

Maria Väisänen

KEMIN KAUPUNGIN KATUJEN KORJAUSVELKA

KEMIN KAUPUNGIN KATUJEN KORJAUSVELKA

Maria Väisänen
Opinnäytetyö
Kevät 2015
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikan koulutusohjelma, yhdyskuntatekniikka

Tekijä(t): Maria Väisänen
Opinnäytetyön nimi: Kemin kaupungin katujen korjausvelka
Työn ohjaaja(t): Vesa Kallio
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2015
Sivumäärä: 47

Infrastruktuurin korjausvelkaa on viime vuosina selvitetty useissa Suomen kunnissa. Kadut ovat näkyvä osa infrastruktuuria ja niiden kunnan tuntuva romahdus on useissa kunnissa herättänyt kiinnostuksen selvittää katujen todellinen tila. Korjausvelka kuvaa sitä, kuinka paljon sallittua alhaisempi kadun kunto on. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli laskea Kemin kaupungin katujen korjausvelan ja -vastuun määrä.

Korjausvelan laskentaa varten selvitettiin katujen nykyinen kunto maastokatselmuksella. Katujen vaurioiden perusteella laskettiin niiden saneerauksen tarvittava rahamäärä eli korjausvastuu. Kaduille määritettiin nykykunnan perusteella jäännösarvo, jonka avulla saatiin määritettyä korjausvelan määrä. Korjausvelan määrän kehittymisestä tulevaisuudessa laadittiin ennuste.

Työn tuloksena selville saatiin korjausvelan ja korjausvastuun määrä. Korjausvelka katuverkolla on 13,2 miljoonaa euroa ja korjausvastuun määrä on 26,6 miljoonaa euroa. Nykyisellä rahoitustasolla korjausvelan määrä katuverkolla kasvaa nopeasti. Korjausvelan määrän vähentämiseen vaadittaisiin vähintään 400 000 euron vuosittaista lisärahoitusta.

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Degree Programme in Civil Engineering, Option of Municipal Engineering

Author: Maria Väisänen

Title of thesis: Maintenance Backlog of Streets in City of Kemi.

Supervisor: Vesa Kallio (OUAS), Mika Grönvall (City of Kemi)

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2015

Pages: 47

This thesis was made for Oulu University of Applied Sciences as a part of degree programme in civil engineering. Orderer of the thesis was City of Kemi. The objective of this thesis was to find out value of a maintenance backlog of streets in City of Kemi.

Maintenance backlog of infrastructure is a topical issue in whole Finland. Condition of infrastructure, including streets has deteriorated in last years. Reason for this is reduced funding. Value of infrastructure is decreasing and quick actions has to be made to stop the harmful development.

First step in the maintenance backlog examination was to investigate the present state of streets. Investigation was made in autumn 2014. Evaluation of present state of streets was based in visual estimation. Repair estimate was made to find out the value of the maintenance backlog.

Value of the maintenance backlog of streets is 26,6 million euros in year 2014. Amount of the maintenance backlog increases every year in nearly 400 000 euros. Present funding for street maintenance is 100 000 euros in year. The funding amount should be significantly increased that the maintenance backlog of streets could be eliminated.

Keywords: Maintenance backlog, infrastructure, city, lifecycle

ALKULAUSE

Haluan kiittää Kemin kaupungin teknisen palvelukeskuksen yhdyskuntatekniikan osastoa mielenkiintoisesta opinnäytetyöaiheesta ja tuesta työn aikana. Kiitos myös useiden muiden kaupunkien palveluksessa oleville tekniikan asiantuntijoille, jotka ovat jaksaneet keskustella kanssani korjausvelka-aiheesta.

Erityiskiitoksen haluan antaa Simo Kestille, joka on omalla asiantuntemuksellaan tukenut minua tämän työn alusta loppuun.

26.1.2015 Kempeleessä

Maria Väisänen

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	4
ALKULAUSE	5
SANASTO	8
1 JOHDANTO	10
2 KEMIN KADUT	11
3 KATUJEN VAURIOITUMINEN	12
3.1 Kadun rakenne	12
3.2 Kadun vaurioitumisen syyt	13
3.2.1 Liikenteen aiheuttama kuormitus	14
3.2.2 Ilmaston aiheuttama kuormitus	15
3.2.3 Kuormitustekijöiden yhteisvaikutus	16
3.2.4 Kadun saneerauksen ajoitus	17
3.3 Katujen ongelmat Kemissä	19
4 KORJAUSVELAN LASKENTA	22
4.1 Nykytilan arviointi	23
4.1.1 Saneeraustarveluokat	25
4.1.2 Nykytilan havainnollistaminen	28
4.2 Katuluokkien optimikuntotasot	30
4.3 Saneeraustarveluokkien jäännösarvot	30
4.4 Laskentavaihe	32
4.4.1 Korjausvastuu	32
4.4.2 Jäännösarvo	35
4.4.3 Korjausvelka	36
4.4.4 Kevyen liikenteen väylät	38
5 KORJAUSVELKALASKENNAN TULOKSET	40
5.1 Korjausvelan ja –vastuun määrä Kemissä	40
5.2 Korjausvelka ja –vastuu muissa kaupungeissa	40
5.3 Korjausvelan kehittyminen tulevaisuudessa	42
5.4 Rahoitus	44
6 YHTEENVETO	46

SANASTO

Omaisuserä	Omaisuserällä tarkoitetaan tarkasteltavaa kohdetta. Tässä opinnäytetyössä omaisuserä tarkoittaa aina yksittäistä katu tai suurempaa katuverkkoa.
Korjausvastuu	Korjausvastuu on se rahasumma, mikä konkreettisesti tulisi investoida kadun korjaukseen. Korjausvastuu on uudenveroisen omaisuserän (jäännösarvo 100 %) ja nykykuntotason välinen erotus.
Korjausvelka	Korjausvelka tarkoittaa optimikuntotason ja nykyisen kuntotason erotusta. Korjausvelka on laskennallinen termi, jolla voidaan teoriassa mallintaa sitä kuinka paljon omaisuserän nykykunto on vaatimustasoa (optimikuntotasoa) heikompi.
Nykyinen kuntotaso	Nykyinen kuntotaso on omaisuserän tutkimushetkellä vallitseva kunto. Nykykuntotasoa kuvaa jäännösarvo.
Jäännösarvo	Jäännösarvo on omaisuserän nykyhetkinen arvo. Uuden omaisuserän jäännösarvo on 100 %. Ajan kuluessa jäännösarvo pienenee. Saneeraus nostaa omaisuserän jäännösarvoa.
Optimikuntotaso	Optimikuntotaso on se kuntotaso, jolle omaisuserän kuntotaso voi laskea ilman, että sille kertyy korjausvelkaa. Optimikuntotaso riippuu katuluokasta.
Uudisarvomenetelmä	Uudisarvomenetelmä on korjausvelan laskentamenetelmä, jossa korjausvelka lasketaan prosentuaalisena osuutena omaisuserän uudisrakennushinnasta.
KEHTO-foorumi	KEHTO on lyhennys sanoista ”kuntien infra-alan kehittämisen haltuunotto ja toteutus”. Kuntaliiton alaisuudessa toimivassa KEHTO-toiminnassa on mukana

useita Suomen kaupunkeja. KEHTO-foorumin korjausvelan periaatteiden määrittämishankkeen tuloksena on luotu korjausvelan laskennalle valtakunnalliset normit.

1 JOHDANTO

Kuntainfran rapistuva kunto on tällä hetkellä ajankohtainen aihe useissa kunnissa. Pitkään jatkunut lama on johtanut siihen, ettei kunnilla ei ole antaa infran ylläpitoon ja saneeraukseen riittävää rahoitusta. Katujen korjausvelka kasvaa jatkuvasti, kun kadun vanhenevat nopeammin kuin niitä ehditään kunnostaa.

Tässä opinnäytetyössä on tavoitteena selvittää Kemin kaupungin katujen korjausvelan ja korjausvastuun määrää. Lisäksi tarkoituksena on arvioida, miten korjausvelka lähivuosina kehittyy. Korjausvelkaselvityksen sivutuotteena saadaan myös kokonaiskuva katujen nykyisestä kunnosta, mikä auttaa investointien suunnittelussa.

Korjausvelan selvittäminen aloitetaan nykytilaselvityksellä. Katujen nykyistä kuntoa selvitetään maastokatselmuksilla. Nykytilaselvityksen pohjalta tehdään korjausvastuu- ja korjausvelkalaskelmat. Korjausvelan määrää vertaillaan muihin kuntiin ja kaupunkeihin. Lopuksi laaditaan ennuste korjausvelan määrän kehittymisestä tulevaisuudessa.

2 KEMIN KADUT

Kemissä on kestopäällystettyjä katuja 164 km ja kestopäällystettyjä kevyen liikenteen väyliä 72 km. Keskimääräinen kemiläinen katu on saanut olla lähes 20 vuotta ilman ylläpitotoimia. Tämä näkyy katuverkolla runsaana saneeraustarpeena. 1980-luku oli Kemille kasvun aikaa ja katuverkolla on paljon 1980-luvulla rakennettuja katuja, joita ei ole vielä saneerattu. (Katurekisteri 2014.)

Menneinä vuosikymmeninä rakennustapa on ollut erilainen kuin nykyään. Katuihin ei ole tehty riittävän paksuja rakennekerroksia ja käytetty päällystepaksuus on liian ohut (Mikrokortit). Myös kuivatuksessa on puutteita. Nämä rakentamisen ratkaisut ja rahoituksen puutteesta johtuva ylläpidon puute ovat syynä katu-
jen huonoon nykykuntoon.

Korjausvelka määritettiin Kemien asfalttipintaisille kaduille ja kevyen liikenteen väylille. Sorapintaiset kadut jätettiin korjausvelkalaskelman ulkopuolelle. Sorateiden kunto vaihtelee jatkuvasti, joten niiden kuntoa on arvioitava erilaisilla kriteereillä kuin kestopäällystettyjä katuja.

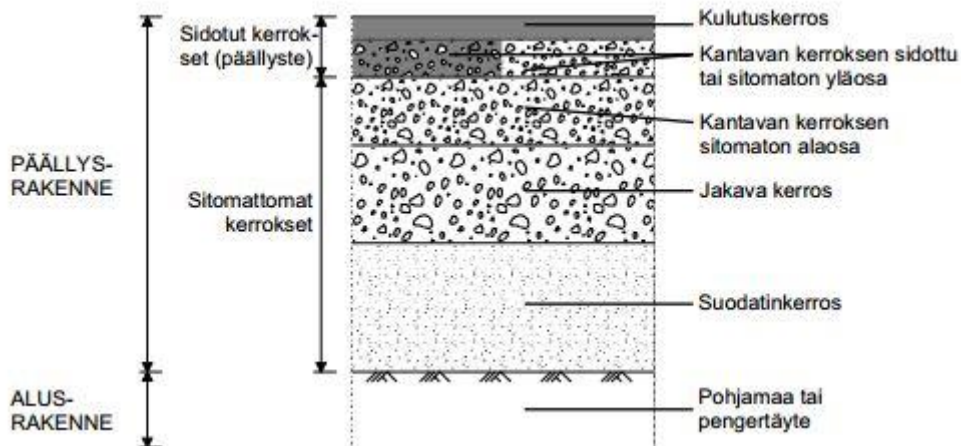
Päällystysaste on Kemien kaduilla noin 95 % (Grönvall 2014). Kemissä on päällystämättömiä alueita vielä Paattion ja Hiilimön alueilla. Lisäksi yksittäisiä sorapintaisia katuja on ympäri kaupunkia. Yksityistiet ja Kemien kaupungin alueella olevat valtion omistuksessa olevat tiet jätettiin myös pois laskennasta.

3 KATUJEN VAURIOITUMINEN

Kadut ovat osa arvokasta infraomaisuutta. Katu vaatii ylläpitoa ja korjausta, aivan kuten mikä tahansa muukin tekninen rakenne tai laite. Katujen kulumisen ja vaurioituminen on jatkuva ja väistämätön prosessi. Eri kuormitustekijät, kuten liikenne ja ilmasto, vaurioittavat katuja jatkuvasti aiheuttaen vaurioita katuihin. Syntyneet vauriot on tärkeää korjata nopeasti, koska kadun vaurioituminen on itseään kiihdyttävä prosessi. (Belt – Lämsä – Savolainen – Ehrola 2002.)

3.1 Kadun rakenne

Kaduilla käytetään yleensä rakennetyyppinä joustavaa päällysrakennetta, joka muodostuu päällekkäisistä rakennekerroksista. Jokaisella rakennekerroksella on oma tehtävänsä kadun rungossa. Alusrakenne, joka tarkoittaa pohjamaata tai pengertäyttöä, määrää sen, miten paljon erilaisia rakennekerroksia tarvitaan kestäväan katurunkoon. Kuvassa 1 on esitettyä joustavan päällysrakennetyypin rakennekerrokset. (Belt – Lämsä – Savolainen – Ehrola 2002, 11.)



KUVA 1. Joustavan päällysrakennetyypin rakennekerrokset (Belt – Lämsä – Savolainen – Ehrola 2002, 11)

Katurakenteen ylin kerros on kulutusta kestävä kulutuskerros. Yleensä aina kadun kulutuskerros on asfalttibetonia. Kulutuskerros on sidottu kerros, joka on bi-

tumisen sideaineen avulla jäykistetty yhtenäiseksi laataksi. Sen lisäksi, että kulutuskerros lisää päällysrakenteen jäykkyyttä, sen tehtävänä on muodostaa kadulle veden pitävä katto. (Belt – Lämsä – Savolainen – Ehrola 2002, 11.)

Kulutuskerroksen alla on kantava kerros, ja sen alla jakava kerros. Kantavan ja jakavan kerroksen tehtävänä on muodostaa tarpeeksi jäykkä pohja päällysteelle, etteivät liian suuriksi kasvavat liikennekuormitukset vaurioita päällystettä. Kantava ja jakava kerros myös levittävät liikenteen aiheuttamaa kuormitusta laajemmalle alueelle niin, ettei alusrakenteelle aiheudu liian suuria kuormia. Jokainen katu tarvitsee kantavan kerroksen, mutta jakavan kerroksen tarpeellisuus riippuu siitä, miten kantava alusrakenne kadulla on. (Belt – Lämsä – Savolainen – Ehrola 2002, 12.)

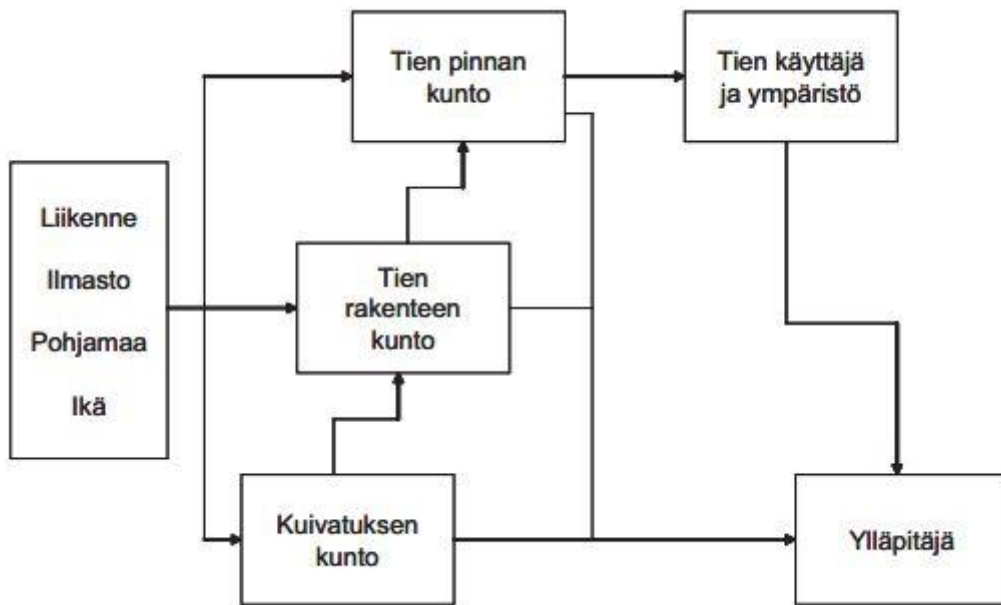
Suodatinkerros on alin päällysrakennekerros. Sen tehtävänä on estää kantavan/jakavan kerroksen karkean kiviaineksen ja pohjamaan sekoittuminen. Se estää kapillaarisen veden nousun alusrakenteesta päällysrakenteeseen. Kadussa on oltava suodatinkerros aina, kun kadun alusrakenne on routiva. (Belt – Lämsä – Savolainen – Ehrola 2002, 12.)

Suodatinkerros lisää routimattoman materiaalikerroksen paksuutta. Suodatinkerroksen paksuutta säätelemällä voidaan säädellä roudan syvyyttä ja roudanousun suuruutta. Kadun routavauriot johtuvat alusrakenteen routimisesta. Pohjamaa on usein routivaa ja siinä veden kapillaarinen nousukorkeus on suuri. Siltti- ja savimaassa veden kapillaarinen nousukorkeus voi olla jopa yli 10 metriä. Hiekasta rakennettu suodatinkerros katkaisee kapillaarisen veden nousun kadun rakenteeseen, koska hiekassa veden nousukorkeus on vain 0,12 - 0,5 metriä. (Tammirinne 2002, 63.)

3.2 Kadun vaurioitumisen syyt

Ajan myötä kadun rakenne rappeutuu eri kuormitustekijöiden seurauksena. Kadun rappeutuminen on monimutkainen prosessi, joka tapahtuu yleensä kuormitustekijöiden yhteisvaikutuksen seurauksena. Kadun vaurioituminen näkyy käyttäjälle kadun pinnan kunnon huonontumisena, mutta myös kadun rakenteessa tapahtuu muutoksia. (Ruotoistenmäki 2005, 16.)

Katua kuormittavat liikenne, kunnossapito ja ilmastollinen rasitus ja painuminen. Toimimaton kuivatus pahentaa kantavuuden ongelmia, koska kosteuden lisääntyminen kadun rakenteessa heikentää ennen kaikkea materiaalin kykyä vastustaa pysyviä muodonmuutoksia. Kuvassa 2 näkyy eri kuormitustekijöiden vaikutuksia kadun kuntoon. (Belt – Lämsä – Savolainen – Ehrola 2002, 38.)



KUVA 2. Katuun kohdistuvien kuormitustekijöiden vaikutus katuun (Belt – Lämsä – Savolainen – Ehrola 2002, 16)

3.2.1 Liikenteen aiheuttama kuormitus

Raskas liikenne aiheuttaa kadulle merkittäviä kuormituksia. Koska nykyinen lainsäädäntö ja ajoneuvotekniikan kehittyminen on tuonut teille ja kaduille entistä raskaampia ajoneuvoyhdistelmiä, kohdistuu katuihin nyt sellaisia kuormia, joihin ei ole varauduttu niitä rakentaessa aiempina vuosikymmeninä. (Belt – Lämsä – Savolainen – Ehrola 2002, 17.)

Kadun kantavuuden pettäessä kadun pintaan muodostuu uria ja painumia. Kantavuuden pettäminen näkyy kadun pinnassa usein päällysteen verkkohalkeiluna. Tällainen vaurio ei ole pelkästään päällysteessä, vaan kuormituksen aiheuttama muodonmuutos on aiheuttanut deformaatiota myös alempiin kerroksiin. Sen vuoksi kantavuuden puutteesta johtuvien vaurioiden korjaamiseen ei

riitä pelkkä rikkoutuneen päällysteen uusiminen, vaan kadun kantavuutta on myös parannettava. Jos katu korjataan uusimalla ainoastaan päällyste, katu on saneerausta edeltävässä kunnossa jo muutaman vuoden kuluttua. (Kallio 2014.)

Henkilöautoliikenne ei aiheuta merkittäviä kuormituksia kadulle, mutta nastarennat kuluttavat päällystettä, mikä näkyy kulutuskerroksen urautumisena. Tällainen mekaanisesta kulutuksesta johtuva urautuminen on ainoastaan päällyste-kerroksen vaurio ja sen korjaamiseksi riittää päällysteen uusiminen. (Belt – Lämsä – Savolainen – Ehrola 2002, 17.)

3.2.2 Ilmaston aiheuttama kuormitus

Pohjoisissa olosuhteissa katuun kohdistuu merkittäviä ilmastorasituksia. Lämpötilan vaihtelu, vesi ja routiminen koettelevat kadun rakennetta. Lämpötila vaikuttaa kadussa sidottuihin kerroksiin, eli käytännössä yleensä kulutuskerrokseen. Vesi vaikuttaa kadun sitomattomiin kerroksiin ja routiminen vaikuttaa kadun koko rakenteeseen. (Belt – Lämsä – Savolainen – Ehrola 2002, 20.)

Katurakenteeseen päätyvä vesi on peräisin sade- ja sulamisvesistä. Vettä pääsee rakenteeseen luiskien kautta, päällysteen läpi ja myös alusrakenteesta. (Belt – Lämsä – Savolainen – Ehrola 2002, 20.)

Halkeillut päällyste päästää rakennekerrokseen sinne kuulumatonta vettä. Kuivatuksen toimimattomuus ja puuttuminen aiheuttaa sen, että kadun rakenne on ajoittain täynnä vettä. Märät rakennekerrokset eivät kestä niille tulevaa liikennekuormitusta ja syntyy kantavuusvaurioita. (Rakenteen parantamisen suunnittelu 2005, 66.)

Routiminen tarkoittaa maan routaantumista eli jäätymistä niin, että sen tilavuus kasvaa. Tilavuuden kasvu aiheuttaa routanousua kadun pinnassa. Routimista tapahtuu, kun kaikki sen kolme perusedellytystä täyttyvät: routiva alusrakenne, alusrakenteen jäätyminen ja ylhäällä oleva pohjaveden pinta. Routimista tapahtuu yleensä vain kadun alusrakenteessa koska rakennekerroksien tulisi olla routimattomia. (Belt – Lämsä – Savolainen – Ehrola 2002, 21.)

Routanous aiheuttaa katuun epätasaisuutta. Routavaurioiden korjaamiseksi on kadun rakennekerrokset uusittava, koska ne ovat routimisen yhteydessä päässeet sekoittumaan. Routavaurioita voidaan ehkäistä asentamalla teräsverkko kantavaan kerrokseen. Verkon tarkoituksena on ehkäistä pituushalkeaminen syntyminen päällysteeseen. (Kallio 2014.)

Lämpötila vaikuttaa kadun päällysteeseen niin, että korkea lämpötila laskee päällysteen jäykkyyttä tehden sen helpommin muovautuvaksi. Helteisillä säillä katu kestää siis pienempiä kuormituksia kuin normaalisti ja on mahdollista syntyä kantavuusvaurioita. Alhainen lämpötila aiheuttaa päällysteen jäykkyyden kasvua. Kovilla pakkasilla päällysteeseen syntyy pakkaskatkoja, jotka ovat poikittaishalkeamia. Ne ovat seurausta päällysteen kutistumisesta. Päällysteen jäykkyyden muutos on seurausta sen sideaineen, bitumin viskositeetin muutok-
sista. (Erho 2014.)

Painuminen

Alusrakenteen painuminen aiheuttaa kadun poikkileikkauksen latistumista ja epätasaisuutta. Rakenteiden mitoituksessa tulisi kiinnittää huomiota siihen, ettei sallittua suurempia painumia pääse tapahtumaan. Erityisen haitallisena tienkäyttäjät kokee painumaerot. Painumaerojen syntymistä voidaan ehkäistä käyttämällä siirtymärakenteita putkilinjojen, maaperämuutosten ja muiden potentiaalisten painumaerokohtien rakentamisessa. (Kallio 2014.)

Kunnossapidon aiheuttama kuormitus

Kunnossapito aiheuttaa mekaanista kulumaa päällysteeseen. Auruskalusto kuluttaa päällysteeseen uria ja saattaa vaurioittaa reunakivetyksiä. Erityisesti kevyet betonireunakivet irtoavat helposti auratessa. (Erho 2014.)

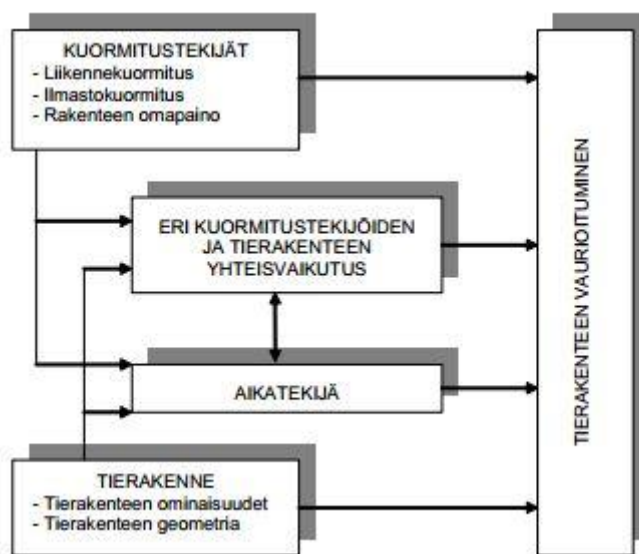
3.2.3 Kuormitustekijöiden yhteisvaikutus

Katujen vaurioitumista analysoitaessa on huomattava, ettei voida sanoa tietyn vauriotyyppin johtuvan vain yhdestä syystä. Usein kadulla olevat vauriot ovat syntyneet monen kuormitustekijän yhteisvaikutuksesta. (Kallio 2014.)

Esimerkiksi kadulla oleva pituushalkeama on alun perin syntynyt epätasaisen routanousun seurauksena, mutta liikennekuormitus on pahentanut sitä. Voidaan

siis sanoa, että kadun vauriot lähtevät liikkeelle yhdestä pääsyyistä, mutta vaurion lopulliseen ilmenemismuotoon vaikuttaa kuormitustekijöiden yhteisvaikutus. (Kallio 2014.)

Eri kuormitustekijät vaikuttavat katurakenteeseen osittain samaan aikaan. Sen takia niiden yhteisvaikutuksesta syntyvä rasitus on suurempi kuin vain esimerkiksi liikenteen katuun aiheuttama kuormitus. Kuvassa 3 on mallinnettu eri kuormitustekijöiden vaikutusta katurakenteeseen. Tällä tarkoitetaan esimerkiksi sitä, että ilmastorasituksesta aiheutunut katurakenteen kostuminen on heikentänyt kadun kuormituskestävyyttä. Raskaan yhdistelmäajoneuvon märkään katurakenteeseen kohdistama liikennesäätösäätös saattaa ylittää kadun kuormituskestävyyden ja kadun rakenne pettää. Katu olisi kestänyt yksin ilmastorasituksen tai liikennekuorman, mutta niiden yhteisvaikutus on liikaa. (Belt – Lämsä – Savolainen – Ehrola 2002, 24.)



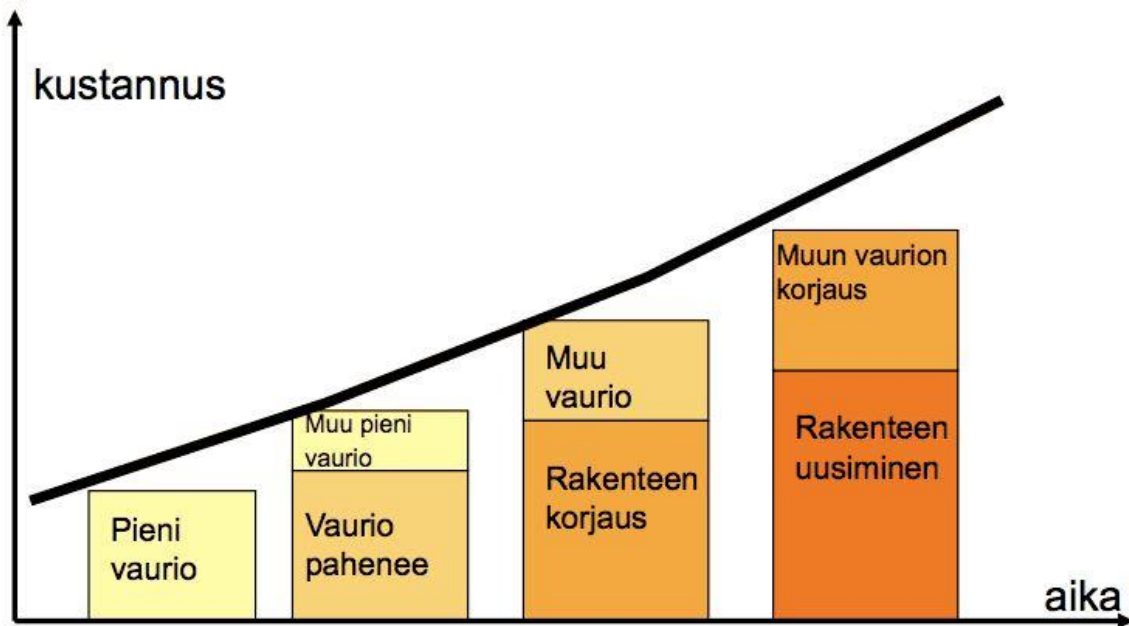
KUVA 3. Kuormitustekijöiden yhteisvaikutus tiehen tai katuun (Belt – Lämsä – Savolainen – Ehrola 2002, 23)

3.2.4 Kadun saneerauksen ajoitus

Kustannushallinnan kannalta on järkevää korjata katu mahdollisimman pian ensimmäisten vaurioiden ilmaannuttua. Aluksi, kun kadun vauriot ovat ainoastaan sen päällysteessä, on saneerauskustannus vielä kohtuullinen. Jos saneeraus tässä vaiheessa laiminlyödään, alkaa kadun kunnan nopea huonontuminen,

jonka seurauksena myös korjauskustannukset nousevat. Päälysteen uusiminen kilometrin mittaiselle katuosuudelle maksaa noin 30 000 euroa, kun taas päälysrakenteiden uusiminen saman pituiselle osuudelle maksaa noin 80 000 euroa. (Infrakuntoon.fi -> Tiet, kadut, sillat -> Kadun päällyste.)

Jos kadun vaurioitumiseen ei reagoida ajoissa saneerauksella, alkaa kadun kunto heikentyä kiihtyvällä vauhdilla. Kun kadun vaurioitunutta kestopäällystettä ei korjata ajoissa, alkaa liikenteen aiheuttama kuormitus siirtyä kadun rakennekerrokseen. Päälysteen kuluessa kadun kantavuus heikkenee. Vesi pääsee rikkonaisen päällysteen läpi kadun rakennekerrokseen ja routa pääsee vaurioittamaan katua. Kun vauriot ovat ehtineet katurunkoon asti, on saneeraus kallista. Kuvassa 4 näkyy, miten saneerauskustannukset kasvavat ajan kuluessa. (Belt – Lämsä – Savolainen – Ehrola 2002, 24.)



KUVA 4. Saneerauskustannusten kasvu ajan kuluessa ja vaurioiden pahentumisessa (Infrakuntoon.fi -> Ennakointi kannattaa)

Kadun laskennallisena kestoikänä voidaan pitää noin 30 – 40 vuotta. Kuitenkin päällysteen oletettavissa oleva kestoikä on vain noin 20 vuotta. (Kesti 2013.) Tämä johtuu päällysteessä sideaineena käytettävän bitumin kovettumisesta,

mikä lisää päällysteen halkeilua. Päällyste on siis käytännössä uusittava yhdesti kadun elinkaaren aikana, jotta katu saavuttaisi oletetun kestoikänsä. Hyvällä ylläpidolla voidaan kadun kestoikää kasvattaa. Ylläpidon laiminlyönti lyhentää kadun kestoikää huomattavasti. (Belt – Lämsä – Savolainen – Ehrola 2002, 24.)

3.3 Katujen ongelmat Kemissä

Katurakenteiden kerrospaksuudet

Kemissä katujen vauriot ovat tyypillisesti heikosta kuivatuksesta ja rakenteen riittämättömästä kantavuudesta johtuvia kantavuusvaurioita. Aiempina vuosikymmeninä rakennettuihin katuihin ei ole tehty riittäviä rakennekerroksia. Tyypillinen katurakenne on kerroksiltaan ohut ja hyvin kevyesti päällystetty. Kantavuuden puute näkyy kadun kulutuskerroksessa usein verkkohalkeiluna ja deformaatiourautumisena. (Uusitalo 2014.)

Yleisesti tonttikaduilla käytetty 4 senttimetriä paksu asfalttipäällyste on kaduille riittämätön. Kevyen liikenteen väylillä käytetään Kemissä jopa vieläkin ohuempaa 2 senttimetriä paksua päällystettä. Kokooja- ja pääkaduilla käytetään 5 senttimetriä päällystepaksuutta. Käytetyt päällystepaksuudet ovat vain puolet siitä, mitä niiden kuuluisi olla.

Routiminen

Routimista esiintyy katuverkolla jonkin verran. Kuten kantavuusvaurioihin, myös routavaurioihin on syynä riittämätön rakennekerrospaksuus ja heikko kuivatus. Kemin pohjamaa on pääosin routivaa hiekkamoreenia. Kun kyseessä on routiva pohjamaa, tarvitaan katuun riittävä suodatinkerros, jolla saadaan estettyä kadun routavauriot. (Kallio 2014.)

Kaivantojen paikkaus

Katuverkolla on paljon reilusti painahtaneita kaivantokohtia, jotka heikentävät kadun liikennöitävyyttä. Kunnallisteknisissä töissä tulisi käyttää katujen alitukessa mahdollisuuksien mukaan alitusporausta. Porausmenetelmää käytettäessä vältetään kadun turha auki kaivaminen. (Kallio 2014.)

Kun kadun rakenteeseen joudutaan tekemään kaivanto, tulee täyttö, tiivistys ja kestopäällysteen paikkaus tehdä huolella. Kaivanto tulee täyttää huolellisesti,

jotta vältetään tyhjien onkaloiden muodostuminen. Täyttö on tiivistettävä 0,1 – 0,3 metrin kerroksina. Sulan maan aikana työskennellessä on täyttömateriaali kasteltava optimikosteuteen ennen tiivistystä. (Päällysteiden paikkaus. 2009, 23.)

Kaivannon täytössä on käytettävä mielellään vanhoja kaivumassoja, jotta rakenteesta saataisiin homogeeninen. Uusien, liian hyvin massojen käyttö aiheuttaa katuun liian hyvän paikkauksen. Tästä voi syntyä esimerkiksi painumaeroja katuun. (Päällysteiden paikkaus. 2009, 23.)

Kaivannon täytön jälkeen paikkauskohdalle laitetaan väliaikainen öljysorapaikkaus. Paikkauskohta saa jäädä koholleen, koska liikenteen kuormitus tiivistää paikkauskohtaa nopeasti. Kaivannon annetaan painua 3 – 4 kuukautta sulan maan aikana ennen varsinaista kestopäällysteen paikkausta. Painuma-aika riippuu siitä, miten syvä kaivanto on kyseessä. (Ohjeet kaivutöiden suorittamisesta.)

Kun kaivanto on painunut riittävän ajan, suoritetaan päällysteen lopullinen paikkaus. Kaivantoa ympäröivän vanhan päällysteen reuna leikataan pystysuoriksi puskusaumoiksi. Leikkaus tehdään vähintään 0,2 metriä kaivannon ulkopuolelle. Paikkaus tehdään koko kaistan tai kadun leveydeltä, riippuen kaivannon sijainnista. Paikkaus on tehtävä suorakulmaisesti niin, että leikkausauma on kohtisuorassa kadun reunaan nähden. Saumat sivellään tartunnan parantamiseksi tartunta-aineella. Paikkauskohta tasoitetaan ja asfaltti valetaan paikkaukseen. Paikkaus on tehtävä samalla päällystepaksuudella kuin kadussa on käytetty. (Päällysteiden paikkaus. 2009, 23.)

Uudisrakennus ja saneeraus

Uusia katuja rakentaessa tulee varmistaa, että katuun rakennetaan riittävät rakennekerrokset kantavuuden varmistamiseksi. Riittävä kantavuus kadulle saadaan, kun mitoituskantavuus kantavan kerroksen päältä on 145 MN/m². Uudisrakennuskohteiden suunnitelmat tulee perustaa pohjatutkimustiedoille. (Tieraikenteen suunnittelu. 2004, 29.)

Vanhojen katujen saneerausta suunniteltaessa tulee huomio kiinnittää siihen, mikä on aiheuttanut kadun vaurioitumisen. Kun vaurion aiheuttanut syy poistetaan, saadaan vaurion uusiutuminen estettyä. Erityisesti nopeasti vaurioituvilla kaduilla on selvitettävä vaurioitumisen syy. Liian kevyen saneerausmenetelmän valinta johtaa siihen, että katu on samassa kunnossa kuin ennen saneerausta pahimmillaan jo muutaman vuoden kuluttua. (Rakenteen parantamisen suunnittelu. 2005, 24.)

4 KORJAUSVELAN LASKENTA

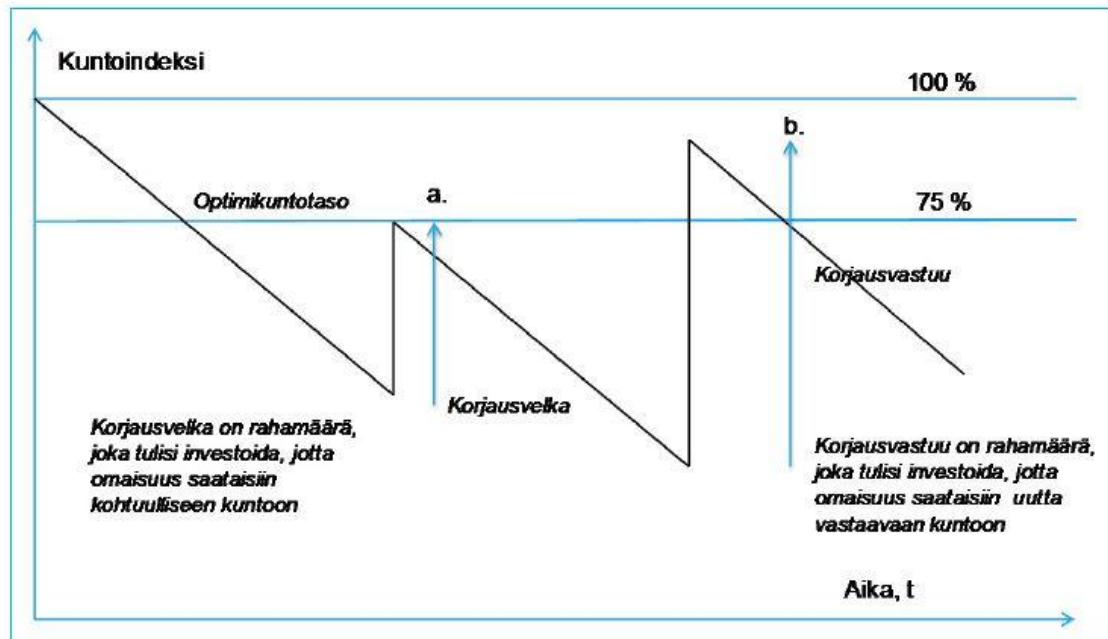
Korjausvelka käsitteellä kuvataan sitä, miten paljon alle sallitun kuntotason omaisuuserän kunto on laskenut. Korjausvelka kuvaa siis kunnossapidon jälkeenjääneisyyttä. Korjausvelka ei kuvaa todellisen korjausinvestoinnin hintaa, koska se on optimikunnan ja nykyisen jäännösarvon erotus. Käytännössä ei ole mahdollista korjata katua vain tasan optimikuntotasolle. Tällainen toiminta ei myöskään olisi järkevää, koska vain optimitasolle korjattaessa kadulle alkaisi heti kertyä jälleen korjausvelkaa. (Rantanen 2014b, 11.)

Kuntainfran korjausvelan selvittäminen on ollut viime vuosina kasvava trendi. Kuntaliiton KEHTO-foorumin 2012 vuonna alkaneen korjausvelan periaatteiden määrittämishankkeen tuloksena on luotu kansalliset normit korjausvelan ja –vastuun käsitteille. Saman hankkeen tuloksena on myös kehitetty korjausvelan laskentatyökalua, joka helpottaa suurten omaisuuserien korjausvelan määrittämistä. (Rantanen 2014a, 5.)

Olisi toivottavaa, että kaikki kunnat määrittäisivät infraomaisuutensa korjausvelkaa samalla laskentatavalla. Näin saadut tulokset olisivat keskenään vertailukelpoisia. Tämän opinnäytetyön aikana laskettiin Kemin katujen korjausvelka verkkilaskelmana Rapalin kuntaliitolle kehittämällä korjausvelan laskentatyökalulla. Laskentatyökaluun kerätyt lähtötiedot olivat tosin puutteellisia, koska arkistoitua tietoa on olemassa hyvin vähän. Lähtötietojen puutteellisuus tuo epävarmuutta laskennan tulokseen. Laskentatyökalulla saatuja laskentatuloksia on kappaleessa 5.

Korjausvastuu kuvaa sitä todellista investointia, joka omaisuuserän korjaukseen olisi sijoitettava korjausvelan poistamiseksi. Korjausvastuu on rahasumma, jonka investoinnilla saadaan katu korjattua nykyiseltä kuntotasoltaan uutta vastaavaan kuntoon. (Rantanen 2014b, 11.)

Korjausvelka ja korjausvastuu ovat siis rahamääräisiä suureita. Molemmille asioille voidaan kuitenkin laskea myös prosentuaalinen arvo. Prosenttiosuuksia tarvitaan lähinnä laskentavaiheessa euromäärien määrittämiseksi. Kuvassa 5 mallintaa kuvaajan muodossa, mitä korjausvelka- ja vastuu tarkoittavat.



KUVA 5. Korjausvelan ja korjausvastuun muodostuminen (Rantanen 2014b, 11)

Tässä opinnäytetyössä korjausvelan laskenta aloitettiin määrittämällä katujen nykyinen kunto silmämääräisellä arvioinnilla maastokatselmuksessa. Sen jälkeen laskettiin tarvittavien katujen vaatimien saneeraustoimien hinta eli niin sanottu korjausvastuu.

Kaduille laskettiin tutkimushetken kunnan perusteella sen hetkinen jäännösarvo. Jäännösarvon perusteella saatiin eroteltua katujoukosta ne kadut, joiden kunto on optimikuntotason, eli alimman sallitun kuntotason alapuolella. Tälle sallittua huonommassa kunnossa olevalle katujoukolle laskettiin korjausvelan määrä osuutena korjausvastuusta. Korjausvelkaa tai korjausvastuuta ei siis ole sellaisilla kaduilla, joiden kuntotaso on optimikuntotasoa suurempi.

4.1 Nykytilan arviointi

Katujen nykyisen kunnan arviointi on tärkeä osa korjausvelan laskentaa. Nykytilan perusteella lasketaan kadulle jäännösarvo, joka kuvaa sitä, kuinka paljon kadun arvosta on jäljellä uudenveroiseen katuun verrattuna. Nykytilan voi määrittää lähtökohtaisesti joko mittaustuloksiin perustuen, teoreettisen mallin avulla tai hybridimallinnuksena. (Rantanen 2014b, 16.)

Mittaustuloksia kaduilta voidaan kerätä esimerkiksi palvelutasomittauksella, laserkeilauksella, vauriolaskennalla tai maatutkauksella. Mittaukseen perustuva kunnan arviointi on tarkka menetelmä, mutta siitä syntyvät kustannukset ovat suuria. (Rantanen 2014b, 16.)

Teoreettisessa mallissa katujen nykykuntoa arvioidaan niiden rakennus- tai saaneerausvuoden perusteella ja useiden muiden tekijöiden (pohjamaa, kuivatuksen toimivuus, routivuus, rakennekerrospaksuus, päällystepaksuus) perusteella. KEHTO-foorumissa tuloksena tehty korjausvelan laskentatyökalu on tällainen teoreettinen mallintamismenetelmä. (Rantanen 2014b, 16.)

Hybridimallinnuksessa kadut pyritään jakamaan mahdollisimman homogeenisiin ryhmiin ja vain osalla ryhmän kaduista tehdään kuntotutkimusta. Muiden ryhmän katujen kunnan arvioidaan olevan samanlainen kuin tutkituilla kaduilla. (Rantanen 2014b, 19.)

Tässä opinnäytetyössä katujen nykykunto selvitettiin maastokatselmuksella. Maastokatselmuksia suoritettiin syksyllä 2014. Maastokatselmuksia suoritti kokonaisuudessaan opinnäytetyöntekijä. Aikaa maastokatselmuksiin meni noin 100 tuntia.

Maastokatselmuksessa katujen rakenteellista kuntoa arvioitiin kadun pintakunnon perusteella. Lisäksi huomiota kiinnitettiin kuivatuksen toimivuuteen. Maastokatselmuksia tehtiin kaikille Kemin kestopäällystetyille kaduille. Kevyen liikenteen väylillä ei maastokatselmusta tehty, vaan ne on otettu korjausvelan laskentaan mukaan uudisarvo-menetelmällä.

Maastokatselmus päätettiin valita tutkimusmenetelmäksi, koska Kemissä on katuja niin rajallinen määrä, että yhden ihmisen oli mahdollista tutkia niiden kunto kohtuullisessa ajassa. Maastokatselmuksella katujen nykykunnosta saatiin realistinen arvio, johon korjausvelan laskenta oli hyvä pohjata. Maastokatselmuksessa havaittu katujen kunto on esitetty karttana kuvassa 10.

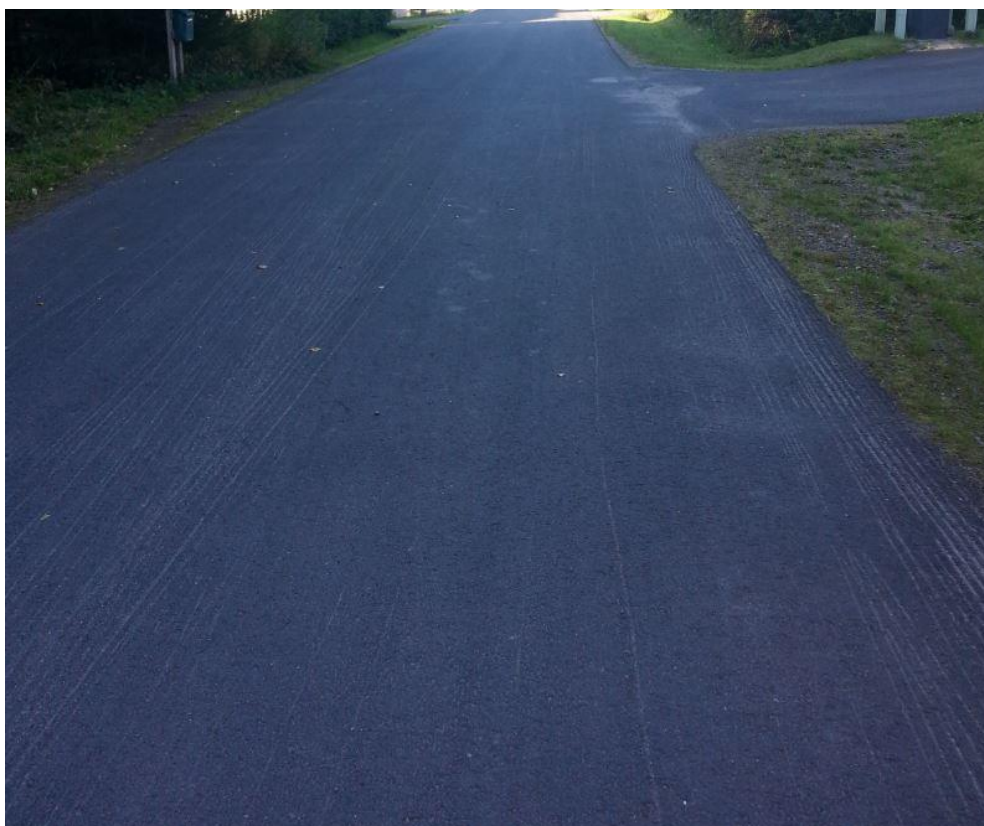
4.1.1 Saneeraustarveluokat

Kadut jaettiin neljään eri luokkaan vaurioituneisuuden perusteella. Luokkajako tehtiin sen mukaan, millaisia toimenpiteitä katuun tai katuosuuteen tulisi kohdistaa, jotta se saataisiin korjattua uudenveroiseen kuntoon. Saneeraustarveluokkien määritteet on esitetty taulukossa 1.

TAULUKKO 1. Saneeraustarveluokat

Luokka	Saneeraustarve
1	Kunto hyvä, ei saneeraustarvetta
2	Kulutuskerroksen uusiminen
3	Kantavuuden vahvistaminen
4	Päällysrakenteen uusiminen

Luokkaan 1 kuuluivat kaikki ne kadut, joissa ei ollut merkittäviä vaurioita. Luokkaan 1 kuuluvissa kaduissa voi olla normaalia iän tuomaa kulumaa. Kuvassa 6 on esimerkki luokkaan 1 kuuluvasta kadusta.



KUVA 6. Luokkaan 1 kuuluva hyväkuntoinen katu

Luokkaan 2 kuuluivat ne kadut, joiden vauriot ovat ainoastaan päällystekerroksessa. Päällysteessä on esimerkiksi nastarenkaiden kuluttamia uria tai päällysteeseen on tullut reikiä. Kadun profiili on kuitenkin tasainen ja katu saadaan saneerattu lähes uudenveroiseen kuntoon uusimalla päällyste. Kuvassa 7 on esimerkki luokkaan 2 kuuluvasta kadusta.



KUVA 7. Luokkaan 2 kuuluva katu, jossa on nastarengaskulutuksen aiheuttamia uria (Päällystystyöt 2014 Varsinais-Suomi ja Satakunta)

Luokkaan 3 kuuluivat ne kadut, joiden kantavuudessa on puutteita. Kadussa on kantavuusvaurioita, kuten verkkohalkeilua ja painumaa ajourissa tai kadun reunassa. Kuvassa 8 on esimerkki luokkaan 3 kuuluvasta kadusta.



KUVA 8. Luokkaan 3 kuuluva katu, jossa on pitkälle edennyttä verkkohalkeilua päällysteessä

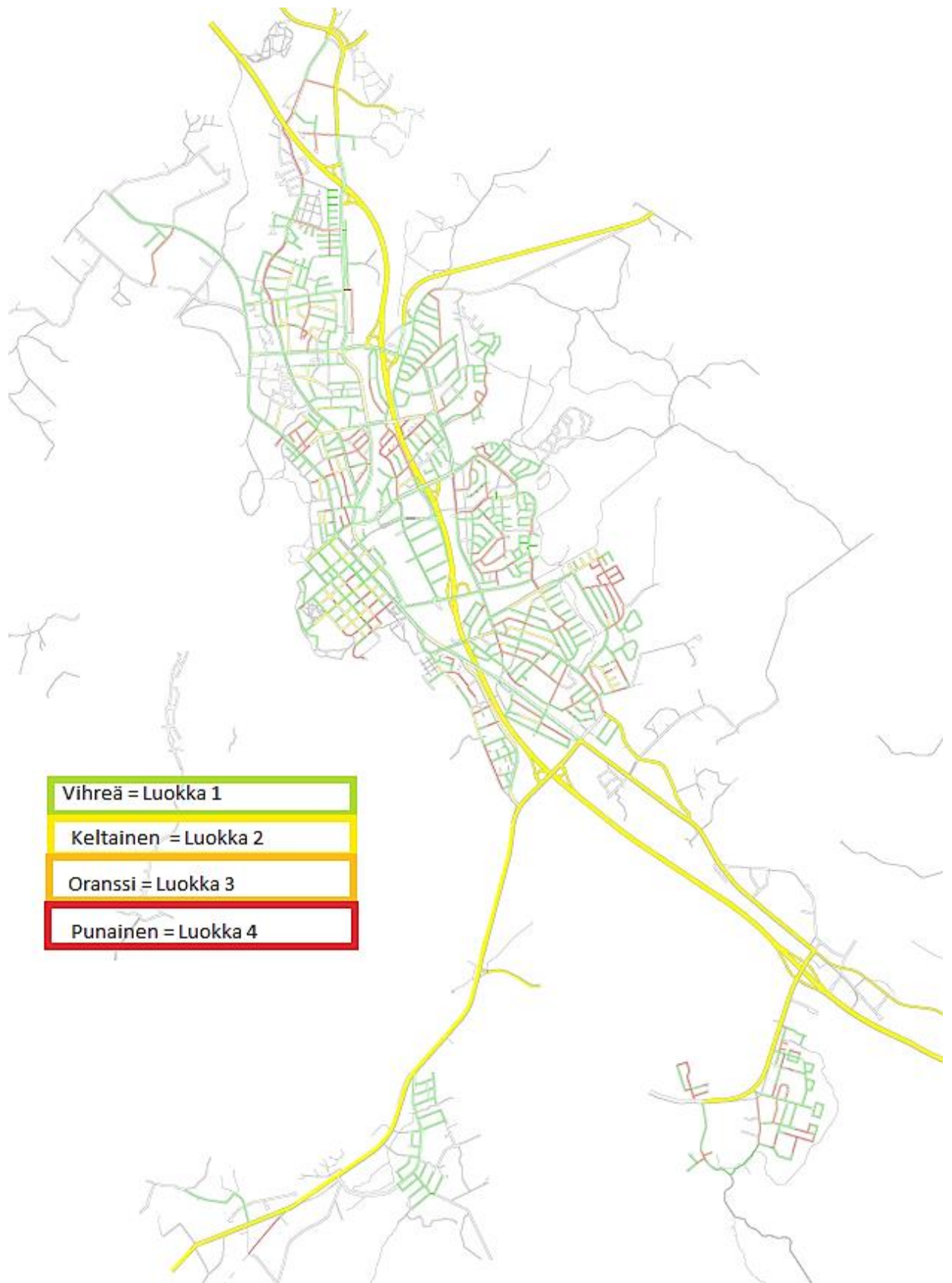
Luokkaan 4 kuuluvat ne kadut, joiden rakennekerrokset ovat uusimisen tarpeessa. Esimerkiksi pahat painumat kadussa ja routavauriot ovat merkkejä siitä, että kadun runko pitäisi rakentaa uudelleen. Kuvassa 9 on esimerkki luokkaan 4 kuuluvasta kadusta.



KUVA 9. Luokkaan 4 kuuluva katu, jossa on routavaurioita

4.1.2 Nykytilan havainnollistaminen

Luokkajaon perusteella tehtiin kartta, jossa eri luokkien kadut on korostettu eri väreillä. Näin saatiin helposti havainnollistettua sitä, millaisia toimenpiteitä eri kaupunginosien kadut tarvitsisivat. Kuvassa 10 näkyy Kemin katujen kunto kartalla.



KUVA 10. Saneeraustarveluokitus kuvaa katujen nykyistä kuntoa

4.2 Katuluokkien optimikuntotasot

Optimikuntotaso kuvaa sitä kunnan tasoa, mihin kadun kunto saa laskea ennen kuin sille alkaa muodostua korjausvelkaa. Optimikuntotasot eri katuluokille on esitetty taulukossa 2.

TAULUKKO 2. Optimikuntotasot katuluokille

Optimikuntotaso	Katuluokka
65 %	Pääkatu
75 %	Kokoojakatu, kevyen liikenteen väylä
90 %	Tonttikatu

Optimikuntotason ollessa 90 % kadulle sallitaan 10 % kunnan alenema alkuperäiseen (uudenveroiseen eli 100 %) kuntoon verrattuna ennen kuin korjausvelkaa alkaa kertyä. 75 %:n optimikuntotaso taas vastaavasti tarkoittaa, että kadulle sallitaan 25 % kunnan alenema uudenveroiseen (100 %) kuntoon verrattuna ennen korjausvelan kertymistä omaisuuserälle. (Rantanen 2014, 13.)

Tällainen jako johtuu siitä, että pääkadun halutaan olevan paremmassa kunnossa kuin esimerkiksi tonttikatu. Tonttikadulle voidaan sallia suurempi kunnan alenema kuin ylemmän luokan kaduille, koska tonttikatu palvelee liikennettä vielä hyvin, vaikka se on alkuperäiseen nähden kulunut. Tämä johtuu muun muassa alhaisemmista ajonopeuksista ja pienemmistä liikennemääristä.

Nämä optimikuntotasot on valittu käytettäväksi tässä opinnäytetyössä, koska kuntaliiton KEHTO-foorumin korjausvelan laskentaprojektissa on käytetty samoja optimikuntotasoja. Myös useissa muissa Suomen kunnissa, joissa korjausvelkaa on laskettu, on käytetty samoja optimikuntotasoja. Käyttämällä yhteisiä arvoja laskennassa, saadaan korjausvelan ja –vastuun arvoista vertailukelpoisia eri kuntien välillä.

4.3 Saneeraustarveluokkien jäännösarvot

Maastoinventoinnissa selvitetty katujen nykykunto muunnettiin jäännösarvoksi. Jäännösarvo on laskennallinen termi, joka kuvaa sitä, kuinka monta prosenttia alkuperäisen, uudenveroisen kadun arvosta on jäljellä nykyhetkellä.

Jokaiselle saneeraustarveluokalle (luokat 1-4) määritettiin oma jäännösarvonsa sen mukaan, miten suuri osa kadun arvosta on jäljellä kussakin luokassa. Jäännösarvo määritettiin sen mukaan, miten monta prosenttia koko kadun rakentamiskustannuksesta muodostuu sen eri kerroksista. Taulukossa 3 näkyy eri kerrosten rakennuskustannusten osuus kadusta. Hinnat rakentamiskustannusten laskentaan otettiin RIL 231-2-2007 Infrarakentamisen kustannushallinta Hanke- ja rakennusosahinnastosta. Prosenttiosuuksien määrittelyssä on käytetty tyypillistä kemiläistä katurakennetta. Huomioitavaa on, ettei 40 millimetrin päällyste-paksuus ole ajoneuvoliikenteen käyttämillä kaduilla riittävä, vaikka sitä Kemissä yleisesti käytetäänkin.

TAULUKKO 3. Taulukossa näkyy kadun kerroksien kustannusjakauma

				paksuus	€/m	%-osuus kok. hinnasta
Pintamaan poisto, normaali	1,512				6,804	7 %
Suodatinkerros hiekasta	6,678	m ³ rtr	0,3		9,0153	15 % (sis. s-kangas)
Suodatinkangas	1,2348	m ² tr			5,5566	
Jakavakerros murskeesta/sorasta	15,12	m ³ rtr	0,3		20,412	20 %
Sitomaton kantava kerros KaM 0-50	17,64	m ³ rtr	0,3		23,814	24 %
ABK x/100 (40mm)	7,686	m ² tr			34,587	35 %
				yht.	100,1889	100 %

Kustannusjaon prosenttiosuuksien perusteella päätettiin saneeraustarveluokkia vastaavat jäännösarvoprosentit taulukossa 4 esitetyllä tavalla.

TAULUKKO 4. Saneeraustarveluokkien jäännösarvot

Saneeraustarveluokka	Jäännösarvo
1	90 / 75 / 65 % (ei korjausvelkaa)
2	65 %
3	41 %
4	6 %

Luokkaan 1 kuuluvilla kaduilla ja kadun osilla ei ole toistaiseksi korjausvelkaa ja niiden jäännösarvo on laskennassa 90, 75 tai 65 % riippuen siitä, mikä on kadun optimikuntotaso. Luokkaan 2 kuuluvan kadun jäännösarvo on 65 %, koska sen päällyste on arvoton. Luokkaan 3 kuuluvan kadun jäännösarvo on 41 %, koska sen päällysteen ja kantavan kerroksen arvo on 0 %. Luokkaan 4 kuuluvan kadun jäännösarvo on 6 %, koska sen päällysteen ja rakennekerrosten

Kantavuuden parantamisen hinta on bitumiemulsiostabiloinnin hinta, joka määritettiin RIL 231-2-2007 Infrarakentamisen kustannushallinta Hanke- ja rakennusosahinnaston rakennusosahinnasto-osuuden avulla.

Laskennassa käytetyt kantavuuden parantamisen työvaiheet ovat seuraavat:

- esijyrsintä
- stabilointijyrsintä
- asfaltointi.

Taulukossa 6 näkyy, miten kantavuuden parantamisen hinta on määritelty.

TAULUKKO 6. Kantavuuden parantamisen kustannushinnan muodostuminen

ABK x/100 (40mm)			7,686 m ² tr		
					yht.
Bitumiemulsiostabilointi			5,544 m ² tr		
Esijyrsintä			3,15 m ² tr		
Kantavuuden parantaminen bitumistabiloinnilla + uusi ab (40 mm) + esijyrsintä					
maksaa	16,38	m ² tr			

Bitumistabilointi valittiin tässä työssä laskennassa käytettäväksi menetelmäksi, koska Kemissä kaduilla paljon esiintyvät kantavuuspuutteet johtuvat usein liian ohuista rakennekerroksista. Stabilointi on usein tällaisissa kohteissa käytetty rakenteenparantamismenetelmä, jolla saadaan lisättyä katurakenteen kantavuutta. (Rakenteen parantamisen suunnittelu. 2005, 47.)

Kantavuutta voidaan parantaa useilla erilaisilla menetelmillä. Taulukossa 7 on esitetty erilaisia kuormituskestävyyden parantamismenetelmiä. Kuormituskestävyyden parantamismenetelmän valinnassa on huomioitava se, että katu-alueella työskennellessä tasauksen nosto ei välttämättä ole mahdollista. (Rakenteen parantamisen suunnittelu. 2005, 47.)

Bitumistabilointi ei ole välttämättä kaikille kantavuuspuutteisille kaduille sopiva saneerausmenetelmä. Aina kadun saneerausta suunniteltaessa saneerausmenetelmän valintaa varten on tehtävä tarkempaa tutkimusta kadun vaurioitumisen syistä. (Rakenteen parantamisen suunnittelu. 2005, 46.)

TAULUKKO 7. Kuormituskestävyyden parantamismenetelmät (Rakenteen parantamisen suunnittelu 2005, 46)

Vahvistamistarpeen syy	Parantamismenetelmä
Liian ohuet kerrokset	Murskenosto Sidottujen kerrosten lisäys Stabilointi
Rakeisuudeltaan heikko (hiekkavaltainen) kantava kerros	Murskenosto Sekoitusjyrsintä + lisämurske Stabilointi Sidottujen kerrosten lisäys Teräs- tai lasikuituverkko
Heikkolaatuinen (vettä sitova) kantava kerros	Stabilointi Sekoitusjyrsintä + sepelin lisäys
Vanha päällyste tai vanha savisorakerros alle 0,3 m syvyydessä	Sekoitusjyrsintä
Liian jyrkät luiskat, heikko reunakantavuus	Luiskien loiventaminen Ojan putkitus Teräsverkko Tien leventäminen
Vesipinta ylhäällä sivuojassa	Kuivatuksen kunnostaminen Murskenosto Lujiteverkko

Katujen korjausvastuu laskettiin sen mukaan, miten monta metriä kutakin saneeraustarveluokkaa kadulla oli. Korjausvastuu yhteensä kaikilta kaduilta oli noin 20 miljoonaa euroa.

Korjausvastuuta voidaan kuvata myös prosenttiosuutena. Silloin se tarkoittaa uudenveroisen omaisuuserän (jäännösarvo 100 %) ja nykykuntotason erotusta.

Tässä työssä siis korjausvastuun rahamäärä laskettiin heti ensimmäisenä, mutta korjausvastuun prosenttiosuuksien laskenta tehtiin vasta myöhemmin, kun katujen jäännösarvot oli määritetty.

4.4.2 Jäännösarvo

Jäännösarvo kuvaa kadun tutkimushetkellä vallinnutta kuntoa. Jäännösarvo vastaa kysymykseen kuinka monta prosenttia kadun arvosta on jäljellä. Uuden kadun jäännösarvo on 100 %. Ajan kuluessa ja kuormitustekijöiden kuluttaessa katua kadun jäännösarvo laskee.

Korjausvelan määrittämiseksi on laskettava kaikille kaduille niiden nykyinen jäännösarvo. Jäännösarvo lasketaan sen mukaan, kuinka paljon mitäkin saneeraustarveluokkaa kadulla on. Jäännösarvon laskentatapa esitetään seuraavassa laskentaesimerkissä.

Laskentaesimerkinä jäännösarvon laskennasta on Aaponkatu, jonka kunto on maastokatselmuksessa havaittu suhteellisen heikoksi. Kadun pituus on 240 m, josta 120 m on päällysteen uusimisen tarpeessa ja loput 120 m täytyisi tehdä rakennekerrosten uusintaa, koska routiminen on vaurioittanut kadun rakennetta. Taulukossa 8 on esitetty saneeraustarpeen mukainen luokkajako.

TAULUKKO 8. Saneeraustarveluokitus

Luokka	Jäännösarvo	Saneeraustarve
1	Optimi	Kunto hyvä, ei saneeraustarvetta
2	65 %	Kulutuserroksen uusiminen
3	41 %	Kantavuuden vahvistaminen
4	6 %	Päällysrakenteen uusiminen

Aaponkatu jaettuna saneeraustarveluokkiin on esitetty taulukossa 9.

TAULUKKO 9. Aaponkadun jakautuminen eri saneeraustarveluokkiin

Luokka 1 (optimi)	0 %
Luokka 2 (65 %)	50 % (120 m)
Luokka 3 (41 %)	0 %
Luokka 4 (6 %)	50 % (120 m)

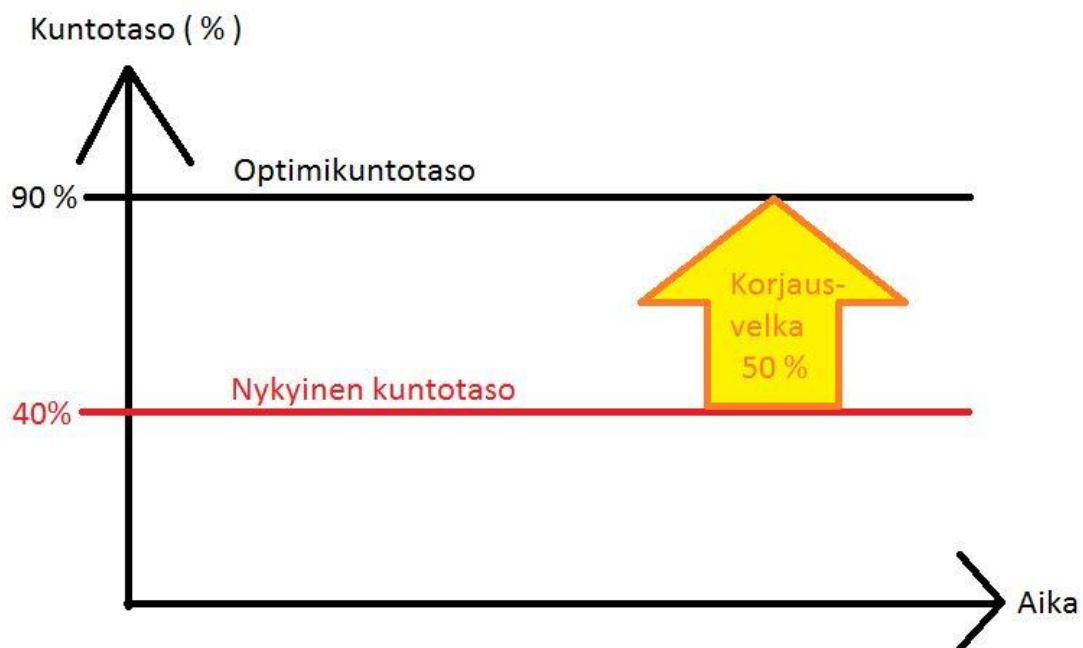
Seuraavassa esitetään Aaponkadun jäännösarvon laskeminen:

$$75 \% * 0 \% + 65 \% * 50 \% + 41 \% * 0 \% + 6 \% * 50 \% = 36 \%$$

Aaponkadun jäännösarvo tutkimushetkellä on 36 % eli sen arvosta on jäljellä noin 1/3 sen alkuperäiskunnosta.

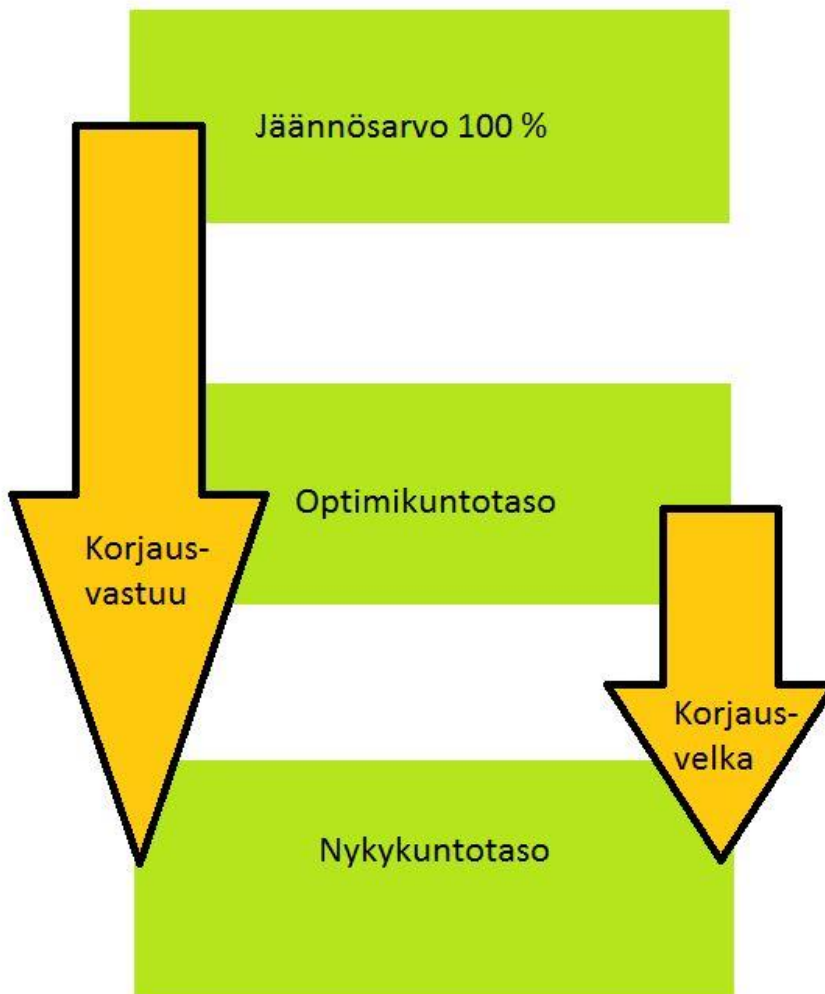
4.4.3 Korjausvelka

Katujen nykyisen jäännösarvon jälkeen laskettiin korjausvelka prosentuaalisena arvona. Korjausvelan prosentuaalinen arvo laskettiin optimikuntotason ja nykyisen kuntotason eli jäännösarvon erotuksena. Kuva 11 mallintaa laskentatapaa.



KUVA 11. Esimerkki korjausvelan muodostumisesta

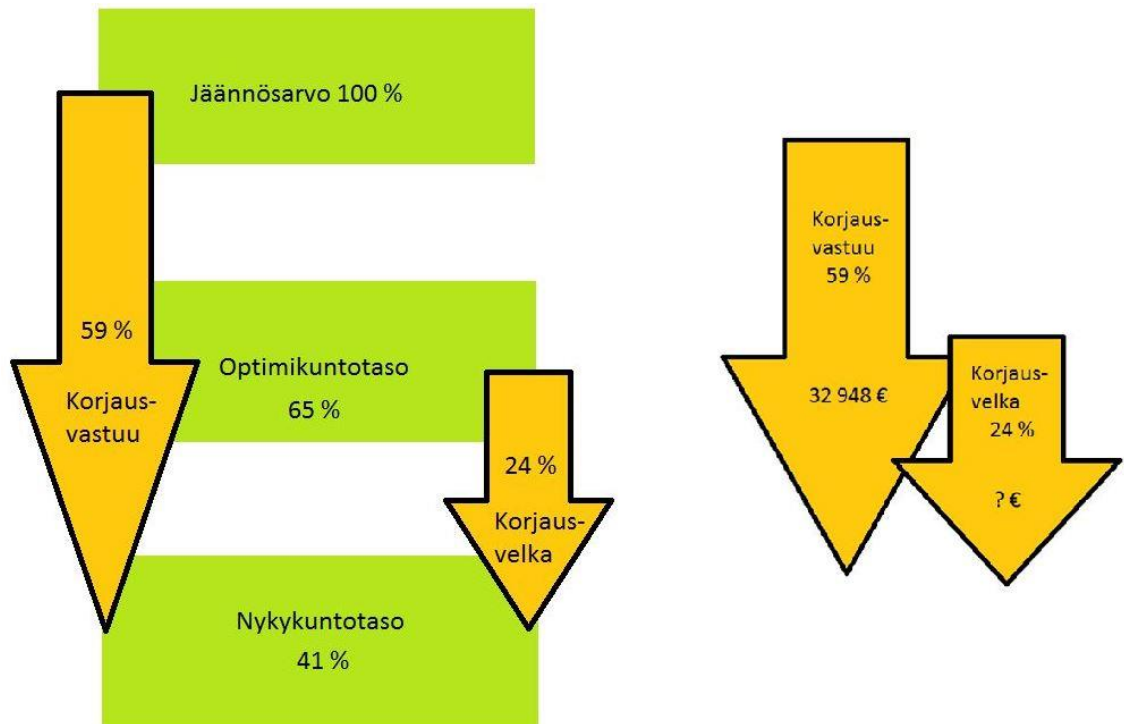
Kun korjausvastuun prosentuaalinen osuus oli tiedossa, saatiin laskettua korjausvelan euromäärä katukohtaisesti. Koska aiemmin oli jo laskettu korjausvastuu katukohtaisesti, saatiin korjausvelka laskettua prosenttiosuutena korjausvastuusta. Kuvat 12 ja 13 mallintavat, miten korjausvelka ja korjausvastuu muodostuvat ja miten korjausvelan euromäärä saadaan laskettua korjausvastuusta.



KUVA 12. Korjausvelan ja korjausvastuun muodostuminen

Esimerkkikohteena on Väinöläntie. Lasketaan Väinöläntien euromääräinen korjausvelka.

- katu: Väinöläntie
- tonttikatu, optimikuntotaso 65 %
- nykykuntotaso eli nykyinen jäännösarvo 41 %
- korjausvelka $65 \% - 41 \% = 24 \%$
- korjausvastuu $100 \% - 41 \% = 59 \%$.



KUVA 13. Korjausvelan ja –vastuun muodostuminen esimerkkiarvoilla

Korjausvastuu on euromääräisenä 32 948,37 €. Lasketaan miten suuri osuus korjausvelka on korjausvastuusta. Korjausvelka on korjausvastuusta

$$24 \% / 59 \% = 40,6 \%$$

Kun tiedossa on, kuinka suuri osa korjausvelka on korjausvastuusta, voidaan laskea lopulta korjausvelan rahallinen määrä

$$40,6 \% * 32\,948,37 \text{ €} = 13\,377 \text{ €}.$$

4.4.4 Kevyen liikenteen väylät

Kevyen liikenteen väylien korjausvastuuta ja korjausvelkaa ei voitu laskea samalla tavalla kuin katujen korjausvelkaa ja –vastuuta, koska kevyen liikenteen väylillä ei ole tehty maastokatselmusta. Kuntotiedon puuttuessa täytyy korjausvelan ja vastuun määrä laskea teoreettisen mallin avulla.

Koska kevyen liikenteen väylien rakenteet ovat tutkitusta kaduista rakenteellisesti lähimpänä tonttikatuja, oletetaan niiden kunnan olevan samanlainen kuin

tonttikaduilla. Kevyen liikenteen väylien optimikuntotaso on 75 %, koska niillä on tonttikatuja korkeammat laatuvaatimukset.

Tonttikatuja käytiin läpi opinnäytetyön maastokatselmuksessa läpi 102 kilometriä. Näistä 102 kilometristä 68 % prosenttia ei vielä tarvitse saneeraustoimia, 11 % kaipaa päällysteen uusimista, 11 % tarvitsee kantavuuden vahvistamista ja 10 % tarvitsee päällysrakenteen uusintaa. Taulukossa 10 on esitetty, miten kevyen liikenteen väylien kunnon oletetaan jakautuvan eri saneeraustarveluokkiin.

TAULUKKO 10. Kevyen liikenteen väylien kuntojakauma

Katuluokka	Pituus	Luokka 1	Luokka 2	Luokka 3	Luokka 4
Tonttikadut	102 km	68 %	11 %	11 %	10 %
Kevyen liikenteen väylät	74 km	68 % / 50 km	11 % / 8 km	11 % / 8 km	10 % / 7 km

Kevyen liikenteen väylien joukolle oli määritettävä jäännösarvo. Koko joukolle lasketaan yhteinen jäännösarvo, koska yksittäisten kevyen liikenteen väylien kunnosta ei ole tietoa. Jäännösarvo laskettiin luvussa 4.4.2 esitetyllä tavalla. Jäännösarvon suuruus on 63 %, mikä tarkoittaa, että kevyen liikenteen väylillä on 12 % korjausvelkaa ja 37 % korjausvastuuta.

Kevyen liikenteen väylille määritettiin uudisrakennushinta. Uudisrakennushinta määritettiin koko kevyen liikenteen väylien yhteiselle pinta-alalle. Kemissä on kevyen liikenteen väyliä 223 939 m². Uudisrakennushinnaksi saatiin 17 195 000 euroa, hankintahinnan ollessa 80 €/m².

Korjausvelan ja –vastuun määrä laskettiin prosenttiosuutena uudisrakennushinnasta. Korjausvelan määrä on kevyen liikenteen väylillä 2 100 000 euroa ja korjausvastuun määrä on 6 600 000 euroa.

5 KORJAUSVELKALASKENNAN TULOKSET

Laskennan tuloksena saatiin selville koko Kemin kaupungin katuverkon korjausvelan ja –vastuun määrä. Katuverkon vaatimat investoinnit ovat suuria ja niitä on tehtävä nopeasti. Jos katujen hoitoon ei osoite lisää rahoitusta, korjausvelan ja vastuun määrä kasvaa tulevaisuudessa nopeasti katujen kunnan heikentyessä.

5.1 Korjausvelan ja –vastuun määrä Kemissä

Katuverkon korjausvelka Kemissä on 13,2 miljoonaa euroa, josta 11,1 miljoonaa euroa on katujen korjausvelkaa ja 2,1 miljoonaa euroa on kevyen liikenteen väylien korjausvelkaa. Katuverkon korjausvastuun määrä Kemissä on 26,6 miljoonaa euroa, josta katujen osuutta on 20 miljoonaa euroa ja kevyen liikenteen väylien osuutta 6,6 miljoonaa euroa.

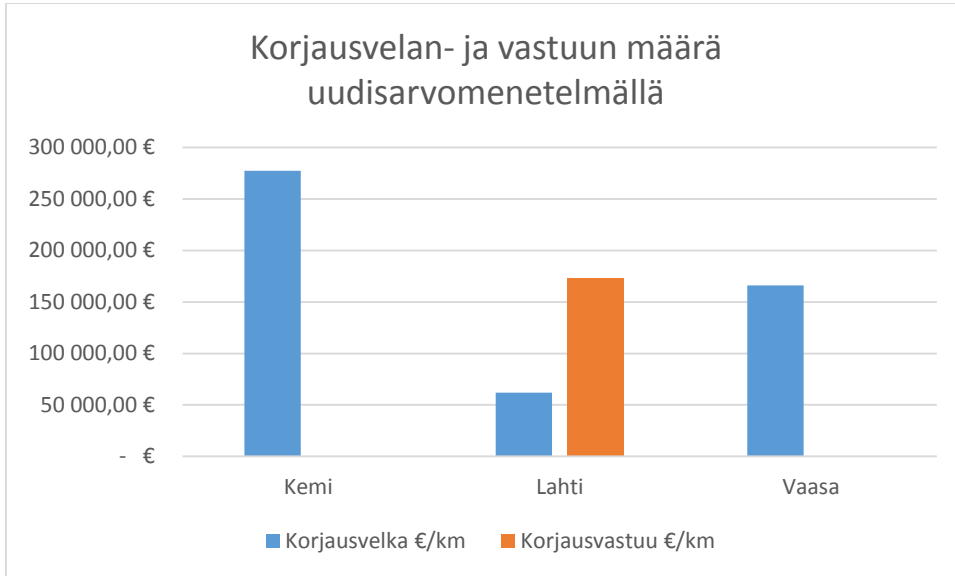
Tämän varsinaisen Kemin kaupungin katujen korjausvelkalaskelman ohessa tehtiin myös toinen korjausvelkalaskelma Kuntaliiton KEHTO-foorumien korjausvelkahankkeen tuloksena syntyneellä korjausvelan laskentatyökalulla. Laskentatyökalulla korjausvelan määräksi saatiin 164 kilometrin katuverkolle 45,5 miljoonaa euroa. Se on noin neljä kertaa suurempi summa kuin saneerauskustannusten perusteella määritetty korjausvelan määrä. Tämä ero selittyy osittain sillä, että laskentatyökaluun syötetyt tiedot olivat puutteellisia ja epätarkkoja.

5.2 Korjausvelka ja –vastuu muissa kaupungeissa

Korjausvelan ja –vastuun määrä on Kemissä muihin kaupunkeihin verrattuna suuri. Taulukoissa 11 ja 12 on esitetty vertailuna muissa Suomen kaupungeissa ja kunnissa laskettuja korjausvelan ja –vastuun määriä. Vertailussa on kuitenkin otettava huomioon se, että laskentatavat eroavat toisistaan ja sen vuoksi summat eivät ole suoraan vertailukelpoisia. Uudisarvomenetelmää käyttämällä on saatu suurempia tuloksia kuin suoraan tarvittavien investointien hintaa laskettaessa.

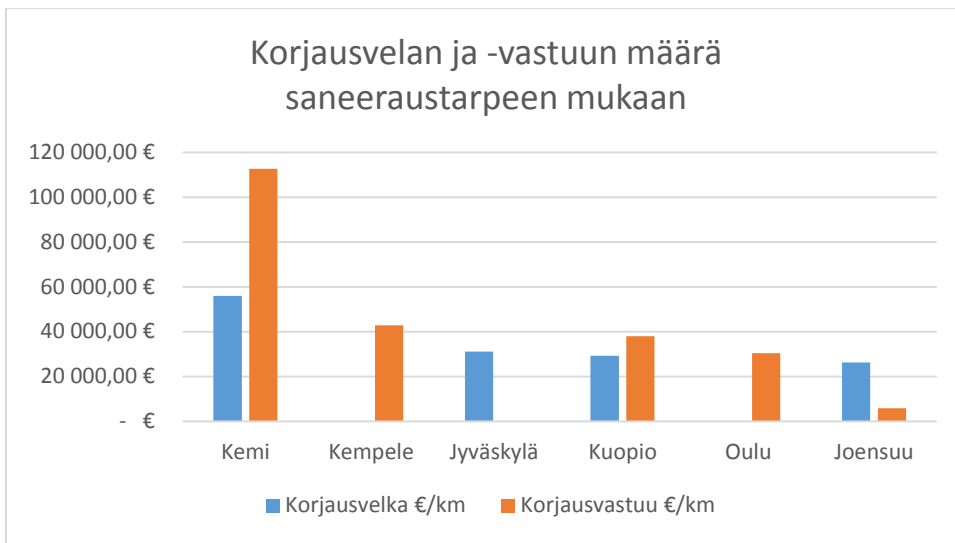
Lahti ja Vaasa ovat käyttäneet omissa selvityksissään laskentatapana KEHTO-foorumin korjausvelkahankkeen lanseeraamaa uudisarvo-mallia. Uudisarvo-mallissa katuomaisuudelle on määritetty uudishinta, jonka osuutena korjausvelka ja -vastuu on määritelty. Taulukossa 11 on esitetty tällä menetelmällä saadut korjausvelan ja vastuun määrät Lahdessa, Vaasassa ja Kemissä.

TAULUKKO 11. Korjausvelan ja –vastuun määrä uudisarvomenetelmällä



Oulussa, Kempeleessä, Joensuussa, Kuopiossa ja Jyväskylässä korjausvelan ja vastuun määrää on lähestytty myös tässä opinnäytetyössä käytetyllä tavalla. Katujen nykyisen kunnon perusteella on laskettu millaisia korjausinvestointeja tarvittaisiin välittömästi katujen kunnon hyväksyttävälle tasolle saamiseksi. Taulukossa 12 on esitetty edellä mainittujen kaupunkien korjausvelan ja –vastuun määriä.

TAULUKKO 12. Korjausvelan ja -vastuun määrä saneeraustarpeen mukaan

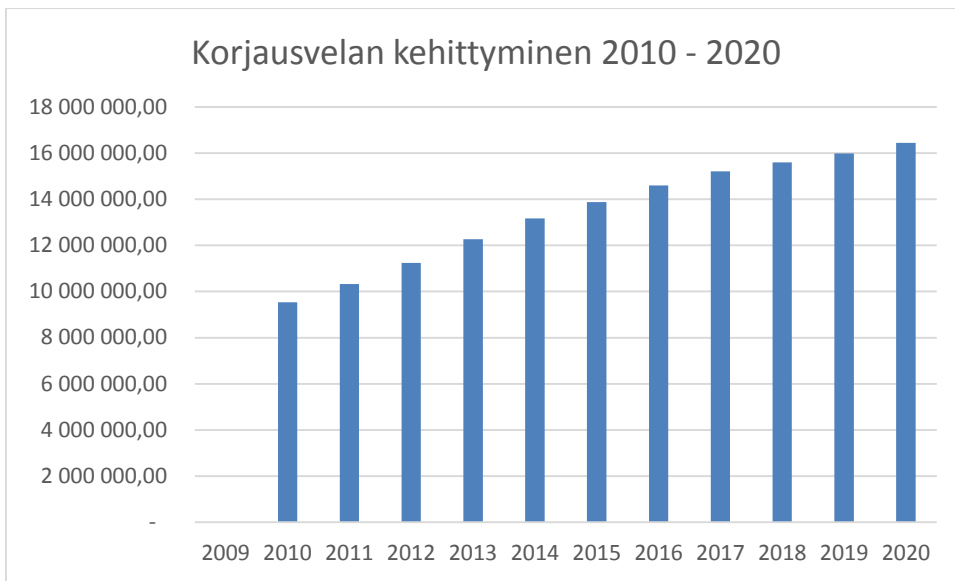


5.3 Korjausvelan kehittyminen tulevaisuudessa

Korjausvelan kasvua ajan funktiona on vaikea ennustaa täysin luotettavasti ilman tutkimustietoa katujen kulumisnopeudesta. Varmaa on kuitenkin se, että korjausvelka kasvaa vauhdilla, jos katujen ylläpidon rahoitusta ei kasvateta merkittävästi. Nykyisellä rahoitustasolla katujen kunto huononee tulevaisuudessa entisestään. Tämä on huolestuttavaa, koska katuomaisuuden arvo on merkittävä ja tarvittavat korjaukset laiminlyömällä katuomaisuuden arvo laskee.

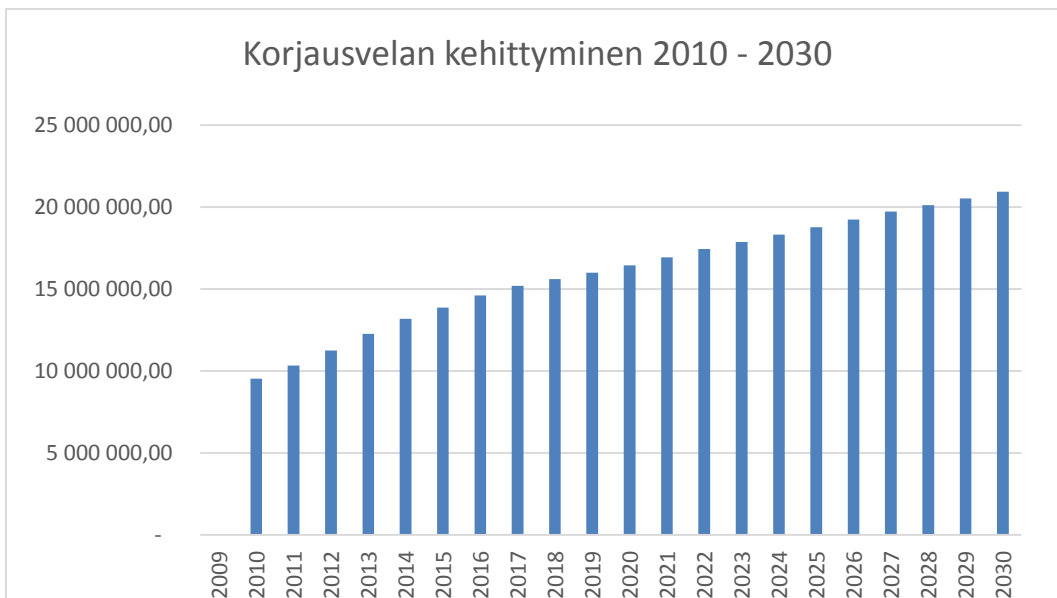
Tässä opinnäytetyössä korjausvelan kehittymistä arvioitiin KEHTO-foorumien korjausvelkahankkeen tuloksena kehitetyllä laskentatyökalulla. Taulukossa 13 esitetään korjausvelan kehittyminen vuosina 2010 – 2020, jos kaduille ei kohdisteta mitään korjaustoimia.

TAULUKKO 13. Korjausvelan kehittyminen vuosina 2010 – 2020



Mitä pidemmälle aikavälille korjausvelan kasvuennuste laaditaan, sitä epävarmempi ennusteesta tulee. Jos korjausvelan ajatellaan kehittyvän samalla tahdilla kuin vuosina 2010 - 2020, on katujen korjausvelka vuonna 2030 luultavasti noin 21 miljoonaa euroa. Taulukossa 14 on esitetty korjausvelan kasvuennuste vuosina 2010 – 2013.

TAULUKKO 14. Korjausvelan kehittyminen vuosina 2010 – 2030

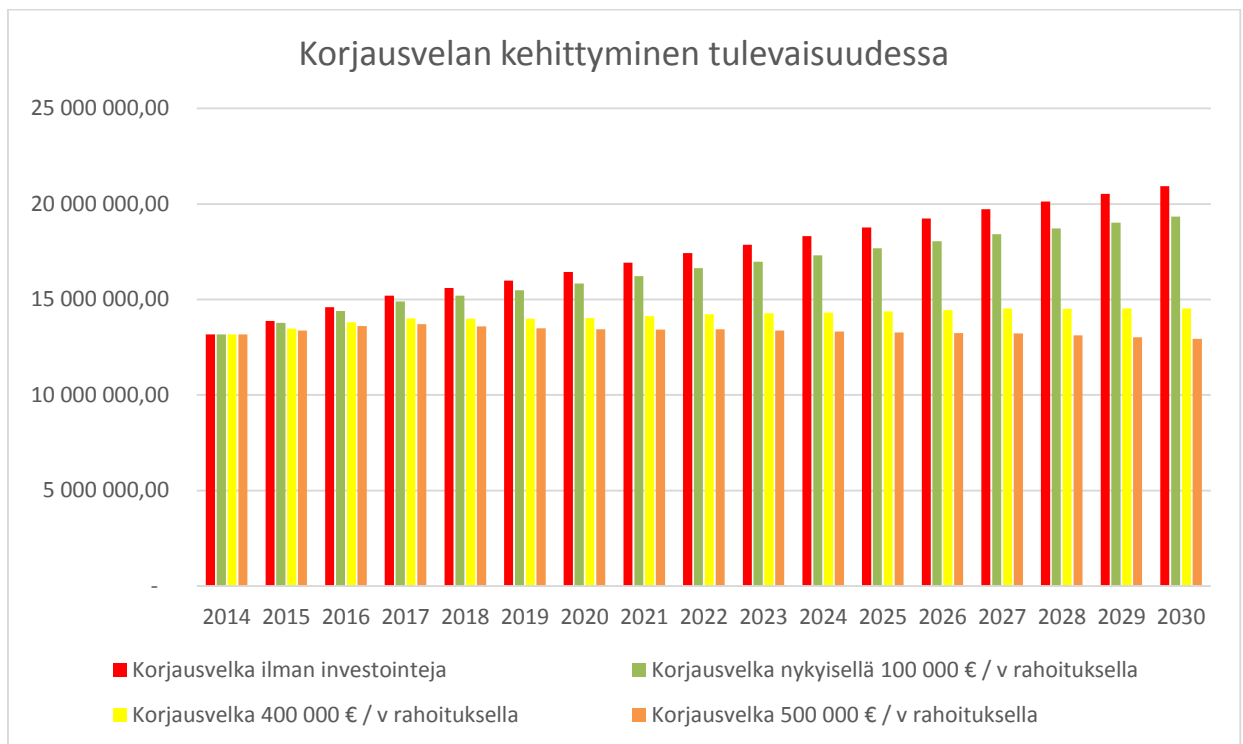


5.4 Rahoitus

Vuosittainen katujen ylläpidon ja korjauksen rahoitus on Kemissä 100 000 euroa. Nykyinen rahoituksen määrä on niin pieni, että katujen korjausvelka kasvaa vuosittain noin 300 000 eurolla. Vuosittainen katujen ylläpidon ja saneerauksen rahoitus pitäisi olla 500 000 euroa vuodessa, että korjausvelan määrä saataisiin pienenemään.

500 000 euron vuosittaisella investoinnilla korjausvelka pienenee kuitenkin hyvin hitaasti, joten voidaan ajatella sen olevan vuosittaisen rahoituksen ehdoton minimitaso. Jos vuosittainen ylläpidon rahoitus olisi 400 000 euroa, pysyisi korjausvelka suunnilleen nykyisellä tasollaan. Taulukossa 15 on esitetty, miten korjausvelka erilaisilla rahoitusmalleilla kehittyy.

TAULUKKO 15. Korjausvelan kehittyminen tulevaisuudessa erilaisilla rahoitusmalleilla



Infran kunnostukseen käytettävän rahoituksen määrä on laskenut 2000-luvun alusta alkaen valtakunnallisesti noin 10 – 20 % (Infrakuntoon.fi -> Ennakointi kannattaa). Heikentynyt rahoitustaso näkyy selkeästi teiden ja katujen huonona

kuntona. Jos korjaukset laiminlyödään nyt, infraomaisuuden arvo laskee. Tulevaisuudessa korjauksiin on investoitava huomattavasti nykyistä investointitarvetta suurempia summia, vaurioiden ollessa vaikeasti korjattavissa.

6 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää Kemin kaupungin katujen korjausvelan ja korjausvastuun määrä. Korjausvelkaa Kemin katuverkolla on 13,2 miljoonaa euroa. Korjausvastuun määrä on 26,6 miljoonaa euroa. Korjausvelan määrä kasvaa tulevaisuudessa nopealla tahdilla, jos katujen ylläpitoon ja saneeraukseen ei saada merkittävää lisärahoitusta.

Verrattaessa Kemin katuverkon korjausvelkaa muihin kaupunkeihin, voidaan todeta, että Kemissä on korjausvelkaa suhteellisen paljon. Tämä johtuu riittämättömästä rahoituksesta. Vuosittaista katujen ylläpidon ja korjauksen rahoitusta olisi lisättävä noin viisinkertaiseksi nykyisestä, jotta korjausvelan määrä saataisiin pieneneään.

Työssä saavutettiin ne tavoitteet, joita projektille oli asetettu. Jatkossa tulisi seurata katujen kunnon kehittymistä. Jos katujen kunnon kehittymisestä kerättäisiin säännöllisin väliajoin tutkimustietoa, saataisiin tietää, onko tässä työssä esitetty korjausvelan kehittymisen ennuste ollut oikea.

LÄHTEET

Belt, Jouko – Lämsä, Veli Pekka – Savolainen, Mika – Ehrola, Esko 2012. Tie-
rakenteen vaurioituminen ja tiestön kunto. Tiehallinnon selvityksiä 15/2002. Hel-
sinki: Edita Prima Oy. Saatavissa: http://alk.tiehallinto.fi/tppt/pdf/selv15_02.pdf.
Hakupäivä 8.1.2014.

Elinkeino- liikenne- ja ympäristökeskus, päällystystyöt 2014 Varsinais-Suomi ja
Satakunta. 2014. Saatavissa: [http://www.ely-keskus.fi/web/ely/paallystystyot-
2014#.VLIRgSusUdd](http://www.ely-keskus.fi/web/ely/paallystystyot-2014#.VLIRgSusUdd). Hakupäivä 16.1.2014.

Erho, Jarmo 2014. T533903 Päällyste- ja kunnossapitotekniikka 3 op. Opinto-
jakson luennot syksyllä 2014. Oulu: Oulun ammattikorkeakoulu, tekniikan yk-
sikkö.

Grönvall, Mika 2014. Tekninen johtaja, Kemin kaupunki. Keskustelu
23.12.2014.

Infrakuntoon.fi. Ennakointi kannattaa. Saatavissa: [http://infrakuntoon.fi/enna-
kointi-kannattaa.html](http://infrakuntoon.fi/enna-
kointi-kannattaa.html). Hakupäivä 6.12.2014.

Infrakuntoon.fi. Kadun päällyste. Saatavissa: [http://infrakuntoon.fi/kadun-paal-
lyste.html](http://infrakuntoon.fi/kadun-paal-
lyste.html). Hakupäivä 6.12.2014.

Kallio, Vesa 2014. T533603 Tietekniikan jatkokurssi. Opintojakson luennot syk-
sillä 2014. Oulu: Oulun ammattikorkeakoulu, tekniikan yksikkö.

Katurekisteri 2014. Kemin kaupungin tekninen palvelukeskus, yhdyskuntatek-
niikka.

Kesti, Simo 2014. Kuopion kaupungin katuverkon korjausvelan määrittäminen.
Diplomityö. Tampere: Tampereen teknillinen yliopisto, rakennustekniikan koulu-
tushjelma. Saatavissa: [https://dspace.cc.tut.fi/dpub/bitstream/han-
dle/123456789/22249/Kesti.pdf?sequence=1](https://dspace.cc.tut.fi/dpub/bitstream/han-
dle/123456789/22249/Kesti.pdf?sequence=1). Hakupäivä 16.1.2014.

Mikrokortit. Kemin kaupungin tekninen palvelukeskus, yhdyskuntatekniikka.

Ohjeet kaivutöiden suorittamisesta. Oulun kaupunki. Saatavissa:
<http://www.ouka.fi/documents/64248/f8c1d2c0-a97c-4695-8ca9-0c0a90d02594>.
Hakupäivä 24.1.2015.

Rakenteen parantamisen suunnittelu 2005. Tiehallinto. Helsinki: Edita Prima Oy. Saatavissa: <http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf/2100035-v-05rakentparant-suun.pdf>. Hakupäivä 6.12.2014.

Rantanen, Janne 2014a. Korjausvelan laskentahanke, loppuraportti v1.

Rantanen, Janne 2014b. Korjausvelan laskentaperiaatteiden määrittäminen.
Helsinki: Suomen kuntaliitto.

Ruotoistenmäki, Antti 2005. Kuntotiedon käyttö tie- ja katuverkon ylläpidon päätöksenteossa. Tiehallinnon selvityksiä 7/2005. Helsinki: Edita Prima Oy. Saatavissa: http://alk.tiehallinto.fi/voh/Projektit_julkaisut/Kuntotiedon_kaytto_tie_ja%20katuverkon_yllapidon_paatoksenteossa.pdf. Hakupäivä 31.12.2014.

Tammirinne, Markku 2002. Tierakenteen suunnittelu ja mitoitus. TPPT-suunnittelujärjestelmän kuvaus. Helsinki: Oy Edita Ab. Saatavissa: http://alk.tiehallinto.fi/tppt/pdf/suunjarj_kuv_7.pdf. Hakupäivä 28.12.2014.

Tierakenteen suunnittelu 2004. Tiehallinto. Helsinki: Edita Prima Oy. Saatavissa: <http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf/2100029-v-04tierakenteensuunn.pdf>. Hakupäivä 6.12.2014.

Päällysteiden paikkaus 2009. Tiehallinto. Helsinki: Tiehallinto. Saatavissa: http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf/2200009-v-09-paallysteiden_paikkaus.pdf. Hakupäivä 9.1.2015.

Uusitalo, Kari 2014. Yhdyskuntatekniikan kunnossapitomestari, Kemin kaupungin tekninen palvelukeskus. Keskustelu 10.1.2014.

