei ole, on huolehdittava kasvillisuudesta ja maa-aineksesta muodostuneiden reunapalteiden poistosta, jotta vesi saataisiin hallitusti pois ajoradalta.

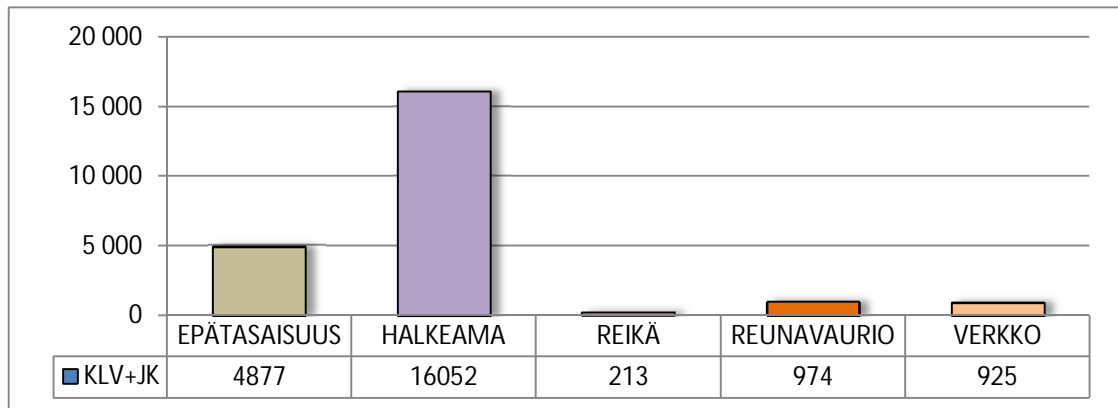
## 7.5 Kevyen liikenteen väylät ja jalkakäytävät

Tarkastelun helpottamiseksi kyseisiä väyliä käsiteltiin yhtenä kokonaisuutena. Koko alueella kevyen liikenteen väyliä ja jalkakäytäviä on 270km. Inventointia suoritettiin vain eteläisissä kaupunginosissa ja inventoituja kilometrejä oli noin 72km (27%). Erotuksena ajoradoista, oli tähän inventointiin otettu mukaan viides kuntoluokka, huono. Kartoitettaviin ongelmiin oli otettu epätasaisuus, halkeamat, verkottuminen, reunapainumat ja reiät.

Inventointien perusteella reilusti suurin osa kyseisestä väyläverkosta on vähintään kohtuullisessa kunnossa. Huonokuntoisemmilla osilla yleisimpänä ongelmana ovat halkeamat, jotka voivat johtua esimerkiksi liian ohuiden rakennekerrosten sallimasta routimisesta. Kuvissa 60 ja 61 on havainnollistettu kevyen liikenteen väylien ja jalkakäytävien vaurioiden määrää ja tyyppejä.



**Kuva 60** KLV+JK kunto.



**Kuva 61** KLV + JK vauriot metreinä.

Itsestäänselvyys on, että nämä väylät ovat selvästi kevytrakenteisempia kuin ajoradat, jotka suunnitellaan paljon raskaammalle liikenteelle. Kevyemmissä rakenteissa on kuitenkin suurempi routimisen riski ja nykypäivänä kunnossapitokaluston paino voi aiheuttaa kantavuusongelmia. Suurin osa korjausbudjetista käytetään ajoradoille ja kevyelle liikenteelle tarkoitettuja väyliä myös korjataan helposti kevyemmin kuin ajoratoja. Väylillä kuitenkin liikkuu hyvin paljon erilaisia ihmisiä erilaisilla kulkuvälineillä ja osalle heistä pienemmätkin vauriot väylällä voivat helposti aiheuttaa ongelmia. Tällaisia ovat esimerkiksi huonosti liikkuvat ja heikkonäköiset vanhukset tai vauhdikkaasti etenevät rullaluistelijat. Molemmille ryhmille väylän pinnan vauriot ja pienetkin epätasaisuudet voivat aiheuttaa kaatumisia ja vakavia vammoja.

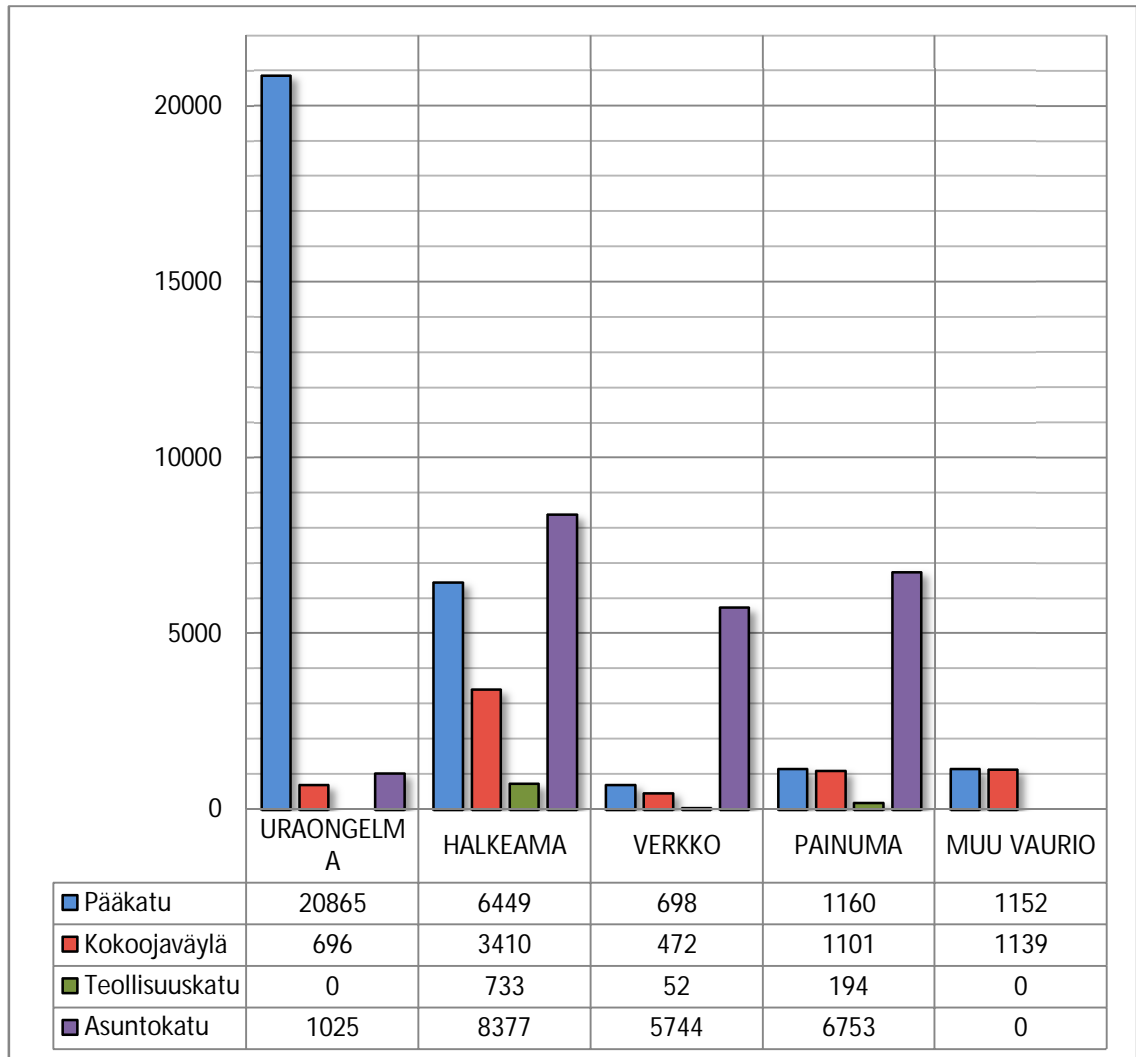
## 8 YHTEENVETO JA TULEVAISUUS

Tässä työssä käsiteltyä väyläverkkoa oli yhteensä noin 580km, josta ajorataa noin 310km ja kevyelle liikenteelle tarkoitettuja väyliä noin 270km. Kaikkia väylätyyppisiä tarkasteltaessa yleisin ongelma näyttää olevan routiminen, mutta pääkatujen suuren määrän vuoksi myös niillä esiintyvä urautuminen nousee merkittäväksi tekijäksi (taulukko 7). Suuret liikennemäärät varsinkin kaupungin pääväylillä ja talvikuukausien nastarengaskulutus aiheuttavat päällysteen kulumista ja urapaikkaustarvetta. Suurin osa kaduista ja kevyen liikenteen väylistä on kuitenkin vähintään kohtuullisessa kunnossa, mutta korjattavaa löytyy silti useita kymmeniä kilometrejä. Varsinkin kaivutöitä vaativat osuudet kasvattavat nopeasti korjauskustannuksia, joten toimenpiteisiin tulisi ryhtyä ennen kuin ainoaksi vaihtoehdoksi jää kadun auki kaivaminen ja rakenteen uusiminen.

**Taulukko 7** Tarkastelualueen väyläpituudet ja ongelmien yleisimmät syyt.

	Pääkatu	Kokoojakatu	Teollisuuskatu	Tonttikatu	yhteensä	KLV + JK
<b>Kokonaispituus</b>	119km	37km	15km	140km	311km	270km
<b>Ongelmien pääsyitä</b>	Liikennemäärät, Nastarengaskuluminen, Reunapalteet	Routiminen, Kantavuus- ja kuivatusongelmat		Routiminen, Kantavuus- ja kuivatusongelmat		Routiminen

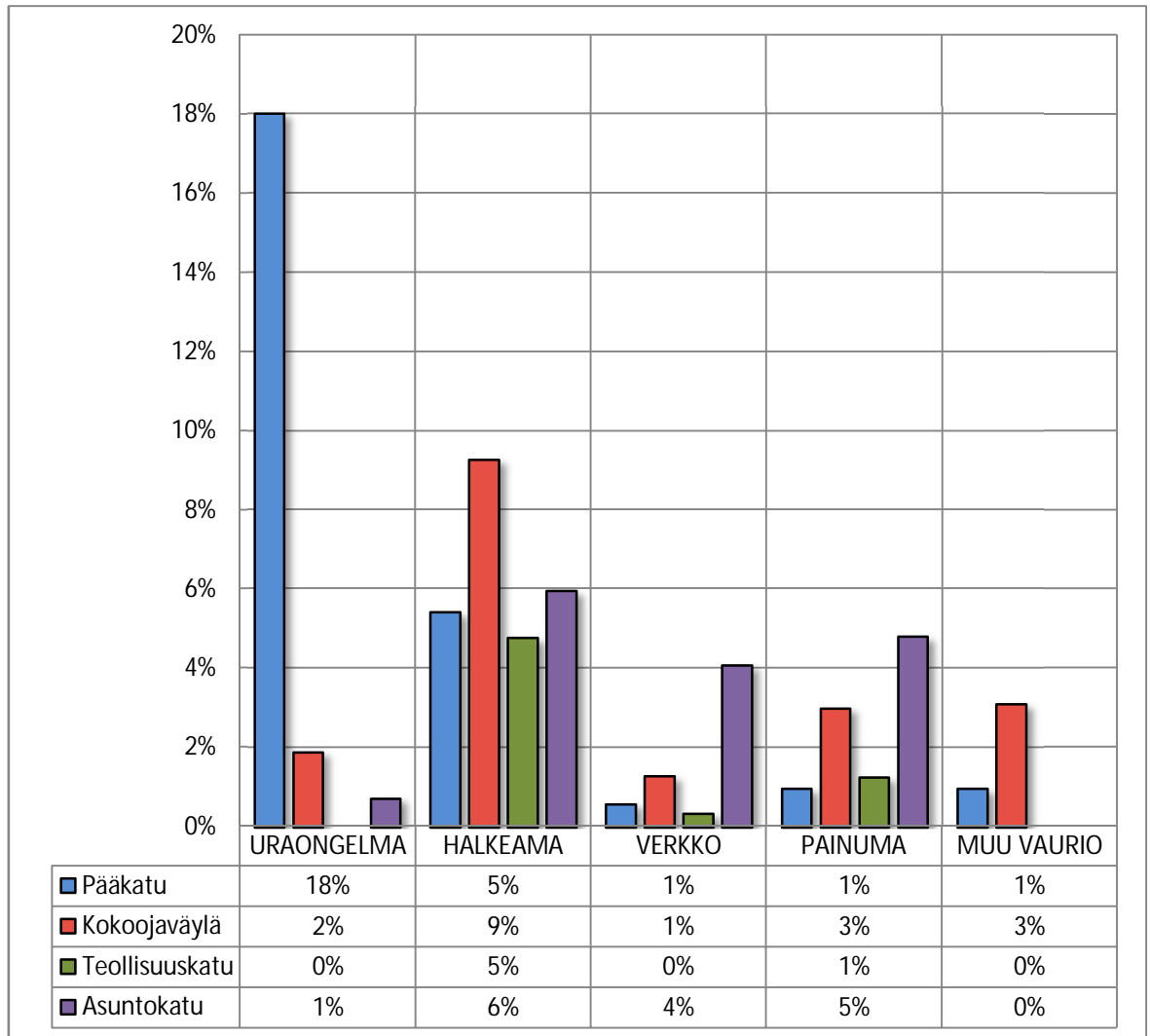
Kuvaan 62 on koottu yhteen tulokset ongelmien määristä kaikkien tarkasteltujen toiminnallisten luokkien osalta. Pää- ja tonttikatujen ongelmien määrät nousevat selvästi muita suuremmiksi jo senkin takia, että ne sisältävät muita enemmän väylämetrejä. Kuvaajasta kuitenkin näkee selkeästi, kuinka suurista korjaustarpeen määristä tarkastelualueella puhutaan. Myös eri ongelmatyyppien esiintyminen eri väylätyypeillä erottuu hyvin. Taulukossa 7 mainittujen ongelmien syiden vaikutus näkyy esimerkiksi uraongelmien painottumisena pääväylille sekä kantavuudesta ja routimisesta johtuvien ongelmien esiintymisenä varsinkin asuntokaduilla.



**Kuva 62** Vauriot kaikilla väylillä.

Vaurioiden prosentuaalinen jakauma väylillä näkyy kuvasta 63. Prosenttiluku esittää siis kyseisen vauriotyyppin metrimäärää tietyn tyyppisellä väylällä suhteessa tämän väylätyyppin kokonaispituuteen. Esimerkiksi kokoojakatujen halkeilun suhteellisesti suuri määrä erottuu tämäntyyppisestä kuvaajasta paremmin, sillä suppeamman kokoojakatuverkon tulos jää pelkällä metrimäärällä mitattuna laajempien pää- ja asuntokatujen varjoon. Toisaalta taas nähdään, että vaikka asuntokaduilla korjausta vaativia vaurioita ja ongelmia on väylämetreinä huomattavasti, on määrä kuitenkin vai muutamia prosentteja koko laajan asuntokatuverkon kokonaispituudesta. Suurin osa tuosta verkosta ei siis tällä hetkellä vaadi korjaustoimenpiteitä.

Kuitenkin molempien kuvaajien näkökulmat ovat tärkeitä, sillä vaikka ongelmia olisi prosentuaalisesti vähän, voi korjausta vaativaa väylää olla silti kymmeniä kilometrejä. Prosentuaalisesta jakaumasta puolestaan nähdään, onko jokin väylätyyppi jäänyt hoidon kannalta selvästi huonompaan asemaan, kun verrataan ongelmien määrää väylämetreihin.



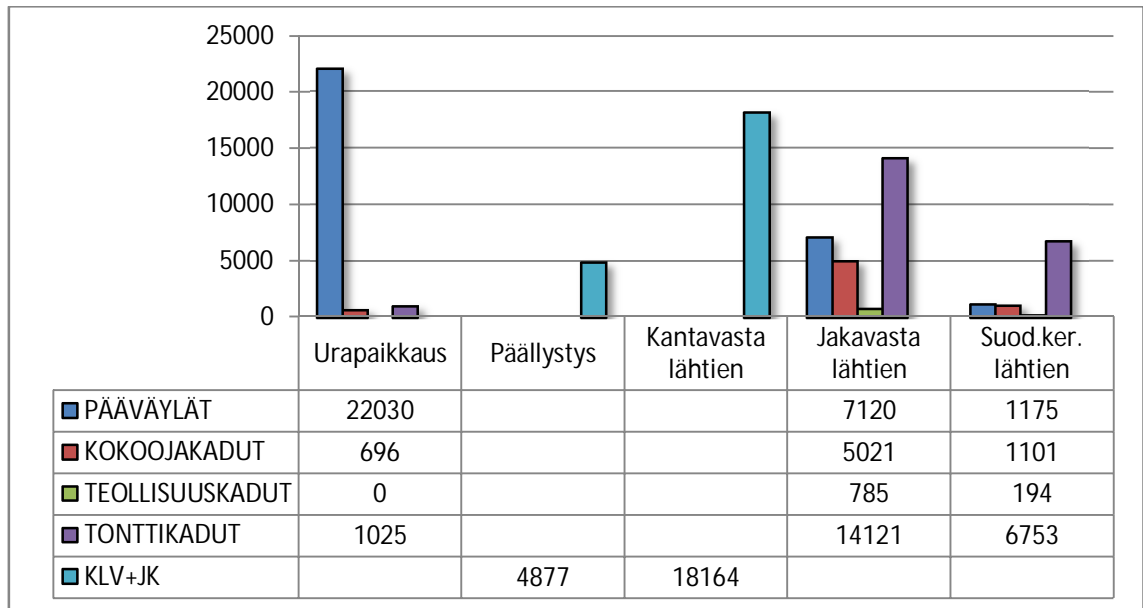
**Kuva 63** Vaurioiden prosentuaalinen jakauma kaikilla väylillä.

Eri ongelmille valittiin kustannuslaskentaohjelmassa parhaiten soveltuvat korjaustoimenpiteet. Nämä on esitetty taulukossa 8. Valinnat tehtiin havaittujen vaurioiden oletettujen syiden perusteella. Toimenpide pyrittiin siis valitsemaan siten, että sillä päästäisiin vaikuttamaan taustalla olevan ongelman syntymiseen ja estämään se. Esimerkiksi halkeamien ja verkottumisen syiden oletettiin olevan pääasiassa kantavassa kerroksessa ja siitä ylöspäin, joten korjaustoimenpiteeksi valittiin kerrosten vaihtaminen, joka ei kuitenkaan ylety aivan koko rakenteen läpi.

**Taulukko 8** Valitut korjaustoimenpiteet

	Urapaikkaus	Päälysteen uusiminen	Rakenteen uusiminen suodatinkerroksesta lähtien	Rakenteen uusiminen jakavasta kerroksesta lähtien	Rakenteen uusiminen kantavasta kerroksesta lähtien
<b>Ajorata</b>					
Uraongelma	X				
Halkeama				X	
Verkko				X	
Painuma			X		
Muu vaurio				X	
<b>KL+JK</b>					
Epätasaisuus		X			
Halkeama					X
Verkko					X
Reunavaurio					X
Reikä					X

Kuvassa 64 on esitetty eri toimenpiteiden jakautuminen eri väylätyypeille. Kevyen liikenteen väylien erilaisen luonteen ja erityyppisten vaurioiden tähden niille valittiin omat korjaustoimenpiteet. Esimerkiksi suurimpaan osaan ongelmista uskotaan löytyvän apu kantavan- ja sitä ylempien kerrosten uusimisella. Kevyemmän liikennekuorman vuoksi ainakaan rasituksesta johtuvat ongelmat eivät todennäköisesti ylety sitä alempiin kerroksiin. Kevyen liikenteen väylien suuresta määrästä johtuen korjattavia väylämetrejä tulee yhä enemmän. Varsinkin kaivutyötä vaativien osuuksien määrä kasvaa reilusti.



**Kuva 64** Korjaustoimenpiteet kaikilla väylillä.

Kuvassa 64 korjaustoimenpiteet on listattu oikealta vasemmalle niin sanotusti kevyimmästä järeimpään. Esimerkiksi urapaikkauksessa uusitaan päällyste vain molempien rengasurien kohdalta. Urapaikkausta ei kuitenkaan voi tehdä samaan paikkaan useita kertoja, vaan muutaman paikkauksen jälkeen päällyste tulisi uusita koko leveydeltä (*infrakuntoon.fi*). Tällaiset kohteet tulee ottaa huomioon tarkempia kohdekohtaisia korjaussuunnitelmia tehtäessä.

Esitettyjen toimenpiteiden pohjalta tehdyt tarkemmat korjauskustannuslaskelmat yksikköhintoineen on esitetty liitteissä 2-9. Urapaikkauksen yksikköhinta perustuu asfalttiurakoitsijan antamaan arvioon. Muut yksikköhinnat tulevat suoraan käytetystä laskentaohjelmasta ja ovat toteutuneiden infrahankkeiden pohjalta laskettuja hintoja. Yksikköhinta riippuu kadun toiminnallisesta luokasta ja korjattavista neliö- ja kuutiomääristä. Eri katutyypeille laskentaohjelmaan määritellyt ominaisuudet löytyvät liitteestä 10.

Laskentavaiheessa vaurioinventoinnin tuloksista saadut korjaustarpeet jaettiin luvussa 6 mainituille kuudelle alueelle ja jokaiselle niistä tehtiin oma laskelma kustannuslaskentaohjelmaan. Näiden tulosten pohjalta koko tarkastellun väyläverkon korjausten hinnaksi saadaan noin 22 000 000 €

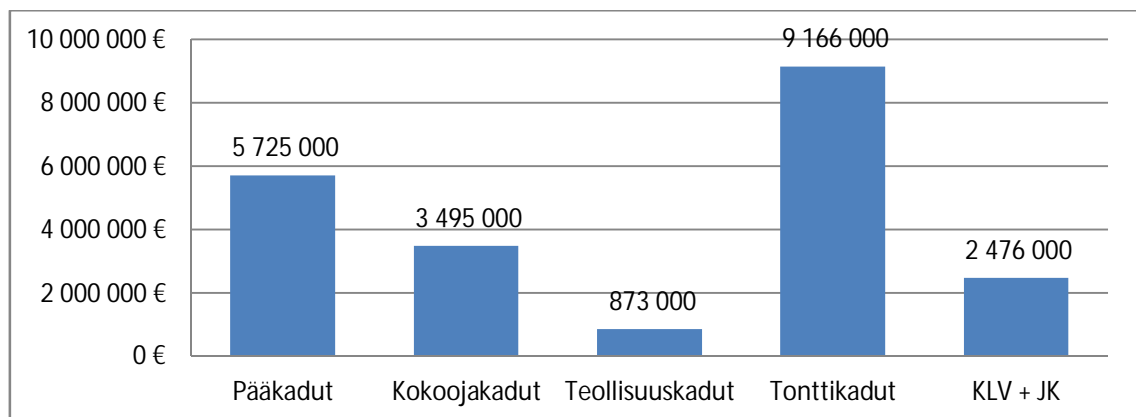
Aiemmin mainituista korjausvelka ja korjausvastuu-termeistä tämä summa edustaa korjausvastuuta, eli summaa, joka korjauksiin joudutaan todellisuudessa investoimaan.



Jos halutaan puhua korjausvelan määrästä, on verkolta eroteltava eri kunnossapitoluokkien väylät ja laskettava niille korjauskustannukset luvussa 4.2 määritellyjä optimikuntotasoa hyväksikäyttäen. Tällöin summaksi saadaan noin 17 000 000€

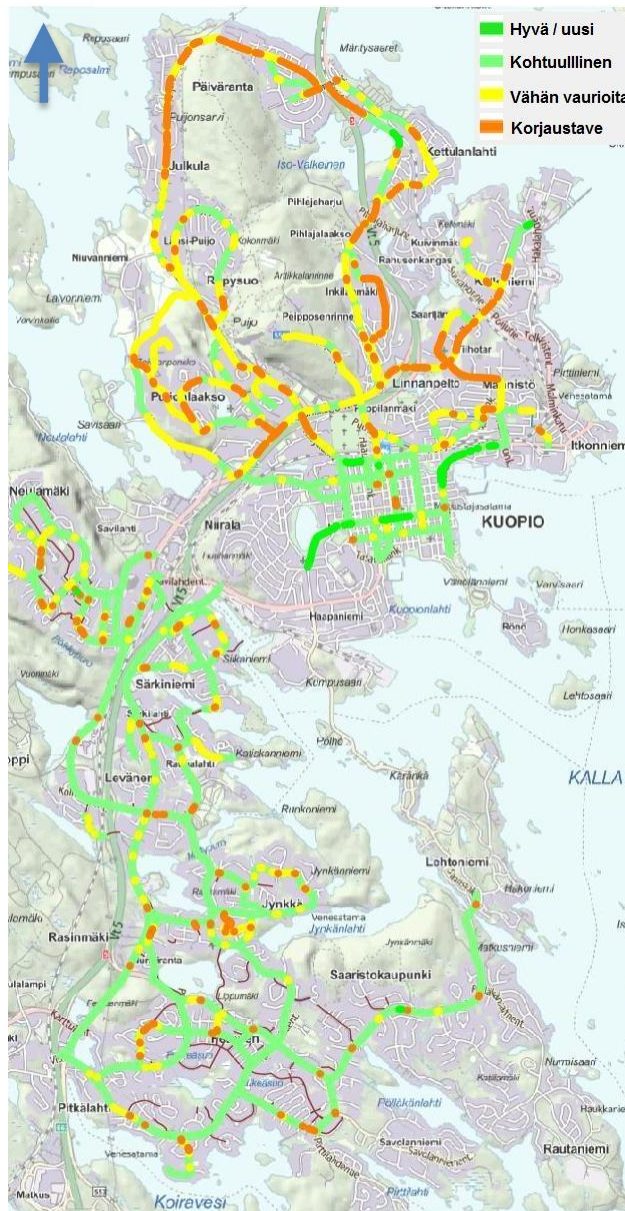
Vertailuarvona voidaan mainita, että Joensuun koko väyläverkon korjausvastuu vuonna 2013 valmistuneiden laskelmien mukaan on noin 23 000 000 € Kuopiossa laskennassa oli mukana vain keskeinen kaupunkialue, joten esimerkiksi kuntaliitosten mukanaan tuomat lisäkilometrit eivät olleet mukana tarkastelussa. Myös Jyväskylä on saamassa vuoden 2014 alussa valmiiksi laskelmat omasta korjausvastuustaan. Tuota summaa ei kuitenkaan tämän raportin valmistuessa ollut tiedossa. Sekä Joensuu, että Jyväskylä laskivat korjauskustannuksensa hieman eri tavoin kuin Kuopio, joten summat eivät ole täysin vertailtavissa keskenään. Tulosten perusteella voidaan kuitenkin sanoa, että Kuopion korjausvastuu on koko Kuopion katuverkon osalta todennäköisesti hieman enemmän kuin Joensuulla.

Laskelmien mukaan tonttikatujen investointitarve on selvästi suurin, johtuen juuri rakennekerroksiin asti ulottuvista ongelmista. Myös muissa toiminnallisissa luokissa suurin osa korjauskustannuksista koostu kaivutyötä vaativista toimenpiteistä, mutta esimerkiksi pääkaduilla urapaikkauksenkin osuus oli noin 750 000 € Alla, kuvassa 65, on esitetty kustannusten jakautuminen eri toiminnallisten luokkien kesken.



**Kuva 65** Korjauskustannusten jakautuminen toiminnallisten luokkien kesken.

Katupäällysteen kunnan yleiskuvaa (kuva 66) tarkastellessa, nähdään selvästi pohjoisten osien muita heikompi kunto. Tämä selittyy esimerkiksi käyttöönottovuosilla, sillä pohjoinen puolisko on eteläistä vanhempaa. Pohjoisten osien inventointi myös suoritettiin vuotta muiden alueiden tarkastelua aikaisemmin. Eroja saattaa siis syntyä myös työn tehneiden henkilöiden vaihtuessa ja inventoinnissa olleen pitkän tauon johdosta. Mahdollisesta vaihtelusta huolimatta pohjoisen alueen kadut ovat selvästi muuta tarkasteltua aluetta huonommassa kunnossa. Keskusta-alueen osalta kuntoinventoinnin tiedot ovat ristiriitaisia, sillä kyseisessä päällysteen yleiskuntoa esittävässä kartassa suurin osa kaduista on merkitty vihreällä kohtuulliseen kuntoluokkaan, mutta tarkemman vauriokartoituksen tuloksia läpi käytäessä samoille kaduille on kuitenkin merkitty hyvin tiheään yksittäisiä lyhyitä vaurioita.



**Kuva 66** Inventoitujen katujen yleiskunto. (Ramboll karttapalvelu)

den välein. Tällä tavoin tarkasteluväli pysyy tarpeeksi tiheänä ja katujen kunnon kehityksestä saadaan tarpeeksi dataa, jotta sen käyttäytymistä voidaan alkaa ennustaa faktatiedon pohjalta. Kustannusten laskentaan soveltuvan datan kerääminen on suurina määrinä kallista, mutta jokaisen mittauskerran ei tarvitse kattaa koko väyläverkkoa, vaan yleiskuvan muodostamisen jälkeen voidaan tarkasteluja täsmentää esimerkiksi halutuille alueille tai tietyn tyyppisiin katuihin. Korjaustarpeita ja määrärahojen riittämättömyyttä perusteltaessa on kuitenkin välttämätöntä esittää myös selkeitä lukuja joita voidaan tuottaa vain mittaamalla ja laskemalla. Samalla saadaan ajantasaistettua tietoa katuomaisuuden arvosta. Esimerkiksi nämä näkökulmat tukevat ajatusta määrärajojen tehtävistä mittauksista.

Tässä työssä on tarkastelun ulkopuolelle jätetty katukokonaisuuteen läheisesti kuuluvat sillat sekä muut katuihin liittyvät varusteet ja rakenteet. Näiden osien kunnon ylläpito ja korjaukset ovat kuitenkin lähes yhtä tärkeässä roolissa liikenteen sujuvuuden ja turvallisuuden kannalta, kuin itse ajoradalle tehtävät toimenpiteet.

Katualue toimii osana kaupungin imagoa ja kuvaa, joka vierailijoille ja paikallisillekin kadun käyttäjille kaupungista muodostuu. Viihtyisä, selkeä ja hyväkuntoinen katualue luo liikkujalle positiivisen ja turvallisen kuvan ympäristöstään.

## 8.1 Tulevaisuus

Tämän inventointi- ja laskentaurakan tulokset jäävät Kuopion kaupungin rakentamisen ja kunnossapidon palvelujen käyttöön ja ne tallennetaan myös kaupungin käyttämään kustannuslaskentaohjelmaan. Tulokset ovat ensimmäinen laajempi rahamääräinen katsaus Kuopion katuverkon tilaan, joten jatkotarkasteluja ja inventointeja on tarpeen suunnitella toistettavaksi vähintään viiden vuoden välein.

Pelkkä kuntodatan kerääminen ei kuitenkaan pidemmän päälle tuo enää lisäarvoa, jos saaduilla tuloksilla ei ole vaikutusta toimintaan. Korjaustoimenpiteiden havaitun jälkeenjääneisyyden kiinni kuromiseksi on saatava lisärahoitusta. Tämä rahoitus tulisi normaalin korjaus-/saneerausbudjetin päälle ja korjausvelan kuittaamiselle tehtäisiin usean kymmenen vuoden mittainen maksusuunnitelma. Tarkempien kuntotarkastelujen ja tulevaisuuden tarpeiden perusteella tehtäisiin korjausaikataulu, jolla pyrittäisiin sekä kuromaan velkaa umpeen että estämään uuden velan syntyminen. Korjausbudjetista tinkiminen ja toimenpiteiden lykkäys tulee kasvattamaan kadun kunnostukseen tulevaisuudessa tarvittavan rahan määrää entisestään.

Rahamääräisiä arvioita lykkäysten vaikutuksista on kuitenkin vaikea antaa. Kuten aiemmin mainittiin, kadun laskennallinen elinkaari on noin 40 vuotta ja päällysteen kestoikä siitä vajaa puolet. Keskustan katujen lisäksi useampi kymmenen kilometriä katuverkkoa on lähellä tuota ikää. Jos katurakenteen kunnan heikkeneminen olisi lineaarista, merkitsisi se, että viidessä vuodessa muutos olisi noin 12-16 %:n luokkaa. Kunnan heikkeneminen kuitenkin kiihtyy loppua kohden, jolloin tuo reilun kymmenen prosentin muutos voi tapahtua jo muutamassa vuodessa. Vuonna 2012 kaupungin katuverkon tasearvoksi on merkitty vajaat 40 miljoonaa euroa ja hankinta-arvoksi vajaa 120 miljoonaa euroa. Riippuen siitä, mistä luvusta arvon aleneminen lasketaan, heikkenee katuverkon kunto jo viidessä vuodessa rahassa mitattuna noin 6 – 17 miljoonaa euroa. Iso osa kaduista on rakennettu reilu kaksikymmentä vuotta sitten, joten sitä vanhempien katujen osalta korjaukset olisi syytä saada käyntiin, ennen kuin tuo nuorempi verkoston osa tulee ikänsä puolesta saneerauskuntoon.

Seuraavaan listaan on koottu ajatuksia ja ohjeita kunnan hallinnan jatkotoimenpiteistä ja muusta aiheeseen liittyvästä:

- Kuntotason ja korjauskustannusten määrittäminen tulisi tehdä myös tämänkertaisen projektin ulkopuolelle jääneille alueille, jotta saataisiin ajantasainen ja kattava tieto koko Kuopion alueen katujen korjaustarpeesta ja -kustannuksista.
- Nykyiset korjaustoimenpiteet painottuvat suurimmalta osin pääväylille. Tonttikatujen korjaustarve tulisi tulevaisuudessa kartoittaa tarkemmin ja ottaa myös tämän tyyppin kadut (määrärahojen sallimissa rajoissa) laajemmin mukaan korjaussuunnitelmia tehtäessä. (Eri katutyypin tärkeysjärjestys huomioitava, mutta hierarkian alemmat tasot eivät saa täysin jäädä ylempien jalkoihin.)
- Kaupungin pohjoisten osien kadut ovat muita huonommassa kunnossa ja kärsivät etenkin urautumisesta. Systemaattisia korjauksia tulisi painottaa näille alueille, jotta niiden kunto saataisiin hallintaan ennen kuin muiden alueiden väylät tulevat ajan saatossa samaan tilanteeseen.
- Katujen iän ja alustavien kuntoinventointien tulosten perusteella tulisi tarkempia alueellisia tarkasteluja ja korjaussuunnitelmia tehdä tarpeen mukaan myös muualla.
- Kadun alaisia verkostoja rakentavien / ylläpitävien tahojen (vesi, kaukolämpö, sähkö ynnä muut) kanssa ja kesken tulisi tehdä yhä läheisempää yhteistyötä, jotta yhteisiä saneerauskohteita ja -aikatauluja saadaan kartoitetuksi entistä paremmin.

- Muiden kaupunkien toiminnan seuraaminen ja yhteistyön jatkaminen on kunnonhallinnankin kannalta oleellisen tärkeää. KEHTO-foorumi on tästä hyvänä esimerkkinä. Aivan omanlaisten järjestelmien luominen aiheuttaa helposti ongelmia.
- Mittaustulosten käyttökelpoisuuden ja ohjelmistoyhteensopivuuden varmistamiseksi mahdolliset uudet tilaukset ja mittaukset on suunniteltava tarkkaan etukäteen. Suunnitteluvaiheessa tulee olla mukana myös ihmisiä, jotka käyttävät ja ymmärtävät ohjelmistoja joille tulokset tallennetaan. Lisäksi yhä useammin tarjolla on pelkän datan tuottamisen sijaan sen analysoinnin, tallennuksen ja ylläpidon/päivittämisen sisältäviä palveluja. Tällöinkin tilaaja kuitenkin tarvitsee vankan tietämyksen siitä, mitä hän tarkalleen ottaen haluaa.
- Kuntorekisterin viimeiset puutteet tulisi käydä läpi (ajantasaistaminen) ja ylläpito tulee pitää jatkuvana. Ainakin vuoden 2013 lopussa katutietokannassa oli vielä muutamia tyhjiä tai puutteellisia tietoja.
- Kadulla tapahtuvien kaivutöiden jäljiltä kadussa ilmenevien ongelmien vähentämiseksi ja työn laadun parantamiseksi urakoitsijan vastuujan pidentämistä tulisi harkita. Samalla on kuitenkin huomioitava, että vanhoilla, huonoja rakennekerroksia sisältävillä kaduilla ongelmattoman paikkauksen tekeminen on haastavaa. Jos katuja sanerattaisiin kaupungin toimesta enemmän, huonoja rakennekerroksia sisältävät vanhat kaatuksuudet saataisiin vähenemään.

Tulevaisuudessa on mittausten tilaamisessa otettava huomioon tulosten käyttötarkoitus, yhteensopivuus tietokantaohjelman kanssa sekä vertailukelpoisuus edellisiin mittaustuloksiin. Seuraavia mittauksia suunniteltaessa kannattaa kuitenkin tämän raportin pohjana olleita inventointeja ja ratkaisuja tarkastella kriittisesti ja pohtia parempia käytäntöjä ja mahdollisia paremmin tarkoitusta vastaavia mittareita. On myös suositeltavaa tilata halutut mittaukset niin sanotusti avaimet käteen periaatteella, eli valitaan tarjoaja, jolla on valmiudet sekä mittaamiseen että tulosten analysointiin, jos sille on tarvetta. Tämänkertainen inventointi suoritettiin silmämääräisellä arvioinnilla, mutta vertailukelpoisempia tuloksia haluttaessa on hyvä harkita myös mittalaittein tehtyjä mittauksia. Tällaisia ovat esimerkiksi urasyvyyden ja IRI-arvon mittaukset. Tällöin eri vuosina teetetut mittaukset ovat keskenään vertailukelpoisempia kuin inventoinnit, joiden tulos riippuu inventoijan henkilökohtaisesta näkemyksestä. Kuitenkin esimerkiksi korjausvelan laskennassa on tämänhetkisten tietojen mukaan tarpeellista panostaa ongelmien syyperusteiseen inventointiin, jolloin paras vaihtoehto on asiantuntijan tekemä silmämääräinen kuntoarviointi. Silmämääräiset arviot ovat riittäviä myös esimerkiksi tehtäessä suoraan korjaussuunnittelun tarpeisiin räätälöityjä inventointeja.

## LÄHTEET

Alkio, R. et al. 2001. Tien rakennekerrosten materiaalit – Taustatietoa materiaalivalinnoille. Helsinki, 2001, Tiehallinto, Tiehallinnon selvityksiä 66/2001. 140s.

Belt, J. et al. 2002. Tierakenteen vaurioituminen ja tiestön kunto. Helsinki, 2002, Tiehallinto, Tiehallinnon selvityksiä 15/2002. 73s.

Belt, J., et al. 2006. Tierakenteen rappeutuminen ja kunnan ennustaminen. Oulu, 2006, Oulun yliopiston rakennusteknologian tutkimusryhmä, Oulun yliopiston rakentamisteknologian tutkimusryhmän julkaisuja 2. 44s.

Berntsen, G., Saarenketo, T. 2005. Drainage on low traffic volume roads. 2002, Roadex II Northern Periphery-programme. 124s.

Cleanosol Oy. 2012. Tienrakennusmateriaalit. TTY:n kurssin MPR-4410 luento, Tampere, kevät 2012.

Forsblom, M., Happonen, H. 2006. Sosiaalisen turvallisuuden suurten ja keskisuurten kaupunkien joukkoliikenteessä. Helsinki, 2006, Liikenne ja viestintäministeriön julkaisuja 53/2006. 91s.

Heikkinen, I. 2013. Kaupungininsinööri, Kuopion kaupunki. Kuopio. Keskustelut 6.2013 - 2.2014.

Heikkinen, I. 2014. Katujen korjausvelka Kuopiossa. Kaupunkirakennelautakunnan kokous. asianro. 1799/10.03.01/2014. Kuopio. 26.3.2014. Saatavissa: <http://publish.istekkipalvelut.fi/kokous/2014259851-7.HTM>. [viitattu: 2.4.2014].

Hynynen, E-L. 2013. Putket pilalla. Suomen kuvalehti 37/2013. s.26-33.

infrakuntoon.fi. Infra-alan toimijoiden ylläpitämä Internetsivu. Saatavissa: <http://www.infrakuntoon.fi>. [viitattu: 4.6.2013].

Kalenoja, H. & Keränen, M. 2012. Kuopion alueen liikennemalli 2012. Tampere. Liikenteen tutkimuskeskus Verne. Tutkimusraportti 80. 76s.

Kalliokoski, A. et al. 2012. Väyläverkon yhtenäinen luokittelu kunnossapidon suunnittelua varten. Helsinki. Liikennevirasto. 66s.

Kikuchi, S., Chakroborty, P. 1992. Examination of fuzzy notion of levels of service: Case of freeway traffic flow. Selected proceedings of the 6th World Conference on Transport Research. Vol. II. Lyon. 1057s.

Kolehmainen, L. 2010. Katujen ylläpitokustannuksia lisäävät suunnitteluratkaisut. Helsinki, 2010, Helsingin kaupungin rakennusvirasto, katu- ja puisto-osasto, Helsingin kaupungin rakennusviraston julkaisut 2010:9. 145s.

Kolisoja, P. 2009. Pohjatutkimukset. TTY:n kurssin MPR-5020 luento, Tampere, syksy 2009.

Kolisoja, P. 2011. Yhdyskuntien geotekniikka. TTY:n kurssin MPR-5210 luento, Tampere, kevät 2011.

kunnat.net a. Kadunpitäjä. Saatavissa: <http://www.kunnat.net/fi/asiantuntijapalvelut/tyty/kadut-ja-yleiset-alueet/yllapito/paatokset/Sivut/default.aspx>. [viitattu: 2.3.2014].

kunnat.net b. Kuntakartta. Saatavissa: <http://www.kunnat.net/fi/tietopankit/tilastot/aluejaot/Sivut/default.aspx>. [viitattu: 10.4.2014].

Kuntaliitto. 2013. Infrastruktura elinvoimaa. Helsinki, 2013, Kuntaliitto. 16s.

kuntatekniikka.fi. Kuntatekniikan foorumin Internetsivut. Saatavissa: <http://www.kuntatekniikka.fi/toimijat/kehto/Sivut/default.aspx>. [viitattu: 7.8.2013].

Kuntotekniikka Oy. 2013. Yrityksen ja toiminnan esittely -esitelmä. Kuopio, kesä 2013.

Kuopion kaavoituskatsaus. 2012. Kaavoituskatsaus 2012. Kuopio. Kuopion kaupunki. Saatavissa: [https://www.kuopio.fi/c/document\\_library/get\\_file?uuid=167b90a0-0155-4733-a1a0-c129e06765ff&groupId=12111](https://www.kuopio.fi/c/document_library/get_file?uuid=167b90a0-0155-4733-a1a0-c129e06765ff&groupId=12111). [viitattu: 30.8.2013].

Kuopion internetsivut. Kaupunkitietoa. Saatavissa: <http://www.kuopio.fi/web/kaupunkitietoa>. [viitattu: 5.9.2013].

Kuopion katutietokanta. 2013. Kuopion kaupungin paikkatietojärjestelmä.

Kuopion kaupungin taselaskelma. 2012.

Kuopion kaupungin tuloslaskelma. 2012.

Kuopion kaupunki. 2010-2012. Työkokemukset Kuopion kaupungilla.

Kuopion kaupunki. 2013. Työkokemukset (+diplomityö) Kuopion kaupungilla.

kuopiossa.fi. Kuopion kuntakeskukset. Saatavissa: <http://kuopiossa.fi/web/kuopion-kaupunginosat/kuntakeskukset>. [viitattu: 10.3.2014].

L 23.6.2005/503. Maantielaki.

L 15.7.2005/547 3§. Laki katujen ja eräiden yleisten alueiden kunnossa- ja puhtaanapidosta.

Laitala, M. 2014. Konenäkö tarkistaisi liikennemerkin kunnan automaattisesti - LUT tutkii onko mahdollista. Tekniikka & Talous. Verkkojulkaisu. 2.4.2014. Rajoitettu saatavuus: <http://www.tekniikkatalous.fi/Liikenne/konenako+tarkistaisi+liikennemerkin+kunnan+automaattisesti++lut+tutkii+onko+mahdollista/a979016>. [viitattu: 5.4.2014].

Laitinen, E. 2013. Kunnossapidon valvoja, Kuopion kaupunki. Kuopio. Keskustelut 6.2013-11.2013.

Liikennevirasto 2011 Liikennejärjestelmän taloudellisuuden tutkimusohjelma – Loppuraportti. Helsinki, 2011, Liikennevirasto, Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 9/2011. 34s.

Leviäkangas, P. et al. 2011. Ownership and governance of Finnish infrastructure networks. Helsinki, VTT, VTT publications 777. 150s.

Malinen, P. et al. 2012. Huomispäivän infrastruktuuri – Näkökulmia kuntien teknisen toimen uudistamiseen. Helsinki, Kuntaliitto, ACTA 240. 208s.

Marjeta, J. 2013a. Katujen korjausvelan arviointi osaksi hallittua kuntapäätäntää. Päälysteturssin luentomateriaali. Helsinki. 12.-13.3.2013.

Marjeta, J. 2013b. Toimitusjohtaja, Kuntotekniikka Oy. Sähköpostikeskustelut ja tapaamiset. Kesä 2013.

Menna, H. 2013. Infraomaisuuden hallinta – Kysely kuntien ja kaupunkien viranhaltijoille. 2013, Kuntaliitto. 44s. Saatavissa: <http://www.kunnat.net/fi/asiantuntijapalvelut/tyt/infra-hanke/Documents/Hallintakyselykaikkivalmis290413.pdf>. [viitattu: 5.6.2013].

Miettinen, H. 2012. Yhteiskuntatekniset palvelut 2012 – Kyselytutkimuksen tulokset 31 kunnassa. FCG Oy, 2012. 170s.



- Miettinen, H. 2013. Yhteiskuntatekniset palvelut 2013 – Kyselytutkimuksen tulokset 31 kunnassa. FCG Oy, 2013. 97s.
- Mäntynen, J. et al. 2002. Lähtökohtia tie- ja rataverkon peruspalvelutason määrittämiselle. Helsinki, Liikenne- ja viestintäministeriö, Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisu 48/2002. 134 s.
- Nevala, R. et al. 2003. Liikenteen palvelutason määritelmiä, tekijöitä ja mittareita – Esiselvitys. Helsinki, Tiehallinto, 2003, Tiehallinnon selvityksiä 42/2003. 78s.
- Nokela, I. et al. 1980. Liikennetekniikan sanasto. Helsinki Helsingin teknillinen korkeakoulu. 298s.
- OECD. 1997. Road transport research: performance indicators for the road sector. Ranska, Organisation for economic co-operation and development, 1997. 164 s.
- Ohjausryhmä. 2013. Heikkinen, I. kaupungininsinööri; Eskelinen, J. suunnitteluinsinööri; Laitinen, E. kunnossapidon valvoja, Kuopion kaupunki. Kuopio. Tapaamiset 2013.
- Ojala, V. et al. 2007. Tieliikenteen palvelutason määrittäminen – Katsaus Euroopan maiden käytäntöihin. Helsinki, 2007, Tiehallinto, Tiehallinnon selvityksiä 55/2007. 68s.
- Okko, S. 2013. Mihin suuntaan Suomi-infra?. Infra-lehti 4/2013. s.17-22.
- Pajunen, I. 2014. Hallitus leikkaa ja kiristää verotusta - tässä kaikki listattuna. Verkkojulkaisu. 26.3.2014. Saatavissa: [http://yle.fi/uutiset/hallitus\\_leikkaa\\_ja\\_kiristaa\\_verotusta\\_-\\_tassa\\_kaikki\\_listattuna/7156574](http://yle.fi/uutiset/hallitus_leikkaa_ja_kiristaa_verotusta_-_tassa_kaikki_listattuna/7156574). [viitattu: 1.4.2014].
- Pfefer, R.C. 1999. Toward Reflecting Public Perception of Quality of Service in Planning, Designing, and Operating Highway Facilities. Transportation Research Board 78th Annual Meeting, Washington, D.C.,USA.
- Pihlajamäki, J. 2001. Liikennesuunnittelun laskeminen. Espoo, 2001, VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka. 21s.
- pohjois-savo.fi. Pohjois-Savon kartta. Saatavissa: <http://www.pohjois-savo.fi/fi/pohjois-savo/kunnat/>. [viitattu: 10.4.2014].
- Ramboll. 2013. Yrityksen käyttämä kuntoinventointiohjelmisto.
- Rantanen, J. 2013. Korjausvelan laskentaperiaatteiden määrittäminen. Loppuraportti v5. Rapal Oy. 23s.

Rantanen, J. 2014. Korjausvelan laskennan KEHTO-hanke – tilannekatsaus 22.4.2014. Rapal Oy:n esitysmateriaali. Turku, 22.4.2014.

Rapal Oy. 2012. Katu- ja viheralueiden ylläpidon kustannusvertailu - Kustannuslaskelmat 13 kunnassa tilanteessa 21.12.2011. Helsinki, Rapal Oy. 55s.

Repo, H. 2013. Kuntasäästöt rapauttavat infran. Tekniikka & Talous 34/2013. s.2-3.

Ruotoistenmäki, A. 2005. Kuntotiedon käyttö tie- ja katuverkon ylläpidon päätöksenteossa. Helsinki. Tiehallinto. Tiehallinnon selvityksiä 7/2005. 189s.

roadex.org a. Roadex-hankkeen e-learning-sivut. Saatavissa: <http://www.roadex.org/elearning/index.php/e-learning/fi/e-learning-fi>. [viitattu: 2.11.2013].

roadex.org b. Roadex-hankkeen kotisivut. Saatavissa: [www.roadex.org](http://www.roadex.org). [viitattu: 2.11.2013].

ROTI-työryhmä. 2009. Rakennetun omaisuuden tila 2009. Helsinki, 2009, Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL. 52s.

ROTI-työryhmä. 2011. Rakennetun omaisuuden tila 2011. Helsinki, 2011, Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL. 31s.

ROTI-työryhmä. 2013. Rakennetun omaisuuden tila 2013. Helsinki, 2013, Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL. 52s.

Saarenketo, T. 2012. Tien rakenteen parantaminen ja kunnossapito. TTY:n kurssin MPR5240 luento, Tampere syksy 2012.

Saarenketo, T. 2013. Toimitusjohtaja, Roadscanners Oy. Sähköpostikeskustelut. Kesä 2013.

Sayers, M.V., Karamihas, S.M. 1998. The Little Book of Profiling. Michigan, 1998, University of Michigan. 100s.

Smolander, T. 2013. Katupäällikkö, Jyväskylän kaupunki. Sähköpostikeskustelut. Kesä 2013.

Spoof, H., Männistö, V. 2006. Tieomaisuuden ylläpidon jälkeenjäämä. Helsinki, 2006, Tiehallinto, Tiehallinnon selvityksiä 19/2006. 43s.

Taipale, P. 2013. Korjausvelka kuriin pitkäjänteisillä investointiohjelmilla. Kuntatekniikka 3/2013. s.46-47.

Tiehallinto. 2004a. Rakenteen parantamissuunnittelua edeltävät maatutkatutkimukset ja tulosten esitystapa – menetelmäkuvaus. Helsinki, 2004, Tiehallinto. 46s.

Tiehallinto. 2004b. Tieomaisuuden kunnan yhtenäinen palvelutasoluokitus – Perusteet, nykytila ja suositus luokituksiksi. Helsinki, Tiehallinto, 2004, Tiehallinnon selvityksiä 32/2004. 62s.

Tiehallinto. 2005. Tien päällysteen epätasaisuuden vaikutus ajoneuvojen vierintävastukseen ja ajoneuvokustannuksiin. Helsinki, 2005, Tiehallinto, Tiehallinnon selvityksiä 27/2005. 84s.

Tiehallinto. 2007a. Väyläomaisuuden hallinnan tutkimusohjelma 2003-2006 – Loppu-raportti. Helsinki, 2007, Tiehallinto. 39s.

Tiehallinto. 2007b. Käsikirja päällysteiden pinnan kunnan mittaamiseen. Helsinki, 2007, Tiehallinto, Tiehallinnon selvityksiä 21/2007. 51s.

Tiehallinto. 2009a. ERANET-kunnossapitovelan laskentamallin soveltaminen ja arviointi. Helsinki. Tiehallinto. Tiehallinnon sisäisiä julkaisuja 51/2009. 50s.

Tiehallinto. 2009b. Päällysteiden paikkaus – Toteuttamisvaiheen ohjaus. Helsinki, 2009, Tiehallinto. 60s.

Tiehallinto. 2009c. Kevyen liikenteen väylien vaurioinventointiohje 2008 – Toteuttamisvaiheen ohjaus. Helsinki, 2009, Tiehallinto. 58s.

Tiehallinto. 2009d. Liikennemerkkien kuntoluokitus – Toteuttamisvaiheen ohjaus. Helsinki, 2009, Tiehallinto. 20s.

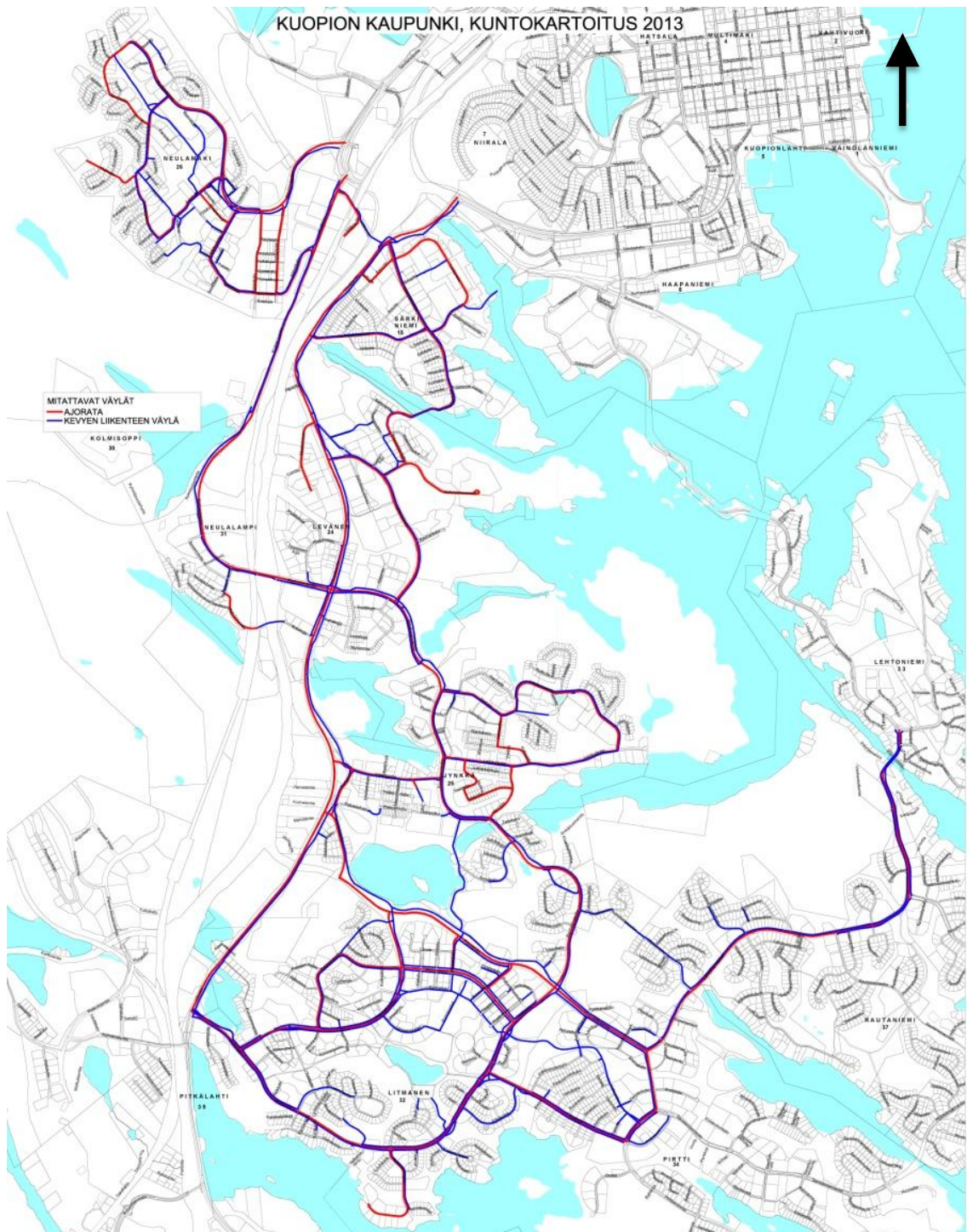
Tyynysniemi, M. 2013. Ruotsi hoitaa liikenteenkin paremmin. Helsingin Sanomat. Verkkojulkaisu. 11.9.2013. Saatavissa: <http://www.hs.fi/talous/Ruotsi+hoitaa+liikenteenkin+paremmin/a1378790147104>. [viitattu: 10.10.2013].

Varonen, A. 2013a. Korjausvelan laskentaperiaatteiden määrittäminen kadut ja viheralueet, kunnanhallinta Joensuussa. Esitelmä-aineisto, Pori 21.3.2013. Saatavissa: [http://www.kuntatekniikka.fi/toimijat/kehto/KEHTO-foorumit/2013-03-21/Documents/Varonen\\_Korjausvelan%20m%C3%A4%C3%A4rityshanke%20KEHTO%20esitys%2021032013.pdf](http://www.kuntatekniikka.fi/toimijat/kehto/KEHTO-foorumit/2013-03-21/Documents/Varonen_Korjausvelan%20m%C3%A4%C3%A4rityshanke%20KEHTO%20esitys%2021032013.pdf). [viitattu: 10.3.2014].

- Varonen, A. 2012. Korjausvelan hallinta Joensuussa. Esitelmäaineisto, Kuntamarkkinat 12.9.2012, Helsinki. Saatavilla: <http://www.kuntamarkkinat.fi/portals/2/Ari%20Varonen.pdf> [viitattu: 2.2.2014].
- Varonen, A. 2013b. Kaupungininsinööri, Joensuun kaupunki. Joensuu. Tapaaminen. 20.7.2013.
- Virtala, P. 2013. Product Manager, Destia Oy. Sähköpostikeskustelut. Syksy 2013.
- Weninger-Vycudil, A. et al. 2009. Maintenance backlog – estimation and use. ERANET ROAD-program. 160s.
- Äijö, J., Virtala, P. 2011a. Liikenneväylien korjausvelka, laskentamallin kehitys ja testaus. Helsinki. Liikennevirasto. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 42/2011. 64s.
- Äijö, J., Virtala, P. 2011b. Liikenneväylien korjausvelka. Tie & Liikenne 8/2011. s.15-17.

# LIITTEET

## Liite 1 Vuoden 2013 kuntokartoituksen väylät.



## Liite 2 Korjaustoimenpiteiden yksikkökustannuksia, urapaikkaukset.

(Urapaikkausten yksikköhinta oli sama kaikissa laskelmissa. Tässä esimerkkinä alueen 1 paikkaukset)

Rakennusosa	Muistiinpanot	Tiedot	Luokittelu	Määrä	Yksikkö	Yksikkökust.	Kustannus
KP-luokka 1&2				0,00		0,00	403 154,07
Urapaikkaus	Pääkatu			47 308,11	m2	8,50	402 118,94
Urapaikkaus	Kokoojakatu			114,20	m2	8,50	970,70
Urapaikkaus	Teollisuuskatu			0,00	m2	8,50	0,00
Urapaikkaus	Tonttikatu			7,58	m2	8,50	64,43
<a href="#">Lisää tyhjä rakennusosa</a> <a href="#">Selaa nimikkeistöä...</a> <a href="#">Tuo määrätietoa...</a>							
KP-luokka 3				0,00		0,00	4 960,95
Urapaikkaus	Pääkatu			122,21	m2	8,50	1 038,79
Urapaikkaus	Tonttikatu			4,94	m2	8,50	41,99
Urapaikkaus	Teollisuuskatu			0,00	m2	8,50	0,00
Urapaikkaus	Kokoojakatu			456,49	m2	8,50	3 880,17

## Liite 3 Korjaustoimenpiteiden yksikkökustannuksia, alue 1.

Hankeosa	Tiedot	Muistiinpanot	Luokittelutiedot	Toimenpide	Laajuus	Yksikkö	Yksikkökust.	Kustannus
KP-luokka_1&2					0,00	m	0,00	2 253 044,99
Pääkatuväylä		Jakava+yläpuoliset		K	3 402,95	m	598,41	2 036 343,99
Pääkatuväylä		Suodatin+yläpuoliset		K	94,16	m	608,69	57 314,30
Kokoojakatuväylä		Jakava+yläpuoliset		K	206,01	m	565,40	116 477,37
Kokoojakatuväylä		Suodatin+yläpuoliset		K	45,17	m	574,36	25 943,97
Teollisuuskatuväylä		Jakava+yläpuoliset		K	0,00	m	0,00	0,00
Teollisuuskatuväylä		Suodatin+yläpuoliset		K	0,00	m	0,00	0,00
Tonttikatuväylä		Jakava+yläpuoliset		K	26,12	m	436,51	11 401,58
Tonttikatuväylä		Suodatin+yläpuoliset		K	12,49	m	445,47	5 563,97
<a href="#">Selaa nimikkeistöä...</a>								
KP-luokka_3					0,00	m	0,00	1 028 654,14
Pääkatuväylä		Jakava+yläpuoliset		K	8,79	m	602,81	5 298,70
Pääkatuväylä		Suodatin+yläpuoliset		K	0,24	m	752,37	180,57
Kokoojakatuväylä		Jakava+yläpuoliset		K	8,92	m	567,89	5 065,57
Kokoojakatuväylä		Suodatin+yläpuoliset		K	1,96	m	594,07	1 164,38
Teollisuuskatuväylä		Jakava+yläpuoliset		K	0,00	m	0,00	0,00
Teollisuuskatuväylä		Suodatin+yläpuoliset		K	0,00	m	0,00	0,00
Tonttikatuväylä		Jakava+yläpuoliset		K	1 572,59	m	435,14	684 297,13
Tonttikatuväylä		Suodatin+yläpuoliset		K	752,06	m	442,32	332 647,79



## Liite 4 Korjaustoimenpiteiden yksikkökustannuksia, alue 2.

Hankeosa	Tiedot	Muistiinpanot	Luokittelutiedot	Toimenpide	Laajuus	Yksikkö	Yksikkökust.	Kustannus
KP-luokka_1&2					0,00	m	0,00	1 927 364,10
Pääkatuväylä		Jakava+yläpuoliset		K	1 746,48	m	598,43	1 045 145,50
Pääkatuväylä		Suodatin+yläpuoliset		K	20,33	m	610,63	12 414,03
Kokoojakatuväylä		Jakava+yläpuoliset		K	936,36	m	565,32	529 346,88
Kokoojakatuväylä		Suodatin+yläpuoliset		K	205,31	m	574,36	117 922,43
Teollisuuskatuväylä		Jakava+yläpuoliset		K	180,68	m	889,23	160 665,89
Teollisuuskatuväylä		Suodatin+yläpuoliset		K	44,62	m	899,38	40 130,38
Tonttikatuväylä		Jakava+yläpuoliset		K	33,54	m	435,90	14 620,18
Tonttikatuväylä		Suodatin+yläpuoliset		K	16,04	m	443,83	7 119,00
▼  Selaa nimikkeistöä...								
KP-luokka_3					0,00	m	0,00	2 075 477,94
Pääkatuväylä		Jakava+yläpuoliset		K	0,00	m	0,00	0,00
Pääkatuväylä		Suodatin+yläpuoliset		K	0,00	m	0,00	0,00
Kokoojakatuväylä		Jakava+yläpuoliset		K	655,53	m	565,30	370 571,04
Kokoojakatuväylä		Suodatin+yläpuoliset		K	143,74	m	574,27	82 544,99
Teollisuuskatuväylä		Jakava+yläpuoliset		K	101,75	m	890,20	90 577,55
Teollisuuskatuväylä		Suodatin+yläpuoliset		K	25,10	m	902,62	22 555,86
Tonttikatuväylä		Jakava+yläpuoliset		K	2 333,81	m	435,12	1 015 478,07
Tonttikatuväylä		Suodatin+yläpuoliset		K	1 116,09	m	442,30	493 650,40

## Liite 5 Korjaustoimenpiteiden yksikkökustannuksia, alue 3.

Hankeosa	Tiedot	Muistiinpanot	Luokittelutiedot	Toimenpide	Laajuus	Yksikkö	Yksikkökust.	Kustannus
KP-luokka_1&2					0,00	m	0,00	575 786,39
Pääkatuväylä		Jakava+yläpuoliset		K	476,19	m	598,48	284 989,29
Pääkatuväylä		Suodatin+yläpuoliset		K	157,85	m	608,47	96 047,42
Kokoojakatuväylä		Jakava+yläpuoliset		K	82,71	m	565,66	46 785,98
Kokoojakatuväylä		Suodatin+yläpuoliset		K	18,13	m	576,36	10 449,39
Teollisuuskatuväylä		Jakava+yläpuoliset		K	102,41	m	889,57	91 100,63
Teollisuuskatuväylä		Suodatin+yläpuoliset		K	25,26	m	900,55	22 748,01
Tonttikatuväylä		Jakava+yläpuoliset		K	36,47	m	436,19	15 907,95
Tonttikatuväylä		Suodatin+yläpuoliset		K	17,44	m	444,83	7 757,88
▼  Selaa nimikkeistöä...								
KP-luokka_3					0,00	m	0,00	639 852,83
Pääkatuväylä		Jakava+yläpuoliset		K	0,00	m	0,00	0,00
Pääkatuväylä		Suodatin+yläpuoliset		K	0,00	m	0,00	0,00
Kokoojakatuväylä		Jakava+yläpuoliset		K	0,00	m	0,00	0,00
Kokoojakatuväylä		Suodatin+yläpuoliset		K	0,00	m	0,00	0,00
Teollisuuskatuväylä		Jakava+yläpuoliset		K	74,79	m	889,97	66 560,64
Teollisuuskatuväylä		Suodatin+yläpuoliset		K	18,45	m	902,89	16 658,32
Tonttikatuväylä		Jakava+yläpuoliset		K	860,73	m	435,15	374 548,63
Tonttikatuväylä		Suodatin+yläpuoliset		K	411,63	m	442,35	182 085,27



## Liite 6 Korjaustoimenpiteiden yksikkökustannuksia, alue 4.

Hankeosa	Tiedot	Muistiinpanot	Luokittelutiedot	Toimenpide	Laajuus	Yksikkö	Yksikkökust.	Kustannus
KP-luokka_1&2					0,00	m	0,00	2 094 872,56
Pääkatuväylä		Jakava+yläpuoliset		K	518,31	m	598,45	310 184,64
Pääkatuväylä		Suodatin+yläpuoliset		K	657,30	m	608,38	399 885,48
Kokoojakatuväylä		Jakava+yläpuoliset		K	1 682,53	m	565,29	951 113,69
Kokoojakatuväylä		Suodatin+yläpuoliset		K	368,93	m	574,16	211 823,77
Teollisuuskatuväylä		Jakava+yläpuoliset		K	185,71	m	889,25	165 143,21
Teollisuuskatuväylä		Suodatin+yläpuoliset		K	45,81	m	899,11	41 188,45
Tonttikatuväylä		Jakava+yläpuoliset		K	23,89	m	437,03	10 440,59
Tonttikatuväylä		Suodatin+yläpuoliset		K	11,43	m	445,57	5 092,87
▼  Selaa nimikkeistöä...								
KP-luokka_3					0,00	m	0,00	1 671 739,57
Pääkatuväylä		Jakava+yläpuoliset		K	0,00	m	0,00	0,00
Pääkatuväylä		Suodatin+yläpuoliset		K	0,00	m	0,00	0,00
Kokoojakatuväylä		Jakava+yläpuoliset		K	86,61	m	565,61	48 987,87
Kokoojakatuväylä		Suodatin+yläpuoliset		K	18,99	m	574,68	10 913,12
Teollisuuskatuväylä		Jakava+yläpuoliset		K	59,08	m	889,65	52 560,67
Teollisuuskatuväylä		Suodatin+yläpuoliset		K	14,58	m	903,63	13 174,89
Tonttikatuväylä		Jakava+yläpuoliset		K	2 390,96	m	435,13	1 040 373,89
Tonttikatuväylä		Suodatin+yläpuoliset		K	1 143,43	m	442,29	505 729,14

## Liite 7 Korjaustoimenpiteiden yksikkökustannuksia, alue 5.

Hankeosa	Tiedot	Muistiinpanot	Luokittelutiedot	Toimenpide	Laajuus	Yksikkö	Yksikkökust.	Kustannus
KP-luokka_1&2					0,00	m	0,00	1 242 027,01
Pääkatuväylä		Jakava+yläpuoliset		K	821,05	m	598,45	491 360,58
Pääkatuväylä		Suodatin+yläpuoliset		K	123,28	m	608,59	75 027,43
Kokoojakatuväylä		Jakava+yläpuoliset		K	911,32	m	565,31	515 180,13
Kokoojakatuväylä		Suodatin+yläpuoliset		K	199,82	m	574,25	114 747,41
Teollisuuskatuväylä		Jakava+yläpuoliset		K	25,19	m	892,07	22 471,31
Teollisuuskatuväylä		Suodatin+yläpuoliset		K	6,22	m	908,37	5 650,07
Tonttikatuväylä		Jakava+yläpuoliset		K	27,13	m	435,83	11 824,06
Tonttikatuväylä		Suodatin+yläpuoliset		K	12,97	m	444,58	5 766,18
▼  Selaa nimikkeistöä...								
KP-luokka_3					0,00	m	0,00	2 213 390,83
Pääkatuväylä		Jakava+yläpuoliset		K	9,17	m	603,15	5 530,87
Pääkatuväylä		Suodatin+yläpuoliset		K	1,38	m	636,52	878,40
Kokoojakatuväylä		Jakava+yläpuoliset		K	0,00	m	0,00	0,00
Kokoojakatuväylä		Suodatin+yläpuoliset		K	0,00	m	0,00	0,00
Teollisuuskatuväylä		Jakava+yläpuoliset		K	55,32	m	890,22	49 247,04
Teollisuuskatuväylä		Suodatin+yläpuoliset		K	13,65	m	902,41	12 317,84
Tonttikatuväylä		Jakava+yläpuoliset		K	3 317,86	m	435,10	1 443 613,83
Tonttikatuväylä		Suodatin+yläpuoliset		K	1 586,70	m	442,30	701 802,81

## Liite 8 Korjaustoimenpiteiden yksikkökustannuksia, alue 6.

Hankeosa	Tiedot	Muistiinpanot	Luokittelutiedot	Toimenpide	Laajuus	Yksikkö	Yksikkökust.	Kustannus
KP-luokka_1&2					0,00	m	0,00	483 603,97
Pääkatuväylä		Jakava+yläpuoliset		K	137,27	m	598,68	82 181,32
Pääkatuväylä		Suodatin+yläpuoliset		K	120,43	m	608,56	73 288,56
Kokoojakatuväylä		Jakava+yläpuoliset		K	451,16	m	565,36	255 068,00
Kokoojakatuväylä		Suodatin+yläpuoliset		K	98,92	m	574,37	56 817,16
Teollisuuskatuväylä		Jakava+yläpuoliset		K	0,00	m	0,00	0,00
Teollisuuskatuväylä		Suodatin+yläpuoliset		K	0,00	m	0,00	0,00
Tonttikatuväylä		Jakava+yläpuoliset		K	25,04	m	436,58	10 931,96
Tonttikatuväylä		Suodatin+yläpuoliset		K	11,98	m	443,83	5 317,05
Selaa nimikkeistöä...								
KP-luokka_3					0,00	m	0,00	2 245 517,06
Pääkatuväylä		Jakava+yläpuoliset		K	0,00	m	0,00	0,00
Pääkatuväylä		Suodatin+yläpuoliset		K	0,00	m	0,00	0,00
Kokoojakatuväylä		Jakava+yläpuoliset		K	0,00	m	0,00	0,00
Kokoojakatuväylä		Suodatin+yläpuoliset		K	0,00	m	0,00	0,00
Teollisuuskatuväylä		Jakava+yläpuoliset		K	0,00	m	0,00	0,00
Teollisuuskatuväylä		Suodatin+yläpuoliset		K	0,00	m	0,00	0,00
Tonttikatuväylä		Jakava+yläpuoliset		K	3 472,60	m	435,12	1 510 983,82
Tonttikatuväylä		Suodatin+yläpuoliset		K	1 660,70	m	442,30	734 533,26

## Liite 9 Korjaustoimenpiteiden yksikkökustannuksia, KLV+JK.

Hankeosa	Tiedot	Muistiinpanot	Luokittelutiedot	Toimenpide	Laajuus	Yksikkö	Yksikkökust.	Kustannus
Uusi ryhmä					23 041,20	m	107,44	2 475 606,38
Kevyen liikenteen väylä		Kantava + yläpuoliset		K	18 164,02	m	123,73	2 247 517,75
Kevyen liikenteen väylä		Päällystetään		K	4 877,18	m	46,77	228 088,64

## Liite 10 Katutyypin ominaisuudet kustannuslaskentaohjelmassa.

<b>PÄÄKATU</b>	
Katuluokka	KL2, KVL 10 000 ... 30 000
Nopeus [km/h]	50 km/h
Kaistojen lukumäärä [kpl]	2
Keskikaista leveys	0
Ajoradan leveys (ei sis. Keskikaistaa) [m]	8
Pohjaolosuhteet	Routiva
Tasausviivan ja maanpinnan välinen erotus [m]	0
Kevyen liikenteen väylä	KLV+erotusalue
KLV:n leveys	4
Erotusalue tyyppi	Korotettu erotuskaista
Erotusalueen leveys	3
Erotusalueen materiaali	Nurmi
Erotusalueen reunatuen materiaali	Luonnonkivi

<b>KOKOOJAKATU</b>	
Katuluokka	KL3, KVL 2 500 ... 10 000
Nopeus [km/h]	40
Kaistojen lukumäärä [kpl]	2
Keskikaista leveys	0
Ajoradan leveys (ei sis. Keskikaistaa) [m]	7
<b>Pohjaolosuhteet</b>	
Tasausviivan ja maanpinnan välinen erotus [m]	0
<b>Kevyen liikenteen väylä</b>	
KLV:n leveys	KLV kadun yhteydessä 4
Reunatuen materiaali	Luonnonkivi
<b>TEOLLISUUSKATU</b>	
Katuluokka	KL4, KVL 500 ... 2 500
Nopeus [km/h]	40
Kaistojen lukumäärä [kpl]	2
Keskikaista leveys	0
Ajoradan leveys (ei sis. Keskikaistaa) [m]	7,5
<b>Pohjaolosuhteet</b>	
Tasausviivan ja maanpinnan välinen erotus [m]	0
<b>Kevyen liikenteen väylä</b>	
	ei
<b>TONTTIKATU</b>	
Katuluokka	KL4, KVL 500 ... 2 500
Nopeus [km/h]	30
Kaistojen lukumäärä [kpl]	1
Keskikaista leveys	0
Ajoradan leveys (ei sis. Keskikaistaa) [m]	5,5
<b>Pohjaolosuhteet</b>	
Tasausviivan ja maanpinnan välinen erotus [m]	0
<b>Kevyen liikenteen väylä</b>	
	ei
<b>KLV + JK</b>	
Tyyppi	Yhdistetty jk+pp
Mitoittava liikennetilanne	2jk + 2pp
Väylän leveys [m]	4
Kuivatus	Pintakuivatus kallistuksilla sivuojiin
<b>Pohjaolosuhteet</b>	
Tasausviivan ja maanpinnan välinen erotus [m]	0