

Tuomas Husso

Tarjouslaskennan jälkianalysointi ja kehittäminen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkötekniikan koulutusohjelma

Insinööriytyö

22.2.2015

Tekijä Otsikko	Tuomas Husso Tarjouslaskennan jälkianalysointi ja kehittäminen
Sivumäärä Aika	26 sivua + 1 liitettä 22.2.2015
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Sähkötekniikan koulutusohjelma
Suuntautumisvaihtoehto	
Ohjaajat	Lehtori Eero Kupila Myyntipäällikkö Harry Jerrman Yksikön päällikkö Jukka-Pekka Jäppinen
<p>Tämän insinööriyön aiheena on sähköurakoitsijan tarjouslaskennan kehittäminen. Työssä verrattiin kymmenen toteutuneen kerrostalosähköurakan tarjouslaskennan tarkkuutta sekä pyrittiin löytämään keinoja tarkentaa sähkötarjouslaskentaa, mikäli mahdollista. Vertailuun valittiin kymmenen erilaista kerrostalokohdetta pääkaupunkiseudulta, ja ne jaettiin kahteen ryhmään varustelun perusteella.</p> <p>Vertailu tehtiin hankittujen ja laskettujen materiaalmäärien perusteella sähkölaitteiden ja kalusteiden sekä kaapeleiden osalta. Vertailuun tarvittavat tunnusluvut haettiin hankintaraportista, joka toimii yhteenvedona lasketuille ja hankituille kokonaismateriaalmäärille.</p> <p>Vertailun tunnuslukujen perusteella voitiin todeta, että kerrostalon varustelu asuntoa kohden määrittelee, miten erilaisten kohteiden ryhmäjohtojen laskenta kannattaa tehdä. Ryhmäjohtojen laskentatavan tarkkuutta kannattaa arvioida jokaisen laskettavan kohteen kohdalla erikseen.</p>	
Avainsanat	Tarjouslaskenta, sähkö, asunnot

Author Title	Tuomas Husso Offer Calculation: Post Analysis and Development
Number of Pages Date	26 pages + 1 appendices 22 February 2015
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Electrical engineering
Specialisation option	
Instructors	Eero Kupila, Senior Lecturer Jukka-Pekka Jäppinen, Unit Manager Harry Jerrman, Sales Manager
<p>This thesis concerns post analyzing and developing of offer calculation. In this thesis, ten apartment buildings, where Caverion has installed electrical systems were studied. The main objective was to use statistics to develop the offer calculation process.</p> <p>Ten different apartment buildings, which are situated in the Helsinki metropolitan area were chosen for comparison. The buildings were classified into two groups, based on their furnishing. Amounts of electrical devices and cables, which were contained into apartments and corridors, were compared and statistics for comparison were sought from a purchase report. The purchase report is a summary for calculated and bought materials.</p> <p>Based on compared statistics, it can be said that the amount of electrical devices per apartment defines the exact method of cable calculating. An accuracy of a calculation method of cables is worth to estimate on every individual calculation process.</p>	
Keywords	Offer calculation, electricity, apartments

Alkusanat

Aloitin tarjouslaskijana Caverion Suomi Oy pääkaupunkiseudun asunnot-yksikössä lokakuussa 2014 ja minulle tarjottiin samalla mahdollisuutta tehdä insinöörityö yritykselle työn ohessa liittyen tarjouslaskennan jälkianalysointiin ja kehittämiseen.

Saamani insinöörityönaihe tuntui kiinnostavalta, koska aihe liittyy vahvasti työtehtävänkuvaaani ja pystyn samalla kehittämään ja vaikuttamaan omaan työhöni, mikäli onnistun insinöörityössä hyvin.

Haluan kiittää ohjaajiani yksikön päällikkö Jukka-Pekka Jäppistä ja myyntipäällikkö Harry Jerrmania, jotka ovat myös perehdyttäneet minut tarjouslaskijan työhön sekä antaneet hyviä neuvoja insinöörityöhön ja työtehtäviin liittyen. Kiitän myös insinöörityön ohjaajaa lehtori Eero Kupilaa Metropolia Ammattikorkeakoulusta.

Helsingissä 22.2.2015

Tuomas Husso

Sisällys

Alkusanat

Tiivistelmä

Abstract

Sisällys

Alkusanat

1	Johdanto	1
2	Suomen asuintuotanto	2
3	Caverion Oy	4
4	Tarjouslaskenta	5
4.1	Tarjouspyyntö ja asiakirjoihin tutustuminen	5
4.2	Kustannusten määrittäminen	6
4.3	Hintavertailu	11
5	Kohteiden vertailu	13
5.1	Kohteiden esittely	13
5.2	Tulosten käsittely	14
5.2.1	Vertailutaulukot	14
5.2.2	Ryhmä 1: tulosten vertailu	16
5.2.3	Ryhmä 2: tulosten vertailu	19
5.2.4	Kalustemäärien vertailu	21
5.2.5	Kaikkien vertailukohteiden yhteenveto	22
6	Yhteenveto	25
	Lähteet:	26

Liite 1. Asuntojen ja yleisten tilojen ryhmäjohtojen laskennan työkalu

1 Johdanto

Tämän insinööriyön aiheena on sähköurakoitsijan tarjouslaskennan kehittäminen Caverion Suomi Oy pääkapunkiseudun asunnot-yksikölle. Työssä keskitytään tutkimaan tarjouslaskennan tarkkuutta uudiskerrostalokohteissa. Toteutuneiden ja laskettujen materiaalien vertailusta etsitään tunnuslukuja, joilla voidaan tarkentaa sekä mahdollisesti nopeuttaa tarjouslaskentaa.

Käsittelyn kohteena on 10 eri kerrostalokohdetta, joihin Caverion Suomi Oy on toteuttanut sähköurakan vuosina 2011 - 2013. Työssä käsitellään pääasiassa kohteita, jotka sijaitsevat pääkaupunkiseudulla. Kohteiden vertailu on toteutettu jokaisen kohteen oman hankintaraportin perusteella.

Viime vuosina kiristyneen kilpailutilanteen takia tarjouslaskennan tarkkuus on erittäin tärkeää. Hankintaraporteista saatujen lukujen avulla pyritään tarkentamaan laskentaa, jotta pystytään pysymään kilpailukyisenä asuintuotantomarkkinoilla.

2 Suomen asuintuotanto

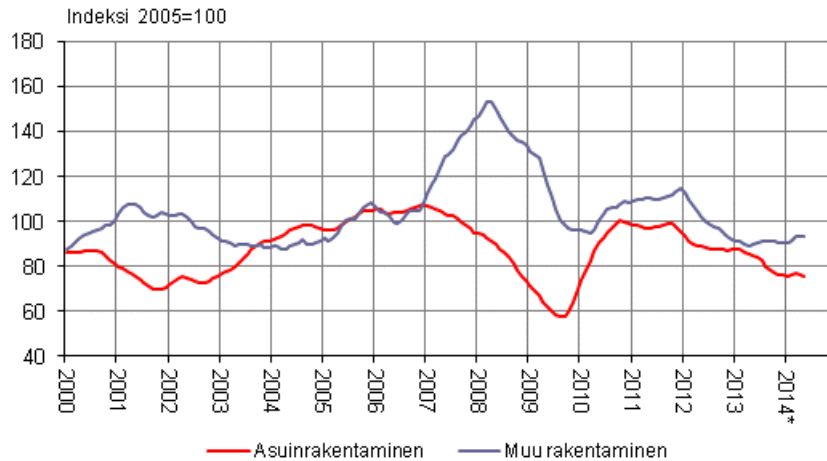
Asuintuotannon kilpailutilanne on kiristynyt vuosina 2005 - 2014. Suurin notkahdus asuintuotannossa tapahtui vuonna 2009 asuinkerrostalojen ja pientalojen tuotannossa (taulukko 1). Verrattaessa vuosien 2007 ja 2009 lukuja havaitaan, että asuintuotanto putosi 38 % näinä vuosina. Asuintuotanto on ollut nousussa vuodesta 2010 alkaen. Vuoden 2013 määrä on 15 % jäljessä vuoden 2007 määrää.

Taulukko 1. Valmistuneiden asuntojen lukumäärä vuosina 2005 – 2014 (Tilastokeskus 2014).

		Asunnot yhteensä	Erilliset pientalot	Rivi- ja ketjutalot	Asuin- ja kerrostalot
2005		34 177	15 393	5 453	12 908
2006		33 885	16 153	5 459	11 945
2007		35 543	16 210	5 366	13 407
2008		30 542	14 471	4 094	11 430
2009		22 201	10 620	2 325	8 493
2010		25 894	10 484	2 867	11 762
2011		31 674	11 254	3 724	16 139
2012		31 393	9 961	3 718	17 078
2013		30 283	9 971	3 820	15 775
	I	6 711	2 709	767	3 146
	II	8 405	2 792	1 343	4 044
	III	6 760	2 043	728	3 690
	IV	8 407	2 427	982	4 895
2014*	I	5 984	2 159	747	3 025
	II	8 486	2 305	1 041	4 893

Valmistuneiden asuinkerrostalojen määrä on noussut vuoden 2005 tasosta, vuosien 2008 - 2010 notkahduksesta huolimatta. Rivi- ja pientalojen määrä on pudonnut samassa suhteessa. Caverionin asunnot-yksikkö toimii pääkaupunkiseudulla pääasiassa asuinkerrostalotuotannossa. Asuinkerrostalotuotannon kilpailu on kiristynyt pien- ja rivitalojen parissa toimivien urakoitsijoiden siirtyessä kerrostalotuotantoon, joka kiristää kilpailutilannetta entisestään.

Kuvassa 1 esitetään, että muun rakentamisen volyymi on hyvin samankaltainen verrattuna asuintuotantoon, tuotannon notkahduksen näkyessä selvästi vuosina 2009 - 2010. Vuoden 2014 tuotanto on notkahtanut vuoden 2012 tasosta, joka selittää myös kiristynyttä kilpailutilannetta asuintuotantomarkkinoilla. (Tilastokeskus 2014.)



Kuva 1. Kokonaisrakennustuotanto vuosina 2000 – 2014 (Tilastokeskus 2014).

Uudisasuinrakennustuotannon volyymiin on odotettavissa pientä kasvua vuoden 2015 aikana verrattuna vuoden 2014 tasoon. Kasvunäkymä on muutaman prosentin luokkaa, joka ei juurikaan paranna kilpailutilannetta. Näiden tilastojen perusteella tarkkaan suoritettu tarjouslaskenta on erittäin tärkeää kilpailukyvyn kannalta haasteellisessa markkinatilanteessa. (Rakennusteollisuus 2014.)

3 Caverion Oy

Caverion Oy on koko Pohjois- ja Keski-Euroopan laajuinen kiinteistötekniikkayhtiö, joka toteuttaa talotekniikan elinkaariratkaisuja kiinteistöille ja teollisuudelle. Asiakaskuntaa on toimistoissa ja liikekiinteistöissä, asunnoissa, julkisissa rakennuksissa, infrastruktuurissa sekä teollisuuslaitoksissa.

Caverion perustettiin kesäkuussa 2013 kiinteistötekniisten ja teollisuuden palveluiden irtautuessa YIT-konsernissa omaksi itsenäiseksi konsernikseen. Vuoden 2014 liikevaihto oli noin 2,4 miljardia euroa, Caverionilla on 12 toimintamaassa yhteensä noin 17 000 työntekijää. Yhtiö toteuttaa jokaisessa toimintamaassa kiinteistötekniisiä palveluita, jotka kattavat teknisten järjestelmien suunnittelun ja asennuksen sekä huollon, kunnossapidon ja kiinteistöjohtamisen. Caverion on liikevaihdoltaan Suomen suurin kiinteistötekniisten palveluiden tarjoaja. (Caverion Oy 2015.)

4 Tarjouslaskenta

Toimiva ja luotettava tarjouslaskenta on urakoitsijayrityksen kannalta tärkeimpiä toimintoja. Kilpailutilanteen kiristyessä tarkkaan suoritettu tarjouslaskenta on kannattavien urakoiden saannin kannalta erittäin tärkeää. Virheellisesti alakanttiin laskettu urakka voi aiheuttaa suuret tappiot yritykselle, ja toisaalta liian kalliilla tarjoushinnalla ei pystytä kilpailemaan tiukassa markkinatilanteessa. (Saastamoinen ja Autio 2011, 3, 17.)

4.1 Tarjouspyyntö ja asiakirjoihin tutustuminen

Tarjouslaskennan ensimmäinen vaihe on tarjouspyynnön vastaanottaminen tilaajalta. Tarjouspyyntö sisältää tilaajan nimen, osoitteen, ohjeet tarjouksen lähetykseen ja tarjouspyynnön vastauspäivämäärän. Ennen laskentaa arvioidaan onko yrityksellä riittäviä resursseja urakan toteuttamiseksi. Arviointi suoritetaan laskenta-asiakirjojen perusteella. Laskettavana olevaan kohteeseen tutustuminen aloitetaan kaupallisista ja teknisistä laskenta-asiakirjoista.

Kaupalliset asiakirjat

Kaupallisia asiakirjoja ovat

- urakkaohjelma

Urakkaohjelman avulla selvitetään urakkasuhteet (pääurakoitsija, sivu-urakat), työaikataulu ja tarjouksen muoto sekä sisältö.

- urakkarajaliite

Urakkarajaliite selvittää urakoitsijoiden väliset työt ja veloitteet. Liitteestä huomioidaan myös erilliskustannukset, jotka aiheutuvat työmaalla tapahtuvista hankinnoista, esim. telineistä.

- sähkötyöselostus

Urakkakohde on jaoteltu sähkötyöselostuksessa S2010-nimikkeistön mukaan. Selostus sisältää lisäksi tietoa asennettavista järjestelmistä, käytettävistä materiaaleista ja asennustavoista.

- tarjouslomake

Urakan kokonaishinta ja eri järjestelmäkohtaiset yksikköhinnat eritellään lomakkeessa.

Tekniset asiakirjat

Urakan tarvikkeiden ja työkustannusten laskenta suoritetaan sähkösuunnitelmien perusteella tasokuvista, keskus- ja järjestelmäkaavioista sekä laiteluetteloista.

4.2 Kustannusten määrittäminen

Tarjousta laskettaessa pääosa ajasta kuluu kohteen materiaali- ja työhinnan määrittämiseen. Tarvikkeiden laskenta on erityisen tärkeää suorittaa tarkkaan, koska lasketut tarvikkeet kerätään pisteluetteloön, ja laskennassa tapahtuva virhe voi kertaantua ja näin vaikuttaa urakanhintaan.

Mikäli massalaskenta suoritetaan, esim. keskimääräisen neliöhinnan perusteella aiemmin toteutuneista kohteista, virhemarginaali voi olla suuri. Urakka voidaan saada suurella tappiolla, tai se jää saamatta mikäli tarjoushinta on liian suuri.

Mahdollinen virhemarginaali johtuu eri kohteiden eri järjestelmien ja laitteiden vaihtelevuudesta, sillä kohteen hintoja ei pystytä vertailemaan tarkasti esim. pelkän asuntokumäärän perusteella, koska eri järjestelmillä ja laitteilla voi olla suuria hintaeroja. Lisäksi yhtenä suurena tekijänä kokonaishinnassa on asennettavien laitteiden määrä, joka voi vaihdella suuresti, vaikka järjestelmät vastaisivat toisiaan teknisesti.

Tarvike- ja työhinnan laskenta

Laskentaprosessi aloitetaan tarkastamalla piirustusluettelo ja tutkimalla, mihin järjestelmiin ja laitteisiin kannattaa pyytää hintatarjous sähkötukulta tai suoraan valmistajalta. Tavallisesti hinnat pyydetään keskuksille, valaisimille, yleiskaapelointijärjestelmän valokuitulaitteille, ovipuhelinjärjestelmälle sekä palo- ja turvajärjestelmille.

Tarvikkeiden kerääminen suoritetaan tasokuvista (kuva 2). Tasokuvista kerätään kaikki sähkölaitteet ja kalusteet, joiden hankinta tai kytkentä kuuluu sähköurakkaan.



Kuva 2. Sähkölaitteiden ja kalusteiden laskenta.

Caverion Suomen pääkaupunkiseudun asunnot-yksikön sähköasentajilla oli käytössä syksyyn 2014 asti uudiskerrostalokohteissa paikallinen sopimus, jossa urakan työn hinta määräytyi pisteiden kokonaismäärän mukaan. Jos tätä sopimusta noudatettaisiin edelleen, pisteiden kokonaismäärä määräytyisi sähkölaitteiden ja kalusteiden lukumäärän ja tyyppin mukaan. Taulukossa 2 (ks. seur. s.) esitetään kertoimet muutamalle kalusteelle. Upotetun jakorasian asennuksesta saa yhden pisteen eli kerroin on tällöin 1/kpl.

Taulukko 2. Osa pisteluettelosta.

PISTEET									Yl.tilat	m2 yht.as.	m2/as.
Asunto /m2		38,5	55,5	67,5	38,5	43,5	46,5	55,5		5182,5	49,36
Kerroin	Kpl	15	15	15	15	15	15	15	1	105	
	Kojerasia									0	
1	Upot. jakorasia AU	7	7	12	7	7	9	8	189	1044	
	Sileä kansi AK 1	7	7	12	7	7	8	8	90	930	
1	Valaisinpistor.AKK 3	3	3	5	3	3	4	4		375	
1	Kruunuvalopiste.AK 20.1									0	

Tasokuvista kerätään sähkölaitteet ja kalusteet tasokuva kerrallaan. Keräämistä nopeutetaan merkitsemällä kerättävän asunnon pinta-ala pisteluetteloon. Mikäli samankokoisia asuntoja on useampi, ja niissä vastaavien kalusteiden määrä on sama, lisätään asuntojen yhteislukumäärä/kpl taulukkoon asuntopinta-alan alapuolelle.

Asuntojen ja yleisten tilojen kaapelit

Asuntojen ja yleisten tilojen asennuskaapelien laskenta suoritetaan keskimääräisen asuntopinta-alan ja niiden kokonaislukumäärän mukaan, minkä laskentaan on tehty aiemman laskentakokemuksen avulla työkalu (liite 1). Asuntojen kaapelien laskennassa pystytään säästämään huomattavasti aikaa ilman, että tarkkuus laskee liikaa.

Mikäli laskenta suoritettaisiin tasokuvista kaapeli tai ryhmä kerrallaan, kasvaisi laskentaan käytettävä aika huomattavan paljon. Laskennan tarkkuus ei olisi riittävän paljon tarkempaa, että se olisi kannattavaa, jos huomioidaan siihen kuluva lisäaika.

Taulukko 3. Asuntojen ja yleisten tilojen kaapelien laskenta.

Ryhmäohdot putk.	Asunto / m2												Yht.	m2/as.		Yl.tilat	ed.sivu
	15	25	35	45	55	65	75	85	95	105	115	125	3250	65,00			
Kpl						50							50	metriä/m2	metriä/as.		
MMJ 2x1.5 OH													70	0,02	1,40	70	
MMJ 2x1.5 Kiv.													70	0,02	1,40	70	
MMJ 2x1.5 P+P	8	10	10	10	10	10	10	10	12	16	19	21	500	0,15	10,00		
MMJ 2x1.5 t.a.p	2	2	2	4	4	4	4	6	6	8	8	8	200	0,06	4,00		
MMJ 3x1.5 OH													1025	0,32	20,50	1025	
MMJ 3x1.5 Kiv.													1025	0,32	20,50	1025	
MMJ 3x1.5 P+P	90	105	120	135	150	165	180	195	225	240	270	300	8250	2,54	165,00		
MMJ 3x1.5 t.a.p	20	28	34	34	34	40	40	40	50	50	55	55	2000	0,62	40,00		
MMJ 4x1.5 OH													40	0,01	0,80	40	
MMJ 4x1.5 Kiv.													40	0,01	0,80	40	
MMJ 4x1.5 P+P	2	2	4	4	4	8	8	8	8	10	10	10	400	0,12	8,00		
MMJ 4x1.5 t.a.p													0	0,00	0,00		
MMJ 5x1.5 OH													20	0,01	0,40	20	
MMJ 5x1.5 Kiv.													20	0,01	0,40	20	
MMJ 5x1.5 P+P	2	2	2	2	4	4	4	4	6	6	6	6	200	0,06	4,00		
MMJ 5x1.5 t.a.p													0	0,00	0,00		
MMJ 3x2.5 OH													250	0,08	5,00	250	
MMJ 3x2.5 Kiv.													250	0,08	5,00	250	
MMJ 3x2.5 P+P	28	30	32	32	32	37	37	37	37	42	42	47	1850	0,57	37,00		
MMJ 3x2.5 t.a.p	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	650	0,20	13,00		
MMJ 5x2.5 OH													130	0,04	2,60	130	
MMJ 5x2.5 Kiv.													130	0,04	2,60	130	
MMJ 5x2.5 P+P	8	23	23	23	23	23	23	23	23	28	32	40	1150	0,35	23,00		
MMJ 5x2.5 t.a.p	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	150	0,05	3,00		
													0	0,00	0,00		
													0	0,00	0,00		
													0	0,00	0,00		
													0	0,00	0,00		
													0	0,00	0,00		
													0	0,00	0,00		
	166	210	237	256	275	307	324	343	389	424	468	515	18420	5,67	368,40		

Tasokuvaan tutustumisen jälkeen on tiedossa tarkka asuntojen lukumäärä ja keskimääräinen asuntopinta-ala. Taulukkoon 3 on syötetty asuntolukumäärä sarakkeeseen, jonka asunto/m2 on lähimpänä laskettavan kohteen keskimääräistä asuntopinta-alaa. Kaapelit on listattu taulukkoon 3 asennustavoittain, koska sähköasennustoimialan työehtosopimuksessa on määritetty eri työhinta jokaiselle asennustavalle (Sähköalan työehtosopimus 2014, s. 73). Taulukossa 3 on määritetty kaapelityypit asennustavan mukaan seuraavasti:

- OH oikaistuna hyllylle
- Kiv. kiveen asennettu
- t.a.p kaapelin asennus toisen asentamaan putkeen
- P+P JM putkeen asennus + tarvike JM putki

Caverionilla käytettiin syksyyn 2014 asti uudisrakennuskohteissa omaa paikallista sopimusta (ks. s. 7), jonka mukaan työn hinta laskettiin pisteluettelosta saatavan kokonaispistemäärän mukaan. Tästä syystä kaapelin asennustavassa täytyy huomioida ainoastaan ”P+P”, joka kaapelin lisäksi sisältää asennusputken määrän, jonka arvioidaan kuluvan runko- ja väliseinäputkituksissa. Sähköalan työehtosopimuksen mukaan työn hinta määräytyy kaapelin asennustavan mukaan, mutta käytettäessä paikallista sopimusta, kaapelin asennustapa ei vaikuta työn hintaan.

Muut järjestelmä- ja nousukaapelit

Eri järjestelmä- ja nousukaapelien tyypit selvitetään nousu- ja järjestelmäkaavioista ja laskenta suoritetaan tasokuvien osoittamien johtoteiden mukaan.

Laskettavat kaapelit tasokuvista ovat

- nousukaapelit
- yleiskaapelointi- ja antennijärjestelmät
- ovipuhelin- ja kulunvalvontajärjestelmä
- palojärjestelmä
- rakennusautomaatio
- voimasähköryhmät (esim. autolämmityspistorasiat, pesula, talosaunan kiuas)
- ulkovaistutus
- vedenmittausjärjestelmä
- turva- ja merkkivaistutusjärjestelmä
- savunpoistojärjestelmä.

Tarvikkeiden hintaerot vastaavien tuotteiden kesken voivat olla kymmeniä prosentteja riippuen, mistä sähkötukusta tarvike hankitaan, tai hankitaanko ne suoraan valmistajalta. Keskusten ja valaisimien vertailu on lopullisen tarjoushinnan kannalta erittäin tärkeää, koska valaisimien ja keskusten kokonaishinta muodostaa suuren osan tarvikkeiden kokonaishinnasta. Ammattitaitoisesti tehty hintavertailu voi parhaimmassa tapauksessa tuoda yritykselle taloudellisesti hyvin kannattavan sähköurakan.

Esimerkkivertailu

Taulukkoon 4 (ks. edell. s.) on kerätty valaisintyypit, joiden hinnat on saatu neljän eri myyjän valaisintarjouksista. Urakkaohjelman ulkopuolisten valaisintyyppien käyttö on hyvä keino pudottaa valaisimien kokonaishintaa, mutta riski on hyväksytäänkö vaihtoehdot valaisimet käytettäväksi tilaajan puolesta. Jos vertailussa käytetään valaisinluetteloon kuulumattomia valaisimia, kannattaa valita korvaavat valaisimet niin, että tekniset ominaisuudet ja ulkonäkö vastaavat mahdollisimman hyvin valaisinluettelon mukaista valaisinta.

Esimerkkivertailu on tehty urakka-ohjelman mukaisilla valaisimilla. Taulukosta 4 (ks. edell. s.) havaittiin, että halvimmat valaisimet on valittu myyjiltä 1 - 3.

Valaisimien kokonaishinta voidaan saada hintavertailun avulla parhaimmillaan kymmeniä prosentteja halvemmaksi, joka on merkittävä summa kilpailukyvyn kannalta tarjoushintaa määriteltäessä. Valaisimien kokonaishinta voi yksittäisessä kerrostalokohdessa olla suurimmillaan jopa yli 150 000 € (1500 – 2000 €/asunto), yleensä hintaluokka on kuitenkin 300 - 1000 € asuntoa kohden. Tarvikkeiden hintavertailu on parhaimpia tapoja kasvattaa kilpailukykyä haastavassa markkinatilanteessa, jossa tarjoushinta halutaan laskea tarkasti tinkimättä katteesta.

5 Kohteiden vertailu

Vertailuun on valittu 10 valmistunutta kerrostaloa, joihin Caverion on toteuttanut sähköurakan vuosina 2011 - 2013. Kerrostalot ovat kooltaan ja varustelultaan erilaisia. Kohteiksi on valittu erilaisia kohteita, jotta voidaan tutkia hyvin erilaisten kohteiden laskennan tarkkuutta. Ryhmäjohtojen uudelleenlaskenta suoritetaan samalla tavalla kuin laskenta suoritetaan normaalisti tarjouslaskentavaiheessa.

Vertailukohteiden tarjouslaskenta on tehty eri henkilöiden toimesta. Uudelleenlaskenta tehdään, jotta voidaan verrata teoreettisesti ryhmäjohtojen laskentatapaa ja hankittuja määriä. Lisäksi arvioidaan vertailuluvuissa havaittujen poikkeamien syytä.

5.1 Kohteiden esittely

Vertailukohteiksi valikoitui kohteita Helsingistä, Espoosta ja Vantaalta. Kohteet on jaettu kahteen ryhmään varustelun perusteella seuraavasti:

- ryhmä 1 eli kohteet joissa ei ole kylpyhuone-elementtiä
- ryhmä 2 eli kohteet joissa on kylpyhuone-elementti.

Taulukko 5. Vertailukohteet.

	Kph elementti	Asunto lukumäärä	Keskihuoneistoala / m ²	Kaupunki	Kaupunginosa	Ryhmä
Kohde 1		55	64,85	Helsinki	Vallila	1
Kohde 2		47	67,22	Helsinki	Vallila	1
Kohde 3		53	63,75	Helsinki	Vallila	1
Kohde 4		42	65,71	Vantaa	Tikkurila	1
Kohde 5		63	77,21	Helsinki	Lauttasaari	1
Kohde 6	x	36	55,47	Vantaa	Pakkala	2
Kohde 7	x	28	58,1	Kauniainen		2
Kohde 8	x	39	51,01	Espoo	Tuomarila	2
Kohde 9	x	44	53,75	Espoo		2
Kohde 10	x	26	53,04	Espoo	Tuomarila	2

5.2 Tulosten käsittely

Tulokset on kerätty taulukon 6 mukaisesta hankintaraportista, josta kerätään laskettujen ja toteutuneiden tarvikkeiden määrät. Kaapelien ja sähkölaitteiden sekä kalusteiden määriä vertaillaan, koska niistä muodostuu pääasiassa urakan työn ja materiaalien hinta.

Taulukko 6. MMJ 3 x 2,5 S kaapelit hankintaraportissa.

			Laskettu määrä	Toteutunut määrä
MMJ 3X2.5 S RENGAS ASENNUSKAAPELI 100M	FIS0406723	MMJ 3X2,5 S R100 DRA- KA	0,00	11 200,00 M
MMJ 3X2.5 S RENGAS ASENNUSKAAPELI 100M	FIS0456773	MMJ 3X2,5 S PK200 DRAKA	0,00	600,00 M
MMJ 3X2.5 S RENGAS ASENNUSKAAPELI 100M	FIS0456778	MMJ 3X2,5 S K6/500 DRAKA	0,00	1 500,00 M
MMJ 3X2.5 S RENGAS ASENNUSKAAPELI 100M	FIS0481005	MMJ 3X2,5S R50 TELE- FON	4 345,00	0,00

Teknisesti saman tarvikkeen hinta voi vaihdella riippuen sähkönumerosta ja valmistajasta. Laskennassa käytettävä ja työmaalle hankittava tarvike ovat listattu eri sähkönumerolla. Laskennassa pyritään käyttämään halvinta yksittäistä valmistajaa tai tuotetta. Työmaalle voidaan hankkia halvin yksittäinen tarvike tai hankkia keskitetysti useita eri tarvikkeita samalta myyjältä, jolloin kokonaishinta voi olla halvempi vaikka yksittäinen tarvike olisikin hieman laskennassa käytettyä tarviketta kalliimpi.

5.2.1 Vertailutaulukot

Vertailutaulukot on tehty ryhmien 1 ja 2 mukaisesti, (ks. taulukko 5, s. 13). Negatiivinen luku sarakkeessa tarkoittaa, että kohteeseen on laskettu tarviketta enemmän kuin on hankittu. Taulukoihin kerätyt tiedot ovat seuraavat:

- asuntolukumäärä

- keskimääräinen asuntopinta-ala
- ryhmäjohtot, joka sisältää kaapelit MMJ 2x1,5; 3x1,5; 3x2,5; 4x1,5; 4x2,5 ja 5x1,5
- sähkölaitteet ja kalusteet eli pistorasiat, jakorasiat, valaisinpistorasiat, kytkimet, valaisimet, lämmityskaapelit, palovaroittimet, liiketunnistimet ja turvakytkimet
- kuparivoimakaapelit
- alumiinivoimakaapelit
- telekaapelit = yleiskaapelointi- ja antennijärjestelmäkaapelit
- valokaapelit
- asennuskaapelit/kaluste
- sähkölaite- ja kalustemäärä/asunto.

5.2.2 Ryhmä 1: tulosten vertailu

Ryhmän 1 kohteiden vertailu esitellään taulukossa 7. Kohteissa ei ole kylpyhuone-elementtiä.

Taulukko 7. Ryhmän 1 kohteet, joissa ei ole kylpyhuone-elementtiä.

Kohde	1	2	3	4	5	Yhteensä
Asunnot (kpl)	55	47	53	42	63	260
Asuntopinta-ala/ka	64,9	67,2	63,8	65,7	77,2	67,7
Hankitut						
Ryhmäjohtot (m)	28 150	25 350	20 650	19 143	30 000	123 293
Sähkölaitteet ja kalusteet (kpl)	4 343	3 621	2 954	3 209	5 773	19 900
Hankitut - Lasketut						
Kuparivoimakaapelit (m)	499	310	-1 695	462	-603	-1 027
Alumiinivoimakaapelit (m)	83	42	-152	-121	-172	-320
Ryhmäjohtot (m)	4 155	10 350	-275	2 843	3 890	20 963
Telekaapelit (m)	5 806	-4 167	-7 310	2 563	497	-2 611
Valokaapelit (m)	319	-330	-660	1 553	793	1 675
Sähkölaitteet ja kalusteet (kpl)	919	517	-705	308	681	1 720
Kohteen keskiarvot						
Ryhmäjohtot (m)/kaluste (lkm)	6,5	7,0	7,0	6,0	5,2	6,3
Sähkölaitteet ja kalusteet (kpl)/asunto (lkm)	79	77	56	76	92	76

Taulukosta 7 voitiin havaita, että jokaisen kohteen kaikkien hankittujen materiaalien määrä poikkeaa lasketusta määrästä. Esimerkkinä kohteeseen 2 on hankittu ryhmäjohtoja 10 350 metriä enemmän kuin on laskettu, minkä on aiheuttanut todennäköisesti laskentavirhe. Tämän voi päätellä suuruusluokasta. Sähkölaitteiden ja kalusteiden hankitut ja lasketut määrät eivät kohtaa missään kohteessa. Jos kalusteita olisi kulunut vastaavankokoisissa kohteissa useita satoja liikaa, se olisi nostanut työn hintaa näkyvästi. Jokaisen viiden kohteen ryhmäjohtojen uudelleenlaskenta suoritetaan taulukon 8 mukaisesti (ks. seur. s.).

- palojärjestelmä
- rakennusautomaatio
- vedenmittaus
- savunpoistojärjestelmä
- voimaryhmät (pesula, talosauna).

Tässä tapauksessa ei ollut käytössä minkään kohteen sähkösuunnitelmia, joten edellä mainittuja ” muita ryhmäjohtoja ” ei ollut mahdollista laskea sähkökuvien mukaan uudelleen. Uudelleen laskettua ja hankittua lukua verrataan kaavassa 2:

hankitut ryhmäjohtot:	123 293 metriä
asuntojen ja yleisten tilojen ryhmäjohtot:	92 976 metriä
muut ryhmäjohtot:	x metriä

$$\text{Erotus} = 123293\text{m} - 92976\text{m} - x = 30317\text{m} - x \quad (2)$$

Kaavasta 2 voitiin todeta, että muiden ryhmäjohtojen määrän tulisi olla 30 317 metriä, jotta hankittu määrä vastaisi laskettua määrää. Luku on suuruusluokaltaan hieman liian suuri. Tämä tarkoittaisi, että yksittäiseen kerrostalokohteeseen kuluisi n. 6 000 metriä muita ryhmäjohtoja. Normaalisti vastaavan kokoiisiin kerrostalokohteisiin kuuluu muita ryhmäjohtoja n. 2 000 – 3 000 metriä.

Edellä mainitun laskutoimituksen perusteella todettiin, että taulukon 7 (ks. s. 16) kohteisiin on laskettu liian vähän asuntojen ja yleisten tilojen ryhmäjohtoja. Jotta hankittujen ja laskettujen ryhmäjohtojen määrä olisi yhtä suuri, täytyisi muiden ryhmäjohtojen

määrän olla n. 10 000 – 15 000 metriä, lisäksi asuntojen ja yleisten tilojen määrän tulisi olla n. 110 000 metrin luokkaa.

5.2.3 Ryhmä 2: tulosten vertailu

Ryhmän 2 kohteiden vertailu esitellään taulukossa 9. Kohteissa on kylpyhuone-elementti.

Taulukko 9. Ryhmän 2 kohteet, joissa on kylpyhuone-elementti.

Kohde	6	7	8	9	10	Yhteensä
Asunnot (kpl)	36	28	39	44	26	173
Asuntopinta-ala/ka	55,5	58,1	51,0	53,8	53,0	54,3
Toteutuneet						
Ryhmäjohtot (m)	8 333	8 800	10 333	10 900	6 533	44 899
Sähkölaitteet ja kalusteet (kpl)	2 058	1 518	2 101	1 711	1 190	8 578
Toteutuneet - Lasketut						
Kuparivoimakaapelit (m)	-435	140	-138	507	218	292
Alumiinivoimakaapelit (m)	-66	9	263	34	-110	130
Ryhmäjohtot (m)	-3 667	-3 203	-1 190	-4 840	-4 047	-16 947
Telekaapelit (m)	-1 830	1 725	-26	-1 125	-4 228	-5 484
Valokaapelit (m)	-75	-400	-345	-15	-15	-850
Sähkölaitteet ja kalusteet (kpl)	75	-39	544	61	90	731
Kohteen keskiarvot						
Ryhmäjohtot (m)/kaluste (lkm)	4,0	5,8	4,9	6,4	5,5	5,3
Sähkölaitteet ja kalusteet (kpl)/asunto (lkm)	57	54	54	39	46	50

Taulukosta 9 voitiin havaita, että jokaisen kohteen kaikkien materiaalien hankitut määrät poikkeavat lasketusta määrästä, kuten ryhmässä 1. Kaikkiin kohteisiin on yhteensä laskettu ryhmäjohtoja 16 947 metriä enemmän kuin on hankittu, joka johtuu todennäköisesti laskentavirheestä kuten ryhmän 1 kohteissa (ks. s. 16). Sähkölaitteiden ja kalusteiden hankitut ja lasketut määrät kohtaavat paremmin kuin ryhmän 1 kohteissa. Niitä on kulunut useita satoja liikaa ainoastaan kohteessa 8. Tarkastellaan ryhmän 2 kohteiden ryhmäjohtojen uudelleenlaskentaa taulukon 10 avulla (ks. seur. s.).

Taulukko 10. Ryhmäjohtojen uudelleenlaskenta.

Ryhmäjohtot putk.													Yht.	m2/as.		Yl.tilat	ed.sivu
Asunto /m2	15	25	35	45	55	65	75	85	95	105	115	125	9515	55,00			
Kpl					173								173	metriä/m2	metriä/as.		
MMJ 2x1.5 OH													242	0,03	1,40	242	
MMJ 2x1.5 Kiv.													242	0,03	1,40	242	
MMJ 2x1.5 P+P	8	10	10	10	10	10	10	10	12	16	19	21	1730	0,18	10,00		
MMJ 2x1.5 t.a.p	2	2	2	4	4	4	4	6	6	8	8	8	692	0,07	4,00		
MMJ 3x1.5 OH													3183	0,33	18,40	3183	
MMJ 3x1.5 Kiv.													3183	0,33	18,40	3183	
MMJ 3x1.5 P+P	90	105	120	135	150	165	180	195	225	240	270	300	25950	2,73	150,00		
MMJ 3x1.5 t.a.p	20	28	34	34	34	40	40	40	50	50	55	55	5882	0,62	34,00		
MMJ 4x1.5 OH													69	0,01	0,40	69	
MMJ 4x1.5 Kiv.													69	0,01	0,40	69	
MMJ 4x1.5 P+P	2	2	4	4	4	8	8	8	8	10	10	10	692	0,07	4,00		
MMJ 4x1.5 t.a.p													0	0,00	0,00		
MMJ 5x1.5 OH													69	0,01	0,40	69	
MMJ 5x1.5 Kiv.													69	0,01	0,40	69	
MMJ 5x1.5 P+P	2	2	2	2	4	4	4	4	6	6	6	6	692	0,07	4,00		
MMJ 5x1.5 t.a.p													0	0,00	0,00		
MMJ 3x2.5 OH													744	0,08	4,30	744	
MMJ 3x2.5 Kiv.													744	0,08	4,30	744	
MMJ 3x2.5 P+P	28	30	32	32	32	37	37	37	37	42	42	47	5536	0,58	32,00		
MMJ 3x2.5 t.a.p	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	1903	0,20	11,00		
MMJ 5x2.5 OH													450	0,05	2,60	450	
MMJ 5x2.5 Kiv.													450	0,05	2,60	450	
MMJ 5x2.5 P+P	8	23	23	23	23	23	23	23	23	28	32	40	3979	0,42	23,00		
MMJ 5x2.5 t.a.p	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	519	0,05	3,00		
													0	0,00	0,00		
													0	0,00	0,00		
													0	0,00	0,00		
													0	0,00	0,00		
													0	0,00	0,00		
	166	210	237	256	275	307	324	343	389	424	468	515	57090	6,00	330,00		

Kuten taulukosta 10 voitiin havaita, ryhmän 2 kohteisiin kuuluva ryhmäjohtojen kokonaismäärä olisi uudelleen laskettuna 57 090 metriä. Taulukon 9 (ks. s. 19) ryhmäjohtot sarake ei sisällä MMJ 5x2.5 kaapelia (ks. syy s. 17).

Uudelleen lasketut ryhmäjohtot, vähennettynä MMJ 5x2.5: 51 692 m.

Huom. Uudelleen laskettu luku sisältää vain asuntojen ja yleisten tilojen ryhmäjohtot. Jotta lukua voidaan verrata taulukon 9 ”ryhmäjohtot” –riviin, täytyy lukuun 51 692 m lisätä muut ryhmäjohtot (ks. s. 17 – 18.)

Käytössä ei ollut minkään kohteen sähkösuunnitelmia, joten ”muita ryhmäjohtoja” ei ollut mahdollista laskea sähkökuvien mukaan uudestaan. Normaalisti esim. 50 asunnon kerrostaloon muita ryhmäjohtoja kuuluu muutamia tuhansia metrejä. Uudelleen laskettua ja hankittua lukua verrataan kaavassa 3 (ks. seur. s.).

hankitut ryhmäjohdot:	44 899 metriä
asuntojen ja yleisten tilojen ryhmäjohdot:	51 692 metriä
muut ryhmäjohdot:	x metriä

$$\text{Erotus} = 44899\text{m} - 51692\text{m} - x = -6793\text{m} - x \quad (3)$$

Kaavasta 3 voitiin nähdä, että pelkästään asuntojen ja yleisten tilojen ryhmäjohtojen määrä ylittää hankitun määrän. Tämän perusteella todettiin, että taulukon 9 (ks. s. 19) kohteisiin on laskettu liikaa ryhmäjohtoja. Pelkästään asuntojen ja yleisten tilojen uudelleen laskettu määrä ylittää selvästi kaikkien hankittujen ryhmäjohtojen määrän. Jotta luvut olisivat vertailukelpoiset, pitäisi uudelleen laskettuun lukuun lisätä muiden ryhmäjohtojen lukumäärä, joka olisi karkeasti arvioiden n. 2 000 – 3 000 metriä/kohde. Tämä kasvattaisi hankittujen ja laskettujen määrien eroa, joka vahvistaa, että normaalisti käytettävä laskentatyökalu laskee kaapelia liikaa kohteisiin, joissa on keskimääräistä vähemmän sähkölaitteita ja kalusteita asuntoa kohden.

Kalustemäärien vertailu

Aiemmin todettiin, että hankittujen ja laskettujen sähkölaitteiden ja kalusteiden määrät eivät kohdanneet missään kohteessa (ks. s. 16 ja 19). Hankintaraportteja tutkimalla selvisi, että pinta-asennus jakorasioiden (AP6, AP9 ja AP10) lasketut määrät poikkeavat eniten hankituista määristä.

Määrät lasketaan normaalisti tasokuvista, jonka takia suuret laskentavirheet eivät ole mahdollisia. Jakorasioiden määrien tarkastelu tehdään kohteisiin 1 - 5. Viisi kohdetta on riittävä määrä, jonka avulla pystytään todentamaan vertailun järkevyyden.

Taulukosta 11 (ks. seur. s.) on luettavissa kohteiden 1 - 5 hankitut ja lasketut jakorasiomäärät. Määrät poikkeavat eniten kohteissa 1 ja 5. Vastaavansuuruiset poikkeamat määrissä eivät ole mahdollisia, jos määrien laskenta on suoritettu tarkasti. On mahdollista, että kohteeseen on hankittu jakorasioita, mutta ne ovat menneet toiselle työmaalle tai muuhun käyttöön, vaikka näkyvät hankintaraportissa.

Taulukko 11. Jakorasiat kohteissa 1 - 5.

Jakorasiat	Lasketut / kpl	Hankitut /kpl	Erotus
Kohde 1	40	261	221
Kohde 2	18	60	42
Kohde 3	82	60	-22
Kohde 4	80	165	85
Kohde 5	0	272	272
		Yhteensä:	598

Jos yksittäisessä kerrostalokohteessa jakorasioiden määrän erotus olisi 200 kpl, näkyisi se selvästi myös työn hinnassa. Tämä taas nostaisi työpalkkojen summaa niin paljon, että sen todennäköisesti huomaisi urakan kokonaistuloksesta. Kohteiden 1-5 valmistuessa tätä ei oltu havaittu. Tavallisesti kerrostalokohteessa käytetään pinta-asennus jakorasioita pääasiassa vain yleisissä tiloissa, ja lisäksi mahdollisesti 1 kpl/asunto. Hankittu määrä ei ole uskottava (kohteet 1, 4 ja 5), koska yleisiin tiloihin ja asuntoihin kuluu jakorasioita normaalisti reilusti alle 100 kpl yhteen kokonaiseen kerrostalokohteeseen.

Tämän perusteella todettiin, että sähkölaitteiden ja kalusteiden hankittuja ja laskettuja määriä ei voida vertailla riittävän tarkasti, koska hankintaraportin määrät eivät ole uskottavia, kuten taulukko 11 osoitti.

5.2.4 Kaikkien vertailukohteiden yhteenveto

Tässä luvussa tehdään yhteenveto kohteista 1 - 10. Seuraavassa tutkitaan, miten hyvin hankitut ja lasketut määrät vastaavat toisiaan, kun tarkastelussa huomioidaan kaikkien kohteiden kokonaistulos.

Taulukosta 12 (ks. seur. s.) voidaan havaita, että ryhmäjohtojen hankittu määrä on kymmenessä kohteessa ylittynyt yhteensä 4 016 metrillä ja telekaapeleita on laskettu kaikissa kohteissa yhteensä 8 095 metriä liikaa. Sähkölaitteiden ja kalusteiden hankittu määrä on ylittänyt lasketun määrän reilusti, mikä selittyy suurimmaksi osaksi jakorasioiden määrän poikkeamalla.

Taulukko 12. Kaikki vertailukohteet.

	Ryhmä 1	Ryhmä 2	Yhteensä
Asunnot (kpl)	260	173	433
Asuntopinta-ala/ka	67,7	54,3	61,0
Toteutuneet			
Ryhmäjohtot (m)	123 293	44 899	168 192
Sähkölaitteet ja kalusteet (kpl)	19 900	8 578	28 478
Toteutuneet - Lasketut			
Kuparivoimakaapelit (m)	-1 027	292	-735
Alumiinivoimakaapelit (m)	-320	130	-190
Ryhmäjohtot (m)	20 963	-16 947	4 016
Telekaapelit (m)	-2 611	-5 484	-8 095
Valokaapelit (m)	1 675	-850	825
Sähkölaitteet ja kalusteet (kpl)	1 720	731	2 451
Kohteen keskiarvot			
Ryhmäjohtot (m)/kaluste (lkm)	6,3	5,3	5,9
Sähkölaitteet ja kalusteet (kpl)/asunto (lkm)	76	50	66

Lopputulokset

Vertailuryhmät valittiin sen perusteella, oliko tutkittavassa kohteessa kylpyhuone-elementti vai ei. Kun kohdetta lasketaan, kannattaa selvittää sähkölaitteiden ja kalusteiden määrä asuntoa kohden. Kylpyhuone-elementti vaikuttaa osittain materiaalmääriin. Taulukon 12 keskiarvoista selvisi, että ryhmäjohtojen määrä kalustetta kohden sekä sähkölaitteiden ja kalusteiden määrä asuntoa kohden vaihtelevat paljon ryhmien 1 ja 2 välillä.

Kaapelien laskemista on mahdotonta suorittaa täysin tarkasti tai esim. alle 3 %:n virhemarginaalilla, koska todellisuudessa käytettävä määrä riippuu osittain myös asentajan asennustavasta. Nykyistä laskentataulukkoa kannattaa käyttää sellaisenaan laskettavaan kohteeseen, kun ryhmäjohtojen määrä kalustetta kohden sekä sähkölaitteiden ja

kalusteiden määrä asuntoa kohden on noin $\pm 7\%$:n tarkkuudella kaikkien 10 kohteen keskiarvolukemista.

Keskiarvoluvut ovat seuraavat:

- ryhmäjohton määrä kalustetta kohden on 5,5 - 6.3 metriä
- sähkölaitteiden ja kalusteiden määrä asuntoa kohden on 61 - 71 kappaletta.

Mikäli määrät poikkeavat edellä mainituista raja-arvoista, kannattaa tarkentaa kaapelien laskentatapaa, mikäli tavoitteena on laskea määrät mahdollisimman tarkasti. Todennäköisimmät kaapelityypit, joiden määrä poikkeaa eri kohteissa ovat MMJ -kaapelit 3x1.5 ja 3x2.5, koska suurin osa asuntojen sähköryhmistä asennetaan ko. tyypeillä. Kaapeleita laskettaessa on myös huomioitava asuntokiukaiden kokonaismäärä, mikä vaikuttaa kaapelin MMJ 5x2.5 määrään.

Jos keskiarvoluvut poikkeavat tulevaisuudessa laskettavassa kohteessa esim. $\pm 10\%$, voitaisiin uusi asuntojen ja yleisten tilojen kaapeleiden määrä laskea suoraan tasokuvista. Tätä tietoa pystyttäisiin jatkossa käyttämään hyödyksi tekemällä vaikka omat laskentatyökalut kohteille, joissa sähkölaitteiden ja kalusteiden määrä asuntoa kohden ei sovi edellä mainittujen keskiarvolukujen rajoihin.

6 Yhteenveto

Toteutuneiden kohteiden laskettujen ja hankittujen materiaalien vertailua tehdessä havaittiin, että sähkölaitteiden ja kalusteiden sekä kaapeleiden lasketuissa ja hankituissa määrissä on suuria eroja. Työssä oli tavoitteena etsiä vertailusta tunnuslukuja, joita voidaan käyttää tulevaisuudessa hyväksi esim. tarkentaen tarjouslaskentaprosessin tarkkuutta.

Saadut tulokset ovat parhaimmillaan ainoastaan suuntaa-antavia, koska hankintaraporttien vertailuluvut eivät ole kaikissa tapauksissa uskottavia, esim. jakorasioiden lukumäärien osalta. Hankintaraportteihin on myös voitu kirjata materiaaleja, jotka on voitu kuljettaa kuitenkin toiselle työmaalle. Yksittäisen kohteen tuloksen arviointi ei ole järkevää suuren virhemarginaalin takia, ja tässä keskityttiin analysoimaan molempien ryhmien kokonaismääriä.

Sähkölaitteiden ja kalusteiden laskenta suoritetaan keräämällä tarvikkeet yksitellen kuvista, mikä on hyvä tapa toimia jatkossakin. Ryhmäjohtojen laskennassa käytettävä työkalu (liite 1) on hyvä, mutta laskentaa kannattaa tarkentaa, mikäli kohteiden kalusteiden määrä asuntoa kohden on selvästi keskiarvoa suurempi tai alhaisempi. Jos sähkölaitteiden ja kalusteiden määrä asuntoa kohden poikkeaa yli $\pm 10\%$, kannattaa asuntojen ja yleisten tilojen ryhmäjohtojen laskenta suorittaa suuremmalla tarkkuudella, jotta laskettu määrä vastaisi tarkemmin todellista määrää.

Toisaalta tapauskohtaisesti kannattaa arvioida, onko järkevää käyttää aikaa tarkempaan kaapelien laskentaan ja saadaanko tästä riittävä ajallinen ja taloudellinen hyöty. Mahdollisesti hyödyllinen keino olisi tehdä omat laskentataulukot kohteille, joissa on keskimääräistä vähemmän tai enemmän sähkölaitteita ja kalusteita asuntoa kohden.

Lähteet:

Liitetaulukko 12. Asuntotuotanto talotyypeittäin 2005-2014, kpl, keskeneräiset ja valmistuneet rakennukset. Verkkodokumentti.

<http://www.tilastokeskus.fi/til/ras/2014/06/ras_2014_06_2014-08-27_tau_012_fi.html>

27.8.2014. Luettu 28.1.2015.

Rakennusteollisuus suhdannekatsaus, huhtikuu 2014. Verkkodokumentti.

<http://www.rakennusteollisuus.fi/Documents/Suhdanteet%20ja%20tilastot/Suhdannekatsaukset/2014/huhti%20katsaus/RT_suhdannekatsaus_huhti_2014.pdf>

4/2014. Luettu 7.2.2015.

Caverion 2015. Markkina-asema. Verkkodokumentti.

<http://www.caverion.fi/fin/Tietoa_Caverionista/Caverion-konserni/markkina-asema>

19.2.2015. Luettu 20.2.2015.

Saastamoinen, Arto, Saarelainen, Kimmo 2011. Sähköurakoitsijan tarjouslaskenta.

Espoo: Sähköinfo Oy.

Talotekniikka-alan sähköasennustoimialan työehtosopimus 1.9.2012-30.9.2014. Verkkodokumentti. <<http://sahkoliitto-fi-bin.directo.fi/@Bin/68d3e864ede906a52c3ef2c23280ddc2/1423475450/application/pdf/527276/Talotekniikka-alan%20TES%20FINAL%2019%209%202012.pdf>>

1.9.2012.

Luettu 15.1.2015.

Ryhmäjohtot putk.													Yht.	m2/as.		Yl.tilat	ed.sivu
Asunto /m2	15	25	35	45	55	65	75	85	95	105	115	125	3055	65,00			
Kpl						47							47	metriä/m2	metriä/as.		
MMJ 2x1.5 OH													66	0,02	1,40	66	
MMJ 2x1.5 Kiv.													66	0,02	1,40	66	
MMJ 2x1.5 P+P	8	10	10	10	10	10	10	10	12	16	19	21	470	0,15	10,00		
MMJ 2x1.5 t.a.p	2	2	2	4	4	4	4	6	6	8	8	8	188	0,06	4,00		
MMJ 3x1.5 OH													964	0,32	20,50	964	
MMJ 3x1.5 Kiv.													964	0,32	20,50	964	
MMJ 3x1.5 P+P	90	105	120	135	150	165	180	195	225	240	270	300	7755	2,54	165,00		
MMJ 3x1.5 t.a.p	20	28	34	34	34	40	40	40	50	50	55	55	1880	0,62	40,00		
MMJ 4x1.5 OH													38	0,01	0,80	38	
MMJ 4x1.5 Kiv.													38	0,01	0,80	38	
MMJ 4x1.5 P+P	2	2	4	4	4	8	8	8	8	10	10	10	376	0,12	8,00		
MMJ 4x1.5 t.a.p													0	0,00	0,00		
MMJ 5x1.5 OH													19	0,01	0,40	19	
MMJ 5x1.5 Kiv.													19	0,01	0,40	19	
MMJ 5x1.5 P+P	2	2	2	2	4	4	4	4	6	6	6	6	188	0,06	4,00		
MMJ 5x1.5 t.a.p													0	0,00	0,00		
MMJ 3x2.5 OH													235	0,08	5,00	235	
MMJ 3x2.5 Kiv.													235	0,08	5,00	235	
MMJ 3x2.5 P+P	28	30	32	32	32	37	37	37	37	42	42	47	1739	0,57	37,00		
MMJ 3x2.5 t.a.p	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	611	0,20	13,00		
MMJ 5x2.5 OH													122	0,04	2,60	122	
MMJ 5x2.5 Kiv.													122	0,04	2,60	122	
MMJ 5x2.5 P+P	8	23	23	23	23	23	23	23	23	28	32	40	1081	0,35	23,00		
MMJ 5x2.5 t.a.p	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	141	0,05	3,00		
													0	0,00	0,00		
													0	0,00	0,00		
													0	0,00	0,00		
													0	0,00	0,00		
													0	0,00	0,00		
													0	0,00	0,00		
	166	210	237	256	275	307	324	343	389	424	468	515	17314,8	5,67	368,40		