

Elementtituotannon kustannustehokkuus

Olli Mustonen

Opinnäytetyö

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma Rakennustekniikan koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Olli Mustonen	
Työn nimi Elementtituotannon kustannustehokkuus	
Päiväys 23.02.2013	Sivumäärä/Liitteet 19/14
Ohjaaja(t) lehtori Pasi Haataja, lehtori Harry Dunkel	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Jukka Sevon Paroc Oy Ab	
Tiivistelmä <p>Tämän opinnäytetyön aiheena on Riihimäellä sijaitsevan INNOVA-passiivisaneerauskohteen elementtituotannon kustannustehokkuus. Työn tilaajana toimi Paroc Oy Ab:n tuotekehityspäällikkö Jukka Sevon, joka on INNOVA-hankkeen perustaja. Elementit tuotti Teeri-kolmio Oy ja asennustyön toteutti Lujatalo Oy. Tavoitteena oli selvittää kuinka paljon elementeille tulee hintaa, kun ottaa huomioon materiaalit, työn, kuljetukset, vanhan seinärakenteen purkamisen ja elementtien paikalleen asentamisen.</p> <p>Työskentely Teeri-kolmiolla auttoi keräämään käytännön tietoa elementtituotannosta ja siihen liittyvistä materiaaleista. Lisäksi opinnäytetyöhön kerättiin tietoa Internetistä, palveluntarjoajilta ja alaan liittyvästä kirjallisuudesta. Työssä tarkasteltiin aluksi mitä matalaenergiarakentamisella tarkoitetaan ja mitkä ovat kustannuslaskennan periaatteet. Lisäksi tarkasteltiin INNOVA-hankkeen työvaiheita sekä määriteltiin projektin kustannukset.</p> <p>Opinnäytetyöhön laskettiin työ- ja materiaalikustannukset. Kustannuslaskelmasta selvisi, kuinka paljon elementeille tulee hintaa kun otetaan huomioon valmistus, kuljetus, vanhan seinärakenteen purku ja paikalleen asennus. Kustannuslaskelmaa voidaan käyttää esimerkkinä taloyhtiöille, joissa suunnitellaan mahdollista passiivisaneerausta puuseinäelementein.</p>	
Avainsanat elementtituotanto, passiivisaneeraus, matalaenergiarakentaminen, kustannustehokkuus	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme In Construction Engineering			
Author(s) Olli Mustonen			
Title of Thesis Cost efficiency of element production			
Date	23 February 2013	Pages/Appendices	19/14
Supervisor(s) Mr. Pasi Haataja, Lecturer, Mr. Harry Dunkel, Lecturer			
Client Organisation/Partners Jukka Sevon Paroc Oy Ab			
<p>Abstract</p> <p>The subject of this thesis was the cost efficiency of element production for the INNOVA-passive reconstruction site located in Riihimäki. The work was commissioned by Product Development Manager Jukka Sevon from Paroc Oy Ab. The elements were produced by Teeri-kolmio Oy and installation work was executed by Lujatalo Oy. The goal was to find out the price for elements including materials, labor, transportation, demolition of the old wall structure and installation of the elements.</p> <p>Working at Teeri-Kolmio Oy helped with collecting practical information about element production and related materials. Information for this thesis was also gathered from the Internet, service providers and literature. In the first part of the thesis the principles concerning low-energy building and cost accounting were dealt with. The work stages and the costs of the project INNOVA were reviewed in the second part of this thesis. Labor and material costs were calculated in this thesis.</p> <p>The result of this thesis was a calculation of costs where the total cost of the elements with production, transportation, demolition of the old wall structure and installation were reported. This calculation can be used as an example for housing companies which are planning a passive redevelopment with wooden wall elements.</p>			
<p>Keywords</p> <p>Element production, passive redevelopment, low energy building, cost efficiency</p>			

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	5
2	MATALAENERGIARAKENTAMINEN	6
2.1	Energiakorjauksen perustiedot	6
2.2	Energiakorjauksen toteutus.....	7
2.3	Energiakorjausten taloudelliset vaikutukset	8
2.4	Passiivitalo	10
2.5	Passiivitalon edut	10
2.6	Passiivitalo korjausrakentamalla	10
3	RAKENNUSVAIHEEN KUSTANNUSLASKENTA.....	12
4	INNOVA-PASSIIVIKERROSTALO.....	13
4.1	Saneerauskohde	13
4.2	Hankkeen vaiheet	14
4.3	Kosteus- ja lämpöanturit.....	15
4.4	Seinän leikkaus.....	15
5	HANKKEEN KUSTANNUKSET.....	17
5.1	Elementtituotannon kustannustehokkuus	17
6	POHDINTA.....	19
	LÄHTEET	20
	LIITTEET	21

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön aiheena on elementtituotannon kustannustehokkuus ja tarkastelun kohteena on Riihimäellä sijaitseva INNOVA-passiivisaneerauskohde. Tavoitteena on selvittää kuinka paljon elementeille tulee hintaa kun ottaa huomioon materiaalit, työn, kuljetukset ja elementtien paikalleen asentamisen. Aiheen elementtituotannon kustannuksien tarkasteluun sain Paroc Oy Ab:n tuotekehityspäälliköltä Jukka Sevonilta, joka myös tunnustautuu INNOVA-hankkeen isäksi. Elementtien tuottaja on Teeri-kolmio Oy ja asennustyön toteuttaja Lujatalo Oy.

Passiivisaneerauskohde sijaitsee Riihimäellä ja se on Suomessa ensimmäinen laatuaan. Vanhan betonisandwich-elementein rakennetun kerrostalon uloin pinta puretaan. Ainoastaan kantava rakenne elementistä jää paikalleen. Laserkeilauksella tehdyt tarkat mittaukset vanhojen ikkunoiden ja ovien paikoista mahdollistavat elementtien valmistuksen tehtaalla. Tehtaalla siis asennetaan ikkunat, ovet ja ilmanvaihtokanavat paikalleen, jonka jälkeen 12 metriä korkeat elementit kuljetetaan työmaalle asennettaviksi.

Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää INNOVA-hankkeen kustannukset sekä vertailla kuinka paljon kustannukset eroavat paikalla rakennetun seinärakenteen ja tehtaassa valmistettujen elementtien välillä. Tuleeko hyöty näkymään tulevaisuudessa? Tarvittavat tiedot on kerätty Internetistä, palveluntarjoajilta, alan kirjallisuudesta ja oman työkokemuksen perusteella. Tietojen pohjalta on tehty kustannuslaskelma INNOVA-hankkeen kustannuksista sekä paikalla rakennetun seinärakenteen kustannuksista.

Kiinnostuin aiheesta siksi, että se on Suomessa ensimmäinen passiivisaneerauskohde ja myös sen takia, koska olin töissä kyseisessä tehtaassa ja sain ensikäden tietoa ja kokemusta elementtien valmistuksesta. Suuri kiitos kuuluu Teeri-kolmio Oy:n toimitusjohtaja Pauli Parviaiselle, joka esitteli minut Paroc Oy Ab:n tuotekehityspäällikö Jukka Sevonille.

2 MATALAENERGIARAKENTAMINEN

Matalaenergiakerrostalon toteuttaminen peruskorjaamalla perustuu tilojen lämmityksen energiantarpeen pienentämiseen. Matalaenergiakerrostalossa energiantarve on 50 % rakennusmääräysten mukaan rakennetun talon lämmityksen energiantarpeesta. (Nieminen.)

Kerrostalon matalaenergiakorjauksessa päähuomio tulee kiinnittää rakenteiden ja ikkunoiden lämmöneristyksen parantamiseen. Myös ilmanvaihdon lämpöhäviön pienentämiseen tulee kiinnittää huomiota. Matalaenergiatason saavuttaminen edellyttää painovoimaisen tai koneellisella poistolla varustetun ilmanvaihdon korvaamista lämmön talteenotolla varustetulla koneellisella tulo- ja poistoilmanvaihdolla. (Nieminen.)

2.1 Energiakorjauksen perustiedot

Rakennusten korjauksesta ollaan siirtymässä kokonaisvaltaisempaan rakennusten perusparantamiseen, joka tarkoittaa toimivuuden, arkkitehtuurin sekä taloudellisuuden energiatehokkuuden parantamista. Energiakorjausten päätavoite on parantaa rakennuksen energiatehokkuutta. Rakennuksen tehokas energiakorjaus sisältää aina sekä rakenneteknisen korjauksen että ilmanvaihdon korjauksen. (Matalaenergiarakentaminen: RIL 249-2009, 2009.)

Kerrostalo-asuinrakennusten energiakorjaus on haasteellinen paitsi teknisesti niin myös taloushallinnan ja päätöksentekoprosessin kannalta. Vastuu on jaettu isännöitsijän, taloyhtiön hallituksen ja osakkeenomistajien välillä. Osakkaiden näkemykset, taloudelliset intressit ja rahoitusmahdollisuudet vaihtelevat, mikä vaikeuttaa investointipäätöstä. (Matalaenergiarakentaminen: RIL 249-2009, 2009.)

Järkevän päätöksen teko ei ole helppoa, mutta sitä pohjustetaan selvällä ja perusteellisella korjausten vaihtoehtotarkastelulla sekä investointi- ja rahoitussuunnitelmalta. On syytä käyttää parasta saatavilla olevaa teknistä ja rakennuttamisasiantuntemusta korjaustoimenpiteiden suunnittelussa ja päätösten teossa. (Matalaenergiarakentaminen: RIL 249-2009, 2009.)

Energiakorjauksen tavoitteena on

- rakennuksen energiasäästö energiatehokkuutta parantamalla.
- rakennuksen elinkaaritalouden parantaminen energiakustannuksia pienentämällä.
- Rakennuksen elinkaaren ekotehokkuuden parantaminen pienentämällä uusiutumattoman energian kulutusta ja energiatuotannon päästöjä.
- sisäilman laadun parantaminen hallitulla ilmanvaihdoilla ja sisäänotto- ja kierrätysilman suodattamisella.
- sisäolosuhteiden kehittäminen vedottomiksi ja lämpötilaltaan tasaisiksi.
- sisätilojen kosteusongelmien vähentäminen hallitulla ja tasaisella ilmanvaihdoilla.

(Matalaenergiarakentaminen: RIL 249-2009, 2009.)

2.2 Energiakorjauksen toteutus

Korjausrakentamisessa peruskorjattava kohde ja työmaa on kartoitettava ennen varsinaista toimenpiteiden suunnittelun aloittamista (Matalaenergiarakentaminen: RIL 249-2009, 2009). Kuntoarvion tavoitteena on kartoittaa rakennuksen nykykunto ja tehdä havaintojen perusteella aikataulutettu kunnossapitosuunnitelma. Kuntoarviossa selvitetään kokonaiskuva kiinteistöstä ja sen mahdollisista korjaustarpeista. Turvallisuuden ja terveellisyyteen vaikuttavat tekijät ovat ensisijalla korjauksessa, seuraavaksi ovat korjauskustannuksiltaan merkittävät rakennusosien kustannukset ja kolmantena asiana selvitetään sisäolosuhteita ja energiataloutta. (Jonsto Insinööritoimiston www-sivut.) Energiakorjauksen tarkoituksena on todeta ongelma ja riskikohdat joiden toteutukseen ja ratkaisemiseen on kiinnitettävä erityistä huomiota (Matalaenergiarakentaminen: RIL 249-2009, 2009).

Kuntoarviossa määritellään remontin ajankohta. Jos se on lähitulevaisuudessa eli viiden vuoden sisällä, tulee taloyhtiön ilmoittaa siitä asukkaille, jotta asia ei tule kenellekään yllätyksenä. Toinen syy tiedottamiselle on saada asukkaiden hyväksyntä hankkeelle ja riittävä aika korjauksen teknisen toteutuksen ja rahoituksen järjestämiseen. Hyvin laadittu suunnitelma on myös toteutettava huolella. (Matalaenergiarakentaminen: RIL 249-2009, 2009.)

Urakoitsijoiden ja materiaalitoimittajien lisäksi tarvitaan toimivaa rakennuttajan valvojaa. Kohteelle pitää asettaa yksi vastuuvaihtaja, mutta myös kohteen suunnittelijat tarkastavat työnsä laatua oman suunnittelualan puolelta. Remontin valvojaksi palkataan usein rakennustoimiston rakennusinsinööri. Se on hyvä vaihtoehto, jos suunnittelijat jatkavat hankkeeseen osallistumista yleisvalvonnan osalta. Toinen ratkaisu on, että valvonnasta vastaavat suunnittelijat. Silloin kysymyksiin ottaa kantaa aina kunkin alan ammattilainen, joka tuntee hankkeen ongelmat ja syyt miksi on valittu juuri tietty korjaustapa ja ratkaisu. (Matalaenergiarakentaminen: RIL 249-2009, 2009.)

Energiakorjausprosessi etenee pääpiirteittäin seuraavasti:

- Lähtökohdaksi tarvitaan laadittu kiinteistöstrategia.
- Vaipan ja ilmanvaihtojärjestelmän nykytila ja korjauspotentiaali analysoidaan.
- Määritellään mahdollisia korjauskonseptimalleja ja -vaihtoehtoja järjestelmä- ja tuotetietoineen.
- Suoritetaan eri vaihtoehtojen keskeisimpien ominaisuuksien vertailu (mm. käyttöominaisuudet ja elinkaaritalous).
- Valitaan toteutettava vaihtoehto.

(Matalaenergiarakentaminen: RIL 249-2009, 2009.)

2.3 Energiakorjausten taloudelliset vaikutukset

Energiakorjausrakentamisella on suuri merkitys ilmastonmuutoksen hillitsemisen kannalta ja se on ainoa tehokas keino pienentää rakennusten energiakäytöstä aiheutuvia päästöjä lyhyellä aikavälillä (Nieminen).

Kerrostalon energiakorjaus on aina kallis operaatio. Kustannuksiin voidaan kuitenkin vaikuttaa yhdistämällä korjaukset rakennuksen elinkaaren aikaisiin joka tapauksessa tehtäviin kunnostuksiin. Korjaamattomissa 1970-luvulla rakennetuissa betonikerrostoissa julkisivujen kunnostus on edessä tällä vuosikymmenellä, jotta energiakustannukset pysyvät hallinnassa. Kunnostus on mahdollista tehdä pitkän aikavälin kunnossapitosuunnitelman (PTS) mukaisesti ennalta suunniteltuna ylläpitokorjauksena tai viimeistään välttämättömien ylläpitokorjausten yhteydessä. (Nieminen.)

Korjausrakentamisen prosessi vaikuttaa korjauksen onnistumiseen ja siten myös kustannuksiin. Prosessin tärkeimmät vaiheet ovat nykytilan selvitys, korjausratkaisujen

selvitys, suunnittelu ja uuden rakentaminen. Näissä korostuu erityisesti pääsuunnittelijan ja työmaan vastaavan vastuut. Jotta korjausrakentamisen prosessi olisi sujuvaa, on käytettyjen ratkaisujen oltava helposti asennettavia ja tuotteistettu siten että työmaan sujuvuus olisi taattu. Koko prosessin huolellinen suunnittelu mahdollistaa julkisivujen lisäeristämisen ja ilmanvaihdon uusimisen varsin kohtuullisessa ajassa. (Nieminen.)

Energiakorjauksen kustannuksista ei ole yhtenäistä hintatietoa. Tarkan hinnan saa vasta tarjouspyyntöjen perusteella. Toteutuneiden korjausten kustannuksia voidaan kuitenkin käyttää energiakorjausten kustannusten lähtötietoina. Kun useita kohteita on suunniteltu ja toteutettu saadaan huomattava etu urakoiden suunnitteluun ja toteutukseen kun kilpailutetaan urakoita. (Nieminen.)

Taulukko 1. Arvioita korjaustoimenpiteiden kustannusvaikutuksista (Nieminen)

Toimenpide	€/huoneisto-m ²
Ulkoseinän lisäeristäminen	
- julkisivun purkaminen ja uuden rakentaminen	150-250
- lisäeristys vanhan päälle	100-200
Ikkunoiden ja ovien vaihto	80-100
Ilmanvaihdon uusiminen	
- keskitetty ratkaisu	200-250
- huoneistokohtainen	250-300
Kaukolämpöön siirtyminen	100-200
Vesikatto	50-100
Parvekkeet	150-200

2.4 Passiivitalo

Passiivitalo on rakennus, jonka lämmitysenergian tarve on 20-30 kWh/brm² vuodessa. Lämmitysenergian tarve vaihtelee rakennuksen sijainnin mukaan. Tämä energiatarve on noin neljäsosa uusien kerrostalojen kulutuksesta ja vain 10-20 % vanhempien talojen kulutuksesta. (Paroc INNOVA www-sivut.)

Passiivitaloissa saavutetaan riittävän pienet lämpöhäviöt ja talon lämmöntarve voidaan kattaa suurimmalta osalta käytössä syntyvällä hukkalämmöllä. Passiivitalon lämmitykseen tarvitaan hieman lisälämpöä vain kylmimpinä jaksoina. Lisälämpö tuotetaan sähköllä ja lämmönjako tapahtuu ilmapuhaltimilla. Suurin osa passiivitalon energiasta kuluu lämpimään veteen ja taloussähköön. (Paroc INNOVA www-sivut.)

2.5 Passiivitalon edut

Tavallisen rakennuksen elinkaaren ympäristökuormasta 80-90 % muodostuu sen kuluttamasta energiasta. Passiivitalo rasittaa ympäristöä merkittävästi vähemmän. Passiivitalo on täysin vedoton ja lämpötila on miellyttävä ympäri vuoden. Sisäilma on puhdasta ja raikasta tehokkaan ilmanvaihdon, rakennuksen ilmatiiviin vaipan ja vähäpäästöisten M1 -luokan rakennusmateriaalien johdosta. Passiivitalossa on matalat elinkaarikustannukset ja passiivirakentaminen on kustannustehokkainta verrattaessa eri rakennusten elinkaarikustannuksia. Erityisesti energiakustannukset ovat ratkaisevasti muita vaihtoehtoja edullisemmat. Taloyhtiölle syntyy säästöjä kun lämmitysenergian kulutus ja asumisen kustannukset laskevat. Asumismukavuus ja ääneneristävyys paranevat huomattavasti unohtamatta asuntojen arvon nousua. (Paroc INNOVA www-sivut.)

2.6 Passiivitalo korjausrakentamalla

Passiivitalon voi toteuttaa myös korjausrakentamalla. Passiivitalokorjauksessa pieni energiatarve saavutetaan ulkovaipan lämpöhäviöitä (ulkoseinät, yläpohja, ikkunat ja ovet ja ulkovaipan) pienentämällä sekä ilmanvaihdon tehokkaalla lämmön talteenotolla ja vuotoilmavirtojen minimoinnilla. Passiivitalotavoitteen saavuttamisen tekee tavanomaista energiakorjausta haastavammaksi se, että korjattavan rakennuksen kaikkiin ominaisuuksiin ei välttämättä voida vaikuttaa. Näitä energiatarpeeseen vaikuttavia tekijöitä voivat olla mm. rakennuksen muoto, vanhojen rakenteiden aiheuttamat

kylmäsiilat ja alapohjan lämmöneristys. Korjattavien rakennusten ikkunapinta-ala sen sijaan on harvoin niin suuri, että se muodostuisi esteeksi pienen lämmitysenergian tarpeen saavuttamiselle. Tavanomaiseen lisäeristämiseen perustuvaan korjaamiseen verrattuna passiivikerrostalossa on myös parannettava rakennuksen ulkovaipan ilmanpitävyyttä. Passiivitalokorjauksessa vanhan julkisivun ja alkuperäisen lämmöneristyskerroksen purkaminen voi olla välttämätöntä, sillä ulkoseinän paksuus kasvaa lisäeristyksen ja uuden julkisivun johdosta matalaenergiakorjausta enemmän, ja siksi erilaisten räystäs-, ikkuna-, ovi- ja muiden läpivientidetaljien toteuttaminen on vanhan rakenteen päälle toteutettuna hankalampaa. (Nieminen.)

3 RAKENNUSVAIHEEN KUSTANNUSLASKENTA

Kustannuslaskennan tarkoituksena on määrittää hankekustannukset. Hankekustannukset käsittävät hankkeen toteutumisesta aiheutuvat kustannukset. Kustannuslaskennan periaatteiden mukaan kustannuslaskelman on oltava peittävä eli kaikki urakkaan ja sen suorituksiin kuuluvat asiat on oltava mukana laskelmassa. Huomioon on otettava suunnittelu-, työ- ja materiaalikustannukset. Kustannuslaskelmassa sama asia saa olla mukana vain yhdessä kustannuslaskelman nimikkeessä eli päällekkäisyyksiä ei saa olla. Kustannuslaskelma hinnoitellaan päivän hintaan ilman arvonlisäveroa. (Enkovaara, Haveri & Jeskanen 1999.)

Rakennusvaiheen kustannushallinta käsittää tuotannon tavoitelaskelman, tuotannon ohjauksen, muutostöiden kustannusten hallinnan sekä jälkilaskelman (Enkovaara, Haveri & Jeskanen 1999). Tässä opinnäytetyössä keskitytään jälkilaskentavaiheeseen, sillä työtä on tarkoitus hyödyntää tulevilla projekteilla.

Jälkilaskennan tehtävä on määrittää sekä työvaiheiden että hankkeen lopullisten kustannusten suuruus. Jälkilaskenta käsittää kustannuksiin vaikuttaneiden tekijöiden analyysin sekä taltiointin käytettäväksi myöhemmissä hankkeissa ja rakennusyrityksen kustannuslaskentajärjestelmän ylläpidossa. Jälkilaskenta suoritetaan hankkeen/työvaiheen valmistuessa. (Enkovaara, Haveri & Jeskanen 1999.)

4 INNOVA-PASSIIVIKERROSTALO

INNOVA-hankkeen tavoitteena on löytää uusia menetelmiä ja kehittää ratkaisuja 1970-luvun asuntokannan energiatehokkuuden parantamiseksi. INNOVA-hanke käynnistyi vuonna 2010 ja passiivisaneerauskohteeksi valittiin Riihimäen Kotikulman talo 10. Kotikulma on saanut käyttöönsä passiivirakentamisen erikoistuntemusta sekä taloudellista tukea korjaustöiden tekemiseen ja suunnitteluun. (Puuelementit tuovat nopeutta kerrostalon energiasaneeraukseen, 2011.)

4.1 Saneerauskohde

Riihimäen Kotikulman talo 10 on nelikerroksinen sandwich-elementtitalo, joka on rakennettu vuonna 1975. Asuntoja on 31 ja alakerrassa on päiväkotitila. Korjausurakka aloitettiin elokuun alussa vuonna 2011, jolloin vanha seinärakenne purettiin kokonaan pois. Betonisandwich-elementistä purettiin uloin kuori ja eristekerros pois. Ainoastaan asuntojen sisäseinä jäi paikoilleen.

Uusi julkisivu koostuu 69:stä eri elementistä. Elementtien leveydet mitoitettiin siten, että kaikki ikkuna- ja ovisyvennyksien rappaukset on mahdollista tehdä elementtitehtaalla. Elementtimitoitus perustui rakennuksen 3D-mallinukseen ja laserkeilaukseen. Uudet julkisivuelementit ovat 12 metriä korkeita pystysuoria puurunkoelementtejä. Kantava puurakenne on elementin reunoilla ja ikkunoiden ympärillä 39 x 300 mm kertopuuta. Koska kertopuu on liimattu rinnakkaisista viiluista, kosteusmuodonmuutokset ovat suhteellisen pieniä verrattuna sahatavarasta valmistettuun runkoon. Elementissä ei saa tapahtua vääntymistä tai muita muodonmuutoksia kuljetuksen, noston tai kääntämisen aikana ja näin ollen puurunko on levytetty molemmin puolin. Kertopuurungon sisäpuolelle on kiinnitetty 9 mm:n kuusivaneri liimaamalla ja naulaamalla. Elementin ulkopinnassa kuitusementtilevystä rakennettuun tuulensuojalevytykseen on liimattu kivivillapohjainen rappausaluslamelli. Parvekkeiden kohdalla julkisivumateriaalina on tuuletettu puuverhous. Mallielementille tehtiin nostokoe ennen elementtivalmistuksen aloittamista. Ikkunoissa tai pohjarappauksessa ei havaittu vaurioita tai muodonmuutoksia nostokokeen jälkeen. Elementtivalmistuksen mittatoleranssi on 4 mm. Kaikki asennustyöt tehdään paikan päällä ilman rakennustelineitä. (Lylykangas.)

4.2 Hankkeen vaiheet

Puuseinäelementit valmistetaan Teeri-Kolmio Oy:n toimesta Ylöjärvellä, josta elementit lähetetään kolmen erissä Riihimäelle. Riihimäellä sijaitsevan kerrostalon uloin seinärakenne puretaan ja julkisivuelementit asennetaan tilalle.

Puuseinäelementin valmistus

- Elementin runkomateriaalina toimii 300*50 kertopuu.
- Eriste, Paroc eXtra kivivilla.
- Ikkunat ja ilmanvaihtojärjestelmät asennetaan suoraan elementteihin.
- Sisäpinnassa havuvaneri.
- ulkopinnassa Aquapanel-sementtilevy, lamellikivivilla ja sen pinnassa pohjarappaus.
- elementtien mitat ovat keskimäärin 3m x 12m ja ne asennetaan työmaalla.

Kuvia puuseinäelementtien valmistuksesta liitteessä 3.

Vanhan seinärakenteen purku

- vanha seinä rakenne on sandwich -elementtirakenteinen.
- vuonna 1975 rakennettu kerrostalo.
- seinärakenne on 150*125*40-50 (betoni*eriste*betoni).
- puretaan ulkokuori ja eristevilla pois.

Kuvia vanhan seinärakenteen purkamisesta liitteessä 4.

Puuseinäelementin asennus

- seinärakenteeseen asennetaan koko talon kiertävä kertopuu 39*200 neljään kerrokseen.
- myös parvekkeiden kohdalle lisätukien asennus kertopuusta 33*200.
- kertopuiden väliin eristeeksi 100mm villa.
- tyvek -kangas pintaan.
- puuseinäelementit nostetaan pystyyn autonosturilla.
- asennus tapahtuu 10 mm terästangoilla jotka on injektoitu välipohjaan, teräslätkä ulkopuolelle.
- alapää kiinnitetään ruuveilla (k600).

Kuvia puuseinäelementtien asennuksesta liitteessä 5.

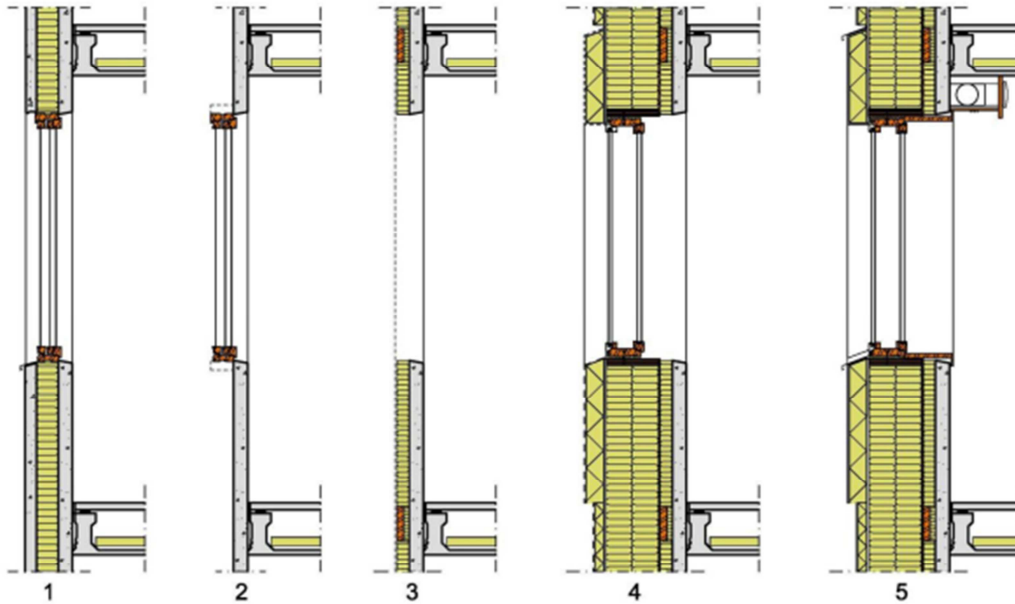
4.3 Kosteus- ja lämpöanturit

Anturit asennettiin kohteeseen asennettaviin elementteihin elementtitehtaalla, vain yhteen elementtiin asennettiin anturit suoraan työmaalla. Yhteensä antureita oli 36 kappaletta ja niitä asennettiin kuuteen eri elementtiin. Anturien avulla mitataan elementtien toimivuutta sekä lämmön että kosteuden vaihteluissa. Anturit asennettiin siten että kolme kappaletta sijaitsi elementin alaosassa noin ensimmäisen kerroksen korkeudella ja loput kolme ylhäällä noin neljännen kerroksen korkeudella. Anturit sijaitsivat noin 20 mm rappauspinnan alapuolella. Kyseiset anturit jätetään elementteihin, jotta niitä voidaan käyttää myöhemmissä mittauksissa. Antureissa ei ole virtalähdettä vaan ne ottavat tarvitsemansa virran langattomasta lukulaitteesta. Kuva kosteus- ja lämpöantureista liitteessä 6.

4.4 Seinän leikkaus

Kuvassa 1 on esitelty seinän leikkaus asennuksen eri vaiheissa. Ensimmäisessä kohdassa on nähtävissä seinärakenne alkuperäisessä kunnossa. Toisessa kohdassa uloin seinärakenne on poistettu, jolloin jäljellä on vain kantava betoniseinä. Seuraavassa kohdassa kantavan seinärakenteen pintaan on lisätty 100mm eristysvillaa. Tällä tavoin pinnan epätasaisuudet saadaan korjattua. Neljännessä kohdassa julkisivuelementti on asennettu vanhan seinärakenteen pintaan ja viimeisessä kohdassa seinärakenteeseen on tehty viimeistelytyöt.

Kuva 1. Seinän leikkaus (Lylykangas)



1. Alkuperäinen seinärakenne.
2. Uloin sandwich -elementtikerros purettuna ja lämmöneristys poistettuna.
3. 100 mm lämmöneristysvillaa asennetaan betonipintaan pinnan oikaisemiseksi.
4. Julkisivuelementissä on yhteensä 350/400 mm PAROC- kivivilla lämmöneristystä. Ikkunat, parvekkeen ovet ja pystysuora tuloilmakanavisto on valmiiksi asennettuna elementeissä.
5. Viimeistelytyöt tehdään paikan päällä.
(Lylykangas.)

5 HANKKEEN KUSTANNUKSET

Laskelma projektin kustannuksista on liitteessä 1. Kustannukset perustuvat suoraan palveluntarjoajilta saatuihin hintoihin. INNOVA-hankkeen toteutuneet kustannukset eivät välttämättä täsmää tämän oppinäytetyön laskelman kanssa. Laskelma antaa kuitenkin hyvän arvion projektin kustannuksista.

Kustannuslaskelmassa on otettu huomioon elementit valmistaneen Teeri-Kolmio Oy:n osalta työ- ja materiaalikustannukset, elementtien kuljetukset työmaalle, jätekustannukset sekä ikkunat ja ovet. Lujatalo Oy asensi elementit paikoilleen ja asennuksen osalta laskelmassa on huomioitu työ- ja materiaalikustannukset, nosturit, jätekustannukset sekä kosteus- ja lämpöanturit. Kustannuslaskelmassa on lisäksi huomioitu Purkupetteri Oy:n toteuttama vanhan seinärakenteen purkaminen, johon sisältyvät työ, jätteiden kuljetukset ja työkoneet.

Laskelman perusteella hankkeen verottomat kustannukset ovat yhteensä 435 226,20 euroa. Julkisivu koostuu yhteensä 69 elementistä, joten yhden elementin veroton kustannus on keskimäärin 6307,60 euroa. Todellisuudessa elementit ovat erikokoisia eli tarkkaa kustannusta jokaiselle eri elementille ei ole tässä opinnäytetyössä selvitetty. Kohteen seinäpinta-ala on 2484 m², joten elementtien neliöhinta on 175,21 €/m².

5.1 Elementtituotannon kustannustehokkuus

Suomen kerrostaloista yli neljännes on valmistunut 60–70 -luvuilla ja niiden saneeraukset energiakysymyksineen ovat edessä. Suomessa ei ole ennen Riihimäen projektia saneerattu kerrostaloja passiivitasoon, saati että niiden julkisivujen saneerauksessa olisi käytetty esivalmistettuja elementtejä.

Tämä projekti on Suomessa ensimmäinen laatuaan ja monia on vielä edessä. kyseisessä projektissa elementeille saadut kustannukset tulevat saamaan suurta huomiota kun vertaillaan muita vaihtoehtoja, kuten esimerkiksi paikalla rakennetun talon kustannuksia.

Esimerkkejä paikalla rakennetun seinärakenteen kustannuksista:

- Puurakenteinen ulkoseinä, puurunko 173+173 mm, vaakapaneeliverhous. 2484 m² yhteensä 488 568,68 €, neliöhinta 196,69 €/m².

- Puurunkoinen ulkoseinä 150 + 50 mm, tiiliverhous. 2484 m² yhteensä 476 844,20 €, neliöhinta 191.97 €/m².

Yllä mainitut hinnat sisältävät kerrostalon kaikkien seinärakenteiden työ- ja materiaalikustannukset, ikkunat ja parvekeovet sekä ikkunapellit. Tarkempi kustannuslaskelma liitteessä 2.

Passiivisaneerauskohteen vastaavat kustannukset olivat yhteensä 355543,30 € ja neliöhinta on 143,13 €/m², joten kustannukset ovat selvästi pienemmät kuin paikalla rakennetussa seinärakenteessa. Lisäksi pitkällä aikavälillä tarkasteltuna passiivikerrostalo on kustannuksiltaan edullisempi muun muassa energiankulutuksen, korjaus- ja kunnossapitotöiden sekä verojen ja muiden maksujen osalta.

Huputus- ja telinekustannukset tulee lisäksi ottaa huomioon paikalla rakennetun seinärakenteen kustannuksissa, koska elementtisaneerauksessa näitä kustannuksia ei tule. Huputuksiin ja telineisiin tarvittavia kustannuksia on eritelty liitteessä 1.

6 POHDINTA

Opinnäytetyön aiheen sain työpaikkani kautta, jossa kyseisellä hetkellä rakennettiin suurelementtejä. Pääsin itse tekemään kyseisiä elementtejä alkuvaiheesta pakkausvaiheeseen. Pääsin jopa näkemään kuinka kyseiset elementit asennetaan työmaalla. Sain siis ensikäden tietoutta opinnäytetyötäni tehdessä.

Tehtäväni oli laskea kuinka paljon koko passiivisaneeraushankkeelle tulee kokonaishintaa. Opinnäytetyössä oli otettava huomioon työ-, materiaali- ja kuljetuskustannukset Teeri-Kolmio Oy:n puolelta ja samat kustannukset Lujatalo Oy:n puolelta sekä Purkupetteri Oy:n osalta vanhan seinärakenteen purkamiseen kuluneet kustannukset.

Suurimmaksi ongelmaksi kehkeytyi tiedon saaminen. Monien vuokralaitteiden hintoja ei ollut internetissä saatavilla, joten asiaa täytyi kysellä sähköpostin välityksellä. Vastauksien saaminen kesti useita viikkoja. Opinnäytetyön aloitin syksyllä 2011 ja viimeiset kustannuksiin liittyvät vastaukset sain kesällä 2012. Tietoa opinnäytetyötäni varten ehdin siis keräämään puoli vuotta. Kaikkien tietojen yhteen pakkaaminen oli suurempi ongelma mitä osasin odottaa. Onnistuin lopulta työssäni hyvin, vaikka hitaasti eteninkin.

Opinnäytetyössäni laskettuja kustannuksia voidaan hyödyntää tulevaisuudessa, silloin kun taloyhtiössä on aika tehdä julkisivuremonttia ja keskustellaan menetelmistä miten se toteutetaan. Passiivisaneeraus on varteenotettava vaihtoehto erityisesti matalien energiakustannuksien vuoksi. Lisäksi taloyhtiön asukkaille aiheutuu huomattavasti vähemmän haittaa, koska seinärakenteita ei rakenneta paikan päällä ja sen johdosta työmaalla tehtävä työ lyhenee. Kustannuslaskelman perusteella myös rakennuskustannukset ovat ratkaisevasti muita vaihtoehtoja edullisemmat, joten uskoin että passiivisaneerauksen suosio tulee kasvamaan tulevaisuudessa.

LÄHTEET

Enkovaara, E., Haveri, H. & Jeskanen, P. 1999. Rakennushankkeen kustannushallinta. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Nieminen, Jyri [viitattu 20.4.2012]. INNOVA Kerrostalosta passiivitaloksi [verkkodokumentti]. Saatavissa:

http://innova.molentum.fi/sites/innova.molentum.fi/files/Innova_tietopaketti.pdf

Jonsto Insinööritoimiston www-sivu [viitattu 30.1.2013]. Saatavissa:

http://www.jonsto.fi/rakennus/kuntoarvio_ja_pts.html

Matalaenergiarakentaminen: RIL 249-2009. 2009. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien liitto RIL ry.

Mittaviiva Oy. 2012. ROK rakennusosien kustannuksia 2012. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Paroc INNOVA www-sivu [viitattu 4.4.2012]. Saatavissa: <http://innova.molentum.fi>

Lylykangas, Kimmo [viitattu 5.4.2012]. Passiivikorjaus esivalmistetuilla julkisivuelementeillä [verkkodokumentti]. Saatavissa:

<http://innova.molentum.fi/sites/innova.molentum.fi/files/Passiivikorjaus%20esivalmistetuilla%20julkisivuelementeilla%C3%A4.pdf>

Puuelementit tuovat nopeutta kerrostalon energiasaneeraukseen [verkkodokumentti].

Rakennuslehti 10/2011 [viitattu 21.10.2012]. Saatavissa: <http://www.teerikolmio.fi/uploads/files/rakennuslehti.pdf>

LIITTEET

Liite 1 1(2)

Kustannukset

Teeri-kolmio

Työ

Jätelava

Materiaali

Kertopuu 300*50	
Puut 48*98	
48*148	
Villa	PAROC eXtra 150 mm. 8.09€/m2
	PAROC eXtra 50 mm. 3.47€/m2
	PAROC eXtra 100 mm. 5.50€/m2
	PAROC eXtra 160 mm. 8.55€/m2
	PAROC UNM 37, 30 mm. 3.54€/m2
	PAROC FAL 1, 50 mm. 7.88€/m2
	PAROC FAL 1, 100 mm. 22.04€/m2
Ikkunat ja parvekeovet (Ikkunat 162kpl + ovet 37kpl)	
Vaneri	
Kivilevy aquapanel ruuveineen	
Nostolenkit	
Kiinnikkeet (Ankkurointinaulat, ankkurointiraudat, naulat, rullanaulat, liima)	
Kiinnityslaasti	
Ikkunapellit	
Kuljetustyömaalle	
Vakit	
suunnittelu (työnjohdon kustannukset)	

Määrä	Tunnit	ALV 0%	ALV23%	Brutto	Hinta €
10KVM	3240				65706
45pv		427.5	98.325	525.8	
4kpl tyhjennyksiä		569.12	130.89	700	1225.8
72m3					35000
1140m					
1568m					3900
3200m2		25888	5954	31842	31842
500m2		1735	399	2134	2134
500m2		2750	632	3382	3382
500m2		4775	1098	5873	5873
45rullaa = 360m2		1274	293	1567	1567
650m2		5122	1178	6300	6300
550m2		12122	2788	14910	14910
199Kpl		104000	23920	127920	127920
720kpl					7920
2160m2					27500
					450
					4400
					3900
					120
14kpl					9100
8kpl					6000
					11176

LUJATALO OY

Purkuporukka

Purkupetteri Oy

Työ (3kpl KVM) 35pv	
Jätteenkuljetukset (1kpl jätelava)	
Jätelavan tyhjennykset 9kpl	
Työkoneet	
Bobcat 753 kauhakuormaaja	
2kpl kurottajia kuljettajalla (55€/h/kpl)	
Brokk purkurobotti betonisakilla (55€/h)	
Miehistökorin villanpoistoon (sisältyy hintaan)	

1vk = 550€ sis.alv

Lujatalo

Työ (2kpl KVM) 18työpäivää	
Jätteenkuljetukset	
Jätelavan tyhjennykset 2kpl	
Materiaali	
Kanttikanaavat	
Kertopuu	
39*200	7.4€/m
33*200	6.27€/m
Paroc eXtra 100mm	5.50€/m2
Elementtien kiinnitys materiaalit	
10mm Terästanko + teräslaatta. 0.75€/m	
Ruuvit, naulat	
Ruuvit 5*100	
Naulat 100*3.4	
Rappaus	
Elementtien välinen sauma 702€/säkki	
Saksilava (Ramirent), lavakork. 11-13m	
(384,44€/pv, seuraavat päivät 327,70€/pv)	
Helakoski, Leapher LM 90, 90tonnia (150€/h)	
Kosteus ja lämpöanturit (1kpl= 400€)	

Määrä	Tunnit	ALV 0%	ALV23%	Brutto	Hinta €
3kpl	840tuntia				17034
49pv		808.5	185.9	994.5	994.5
9krt		1280	294.4	1574.4	1574
1kpl		3130	720	3850	3850
2 kpl		30800	7084	37884	37884
1 kpl		15400	3542	18942	18942
1 kpl					
2kpl	288tuntia				6385
24pv		246	56.6	302	302
2krt		284.5	65.4	350	350
311.4m		5067.22	1165.5	6232.7	6232.7
850m		6290	1446.7	7736.7	7736.7
550m		3448.5	793.2	4241.7	4241.7
750m2		4125	948.8	5073.8	5053.8
204m		153	35.2	188.2	188.2
4pkt (100kpl/pkt)				31	31
1pkt (10kg)				39.90	39.90
3000kg		2108.34	484.9	2593.3	2593.3
18pv		5955.34	1369.73	7325.1	7325.1
18pv		21600	4968	26568	26569
36kpl		14400	3312	17712	17712

Yhteenveto

TEERI-KOLMIO OY		
	ALV 23%	ALV 0%
Työ	76881,00	62 504,90 €
Materiaali	155198,00	126 177,30 €
Kuljetustyömaalle	9100,00	7 398,40 €
Jättekustannukset	1225,80	996,70 €
Ikkunat ja ovet	127920,00	104 000 €
Yhteensä	370324,80	301 077,30 €
LUJATALO OY		
	ALV23%	ALV0%
Työ	6385,00	5 191,10 €
Materiaali	26063,00	21 189,40 €
Nosturit	33893,10	27 555,40 €
Jättekustannukset	652,00	530,10 €
Kosteus ja lämpöanturit	17712,00	14 400 €
Yhteensä	84705,10	68 866,00 €
Purkupetteri Oy		
	ALV23%	ALV0%
Työ	17 034,00 €	13 848,80 €
Jätteenkuljetukset	2 588,00 €	2 104,10 €
Työkoneet	60 676,00 €	49 330,00 €
Yhteensä	80 298,00 €	65 282,90 €
Yhteensä. Työ + Materiaali	535 327,90 €	435 226,20 €
Hinta 1kpl elementti	7 758,40 €	6 307,60 €

Teline ja huputuskustannukset (Säästö)

Teline ja huputuskustannukset

- Telinekaluston vuokra 200-230 eur / vrk
- Sääsuojakaluston vuokra 270-300 eur / vrk
- Kaluston asennus ja purku n. 50 000 eur
- Nosturi n. 5 000 eur
- Kuljetukset n. 3 500 eur
- Telinepeite 2 000 eur ja mikäli eristävä talvipeite niin silloin 6 000 ei

Esimerkkejä paikalla rakennettujen seinien kustannuksista

Puurakenteinen ulkoseinä, puurunko 173 + 173 mm, vaakapaneeliverhous
Ulkomaali, vaakapaneeliverhous, tuulensuojalevy, puurunko, mineraalivilla, kisilevy, tasoite, maalaus

Rakenteen paksuus 460mm

Työ- ja materiaalikustannukset yhteensä 154,77 €/m²

2484m² kohteen seinäala

Työ- ja materiaalikustannukset 154,77 * 2484 =	384 448,68 €
Ikkunat ja parvekeovet (Ikkunat 162kpl + ovet 37kpl)	104 000,00 €
Ikkunapellit	120,00 €
Yhteensä ALV 0%	488 568,68 €

Puurakenteinen ulkoseinä 150 + 50 mm, tiiliverhous

Julkisivutiili, tuulensuojalevy, koolaus, puurunko, mineraalivilla, kipsilevy, seinätasoite, seinämaali

Rakenteen paksuus 378 mm

Työ- ja materiaalikustannukset yhteensä 150,05 €/m²

2484 m² kohteen seinäala

Työ- ja materiaalikustannukset 150,05 * 2484	372 724,20 €
Ikkunat ja parvekeovet (Ikkunat 162kpl + ovet 37kpl)	104 000,00 €
Ikkunapellit	120,00 €
Yhteensä ALV 0%	476 844,20 €

Lähde: ROK Rakennusosien kustannuksia 2012

Kuvia puuseinäelementin valmistuksesta



Kuva 1. Elementin valmistus.



Kuva 2. Elementin ilmanvaihtokanavat.



Kuva 3. Elementin nosto.



Kuva 4. Elementin kääntö.



Kuva 5. Lämpöeristeiden asentaminen elementtiin.



Kuva 6. Aquapanelin asentaminen elementtiin.



Kuva 7. Lamellikivivillojen asentaminen elementtiin.



Kuva 8. Pintarappausta vaille valmis elementti.



Kuva 9. Pintarappauksen teko.



Kuva 10. Valmiin elementin siirtäminen vakkiiin.



Kuva 11. Valmis elementti.



Kuva 12. Valmiin elementin nostoharjoitus.



Kuva 13. Valmiin elementin nostoharjoitus.



Kuva 14. Valmiin elementin nostoharjoitus.

Kuvia vanhan seinärakenteen purkamisesta



Kuva 15. Vanhan seinärakenteen purkaminen.



Kuva 16. Vanhan seinärakenteen eristekerros.

Kuvia puuseinäelementin asennuksesta



Kuva 17. Elementin nosto paikalleen.

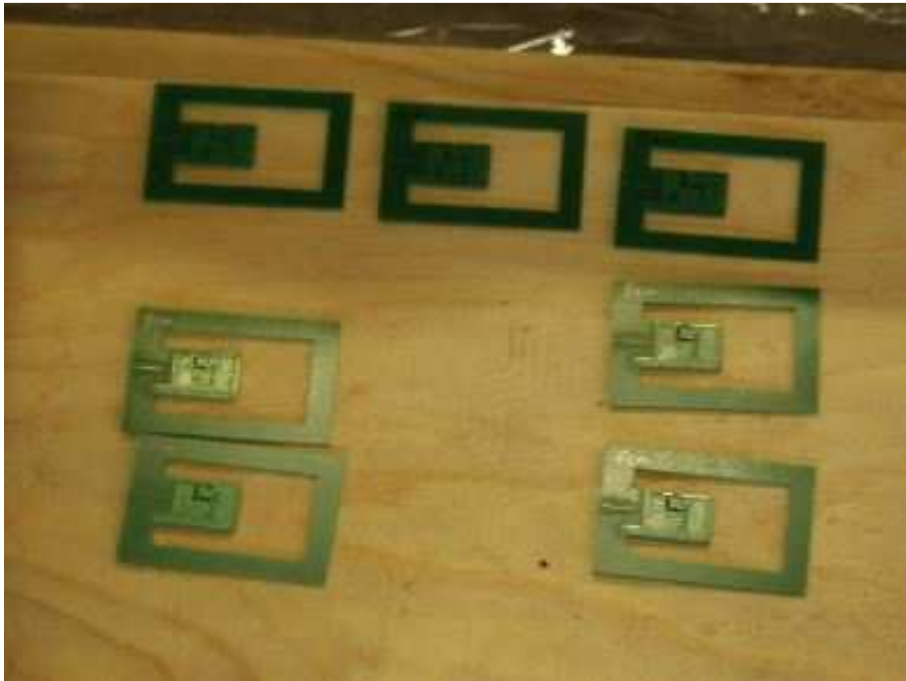


Kuva 18. Elementin nosto paikalleen.



Kuva 19. Ensimmäiset elementit asennettuina paikalleen.

Kuva kosteus- ja lämpöantureista



Kuva 20. Kosteus- ja lämpöanturit.