



SAVONIA

■ OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

PUIJONKADUN TÄYTTÖTYÖ

TEKIJÄ: Mikko Raatikainen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Koulutusohjelma Rakennustekniikan koulutusohjelma			
Työn tekijä Mikko Raatikainen			
Työn nimi Puijonkadut täyttötöyt			
Päiväys	30.3.2014	Sivumäärä	27
Ohjaaja Kalle Simonen, tuntiopettaja; Antti Leskinen, vastaava työnjohtaja			
Toimeksiantaja Skanska Infra OY			
Tiivistelmä			
<p>Opinnäytetyöni käsittelee kesällä 2013 Skanska Infra OY:n toteuttamaa Puijonkadun täyttötöytä. Tarkoituksena oli koota täyttötöystä kattava työseloste sekä käydä läpi täyttötöyön tehtäväsuunnittelua, laadunhallintaa, kustannuksia ja aikataulutusta. Tavoitteena oli laatia työstä kattava kokonaisuus, jota voidaan hyödyntää vastaavanlaisten rakennuskohteiden urakkalaskennassa, aikataulutuksessa sekä kustannuslaskennassa.</p> <p>Puijonkadun täyttötöy oli yksi osakokonaisuus Kuopion alatorin kokonaishankkeesta. Opinnäytetyö on laadittu keväällä 2013 toteutetun täyttötöyön tehtäväsuunnittelun sekä kesällä 2013 saadun työkokemuksen ja dokumentoinnin pohjalta. Teoriatietoon liittyvää lähdemateriaalia on niukasti, mutta suunnitelmiin ja laadunhallintaan liittyvät viittaukset ovat poimintoja alatorihankkeen maa- ja pohjarakennustyöselityksestä.</p> <p>Opinnäytetyön tuloksena saatiin kattava teos Puijonkadun täyttötöyön sisällöstä, sen työvaiheista, kustannushallinnasta, aikataulutuksesta sekä laadunhallinnasta. Tämä insinööritöy toimii jatkossa apuna vastaavanlaisten kaupunkikohteiden urakkalaskentavaiheessa, tehtäväsuunnittelussa sekä täyttötöyidentöyiden käytännön toteuttamisessa.</p>			
Avainsanat täyttötöy, alatori, työseloste, tehtäväsuunnittelu, laadunhallinta			

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme In Construction Engineering			
Author(s) Mikko Raatikainen			
Title of Thesis Backfilling of Puijonkatu Street			
Date	30 March 2014	Pages	27
Supervisor(s) Mr. Kalle Simonen, Lecturer; Antti Leskinen, Foreman			
Client Organisation /Partners Skanska Infra Oy			
<p>Abstract</p> <p>The subject of this thesis is the backfilling of Puijonkatu Street completed by Skanska Infra Oy in 2013. The purpose of the thesis was to put together a thorough work description and to go through the work planning, quality control, costs and planning of the backfilling work. The aim of the thesis was to create a comprehensive study that can be utilized in the contract calculation, planning and budgeting of similar construction projects.</p> <p>The backfilling of Puijonkatu Street was part of an underground market square project in Kuopio. The thesis is based on the work planning done in the spring of 2013 and practical work experience gained and diary kept during the summer of 2013. There is little theoretical source material but references relating to plans and quality control were taken from the groundworks method statement of the project.</p> <p>This thesis covers the the backfilling of Puijonkatu Street including stages of work, cost control, planning and quality control. In the future this thesis will help in the contract calculation, work planning and practical implementation of work in similar town centre street backfilling projects.</p>			
<p>Keywords backfilling, market square project, work description, work planning</p>			

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	6
1.1	Taustat ja tavoitteet.....	6
1.2	Hankkeen yleistiedot ja toimeksiantaja	7
1.2.1	Infrarakentaminen	7
1.2.2	Katualueiden täyttötöet	7
2	KOHTEEN YLEISTIEDOT.....	8
2.1	Lähtötilanne.....	8
2.2	Eri urakoitsijoiden töiden yhteensovittaminen.....	10
2.3	Työmaa- ja kaupunkiliikenteen yhteensovittaminen	10
2.4	Työturvallisuus	11
2.5	Työmaan perustaminen ja aluesuunnitelma.....	12
3	PUIJONKADUN SISÄÄNAJORAMPIN TÄYTTÖTYÖ.....	13
3.1	Suunnitelmat ja laadunhallinta	13
3.2	Täyttö- ja tiivistystyö.....	13
3.3	TäyttöSORAN kuljetus.....	17
3.4	Purkutyöt	19
3.5	Vesihuolto, kaukolämpö ja kaapelit.....	21
3.5.1	Painevesi	21
3.5.2	Sadevesi ja jätevesi.....	22
3.5.3	Kaapelit.....	23
3.5.4	Kaukolämpö ja katulämmitys	23
4	TÄYTTÖTYÖN AIKATAULU	24
5	TÄYTTÖTYÖN KUSTANNUKSET.....	25
6	YHTEENVETO.....	26

LIITTEET

1 JOHDANTO

1.1 Taustat ja tavoitteet

Suoritin kaikki opintoihini liittyvät harjoittelujaksot Skanska Infra OY:n palveluksessa Kuopion alatorityömaalla kesien 2011 - 2013 aikana. Kolmen vuoden aikana olin mukana rakentamassa pysäköintihallia, aina maaleikkauksesta viimeisiin täyttötöihin.

Keväällä 2013 sovimme Skanska Infra OY:n kohteen vastaavan työnjohtajan, Antti Leskisen kanssa opinnäytetyöni aiheesta. Kevään aikana toteutin tehtäväsuunnittelun Puijonkadun täyttötöille. Kesällä 2013 jääneessä Puijonkadun täyttötöiden toteuttamisessa toimin työnjohtoharjoittelijana, jolloin kokosin tietoa ja tuloksia täyttötöiden toteuttamisesta, aikataulusta, kustannusten hallinnasta, sekä laadunvarmistamisesta.

Opinnäytetyöni tavoitteena on tarkastella puijonkadun täyttötöitä, kertoa Puijonkadun täyttötöiden eri työvaiheista ja täyttötöiden toteuttamisesta. Työssä tarkastellaan kuinka suunnitelmat, aikataulutus, kustannukset, laatu, sekä lopputulos vastasivat ennalta asetettuja tavoitteita ja määräyksiä. Työssä pyritään löytämään täyttötöissä havaitut ennalta arvaamattomat ongelmakohdat, sekä tuomaan esille hyväksihavaittuja työtekniikoita ja menetelmiä. Vertailen työssäni suunniteltuja ja toteutuneita kustannuksia sekä aikataulua. Lopussa kirjoitan yhteenvedon, johon kokoan täyttötöiden tärkeimpiä ja huomioonotettavia asioita. Opinnäytetyöni toimii apuna vastaavanlaisten työkohteiden suunnittelussa, toteuttamisessa sekä urakkalaskennassa.

Toteutan opinnäytetyöni keväällä 2013 laatimieni tehtäväsuunnitelmien, sekä kesällä 2013 saamani käytännön kokemuksen, ottamieni valokuvien ja kirjoittamani työmaapäiväkirjan pohjalta.

1.2 Hankkeen yleistiedot ja toimeksiantaja

Opinnäytetyöni toimeksiantajana on Skanska Infra OY. Skanska Infra on yksi Suomen suurimpia infrarakentamiseen erikoistuneista yrityksiä. Skanska Infra tarjoaa monipuolista maanrakennusosaimista. Yrityksen osaaminen kattaa infrarakentamisen eri osa-alueet, kuten väylät, päällysteet, sillat, tunnelit, vesihuolto- ja teollisuuslaitokset sekä pohja- ja verkostorakentamisen. Skanska Infra on osa maailmanlaajuisista Skanska konsernia. Konserni kuuluu maailman kymmenen suurimman rakennusyrityksen joukkoon. Skanskan toiminta painottuu Euroopan, Yhdysvaltojen ja Latinalaisen amerikkalaisille alueille. Yhtiön palveluksessa on noin 57 000 henkilöä, jotka osallistuvat vuosittain noin 12 000 hankkeen toteuttamiseen. (Skanska yleisesittely 2014.)

Skanska on toiminut pääurakoitsijana Kuopion keskustaan rakennettavan maanalaisen 3-kerroksisen pysäköintihallin rakennushankkeessa. Halli rakennettiin jo olemassaolevan vuonna 1990 valmistuneen pysäköintihallin laajennusosaksi. Urakkaan kuului myös pysäköintihallin etelänpuolesten sisään-tuloramppien rakentaminen Puijonkadulle sekä Haapaniemen kadulle. Pysäköintihallin bruttoala on noin 30 000 m² Halli käsittää noin 700 autopaikkaa. Hanke toteutettiin One Skanska hankkeena, jossa Skanska Infra OY sekä Skanska Talonrakennus Oy olivat sidottuina osin yhteisiin tavoitteisiin sekä tuloksiin. Tilaajana hankkeessa toimi Kuopion Pysäköinti OY, rakennuttajakonsulttina sekä valvojana Pöyry CM OY ja pääsuunnittelijana QVIM arkkitehdit OY. Infra- ja geosuunnitelmat toteutti Pöyry Environment OY. Hankkeen rakennesuunnittelusta vastasi SRT OY.

1.2.1 Infrarakentaminen

Alatorihankkeen Infratyöt olivat monipuolisia ja haastavia. Infratöihin kuului pysäköintilaitoksen kaivannon massankaivu, sekä kuljetus. Maata leikattiin yli 100 000 m³tr syvimmillään 14 metriä katus-tasosta. Pysäköintihallikaivantoa jouduttiin myös louhimaan n. 15 000 m³tr. Kaivanto tuettiin sekä kaivinpaalu- että teräsponsseilla. Skanska Infran urakkaan kuului toriparkin maaleikkauksen lisäksi kaivannon tuenta, pysäköintihallin perustuksien pohjatyöt, salaojitukset, viemäroinnit sekä tukiseinien ja pysäköintihallin välisen tilan täyttötyöt. Katujen sekä torikannen päällystys- ja pintatöiden toteutus kuului Kuopion kaupungille. Työt toteuttivat kuntatekniikka liikelaitos.

1.2.2 Katualueiden täyttötyöt

Kuopin Alatori-hankkeeseen kuuluneiden Puijonkadun sekä Haapaniemenkadun sisäänkäyntitunnelien maaleikkauksen, tuennat, perustamistyöt sekä maatyöt ja vesihuollon toteutti Skanska Infra OY. Maaleikkaukset ja tuennat toteutettiin samanaikaisesti toriparkin maaleikkauksen kanssa vuosina 2010 ja 2011. Puijonkadun ja Haapaniemenkadun maaleikkaukset, tuennat, ajotunnelit, vesihuoto ja täyttötyöt olivat pääpiirteittäin samankaltaiset. Haapaniemenkadun täyttötyö sekä vesihuoto toteutettiin kesällä 2012. Haapaniemenkadun täyttötyö antoi hyvän perustan ja valmiudet toteuttaa Puijonkadun täyttötyötä. Haapaniemenkadun täyttötöistä saatu kokemus toimi hyvänä pohjana puijonkadun aikataulun arvioinnissa, tehtäväsuunnittelussa sekä kustannuslaskennassa.

2. KOHTEEN YLEISTIEDOT

Puijonkadun täyttötyö oli Skanska Infran viimeinen työvaihe alatori-hankkeessa. Muut infratyöt Skanskan infran osalta olivat tällöin saatu päätökseen. Puijonkadun täyttötyön urakkaraja piirtyy Minna Canthin kadun ja Kirjastokadun väliselle Puijonkadun katuosuudelle. Katuosuus on noin 200 metriä pitkä ja keskimäärin noin 10 metriä leveä katualue. Kadun reuna-alueille sijaitsee kerrostaloja, koulu sekä liiketiloja. Välillä Kauppakatu–Kirjastokatu katualueen läntistä puolta reunustaa Kuopion tori. Ennen Alatori-hanketta katualue oli eteläisestä suunnasta liikennöity yksisuuntainen kaksikaistainen katu, jota reunustivat molemminpuolin kävelykadut.

2.1 Lähtötilanne

Lähtötilanteessa Puijonkadun tuetussa kaivannossa kulki pysäköintihalliin johtava ajotunneli, joka avattiinliikenteelle keväällä 2013. Ajotunneli on 6 metriä leveä ja 3 metriä korkea betonirakenne. Kaivanto oli tuettu kaivinpaaluin, sekä osittain Larssen ponttiseinin. Tukiseinien ja ajotunnelin välille jäi metrissä kahteen metriin leveä tyhjä tila. Ponttiseinät oli tuettu HEB-palkkeihin kiinnitetyillä kalioankkureilla.

Puijonkadun ylitti kaksi työnaikaista kevyenliikenteen ylikulkusiltaa. Sillat sijaitsivat Lapinlinnankadun, sekä Kauppakadun risteyksissä. Kaivanto syveni Minna Cathinkadun 0 korosta pysäköintihalliin päin mentäessä aina - 10 metriin alkuperäisestä katupinnasta. Kaivannon reunat oli aidattu. Aitojen ja kiinteistöjen väliset kapeat kadut oli koko täyttötyön ajan jalankulkijoiden käytössä.



KUVA1. Puijonkadun maaleikkaus ajotunnelin pohjatyövaiheessa kesällä 2012
(Raatikainen 2012-08-14)



KUVA2. Lähtötilanne keväällä 2013 Lapinlinnankadulta torin suuntaan (Raatikainen 2013-05-14)



KUVA3. Tukiseinän ja ajotunnelin väli lähtötilanteessa keväällä 2013 (Raatikainen 2013-05-08)

2.2 Eri urakoitsioiden töiden yhteensovittaminen

Alatorihankkeessa kokonaisuudessaan oli mukana kymmeniä eri urakoitsijoita ja aliurakoitsijoita. Useiden eri urakoitsijoiden eri töiden ja työvaiheiden yhteensovittaminen ja aikatauluttaminen asetti haasteita hankkeen aikana. Skanska Infra alisti joitakin pienempiä urakan osa-alueita, kuten purkutöitä hankkeen aikana aliurakoitsijoille. Puijonkadun osalta yhteensovittamista vaati ajotunnelin pohjatöiden ja rakentamisen yhteensovittaminen Skanska Talonrakennuksen ja Skanska Infran kesken. Katualueen luovuttamisen ja töiden jaksottamisen kanssa Skanska Infra teki myös yhteensovittamista Kuopion kaupungin kanssa.

Kaupungin kanssa sovimme kevään täyttötöiden aloistusajankohdan etukäteen jolloin Kaupunki tiesi valmistella urakka-alueen ympärillä olleet työnsä niin, että täyttötöy ja Kaupungin työt eivät haitanneet toisiaan. Skanska Infra ja Kuopion kaupunki sopivat myös etukäteen Infran urakkaalueen eri osien luovuttamispäivämäärät. Luovutus tehtiin osissa, jolloin kaupunki pääsi ennen koko täyttötöy valmistumista aloittamaan täyttöalueen osittaiset pinta, kauko- ja katulämmitystyöt.

Yhteensovittaminen Puijonkadun täyttötöiden osalta eri urakoitsijoiden kanssa sujui hyvin. Yhteensovittamisesta johtuneita aikataulu- tai kustannushaittoja ei syntynyt. Kaukolämmitysten osalta ennalta sovittuja urakkarajoja ja alueluovutusta joduttiin hieman Anttilan kiinteistön edustalla muuttamaan urakan loppuvaiheessa. Heinäkuun lopulla kaukolämpötöiden ollessa vielä kesken, sovimme että kaupunki suorittaa kaukolämpötöiden valmistuttua loput kaukolämpölinjojen ympäristäytöt, jolloin Skanska Infra pystyi päättämään osaltaan alatorihankkeen.

2.3 Työmaa- ja kaupunkiliikenteen yhteensovittaminen

Kuopion keskusta ja sen ympäristö on vilkkaasti liikennöityä aluetta. Puijonkadun urakka-alueen pohjoispäähän ulottuu vilkkaasti ajoneuvoin liikennöity katu. Muita urakka-alueen reunustoja kiersivät kevyenliikenteen väylät. Työmaan ympäristössä sijaitsevat koulut, lounasravintolat ja liiketilat houkuttivat kesän aikana runsaasti jalankulkijoita ja juuri liikenteelle avattu toriparkki ruuhkautti osin etelästä tulevaan Puijonkatua. Vilkas liikenne pakotti käyttämään monessa työvaiheessa erityisiä työtapoja liikenteen ja jalankulkijoiden huomioimiseksi. Urakka-alue oli rajattu tukevilla puu ja metalliainoilla, mutta työskenneltäessä aitojen vierustoilla, jouduttiin usein suorittamaan liikenteen ohjausta, sekä käyttämään työssä äärimmäistä varovaisuutta. Urakan loppuvaiheessa kun urakka-alue kiertävää aidoitusta purettiin, jouduttiin katualueita sulkemaan. Katualueiden sulkemisessa pyrittiin huomioimaan alueella sijainneiden kiinteistöiden asukkaita ja liiketoimintaa, sekä tiedottamaan suluista hyvissäajoin. Työmaaliikenteestä ja tiivistystyöstä aiheutuvaa pölyä sidosimme tiesuolalla ja kastelemalla alueita runsaalla vedellä. Skanska Infraa velvoitti keskustassa työskenneltäessä melulupa, joka oli myönnetty aamu seitsemän ja ilta kymmenen väliseksi ajaksi.



KUVA4. Osa ankkuripalkeista jouduttiin poistamaan sisäänajotunnelin ylitse.
(Raatikainen 2013-06-04)

Suurin liikenteestä aiheutuva haitta oli täyttösorankuljetukselle. Sora kuljetettiin vilkkaasti liikennöityä Minna Canthin- ja Puijonkatua pitkin Hallikadun risteykseen, josta loppumatka vilkkaasti liikennöityä kevyenliikenteen Lapinlinnan- ja Hallikatuja pitkin työmaalle. Keskustassa olleiden usean työmaan vaikutuksesta Lapinlinnankatu ja Hallikatu olivat usein niin ruuhkautuneita, että täyttösoran tuonti työmaalle keskeytyi. Olosuhteet ja sijainnin huomioon ottaen työmaaliikenne sujui kuitenkin hyvin, jopa odotettua paremmin.

Urakka-aluetta reunustaneiden kävelykatujen kunnossapitäminen työllisti koko hankkeen ajan, myös kesällä 2013. Katualueiden valumisvedet valuivat urakka-alueen aitojen ali kaivantoon kuljettaen katualueiden reunamilta pois maa-ainesta. Urakka-alueen reunoilla olleet kadut tarkastettiin säännöllisesti, etenkin sateiden jälkeen ja pyrittiin aitaamaan sekä täyttämään veden syömät reiät.

2.4 Työturvallisuus

Skanskalla on yleiset työturvallisuusmääräykset, joita jokainen työntekijä on sitoutunut noudattamaan. Skanska määrää käytettäväksi aina työmaa-alueella liikuttaessa kypärää, silmäsuojia, turvakengkiä, sekä huomiovärivaatteita. Jokaisessa eri työssä käytetään myös työn edellyttämiä suojaimia, kuten maantiivistäjää ajettaessa kuulonsuojausta, tulitöissä asianmukaisia suojaimia ja tulitöihin soveltuvia vaatteita, sekä sammutinta. Skanskan yleisten työturvallisuusmääräysten lisäksi Puijonkadun täyttötöissä kiinnitettiin erityistä huomiota ympärillä vallinneeseen liikenteeseen.

Urakka-alue pidettiin suljettuna muulta kuin työmaaliikenteeltä. Kun ajoneuvo saapui tai lähti työmaalta, työmaan portit suljettiin huolellisesti.

2.5 Työmaan perustaminen ja aluesuunnitelma

Kesän 2013 urakka-alueen rajat olivat jo aidattu alatori-hankkeen alkuvaiheessa vuonna 2010. Täyttötöyön edetessä muuttuneet urakka-alueen rajat toteutimme siirrettävillä metalliaidoilla. Läpi alatori-hankkeen olleet sosiaalityöt, taukotilat ja kalustovarastot olivat jo valmiina työmaalla. Työmaan käynnistäminen onnistui siis todella nopeasti ja vaivattomasti.

Taukoparakit sijaitsivat keväällä uuden toriparkin kannella. Alueluovutuksien edetessä alkoi parakki ja varastoalue käydäkuitenkin osaltamme vähiin torialueella. Puijonkadun urakka-alueen varressa sijainneen koulukiinteistön pysäköintialueen saimme sovittua käyttöömmekoulun kesäloma-ajaksi 1.6-10.8. Siirsimme Taukotilat, työkalukopin ja varastoalueen kesäkuun alussa koulun pysäköintialueelle. Koulun pysäköintialuetta käytettiin myös täyttötöyön edetessä kulkuväylänä urakka-alueelle. Liikennöinti pihan kautta työmaalle osottautui hyväksi ratkaisuksi, sillä pihalla oli varastoalaa työkooneille ja vesihuolto tarvikkeille. Parkkipaikka oli myös logistisesti varsin toimiva ratkaisu. Täyttösora ajettaessa, parkkipaikka oli hyvä kääntöpaikka maansiirtokärryillä varustetuille traktoreille, koska alueella oli riittävästi tilaa kääntää koneet, sekä siellä liikkui hyvin vähän ulkopuolisia jalankulkijoita.



KUVA5. Havainnekuva työmaan yleisjärjestelyistä. Punainen viiva osoittaa urakka-alueen rajat. Sinisellä viivalla on merkitty varastoalue. Keltaiset viivat osoittavat väliaikaiset ylikulkusillat. Työmaalle liikennöinti tapahtui varastoalueen kautta. (Bing Maps)

3 PUIJONKADUN SISÄÄNAJORAMPIN TÄYTTÖTYÖ

Puijonkadun täyttötöiden toteutuminen, laadukas lopputulos ja kustannustehokkuus vaativat tarkan tehtäväsuunnittelun lisäksi kustannustehokasta ja laadukasta rakentamista. Rakentaminen koostui kahdesta osa-alueesta. Täyttötöiden ja vesihuollon toteuttaminen olivat kaksi toisiinsa sitoutunutta rakentamisen eri työvaihetta täyttötöissä. Seuraavissa luvuissa selostetaan rakentamisen suunnitelmia, laadunhallintaa, työvaiheita ja työtapoja.

3.1 Suunnitelmat ja laadunhallinta

Puijonkadun täyttötöiden toteutettiin Pöyryn laatiman maanrakennustyöselityksen sekä suunnitelmakuvien mukaisesti. Maanrakennustyöselityksessä kehoitettiin toteuttamaan maanrakennustyöt "Maanrakennustyöselityksen yleiset laatuvaatimukset" mukaisesti. Maanrakennustyöselityksessä täyttö- ja tiivistystyö käskettiin toteutettavaksi "ohjeiden mukaisilla materiaaleilla niiden optimikosteudessa käyttäen sellaisia kerrospaksuuksia, tiivistyskertoja ja kalustoa että vaaditut tiiviysvaatimukset toteutetaan". Täyttötöiden ja niiden laadunvalvonta tehtiin RIL 132-2000 "Talonrakennuksen maanrakennustyöselityksen" mukaisia ohjeita noudattaen. Puijonkadun putkirakenteiden ja johtojen toteuttamisessa käytettiin suunnitelmakuvien lisäksi maaRYL 2000 16 Putki- ja johtoasennukset ohjeita. Puijonkadun täyttötöiden laadunhallinta toteutettiin ja dokumentoitiin maanrakennustyöselityksen sekä tilaajan antamien ohjeiden mukaisesti.

3.2 Täyttö- ja tiivistystyö

Täyttöjen tiiviysastevaatimuksena oli laatuluokka 1 eli 93 %. Käytettävän materiaalin tulee olla sekaraakeista, rapautumatonta ja hyvin rapautumista kestävä. Materiaali saa sisältää #0,25 mm pienempää ainesta korkeintaan 20 %. Materiaalin hienoainespitoisuus ($\# < 0,06$ mm) saa olla korkeintaan 10 % laskettuna #20 mm pienemmistä aineksista (Talonrakennuksen maanrakennustyöselityksen: RIL 132-2000). Pääosin Puijonkadun täyttömateriaalina voitiin siis käyttää samaa soraa, mitä toriparkin kaivun yhteydessä varastoitiin läjitysalueelle.

Täytön kantavuus varmistettiin Loadmann-pudotuspainolaitteella. Loadmann kokeita suoritettiin kattavasti jokaisesta täyttökerroksesta. Maanrakennustyöselityksessä vaadittiin vähintään yksi loadmann mittaus/400m². Alkuperäisen suunnitelman mukaan työmaan kantavuuden mittaus tuli suorittaa levykuormituskokeella, mutta jo täyttötöiden alkuvaiheessa todettiin, että levykuormituskokeen toteuttaminen oli vaikeaa johtuen torin ahtaista täyttöalueista, jonne levykuormituksessa tarvittavan vastapainon vieminen osottautui mahdottomaksi. Tästä johtuen Skanska infra ja tilaaja sopivat kantavuuden varmistamisessa vertailukelpoisten tulosten aikaansaamiseksi käytettävän aina Loadmann-pudotuspainolaitetta.

Kun Alatorihankkeen varsinaiset täyttötöet alkoivat, toteutti Skanska Infra yhdessä infrasuunnittelijan kanssa koekentän tiivistystyötä varten. Koekentän tarkoituksena oli käytännössä todeta se, kuinka usealla maantiivistäjän yliajokerralla saavutetaan täyttötöissä käytettävän soran optimaalinen kantavuus. Koekenttä toteutettiin jo tiivistetylle alustalla. Alustalle levitettiin työohjeiden mukainen 40 senttimetrin kerros soraa noin 5m x 5m alueelle. Kenttä kasteltiin, jonka jälkeen sora tiivistettiin kertaalleen 500 kg:n painoisella maantiivistäjällä. Tiivistyksen jälkeen kenttä mitattiin pudotuspainokokeella. Työ toistettiin niin useasti, että sora alkoi löyhtyä ja soran kantavuus ei enää entisestään parantunut. Tällöin oli saavutettu täyttötöissä käytettävän soran optimaalinen kantavuus. Tiivistetyn patjan päälle levitettiin uusi kerros täyttösoraa ja tiivistystyö toistettiin. Tulokset olivat samat kuin edellisellä kerroksella. Tulokset osoittivat, että 40 senttimetrin täyttökerroksissa tiivistettävän soran optimaalinen kantavuus saavutetaan riittävästi vettä käyttäen 500kg maantiivistäjällä kuudennella yliajokerralla. Tätä koekentästä saatua työohjetta käytettiin myös Puijonkadun tiivistystyössä.



KUVA6. Puijonkadun täyttötöitä ajotunnelin vierustäyttövaiheessa (Raatikainen 2013-05-20)

Täyttötöy aloitettiin kadun eteläpäästä ja edettiin kerroksittain kohti toria. Katualue luovutettiin osissa Kuopion kaupungille. Urakkaraja saavutettua pidimme kyseisestä alueesta luovutuskatselmuksen jossa totesimme urakamme toteutetuksi ja luovutimme alueen pois urakka alueesta. Täyttötöy alkoi ajotunnelin perustamistasosta. Työn hitain vaihe oli ajotunnelien vierustäytön ja tiivistämisen toteuttaminen. Ajotunnelin ja ponttiseinän välinen tila vaihteli metristä kahteen metriin. Työtä vaikutti ponttiseinän akkuritasoilla olevat HEB-palkit, jotka voitiin poistaa vasta kun täyttö oli saavuttanut palkin alapinnan. Täyttö eteni kerroksittain jakavan kerroksen alapintaan saakka. Vesihuolto linjat asennettiin täyttöihin, täyttötöy ollessa putkien arinatasossa.

Kadun jakavassa kerroksessa käytimme 0-63 millistä sekä kantavassa kerroksessa 0-32 millistä kalliomursketta. Putkiarinat, sekä katualueiden putkien vierustäytöissä toteutettiin 0-16 millisellä kalliomurskeella. Rudus toimitti murskeet katualueelle.



KUVA7. Täyttö- ja tiivistystyötä Anttilan kiinteistön edustalla (Raatikainen 2013-06-04)

Täyttötyön työtapoina käytettiin pitkälti Haapaniemenkadun täyttötyössä hyväksi havaittuja työmenetelmiä. Puijonkadun tiivistystyön toteutti kolme rekennusmiestä, sekä yksi työnjohtaja. Soran ajossa käytettiin kahta maansiirtokärryllä varustettua traktoria. Katualueella oli 14 tonnin tela-alustainen kaivinkone, jonka tehtävänä oli ottaa vastaan traktorien sora, sekä levittää se tasaiseksi 40 senttiä paksuksi kerrokseksi. Levitysvaiheessa kaivinkone poisti sorasta ylisuurat kivet. Maanrakennustyöselitys kielsi käyttämästä täyttösorassa yli 2/3 osaa täyttökerroksen paksuudesta olevia kiviä. Kaksi tai kolme rakennusmiestä hoitivat kastelun ja tiivistämisen, tilanteesta riippuen. Tiivistämisessä käytettiin koekentästä, sekä maanrakennustyöselityksestä saatuja työohjeita. Tiivistyskalustona käytettiin kahta 500 kg:n painoista tärylätettä, sekä putkiarinoiden ja ahtaiden paikkojen tiivistämiseen 100 kg:n painoista tärylätettä.

Lisäksi kustannusarviossa oli suunniteltu käytettäväksi kaksikuukautta pientä (1- 4 tn) kaivinkonetta ajotunnelin vierustäytöissä soran levitykseen sekä kävelysiltojen alustäytöihin, mutta koneen tarve oli kuitenkin huomattavasti suppeampi (50 tuntia). Kävelysiltojen murskaamisen toteutti urakoitsija iskuvasaralla varustetulla kaivinkoneella.

Katualueen täyttötyössä havaittiin kaksi täyttöaluetta, joiden tiiviiden varmistamisessa jouduttiin käyttämään normaaleista työtavoista poikkeavia menetelmiä. Maahan jäävien kaivinpaaluseinän ankkuritasojen betonisten vaakapalkit alusten, sekä teräsponttiseinien profiilin vierusten tiivistäminen tavanomaisella tiivistyskalustolla oli mahdotonta. Vaakapalkin alusten täyttö toteutettiin sullomalla hiekkaa palkin alle kaivinkoneen kauhalla, samalla juoksettaen palkin alle runsaasti vettä. Teräsponttiseinän profiileissa olevan soran tiivistyminen varmistettiin täyttökerroksittain vibraamalla sora vettä ja betonivibraa käyttäen.



KUVA8. Ponttiseinän profiileihin jäävän täyttömaa-aineksen tiiviys varmistettiin runsaalla vedellä ja betonivibralla. (Raatikainen 2013-05-29)

3.3 Täyttösoran kuljetus

Toriparkin maaleikkauksen yhteydessä Skanska Infra vuokrasi Kuopion kaupungilta käyttöönsä Teollisuuskadulla sijainneen noin 6 000 neliön kokoisen maa-alueen, jonne läjitettiin toriparkin vierustäyttöissä, sekä katualueiden täytöissä tarvittava maa-aines. Teollisuuskadun läjitysalueella käytettiin myös varastona infratöissä tarvittaville putkimateriaaleille. Keskustassa sijainneella työmaalla varastointitilat olivat kovin niukat, joten putkimateriaaleja voitiin varastoida suurempia määriä läjitysalueelle ja kuljettaa sieltä aina tarvittu määrä Puijonkadulle usein sorakuorman mukana. Läjitysalueen sijainti oli hyvä, matkaa Puijonkadulta läjitysalueelle on 2,6 kilometriä ja välillä kulkeva tie on 50 km/h rajoitettua sujavaaliikenteistä katua.

Koko hankkeen aikainen soran kuljetus läjitysalueelta oli ulkoistettu urakoitsijoille. Kesällä 2012 toteutetussa Haapaniemenkadun täyttötöissä Skanska Infra toteutti soran ajon läjitysalueelta Haapaniemenkadulle yhdellä 4 akselisella kuorma-autolla. Läjitysalueelle oli kuormantekoa varten vuokrattu Skanska Infralle 15 tonnininen pyöräkuormaaja. Kuorma-auton kuljetuskapasiteetti oli noin 9,5 m³ soraa/ kuorma. Kuorma-auton kuljettaja hoiti kuormauksen pyöräkuormaajalla itse. Matka läjitysalueelta Haapaniemenkadulle oli sama kuin Puijonkadulle, myös ajallisesti.



KUVA9. Täyttösoran lastausta läjitysalueella (Raatikainen 2013-06-04)

Puijonkadun täyttösoran ajoon käytettiin kahta 8,5 m³ tilavuuksisella maansiirtokärrillä varustettua etukuormaajallista liikennetraktoria. Traktorit pystyivät toimimaan toisistaan riippumattomina, koska

koneet kuormasivat kärrynsä itse. Puijonkadun täytön alkuvaiheessa soran menekki oli melko vähäistä, sillä ahtaiden ajotunneleiden vierustojen täyttö ja tiivistystyö oli melko hidasta. Tällöin sovittiin joustavien urakoitsijoiden kanssa tarvittaessa vain yhden traktorin käytöstä, riippuen täyttötyössä tarvittavan soran määrästä. Kahdella traktorilla toimitetun soran määrä oli kuitenkin riittävä silloin kun tunnelin vierustäytöt olivat tehty ja täyttötyötä voitiin toteuttaa koko katulinjan levyisenä. Edeltävänä kesänä yhdellä kuorma-autolla ajetun soran määrä oli riittävä ajotunnelin vierustäyttötyöhön, mutta liian vähäinen kun täyttötyötä tehtiin koko katualueen leveydeltä. Vesihuoltotöiden alkaessa oli soran menekki taas vähäisempää.

Taulukko1. Täyttösoran kuljetuksen hintavertailu.

	2 liikennetraktoria	4 aks. Kuorma-auto
Toimitetun soran määrä	21,3 m ³ /tunti	12,7 m ³ /tunti
Pyöräkonekustannus		18 €/tunti
Urakoitsijan veloitus	114 €/tunti	70 €/tunti
Tuntikustannus yhteensä	114 €	88 €
Soran siirtokustannus / m ³	5,35 €	6,93 €
Soran siirtokustannus / tonni	3,15 €	4 €

Taulukon hintoina on käytetty yleisiä Traktoreiden ja Kuorma-autojen tuntihintoja.

Oheisessa taulukossa verrataan täyttösoran kuljetuskustannuksia Puijonkadun ja Teollisuuskadun välillä kuorma-autolla pyöräkonelastattuna, sekä kahdella etukuormaajalla ja maansiirtokärryllä varustetulla liikennetraktorilla. Kuorma-autolla ajetun sorakuorman keskimääräinen kuljetusaika oli 40 minuuttia, kun taas traktorilla ajettuna 45 minuuttia. Ero syntyi pyöräkoneen tehokkaammasta lastauksesta, sekä traktorin perävaunun irrotuksesta ja kytkennästä. Kuljetusajassa ei syntynyt huomattavaa eroa, myös liikennetraktorit pystyivät kuljettamaan soraa taajamanopeuden sallimissa rajoissa.

Verrattaessa kuorma-autoon, liikennetraktoreiden etuna täyttötyössä oli niiden parempi maastokelpoisuus. Täyttötyössä ei tarvinnut kiinnittää niin suurta huomiota urakka-alueen väylistä ja niiden jatkuvasta kunnossapidosta, työmaatie saattoi olla usein löyhää epätasaista soraa ja urakka-alueelle tultaessa täytön korkeuseroista johtuva jyrkkä rinne. Etukuormaaja traktoreita voitiin myös hyödyntää trukkipiikkivarustuksella tavarantoimituksissa, nostoissa ja tavarantoimituksen järjestelyssä.



KUVA10. Tunnelin vierustäyttövaiheessa työtilat olivat ahtaat. Konetyöt toriparkin sisäänajotunnelin päällä vaativat äärimmäistä tarkkuutta. (Raatikainen 2013-05-16.)

3.4 Purkutyöt

Puijonkadun täyttötyön yhtenä työvaiheena olivat erilaiset purkutyöt. Polttoleikkaaminen oli yksi purkutöihin kuuluvista työvaiheista. Alkuperäisen suunnitelman mukaan tuetaan käytetyt larssenponttiseinät oli tarkoitus nostaa pois maaperästä maatayttöjen valmistuttua. Suunnitelmien muuttuessa ohjeeksi tuli poistaa pontit 1,2 metriä tulevan katupinnan alapuolelle saakka ja jättää loput tuennoista maan sisään. Ponttiseinien ankkuritasoilla olleiden HEB palkkien poisto toteutettiin myös polttoleikkaamalla. Ankkureiden jännitys laukaistiin maataytön saavuttaessa ankkuripalkin alareuna ja ankkuripalkki poistettiin. Ankkuripalkit pyrittiin katkaisemaan täysimittaisina 12 metrin salkoina mahdollista jatkokäyttöä varten. Ponttien poisto toteutettiin kaasuleikkaamalla pontit yksitellen maataytön saavuttaessa katkaisutason. Larssen ponttien kaasuleikkaaminen osittautui melko työlääksi työvaiheeksi. Ponttien taustalla ollut hiekka vaikeutti kaasuleikkaustyötä, sekä ponttien sisäkkäin olleen liitosprofiilin polttaminen vaati aikaa. Nestekaasulla leikkaaminen todettiin nopeammaksi ja kustannustehokkaammaksi vaihtoehdoksi asetyleeniin verrattuna.



KUVA11. 12 metrisen ankkuripalkin nostaminen ajotunnelin ja ponttiseinän välisestä tilasta. (Raatikainen 2013-05-15)



KUVA12. Lapinlinnankadun työnaikaisen ylikulkusillan purkutyö (Raatikainen 2013-05-13)

Kadun ylittävät työnaikaiset jalankulkijoille tarkoitetut ontelopalkkisillat purettiin täytön ollessa niin ylhäällä, että jalankulku voitiin järjestää kiertämään maataytön päälle purettavan sillan vierestä. Siltojen alla sijaitsi sadevesilinjojen kaivoja sekä datakaapeleita, joten purun aikainen suojaaminen tuli toteuttaa huolellisesti. Siltojen purkaminen toteutettiin kaivinkoneen iskuvasaralla. Silloista syntynyt betonijäte kuormattiin ja kuljetettiin Jätekuukko OY:n jatkokäsittelyyn. Myös katualueen reunalla olleet puuaidat purettiin ja vaihdettiin osittain metalliaitoihin täyttötöiden edetessä.

3.5 Vesihuolto, kaukolämpö ja kaapelit

Puijonkadun katualueella sijaitsee runsaasti kunnallistekniikkaa. Katualuetta pitkin kulkee osa torikannen sadevesistä, sekä kaikkien puijonkadun varrella olevien kiinteistöiden sadevedet, jätevedet ja osa painevesistä. Katualueella kulkee myös runsaasti sähkö sekä tietoliikenne kaapeleita, kaukolämmitys sekä kadun sulanapitojärjestelmä. Tämä kaikki viemäri- sähkö- ja vesiverkoston rakentaminen yhteensovitettiin ja toteutettiin täyttötöiden yhteydessä. Alatorihankkeen aikana toimineet väliaikaiset viemäri- ja painevesi linjat olivat kannakoitu kaivannon tukiseinille ja ne tuli liittää uusiin linjoihin työn edetessä ilman kiinteistöille aiheutuvaa haittaa.

3.5.1 Painevesi

Puijonkadun työnaikainen painevesilinja kulki Lapinlinnankadun kävelysillan alla. Linjasta haarautui väliaikainen tonttijohto Lyseon kiinteistöön. Puijonkadun täyttötöiden yhteydessä katualueelle rakennettiin 150 mm runkolinja, josta vettä jakautui pienempiä kiinteistölinjoja pitkin lyseoon sekä Alatorille. Runkolinja rakennettiin pääosin SG- valurautaputkesta. Vesiputket ja niiden venttiilit kuvattiin, sekä linjoista otettiin tarkemitat, joista käy ilmi linjojen sijainti ja rakenne. Kuvat ja tarkkeet toimitettiin tilaajalle vesihuoltotöiden valmistuttua. Linjasto pystyttiin rakentamaan kokonaisuudessaan valmiiksi ennen sen käyttöönottoa, eikä käyttöönotto vaatinut kuin yhden vesikatkon lähialueen kiinteistöissä.

Ennen linjaston käyttöönottoa suoritettiin Kuopion veden valvoma vesipainekoe. Hyväksytyyn painekokeen jälkeen käyttöönotettava vesiputki shokkikloorattiin vahvasti kloorisella vedellä. Kloorauksen jälkeen putki huuhdeltiin ja vedestä toimitettiin näyte laboratorion mikrobiologista tutkimusta varten. Hyväksytyyn vesinäytteen jälkeen voitiin uusi linjasto liittää jo olemassa olleeseen Lapinlinnankadun runkolinjaan. Kaikki painevesilinjat valokuvattiin ja kuvamateriaali toimitettiin Kuopion vedelle.

3.5.2 Sadevesi ja jätevesi

Alatorihankkeen maaleikkauvaiheessa vuonna 2011 tukiseinille kannakoitujen sade- ja jätevesilinjojen sulanapito oli varmistettu eristyksellä sekä putkissa kulkevilla saattolämpökaapeleilla. Puijonkadun sade- ja jätevesilinjat kuljettavat katualueen varsilla olevien kiinteistöjen katto- sekä jätevedet viettoviemäreillä Minna Canthinkadun risteykseen. Runkolinjat tulivat kulkemaan vierekkäin Anttilan edustalta aina Minna Canthin risteykseen saakka. Pysyvät sadevesiputket toteutettiin suunnitelmien mukaisilla pääosin 400mm betoniputkilla ja kaivoilla. Jätevesilinjat toteutettiin 200mm pvc putkilla sekä betonisilla kaivoilla. Täyttötöön edetessä tukiseinissä olleet viemäriinjat käännettiin uusien linjojen kaivoihin. Sadevesi- ja viemäriinjojen valmistuttua linjat videokuvattiin sisältäpäin. Kuvauksilla voitiin todeta linjojen oikeellisuus ja laatu. Kaikki sadevesi- ja jätevesilinjat myös valokuvattiin niiden rakennusvaiheessa.



KUVA13. Jätevesirunkolinjan asennus. Runkolinjan vasemmalla puolella näkyy purettava työnaikainen runkolinja. (Raatikainen 2013-05-28.)

3.5.3 Kaapelit

Katualueella kulkee sähkö- ja tietoliikennekaapeleita kadun pituus- sekä poikkisuunnassa. Kaapelit olivat kannakoitu ponttiseiniin katualueen maankaivu vaiheessa. Poikkisuuntaiset kaapelit olivat kiinnitetty väliaikaisten kävelysiltojen alle. Kaapeleiden käsittelyssä tuli käyttää äärimmäistä varovaisuutta, sillä sähkökaapeleissa kulkeva jännite oli hengenvaarallinen ja datakaapeleissa kulki keskustan tiedonsiirto. Kaapelit eivät vaikuttaneet täyttötöihin niin kauan kuin täyttötöitä toteutettiin kaapeleiden asennussyvyyden alapuolella. Täytön saavuttaessa kaapeleiden asennussyvyys, kaapelit laskettiin seiniltä täyttöihin, suoritettiin tarkemittaukset sekä suojattiin kaapelit. Kävelysiltojen alla kulkevat kaapelit tuli suojata huolellisesti ennen kävelysiltojen purkua. Kun sillat saatiin purettua, kaapelit sijoitettiin täyttöihin. Työn aikana välttyttiin suuremmilta kaapelikatkoilta. Rammeroidesamme kaivinpaalua, sen vierustalla maatäytössä ollut suurjännitejohto kuitenkin katkesi. Johto oli kahden keskuksen välinen syöttökaapeli, eikä aiheuttanut sähkökatkoja.

3.5.4 Kaukolämpö ja katulämmitys

Katualueella sijaitsi myös katulämmitys- ja kaukolämpöputkia. Toriparkin huoltotilan seinästä tuli katualueelle kaksi katulämmityksen runkolinjaa, joista jakautuivat putket Puijonkadun lämmitykseen ja osa linjasta jatkui kohti anttilan eteläpäätyä. Hankkeen yhteydessä urakka-alueellemme rakennettiin myös katulämmitys torilta Lapinlinnankadun risteykseen saakka. Katulämmityksen toteuttaminen kuului Kuntatekniikka liikelaitoksen pintatyöurakkaan. Skanska Infran tehtävä kaukolämmityksen osalta oli tehdä runkolinjalle arina ja yhteensovittaa täyttötöet kaukolämpötöiden kanssa.



KUVA14. Kaukolämmön runkolinja sekä maakaapeleita rakennusvaiheessa Anttilan edustalla. (Raatikainen 2013-07-31.)

4. TÄYTTÖTYÖN AIKATAULU

Oheisessa taulukossa on esitetty Puijonkadun suunniteltu (sininen) ja toteutunut (punainen) työvaiheittainen aikataulu. Työvaiheet ovat sidottu kadun työn etenemissuunnassa suunnitelmakuvissa esitettyihin paalulukuihin (PL). Urakkaraja kadun eteläpäästä alkaa paalulta 30 ja päättyy torin laidalle paalulle 200. Paaluluvut ovat ilmoitettu metreinä, eli urakka-alueen kokonaispituus oli 170 metriä.

Taulukko2. Täyttötöyön aikataulusuunnitelma

VIKKO NRO.	TÄYTTÖTYÖN AIKATAULUSUUNNITELMA												
	huhtikuu	toukokuu	kesäkuu				heinäkuu						
	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
TÄYTTÖTYÖ PL 30-70	■	■	■										
TÄYTTÖTYÖ PL 70-120			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
TÄYTTÖTYÖ PL 120-160				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
TÄYTTÖTYÖ PL 160-200									■	■	■	■	■
LAPINLINNAN SILLAN PURKU			■	■									
KAUP.KADUN SILLAN PURKU								■	■		■		
VJ PL 70-120					■	■	■	■	■	■	■	■	■
VJ PL 120-160						■	■	■	■	■	■	■	■
SV PL 30-70	■	■	■	■									
SV PL 70-120			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
SV PL 120-160							■	■	■	■	■	■	■
SV PL 160-200									■	■	■	■	■
JV PL 30-70				■	■								
JV PL 70-120				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
JV PL 120-160					■	■	■	■	■	■	■	■	■
JV PL 160-200									■	■	■	■	■

Puijonkadun täyttötöyön arvioitu toteutusaika oli touko-heinäkuu 2013. Alkuperäisen arvion mukaan täyttötöyön kokonaiskesto olisi ollut kolme kuukautta. Joitakin alustavia töitä tehtiin jo huhtikuun lopussa, mutta virallinen aloitusajankohta oli suunnitellusti toukokuun alku. Täyttötöiden toteutunut työjärjestys hieman muuttui ja limittyi, mutta täyttötöyön kokonaiskesto pysyi kuitenkin tavoitteessa. Työvaiheet elivät ajateltua enemmän vuorovaikutuksessa toistensa kanssa, siispä osa aikataulun työvaiheista venyi kestoiltaan huomattavasti pidemmäksi. Aikataulun suunnitteleminen oli melko haastavaa, sillä kaupungin keskustassa työskenneltäessä on paljon muuttuvia tekijöitä. Esimerkiksi liikennehaitasta johtuva viivästys täyttösoran kuljetuksessa, sekä traktorilla toimitettavan soran siirtonopeutta oli haastavaa ennalta arvioida. Aikataulujen suunnittelussa pohjana voitiin kuitenkin hyödyntää kesältä 2012 Haapaniemenkadulta saatua kokemusta. Esimerkiksi ajotunnelin vierustäyttöjen toteuttamisen hitaus tiedettiin ennalta edeltävältä kesältä saatujen kokemusten perusteella.

5. TÄYTTÖTYÖN KUSTANNUKSET

Taulukko3. Puijonkadun täyttötyön kustannukset

Puijonkadun täyttötyön kustannukset								
			Arvioitu			Toteutunut		
	kpl		määrä	yks.Hinta	Kustannus	määrä	yks.Hinta	Kustannus €
Työntekijät	1	Tj	480h (3kk)	35€/h	16 800,00 €	543h	35€/h	19 005,00 €
	1	ram	480h (3kk)	35€/h	16 800,00 €	552h	35€/h	19 320,00 €
	2	rm	480h (3kk)	30€/h	28 800,00 €	544h	30€/h	32 640,00 €
Koneet	1	Kaivinkone 18t (pyör.)	480h (3kk)	67€/h	32 000,00 €	512h	67€/h	34 304,00 €
	1	Kaivinkone 1-4t (tela)	320h (2kk)	60€/h	20 000,00 €	22h	60€/h	1 320,00 €
	1	Tärylätkä 500kg	90vrk	50€/vrk	4 500,00 €	90vrk	50€/vrk	4 500,00 €
	1	Tärylätkä 100kg	90vrk	30€/vrk	2 700,00 €	85vrk	30€/vrk	2 550,00 €
	2	Traktorit	640h (2kk)	57€/h	36 400,00 €	654h	57€/h	37 278,00 €
Painevesi		vj 90V	60 (m)	12€/m	700,00 €	68 (m)	12€/m	816,00 €
		vj 150SG	75 (m)	15€/m	1 125,00 €	90 (m)	15€/m	1 350,00 €
		Venttiilit + karat + kansis	7 kpl	500€/kpl	3 500,00 €	7 kpl	500€/kpl	3 500,00 €
Sadevesi		sv 400B	122 (m)	61€/m	7 400,00 €	144 (m)	61€/m	8 784,00 €
		Kaivot (bet) + kansistot	12kpl	700€/kpl	8 400,00 €	12kpl	700€/kpl	8 400,00 €
Jätevesi		jv 200M	120 (m)	23€/m	2 700,00 €	160 (m)	14€/m	2 240,00 €
		Kaivot (bet) + kansistot	7 kpl	600€/kpl	4 200,00 €	7 kpl	600€/kpl	4 200,00 €
Eristeet		finfoam						
				~	5 000,00 €		~	4 867,00 €
Sepeli		#16-32		~	5 000,00 €		~	6 230,00 €
Murske		#0-63 (täyttö)	1200m3	8€/t	17 200,00 €		8€/t	19 450,00 €
Yleiskulut								
		Työkalut		~	2 000,00 €		~	1 860,00 €
		Polttoleikkaus kaasut		~	1 000,00 €		~	894,00 €
		betoni jätteet		~	1 000,00 €		~	1 322,00 €
		Vuokra kopit		~	1 000,00 €		~	820,00 €
		Loadmann mittaukset		~	1 000,00 €		~	1 457,00 €
		KOKONAISKUSTANNUS			219 225,00 €			217 107,00 €

Taulukossa on vertailtu tehtäväsuunnittelun aikana laadittua kustannusarviota sekä työn toteutuneita kustannuksia. Kustannusarviossa onnistuttiin todella hyvin. Vaikkakin toteutuneet kustannukset olivat lähes suunniteltujen kustannusten suuruisia, voidaan taulukosta havaita joitain yksikkökohtaisia eroja. Suurin yksikkökustannus säästö saavutettiin suunnitellun 1-4 tonnin painoisen kaivinkoneen kustannuksissa. Tehtäväsuunnitteluvaiheessa pieni kaivinkone budjetoitiin toriparkin ajotunnelin vierustäyttötyöhön. Kaivinkone ajateltiin toimivaksi ratkaisuksi täyttösoran levityksessä ahtaassa "kuilussa". Isompi kauhanpyörittäjällä varustettu kaivinkone suoriutui kuitenkin soran levityksestä tunnelin päältä käsin, eikä pientä kaivinkonetta tarvittu käytettäväksi työhön.

Kiviainesten kustannukset olivat hieman laskennallista määrää suurempia. Tämä oletettavasti johtuu mursketäyttöjen suunniteltua paksummista kerroksista sekä pienistä pinta-alan muutoksista. Etukäteinen hintatiedustelu sekä suunnitelmakuvien mukainen vesihuollon toteutus selittää putkimateriaalien kustannusarviossa pysymisen. Kone- sekä miestyökustannukset olivat suunniteltuja kustannuksia korkeammat. Syynä tähän oli aika-ajoin pidennetyt työvuorot.

Kokonaisuuden kannalta ehkäpä tärkein edellytys kustannusarviossa pysymiseen oli työn kokonaisaikataulussa pysyminen. Työn aikataulun venyminen olisi aiheuttanut merkittäviä henkilöstö sekä konekustannuksia.

6. YHTEENVETO

Opinnäytetyöni tavoitteena oli koota kesällä 2013 toteutetun Puijonkadun täyttötöiden tehtäväsuunnittelun ja työaikana saavutetun tiedon pohjalta kattava työ, jossa käydään käydä läpi Puijonkadun täyttötöiden eri työvaiheet, tarkastella urakassa suntyneitä kustannuksia, sekä vertailla tehtäväsuunnittelun aikataulua ja kustannuksia toteutuneisiin.

Hyvällä tehtäväsuunnittelulla saadaan aikaan kustannussäästöjä ja voidaan ennalta valmistautua mahdollisiin työnaikaisiin ongelmiin. Puijonkadun täyttötöiden tehtäväsuunnittelussa onnistuttiin hyvin. Täyttötöistä tehtiin ennen työn aloittamista aikataulusuunnitelma ja siihen sidottu kustannuslaskelma. Aikataulussa pysymisellä vältyttiin ylimäärisiltä kustannuksilta. Kesällä 2012 tehdyn Haapaniemenkadun täyttötöiden pohjalta saatu kokemus auttoi pitävän aikataulutuksen ja kustannuslaskelman tekemisessä.

Katualueiden täyttötöistä saadun kokemuksen perusteella oikeanlaisilla työtavoilla ja työhön sopivilla koneilla voidaan saavuttaa huomattavia aikataulu- ja kustannussäästöjä. Työssä vertailemieni täytösoran siirtokaluston valinnallakin voidaan saavuttaa jo tuntuva kustannus- ja aikataulusäästöä. Ahtailla kaupunkialueilla liikennejärjestelyihin kannattaa panostaa. Täyttötöihin työmaan ulkopuolelta toimitettu maa-aines on äärimmäisen tärkeä osa täyttötöiden toimivaa kokonaisuutta. Tarkkaan suunnitelluilla ja toimivilla liikennejärjestelyillä saavutettu etu maa-aineksen kuljetuksessa tuo tuntuvia säästöjä niin kustannuksiin kuin aikatauluihinkin.

Mielestäni sain koottua työstöni kattavan kokonaisuuden, josta käy ilmi Puijonkadun täyttötöissä tehdyn työn sisältö, laadunhallinta sekä kustannukset ja aikataulu. Tämä työ toimii hyvänä perustana vastaavanlaisten täyttötöiden tarjouslaskentavaiheessa, työsuunnittelussa, sekä aikataulutuksessa. Työssä on useita aikatauluun ja kustannuksiin vaikuttavia seikkoja, jotka pätevät myös muissa tuettujen kaivantojen täyttö- sekä vesihuoltotöissä.

LÄHTEET

MAA-JA POHJARAKENNUSTYÖSELITYS: Kuopion alatorin ja kauppahallin laajennus.

Skanska yleisesittely 2014, Skanska Oy intranet aineisto

TALONRAKENNUKSEN MAARAKENTEET: RIL 132-2000 Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry