

Opinnäytetyö (AMK)

Rakennustekniikka

Kiinteistönhoito, korjaus ja restaurointi

2014

Jukka-Pekka Laine

1970-LUVUN OMAKOTITALON ULKOSEINÄN SANEERAUS



TURUN AMMATTIKORKEAKOULU
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennustekniikan koulutusohjelma | Kiinteistöhoito, korjaus ja restaurointi

2014 | 30

Maarit Järvinen

Jukka-Pekka Laine

1970-LUVUN OMAKOTITALON ULKOSEINÄN SANEERAUS

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella 1970-luvulla rakennetun omakotitalon kosteusvaurioituneiden ulkoseinärakenteiden korjaus, määrittää korjauksen materiaali- ja työkustannukset sekä esitellä korjauksen eri työvaiheet.

Opinnäytetyö aloitettiin suunnittelemalla kaksi erillistä korjausvaihtoehtoa. Toisessa korjausvaihtoehdossa ulkoseinärakenne oli tarkoitus korjata vanhaa vastaavaan kuntoon, ja toisessa korjausvaihtoehdossa oli tarkoitus parantaa ulkoseinärakenteen lämmöneristävyyttä ja julkisivumateriaalina toimivan tiilikuorimuurauksen taustan tuulettuvuutta.

Korjausvaihtoehtojen suunnittelun jälkeen laskettiin materiaali- ja työkustannukset molempiin korjausvaihtoehtoihin. Laskettujen materiaali- ja työkustannusten perusteella lähetettiin tilaajalle kaksi erillistä tarjousta korjaustöiden toteuttamisesta.

ASIASANAT:

korjausrakentaminen, kosteusvaurio, korjauskustannukset

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Civil Engineering | Real Estate Management, Renovation and Restoration

2014 | 30

Maarit Järvinen, Senior Lecturer

Jukka-Pekka Laine

THE OUTERWALL RENOVATION OF A 1970s DETACHED HOUSE

The objective of this thesis was to design the renovation of the moisture damaged outer walls of a 1970s detached house, to determine the material and labour costs and to explain the different stages of the renovation.

This thesis project was begun by designing two separate renovation options for the outer walls. In the first renovation option the outer wall structures were to be restored to the condition in which they were before the moisture damage, and in the second renovation option the aim was to improve the thermal insulation of the wall structure and the ventilation of the facade brickwork.

After designing the renovation options, the material and labour costs were calculated for both renovation options. Based on the calculations, two separate offers were sent to the client on the execution for the renovation.

KEYWORDS:

renovation, moisture damage, costing

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	6
2 SANEERATTAVA RAKENNUS JA VAURIOITUNUT ULKOSEINÄRAKENNE	7
2.1 Peltisepänkatu 47	7
2.2 Alkuperäinen ulkoseinärakenne	8
2.3 Uretaanivaahdolla lisälämmöneristetty ulkoseinärakenne	9
2.4 Uretaanivaahdolla lisälämmöneristetyn ulkoseinärakenteen ongelmat	10
3 MUURATUT JULKISIVUT	12
3.1 Yleisiä muuratun ulkoseinän suunnitteluperiaatteita	12
3.2 Ulkoseinän rakennekerrokset ja niiden tehtävät	13
3.2.1 Höyrynsulku	13
3.2.2 Ilmansulku	14
3.2.3 Tuulensuoja	15
4 KORJAUSVAIHTOEHDOT	16
4.2 Vanhaa vastaavaan kuntoon korjattu rakenne	16
4.3 Saneerauksen työvaiheet	17
4.3.1 Purku	17
4.3.2 Rakenteiden kuivaus	17
4.3.3 Muurauslaastipurseiden poisto	18
4.3.4 Bitumivuorauspaperin asennus	20
4.3.5 Mineraalivillaeristeen asennus	20
4.3.6 Höyrynsulkumuovin asennus	20
4.3.7 Kipsilevyn asennus	21
4.4 Parannettu ulkoseinärakenne	21
4.5 Parannetun ulkoseinärakenteen työvaiheiden esittely	23
5 KORJAUSVAIHTOEHTOJEN KUSTANNUKSET	24
5.1 Korjausvaihtoehtojen materiaalikustannukset	24
5.2 Korjausvaihtoehtojen työkustannukset	25
5.3 Korjausvaihtoehtojen taloudellinen vertailu	26
6 YHTEENVETO	28

LÄHTEET

30

KUVAT

Kuva 1. Leikkauskuva saneerattavasta rakennuksesta.	7
Kuva 2. Alkuperäinen ulkoseinärakenne.	8
Kuva 3. Uretaanivaahdolla lisälämmöneristetty rakenne.	9
Kuva 4. Vanhaa vastaavaan kuntoon korjattu ulkoseinärakenne.	16
Kuva 5. Havainnekuva tiilikuorimuurauksen tukkeutumisesta.	19
Kuva 6. Parannettu ulkoseinärakenne.	22

TAULUKOT

Taulukko 1. Vanhaa vastaavan rakenteen materiaalikustannukset.	24
Taulukko 2. Parannetun ulkoseinärakenteen materiaalikustannukset.	25
Taulukko 3. Vanhaa vastaavan rakenteen työkustannukset.	25
Taulukko 4. Parannetun ulkoseinärakenteen työkustannukset.	26
Taulukko 5. Kokonaiskustannukset eri korjausvaihtoehdoilla.	27

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön aiheena on vuonna 1973 valmistuneen omakotitalon kosteusvaurioituneiden ulkoseinien saneeraus. Saneerattava kohde sijaitsee Turussa, osoitteessa Peltisepänkatu 47. Rakennuksesta tehtiin asuntokauppa alkuvuodesta 2014, ja ulkoseinien kosteusvauriot havaittiin, kun uusi omistaja oli poistanut pintaverhouslevyt ulkoseinistä ja havainnut seinien lämmöneristeenä toimivan mineraalivillan sekä tuulensuojana toimivan tervapaperin kostuneen.

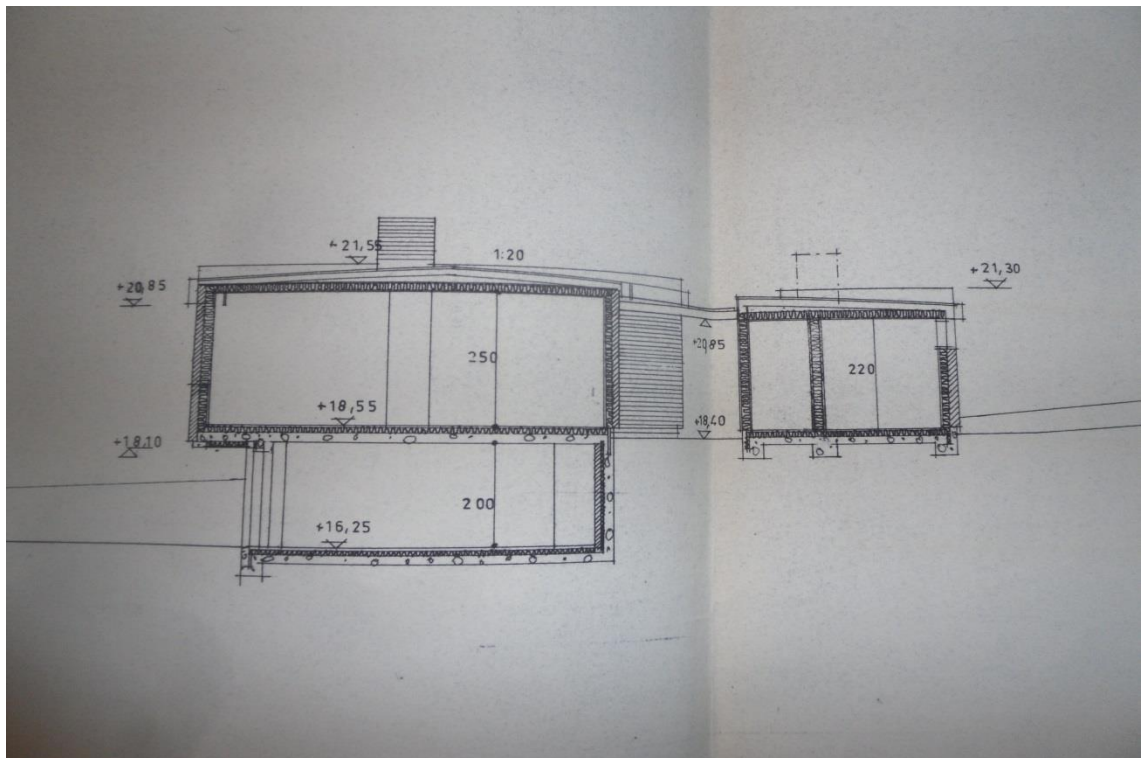
Rakennuksen ulkoseinien vaurioituminen johtuu ulkoseinärakenteen puutteellisesta rakennusfysikaalisesta toiminnasta. Rakennuksen ulkoseiniin on noin vuosi sen valmistumisen jälkeen toteutettu lisälämmöneristys. Lisälämmöneristys on toteutettu täyttämällä julkisivumateriaalina toimivan tiilikuorimuurauksen tuuletusväli uretaanivaahdolla, muodostaen tiivin, vesihöyryä läpäisemättömän rakennekerroksen rakenteen kylmälle puolelle. Näin ollen sisäilman kosteus on tiivistynyt uretaanin sisäpintaan aiheuttaen kosteusvaurioita seinärakenteen sisään. Lisäksi tiilikuorimuurauksen tuulettuminen on estetty täyttämällä tuuletettava ilmväli kuorimuurauksen ja ulkoseinärakenteen välistä.

Saneerauksen tilaajana toimii rakennuksen omistaja. Tilaajan esittämän toiveen perusteella saneerauksesta tehdään kaksi erillistä suunnitelmaa. Toisen korjaussuunnitelman tavoitteena on saneerata ulkoseinärakenteet vanhaa vastaavaan kuntoon, ja toisessa suunnitelmassa ulkoseinärakenteen energiatehokkuutta sekä julkisivumateriaalina toimivan tiilikuorimuurauksen tuulettuvuutta parannetaan. Tämän opinnäytetyön tavoitteena on suunnitella edellä mainitut kaksi seinärakennetta sekä vertailla kahden eri korjausvaihtoehdon kokonaiskustannuksia. Lisäksi opinnäytetyössä esitellään nykyinen ulkoseinärakenne ja sen ongelmat sekä eri korjausvaihtoehtojen työmenetelmät.

2 SANEERATTAVA RAKENNUS JA VAURIOITUNUT ULKOSEINÄRAKENNE

2.1 Peltisepänkatu 47

Ulkoseinäsaneerauksen kohteena on vuonna 1973 valmistunut omakotitalo osoitteessa Peltisepänkatu 47, 20320 Turku. Rakennus on rakennettu kahteen tasoon, joista alemmassa tasossa on kellaritilat. Kellaritiloissa on rakennuksen autotalli, pannuhuone ja varastointitilaa. Asuintilat ovat kaikki toisessa tasossa. Rakennus on perustettu kellariperusteisesti suoraan kallion varaan. Alapohjarakenteena rakennuksessa toimii suoraan kallion päälle valettu teräsbetonilaatta. Ulkoseinärakenteet ovat kellarin osalta kivirakenteiset ja asuintilojen osalta puurakenteiset. Rakennuksen kattomallina on loiva harjakatto (1:20), ja katemateriaalina on huopa. Ilmanvaihto rakennuksessa toimii painovoimaisesti.

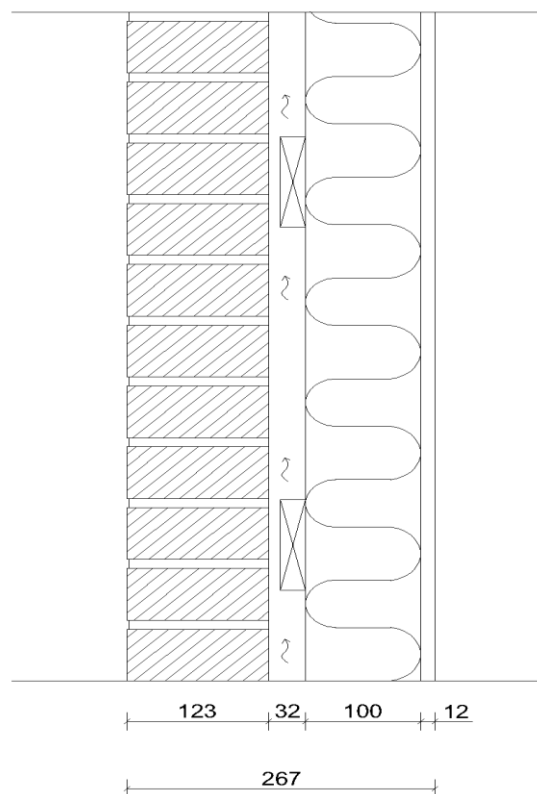


Kuva 1. Leikkauskuva saneerattavasta rakennuksesta

2.2 Alkuperäinen ulkoseinärakenne

Rakennuksen alkuperäinen ulkoseinärakenne on toteutettu hyvää rakennustapaa noudattaen ja rakennusfysikaalisesti toimivaksi. Rakennekerrokset ulkoa sisälle päin lueteltuna ovat seuraavat:

- julkisivumuuraus ~ 123 mm
- tuulettuva ilmarako sekä vinolaudoitus ~ 32 mm
- tuulensuojana toimiva tervapaperi
- kantava puurunko sekä lämmöneristeenä toimiva mineraalivilla 100 mm
- höyrynsulkuna toimiva muoviivistystypaperi
- pintaverhoiluina toimiva lastulevy 12 mm



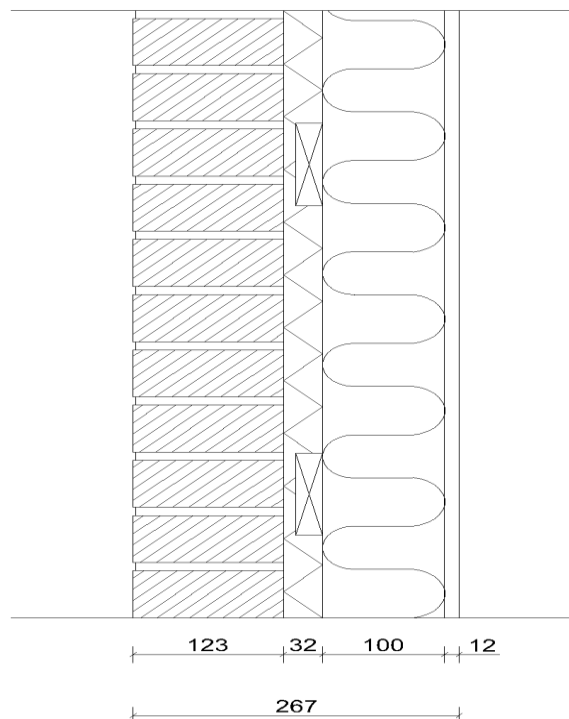
Kuva 2. Alkuperäinen ulkoseinärakenne.

2.3 Uretaanivaahdolla lisälämmöneristetty ulkoseinärakenne

Rakennukseen on noin vuosi sen valmistumisen jälkeen toteutettu lisälämmöneristys. Lisälämmöneristys on toteutettu täyttämällä tiilikuorimuurauksen tuulettuva ilmarako uretaanivaahdolla. Uretaanivaahto on asennettu tiilikuorimuurauksen taakse poraamalla reikiä tiilimuurauksen saumoihin sekä pursuttamalla uretaanivaahto näistä reistä tiilimuurauksen taakse.

Rakennekerrokset ulkoa sisälle päin lueteltuna ovat lisälämmöneristetyssä seinärakenteessa seuraavat:

- julkisivumuuraus ~ 123 mm
- uretaanivaahto sekä vinolaudoitus ~ 32 mm
- tuulensuojana toimiva tervapaperi
- kantava puurunko ja lämmöneristeenä toimiva mineraalivilla 100 mm
- höyrynsulkuna toimiva muoviivistyspaperi
- pintaverhoiluna toimiva lastulevy 12 mm



Kuva 3. Uretaanivaahdolla lisälämmöneristetty rakenne.

2.4 Uretaanivaahdolla lisälämmöneristetyin ulkoseinärakenteen ongelmat

Uretaanivaahdolla lisälämmöneristetyin ulkoseinärakenteen ongelma liittyy rakenteen kosteustekniseen toimimattomuuteen. Täyttämällä tiilikuorimuurauksen tuuletusväli uretaanivaahdolla on aikaansaatu tiivis, vesihöyryä heikosti läpäisevä rakennekerros seinärakenteen sisälle. Ulkoseinärakenteen eri rakennekerrosten vesihöyryläpäisyvastuksen tulisi pienentyä ulospäin mentäessä, jotta seinään ei sisäilman diffuusion tai ilmavirtausten vuoksi kerääntynyt haitallisia määriä kosteutta. Rakennekerrosten vesihöyryläpäisyvastusten pienenemisellä ulospäin mahdollistetaan sisäilmasta rakenteen sisälle pääsevän kosteuden tuuletus ulkoilmaan. (RIL 107-212, 68.)

Rakennekerroksia ei tulisi jättää kahden vesihöyrytiivin pinnan väliin ilman tuuletusmahdollisuutta. Tämä koskee erityisesti puuta sekä puupohjaisia materiaaleja sisältäviä rakennekerroksia. Ulkoseinärakenteissa tulisi aina olla yhtenäinen tuuletusväli rakenteen kylmällä puolella. (Rakennustieto Oy, 2014, 358.)

Täyttämällä tiilikuorimuurauksen tuuletusväli uretaanivaahdolla on rakennuksen kantava puurunko, tuulensuojana toimiva tervapaperi, sekä lämmöneristeenä toimiva mineraalivilla jäänyt kahden vesihöyrytiivin pinnan väliin. Ulkopuolella vesihöyrytiivinä pintana toimii uretaanivaahdotus ja sisäpuolella höyrynsulkuna toimiva muovitiivistyspaperi. Näin ollen sisäilmasta rakenteen sisälle päässyt kosteus on osittain tiivistynyt uretaanivaahdon sisäpintaan kastellen paikoitellen rakennuksen puurungon, tervapaperin sekä mineraalivillan.

Toinen edellä mainitun seinärakenteen ongelma liittyy tiilikuorimuurauksen tuuletuksen puutteellisuuteen. Tiiliverhous on rakennuksen lyhyistä räystäistä johtuen hyvin alttiina sadevesille. Tiiliverhous toimii sateella lähes imupaperin tavoin, jolloin yhtenäistä vesikalvoa ei tiilen pinnalle synny, vaan sadevesi imeytyy huokoiseen tiilimuuraukseen. (Björkholtz.1997, 101.)

Ilmarako tiilikuorimuurauksen takana estää veden pääsyn syvemmälle seinään. Jos tiilikuorimuurauksen takana on puuseinä, ilmaraon täytyy olla yhteydessä ulkoilmaan, eli tuulettua. Muutoin puurakenteinen ulkoseinä voi alkaa homehtua sekä lahota. (Björkholtz.1997, 101.)

Tiilikuorimuurauksen taakse pursutetulla uretaanivaahdolla on estetty tiilikuorimuurauksen tuulettuminen ilmarakoon. Näin ollen tiilikuorimuuraus tuulettuu vain yhteen suuntaan, ulospäin. Tämä hidastaa tiilikuorimuurauksen kuivumista, ja aiheuttaa näin ollen lisääntyneitä kosteusrasitusta ulkoseinärakenteille, ja sitä kautta myös kosteusvaurioriskiä ulkoseinärakenteessa.

3 MUURATUT JULKISIVUT

3.1 Yleisiä muuratun ulkoseinän suunnitteluperiaatteita

Ulkoseinärakenne tulee suunnitella ja toteuttaa siten, että se täyttää vähintään seuraavat keskeiset ominaisuudet:

- Seinän ulko-osan (julkisivupinta, tuuletusväli ja tuulensuoja) liittymiseen tulee olla myrskysateen pitävä.
- Seinän ulko-osan liittymiseen tulee estää tuulen haitalliset vaikutukset seinärakenteessa.
- Seinän sisäosan (sisäverhous, ilmansulku ja höyrynsulku) liittymiseen tulee olla ilmanpitävä.
- Seinärakenteen tulee olla kuivumiskykyinen.
- Seinärakenteen tulee olla hyvin lämpöä eristävä. (RIL 107-212, 67.)

Kerroksellisissa ulkoseinärakenteissa, joissa on erillinen ulkoverhous, ulkoverhouksen taustan tuulettuminen varmistetaan käyttämällä tuuletusväliä. Tiiliverhouksen taakse on tehtävä yhtenäinen vähintään 30 mm leveä tuuletusväli, jonka tarkoitus on rakenteen kuivattamisen lisäksi estää tiiliverhouksen läpi tunkeutuvan sadeveden valuminen lämmöneristeisiin. Puurunkoisissa tiiliverhotuissa ulkoseinissä tai voimakkaalle viistosateelle altistuvissa ulkoseinissä suositellaan käytettäväksi vähintään 40 mm:n tuuletusväliä. (RIL 107-212, 68.)

Alimmasta tiilivarvistä tulee jättää vähintään joka kolmas pystysauma auki rakenteen tuulettumisen ja rakenteeseen joutuneiden vuotovesien poistamisen varmistamiseksi. Vaihtoehtoisesti tuuletus ja vedenpoisto voidaan järjestää myös muulla luotettavalla tavalla. Vuotovesien poistuminen rakenteesta tulisi varmistaa myös liikuntasauvojen kohdalta sekä vaakasuorista rakenneliitoksista, kuten ikkunoiden ja ovien päältä. (RIL 107-212, 80.)

Ulkoseinärakenteen eri kerrosten vesihöyrynläpäisykertoimien ja ilmanpitävyyden on oltava sellaiset, ettei ulkoseinään sisäilman vesihöyryn diffuusion tai ilmavirtausten vuoksi kerääny haitallista määrää kosteutta. Ulkoseinärakenteeseen liittyvien rakenteiden liitokset ja läpivientien kohdat on myös tiivistettävä huolellisesti. Saumojen ja liitosten tiivistämiseen tulee käyttää hyvän tartuntakyvyn ja joustavuuden omaavia tuotteita, joilla taataan liitosten ilmatiiviys rakennuksen käyttöiän aikana. (RIL 107-212, 68.)

3.2 Ulkoseinän rakennekerrokset ja niiden tehtävät

Ulkoseinärakenteen luotettavan kosteusteknisen toiminnan varmistamiseksi rakenteissa tulee olla aina höyryn- ja ilmansulku. Lisäksi avohuokoisella lämmöneristeellä eristetyissä ulkoseinärakenteissa tulee yleensä olla yhtenäinen tuulensuojakerros lämmöneristeen ulkopinnassa. (RIL 107-212, 27.)

Kerroksellisissa ulkoseinärakenteissa on rakenteen toimivuuden varmistamiseksi erilaisia, eri ominaisuuksilla varustettuja rakennekerroksia. Seuraavassa on esitetty avohuokoisella lämmöneristeellä eristetyn, puurankarakenteisen seinän eri rakennekerrokset sekä niiden tehtävät.

3.2.1 Höyrynsulku

Höyrynsulun pääasiallinen tehtävä on estää ulkoseinärakenteen läpi sisältä ulospäin tapahtuva haitallinen vesihöyryn diffuusio. Höyrynsulkuna rakenteessa voi olla mikä tahansa tiivis ja yhtenäinen ainekerros, joka sijaitsee rakenteen lämpimällä puolella ja jolla on riittävä vesihöyrynvastus. Se voi olla esimerkiksi kalvo-, levy-, kivi- tai massiivipuurakenne. (RIL 107-212, 27.)

Mikäli kosteutta pääsee sisäilmasta liikaa rakenteisiin, se voi tiivistyä ja jäätyä ulkoverhouksen tai tuulensuojan pintaan ja aiheuttaa rakenteessa homeen kasvulle otolliset olosuhteet. Kriittisimpiä ajanjaksoja ovat talvi ja syksy, jolloin ulkoilman lämpötila on alhaisempi, ja siihen mahtuvan vesihöyryn määrä on alhaisempi sisäilmaan verrattuna. Tästä syystä kerroksellisen ulkoseinärakenteen

sisäpinnassa tulee olla tiivis ilmansulku ja riittävän vesihöyryvastuksen omaava höyrynsulku. (Rakennustieto Oy, 2014, 359.)

3.2.2 Ilmansulku

Ilmansulun pääasiallinen tehtävä on estää vaipan läpi tapahtuvat haitalliset ilmavirtaukset. Myös ilmansulkuna voi toimia esimerkiksi kalvo-, levy-, kivi- tai massiivipuurakenne. Ilmansulku sijoitetaan kerroksellisessa rakenteessa yleensä lämpimälle puolelle, lähelle rakenteen sisäpintaa. (RIL 107-212, 27.)

Ulkoseinän ilmansululla on useita tärkeitä tehtäviä ulkoseinärakenteen toiminnan kannalta. Ilmansulun tehtäviä ovat

- estää haitallinen vesihöyryn siirtyminen ilmavirtausten mukana rakennuksen ulkoseinärakenteisiin
- estää erilaisten terveyshaittoja aiheuttavien partikkeleiden sekä kaasujen haitallinen siirtyminen rakenteista ja niiden ulkopuolelta sisäilmaan
- estää ulkoa sisäänpäin tapahtuvan ilmavirtauksen jäähdyttävä vaikutus ulkoseinärakenteen sisäpinnan lähellä siten, että rakenteen sisäpintaan ei synny homeen kasvulle otollisia olosuhteita
- vähentää rakennuksen energiankulutusta vähentämällä lämmön siirtymistä ilmavirtausten mukana ulkoseinärakenteen läpi
- estää ulkoa sisälle virtaavan kylmän ilman aiheuttama vedon tunne
- mahdollistaa rakennuksen ilmanvaihdon säätäminen siten, että rakennus kyettään pitämään lievästi alipaineisena (RIL 107-212, 28.)

Tavallisesti höyryn- ja ilmansulkuna käytetään samaa ainekerrosta, kuten esimerkiksi muovikalvoa. Rakenne voidaan toteuttaa myös niin, että rakennekerrokset ovat erikseen. (RIL 107-212, 28.)

3.2.3 Tuulensuoja

Avohuokoisilla lämmöneristeillä eristetyissä rakenteissa tulee yleensä olla yhtenäinen tuulensuoja lämmöneristekerroksen ulkopinnassa. Tuulensuoja voidaan jättää pois rakenteesta, jos avohuokoisen lämmöneristeen oma ilmanläpäisevyys on riittävän pieni siten, että tuuli ei aiheuta lämmöneristekerroksessa rakenteen lämpö- ja kosteusteknisen toiminnan kannalta heikentäviä ilmavirtauksia tai jos tuulen vaikutukset on otettu riittävällä tavalla huomioon rakenteen lämpö- ja kosteusteknisessä toiminnassa. (RIL 107-212, 27-28.)

Tuulensuoja asennetaan avohuokoisella lämmöneristeellä eristetyissä rakenteissa lämmöneristekerroksen ulkopintaan. Ulkoseinärakenteen ulkoverhous voi myös osittain toimia tuulensuojana. (RIL 107-212, 28.)

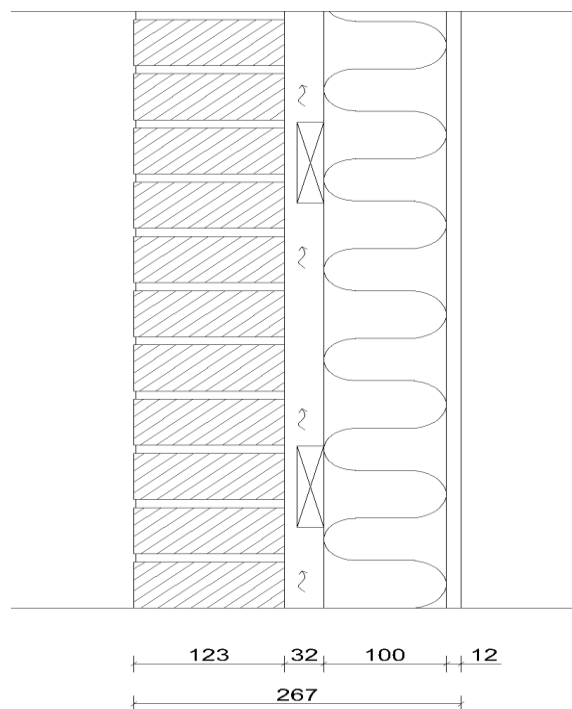
4 KORJAUSVAIHTOEHDOT

4.1 Ulkoseinäsaneerauksen lähtökohta

Korjaustyön tilaajan toivomuksesta ulkoseinän saneerauksesta suunniteltiin kaksi erilaista korjausvaihtoehtoa. Ensimmäisen korjausvaihtoehdon tavoitteena oli palauttaa ulkoseinärakenteet vanhaa vastaavaan kuntoon. Näin ollen seinärakenteen- ja lämmöneristekerroksen paksuus säilyy ensimmäisessä korjausvaihtoehdossa samana. Toisessa korjausvaihtoehdossa rakenteen kosteus- ja lämpöteknistä toimintaa pyritään parantamaan paksummalla lämmöneristekerroksella sekä parantamalla tiilikuorimuurauksen tuuletusedellytyksiä.

4.2 Vanhaa vastaavaan kuntoon korjattu rakenne

Seuraavassa on esitetty leikkauskuva vanhaa vastaavaan kuntoon korjatun rakenteen osalta.



Kuva 4. Vanhaa vastaavaan kuntoon korjattu ulkoseinärakenne.

4.3 Saneerauksen työvaiheet

Seuraavassa on esitetty ulkoseinäsaneerauksen eri työvaiheet. Työvaiheiden esittely perustuu kohteesta tehtyjen työmenekkilaskelmien yhteydessä huomioitujen työvaiheiden esittelyyn, opinnäytetyön aikana suoritettuun lähteiden perehtymiseen sekä kohteessa tehtyihin havaintoihin. Saneerauksen tarkemmat työvaiheet selviävät tarkemmin saneeraustyön yhteydessä.

4.3.1 Purku

Ulkoseinärakenteen saneeraus aloitetaan pintaverhouslevynä toimivan lastulevyn, vanhan ja osittain kostuneen mineraalivillaeristeen, tuulensuojana toimivan tervapaperin sekä uretaanivaahdon purkamisella rakenteesta. Kaikki kohteessa suoritettavat purkutyöt tehdään sisäkautta.

4.3.2 Rakenteiden kuivaus

Ennen rakenteiden korjaustöitä tulee selvittää ulkoseinärakenteiden kosteusvaurioiden laajuus. Kosteusvaurioiden laajuudesta saadaan tarkempaa tietoa vasta rakenteiden purkamisen jälkeen, kun koko seinärakenne on auki. Kosteusvaurioiden laajuus selvitetään ulkoisten havaintojen ja kosteusmittausten avulla. Rakenteiden kosteusmittaukset ja mahdolliset kuivatustyöt tilataan kyseiseen työhön erikoistuneelta yritykseltä, eikä kosteusmittaus ja kuivatustöitä ole sisällytetty tarjottuihin korjausurakoihin.

Kosteusvaurioiden havaitsemisen jälkeen on rakenteiden kuivattaminen aloitettava mahdollisimman pian. Homeet voivat lähteä kasvamaan jo muutaman viikon sisällä, ja puurakenteissa laho voi käynnistyä jo muutamassa kuukaudessa. Nopealla ja tehokkaalla kuivatuksella sekä viipymättä käynnistetyillä korjaustöillä pystytään vaurion eteneminen pysäyttämään heti alkuunsa ja pitkäaikaisessa kosteusvauriossa rajoittamaan vaurioalueen laajenemista. (Ympäristöministeriö 1997, 61.)

Kastuneiden rakenteiden kuivausmenetelmät tulee valita tapauskohtaisesti asiantuntijan antamien ohjeiden mukaan. Koneellinen kuivatus on yleisin rakenteiden kuivaustapa. Yksinkertaisin menetelmä on lämmitetyn ilman puhaltaminen rakenteeseen joko sen pintaan tai rakenteiden sisään. (Ympäristöministeriö 1997, 61.)

4.3.3 Muurauslaastipurseiden poisto

Kun ulkoseinän rakennekerrokset on purettu siten, että vanhasta ulkoseinä-rakenteesta on jäljellä enää kantava puurunko, puurunkoa jäykistävä vinolaudoitus ja tiilikuorimuuraus, on seuraava työvaihe tiilikuorimuurauksen tuuletusrakoon pursuneiden muurauslaastien poisto sekä tiilikuorimuurauksen tuuletusedellytyksien parantaminen.

Tiilikuorimuurin tuuletusrakoon pursuneiden muurauslaastien poistamisella parannetaan rakenteen tuuletusedellytyksiä, sillä tuuletusvälissä olevat ylimääräiset muurauslaastit pienentävät rakenteen yhtenäistä tuuletusväliä.

Ulkoseinärakenteissa tulisi aina olla yhtenäinen tuuletusväli tai tuuletustila lämmöneristeen kylmällä puolella. Kapean tuuletustilan toimintaan tulee kiinnittää erityistä huomiota. (Rakennustieto Oy, 2014, 358.)

Erityistä huomiota ylimääräisten muurauslaastien poistamisen yhteydessä tulee kiinnittää tuuletusvälin alaosaan sekä rakennuksen rungossa kiinni olevan vinolaudoituksen kanssa mahdollisesti kosketuksissa olevan muurauslaastin poistamiseen. Seuraavassa on esitetty havainnekuva tiilikuorimuurauksen tuuletusrakon alaosan tukkeutumisesta ylimääräisestä muurauslaastista.



Kuva 5. Havainnekuva tiilikuorimuurauksen tuuletusraon alaosan tukkeutumisesta ylimääräisestä muurauslaastista (Hometalkoot.fi).

Vinolaudoituksen kanssa mahdollisesti kosketuksissa olevat muurauslaastit mahdollistavat kosteuden siirtymisen kapilaarisesti suoraan seinärakenteeseen. Veden kapilaarinen siirtyminen rakenteeseen voidaan estää varmistamalla, että vinolaudoitus sekä rakennuksen runko on kauttaaltaan erotettu tiilikuorimuurauksesta.

Tiilikuorimuurauksen tuuletusraossa olevien muurauslaastipurseiden poistamisen jälkeen alimmasta tiilikerroksesta tulisi porata auki vähintään joka kolmas pystysauma rakenteen tuuletuksen sekä rakenteeseen joutuneiden vuotovesien poistumisen mahdollistamiseksi. (RIL 107-212, 80.)

4.3.4 Bitumivuorauspaperin asennus

Tuulensuojakerrokseksi ensimmäiseen korjausvaihtoehtoon on suunniteltu bitumivuorauspaperi. Bitumivuorauspaperi asennetaan vanhojen runkotolppien väliin. Bitumivuorauspaperi kiinnitetään rungon ulkopinnassa kulkevaan vino-laudoitukseen nitomalla. Bitumivuorauspaperi tiivistetään vanhoihin runkotolppiin tarkoitukseen valmistetulla tuulensuojateipillä.

4.3.5 Mineraalivillaeristeen asennus

Lämmöneristekerroksena ensimmäisessä korjausvaihtoehdossa toimii 100 mm paksu mineraalivillaeristys. Mineraalivillaeristeet asennetaan tiiviisti vanhojen runkotolppien väliin.

4.3.6 Höyrynsulkumuovin asennus

Lämmöneristeen asennuksen jälkeen asennetaan vanhojen runkotolppien sisäpuolelle höyrynsulkuna sekä ilmansulkuna rakenteessa toimiva höyrynsulkumuovi.

Höyrynsulkumuovi liitetään tiiviisti ikkunoihin ja oviin sekä ala- että yläpohjaan. Höyrynsulun jatkuvuus tulee varmistaa myös väliseinien kohdalla. Kaikki höyrynsulun liitokset, jatkokset ja läpiviennit tulee tiivistää huolellisesti. Tiivistämiseen voidaan käyttää esimerkiksi saumanauhaa, tiivistysmassaa tai teippiä. Käytettävillä tuotteilla tulee olla riittävä tartunta- ja muodonmuutoskyky, pitkäaikaiskestävyys sekä ilmanpitävyys. (Rakennustieto Oy, 2014, 361-362.)

Rankarakenteissa seinissä höyrynsulkukalvon jatkoskohdat tulee tiivistää yleensä puristusliitoksella kahden tiiviin pinnanväliin. Puristusliitos toteutetaan limittämällä höyrynsulkukalvon reunat vähintään 150 mm ja tiivistämällä jatkoskohta kahden tiiviin pinnan väliin ruuvaamalla. Liitos- ja jatkoskohdat on aina myös teipattava. (Rakennustieto Oy, 2014, 362.)

4.3.7 Kipsilevyn asennus

Viimeisenä työvaiheena ulkoseinäsaneerauksessa on pintaverhouksena toimivien kipsilevyjen asennus. Kipsilevyt kiinnitetään ruuveilla vanhoihin runkotolppiin. Kipsilevyjen väliset saumat ja ruuvien kohdat tasoitetaan tarkoitukseen valmistetulla kipsilevytasoitteella.

Ulkoseinäsaneerauksen tarjoukseen ei kuulu pinnoitteen asennus, kuten maalaus tai tapetointi. Kohde luovutetaan, kun kipsilevyt on asennettu sekä saumat ja ruuvien kohdat tasoitettu.

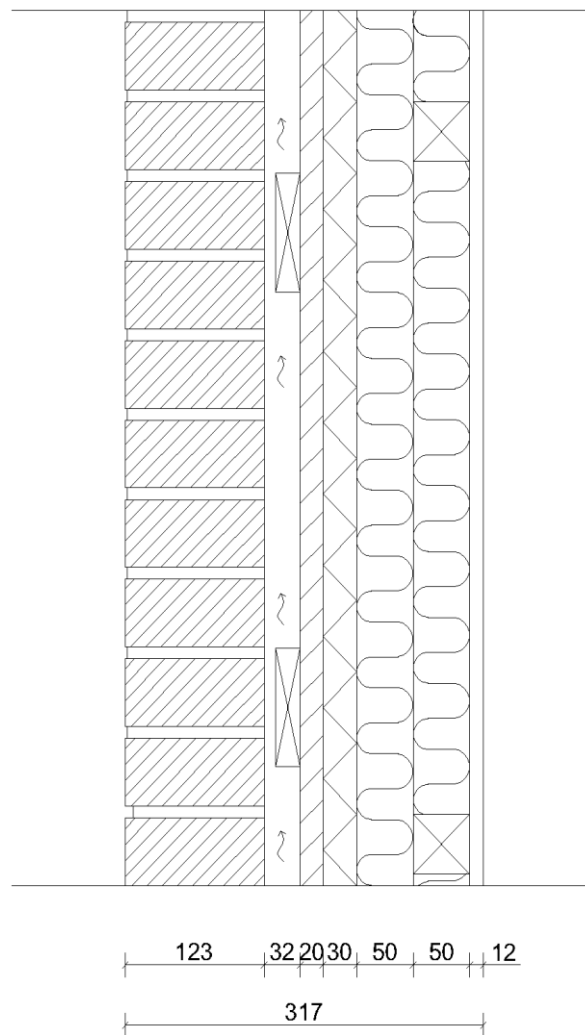
4.4 Parannettu ulkoseinärakenne

Seuraavassa on esitetty parannetun ulkoseinärakenteen leikkauskuva ja rakennekerrokset. Parannetun ulkoseinärakenteen etuihin suhteessa vanhaa vastaavaan ulkoseinärakenteeseen on seinärakenteen parempi lämmöneristävyys. Paremman lämmöneristävyys takaa rakennuksen lämmitysenergiankulutus laskee ja asumisviihtyvyys kasvaa tasaisemman sisäilman lämpötilan ja vähentyneen vedon tunteen takia. Lisäksi parannetun ulkoseinärakenteen kosteustekninen toimivuus paranee kasvaneen tiilikuorimuurauksen tuuletusvälin johdosta. Parannetun ulkoseinärakenteen huonoihin puoliin voidaan laskea seinän paksuuden kasvamisesta johtuva huonetilojen pieneneminen ja korkeammat korjauskustannukset.

Seuraavassa on esitetty parannetun ulkoseinärakenteen rakennekerrokset ulkoa sisälle.

- julkisivumuuraus ~ 123 mm
- tuulettuva ilmarako ja vinolaudoitus ~ 32 mm
- kantava puurunko ja rungon sisäpuolen ulkopintaan kiinnitettävä tuulensuojalevyn kiinnitysrima 20 mm
- tuulensuojalevy, jossa on lisäksi 30 mm:n mineraalivillaeristys
- kantava puurunko ja mineraalivillaeriste 50 mm

- rungon sisäpintaan asennettu vaakasuuntainen lisäkoolaus sekä 50 mm:n mineraalivillaeriste
- höyrynsulkuna ja ilmansulkuna toimiva höyrynsulkumuovi
- kipsilevy 12 mm



Kuva 6. Parannettu ulkoseinärakenne.

4.5 Parannetun ulkoseinärakenteen työvaiheiden esittely

Seuraavassa on esitetty eri työvaiheet parannetun ulkoseinärakenteen osalta. Parannetun ulkoseinärakenteen työvaiheet ovat suurelta osin samat kuin edellä esitetyt vanhaa vastaavan rakenteen saneerauksessa. Tästä syystä työvaiheet on esitelty niiltä osin kun ne poikkeavat.

4.5.1 Tuulensuojalevyjen asennus

Tuulensuojamateriaaliksi parannettuun ulkoseinärakenteeseen valittiin tuulensuojalevy, jonka ulkopinnassa on tuulensuojana toimiva paperikerros, ja lisäksi tuulensuojalevyssä on 30 mm mineraalivillaa.

Tuulensuojalevyt asennetaan vanhojen runkotolppien väliin. Tuulensuojalevyjen kiinnitystä varten tehdään erilliset 20 mm paksut kiinnitysrimat. Kiinnitysrimat kiinnitetään runkotolppien sisäpuolelle, runkotolpan ulkopintaan. Tuulensuojalevyt kiinnitetään kiinnitysrimoihin nauloilla.

4.5.2 Lämmöneristeiden ja seinän sisäpuolisen lisäkoolauksen asennus

Tuulensuojalevyjen asennuksen jälkeen täytetään jäljelle jäänyt 50 mm:n tila runkotolppien välistä lämmöneristeellä. Tämän jälkeen vanhojen runkotolppien sisäpintaan asennetaan 50 mm paksu lisäkoolaus vaakasuuntaan. Lisäkoolaus asennetaan vaakasuuntaan, jotta seinärakenteen kylmäsilat saadaan minimoitua. Lisäkoolauksen asennuksen jälkeen koolauksien välit täytetään 50 mm:n mineraalivillakerroksella.

4.5.3 Ovi- ja ikkunalistoitusten tekeminen

Ulkoseinärakenteen paksuuden kasvamisen johdosta kaikki ulkoseinän ovet ja ikkunat tulee listoittaa uudelleen esteettisistä syistä. Listoituspohjaksi valittiin 28 x 95 mm kokoinen, höylätty ja reunapyörästetty puutavara.

5 KORJAUSVAIHTOEHTOJEN KUSTANNUKSET

5.1 Korjausvaihtoehtojen materiaalikustannukset

Yhtenä opinnäytetyön tavoitteena oli laskea ja vertailla korjausvaihtoehtojen materiaali- ja työkustannuksia. Seuraavassa on esitetty materiaalikustannukset eri korjausvaihtoehdoille.

Vanhaa vastaavaan kuntoon saneeratussa ulkoseinärakenteessa materiaalikustannuksen ovat yhteensä 2 493,95 €. Kun saneerattavaa ulkoseinäpintaa on noin 123 m², tulee materiaalikustannukseksi saneerattavaa neliötä kohden 19.83 €/m².

Taulukko 1. Vanhaa vastaavan rakenteen materiaalikustannukset.

Vanhaa vastaava rakenne		
<i>Materiaali:</i>	<i>Määrä:</i>	<i>Hinta:</i>
Bitumivuorauspaperi	5 rullaa	87,5 €
Tuulensuojateippi	8 rullaa	295,2 €
Mineraalivilla, KL 33	32 paalia	1 155 €
Höyrynsulkumuovi	1 rulla	95,5 €
Höyrynsulkuteippi	8 rullaa	76 €
Kipsilevy EK	40 kpl	592,8 €
Kipsilevyruuvit	1 pkt	21,4 €
Kipsilevytasoite	30 l	101,7 €
Saumanauha	3 rullaa	14,85 €
<i>Yhteensä:</i>		2 439,95
		19,83 €/m²

Parannetun ulkoseinärakenteen materiaalikustannuksen ovat lähes kaksinkertaiset ensimmäiseen korjausvaihtoehtoon verrattuna. Parannetun ulkoseinärakenteen saneerauksessa materiaalikustannukset ovat yhteensä 4 673,15 €. Saneerattavaa ulkoseinäneliötä kohden hinnaksi tulee siis 37,99 €/m².

Taulukko 2. Parannetun ulkoseinärakenteen materiaalikustannukset

Parannettu rakenne		
Materiaali:	Määrä:	Hinta:
Tuulensuojan kiinnitysrimat	40 m	32,4 €
Tuulensuojalevy	12 pkt	1 788,00 €
Tuulensuojateippi	8 rullaa	295,2 €
Mineraalivilla, KL 33	32 paalia	1 376 €
Lisäkoolaus	200 m	154 €
Höyrynsulkumuovi	1 rulla	95,5 €
Höyrynsulkuteippi	8 rullaa	76 €
Kipsilevy EK	40 kpl	592,8 €
Kipsilevyruuvit	1 paketti	21,4 €
Kipsilevytasoite	30 l	101,7 €
Saumanauha	3 rullaa	14,85 €
Ikkunan smyygien puutavara	75 m	125,3 €
Yhteensä:		4 6730,15 €
		37,99 €/m²

5.2 Korjausvaihtoehtojen työkustannukset

Taulukko 3. Vanhaa vastaavan rakenteen työkustannukset

Vanhaa vastaava rakenne			
Työvaihe	Määrä (m²)	Työntekijätunnit	Hinta (Alv 24%)
Ulkoseinien purku sisäkautta	123,00	47,23	1 874,09
Uretaanin poisto	123,00	44,28	1 757,03
Bitumivuorauspaperin asennus + teippaus	123,00	28,04	1 112,63
Lämmöneristeen asennus + höyrynsulku	123,00	26,38	1 046,76
Kipsilevyjen asennus + kittaus	123,00	36,90	1 464,19
Yhteensä:		182.83	7 254.70

Vanhaa vastaavan rakenteen työkustannukset ovat yhteensä 7 254,70 €. Saneerattavaa neliötä kohti työkustannukset ovat 58.99 €/m². Eniten työntekijätunteja, ja sitä kautta työkustannuksia, syntyy ulkoseinärakenteiden purkutyön sekä uretaanikerroksen poistamisen yhteydessä. Rakenteiden mahdollisten kuivatamisen työtunteja ei ole huomioitu, sillä suunnitteluvaiheessa on mahdotonta määrittää kuivaustyön laajuutta ja siihen kuluvia työtunteja. Kuivaustöiden laajuus selviää rakenteiden avaamisen ja kosteusmittausten tulosten perusteella.

Taulukko 4. Parannetun ulkoseinärakenteen saneerauksen työkustannukset

Parannettu rakenne			
<i>Työvaihe</i>	<i>Määrä (m²/jm)</i>	<i>Työntekijätunnit</i>	<i>Hinta (Alv 24%)</i>
Ulkoseinien purku sisäkautta	123,00	47,23	1 874,09
Uretaanin poisto	123,00	44,28	1 757,03
Kiinnitysriman + tuulensuojalevyn asennus	123,00	35,42	1 405,47
Lämmöneristeen asennus 50 mm	123,00	23,19	920,18
Lisäkoolauksen asennus	123,00	29,52	1 171,35
Lämmöneristeen asennus 50 mm + höyrynsulku	123,00	26,38	1 046,76
Kipsilevyjen asennus + kittaus	123,00	36,90	1 464,19
Ikkunasmyygien asennus	75,00	36,00	1 428,48
Yhteensä		278,92	11067,55

Parannetun ulkoseinärakenteen työkustannukset ovat yhteensä 1 1067,55 €. Saneerattavaa neliötä kohden työkustannukset ovat 89.98 €/m².

5.3 Korjausvaihtoehtojen taloudellinen vertailu

Korjausvaihtoehtojen yhteiskustannukset on esitetty seuraavassa taulukossa. Vanhaa vastaavan rakenteen saneerauksen kokonaishinnaksi muodostuu 9 694,65 € ja parannetun rakenteen kokonaishinnaksi 1 5740,70 €. Saneerauksen neliöhinnaksi muodostuu vanhaa vastaavalla rakenteella 78,82 €/m². Parannetulla rakenteella saneerattavan neliön hinnaksi muodostuu 127,97 €/m².

Parannetun ulkoseinärakenteen kokonaiskustannussuhde vanhaa vastaavan rakenteen saneeraukseen verrattuna on 1,62. Näin ollen parannetun rakenteen kokonaiskustannukset ovat 62 % korkeammat kuin vanhaa vastaavan rakenteen kokonaiskustannukset.

Taulukko 5. Kokonaiskustannukset eri korjausvaihtoehdoilla.

KOKONAISKUSTANNUKSET (materiaali + työ)	
VANHAA VASTAAVA RAKENNE	PARANNETTU RAKENNE
9 694,65 €	15 740,70 €

Kokonaiskustannus ero korjausvaihtoehtojen välillä on melko suuri. Kustannuseroa syntyy sekä materiaali- että työkustannuksista. Materiaalikustannusten osalta suurin ero muodostuu parannetun ulkoseinärakenteen kalliimman tuulensuojalevyn sekä seinään asennettavan lisäkoolauksen takia.

Työkustannuksien osalta suurimmat kustannuserot syntyvät parannetun ulkoseinärakenteen osalta ovi- ja ikkunalistoituksen uusimisesta sekä seinään asennetun lisäkoolauksen työtunneista. Lisäksi työkustannuseroa syntyy lämmöneristekerroksen asennuksesta, sillä parannetussa ulkoseinärakenteessa lämmöneristeet asennetaan kahdessa 50 mm paksussa kerroksessa. Vanhaa vastaavassa rakenteessa lämmöneristekerros muodostuu yhdestä 100 mm paksusta eristelevykerroksesta.

6 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella kaksi erillistä korjausvaihtoehtoa kosteusvaurioituneen ulkoseinärakenteen korjausta varten osoitteessa Pelitsepänkatu 47, Turku. Lisäksi opinnäytetyön tavoitteena oli määrittää eri korjausvaihtoehdoille materiaali- ja työkustannukset sekä esitellä korjauksen eri työvaiheet.

Rakennuksen ulkoseinien kosteusvaurioitumiseen on kaksi pääasiallista syytä. Toinen syy on rakennuksen ulkoseinän kylmälle puolelle asennettu lisälämmöneristys, joka on aiheuttanut sisäilmasta tulevan kosteuden tiivistymisen rakenteen sisälle. Toinen syy on tiilikuorimuurauksen taustan puutteellinen tuuletus. Puutteellisen tuuletuksen takia tiilikuorimuuraus ei sateen jälkeen pääse kuivumaan riittävän nopeasti, mikä on aiheuttanut ulkoseinärakenteen kosteuskuorman kasvamista ja sadevesien kapilaarisen siirtymisen ulkoseinärakenteeseen.

Tilaaajan esittämän toiveen perusteella ulkoseinäkorjauksesta suunniteltiin kaksi erillistä korjausvaihtoehtoa. Toisessa seinärakenteet palautetaan vanhaa vastaavaan kuntoon siten, että kosteusvaurioituneet materiaalit poistetaan. Toisessa korjausvaihtoehdossa seinän lämmöneristävyttä ja tiilikuorimuurauksen tuuletusedellytyksiä parannetaan.

Vaikka parannetun ulkoseinärakenteen saneerauksen kokonaiskustannukset ovat selvästi korkeammat kuin vanhaa vastaavaan kuntoon saneeratussa, olisi mielestäni järkevämpää valita parannettu ulkoseinärakenne. Tällä korjausvaihtoehdolla parannetaan tiilikuorimuurauksen tuuletusedellytyksiä, ja tästä syystä rakenteen kosteustekninen toiminta paranee ja riski uusille kosteusvaurioille pienenee. Lisäksi kyseisessä korjausvaihtoehdossa ulkoseinärakenteen lämmöneristävyttä parannetaan. Tällä tavalla saadaan rakennuksen lämmitysenergian kulutusta pienemmäksi ja parannetaan asumismukavuutta tasaisemman sisäilman lämpötilan sekä vähentyneen vedon tunteen kautta.

Mikäli ulkoseinien lämmöneristystä aiotaan parantaa saneerauksen yhteydessä, olisi mielestäni järkevää harkita lisälämmöneristykseen asentamista myös rakennuksen yläpohjaan. Yläpohjan lisälämmöneristämällä parannettaisiin entisestään rakennuksen energiatehokkuutta, sillä yläpohjan kautta karkaa tavallisesti suurin osa rakennuksen lämmitysenergiasta. Yläpohjan lisälämmöneristystä suunniteltaessa tulisi kiinnittää erityistä huomiota yläpohjan tuulettavuuteen eikä lämmöneristettä tulisi asentaa siten, että yläpohjan tuuletusedellytyksiä heikennetään.

LÄHTEET

Björkholtz, D. & Rakennustieto Oy. 1997 Lämpö ja kosteus. Rakennusfysiikka. Gummerus kirjapaino Oy.

Rakennustieto Oy. 2014 Talonrakentajan käsikirja. Helsinki: Rakennustieto Oy.

RIL 107-2011. Rakennusten veden- ja kosteudeneristysohjeet. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.

Ympäristöministeriö 1997. Ympäristöopas 29: Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen korjaus. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Ympäristöministeriö 2014. Hometalkoot.fi