

Joni Hyry

KERROSTALOJEN KORJAUSKONSEPTIT

KERROSTALOJEN KORJAUSKONSEPTIT

Joni Hyry
Opinnäytetyö
Kevät 2016
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Koulutusohjelma, Rakennustekniikan koulutusohjelma, tuotantotekniikka

Tekijä: Joni Hyry

Opinnäytetyön nimi: Kerrostalojen korjauskonseptit

Työn ohjaaja: Martti Hekkanen

Työn valmistumislukukausi- ja vuosi: Kevät 2016

Sivumäärä: 33 + 2 liitettä

Suomessa asuinkerrostaloja rakennettiin hyvin paljon 1960- 1970-luvuilla. Näissä 40- 50 vuotta vanhoissa rakennuksissa on monenlaisia korjaustarpeita. Merkittävimmät korjaukset kohdistuvat energiatehokkuuteen ja linjasaneerauksiin.

Opinnäytetyön aiheena olivat kerrostalojen korjauskonseptit. Korjauskonseptilla tarkoitetaan täsmäkorjausta, jolla esimerkiksi julkisivu korjataan vaatimusten mukaiselle tasolle. Tavoitteena oli tutkia kahden asuinkerrostalon korjauskonsepteja julkisivun, ikkunoiden, parvekeovien ja lisälämmöneristykseen kohdalta. Lisäksi tarkoituksena oli tarkastella korjausten hintoja ja energiatehokkuutta. Kohteet ovat valmistuneet 1970-luvulla.

Opinnäytetyössä havainnoitiin erilaisten materiaalien korjaustapoja ja sitä, miten eri materiaalit vaikuttavat korjauksen hintoihin. Ikkunoiden, parvekeovien ja lisälämmöneristykseen kohdalla tarkasteltiin myös energiankulutusta. Opinnäytetyön esimerkkikohteille tehtiin kattava julkisivukorjaus, johon kuuluivat ikkunoiden ja parvekeovien vaihto sekä lisälämmöneristys ja pintamateriaalin vaihto ulkokuoreen.

Molemmat esimerkkikohteista ovat vanhoja ja energiatehokkuuden parantaminen oli korjauksen tärkein osa. Ikkunat ja parvekeovet olivat alkuperäisiä molemmissa kohteissa. Ikkunoiden ja parvekeovien vaihdolla parannettiin energiatehokkuutta huomattavasti. Ulkokuoren pintarakenne oli molemmissa tyydyttävässä kunnossa, mutta ulkopuolisen lisälämmöneristykseen vuoksi myös pintarakenne vaihdettiin.

Opinnäytetyön tuloksia energiatehokkuudesta ja kustannuksista voidaan hyödyntää esimerkiksi silloin, jos taloyhtiöllä on aikeissa aloittaa jokin tarkastelluista korjauskonsepteista. Tuloksista saadaan tietoa materiaalien hinnoista sekä niiden energiatehokkuudesta. Korjauskonseptia valitessa tulee huomioida vanhan rakennuksen kunto ja järkevin tapa tehdä korjaus.

Asiasanat: julkisivu, lisälämmöneristys, korjauskonsepti, energiatehokkuus, julkisivukorjaus

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Construction Engineering, Production Technology

Author(s): Joni Hyry
Title of thesis: Building concepts of apartments
Supervisor(s): Martti Hekkanen
Term and year when the thesis was submitted: Spring 2016
Number of pages: 33 + 2 appendices

This thesis is about repair concepts of apartment buildings. The aim was to examine the repair concepts of two different apartments. Repairs focused on the apartment façade, windows, balcony doors and extra thermal insulation. Also prices of repairs and energy efficiency were examined. The study targeted buildings were built in the 1970s.

The thesis describes how the different materials affect the repairs and prices. Also the energy consumption with respect to windows, balcony doors and other extra thermal insulation were examined. The study subjects are covering the facade repair. The repair includes replacement of windows and balcony doors replacement, outside external thermal insulation and facade of the new surface structure.

The one of the studied can be exploited and used, for example, if the housing company has planned to start one of these repair concepts. The result provides information about material prices and energy efficiency. When the housing company chooses the repair concept, they have to find out the condition of the building. After that they know what the right repair concept is. Repairs of apartment buildings will increase and especially energy efficiency is a big part of the repairs. Understanding the energy efficiency is very important, because it affects the cost of heating and housing habitability of the building.

Keywords: façade, extra thermal insulation, repair concept, energy efficiency, façade repairs

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ.....	3
ABSTRACT.....	4
SISÄLLYS.....	5
1 JOHDANTO.....	7
2 IKKUNOILTA JA ULKOSEINILTÄ VAADITTAVAT TEKNISET OMINAISUUDET	9
3 KORJAUSKONSEPTIT	10
3.1 Ikkunoiden ja parvekeovien uusiminen.....	11
3.2 Ulkoseinän ulkopuolinen lisälämmöneristys ja uusi pintarakenne	12
4 KORJAUSKOHTEET	15
4.1 Vuonna 1974 valmistunut asuinkerrostalo.....	15
4.2 Vuonna 1977 valmistunut asuinkerrostalo.....	17
5 KORJAUSKONSEPTIEN SOVELTAMINEN ESIMERKKIKOHTEESEEN 1	20
5.1 Tiiliverhoilu	20
5.2 Purkutyöt	20
5.3 Lisälämmöneristys.....	21
5.4 Muuraus	22
5.5 Ikkunat ja parvekeovet	23
6 KORJAUSKONSEPTIEN SOVELTAMINEN ESIMERKKIKOHTEESEEN 2.....	24
6.1 Levyverhous.....	24
6.2 Purkutyöt.....	24
6.3 Ranka.....	25
6.4 Lisälämmöneristys.....	25
6.5 Verhouslevyt.....	26
6.6 Ikkunat ja parvekeovet	27
6.7 Cembrit-kuitusementtilevy	28
7 KORJAUSKONSEPTIEN VAIKUTUKSET RAKENNUKSEN ENERGIANKULUTUKSEEN JA KUSTANNUKSET	29
8 POHDINTA	32
LÄHTEET.....	35
LIITTEET	VIRHE. KIRJANMERKKIÄ EI OLE MÄÄRITETTY.
Liite 1. Tuotteet ja hinnat	

Liite 2. Korjausten kustannukset

1 JOHDANTO

Julkisivut ovat nimensä mukaisesti julkisia ja näkyviä. Rakennuksen näkyvänä osana julkisivut muodostavat sen ilmeen, joka kertoo rakennuksen iästä, rakennustekniikasta, materiaaleista ja käyttötarkoituksesta. Julkisivujen osuus rakennuksessa tulisi olla huolella harkittu. Suunnitteluun ja toteutukseen, kuten myös niiden korjaukseen ja ylläpitoon pitäisi aina suunnata riittävän paljon voimavaroja. Julkisivujen ollessa näkyvästi esillä niiden kunto paljastaa käyttäjien tai omistajien suhtautumisen rakennusten ylläpitoon. Korjausmenetelmien tietämys ja tuntemus, vanhojen ja uusien julkisivurakenteiden ja materiaalien käyttö korjausrakentamisessa tulevat entistä tärkeämmiksi. (Suonto 1997, 7-8.)

Julkisivukorjaus, kuten korjausrakentaminen yleensäkin, on Suomen kansallisvarallisuuden, rakennuskannan ylläpitoa ja hoitoa. Korjaukset näkyvät positiivisesti ympäristössä ja työllistävä merkitys on suuri. Julkisivukorjaukset ovat kansantaloudellisesti merkittävä osa rakennusten perusrantamista. Ne vähitellen hidastavat energiantarpeen kasvua. (Suonto 1997, 12.)

Rakennuskannan korjaustarve lisääntyy jatkuvasti. Korjaukset tulevat painottumaan lähiöihin ja 1970-luvulla rakennettuihin asuinkerrostaloihin. Korjausrakentamisessa tarvitaan konseptoituja korjaustapoja. Konseptoitu korjaus tarkoittaa täsmäkorjausta, jolla esimerkiksi julkisivu korjataan vaatimusten mukaiselle tasolle. (Hekkanen. 2015.)

Suomessa otettiin käyttöön ympäristöministeriön asetus korjausrakentamisen energiatehokkuudesta. Tässä opinnäytetyössä selvitetään, miten asetusta voidaan soveltaa kahden 1970-luvun tyyppillisen kerrostalotyypin korjausrakentamisessa.

Tutkimuksen tavoitteena on kuvata ikkunoiden, parvekeovien, uuden pintarakenteen ja ulkoseinän lisäeristyskorjauksen korjauskonseptit. Esimerkkikohteille tehdään laskennallinen tarkastelu, jossa selvitetään,

- mitkä ovat korjauskonseptien kustannukset asunoneliometriä kohden (korjausvastike)
- miten konseptit vaikuttavat rakennusten lämpöenergiankulutukseen.

Opinnäytetyön tavoitteena on esittää rakennuksen julkisivuun kohdistuvia korjauksen erilaisia korjauskonsepteja. Myös korjausten kustannukset sekä niiden vaikutusta lämpöenergian kulutukseen tuodaan esille. Lisäksi työssä kerrotaan eri materiaalien vaikutusta työmenetelmiin sekä hintoihin.

Opinnäytetyön esimerkkikohteina on kaksi 1970-luvulla rakennettua asuinkerrostaloa. Molempiin kohteisiin tehdään kattava julkisivukorjaus. Julkisivun pintarakenteen osalta tarkastellaan vuonna 1974 rakennetun asuinkerrostalon tiiltä ja vuonna 1977 valmistuneen asuinkerrostalon Cembit-kuitusementtilevyä. Ikkunoiden osalta on tarkasteltu kahta eri mallia ja parvekeovesta on yksi malli. Ulkopuolisen lisälämmöneristyksen kohdalta tutkitaan 70 mm:n ja 100 mm:n vaikutuksia energiankulutukseen.

2 IKKUNOILTA JA ULKOSEINILTÄ VAADITTAVAT TEKNISET OMINAISUUDET

Ikkunoilta ja ulkoseiniltä vaaditaan muutamia tärkeitä teknisiä ominaisuuksia. Ikkunoiden kohdalla niitä ovat ääneneristävyys, lämmöneristävyys, tuulenpitävyys sekä ilman- ja sateenpitävyys. Ulkoseinien kohdalla vaaditaan samoja teknisiä ominaisuuksia. Lisäksi ulkoseiniltä vaaditaan seuraavia teknisiä ominaisuuksia: paloturvallisuus, kantavuus ja vesihöyrynläpäisykyky. Ikkunoiden ja ulkoseinien tulee täyttää teknisten ominaisuuksien perusvaatimukset, jotta rakennuksesta saadaan terveellinen ja viihtyisä. (Ikkunoiden vaihto. 2011.)

Lämmöneristävyys on yksi tärkeimmistä ominaisuuksista ikkunoissa ja ulkoseinissä energiatalouden kannalta. Hyvällä lämmöneristävyydellä voidaan säästää huomattavasti lämmityskuluissa. Lämmöneristävyys ilmoitetaan lämmönläpäisykerroimen avulla. Kerroimenä käytetään U-arvoa. Mitä pienempi U-arvo on, sitä parempi on ikkunoiden ja ulkoseinien lämmöneristävyys. U-arvo on laskennallinen arvo ja sen yksikkö on W/m^2k . Lämmöneristämiseen löytyvät erilaiset ohjeet ja määräykset rakentamismääräyskokoelmasta osista C3 ja C4. (Hemmilä - Saarni 2002, 21.)

Lisälämmöneristämällä ja ikkunoiden vaihdolla parannetaan huomattavasti koko rakennuksen ääneneristävyyttä. Ääneneristävyyden ja melun torjunnan kannalta on tärkeää, että rakennus suunnitellaan ja rakennetaan niin, että melu ei vaaranna terveyttä. Ääneneristävyyden pitää antaa mahdollisuus nukkua, levätä ja työskennellä riittävän hyvissä olosuhteissa. Ääneneristävyys on tärkeää etenkin kaupungissa ja tieliikenneverkkojen yhteydessä. Varsinkin uusien ikkunoiden ääneneristävyyttä on parannettu huomattavasti. Hyvät ikkunat ovat tärkeä osa ääneneristävyyttä. Äänen voimakkuus voidaan mitata ja sen yksikkö on desibeli. (Ääneneristys ja meluntorjunta rakennuksessa. 1998.)

3 KORJAUSKONSEPTIT

Julkisivun pintarakenteen korjaukselle sekä ikkunoiden ja parvekeovien korjaamiselle on muutamia keinoja. Vanhoissa rakennuksissa, joissa on alkuperäiset ikkunat ja ovet, on suositeltavaa vaihtaa ne uusiin, koska uusissa ikkunoissa ja ovissa ominaisuudet ovat paljon paremmat. Ikkunoita ja ovia voidaan myös korjata esimerkiksi tiivistämällä niitä. Paras ja varmin tulos saadaan kuitenkin uusimisella. (Ikkunoiden vaihto. 2011.)

Julkisivujen kohdalla korjaustapoja on useampia, riippuen julkisivun pintarakenteesta. Korjaus määräytyy vaurioiden mukaan. Pitkälle edenneet vauriot yleensä korjataan uusimalla koko julkisivu. Lievät vauriot korjataan niin sanotulla säilyttävällä korjausmenetelmällä. (Korjausvaihtoehdot. 2011.)

Ennen korjaustöiden aloitusta tarvitaan huolellinen korjaussuunnitelma. Ensimmäisenä vaiheena on hankesuunnittelu. Tässä vaiheessa on tarkoitus hankkia tietoa tarvittavaa korjausta varten. Hanke aloitetaan, kun huomataan korjaukselle tarve. Yleensä tämä alkaa taloyhtiön osakkaiden havaitessa julkisivuissa muutoksia ja ikääntymistä, jotka ovat nähtävissä. Vuosittaisilla tarkastuksilla päästään puuttumaan ajoissa ongelmakohtiin, eivätkä kustannukset nouse liian suuriksi korjausvaiheessa. Korjaus aloitetaan ammattitaitoisen henkilön tekemällä arviolla tai kuntotutkimuksella. Hankesuunnittelussa määritetään myös rakennuksen olemus ja merkitys kaupunkikuvassa. Lisäksi määritetään korjausvaihtoehdot, aikataulut ja alustavat kustannusarviot. Hankesuunnittelun aikana täytyy selvittää, miksi korjaustoimiin on ryhdyttävä ja mitä se voi tuoda tullessaan. (Projektin vaiheet. 2015.)

Seuraavana vuorossa on arkkitehtisuunnittelu. Hankesuunnitteluvaiheessa kerättyjen tietojen ja valtuuksien jälkeen siirrytään varsinaiseen suunnitteluun. Korjausprojektissa tarvitaan arkkitehti- ja rakennesuunnittelua. Laajassa korjauksessa tai julkisivun uudistamisessa kokonaan arkkitehtisuunnittelun merkitys vain kasvaa. Julkisivu- ja detaljipiirustuksilla, jotka arkkitehti tekee korjaukselle, haetaan rakennuslupa. Ne ovat myös rakennepiirustusten kanssa tarjouslaskenta-asiakirjoja. (Projektin vaiheet. 2015.)

Arkkitehtisuunnittelun jälkeen päästään tekniseen suunnitteluun. Siinä määritetään korjauksen tekniset ratkaisut, jotka pohjautuvat hankesuunnitteluun ja arkkitehtisuunnitteluun. Teknisessä

suunnittelussa todetaan työtavat ja julkisivun rakenteet sekä määritetään työohjeet. Arkkitehtisuunnittelun ja rakennesuunnittelun tuloksena tulevat työpiirustukset ja työselitys. Näillä voidaan pyytää urakkatarjousta. (Projektin vaiheet. 2015.)

Viimeisenä vaiheena on toteutusvaihe. Se alkaa, kun tarjouspyynnöt lähetään urakoitsijoille. Tässä vaiheessa kannattaa hankkia korjausprojektiin osaava ja pätevä valvoja. Valvoja valvoo, että kaikki tehdään sopimuksen mukaisesti. Hyvin johdettuna korjaus pysyy aikataulussa eivätkä kustannukset lähde nousuun. (Projektin vaiheet. 2015.)

Julkisivun päästessä pitkälle vaurioitumaan joudutaan pinnat uusimaan. Pintaa uusittaessa täytyy myös harkita rakenteen alla olevien lämmöneriste- ja tuulensuojakerrosten uusimista. Tällöin energiatehokkuus paranisi, kun lisätään lämmöneristystä. Voidaan päätellä, että pinnan rikkoutumiseen johtaneet syyt ovat vaikuttaneet myös alempiin kerroksiin haitallisesti. Uutta julkisivupintaa tehtäessä voidaan käyttää alkuperäisestä poikkeavia materiaaleja ja teknisiä ratkaisuja. (Julkisivu vaatii taitoa ja harkintaa. 2011.)

3.1 Ikkunoiden ja parvekeovien uusiminen

Kerrostaloissa ikkunoiden vaihtaminen uusiin tapahtuu yleensä noin 20-40 vuoden välein. 1960-lukua ennen rakennettujen kerrostalojen ikkunat ovat usein myös korjattavissa. Heikkokuntoiset, lämmöneristävyydeltään huonot, vanhat ikkunat ja parvekeovet kannattaa kuitenkin vaihtaa uusiin. Ikkunoita vaihtamalla voidaan parantaa muitakin ominaisuuksia, kuten ääneneristystä, tuuleratkaisuja tai heloitusta. Olemassa olevien kerrostalojen ikkunat ovat edelleen enimmäkseen puupintaisia ja kaksilasisia. (Ikkunoiden vaihto. 2011.)

Lämmöneristävyys ikkunoissa ja parvekevissa on parantunut huomattavasti viime vuosina. Ikkunoissa on otettu käyttöön selektiivikalvoja, korvattu ilma jalokaasulla, kasvatettu eristyslasi-elementtien ilmaväliä sekä käytetty ikkunassa kahta eristyslasi-elementtiä. Vanhaan taloon asennettu uusi ikkuna saattaa olla lämmöneristävyydeltään jopa parempi kuin seinä. (Ikkunoiden vaihto. 2011.)

Uudet ikkunat ja parvekeovet vaihdettaessa myös ääneneristys paranee aina. Uudessa ikkunas-
sa ilmanpitävyys on vanhaa parempi. Ääneneristystä ikkunas-
sa on mahdollista parantaa asentamalla ulkopuoliseen paksumpi ikkunalasi. Toinen vaihtoehto on, että lisätään karmisyvyyttä
alkuperäisestä. (Ikkunoiden vaihto. 2011.)

3.2 Ulkoseinän ulkopuolinen lisälämmöneristys ja uusi pintarakenne

Rakennuksien lisälämmöneristystä voidaan perustella energiatalouden parantumisella, asumis-
viihtyvyydellä tai julkisivun korjaamisella. Lämpöhäviötä pienentämällä voidaan parantaa raken-
nuksen lämpötaloutta. Tämä tarkoittaa lämmöneristävyyden parantamista ulkovaipan osalta ja
lämmönottoa ilmanvaihdon poistoilmasta. Lisälämmöneristyksestä johtuva lämpötaloudellinen
hyöty riippuu vanhan rakenteen lämmöneristävyydestä. Energiataloudellisin perustein toteutetta-
va lisälämmöneristys voi tulla ajankohtaiseksi ennen vuotta 1975 tehdyissä taloissa, nykyisillä
energianhinnoilla. (Nieminen 1997, 82-83; Julkisivukorjauksella energiatehokkuutta. 2011.)

Lisälämmöneristyksen hyötyyn vaikuttavat sen yhteydessä tehtävät muut korjaukset. Kun halu-
taan saavuttaa tarvittava energiansäästö, pitää eristyksen yhteydessä tarkastaa ja korjata raken-
nuksen lämmitysjärjestelmän säädöt, jotta ne vastaavat uutta tilannetta sekä varmistavat ilman-
vaihdon toiminnan. Suurin yksittäinen tekijä, joka vaikuttaa rakennuksen lämmönkulutukseen, on
ilmanvaihto. (Nieminen 1997, 83; Julkisivukorjauksella energiatehokkuutta. 2011.)

Ulkopuoliselle lisälämmöneristykselle on monia erilaisia vaihtoehtoja: rapatut lämmöneristykset,
teräsohutlevyillä tai teräskaseteilla verhotut eristykset, kivipintaisilla levyillä tai pienelementeillä
tehdyt verhoukset. Vaihtoehtona on myös tiiliverhouksella tehty lisälämmöneristys. Ulkopuolisella
lisäeristyksellä parannetaan rakenteen kuntoa ja toimivuutta. 1960– ja 70-lukujen betonielementti-
taloihin tehdyistä julkisivuremonteista on lisäeristämisestä saatu positiivisia kokemuksia. (Niemi-
nen 1997, 83- 84; Julkisivukorjauksella energiatehokkuutta. 2011.)

Alkuperäinen rakenne voidaan pitää kuivana, jolloin betoniterästen korroosio saadaan pidettyä
hallinnassa. Samalla vanhan julkisivun rikkoutuminen pysähtyy. Ulkopuolisen lisälämmöneristyk-
sen etuna on myös se, että kylmäsiilat rakenteista voidaan katkaista. Eristyspaksuuden valinta on
arkkitehtuurin ja energiatalouden kompromissi. Lisäeristyspaksuuden ollessa suuri ikkunat jäävät

syvälle eristyskerrokseen jos remontin yhteydessä ei vaihdeta uusia ikkunoita. (Nieminen 1997, 84.)

Sisäpuolisella lisälämmöneristämällä voidaan myös parantaa asumisviihtyvyyttä. Kerrostaloihin tehdyissä sisäpuolisista eristyksistä saatava hyöty on vain pienempi kuin ulkopuolisella tehdyllä. Kylmäsiilat rakenteissa pienentävät eristämisen tehokkuutta. Lisäeristys sisäpuolelta nostaa seinäpintojen lämpötiloja, näin se parantaa asumisviihtyvyyttä. (Nieminen 1997, 84.)

Joissakin tilanteissa sisäpuolinen lisälämmöneristys on ainoa tapa tehdä parannus rakenteeseen. Tämä johtuu esimerkiksi julkisivun arkkitehtuurista. Sisäpuolinen eristäminen täytyy harkita rakennus- ja tapauskohtaisesti. Lämpöhäviön pienentyminen saattaa lisätä julkisivun rikkoutumisen riskiä. Tästä syystä kerrostaloihin tehtävää sisäpuolista lisäeristystä ei voida suositella yleisratkaisuksi. Asumisviihtyvyyteen ja energiatalouden nostamiseen suuntaavat tehtävät ja toimenpiteet tulisi valita muista vaihtoehdoista. (Nieminen 1997 84.)

Julkisivun lisälämmöneristämisen kustannukset riippuvat ja vaihtelevat rakennuskohtaisesti. Kustannukset voivat olla lisäeristämisen kohdalla hieman pienemmät, jos eristys tehdään julkisivun muiden kunnostustoimenpiteiden yhteydessä. Lisälämmöneristyksellä voidaan päästä noin 25 prosentin säästöihin lämmityskustannuksissa. Kuitenkaan pelkkä lisälämmöneristys ei johda saatavaan energiansäästöön teoreettisen laskelman perusteella. Tarvitaan myös LVI-järjestelmän parantavia toimenpiteitä. Energiatalouden parantamista ei pidä kuitenkaan mitata tehtyjen toimenpiteitten takaisinmaksuaikojen perusteella. Hyvin ja oikein tehtynä energiatalouden parantamisella on vaikutuksia sisäilmanlaatuun. Samalla alkuperäinen ulkovaipparakenne ja sen toimivuus paranevat ja rikkoutumisen herkkyys vähenee. Näillä tekijöillä on myös vaikutusta kiinteistön arvoon ja käyttöikänsä. (Nieminen 1997 86- 88; Julkisivukorjauksella energiatehokkuutta. 2011.)

Julkisivun uutta pintarakennetta eli verhousta valittaessa ja suunniteltaessa täytyy selvittää ovatko vanha pintarakenne ja lämmöneristys siinä kunnossa, jotta ne voidaan jättää uuden alle. Vanha rakenne puretaan, jos se on päässyt vaurioitumaan pahoin ja se ei kelpaa uuden pintarakenteen alustaksi. Pintarakenne poistetaan, jos rakennepaksuutta ei pystytä kasvattamaan rakenteellisista tai ulkonäöllisistä syistä. (Pyysalo 1997 89- 90; Julkisivukorjaus vaatii taitoa ja harkintaa. 2011.)

Julkisivupinnoissa vaurioituminen saattaa edetä piilossa, on pintamateriaali sitten rappaus, betonia, puuta tai tiiltä. Julkisivut, jotka ovat rapattuja tai betonisia, vauriot voivat edetä pitkälle ennen kuin niistä on huomattavissa ulkoisia merkkejä. Asiantuntija voi tehdä kuntotutkimuksen, jossa voidaan todeta vauriot. Tutkimusta tehdessä otetaan rakenteista näytekappaleita ja vauriot arvioidaan laboratoriotutkimuksilla. (Julkisivukorjaus vaatii taitoa ja harkintaa. 2011.)

Julkisivupinnoissa esiintyy tavallista ikääntymistä, jos vauriot eivät ole ehtineet edetä pitkälle ne ovat korjattavissa säilyttävällä korjauksella. Säilyttävässä korjauksessa olemassa olevat pinnat pyritään palauttamaan alkuperäiseen kuntoon. Betonipinnat puhdistetaan, tehdään tarvittavat paikkaukset ja huoltomaalataan. Elementtisaumojen tarkastaminen ja mahdollinen uusiminen ovat tärkeitä toimenpiteitä betonielementtijulkisivujen säilyttävässä korjauksessa. Vesitiiviys on pääosin elementtisaumausten varassa. (Julkisivukorjaus vaatii taitoa ja harkintaa. 2011.)

Julkisivupinnat pystytään saamaan käyttökelpoiseen kuntoon myös peittävällä korjauksella. Peittävässä korjauksessa vanhan julkisivurakenteen päälle tehdään uusi suojaava kerros, esimerkiksi rappaus tai levytys. Yleensä peittävää korjausta tehdessä liitetään siihen myös lisälämmöneristyskerros, joka parantaa eristävyttä. (Julkisivukorjaus vaatii taitoa ja harkintaa. 2011.)

Uusi pintarakenne voidaan tehdä esimerkiksi eristerappauksella, muuraamalla tiilestä tai pelti- ja levymäisillä tuotteilla. Eristerappauksista yleisin on kolmikerrosrappaus. Se tehdään verkotetun mineraalivillan päälle, joka on ankkuroitu seinään ruostumattomilla joustavilla kiinnikkeillä. Rappausmateriaaleina ovat perinteiset kalkkisementtilaastit. Ohutrappaus pystytään tekemään mineraalivillan tai solupolystyreenin päälle. Rappauksena käytetään tavallisesti sementtipohjaista kuitulaastia. Laastin vahvikkeena on muovipinnoitettu lasikuituverkko. (Pyysalo 1997, 90- 91; Julkisivukorjaus vaatii taitoa ja harkintaa. 2011.)

Muuraamalla tehdessä muurukseen voidaan käyttää poltettuja tiiliä tai kalkkihiekkakiviä. Tiilien täytyy olla säänkestäviä. Lisäeristeen ja pintarakenteen väliin täytyy jättää tuuletusrako. (Pyysalo 1997, 92; Julkisivukorjaus vaatii taitoa ja harkintaa. 2011.)

4 KORJAUSKOHTEET

Korjattavina kohteina on kaksi 1970-luvulla tehtyä kerrostaloa, jotka sijaitsevat Oulussa. Molempiin rakennuksiin tehdään julkisivukorjaus ja vaihdetaan uudet ikkunat sekä parvekeovet vanhojen tilalle. Parvekkeita ei korjata. Työssä tarkastellaan korjauskustannuksia ja rakennustoimenpiteitä. Tietoja kohteista on hankittu Oulun kaupungin rakennusvalvonnasta.

4.1 Vuonna 1974 valmistunut asuinkerrostalo

Vuonna 1974 valmistuneessa asuinkerrostalossa on yhteensä 44 asuntoa, rakennusta käytetään vakinaiseen asumiseen. Lämmitystapana on vesikeskuslämmitys. Kerroksia rakennuksessa on viisi ja pinta-ala on 2 156 m², kerrosala 2 400 m² ja huoneistoala yhteensä 1 958 neliometriä. Rakennuksessa julkisivuna on kalkkihiekkatiili ja ikkunat ovat kaksilasiset. (Kuva 1.)



KUVA 1. Vuonna 1974 valmistuneen asuinkerrostalon kalkki-hiekka-tiiliverhoiltu julkisivu

Talon päädystä näkyy hyvin vanhan kalkkihiekkatiiliverhoilun, joka on tyydyttävässä kunnossa.
(Kuva 2.)



KUVA 2. Vuonna 1974 valmistuneessa asuinkerrostalon julkisivussa näkyy ajan aiheuttamaa kulumaa

4.2 Vuonna 1977 valmistunut asuinkerrostalo

Vuonna 1977 valmistunut asuinkerrostalo on vakinaisen asumisen käytössä. Asuntoja on 64 ja kerroksia on kahdeksan. Rakennuksen pinta-ala on 2 376 m², kerrosala 4 400 m² ja huoneistoala yhteensä 3 636 neliometriä. Julkisivuna on vaalea rouheinen betonielementti ja ikkunat ovat kakasilasiset. (Kuva 3.)



KUVA 3. Vuonna 1977 valmistuneen asuinkerrostalon julkisivut ovat betonielementtejä

Betonielementit ovat tyydyttävässä kunnossa kauttaaltaan rakennuksessa. Parvekkeet ovat rakennuksessa etelään päin. (Kuva 4.)



KUVA 4. Vuonna 1977 valmistuneen asuinkerrostalon parvekkeet, jotka ovat lasitetut

Rakennuksen päädyissä ei ole paljon ikkunoita, jolloin lisälämmöneristyksen osuus kasvaa energiatehokkuuden kannalta. Päädyissä elementit ovat myös tyydyttävässä kunnossa. (Kuva 5.)



KUVA 5. Vuonna 1977 valmistuneen asuinkerrostalon päädyt, joissa on suuri pinta-ala eristettävää

5 KORJAUSKONSEPTIEN SOVELTAMINEN ESIMERKKIKOHTEESEEN 1

Ouluun vuonna 1974 valmistuneeseen asuinrakennukseen tehdään koko julkisivun kattava uusi-
minen lisälämmöneristuksen kanssa ja vaihdetaan uudet ikkunat sekä parvekeovet vanhojen
tilalle. Vanha julkisivu puretaan ja poistetaan vanha lämmöneristys. Uusi julkisivun kuorimuuri
tehdään tiilestä.

5.1 Tiiliverhoilu

Julkisivu pystytään korjaamaan niin, että muurataan vanhan ulkoseinän päälle uusi tiilikuori tai
poistetaan vanha kuori ja muurataan kokonaan uudestaan. Lisälämmöneristys on suositeltavaa
molemmilla tavoilla tehtäessä. Kuorimuurin ja lisäeristeen väliin pitää jättää 40 millimetrin tuule-
tusrako. Huomioitava on tuuletusraossa olevan veden poistaminen ikkunoiden ja ovien päältä ja
sokkelista. (Lahdensivu 2007, 18.)

5.2 Purkutyöt

Ennen purkutöiden aloittamista pitää laatia purkus suunnitelma. Suunnitelmaan kuuluvat purku-
työselostus ja tarkempi purkutyösuunnitelma. Purkutyöselostuksen tekee rakennesuunnittelija tai
purkusunnittelija, joka on erillinen. Purkutyösuunnitelman tekee urakoitsija. Purkamista suunni-
teltaessa on selvitettävä ulkoseinien rakenne, materiaalit, joita on käytetty, sekä rakenteen vau-
riotilanne. Pitkälle edennyt vaurioituminen yleensä helpottaa purkutyötä. Se voi myös aiheuttaa
hallitsematonta purkutyötä. (Lahdensivu 2007, 10-11.)

Piikkaus on yleensä käytetty tapa kuorimuurin purkuun. Piikkaus tapahtuu ylhäältä alaspäin. Piik-
kaaminen voidaan tehdä käsivaraisilla laitteilla telineiltä, nostokorista tai riipputelineiltä. Piikkaus
onnistuu myös raskaampaa kalustoa käyttäen kiinnittämällä iskuvasara pitkäpuomiseen kaivinko-
neeseen tai purkukoneeseen. Purkamiseen voidaan käyttää myös pienempää purkurobottia, jota
ohjataan kauko-ohjauksella. Robotti kantatellaan erillisellä lavalla ja lavaa ohjataan nostokonees-
tä käsin. Käsivaraista piikkausta käytetään yleensä pieniin kohteisiin. Purkutyöt voidaan tehdä

myös käsivaraisesti, mutta se on hidasta ja kallista. Käsivaraisesti purettaessa käytetään moskaa tai kumivasaraa. Purkutyöt ajoitetaan harvoin talveksi, koska lämmöneristys vaihdetaan yleensä kuorimuurin purun yhteydessä. (Lahdensivu 2007, 10.)

5.3 Lisälämmöneristys

Lämmöneristeen valintaa tehtäessä on otettava huomioon, mistä rakennuksen runko on ja mitä olemassa oleva lämmöneriste on. Rakennus, jossa on puurunko, lämmöneristeet ovat runkotolppien välissä. Betoni- tai tiilirunkoisessa lämmöneristeet ovat kuorimuurin ja rungon välissä. Uusi kuorimuri tehdään tuulettuvana rakenteena. Silloin lämmöneristeenä yleensä käytetään mineraalivillaa. Mineraalivilla voi olla kovaa tai pehmeää villaa sekä niiden yhdistelmää ja siinä voi olla erillinen tuulensuojapinta. (Lahdensivu 2007, 15.)

Lisälämmöneristyksellä voidaan hyvin helposti vähentää seinärakenteen läpi kulkevaa lämpöenergian määrää. Lisälämmöneristyksellä parannetaan vanhan seinän toimivuutta. Jotta voidaan varmistua lämpöteknisestä toimivuudesta, pitää lämmöneristelevyjen asennukseen kiinnittää huomiota. Lämmöneristeet täytyy asentaa riittävän tiiviisti alustaan, koska näin voidaan välttää rakenteen sisäinen konvektio. Lämmöneristyskerroksen paksuutta voidaan kasvattaa melko vapaasti. Kerroksen paksuutta rajoittavat lähinnä ulkoseinien liittymät sokkeliin, ikkunoihin ja räystäälle. Lämmöneristekerroksen paksuutta valittaessa täytyy ottaa huomioon seinän paksuuden muuttuminen ja ikkunoiden jääminen syvennyksiin. Pitää suunnitella yksityiskohdat huolella ja tarkasti ulkonäkökulman sekä toimivuuden kannalta. (Lahdensivu 2007, 15-16.)

Lämmöneristeet ja tuulensuojapinnat tulee kiinnittää alustaan mekaanisin kiinnikkein. Kiinnikkeinä yleensä käytetään muuraussiteitä. Muuraussiteen olennaisena tehtävänä on kuorimuurin sidonta runkoon. Lämmöneristelevyt eivät saa päästä kaareutumaan. Kiinnikkeillä muodostetaan kuorimuurin ja eristeen väliin tuuletusrako. Muuraussiteet tulee asentaa niin, että vuotovesiä ei pääse kulkeutumaan lämmöneristeeseen. Suunnitelmista käy ilmi, mitä kiinnikkeitä tulee käyttää. Se määräytyy rakennuksen rungosta sekä lämmöneristeiden paksuudesta. (Lahdensivu 2007, 16.)

5.4 Muuraus

Julkisivun kuorimuuria uusittaessa voidaan ulkonäköä muuttaa vanhasta. Seinään lisätyn lisälämmöneristyksen takia seinärakenteen paksuus kasvaa ja tiilijako on suunniteltava uudestaan. Seinärakenteen paksuuden muuttuminen tulee vaikuttamaan myös ikkuna- ja oviaukkojen detailjeihin. Muurauksen ulkonäköä voidaan muuttaa erilaisilla tiilityypeillä. Voidaan käyttää poltettuja tiiliä, kalkkihiekkatiiliä, erikokoisia tiiliä ja myös tiilien väreillä sekä pintamuodoilla saadaan vaihtelua. Saumaratkaisuilla saadaan muutettua ulkonäköä. Muurattu rakenne pystytään pinnoittamaan ja rappaamaan. (Lahdensivu 2007, 18.)

Kuorimuurilla tulee olla aina oma kannatusrakenne. Uusi kuorimuri kannatetaan vanhan sokkelin päältä, tämä yksinkertaisimmassa tapauksessa. Kuorimuurin kannatus on suunniteltava uudelleen, kun seinärakenteen paksuus kasvaa. Kannatus pystytään toteuttamaan koko kuorimuurille yhdestä kohtaa tai erilaisilla konsolirakenteilla. Eri osissa rakennusta voidaan käyttää erilaisia kannatustapoja. Perustusten kannatus voidaan tehdä monella tavalla. Kannatus voidaan toteuttaa piiloperustuksena, jolloin perustus lähtee maanpinnan alapuolelta. Toinen vaihtoehto on kannatukselle valettuna konsoliperustuksena, jossa vanhaan sokkelirakenteeseen valetaan rakennettava perustamistapa. Rakenteiden kerroksittaiseen kannatukseen toimii konsoliperustus ja ulokkeena toimiva L-teräs. (Lahdensivu 2007, 18.)

Kuorimuurin sidonta runkoon tehdään muuraussiteillä. Kuorimuriin kohdistuvat tuulikuormat siirretään rakennukseen myös muuraussiteiden avulla. Vanhaa kuorimuuria purettaessa vanhat tiiliseitit vaurioituvat, joten ne on uusittava. Lisälämmöneristyksen johdosta tarvitaan alkuperäistä pitemmät muuraussiteet. Muuraussiteet ovat joko tehdasvalmisteisia tai työmaalla taivutettuja neljän millimetrin teräslankoja. Kiinnikkeinä käytetään yleensä nailontulppaa tai kiila-ankkuria, riippuen rungon materiaalista. (Lahdensivu 2007, 19.)

Itse muuraustyöllä on suuri vaikutus tiiviyteen ja ulkonäköön rakenteessa. Työssä on kiinnitettävä huomiota saumojen tiiviyteen sekä tuuletusraon toimivuuteen. Laastin valmistukseen tulee myös kiinnittää huomiota. Jälkisaumausta pitäisi välttää julkisivumuurauksessa. Paras lopputulos saadaan, kun muurataan saumat kerralla täyteen. Muurausta ei tule tehdä sateella ilman asianmukaista suojausta. Muurattu rakenne tulee suojata tarvittaessa liian haihtumisen estämiseksi. Liian nopeasti tapahtuva kuivuminen aiheuttaa laastin halkeilua. Tästä johtuu lujuuden ja tiivyyden heikkeneminen. Pakkasella noudatetaan talvimuurausohjeita. (Lahdensivu 2007, 22.)

5.5 Ikkunat ja parvekeovet

Ikkunoiden vaihto tapahtuu helposti ammattilaiselta. Vanhan ikkunan purkaminen voidaan aloittaa listojen poistolla. Listojen poiston jälkeen poistetaan ulkopuitteet. Ikkunakarmit yleensä rikkoutuvat purettaessa. Ikkunan poiston jälkeen on aukosta poistettava lika ja vanha eriste. Rakenteiden kunto kannattaa tarkastaa tässä vaiheessa ja korjata vaurioituneet rakenteet. (Ikkunoiden asennus. 2013.)

Ennen ikkunoiden asentamista aukkoa voidaan suurentaa timanttisahaamalla tai pienentää asentamalla aukkoon lisärunko. Karmin kiinnityskohdat tarkistetaan ja tarvittaessa ne korjataan. Ikkunoiden korkeusasema sekä pystylinjojen paikat merkitään. Ikkunoiden tarkka paikka merkitään aukon pieliin ja aukon alareunaan lyödään naulat tarvittaessa. Karmi asennetaan mitatulle paikalle. Pystykarmin ja rungon väliin asennetaan kiilat ja tarkistetaan ristimitta. Karmi ruuvataan puurunkoon ruuvaamalla ja propataan kiviseinään. Karmin ja seinärakenteen väli eristetään. (RATU F32-0350. 2009. 6-8.)

Ikkunaliitoksissa täytyy ottaa huomioon veden poisjohtaminen tuuletustilasta. Ikkunoiden liittymisen seinärakenteisiin pitää suunnitella niin, että seinärakenteen sisään päässyt kosteus kuivuu ulospäin. Se voidaan toteuttaa ikkunan yläpuolelle laitettavalla vedenohjaimella. Vesipellin kaltevuus tulisi olla vähintään yhden suhde kolmeen. (Lahdensivu 2007, 27.)

Parvekeovien purkaminen ei poikkea paljoa ikkunoiden purun osalta. Ovilevyt nostetaan paikoiltaan pois ja tämän jälkeen poistetaan vanha karmi. Karmi voidaan poistaa esimerkiksi puukosahaa käyttämällä. Oviaukon pielet puhdistetaan roskista ja pölystä. Karmiaukon leveys, syvyys ja korkeus mitataan. Aukkoa joko suurennetaan tai pienennetään tarvittaessa. Karmin kiinnityskohdat tarkistetaan ja kunnostetaan. Karmi asennetaan paikoilleen kiiloja käyttämällä ja säädetään paikoilleen. Karmin ja seinärakenteen väli eristetään. Ovilevy voidaan nostaa paikoilleen ja tehdä muut lopettavat työt, esimerkiksi listoitus. (RATU F51-0362. 2008. 6-8.)

6 KORJAUSKONSEPTIEN SOVELTAMINEN ESMERKKIKOHTEESEEN 2

Ouluun vuonna 1977 valmistuneeseen asuinrakennukseen tehdään kattava julkisivukorjaus. Rakennuksesta puretaan vanhat betonielementit lämmöneristykseen pois. Ulkoseinään tehdään lisälämmöneristys ja julkisivuun käytetään Cembrit-kuitusementtilevyä verhoiluun. Vanhat ikkunat vaihdetaan uusiin ikkunoihin ja myös parvekeovet uusitaan.

6.1 Levyverhous

Levyverhouskorjauksissa pitää kiinnittää huomiota seuraaviin tekijöihin: alustan mittapoikkeamiin, rankarakenteen jäykkyyteen, rankarakenteen ankkurointiin ja levysaumojen sadeveden tiivyyteen. Mittapoikkeamien tasaaminen alustassa on hyvin tärkeää. Epätasaisuudet tulevat esiin valmiissa pinnassa varjostumina ja saumojen hammastuksina. Levyverhousrakenteessa mittapoikkeamat alustassa tasataan säätökiinnikkeillä. Voidaan käyttää myös korotuspaloja. Rankarakenteen jäykkyyden varmistaminen on tärkeää varsinkin, kun uusitaan ulkokuori ja tehdään lisälämmöneristys. Rakenteen ja siihen liittyvien säätökiinnikkeiden tulee olla riittävän jäykkiä, jotta ne kestävät taivutus- ja vääntörasitukset. (Haukijärvi 2005, 17-18.)

6.2 Purkutyöt

Purkutyöt poikkeavat joiltain osin verrattuna tiiliverhoukseen, kun kyseessä on betonielementti. Purkutyöt aloitetaan purkus suunnitelman laatimisella, näin tulee tehdä jokaisessa kohteessa. Purkutapaa valittaessa täytyy huomioida ulkokuoren kunto. Yleensä ulkokuoret puretaan murskaamalla tai piikkaamalla paikanpäällä, kun kannatusrakenteina on käytetty ansasteräksiä tai muita vastaavia kannatusrakenteita. Kuorielementit, jotka on kiinnitetty pistemäisesti rakenteen yläreunoista, voidaan purkaa kokonaisina. Oikean purkutavan valitsee suunnittelija. Kaluston ja tarkemmat menetelmät tekee urakoitsija. (Haukijärvi 2005, 8.)

Murskaaminen tapahtuu käyttämällä hydraulisia tarraimia, joilla betoniulkokuoresta taivutetaan palasia irti. Yleensä tarraimet kiinnitetään pitkäpuomiseen kaivinkoneeseen. Ne voidaan kiinnittää

myös erillisellä lavalla olevaan purkukoneeseen, jota ohjataan kauko-ohjauksella. Betonia murrettaessa taivuttamalla sisäkuoren jäljellejäävän osan pitää kestää taivutuksesta syntyvä rasitus. (Haukijärvi 2005, 8.)

Kokonaisena purkaminenkin onnistuu. Tämä riippuu ulkokuoren kannatusrakenteesta. Lähinnä se onnistuu kuori- tai sandwich-elementtien osalta, joissa ulkokuoret on kiinnitetty pistemäisesti elementtien yläreunoista. Nostotyömenetelmä on yksi keino tehdä purkaminen. Siinä betoninen ulkokuori puretaan pienissä osissa. Ulkokuoren ja sisäkuoren väliin asennetaan pieniä nostotyöjyviä, joiden avulla purkaminen tapahtuu. (Haukijärvi 2005, 8-9.)

6.3 Ranka

Rankarakenne voidaan tehdä puusta, alumiinista tai sinkitystä teräksestä. Näiden yhdistelmiä voidaan käyttää. Puuta ja sinkittyä terästä yhdistettäessä sisempi ranka on terästä ja ulompi on puuta. Alumiinin ja puun yhdistelmää ei suositella, koska alumiini voi syöpyä kosketuksessa määrän puun kanssa. Alumiinin ja sinkityn teräksen yhdistäminen ei ole myöskään mahdollista. Tuotevalmistajalta pitää varmistaa, mikä rankarakenne sopii käytettävälle tuotteelle. (Haukijärvi 2005, 14.)

Rakenne tehdään tavallisesti ristiinkoolauksella. Uloimman koolauksen suunnan määrittää, mihin suuntaan levyt asennetaan. Pystyyn asennettaessa uloinpana rankana käytetään pystyrankaa. Vaakasuuntaan asennettaessa uloin ranka voidaan asentaa vaakaan tai pystyyn. Jos ranka asennetaan vaakaan, pitää varmistaa tuulettuminen. (Haukijärvi 2005, 14.)

6.4 Lisälämmöneristys

Lisälämmöneristystä suositellaan aina levyverhouksen yhteydessä. Levyverhous voidaan tehdä myös ilman lisälämmöneristystä, yleensä silloin, kun seinän paksuutta ei voida kasvattaa. Syyt tähän voivat olla rakennusoikeudellisia tai arkkitehtonisia. Verhoukorkorjauksessa rakenteen paksuus tulee kuitenkin kasvamaan, koska tarvitaan tuuletusväli. (Haukijärvi 2005, 22.)

Tuuletetuissa levyverhoiluissa lämmöneristeenä käytetään julkisivuissa mineraalivillaa. Villa voi olla pehmeää, kovaa tai näiden yhdistelmää. Jos alusta, johon lämmöneriste kiinnitetään, on epätasainen, voi kovan villan kiinnitys tiiviisti olla hankalaa. Tällöin käytetään yhdistelmää, jossa pehmeä villa saadaan painettua tiiviisti alustaan kovan villan läpi kiinnikkeillä. Tuulensuojana voidaan käyttää villaa, jossa on tuulensuojapinta tai erillistä tuulensuojapintaa. Pinta voi olla rul-lamainen tai levymäinen tuote. Lisälämmöneristeen paksuus on yleensä 50–70 millimetrin luokkaa. (Haukijärvi 2005, 22.)

Lämmöneristeet ja tuulensuojapinnat tulee kiinnittää mekaanisin kiinnikkein, kuten julkisivu tehtäisiin muuraamalla. Lämpötekniisesti paras vaihtoehto olisi käyttää kovan ja pehmeän villan yhdistelmää. Suunnitelmista selviää, mitä kiinniketyyppejä käytetään sekä niiden määrä seinäneliötä kohden. Kiinnitykseen yleensä riittää kolme tai neljä kappaletta. Lämmöneristeitä voi olla useam-massa kerroksessa, jolloin kerrosten saumat pitää limittää. (Haukijärvi 2005, 23.)

6.5 Verhouslevyt

Julkisivuun käytettäviä levyvaihtoehtoja löytyy monenlaisia. Suunnitelmissa todetaan levyverho-ukselle levyjako. Jaon määrittelee arkkitehti. Jako määritellään julkisivun koon, ulkonäön ja auk-kojen perusteella. Rakennuksen ovi- ja ikkunaliittymissä sekä nurkissa voidaan käyttää kulmalis-toja tai sovitekappaleita, joiden avulla toimittajan vakiokokoiset levyt saadaan sopimaan. (Hauki-järvi 2005, 25.)

Levymäiset tuotteet, kuten kuitusementti, korkeapainelaminaatti, komposiitti, kalsiumsilikaatti sekä sementtilastulevyt voidaan asentaa pysty- tai vaakasuoraan. Levyillä on yleensä jokin vakio-levyys. Leveydet tulee tarkistaa tuotetoimittajalta. Leveys on tavallisesti 1 190–1 200 millimetrin luokkaa. Erikoistilauksena saadaan myös kapeampia levyjä. Korkeudelle on valmistajakohtaisia vakiokokoja. Määrämittaan sahattuja levyjä saadaan tilaamalla. Maksimikorkeus on yleensä kol-mesta metristä kolmeen ja puoleen metriin. Asennusteknisistä syistä ei ole suositeltavaa käyttää yli kerroksen korkuisia levyjä. Silloin levyyn kohdistuu suuria lämpö- ja kosteusliikkeitä. Metallile-vyt voidaan asentaa myös pysty- tai vaakasuoraan, riippuen halutusta ulkonäöstä. (Haukijärvi 2005, 25.)

Verhoiluun on käytössä myös kasettimaisia tuotteita. Metallikasetit tehdään yleensä kohdekohtaisilla mitoilla, jolloin saadaan julkisivupinnasta saumajaon kannalta tasainen pinta. Kasettijaon määrityksessä täytyy huomioida se, millainen ulkonäkövaikutus saumoilta halutaan. Voidaan tehdä perinteinen selkeä kasettimainen ulkonäkö tai puskusauma, jolloin saadaan nauhamaista seinää. Suunnittelija määrittää jaon yhteistyössä tuotetoimittajan kanssa. (Haukijärvi 2005, 25-26.)

Levyjen kiinnitykseen on muutamia tapoja riippuen siitä, millaista levyä julkisivuun käytetään. Ruuvikiinnitys on yleisin tapa levyverhouksissa. Sitä voidaan käyttää kaikissa muissa ratkaisuissa paitsi tuotteissa, joissa kiinnitys tapahtuu ripustamalla tuote konsolien tai erikoisosien varaan. Ruuvien täytyy olla ruostumattomasta teräksestä tai haponkestävästä teräksestä tehtyjä. Ruuvit voidaan jättää näkyville tai piilottaa. Rankarakenteen ja levyn erisuuruiset lämpöliikkeet ja kosteusliikkeet pitää huomioida ruuvauksessa. Käytetään levyrakenteessa suurempaa porausreikää kuin ruuvien halkaisija. (Haukijärvi 2005, 27.)

Niittikiinnitystä voidaan käyttää alumiinirangan kanssa ja listojen sekä peitepeltien kiinnityksessä. Niitteinä ovat karaniitit. Alumiinirankaan käytetään alumiinisia niittejä. Levyille pitää jättää riittävä liikuntavara, kun kiinnitys tehdään niiteillä. Niittejä ei saa kiristää liian tiukalle. Kiristykseen on tehty apuväline, jonka avulla kiristys tehdään. (Haukijärvi 2005, 28.)

Liimaamalla voidaan kiinnittää myös verhou levyjä, jotka soveltuvat liimaamiseen. Teräsrangan tai alumiinirangan yhteydessä yleisemmin käytetään liimausta. Suomesta ei ole pitkäaikaisia kokemuksia liimaamisesta. Liimaus tehdään siihen kehitetyillä erikoisjärjestelmillä. Yleensä järjestelmä koostuu rangan ja levyjen puhdistusaineista, pohjustusaineista, asennusteipistä ja kiinnityslimasta. Kiinnitykseen käytetään myös erilaisia konsoleita ja erikoiskiinnikkeitä joihin verhoustuotteet kiinnitetään. Ne ovat aina tiettyyn tuotteeseen liittyvä ja tehty kiinnitysmenetelmä. (Haukijärvi 2005, 29.)

6.6 Ikkunat ja parvekeovet

Levyverhoukskorjauksessa ikkunat ja parvekeovet puretaan sekä asennetaan samalla tavalla kuin muissakin korjausmenetelmissä. Työtavat eivät poikkea ikkunoiden osalta, vanhat puretaan ensin

pois ja uudet asennetaan paikoilleen. Parvekeovien osalta tehdään samoin. Ikkunan liitoskohdissa tulee huomioida levyn erilaiset liittymät ja muotoilla ne niin, että vesi ei vahingoita alapuolisia rakenteita. Erilaisilla liitoskohdilla on suuri vaikutus vesivuotojen ehkäisemiseksi. (Haukijärvi 2005, 18.)

6.7 Cembrit-kuitusementtilevy

Esimerkkikohteessa 2 julkisivuverhous tehdään Cembrit Zenit -kuitusementtilevystä. Kuitusementin valmistukseen käytetään sementtiä, kiviainesta, selluloosaa, orgaanisten kuitujen yhdistelmiä ja vettä. Kuitusementin tiivis rakenne tuottaa erittäin hyvän ääneneristyksen ja sääsuojan. Julkisivu kestää hyvin pohjoisen vaihtuvissa sääoloissa. Cembritin levyillä on suoja sammalta ja leviä vastaan. Näin julkisivu ei vaadi hoitoa paljon. Levyt ovat läpivärjättyjä ja maalattuja. Valittavana on kuusitoista eri väri vaihtoehtoa. Levyjä saadaan tilattua määrämittäisinä, mutta vakiona on saatavana 1 192 mm x 2 500 mm x 8 mm ja 1 192 mm x 3 050 mm x 8 mm. Levyjen mukana tulee asennusohjeet eri rankarakenteille ja tarvittavat kiinnitysosat. (Julkisivut. 2013.)

7 KORJAUSKONSEPTIEN VAIKUTUKSET RAKENNUKSEN ENERGIANKULUTUKSEEN JA KUSTANNUKSET

Kohteiden ikkunoiden, parvekeovien ja lämmöneristyksen U-arvot ovat oletettuja 1970-luvun arvoja. Uudet arvot ovat tuotteiden valmistajan antamat arvot. Taulukosta 1 selviää uusien rakenteiden vaikutus energiankulutukseen. Taulukossa on esitetty molempien ikkunoiden mallit ja parvekeoven malli. Ulkopuolinen lisälämmöneristys on tarkasteltu 70 mm:n arvoilla.

TAULUKKO 1. Uusien rakenteiden vaikutus energiankulutukseen

U-arvo	Alkuperäinen U-arvo	Uusi U-arvo	Ero	Energian kulutus alenee kwh/m ²
Ikkuna Beeta N	2,8	0,97	-1,83	-219,6
Ikkuna Alfa 40 N	2,8	0,65	-2,15	-258
Parvekeovi Beeta	2,1	0,89	-1,21	-145,2
Lisäeristys ulkopuolelta 70 mm	0,35	0,22	-0,13	-15,6

Opinnäytetyössä selvitettiin eri materiaalien kustannusten vaikutuksia. Kustannukset on laskettu urakoitsijoiden antamilla hinnoilla. Taulukoissa 2 ja 3 on esitetty molemmista kohteista lasketut kustannukset asunoneliometriä kohden eli korjausvastike. Molemmissa kohteissa lisälämmöneristys on 70 mm. Jos lisälämmöneristys on 100 mm, kustannukset kasvaisivat, mutta eivät merkittävästi.

Taulukossa 2 esitetään kustannukset esimerkikohteesta 1, joka on vuonna 1974 valmistunut asuinkerrostalo.

TAULUKKO 2. Esimerkkikohteen 1 kustannukset

Esimerkkikohte 1		Määrä		Hinta	
	YKS	YKS	YKS/asm ²	€/YKS	€/asm ²
Ikkuna Beeta N	kpl	118	118/1 958	637.10 €/kpl	38.4 €/asm ²

Ikkuna Alfa 40 N	kpl	118	118/1 958	789,52 €/kpl	47,6 €/asm ²
Parvekeovi	kpl	24	24/1 958	524,19 €/kpl	6,4 €/asm ²
Ohutrappaus+70mm lisäeristys	m ²	699, 63	699,63/1 958	48,5 €/m ²	17,3 €/asm ²
Kolmikerosrappaus+70mm lisäeristys	m ²	699, 63	699,63/1 958	90,5 €/m ²	32,3 €/asm ²
Muuraus 130mm tiili+70mm lisäeristys	m ²	699, 63	699,63/1 958	71,53 €/m ²	25,6 €/asm ²
Kuitusementtilevy+70mm lisäeristys	m ²	699, 63	699,63/1 958	32,83 €/m ²	11,7 €/asm ²
Cembrit Zenit kuitusementti- levy+70mm lisäeristys	m ²	699, 63	699,63/1 958	47,93 €/m ²	17,1 €/asm ²
Peltikasetti+70mm lisäeristys	m ²	699, 63	699,63/1 958	108,53 €/m ²	38,8 €/asm ²

Taulukosta 2 käy ilmi, että peltikasetti on kallein vaihtoehto asuntoneliometriä kohden. Peltikasetti on yleisemmin käytetty esimerkiksi teollisuushalleissa. Ikkunoiden hintaero johtuu Alfa 40 N mallin paremmista teknisistä ominaisuuksista.

Taulukossa 3 esitetään kustannukset esimerkikohteesta 2, joka on vuonna 1977 valmistunut asuinkerrostalo. Taulukoiden tuotteet sekä materiaalit ja niiden hinnat löytyvät liitteestä 1. Korjausten kustannukset löytyvät liitteestä 2. Taulukoiden hinnat ovat arvonlisäverottomia.

Taulukon 3 ja taulukon 2 kustannuksia vertailtaessa huomataan, että esimerkikohteen 2 hinnat ovat suuremmat pintamateriaalien kohdalla. Tämä johtuu siitä, että esimerkikohteessa 2 on enemmän korjattavaa pinta-alaa.

TAULUKKO 3. Esimerkkikohteen 2 kustannukset

Esimerkkikohde 2		Määrä		Hinta	
	YKS	YKS	YKS/asm ²	€/YKS	€/asm ²
Ikkuna Beeta N	kpl	207	207/3 636	637,10 €/kpl	36,3 €/asm ²
Ikkuna Alfa 40 N	kpl	207	207/3 636	789,52 €/kpl	44,9 €/asm ²
Parvekeovi	kpl	64	64/3 636	524,19 €/kpl	9,22 €/asm ²

Ohutrappaus+70mm lisäeristys	m ²	2 068,64	2 068,84/3 636	48,5 €/m ²	27,6 €/asm ²
Kolmikerrosrap- paus+70mm lisäeristys	m ²	2 068,64	2 068,84/3 636	90,5 €/m ²	51,5 €/asm ²
Muuraus130mm tii- li+70mm lisäeristys	m ²	2 068,64	2 068,84/3 636	71,53 €/m ²	40,7 €/asm ²
Kui- tusementtilevy+70mm lisäeristys	m ²	2 068,64	2 068,84/3 636	32,83 €/m ²	18,6 €/asm ²
Cembrit Zenit kui- tusementtilevy+70mm lisäeristys	m ²	2 068,64	2 068,84/3 636	47,93 €/m ²	27,3 €/asm ²
Peltikasetti+70mm lisäeristys	m ²	2 068,64	2 068,84/3 636	108,53 €/m ²	61,7 €/asm ²

8 POHDINTA

Opinnäytetyössä tarkasteltiin kahden 1970-luvun asuinkerrostalon korjauskonsepteja julkisivun, ikkunoiden, parvekeovien ja lisälämmöneristykseen kohdalta. Molempiin korjauskohteisiin tehtiin kattava julkisivukorjaus, johon kuuluivat ikkunoiden ja parvekeovien vaihto sekä julkisivun ulko-kuoren uusiminen ja lisälämmöneristys. Esimerkkikohde 1 on valmistunut vuonna 1974 ja esimerkkikohde 2 on valmistunut vuonna 1977. Opinnäytetyössä selvitettiin erilaisten korjausten vaikutuksia energiankulutukseen eli energiatehokkuuteen. Lisäksi selville saatiin myös korjauskustannuksia eri materiaalien osalta.

Tuloksista ilmeni, että jokaisella korjausvaihtoehdolla oli positiivinen vaikutus energiankulutukseen vanhoihin arvoihin verrattuna. Tämä johtuu siitä, että uusissa materiaaleissa tekniset ominaisuudet ovat paremmat. Kustannukset olivat riippuvaiset materiaaleista ja talon koosta, sillä korjattavan pinta-alan lisääntyminen nostaa tietysti kustannuksia..

Opinnäytetyön tulokset voivat olla hyödyksi taloyhtiöille, joissa jokin korjauksista on ajankohtainen tulevaisuudessa. Tulokset antavat suuntaa korjausten kustannuksista eri materiaaleilla, ja esimerkkikohteita vertaamalla saadaan selville työtapoja muurauksen ja levyverhouksen osalta. Energiankulutusta voidaan arvioida saaduista tuloksista ikkunoiden, parvekeovien ja lisälämmöneristykseen osalta.

Kerrostalojen korjausten määrä tulee kasvamaan jatkuvasti Suomessa. Erityisesti 1970-luvun rakennusten saaminen energiatehokkaiksi tulee olemaan yksi tärkeimmistä tavoitteista. Julkisivukorjaus on yksi keino saada rakennus energiatehokkaammaksi. Julkisivukorjaus korjauskonseptina on suurin linjasaneerauksen jälkeen.

Kattava julkisivukorjaus, johon kuuluvat pintarakenteen uusiminen, ulkopuolinen lisälämmöneristys ja ikkunoiden- ja parvekeovien vaihto on tietysti kustannuksiltaan kaikkein kallein. Tämä korjauskonsepti kannattaa kuitenkin valita, jos julkisivun pintarakenne on päässyt vaurioitumaan pahoin ja ikkunat sekä parvekeovet ovat vanhat. Pintarakenteen päästessä vaurioitumaan pahoin todennäköisesti myös alapuolisille rakenteille on tapahtunut vahinkoa. Kattava julkisivukorjaus korjauskonseptina on tietysti varmin keino saada rakennus energiatehokkaaksi ja näyttämään

visuaalisesti hyvältä. Tilaajan kannattaa käyttää ammattilaista arvioimaan rakennuksen kunto, jotta saadaan haluttu tieto esimerkiksi siitä, kuinka korjausta lähdetään toteuttamaan

Ikkunoiden- ja parvekeovien vaihto korjauskonseptina on hyvä vaihtoehto, kun tiedetään rakennuksen ulkokuoren olevan kunnossa, mutta ikkunat ja parvekeovet ovat jo vanhat ja korjausta vailla. Ikkunoita ja ovia voidaan toki korjata, mutta varmin keino energiatehokkuuden kannalta on vaihtaa uudet. Uusissa ikkunoissa lämmönläpäisykerroin eli U-arvo on paljon pienempi vanhoihin ikkunoihin verrattuna, sama on myös parvekevissa. 1970-luvun rakennuksen vanhoissa ikkunoissa U-arvo voi olla 2,8-2,1 W/m²k. Parvekevissa se on arviolta 2,1 W/m²k. Nykyisten määräysten mukaan se saa olla molemmissa enintään 1,0 W/m²k. Ikkunoiden ja parvekeovien vaihdolla päästään jo mittavaan lämpöenergiankulutuksen laskuun ja saadaan rakennuksesta energiatehokkaampi.

Ulkopuolisella lisälämmöneristyksellä päästään myös huomattavasti vaikuttamaan energiatehokkuuteen ja lämpöenergian kustannuksiin. Se kannattaa kuitenkin tehdä vasta, kun on aiheellista uusia julkisivun pintarakenne.

Jokaisella korjauskonseptilla on vaikutusta energiatehokkuuteen ja lämpöenergian kustannuksiin. Pitkällä aikavälillä korjaus maksaa itsensä takaisin, oli korjauskonseptina mikä tahansa. Yleensä taloyhtiöissä mittavista korjauksista ajatellaan negatiivisesti, koska se on suuri kustannuserä. Suomessa toimii paljon julkisivun korjauskonsepteihin erikoistuneita yrityksiä. Heidän olisikin tärkeää tuoda esille korjausten hyödyt asukkaille. Korjauksissa korostetaan paljon kustannusten säästöillä. Yksi todella tärkeä asia on myös asumisviihtyvyyden parantaminen.

Korjaukset myös vaikuttavat myönteisesti asuntojen arvoon. Oikea aikaisilla korjauksilla säästetään kustannuksissa. Kun korjaukset tehdään ajoissa, selvittää kevyemmällä ratkaisulla. Korjauksen laajuus tietysti riippuu rakennuksen ja rakenteiden kunnosta sekä tilaajan tarpeesta.

Julkisivun pintarakenteille on monia mahdollisuuksia. Myös ikkunoissa ja parvekevissa on valittavana erilaisia vaihtoehtoja. Ulkopuolisessa lisälämmöneristyksessä on arvioitava, paljonko rakennepaksuutta pystytään kasvattamaan tai paljonko pitää kasvattaa, jotta päästään haluttuun energiatehokkuuteen.

Taloyhtiön aikoessa aloittaa jokin korjauskonsepteista täytyy suunnittelu tehdä huolella. Korjausrakentamisen ammattilaisilta saadaan tietoa esimerkiksi ajankohdista, milloin korjaukset kannattaa tehdä, jotta ne häiritsevät asukkaita vähiten. Ammattilaisilta saadaan tiedot mahdollisimman kestävästä ja vähän huoltoa kaipaavista sekä energiatehokkaista materiaaleista. Urakat kannattaa kilpailuttaa mahdollisimman monella, koska esimerkiksi ikkunatoimittajilla ikkunoiden hinnoissa voi olla suuria eroja. Lisäksi kannattaa tarkistaa, kuinka paljon julkisivun pintarakenteen materiaalit maksavat ja mikä olisi järkevin materiaaliveikko arkkitehtonisesti.

Korjausrakentaminen ja varsinkin julkisivun eri korjauskonseptien kasvaminen Suomessa tulee lisääntymään, koska 1980-lukujen rakennukset alkavat olla korjausten kohteina. Suomesta löytyy paljon vielä 1960- ja 70-luvuilla valmistuneita rakennuksia, joita ei ole vielä korjattu. Työllistävä vaikutus tulee olemaan suuri rakennusalalle ja korjausrakentamisen ammattitaitoa tullaan tarvittamaan lisää.

LÄHTEET

Haukijärvi, Matti 2005. JUKO- ohjeistokansio julkisivukorjauksen läpiviemiseksi. Betonijulkisivut. Ulkokuoren purkaminen ja uuden verhousrakenteen rakentaminen, suunnitteluohjeet.

Hekkanen Martti 2015. Rakennetekniikan lehtori, Oulun ammattikorkeakoulu. Haastattelut syksyllä 2015.

Hemmilä, Kari - Saarni, Risto 2002. Ikkunaremontti. Rakennustieto.

Ikkunoiden asennus. 2013. Rakennetutkimus RTS Oy. Saatavissa: <http://www.suomirakentaa.fi/tyoohjeet/ulko-ovet-ja-ikkunat/ikkunoiden-asennus>. Hakupäivä 26.11.2015.

Ikkunoiden vaihto. 2011. Ympäristöministeriö. Saatavissa: <http://www.korjaustieto.fi/taloyhtiot/korjaushankkeet/muiden-rakennusosien-korjaukset/ikkunoiden-vaihto.html>. Hakupäivä 4.11.2015.

Julkisivukorjauksella energiatehokkuutta. 2011. Ympäristöministeriö. Saatavissa: <http://www.korjaustieto.fi/taloyhtiot/korjaushankkeet/julkisivut-ja-parvekkeet/julkisivukorjaukset-ja-energiatehokkuus.html>. Hakupäivä 3.3.2016.

Julkisivukorjaus vaatii taitoa ja harkintaa. 2011. Ympäristöministeriö. Saatavissa: <http://www.korjaustieto.fi/taloyhtiot/korjaushankkeet/julkisivut-ja-parvekkeet/julkisivukorjaus-vaatii-taitoa-ja-harkintaa.html>. Hakupäivä 4.11.2015.

Julkisivut. 2013. Cembrit Oy. Saatavissa: <http://www.cembrit.fi/Julkisivut-22704.aspx?ProductID=PROD1450&PID=13368>. Hakupäivä 30.11.2015.

Kivimäki, Christian 2008. Ratu F51-0326 Menekit ja menetelmät. Rakennustieto Oy.

Lahdensivu, Jukka 2007. JUKO- ohjeistokansio julkisivukorjauksen läpiviemiseksi. Muuratut julkisivut. Kuorimuurin purkaminen ja uudelleen rakentaminen, suunnitteluohjeet.

Nieminen, Jyri 1997. Julkisivun lisälämmöneristäminen. Teoksessa E. Jukkola Julkisivujen korjausopas. Hyvinkää: Julkisivuyhdistys r.y., 82-84, 86-88.

Palomäki, Jenni 2009. Ratu F32-0350 Menekit ja menetelmät. Rakennustieto Oy.

Projektin vaiheet. 2015. Tikkurila. Saatavissa:

http://www.tikkurila.fi/ammattilaiset/ratkaisut/suunnitteluohjeet/ulkomaalaus/julkisivukorjaus/julkisivuremontin_vaiheet. Hakupäivä 26.11.2015.

Pyysalo, Markku 1997. Eristerappaus, ohutkuori- ja kuorielementit. Teoksessa E. Jukkola Julkisivujen korjausopas. Hyvinkää: Julkisivuyhdistys r.y., 89-92.

Saarinen, Ari 1998. Ääneneristys ja meluntorjunta rakennuksessa. Saatavissa:

<http://www.finlex.fi/data/normit/1917-c1.pdf>. Hakupäivä. 6.11.2015.

Suonto, Yrjö 1997. Julkisivu rakennuksen ja ympäristön osana. Teoksessa E. Jukkola Julkisivujen korjausopas. Hyvinkää: Julkisivuyhdistys r.y., 7-8, 12.

IKKUNAT					
Valmistaja	Malli ja koko	U-arvo	Hinta asennettuna alv. 0%	Hinta asennettuna alv. 24%	Lisävarusteet
Skaala	Beeta N 1600×1500 tuuletusikkuna 300×1500	0,97	637,10€	790€	<ul style="list-style-type: none"> • sälekaihtimet • hyttyspuite • ilmanvaihtokone
Skaala	Alfa 40 N 1600×1500 tuuletusikkuna 300×1500	0,65	789,52€	979€	<ul style="list-style-type: none"> • sälekaihtimet • hyttyspuite • ilmanvaihtokone
Tiivi				700- 800€	<ul style="list-style-type: none"> • sälekaihtimet • hyttyspuite • automaattiventtiili • raitisilmaventtiili • tuloilmaventtiili
Tiivi	Uuden sukupolven Kristalli malli			10- 15 % korkeampi	<ul style="list-style-type: none"> • sälekaihtimet • hyttyspuite • automaattiventtiili • raitisilmaventtiili • tuloilmaventtiili

- Skaalan hinnat ovat tarkkoja yhden ikkunan asennuksen kohdalta.
- Tiivin hinnat ovat karkeita arvioita

PARVEKEOVET				
Valmistaja	Malli	U-arvo	Hinta asennettu- na alv. 0%	Hinta asennettu- na alv. 24%
Skaala	Beeta	0,89	524,19 €	650 €
Skaala	Alfa	0,63- 0,93	724 €	850 €
Tiivi				1000€ +- 10- 15%

-Skaalan hinnat ovat tarkkoja yhden oven asenneukselle

-Tiivin hinta on karkea arvio

ULKOSEINÄN LISÄERISTYS JA VER- HOUS	Hinta	Lisäeriste ja hinta	Lisäeriste ja hinta
Ohutrappaus	44 €/m ² sis. työ+ materiaali Alv. 0%	EPS 70 mm asennettuna 4,5 €/m ² Alv. 0%	EPS 100 mm asennettuna 6,2 €/m ² Alv. 0%
Kolmikerrosrappaus	86 €/m ² sis. työ+ materiaali Alv. 0%	EPS 70 mm asennettuna 4,5 €/m ² Alv. 0%	EPS 100 mm asennettuna 6,2 €/m ² Alv. 0%
Muuraus 130mm tiilellä	Muuraus 42,50 €/m ² Tiilet 21 €/m ² Laastit 2,60 €/m ² Kaikki hinnat alv. 0%	Mineraalivilla 70mm 5,43 €/m ² Alv. 0%	Mineraalivilla 100 mm 7,04 €/M ² Alv. 0%
Kuitusementtilevy	Kokolevyinä 27,40 €/m ² Asennettuna 65,99 €/m ² Hinnat alv. 0%	Mineraalivilla 70 mm 5,43 €/m ² Alv. 0%	Mineraalivilla 100mm 7,04 €/M ² Alv. 0%
Cembrit Zenit levy	Levy 36 €/m ² EPDM nauha ja ruuvit 6,50 €/m ² Hinnat alv. 0%	Mineraalivilla 70mm 5,43 €/m ² Alv. 0%	Mineraalivilla 100 mm 7,04 €/M ² Alv. 0%
Peltikasetti	Asennettuna koolausten kanssa 103,3 €/m ² Alv. 0%	Mineraalivilla 70mm 5,43 €/m ² Alv. 0%	Mineraalivilla 100 mm 7,04 €/M ² Alv. 0%

ESIMERKKIKOHDE 1 ASUINKERROSTALO 1974

- Ikkunat 118 kappaletta
- Parvekeövet 24 kappaletta
- Lisälämmöneristys ja verhoiltava pinta 699.63m²

IKKUNAT

Beeta N mallilla:

Asennettuna (alv. 0%). $118 \times 637,10 \text{ €} = 75\,177,8 \text{ €}$

Asennettuna (alv. 24%). $118 \times 790 \text{ €} = 93\,220 \text{ €}$

Alfa 40 N mallilla:

Asennettuna (alv. 0%). $118 \times 789,52 \text{ €} = 93\,163,36 \text{ €}$

Asennettuna (alv. 24%). $118 \times 979 \text{ €} = 115\,522 \text{ €}$

PARVEKEOVET

Beeta malli:

Asennettuna (alv. 0%). $24 \times 524,19 \text{ €} = 12\,580,56 \text{ €}$

Asennettuna (alv. 24%). $24 \times 650 \text{ €} = 15\,600 \text{ €}$

LISÄLÄMMÖNERISTYS JA VERHOUS**Ohutrappaus + EPS 70mm/100mm (alv. 0%).**

Ohutrappaus: $44 \text{ €/m}^2 \times 699,63 \text{ m}^2 = 30\,783,72 \text{ €}$

EPS 70 mm: $4,5 \text{ €/m}^2 \times 699,63 \text{ m}^2 = 3\,148,34 \text{ €}$

EPS 100 mm: $6,2 \text{ €/m}^2 \times 699,63 \text{ m}^2 = 4\,337,70 \text{ €}$

Kolmikerrosrappaus + EPS 70mm/100mm (alv. 0%).

Kolmikerrosrappaus: $86 \text{ €/m}^2 \times 699,63 \text{ m}^2 = 60\,168,18 \text{ €}$

EPS 70 mm: $4,5 \text{ €/m}^2 \times 699,63 \text{ m}^2 = 3\,148,34 \text{ €}$

EPS 100 mm: $6,2 \text{ €/m}^2 \times 699,63 \text{ m}^2 = 4\,337,70 \text{ €}$

Muuraus 130mm tiilellä + mineraalivilla 70mm/100mm (alv. 0%).

Muuraus + tiilet + laasti: $66,1 \text{ €/m}^2 \times 699,63 \text{ m}^2 = 46\,245,54 \text{ €}$

Mineraalivilla 70 mm: $5,43 \text{ €/m}^2 \times 699,63 \text{ m}^2 = 3\,798,99 \text{ €}$

Mineraalivilla 100 mm: $7,04 \text{ €/m}^2 \times 699,63 \text{ m}^2 = 4\,925,40 \text{ €}$

Kuitusementtilevy + mineraalivilla 70mm/100mm (alv. 0%).

Kokolevyinä: $27,4 \text{ €/m}^2 \times 699,63 \text{ m}^2 = 19\,169,86 \text{ €}$

Asennettuna: $65,99 \text{ €/m}^2 \times 699,63 \text{ m}^2 = 46\,168,58 \text{ €}$

Mineraalivilla 70 mm: $5,43 \text{ €/m}^2 \times 699,63 \text{ m}^2 = 3\,798,99 \text{ €}$

Mineraalivilla 100 mm: $7,04 \text{ €/m}^2 \times 699,63 \text{ m}^2 = 4\,925,40 \text{ €}$

Cembrit Zenit levy + mineraalivilla 70mm/100mm (alv.0%).

Levy + EPDM nauha ja ruuvit: $42,50 \text{ €/m}^2 \times 699,63 \text{ m}^2 = 29\,734,28 \text{ €}$

Mineraalivilla 70 mm: $5,43 \text{ €/m}^2 \times 699,63 \text{ m}^2 = 3\,798,99 \text{ €}$

Mineraalivilla 100 mm: $7,04 \text{ €/m}^2 \times 699,63 \text{ m}^2 = 4\,925,40 \text{ €}$

Peltikasetti + mineraalivilla 70mm/100mm (alv. 0%).

Peltikasetti asennettuna: $103,10 \text{ €/m}^2 \times 699,63 \text{ m}^2 = 72\,131,85 \text{ €}$

Mineraalivilla 70 mm: $5,43 \text{ €/m}^2 \times 699,63 \text{ m}^2 = 3\,798,99 \text{ €}$

Mineraalivilla 100 mm: $7,04 \text{ €/m}^2 \times 699,63 \text{ m}^2 = 4\,925,40 \text{ €}$

ESIMERKKIKOHDE 2 ASUINKERROSTALO 1977

- Ikkunat 207 kappaletta
- Parvekeovet 64 kappaletta
- Lisälämmöneristys ja verhoiltava pinta 2 068,64 m²

IKKUNAT

Beeta N mallilla:

Asennettuna (alv. 0%). $207 \times 637,10 \text{ €} = 131\,879,70 \text{ €}$

Asennettuna (alv. 24%). $207 \times 790 \text{ €} = 163\,530 \text{ €}$

Alfa 40 N mallilla:

Asennettuna (alv. 0%). $207 \times 789,52 \text{ €} = 163\,430,64 \text{ €}$

Asennettuna (alv. 24%). $207 \times 979 \text{ €} = 202\,653 \text{ €}$

PARVEKEOVET

Beeta malli:

Asennettuna (alv. 0%). $64 \times 524,19 \text{ €} = 33\,548,16 \text{ €}$

Asennettuna (alv. 24%). $64 \times 650 \text{ €} = 41\,600 \text{ €}$

LISÄLÄMMÖNERISTYS JA VERHOUS**Ohutrappaus + EPS 70mm/100mm (alv. 0%).**

Ohutrappaus: $44 \text{ €/m}^2 \times 2\,068,84 \text{ m}^2 = 91\,028,96 \text{ €}$

EPS 70mm: $4,5 \text{ €/m}^2 \times 2\,068,84 \text{ m}^2 = 9\,303,78 \text{ €}$

EPS 100mm: $6,2 \text{ €/m}^2 \times 2\,068,84 \text{ m}^2 = 12\,826,80 \text{ €}$

Kolmikerrosrappaus + EPS 70mm/100mm (alv. 0%).

Kolmikerrosrappaus: $86 \text{ €/m}^2 \times 2\,068,84 \text{ m}^2 = 177\,920,24 \text{ €}$

EPS 70 mm: $4,5 \text{ €/m}^2 \times 2\,068,84 \text{ m}^2 = 9\,307,78 \text{ €}$

EPS 100 mm: $6,2 \text{ €/m}^2 \times 2\,068,84 \text{ m}^2 = 12\,826,80 \text{ €}$

Muuraus 130mm tiilellä + mineraalivilla 70mm/100mm (alv. 0%).

Muuraus + tiilet + laasti: $66,1 \text{ €/m}^2 \times 2\,068,84 \text{ m}^2 = 136\,750,32 \text{ €}$

Mineraalivilla 70 mm: $5,43 \text{ €/m}^2 \times 2\,068,84 \text{ m}^2 = 11\,233,80 \text{ €}$

Mineraalivilla 100 mm: $7,04 \text{ €/m}^2 \times 2\,068,84 \text{ m}^2 = 14\,564,63 \text{ €}$

Kuitusementtilevy + mineraalivilla 70mm/100mm (alv. 0%).

Kokolevyinä: $27,4 \text{ €/m}^2 \times 2\,068,84 \text{ m}^2 = 56\,686,22 \text{ €}$

Asennettuna: $65,99 \text{ €/m}^2 \times 2\,068,84 \text{ m}^2 = 136\,522,75 \text{ €}$

Mineraalivilla 70 mm: $5,43 \text{ €/m}^2 \times 2\,068,84 \text{ m}^2 = 11\,233,80 \text{ €}$

Mineraalivilla 100 mm: $7,04 \text{ €/m}^2 \times 2\,068,84 \text{ m}^2 = 14\,564,63 \text{ €}$

Cembrit Zenit levy + mineraalivilla 70mm/100mm (alv.0%).

Levy + EPDM nauha ja ruuvit: $42,50 \text{ €/m}^2 \times 2\,068,84 \text{ m}^2 = 87\,925,70 \text{ €}$

Mineraalivilla 70 mm: $5,43 \text{ €/m}^2 \times 2\,068,84 \text{ m}^2 = 11\,233,80 \text{ €}$

Mineraalivilla 100 mm: $7,04 \text{ €/m}^2 \times 2\,068,84 \text{ m}^2 = 14\,564,63 \text{ €}$

Peltikasetti + mineraalivilla 70mm/100mm (alv. 0%).

Peltikasetti asennettuna: $103,10 \text{ €/m}^2 \times 2\,068,84 \text{ m}^2 = 213\,297,40 \text{ €}$

Mineraalivilla 70 mm: $5,43 \text{ €/m}^2 \times 2\,068,84 \text{ m}^2 = 11\,233,80 \text{ €}$

Mineraalivilla 100 mm: $7,04 \text{ €/m}^2 \times 2\,068,84 \text{ m}^2 = 14\,564,63 \text{ €}$

