

Lauri Leppälä

Kiinteistön elinkaarihankkeen ylläpidon kustannuslaskenta

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikan koulutusohjelma

Insinöörityö

4.2.2013

| | |
|---|--|
| Tekijä Otsikko | Lauri Leppälä Kiinteistön elinkaarihankkeen ylläpidon kustannuslaskenta |
| Sivumäärä Aika | 33 sivua 14.12.2012 |
| Tutkinto | LVI-insinööri |
| Koulutusohjelma | talotekniikka |
| Suuntautumisvaihtoehto | LVI-suunnittelu |
| Ohjaajat | yliopettaja Piia Sormunen työpaikan ohjaaja Henri Uusitalo |
| <p>Kiinteistön elinkaarihanke on hankekokonaisuus, jossa rakennuttaja tarjoaa normaalia rakennusprojektia kattavamman palvelusisällön. Kiinteistön elinkaarihankkeen palvelujen ja tehtävien laajuus vaihtelee, koska kiinteistön käyttötarkoitus ja tilaajan vaatimukset muokkaavat palvelujen sisältöä. Kiinteistön elinkaarihankkeessa palveluntarjoajalle kuuluu yleisesti kohteen rakennuttamisen lisäksi kiinteistön ylläpidon ja isännöinnin palvelut.</p> <p>Työn tavoitteena oli tutkia ja kehittää kiinteistön elinkaarihankkeen ylläpidon kustannuslaskentaa. Työssä tutkittiin, mistä kiinteistön elinkaarikustannukset muodostuvat, miten hintaindeksit ovat kehittyneet ja miten nämä vaikuttavat kiinteistön ylläpidon kustannuksiin. Kustannuslaskennan kehittämiseksi vertailin ylläpidon hinnoittelutapoja sekä tutkin kiinteistön laitteiden ja rakenteiden huoltamis- ja uusimiskustannuksia.</p> <p>Kiinteistön ylläpidon kustannuksien laskemiseen toteutin laskentataulukon Microsoft Excel -taulukkolaskentaohjelmalla. Kiinteistön elinkaarihankkeen ylläpidon tehtävät määritin LVI-kortin 01-10424: kiinteistön tekniset käyttöiät ja kunnossapitojaksot mukaan. Kiinteistön ylläpidon huolto- ja rakentamiskustannuksien määrittämiseksi käytin Haahtelan Talonrakentamisen kustannustietoa. Näiden tiedonlähteiden avulla loin kustannuslaskentaohjelman Microsoft Excel -taulukkolaskentaohjelmalla.</p> <p>Kiinteistön elinkaarihankkeen kustannuksia arvioitaessa on erityisen tärkeää ottaa huomioon hintaindeksien kehitys ja miten ne vaikuttavat ylläpidon kustannuksiin. Kiinteistön huolto- ja uusimiskustannuksien tutkimisen haasteeksi muodostui tietolähteiden niukkuus. Elinkaarihankkeet ovat Suomessa vielä osin tuntematon käsite, mutta hankkeet yleistyvät kovaa vauhtia.</p> | |
| Avainsanat | elinkaarihanke, kustannuslaskenta |

| | |
|---|---|
| Author | Lauri Leppälä |
| Title | Cost accounting for property upkeep costs in life cycle project |
| Number of Pages | 33 pages |
| Date | 1 st February 2012 |
| Degree | Bachelor of Engineering |
| Degree Programme | Building Services Engineering |
| Specialisation option | HVAC Engineering, Design Orientation |
| Instructors | Piia Sormunen, Principal Lecturer Henri Uusitalo, Workplace Supervisor |
| <p>The main goal of the Bachelor's thesis was to research and develop cost accounting in public-private partnerships (PPP project). A PPP project is a life cycle building project where the builder offers a wider service content and longer guarantee period. A typical PPP project binds the builder to the project for 20-30 years. Usually the builder offers a service that includes building, maintaining and managing the property. The final year project aimed to research the costs of property maintenance and building in a PPP project. The main goal of the thesis was to create a calculation tool to help cost accounting.</p> <p>The cost calculation tool was made with Microsoft Excel spreadsheet program. Information used in the calculation program was from several reliable sources.</p> <p>The findings of the study show that real estate upkeep costs rise during the life-cycle of the real estate. The calculations made with the calculation tool proved that it is important to compare the economical effect of price indexes. A proper price index can cover the expenses in the future and makes a PPP project cost-effective for the builder. The calculation tool is helpful and should be developed further.</p> <p>Generally the project gave important information about price indexes. Moreover the calculation tool was found to be useful. Thus the calculation tool should be tested and developed for a long time period to give better results.</p> | |
| Keywords | public-private partnership, cost accounting |

Sisällys

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | Johdanto | 1 |
| 2 | Elinkaarimalli | 2 |
| 2.1 | Elinkaarimallin käsite | 2 |
| 2.2 | Elinkaarimallien edut ja riskit | 2 |
| 3 | Kiinteistön elinkaarikustannusten muodostuminen | 4 |
| 3.1 | Rakentamiskustannukset | 4 |
| 3.2 | Ylläpitokustannukset ja pitkän toiminnan suunnitelma | 6 |
| 3.3 | Energiakustannukset | 7 |
| 3.4 | Muutoskorjauskustannukset | 8 |
| 3.5 | Ajanmukaistamiskustannukset ja energian tehokkuuden parantaminen | 9 |
| 3.6 | Purkukustannukset ja jäännösarvo | 13 |
| 4 | Elinkaarihankkeen kiinteistön ylläpidon kustannukset | 14 |
| 4.1 | Ylläpito ja isännöinti | 14 |
| 4.2 | Ylläpidon kustannuksien kehitys | 15 |
| 4.3 | Indeksien käyttö elinkaarihankkeen kustannuslaskelmissa | 17 |
| 5 | Elinkaarihankkeen kustannuslaskenta | 20 |
| 5.1 | Ylläpidon kustannuslaskenta | 20 |
| 5.2 | Laskentakaavat | 21 |
| 5.3 | Laskentakaavan muuttujien lähdetiedot | 22 |
| 5.3.1 | Laskenta-aika | 22 |
| 5.3.2 | Laskuissa käytetyt korkotekijät | 22 |
| 5.3.3 | Uusimis- ja huoltokustannukset | 23 |
| 5.3.4 | Käyttöiät | 23 |
| 6 | Kiinteistön ylläpitokustannusten laskentaohjelma | 25 |
| 6.1 | Ohjelman rakenne | 25 |
| 6.2 | Laskentaohjelman käyttö ja laskentaesimerkki | 27 |
| 7 | Yhteenveto ja johtopäätökset | 31 |
| | Lähteet | 32 |

1 Johdanto

Insinööriyöni tarkoituksena oli tutkia ja kehittää kiinteistöjen elinkaarihankkeiden tarjouslaskentaa. Tavoitteena oli luoda laskentaohjelma, joka helpottaisi kiinteistöjen tarjouksien laskemista. Laskentaohjelman luomisessa käytettiin luotettavia lähdeaineistoja, jotta ohjelma olisi pätevä myös muiden käytettäväksi. Ohjelmaan ei ole lisätty mitään omaan kokemukspohjaan liittyviä hinnoittelu- tai laitteiden ja rakenteiden kestoikä-tietoja vaan ohjelma luotiin tarkasti käyttäen luotettavia lähdetietoja. Ohjelma on muokattavissa ja laajennettavissa tarkempaa laskemista varten, mutta ohjelmassa on melko kattavasti kaikki kiinteistön rakentamiseen liittyvät osa-alueet.

Insinööriyöissäni käsitellään yleisesti, mitä elinkaarimallilla tarkoitetaan ja mitkä ovat sen edut ja haitat. Käsitelen, mistä kiinteistön elinkaarenaikaiset kustannukset muodostuvat ja miten kiinteistöjen rakentamiseen ja ylläpitoon liittyvät kustannukset ovat kehittyneet. Insinööriyöissäni on mietitty keinoja, joilla kiinteistön ylläpidon kustannuksia voisi alentaa. Tämän lisäksi käsitellään tarkemmin elinkaarihankkeen kiinteistön ylläpidon kustannuksien muodostumista, ylläpitokustannuksien kehittymistä ja tutkitaan hintaindeksien vaikutusta palveluntuottajan kustannuksiin.

2 Elinkaarimalli

2.1 Elinkaarimallin käsite

Elinkaarimalli on rakennushanke, jossa rakennuttaja tarjoaa tilaajalle normaalia laajemman palvelusisällön. Palveluiden laajuus ja kesto määritetään tarkemmin sopimuksessa. Elinkaarihankkeen sisältönä voisi olla esimerkiksi hanke, jossa hankkeen toteuttaja sitoutuu suunnittelun ja rakentamisen lisäksi hoitamaan, ylläpitämään ja isännöimään kiinteistöä. Tätä kokonaisuutta voidaan laajeentaa käyttäjäpalveluilla kuten aula-, vartiointi- ja ravintolapalveluilla. Elinkaarihankkeeseen voidaan lisätä myös rahoitusvastuu sekä erilaisia rakennuksen käyttöön liittyviä palveluita. Kiinteistö voi jäädä esimerkiksi sovituksi ajaksi toteuttajan tai elinkaarihanketta varten perustetun yhtiön omistukseen. Rakennuttaja voi lisätä sopimukseen option ostaa kiinteistö itselleen sopimusjakson lopussa.

Elinkaarihankkeessa tilaajan tavoitteena on saada toimiva ja kokonaistaloudellisesti edullinen toimitilaratkaisu, joka toteutetaan yhtenä kokonaisuutena. Elinkaarimallilla toteutetussa kokonaisuudessa sekä tilaaja että rakennuttaja sitoutuvat normaalia pidemmäksi aikaa tekemään yhteistyötä. Hankkeiden kestot vaihtelevat sopimuksista riippuen, yleensä sopimukset tehdään useiksi vuosiksi eteenpäin. Rakennuttaja ja tilaaja tekevät yhteistyötä projektin aloituksesta kiinteistönhoidon sopimuksen päättymiseen asti, joten tämällytyypisessä sopimuksessa toteuttajalla on mahdollisuuksia vastata asiakkaansa tarpeisiin kehittämällä rakennuksen ominaisuuksia ja valitsemalla elinkaaritaloudellisesti mahdollisimman kestäviä ratkaisuja. Rakennuttajan intressinä on valita kiinteistöön sellaiset laitteet, jotka eivät aiheuta lisäkustannuksia takuuajana ja ovat luotettavia sekä säästävät myös tilaajan varoja energiamaksuissa. Tässä kohtaa tilaajan ja rakennuttajan sitoutuminen projektiin tuottaa molemminpuolista hyötyä. /1/

2.2 Elinkaarimallien edut ja riskit

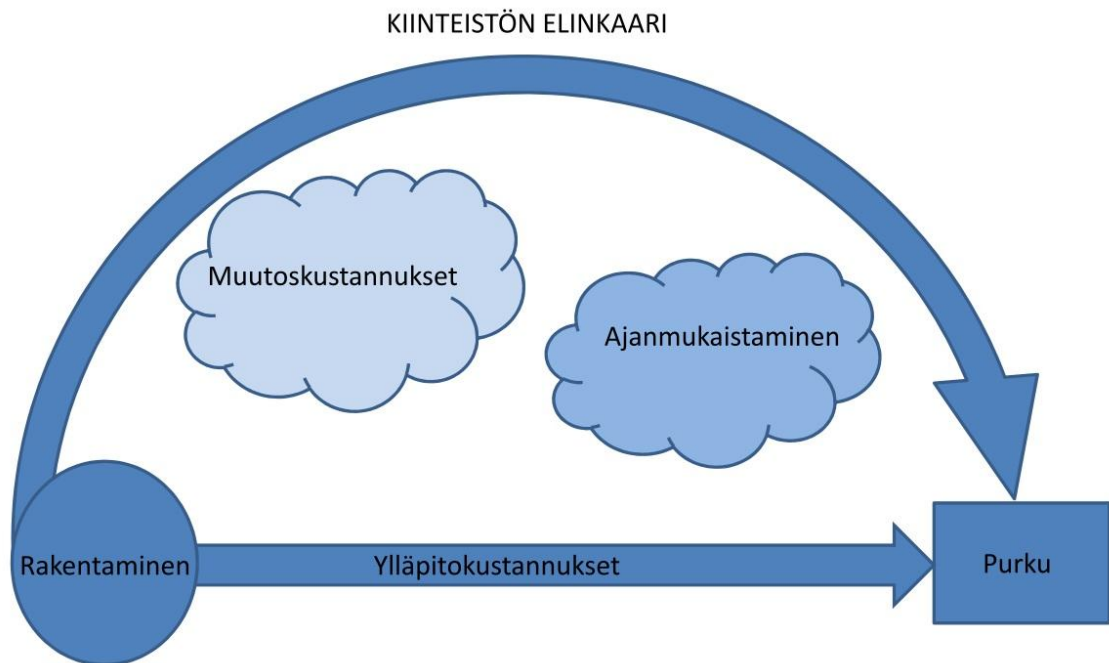
Elinkaarihanke sitoo tilaajan ja palveluntarjoajan hankkeeseen pitkäksi aikaa. Tästä johtuen pitkäjänteinen, toimivuus ja laatuvaatimukseen perustuva sopimus tarjoaa mahdollisuuden tilaajan ja toteuttajan laajalle yhteistyölle ja kannustaa palveluiden kehittämiseen sekä hankkeen taloudellisuuden parantamiseen. Esimerkiksi kiinteistönpidon kannattavuutta voidaan parantaa vuokraamalla tiloja myös ulkopuolisille. Elinkaari-

hankkeessa tilaaja ja tarjoajat tarkastelevat rakennushankkeen kannattavuutta, kustannuksia, hyötyjä ja riskejä hankkeen alkuvaiheessa koko rakennuksen elinkaaren pituudelta. Tiiviin yhteistyön etuna laatu- ja kustannusriskien jako tilaajan ja toteuttajan kesken tulee selvästi määritettyä. Tehokas yhteistyö tilaajan ja rakennuttajan välillä nopeuttaa hankkeen kulkua ja elinkaarimallilla toteutetut hankintakohteet saadaan yleensä nopeammin käyttöön kuin perinteisillä hankintatavoilla. Tarjouskilpailuihin osallistuminen on kallista, joten hyvien tarjousten saamiseksi tarjouspyynnöt on valmisteltava huolellisesti. Tilaajan on määriteltävä tarkasti tarpeensa hankkeen toteutuksen kannalta aikaisessa vaiheessa, koska tarve tehdä muutoksia tilaajan ja toteuttajan väliin pitkäaikaisiin sopimuksiin voi olla hankalaa ennakoita. Suomessa kokemusta elinkaarimallista on vasta muutamilla tilaajilla ja toteuttajilla, joten luotettavien vertailulaskelmien tekeminen tarjousten vertailu perinteisiin hankintatapoihin saattaa olla vaikeaa.

/1/

3 Kiinteistön elinkaarikustannusten muodostuminen

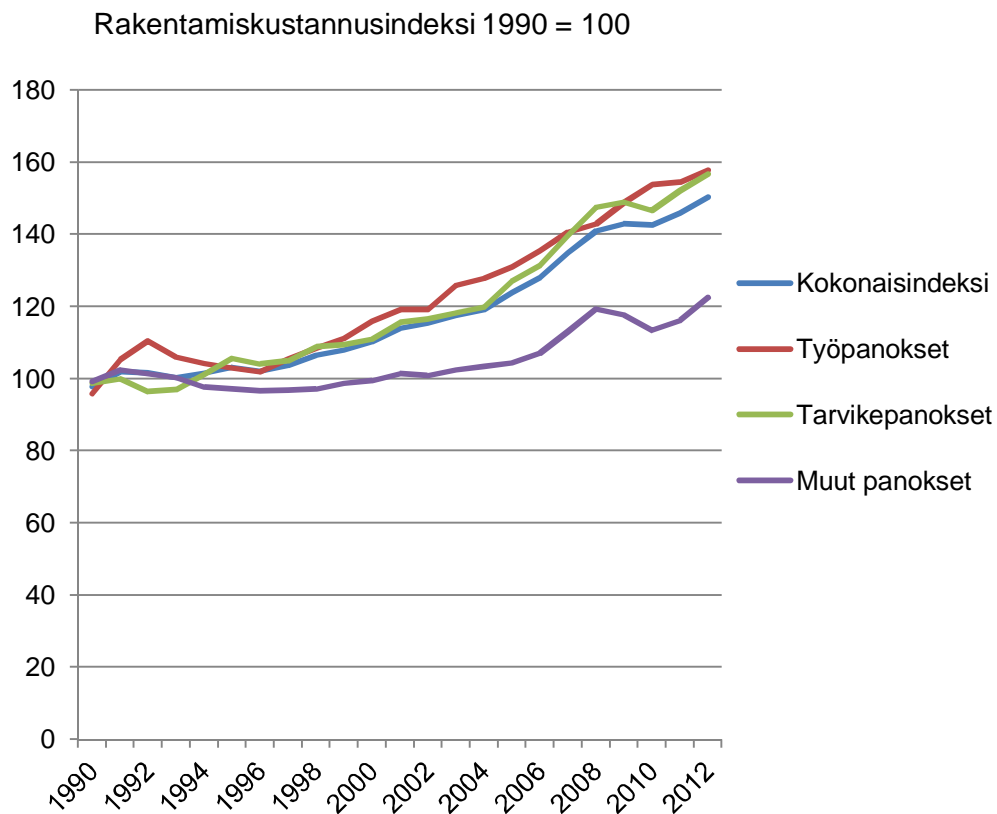
Tässä luvussa selvitetään, mitkä osatekijät synnyttävät kustannuksia kiinteistön elinkaaren ajalla sekä miten kustannukset ovat kehittyneet. Elinkaarihankkeeseen sisältyvät kustannukset saattavat olla laajuudeltaan suurempia kuin tässä luvussa esitetään. Kiinteistön elinkaaren ajalla syntyviä kustannuksia on havainnollistettu kuvassa 1.



Kuva 1. Kiinteistön elinkaari

3.1 Rakentamiskustannukset

Kiinteistön rakentamiskustannukset koostuvat kaikista hankinnoista ja investoinneista joita kiinteistön rakentamiseen kuuluu. Näitä ovat mm. tontti, liittymät, suunnittelu, talotekniikka, valvonta ja rakentaminen. Rakentamiskustannuksien kehittymistä kuvataan rakentamiskustannusindeksillä, joka kuvaa keskeisiltä rakenneominaisuuksiltaan samankaltaisten rakennustöiden ja rakennusten rakennuskustannusten suhteellista muutosta rakentamisessa käytettyjen peruspanosten hintakehityksen avulla /19/. Kuvassa 2 on esitetty rakentamiskustannusindeksin kehittyminen vuosina 1990–2012.



Kuva 2. Rakentamiskustannusindeksin kehittyminen. Muokattu /13/

Rakentamiskustannusindeksin kehitykseen vaikuttavat

- rakennustöiden hintakehitys
- rakennusmateriaalien hintakehitys
- muut rakennuskustannukset.

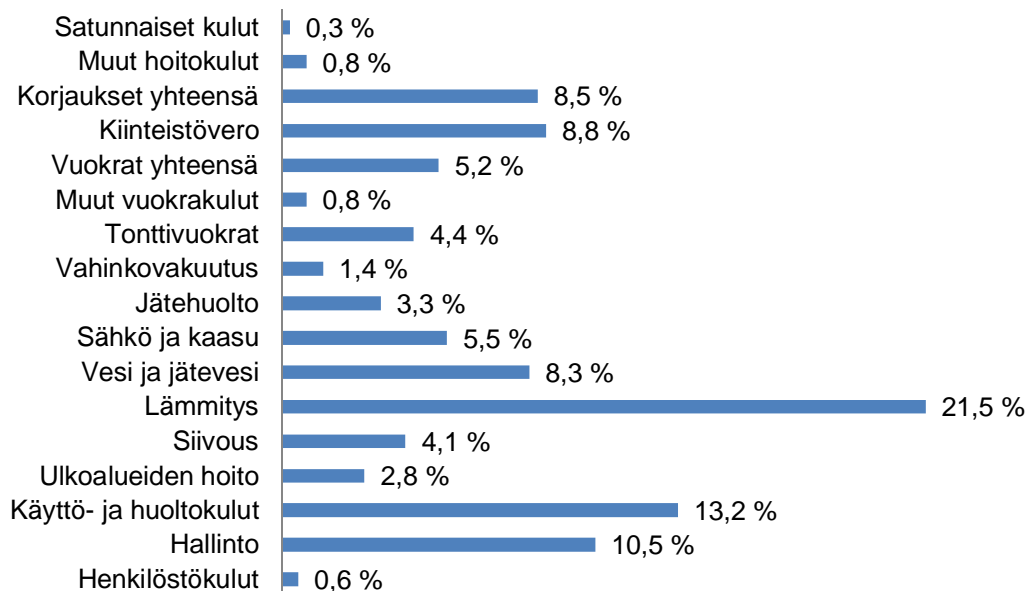
Rakennustöiden ja -materiaalien kustannuksia ovat kasvattaneet viimeisten kymmenen vuoden aikana mm. tiukentuneet rakentamismääräykset. Lämmönläpäisykertoimien (U-arvo) tiukentaminen on nostanut rakennusmateriaalien ja -töiden kustannuksia.

Energiätehokkuutta parantavat rakentamismääräykset, jotka tulivat voimaan 1.7.2012, asettavat rakennusalan toimijoille haasteen. Pelkkä kustannustehokas energiatehokkuuden parantaminen suunnittelussa ja rakentamisessa ei riitä, vaan samalla on erityisesti varmistettava, että käytettävät rakenteet ja suunnitteluratkaisut toimivat myös kos-

teusteknisesti oikein. Selvitysten mukaan mahdolliset kosteusriskit eivät olennaisesti lisääny matalaenergiatason rakenteissa verrattuna nykyisen määräystason mukaan tehtyihin rakenteisiin. Jos suunnittelun ja toteutuksen laatu paranee energiatehokkaita rakenteita käytettäessä, rakenteiden kosteusriskit voivat tätä kautta myös pienentyä. /21/

3.2 Ylläpitokustannukset ja pitkän toiminnan suunnitelma

Kiinteistön ylläpidon tarkoituksena on kiinteistön kunnon, arvon ja ominaisuuksien säilyttäminen. Kiinteistön ylläpitoon kuuluu kahdentyyppistä toimintaa: kiinteistönhoitoa ja kunnossapitoa. Kiinteistönhoito on säännöllistä toimintaa, jolla pidetään kiinteistön olosuhteet halutulla tasolla. Kiinteistönhoito sisältää kiinteistönhuollon, teknisten järjestelmien hoidon, viallisten kohteiden korjaamisen, siivouksen, jätehuollon ja ulkoalueiden hoidon. Kunnossapitoa on kiinteistön ominaisuuksien säilyttäminen joko uusimalla tai korjaamalla vialliset ja kuluneet osat siten, että kohteen suhteellinen laatutaso ei olennaisesti muutu. /2/ Kiinteistön ylläpitokustannuksien jakaumaan vaikuttaa oleellisesti kiinteistön rakennusvuosi ja käyttötarkoitus. Kuvassa 3 on selvitetty, miten 2000-luvun jälkeen rakennettujen asunto-osakeyhtiömuotoisten kerrostalokiinteistöjen hoitokulut jakautuvat kuukausittain.



Kuva 3. Asunto-osakeyhtiömuotoisen kiinteistön hoitokulujen kuukausittainen jakauma. Muokattu /7/

Kiinteistön kunnossapidon mukaiset korjaustehtävät ovat ennalta suunniteltuja korjauksia. Kiinteistön tulevien vuosikorjauksien ajankohtia ja kustannuksia suunniteltaessa luodaan pitkän aikavälin suunnitelma ("pitkän tähtäimen suunnitelma", PTS). Pitkän aikavälin suunnitelmassa arvioidaan kiinteistön rakenteiden ja laitteiden uusimis- ja korjaussyklit pitkälle tulevaisuuteen, esim. 30-vuodelle. Laitteiden ja rakenteiden elinkaariarvioiden perusteella pystytään budjetoimaan rakennuksen tulevien korjauksien ja uusimisien kustannukset. PTS:n mukaiset korjaustyöt ovat pakonomaisia, jotta kiinteistön toimivuus ja viihtyvyys saadaan ylläpidettyä ja jotta kiinteistö toimisi mahdollisimman energiatehokkaasti.

3.3 Energiakustannukset

Kiinteistön energiakustannukset kuuluvat kiinteistön ylläpitokustannuksiin ja niiden osuus kiinteistön hoitokuluista on 35,3 % /7/. Kiinteistön energiakustannukset muodostuvat seuraavista tekijöistä:

- sähkö ja kaasu
- vesi ja jätevesi
- lämmitys.

Kiinteistöjen energian- ja vedenkulutusta on pyritty vähentämään uusimalla rakentamismääräyksiä. Vedenkulutusta on pyritty alentamaan Suomen rakentamismääräyskoelman osaan D1 tehdyllä muutoksella 9.11.2010. Uuden määräyksen myötä kiinteistöön, jossa on useampi kuin yksi huoneisto, asennetaan päävesimittarin lisäksi huoneistokohtaiset vesimittarit huoneistoon tulevan kylmän ja lämpimän käyttöveden mittaamiseen siten, että mittareiden osoittamaa vedenkulutusta on mahdollisuus käyttää laskutuksen perusteena. /26/

Uudet energiatehokkuutta parantavat rakentamismääräykset /20/ tulivat voimaan 1.7.2012. Nämä määräykset koskevat vain uudisrakentamista ja niiden tuoma keskeinen muutos on siirtyminen kokonaisenergiatarkasteluun. Käytännössä tämä tarkoittaa, että rakennuksen kokonaisenergiankulutukselle määrätään rakennustyyppikohtainen yläraja, joka ilmaistaan niin sanotulla E-luvulla. E-luvun laskennassa huomioidaan rakennuksen käyttämän energian tuotantomuoto. Pientalojen E-luvun yläraja riippuu lisäksi pinta-alasta: vaatimukset ovat lievemmat pienille pientaloille. Muutos kannustaa

kaukolämmön ja uusiutuvien energianlähteiden käyttöön. E-luvun laskemisen mahdollistaa se, että eri energiamuodoille on annettu kertoimet, jotka kuvaavat luonnonvarojen käyttöä. Energiamuodoille annetut kertoimet kannustavat käyttämään kaukolämpöä sekä uusiutuvia energianlähteitä, kuten pellettiä ja maalämpöä. Kokonaisenergia-tarkastelu koskee kaikkea rakennuksessa tapahtuvaa energiankulutusta, eli siinä otetaan huomioon lämmityksen lisäksi muun muassa ilmanvaihto, valaistus ja lämmin vesi. Riittävän pieneen E-lukuun on mahdollista päästä useilla tavoilla. Esimerkiksi suorassa sähkölämmityksessä oleva matalaenergiatasoinen, takalla varustettu pientalo täyttää vaatimukset. Rakentamismääräysten uudistuksella halutaan ohjata sekä energiansäästöön että päästöjen vähentämiseen. Määräysten tiukennus tarkoittaa keskimäärin 20 prosentin parannusta nykyisten määräysten vaatimaan energiatehokkuuteen. Investointikustannusvaikutukset ovat pienet verrattuna nykyisiin, vuonna 2010 voimaan tulleisiin määräyksiin. Rakennuskohtaisesti voidaan saavuttaa jopa säästöjä. Investointi energiatehokkuuteen rakennusvaiheessa joka tapauksessa pienentää käytön aikaisia kustannuksia ja hillitsee asumiskustannusten nousua energian hinnan noustessa. /20/

3.4 Muutoskorjauskustannukset

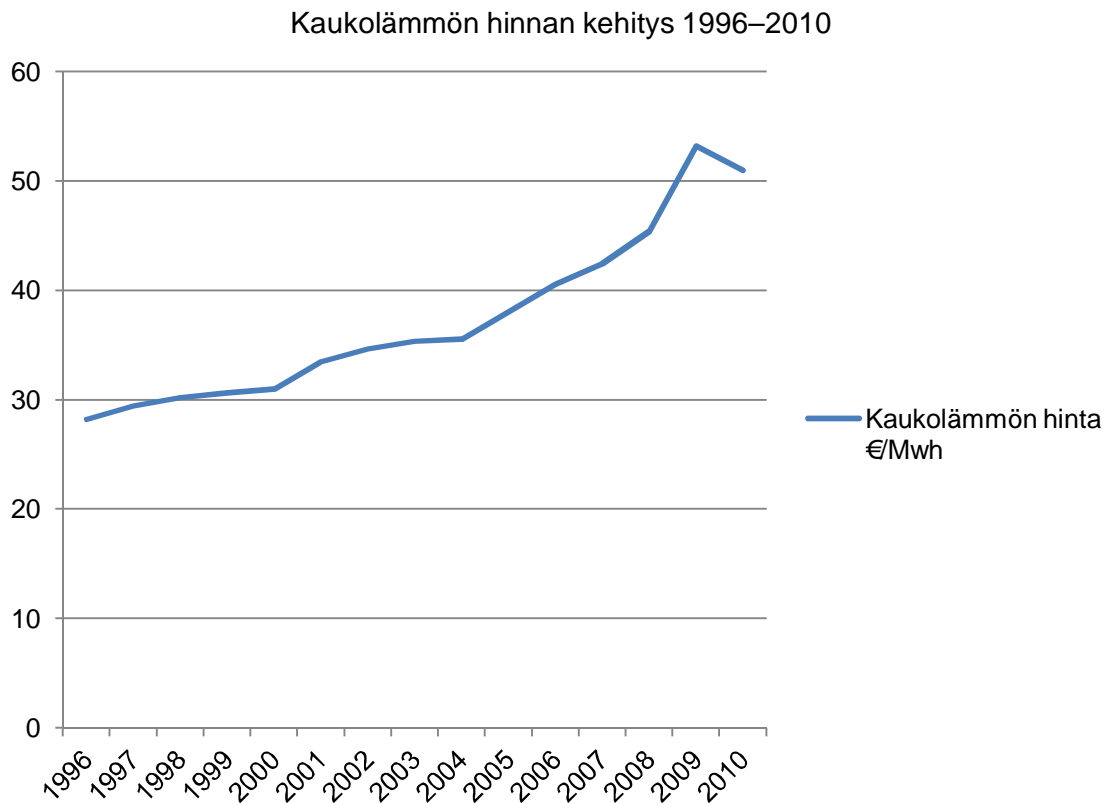
Muutoskorjauskustannuksia saattaa muodostua jo rakentamisen aikana syntyvistä lisätoista. Valmiissa kiinteistössä muutostöitä syntyy käyttäjien vaihtuessa jolloin tiloille asetetaan uusia vaatimuksia ja käyttötarkoituksia. Käyttäjien vaatimuksista johtuen voidaan joutua muokkaamaan esimerkiksi kiinteistön rakenteita, sähköjä tai LVI-laitteita. Tämä on varsin yleistä esimerkiksi ostoskeskuksissa, joissa tilan käyttäjät saattavat vaihdella hyvinkin nopeasti.

Korjaamisessa syntyy yleensä huomattavasti enemmän rakennusjätettä kuin uudisrakentamisessa, johtuen purettavista materiaaleista. Materiaalihukkaa ja työmaalla syntyvää jätettä voidaan korjaamisen yhteydessä minimoida mm. hyvällä suunnittelulla (oikeat määrät tiedossa), määrämittaisen tavaran käytöllä (kipsilevy, puutavara, panelit, listat), oikeilla työmenetelmillä ja välineillä, työmaan yleisellä siisteydellä (vaikuttaa tavaran vaurioitumiseen) sekä mittatarkkuudella (toleranssin ylitys ja ylärajoilla liikkuminen lisää materiaalihävikkiä). Pakkausjätteen syntyä voidaan vähentää käyttämällä pakkaamattomia tai kevyesti pakattuja tuotteita sekä hyödyntämällä kestopakkauksia.

3.5 Ajanmukaistamiskustannukset ja energian tehokkuuden parantaminen

Kiinteistön ajanmukaistamiskustannuksia syntyy, kun kiinteistön vanhoja rakenteita tai tekniikkaa uusitaan. Ajanmukaistamisen intressinä on kiinteistön ulkonäön kohentaminen sekä kiinteistössä toimivien ihmisten viihtyvyyden parantaminen. Ajanmukaistamiskorjauksella voidaan tarkoittaa esimerkiksi vanhan taloyhtiön sauna- ja pesutilojen saneeraustyötä tai toimistorakennuksen julkisivun restauroimista. Ajanmukaistamisinvestointien yhteydessä pyritään parantamaan usein myös kiinteistön energiatehokkuutta, koska useimmiten saneerauksien yhteydessä tehdään samalla parannuksia vanhaan tekniikkaan. Esimerkkinä mainittakoon vanhan taloyhtiön sauna- ja pesutilojen saneeraus, jonka yhteydessä parannetaan tilojen energiatehokkuutta uusimalla lämmitysjärjestelmän putket, patterit, venttiilit ja pattereiden termostaatit sekä säätämällä kiinteistön lämmitysjärjestelmä toimimaan suunnitelmien mukaisilla arvoilla. Saneerauksen tuloksena voidaan aikaan saada parannusta kiinteistön tilojen esteettiseen ulkonäköön, ihmisten viihtyvyyteen ja taloudellista tuottoa investoimalla energiatehokkuuden parantamiseen. Energiatehokkuuden parantuminen pesutilojen saneerauksessa näkyy pienentyneenä kaukolämmön kulutuksena, joka heijastuisi suoraan lämmitysmaksun pienentymisenä.

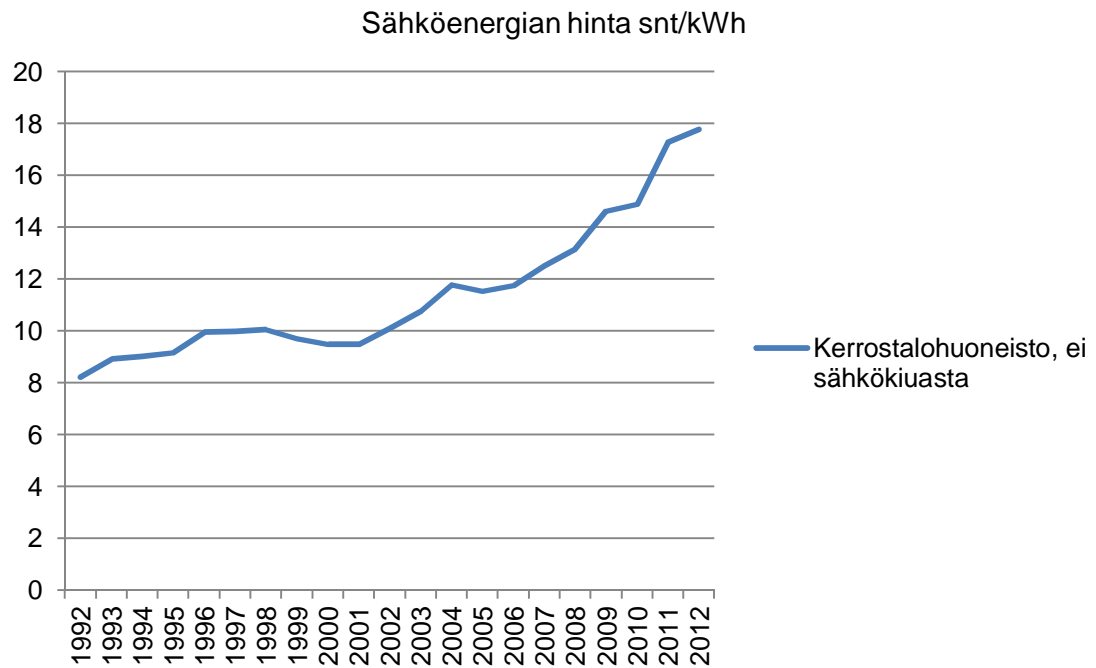
Energiatehokkuuden parantamisen taustalla on kiinteistön energiakustannuksien pienentäminen investoimalla saneerauksiin, jotka ovat taloudellisesti kannattavia. Investointia voidaan pitää järkevänä, mikäli takaisinmaksuaika on suhteellisen nopea ja on tuottava pitkälle tulevaisuuteen asti. Lämmityksen osuus kiinteistön hoitokustannuksista on 21,5 % /7/, joten energiatehokkuuteen investoimisen taustalla voi olla esimerkiksi kaukolämmön energiamaksujen pienentäminen. Kaukolämmön hinta on ollut jo pitkään nousussa. Kuvassa 4 on esitetty, miten kaukolämmön hinta on muuttunut vuosina 1996–2010.



Kuva 4. Kaukolämmön hinta suurissa kerrostaloissa (25 000 m³, 1125 MWh/a). Muokattu /17/

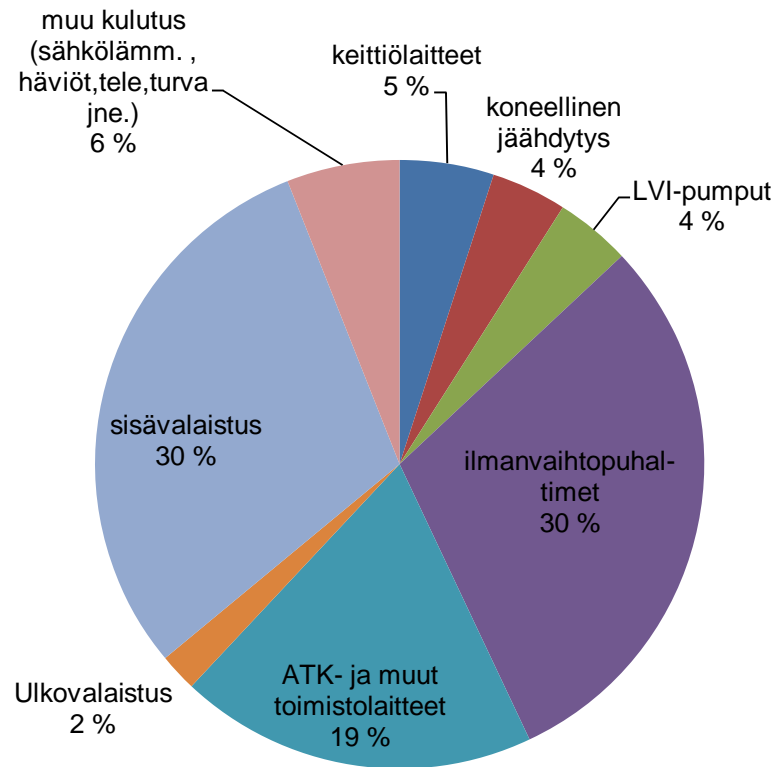
Kaukolämmön hinta on noussut 14 vuodessa noin 40 %. Näin suuren muuttuvan kustannuksen eteen kiinteistön omistaja joutuu tekemään valtavan sijoituksen taloudellisesti. Sijoittamalla energiaa säästäviin laitehankintoihin tai säätämällä kiinteistön tekniikka toimimaan oikein voidaan pienentää kiinteistön energiamaksuja. Sijoituksen lähtökohtana on nopea takaisinmaksuaika ja pitkä taloudellinen hyöty. Kaukolämpöä käytävissä kiinteistöissä kaukolämpöenergiaa voidaan säästää esimerkiksi tasapainottamalla vanha lämmitysverkosto, jossa samalla myös parannetaan kiinteistössä olevien ihmisten viihtyvyyttä, kun lämpötilat saadaan oikeiksi.

Vuonna 2000 rakennettujen asuinkiinteistöjen sähkön ja kaasun kulutuksen osuus kiinteistön hoitokuluista on 5,5 % /7/. Sähköenergian hinta on noussut kuvan 5 mukaisesti kymmenessä vuodessa noin 40 %.



Kuva 5. Sähköenergian hinnan kehitys. Muokattu /17/

Kiinteistöissä, joihin on rakennettu koneellinen ilmanvaihto ja jotka sisältävät paljon sähkölaitteita, kuten toimistorakennukset, sähköenergian hinnan nousu vaikuttaa paljon ylläpitokustannuksiin. Kuva 6 selvittää, miten sähköenergian kustannukset jakautuvat tyypillisesti toimistorakennuksissa.



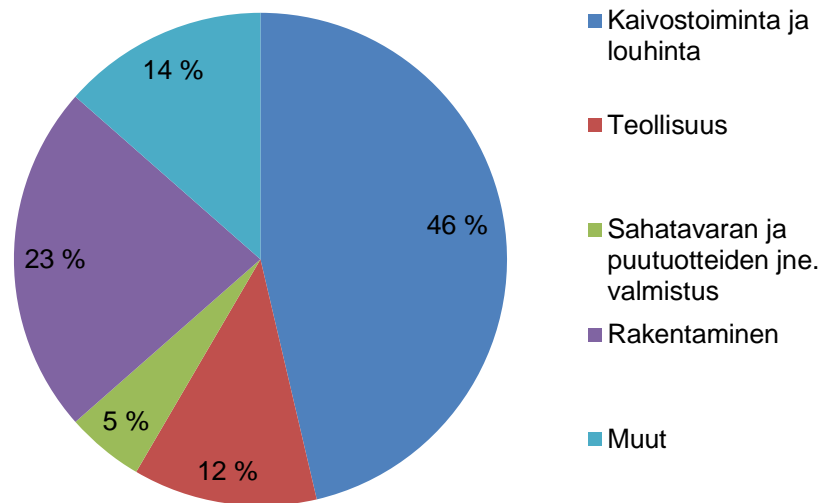
Kuva 6. Toimistorakennuksen sähköenergian kustannusjakauma. Muokattu /28/

Talotekniikan osuus toimistorakennuksen sähköenergiankulutuksesta on noin 50 %. Ilmanvaihtopuhaltimien osuus taloteknisten laitteiden sähköenergian kulutuksesta on noin 30 %. Energian tehokkuutta ilmanvaihtokoneissa voidaan parantaa mm. muuttamalla ilmanvaihtopuhaltimien käyntiaikoja siten, että koneet eivät ole päällä kuin vaadittuina aikoina, jolloin toimistorakennuksessa on käyttäjiä. Sisävalaistuksen ja toimistolaitteiden osuus on noin 50 % toimistorakennuksen sähkönkulutuksesta. Energiatehokkuutta voidaan parantaa toimistorakennuksissa vaihtamalla vanhat valaisimet uudentyyppisiin vähän virtaa kuluttaviin lamppeihin. Valaistusjärjestelmää voidaan myös ajanmukaistaa liittämällä järjestelmään läsnäolo-ohjaus, joka sammuttaa automaattisesti valot tiloista, joissa ei ole ihmisiä. Atk- ja toimistolaitteiden kulutusta voidaan pienentää opastamalla käyttäjät sammuttamaan koneensa, jotta ne eivät olisi päällä ilman käyttöä tarpeettoman pitkään. /28/

3.6 Purkukustannukset ja jäännösarvo

Kiinteistön purkukustannukset muodostuvat kiinteistön purkamistöistä sekä jätemaksuista. Purkukustannuksien suuruus riippuu kiinteistön jäännösarvosta. Jäännösarvolla tarkoitetaan kiinteistön arvoa investointiajanjakson lopussa /28/. Rakennuksen käyttökään, purkukustannuksiin ja jäännösarvoon voidaan vaikuttaa rakentamisvaiheen suunnittelutöissä panostamalla materiaalitehokkuuteen. Materiaalitehokkuuden tavoitteena on jätteen synnyn ehkäisyn lisäksi jätteiden hyödyntäminen materiaalina tai energiana. Luonnonvarojen tehokkaalla ja säästeliäällä käytöllä saadaan aikaan saman verran tai jopa enemmän hyvinvointia kuin aiemmin. Samalla päästöjen ja jätteiden määrä vähenee. /24/

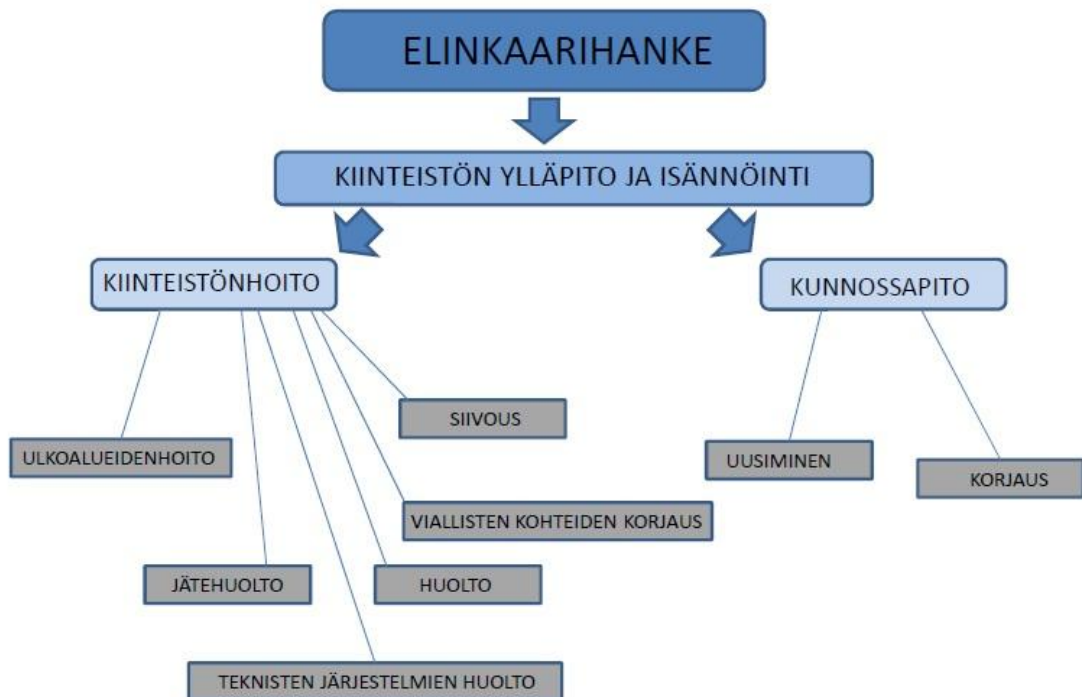
Rakennusmateriaalien purkutöistä kertyy merkittävä osuus kaikesta syntyvästä jätteestä Suomessa. Kuvassa 7 on esitetty Tilastokeskuksen julkistaman tutkimuksen tulos, jonka mukaan rakennusteollisuuden tuottamien jätteiden osuus kaikesta Suomessa syntyvästä jätteestä on 23 %.



Kuva 7. Jätteiden kertymät sektoreittain vuonna 2010 Tilastokeskuksen mukaan. Muokattu /4/

4 Elinkaarihankkeen kiinteistön ylläpidon kustannukset

Tässä luvussa selvitetään, mitkä tehtävät kuuluvat kiinteistön elinkaarihankkeen ylläpidon tehtäviin: sekä tutkin niiden kustannuksien kehitystä erityyppisten indeksien avulla. Kuvasta 8 selviää, mitkä tehtävät kuuluvat elinkaarihankkeen palveluntarjoajalle. Tehtävien sisältö ja palveluiden laajuus vaihtelee sopimuksesta riippuen, koska elinkaarihankkeet ovat tilaajan vaatimuksen mukaan suunniteltuja palvelukokonaisuuksia.



Kuva 8. Elinkaarihankkeen ylläpidon kustannuksien muodostuminen

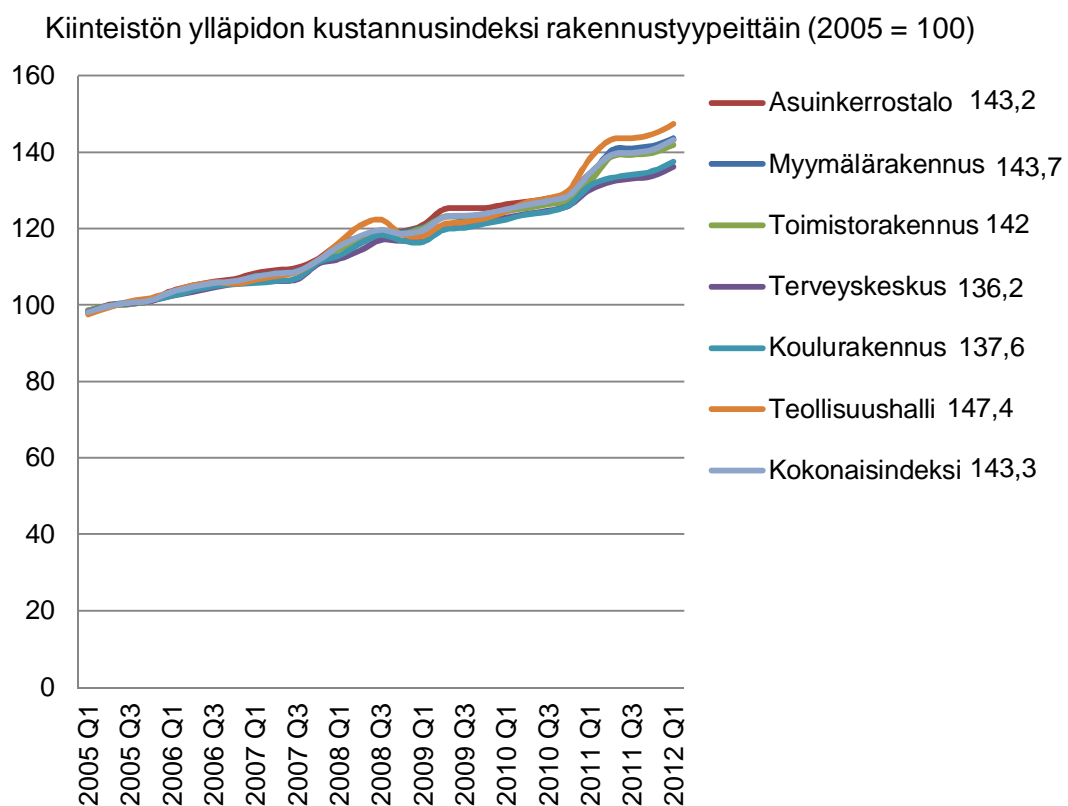
4.1 Ylläpito ja isännöinti

Elinkaarihankkeen kiinteistön ylläpidon palveluntarjoajalle kuuluu kiinteistön ylläpidon hoito, jonka laajuus vaihtelee sopimuksesta riippuen. Kiinteistön ylläpito käsittää kiinteistönhoitoa ja kunnossapitoa. Kiinteistöhoitoon katsotaan kuuluvan kiinteistön huolto, teknisten järjestelmien huolto, viallisten kohteiden korjaus (mm. lamppujen ja sulakkeiden vaihto), jätehuolto, ulkoalueiden hoito ja siivous. Kunnossapitoon kuuluvat uusimis- ja korjauskustannukset. /3/ Elinkaarihankkeeseen voidaan sisällyttää palveluntarjoajan tehtäväksi hoitaa kiinteistön ylläpidon lisäksi isännöinti. Kiinteistön isännöinti-

jän tehtäviin kuuluu mm. käyttäjätyytyväisyyden ylläpitäminen kiinteistössä, sopimus-hankinnat, ylläpitokulujen budjetointi ja korjaustöiden organisointi. Kiinteistön isännöitsijän tulee hoitaa pitkän toiminnan suunnitelmiin kuuluvien hankkeiden korjausten organisointi ja budjetointi. Palvelun tuottaja taas vastaa siitä, että kiinteistön suunnitellut korjaukset toteutetaan ajallaan. Palvelun tuottajan tehtävänä on huolehtia, että kiinteistön jäännösarvo säilyy vielä sopimusajan jälkeenkin ja että seuraavat tulevat korjaushankkeet on valmiiksi suunniteltu seuraavaa palvelun tuottajaa varten. /1/

4.2 Ylläpidon kustannuksien kehitys

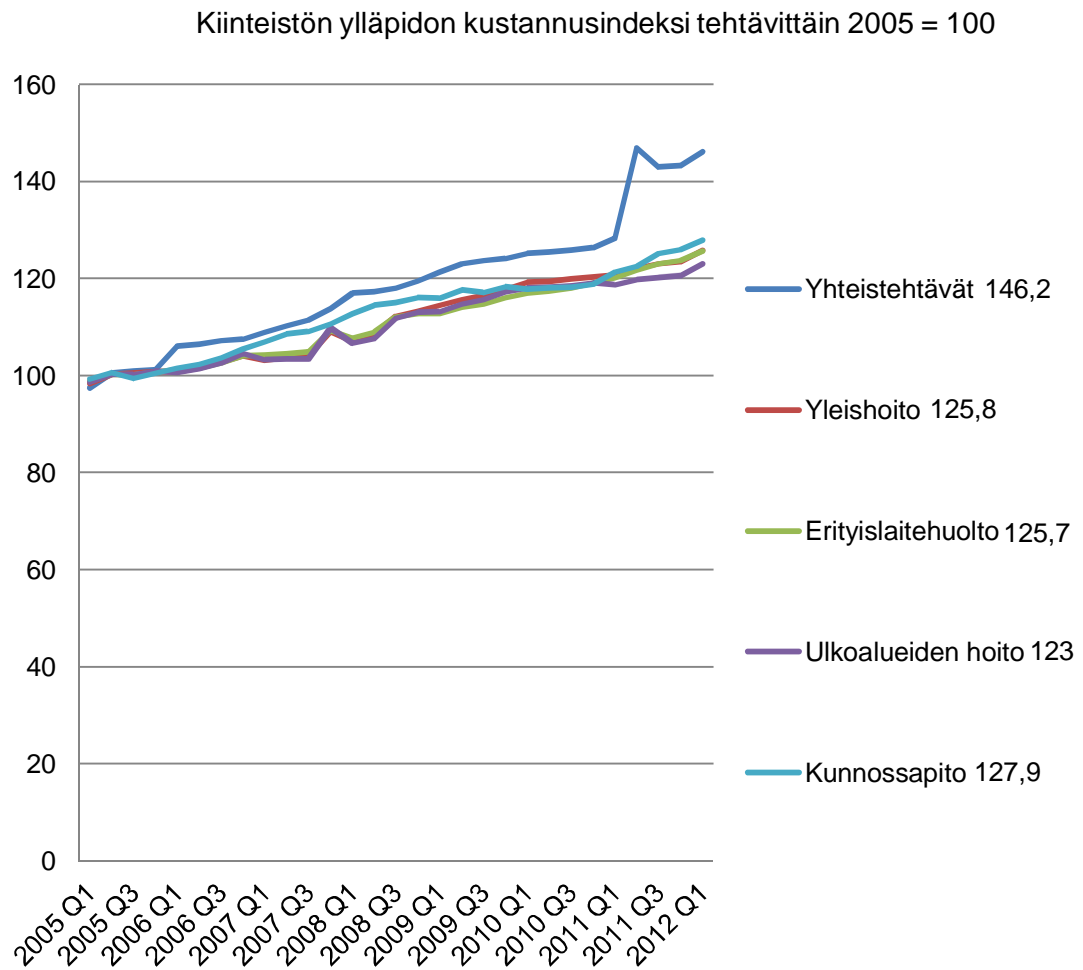
Kiinteistön ylläpidon kustannuksien kehitystä kuvataan kiinteistön ylläpidon kustannusindeksillä. Kiinteistön ylläpidon kustannusindeksi kuvaa hintojen kehitystä kiinteistön hoidon eri tehtävissä. Kuvasta 9 nähdään, miten kiinteistön ylläpidon kustannusindeksi on kehittynyt rakennustyypeittäin aikavälillä 01/2005–01/2012. Kuvaajan indeksissä on huomioitu kiinteistön ylläpidon lisäksi kiinteistön käyttö-, siivous-, sähkö-, vesi-, jätehuolto-, ja tontin vuokramaksu sekä kiinteistövero.



Kuva 9. Kiinteistön ylläpidon kustannusindeksi rakennustyypeittäin. Muokattu /22/

Elinkaarihankkeen kustannuksien kannalta on tärkeää tarkastella, miten kiinteistön ylläpidon kustannukset ovat kehittyneet ylläpidon kannalta. Kokonaisindeksi 143,3 kertoo kustannusindeksien keskiarvon vuoden 2012 ensimmäisen vuosineljänneksen jälkeen. Indeksien huippuarvo 147,4 on teollisuushalleilla ja pienin arvo terveyskeskuksilla, joka on 136,2. Näiden kahden indeksin erotus on 11,2, joten elinkaarihankkeen kiinteistön ylläpidon kustannuksia laskiessa indeksi tulisi sitoa vähintään kokonaisindeksin arvoon. /22/ Kokonaisindeksin arvon ylittävissä kohteissa, joita ovat: myymälärakennukset ja teollisuushallit, tulisi ylläpidon kustannukset sitoa niiden omiin kustannusindeksin arvoihin.

Kuvassa 10 on selvitetty, miten kiinteistön ylläpidon kustannusindeksit ovat kehittyneet tehtävittäin aikajaksolla 01/2005–01/2012. Kuvan kustannusindeksissä on kuvattu elinkaarihankkeen kiinteistön ylläpitoon kuuluvia tehtäviä, joita ovat yhteistehtävät, yleishoito, erityislaitehuolto, ulkoalueiden hoito ja kunnossapito.



Kuva 10. Kiinteistön ylläpidon kustannusindeksi tehtävittäin. Muokattu /23/

4.3 Indeksien käyttö elinkaarihankkeen kustannuslaskelmissa

Elinkaarihankkeen ylläpitosopimuksen kokonaishinta sidotaan indeksiin ja sopimuksen hinta tarkistetaan sopimuksessa määritetyin väliajoin. Kiinnittämällä kustannukset indeksiin varmistetaan siitä, että sekä tilaajan että palveluntarjoajan kustannukset ovat realistisia. On erittäin tärkeää, mihin indeksiin ylläpidon kustannukset sidotaan. Jos käytetään indeksiä, joka ei seuraa realistisesti rahan arvon muutosta, palveluntuottaja saattaa pahimmassa tapauksessa joutua maksamaan omasta pääomastaan ylläpidon kustannuksia. Elinkaarihankkeen sopimusta tehtäessä sovitaan tilaajan kanssa, mihin indeksiin hinnat sidotaan. Elinkaarihankkeen kiinteistön ylläpidon ja isännöinnin kustannukset voidaan sitoa esimerkiksi johonkin seuraavista indekseistä:

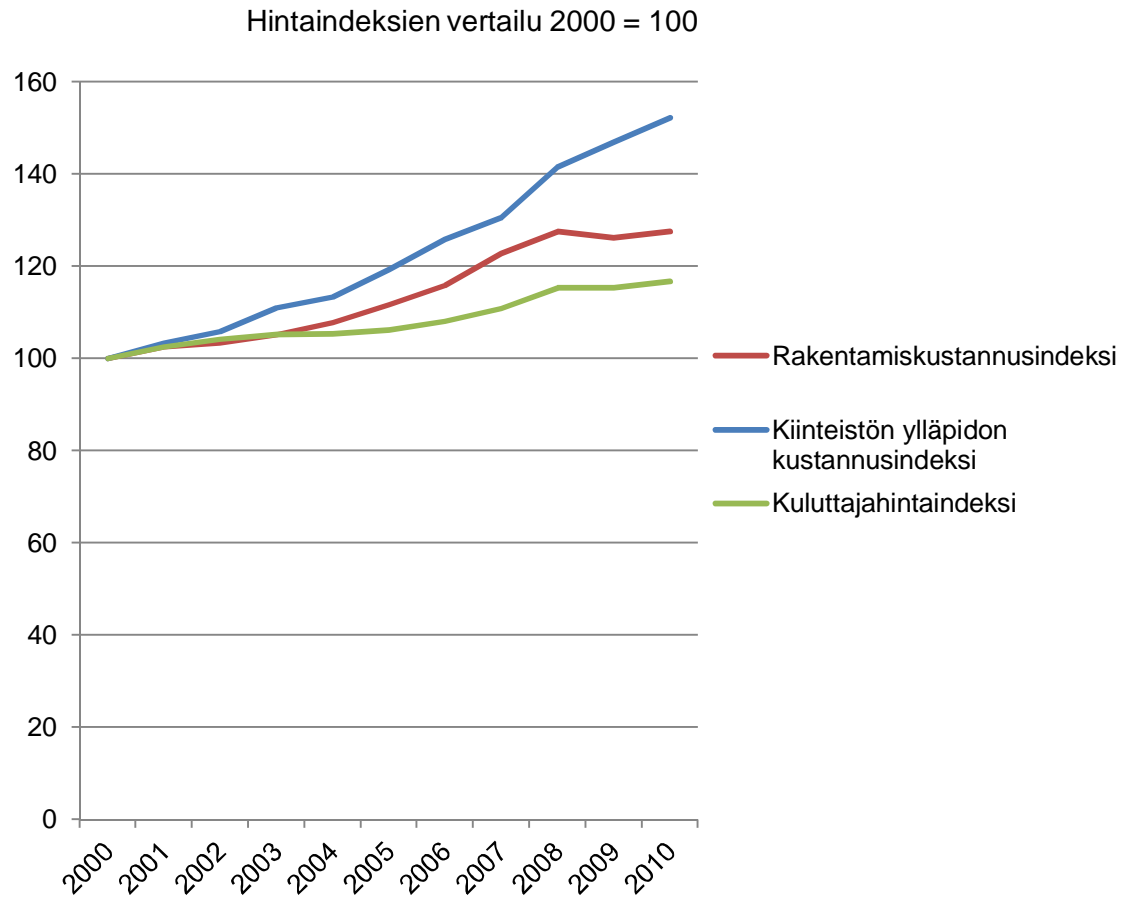
- kiinteistön ylläpidon kustannusindeksi
- rakentamiskustannusindeksi
- elinkustannusindeksi/kuluttajahintaindeksi.

Kiinteistön ylläpidon kustannusindeksi kuvaa hintojen kehitystä kiinteistön hoidon eri tehtävissä, joihin kuuluvat mm. hallinto, käyttö ja huolto, ulkoalueiden hoito, siivous, lämmitys, sähkö, vesi ja jätehuolto. Indeksien kustannusseuranta perustuu kiinteistöpi-tonimikkeistön mukaisten ylläpidon kustannustekijöiden seurantaan. Nimikkeistön mu-kaiset kokonaiskustannukset voidaan jakaa ylläpito-, pääoma- ja erilliskustannuksiin. Lisäksi erilliskustannuksista huomioidaan tontin vuokrat ja kiinteistövero. /14/

Rakennuskustannusindeksi kuvaa keskeisiltä rakenneominaisuuksiltaan samankaltais-ten rakennustöiden ja rakennusten rakennuskustannusten suhteellista muutosta raken-tamisessa käytettyjen peruspanosten hintakehityksen avulla /15/.

Kuluttajahintaindeksi mittaa kuluttajien tavaroista ja palveluista maksamien hintojen kehitystä. Se kertoo, kuinka paljon tavaroiden ja palvelujen hinnat ovat muuttuneet ver-tailuajankohtaan nähden. Kuluttajahintaindeksi on yleisin inflaatiomittari. Sitä käytetään rahanarvon muutosten mittarina talouspolitiikassa sekä useilla talouden eri aloilla /16/.

Kuva 11 selvittää, miten indeksien kehitykset ovat muuttuneet aikavälillä 2000–2010. Kuvan indeksien käyrien arvot on laskettu kunkin indeksin vuoden lukujen keskiarvolla. Kuvaajan indeksien lähtövuotena on käytetty vuotta 2000, jolloin indeksien lähtöarvona on ollut 100.



Kuva 11. Hintaindeksien vertailu. Muokattu /14; 15; 16/

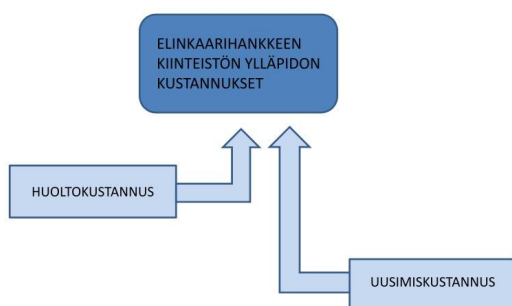
Kuvasta 11 voidaan havaita, että kiinteistön ylläpidon kustannusindeksi on kasvanut voimakkaimmin vuodesta 2000 lähtien. Kiinnittämällä elinkaarihankkeen kiinteistön ylläpidon kustannukset kiinteistön ylläpidon kustannusindeksiin saadaan turvattua oman pääoman sijoitus kohteessa.

5 Elinkaarihankkeen kustannuslaskenta

Kustannuslaskennan tavoitteena oli saada selville kiinteistön ylläpidon kustannukset sopimusajalla. Tässä luvussa selvitetään osa-alueet, jotka on huomioitu kiinteistön ylläpidon kustannuslaskennassa ja esitellään laskennassa käytetyt kaavat sekä lähteaineisto.

5.1 Ylläpidon kustannuslaskenta

Kustannuslaskennassa otettiin huomioon kuvan 12 mukaiset tekijät.



Kuva 12. Kustannuslaskennan tekijät

Elinkaarikustannuslaskennassa otettiin huomioon kustannukset, jotka syntyvät kiinteistön ylläpidosta, joita ovat huolto- ja uusimiskustannukset. Laskennassa ei otettu huomioon seuraavia ylläpitokustannuksia:

- kiinteistöhoito
- ulkoalueidenhoito
- siivous
- jätehuolto
- viallisten kohteiden korjaus.

Kiinteistön ylläpidon huoltokustannuksia syntyy kiinteistön laitteiden huoltamisesta ja uusimistöistä. Huoltojen taajuudet vaihtelevat laitteesta riippuen. Esimerkiksi ilmanvaihtokoneen suodatin vaihdetaan 2 kertaa vuodessa, jolloin huollon taajuus on 0,5. Kerran vuodessa tehtävä teknisen huollon työ on esimerkiksi kaukolämmön alajakokeskuksen vuosihuolto. Harvemmin huollettavana tehtävänkohteena mainittakoon salaojajärjes-

telmän huuhtelu, joka suositellaan huuhdeltavan 5 vuoden välein. Kiinteistön uusimiskustannuksina mainittakoon esimerkiksi kaukolämmön alajakokeskuksen uusiminen, jonka kestoksi on arvioitu 20 vuotta. /6/

5.2 Laskentakaavat

Laskennassa käytettiin huolto- ja uusimiskustannuksien selvittämiseksi korkoa korolle kaavaa, jonka mukaan tietyssä vuonna tapahtuvan kustannuksen suuruus korkoineen on

$$H_n = k \times \left(1 + \frac{p}{100}\right)^n, \text{ jossa}$$

n on vuonna n tapahtuva maksu

k on huolto- tai uusimiskustannus

p on korkoprosentti

(Kaava 1)

Ylläpidon hinta sopimusajalle laskettiin muokkaamalla kaava 1 potenssisarjan summafunktiksi muotoon:

$$\sum_a^b H_n = k \times \left(1 + \frac{p}{100}\right)^a + k \times \left(1 + \frac{p}{100}\right)^{a+m} + k \times \left(1 + \frac{p}{100}\right)^{a+2m} + \dots + k \times \left(1 + \frac{p}{100}\right)^b, \text{ jossa}$$

a on sopimusajan ensimmäinen maksu vuonna a

b on sopimusajan viimeinen maksu vuonna b

m on huoltoväli

(Kaava 2)

5.3 Laskentakaavan muuttujien lähdetiedot

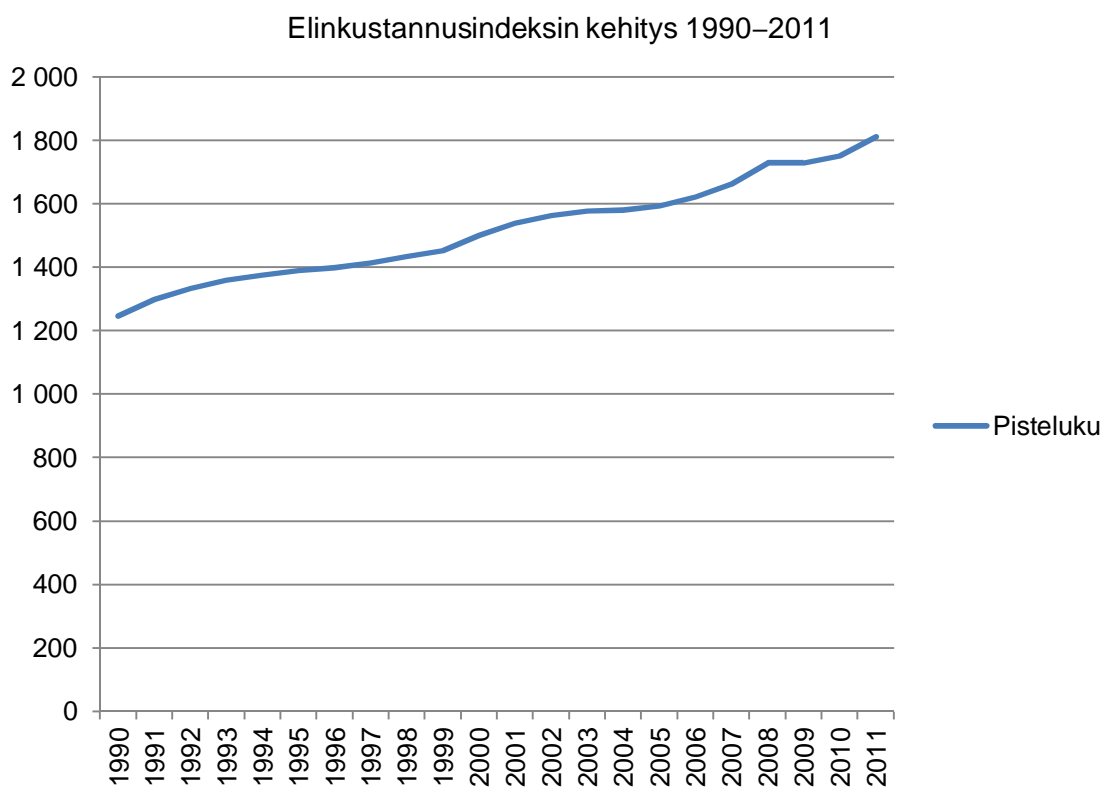
Järjestelmien kestoiät, huolto- ja uusimiskustannukset on kerätty virallisista tutkimustiedoista ja LVI-kortistosta.

5.3.1 Laskenta-aika

Laskenta-aikana käytetään elinkaarihankkeen kiinteistön ylläpidon sopimusaikaa.

5.3.2 Laskuissa käytetyt korkotekijät

Ylläpidon huolto- ja uusimiskustannukset sidottiin elinkustannusindeksiin, jonka vuosittaisena korkona käytettiin elinkustannusindeksin keskiarvoa vuosina 1990–2011. Vuosittaisen koron keskiarvoksi aikavälillä 1990–2011 laskettiin 1,72 %.



Kuva 13. Elinkustannusindeksin kehittyminen. Muokattu /10/

5.3.3 Uusimis- ja huoltokustannukset

Uusimis- ja huoltokustannuksien määrittämiseen käytettiin lähdeaineistona Haahtelan Talonrakennuksen kustannustietoa 2012. Haahtela-indeksi on vuodesta 1980 asti julkaistu laajaan tutkimus- ja kehitystyöhön perustuva ja vuosittain ylläpidettävä talonrakennuksen kustannustietojärjestelmä. Yksikköhintojen tasona on vuoden 2012 tammi-kuu. Kaikki laskentaohjelmassa esitetyt hinnat ovat arvonlisäverottomia (alv. 0 %).

Kustannustiedot käsittävät Haahtela-nimikkeistön mukaisesti työ-, aine- ja kalustokustannukset sekä tekijän katteen. Hinnat ovat ns. alihankintahintoja; ts. ne sisältävät esimerkiksi kaikki palkanlisät ja sivukulut sosiaalikuluihin ja työnjohdon, materiaalien suojauksen, varastoinnin ja tarvittavat telineet. Yksikköhintojen poikkeukset ja täsmennykset selviävät Haahtelan teoksesta /29/.

Haahtela-indeksistä nähtiin joillekin laitteille huoltokustannukset, ja ne on lisätty ohjelmaan niiltä osin kuin mahdollista. Suurin osa huoltokustannuksista tulee kuitenkin laskijan itse määrittää laskentaohjelmaan.

5.3.4 Käyttöiät

Kiinteistön teknisten laitteiden ja rakenteiden käyttöikien ja kunnossapitajaksojen määrittämiseen työssä käytin lähdeaineistona LVI-korttia 01-10424: kiinteistön tekniset käyttöiät ja kunnossapitajakset. Kiinteistön teknisten laitteiden ja rakennusmateriaalien kestoikiä on tutkinut myös VTT (Valtion teknillinen tutkimuslaitos). VTT:n yhteistyössä rakennusalan yritysten ja järjestöjen kanssa toteuttamassa LifePlan-hankkeessa on koottu laaja rakennustuotteiden käyttöikä- ja elinkaaritiedosto. Sen pohjalta asiakas voi tehdä rakenne- ja laitevalintoja ottaen huomioon hankintahinnan lisäksi huoltotarpeen ja -kustannukset /18/. Lifeplan-hankkeen tavoitteena oli luoda laaja tuotekohtainen käyttöinformaation tietokanta ja esitellä, miten se on verkkopalvelimelta julkisesti käytävissä rakennusprosessin eri vaiheissa. Lifeplan-hankkeen tavoitteena oli lisäksi kuvata käyttöikä tiedon käyttö prosessin eri vaiheissa /12/. Lifeplan-tietokannan käyttöliittymä on selainpohjainen, ja se sijaitsee VTT:n palvelimella internetissä /11/. Toteutettu tietokanta tarjoaa mahdollisuuden käyttöikä tietojen selailuun sekä etsintään tuotteittain. Käyttöikä tietoja voidaan etsiä tietokannasta valmistajan perusteella, Talo 90 -nimikkeistön perusteella tai vapaalla haulla /12/. Lifeplan-hanke kuvasi käyttöinformaation käytön rakentamisprosessin eri vaiheissa:

- rakennuskohtaisessa vaatimusten asettamisessa
- tuoterakenteiden laatuvaatimusten kuvauksessa
- käyttöikäsuunnittelussa
- elinkaarikustannusten arvioinnissa
- rakennuksen käyttö- ja huolto-ohjeen laadinnassa.

TALO 90 -LUOKITUS:
[Pääsivulle](#)
[1 Rakennusvälineet](#)
[2 Maa- ja pohjarakennustarvikkeet](#)
[3 Yleistarvikkeet](#)
[4 Täydentävät tarvikkeet](#)
[5 Pintatarvikkeet](#)
[6 Rakennusvälineet](#)
[7 LVI-tarvikkeet](#)
[70 LVI-yleistarvikkeet](#)
[71 Lämmityslaitteiston tarvikkeet](#)
[72 Vesi- ja viemäritarvikkeet](#)
[73 Ilmastointitarvikkeet](#)
[74 Kylmäjärjestelmien tarvikkeet](#)
[75 Painelma- ja kaasuverkostot](#)
[76 Höyryjärjestelmien tarvikkeet](#)
[77 Palontorjuntalaitteet](#)
[78 Erityiset LVI-tekniset tarvikkeet](#)
[8 Sähkötarvikkeet](#)
[9 Toimintavarusteet](#)

Löydetyt Lifeplan tuotteet

| Luokittelutieto (TALO 90): | Tuotenimi: | Nimi (Valmistaja / myyjä): | www-osoite: | Alkuperäinen tiedostonimi: | KML-tiedosto: | Päiväys: | Koko: |
|----------------------------|--|----------------------------|--------------------------|----------------------------|---|-----------------------|-------|
| 701.1 | tub-e WHITE Valkoinen polttomaalattu kupariputki | Outokumpu Poricopper Oy | http://www.outokumpu.com | OutokumpuTubeWhite.xml | Kaikki tiedot Huoltotiedot | 17.1.2006 15:53:48 | 14 |
| 701.1 | Tub-e Kupariputki | Outokumpu Poricopper Oy | http://www.outokumpu.com | OutokumpuTube.xml | Kaikki tiedot Huoltotiedot | 17.1.2006 15:53:34 | 15 |
| 701.1 | PLUS Prisol Eristetty kupariputki | Outokumpu Poricopper Oy | http://www.outokumpu.com | OutokumpuPLUSPrisol.xml | Kaikki tiedot Huoltotiedot | 17.1.2006 15:53:14 | 14 |
| 701.1 | JL-Putki Kuparinen jäähdytyslaatuputki | Outokumpu Poricopper Oy | http://www.outokumpu.com | OutokumpuJLPutket.xml | Kaikki tiedot Huoltotiedot | 17.1.2006 15:52:59 | 12 |
| 701.1 | Fincu Pinnoitettu kupariputki | Outokumpu Poricopper Oy | http://www.outokumpu.com | OutokumpuFincu.xml | Kaikki tiedot Huoltotiedot | 17.1.2006 15:52:46 | 14 |
| 701.2 | UNIPiPE komposiittiputki | Uponor Wirsbo | http://www.wirsbo.fi | UponorUnipipe.xml | Kaikki tiedot Huoltotiedot | 17.1.2006 16:13:29 | 13 |
| 704 | FC-keskipakopumppu/ALS-sarja | Oy Kolmeks Ab | http://www.kolmeks.fi | KolmeksFC_ALS.xml | Kaikki tiedot Huoltotiedot | 17.1.2006 15:49:44 | 9 |
| 704 | FC-keskipakopumppu/ALP-sarja | Oy Kolmeks Ab | http://www.kolmeks.fi | KolmeksFC_ALP.xml | Kaikki tiedot Huoltotiedot | 17.1.2006 15:48:24 | 9 |
| 704 | FC-keskipakopumppu/ALH-sarja | Oy Kolmeks Ab | http://www.kolmeks.fi | KolmeksFC_ALH.xml | Kaikki tiedot Huoltotiedot | 17.1.2006 15:48:05 | 9 |
| 704 | FC-keskipakopumppu/AL, T, AT-sarja | Oy Kolmeks Ab | http://www.kolmeks.fi | KolmeksFC_AL_T_AT.xml | Kaikki tiedot Huoltotiedot | 17.1.2006 15:42:44 | 9 |
| 704 | Grundfos Alpha Automaattinen kiertovesipumppu | Oy Grundfos Pumput Ab | http:// | GrundfosAlpha.xml | Kaikki tiedot Huoltotiedot | 17.1.2006 15:32:46 | 7 |
| 704 | Grundfos Alpha Automaattinen kiertovesipumppu | Oy Grundfos Pumput Ab | http:// | GrundfosAlpha.xml | Kaikki tiedot Huoltotiedot | 17.1.2006 11:50:08 | 7 |

Wed Nov 07 10:05:58 EET 2012

Kuva 14. Kaappauskuva VTT lifeplan -internetsivulta /11/

Opinnäytetyössäni käytin LVI-korttia /6/ lähdeaineistona, koska se oli kattavampi ja halusin välttää ristiriitaisuuksia eri lähdeaineistojen välillä.

6 Kiinteistön ylläpitokustannusten laskentaohjelma

Toteutin ohjelman Microsoft Excel -taulukkolaskentaohjelmalla. Ohjelmaa luodessani pyrin tekemään siitä mahdollisimman käyttäjäystävällisen, mutta ohjelmaa voisi parantaa vielä paljon rakentamalla ohjelman toimimaan älykkäämmin. Excel-ohjelman käyttöaidon rajoitteet asettivat tiettyjä rajauksia ohjelman rakentamiseen. Ohjelmaa voisi vielä jalostaa paremmaksi.

Taulukkolaskentaohjelmalla voidaan laskea kiinteistön ylläpidon kustannukset, jotka muodostuvat huolto- ja uusimistöistä. Lähtökohtana oli listata taulukkolaskentaohjelmaan rakentamisen osa-alueet, jotka ovat yleisesti huollettavia kohteita kiinteistössä, mutta ohjelmaan on listattu laajemmin rakentamisen osa-alueita. Yleisesti huollettavien ja uusimisen tarpeessa olevien osa-alueiden lisäksi taulukkolaskentaohjelmaan on lisätty järjestelmät, joiden käyttöä LVI-kortissa on merkitty J = järjestelmän ikä tai R = rakennuksen ikä, koska ne sisältävät huollettavia kohteita. Tästä on esimerkkinä ilmanvaihtokanavisto, joka on puhdistettava tietyn väliajoin vaikka se on käytännössä kestävä ikuinen. Ilmanvaihtokanavistojen ja kanaviston varusteiden osalla uusimistarve ei johdu mekaanisesta kulumisesta vaan tilojen tai niiden käyttötarkoituksen muutoksista tai ilmanvaihtojärjestelmän toimintaperiaatteen muutoksista /6/.

6.1 Ohjelman rakenne

Listasin ohjelmaan rakentamisen alueiden osia, joiden katsoin olevan tärkeitä kiinteistön ylläpidon kannalta. Ohjelma voisi soveltua myös urakkalaskennan käyttöön, mutta siitä puuttuu laitetietoja ja osia, joita tarvitaan laajemmassa kustannuslaskennassa. Tarkoitukseni oli luoda taulukkolaskentaohjelma kiinteistön ylläpidon kustannusten laskentaan, mutta ohjelmaan on lisätty paljon muitakin rakentamiseen kuuluvia alueita.

Laskentaohjelmaan sisältyvät seuraavat rakentamisen osa-alueet:

Rakennustekniikka

- aluerakenteet (mm. salaoja)
- alueen päällysrakenteet (mm. asfaltti)
- aluevarusteet (mm. katokset ja aidat)
- talorakenteet (mm. julkisivut ja ikkunat)

- vesikattorakenteet (mm. peltikate)
- tilarakenteet (mm. väliovet)

Talotekniikka

- lämmöntuotanto (mm. kaukolämmön alajakokeskus)
- lämmönjakelu (mm. pumpput)
- lämmönluvutus (mm. kierrätysilmakoneet)
- vesi- ja viemärijärjestelmät (mm. kupariputket)
- ilmastointi- ja ilmanvaihtojärjestelmät
- ilmastointikoneisiin liittyvät osat (mm. puhaltimet)
- kanavistot ja kanaviston varusteet (mm. jälkijäähdytyspatterit)
- sähköjärjestelmät (mm. valaisimet)
- automaatiojärjestelmät (mm. paloilmoittimet)
- kaasujärjestelmät (mm. sairaalakaasujärjestelmät)
- palontorjuntajärjestelmät (mm. käsisammuttimet)
- muut LVI-järjestelmät (mm. uimaveden puhdistuslaitteet)
- erityisjärjestelmät (mm. desinfiointilaitteet)
- talolaitteet (hissit)

6.2 Laskentaohjelman käyttö ja laskentaesimerkki

Ohjelman käyttö aloitetaan aloitussivulta, johon asetetaan muuttujat: tarkastelujakson pituus ja laskentakorko. Oletuskorkona käytettiin elinkustannusindeksin vuosien 1990-2011 keskiarvoa, joka on 1,72 %. Kuvan 15 esimerkissä laskentajakson pituudeksi on asetettu 25 vuotta.

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J |
|---|--|-----------|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | | | | | | | | | | |
| 2 | Insinööriyö: Kiinteistön elinkaarihankkeen ylläpidon kustannuslaskenta | | | | | | | | | |
| 3 | Ohje: Ohjelmalla voidaan laskea kiinteistön ylläpidon kustannukset asetetun tarkastelujakson ajalta. Tarkastelujakson pituus asetetaan siniseen laatikkoon. Tarkastelujakson maksimipituudeksi ohjelmaan on ohjelmoitu 50-vuotta. Laskentakorko asetetaan seuraavaan siniseen laatikkoon. Oletuskoron suuruudeksi on asetettu elinkustannusindeksin vuosien 1990-2011 keskiarvo. | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | |
| 5 | Huolto- ja korjauskustannukset lähtötiedot | | | | | | | | | |
| 6 | tarkastelujakso | 25 vuotta | | | | | | | | |
| 7 | laskentakorko* | 1,72 % | | | | | *elinkustannusindeksin keskiarvo vuosilta 1990-2011 | | | |
| 8 | | | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | | |

Kuva 15. Kuvankaappaus laskentaohjelman pääsivulta

Kun aloitussivun muuttujat on asetettu, sijoitetaan laskettavien osien tiedot välilehteen ”huolto- ja korjauskustannukset”. Laskettavan osan solut on merkitty sinisellä värillä (käyttöikä, rakennusmassa ja huoltokustannus) kuvaan 16.

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M |
|----|--|---------------------|--|--|--|--|----------------------------------|---------------------------------|----------------|----------------|-------------------------|--|------------------|
| | Käyttöohje: sinisellä värillä maalatut alueet vaativat syötettävän arvon. Tarkista huollon hinta. Jos hakat määrättyä itse huollon hintaa, lataa arvo sarakkeeseen Q. Myös uusimiskustannukset ovat | | | | | | | | | | | | |
| 1 | toimenpiteet / laitetiedot | | Typillinen rakentamisaika ja muu tarkempi määrittely | Tekninen käyttöikä ² [vuotta] | Tekninen käyttöikä ² [vuotta] | Tekninen käyttöikä ² [vuotta] | Huoltoväli ³ [vuotta] | Käyttöikä ³ [vuotta] | Rakennus massa | Yksikkö | huoltokustannus €/kerta | Rakentamisen yksikköhinta ⁴ [€/yks] (Tarkista hintataso.Syötet- | yksit |
| 61 | TALOTEKNIikka | | | | | | | | | | | | |
| 62 | Lämmönjako | | | | | | | | | | | | |
| 63 | Kaakojännön alajalkokeskus | | | | 20 | | | | | | | | |
| 64 | muut rakennukset yleensä ² | 2000m ³ | | | | | 1 | 20,00 | 2 000 | m ³ | 400 | 3,6 | l/m ² |
| 65 | rakennuksen tilavuus | 5000m ³ | | | | | 1 | 0 | 0 | m ³ | 0 | 2,1 | l/m ² |
| 66 | | 10000m ³ | | | | | 1 | 0 | 0 | m ³ | 0 | 1,5 | l/m ² |
| 67 | | 20000m ³ | | | | | 1 | 0 | 0 | m ³ | 0 | 0,8 | l/m ² |
| 68 | | 50000m ³ | | | | | 1 | 0 | 0 | m ³ | 0 | 0,5 | l/m ² |
| 69 | Lämpökeskus(levytölly) | | | | | | | | | | | | |
| 70 | Verkoston perusääkö | | | | | | | | | | | | |
| 71 | Lämmityksen pumput | | | | | | | | | | | | |
| 72 | Öljypolttimet | | | | | | mittausten perusteella | | 0 | kpl | 0 | | l/kg |
| 73 | Öljypolttimet, kevytöljy | | | | 15 | | | | 0 | kpl | 0 | | l/kg |
| 74 | Öljypolttimet, raskasöljy | | | | 10 | | | | 0 | kpl | 0 | | l/kg |
| 75 | maakaasupolttimet | | | | 15 | | | | 0 | kpl | 0 | | l/kg |
| 76 | raskasöljyn pumppauskeskus | | | | 20-30 | | | | 0 | kpl | 0 | | l/kg |
| 77 | Öljylämmityskattilat ja varajäät | | | | | | mittausten perusteella | | 0 | | 0 | | |
| 78 | Sähkö-vesikieläkeskilämmityslaitteet | | | | | | | | 0 | | 0 | | |
| 79 | sähkökattilat | | | | 30 | | | | 0 | | 0 | | |
| 80 | Lämpöpumppulämmityslaitteet | | | | | | | | 0 | | 0 | | |
| 81 | maakäynnö | | | | 25-30 | | | | 0 | kw | 0 | 320 | l/kg |

Kuva 16. Huolto- ja korjauskustannukset

Ohjelman vasempaan laitaan on luetteloitu lihavoidulla tekstillä, mikä rakentamisten osa-alue on kyseessä. Kuvan 16 esimerkissä on kyseessä talotekniikan osa-alue ja listassa ylimpänä kaukolämmön alajakokeskus. Rakenteen/laitteen olosuhteet sekä kestoikä on kuvattu kuten LVI-kortissa /6/, mutta värein: oranssi = vaikea, keltainen = normaali ja vihreä = helppo. Värillisiin laatikkoihin on kuvattu LVI-kortin /6/ mukainen kestoikä. Värillisten laatikoiden oikealla puolella valkoisessa solussa on annettu LVI-kortin /6/ suositeltava / määräysten mukainen suositeltu huoltoväli. Ensimmäiseen siniseen soluun käyttäjä laittaa laitteen/rakenteen käyttöiän. Seuraavaan siniseen soluun asennetaan laitteen/rakenteen rakennusmassa. Viimeisenä muuttujana siniseen laatikkoon arvioidaan huoltokustannus €/kerta.

Kun huolto- ja korjauskustannukset on arvioitu, tulee tarkistaa kustannukset välilehdeltä ”huoltokustannukset” ja ”rakentamiskustannukset”. Ohjelma laskee huolto- ja korjauskustannukset automaattisesti 50 vuodeksi eteenpäin jokaiselle vuodelle. Tämän vuoksi ylimääräiset kustannukset tulee poistaa välilehdiltä ”huoltokustannukset” ja ”rakentamiskustannukset”.

| | A | B | C | D | E | F | G | H |
|----|---------------------------------------|---------------------|----------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 59 | TALOTEKNIikka | | | | | | | |
| 60 | Lämmönjako | | 0 € | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 61 | Kaukolämmön alajakokeskus | | 0 € | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 62 | muut rakennukset yleensä ² | 2000m ³ | 12 364 € | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 |
| | määräkkentään syötetään | | | | | | | |
| 63 | rakennuksen tilavuus | 5000m ³ | 0 € | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 64 | | 10000m ³ | 0 € | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 65 | | 20000m ³ | 0 € | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 66 | | 50000m ³ | 0 € | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 67 | Lämpökeskus(kevytöljy) | | 0 € | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 68 | Verkoston perussäätö | | 0 € | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 69 | Lämmityksen pumput | | 0 € | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 70 | Öljypolttimet | | 0 € | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 71 | Öljypolttimet, kevytöljy | | 0 € | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 72 | Öljypolttimet, raskasöljy | | 0 € | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 73 | maakaasupolttimet | | 0 € | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 74 | raskasöljyn pumppauskeskus | uusiminen | 0 € | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 75 | Öljylämmityskattilat ja varaajat | | 0 € | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 76 | Sähkö-/vesikeskuslämmityslaitteet | | 0 € | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 77 | sähkökattilat | | 0 € | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 78 | Lämpöpumppulämmityslaitteet | | 0 € | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Kuva 17. Huoltokustannukset

Kuvassa 17 on esitetty kaukolämmön alajakokeskuksen huoltokustannukset tarkastelujakson ajalta. Huoltokustannukseksi asetettiin 400 € vuodessa, ja tarkastelujakson pituus on 25 vuotta. Huoltokustannuksien suuruudeksi tarkastelujakson ajalla saatiin 12 364 €.

| | A | B | C | D | E | F | G | H |
|----|---------------------------------------|---------------------|---------|---|---|---|---|---|
| 59 | TALOTEKNIikka | | | | | | | |
| 60 | Lämmönjako | | 0 € | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 61 | Kaukolämmön alajakokeskus | | 0 € | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 62 | muut rakennukset yleensä ² | 2000m ³ | 7 324 € | | | | | |
| | määräkenttään syötetään | | | | | | | |
| 63 | rakennuksen tilavuus | 5000m ³ | 0 € | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 64 | | 10000m ³ | 0 € | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 65 | | 20000m ³ | 0 € | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 66 | | 50000m ³ | 0 € | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 67 | Lämpökeskus(kevytöljy) | | 0 € | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 68 | Verkoston perussäätö | | 0 € | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 69 | Lämmityksen pumpput | | 0 € | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 70 | Öljypolttimet | | 0 € | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 71 | Öljypolttimet, kevytöljy | | 0 € | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 72 | Öljypolttimet, raskasöljy | | 0 € | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 73 | maakaasupolttimet | | 0 € | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 74 | raskasöljyn pumppauskeskus | uusiminen | 0 € | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 75 | Öljylämmityskattilat ja varaajat | | 0 € | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 76 | Sähkö-/vesikeskuslämmityslaitteet | | 0 € | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 77 | sähkökattilat | | 0 € | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 78 | Lämpöpumppulämmityslaitteet | | 0 € | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Kuva 18. Rakentamiskustannukset

Kuvan 18 rakentamiskustannukset-aulukon mukaan kaukolämmön alajakokeskuksen uusimiskustannukset 25 vuoden ajalta, oletetulla 20 vuoden kestoällä, tilavuudeltaan 2000 m³:n tai noin 700 m²:n suuruiseen rakennukseen ovat 7324 €. Uusiminen tapahtuu tällöin 20 vuotta kiinteistön valmistumisajankohdan jälkeen.

Kustannukset tulostuvat välilehdelle ”huolto- ja korjauskustannukset” oikeaan laitaan (kuva 19).

| | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q |
|----|-----------------------|-------------------|-----------------|----------------------------|--|-------------------|--|---|--|---|
| | Käyttöikä [vuotta] | Rakennus massa | Yksikkö | huoltokustannus €/kerta | Rakentamisen yksikköhinta ² [€/yks] (Tarkista hintataso .Syötet- | Yksikkö | Rakentamiskustannus [€/rakennusmassa] | huoltokustannus [€/ylläpidon sopimusaika] | Uusimiskustannus [€/ylläpidon sopimusaika] | kumulatiivinen kustannus [€/ylläpidon sopimusaika] |
| 61 | | | | | | | | | | |
| 62 | | | | | | | | | | |
| 63 | 0 | | | 0 | | | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 64 | 20,00 | 2 000 | rm ³ | 400 | 3,6 | €/rm ³ | 7200 | 12 364 | 7 324 | 19 688 |
| 65 | 0 | | rm ³ | 0 | 2,1 | €/rm ³ | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 66 | 0 | | rm ³ | 0 | 1,5 | €/rm ³ | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 67 | 0 | | rm ³ | 0 | 0,8 | €/rm ³ | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 68 | 0 | | rm ³ | 0 | 0,5 | €/rm ³ | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 69 | 0 | | | 0 | | € | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 70 | 0 | | | 0 | | € | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 71 | 0 | | kpl | 0 | | €/kpl | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 72 | 0 | | kpl | 0 | | €/kpl | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 73 | 0 | | kpl | 0 | | €/kpl | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 74 | 0 | | kpl | 0 | | €/kpl | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 75 | 0 | | kpl | 0 | | €/kpl | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 76 | 0 | | kpl | 0 | | €/kpl | 0 | 0 | 0 | 0 |

Kuva 19. Huolto- ja korjauskustannukset

Rakennustilavuudeltaan 2000 m³:n kokoisen rakennuksen kaukolämmön huolto- ja korjauskustannukset ovat 25 vuoden ajalle 19 688 €.

7 Yhteenveto ja johtopäätökset

Elinkaarihanke on projekti, joka sitoo tilaajan ja palveluntuottajan yhteistyöhön pitkäksi aikaa. Projektin etuna on tilaajan ja rakennuttajan tiivis yhteistyö, joka kannustaa rakennuttamisen ja palveluiden kehittämiseen sekä hankkeen taloudelliseen parantamiseen. Elinkaarihankkeen palvelusisältö määritetään aina projektikohtaisesti. Kiinteistön elinkaarihanke sisältää yleensä kaikki kiinteistön rakentamiseen liittyvien kustannuksien lisäksi kiinteistön ylläpidon ja muiden palveluiden kustannukset, kuten isännöinti, siivous, vartiointi ja aulapalvelut. Tämän vuoksi elinkaarihankkeen kustannuslaskenta ja palveluiden tehokkuus vaativat paljon eri rakentamisen, kiinteistön ylläpidon ja eri palvelualojen ammattilaisten yhteistyötä.

Elinkaarihankkeen kustannuslaskenta on vaativaa, koska pelkästään talotekniikan ylläpidon kustannuslaskenta sisältää todella paljon laskettavia osa-alueita. Insinööriöni tarjouslaskentaohjelma sisältää kattavasti eri laskettavia osa-alueita, ja mielestäni ohjelmasta voisi olla apua missä tahansa rakentamisen tai talotekniikan projektin kustannuslaskennassa. Ohjelman sisältämät kustannukset ovat peräisin luotettavasta lähteestä, mikä antaa uskottavuutta sen antamille hinnoille, vaikka laskija ei olisi itse perehtynyt laskemaansa osa-alueeseen. Laskentaohjelman muunneltavuus sekä laajentamismahdollisuus tekee siitä hyvin käyttökelpoisen tarjouslaskennan apuvälineeksi, joten se soveltuu hyvin myös muiden käytettäväksi. Tosin ohjelman antamien hintojen suhteen tulee olla skeptinen, ja ne pitää osata kyseenalaistaa, koska käytäntö ja teoria eroavat usein toisistaan.

Lähteet

- 1 Mitä elinkaarimallit ovat? 2009. Verkkodokumentti. Asuntotieto. <www.asuntotieto.com/elinkaarimallit/Aineisto/14-Mita_elink.html>. Luettu 10.8.2012.
- 2 Kiinteistön ylläpitokustannukset. 2012. Verkkodokumentti. Ympäristöministeriö. <www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=419534&lan=FI>. Luettu 13.8.2012.
- 3 Kiinteistön ylläpito ja korjausrakentaminen. 2012. Verkkodokumentti. Ympäristöministeriö. <www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=419534&lan=FI>. Luettu 13.8.2012.
- 4 Jätteiden kertymät vuonna 2010. 2010. Verkkodokumentti. Tilastokeskus. <www.stat.fi/til/jate/2010/jate_2010_2012-05-16_tau_002_fi.html>. Luettu 19.8.2012.
- 5 Rakennuksen käyttö- ja huolto-ohje, määräykset ja ohjeet. 2000. Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa A4. Helsinki: ympäristöministeriö.
- 6 Kiinteistön tekniset käyttöiät ja kunnossapitojaksot. 2008. Rakennustietosäätiö RTS Oy, LVI-kortti 01-10424.
- 7 Asunto-osakeyhtiöiden talous. 2011. Verkkodokumentti. Tilastokeskus. <www.tilastokeskus.fi/til/asyta/meta.html>. Luettu 2.9.2012.
- 8 Kiinteistöpalvelualan vaikuttavuus. 2009. Verkkodokumentti. Kiinteistöpalvelut ry. <<http://kiinteistopalvelut.latom.fi/attachements/2012-06-04T12-06-4837.pdf>>. Luettu 13.9.2012.
- 9 Kiinteistöjen ylläpidon kustannusindeksi 2000 = 100 tarkistaminen. 2009. Verkkodokumentti. Tilastokeskus. <www.stat.fi/til/kyki>. Luettu 19.9.2012.
- 10 Kuluttajahintaindeksi. 2011. Verkkodokumentti. Tilastokeskus. <www.tilastokeskus.fi/til/khi/kay.html>. Luettu 2.9.2012
- 11 Tuotteiden käyttöinformaatio ja sen käyttö rakennushankkeessa. 2004. Verkkodokumentti. VTT Lifeplan. <<http://ce.vtt.fi/lifeplan/>>. Luettu 5.9.2012
- 12 Tuotteiden käyttöinformaatio ja sen käyttö rakennushankkeissa. 2004. Verkkodokumentti. VTT. <www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2004/T2231.pdf>. Luettu 5.9.2012.
- 13 Rakennuskustannusindeksi. 2012. Verkkodokumentti. Tilastokeskus. <www.stat.fi/til/rki/kas.html>. Luettu 19.8.2012.
- 14 Kiinteistön ylläpidon kustannusindeksi. 2012. Verkkodokumentti. Tilastokeskus. <www.tilastokeskus.fi/til/kyki/meta.html>. Luettu 19.8.2012
- 15 Rakennuskustannusindeksi. 2012. Verkkodokumentti. Tilastokeskus. <www.tilastokeskus.fi/til/rki/meta.html>. Luettu 19.8.2012.

- 16 Kuluttajahintaindeksi. 2005. Verkkodokumentti. Tilastokeskus.
<www.stat.fi/til/khi/2005/khi_2005_2005-05-30_laa_001.html>. Luettu 19.8.2012.
- 17 Energian hinnat. 2012. Verkkodokumentti. Tilastokeskus.
<www.tilastokeskus.fi/til/ehi/laa.html>. Luettu 25.9.2012.
- 18 Ympäristö- ja elinkaarimittarit. 2004. Verkkodokumentti. Rakennusteollisuus RT Oy. <www.asuntotieto.com/asuntotietokeskus/esittely/REMLoppur.pdf>. Luettu 24.9.2012.
- 19 Rakennuskustannusindeksi. 2012. Verkkodokumentti. Tilastokeskus.
<www.stat.fi/til/rki/meta.html>. Luettu 3.10.2012.
- 20 Uudet rakentamisen energiamääräykset. 2012. Verkkodokumentti. Ympäristöministeriö. <www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=380479&lan=fi>. Luettu 7.12.2012.
- 21 Energiatehokkuutta parantavat rakentamismääräykset annettu. 2008. Verkkodokumentti. Motiva.
<www.motiva.fi/ajankohtaista/muut_tiedotteet/2008/ym_energiatehokkuutta_parantavat_rakentamismaaraykset_annettu.html>. Luettu 30.9.2012.
- 22 Kiinteistön ylläpidon kustannusindeksi. 2012. Verkkodokumentti. Tilastokeskus.
<www.tilastokeskus.fi/til/kyki/2012/01/kyki_2012_01_2012-0613_tau_001.fi.html>. Luettu 13.6.2012.
- 23 Kiinteistön ylläpidon kustannusindeksi. 2012. Verkkodokumentti. Tilastokeskus.
<www.stat.fi/til/kyki/2012/02/kyki_2012_02_2012-09-06_tau_004.fi.html>. Luettu 9.6.2012.
- 24 Työmaan jätehuolto. 2011. Verkkodokumentti. Ympäristöministeriö.
<www.korjaustieto.fi/pientalot/korjaushankkeet/materiaalitehokkuus/tyomaan-jatehuolto.html>. Luettu 16.7.2012.
- 25 Euroopan unionin jätedirektiivi. 2008. Verkkodokumentti. Ympäristöministeriö.
<www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=304983&lan=fi>. Luettu 20.8.2012.
- 26 Kiinteistön vesi- ja viemärlaitteistot. 2010. Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa D1. Helsinki: ympäristöministeriö.
- 27 Energian hinnat. 2012. Verkkodokumentti. Tilastokeskus.
<www.tilastokeskus.fi/til/ehi/index.html>. Luettu 5.12.2012.
- 28 Talotekniikan elinkaaritarkastelut. 2001. Suomen Talotekniikan Kehityskeskus Oy. Kirjapaino Oy.
- 29 Haahtela Yrjänä, Kiiras Juhani. 2012. Talonrakennuksen kustannustieto 2012. Helsinki: Haahtela-kehitys Oy.