

LASKENTATYÖKALU KATUJEN PÄÄLLYSRAKENTEEN KORJAUSVELAN SELVITTÄMISEKSI

Case: Hämeenlinnan kaupunki



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Visamäki, rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, insinööri

syksy, 2018

Rosaliina Aartolahti

Koulutus Rakennustekniikka, insinööri
Kampus Visamäki

Tekijä	Rosaliina Aartolahti	Vuosi 2018
Työn nimi	Laskentatyökalu katujen päällysrakenteen korjausvelan selvittämiseksi Case: Hämeenlinnan kaupunki	
Työn ohjaaja	Jari Mustonen (HAMK), Marko Soramäki (Hämeenlinnan kaupunki, kaupunkirakenne, kunnossapitopalvelut)	

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyön tarkoituksena oli kehittää laskentatyökalu katuinfran korjausvelan selvittämiseen. Tilaajana toimi Hämeenlinnan kaupunki, kaupunkirakenne, kunnossapito- ja rakentamispalvelut. Tavoitteena oli myös testata työkalua käytännössä ja perehtyä sen antamiin tuloksiin.

Tässä opinnäytetyössä tarkasteltiin katujen pintarakenteeseen syntyneitä vaurioita, erityisesti uran muodostumista, ja niiden vaikutusta päällystys-tarpeeseen ja tätä kautta korjausvelan syntymiseen. Menetelmän kehitys tehtiin osittain yhteistyönä Hämeen ammattikorkeakoulun rakennusmestariopiskelijan Jere Takalan opinnäytetyön kanssa, joka keskittyi kadun rakennekerrokseen ja kuivatusjärjestelmiin. Lopputuloksena tavoiteltiin riittävän tarkkaa työkalua, joka voitaisiin todeta toimivaksi.

Ennen varsinaista laskentatyökalun testaamista kerättiin opinnäytetyön pohjaksi teoria- ja tutkimusaineistoa korjausvelasta. Teoriaosuuteen kerättiin myös tietoa Hämeenlinnan kaupungin kaduista ja niiden luokituksesta.

Katujen pintarakenteen urautumisen kartoituksessa havaittiin Hämeenlinnan kaupungin pääväylien olevan kohtuullisessa kunnossa. Tähän arvioon käytettiin opinnäytetyön aikana laadittua saneeraustarvetaulukkoa. Opinnäytetyön aikana kehitettiin kaupungin käyttöön myös laskentataulukko, jonka perusteella korjattavan katualueen määrää voitaisiin tulevaisuudessa arvioida aikaisempaa paremmin. Kyseinen taulukko osoittautui kuitenkin hyödyllisemmäksi katukunnossapidon kestopäällysteiden saneerausten budjetti-arviointiin, kuin varsinaisen korjausvelan kokonaissumman määrittämiseen.

Avainsanat korjausvelka, kunnossapito, saneeraus

Sivut 31 sivua, joista liitteitä 3 sivua

Degree Programme in Construction Engineering
Visamäki

Author	Rosaliina Aartolahti	Year 2018
Subject	Calculation tool for repair debt of street pavement in the municipality of Hämeenlinna	
Supervisors	Jari Mustonen, Marko Soramäki	

ABSTRACT

The purpose of this Bachelor's thesis was to develop a tool to assess the repair debt of street pavement in Hämeenlinna. The thesis was commissioned by the municipality of Hämeenlinna, its urban construction unit which builds and maintains the streets and roads. The aim was also to conduct field tests of the tool and evaluate the measured results.

The thesis focuses on the damages of asphalt pavement of streets, especially rutting, and their effect on the repair debt. Another thesis was also commissioned for the same purpose focusing on street and road layer structures and dewatering systems. The aims of these two theses were to produce a sufficiently accurate and functional tool to be used in calculating the repair debt of streets.

Before the testing of the tool, theoretical and research material was gathered on the repair debt including information about streets in Hämeenlinna and their function classes.

In the survey of pavement rutting, it was observed that the condition of the main streets in Hämeenlinna was moderate. This evaluation was based on the need table created in the process of the thesis. A spreadsheet was also produced to estimate the quantity of the street area requiring renovation more efficiently. The spreadsheet proved to be even more useful in predicting the annual budget for the street maintenance unit than in evaluating the total cost of the repair debt.

Keywords repair debt, maintenance, renovation

Pages 31 pages including appendices 3 pages

Termistö

Korjausvelka tarkoittaa optimikuntotason ja nykyisen kuntotason erotusta. Korjausvelka on laskennallinen termi, jolla voidaan teoriassa mallintaa sitä kuinka paljon omaisuuserän nykykunto on vaatimustasoa (optimikuntotasoa) heikompi.

Nykyinen kuntotaso on omaisuuserän tutkimushetkellä vallitseva kunto. Nykykuntotasoa kuvaa jäännösarvo.

Jäännösarvo on omaisuuserän nykyhetkinen arvo. Uuden omaisuuserän jäännösarvo on 100 %. Ajan kuluessa jäännösarvo pienenee. Saneeraus nostaa omaisuuserän jäännösarvoa.

Optimikuntotaso on se kuntotaso, jolle omaisuuserän kuntotaso voi laskea ilman, että sille kertyy korjausvelkaa. Optimikuntotaso riippuu katu-luokasta.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	NYKYTILASELVITYS.....	1
2.1	Carement Oy:n tutkimus.....	1
2.2	Hämeenlinnan katuinfran korjausvelka.....	2
2.3	Korjausvelan hallinta.....	3
3	HÄMEENLINNAN KAUPUNGIN KATUINFRA.....	3
3.1	Kadun rakenne.....	3
3.2	Toiminnallinen katuluokitus.....	5
3.3	Katujen vauriot.....	7
3.4	Kadun vaurioitumiseen vaikuttavat tekijät.....	10
3.4.1	Liikennemäärät ja -kuormitus.....	12
3.4.2	Nastarenkaiden aiheuttama mekaaninen kulutus päällysrakenteessa.....	12
3.4.3	Ilmastotekijät.....	12
3.5	Katuinfran ongelmat Hämeenlinnan kantakaupungin alueella.....	13
3.5.1	Kuivatus.....	13
3.5.2	Routa.....	13
3.5.3	Urautuminen.....	13
3.5.4	Kaivantojen paikkaus.....	13
4	TUTKIMUS- JA SANEERAUSMENETELMÄT.....	14
4.1	Tutkimusmenetelmän kuvaus.....	14
4.2	Laskentatyökalu.....	15
4.3	Tarkasteltavat alueet.....	16
4.4	Saneeraustarveluokat.....	18
4.5	Urasyvyyden mittausmenetelmä ja toimenpiderajat.....	19
4.6	Saneerauksen laajuus ja menetelmät.....	20
4.6.1	Päällysrakenteen kokonaisvaltainen saneeraus.....	20
4.6.2	Päällysrakenteen urapaikkaus.....	20
5	SAADUT TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET.....	22
5.1	Jakaantuminen saneeraustarveluokkiin.....	22
5.2	Hämeenlinnan pääkatuverkoston korjausvelka ja korjausvastuu.....	23
6	LASKENTATYÖKALUN HAASTEET JA MAHDOLLISET KÄYTTÖKOHTEET TULEVAISUUDESSA.....	26
	LÄHTEET.....	27

Liitteet

Liite 1 Maastokatselmuspöytäkirja

Liite 2 Koonti tuloksista

1 JOHDANTO

Hämeenlinnan kaupungin katuinfran korjausvelka on Carement Oy:n vuonna 2013 tehdyn selvityksen mukaan suuruudeltaan n. 16,5 milj. €. Aiemman tutkimuksen paikkansapitävyyttä on kuitenkin tarvetta tarkastella uudestaan, osittain väärin katuluokitusten ja vauriomittausten epäedullisen ajan takia.

Mainitun tutkimuksen jälkeen Hämeenlinnan kaupungilla on edelleen tarve laskentamenetelmälle ja mittarille, jonka avulla voidaan taloudellisesti ohjata saneerauskohteiden toteutusta. Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tuottaa tällainen laskentatyökalu katuinfran päällysrakenteen osalta.

Työkalun on oltava yksinkertainen ja helppokäyttöinen. Sen tulee kertoa korjausvelan rahallinen määrä. Kehitettyä laskentatyökalua olisi tulevaisuudessa mahdollisesti pystyttävä käyttämään laajempaan selvitystyöhön sekä pohjana muille samankaltaisille laskentatyökaluille.

Laskentatyökalun kehittämiseen valittiin kaksi tekijää, rakennusmestariopiskelija Jere Takala selvittämään katujen rakennekerrosten ja kuivatusjärjestelmien korjausvelkaa, sekä itseni selvittämään korjausvelkaa päällysrakenteen osalta. Nämä selvitykset toteutettiin kehittämällä korjausvelan laskentaan tilaajan eli Hämeenlinnan kaupungin käyttöön sopiva menetelmä.

Tilaajan edustajina ovat toimineet rakennuttajapäällikkö Esa Ränkman ja kunnossapitopäällikkö Marko Soramäki, joista ensin mainittu enimmäkseen katujen rakennekerroksia ja kuivatusta käsittelevässä opinnäytetyössä ja viimeksi mainittu katujen päällysrakennetta käsittelevässä opinnäytetyössä. Työn aikana ja tarkasteltavien katuosuuksien valinnassa on kuultu myös kaupungin kunnossapitomestareita.

2 NYKYTILASELVITYS

2.1 Carement Oy:n tutkimus

Kunnossapidettäviä katuja ja teitä Hämeenlinnan kaupungilla on 414 km ja kevyenliikenteen väyliä 307 km. Lisäksi kunnossapidettävänä on toreja, puistoja, siltoja, pysäkkejä ja parkkialueita.

Hämeenlinnan kaupunki on vuonna 2013 tilannut Carement Oy:ltä katuinfran korjausvelan tutkimuksen. Carement Oy on infra-alan hankinta- ja

asiantuntijapalveluyritys, joka tuottaa palvelukonsepteja erilaisiin infra-alan tarpeisiin (Carent Oy, n.d.). Tutkimuksen tuloksia pidetään kuitenkin ainakin osittain tulkinnanvaraisina. Tähän on johtanut esimerkiksi tutkimuksen ajoittuminen syksylle, jolloin kaikki sorapintaiset kadut ovat parhaassa mahdollisessa kunnossa. Tutkimuksen ulkopuolelle jätettiin myös kaikki 3-4 vuoden aikana kunnostetut väylät. (Hämeenlinnan kaupunki, 2013)

Tutkimuksessa määriteltiin kaduille optimikuntotasot, joihin kunnossapidon ja saneerauksen tulisi pyrkiä. Optimikuntotaso ei kuitenkaan ollut sellainen, jonka kaupunki tilaajana olisi tutkimukselta toivonut. Tämä johtui lähtötiedoissa kokoojakaduiksi merkityistä asuntokaduista, joiden optimikuntotasot oli siten määritelty väärän toiminnallisen katuluokan mukaan. (Hämeenlinnan kaupunki, 2013)

Carent Oy:n tutkimuksessa katuluokille määriteltiin optimikuntotasot, jotka kadun tulee saavuttaa. Korjausvelka laskettiin optimikuntotason mukaisen ja nykyisen kuntotason erotuksena. Korjausvastuu laskettiin kadun nykytilaisen jäännösarvon ja uudisarvon erotuksena. (Hämeenlinnan kaupunki, 2013.) Kuvassa 1 on esitelty värikoodein havainnollistetut kuntoluokkien määritelmät Carent Oy:n tutkimuksessa.

KUNTOLUOKAT / KUNTOTILA / VAURIOTIHEYS	KUNTOLUOKAN KUVAUS
5 = Erittäin huono = 70 -100 %	Erittäin kulunut, puutteita tai vaurioita paljon
4= Huono = 50 - 70 %	Erittäin kulunut, puutteita tai vaurioita paljon
3 = Tyydyttävä 30 -50 %	Selvää kulumista ja jonkin verran vaurioita
2 = Hyvä 10 - 30 %	Jonkin verran kulunut, Vähäisiä vaurioita
1 = Erittäin hyvä 0 - 10 %	Uusi tai juuri korjattu, uutta vastaava

Kuva 1. Kuntoluokkien määritelmät Carent Oy:n tutkimuksessa (Hämeenlinnan kaupunki, 2013).

2.2 Hämeenlinnan katuinfran korjausvelka

Carent Oy:n tutkimuksen mukaan Hämeenlinnan katuinfran korjausvelka, eli rahamäärä jolla katuomaisuus saadaan kohtuulliseen kuntoon, on suuruudeltaan n. 16,5 milj. €. Korjausvastuun, eli rahamäärän joka vaadittaisiin saattamaan katuomaisuus uutta vastaavaan kuntoon, suuruus on n. 36,7 milj. €. (Hämeenlinnan kaupunki, 2013)

Carent Oy:n tutkimuksen jäljiltä Hämeenlinnan kaupungilla oli edelleen tarve selvittää korjausvelan suuruus ja euromäärä, jolla sen kasvu saataisiin pysähtymään. Koska kattavan selvityksen tekeminen olisi laajuudeltaan suuritöinen, päätettiin keskittyä laskentatyökalun kehittämiseen ja sen toimivuuden testaamiseen.

Tätä varten tarvittiin yksinkertainen työkalu, jolla korjausvelan laskenta olisi mahdollisimman tarkkaa. Tutkimustyökalun tavoite on luoda yksinkertainen ja luotettava tapa laskea katuinfran korjausvelkaa. Työkalun tulee olla riittävän yksinkertainen ja sen tulee kertoa korjausvelan rahallinen määrä.

2.3 Korjausvelan hallinta

Korjausvelan hallinnassa keskeisiä toimia ovat optimikuntotason määrittäminen kadun toiminnallisen luokituksen perusteella ja korjausvelan laskenta. Optimikuntotaso on tienpitäjän itse asettama strateginen valinta (Rantanen, 2014), ja jokaiselle katuluokitukselle on määritelty oma optimikuntotaso. Esimerkiksi pääkadut on pidettävä paremmassa kunnossa kuin asuntokadut. Korjausvelka taas muodostuu optimikuntotason ja kadun kuntomittauksen aikaisen kuntotason erotuksesta.

Korjausvelan hallinnan kannalta oleellista on tietää korjausvelan suuruus, jotta voidaan arvioida, minkä suuruisella investoinnilla korjausvelka pysyy nykyisellä tasolla. Korjausvelan laskennassa käytetään yleisesti katujen saaneeraushintaa (€/m tai €/m²).

Tavoiteltavaa kuitenkin olisi, että korjausvelka saataisiin pitkällä ajanjaksolla pienenemään. Myös uudisrakentamisella on osansa korjausvelan syntymisessä. Jos uudisrakentaminen ei ole riittävän laadukasta tai haetaan taloudellista säästöä esimerkiksi kerrospaksuuksissa, voi katurakenteen käyttöikä olla merkittävästi suunniteltua lyhempi. (Litmanen, 2017)

Korjausvelan laskennan jälkeen, on mahdollista ennustaa sen kehittymistä. KEHTO-korjausvelkahanke II:n yhteydessä luotiin teoreettinen laskuri, joka perustuu siihen ajatukseen, että katujen kunto heikkenee tiettyä käyttäytymiskuvaajaa noudattaen, ja saavutettuaan ns. kriittisen pisteen, kadun kuntotilan heikkeneminen nopeutuu (romahtaa). Laskurilla on mahdollista ennustaa, millainen summa olisi investoitava vuosittain, jotta katuverkon nykyinen kuntotaso pystyttäisiin ylläpitämään. (Suomen kuntotekniikka)

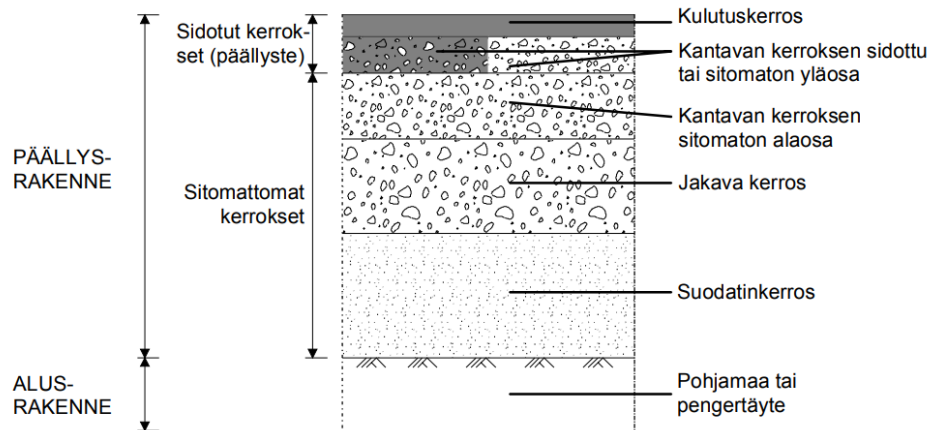
3 HÄMEENLINNAN KAUPUNGIN KATUINFRA

3.1 Kadun rakenne

Hämeenlinnan kaupungin katuinfran rakentamisessa on noudatettu yleisiä säännöksiä tien rakenteesta. Tällöin sen on täytettävä myös sille asetetut vaatimukset jokaisen rakennekerroksen osalta. Tässä esimerkkinä kulutuskerroksen vaatimuksia: ”Kulutuskerroksen toiminnallisena tehtävänä on muodostaa pinta, joka on turvallinen, miellyttävä ja taloudellinen ajaa. Kulutuskerroksen rakenteellisena tehtävänä on puolestaan muodostaa rakenteelle vettä pitävä katto eli minimoida veden pääsy tierakenteeseen.

Kulutuskerros lisää myös päällysrakenteen yläosan jäykkyyttä” (Belt, Lämsä, Savolainen & Ehrola, 2002).

Suomessa tien rakenteena käytetään yleisimmin ns. joustavaa päällysrakennetta (Kuva 2), jossa ylimpänä on sidottu joustava kerros eli päällyste. Tässä rakenteessa muut kerrokset ovat sitomattomia.



Kuva 2. Joustavan päällysrakennetyypin rakennekerrokset (Belt, Lämsä, Savolainen & Ehrola, 2002).

Sidotuista ja sitomattomista materiaaleista tehtyjen päällysrakennekerrosten peruserona on se, että sidotut kerrokset voivat ottaa vastaan vetorasituksia, kun taas sitomattomilta materiaalikerroksilta tämä ominaisuus puuttuu.

Sidottujen kerrosten vetolujuusominaisuuksia voidaan parhaiten hyödyntää tierakenteen yläosassa, missä vetojännitykset ovat suurimmillaan. Sidotut kerrokset ovat myös jäykkiä, minkä vuoksi ne pienentävät liikennekuormituksesta alla oleviin kerroksiin välittyviä pystysuoria jännityksiä ja jakavat jännitykset laajemmalle alueelle kuin sitomaton materiaalikerros. Periaatteessa mitä jäykempi kerros on sitä laajemmalle alueelle se välittää rasituksia alempana oleviin kerroksiin, mikä pienentää maksimi rasituksia.

Sidottujen kerrosten sideaineena on pääasiassa bitumi. Bitumilla sidottujen kerrosten eli asfalttien laatu riippuu kerroksen sijainnista tierakenteessa sekä liikenteen koostumuksesta ja määrästä. Kulutuskerros, sidekerros sekä kantava kerros tai sen yläosa tehdään usein asfalttibetonista.

Asfalttibetoni on yleinen massatyyppi (Kuva 3) myös massapintauksissa, tasauksissa ja paikkauksissa (PANK ry, 2017). Kivimastiksiasfaltti on hyvin nastarengaskulutusta kestävä. Koska kiviaineksen lujuus vaikuttaa ratkaisevasti päällysteen kulumiskestävyyteen, SMA:n kiviainekselta vaaditaan hyvää lujuutta.

Asfalttityyppi	Lyhenne	Käyttökohde
Asfalttibetoni	AB	
- Kulutuskerroksen asfalttibetoni	AB	Liikennemäärältään eriluokkaiset tiet lukuunottamatta kaikkien suurimpia liikennemääriä
- Sidekerroksen asfalttibetoni	ABS	Tiet, missä on erittäin paljon raskasta liikennettä
- Kantavan kerroksen asfalttibetoni	ABK	Asfalttipäällysteiset tiet lukuunottamatta vähäliikenteisiä teitä
Kivimastiksiasfaltti	SMA	Kulutuskerros teillä, missä liikennemäärät ovat suuria
Pehmeä asfalttibetoni	PAB	Kulutuskerros alemman luokan teillä Kaksi alatyyppeä: PAB-B (entinen kevyt asfalttibetoni eli KAB) ja PAB-V (öljysoran kaltainen)
Bitumistabilointikerros	BST	Kantava kerros

Kuva 3. Asfalttityypit ja niiden käyttökohteet (Belt, Lämsä, Savolainen & Ehrola,2002).

3.2 Toiminnallinen katuluokitus

Hämeenlinnan katuverkolle on suunniteltu toiminnallinen katuluokitus, joka on käytössä apuvälineenä infran suunnittelun eri osa-alueilla. Toiminnallinen luokka määritellään kadun liikenteellisen tärkeyden perusteella, ja tällä luokituksella pyritään kuvaamaan väylän palvelutasoa liikenteelle.

Kaduille tehtävä toiminnallinen luokitus on kunnan määrättävissä. Hämeenlinnassa kadut on luokiteltu seuraavasti; pääkatu, alueellinen kokoojakatu, paikallinen kokoojakatu ja tonttikatu, sisältäen alaluokat piha- ja kävelykatu.

Kaduille on määritetty vaatimuksia sen mukaan, mitä luokkaa kukin katu edustaa. Vaatimukset on esitetty taulukossa 1 (Hämeenlinnan kaupunki, 2015). Värikoodeilla on havainnollistettu katujen toiminnallisten luokkien järjestystä, punaisen värin tarkoittaessa pääkatua, tumman sinisen värin tarkoittaessa alueellista kokoojakatua ja vaalean sinisen värin tarkoittaessa paikallista kokoojakatua.

Taulukko 1. Toiminnallisten katuluokkien vaatimukset (Muokattu lähteestä Hämeenlinnan kaupunki, 2015).

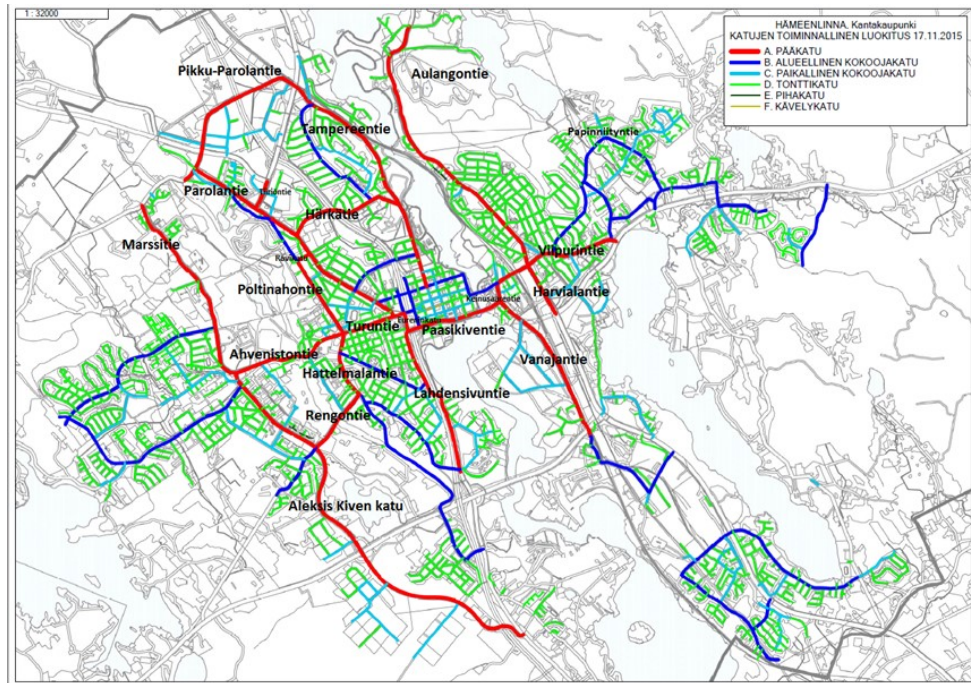
	TOIMINNALLINEN LUOKKA		
	PÄÄKATU	KOKOOJAKATU Alueellinen	KOKOOJAKATU Paikallinen
Mitä liikennettä palvelee	Seudullinen Sisääntulo Kaupungin sisäinen Läpikulku Kaupunginosien välinen liikenne	Liikenteen välittäminen pääkaduille Kaupunginosien välinen ja sisäinen liikenne	Liikenteen kerääminen tonttikaduilla sekä välittäminen toisille kokoojakaduille ja pääkaduille Kaupunginosien sisäinen liikenne

Nopeusrajoitus (km/h)	50 (60)	40 – 50	30 – 40
Mitoitusperuste	Ajodynamiikka	Ajodynamiikka	Liikenneturvallisuus Ympäristö
Ajokaistan leveys (m)	3,5 (4 - 4,5 , jos 1+1 ajo-kaistaa ja keskikaista)	3,25 - 3,5 (3,5 , jos linja-autoreitti)	3 – 3,5 (3,5 , jos linja-autoreitti)
Kääntymiskaistan leveys (m)	3,0	3,0	
Kadunvarsi-pysäköinti	Kielletty	Kielletty	Yleensä kielletty / Sallittu pysäköintitaskuissa
Liittymätyypit	Tasoliittymä Ryhmityskaistoin kanavoitu Kiertoliittymä	Tasoliittymä Ryhmityskaistoin kanavoitu	Tasoliittymä
Jalankulkijoiden ja pyöräilijöiden paikka	Erillinen väylä	Erillinen väylä	Erillinen väylä
Joukkoliikenne	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Tonttiliittymät	Ei	Ei	Ei
Läpiajo	Kyllä	Kyllä	Yleensä kyllä
Töyssyt	Ei	Ei	Ei
Tyynyhidaste	Ei	Ei	Kyllä
Korotettu suojatie	Ei	Ei	Kyllä
Korotettu liittymä	Ei	Ei	Kyllä
Kavennukset	Ei	Ei	Ei

Uusia katuja suunniteltaessa määritellään ensin tulevan kadun toiminnallinen luokka, jolloin kadulta vaadittavat ominaisuudet määräytyvät luokalle asetettujen vaatimusten mukaan. Poikkeuksia voidaan tehdä esimerkiksi teollisuusalueilla, joissa saatetaan käyttää esimerkiksi leveämpiä ajokaistoja kuin asuntoalueiden tonttikaduilla.

Kaikki jo rakennetut kadut eivät välttämättä täytä luokkansa vaatimuksia täysin, mutta vaatimusten perusteella on mahdollista määrittää toimenpiteet, jotka ovat sallittavissa luokan mukaisella kadulla. Esimerkiksi pääkaduille ei enää myönnetä lupaa uusille tonttiliittymille.

Kadun toiminnallista luokkaa on mahdollista muuttaa. Muutoksia voivat aiheuttaa esimerkiksi liikennemerkki- tai liikennejärjestelymuutokset tai katuyhteyksien rakentaminen. Kartassa (Kuva 4) näkyvät Hämeenlinnan kaupungin katujen sijainnit, joiden toiminnallinen luokka on esitetty aikaisemmin mainittujen värikoodien avulla.



Kuva 4. Toiminnalliset katuluokat- kartat. (Hämeenlinnan kaupunki, 2015.)

3.3 Katujen vauriot

Kadun pinnan vaurioista voidaan arvioida visuaalisella inventoinnilla vaurioiden todennäköinen syy:

- Kuormituskestävyshalkeamat: pituus-, poikki- ja verkkohalkeamat ajourassa (Kuva 5)
- routahalkeamat: pituus-, poikki-, ja verkkohalkeamat muualla, kuin ajourassa (Kuva 5)
- muut päällystevauriot: reiät, purkaumat, pakkaskatkot, saumahalkeamat, painumat ja urat (Kuvat 6 ja 7)
- kunnossapidon seurauksena tien päällystekerrokseen syntyvät kulumat ja vauriot. (Kuva 8)



Kuva 5. Urautumista sekä pitkittäishalkeamaa ajourassa ja muualla päällysteessä.



Kuva 6. Erilaisia päällystevauriota, kuten reikiä.



Kuva 7. Sadevesien kulkua padottava painuma.



Kuva 8. Talvikunnossapidon aikana syntynyttä kulumaa.

Hulevesiviemärin vaurioita voidaan parhaiten todentaa kuvaamalla putkis-toja siihen tarkoitetuilla laitteilla. Visuaalisella inventoinnilla nähdään kuitenkin hulevesijärjestelmän pääpiirteittäinen toimivuus. (Takala, 2017)

Kadun rakenteelliset vauriot heijastuvat parhaiten kadun rakenteen näkyvimpään osaan, kulutuskerrokseen. Kunnossapidon toimenpiteinä näitä vaurioita korjataan usein pelkän kulutuskerroksen uusimisella, joka vaikuttaa pääasiassa vain kadun pintarakenteeseen ja sen visuaaliseen kuntoon. Rakenteellisten vaurioiden tunnistaminen ja perusteellinen korjaaminen mahdollistaisi paremman kuntoluokan arvioinnin ja korjaustoimenpiteiden kohdistamisen sitä vaativiin rakenteisiin.

Päällystevaurioiden mittaamiseen on kehitetty lukuisia menetelmiä, joista tässä opinnäytetyössä käytössä on ajourien syvyyden mittaus sekä niihin kertyvän veden silmämääräinen arviointi. Tällä menetelmällä on mahdollista määrittää kadun päällystekerroksen kuluma maastokatselmuksien avulla, ja selvittää sen päällystystarve. Lisäksi huomioon otetaan silmämääräiset arviot päällystystarpeen määrittämisessä kadun eri osa-alueilla.

Päällysteen urautumisella tarkoitetaan kadun päällyskerrokseen syntyneitä poikittaista epätasaisuutta eli ajouria. Yleisimmin säännönmukaisten ajourien synty aiheutuu liikenteen synnyttämistä mekaanisista tekijöistä, erityisesti nastarenkaista aiheutuvasta päällysteen kulumisesta ja raskaan kuormituksen aiheuttamasta deformaatiosta.

Vilkasliikenteisillä kaduilla urautuminen on merkittävin päällysteen uusimistarpeen määrittävä tekijä. Tonttikaduilla urautumista ei juurikaan tapahdu lyhyen aikavälin tarkastelussa, vaan usein saneeraustarpeen määrittelee katurakenteen heikkeneminen.

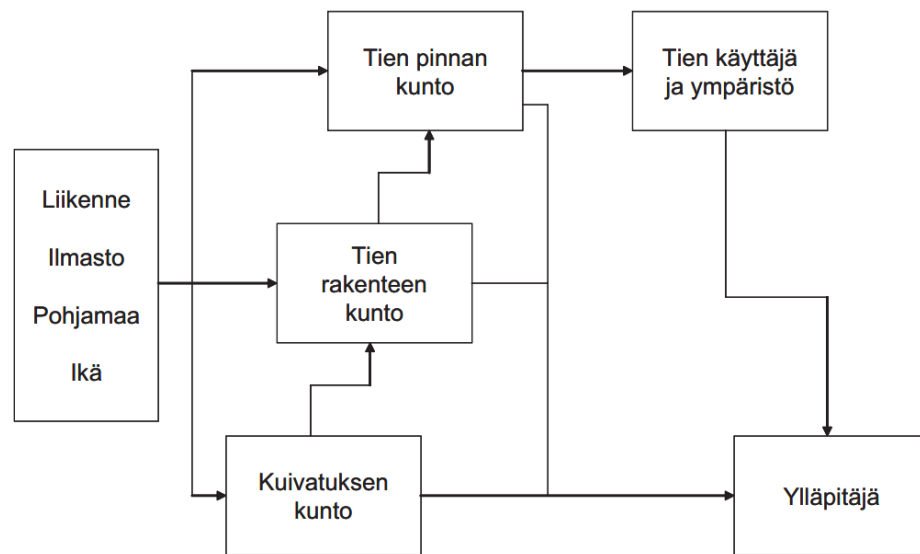
3.4 Kadun vaurioitumiseen vaikuttavat tekijät

Katujen vauriot aiheutuvat ympäristöolosuhteista ja liikenteen rasituksesta, sekä näiden kahden tekijän yhteisvaikutuksesta (Kuva 9). Tien kunnon huononeminen ilmenee pituus- ja poikkisuuntaisena epätasaisuutena, sekä päällystevaurioina. Kadun vauriot kasvavat nopeammin, jos niitä ei kunnosteta ajoissa. (Ruotoistenmäki, 2015)

Tien tai kadun pinnan ja rakenteen kunto rappeutuu liikenne- ja ilmastorasituksen ja painumisen vaikutuksesta ajan myötä. Tätä on havainnollistettu kuvassa 8. Tien rakenteen huono kunto ilmenee tien pinnan kunnon huonontumisena.

Toimimaton kuivatus vaikuttaa rakenteen ja sitä kautta tien pinnan kuntoon. Tien käyttäjä havaitsee ainoastaan tien pinnan kunnon, jonka huonontuminen ei vielä kerro sitä, onko ongelma tien pinnassa vai syvemmillä

rakenteessa tai pohjamaassa. Tie- tai katuverkon ylläpitäjän on huolehdittava myös tien rakenteen kunnosta.



Kuva 9. Tiehen kohdistuvat rasitukset ja vaikutukset tien kuntoon (Muokattu lähteestä Lang, 2003).

Tien tai kadun rappeutuminen ilmenee sen pituus- ja poikkisuuntaisena epätasaisuutena sekä päällysteen vaurioitumisena. Rappeutumista aiheuttavat liikenne- ja ilmatorasitus, näiden yhteisvaikutus sekä alusrakenteen painumat. Rappeutumiseen vaikuttavat pohjamaan ja rakennekerrosten sekä päällysteen ominaisuudet. Rappeutuminen vaikuttaa tien tai kadun käyttäjiin ja aiheuttaa lopulta päällysteen ja/tai rakenteen ylläpitotarpeen.

Tien tai kadun rappeutuminen on monimutkainen prosessi, jossa eri rasitus- ja ominaisuustekijät vaikuttavat toisiinsa. Näin ollen myös mitatut kuntomuuttajat korreloivat keskenään. Seuraavassa kuvataan tien ja kadun rappeutumisprosessia ja eri tekijöiden välisiä riippuvuuksia.

Tien pituussuuntainen epätasaisuus on merkittävin ajomukavuuteen ja ajokustannuksiin vaikuttava tekijä. Se aiheutuu pääasiassa epätasaisista routanousuista ja alusrakenteen painumisesta. Toissijaisena syynä on liikennekuormitus, jota käsitellään tarkemmin otsikon Liikennemäärät ja -kuormitus alla.

Keväällä, rakenteen sulaessa, routaepätasaisuudet aiheuttavat dynaamisia kuormituslisiä, jolloin sulavaan päällysrakenteeseen syntyy helposti pysyviä muodonmuutoksia. Pituussuuntaista epätasaisuutta esiintyy usein myös alusrakenteen ollessa heikko (turve, savi) tai alusrakenteen materiaalin laadun vaihdellessa voimakkaasti, jolloin ajan myötä syntyy epätasaisia painumia. (Ruotoistenmäki, 2015)

3.4.1 Liikennemäärät ja -kuormitus

Lähivuosien aikana liikennemäärät Hämeenlinnan kaupungin alueella ovat kasvaneet lisääntyneen asuinrakentamisen vuoksi, erityisesti sijainniltaan keskeisillä kaduilla. Liikennemäärien kasvu osaltaan vaikuttaa näiden katujen urautumiseen, ja sitä kautta myös päällystystarpeeseen.

Liikennemäärän kasvu risteävällä kadulla vaikuttaa oleellisesti kunkin kadun urautumiseen. Risteävältä kadulta ohjautuva liikenne, erityisesti asuntokaduilta kokoojakaduille ja kokoojakaduilta pääkaduille, synnyttää huomattavaa urautumista risteysalueilla. Näitä urautumisia pyritään korjaamaan päällystämällä ainoastaan risteyskohdat, jos kadun muut osuudet eivät vaadi kunnostusta.

Risteyksien urautumisen yksi suurimmista vaikuttajista on jännityksien lisääntyminen kadulla kulkevien ajoneuvojen hidastaessa ja tämän jälkeen kiihdyttäessä vauhtia risteykseen ajettaessa.

3.4.2 Nastarenkaiden aiheuttama mekaaninen kulutus päällysrakenteessa

Suomen ilmasto-olosuhteissa kadun vaurioitumiseen vaikuttavaksi tekijäksi on syytä huomioida myös lain velvoittama talvirengaspakko. Erityisesti nastoilla varustetut talvirenkaat ovat tutkimusten (Garba, 2002, Heikkinen, 2012) mukaan merkittävä tekijä päällysteen urautumisessa.

Lähivuosien lauhat talvet ovat osaltaan kasvattaneet nastarenkaiden aiheuttaman kulutuksen merkitystä. Nastarenkaiden kulutusta vastaanottavan lumi- ja jääkerroksen puuttuessa pitkällä ajanjaksolla nastarenkaiden käyttöaikana lisää jo entisestään merkittävää kuormitusta päällysrakenteeseen.

3.4.3 Ilmastotekijät

Katua vaurioittavat ilmastolliset päätekijät Suomen olosuhteissa ovat lämpötila, vesi ja routa, jotka noudattavat vuodenaikojen kiertoa. Lämpötila vaikuttaa suurimmalta osin sidottuihin kadun rakennekerrokseen, kun taas veden vaikutus on huomattavissa eritoten sitomattomissa kerroksissa. Roudan vaikutus näkyy parhaiten routimisen aiheuttamina routanousuina maarakenteen pinnassa. (Belt, Lämsä, Savolainen & Ehrola, 2002)

Ilmastotekijöiden vaikutus kadun päällysrakenteen vaurioitumiseen näkyy yleisesti halkeamina muualla kuin ajourassa. Ajouran rappeutumisen yhteys ilmastotekijöihin ilmenee kuitenkin välillisenä tekijänä nastarenkaiden aiheuttamana kulutuksen vähälumisina ja -jäisinä talvina.

3.5 Katuinfraan ongelmat Hämeenlinnan kantakaupungin alueella

Korjausvelkaa kasvattavat tekijät vaikuttavat usein katujen kuntoon rappeuttamalla kadun rakennetta.

3.5.1 Kuivatus

Merkittävin kadun kerrosrakenteisiin vaikuttava tekijä on kadun kuivatusjärjestelmien toimiminen. Kerrosrakenteiden epänormaali rappeutuminen heijastuu nopeasti kadun päällysrakenteeseen aiheuttaen muun muassa halkeamia ja painumia.

3.5.2 Routa

Routiminen vaatii aina kolme tekijää: pakkas, routiva maalaji ja vesi. Näistä tekijöistä yhdenkin poistaminen vähentää routimista merkittävästi, tai lopettaa sen kokonaan. Routiminen aiheuttaa asfalttipäällysteisillä kaduilla yleisesti painumia ja halkeamia, joiden takia saatetaan joutua kunnostamaan kadun kaikki rakennekerrokset päällysmateriaalin lisäksi.

3.5.3 Urautuminen

Urautuminen, erityisesti Hämeenlinnan kaupungin pääväylillä, aiheuttaa katuinfraan rappeutumista kantakaupungissa. Vilkkaasti liikennöidyt pääväylät ovat usein katukunnossapidon päällystyslistalla.

3.5.4 Kaivantojen paikkaus

Hämeenlinnan kaupungin alueella tehdään vuosittain satoja kaivuutöitä, joista osa sijoittuu asfaltoidulle kadulle. Katujen pienet paikkuutyöt häiritsevät kadun rakennekerroksia ja lisäävät päällysmateriaalin pitkittäis- sekä poikittaissaumojen. Rakennekerroksien muokkaaminen saattaa aiheuttaa myöhemmin painumia kadun pintarakenteissa.

Asfalttipaikan saumat saattavat alkaa purkautumaan, ja aiheuttaa lisääntyviä halkeamia kadun päällysrakenteeseen. Erityisesti ajouran kohdalle tehdyt pitkittäissaumat ovat alttiita purkautumiselle, mistä syystä asfalttipaikan saumojen sijoittamista ajouran kohdalle pyritään välttämään. Saumojen on myös oltava suorat ja saumattu asianmukaisin menetelmin, toisin kuin kuvan 10 paikkaustyössä on tehty.



Kuva 10. Purkautumiseen altis asfalttipaikan sauma.

4 TUTKIMUS- JA SANEERAUSMENETELMÄT

4.1 Tutkimusmenetelmän kuvaus

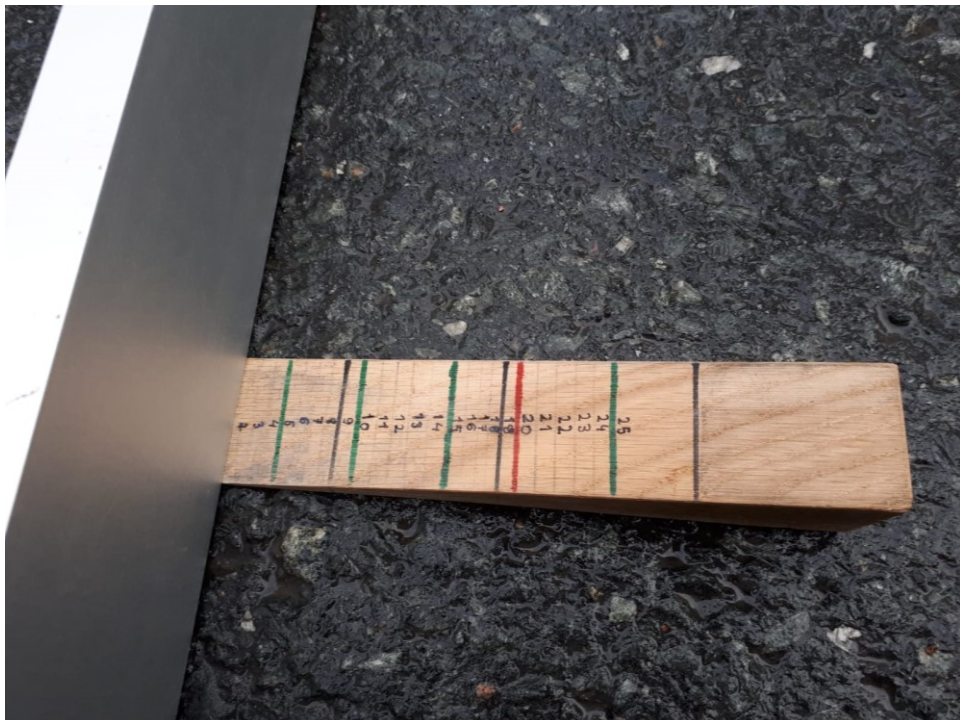
Kadun päällysrakenteen kuntoluokan tutkimusmenetelmä perustuu maastokatselmuksiin, joissa kadun päällysrakenteen kunto arvioidaan sekä silmämääräisesti, että urasyvyysien perusteella. Dokumentointi maastokatselmuksilla tapahtuu kuvaamalla päällysteen sen hetkinen kunto sekä mittaamalla urasyvyys oikolaudan ja mittakiilan (Kuvat 11 ja 12) avulla.

Mittausten lisäksi määrittämisessä otetaan huomioon silmämääräiset huomiot, jotka merkitään maastokatselmuksipöytäkirjaan ja tarvittaessa dokumentoidaan kuvin. Tästä esimerkkinä kurveissa ja risteyksissä syntyvät urat, jotka osaltaan laskevat kadun kuntoluokituksen keskiarvoa ja näin nostavat korjausvelan summaa.

Maastokatselmusten tulokset dokumentoidaan katukohtaisiin Excel-tiedostoihin. Saatujen tulosten perusteella määritetään saneeraustarveluokka.



Kuva 11. Urasyvyyden mittaamiseen käytetty oikolautu.



Kuva 12. Urasyvyyden mittaamiseen käytetty mittakiila.

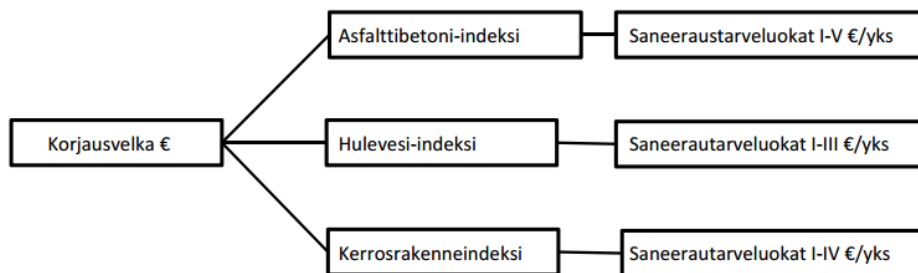
4.2 Laskentatyökalu

Laskentatyökalu ei huomioi katujen optimikuntotasa katuluokituksen mukaan. Kaikilla kaduilla pätee samat periaatteet saneeraustarveluokkien

suhteen. Saneeraustarveluokilla on kuitenkin ominaisuuksia, jotka mahdollistavat esimerkiksi asuntokaduilla tehtävät kevyet korjaustoimenpiteet huomioitavaksi eri tavoin, kuin pääkaduilla. Saneerauskohteiden toteutusjärjestystä mietittäessä, voidaan huomioida katuluokkien mukaisesti kohteiden tärkeysjärjestystä.

Kehitetyssä menetelmässä kadun korjausvelka muodostuu kolmesta osatekijästä (Kuva 13). Nämä osatekijät jakaantuvat arvioon päällysteen kunnosta, arvioon hulevesijärjestelmän kunnosta ja kadun kerrosrakenteen arviointiin. Kaikille osa-alueille on määritelty saneeraustarveluokat, jotka määräytyvät sanallisten arvioiden mukaan. (Takala, 2017)

Päällysteen osalta arvioinnissa otetaan huomioon tulokset urasyvyyden mittauksista. Laskentatyökalun laskentamenetelmässä ei suoraan huomioida visuaalisesti arvioituja päällysrakenteen vauriota, jotka eivät liity rakenteellisiin vaurioihin. Visuaaliset arviot toimivat kuitenkin lisänäyttönä kadun saneeraustarveluokasta ja mahdollisesta saneeraustarpeesta.



Kuva 13. Korjausvelan osatekijät ja korjausvelan muodostuminen laskentatyökalussa.

4.3 Tarkasteltavat alueet

Katuverkon kokonaismääräisen korjausvelan määrittämisessä tulisi ottaa huomioon sen kaikki osat, joita ovat:

- päällyste
- katurakenne
- viemärit ja johdot
- kasvillisuus ja viheralueet
- valaisimet ja muut laitteet.

Näistä osa-alueista huomioon on tässä opinnäytetyössä otettu vain päällysteen osuus.

Päällystekerroksen osalta tarkastelussa ovat pääasiassa Hämeenlinnan kaupungin toiminnallisen luokituksen mukaisesti pääkadut, sekä yksi koojakatu, jolle on määritetty kaikki korjausvelan osatekijät.

Tarkasteltavat kadut on listattu mittausjärjestyksessä taulukkoon 2. Pituu-
det on otettu Carementin tutkimuksesta 2013 (Hämeenlinnan kaupunki,
2013) sekä omien mittauksien tuloksina. Leveydet on mitattu HmlWeb-
Map- palvelusta (Tahto-Ohjelmat, 2018). Liikennemäärät on saatu Hä-
meenlinnan kaupungin vuosina 2004 -2010 suorittamista liikennemäärien
mittauksista (Hämeenlinnan kaupunki, 2010).

Taulukko 2. Tarkasteltavat pääkadut tietoineen.

Kadun nimi	Liikennemäärä (KVL)	Nopeusrajoitus (km/h)	Pituus (m)	Leveys ka (m)
Marssitie	5400	50	2587	8
Aleksis Kiven katu	8300	50/60	3127	8
Ahvenistontie	10600	50	1292	9
Rengontie	3400	50	969	8,5
Parolantie	n.15100	50	3230	9
Härkätie	3800	50	1651	10
Tampereentie	7440	50	3262	9,5
Lahdensivuntie	-	40/50	2072	10
Paasikiventie	13400	50	1270	9
Aulangontie	7500	40/50	4235	9,5
Vanajantie	10610	50	2320	10
Viipurintie	23800	50	2030	11

Tarkastelua ei tehty koko Hämeenlinnan kaupungin alueelta, vaan koh-
teiksi valittiin päällysteen kunnan selvitykseen 12 pääkatua seuraavin pe-
rustein:

- liikenteellisesti merkittävä katu
- nopeusrajoitus enintään 60km/h
- sijoittuu Hämeenlinnan kantakaupungin alueelle
- yhteyksiä vilkkaasti liikennöidyille kaduille tai asuntoalueille
- päällysteenä asfaltti.

4.4 Saneeraustarveluokat

Päällysteen saneeraustarveluokat on taulukossa 3 määritelty urasyvyyksien mukaan.

Taulukko 3. Urasyvyyden raja-arvot kuntoluokittain.

	Urasyvyyden raja-arvot kuntoluokittain (mm)				
KVL	I Uusi/uuden- veroinen	II Hyvä- kuntoinen	III Tyydyttävä	IV Huonokun- toinen	V Vaatii pikaisen korjauksen
≥ 6000	≤ 3,0	3,1 – 6,0	6,1 – 12,0	12,1 – 18,0	> 18,0
< 6000	≤ 4,0	4,1 - 8,0	8,1 - 14,0	14,1 – 20,0	> 20,0

Päällysteen urasyvyyden raja-arvojen mukaan tarkasteltavat kadut jaetaan viiteen eri saneeraustarveluokkaan taulukossa 4. Saneeraustarveluokille on määritelty yksikköhinnat (Taulukko 4), joista saadaan maastossa tehdyn kuntoarvion tulos muutettua teoreettiseksi korjausvelan määräksi. Yksikköhinnointelu perustuu kaupungin katujen kunnossapidon toteutuneisiin kustannuksiin ja asfalttiurakoitsijan antamiin yksikköhintataulukoihin. (Hämeenlinnan kaupunki, 2018.) Yksikköhinnat saneeraukselle määräytyvät valmistelutöiden, päällystemateriaalin sekä päällysteen levityksen hintojen mukaan.

Taulukko 4. Kadun päällysrakenteen saneeraustarveluokat I-V sekä yksikköhinnat. (Hämeenlinnan kaupunki, 2018.)

I Uusi/uudenve- roinen 0 €/m ²	Kadun pintarakenne on tasainen poikkisuunnassa tarkasteltuna. Ajourien kohdat uudenveroisessa kunnossa. Päällystys + 4 vuotta. Jäännösarvo 100 %.
II Hyväkuntoinen 2,15 €/m ²	Tien tasaisuus ei ole havaittavissa ajossa. Urat eivät vaikuta ajoradan käyttöön. Päällystys 3-4 vuotta. Jäännösarvo 75 %.
III Tyydyttävä kunto 4,31 €/m ²	Tien tasaisuuden muutokset havaittavissa ajossa. Urat vaikuttavat osin ajoradan käyttöön sateisissa olosuhteissa. Päällystys 2-3 vuotta. Jäännösarvo 50 %.
IV Huonokuntoi- nen 6,46 €/m ²	Tien tasaisuuden muutokset selvästi havaittavissa ajossa. Urat vaikuttavat ajoradan käyttöön sateisissa olosuhteissa. Päällystys 1-2 vuotta. Jäännösarvo 25 %.
V Vaatii pikaisen korjauksen 8,61 €/m ²	Tien tasaisuuden muutokset havaittavissa erittäin selkeästi ajossa. Urat vaikuttavat ajoradan käyttöön olosuhteista riippumatta. Pinta kulunut puhki. Päällystys 0-1 vuotta. Jäännösarvo 0 %.

Kadun saneeraustarveluokka laskee nykyisellä kulutuksella alempaan luokkaan enintään kahden vuoden kuluttua. Mikäli tänä aikana kadun päällysrakenteelle tehdään ylläpitäviä kunnossapitotöitä, se saadaan pidettyä nykyisessä luokassaan. Päällysrakenteen täysmittaisella saneerauksella saneeraustarveluokka nousee luokkaan I, jolloin sen jäännösarvo kohoaa 100 %.

Kuvassa 14 voi havaita urien nopean syntymisen. Kuvassa on nähtävissä vuonna 2018 päällysrakenteen kokonaisvaltaisena tehty saneeraus ja saumakohta vuonna 2017 tehtyyn samanarvoiseen saneeraukseen. Vuonna 2018 päällystetyn osuuden jäännösarvo on näin ollen vielä 100 %, mutta vuonna 2017 tehdyn osuuden jäännösarvo tulee vilkasliikenteisellä pääkadulla putoamaan vuoden kuluessa jäännösarvoltaan 75 % ja saneeraustarveluokkaan II.



Kuva 14. Havainnollistava kuva Viipurintieltä.

4.5 Urasyvyyden mittausmenetelmä ja toimenpiderajat

Urasyvyyden mittayksikkö on millimetri, ja tässä opinnäytetyössä mittauspisteiden väli on 200 m. Urasyvyyden toimenpiderajana Suomessa käytetään yleisesti 12–25 mm riippuen kadun nopeusrajoituksesta, liikennemäärästä, toiminnallisesta luokasta sekä ylläpitomenetelmästä.

4.6 Saneerauksen laajuus ja menetelmät

Tässä opinnäytetyössä saavutettujen tuloksien perusteella saneerauksen laajuutta voidaan arvioida vain kadun päällysrakenteen osalta. Saneerauksen tarpeen ulottuessa kadun muihin rakennekerroksiin, korjausvelan määrä kasvaa. Tarkasteltavat alueet on kuitenkin rajattu sellaisiin katuihin, joihin ei ole oletettavissa suuria rakennekerrosten saneerauksia.

Päällysrakenteen kokonaisvaltainen saneeraustyö sisältää koko päällysmateriaalin korvaamisen uudella. Vaihtoehtona koko päällysmateriaalin korvaukselle on urapaikkaus, jossa kadun päällysrakenteen poikkileikkauksesta kunnostetaan vain urien kohdat. Urapaikkauksen kestävyys pääkatuverkoston kulutustasolla on keskimäärin 2 vuotta, jolloin kadun urautuminen palaa paikkausta edeltäneelle tasolle.

4.6.1 Päällysrakenteen kokonaisvaltainen saneeraus

Hämeenlinnan kaupunki käyttää lähes kaikkiin suurempiin päällysrakenteen saneerauksiin asfalttiurakan pääurakoitsijan tarjoamaa konelevitysmenetelmää. Entisen Tiehallinnon, eli nykyisen Liikenneviraston julkaisussa (Tiehallinto, 2009) kuvataan menetelmää seuraavasti:

- Korjattavan alueen alkuun ja loppuun leikataan, sahataan tai jyrsitään kohtisuora poikkisauma, jonka syvyys on vähintään 20 mm. Jos paikkauskohta on vanhaa päällystettyä kapeampi, tarvitaan myös pituussaumat, jotka leikataan, sahataan tai jyrsitään tien suuntaisiksi.
- Sitomaton alusta (esim. liittymäkaarteet) tasoitetaan ja tiivistetään tärylevyllä tai valssijyrällä. Sidotulta alustalta poistetaan irtoaines harjaamalla koneellisesti tai käsityönä.
- Sidottu alusta liimataan levittämällä sille bitumiliuosta tai -emulsiota 0,2...0,3 kg/m². Sopiva määrä peittää koko paikattavan pinnan, mutta ei valu eikä lammikoidu. Liimaukseen käytetään ramppilevitintä ja ahtaissa kohdissa lisäksi käsityötä. Jos alusta on sitomaton, vain vanhan päällysteen reunat sivellään liimalla.
- Massaa levitetään koneellisesti paksuustavoitteiden ja tasaisuusvaatimusten edellyttämä määrä. Saumakohdissa vanhan päällysteen reuna tulee lämmittää tai liimata siten, että paikkausmassa tarttuu siihen lujasti.
- Massa tiivistetään jyräämällä. Saumakohdissa paikkausmassan tiivistämiseen tulee kiinnittää erityistä huomiota.

4.6.2 Päällysrakenteen urapaikkaus

Urapaikkauksessa Hämeenlinnan kaupunki käyttää asfalttiurakan pääurakoitsijan tarjoamaa uraremix-menetelmää, jonka tekoon annetaan ohjeistus Liikenneviraston julkaisussa. Uraremix-menetelmällä korjataan AB-

päällysteisiin syntyneitä vaurioita: kulumisurat, pitkät kapeat verkkohalkeama-alueet, pituussuuntaiset halkeamat sekä deformaatiovaurioiden korjaukset yhdessä kylmäjyrsinnän kanssa. Menetelmässä tienpinta kuumennetaan, minkä jälkeen vaurioitunut kohta kuumajyrsitään 1,0 m leveydeltä. Tarvittava lisämassa ja mahdollinen lisäsideaine lisätään jyrsinrummun eteen, jolloin ne sekoittuvat jyrsinnän yhteydessä vanhaan päällysteeseen. Sekoitettu massa purkautuu jyrsinrummista tasauspalkille, jolla massa levitetään ja esitiivistetään käsiteltyyn kohtaan. Tiivistystyö suoritetaan samoin kuin kuumapäällysteillä. (Tiehallinto, 2009.)

Urapaikkauksen yksikköhinta on saatu Hämeenlinnan kaupungin asfalttiurakan pääurakoitsijan toimittamasta hintataulukosta.

Urapaikkaus on kunnossapitotoimenpiteenä halvempi, mutta päällyste palaa kuluessaan nopeammin aikaisempaan saneeraustarveluokkaansa, mikä on havaittavissa kuvassa 15.



Kuva 15. Vanhaa urapaikkausta Paasikiventiellä.

5 SAADUT TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET

5.1 Jakaantuminen saneeraustarveluokkiin

Mittauksien perusteella otokseen sisältyneet pääkadut jakoutuivat saneeraustarveluokkiin taulukon 5 mukaisesti. Värikoodeilla on havainnollistettu saneeraustarveluokkien järjestystä uudenveroisesta pikaista korjausta vaativaan. Vihreä väri tarkoittaa uudenveroista saneeraustarveluokkaa, oranssi väri tyydyttävää saneeraustarveluokkaa ja punainen väri pikaista korjausta vaativaa saneeraustarveluokkaa.

Taulukko 5. Hämeenlinnan pääkatujen kuntoarvojen jakaantuminen saneeraustarveluokkiin.

Kadun nimi	I (%)	II (%)	III (%)	IV (%)	V (%)	Ei tulosta
Marsstie	19,1	15,2	50,3	11,6	3,9	0,0
Aleksis Kiven katu	9,9	17,6	43,6	6,6	4,8	17,6
Ahvenistontie	33,0	39,9	11,6	0,0	0,0	15,5
Rengontie	0,0	0,0	89,7	10,3	0,0	0,0
Parolantie	12,4	27,2	37,5	12,7	7,1	3,1
Härkätie	22,7	18,2	59,1	0,0	0,0	0,0
Tampereentie	3,1	20,4	48,7	11,1	7,2	9,5
Lahdensivuntie	0,0	25,9	45,2	24,1	4,8	0,0
Paasikiventie	0,0	20,5	54,7	16,9	7,9	0,0
Aulangontie	5,7	21,0	36,3	11,8	2,4	22,9
Vanajantie	25,9	30,2	17,2	4,3	0,0	22,4
Viipurintie	29,6	39,2	26,1	0,0	0,0	5,2
Yhteensä	12,3	23,4	41,3	9,8	3,7	9,4

Taulukon perusteella voidaan katsoa, että 41,3 % Hämeenlinnan pääväylien päällystemateriaalista lukeutuu saneeraustarveluokkaan III, joka merkitsee kadun päällysrakenteen tyydyttävää kuntoarvoa.

Seuraavaksi suurin prosenttimäärä 23,4 % kadun päällystemateriaalista lukeutuu saneeraustarveluokkaan II, hyväkuntoinen. Jos päällystemateriaalin kunnostamista kuitenkin lykätään, päällysteet siirtyvät urautuessaan yhä huonompaan luokkaan kasvattaen korjausvelan laskennallista eli teoreettista määrää.

Huonokuntoisimpaan saneeraustarveluokkaan eli pikaista korjausta vaativaan, lukeutuu päällystemateriaalista vain 3,7 % ja parhaimpaan luokkaan eli uudenveroiseen kuntoon lukeutuu 12,3 %.

5.2 Hämeenlinnan pääkatuverkoston korjausvelka ja korjausvastuu

Asfaltin päämassatyypin yksikköhintataulukon mukaan neliömetrille laskettujen hintojen perusteella laskettiin pääkatuverkoston korjausvelka ja -vastuu. Käsitteiden erona on kunnostuksen lopputuloksen kuntotaso.

Korjausvelan laskennallisella summalla olisi tämän arvion mukaan mahdollista nostaa tarkasteltujen pääkatujen päällysmateriaali saneeraustarveluokkaan II, jonka jäännösarvo on tilaajan määrittelemä optimikuntotaso 75 %.

Taulukossa 6 on listattu maastokatselmuksissa arvioidut kadut korjausvelan summan suuruuden perusteella. Nolla-arvot ovat niiden katujen arvoja, joiden saneeraustarveluokka on maastokatselmuksen aikaan ollut hyväkuntoinen ja optimikuntotason mukainen.

Taulukko 6. Korjausvelan teoreettinen määrä kaduittain.

Kadun nimi	Saneeraustarveluokan ka I-V	Korjausvelan summa kaduittain €	Korjausvelan kasvun pysäyttämiseen vaadittava summa kaduittain €
Aulangontie	III	86701,0	43300,2
Tampereentie	III	66781,3	33351,9
Parolantie	III	62645,9	31286,6
Aleksis Kiven katu	III	53909,5	26923,5
Paasikiventie	III	49263,3	24603,1
Lahdensivuntie	III	44651,6	22299,9
Marssitie	III	44599,9	22274,1
Rengontie	III	17749,7	8864,5
Ahvenistontie	II	0,0	0,0
Härkätie	II	0,0	0,0
Vanajantie	II	0,0	0,0
Viipurintie	II	0,0	0,0

Yhteensä		426 302,10 €	212 903,78 €
-----------------	--	---------------------	---------------------

Korjausvelan teoreettiseksi määräksi taulukon perusteella saatiin noin 426 000 euroa. Tässä summassa ei ole huomioitu mahdollisia muiden rakennekerrosten saneerauksia.

Jotta korjausvelka ei enää kasvaisi, olisi pääkatujen verkoston päällysmateriaalin koko-naisvaltaiseen saneeraukseen budjetoitava vuosittain noin 213 000 euroa, jolloin verkoston kunto saataisiin pidettyä nykyisessä kunnossaan. Summa on määritelty sen perusteella, että kadun kuntoluokka alenee yhden luokan 2 vuoden välein, mikäli kunnostustoimenpiteitä ei tehdä.

Korjausvastuun laskennallisella summalla olisi alla oleva arvion mukaan mahdollista nostaa tarkasteltujen pääkatujen päällysmateriaali saneeraustarveluokkaan I, jonka jäännösarvo on 100 % ja päällysrakenne uudenveroinen. Taulukossa 7 on listattu maastokatselmuksissa arvioidut kadut korjausvastuun summan suuruuden perusteella.

Taulukko 7. Korjausvastuun teoreettinen määrä kaduittain.

Kadun nimi	Saneeraustarveluokan keskiarvo I-V	Korjausvastuun summa kaduittain €	Korjausvastuun kasvun pysäyttämiseen vaadittava summa kaduittain €
Aulangontie	III	173402,1	43300,2
Tampereentie	III	133562,6	33351,9
Parolantie	III	125291,7	31286,6
Aleksis Kiven katu	III	107819,0	26923,5
Paasikiventie	III	98526,6	24603,1
Lahdensivuntie	III	89303,2	22299,9
Marssitie	III	89199,8	22274,1
Rengontie	III	35499,3	8864,5
Vanajantie	II	49880,0	24969,0
Viipurintie	II	48009,5	24032,7
Härkätie	II	35496,5	17768,9

Ahvenistontie	II	25000,2	12514,6
Yhteensä		1 010 990,40 €	292 188,96 €

Korjausvastuun teoreettiseksi määräksi taulukon perusteella saatiin noin 1 milj. €. Kuten korjausvelan laskennassa, korjausvastuun määrittämisessä ei myöskään ole huomioitu mahdollisia muiden rakennekerrosten saneerauksia.

Jotta korjausvastuu ei enää kasvaisi, olisi pääkatujen verkoston päällysmateriaalin kokonaisvaltaiseen saneeraukseen budjetoitava vuosittain noin 290 000 euroa, jotta verkoston kunto saataisiin pidettyä nykyisessä kunnossaan. Summa on määritelty sen perusteella, että kadun kuntoluokka alenee yhden luokan 2 vuoden välein, mikäli kunnostustoimenpiteitä ei tehdä.

Vertailukohtana laskennassa käytettiin urapaikkauksen hintaa vaihtoehtoisena kunnostustoimenpiteenä. Taulukkoon 8 on listattu urapaikkauksen määrä ja hinta kaduittain.

Taulukko 8. Urapaikkauksen määrä ja hinta vaihtoehtoisena kunnostustoimenpiteenä.

Kadun nimi	Urapaikkauksen määrä (m ²)	Urapaikkauksen hinta kaduittain €
Aulangontie	16940	85038,8
Tampereentie	13048	65500,96
Parolantie	12920	64858,4
Aleksis Kiven katu	12508	62790,16
Paasikiventie	5080	25501,6
Lahdensivuntie	8288	41605,76
Marssitie	10348	51946,96
Rengontie	3876	19457,52
Vanajantie	9280	46585,6
Viipurintie	8120	40762,4
Härkätie	6604	33152,08

Ahvenistontie	5168	25943,36
Yhteensä	112 180,00 m²	563 143,60 €

6 LASKENTATYÖKALUN HAASTEET JA MAHDOLLISET KÄYTTÖKOHEET TULEVAISUUDESSA

Kehitetyn työkalun käyttö osoittautui haastavaksi kokonaisvaltaisen ja kattavan korjausvelan määrittämiseen koko Hämeenlinnan kaupungin katuinfralle. Hämeenlinnan kaupungin alueelle sijaitsevat kadut ovat ominaisuuksiltaan ja käyttötarkoitukseltaan hyvin erilaisia, joten yhtenevää laskentatyökalua ei ole tarkoituksenmukaista käyttää.

Tässä laskentatyökalussa vääristymiä voivat aiheuttaa seuraavat asiat:

- talven laatu
- liikennemäärien muuttuminen tulevina vuosina
- päällysteen teon ajankohta
- päällysteen massan laatu.

Tämän opinnäytetyön aiheena ollut laskentatyökalun kehitys voi kuitenkin toimia pohjana muille laskentatyökaluille. Kerättyä aineistoa on mahdollista hyödyntää myös Hämeenlinnan kaupungin katukunnossapidon vuosittaisen päällystysbudjetin arvioimiseen.

Kehitetyn työkalun etuna ovat yksinkertaisuus ja nopea mittaustapa. Luotuihin taulukoihin on mahdollista syöttää tarvittavia arvoja katukohtaisesti, riippuen siitä millaista ominaisuutta, esimerkiksi uraa tai verkkohalkeaman määrää, halutaan tulevaisuudessa milläkin kadulla mitata.

Opinnäytetyön aikana kehitetyn työkalun ja sen mittaustulostetun arvioinnin tuloksena syntyneet arviot korjausvelan ja vastuun määrästä voivat toimia viitteinä vuosittaisista budjeteista, joita katujen kunnossapitoon laaditaan.

Hämeenlinnan kaupungin on myöhemminkin mahdollista teettää uusia arvioita katujen urautuneisuudesta sekä korjausvelasta käyttäen kehitettyä työkalua. Käyttökohteita voivat mahdollisesti olla vilkkaimmin liikennöidyt kadut ja toiminnallisen luokituksen mukaiset pääkadut liitoskunnissa.

LÄHTEET

Belt J., Lämsä V., Savolainen M. & Ehrola E. (2002). *Tierakenteen vaurioituminen ja tiestön kunto, Tiehallinnon selvityksiä 15/2002*.

Haettu 16.12.2017 osoitteesta <https://www.liikennevirasto.fi/julkaisut>

Carement Oy (n.d.). Etusivu. Haettu 20.9.2018 osoitteesta <https://carent.fi/>

Garba, R. (2002). *Permanent Deformation Properties of Asphalt Concrete Mixtures*. Department of Road and Railway Engineering, Norwegian University of Science and Technology NTNU.

Heikkinen Harri (2012). *Nastarenkaiden vaikutus päällysteiden kulumiseen taajamanopeuksissa*. Licensiaatintyö. Yhdyskunta- ja ympäristötekniikan laitos. Aalto yliopisto.

Hämeenlinnan kaupunki (2013). Hämeenlinnan katuomaisuuden korjausvelka – raportti. Haettu 4.10.2017 Hämeenlinnan kaupungin verkkoasemalta.

Hämeenlinnan kaupunki (2015). Hämeenlinnan katujen toiminnallinen katuoluokitus YHLA 20.10.2015. Haettu 4.10.2017 Hämeenlinnan kaupungin verkkoasemalta.

Hämeenlinnan kaupunki (2015). YHLA 20.10.2015 Toiminnallisten katuoluokkien vaatimukset – taulukkoliite. Haettu 4.10.2017 Hämeenlinnan kaupungin verkkoasemalta.

Hämeenlinnan kaupunki (2015). YHLA 20.10.2015 Toiminnallisten katuoluokkien vaatimukset – karttaliite. Haettu 4.10.2017 Hämeenlinnan kaupungin verkkoasemalta.

Hämeenlinnan kaupunki (2010). Käsinelaskennat ja muut liikennemäärät, KVL_2004_2010. Haettu 14.5.2018. Hämeenlinnan kaupungin verkkoasemalta.

Hämeenlinnan kaupunki (2018). Hämeenlinnan kaupungin asfalttiurakan päämassatyypien yksikköhintataulukko 2018. Tulostettu 2018.

Lang, J. (2003), *Åtgärders effektivitet på vägars längs och tvärgående ojämnheter*. Litteratursammanställning. 17.6.2003.

Okko S., (2017). Markku Litmasen haastattelu Infra –lehdessä 1/2017. Haettu 12.11.2017 osoitteesta <https://www.rakennusteollisuus.fi/INFRA/Ajankohtaista/tiedotteet2-kansio/2017/ohomikakorjausvelka-vaasa/>

PANK ry (n.d.). Asfalttinormit 2017

Rantanen J. (2014). *Korjausvelan laskentaperiaatteiden määrittäminen*, Suomen kuntaliitto, Helsinki.


Ruotoistenmäki A. (2005). *Kuntotiedon käyttö tie- ja katuverkon ylläpidon päätöksenteossa. Tiehallinnon selvityksiä 7/2005*. Helsinki: Edita Prima Oy. Haettu 6.10.2017 osoitteesta <https://julkaisut.liikennevrasto.fi/pdf/3200919-vkuntotiedonkaytto.pdf>

Suomen kuntotekniikka (n.d.). Korjausvelka, korjausvelan hallinta. Haettu 6.10.2017 osoitteesta <http://www.kuntotekniikka.fi/korjausvelka/>

Tahto-Ohjelmat, Kunta-Pro, HmlWebMap. Haettu 16.7.2018 osoitteesta <http://hmlapp04/webmap/>

Takala J. (2017). *Hämeenlinnan kaupungin katuinfraan korjausvelka : Kerrosrakenteet ja kuivatusjärjestelmät*. Opinnäytetyö. Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, rakennusmestari. Haettu 5.3.2018 osoitteesta http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/141878/Takala_Jere.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Tiehallinto (2009). Päällysteiden paikkaus. Haettu 6.10.2017 osoitteesta http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf/2200009-v-09-paallysteiden_paikkaus.pdf

 HÄMEENLINNAN KAUPUNKI	MAASTOKATSELMUSPÖYTÄKIRJA
	Pvm: _____ Suorittaja: _____
Lisätiedot:	
Yleisarvio:	

Liite 2

Koonti tuloksista

Korjausvelan määrä

Saneeraustarveluokka I, jäännösarvo 100% = uudenveroinen kuntotaso
Saneeraustarveluokka II, jäännösarvo 75% = optimikuntotaso

Kadun nimi	Pituus (m)	Pituus, molemmat suunnat (m)	Kaistaleveys (m)	m ²	Saneeraustarveluokan keskiarvo I-V	Korjausvelan summa kaduittain €	Korjausvelan kasvun pysäyttämiseen vaadittava summa kaduittain €
Marssitie	2587	5174	4	20696	III	44599,9	22274,1
Aleksis Kiven katu	3127	6254	4	25016	III	53909,5	26923,5
Ahvenistontie	1292	2584	4,5	11628	II	0,0	0,0
Rengontie	969	1938	4,25	8236,5	III	17749,7	8864,5
Parolantie	3230	6460	4,5	29070	III	62645,9	31286,6
Härkätie	1651	3302	5	16510	II	0,0	0,0
Tampereentie	3262	6524	4,75	30989	III	66781,3	33351,9
Lahdensivuntie	2072	4144	5	20720	III	44651,6	22299,9
Paasikiventie	1270	2540	9	22860	III	49263,3	24603,1
Aulangontie	4235	8470	4,75	40232,5	III	86701,0	43300,2
Vanajantie	2320	4640	5	23200	II	0,0	0,0
Viipurintie	2030	4060	5,5	22330	II	0,0	0,0
Yhteensä	28045	56090		271488		426 302,10 €	212 903,78 €

Korjausvastuun määrä

Saneeraustarveluokka I, jäännösarvo 100% = uudenveroinen kuntotaso
Saneeraustarveluokka II, jäännösarvo 75% = optimikuntotaso

Kadun nimi	Pituus (m)	Pituus, molemmat suunnat (m)	Kaistaleveys (m)	m ²	Saneeraustarveluokan keskiarvo I-V	Korjausvastuun summa kaduittain €	Korjausvastuun kasvun pysäyttämiseen vaadittava summa kaduittain €
Marssitie	2587	5174	4	20696	III	89199,8	22274,1
Aleksis Kiven katu	3127	6254	4	25016	III	107819,0	26923,5
Ahvenistontie	1292	2584	4,5	11628	II	25000,2	12514,6
Rengontie	969	1938	4,25	8236,5	III	35499,3	8864,5
Parolantie	3230	6460	4,5	29070	III	125291,7	31286,6
Härkätie	1651	3302	5	16510	II	35496,5	17768,9
Tampereentie	3262	6524	4,75	30989	III	133562,6	33351,9
Lahdensivuntie	2072	4144	5	20720	III	89303,2	22299,9
Paasikiventie	1270	2540	9	22860	III	98526,6	24603,1
Aulangontie	4235	8470	4,75	40232,5	III	173402,1	43300,2
Vanajantie	2320	4640	5	23200	II	49880,0	24969,0
Viipurintie	2030	4060	5,5	22330	II	48009,5	24032,7
Yhteensä	28045	56090		271488		1 010 990,40 €	292 188,96 €

Urapaikkauksen määrä ja hinta

Kadun nimi	Pituus (m)	Pituus, molemmat suunnat (m)	Urapaikkauksen leveys (m)	Urapaikkauksen määrä (m ²)	Saneeraustarveluokan keskiarvo I-V	Urapaikkauksen hinta kaduittain €	Urapaikkauksen yksikköhinta €/m ²
Marssitie	2587	5174	1	10348	III	51947,0	5,02
Aleksis Kiven katu	3127	6254	1	12508	III	62790,2	5,02
Ahvenistontie	1292	2584	1	5168	II	25943,4	5,02
Rengontie	969	1938	1	3876	III	19457,5	5,02
Parolantie	3230	6460	1	12920	III	64858,4	5,02
Härkätie	1651	3302	1	6604	II	33152,1	5,02
Tampereentie	3262	6524	1	13048	III	65501,0	5,02
Lahdensivuntie	2072	4144	1	8288	III	41605,8	5,02
Paasikiventie	1270	2540	1	5080	III	25501,6	5,02
Aulangontie	4235	8470	1	16940	III	85038,8	5,02
Vanajantie	2320	4640	1	9280	II	46585,6	5,02
Viipurintie	2030	4060	1	8120	II	40762,4	5,02
Yhteensä				112 180,00 €		563 143,60 €	