

Miikka Multanen

Ilmanvaihdon tarjouslaskentaohjelma kerrostoiloille

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikka

Insinöörityö

29.4.2016

Tekijä Otsikko	Miikka Multanen Ilmanvaihdon tarjouslaskentaohjelma kerrostaloille
Sivumäärä Aika	29 sivua + 1 liite 29.4.2016
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	talotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	LVI, tuotantopainotteinen
Ohjaajat	IV-toimialapäällikkö Jukka Tolvanen Yliopettaja Juhani Eskelinen
<p>Asuinkerrostalojen ilmanvaihtojärjestelmä on toteutukseltaan usein hyvin samankaltainen. Tätä ominaispiirrettä hyödyntävässä laskentaohjelmassa urakkalaskenta voidaan suorittaa työaikaa säästävasti. Laskentaohjelmaa käyttämällä kohteen samankaltaisia pohjakuvia ei tarvitse erikseen massoitella, vaan laskettavan kohteen tiedot syötetään tehokkaasti tähän tarkoitukseen kehitettyyn ohjelmaan.</p> <p>Insinöörityössä esitellään laaditun laskentaohjelman rakenne sekä laskenta perusteet. Työ-kustannukset sekä materiaalin laskentaohjelma laskee perustuen aiempien kohteiden keskiarvoihin. Ohjelma on laadittu Excel-alustalle.</p> <p>Työssä vertaillaan laskentaohjelman tuloksia aiemmin käsin laskettuihin kohteisiin hyödyntämällä esimerkkikohteita. Kohteita on yhteensä kolme. Näistä kahdessa on keskitetty ja yhdessä huoneistokohtainen ilmanvaihtojärjestelmä. Jokaisessa kohteessa laskentaohjelmasta saadut urakkahinnat olivat suurempia kuin käsin laskettuna.</p> <p>Työssä syntyi jo toimiva, mutta jatkokehitettävä laskentaohjelma, jolla saadaan laskettua helposti ja nopeasti asuinkerrostalojen ilmanvaihdon urakkahinta. Jatkossa tätä laskentaohjelmaa pyritään käyttämään tarjouslaskennan apuvälineenä.</p>	
Avainsanat	ilmanvaihto, tarjouslaskenta

Author Title	Miikka Multanen Cost calculation program for ventilation in blocks of flats
Number of Pages Date	29 pages + 1 appendice 29 April 2016
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Building Services Engineering
Specialisation option	HVAC Engineering, Production Orientation
Instructors	Jukka Tolvanen, Branch Manager of ventilation Juhani Eskelinen, Principal Lecturer
<p>The purpose of this Bachelor's thesis was to develop a cost calculation program for ventilation renovation in blocks of flats. The cost calculation program was done by using Excel tool. The program was tested by having it calculate the materials and a cost of labor of projects which had already been calculated manually. The materials and cost of labor are affected by the area of the building and the number of apartments in it. The results of the cost calculation program were then compared with the manually calculated results.</p> <p>The result of this Bachelor's thesis is a cost calculation program that makes tender calculation more effective, easier and saves time. The program still needs to be developed to become more reliable. It will be used daily in the cost calculation process.</p>	
Keywords	ventilation, calculation program

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Laskentaohjelma	2
2.1	Käyttökohde	2
2.2	Käyttötarkoitus	2
2.3	Pohjakerros	2
2.3.1	Kanavatyöt	2
2.3.2	Kanaviston tarvikkeet	3
2.4	Pystykanavat	4
2.5	Asuinhuoneistot	5
2.5.1	Huoneiston kanavisto	5
2.5.2	Huoneiston kanaviston tarvikkeet	6
2.6	Ullako	7
2.6.1	Ullakon kanavisto	7
2.6.2	Ullakon kanaviston tarvikkeet	9
2.7	Kanaviston eristys	10
2.7.1	Pohjakerroksen, pystykanavien ja huoneistojen eristys	10
2.7.2	Ullakon eristys	12
2.8	Kanaviston osat	12
2.9	Muut tuotteet	12
3	Laskentaohjelman tuloksien vertailu	13
3.1	Kohde A	13
3.1.1	Pohjakerros	14
3.1.2	Huoneistot	15
3.1.3	Ullakko	16
3.1.4	Eristys	17
3.1.5	Kokonaishinta	18
3.2	Kohde B	18
3.2.1	Pohjakerros	19
3.2.2	Huoneistot	20
3.2.3	Ullakko	21
3.2.4	Eristys	22
3.2.5	Kokonaishinta	23

3.3	Kohde C	24
3.3.1	Pohjakerros	24
3.3.2	Huoneistot	25
3.3.3	Ullakko	26
3.3.4	Eristys	26
3.3.5	Kokonaishinta	27
4	Yhteenveto	28
	Lähteet	29
	Liitteet	
	Liite 1. Laskentaohjelman etusivu	

1 Johdanto

Tarjouslaskentaa suorittaessa kuluu runsaasti aikaa kohteiden massoittamiseen. Asuinkerrostalojen ilmanvaihto on usein hyvin samanlainen kohteesta toiseen ja laskentaohjelmassa kohteiden tätä ominaisuutta hyödyntämällä voidaan määrittää tehokkaasti kohteen materiaali- ja työkustannukset. Ohjelma on laadittu asuinkerrostalojen tarjouslaskennan avuksi.

Työssä kuvataan laskentaohjelman rakenne sekä arvioidaan ohjelmalla laskettujen tulosten luotettavuutta. Luotettavuutta arvioidaan vertaamalla laskentatuloksia kolmeen aikaisemmin käsinlaskettuun kohteeseen.

Työ tehdään Uudenmaan LVI-Talolle sen tarjouslaskennan tueksi.

Uudenmaan LVI-Talo Oy on pääkaupunkiseudulla toimiva LVI-alan vahvasti kehittyvä yritys, jonka liikevaihto on viime vuosina kohonnut noin 9 miljoonaan euroon. Yritys perustettiin Pekka Järvisen, Kari Kettusen ja Ari Jokelaisen toimesta vuonna 2008. [2]

2 Laskentaohjelma

2.1 Käyttökohde

Laskentaohjelma on laadittu hyödynnettäväksi sekä keskitetylle, että huoneistokohtaiselle ilmanvaihdolle. Keskitetyllä ilmanvaihdolla tarkoitetaan, että kohteessa on yksi suuri ilmanvaihtokone, joka palvelee koko rakennusta. Huoneistokohtaisessa ilmanvaihtojärjestelmässä on jokaisessa asuinhuoneistossa oma ilmanvaihtokone.

2.2 Käyttötarkoitus

Tämä kerrostalojen laskentaohjelma on laadittu Excel-alustalle. Exceliin on laadittu useita välilehtiä, joista ohjelmaa hakee tarvittavat tiedot etusivun (liite 1) perusteella. Näitä tietoja ovat

- putkimetrit
- materiaalin hinta
- eristys.

Asennustyölle ohjelma laskee hinnan putkimetrien ja laitteiden määrän, ja näiden koon mukaan Talotekniikka-alan TES:n [1, s. 142—146] mukaisesti.

2.3 Pohjakerros

2.3.1 Kanavatyöt

Pohjakerroksen kanavoinnin laskennassa käytetään aiemmin laskettujen kohteiden määriä suhteessa kohteen pohjakerroksen pinta-alaan. Koska pohjakerroksen kanavoinnin laajuus vaihtelee kohteiden välillä todella paljon, täytyy pohjakuvasta arvioida, kuinka laaja kanavisto on. Tämän perusteella valitaan taulukosta 1, onko

kanavistomäärä pieni, kohtalainen, runsas vai onko sitä ollenkaan. Tämä tehdään erikseen tulo-, poisto-, raitis- sekä jäteilmalle, koska niiden kanavistojen putkimäärät eroavat toisistaan.

Taulukko 1. Pohjakerroksen kanavätöiden laajuuden valinta.

Kanavisto	
Pohjakerros	
Tuloilma	Kohtalainen
Poistoilma	Ei
Jäteilma	Runsas
Raitisilma	Kohtalainen
	Pieni

2.3.2 Kanaviston tarvikkeet

Pohjakerroksen kanaviston tarvikkeet laskentaohjelma laskee perustuen kanaviston koon. Pohjakuvasta tutkitaan, onko sinne suunniteltu sijoitettavaksi seuraavia laitteita:

- palopellit
- säätöpellit
- äänenvaimentimet
- tuloilmapäätelaitteet
- poistoilmapäätelaitteet.

Tuotteille on annettu eri valmistajien mallit ja niistä valitaan se, mikä kyseiseen kohteeseen on suunniteltu. Jos kohteessa ei ole kyseisiä tuotteita, valitaan vaihtoehto ”Ei”. Taulukosta 2 nähdään esimerkki, kun kohteeseen on suunniteltu palopelliksi Fläktwoods sin malli ETPR-EI-1.

Taulukko 2. Pohjakerrokseen on suunniteltu palopelti ETPR-EI-1.

Tarvikkeet	
Pohjakerroksen tarvikkeet	
Säätöpellit	Ei
Palopellit	ETPR-EI-1
Äänenvaimentimet	Ei
Tuloilmapäätelaitteet	ETPR-EI-1
Poistoilmapäätelaitteet	FDI
	KSO

2.4 Pystykanavat

Kerrostaloissa pystykanaviin vaikuttaa se, onko kyseessä huoneistokohtainen vai keskitetty ilmanvaihto sekä onko pystykanavat suunniteltu ELPO-hormeilla, jolloin laskentaohjelma laskee niille vain kytkentätöön. Jos kohteessa on huoneistokohtainen ilmanvaihto, lasketaan asunnosta vain jäteilmakanava vesikatolle asti, kun taas keskitetyssä ilmanvaihdossa tulee erikseen tulo- ja poistoilmakanava ylimmästä kerroksesta asti.

Ilmanvaihdon yksittäisen pystykanavan pituus lasketaan kaavalla 1.

$$x = a * b * c$$

x	pystykanavan pituus, m
a	kerrosten lukumäärä, kpl
b	asuntojen lukumäärä kerroksessa, kpl
c	kerroskorkeus, m

Taulukosta 3 valitaan kunkin kanaviston osan pystykanavat sen mukaan, onko kohteessa huoneistokohtainen vai keskitetty ilmanvaihto ja onko pystynousut toteutettu

ELPO-hormeilla. Mikäli kohteessa on ELPO-hormit, tulee kaikkiin muihin kohtiin ”Ei”, jolloin laskentaohjelma ei laske niille materiaalia eikä asennustunteja. ELPO-hormin asennus aika on työehtosopimuksen mukaan 0,25 normituntia.

Taulukko 3. Pystykanavien valinta.

Pystykanavat	
Tuloilma	Kyllä
Poistoilma	Ei
Jäteilma	Kyllä
Raitisilma	Kyllä
Elpo-hormi	Ei

2.5 Asuinhuoneistot

2.5.1 Huoneiston kanavisto

Myös huoneiston kanavistoa laskiessa täytyy huomioida ilmanvaihtojärjestelmä, koska keskitetyssä ilmanvaihdossa huoneistossa on vain tulo- ja poistoilma, kun huoneistokohteisessa on myös jäte- ja poistoilma. Kummallakin järjestelmällä tulo- ja poistoilman kanavisto on melko samanlainen, joten siihen tämä ei vaikuta. Ohjelma laskee putkimetrit aiemmin laskettujen kohteiden keskiarvojen perusteella.

2.5.2 Huoneiston kanaviston tarvikkeet

Huoneistoon tulevien tarvikkeiden valintaan varten, täytyy tutkia pohjapiirroksista, mitä laitteita sinne on suunniteltu. Tämän perusteella valitaan taulukosta 4 sinne suunnitellut laitteet. Liesikuvut laskentaohjelma laskee huoneistojen lukumäärän mukaan. Niiden hinta määrätään erillisen tarjouspyynnön perusteella.

Erilaisia huoneiston tarvikkeita ovat

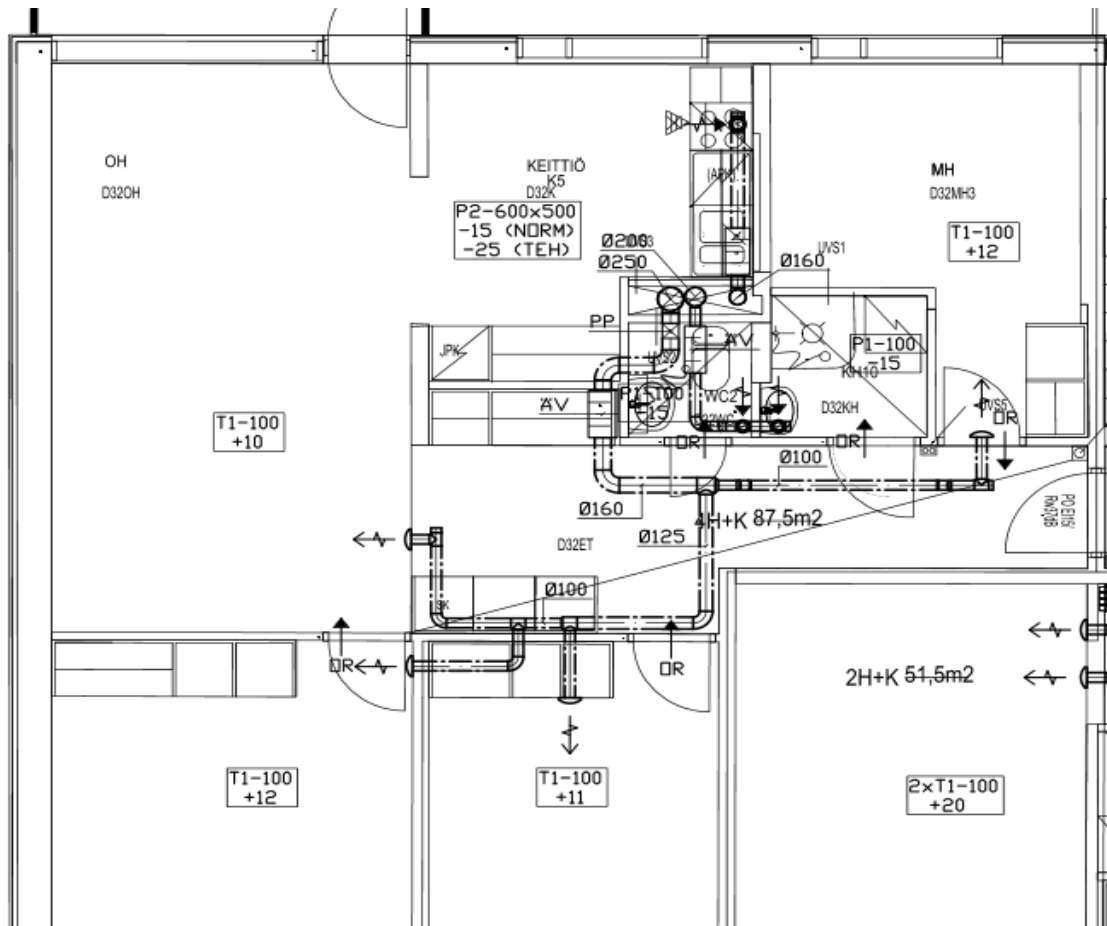
- säätöpellit
- palopellit
- äänenvaimentimet
- tulo- ja poistoilmapäätelaitteet
- liesikuvut.

Jos kohteessa on huoneistokohtainen ilmanvaihto, tulee huomioida myös ulkosäleiköt, jotka laskentaohjelma laskee huoneistojen määrän mukaan.

Taulukko 4. Asuinhuoneiston tarvikkeiden valinta.

Huoneiston tarvikkeet	
Säätöpellit	Ei
Palopellit	ETPR-EI-1
Äänenvaimentimet	Kyllä
Tuloilmapäätelaitteet	STQA
Poistoilmapäätelaitteet	SAT
Liesikuvut	10
Ulkosäleiköt	

Kuvassa 1 on esimerkkihuoneisto, jonka kanavistoon on suunniteltu äänenvaimentimet sekä tuloilmaan palopelti. Tällöin valitaan taulukon 4 mukaisesti tarvikkeet.



Kuva 1. Esimerkkihuoneiston suunnitelma.

2.6 Ullakko

2.6.1 Ullakon kanavisto

Ullakon kanavistolaskentaohjelma laskee perustuen putkimääriin neliometriä kohden. Vertailuna on käytetty aiemmin käsin laskettujen kohteiden määriä, jotka näkyvät taulukossa 5.

Taulukko 5. Ullakon kanaviston putkimetriä keskiarvot.

Ullakon kanavisto										
	100	125	160	200	250	315	400	500	630	
Ei	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Runsas	11,1	21,6	52,7	26,8	44,3	9,8	22,5	15,2	0,0	metriä
Kohtalainen	7,3	14,2	34,6	17,6	29,1	6,5	14,8	9,9	0,0	metriä
Pieni	5,5	10,8	26,4	13,4	22,2	4,9	11,2	7,6	0,0	metriä

Ullakon kanaviston laajuus vaihtelee eri kohteiden välillä, ja sen laajuus täytyy arvioida pohjakuvista. Laajuus valitaan taulukon 6 vaihtoehtoista seuraavasti

- ei ollenkaan
- pieni
- kohtalainen
- runsas.

Taulukko 6. Ullakon kanaviston valinta.

Ullakko

Kanavisto	Kohtalainen ▼
	Ei
	Runsas
	Kohtalainen
	Pieni

2.6.2 Ullakon kanaviston tarvikkeet

Kuten pohjakerroksen myös ullakon kanaviston tarvikkeet laskentaohjelma laskee perustuen kanaviston laajuuteen. Pohjakuvasta tutkitaan, onko sinne suunniteltu seuraavia laitteita:

- palopellit
- säätöpellit
- äänenvaimentimet.

Näistä valitaan ne tuotteet, jotka kohteeseen on suunniteltu. Ullakolla on usein nämä kaikki vaihtoehdot. Jos kohteessa on huoneistokohtainen ilmanvaihto, näihin kaikkiin valitaan taulukosta 6 vaihtoehto ”Ei”, koska silloin ullakolla ei ole kanavistoa. Keskitetyllä ilmanvaihdolla suunnitellussa kohteessa ullakolla on ilmanvaihtokone.

Taulukko 7. Ullakon kanaviston tarvikkeiden valinta.

Ullakon tarvikkeet	
Säätöpellit	Ei
Palopellit	Ei
Äänenvaimentimet	IRIS
	PRA

2.7 Kanaviston eristys

2.7.1 Pohjakerroksen, pystykanavien ja huoneistojen eristys

Pohjakerroksen, pystykanavien ja huoneistojen eristykset saadaan laskentaohjelmalla suoraan putkimetreistä, jotka aiemmin on valittu. Raitis- ja jäteilmakanavissa on aina eristys, mutta tuloilmakanavissa on eristys vain, jos ilmanvaihtokoneessa on erillinen jäähdytyspatteri. Tällöin myös tuloilmaan tulee valita eristys.

Eristettävät putket tulee tarkistaa pohjakuvista. Niistä myös selviää, että onko eriste palo- vai lämpöeristys. Vaihtoehtoja ovat muun muassa:

- lämpöeristys, paksuus 20 mm
- lämpöeristys, paksuus 30 mm
- lämpöeristys, paksuus 50 mm
- paloeristys, paloluokka EI60.

Pohjakuvasta tutkitaan, mikä näistä eristystyypeistä on suunniteltu tulo-, raitis- ja jäteilmalle, vai onko sitä ollenkaan. Eristystyyppi valitaan taulukosta 8.

Taulukko 8. Eristystyyppin valinta eri kanaville.

Erisys	
Huoneiston eristys	
Tuloilma	Ei
Jäteilma	Ei
Raitisilma	Ei
Pohjakerroksen eristys	
Tuloilma	Ei
Jäteilma	Ei
Raitisilma	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> Ei EI60 L20 L30 L50 </div>
Pystykanavien eristys	
Tuloilma	Ei
Jäteilma	Ei
Raitisilma	Ei
Ullakon eristys	
Kanavisto	Ei

Jos kohteessa on todella suuret määrät eristystä, on hyvä pyytää erillinen tarjous eristystöitä tekevältä yritykseltä, jotta saa luotettavan hinnan.

2.7.2 Ullakon eristys

Ullakon kanavisto on aina kokonaan eristetty, koska se on kylmässä tilassa. Tästä syystä laskentaohjelmassa ei ole tähän erikseen jokaiselle kanavistolle omaa kohtaa, vaan koko kanaviston eristys valitaan taulukosta 9.

Taulukko 9. Ullakon kanaviston eristys.

Ullakon eristys	
Kanavisto	Ei
	Ei
	Ei60
	L50
	L100

2.8 Kanaviston osat

Kanaviston erilaisille osille, kuten käyrille ja haaroituskappaleille laskentaohjelma laskee määrät sekä työt suhteessa kanaviston putkimetreihin.

2.9 Muut tuotteet

Laskentaohjelmalla ei saada laskettua suoraan erikoistuotteita, kuten ilmanvaihtokoneita. Tämä johtuu siitä, että koneet eroavat toisistaan eri kohteissa ja myös niiden hinnoissa voi olla suuria eroja. Näille täytyy myös erikseen syöttää asennustyöt käsin.

Jossain kohteissa voi olla myös huoneistokohtaisesti ilmavirtasäätimiä, jotka myös ovat tuotteita, joille täytyy erikseen pyytää tarjous, ja syöttää näiden asennustyötiedot käsin.

Huoneistojen liesikuvuissa voi olla suuria hinta eroja, joten niillekin on syytä pyytää erillinen tarjous. Niiden asennustyön hinnan ohjelma laskee kaavasta 2.

$$x = a * b * c$$

x	asennustyön hinta, €
a	asuntojen lukumäärä, kpl
b	normitunti, h/kpl
c	tuntiveloitus, €/h.

Liesikuvun asennustyöhön laskettava aika on työehtosopimuksen mukaan 2,28 normituntia. [1, s. 148]

3 Laskentaohjelman tuloksien vertailu

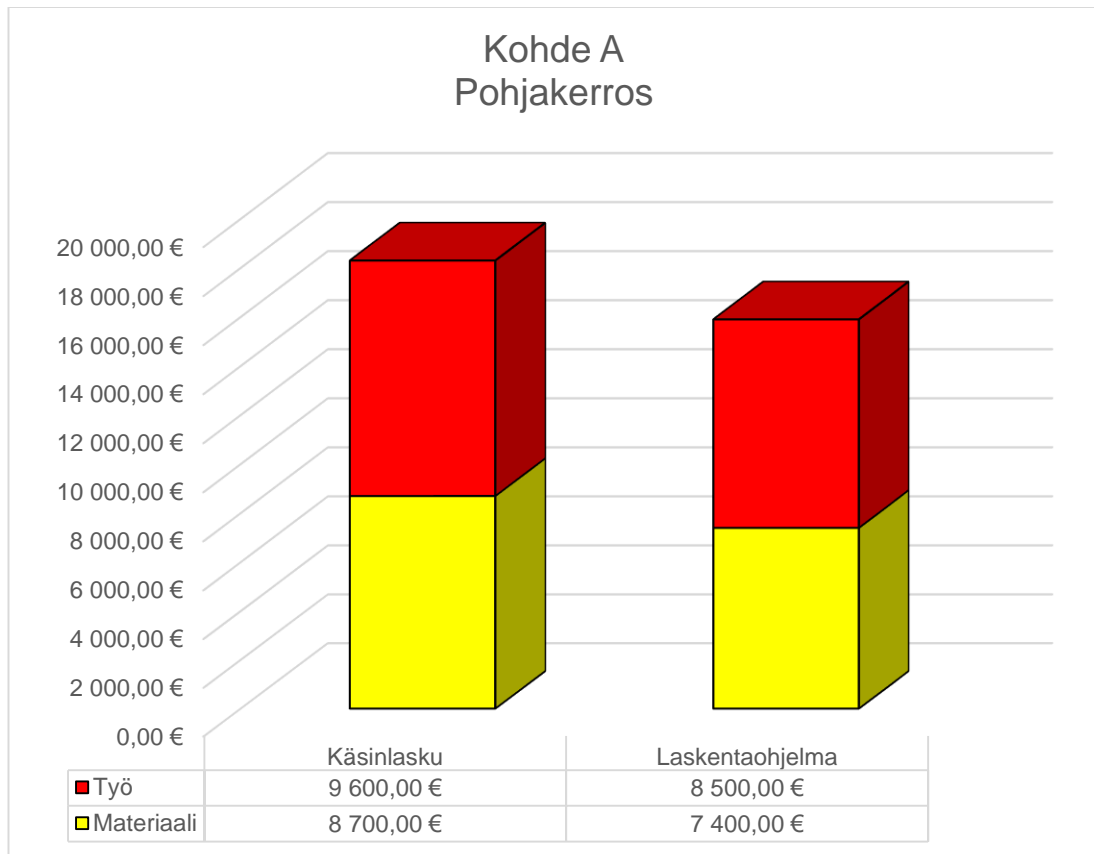
Ohjelman laskentatuloksien luotettavuutta arvioidaan kolmen eri kohteen avulla. Tuloksia verrataan näistä kohteista aikaisemmin käsinlaskennalla saatuihin tuloksiin.

3.1 Kohde A

Kohde A käsittää kaksi kolmikerroksista kerrostaloa, joissa on yhteensä 80 asuinhuoneistoa. Asuinhuoneistoja palvelevat ullakolla sijaitsevat keskitetyn järjestelmän ilmanvaihtokoneet, joita on yhteensä neljä kappaletta. Kellarissa yhteisiä tiloja palvelevat pienemmät ilmanvaihtokoneet.

3.1.1 Pohjakerros

Kohteen pohjakerrosta tarkastellessa havaitaan, että kanavatyöt ovat suuret. Näin ollen laskentaohjelman etusivulle valitaan pohjakerroksen osalta tulo- ja poistoilmakanaviston kohdalla *runsas*. Jäte- ja raitisilmakanavistot ovat pieniä, joten niihin valitaan *pieni*.

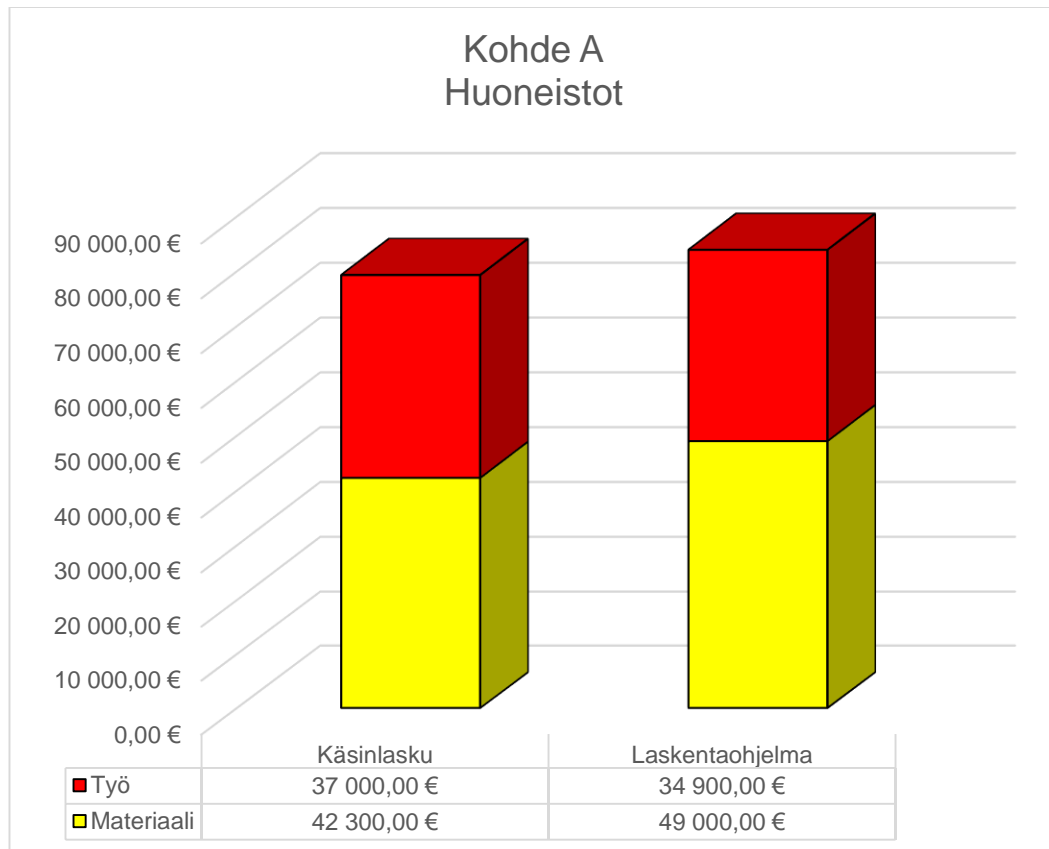


Kuva 2. Pohjakerros, Kohde A.

Pohjakerroksen osalta laskentaohjelma laskee työlle noin 12 % ja materiaalille 15 % vähemmän kustannuksia (kuva 2). Kokonaisuutena pohjakerroksen osalta laskentaohjelma laskee noin 13 % alhaisemmaksi.

3.1.2 Huoneistot

Asuinhuoneistojen tuloilmakanavaan on suunniteltu palopelti sekä äänenvaimentimet tulo- ja poistoilmalle. Nämä valitaan laskentaohjelman etusivulle suunnitelman mukaisesti.

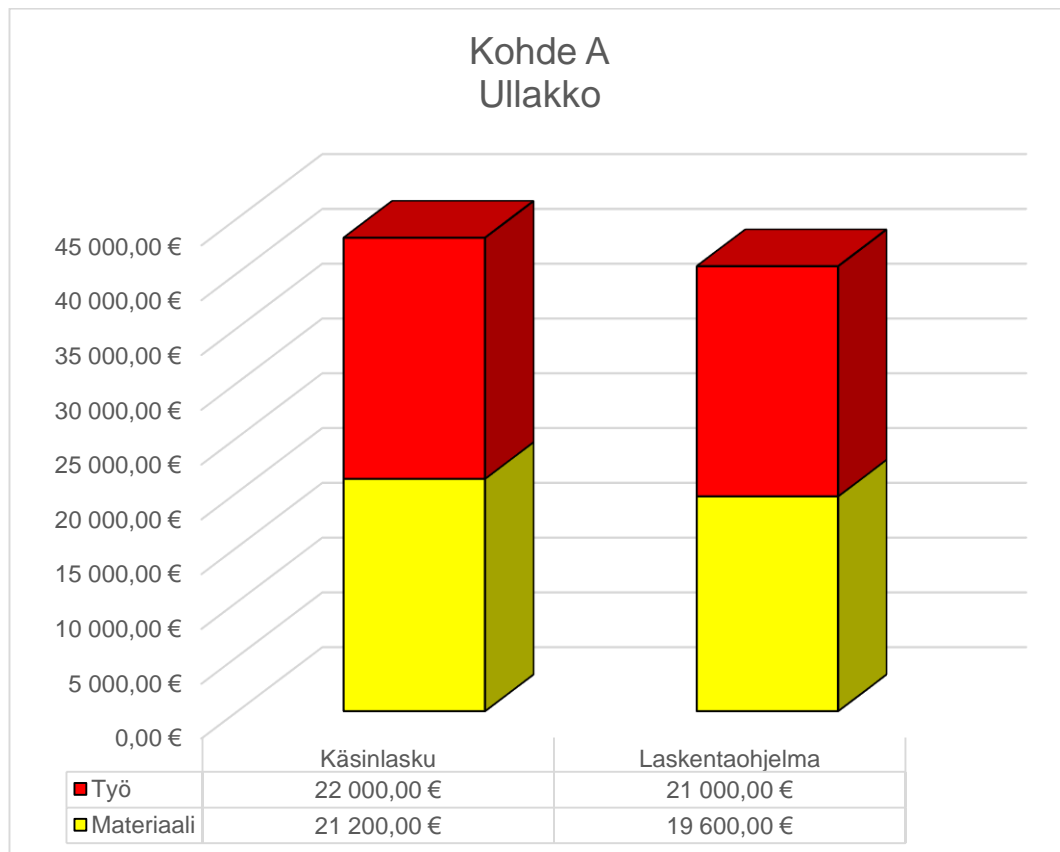


Kuva 3. Huoneistot, Kohde A.

Kuten kuvasta 3 nähdään, niin huoneistojen kohdalla laskentaohjelma laskee työtä vähemmän ja materiaalia enemmän kuin käsin laskettuna. Kokonaisuutena laskentaohjelma laskee kuitenkin täsmälleen saman tuloksen.

3.1.3 Ullakko

Ullakon kanavisto on tässä kohteessa melko laaja, mutta ei kuitenkaan todella suuri, joten aloitussivulle on valittu ullakon kanaviston kohdalle *runsas*. Lisäksi pitää tutkia, mitä kanaviston laitteita sinne on suunniteltu. Tässä kohteessa on suunniteltu kaikkiin runko-kanaviin säätöpellit, joten ne tulee huomioida.

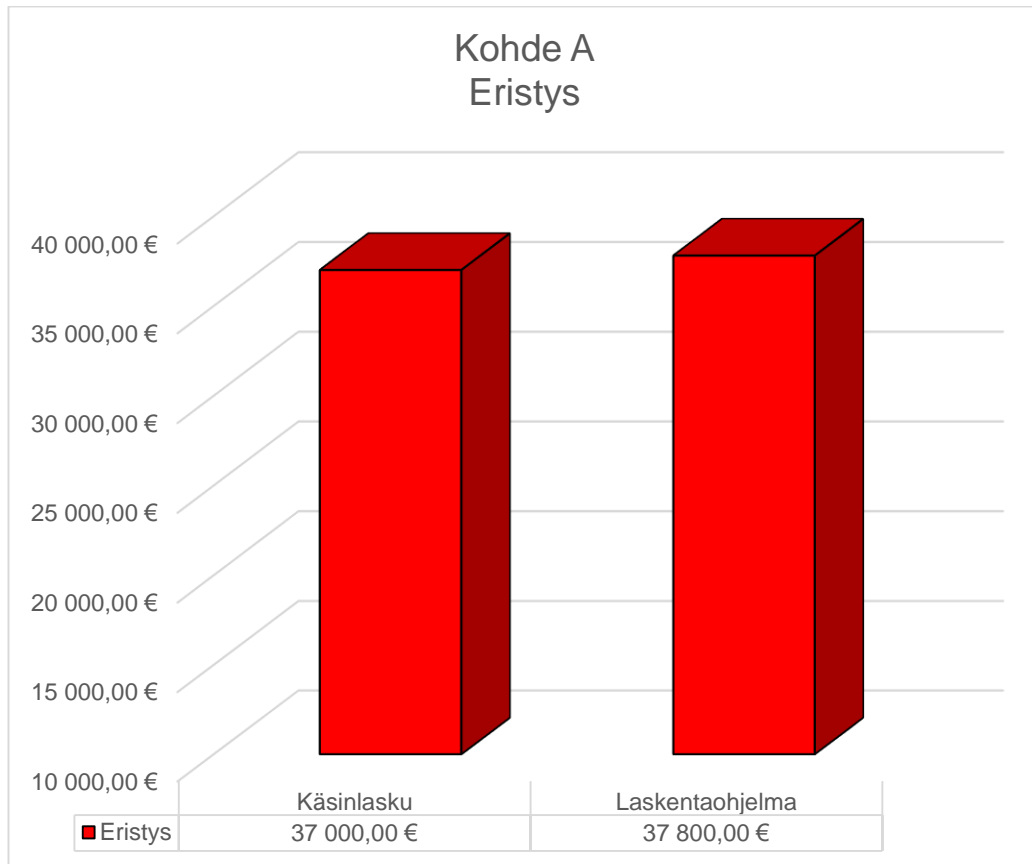


Kuva 4. Ullakko, Kohde A.

Kuvasta 4 nähdään, että ullakon kohdalla laskentaohjelman ja käsin lasketun tulokset ovat melko samanlaiset. Materiaalin kohdalla on hieman suurempi ero, käsin laskemalla saatiin noin 8 % suurempi summa. Kokonaisuutena ullakon kanavisto on laskentaohjelmalla laskettuna noin 7 % halvempi kuin käsin laskettuna.

3.1.4 Eristys

Kohteessa ei ole juurikaan muuta eristystä kuin ullakon eristys. Ullakolle on suunniteltu eristeeksi paloeristys EI60, joten se on valittuna etusivulle kohdassa *Ullakon eristys*.

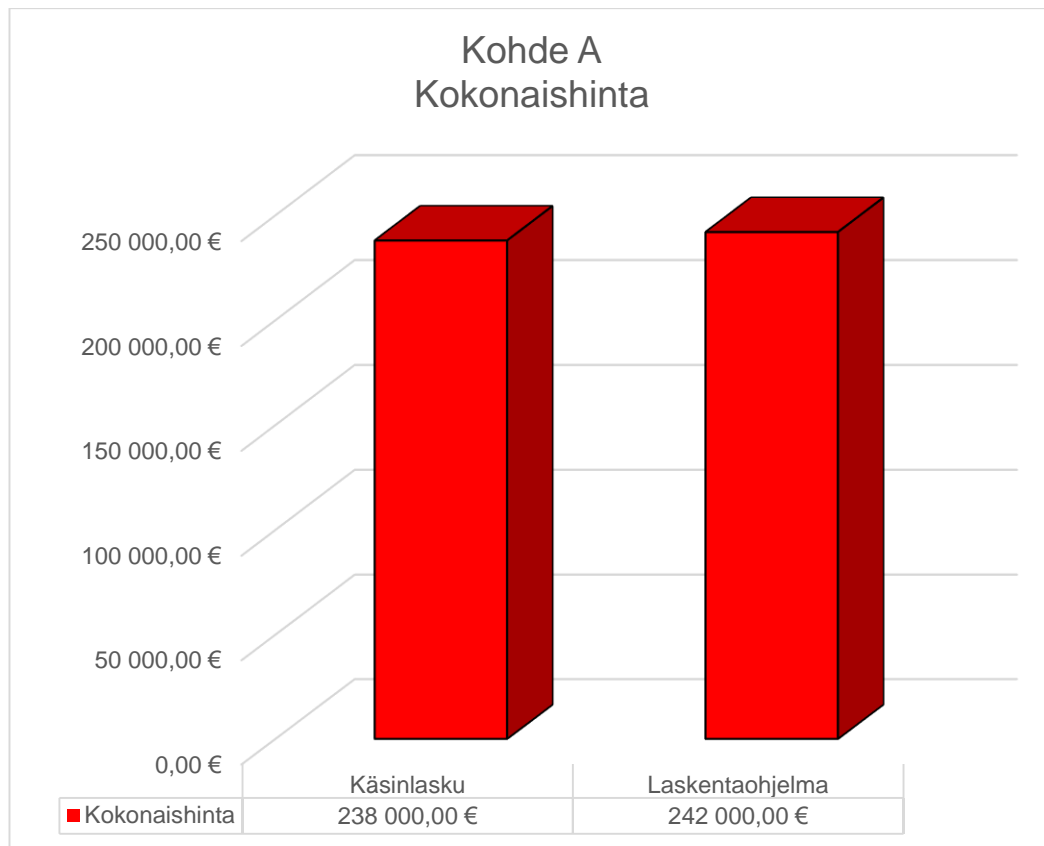


Kuva 5. Eristys, Kohde A.

Eristyksen laskentaohjelma laskee todella tarkasti, ero käsin laskettuun on vain 800 €, eli noin 2 % (kuva 5).

3.1.5 Kokonaishinta

Kokonaishinta koostuu materiaaleista sekä työstä. Laskentaohjelmalla laskettuna saadaan kokonaissummaksi 242 000 €, kun käsin laskettuna vastaava luku on 238 000 €. Laskentaohjelma laskee siis vain noin 1,5 % kalliimman hinnan kuin käsin laskettuna (kuva 6). Vaikka aikaisemmin esitetyissä kuvissa ilmenee suuria eroja, on lopputulos kuitenkin hyvä.



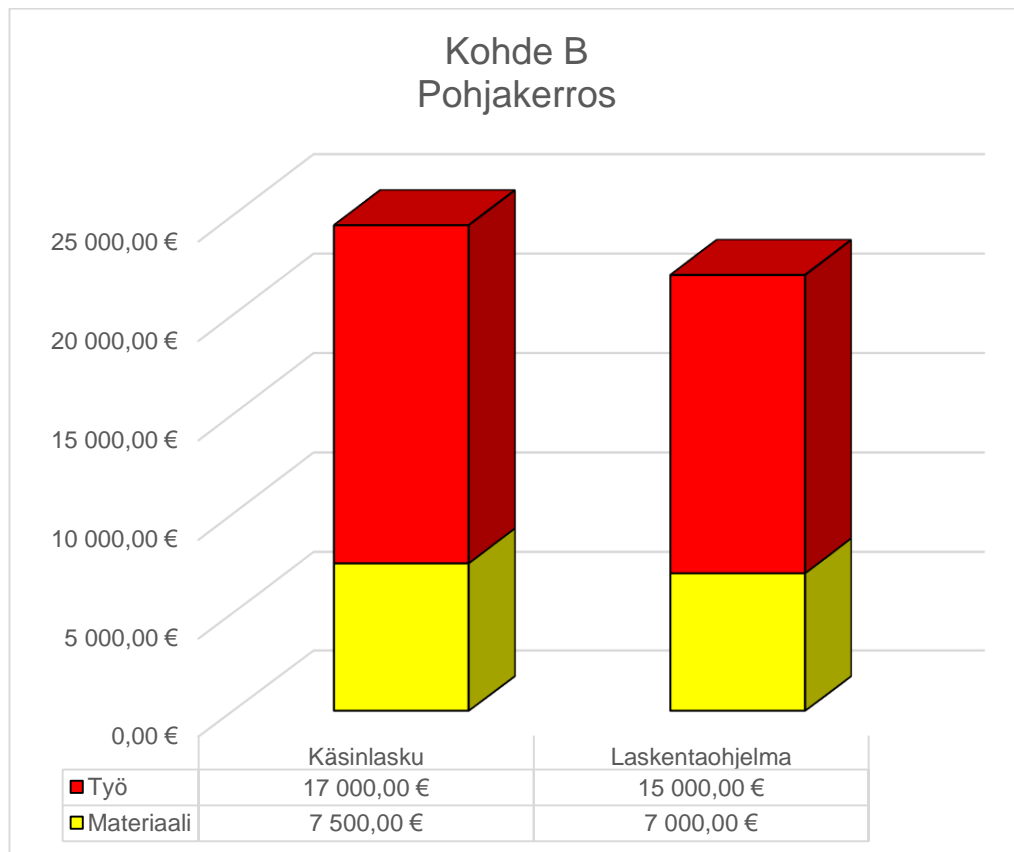
Kuva 6. Kokonaishinta, Kohde A.

3.2 Kohde B

Kohde B:ssä on viisi kerrostaloa, joissa jokaisessa on kaksi porraskäytävää. Asuntoja kohteessa on yhteensä 159. Ilmanvaihto on toteutettu keskitetyllä ilmanvaihdolla, jossa jokaisen porraskäytävän yläpuolella on oma ilmanvaihtokone. Koneet sijaitsevat ullakolla.

3.2.1 Pohjakerros

Kohteen pohjakerroksessa on hieman hankala laskea laskentaohjelmalla, koska toisen porras käytävän alapuolella on saunaosasto, jossa on kohtalaisen paljon kanavistoa. Kun taas rakennuksen toisen porraskäytävän alapuolella on vain varastotilaa, jossa kanavisto on pieni.

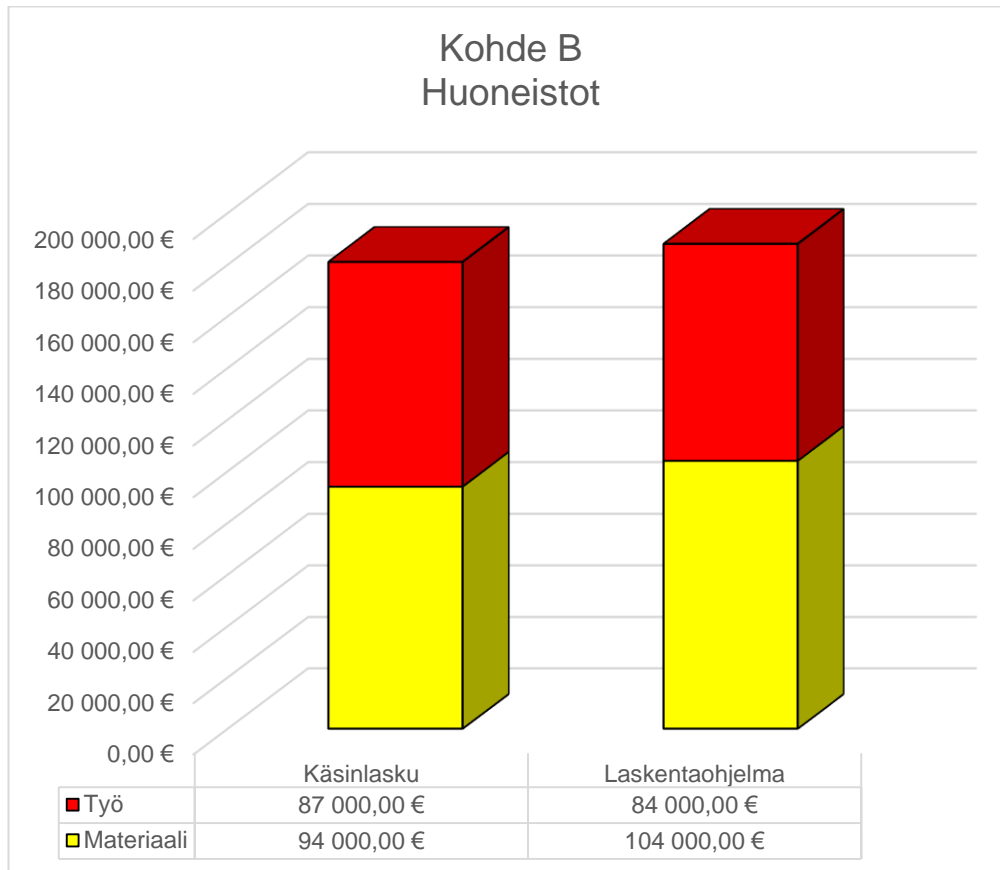


Kuva 7. Pohjakerros, Kohde B.

Kuvasta 7 nähdään, että laskentaohjelma laskee työtä sekä materiaalia vähemmän kuin käsin laskettuna. Käsin laskettuna summa on 2 500 € suurempi kuin laskentaohjelmalla. Tämä tarkoittaa noin 11 %:n eroa.

3.2.2 Huoneistot

Asuinhuoneistoihin on suunniteltu säätöpellit ja äänenvaimentimet tulo- sekä poistokanavistoon. Tuloilman päätelaitteena on usein huoneistoissa käytetty malli STQA.

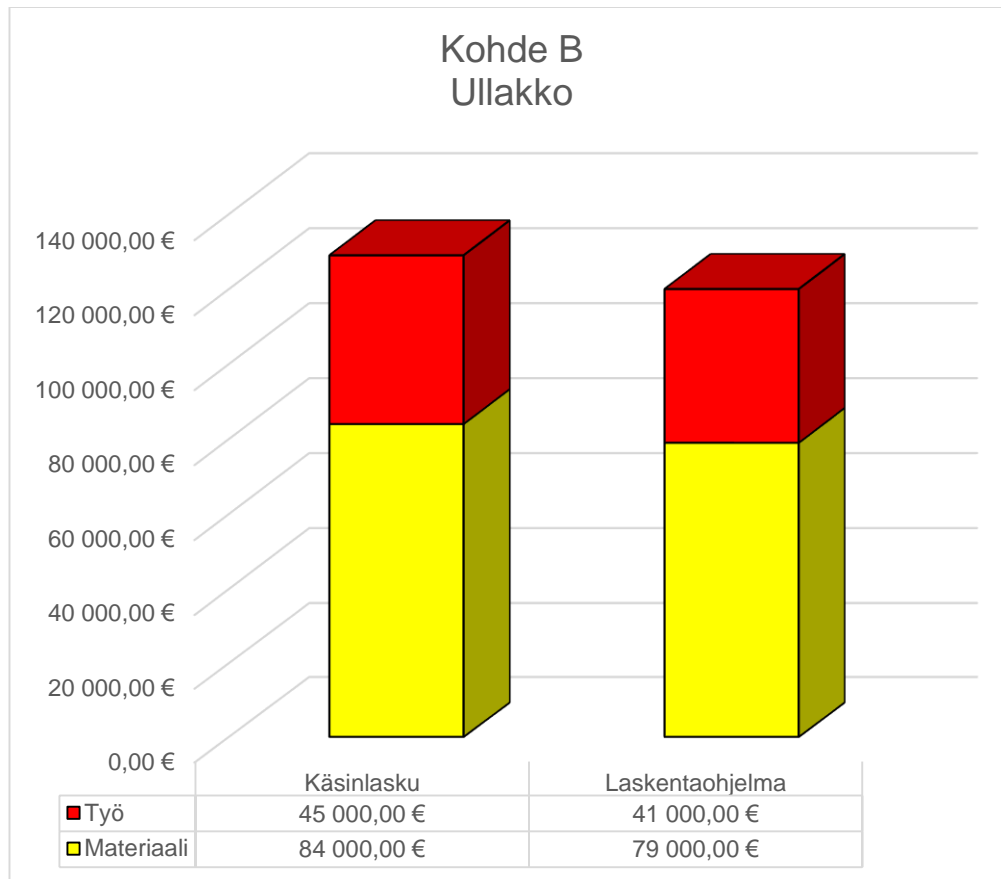


Kuva 8. Huoneisot, Kohde B.

Kuten kuvasta 8 nähdään, huoneistojen kohdalla laskentaohjelmalla saadaan suurempi materiaalin hinta, kun taas työlle se laskee pienemmän hinnan kuin käsin laskettuna. Eroa ei tule kuitenkaan kokonaisuutena kuin noin 4 % laskentaohjelman hyväksi.

3.2.3 Ullakko

Tässä kohteessa ullakko on todella pieni neliömääriltään, ja sinne on suunniteltu koonsa nähden todella paljon kanavistoa. Näin ollen tulee laskentaohjelma etusivulta valita ullakon kanavistoksi kohta *runsas*.

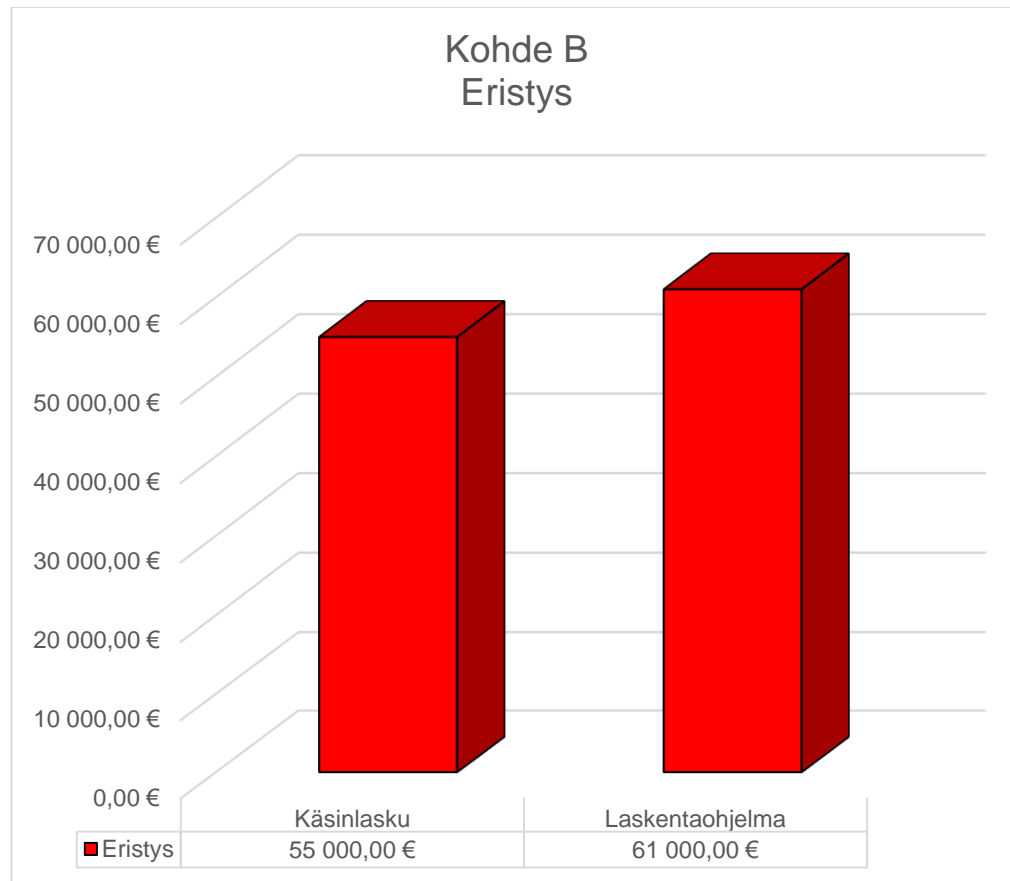


Kuva 9. Ullakko, Kohde B.

Kuten pohjakerroksen, myös ullakon osalta laskentaohjelman kustannukset jäävät pienemmäksi kuin käsin lasketun. Työlle käsin laskettuna hinta on noin 9 % suurempi, ja materiaalille noin 6 % suurempi kuin laskentaohjelman. Tämä johtuu siitä, että kanavisto on niin runsas neliöihin nähden, että putkimetrit jäävät vajaaksi.

3.2.4 Eristys

Kohteessa eristystä on pohjakerroksessa, pystykanavissa sekä ullakolla. Laskentaohjelman etusivulle näihin kohtiin valitaan pohjakuivan mukainen eristys. Eristyksen kohdalla suurin vaikuttava tekijä on kuitenkin ullakon eristys, koska sen kanavisto on suuri.

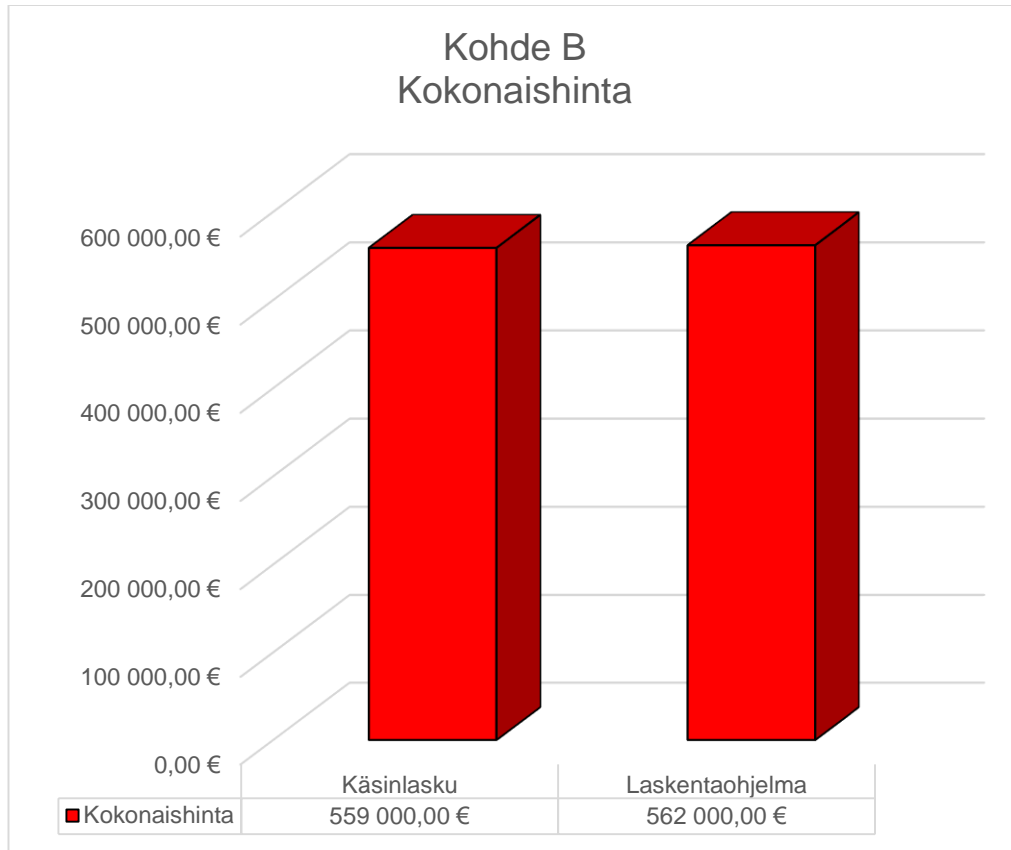


Kuva 10. Eristys, Kohde B.

Eristystä laskentaohjelma laskee enemmän, kuin mitä käsin laskettuna on saatu. Hintaaeroa on 6 000 € laskentaohjelman hyväksi, eli noin 10 %.

3.2.5 Kokonaishinta

Kohde B:n kokonaishinta käsin laskettuna on 559 000 €. Laskentaohjelmalla laskettuna kokonaishinta on 562 000€. Laskentaohjelman hinta on siis 1 % kalliimpi (kuva 11). Aikaisemmissa kohdissa syntyneet erot kuitenkin ovat tasoittuneet lopullisessa hinnassa.



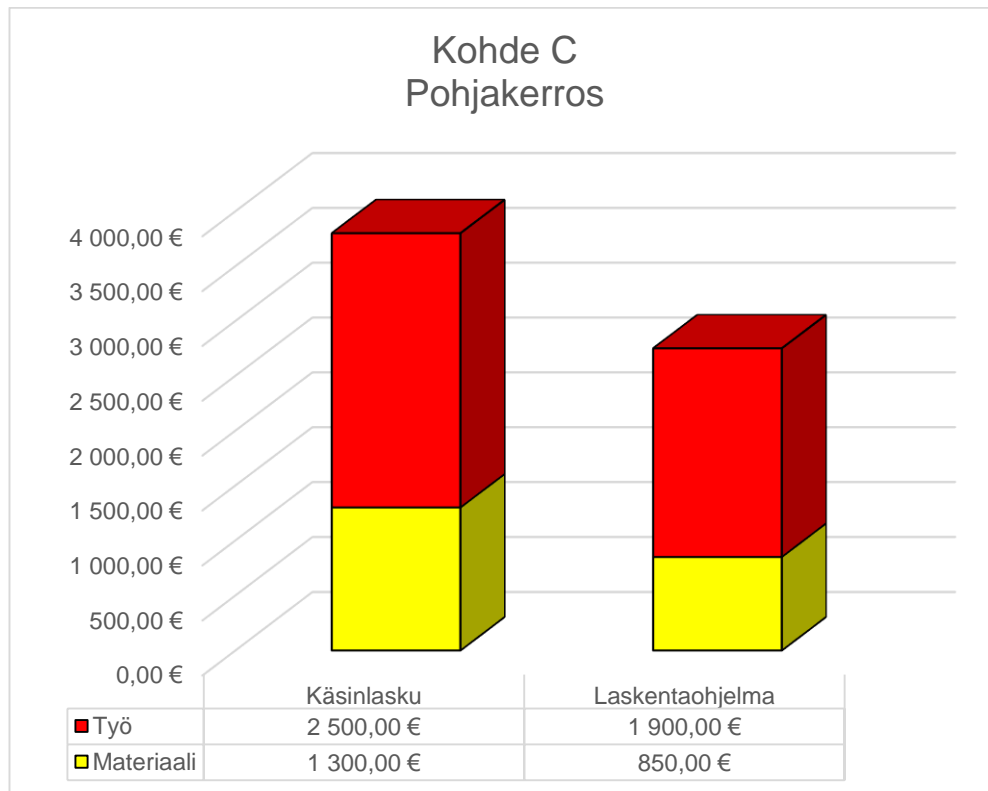
Kuva 11. Kokonaishinta, Kohde B.

3.3 Kohde C

Kohde C käsittää kerrostalon, jossa on viisi kerrosta. Asuntoja kohteessa on yhteensä 73 kappaletta. Kohteessa on huoneistokohtainen ilmanvaihtojärjestelmä, eli jokaisessa asuinhuoneistossa on oma ilmanvaihtokone. Tämä on poikkeuksellinen kohde, koska jäte- ja raitisilmat otetaan molemmat ulkoseinältä siihen tarkoitettulla laitteella. Normaalisti raitisilma otetaan ulkoseinältä ja jäteilma puhalletaan vesikatolta ulos.

3.3.1 Pohjakerros

Tässä kohteessa pohjakerroksen kanavisto on todella pieni, joten aloitussivulle tulee valita kaikkien kanaviston osille kohta *pieni*.

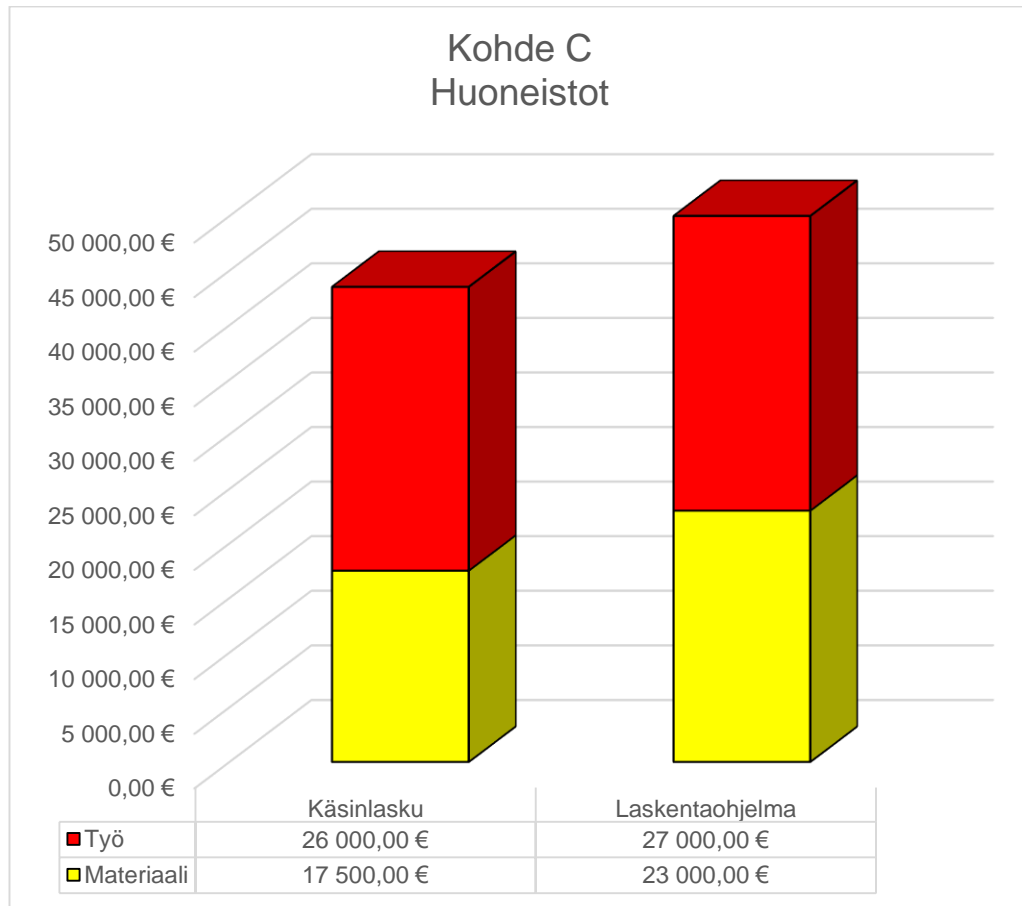


Kuva 12. Pohjakerros, Kohde C.

Vaikka tässä kohteessa on pieni kanavisto pohjakerroksessa, niin laskee laskentaohjelma tässäkin kohteessa pohjakerrokselle pienemmän hinnan. Eroa käsin laskettuun tulee noin 28 %. Summat ovat kuitenkin pieniä, joten kokonaisuutena ne eivät ole niin merkityksellisiä.

3.3.2 Huoneistot

Huoneistoissa tulee huomioida tulo- ja poistoilmakanaviston lisäksi myös jäte- ja raikaisilma, koska kohteessa on huoneistokohtainen ilmanvaihto.



Kuva 13. Huoneistot, Kohde C.

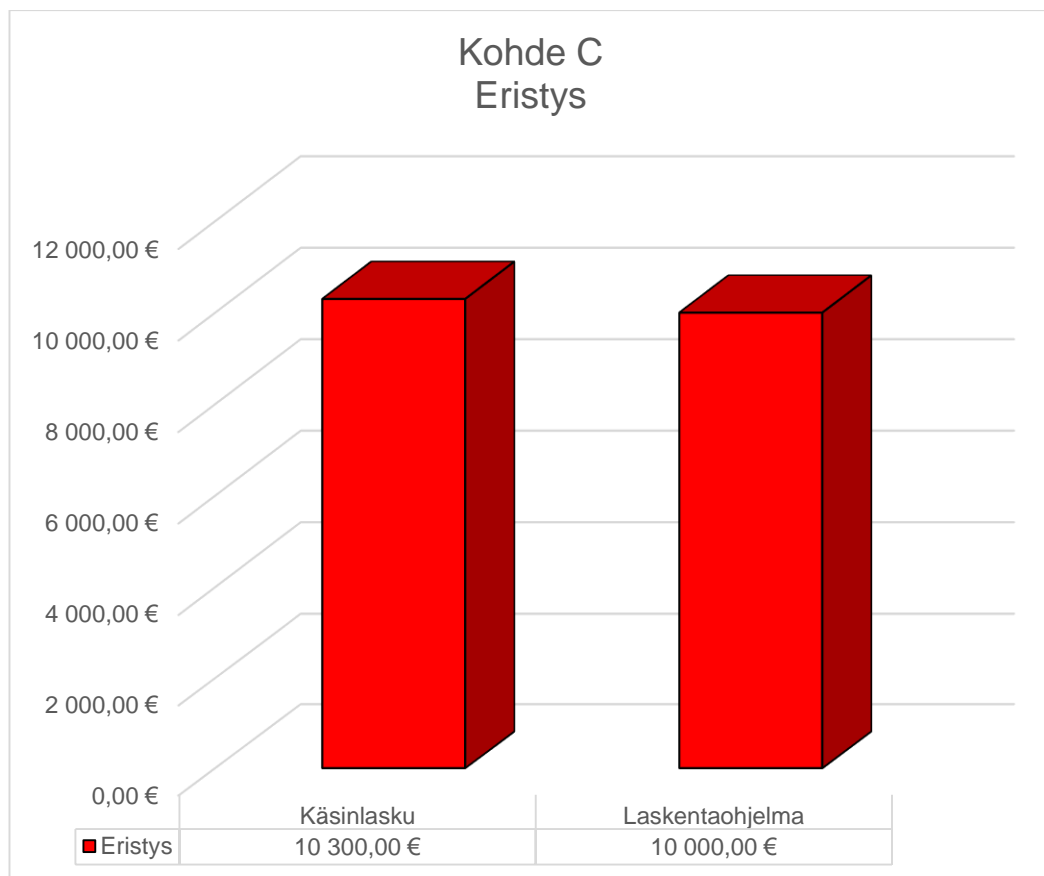
Kuvasta 13 nähdään, että kustannukset työlle ovat lähes samat sekä käsin laskettuna, että laskentaohjelmalla. Eroa syntyi vain 1 000 € laskentaohjelman hyväksi. Materiaalin osalta laskentaohjelman tulos on 5 500 € kalliimpi, eli noin 25 %. Kokonaisuutena eroa tulee 6 500 €, eli ero on melko suuri.

3.3.3 Ullakko

Kohteen ullakolla ei ole kanavistoa, joten laskentaohjelman etusivulle valitaan kohtaan ullakon kanavisto ”ei”.

3.3.4 Eristys

Eristystä tässä kohteessa on huoneistojen raitis- ja jäteilmakanavissa. Näihin kohtiin valitaan etusivulta suunniteltu eristys.

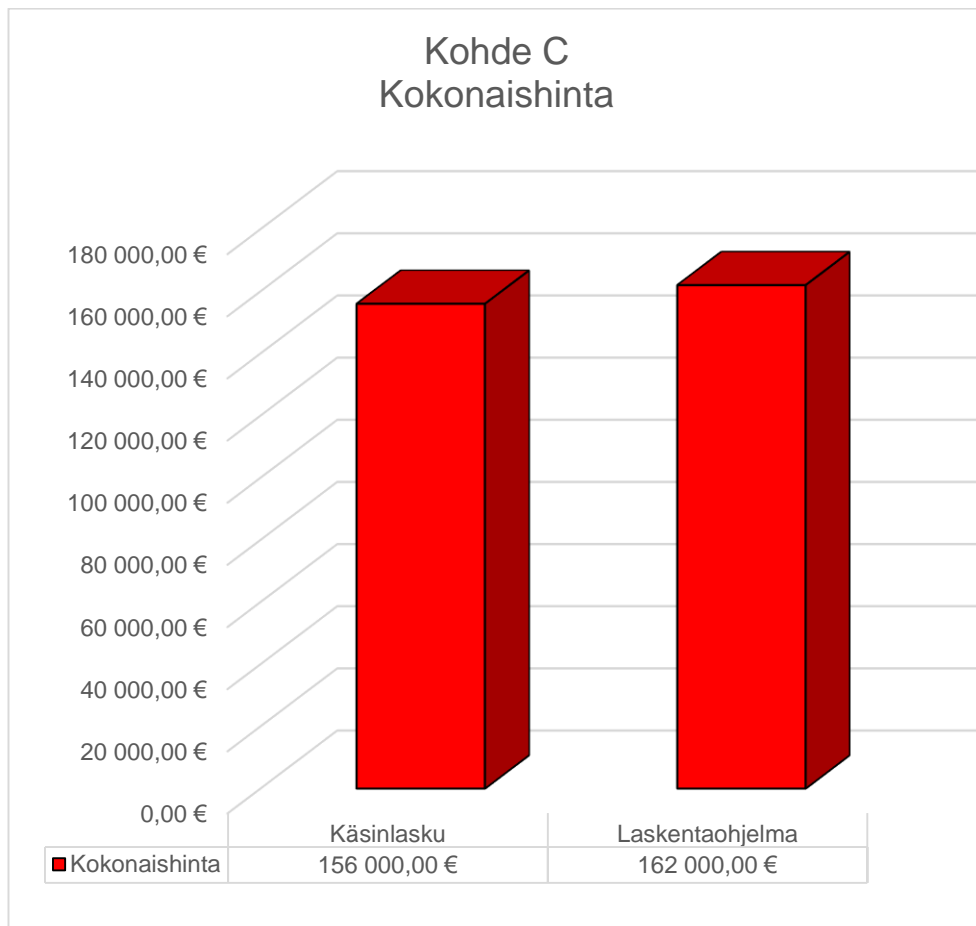


Kuva 14. Eristys, Kohde C.

Eristyksen laskentaohjelma laskee todella tarkasti verrattuna käsin laskettuun. Käsin laskettuna eristyksen hinta on vain 300 € kalliimpi, eli ero on noin 3 %.

3.3.5 Kokonaishinta

Kohde C:n kokonaishinnaksi käsin laskettuna saatiin 156 000 €, kun laskentaohjelmalla vastaava luku on 162 000 €. Tässäkin kohteessa laskentaohjelman kokonaissumma on suurempi kuin käsin laskettuna. Eroa näiden välillä on noin 4 % laskentaohjelman hyväksi (kuva 15).



Kuva 15. Kokonaishinta, Kohde C.

4 Yhteenveto

Asuinkerrostalojen suunnitelmat ovat usein hyvin samanlaisia, joten tarjouslaskentaohjelma on hyvä vaihtoehto tarjouslaskentaa ajatellen. Tällä hetkellä laskentaohjelman tulokset eroavat ryhmittäin käsinlaskentaan verrattuna, mutta kokonaissummat ovat kuitenkin lähes samat. Laskentaohjelma vaatii siis vielä hienosäätöä, jotta poikkeavuudet saadaan kitkettyä pois.

Laskentaohjelmasta saatavat tulokset eivät ole yhtä varmoja kuin käsin laskettuna. Jatkossa laskentaohjelmaa tulee vielä vertailla käsin laskettuihin arvoihin, jotta sen paikansapitävyys saadaan varmistettua.

Laskentaohjelman suurin vahvuus käsin laskentaan verrattuna on ajankäyttö. Ohjelmaa käyttämällä käsiteltävät kohteet saadaan laskettua alle tunnissa kohteesta riippumatta, kun taas suureen kohteeseen käsin laskemalla kuluva aika voi olla jopa useita päiviä.

Laskentaohjelmalla lasketut kokonaishinnat olivat lähes samoja kuin käsin laskettuna, mutta kuitenkin jokaisessa esimerkikohteessa hieman korkeampia. Myös asuinhuoneistojen kohdalla erot olivat samat. Ullakon ja pohjakerroksen osalta taas käsin laskettuna kustannukset ovat suuremmat kuin laskentaohjelmalla. Tämä johtuu siitä, että näissä on paljon eroavaisuuksia kohteesta toiseen.

Lähteet

- 1 LVI-Tekniset Urakoitsijat LVI-TU ry ja Rakennusliitto ry: Talotekniikka alan LVI-toimialan työehtosopimus 2014-2016. 2012. Vammalan Kirjapaino Oy, Sastamala 2014.
- 2 Uudenmaan LVI-Talo Oy: henkilökunta. 2016. Henkilöhaastattelut. Suoritettu 15.1.2016–2.3.2016.

Laskentaohjelman etusivu

Etusivulle täytetään kohteen tiedot, joilla laskentaohjelma laskee kustannukset.

Kohteen tiedot	Kanavisto	Tarvikkeet
Kohteen nimi Ilmanvaihtojärjestelmä Asuntojen lukumäärä Kerrosten lukumäärä Asuntoja/kerros Ullakon pinta-ala m ² Pohjakerroksen pinta-ala m ² Rakennuksen korkeus Kerros korkeus Elpohormit	Pohjakerros Tuloilma Poistoilma Jäteilma Raitisilma Pystykanavat Tuloilma Poistoilma Jäteilma Raitisilma Elpo-hormi	Pohjakerroksen tarvikkeet Säätöpellit Palopellit Äänenvaimentimet Tuuloilmapäätelaitteet Poistoilmapäätelaitteet
Erisys	Ullakko Kanavisto Muut Työn tuntiveloitus Ilmanvaihtokojoiden hinta Muut tarjouspohjaiset tuotteet Nuohous yms.	Ullakon tarvikkeet Säätöpellit Palopellit Äänenvaimentimet
Huoneiston eristys Tuloilma Jäteilma Raitisilma	Ullakko Kanavisto Muut Työn tuntiveloitus Ilmanvaihtokojoiden hinta Muut tarjouspohjaiset tuotteet Nuohous yms.	Huoneiston tarvikkeet Säätöpellit Palopellit Äänenvaimentimet Tuuloilmapäätelaitteet Poistoilmapäätelaitteet Liesikuvut Ulkosäleiköt
Pohjakerroksen eristys Tuloilma Jäteilma Raitisilma	Ullakko Kanavisto Muut Työn tuntiveloitus Ilmanvaihtokojoiden hinta Muut tarjouspohjaiset tuotteet Nuohous yms.	Säätöpellit Palopellit Äänenvaimentimet Tuuloilmapäätelaitteet Poistoilmapäätelaitteet Liesikuvut Ulkosäleiköt
Pystykanavien eristys Tuloilma Jäteilma Raitisilma	Ullakko Kanavisto Muut Työn tuntiveloitus Ilmanvaihtokojoiden hinta Muut tarjouspohjaiset tuotteet Nuohous yms.	Säätöpellit Palopellit Äänenvaimentimet Tuuloilmapäätelaitteet Poistoilmapäätelaitteet Liesikuvut Ulkosäleiköt
Ullakon eristys Kanavisto	Ullakko Kanavisto Muut Työn tuntiveloitus Ilmanvaihtokojoiden hinta Muut tarjouspohjaiset tuotteet Nuohous yms.	Säätöpellit Palopellit Äänenvaimentimet Tuuloilmapäätelaitteet Poistoilmapäätelaitteet Liesikuvut Ulkosäleiköt

