

# **ASFALTIN LEVITYSKUSTANNUKSET TUOTTAVUUSTARKASTELUSSA**

Tutkimuskohteena Tampereen Infran  
päällystepalvelut

Sami Ruski

Opinnäytetyö  
Huhtikuu 2011  
Rakennustekniikan koulutusohjelma  
Infrarakentaminen  
Tampereen ammattikorkeakoulu

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Rakennustekniikan koulutusohjelma  
Infrarakentamisen suuntautumisvaihtoehto

RUSKI, SAMI: Asfaltin levityskustannukset tuottavuustarkastelussa. Tutkimuskohteena Tampereen Infran päällystepalvelut.

Opinnäytetyö 48 s.  
Huhtikuu 2011

---

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää, millaisia tekijöitä tulisi ottaa huomioon Tampereen Infran päällystepalveluiden levityksryhmän työssä ja sen suunnittelussa, jotta toiminta olisi mahdollisimman tuottavaa. Tuottavuutta tarkasteltiin levitystyön yksittäisten tekijöiden avulla. Tavoitteena oli tunnistaa erilaisten tekijöiden painoarvo ja verrata niitä kokonaistuottavuuden näkökulmaan. Tarkastelun aineistona olivat ajalta 18.5.–20.8.2010 tuottavuuden päiväkohtaiset laskelmat, joista tarkasteltavat muuttujat valittiin.

Opinnäytetyössä tarkasteltiin yksittäisiä asfaltin levitykseen vaikuttavia kustannustekijöitä. Lopulta niitä tarkasteltiin myös kokonaisuutena. Tällä tavalla yksittäisten tekijöiden todellinen vaikutus tuottoon selviää, ja tuottavuuden tekijöistä saadaan aiempaa laajempi näkökulma. Myös työn suunnittelu helpottuu, ja voidaan keskittyä tuottavuuden kannalta merkittävimpiin tekijöihin ja vaikuttaa niihin paremmin.

Tällainen tuottavuuden tarkastelu olisi hyvä tehdä aina esimerkiksi levityskauden päätteeksi ja tuoda myös levityksryhmän nähtäväksi. Sitä voitaisiin hyödyntää tulevan kauden suunnittelussa ja uusien strategioiden laatimisessa. Toimissaan menetelmä ohjaisi kohti tuottavampaa ja kestävämpää toimintaa.

## ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Degree Programme in Construction Engineering  
Option of Civil Engineering

RUSKI, SAMI: The productivity analysis of asphalt paving. A case study of Tampere Infra paving services.

Bachelor's thesis 48 pages  
April 2011

---

The main goal for this bachelor's thesis was to find out which factors should be considered in the planning of the work in the paving group of Tampere Infra so that the work would be as productive as possible. Individual factors were examined to get a wider picture of productivity. The data consists of the daily productivity calculations for the summer of 2010. The individual factors that were compared were selected from these calculations.

The individual factors were compared and collected as a whole. In that way the weight of each individual factor was found. The new information helps the planning of paving, and thus it is easier to focus on the major factors of productivity.

This kind of productivity analysis should always be done after the paving season. The information could be used in the planning of the next season and it also helps in the making of new strategies. Consequently, it would guide towards a more productive and sustainable business.

---

Key words: Productivity, asphalt paving, public utility.

## ERITYISSANASTO

AB	Asfalttibetoni. Rakeisuuskäyrä on jatkuva ja sideaineen tunkeuma on 25 °C alle 330 1/100 mm. Voidaan käyttää kulutuskerroksessa, sidekerroksessa sekä kantavassa kerroksessa.
ABK	Kantavan kerroksen sidottu osa, kantava asfalttibetoni.
Deformoituminen	Asfaltti menettää jäykkyytensä lämmitessään ja painuu kuorman alla. Asfaltin kiviaines alkaa liikkua, kun bitumi menettää sitomiskykyään.
LTA	Laatta. Vakiopaksuisena levitettävä päällyste (kg/m <sup>2</sup> ).
Luonnonasfaltti	Luonnossa esiintyvä seos, jossa on bitumia ja mineraaleja. Sen sekoittaminen bitumiin lisää päällysteen jäykkyyttä menettämättä joustavuutta matalissa lämpötiloissa.
MP	Massapinta. Ohutpinta (40–60 kg/m <sup>2</sup> ), joka on vaihtelevan paksuinen sidotulle alustalle tehtävä asfalttipäällyste.
Sideaine	Sideaine sitoo kiviaineksen toisiinsa. Sideaineena käytetään bitumia.
SMA	Kivimastiksiasfaltti. Asfalttityyppi, jonka rakeisuuskäyrä ei ole jatkuva. Kiviaineksen kalliomurskeosuuden tulee olla vähintään 85 %. Lisäaineena käytetään selluloosakuitua. Sideaineen tunkeuma 25 °C on alle 150 1/100 mm.
TAS	Massatasaus. Sidotun alustan urat ja epätasaisuudet tasataan massatasauksena.
Tunkeuma	Kuvaa bitumin jäykkyyttä. Tunkeuma mitataan penetrometrillä ja ilmaistaan etäisyytenä, jonka neula tunkeutuu tutkittavaan näytteeseen tietyssä lämpötilassa. Myös kuormitus ja kuormitusaika ovat määrättyjä.

## SISÄLLYS

1 JOHDANTO .....	6
2 TUOTTAJA TUOTTAVANA TOIMIJANA .....	8
2.1 Tilaaja-tuottajamalli.....	8
2.2 Tuottavuus osana kannattavaa toimintaa .....	10
3 ASFALTTITYYPIT JA ALUSTAN VAIKUTUS LEVITYSMENETELMÄÄN .....	12
3.1 Asfalttityypit .....	12
3.1.1 Asfalttibetoni .....	13
3.1.2 Avoin asfaltti .....	14
3.1.3 Kivimastiksiasi-asfaltti.....	14
3.1.4 Pehmeä asfalttibetoni .....	15
3.1.5 Valuasfaltti .....	15
3.1.6 Bitumistabilointi .....	16
3.2 Alustan vaikutus levitysmenetelmään.....	16
3.2.1 Sitomaton alusta .....	16
3.2.2 Sidottu alusta .....	16
4 LEVITYSTYÖN TUOTTAVUUDEN ELEMENTIT .....	18
4.1 Työn kohde.....	18
4.1.1 Tampereen Infratuotanto Liikelaitos ja päällystepalvelut.....	18
4.1.2 Päällystepalveluiden levitysryhmä .....	19
4.2 Kustannusten muodostuminen ja vertailu.....	21
4.2.1 Palvelun tilaaja.....	21
4.2.2 Levityspaksuus ja asfalttimassan laatu .....	24
4.2.3 Päiväkohtainen massamäärä.....	27
4.2.4 Massalaadut .....	28
4.2.5 Lisätyöt .....	32
4.2.6 Liimaus .....	35
4.2.7 Kuljetukset .....	37
4.2.8 Palkkakustannukset.....	39
4.2.9 Lyhennetyt työpäivät.....	41
5 LOPPUPÄÄTELMÄT .....	43
LÄHTEET .....	47

## 1 JOHDANTO

Suomen kuntakenttä on muutoksessa, ja kunnilla on entistä vähemmän taloudellista liikkumavaraa. Muutos pakottaa kuntia tehostamaan toimintaansa ja pohtimaan uudenlaisia palvelujen järjestämistapoja. Toiminnan tulisi olla entistä kannattavampaa. Myös Tampereen Infran päällystepalveluissa on alettu pohtia toiminnan tuottavuuden parantamista muun muassa vertailemalla asfaltin levityshintoja. Päällystepalvelun hintaa verrataan yksityisten urakoitsijoiden ja muiden kaupunkien levitysryhmien hintoihin. Tämä opinnäytetyö on osa päällystepalvelun kehittämistä entistä kannattavammaksi. Työssä tarkastellaan, millaiset tekijät vaikuttavat asfaltin levityksen kokonaiskustannuksiin.

Työn tavoitteena on selvittää, millaisia tekijöitä tulisi ottaa huomioon päällystepalveluiden levitysryhmän työssä ja sen suunnittelussa, jotta toiminta olisi mahdollisimman tuottavaa. Työssä vertaillaan erilaisia tekijöitä, jotka vaikuttavat työstä saatavaan tuottoon. Yksittäisistä vertailuista muodostuu kokonaisuus, jonka avulla voidaan tarkastella tuottavuutta entistä laajemmasta näkökulmasta. Tarkastelun avulla nähdään, millainen vaikutus kullakin tuottoon vaikuttavalla tekijällä on kokonaiskustannuksiin. Päällystepalveluiden toiminnan suunnittelu helpottuu ja voimavaroja voidaan käyttää tuottavuuden kannalta merkittävimpiin tekijöihin.

Vertailussa käytettiin aineistona levitysryhmän tuottavuuden päiväkohtaisia tarkasteluja ajalta 18.5.–20.8.2010, joista selvisi kunkin päivän tulot ja menot. Päiväkohtaisissa tarkasteluissa eli päivälistoissa tulot eriteltiin samalla periaatteella kuin työstä laskutettiin. Menot eriteltiin työntekijöiden palkkoihin, kaluston kustannuksiin sekä yleis- ja yhteiskuluihin. Työssä olevat vertailun kohteet valittiin näiden päivälislojen sisältämistä muuttujista. Tällä tavalla työn tuottoon vaikuttavista tekijöistä pyrittiin saamaan mahdollisimman kokonaisvaltainen kuva. Aineiston rajallisuuden vuoksi esimerkiksi levitystyön laatuun ei kiinnitetty huomiota, vaan sen oletettiin pysyvän vakaana. Toisaalta aineisto kerättiin jokaiselta työpäivältä yhtenäiseltä ajanjaksolta, joten tuottavuudesta voidaan saada kattava kokonaiskuva.

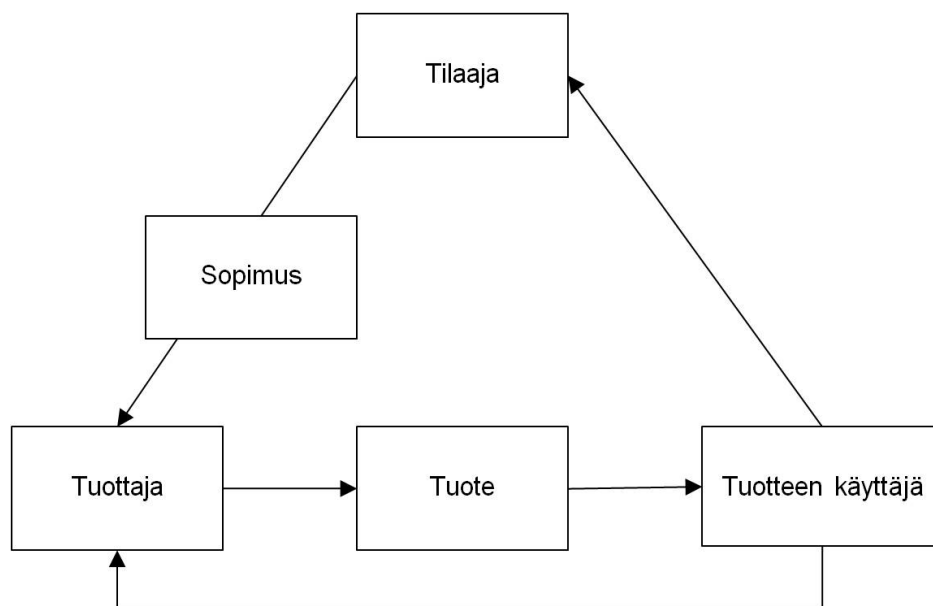
Vertailun avulla nähtiin, miten erilaiset asfaltin levitystyössä tehtävät valinnat vaikuttavat työn tuottavuuteen. Tarkastelun avulla saatiin selville yksittäisten tekijöiden vaikutus kokonaisuuteen ja niiden painoarvo kokonaistuottavuuden kannalta. Uuden informaation avulla päällystepalveluiden työssä ja työn suunnittelussa pystytään tulevaisuudessa keskittymään ja puuttumaan kaikkein tärkeimpiin ja vaikuttavimpiin tekijöihin. Vertailun avulla pystytään myös seuraamaan, ovatko yksikköhinnat kohdallaan työn tekemisestä koituviin kustannuksiin nähden.

## 2 TUOTTAJA TUOTTAVANA TOIMIJANA

Tässä luvussa esitellään työn tausta. Ensimmäisessä alaluvussa kerrotaan tilaaja-tuottajamallin peruseriaatteet. Sen lisäksi kerrotaan, miten malli on otettu käyttöön Tampereella. Koska tilaaja-tuottajamallin käyttö edellyttää palvelun tuottajalta uudenlaista markkina-ajattelua, toisessa alaluvussa keskitytään tuottavuuteen. Tuottavuus on yksi tuottajan toiminnan tärkeimmistä tavoitteista.

### 2.1 Tilaaja-tuottajamalli

Tilaaja-tuottajamalli on palvelujen tuotanto- ja jakelutapojen malli. Tilaaja-tuottajamallissa siirrytään hierarkkisesta johtamistavasta sopimusperustaiseen johtamiseen, jossa palvelun tilaaminen ja tuotanto erotetaan toisistaan. Näin tilaaja ja tuottaja muodostavat omat organisaatioyksikkönsä. Tilaajina voivat olla esimerkiksi kunnan luottamushenkilöt ja virkamiehet. Tuottajina voivat olla kunnan oma tuotanto, yksityiset yritykset tai voittoa tavoittelemattomat organisaatiot. Toiminnan on mahdollista tehostua, kun tilaajan ja tuottajien välille muodostetaan näennäismarkkinat. (Siitonen & Valkama 2003, 35.) Tilaaja-tuottajamallin peruselementit on esitetty kuviossa 1.



KUVIO 1. Tilaaja-tuottajamallin peruselementit (Kallio, Martikainen, Meklin, Rajala, & Tammi 2006, 23)

Tilaaaja-tuottajamallissa tilaajan vastuulla on palveluiden järjestäminen. Tilaajan tulee arvioida palvelutarve ja sen kehitys. (Kuopila 2007, 10.) Tilaaja päättää palvelukokonaisuudet noudattaen poliittisia tavoitteita ja valitsee palvelutuotteet palvelukokonaisuuksista. Tilaaja arvioi palvelujen hinta-laatu-suhdetta, hintoja ja palvelujen vaikuttavuutta. Sen tehtäviin kuuluu myös kilpailuttaa palvelut tuottajilla ja valita kokonaistaloudellisesti edullisin palveluntuottaja. Tilaaja valvoo tuottajan toimintaa ja tarpeen mukaan myös puuttuu siihen. (Siitonen & Valkama 2003, 35.)

Tuottaja voi päättää, millä tavalla se tuottaa tilaajan kanssa sovitut palvelut. Tuottajan vastuulla on palvelujen tuotantoprosessin hallinta. (Kuopila 2007, 10.) Tuottajan tehtävissä korostuu liiketoimintaosaaminen, mikä lisää toiminnan tehokkuutta ja on tärkeä osa myös kunnallisen palveluntuottajan toiminnan jatkuvuutta (Kuopila 2007, 36). Tuottajan tehtävä on hankkia tuotantotekijät ja vastata niiden kunnossapidosta ja kehittämisestä. Tuottaja laatii tarjouksia tilaajan tarjouspyyntöjen mukaan. Jos tuottajan tarjous hyväksytään, se solmii sopimuksen tilaajan kanssa. Tuottajan vastuulla on varmistaa toiminnan tehokkuus ja tuotantotaparatkaisun hyötysuhde. Tuottajan tulee tuotteistaa palvelunsa ja toimittaa palvelut tilaajalle sopimuksen mukaan. Tuottaja on vastuussa siitä, että tilaaja tuntee tuottajan kompetenssin ja sen uudet palvelut. (Siitonen & Valkama 2003, 35; Kuopila 2007, 37.)

Sopimusohjaus on keskeinen osa tilaaja-tuottaja-toimintatapaa. Tilaaja ja tuottaja tekevät sopimuksen neuvottelujen tuloksena. Sopimusohjauksen tarkoitus on olla toiminnan ohjauksen, tuottavuuden kohottamisen ja laadun hallinnan väline. (Efektia 2004, 10.) Tilaajalta edellytetään ostettavan palvelun ja sen laatutason määrittämistä. Tilaajan tulee arvioida palvelun hinta-laatu-suhdetta sekä valvoa tuottajaa sopimuksen voimassaolon aikana. Lisäksi tilaajan tulee hallita neuvottelumenettelyt. Tuottajan tulee kuvata tuotantoprosessinsa sekä tuotteistaa ja hinnoitella palvelunsa. Sopimusohjaus edellyttää tuottajaa myös jatkuvaan tuotekehittelyyn ja kustannustehokkuuden hallintaan. Tuottajalta vaaditaan myös laadun järjestelmällistä ylläpitämistä. Palvelujen käytännön toiminnan vastuuta ho vaihtelee tilaajan ja tuottajan välillä, mutta vastuun kantaa viime kädessä tilaaja. (Kuopila 2007, 31–32.)

Tampereella on käytössä tilaaja-tuottajamallin sovellus. Tampereen kaupungin yhdyskuntapalvelut valittiin tilaaja-tuottajamallin ensimmäiseksi pilottikohteeksi vuonna 2005. Kokeilu kesti vuoden 2006 loppuun, minkä jälkeen koko kaupunki siirtyi tilaaja-tuottajamalliin vuoden 2007 alusta. (Tampereen kaupunki 2009a.) Tampereella tilaajina toimivat lautakunnat, joiden tukena ovat asioita valmistelevat virkamiehet. Tuottajina Tampereella toimivat johtokunnat, joilla on myös apunaan virkamiehiä. Tampereella on todettu, että tilaaja-tuottajamalliin siirtymisellä säästetään rahaa, pystytään vastaamaan nopeammin kaupunkilaisten muuttuviin tarpeisiin ja turvataan palvelut. Tampereella tuottajat kilpailevat tiluksista palvelumarkkinoilla. (Tampereen kaupunki 2009b.)

## 2.2 Tuottavuus osana kannattavaa toimintaa

Kannattavuus on toimintatapojen sekä henkilöstön osaamisen ja ammattitaidon tulosta. Työn kannattavuutta voidaan kuvata esimerkiksi tarkastelemalla, miten tehokkaasti toimija käyttää resursseja ja kuinka tuottavaa toiminta on. (Petäjäniemi 2011, 46.) Kannattavuus on yläkäsite, ja sen elementtejä ovat tehokkuus ja tuottavuus. Tehokkuus ja tuottavuus tarkoittavat osin samaa asiaa. Tehokkuudella tarkoitetaan, kuinka paljon enemmän kullakin panosmäärällä olisi mahdollista saada aikaan. (Kuntaliitto 2011.) Tässä työssä keskitytään kuitenkin tuottavuuteen.

Tuottavuudella tarkoitetaan tuotosten suhdetta panoksiin. Julkisella sektorilla tuottavuudella tarkoitetaan palvelusuoritteiden suhdetta panoksiin sekä suoritteiden vaikutusten suhdetta panoksiin. (Kangasharju 2008, 7.) Tuottavuus vaikuttaa kustannuksiin esimerkiksi, jos sama tuotto saavutetaan vähäisemmällä kustannuksella (Kangasharju 2008, 14). Toisaalta, kun käytetään vähemmän panoksia samaan tuotokseen, tuottavuus paranee. Tuottavuustutkimuksen avulla voidaan parantaa tuottavuutta, mikä on tärkeää palvelujen tuotannon jatkuvuuden kannalta. (Kuntaliitto 2009.)

Tuottavuuden osatekijöihin tulee kiinnittää huomiota jo ennen työhön ryhtymistä. Tekijöiden tiedostaminen helpottaa keskittymistä merkittäviin tuotantotekijöi-

hin ja tuottavuutta parantaviin toimiin ryhtymistä. Tässä työssä pyrittiin käsittelemään yksittäistä toimintoa mahdollisimman kokonaisvaltaisesti. Asfaltin levitystyötä tarkasteltiin vertailemalla eri tekijöiden vaikutuksia päiväkohtaisiin kokonaiskustannuksiin ja sitä kautta päiväkohtaiseen tuottoon. Tarkoituksena oli löytää tuottavuuteen merkittävästi vaikuttavia myönteisiä tai kielteisiä tekijöitä.

### 3 ASFALTTITYYPIT JA ALUSTAN VAIKUTUS LEVITYSMENETELMÄÄN

Tässä luvussa esitellään yleisimmät asfalttityypit. Päähuomio kohdistuu asfalttityyppeihin, joita käytettiin Tampereen Infran päällystepalveluissa. Luvun jälkimmäisessä osassa tarkastellaan, miten päällysteen alla oleva rakenne vaikuttaa päällystysmenetelmään ja asfalttityyppiin.

#### 3.1 Asfalttityypit

Asfaltin valmistuksessa käytetään kiviainesta ja sideainetta sekä tarvittaessa lisäaineita. Asfaltin ominaisuuksiin voidaan vaikuttaa muuttamalla raaka-aineiden laatua. Kiviaineena käytetään murskattua kalliota tai soraa, murskaamatonta kiviainesta ja täytejauhetta. Kiviaineen käyttöön vaikuttaa muun muassa sen rakeisuus, lujuus ja rakeiden muoto sekä murtopintaisuus. Täytejauheen määrään vaikuttaa muun kiviaineksen hienoainespitoisuus. (Silén 2010, 61.)

Asfaltin sideaineena käytetään tislattua bitumia, puhallettua bitumia, polymeerimodifioitua bitumia, bitumiliuoksia tai bitumiemulsioita. Bitumien ominaisuuksia kuvataan yleisesti tunkeutumaluokalla, mikä antaa käsityksen bitumin fysikaalisista ominaisuuksista, kuten bitumin kovuudesta. Tunkeutumaluokka ei ole ainoa bitumin ominaisuuksia kuvaava määre, vaan bitumien käyttäytymistä voidaan tarkastella myös eri lämpötiloissa. Tunkeutumaluokka ja lämpötila vaikuttavat bitumin viskositeettiin. Esimerkiksi polymeerilisäyksellä pyritään vaikuttamaan bitumin lujuuteen, venymään, väsymyskestävyyteen, elastisuuteen, kylmä- ja kuumaominaisuuksiin, tarttuvuuteen sekä säänkestävyyteen. Toisin sanoen lisäyksellä pyritään vaikuttamaan bitumin käyttöikänsä. (Asko 2006, 8–16.)

Asfaltin valmistuksessa voidaan käyttää erilaisia lisäaineita, jotka parantavat päällysteen toiminnallisia ominaisuuksia. Lisäaineita voidaan käyttää myös, jotta saavutettaisiin edullisempi teknis-taloudellinen lopputulos. Lisäaineita ovat kuidut, tartukkeet ja luonnonasfaltti. Muihin lisäaineisiin lukeutuvat erilaiset teollisuuden tuotteet, kuten kumirouhe. Näiden käytöstä on sovittava erikseen työn tilaajan kanssa. (Silén 2010, 64–65.) Asfalttimassojen laatuvaatimukset on esitetty asfalttinormeissa (Silén 2010, 56).

### 3.1.1 Asfalttibetoni

Asfalttibetoni on yleinen tien kulutus-, side- ja kantavan kerroksen asfalttityyppi. Asfalttibetonia käytetään myös massapintauksissa, tasauksissa ja paikkaustöissä. (Silén 2010, 55.) Massaa valmistetaan kuumasta kiviaineesta. Asfalttibetonin rakeisuuskäyrä on jatkuva, ja sen sideaineen tunkeuma 25 celsiusasteessa on alle 330 1/100 millimetriä. (Asko 2006, 31.) Kulutuskerroksen asfalttibetonin lyhenne on AB. Sen kiviaineksen maksimiraekoko voi olla kuudesta millimetristä 22 millimetriin (AB 6 - AB 22) (Silén 2010, 56). Tarvittaessa päällysteen paksuus voidaan ilmoittaa kilogrammoina neliötä kohden asfalttilajin lyhenteen jälkeen (esimerkiksi AB 16/100) (Asko 2006, 31). Asfalttibetonit, joiden maksimiraekoko on kuudesta millimetristä 11 millimetriin, sopivat alueille, joiden liikenne ei ole erityisen kuluttavaa tai raskasta. Materiaali sopii esimerkiksi jalkakäytävälle, kevyen liikenteen väylille ja ajoradoille, jos liikennemäärä on alle 2500 ajoneuvoa vuorokaudessa (KVL). Tätä vilkkaammilla teillä (KVL 2500–5000 ajoneuvoa vuorokaudessa) maksimiraekoon tulee olla 16 millimetristä 20 millimetriin. Jos keskimääräinen vuorokausiliikenne on yli 5000 ajoneuvoa, tulisi tehdä täydellinen toiminnallinen suhteitus. (Asko 2006, 33.)

Sidekerros muodostaa päällysrakenteen jäykän kerroksen, joka saavutetaan murtopintaisen kiviaineksen avulla (Asko 2006, 32). Sidekerroksen asfalttibetonin lyhenne on ABS ja maksimiraekoko on 16 millimetristä 22 millimetriin (ABS 16 - ABS 22). Sidekerroksen tarpeellisuus tulee arvioida erikseen tapauskohtaisesti. (Silén 2010, 56.)

Kantava kerros voidaan tehdä osittain sidottuna. Kantavan asfalttibetonin lyhenne on ABK ja sen maksimiraekoko voi olla 16 millimetristä 32 millimetriin. Sen sideaineen ja hienoaineen määrä on pienempi kuin kulutuskerroksen. (Silén 2010, 56.)

Tiiviin asfalttibetonin lyhenne on ABT. Tiivistä asfalttibetonia käytetään kohteissa, joissa vaaditaan alhaista veden läpäisevyyttä. Tiivistä asfalttibetonia käytetään esimerkiksi huoltoasemilla ja kaatopaikoilla. Asfaltti saadaan tiiviimmäksi, kun tyhjätila suhteitetaan riittävän alhaiseksi. (Silén 2010, 56.) Tiivis asfaltti vaa-

tii suurta sideainepitoisuutta (Asko 2006, 33). Toimiakseen rakenne vaatii riittävän paksun kerroksen (Silén 2010, 56).

### 3.1.2 Avoin asfaltti

Avoimen asfaltin lyhenne on AA. Avoimen asfaltin rakeisuuskäyrä on epäjatkuvaa. Asfalttinormien mukaan massan maksimiraekoko voi olla viidestä millimetristä 16 millimetriin ja levitysvahvuus vaihtelee 50 kilogrammasta 125 kilogrammaan neliötä kohden. Sen pääasialliset käyttökohteet ovat pysäköintialueet ja kevyesti liikennöidyt kentät ja pihat. Avoin asfaltti läpäisee huokoisen rakenteensa vuoksi hyvin vettä. (Asko 2006, 38–39.)

### 3.1.3 Kivimastiksiasi-asfaltti

Kivimastiksiasi-asfaltin lyhenne on SMA. Sen maksimiraekoko voi olla viidestä millimetristä 20 millimetriin (SMA 5 - SMA 20). Kivimastiksiasi-asfaltti on ensisijaisesti vaativien ajoratojen kulutuskerroksen asfaltti. Kivimastiksiasi-asfaltti on yksikköhinnaltaan kalliimpi kuin vastaava asfalttibetoni, mutta kestää paremmin kulutusta. Tästä syystä kivimastiksiasi-asfaltti saattaa olla tietyille väylälle kokonaistaloudellisesti edullisempi vaihtoehto kuin asfalttibetoni. Kivimastiksiasi-asfaltin rakeisuuskäyrä ei ole jatkuva, vaan sisältää vain karkeaa kiviainesta. Tästä syystä päällyste on kestävä. 85 prosenttia kiviaineesta tulee olla kalliomursketta. Sideainena käytetään melko kovia bitumeja tai kumibitumeja. Osa sideaineesta voidaan korvata luonnonasfaltilla. (Asko 2006, 34–35.) Massaan tulee myös stabiilivaa selluloosakuitua, jonka osuus painoprosentteina on 0,3–0,5. Kuitu lisää massan jäykkyyttä, ja sen tärkein tehtävä onkin jäykistää bitumi asfaltin valmistuksen ja levityksen ajaksi (Asko 2006, 28.)

Hienorakeisemmat kivimastiksiasi-asfaltit sopivat hyvin kaduille, joiden liikennemäärät ovat 2500–10 000 ajoneuvoa vuorokaudessa ja kohtuullisesti liikennemäärän ollessa yli 15 000 ajoneuvoa vuorokaudessa. Karkeammat päällysteet, jotka kestävät kulutusta paremmin, sopivat hyvin linja-autokaistoille sekä kaduil-

le, joiden liikennemäärä nousee yli 15 000 ajoneuvoon vuorokaudessa. (Asko 2006, 34–35.)

#### 3.1.4 Pehmeä asfalttibetoni

Pehmeän asfalttibetonin lyhenne on PAB. Sen merkittävin ero asfalttibetoniin (AB) on sideaineen pehmeys. Massaa voidaan valmistaa kuumasta kiviaineesesta, kiviainesta lämmittäen sekä kylmästä kiviaineesesta, koska sideaine on pehmeää. Pehmeät asfalttibetonit jaetaan alatyyppeihin sideaineen ominaisuuksien perusteella (PAB-B, PABK, PAB-V). Päälystettä käytetään tavanomaisesti vähäliikenteisillä teillä (KVL<1500 ajon/vrk). Pehmeä asfalttibetoni on osin korvanut aiemmin käytetyn öljysoran. (Asko 2006, 36–37.)

#### 3.1.5 Valuasfaltti

Valuasfaltin lyhenne on VA. Yleensä massan maksimiraekoko on 5,6 millimetristä 16 millimetriin, mutta koneella levitettynä maksimiraekoko voi olla 22,4 millimetriä. Valuasfaltissa käytetään murskattua kiviainesta ja hiekkaa sekä täytejauheena kalkkikivijauhetta. Deformaatiokestävyyttä voidaan parantaa lisäämällä luonnonasfalttia. Valuasfalttia ei tarvitse tiivistää, sillä massan sideaine täyttää tyhjätilan. Massa valmistetaan asfalttiasemalla samoin kuin asfalttibetoni. Esivalmistettu valuasfalttiannos siirretään keskuskeittimeen, jossa asfalttia kypsytetään vähintään kaksi tuntia. Keitin voi olla kuljetettava (hinattava) tai siirtolavalla siirrettävä. Valuasfaltti voidaan levittää käsin tai levittimellä. Se soveltuu vähäliikenteisille jalkakäytävälle ja hyvää vesitiiviyyttä vaativille kohteille. Valuasfalttia käytetään myös siltojen päälysteyteenä. Ajoradoilla valuasfaltin pinta karkeutetaan sirotteella. (Asko 2006, 105–107.)

### 3.1.6 Bitumistabilointi

Bitumistabiloinnin lyhenne on BST ja se on menetelmä, jolla sidotaan kantava tai jakava kerros bitumilla. Menetelmä parantaa tien kuormituskestävyyttä ja liikennöitävyyttä. Menetelmän alatyyppejä ovat bitumiemulsiostabilointi (BEST), vaahtobitumistabilointi (VBST), komposiittistabilointi (KOST) ja remixstabilointi (REST). Menetelmillä vanhat kerrosrakenteet saadaan uudelleen käyttöön. (Asko 2006, 112–114.)

## 3.2 Alustan vaikutus levitysmenetelmään

### 3.2.1 Sitomaton alusta

Sitomaton alusta tehdään murskeesta ja levitetään tasalaatuiseksi, karkeaksi, kiinteäksi ja tasaiseksi kerrokseksi suunnitelman mukaan (Tiehallinto 2002, 8). Alustan karkeus edesauttaa päällysteen tarttumista sitomattoman kerroksen pintaan (Asko 2006, 65). Alustan on oltava päällysteeltä vaadittavan sivukaltevuuden mukainen (Tiehallinto 2002, 8). Sitomaton alusta voi olla myös soratie (Asko 2006, 65). Sitomattomalle alustalle levitettävä päällyste voi olla vakiopak-suinen laatta (LTA).

### 3.2.2 Sidottu alusta

Vanha päällyste on kelvollinen uuden päällysteen alustaksi. Ennen päällystystyötä alustan epätasaisuudet tulee tasata ja mahdolliset reiät tulee täyttää käsi-työnä. Vanha päällyste pitää puhdistaa ja liimata (ks. kuva 1). (Tiehallinto 2002, 9.)



KUVA 1. Liimattu sidottu alusta (Kuva: Sami Ruski 2010)

Vakiopaksuisen päällystekerroksen (LTA) levittäminen edellyttää yleensä tasoitustoimenpiteitä (Asko 2006, 65). Massatasauksessa (TAS) alustan urat ja epätasaisuudet tasataan tasoitusmassalla. Ennen tasausta vanha päällyste tulee puhdistaa, paikata ja liimata suunnitelman mukaisesti. (Tiehallinto 2002, 9.) Massapintaauksella tarkoitetaan tasaamattomalle alustalle tehtyä päällystettä tai ohuesta kerroksesta tehtyä ohutpäällystettä. Ohutpäällysteen massamäärät ovat pienempiä kuin asfalttinormien vähimmäispaksuudet. Tällöin suunnitelmasissa esitetään menetelmän periaate, massatyyppi ja massamäärä (esim. AB 11/50 MP). Massapintaauksen yhteydessä sidottu alusta jyrsitään tarvittaessa. (Tiehallinto 2002, 9.)

## 4 LEVITYSTYÖN TUOTTAVUUDEN ELEMENTIT

### 4.1 Työn kohde

Tampereen Infratuotanto Liikelaitoksen sisällä on useita toimintoja, joiden tuottavuutta voisi tarkastella lähemmin, mutta tässä työssä huomio kohdistuu ainoastaan päällystepalvelun levitysryhmän toimintaan. Levitysryhmän tuottavuudesta kerättiin aineistoa ajalta 18.5. – 20.8.2010. Tuottavuuden tarkastelu on vain osa levitysryhmän toiminnan kehittämistä. Toiminnan jatkuvuuden turvaamiseksi ja työn kokonaisvaltaiseksi kehittämiseksi vastaavaa analyysia tulisi tehdä myös muista näkökulmista. Tämän tarkastelun kohteena on levitysryhmän toiminnan tuottavuus.

#### 4.1.1 Tampereen Infratuotanto Liikelaitos ja päällystepalvelut

Tampereen Infratuotanto Liikelaitos on kaupungin sisäinen liikelaitos ja yksi kaupungin kahdeksasta liikelaitoksesta. Tässä työssä Tampereen Infratuotanto Liikelaitoksen rinnalla käytetään myös nimeä Tampereen Infra. Liikelaitokseen kuuluu suunnittelu-, mittaus-, rakentamis- ja kunnossapitopalveluja sekä kuljetus- ja korjaamopalveluja. Tampereen Infra on perustettu 1.1.2009, jolloin siihen siirtyivät Tampereen katu- ja vihertuotanto, yhdyskuntatuotannon suunnittelu- ja Tampereen auto- ja konekeskus. (Tampereen Infra 2010a, 9.) Katu- ja vihertuotanto koostuu kunnossapitopalveluista, laskenta- ja rakennuttamis- palveluista, rakentamispalveluista sekä tuotantopalveluista. Tuotantopalveluihin kuuluu myös maa- ja kiviainestuotanto, maan ja lumen vastaanotto, reunakivi- tuotteet ja telematiikan kunnossapito. (Tampereen Infra 2010b, 12.)

Päällystepalvelut ovat osa tuotantopalveluja. Päällystepalvelut myyvät asfalttia pääosin kaupungin omiin kohteisiin, mutta massaa myydään myös ulkopuolisille asiakkaille. Tärkeimpiä tuotteita ovat asfaltti- ja uusioasfalttipäällysteet sekä valuasfalttipaikkaukset. (Tampereen Infra 2010b, 12–13.)

#### 4.1.2 Päälystepalveluiden levitysryhmä

Tampereen Infran päälystepalveluiden levitysryhmässä oli työnjohto mukaan lukien kymmenen työntekijää. Osa kohteista tehtiin pienemmällä miehityksellä. Kalustoon kuului kaksi asfaltin levittäjää, kaksi täryjyrää, tärylevy, liimaruisku ja huoltoauto. Isompi levittäjä oli kapeimmillaan 2,5 metriä leveä, ja leveimmillään sillä pystyi levittämään viiden metrin leveydeltä. Pienempää levittäjää käytettiin erityiskohteissa, ja sillä sai levitettyä kapeimmillaan 1,7 metrin leveydeltä. Jyrät olivat eri painoiset, ja kohteesta riippuen käytettiin joko kumpaakin tai vain toista. Auto- ja konekeskukselta (AKK) oli käytössä kaksi kuorma-autoa kuljettajineen sekä lavetti. Päivittäin oli käytössä yksi ulkopuolinen kasetti, ja yksi kuorma-auto oli tilattavissa tarpeen mukaan. Levitysryhmän työtehtäviin kuului sidottujen kerrosten, kuten asfalttibetonin, kantavan asfalttibetonin, tasattavan asfalttibetonin ja kivimastikiasfaltin levittäminen. Massojen raekoot vaihtelivat kohteen vaatimusten mukaan. Osa kohteista vaati myös lujiteverkon asentamisen kerrosten väliin.

Tuottavuuden vertailussa käytettävä aineisto on asfalttilevitysryhmän päiväkohtaiset kannattavuuslaskelmat ajalta 18.5.–20.8.2010. Jokaiselle työpäivälle oli erillinen päivälista, josta ilmenivät kustannukset ja tuotot. Päivälista ei ollut kohdekohtainen, vaan se saattoi kattaa useammankin kohteen riippuen kohteiden koosta ja aikatauluista. Työtä oli saatettu jatkaa kohteessa myös toisena päivänä. Tästä syystä tässä työssä käsiteltiin päivittäisiä, eikä kohdekohtaisia kustannuksia.

Päivälistoissa tulot tulivat levityksestä ja määräytyivät levitettävän massamäärän ja lisätöiden mukaan. Jokaisella asfalttimassan laadulla oli oma yksikköhintansa. Yksikköhinta (euroa/tonni) oli laskettu ottaen huomioon juuri kyseisen asfalttimassan levityksen kustannukset. Levityksestä saataviin tuloihin tietyllä asfalttimassalla vaikuttivat yksikköhinnan lisäksi levitettävä tonnimäärä, mahdolliset lisätyöt, pinta-ala ja neliölle levitetty kilomäärä. Pinta-ala vaikutti tuoton suuruuteen pienen alan korotuksen kautta. Jos levitettävä kohde oli viidenkymmenen metrin päässä viereisestä levitettävästä kohteesta samalla työmaalla, ja sen pinta-ala oli alle tuhat neliometriä, tuli hintaan lisäksi pienen alan korotus.

Pinta-alaa laskettaessa alle viidenkymmenen metrin etäisyydellä olevat kohteet samalla työmaalla laskettiin samaksi kohteeksi. Korotus oli suhteessa sitä suurempi, mitä pienempi pinta-ala oli. Korotus oli prosentuaalinen, mutta ei kasvanut neliömäärän mukaan lineaarisesti. Yhden neliön kokoisessa kohteessa pienen alan korotus oli 500 prosenttia, 50 neliön kokoisessa kohteessa korotus oli 200 prosenttia, ja 500 neliön kokoisessa kohteessa korotus oli 60 prosenttia. Asfalttimassoilla oli määrätty levityspaksuus eli neliökohtainen kilomenekki lukuun ottamatta tasausmassoja. Sopimuksesta riippuen neliökohtaisen kilomenekin tuli pysyä tietyissä rajoissa. Jos massamäärä neliötä kohden oli alle 3 prosenttia vähemmän sovitusta, seurasi arvonalennus. Lisätöitä olivat muun muassa kaivojen ja vesijohtojen sulkuventtiilien (nallien) irtipiikkaus tai vaihto, alustan liimaus tai lujiteverkon asentaminen. Myös erikoistyönä saattoi vaikuttaa tuottoon.

Päivälistojen kustannukset (menot) muodostuivat hukkamassoista, työntekijöiden ja kaluston määrästä sekä yleis- ja yhteiskuluista. Hukkamassat olivat levityksestä yli jäänyttä massaa ja sen tuomat kustannukset laskettiin hukkamassan tonnimäärän mukaan. Työntekijöiden kustannuksiin vaikuttivat työntekijöiden lukumäärä, tuntipalkka (sosiaalikuluneen), työtuntien määrä ja ylityön määrä. Kalustoon kuului levityskaluston lisäksi työntekijöiden kulkuneuvo ja massa-autot kuljettajineen. Kaluston kustannuksiin vaikutti kunkin yksikköhinta (euroa/kpl tai euroa/tunti). Yleis- ja yhteiskulut olivat prosentuaalinen osuus menoista. Laskelmissa ei huomioitu katetta, koska päällystepalvelut tekevät liikelaitoksen sisäiset työt omakustannehintaan.

Tässä työssä käsitellään päällystepalveluiden levitysryhmän töiden järjestelyjä sekä kohteiden hallintaa. Työssä tarkastellaan aikataulujen laadintaa, kohteiden valintaa ja priorisointia, työvoimakustannusten jakautumista ja muiden keskeisten työjärjestelyjen ja työkohteiden organisointia sekä niiden merkitystä työn tuottavuuteen. Työssä ei oteta kantaa erilaisten menetelmien laatuun tai työtekniisiin seikkoihin.

## 4.2 Kustannusten muodostuminen ja vertailu

Seuraavissa alaluvuissa on vertailtu eri tekijöiden vaikutusta päiväkohtaiseen tuottoon. Vertailut eivät yksin selitä päiväkohtaisen tuoton määrää, mutta kokonaisuutena yksittäisten tekijöiden summa auttaa hahmottamaan, mistä tekijöistä tuotto saadaan muodostumaan. Vertailtavat tekijät oli valittu, jotta työnjohdolla olisi ennen kohteen vastaanottamista ja työhön ryhtymistä käsitys niistä tekijöistä, jotka vaikuttavat kohteen kustannuksiin. Vertailun avulla eri tekijöiden painoarvot tulevat esille.

### 4.2.1 Palvelun tilaaja

Ensimmäisen vertailun kohteena olivat rakentamispalvelut ja kunnossapitopalvelut, koska niiden työt voidaan jakaa tilaajan mukaan selkeästi kahteen osaan. Vertailu oli kunnossapitopalveluiden töiden kannalta mielenkiintoinen, koska aiemmasta poiketen päällystepalvelun oma levitysryhmä teki myös kunnossapitopalvelun töitä. Työssä rakentamispalvelut ja kunnossapitopalvelut käsitettiin päällystepalveluihin nähden tilaajana, vaikka ovat liikelaitoksen organisaatiossa tuottajia. Rakentamis- ja kunnossapitopalvelut ovat katu- ja vihertuotannon yksiköitä. Niiden rinnalla toimii tuotantopalvelut, jonka osana päällystepalvelut ovat. Asfalttimassa tilattiin päällystepalveluilta levitettyinä.

Rakentamispalveluiden kohteissa saneerattavana oli koko katu, kun taas kunnossapidon kohteissa kyseessä oli nimensä mukaisesti kunnossapitotoimenpide, jolloin vain kulutuskerros saneerattiin. Vertailulla nähtiin karkeasti, kumman työt olivat tuottavampia päiväkohtaisen tuoton näkökulmasta. Rakentamispalvelun ja kunnossapitopalvelun kohteet olivat erilaisia. Kohteet eroavat toisistaan esimerkiksi kohteen pinta-alan ja massan levittämispaksuuden suhteen. Tästä syystä päiväkohtainen massamenekki oli eri luokkaa. Näistä syistä vertailu ei ollut tasa-arvoinen, mutta vertailun avulla nähtiin, kumman työt olivat tuottoisampia kokonaisuutena.

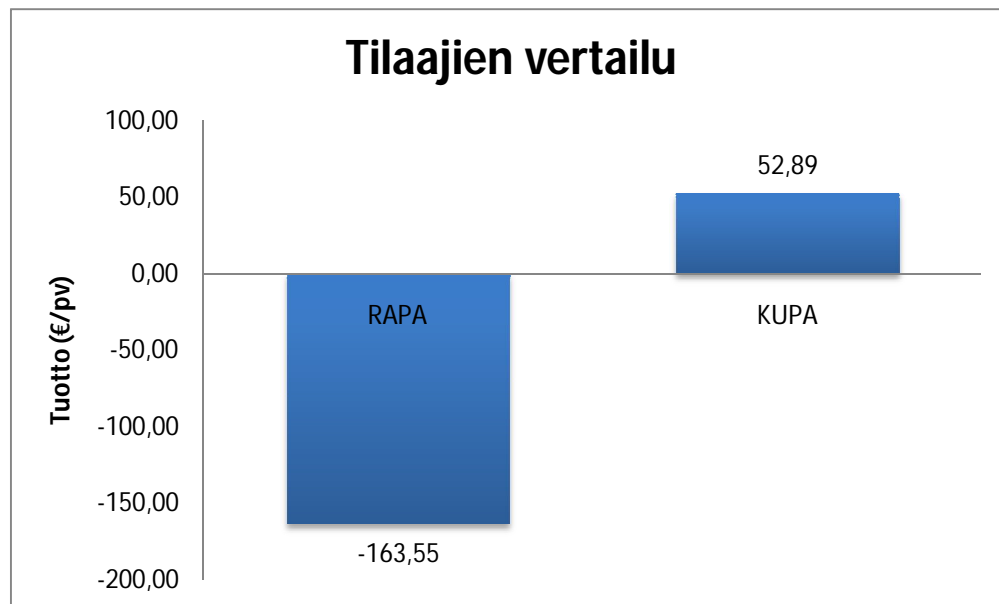
Palvelun tilaaja vaikuttaa kohteessa massan laatuun, kohteen pinta-alaan, massameneektiin, aikatauluun, kohteen sijaintiin ja kohteen muihin vaatimuksiin (esimerkiksi liikenteelliset vaatimukset). Näin ollen valtaosa kustannuksista määräytyy jo kohteen valinnan mukaan. Töiden jako ja alustavat aikataulut sovittiin viikoittain järjestetyissä asfalttikokouksissa.

Kunnossapidon kohteet olivat pääosin massapintauksia, joihin saattoi liittyä taseusmassan levittämistä. Kunnossapidon kohteissa päällystystyö tehtiin sidotulle alustalle, joten kohteissa käytettiin myös liimaruiskua. Tavanomaisesti työhön kuului myös kaivojen ja nallien irtipiikkausta. Kaupungin kunnossapitoalueet oli jaettu kahtia. Itä-Tampereen kohteissa kaivot ja nallit olivat yleensä valmiiksi piikattuja. Länsi-Tampereen kohteissa levitysryhmä piikkasi kaivot. Kohteisiin saattoi kuulua myös lujiteverkon asentamista asfalttikerrosten väliin. Kunnossapidon kohteisiin tuli tilata kunnossapidosta kohteeseen myös työnaikaiset liikennemerkkit. Vaikka työalue oli merkitty hyvissä ajoin liikennemerkkein ja kadunvarsispysäköinti oli kielletty, autoja oli silti usein pysäköitynä työalueella. Autojen lähisiirroista huolehti yleensä levitysryhmän työnjohto, mutta kunnossapidon tilaaja maksoi kustannukset. Päällystepalvelut eivät laskuttaneet kunnossapitoa erikseen autojen siirrosta koituneesta työstä, vaikka päällystepalveluiden työntekijä joutui usein vastamaan lähisiirroista. Usein kohteissa tarvittiin myös liikenteenohjaajia, jotka olivat joko kunnossapidon tai levitysryhmän työntekijöitä. Levitysryhmän työnjohto suunnitteli työnaikaiset liikennejärjestelyt.

Rakentamispalvelun kohteet olivat yleensä kohteita, jossa kadun kerroksia oli uusittu. Näin ollen alue oli usein rajattu työmaaksi. Ennen asfaltointia, rakentamispalvelut järjestivät kohteesta pohjien luovutuksen. Luovutuksessa kirjattiin ylös luovutushetkellä kohteen ominaisuudet ja kohteessa tehtävät työt. Tavanomaisesti asfaltointi tehtiin sitomattomalle pohjalle, joten liimausta ei tarvittu. Poikkeuksena oli Automiehenkatu, jossa asfaltointi tehtiin vanhan asfaltin päälle, ja kadun uusi profiili luotiin taseusmassalla.

Kuviossa 2 on jaettu 17.5.–20.8.2010 tehdyt kohteet kahteen ryhmään töiden tilaajien mukaan. Rakentamispalvelun kohteita oli noin puolet enemmän verrattuna kunnossapidon kohteisiin. Kuvaajassa käytetyt luvut ovat kohteista saatu-

jen tuottojen keskiarvoja päivää kohden. Tarkastelun ulkopuolelle jäi muutama päivä, jolloin samana päivänä tehtiin kummankin tilaajan kohteita.



KUVIO 2. Rakennuspalvelujen (rapa) ja kunnossapitopalvelujen (kupa) kohteiden tuoton päiväkohtaiset keskiarvot (€/pv)

Kuvaajan 2 perusteella kunnossapitopalvelun työt olivat keskimäärin kannattavampia. Rakentamispalvelun töiden tuoton kannattavuutta saattaa heikentää se, että niiden kohteet olivat rakentamisen aikatauluista johtuen vuodenaikaan sidottuja. Tämän johdosta alkukaudesta valmistuu pienempiä kohteita tai kohteiden osa-alueita, joita on vaikeampi saada levityksen kannalta tuottavaksi. Kunnossapidon kohteet olivat tältä osin tasalaatuisempia. Levitysryhmän töiden aloittaminen viivästyi harvemmin kunnossapidon kohteissa, sillä aikatauluihin vaikuttavia epävarmuustekijöitä oli vähemmän. Rakentamispalvelun suurimpia kohteita oli Automiehenkatu, jossa levitysryhmä asfaltoi kadulle uuden profiilin tasaussmassalla. Kohde ei ollut kauttaaltaan valmis päällystettäväksi, kun ryhmä aloitti työt. Levitystöitä tehtiin palasina eri puolella työmaata siellä, missä oli mahdollista asfaloita. Suuri osa kuluista kertyi työntekijöiden palkoista. Tämän vuoksi kohteet olisi pitänyt suunnitella niin, että tonnimäärät päivää kohden olisivat olleet suuremmat. Kustannuksia toivat myös eri syistä johtuvat odottamiset.

Levitysryhmä joutui odottamaan, jos:

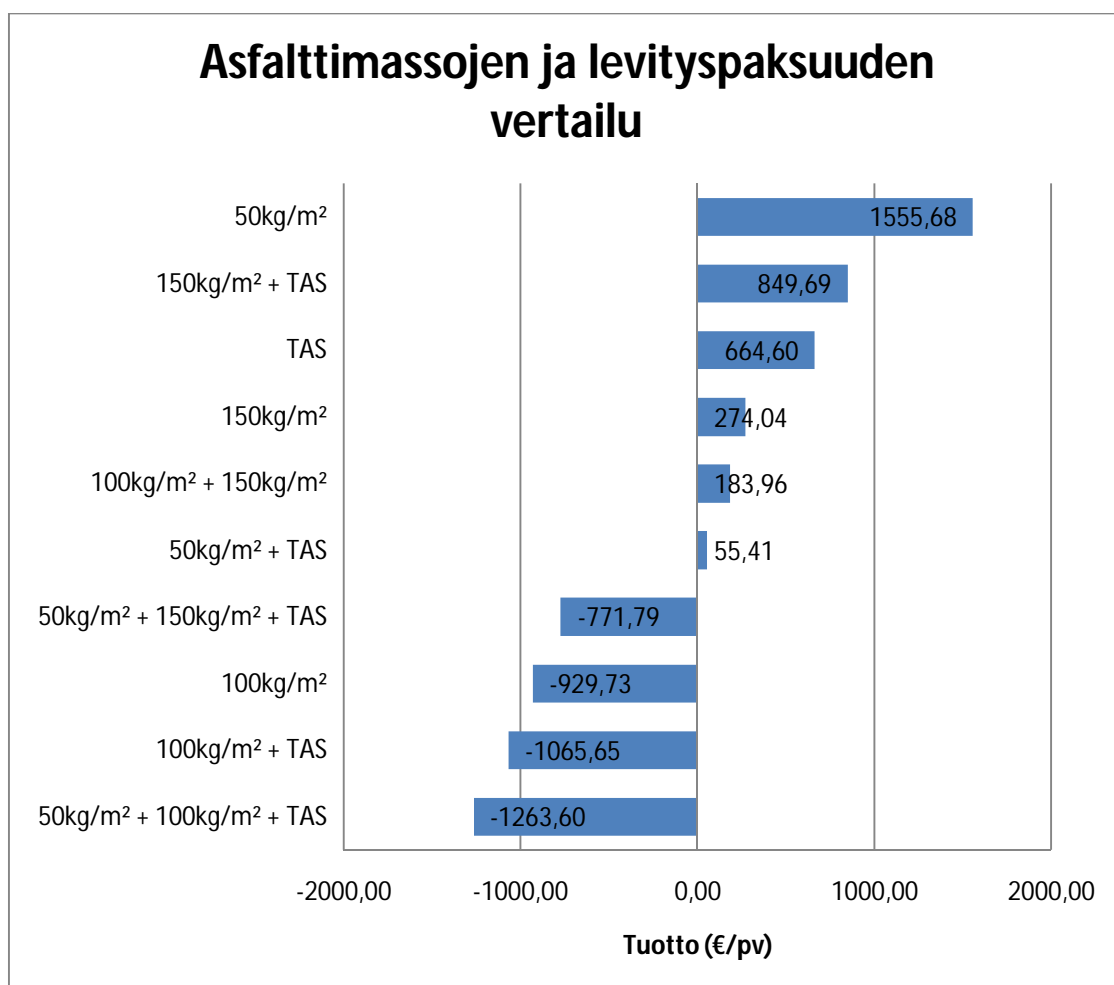
- massa-auto viivästyi
- massaa ei ollut koko ajan saatavilla
- työmaalla ilmeni viivästys
- tapahtui konerikko
- sää oli huono.

#### 4.2.2 Levityspaksuus ja asfalttimassan laatu

Asfalttimassan laatu ja levityspaksuus vaikuttavat merkittävästi kustannuksiin. Eri asfalttilaaduilla on omat yksikköhintansa, koska niiden levittäminen on erilaista. Levitysleveys ja -paksuus vaikuttavat suoraan levitystehoon. Eri massalaatuja voi levittää tilanteesta riippuen myös eri nopeudella. Näiden tekijöiden vuoksi tuottavuustarkastelu edellyttää myös massan laadun tarkastelua. Tarkoituksena oli selvittää, miten massan laatu vaikuttaa levityksestä saataviin tuottoihin.

Kun vertaillaan asfalttimassojen tuottavuutta keskenään, on otettava huomioon, että kyseessä on keskiarvojen vertailu. Esimerkiksi päiviä, jolloin levitettiin pelkästään pohjamassaa, oli eri määrä kuin päiviä, jolloin levitettiin esimerkiksi pohjamassaa ja tasausta. Mitä enemmän lukuja keskiarvoon saadaan, sitä paremmin epävarmuustekijät hukkuvat lukujen määrään. Seuraavasta kuvaajasta (kuvio 3) ei selviä lisätöiden tuomia haasteita. Esimerkiksi päivänä, jolloin levitettiin ensin tasausmassaa ja sen jälkeen kulutuskerrosta sata kilogrammaa neliölle, oli saatettu asentaa lujiteverkko kerrosten väliin. Toisaalta verkolle oli asetettu erillinen yksikköhinta, eikä sen pitäisi vaikuttaa alentavasti tuottoon. Keskiarvoista ei selviä myöskään, oliko työmaalla ilmennyt konerikkoja, viivästymisiä, lyhennettyjä päiviä tai työmaalta toiselle siirtymisestä johtuvia kustannuksia. Myös levitysleveys (2,5 m–5 m) vaikuttaa tuottoon merkittävästi, eikä se ilmene kuvaajasta. Asfaltin levityspaksuus näkyy kuvaajasta. Siitä ei kuitenkaan näy tasausmassan levityspaksuus, koska sen kilomenekki neliötä kohden vaihtelee. Vertailun avulla nähdään kuitenkin eri massojen levityksestä saatavan päivittäisten tuottojen keskiarvot.

Kuviossa 3 jako on tehty levityspaksuuden mukaan. Tällä tavoin saadaan yhdistettyä eri massalaatuja, joiden yksikköhinnat ja levityspaksuus voivat olla samat. Yhdistelyn avulla kuvaajasta saadaan yksinkertaisempi, ja sitä on helpompi tarkastella. Jos kaikki massalaadut olisi vertailtu erikseen, niiden otos olisi jäänyt niin pieneksi, ettei vertailua olisi voinut tehdä.  $50 \text{ kg/m}^2$  tarkoittaa, että siihen kuuluu kaikki kulutuskerroksen massalaadut, jota levitetään noin kahden senttimetrin kerros (esim. AB 11/50 MP ja SMA 11/50).  $100 \text{ kg/m}^2$  pitää sisällään ne kulutuskerroksen massalaadut, joita levitetään noin neljän senttimetrin paksuudelta (esim. AB 11/100, AB 16/100 ja SMA 16/100).  $150 \text{ kg/m}^2$  pitää sisällään kaikki pohjamassat eli kantavan kerroksen sidotun osan. Massalaatuja ovat esimerkiksi ABK 22/125 ja ABK 32/150. Tasausmassan levityspaksuus ei ole vakio. Päivät, jolloin levitettiin enemmän kuin vain yhtä massalaatua, on yhdistetty omaksi osaksi. Kuvaajassa ei eritelty, mikä osuus milläkin asfalttimassalla on kyseisenä päivänä sellaisina päivinä, jolloin levitettiin eri massalaatuja. Kuvaajasta ei ilmene myöskään se, montako eri työmaata kunkin päivän aikana on ollut. Kuvaajassa olevat luvut ovat kyseisen asfalttimassan tuottojen keskiarvoja päivää kohden.



KUVIO 3. Asfalttimassan levityspaksuuden vaikutus tuoton määrään (€/pv)

Kuvion 3 mukaan päivät, jolloin tehtiin pelkästään massapintausta, eli levitettiin 50 kilogrammaa neliölle, olivat tuottavimpia. Keskiarvoltaan toisena olivat päivät, jolloin tasattiin ja levitettiin pohjamassaa 150 kilogrammaa neliölle. Kolmanneksi tuottavimpia olivat päivät, jolloin levitettiin pelkästään tasausmassaa.

Suurinta tappiota tuottivat päivät, jolloin levitettiin:

- 100 kg/m<sup>2</sup> kulutuskerrosta sidotulle alustalle
- tasausmassaa ja 100 kg/m<sup>2</sup> kulutuskerrosta
- tasausmassaa, 50 kg/m<sup>2</sup> massapintausta ja 100 kg/m<sup>2</sup> kulutuskerrosta
- tasausmassaa, 150 kg/m<sup>2</sup> pohjamassaa ja 50 kg/m<sup>2</sup> massapintausta.

Juuri tuottavuuden puolelle pääsivät päivät, jolloin levitettiin:

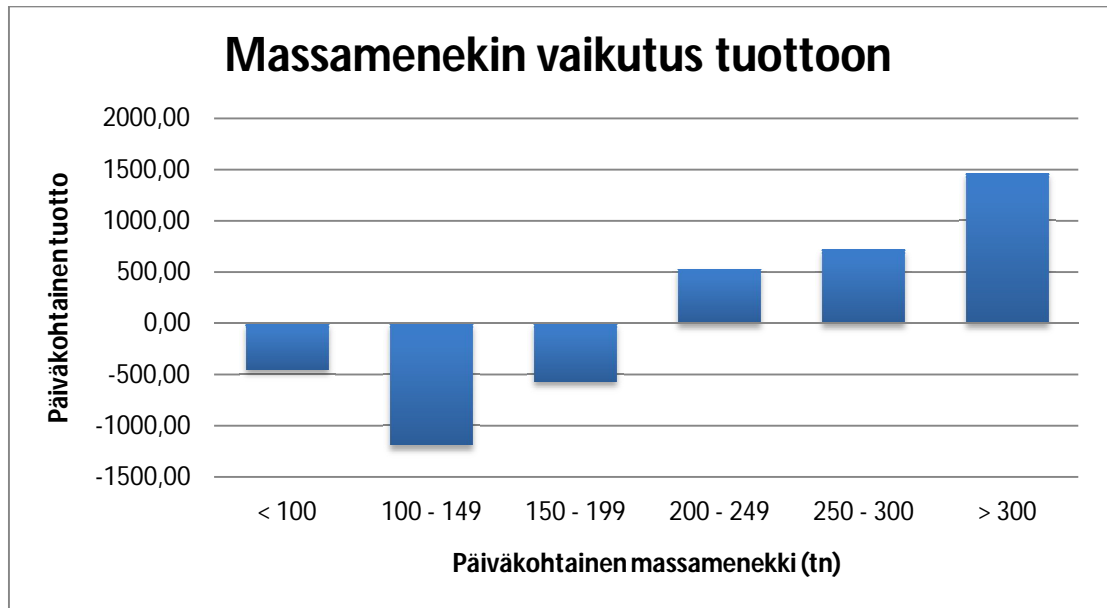
- pelkästään pohjamassaa ( $150 \text{ kg/m}^2$ )
- tasausmassaa ja massapintausta ( $50 \text{ kg/m}^2$ )
- pohjamassaa ja  $100 \text{ kg/m}^2$  kulutuskerrosta.

Tuottavimmat päivät olivat kuitenkin lukumäärällisesti vähäisimpiä ja tavanomaisesta poikkeavia päiviä. Sellaisia päiviä, jolloin käytettiin vain yhtä massan laatua, oli 21. Päiviä, jolloin käytettiin useampaa kuin yhtä massan laatua, oli 26. Sellaisina päivinä, jolloin levitettiin useampaa massalaatua, saatettiin olla myös useammalla työmaalla. Tällöin myös siirrosta koitui kustannuksia. Sellaiset päivät olivat harvinaisia, jolloin levitettiin pelkästään massapintausta. Ne kuvaavat kuitenkin, että sellainen suuri työmaa tuottaa voittoa, jossa samaa massaa saa levittää katkeamatta koko päivän. Myös päivät, jolloin tehtiin pelkästään tasausta, sisälsivät kohteita, joihin tasausmassaa voitiin levittää nopeasti monta tonnia. Myös tämä näyttäisi olevan tuottavaa.

#### 4.2.3 Päiväkohtainen massamäärä

Levitystyössä saadaan tuloja levitetyn asfalttimassan ja lisätöiden mukaan. Tuoton määrään vaikuttavia muuttuvia kustannuksia syntyi työntekijöistä, massa-autoista sekä yleis- ja yhteiskustannuksista. Kiinteitä kustannuksia syntyi levitysr ryhmän kaluston kuluista. Työntekijöiden ja massa-autojen kustannukset muuttuivat kohteen mukaan riippuen tehtyjen tuntien määrästä, mutta kaluston kustannukset pysyivät samana. Näin ollen tietty määrä kustannuksia syntyi jo ennen kuin yhtään massaa oli levitetty.

Kuviossa 4 on havainnollistettu asfalttimassan päivittäisen menekin vaikutusta tuoton suuruuteen. Päivittäinen menekki on jaettu kuuteen ryhmään. Päivät, jolloin asfalttimassaa levitettiin alle sata tonnia päivässä, ovat vasemman puoleisena. Päiväkohtaiset massamenekit suurenevat kuviossa oikealle. Päiviä oli 47, joista 20 sijoittui 150–199 päiväkohtaisen menekin kohdalle. Kaikkien massamenekkien tuottojen suuruudet ovat siihen kuuluvien päivien keskiarvoja.



KUVIO 4. Asfalttimassan menekin (tn) vaikutus tuoton suuruuteen (€/pv)

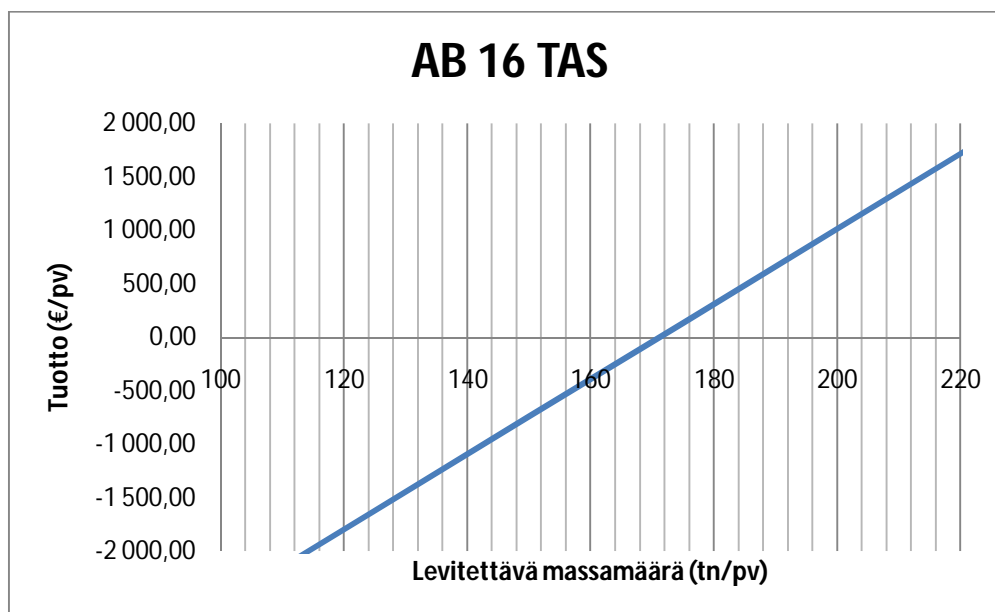
Kuvioista 4 selviää, että vaikka työt ovat erilaisia ja eri massalaaduilla on omat yksikköhintansa, tulos näyttää silti lähes johdonmukaiselta: mitä suurempi päivittäinen massamenekki, sitä suurempi on tuoton suuruus. Päivät, jolloin massamenekki oli alle sata tonnia, näyttävät olevan vähemmän tappiollisia kuin päivät, jolloin päiväkohtainen massamenekki oli 100–149 tonnia. Tämä voi johtua siitä, että alle sadan tonnin joukossa oli kohteita, jotka ovat kannattavia pienestä massamenekistä riippumatta. Esimerkiksi pienen alan korotus saattaa olla tekijä, joka sanelee kannattavuuden tällaisissa kohteissa. Kohteen erityispiirteistä ja sen tuottavuudesta tulisikin olla tietoinen ennen työmaan vastaanottamista.

#### 4.2.4 Massalaadut

Seuraavaksi tarkastellaan, mitkä ovat eri massalaatujen päiväkohtaiset vähimmäiset levitysmäärät, jotta levitystyö olisi tuottavaa. Oletuksena on normaalipituinen työpäivä tavanomaisella levityskalustolla, -kokoopanolla sekä kolmella massa-autolla. Pienen alan korotusta ei ole otettu huomioon. Massalaadut valittiin yksikköhinnan ja massan levitysominaisuuksien perusteella. Toiston vuoksi osa massalaaduista jätettiin vertailematta, koska niiden tulokset on nähtävissä samankaltaisista vertailuista. Esimerkiksi asfalttimassan raekoolla ei ole tässä tapauksessa merkitystä, jos levityspaksuus ja yksikköhinta olivat samat. Lisä-

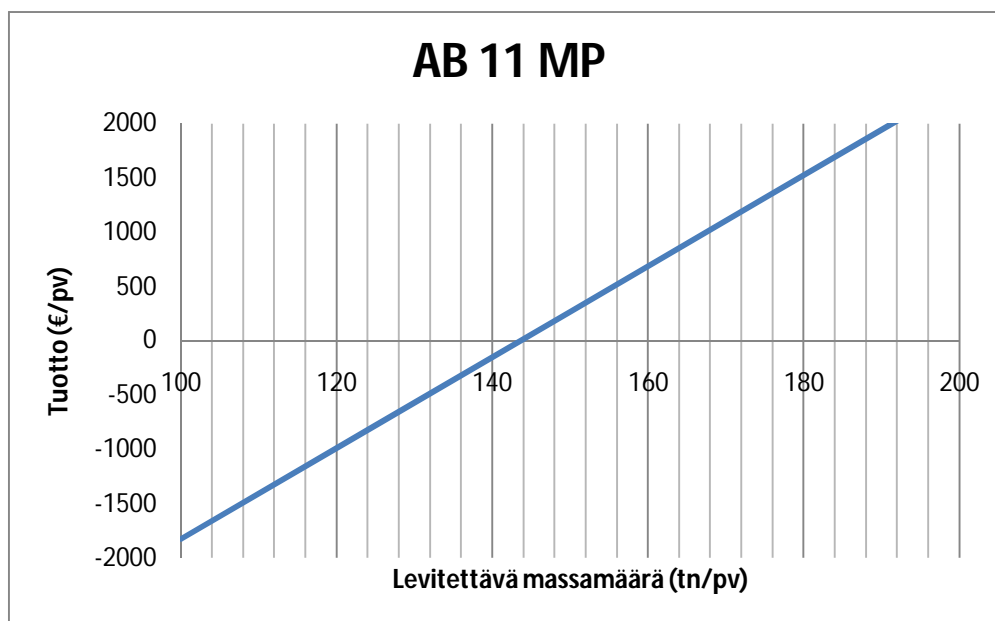
töiden vaikutusta tuottoon ei otettu huomioon. Ensimmäisenä tarkastelussa oli tasausmassana käytettävä asfalttibetoni, jonka kiviaineksen maksimiraekoko on 16 millimetriä (AB 16 TAS). Toisena tarkasteltavana oli massapintaukseen käytettävä asfalttibetoni, jonka maksimiraekoko on 11 millimetriä (AB 11 MP). Massapintauksessa asfalttia levitettiin 40–60 kilogrammaa neliötä kohden. Kolmantena vertailtavana oli massapintauksena levitettävä kivimastiksiasfaltti, jonka maksimiraekoko on 11 millimetriä (SMA 11 MP). Viimeisenä massalaatuna tarkastelussa oli asfalttibetoni, jonka maksimiraekoko on 16 millimetriä. Sitä levitettiin sata kilogrammaa neliötä kohden (AB 16/100). Laskennassa käytettiin vain yhtä massalaatua päivää kohden.

Kuviosta 5 selviää, kuinka AB 16 tasausmassan päiväkohtainen levitysmäärä vaikuttaa levityksestä saataviin tuottoihin. Tasausmassaa tulisi levittää 171,5 tonnia päivässä, jotta levitys olisi tuottavaa. Liimausta ei huomioitu laskennassa. Usein tasaus oli kuitenkin vain osa kohteessa tehtävää levitystyötä ja arviointi kohteen kannattavuudesta tulee tehdä tapauskohtaisesti. Automiehenkatu oli kuitenkin tasausmassan määrässä poikkeus, ja vertailu on apuna tämänkaltaisten kohteiden kannattavuusarvioissa.



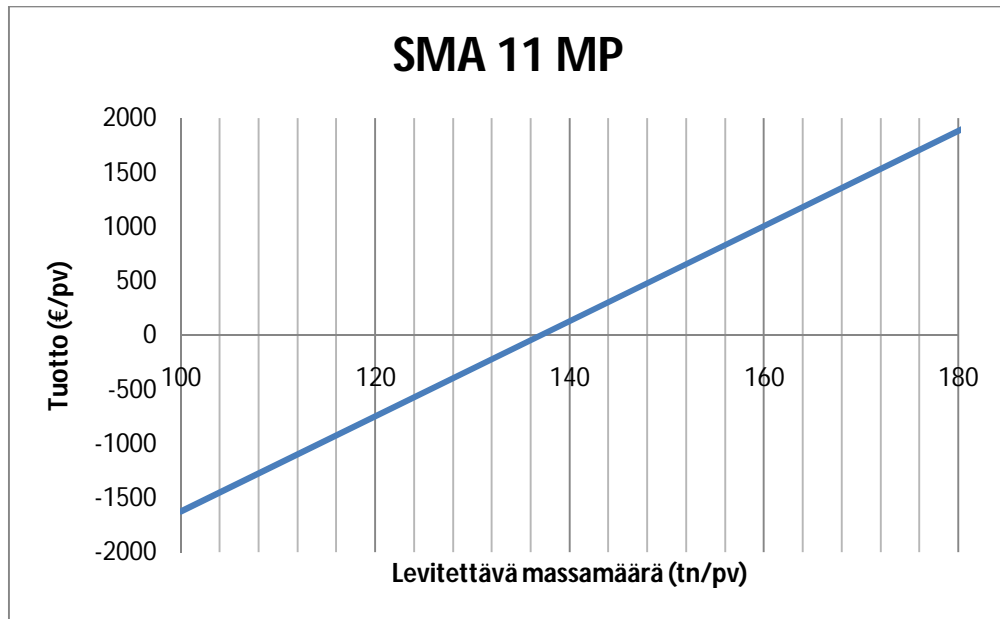
KUVIO 5. AB 16 tasausmassan päiväkohtaisen levitysmäärän vaikutus tuottoon (€/pv)

Kuviossa 6 on AB 11 massapintauksen päivittäisen massamenekin suhde tuoton suuruuteen. Massapintauksen massamäärien tuottavuuden laskelmiin otettiin mukaan liimauksen vaikutus. Liimaruiskun tuomia kustannuksia ei ole huomioitu laskennassa. Massaa tulisi levittää vähintään 144 tonnia päivässä, jotta levitys olisi tuottavaa.



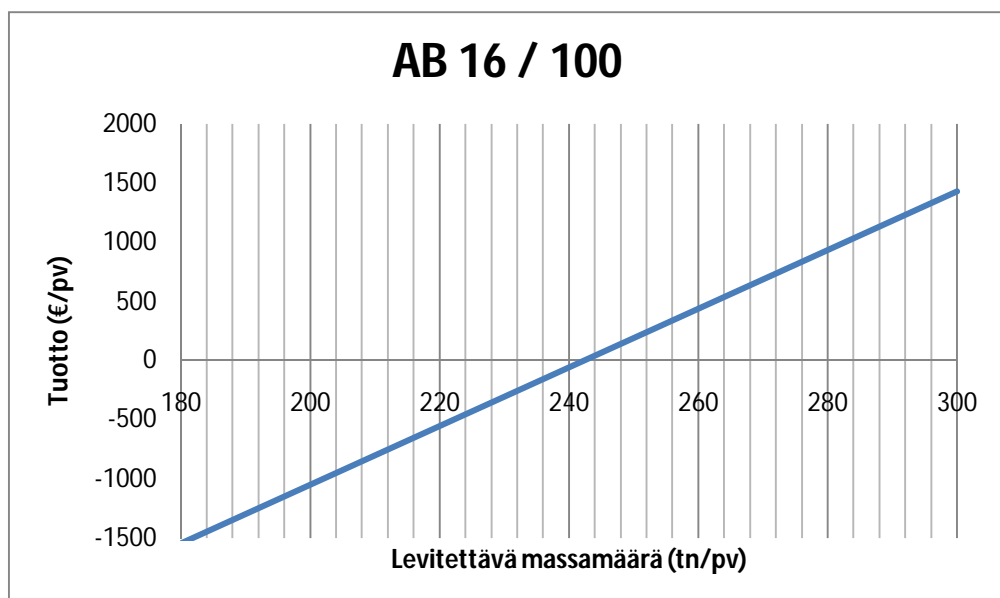
KUVIO 6. AB 11 massapintauksen päiväkohtaisen levitysmäärän vaikutus tuottoon (€/pv)

SMA 11 massapintauksen kuvaajasta (kuvio 7) näkyy päiväkohtaisen massamäärän vaikutus tuottoon. Myös kivimastiksin massapintauksen tuottavuuden laskelmiin otettiin mukaan liimauksen vaikutus. Liimaruiskun tuomia kustannuksia ei huomioitu laskennassa. Päiväkohtainen levitysmäärä tulisi olla vähintään 137,5 tonnia, jotta levitys olisi tuottavaa.



KUVIO 7. SMA 11 massapintauksen päiväkohtaisen levitysmäärän vaikutus tuottoon (€/pv)

Kuvio 8 havainnollistaa, kuinka levitettäessä 100 kg/m<sup>2</sup> AB 16 asfalttimassan määrä vaikuttaa tuoton suuruuteen. Levitykseen ei otettu huomioon liimauksen vaikutusta. Massaa tulisi levittää 242,5 tonnia päivässä, jotta levitys olisi tuottavaa.



KUVIO 8. AB 16/100 päiväkohtaisen levitysmäärän vaikutus tuottoon (€/pv)

Kuvaajista selviää, miten eri asfalttimassalaadut vaativat eri päiväkohtaisen levitysmäärän ollakseen tuottavia. Jokaisella massalaadulla on omat ominaisuuksensa, jotka vaikuttavat siihen määrään, kuinka paljon tietyssä ajassa pystytään levittämään. Levitettävään massamäärään vaikuttavat muun muassa levityspeite, levitysnopeus ja levitettävän massan paksuus. Lisätöiden vaikutus tuottoon pitää arvioida kohdekohtaisesti riippuen lisätöiden vaikutuksesta esimerkiksi levitysnopeuteen.

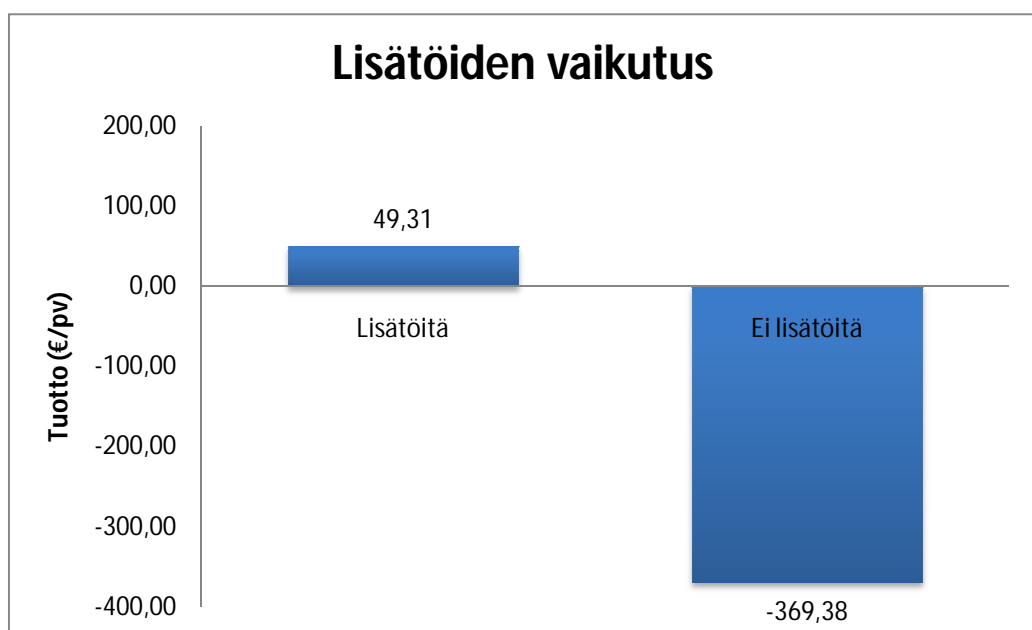
#### 4.2.5 Lisätyöt

Lisätyöllä tarkoitetaan kohteeseen kuuluvia muita töitä levityksen lisäksi. Alustan liimausta ei tässä yhteydessä katsota lisätyöksi, vaan liimausta tarkastellaan erikseen omassa luvussa. Lisätöitä voivat olla vesijohtojen sulkuventtiilien tai kaivonkansien piikkaukset tai vaihdot, lujiteverkon asentaminen (kuva 2) tai erikoistyö. Lisätöistä tulo saadaan kunkin lisätyön yksikköhinnan ja esimerkiksi kappalemäärän mukaan. Menoja lisätöistä kertyy lähinnä työhön käytettävästä ajasta eli henkilöstön palkoista. Tarkoituksena oli saada selville kannattaako lisätöitä tehdä levityksen yhteydessä vai tulisiko ne järjestää muun toimijan työnä. Esimerkiksi kelluvien kaivojen irtipiikkauksesta oli poikkeavia käytäntöjä. Länsi-Tampereella kaivot oli yleensä piikattu valmiiksi, kun taas itäpuolella ei. Lisätyöt eivät suoranaisesti ratkaisseet, oliko kohde kannattava vai ei, mutta vertailun avulla sen mahdollisia vaikutuksia tuoton suuruuteen voidaan arvioida. Vertailu ei myöskään tarkastele pelkästään lisätöiden kannattavuutta, vaan luvut ovat päivittäisten tuottojen keskiarvoja, joissa lisätyöt ovat vain osatekijöitä. Tarkastelu ei ota kantaa siihen, mitä kustannuksia esimerkiksi kaivoista syntyy välillisesti. Jos kaivo joudutaan piikkaamaan, siitä saadaan tietty summa ja työhön kuluu tietty aika ja vaatii tietyn kaluston ja työntekijämäärän. Myös kaivon nostaminen vaatii tietyn määrän työntekijöitä ja tietyn ajan. Tämä kustannus taas on otettu huomioon kunkin asfalttimassan yksikköhinnassa.



KUVA 2. Lujiteverkon asentaminen (Kuva: Sami Ruski 2010)

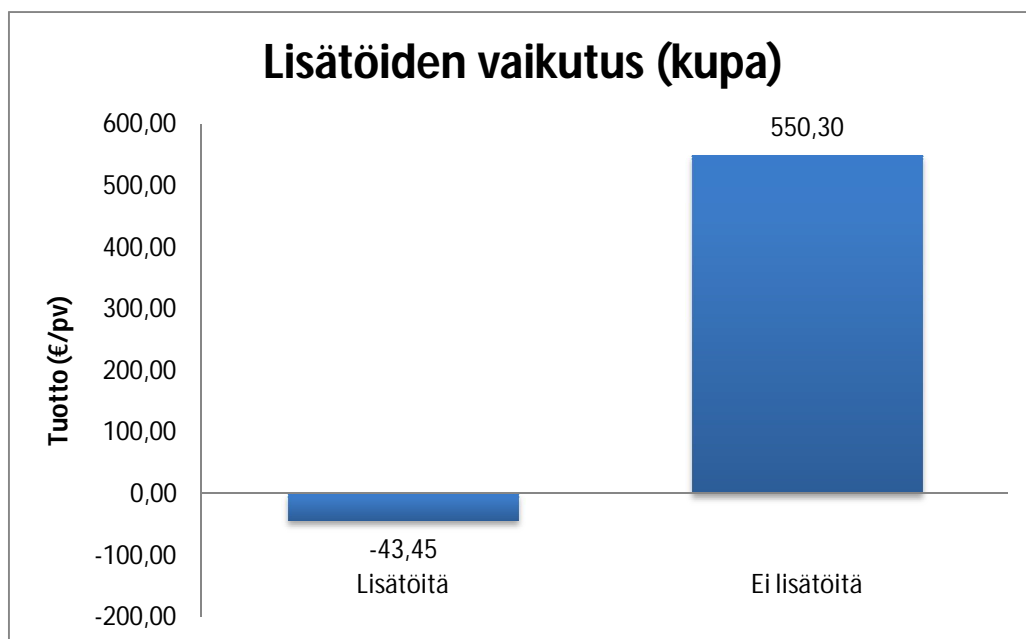
Kuviossa 9 vertaillaan päiviä, jolloin tehtiin ja jolloin ei tehty lisätöitä. Vertailussa ovat mukana sekä kunnossapidon työt että rakentamispalveluiden työt. Luvut ovat päiväkohtaisten tuottojen keskiarvoja. Lisätyöt saattoivat ajoittua tietyille päiville, vaikka kohteessa olisi työskennelty pidempään. Tämä saattaa väärentää tulosta, mutta toisaalta oikein hinnoiteltuna sen ei pitäisi muuttaa tulosta.



KUVIO 9. Lisätöiden vaikutus päiväkohtaiseen tuottoon (€/pv)

Kuvion 9 mukaan kohteet, joissa tehtiin lisätöitä, olivat tuottoisampia kuin kohteet, joissa lisätöitä ei tehty. Rakentamispalvelulla oli kohteita, jotka eivät sisältäneet lisätöitä, koska ne saattoivat olla sitomattomalle alustalle levitettäviä kohteita. Tällöin tuoton suuruuden määräsi muun muassa massan yksikköhinta, levitettävä nopeus, levitysleveys ja levityspaksuus.

Kuvion 10 vertailussa ovat päivät, jolloin tehtiin vain kunnossapitopalvelujen töitä. Luvut ovat päiväkohtaisten tuottojen keskiarvoja, ja vertailussa ovat päivät, jolloin tehtiin lisätöitä ja päivät, jolloin niitä ei tehty. Kunnossapitopalveluiden lisätöiden vaikutusta tuottoon vertailtiin, koska eri kunnossapitoalueilla oli eri käytäntöjä lisätöiden teettämisen suhteen. Tästä syystä on hedelmällistä tarkastella lisätöiden vaikutusta päiväkohtaiseen tuottoon.



KUVIO 10. Kunnossapitopalveluiden lisätöiden vaikutus päiväkohtaiseen tuottoon (€/pv)

Kuvion 10 mukaan kunnossapidon kohteet, jossa oli mukana lisätöitä, olivat vähemmän tuottavia kuin kohteet, joissa ei tehty lisätöitä. On kuitenkin huomionarvoista, että tarkastelu tehtiin päiväkohtaisten listojen perusteella. Jotta saataisiin lisätöiden todellinen vaikutus tuottoon, asiaa tulisi tarkastella yksityiskohtaisemmin.

#### 4.2.6 Liimaus

Osa levitystöistä vaatii alustan liimaamisen liimaruiskulla (ks. kuva 3), jotta päällyste tarttuu vanhaan sidottuun pintaan. Liimaus voidaan jättää tekemättä, jos alusta on tehty samana vuonna, alusta tasataan kuumentamalla, päällysteenä on valuasfalttia tai uusi päällyste sisältää itsessään liimausta vastaavan sideaineen (Asko 2006). Kesän 2010 kohteissa oli käytössä urakoitsijalta vuokrattu liimaruisku. Koneesta maksettiin vuokraa vain käytetyiltä päiviltä. Usein päivinä, jolloin liimaruiskua tarvittiin, yksi miehistä tuli aiemmin töihin lämmittämään ruiskua, jotta liimaus voitiin aloittaa heti ryhmän saavuttua työmaalle. Liimaruisku tuotiin työmaalle ja päivän päätteeksi takaisin Nekalaan omalla lavallaan yhden massa-auton kyydissä. Liimaruiskua ajoi yksi työmies, joka teki kohteessa myös muita töitä.

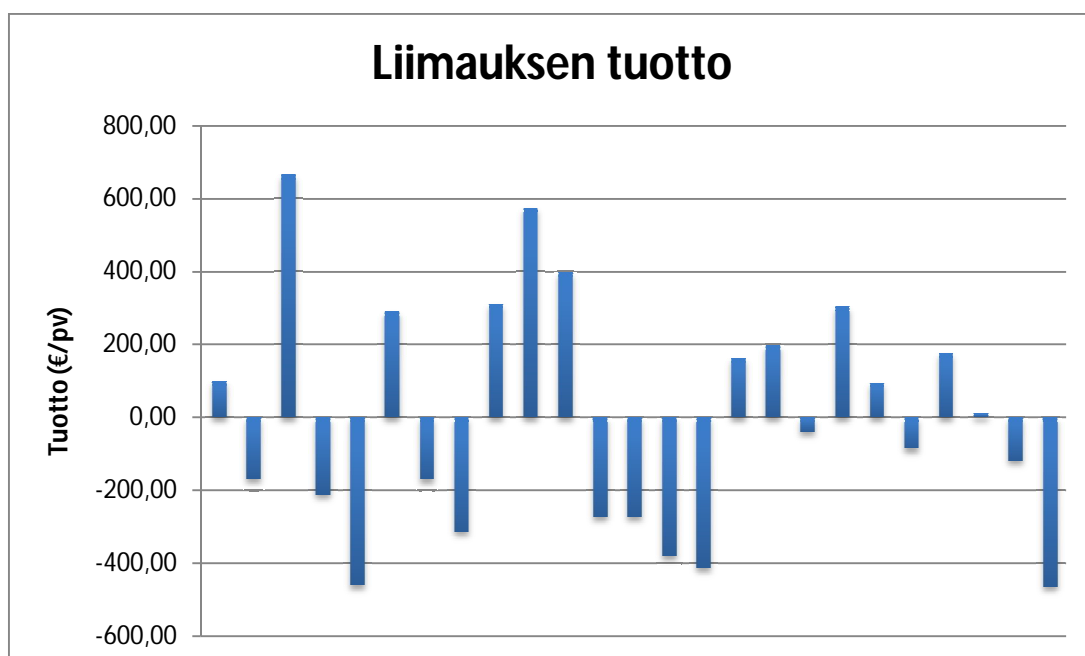


KUVA 3. Liimaruisku (Kuva: Sami Ruski 2009)

Seuraavaksi tarkastelussa kohteena ovat päivät, jolloin työhön kuului liimausta. Tarkastelussa huomioitiin vain liimauksesta saatavat tuotot (€/m<sup>2</sup>) ja siitä kertyvät menot. On vaikea arvioida liimaukseen käytettävien tuntien määrää kohteittain työntekijää kohden, koska varsinaisen liimauksen lisäksi aikaa kuluu myös esimerkiksi koneen tankkauksiin. Laskennassa oletettiin työmiehen käyttävän keskimäärin kolme tuntia kahdeksasta tunnista liimaukseen. Lyhyempinä päivinä käytettiin samaa suhdetta. Tämän lisäksi mahdolliset liimauksesta koituvat ylityöt huomioitiin laskennassa. Liimaruiskua kuljettavaan autoon liittyviä kus-

tannuksia kertyy muun muassa liimaruiskun siirrosta (siirtoja voi olla myös keskellä päivää) ja liimasäiliön täytöstä. Laskennassa arvioitiin, että auton kuljettajalta kuluu liimaruiskun siirrosta ja liimasäiliön täytöstä aikaa noin kaksi tuntia päivässä. Myös liiman oston tuomat kulut sekä yleis- ja yhteiskulut huomioitiin laskennassa. Kuvaajaa tarkasteltaessa tulee huomata, että käytettyjen työtuntien määrät eivät ole absoluuttisia, vaan keskimääräisiä arvioita.

Päiviä, jolloin töihin kuului liimausta, oli yhteensä 25. Kuviossa 11 vaakakselilla on aikajärjestyksessä päivät, jolloin liimausta tehtiin. Pystyakselilla on liimauksen päivittäinen tuotto (€/pv).



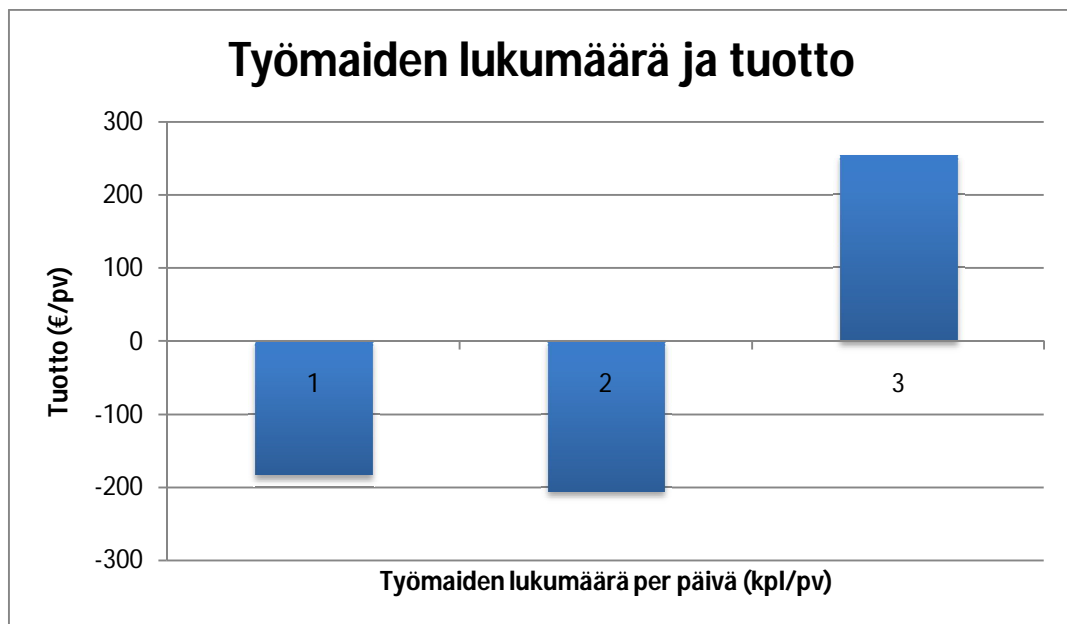
KUVIO 11. Alustan liimauksen päiväkohtainen tuotto (€/pv)

Kuvion 11 mukaan liimauksesta saadut tuotot vaihtelivat suuresti. Laskennassa saatu tuoton keskiarvo on -3,50 euroa päivää kohden. Kuvaajan mukaan liimauksesta saadut tulot eivät keskimäärin riittäneet siitä koituvien menojen kattamiseen. Kuvaajan eri päivien tuoton vaihteluun vaikuttaa työpäivien erilaisuus. Osa kohteiden pohjista liimattiin kauttaaltaan. Mukana oli päiviä, jolloin kohteen alusta ei vaatinut kuin osittaisen liimauksen. Laskennassa oli mukana myös päiviä, jolloin tehtäviä kohteita mahtui useampi samalle päivälle. Tällöin mukana saattoi olla kohteita, joissa liimausta ei tarvittu lainkaan. Huomionarvoista on, että liimauksesta saatava päivittäinen tuotto vaihtelee huomattavasti eri päivinä.

Jos tuotto olisi tasaisempaa, voisi olla vaikeampaa löytää tekijöitä, jotka vaikuttavat tuottoon. Liimauksen tuottoa voisi parantaa suunnittelemalla työkohteet niin, ettei samalle päivälle tulisi kohteita, joissa vain osassa tarvitaan liimausta. Tällöin liimauksesta ei aiheutuisi tarpeettomia kuluja.

#### 4.2.7 Kuljetukset

Päiväkohtaiseen tuottoon vaikuttaa merkittävästi, kuinka paljon muuhun kuin itse massan levittämiseen kuluu aikaa. Koska työmaat sijaitsevat eri puolilla kaupunkia, siirroista syntyy kustannuksia. Kaluston siirto, purku ja levittäjän perän lämmitys ovat esimerkkejä tekijöistä, jotka vievät aikaa varsinaiselta asfalttimassan levittämiseltä. Seuraavaksi vertaillaan, kuinka päivittäisten työmaiden lukumäärä vaikuttaa tuoton suuruuteen. Kuvion 12 laskennassa ei huomioitu työmaiden välistä etäisyyttä (eli tehdäänkö siirto ajamalla koneet itse vai käytetäänkö lavettia).



KUVIO 12. Työmaiden päiväkohtaisen lukumäärän vaikutus päiväkohtaisen tuoton suuruuteen (€/pv)

Kuvion 12 mukaan tuoton määrä vähenee, kun työmaita oli yhden sijasta kaksi päivässä. Kun työmaita oli kolme, tuotto näyttäisi kasvavan. Useimmin kuitenkin

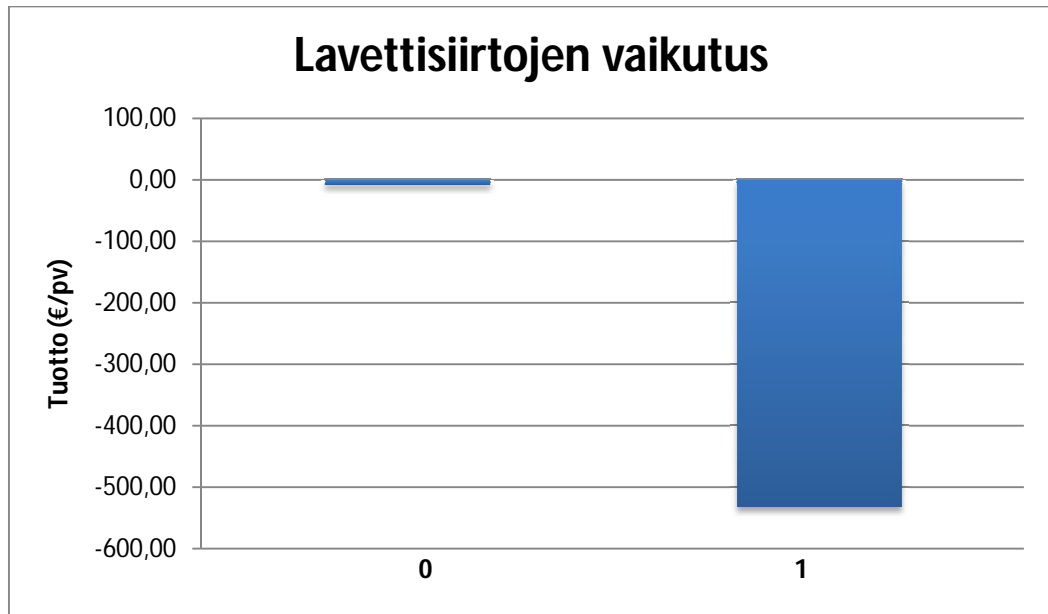
tehtiin yksi tai kaksi kohdetta päivässä. Poikkeukset vaikuttavat siis kolmen kohteen päivien tulokseen suhteessa enemmän kuin yhden tai kahden kohteen päiviin, koska kolmen kohteen päiviä oli lukumääräisesti vähemmän. Kolmen kohteen päivissä oli mukana Lempääläntien työmaa, jossa laskutuksesta oli sovittu rakentamispalveluiden kanssa etukäteen.

Levityksen aikatauluja suunniteltaessa pyritään siihen, että kohteet olisivat mahdollisimman lähellä toisiaan. Näin mahdollisiin siirtoihin ei kulu liikaa aikaa. Joskus kohteet ovat jopa välittömässä yhteydessä edelliseen. Aina tilanne ei ole kuitenkaan näin, vaan levityskalustoa joudutaan siirtämään lavetin avulla kesken päivän (ks. kuva 4).



KUVA 4. Jyrsin lavetilla (Kuva: Sami Ruski 2009)

Kuviossa 13 vertaillaan lavettia vaativien siirtojen lukumäärän vaikutusta päivittäiseen tuottoon. Kalusto lähti aina päivän alkaessa joko Nekalasta tai Tarastejärveltä, jonne se palasi päivän päätteeksi. Vertailusta jätettiin päivän ensimmäinen ja viimeinen siirto pois, koska nämä olivat jokapäiväisiä toimia. Kyseessä oli siis vain kesken päivän tehtävien siirtojen lukumäärä.



KUVIO 13. Kesken päivän tehtävien lavettisiirtojen vaikutus päiväkohtaiseen tuottoon (€/pv)

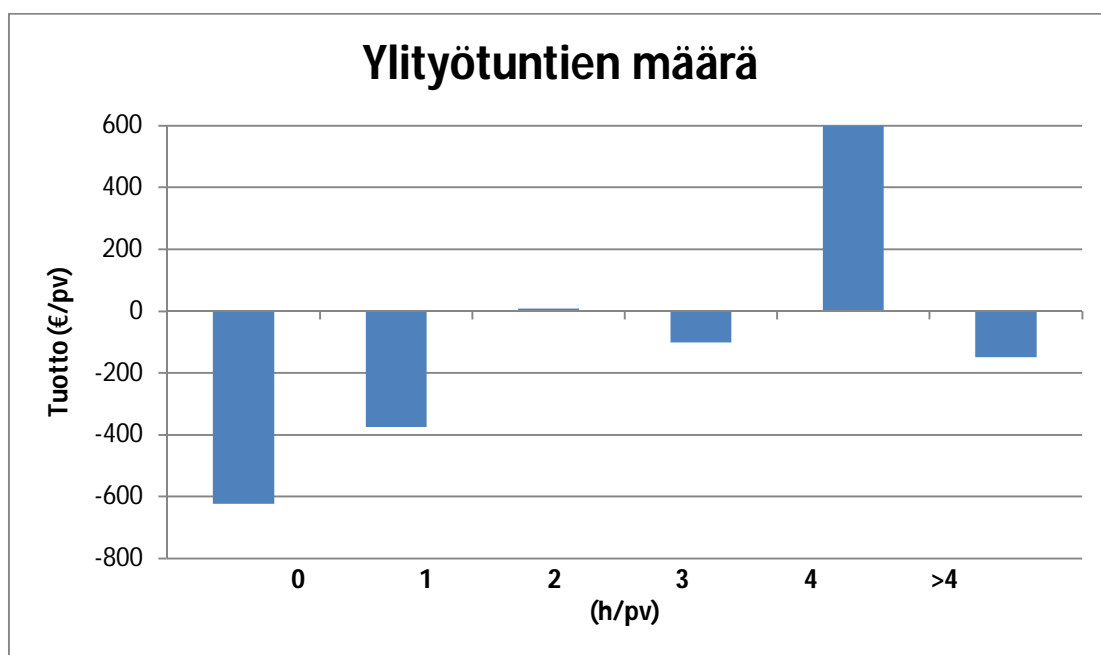
Kuvion 13 mukaan kesken päivän lavetin avulla tehtävän siirron vaikutus päiväkohtaiseen tuottoon oli merkittävä. Vaikutus oli oletettava, koska lavetilla tehtävä siirto vaatii aikaa. Työkoneet tulee siirtää lavetin luokse ja ajaa sen kyytiin. Tämän lisäksi siirtyminen seuraavalle työmaalle vaatii oman aikansa. Työmaalle saavuttaessa työkoneet ajetaan lavetilta pois. Tältä ajalta kertyy kustannuksia, kuten työntekijöiden palkat ja kiinteät kustannukset, mutta tuloja ei kerry yhtään. Tämän vuoksi työmaiden tulisi olla riittävän suuria tai edes välittömässä läheisyydessä edelliseen työmaahan, jotta päivittäinen tuotto olisi taattu. Asiaan tulisi vaikuttaa jo asfalttikokouksessa, jossa työt saadaan, koska tällöin liian pieni kohde voidaan antaa esimerkiksi kunnossapidon levitysryhmälle tai liittää toiseen lähellä olevaan kohteeseen. Ratkaisun kustannustehokkuus on arvioitava tarkkaan, jos siirto tehdään lavetilla vain yhden tai kahden tunnin työn takia. Myös kahvitaukojen ja ruokatuntien tulisi ajoittaa mahdollisten siirtojen yhteyteen.

#### 4.2.8 Palkkakustannukset

Ylitöistä kertyy merkittäviä kustannuksia. Ensimmäiseltä kahdelta ylityötunnilta työntekijä saa 150 prosentista palkkaa ja seuraavilta tunneilta 200 prosentista

palkkaa. Levityksestä saatavat tulot pysyvät kuitenkin samana, joten työn tuottavuus vähenee, kun tehdään ylitöitä. On tosin kohteita, joissa kannattaa tehdä ylitöitä, jos sillä vältetään vielä suuremmat menot. Esimerkiksi, jos kohde jäisi muuten kesken, mutta vähäisellä ylityöllä kohde saataisiin valmiiksi ja pysyttäisiin aikataulussa, voi tällöin olla perusteltua teettää työntekijöillä ylitöitä.

Ylitöiksi laskettiin se, että valtaosa levitysryhmästä oli tehnyt ylitöitä. Jos yksittäinen työntekijä oli tehnyt ylitöitä esimerkiksi huoltamalla koneita, sitä ei käsitelty ylityöksi. Jos osa työntekijöistä oli poistunut työmaalta ennen muita, tämä jätettiin huomioimatta. Ylitöiden osuutta päivittäisen tuoton määrään vertailtiin yhden, kahden, kolmen, neljän ja yli neljän ylityötunnin osalta. Ylityön määrä oli ylitöitä tekevien työntekijöiden keskiarvo ja luku pyöristettiin lähimpään tuntimäärään. Työnjohdon ylitöitä ei huomioitu laskennassa.



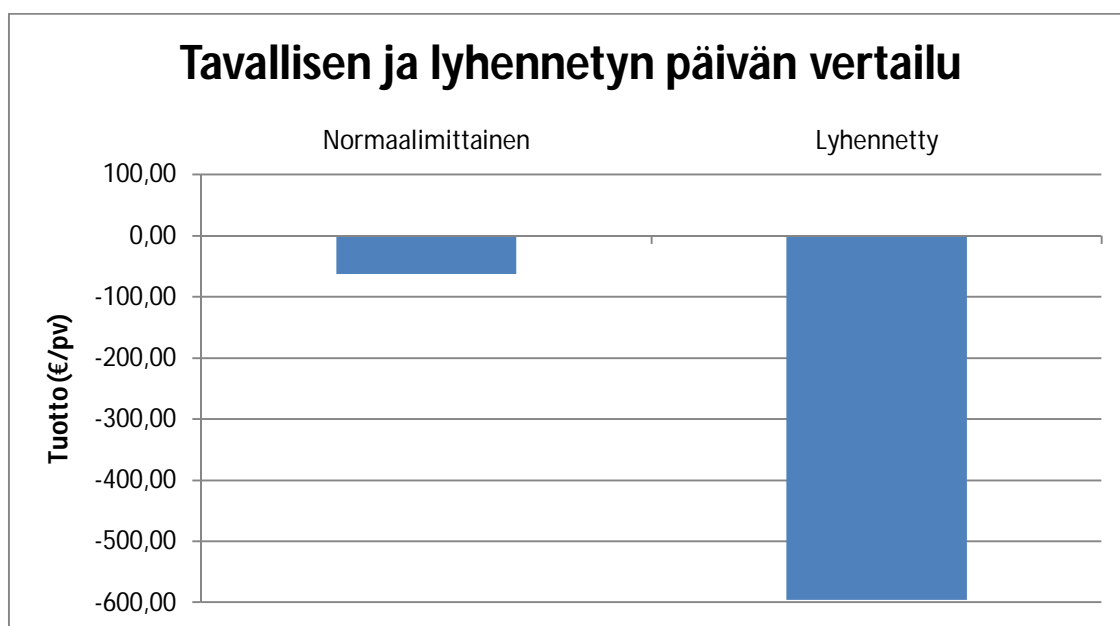
KUVIO 14. Päiväkohtaisen ylityötuntimäärän vaikutus päiväkohtaiseen tuottoon (€/pv)

Kuvion 14 mukaan päivät, jolloin tehtiin neljä tuntia ylitöitä, olivat kannattavimpia. Kohteet olivat kuitenkin kaikki toisistaan poikkeavia, eikä ylityön määrä suoranaisesti kerro tuottavuudesta. Esimerkiksi kohteet, jotka olivat niin pieniä, että niissä ei tarvinnut tehdä ylitöitä, voivat olla tuoton kannalta haastavampia verrattuna kohteeseen, jossa tehtiin ylitöitä. Pienissä kohteissa syntyy samalla tavalla

kiinteitä kustannuksia kuin suurissa kohteissa. Esimerkiksi kaluston siirto maksaa tietyn summan kohteen koosta riippumatta. On vaikea määrittellä, mikä päivittäisen tuoton määrä olisi ollut kohteessa, jossa tehtiin ylitöitä, jos siellä olisikin levitetty massaa vain normaalin työajan puitteissa. Yleensä ylitöitä tehtiin kohteissa, joissa päiväkohtainen massamäärä oli suuri. Tällöin kohde oli helpompi saada pienempiä kohteita tuottavammaksi. Sellaisiin päiviin, jolloin ei tehty ylitöitä, lukeutui usein mukaan perjantaipäivä. Perjantai on lyhennetty työpäivä. Tällöin tehtyjen tuntien vähäinen määrä vaikuttaa tuoton suuruuteen. Myös tämän vaikutus näkyy kuvaajassa.

#### 4.2.9 Lyhennetyt työpäivät

Perjantait ovat lyhennettyjä työpäiviä, ja silloin työajan pituus on 6,25 tuntia. Tämän yli menevät tunnit ovat ylitöitä. Lyhennetty työpäivä voi olla myös keskellä viikkoa juhlapyhää edeltävänä päivänä. Kuviossa 15 vertaillaan näiden päivien keskiarvollaista tuottoa normaalimittaisiin päiviin. Lyhennettynä työpäivänä kaluston kustannukset olivat samat kuin normaalimittaisena, joten kattaakseen kaluston kustannukset, työtä tulisi tehdä normaalimittaista päivää tehokkaammin.



KUVIO 15. Lyhennetyn työpäivän vaikutus päiväkohtaiseen tuottoon (€/pv)

Kuvion 15 mukaan lyhennettyjen työpäivien päivittäinen tuotto oli huomattavasti pienempi kuin normaalimittaisten päivien. Tosin lyhennetylle työpäivälle osui yleensä pieniä kohteita, jotta työt voitiin tehdä normaalin työajan puitteissa. Ero on kuitenkin niin suuri, että lyhennetyt työpäivät vaikuttavat päivakohtaiseen tuottoon ei voi sivuuttaa.

## 5 LOPPUPÄÄTELMÄT

Toiminnan tuottavuuden parantaminen edellyttää monenlaisia toimenpiteitä. Ensimmäinen askel on otettu, kun ymmärretään, millaisista tekijöistä toiminnan kokonaistuottavuus muodostuu. On tärkeää löytää merkittävimmät tekijät, jotka vaikuttavat kustannuksiin ja tuloihin ja sitä kautta tuottoon. Myös pienet tuottoon vaikuttavat tekijät tulee huomioida, sillä myös niillä on voi olla merkitystä toiminnan jatkuvuuteen. Päälystyskohteet poikkeavat toisistaan suuresti ja kohteen tuottavuus tulee arvioida aina tilannesidonnaisesti. Tästä syystä onkin vaikea antaa yleispätevää ohjetta levitystyön tuottavuuden turvaamiseksi.

Kohteen tuottavuus on arvioitava karkeasti jo ennen työn vastaanottamista, sillä silloin kohteen ominaisuuksiin ja mahdollisiin kustannuskysymyksiin on mahdollista vaikuttaa työn tilaajan kanssa. Tällöin tulee varmistaa myös, että kohde on valmis levitettäväksi sovittuna aikana. Kaikista rakentamispalveluiden työmaista tulee laatia pohjienluovutusprotokollat, johon tulee merkitä kohteen ominaisuudet ja mahdolliset poikkeamat. Pohjien luovutuksessa tulee arvioida tarkkaan pohjien laatu, koska jälkikäteen on vaikea selvittää mahdollisten epäkohtien ja poikkeamien todellinen laita, kun pohjat ovat jo piilossa.

Kohteiden aikatauluja sovittaessa tulee huomioida kohdekohtaiset aikatauluvaatimukset ja kohteiden yhteensovittaminen levitysryhmän toimintaan. Tällöin alustavat tiedot kohteesta ovat tärkeässä osassa, koska ilman niitä on vaikea arvioida kohteessa tarvittavaa kalustoa, työntekijöiden määrää sekä kohteeseen käytettävää aikaa. Kohteiden alustavien tietojen perusteella voidaan suunnitella kaikkien kohteiden kokonaisaikataulu. Jos kohde on haastavampi kuin lähtötiedot antavat ymmärtää, ja siellä kuluu aikaa odotettua enemmän, saattaa tulevien kohteiden aloittaminen viivästyä. Kaikki kohteet eivät ole yhtä haavoittuvia aikataulujen muutoksille, mutta monissa kohteissa aikataulujen myöhästymisestä kertyy merkittäviä kustannuksia.

Kun kohde otetaan vastaan, tiedetään, mitä massaa sinne levitetään. Tällöin tulee huomioida aiempien kohteiden tuottavuuden laskelmat ja tarkastaa voiko kyseistä kohdetta vertailla aikaisempiin kohteisiin, joista on jo tuottavuuslaskel-

mia. Tällä tavalla saadaan kuva kohteen mahdollisesta tuotosta, johon massalaatu vaikuttaa. Jos kohteessa levitetään massaa, jonka levittäminen on ollut tilastollisesti kannattamatonta, on harkittava, voisiko kohteen tuottavuuden parantamiseksi tehdä jotakin toisin. Koska kohteissa levitetään usein enemmän kuin yhtä massalaatua, tulee löytää yhdistelmät, jotka ovat tilastollisesti kaikkein kannattamattomimpia ja pyrkiä välttämään näitä kohteiden hallinnan avulla.

Arvioitaessa tulevan kohteen kannattavuutta, on hyvä käyttää apuna massakohtaisia vertailuja. Niiden avulla saadaan selville, paljonko kutakin massaa tulisi levittää päivässä tavanomaisessa tilanteessa, jotta levitystyö olisi kannattavaa. Kohdekohtaisesti tulee kuitenkin punnita, miten kunkin kohteen ominaisuudet vaikuttavat levitystyöhön ja sitä kautta tuoton suuruuteen.

Kohteen koko eli levitettävä massamäärä vaikuttaa tuottavuuteen merkittävästi. Mitä enemmän kohteessa levitetään asfalttia päivässä, sitä kannattavampaa toiminta on. Myös poikkeuksia löytyy, ja niistä tulee olla tietoinen ennen työhön ryhtymistä ja arvioida kohteen kannattavuus erikseen. Näiden tekijöiden johdosta kohteen koko tulisi ottaa huomioon töiden suunnittelussa. Tällöin pystyttäisiin keskittämään voimavarat kaikkein kannattavimpiin kohteisiin. Kannattamattomimpien kohteiden päällystämistä voisi teettää esimerkiksi muilla toimijoilla.

Lisätöiden vaikutusta päiväkohtaiseen tuottoon tulisi tarkastella kohdekohtaisesti. Lisätyöt tulee ottaa huomioon varsinkin kunnossapitopalveluiden töissä, sillä kyseisissä kohteissa työ on mahdollista teettää muulla toimijalla. Lisätyöt eivät itsessään määrää kohteen kannattavuutta, mutta pitkällä aikavälillä myös lisätöiden tuoton arvo on tärkeä.

Kohteiden aikataulujen suunnittelussa tulee ottaa huomioon myös liimauksen vaikutus. Kesällä 2010 päällystepalveluiden levitystyössä käytettiin vuokrattua liimaruiskua. Ruiskun käyttöaste saadaan paremmaksi, jos sitä tarvitaan sen käyttöpäivänä kaikissa kohteissa mahdollisimman paljon. Myös liimauksesta koituvat muut työt, kuten siirrot, saadaan sitä kannattavammaksi, mitä enemmän liimaruiskulla on käyttöä. Konetta vuokratessa tulee aina arvioida vuok-

raamisesta aiheutuvat kokonaiskustannukset ja arvioida, onko vuokraaminen pitkällä aikavälillä paras vaihtoehto.

Keskellä päivää tehtäviin siirtoihin kuluu huomattava määrä aikaa ja sitä kautta rahaa. Siirtyminen työmaalta toiselle ei alenna tuottoa merkittävästi, mutta kaluston siirtäminen kohteesta toiseen lavetin päällä on tuottoa merkittävästi alentava tekijä. Tämä tekijä vaikuttaa massamäärältään pienen kohteen tuottoon alentavasti. Mikäli siirto joudutaan kuitenkin tekemään, työkohteiden aikataulujen suunnittelussa tulee ottaa huomioon kohteiden väliset etäisyydet. Lähellä toisiaan olevat kohteet tulisi tehdä mahdollisuuksien mukaan samana päivänä.

Ylityön vaikutus tuottoon on otettava huomioon kohteen ominaisuuksien mukaan. On tärkeää, että työtä saadaan mahdollisimman paljon tehtyä, mutta työn teettäminen ylityönä tulisi olla poikkeustapaus. Ylitöitä saa teettää työntekijöillä vain rajallisen määrän. Levitystöitä suunniteltaessa on muistettava myös, että levitysryhmän työntekijät tekevät mahdollisesti ylitöitä talviaikaan työskennellessään kunnossapitopalveluissa. Myös miehistön kokoonpano tulisi harkita kohde ja päiväkohtaisesti. Esimerkiksi loppujyräyksen osalta käytäntö oli, että koko ryhmä odotti työmaalla tai mahdollisella kahvitauolla loppujyräyksen valmistumista, jolloin kustannuksia kertyi turhaan. Sekä työnjohdon että työntekijöiden tulisi pohtia mahdollisia vaihtoehtoisia tapoja työskennellä. Työmaalla tulisi olla loppujyräyksen aikana vain tarvittava määrä työntekijöitä. Osa ylitöistä voitaisiin teettää kesätyöntekijöillä (liimaruiskun lämmitys, loppujyräys). Täten ylityöraajat eivät ylittyisi työntekijöillä, jotka ovat jo tehneet paljon ylitöitä vuoden aikana. Myös mahdollisen tuntipankin hyödyt tulisi kartoittaa.

Myös levitysryhmän kokoonpanoa on tarkasteltava suhteessa erilaisiin työmaihin. Toisilla työmailla tarvitaan enemmän miehistöä kuin toisilla. Työntekijöiden, joita tarvitaan aina, tulisi olla kokopäiväisessä työssä levityskautena. Osa työntekijöistä voisi olla niin sanottuja vuokratyöntekijöitä, jotka olisivat levitysryhmässä töissä tarvittaessa. Tällöin työntekijöiden määrä tulisi määriteltävä kohdekohtaisesti ja optimoitua tuoton kannalta parhaaksi. Järjestely voitaisiin toteuttaa esimerkiksi kunnossapitopalveluiden tai vuokratyötä tarjoavien vuokratyöryhmien avulla. Myös mahdolliset liikenteen ohjaajat olisi mahdollista ottaa vuokratyö-

tyksistä kohteen tarpeiden mukaan. Myös kunnossapidon pienemmän levityserhmän ja päällystepalveluiden levityserhmän yhteistyötä voitaisiin kehittää.

Myös levityserhmän työntekijät tulisi ottaa mukaan levityserhön järjestelyjen kehittämiseen ja tuottavuuden parantamiseen. Näin työntekijät ymmärtäisivät entistä paremmin, millainen vaikutus heidän työpanoksellaan on kokonaistuottavuuteen. Palkan maksuun voisi liittää tuottavuudesta saatavan tulospalkkion. Toimiessaan tämä ratkaisu hyödyttäisi niin palkanmaksajaa kuin palkansaajaakin.

Tällainen tuottavuuden tarkastelu olisi hyvä tehdä aina esimerkiksi levityserhuden päätteeksi ja tuoda myös levityserhuden nähtäväksi. Tarkastelu olisi omiaan perehdyttämään uusia työntekijöitä erhuden toimintaan. Sen avulla uudet työntekijät olisi helppo tutustuttaa levityserhön kustannuksiin ja tuoton syntymiseen. Tuottavuustarkastelua voitaisiin hyödyntää tulevan erhuden suunnittelussa ja uusien strategioiden laatimisessa. Toimiessaan se ohjaisi kohti tuottavampaa ja pitkäkestoisempaa toimintaa. Lisäksi tietoisuus kustannuksista voi auttaa havaitsemaan myös yllättäviä tuottavuuteen vaikuttavia tekijöitä. Tuottavuustarkastelu on osa toiminnan kokonaisvaltaista kehittämistä.

## LÄHTEET

ASKO 2006. Asfalttialan oppimateriaali. Luettu 4.2.2011.  
[http://www.infrary.fi/files/2520\\_ASKOpieni.pdf](http://www.infrary.fi/files/2520_ASKOpieni.pdf).

Efektia Oy. 2004. Tilaaja-tuottajamalli suomalaisissa ja ruotsalaisissa kunnissa. Helsinki: Efektia Oy.

Kallio, O., Martikainen, J-P., Meklin, P., Rajala, T. & Tammi, J. 2006. Kaupungit tilaajina ja tuottajina. Kokemuksia ja näkemyksiä Jyväskylän, Tampereen ja Turun toimintamallien uudistushankkeista. Tampere: Tampere University Press.

Kangasharju, A. 2008. Tuottavuus osana tuloksellisuutta. Helsinki: Kuntaliitto. Luettu 22.1.2011.  
<http://hosted.kuntaliitto.fi/intra/julkaisut/pdf/p081211113117W.pdf>.

Kuntaliitto. 2011. Tehokkuus. Luettu 4.2.2011.  
<http://www.kunnat.net/fi/asiantuntijapalvelut/kuntatalous/taloudenohjaus/tuottavuus/tehoisuus/Sivut/default.aspx#anchor-details>.

Kuntaliitto. 2009. Tuottavuus. Luettu 22.1.2011.  
[http://www.kunnat.net/k\\_peruslistasivu.asp?path=1;29;347;93749;119498](http://www.kunnat.net/k_peruslistasivu.asp?path=1;29;347;93749;119498).

Kuopila, A. 2007. Tilaaja-tuottaja-toimintatapa - Ideasta käytäntöön. Näin me sen teimme: Jyväskylä, Oulu Raisio ja Rovaniemi. Helsinki: Suomen Kuntaliitto.

Petäjaniemi, P. 2011. Rakennuttaminen. Oppimateriaali 2011. Tampereen ammattikorkeakoulu.

Siitonen, P. & Valkama, P. 2003. Vaihtoehtoiset palvelutuotantojärjestelmät kaupunkiseudulla. Palvelutuotantovaihtoehtojen mahdollisuudet ja yleisarviointi Tampereen kaupunkiseudulla. Tampere: Tampereen yliopisto. Kunnallistieteiden laitos.

Silén, P. 2010. Päälystetekniikka. Oppimateriaali 2010. Tampereen ammattikorkeakoulu.

Tampereen Infra. 2010a. Tampereen Infratuotanto Liikelaitoksen toimintamallin kehitysmahdollisuuksien selvittäminen. Ohjausryhmän loppuraportti. Luettu 23.1.2011.  
[http://www.tampere.fi/material/attachments/i/5tTJ9Hjb2/Infraraportti\\_net.pdf](http://www.tampere.fi/material/attachments/i/5tTJ9Hjb2/Infraraportti_net.pdf).

Tampereen Infra. 2010b. Tampereen Infra. Vuosikertomus 2009. Luettu 23.1.2011.  
[http://www.tampere.fi/material/attachments/i/5qBGrRe1O/Infravuosikertomus2009\\_net.pdf](http://www.tampere.fi/material/attachments/i/5qBGrRe1O/Infravuosikertomus2009_net.pdf).

Tampereen kaupunki. 2009a. Yhdyskuntapalvelut. Luettu 21.1.2011.  
[http://www.tampere.fi/hallintojatalous/paatoksenteko/toimintamallinuudistus/tilaa\\_tuottajamalli/yhdyskuntapalvelut.html](http://www.tampere.fi/hallintojatalous/paatoksenteko/toimintamallinuudistus/tilaa_tuottajamalli/yhdyskuntapalvelut.html).

Tampereen kaupunki. 2009b. Tilaaja-tuottaja -malli. Luettu 21.1.2011.  
[http://www.tampere.fi/hallintojatalous/paatoksenteko/toimintamallinuudistus/tilaa\\_tuottajamalli.html](http://www.tampere.fi/hallintojatalous/paatoksenteko/toimintamallinuudistus/tilaa_tuottajamalli.html).

Tiehallinto. 2002. Päällysteet. Tierakennustöiden yleiset laatuvaatimukset ja työselitykset. Luettu 19.2.2011.  
[http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf/2200004\\_02.pdf](http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf/2200004_02.pdf).