

Opinnäytetyö (AMK)

Rakennustekniikka

Tuotantojohtaminen

2016

Stefan Friman

# PARAISTEN KAUPUNGIN PÄÄLLYSTETTÄVÄT SORAKADUT



TURUN AMMATTIKORKEAKOULU  
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennustekniikka | Tuotantojohtaminen

2016 | 39 + 6

DI Pirjo Oksanen

Stefan Friman

# PARAISTEN KAUPUNGIN PÄÄLLYSTETTÄVÄT SORAKADUT

Sorakatuojen kunnossapito on työlästä ja asfaltoiminen kallista, ja siksi on oltava selkeät perustelut, miksi katuosuus on järkevää päällystää. Tässä opinnäytetyössä tutkitaan Paraisten kaupungin katuverkoston nykytilaa ja toimenpiteitä, jotka ovat sekä kaupungin talouden että asukkaiden kannalta mahdollisimman järkeviä.

Paraisten kaupunki on runsaan 15 000 asukkaan saaristokunta, joka syntyi Paraisten kaupungin ja pienempien kuntien, Nauvon, Korppoon, Houtskarín ja Iniön yhteenliittymänä vuonna 2009. Suurin osa kaupungin omista kaduista on asfalttipäällysteisiä, mutta edelleen 20 km on päällystämätöntä sorakatua. Työn tavoitteena on selvittää, millaisia tarpeita ja edellytyksiä eri sorakatuosuuksien päällystämíselle on ja mitkä ovat niiden kustannusvaikutukset.

Nykytilan selvittämiseksi tutkittiin aluksi käytössä olevat resurssit sekä edeltävien vuosien kustannukset yleisellä tasolla. Sen jälkeen pureuduttiin sorakatuojen ylläpidon vaatimuksiin verrattuna asfaltoituihin katuihin. Työssä käsitellään myös asfaltointipäätökseen vaikuttavia muita tekijöitä, kuten asumisviihtyvyyden, kunnallistekniikan korjaustarpeet, sähkö- ja tietoliikennekaapelién rakentamistarpeet sekä mahdolliset esteet asfaltointihankkeen toteuttamiselle.

Johtopäätöksenä kuvataan asfaltointitoimien vaikutukset talouteen, resurssitarpeisiin ja asukkaiden tyytyväisyyteen. Yleisesti ottaen tuloksena nähtiin, että kaikkien sorakatuojen asfaltointi lähivuosina on järkevää niin pian kuin kaupunkien resurssit antavat myöden. Tätä puoltavat niin taloudelliset seikat kuin asukkaiden mielipiteetkin.

ASIASANAT:

Parainen, sorakatut, kunnossapito

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Civil Engineering | Production Management

2016 | 39 + 6

Instructor Pirjo Oksanen M.Sc.

Stefan Friman

## GRAVEL STREET ASPHALTING IN PARAINEN

Parainen, an archipelago town with some 15 000 inhabitants, received its current form in 2009 when it was united with the adjacent smaller municipalities of Nauvo, Korppoo, Houtskari and Iniö. The main part of the street network has been asphalted but 20 km remain bare gravel. The cost to pave the remainder would be considerable.

The maintenance of gravel streets is laborious but asphaltting is expensive. Therefore, there must be a solid reasoning behind asphaltting gravel streets. This thesis details the current status of street networks in the town of Parainen, and an analysis of the benefits and costs.

To understand the current situation an overview was created of the available resources and the cost of street maintenance over the past few years. Secondly, the laboriousness of maintaining the gravel streets was estimated and it was compared with that of asphalted streets. Also other factors that are significant to an asphaltting project were observed in this thesis, such as living comfort, needs to repair the water and sewage utilities, needs to build electric and data networks and possible obstacles to carrying out the asphaltting project.

As a result the study describes the effect on economy, need for resources and living comfort of involved people. In general it was seen that it makes sense to asphalt all gravel streets as soon as the available resources permit. This idea is supported by the economical facts as well as the public opinion.

### KEYWORDS:

Parainen, gravel streets, street maintenance

# SISÄLTÖ

<b>1 JOHDANTO</b>	<b>6</b>
<b>2 NYKYTILANNE</b>	<b>7</b>
2.1 Katujen pituudet ja pintamateriaalit kaupungin kaava-alueilla	7
2.2 Paraisten kaupungin liikenneväylät-osaston resurssit	8
<b>3 KADUN KUNNOSSAPITO</b>	<b>10</b>
3.1 Yleistä	10
3.2 Sorapintaiset kadut	11
3.3 Päälystetyt kadut	13
3.4 Jalankulku- ja pyörätiet	14
<b>4 KADUN PÄÄLLYSTYS</b>	<b>15</b>
4.1 Yleistä	15
4.2 Kadun rakennekerrokset	16
4.3 Kadun kuivatus	18
4.4 Johdot ja kaapelit katualueella	19
<b>5 PÄÄLLYSTÄMISEN PERUSTEET</b>	<b>20</b>
5.1 Päälystettävien katujen rakennekerrosten riittävä kantavuus	20
5.2 Loadman-pudotuspainolaite	23
5.3 Katujen kantavuudet	25
5.4 Päälystämisen kokonaiskustannukset	26
5.5 Sorakatuojen kunnossapidon kustannukset	29
5.6 Uudet kadut sekä määräyksiä alueiden kaavoissa ja katusuunnitelmissa	30
5.7 Asumisviihtyvyys ja asukkaiden toiveet	30
5.8 Kunnallistekniikan saneeraus- ja korjaustarve	31
5.9 Sähkö- ja datakaapeleiden rakentamistarve	32
<b>6 PARANTAMISEHDOTUKSET</b>	<b>34</b>
6.1 Päälystämisen edellytykset	34
6.2 Sorakatuojen kunnossapitotöiden kustannukset	35
6.3 Uuden asfalttipäälysteen kustannukset	35
<b>7 JOHTOPÄÄTÖKSET</b>	<b>36</b>

**LIITTEET**

- Liite 1. Katujen kunnossapitoajoneuvot  
Liite 2. Loadman kannettava pudotuspainolaite  
Liite 3. Loadman sorakatuojen mittaustuloksia

**KUVAT**

- Kuva 1. Sorakadun pinnan tasoittaminen traktorin alaterällä. 11  
Kuva 2. Sorakadun pinnan tasoittamista tielänällä. 12  
Kuva 3. Östernäsintien soratiepinnan tasoitus tiehöylällä. 13  
Kuva 4. Kadun asfaltointityöt ovat käynnissä. 27  
Kuva 5. Malminkadun hulevesikaivutyömaa. 33

**KUVIOT**

- Kuvio 1. Katujen kunnossapitomenoerät Suomen kunnissa. 10  
Kuvio 2. Asfaltoidun kadun eri päällysrakennekerrokset. 16  
Kuvio 3. Kadun rakenteen taipuminen kuormitetun renkaan alla. 20  
Kuvio 4. Pudotuspainolaitteen toimintaperiaate. 24

**TAULUKOT**

- Taulukko 1. Paraisten kaupungin kaava-alueet. 7  
Taulukko 2. Liikenneväylät-osaston henkilöstöresurssit. 8  
Taulukko 3. Liikenneväylät-osaston tulot ja menot. 9  
Taulukko 4. Katuluokat liikenneteknisen merkityksen mukaan. 21  
Taulukko 5. Eri katuluokat ja katurakenteen kantavuus. 22  
Taulukko 6. Kadun kantavuusarvot rakennekerroksittain. 22  
Taulukko 7. Yhteenvedo Loadman mittaustuloksista. 25  
Taulukko 8. Asfaltointityösuorituksen hinta. 28  
Taulukko 9. Sorakatuojen kunnossapitotyöt. 29  
Taulukko 10. Päällystettävän sorakadun tarkistustaulukko. 37

# 1 JOHDANTO

Paraisten kaupunki sijaitsee Varsinais-Suomessa Turun kaupungin eteläpuolella. Asukasmäärä oli 15 507 31.12.2013 (Paraisten kaupunki 2016). Vuoden 2009 alussa Paraisten kaupunki ja pienemmät saaristokunnat Nauvo, Korppoo, Houtskari sekä Iniö liittyivät kuntaliitoksessa Länsi-Turunmaan kaupungiksi (2009–2011). Vuoden 2012 alussa Länsi-Turunmaan kaupungin nimi muuttui Paraisten kaupungiksi (Paraisten kaupunki 2016).

Paraisten kaupungin kaava-alueilla sijaitsevien katujen hoito- ja kunnossapitotyöt kuuluvat Paraisten kaupungin ympäristöosaston vastuulle. Näitä kaavoitettuja katualueita on Paraisten, Nauvon, Korppoon ja Houtskarintaaajamissa.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on tarkemmin selvittää mitkä Paraisten kaupungin sorakadut kannattaisi lähivuosina päällystää.

Lähes poikkeuksetta asukkaat haluavat, että heidän kotikatunsa päällystettäisiin. Perusteluna on, että oma asuinkatu muuttuisi päällystämisen jälkeen viihtyisämmäksi ja siistimmäksi.

Sorakatuja pitää säännöllisesti tasoittaa ja viimeistellä ja ne ovat työläitä pitää tasaisina ja siisteinä. Tämän takia sorakadut sitovat enemmän hoitohenkilökunnan resursseja kuin päällystetyt kadut.

## 2 NYKYTILANNE

### 2.1 Katujen pituudet ja pintamateriaalit kaupungin kaava-alueilla

Paraisten kaupungissa on viisi erillistä kaava-aluetta. Nämä viisi aluetta sijaitsevat entisten kuntien keskustoissa. Taulukossa 1 on esitetty kaava-alueittain katujen pintamateriaalit ja pituudet.

Taulukko 1. Paraisten kaupungin kaava-alueet (Trimble Solutions Oy 2016).

Kaava-alue	Sorapintaiset	Asfaltoidut	Yhteensä
Parainen	19	121	140 km
Nauvo	1	16	17 km
Korppoo	0	2	2 km
Houtskari	0	0	0 km
Iniö	0	0	0 km
Yhteensä	20 km	139 km	159 km

Kaikkiaan Paraisten kaava-alueilla on noin 20 km sorapintaisia katuja sekä noin 139 km päällystettyjä katuja (Trimble Solutions Oy 2016).

## 2.2 Paraisten kaupungin liikenneväylät-osaston resurssit

Taulukossa 2 on esitetty Liikenneväylät-osaston henkilökuntaa. Kaupungininsinööri johtaa tätä osastoa jonka tärkeimmät tehtävät ovat kaupungin liikennealueiden kunnossapito, katuvalot, vesiväylät ja kaupungin venepaikkojen vuokraus (Paraisten kaupunki 2016).

Taulukko 2. Liikenneväylät-osaston henkilöstöresurssit (Paraisten kaupunki 2016).

Henkilövuodet	2016
Kaupungininsinööri	0,4
Kaupungin rakennusmestari	1
Kuljettaja	4
Asentaja	1
Talonmies	0,5
Yhteensä	6,9

Paraisten kaupungin varikko sijaitsee osoitteessa Tiemestarinkuja 2, jossa ovat myös työkoneiden ja -laitteiden varasto- ja huoltotilat.

Kadunkunnostusajoneuvoja löytyy seuraavasti: kaksi Scania-merkkistä kuorma-autoa, kaksi Valtra-merkkistä traktoria, Veekmas-merkkinen tiehöylä, Volkswagen-avolavahuoltoauto sekä näihin ajoneuvoihin kuuluvia lisävarusteita (liite 1).

Liikenneväylät-osastolle kuuluvat katujen kunnossapitotyöt Paraisten keskustan kaava-alueella tekee enimmäkseen kaupungin oma henkilökunta. Nauvon, Korppoon, Houtskarın ja Iniön kaava-alueilla kunnossapitotyöt tekee enimmäkseen näiden alueiden omat paikalliset palkatut urakoitsijat.



Taulukossa 3 on esitetty Paraisten kaupungin Liikenneväylät-osaston talousarvio ja -suunnitelma vuodelle 2016 (Paraisten kaupunki 2016).

Taulukko 3. Liikenneväylät-osaston tulot ja menot (Paraisten kaupunki 2016).

Liikenneväylät	vuosi 2016
Myyntituotot	119 500
Muut toimintatuotot	1 000
Toimintatuotot	120 500
Henkilöstökulut	- 417 754
Palvelujen ostot	- 508 000
Materiaalit ja tarvikkeet	- 238 000
Avustukset	- 165 000
Muut toimintakulut	- 57 700
Toimintakulut	- 1 386 454
Toimintakate	- 1 265 954

Liikenneväylät-osasto saa myyntituloja venepaikkojen vuokrauksesta. Tässä talousarviossa ja suunnitelmassa nämä tulot ovat kirjattuina myyntitulot-sarakkeessa. Liikenneväylät-osaston isoimmat kuluerät ovat henkilökulut sekä erilaisten ostospalveluiden ja tarvikkeiden hankinnat.

Liikenneväylät-osaston vuosittaiset kokonaismenot (1 386 454 €) ovat jokaista kaava-alueen katukilometriä (yhteensä 159 km) kohden noin 9 000 €/km (Paraisten kaupunki 2016).

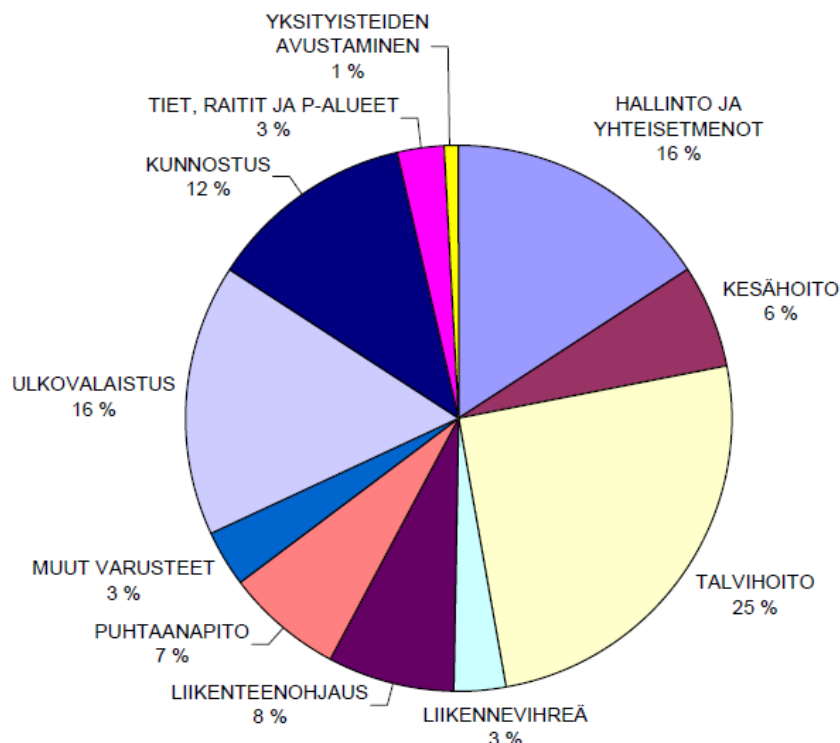
### 3 KADUN KUNNOSSAPITO

#### 3.1 Yleistä

Katujen kunnossapitovelvollisuus perustuu lakiin. Kaksi isompaa menoerää Suomen kunnissa on talvihoito ja valaistus. Kuviossa 1 on tarkemmin eritelty miten katujen kunnossapidon kulut jakaantuvat Suomen kunnissa keskimäärin (Suomen Kuntaliitto ry 2008).

Kunnilla on lakiin perustuva velvollisuus pitää kunnossa ja puhtana asemakaava-alueilla olevat kadut (Laki kadun ja eräiden yleisten alueiden kunnossa- ja puhtaanapidosta 31.8.1978/669, 4.§).

Kadun kunnossapito sisältää kaikki ne toimenpiteet, joiden tarkoituksena on pitää katu liikenteen tarpeen edellyttämässä kunnossa. Kunnossapidon tason määräytymisessä otetaan huomioon kadun liikenteellinen merkitys, liikenteen määrä, säätila ja sen ennakoitavat muutokset, vuorokaudenaika sekä eri liikennemuotojen, kuten moottoriajoneuvoliikenteen, jalankulun ja polkupyöräilyn, tarpeet sekä terveellisyys, liikenneturvallisuus ja liikenteen esteettömyys (Laki kadun ja eräiden yleisten alueiden kunnossa- ja puhtaanapidosta 31.8.1978/669, 3.§.)



Kuvio 1. Katujen kunnossapitomenoerät Suomen kunnissa (Suomen Kuntaliitto 2008, 26).

### 3.2 Sorapintaiset kadut

Sorakatuja on keväisin ja syksyisin työlästä pitää hyvässä kunnossa, koska niiden rakennekerrokset saattavat vaurioitua sateiden jälkeen. Kuvassa 1 on esitetty sorakadun kunnostustöitä vesisateiden jälkeen.

Kadun kunnossapito käsittää sorapäälysteisen kadun pitämisen turvallisena ja sorapäälysteisen kadun ajoradan pölyn sitomisen (Laki kadun ja eräiden yleisten alueiden kunnossa- ja puhtaanapidosta 31.8.1978/669, 3.§).

Kunnossapidon taso täsmennetään asiakkaiden tarpeiden ja tilanteiden mukaan. Työt on tehtävä käytettävissä olevilla resursseilla ja ennalta sovitulla työnlaadulla. (Tiehallinto 2008, 12).

Sorakatuja hoidolla vaikutetaan tien pintakuntoon, jonka ominaisuuksia ovat tasaisuus, kiinteys, ulkonäkö ja pölyvyys. Tasaisuuden ja kiinteyden osalta palvelutaso vaihtelee vähän eri sorakaduilla. Eri sorakatuja erot määräytyvät hyvin pitkälle sen mukaan, miten hyvin kadut on aikoinaan rakennettu ja kuinka paljon resursseja on käytössä. Pölyväisyyttä on jonkin verran kaupungin kaikilla sorakaduilla. Pölyvyyden vähentämiseksi, on kalsiumkloriittia keväisin levitettävä tasaisesti koko sorakadun ajoradalle. (Tiehallinto 2008, 3).



Kuva 1. Sorakadun pinnan tasoittaminen traktorin alaterällä.

Kuvassa 2 on esitetty sorakadun pinnan tasoittamista tielanalla, joka on kytketty traktorin taakse vesilaitoksen saneeraustyömaalla, missä uusitaan vesi-, viemäri- ja hulevesijohdot.



Kuva 2. Sorakadun pinnan tasoittamista tielanalla.

Kuvassa 3 on esitetty yksityisen tiehoitokunnan soratien pinnan muokkausta Vammass-tiehöylällä.



Kuva 3. Östernäsintien soratiepinnan tasoitus tiehöylällä.

### 3.3 Päällystetyt kadut

Katujen kuluneen ja rikkoutuneen asfalttipäällysteen korjaus on merkittävä kustannuserä päällystetyillä kaduilla. Aikaisin keväällä on talven hiekoitushiekat poistettava kaikilta päällystetyiltä kaduilta. Talven aikana vaurioituneet kadun varusteet, kuten reunakivet ja viheralueet, on myös keväällä korjattava.

Kadun kunnossapito käsittää kadun rikkoutuneen päällysteen ja sellaisten katuun kuuluvien asioiden korjaamista kuten reunakivet, liikennemerkkit, kaivonkannet, pensaat ja tiemerkitämaalaukset. Kadun kuluneen päällysteen uudelleen päällystäminen kuuluu myös kadun kunnossapitoon (Laki kadun ja eräiden yleisten alueiden kunnossa- ja puhtaanapidosta 31.8.1978/669, 3.§).

### 3.4 Jalankulku- ja pyörätiet

Jalkakäytävien ja pyöräteiden riittävää liukkaudentorjunta on talvisin erityisen vaativaa, koska liukastumisonnettomuuksia ei saisi tapahtua.

Jalkakäytävien talvikunnossapito kuuluu sen yksittäisen kiinteistön kunnossapitoon, jonka tontin edessä jalkakäytävä sijaitsee. Eli näissä kohdin tontinomistajan velvollisuutena on pitää tontin kohdalla oleva jalkakäytävä käyttökelpoisena poistamalla jalankulkua haittaava lumi ja jää sekä huolehtia liukkauden torjumisesta jalkakäytävällä. Tontinomistajan velvollisuuksiin kuuluu myös liukkaiden torjumiseen käytetyn kiviaineksen poistaminen jalkakäytävältä (Laki kadun ja eräiden yleisten alueiden kunnossa- ja puhtaanapidosta 31.8.1978/669, 4.§).

Pyörätien sekä yhdistetyn jalankulku- ja pyörätien kunnossapito kuuluu aina kokonaisuudessaan kunnan vastuulla (Laki kadun ja eräiden yleisten alueiden kunnossa ja puhtaanapidosta 31.8.1978/669, 4.§).

Tontinomistaja vastaa aina oman tonttiliittymän kunnossapidosta (Laki kadun ja eräiden yleisten alueiden kunnossa ja puhtaanapidosta 31.8.1978/669, 4.§).

## 4 KADUN PÄÄLLYSTYS

### 4.1 Yleistä

Paraisten kaupungissa Liikenneväylät-osaston asfaltointityöt on kilpailutettu. Päällystystyöt on pisteytetty hyvin pitkälle asfalttitoimittajien kokonaishintojen mukaisesti. Vuosittain ennen päällystystöiden alkua tilaaja ja toimittaja pitävät aloituskokouksen, jossa sovitaan myös alustavasti vuoden tulevista töistä sekä aikatauluista. Tilaajan työmaavalvoja, joka yleensä toimii työturvallisuuskoordinaattorina, esittää ja hyväksyttää päällystystöiden turvallisuusasiakirjat tässä samassa yhteydessä. Paraisten kaava-alueiden kaduille on viimeisten vuosien aikana ollut vaatimuksena vähintään 6 cm:n ja pyöräteille vähintään 5 cm:n asfalttipäällyste. Nämä lisäsopimusehdot kirjataan päällystysurakoitsijan kanssa pidetyssä aloituskokouksessa pöytäkirjaan.

Jalkakäytäviin ja pyöräteihin ei sallita pituussaumoja, eli näissä asfaltoinnin saaneerauskohteissa pitää aina päällystää kyseiset kohteet kerralla koko leveydeltään (Päällystysalan neuvottelukunta 2011, 8).

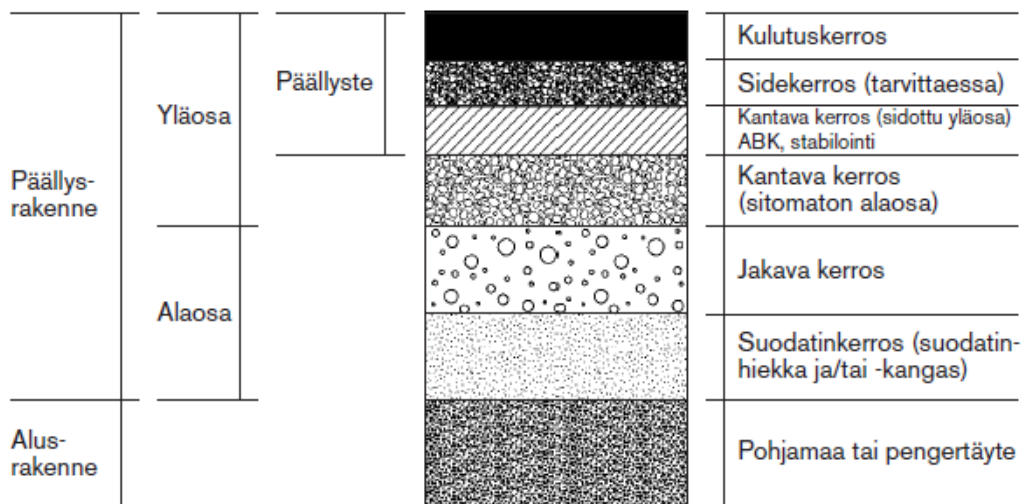
Tilaaja tilaa suunnitelmien mukaiset asfalttipäällysteet kaduille, yleensä eri asfalttityypin ominaisuuksien mukaan. Asfalttinormit 2011 on yli sata sivua sisältävä asiakirja, missä päällystysalan eri toimijat julkaisevat Suomessa käytettävät työtavat ja laatuvaatimukset asfaltointitöissä (Lemminkäinen Infra 2006, 3).

Asfalttinormien mukaan asfaltti on kiviainesten, bitumisen sideaineen ja lisäainesten seos. Asfalttityyppi on taas koostumukseltaan tietynlainen asfalttimassa tai asfalttipäällyste, esimerkiksi AB on asfalttibetoni. Silloin kun asfalttityyppiä ilmaisevan lyhenteen perään vielä merkitään kiviainesten maksimiraekokoa ilmaiseva luku millimetreissä, esimerkiksi AB 16, niin silloin puhutaan jostain tietystä ja tarkasta asfalttilajista (Lemminkäinen Infra 2006, 3).

Esimerkiksi laskutusta varten on tarvetta tietää katuun levitetyn asfalttipäällysteiden tarkka määrä kg / m<sup>2</sup> silloin tämä ilmaistaan asfalttilajin perään liitettyllä luvulla. Esimerkiksi AB 16 / 120 tarkoittaa siis asfalttibetonia, jonka maksimiraekoko on 16 mm ja jonka massamäärä on tässä tapauksessa 120 kg/m<sup>2</sup> (Lemminkäinen Infra 2006, 3).

## 4.2 Kadun rakennekerrokset

Asfalttibetoni on hyvä valinta kaduille, kun lopputulokselta vaaditaan kestävyyttä, kantavuutta ja esteettisyyttä. Paraisten kaupungin tavallisin asfalttipäällyste on AB 16, jonka soveltuu kaikkien vähäliikenteisten katujen päällysteeksi. Kuviossa 2 on esitetty päällystetyn kadun erilaiset kerrosrakenteet. Jokin kerros voi jossain tietyissä tapauksissa puuttua (Lemminkäinen Infra 2006, 19).



Kuvio 2. Asfaltoidun kadun eri päällysrakennekerrokset (Lemminkäinen Infra 2006, 19).

Asfalttipäällysteen valinta kannattaa tehdä aina tapauskohtaisesti. Vilkaasti ja raskaasti liikennöidyillä kaduilla on huomioitava tarkemmin kulutuskestävyyden erityisvaatimukset. Näillä raskaan liikenteen pääväylillä ja pääkaduilla käytämme Paraisten kaupungissa kulutuskerroksena kivimastixiasfalttia SMA (Lemminkäinen Infra 2006, 29).

Raskas liikenne kuormittaa tierakennetta ja päällystettä henkilöautoliikennettä huomattavasti enemmän. Näihin erittäin vaativiin kohteisiin vaaditaan riittävän paksu päällystepaksuus ja myös oikeantyyppiset asfalttituotteet. Katujen kuivatukset sekä katujen päällysrakenteiden alaosa tulee olla riittävän hyvät ennen päällystystöiden alkua (Lemminkäinen Infra 2006, 29).



Paraisten kaupungin kaduilla eniten käytetty asfalttipäällyste on AB-massa.

Asfalttibetoni (AB) on Suomen yleisin käytetty asfalttityyppi. Asfalttibetonia (AB 16) käytetään kulutuskerroksen materiaalina lähes kaikilla päällystetyillä alueilla lukuun ottamatta niillä kaduilla missä on enemmän raskasta liikennettä. Asfalttibetonia (AB 8) käytetään monenlaisissa korjauskohteissa, kuten kaduilla olevien reikien paikkausmassana. Pyöräteillä ja jalkakäytävillä käytetään pienempää rakeista asfalttibetonimassaa kuten (AB 8) koska silloin asfalttipintaa on sileämpää verrattuna isompirakeiseen asfalttibetonimassaan (Lemminkäinen Infra 2006 4).

Kantavan kerroksen asfalttibetonia (ABK 20) käytetään kantavaan kerroksen materiaalina kestopäällysteisillä kaduilla. Kantavan kerroksen asfalttibetoni ottaa vastaan kulutuskerroksesta välittyviä kuormia ja lisää näin ollen kadun rakenteen kantavuutta. Asfalttimassa on ominaisuudeltaan karkearakeisempi ja jäykempi kuin normaali asfalttibetoni. (Lemminkäinen Infra 2006, 4).

Kivimastikiasfaltti (SMA) on asfaltti, jonka pääosan muodostaa karkea lähes tasarakeinen murskattu kiviaines, johon on lisätty lisäaineita kuten selluloosakuituja. Kivimastikiasfalttia (SMA 16) käytetään kulutuskerroksen pintamateriaalina vilkkaasti liikennöidyillä kaduilla ja erityisesti sellaisilla kaduilla missä on enemmän raskasta liikennettä. Kivimastikiasfaltti kestää selvästi paremmin nastarenkaiden kulutusta verrattuna muihin asfalttibetoni tyypeihin. Kivimastikiasfalttityyppi on hinnaltaan aika paljon korkeampi kuin asfalttibetonimassan. Tämän takia SMA massaa ei käytetä vähäliikenteisillä kaduilla (Lemminkäinen Infra 2006, 5).

Valuasfaltti (VA) on asfaltti, jossa runsas sideaineen ja hienoaineen määrä täyttää kiviaineksen tyhjätilan ja tekee massasta kuumana valettavan. Valuasfaltti levitetään käsin tai erityyppisillä vedettävillä kaukaloilla. Valuasfaltti tuodaan työmaalle astialla jossa on jatkuva lämmitys ja tämän takia massa pysyy jopa kylmälläkin ilmalla työstettävänä. Heti kun valuasfaltti on levitetty katuun, niin se kovettuu hetkessä eikä sitä sen jälkeen tiivistetä. Valuasfaltti soveltuu päällysteeksi katujen saumoihin ja pieniin paikkauskohteisiin (Lemminkäinen Infra 2006, 5).

### 4.3 Kadun kuivatus

Paraisten kaupungin uusien asuinalueiden kaduille on viimeisten vuosien aikana lähes poikkeuksetta rakennettu hulevesiviemärit. Avo-ojat eivät toimi yhtä hyvin, koska ne vaativat säännöllistä huoltamista, mikä monesti jää tekemättä.

Kadun kuivatuksella pyritään poistamaan katualueelta ja sen lähistöltä satanut vesi pois. Kadun kuivatuksen suunnittelu tulee ottaa huomioon jo aikaisessa vaiheessa. Hyvän lopputuloksen aikaansaamiseksi katujen kuivatus tulee suunnitella yhteistyössä kadun muiden teknisten huollon suunnittelijoiden ja toimijoiden kanssa (Suomen kuntatekniikan yhdistys 2003, 119).

Katualueen kuivatus voi jakaa kahteen eri osaan, alueelliseen ja rakenteelliseen kuivatukseen. Alueellisella katukuivatuksella tarkoitetaan kadun pintavesien poistoa, esimerkiksi rakentamalla katuun sadevesiviemärijärjestelmänä. Kadun rakenteellisella kuivatuksella tarkoitetaan kadun rakenteen kuivatusta, esimerkiksi rakentamalla avo-ojia ja rumpuputkia tai salaojaputkia katualueeseen (Suomen kuntatekniikan yhdistys 2003, 119).

Sadevesiviemäröintiä käytetään yleisesti kaupunkien taajamissa missä katualueet ovat kapeat ja ahtaat. Sadevesiviemäröinnin tilan tarve sadevesikaivoineen on avo-ojituksen verrattuna huomattavasti pienempi. Lisäksi tonttien kuivatus avo-ojiin sekä avo-ojituksen rumpujärjestelyt ovat kaupunkioiloissa usein haasteelliset toteuttaa riittävän hyvin. Avo-ojat ja niihin liittyvät katurummut ovat myös työläitä ja haastavia ylläpitää, niin että ne toimivat niin kuin ne ovat aikoinaan suunniteltu toimivan. Reunakivillä varustettuihin katuihin täytyy melkein aina rakentaa sadevesiviemärit kaivoineen. Sadevesiviemäröintiä kaivoineen ja avo-ojia voi tietysti myös käyttää yhdessä ja siirtää katujen vedet pois avo-ojia pitkin (Suomen kuntatekniikan yhdistys 2003, 121).

#### 4.4 Johdot ja kaapelit katualueella

Katuun sijoitettavat johdot, suojaputket, kaapelit ja erilaiset kaapit palvelevat kadun varrella olevia kiinteistöjä.

Sähkö- ja kaapeliverkot ovat vesihuoltoverkkojen lisäksi tärkeitä koko katuverkolle joista tulee olla tarvittavat yhteydet kaikille kadun varrella oleville alueille. Tämän lisäksi katualueella tulee olla riittävä määrä jakokaappeja sekä kadun valaistusta varten omia valaistuskaapeleita (Suomen kuntatekniikan yhdistys 2003, 133).

Vanhoille kaduille on kaapelilinjoja rakennettu sinne missä vapaata tilaa on ollut. Nyt tulee paikoitellen eteen tilanteita, että katutilasta ei löydy vapaata tilaa uusille johtolinjoille (Suomen kuntatekniikan yhdistys 2003, 133).

Viime vuosina katujen uudisrakennuskohteissa on kaapelien rakentamisessa tapahtunut selvää edistymistä. Kaapelikanaville on entistä sitovammin alettu määrittellä omat kaistaleet kadun poikkileikkauksessa. Sähkö- ja tietoliikennekaapeleita on yhä enemmän alettu sijoittamaan suojaputkiin. Erikokoisia ja värisiä suojaputkia on ennakoon asennettu katuun, kun kaivutöitä on kaduilla tehty. Nämä toimenpiteet ovat merkittävästi vähentäneet kadun auki kaivamisen tarvetta korjaus-, huolto- ja uusimistöiden yhteydessä. Tietyissä rakennuskohteissa on ongelmaksi joskus muodostunut katutilan riittämättömyys (Suomen kuntatekniikan yhdistys 2003, 133).

Tämän päivän haaste katukaapelien rakentajille on edelleen kehittää yhteistyötä eri toimijoiden kesken. Julkisen hallinnon toimintatapoja tulisi tietoliikenneverkkojen rakentamisprosessissa edelleen kehittää (Suomen kuntatekniikan yhdistys 2003, 133).

Katuvalaistuksen perustavoitteena on turvallisuuden lisääminen sekä suunnistautumisen helpottaminen. Katuvalaistuksen avulla vaikutetaan positiivisesti katualueen viihtyvyyteen. Valaistus on omalta osaltaan luomassa pimeän ajan positivistista tunnelmaa (Suomen kuntatekniikan yhdistys 2003, 140).

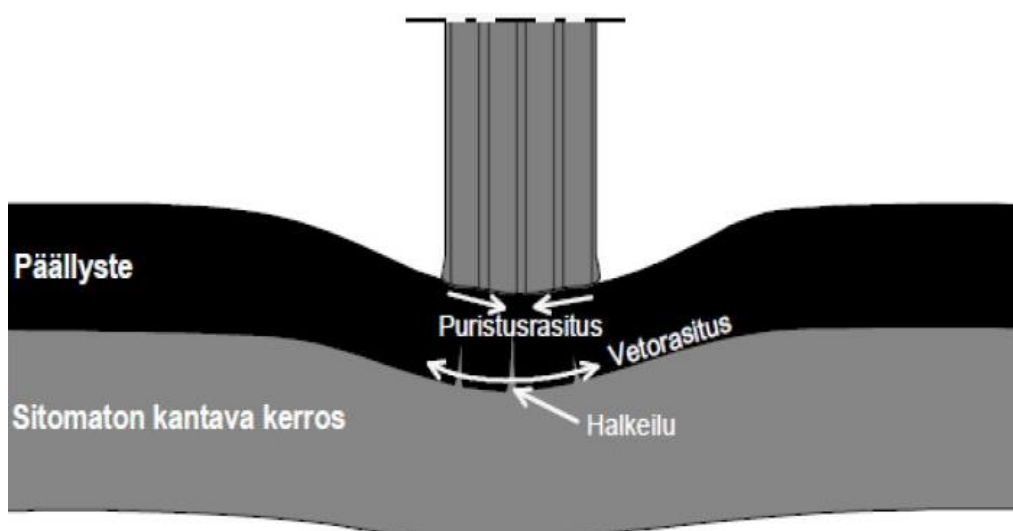
Valaistus rakennetaan yleensä ilman erillisiä perusteluja aina näihin seuraaviin kohteisiin: Kaupunkien kaikkiin kaava-alueiden katuihin, jalankulku ja pyöräteihin, toreihin ja alikulkutunneleihin (Suomen kuntatekniikan yhdistys 2003, 141).

## 5 PÄÄLLYSTÄMISEN PERUSTEET

### 5.1 Päällystettävien katujen rakennekerrosten riittävä kantavuus

Kadun rakenteen tulee olla sellainen, että se pystyy ottamaan vastaan liikenteen ja ympäristön erilaiset kuormitukset. Rakenteen tulee kestää toistuvien liikennekuormitusten aiheuttamat erilaiset rasitukset. Rakenteen tulee pystyä rajoittamaan kadun alusrakenteen routimisen synnyttämät routanousut. Kadun rakenteen pitää kestää lämpötilan vaihtelut ja kosteuden synnyttämät rakenne- materiaalien kantavuusvaihtelut. Tehtävä on usein erittäin haastava (Suomen Kuntaliitto 2008, 135).

Kuormitetun renkaan alla kadun päällyste ja rakennekerrokset taipuvat. Kuviossa 3 on esitetty, mitä erilaisia jännitteitä katurakenteelle syntyy renkaan vaikutusalueella (Ehrola 1996, 40). Renkaan alle syntyy rengaskuormasta pystysuuntaisia puristusrasituksia. Horisontaalisia leikkausvoimia syntyy sekä renkaan pituussuuntaan että poikkisuuntaan. Kantavaan kerrokseen syntyy myös puristusjännityksiä. Kun tämä rasitustapahtuma toistuu riittävän usein, vaurioituvat sekä päällyste että kantava kerros (Ehrola 1996, 40).



Kuvio 3. Kadun rakenteen taipuminen kuormitetun renkaan alla (Kuosmanen 2011, 16).

Ennen sorakatuja päällystämistä katujen kantavuus tulee selvittää. Asuinkatu-  
jen kantavan rakenteen minivaatimukset täytyy ylittää, koska muuten tuleva as-  
falttipäällyste ei ole asuinkadulla riittävän pitkäikäinen.

Suomen kuntatekniikan yhdistyksen, Katu 2002-kirjassa on erilaisia katusuun-  
nittelun ja rakentamisen ohjeita. Kadun päällysrakenteen mitoitus tapahtuu ka-  
dun kantavuuden perusteella. Ellei kadun rakenne ole riittävän kantava, päällys-  
teeseen ja kantavan kerrokseen muodostuu pieniä halkeamia, mistä seuraa,  
että päällysteen pinnalle syntyy verkkohalkeamia. Taulukossa 4 on esitetty eri  
katuluokat niiden liikenneteknisen merkityksen mukaan. Katuluokka 5 on pienta-  
loalueen asuinkatu, missä vuorokauden liikennemäärät ovat 10–500 ajoneuvoa  
vuorokaudessa. Paraisten kaupungin sorakatuja liikennemäärät ovat katuluo-  
kan 5 mukaiset (Suomen kuntatekniikan yhdistys 2003, 95–96).

Taulukko 4. Katuluokat liikenneteknisen merkityksen mukaan (Suomen kunta-  
tekniikan yhdistys 2003, 96).

Katuluokka	Kuvaus	Liikennemäärä (ajoneuvoa / vrk)
1	ajokaistoja 2 + 2	> 30 000
2	ajokaistoja 2 + 2	10 000–30 000
3	pääkatu, ajokaistoja 1 + 1	2 500–10 000
4	kokoojakatu	500–2 500
5	pientaloalueen asuinkatu	10–500
6	ei ajoneuvoliikennettä	

Taulukossa 5 on esitetty katurakenteelta vaadittava kantavuus katuluokasta riippuen. Katuluokalle 5 katurakenteen kantavuudeksi on määritelty vähintään 200 MPa (Suomen kuntatekniikan yhdistys 2003, 97).

Taulukko 5. Eri katuluokat ja katurakenteen kantavuus (Suomen kuntatekniikan yhdistys 2003, 97).

Katuluokka 1	500 MPa
Katuluokka 2	420 MPa
Katuluokka 3	350 MPa
Katuluokka 4	250 MPa
Katuluokka 5	200 MPa
Katuluokka 6	175 MPa

Taulukossa 6 on esitetty kadun tavoitekantavuusarvot rakennekerroksittain eri pohjamailla jotka määräytyvät kadun kantavuusmitoituksen mukaan.

Taulukko 6. Kadun kantavuusarvot rakennekerroksittain (Suomen kuntatekniikan yhdistys 2003, 277).

Pohjamaa MPa	Päällysrakenteen kokonaispaksuus	Tavoitekantavuus kerrosten päältä	
		Päällysteen alla	Päällysteen päältä
A (300)	0,20 m		350
B (200)	0,20 m		275
C (100)	0,24 m	181	244
D (50)	0,54 m	191	256
E (20)	0,64 m	145	200

Katuluokan 5 mukaan sorakatujen kantavuus päällysteen päältä on oltava vähintään 200 MPa. Taulukon oikeassa alareunassa löytyy lukema 200 MPa. Taulukosta 6 voidaan silloin lukea viereisestä sarakkeesta, että kadun tavoitekantavuus päällysteen alla on oltava vähintään 145 MPa. Paraisten kaupungin vanhat sorakadut ovat pohjamaan kantavuuden osalta vähintään E-luokkaa. Kantavuusluokka A on paras ja luokka G huonoin (Suomen kuntatekniikan yhdistys 2003, 277).

## 5.2 Loadman-pudotuspainolaite

Sorakatujen kantavuusmittauksia voidaan suorittaa erilaisilla pudotuspainolaitteilla. Loadman on 1,3 metriä korkea pudotuspainolaite, jolla mitataan maan painumaa laitteen sisällä olevan pudotuspainon avulla. Laitteen oma 10 kg:n paino putoaa suoraan alaspäin kohti laitteen pohjalevyä ja kadun pintaa (AL-Engineering Oy 2015).

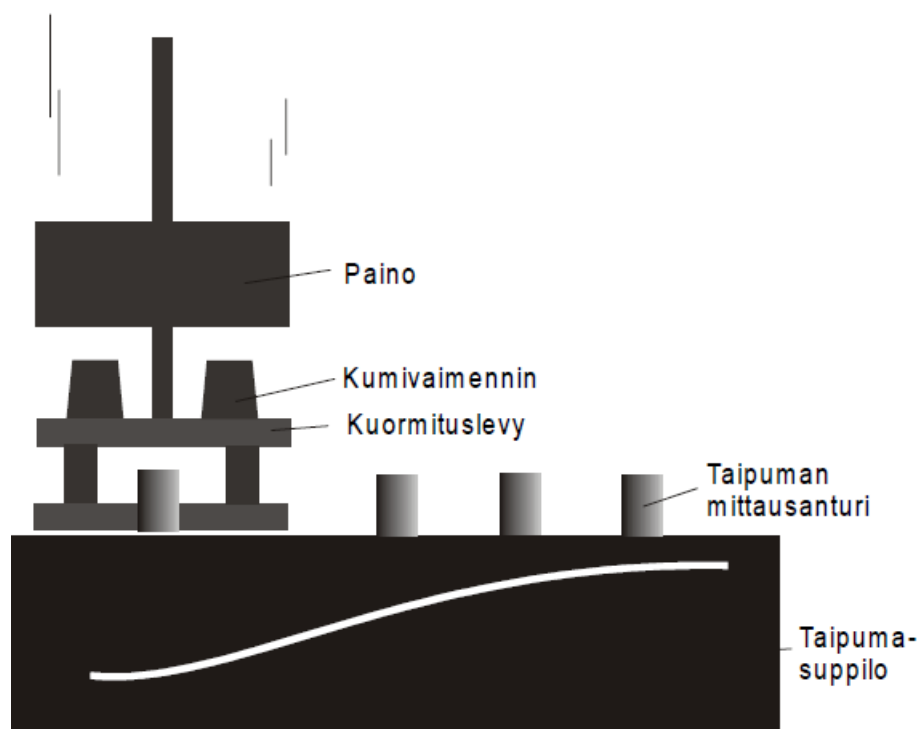
Tässä opinnäytetyössä on tehty Paraisten kaupungin sorakatujen tiivistysmittauksia Loadman-merkkisellä laitteella. Loadman-laitteella saadaan mitatuksi kadun tiiviys (millimetreissä) sekä sitä kautta lasketuksi katurakenteen E-moduulin (MPa) (AL-Engineering Oy 2015).

Katurakenteen pintakerrosten mittaukset tulee tehdä kesäolosuhteissa. Normaalista poikkeavissa olosuhteissa näitä mittauksia ei saa tehdä, kuten syksyisin pidemmän sadejakson jälkeen tai silloin, kun kadun rakenteet ovat roudassa (AL-Engineering Oy 2015).

Loadman-laite ei sovellu katurakenteen kokonaiskantavuuden mittaukseen, mihin paremmin soveltuvia laitteita ovat Heavy Loadman ja muut raskaat pudotuspainolaitteet (AL-Engineering Oy 2015).

Loadman-laitteen mittausperiaate on, että pudotuspainon aiheuttama kuormitus mitataan kiihtyvyyssanturilla, josta painuma lasketaan kiihtyvyydestä integroimalla. Mittaustuloksena saadaan maksimitaipuma, laskettu kantavuusmoduuli E ja tiiviyssuhteena mitatun E-moduulin suhde mittaustulokseen. Laitteella mitatut pudotuspainotulokset näkyvät laitteen omassa näytössä, ja näitä lukuja voidaan myös siirtää usb-johdolla eteenpäin tietokoneeseen (AL-Engineering Oy 2015).

Kuviossa 4 on esitetty pudotuspainolaitteen toimintaperiaate. Taipumasuppilon muodon perusteella voidaan arvioida kadun rakennekerrosten ominaisuuksia. Tähän laitetyyppiin kehitetyllä takaisinlaskentaohjelmalla voidaan laskea pudotuspainolaitteella mitatusta taipumasuppilosta kadun rakennekerrosten muodonmuutosmoduulit (Spoof & Petäjä 2000, 4).



Kuvio 4. Pudotuspainolaitteen toimintaperiaate (Spoof & Petäjä 2000, 4).



Paraisten kaupungin sorakatujen mittaustuloksia (liite 3), jotka on saatu Loadman-laitteella, ei voida pitää täysin luotettavina, koska Loadman-laitteella pystyy mittaamaan vain noin puolen metrin syvyyteen kadun pinnasta. Näistä syistä sorakatujen tarkistusmittauksia on syytä vielä tehdä raskaalla pudotuspainolaitteella (AL-Engineering Oy 2015).

### 5.3 Katujen kantavuudet

Paraisten kaupungin sorakatujen kantavuudet on mitattu 31.3.2016 Loadman-kannettavalla pudotuspainolaitteella. Mittaustulokset ovat suuntaa-antavia, koska mittaus suoritettiin aikaisin keväällä, eikä Loadman-mittauslaite ole varsinaisesti tarkoitettu katujen kantavuuksien mittaukseen.

Taulukossa 7 on esitetty yhteenveto sorakatujen mittaustuloksista. Laajemmat mittaustulokset löytyvät liitteessä 3. Luvussa 5.1. sorakatujen minimikantavuudeksi on laskettu 145 MPa, mutta useimpien mittauspisteiden tulokset alittavat tämän vaaditun minimitason.

Taulukko 7. Yhteenveto Loadman-mittaustuloksista.

Katu	Piste 1	Piste 2	Piste 3	Piste 4	Piste 5
Kirsikkapolku	135	99	92	102	
Herukkapolku	167	132	128		
Vadelmapolku	132	149			
Mustikkapolku	169	96	91		
Mansikkapolku	133	147	125		
Puolukkapolku	116	152	104		
Myllymäentie	139	120	123	130	154
Tähtikuja	147	123	100	145	
Ukkoskuja	139	123	128	127	
Salama	135	147	127	137	141

#### 5.4 Päälylystämisen kokonaiskustannukset

Katujen päälylystäminen sisältää varsinaisen päälylystystyön lisäksi kadun vaatimat pohjatyöt sekä ympäristön viimeistelytyöt. Paraisten kaupungin Liikenneväylät-osasto tilaa päälylystystyöt ja toimii työmailla rakennuttajan roolissa. Työmaiden alustavat aikataulut ja työmenetelmät on sovittu vuosittaisessa aloituspalaverissa. Tilaajan työmaavalvoja antaa tarvittaessa aina urakoitsijalle työmaakohtaiset lisäohjeet.

Paraisten kaupunki antaa omassa työturvallisuusasiakirjassa tarkempia työmaakohtaisia työturvallisuusohjeita. Työmaan työturvallisuuskoordinaattori tekee turvallisuusasiakirjan, joka tilaajan hyväksynnän jälkeen velvoittaa urakoitsijaa noudattamaan näitä tarkempia työmaakohtaisia turvallisuusohjeita päälylystystöissä. Päälylystystyön urakoitsijan täytyy hyväksyttää työmaiden liikennesuunnitelmat työmaan valvojalla aina ennen töiden aloitusta. Urakoitsija toimittaa valvojalle myös listan työmaan henkilöistä aliurakoitsijoihin. Tähän listaan on merkitty henkilöiden suoritettut ja vaaditut koulutukset. Katualueilla työskennellessään urakoitsijan velvollisuus on noudattaa kaikkia turvallisuusohjeita.

Päälylystysurakoitsija tekee omat työmaasuunnitelmansa niin, että optimaalinen henkilöstö ja kalusto ovat valmiina työmaakohteissa. Turvallisuusyryistä kaikkien koneiden ja laitteiden moitteeton toiminta on tarkastettava ennen töiden aloittamista.

Kun päälylystysurakoitsija työskentelee katualueella, hänen on työmaan liikennesuunnitelman mukaisesti pystytettävä kaikki ne varoitusmerkit ja sulkulaitteet, jotka työkohteille on määrätty. Kaikki liikenneväylien käyttäjät pitää ottaa huomioon, kun tehdään tilapäisiä työmaiden liikennejärjestelyjä.

Kun päälylystystyö on valmis, ympäristöön ei saa jäädä mitään sellaisia epäpuhauksia, jotka myöhemmin voivat saastuttaa luontoa.

Kuvassa 4 on esitetty Lemminkäisen päällystystyöryhmä asfaltointityön teossa Paraisten Kotipellon asuinkadulla.



Kuva 4. Kadun asfaltointityöt ovat käynnissä.

Paraisten kaupungin mittamiesryhmä merkitsee tulevan päällysteen korkeus- ja leveyskoordinaatit päällystettävän kadun viereen etukäteen sovitulla tavalla. Paraisten kaupungin vakiintunut käytäntö on, että kadun leveys ja korkeus merkitään 100 cm:n etäisyydelle valmiin asfalttipäällysteen lopullisesta ja valmiista pinnasta.

Päällystystyön valmistumisen jälkeen mittamiesryhmä kartoittaa kadun kokonaan sekä siirtää nämä mittaustiedostot kaupungin karttatiedostoihin (Trimble Solutions Oy 2016).

Taulukossa 8 on esitetty laskelma asfalttityön suoritehinnasta asuinkadulla. Suomen Rakennuslehdessä tämän laskelman hinnat pohjautuvat FMC Laskentapalvelut Oy:ltä saatuihin tietoihin. Taulukossa on hintaesimerkkinä asfalttibetoni AB 12, 40 mm paksuna asfalttimassana. Paraisten kaupunki vaatii ja käyttää 6 cm:n paksuista asfalttimassaa kaikkiin katuihin. Tämän takia vertailuhinta on 50 % korkeampi kuin taulukon hinta 11,7 €/m<sup>2</sup>. Paraisten kaupungin asfalttityön vertailuhinta on siis tällöin 60 mm / 40 mm \* 11,7 €/m<sup>2</sup> ⇒ 17,6 €/m<sup>2</sup> (Rakennuslehti 2016).

Taulukko 8. Asfaltointityösuoritteiden hinta.

Nimike	Tuote	yks	€/m <sup>2</sup>
Asfalttibetoni	AB 12 / 100, 40 mm yli 1 000 m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	11,7
Asfalttibetoni	AB 12 / 100, 60 mm	m <sup>2</sup>	17,6
Murske	0–32 mm, 100 mm paksu kerros	m <sup>2</sup>	1,0

Uusien katujen asfaltointi pohjatöineen ja kantavaa kerrosta vahvistavine murskekerroksineen maksaa siis tämän laskelman mukaan Paraisten kaupungille noin 18,6 €/m<sup>2</sup> (17,6 €/m<sup>2</sup> + 1,0 €/m<sup>2</sup>).

Paraisten kaupungin uusilla kaduilla valmiiden asfaltoitujen asuinkatujen leveys on yleensä 5,5 metriä. Kun uusille asuinalueille tulee vielä liimattavat reunakivet kadun molemmin puolin ja koska myös reunakivien alla täytyy olla asfalttimassaa, uudet asuinkadut täytyy asfaltoida noin 6 metriä leveinä.

Uudet asfaltoidut kadut maksavat tällöin Paraisten kaupungille 18,6 €/m<sup>2</sup> \* 6 m = noin 111 €/m tai noin 111 000 €/km.

## 5.5 Sorakatuojen kunnossapidon kustannukset

Keväisin kuljettajat tekevät sorakatuojen kunnossapitotöitä arviolta noin 240 tuntia. Syksyisin he tekevät sorakatuojen tasoitustöitä noin 150 tunnin edestä. Työtunnit eri työkoneiden välillä jakautuvat suunnilleen taulukon 9 mukaisesti.

Paraisten kaupungin hinnaston mukaan ulkopuolisille tilaajille, kuten tiehoitokunnille, tehdyt konetyöt maksavat kuljettajineen 70–100 €/h riippuen käytetystä konetyypistä (Paraisten kaupunki 2016). Laskelmissa on käytetty samoja hintoja.

Sorakatuojen kevätsuolauksessa kalsiumkloriitin menekki on ollut noin 2 tonnia per asuinkatukilometri, eli kalsiumkloriitin menekki kaupungin sorakaduille on yhteensä noin 40 tonnia. Tämä määrä kalsiumkloriittia maksaa noin 10 000 €.

Taulukossa 9 on esitetty sorakatuojen kunnossapitokustannukset, joita ei synny päällystetyillä kaduilla.

Taulukko 9. Sorakatuojen kunnossapitotyöt.

Työkoneet	työtunteja keväällä	työtunteja syksyllä	hinta €/h	kokonaishinta €
Traktori	80	50	70	9 100
Kuorma-auto	80	50	90	11 700
Tiehöylä	80	50	100	13 000
Yhteensä	240	150		33 800

Edellä olevien työ-, kone- ja materiaalihintojen perusteella voidaan siis arvioida, että Paraisten sorakatuojen kunnossapito on noin 43 800 € kalliimpaa kuin päällystettyjen katujen.

Kun muistetaan, että sorakatuja on yhteensä 20 km, ylimääräiset kunnossapitokustannukset sorakatukilometriä kohden ovat 43 800 € / 20 km eli noin 2 200 €/km.

## 5.6 Uudet kadut sekä määräyksiä alueiden kaavoissa ja katusuunnitelmissa

Liikenneväylät-osaston uusien katujen rakennusurakoissa kadut on yleensä tilattu niin, että katujen päällystystyöt eivät kuulu rakennusurakkaan.

Uusilla asuinalueilla kadut kannattaa yleensä päällystää vasta sitten, kun suurin osa kadun tonteista on rakennettu valmiiksi. Kiinteistöjen rakennusaikana rakennuttajilla on aina tarvetta erilaisille raskaille koneille. Nämä raskaat työkoneet saattavat joskus rikkoa kadun rakenne- ja pintakerrokset tai kadun asfaltti-päällysteen.

Vanhan Malmin alueen kadut sekä keskuspuiston kevyen liikenteen väylät on kaavoissa määrätty sorapintaisiksi kaduiksi.

## 5.7 Asumisviihtyvyys ja asukkaiden toiveet

Sorakatujen asukkaat ja kiinteistönomistajat haluavat lähes poikkeuksetta oman katunsa päällystämistä, koska alueen viihtyvyys ja turvallisuus paranevat. Asukkaat perustelevat näitä päällystystoiveita myös sillä, että kotikadun yleisilmeen siistiytyminen nostaa kiinteistöjen arvoja.

Viimeisten vuosien kiristynyt taloustilanne on vaikuttanut Paraisten kaupungissa siihen, että poistuvien työntekijöiden tilalle ei ole ilman erityisen painavaa syytä palkattu uusia työntekijöitä. Tämä tarkoittaa, että myös katujen kunnossapitotöissä työresursseja on aikaisempia vuosia vähemmän. Kun samanaikaisesti myös kaava-alueet ovat vuosittain kasvaneet suuremmiksi, on katujen kunnossapitotaso päässyt huonontumaan.

Sorakatujen kuopista ja epätasaisuuksista tulee asukkailta jonkin verran huomautuksia. Kuivina kesinä sorakatujen pöly on epämukavaa ja allergikkoperheille jopa terveyshaitta.

Katupöly aiheuttaa Hengitysliiton mukaan erilaisia ärsyntyntymisoireita. Yleisimmät oireet ovat silmien kutina ja kirvely sekä nuha ja yskä. Eniten ongelmia katupöly aiheuttaa astmaa sairastaville, pienille lapsille sekä ihmiselle, jotka kärsivät jo ennestään jostakin sydämen vajaatoiminnasta (Hengitysliitto ry 2016.)

#### 5.8 Kunnallistekniikan saneeraus- ja korjaustarve

Yhteistyö kaupungin eri osastojen ja kaupungin osakasyritysten välillä toimii hyvin. On tärkeätä, että näiden kaikkien eri kunnallistekniikkatoimijoiden tulevat työkohteet ovat eri osapuolten tiedossa ennen työmaiden aloittamista.

Ennen päällystystöiden aloituspäätöstä pitää vielä varmistaa, ettei näillä sorkaduilla esiinny kunnallisteknisten töiden saneeraustöitä lähivuosina. Vesijohdot, viemärit, hulevesiviemärit sekä kaukolämpöjohdot pitää olla saneerattuina ennen päällystystöiden aloittamista.

## 5.9 Sähkö- ja datakaapeleiden rakentamistarve

Viimeisten vuosien aikana sekä Caruna että Partel ovat rakentaneet monta uutta maakaapelilinjaa. Lähes kaikki Paraisten kaupungin katuvalojen sähkökaapelit ovat maakaapeleita.

Paraisten kaupunki, Caruna Oyj sekä Partel Oy pitävät yhteistyöpalaverin noin kolme kertaa vuodessa. Näissä tapaamisissa jokainen toimija kertoo luottamuksellisesti, mihin suunnittelee rakentavansa ja missä korjaavansa omaa verkkoaan.

Paraisten kaupunki saneeraa katuvaloja ja päällystää kadut. Caruna Oyj rakentaa sähkölinjoja ja kaivaa nämä sähkökaapelit maahan. Partel Oy kaivaa maahan omia kuituverkkokaapeleitaan. Eri toimijoiden yhteiset tavoitteet ja intressit ovat siinä, että kun mahdollisimman moni on mukana jakamassa kaivuukustannuksia, kaikkien toimijoiden kustannukset pienenevät.

Eri toimijat tulevat tarpeensa ja mahdollisuuksiensa mukaan toistensa projekteihin. Pelkästään rakentamalla toistensa työmaille valmiita suojaputkia kohtiin, joissa niitä tulevaisuudessa tarvitaan, jokainen osapuoli säästää huomattavia kaivuu- ja päällystyskustannuksia tulevaisuudessa.



Kuvassa 5 on esitetty Malminkadun hulevesityömaalta esimerkki siitä, millaisia haasteita työmaalla voi tulla vastaan, kun kaivo pitäisi rakentaa kohtaan, missä kulkee ennestään erilaisia johtoja.



Kuva 5. Malminkadun hulevesikaivutyömaa.

## 6 PARANTAMISEHDOTUKSET

### 6.1 Päälystämisen edellytykset

Kadun kunnossapidon näkökulmasta katsottuna kaikki nykyään sorapintaiset kadut kannattaisi päällystää. Seuraavassa on kuvattu joitakin näkökohtia, jotka kuitenkin pitää ottaa huomioon, ennen kuin päätös päällystämisestä tehdään.

Kadun rakennekerrosten kantavuuden on oltava riittävän hyvä. Kadun kuivatuksen pitää olla rakennettu toimivaksi, niin kuin se on alun perin suunniteltu. Kaduilla on oltava rakennettuna joko hulevesiviemärit kaivoineen tai avo-ojat. Mikäli kadun kuivatus toimii avo-ojineen, täytyy kadun kaikissa risteyksissä ja kiinteistöjen katuliittymissä olla riittävän isot rumpuputket.

Lähes kaikkien Paraisten kaupungin omien katuvalokaapeleiden, Caruna Oyj:n sähkökaapeleiden ja Partel Oy:n datakaapeleiden pitää olla maahan kaivettui-  
na. Näillä kaikilla toimijoilla täytyy olla kaduilla myös riittävä määrä suojaputkia asennettuina tulevia tarpeita varten.

Pitää myös varmistaa, ettei Paraisten kaupungin vesihuoltolaitoksella tai Paraisten Kaukolämpöyhtiöllä ole lähivuosina omien putkilinjojen saneeraus- tai laajennustarvetta kyseisillä kaduilla.

Uusilla asuinalueilla kadut kannattaa päällystää vasta sitten, kun suurin osa tonteista on valmiiksi rakennettuina. Kokemuksen perusteella katujen paksut rakennekerrokset tiivistyvät aina jonkin verran, yleensä jo ensimmäisen talven jälkeen. Uusien talojen rakentajat haluavat joskus muuttaa omien tonttiliittymiensä sijaintia tai haluavat rakentaa ne leveämmiksi. Uusien talojen rakennus-  
töissä on tarvetta saada tontille raskaita ja painavia työkoneita, jotka saattavat vaurioittaa uusien katujen pintarakenteita.

Vanhan Malmin kadut sekä keskuspuiston kevyen liikenteen väylät on kaavois-  
sa määrätty sorapintaisiksi liikenneväyliksi, joten näitä katuja ei saa päällystää.

## 6.2 Sorakatuojen kunnossapitotöiden kustannukset

Sorakatuojen ylimääräiset kunnossapitokustannukset ovat sellaisia ylläpitoon liittyviä kustannuseriä, joita päällystetyillä kaduilla ei ole.

Sorakatuojen vuosittaiset ylimääräiset kunnossapitotyöt verrattuna päällystettyihin katuihin maksavat Paraisten kaupungille seuraavasti:

- Työkoneet kuljettajineen maksavat noin 33 800 €.
- Katuojen pölynsidontaan käytetty kalsiumkloriitti maksaa 10 000 €.

Nämä kaksi eri työvaihetta maksavat yhteensä 43 800 €. Tällöin vuosittaiset kunnossapitokustannukset 20 sorakatukilometriä kohden ovat 43 800 € eli noin 2 200 €/km.

## 6.3 Uuden asfalttipäällysteen kustannukset

Luvussa 5.4 on laskettu että, Paraisten kaupungin asuinkatuojen asfaltointityöt maksavat noin 111 000 €/km.

Uuden vähäliikenteisen asuinkadun asfalttipäällysteen kestoikä on jopa 30 vuotta. Asfalttipäällysteen laskennallinen vuosihinta on silloin 111 000 €/km / 30 vuotta ⇒ noin 3 700 €/km / vuosi.

## 7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tämä opinnäytetyö on tehty, jotta työn tilaajalla, olisi tarkempi tieto sorakatujen kustannusvaikutuksista tehtäessä sorakatujen päällystyspäätöksiä.

Paraisten kaupungin sorakatujen huolto- ja ylläpitokustannukset on yksi kustannustekijä, ja nämä kustannukset ovat noin 2 200 €/km. Asuinkatujen uudet asfalttipäällysteet maksavat siis vuodessa noin 1 500 €/km (3 700 €/km – 2 200 €/km) enemmän kuin sorakadun ylläpito. Sorakatujen varrella asuvien ja vieraillevien veronmaksajien tyytyväisyys ja siitä laskettavaa taloudellista arvoa on vaikeampi mitata. Siis jos arvioidaan että, päällystämisenä koituva hyöty katua käyttäville veronmaksajille, on vähintään 1 500 € / asuinkatukilometri, silloin kaikki alla olevassa taulukossa 10 mainitut sorakadut kannattaa päällystää.

Sorakatujen huoltohenkilökuntaa ja -resursseja ei todennäköisesti lisätä tulevaisuudessa. Päällystämällä nyt lisää sorapäällysteisiä asuinkatuja, silloin huoltohenkilökunnan nykyiset työresurssit riittävät tulevaisuudessa paremmin.

Katujen rakenteiden kantavuudet on mitattu 31.3.2016 Loadman-laitteella yhteensä kymmeneltä eri sorakadulta. Opinnäytetyössä tehdyt kymmenen sorakadun Loadman-mittaukset ovat ainoastaan suuntaa antavia, ja tarkistusmittaukset pitää vielä suorittaa raskaalla pudotuspainolaitteella. Näiden mitattujen sorakatujen rakennekerrosten kantavuudet vaihtelivat välillä 91 ja 169 MPa, kuten taulukossa 7 on esitetty. Kaikki yksittäiset sorakatujen mittauspisteiden tulokset esitetään liitteessä 3.

Paraisten kaupungin kaikista sorakaduista kannattaisi mitata rakennekerrosten kantavuudet, koska silloin saadaan selville, miten paljon kyseisten sorakatujen rakennekerroksia pitää vahvistaa.

Taulukko 10. Päällystettävän sorakadun tarkistustaulukko.

Katu	pituus	m <sup>2</sup>	kantavuus	hulevesi	vesijohdot	viemärit
Kirsikkapolku	160	1270	92	2003	2003	2003
Herukkapolku	130	940	128	1995	1995	1995
Vadelmapolku	100	780	132	1995	1995	1995
Mustikkapolku	130	900	91	1995	1995	1995
Mansikkapolku	130	900	125	1995	1995	1995
Puolukkapolku	130	900	104	1995	1995	1995
Myllymäentie	225	1550	120	ojat	1985	1985
Tähtikuja	140	840	127	ojat	1974	1974
Ukkoskuja	165	990	123	ojat	1989	1989
Salama	140	770	127	ojat	1977	1977
Aurinkokuja	50	300		ojat	1975	2007
Kuutamokuja	120	800		ojat	1975	1975
Punakuja	40	260		2007	1975	1975
Telluksenkatu	250	1375		1998	1998	1998
Sadekuja	65	400		ojat	1980	1980
Aurinkoranta	180	900		ojat	2005	2005
Rantamäki	210	1150		½ 2000	2000	2000
Oikotie	235	1300		ojat	1989	1989
Silmukka	150	800		ojat	1990	1990
Vestergårdintie	400	2200		½ 1959	1984	1985
Vestergårdinpolku	110	600		1996	1996	1996
Klobbkullantie	120	660		2006	2006	2006
Koulukuja	50	300		ojat	1986	1986
Hällnäsintie	600	3300		½ 1963	1991	1991
Venekuja	90	500		ojat	1993	1993
Haantie	225	1300		ojat	1991	1991
Paasirinne	240	1300		ojat	1975	2000
Pajbakantie	280	1700		1948	1987	1987

Taulukon 6 mukaan sorakatuojen rakennekerrosten kantavuuden on oltava vähintään 145 MPa. Ennen päällystämistä katujen kantavuudet pitää nostaa tälle vaaditulle minimitasolle. Mitattujen sorakatuojen rakennekerrosten kantavuuden parantaminen yli minimitason onnistuu levittämällä 100–150 mm paksu murskekerros (0–32 mm) uuden asfalttipäällysteen alle.

Taulukossa 10 on esitetty tarkistustaulukon muodossa, mitkä sorakadut voisi teknisen näkökulman perusteella päällystää. Sorakadun rakennekerrosten kantavuus pitää mitata, ja sen on oltava riittävä, vähintään 145 MPa. Kadun kuivatusjärjestelmän pitää olla toimiva. Katuvalot sekä muut sähkökaapelit tarvittavine kaappeineen on jo nyt toteutettu maakaapeleina, joten näiden kaapeleiden uusimistarvetta ei ole. Vesilaitoksen ja kaukolämmön johdoissa ei saa olla uusimis- tai korjaustarvetta lähivuosien aikana.

Lähivuosina voidaan päällystää kaikki taulukossa 10 mainitut sorakadut edellyttäen, että katujen tekniset puutteet on korjattu ennen päällystystöiden alkua.

## LÄHTEET

AL-Engineering Oy, viitattu 11.3.2016 [www.al-engineering.fi](http://www.al-engineering.fi).

Ehrola, E. 1996. Liikenneväylien rakennesuunnittelun perusteet. Tampere: Tammerpaino Oy.

Hengitysliitto ry, viitattu 22.3.2016 [www.hengitysliitto.fi/fi/sisailma/ulkoilma/ilmanlaatu-  
heikentavia-tekijoita/katupoly](http://www.hengitysliitto.fi/fi/sisailma/ulkoilma/ilmanlaatu-<br/>heikentavia-tekijoita/katupoly).

Kuosmanen, A. 2011. Toimenpiderajojen tarkastelu vilkasliikenteisten teiden uudelleenpäällystyksessä. Espoo, viitattu 22.3.2016 <http://lib.tkk.fi/Dipl/2011/urn100532.pdf>

Lemminkäinen Infra Oy. 2006 Asfalttirakenteiden suunnittelun käsikirja. Helsinki, viitattu 22.3.2016 [www.lemminkainen.fi/paallystys](http://www.lemminkainen.fi/paallystys).

Paraisten kaupunki, viitattu 22.3.2016 [www.parainen.fi](http://www.parainen.fi).

Päällystealan neuvottelukunta PANK ry. 2011. Asfalttinormit 2011. Vantaa: Edita Oy.

Rakennuslehti, viitattu 26.2.2016 [www.rakennuslehti.fi](http://www.rakennuslehti.fi).

Suomen Kuntaliitto ry. 2008. Katujen ja kevyen liikenteen väylien ylläpitosuunnitelman ohje.1 painos. Helsinki, viitattu 15.2.2016 [www.kunnat.net](http://www.kunnat.net).

Suomen kuntatekniikan yhdistys. 2003. Katu 2002. Katusuunnittelun ja –rakentamisen ohjeet. Jyväskylä: Gummerus kirjapaino.

Tiehallinto. 2008. Sorateiden hoidon ja ylläpidon toimintalinjat. Helsinki: Edita Prima Oy, viitattu 15.2.2016 [www.tiehallinto.fi/julkaisut](http://www.tiehallinto.fi/julkaisut).

Trimble Solutions Oy, viitattu 22.3.2016 [www.kunnat.trimble.fi/trimble-webmap.html](http://www.kunnat.trimble.fi/trimble-webmap.html).

Spoof, H. & Petäjä, S. 2000. VTT Yhdyskuntatekniikka Pudotuspainolaitemittaus (PPL-mittaus) Espoo.



Pakettiauto Volkswagen Transporter vm. 2012 ja Respo perävaunu vm 2012.



Kuorma-auto Scania P12 vm. 2007.





Kuorma-auto Scania P320 vm. 2012.



Tiehöylä Vammis RG181 vm. 2000.



Valtra XM traktori vm. 2005 ja Multiva perävaunu.



Valtra N121 traktori vm. 2008 ja Kire perävaunu.

Loadman, kannettava pudotuspainolaite.



Sorakatuksen Loadman-mittaustulokset Paraisilla  
31.3.2016.

Kirsikkapolku

Piste 1	102	108	135	50	84	
Piste 2	93	97	97	87	99	
Piste 3	49	48	89	92	92	
Piste 4	33	97	89	96	102	61

Herukkapolku

Piste 1	118	139	139	161	167
Piste 2	63	122	132	102	123
Piste 3	76	76	128	119	125

Vadelmapolku

Piste 1	34	132	120	
Piste 2	60	106	149	130

Mustikkapolku

Piste 1	50	147	161	156	169
Piste 2	58	90	88	96	93
Piste 3	42	61	78	83	91

Mansikkapolku

Piste 1	116	127	133	130	122
Piste 2	99	132	127	147	196
Piste 3	63	63	118	120	125

## Puolukkapolku

Piste 1	82	108	106	116	116
Piste 2	49	123	123	152	137
Piste 3	46	86	95	102	104

## Myllymäentie

Piste 1	63	122	122	139	139
Piste 2	69	104	115	119	120
Piste 3	67	127	123	119	111
Piste 4	60	118	130	125	116
Piste 5	54	106	128	135	154

## Tähtikuja

Piste 1	88	137	147	147	137
Piste 2	77	112	102	123	116
Piste 3	46	81	91	97	100
Piste 4	68	133	123	145	145

## Ukkoskuja

Piste 1	74	111	130	135	139
Piste 2	71	114	110	123	115
Piste 3	51	86	100	108	128
Piste 4	52	102	125	133	127

## Salama

Piste 1	46	120	135	128	123
Piste 2	133	143	141	147	139
Piste 3	68	114	123	127	119
Piste 4	72	112	125	137	111
Piste 5	79	122	125	133	141