



**SAVONIA**

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO  
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

# KERROSTALON ULKOVAIPAN PERUSKORJAUKSEN HANKESUUNNITELMA

TEKIJÄ/T: Johanna Marttinen

|  |           |                    |    |
|--|-----------|--------------------|----|
| Koulutusala<br>Tekniikan ja liikenteen ala   |           |                    |    |
| Koulutusohjelma/Tutkinto-ohjelma<br>Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma   |           |                    |    |
| Työn tekijä(t)<br>Johanna Marttinen  |           |                    |    |
| Työn nimi<br>Kerrostalon ulkovaipan peruskorjauksen hankesuunnitelma   |           |                    |    |
| Päiväys  | 18.9.2019 | Sivumäärä/Liitteet | 41 |
| Ohjaaja(t)<br>Pasi Haataja, Projektipäällikkö, Harry Dunkel, Yliopettaja   |           |                    |    |
| Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t)<br>Wise Group Finland Oy   |           |                    |    |
| Tiivistelmä<br><p>Opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä hankesuunnitelma Mikkelin keskustassa sijaitsevan 1960-luvulla rakennetun kerrostalon julkisivun perusparannukseen. Hankesuunnitelma tuli tehdä siten, että rakennuksen lämpöhäviöitä saataisiin pienennettyä ja että julkisivusta tulisi edustavan näköinen. Opinnäytetyön tavoitteena oli myös ratkaisun kustannusarvio sekä elinkaarikustannukset.</p> <p>Työ aloitettiin selvittämällä ulkovaipan rakenteet rakenneavausten avulla. Rakenteiden kosteustekninen toimivuus tarkasteltiin DOF-lämpöohjelmalla. Samalla saatiin rakenteiden U-arvot. Perusparannusvaihtoehtoa pohtiessa otettiin huomioon myös osakkaiden kokemukset ja toiveet.</p> <p>Työn tuloksena saatiin valmis hankesuunnitelma ulkovaipan perusparannukselle sisältäen karkean kustannusarvion sekä elinkaarikustannukset. Hankesuunnitelmasta taloyhtiö saa tukea ulkovaipan peruskorjaukseen liittyvässä päätöksenteossa.</p> |           |                    |    |
| Avainsanat<br>peruskorjaus, U-arvo, ulkovaippa   |           |                    |    |
|  |           |                    |    |

|   |                   |                  |    |
|---|-------------------|------------------|----|
| Field of Study<br>Technology, Communication and Transport   |                   |                  |    |
| Degree Programme<br>Degree Programme in Construction Engineering  |                   |                  |    |
| Author(s)<br>Johanna Marttinen  |                   |                  |    |
| Title of Thesis<br>Project Plan for Renovation of the Envelope of a Block of Flats  |                   |                  |    |
| Date  | 18 September 2019 | Pages/Appendices | 41 |
| Supervisor(s)<br>Mr Pasi Haataja, Project Manager, Mr Harry Dunkel, Principal Lecturer  |                   |                  |    |
| Client Organisation /Partners<br>Wise Group Finland Oy  |                   |                  |    |
| <p>Abstract</p> <p>The purpose of this final project was to make a project plan for the renovation of the façade of an apartment building built in 1967 in the center of St. Michel. The project plan was to be created so that thermal loss decreases and facade looks representative. The budget and life cycle costs were also calculated.</p> <p>The project was started by examining the structure of the external wall through opening the structures. The humidity function was examined by using DOF heat program. The same program provided U-values as well. The experiences and expectations of the stakeholders were taken into account when considering the options of fundamental improvement.</p> <p>As a result of this thesis, a project plan for renovation including a rough construction budget and lifecycle cost was made. The project plan will help the housing cooperative to make decisions concerning the upcoming renovation.</p> |                   |                  |    |
| Keywords<br>renovation, U-value, external wall  |                   |                  |    |
|   |                   |                  |    |



## SISÄLTÖ

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 1     | JOHDANTO .....                                       | 7  |
| 1.1   | Toimeksiantaja .....                                 | 7  |
| 2     | RAKENNUKSEN VANHENEMINEN .....                       | 8  |
| 2.1   | Julkisivun rasitustekijät.....                       | 9  |
| 3     | YLEISTÄ JULKISIVUN PERUSKORJAUksesta.....            | 11 |
| 3.1   | Rakennusprosessin virheet .....                      | 11 |
| 3.2   | Korjausmenetelmät .....                              | 12 |
| 3.2.1 | Pinnoituskorjaus.....                                | 12 |
| 3.2.2 | Paikkaus- ja pinnoituskorjaus.....                   | 12 |
| 3.2.3 | Purkava korjaus .....                                | 13 |
| 3.2.4 | Peittävä korjaus .....                               | 13 |
| 3.2.5 | Rappausalustasta aiheutuvien vaurioiden korjaus..... | 13 |
| 4     | 1960-70 – LUVUN YLEISIMMÄT ULKOSEINÄRAKENTEET.....   | 14 |
| 4.1   | Tyypivauriot ja niiden korjaustavat.....             | 14 |
| 5     | KORJAUSKOHDDE.....                                   | 16 |
| 5.1   | Korjaustarve.....                                    | 18 |
| 6     | JULKISIVURAKENTEET .....                             | 21 |
| 6.1   | Eristerappaus.....                                   | 21 |
| 6.2   | Kuorielementit .....                                 | 21 |
| 6.3   | Tiiliverhous.....                                    | 21 |
| 6.4   | Muut verhousvaihtoehdot .....                        | 21 |
| 6.5   | Rakenteiden riskit .....                             | 22 |
| 7     | EHDOTUKSET KORJAUSTOIMENPITEIKSI.....                | 23 |
| 7.1   | Miteriittilevyypintaiset ulkoseinät US1 ja US2.....  | 23 |
| 7.2   | Tiilimuuratut ulkoseinät US4 .....                   | 24 |
| 7.3   | Parvekkeiden takaseinät US3 .....                    | 24 |
| 7.4   | Ikkunat .....  | 25 |
| 7.5   | Parvekkeiden vauriot.....                            | 25 |
| 8     | KORJAUS- JA ELINKAARIKUSTANNUKSET.....               | 27 |
| 8.1   | Korjauskustannukset .....                            | 27 |
| 8.2   | Elinkaarikustannukset.....                           | 27 |

|  |    |
|--|----|
| 9 KORJAUSHANKE TALOYHTIÖSSÄ.....         | 29 |
| 10 JOHTOPÄÄTÖKSET .....                  | 30 |
| LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT .....      | 31 |
| LIITE 1: DOF-LÄMPÖOHJELMAN TULOKSET..... | 32 |
| LIITE 2: KUSTANNUSARVIO .....            | 40 |

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyössä on tutkittu Mikkeliissä sijaisevan vuonna 1967 rakennetun kerrostalon ulkovaipan kuntoa, korjaustarvetta sekä peruskorjausvaihtoehtoja. Työn tarkoituksena oli tehdä hankesuunnitelma kerrostalon ulkovaipan peruskorjauksesta. Peruskorjauksen tavoitteena oli parantaa rakennuksen lämmöneristävyyttä ja tiivyyttä. Työ antoi tilaajalle valmiin hankesuunnitelman, jota he voivat tarjota talonyhtiön hallitukselle. Hankesuunnitelmassa ilmi käyvä korjausehdotus perustuu kuntoarvioon sekä kiinteistön omistajien toiveisiin. Korjausehdotus on mielestäni taloudellisesti, esteettisesti ja rakennusfysikaalisesti toimivin. Kerrostalo sijaitsee Mikkelin keskustassa vilkasliikenteisen tien varrella, joten tilaaja toivoi uuden julkisivun olevan vakuuttavan näköinen. Tässä peruskorjauksessa on keskitytty pelkästään ulkoseinien korjaukseen. Kerrostalon ikkunat ovat alkuperäiset, karmien välistä vetää eikä ikkunalasien energiatehokkuus ole uusien lasien veroinen, joten niiden uusiminen peruskorjauksen yhteydessä on sekä hyödyllistä että järkevää.

Työssä käsiteltävät julkisivumateriaalit on käytännössä rajattu eristerappauksiin, kuorielementtiin, tiiliverhoiluun erikoisverhoiluihin.

Työ ei ole niinkään kehittämistyö eikä se paranna yrityksen jo käytössä olevaa tapaa viedä rakennusprosessin aloittamista eteenpäin. Jatkossa tulevissa samanlaisissa hankkeissa voidaan kuitenkin verrata tarpeita ja vaatimuksia kyseiseen peruskorjaukseen ja käyttää tässä työssä tehtyjä havaintoja ja saatuja tuloksia hyväksi.

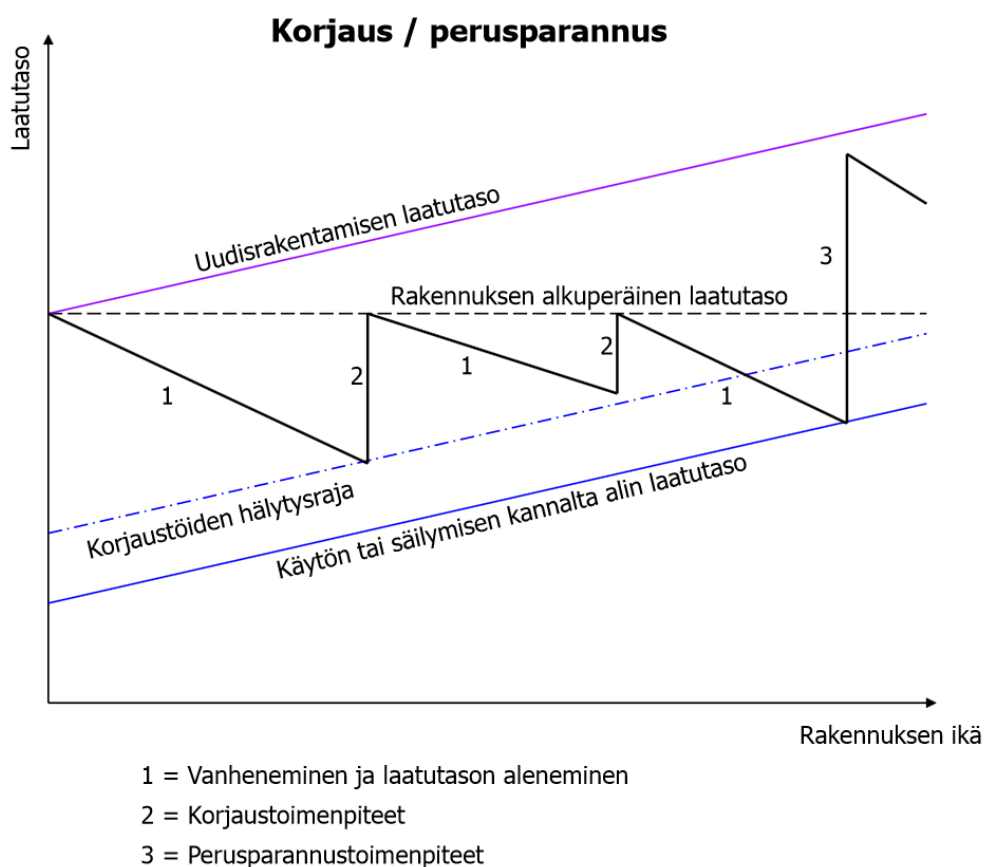
### 1.1 Toimeksiantaja

Toimeksiantajana työlle toimi Wise Group Finland Oy:n Mikkelin yksikkö. Otin itse yhteyttä yritykseen ja kysyin opinnäytetyön aihetta heiltä. Wise Group Finland Oy on kotimainen konsultointi-, suunnittelu- ja rakennuttamispalveluja tuottava suomalainen yritys, jolla on alati kehittyvä ja keskenään tiivistä yhteistyötä tekevä henkilöstö. Yrityksen valttikorttina ovat koko talonrakennusprosessin läpi kulkevat palvelut niin uudis- kuin korjausrakentamisenkin puolella. Wise Groupilla rakentamisen osa-alueet on jaettu rakennuttamiseen, rakennesuunnitteluun, talotekniikkaan, talotekniikkaan sekä korjaustrakentamiseen. Korjaushankkeessa yritys tarjoaa tutkimukset, joiden avulla selvitetään korjaustarve, sekä hankesuunnitelman, arkkitehti-, rakenne- ja LVIS-suunnittelun ja työnaikaisen valvonnan. Wise Groupilla on Suomessa toimipisteitä Mikkelin yksikön lisäksi Helsingissä, Espoossa, Kotkassa, Kouvolassa, Savonlinnassa, Jyväskylässä, Tampereella, Lahdessa, Kuopiossa, Turussa, Oulussa, Kajaanissa ja Kokkolassa. Yritys toimii myös Baltiassa ja Venäjällä.

## 2 RAKENNUKSEN VANHENEMINEN

Jokaisen rakennuksen suunnitellun teknisen elinkaaren loppuun asti säilymisen avain on järjestelmällisessä ja suunnitellussa kunnossapidossa ja huollossa. Esimerkkinä julkisivun kunnossapidosta voi olla pesumaalaus ja rännien puhtaanapito. Vaikka kiinteistönhuolto olisi systemaattista, eteen tulee väistämättä vaihe, kun pelkkä huolto ei riitä. Tällöin rakennus tai rakennuksen osa täytyy korjata tai vaihtaa. Aluksi nämä korjaustoimenpiteet ovat usein kunnossapitokorjauksia, joissa rakennus tai osa rakennusta korjataan sen alkuperäisen kunnan mukaiseksi. Julkisivuissa tällaista korjaamista on esimerkiksi yksittäiset paikkaukset, kun pinta on hieman halkeillut. Järeämpänä peruskorjauksena voidaan pitää ikkunoiden vaihtamista uusiin. Ajan saatossa rakennuksen kunto heikkenee niin paljon, ettei peruskorjaus riitä paikkaamaan rakennuksen taloudellista ja teknistä vanhenemista. Tästä seuraa massiivisempi ja kalliimpi perusparannus, jossa rakennus saneerataan sen alkuperäistä kuntoa paremmaksi, esimerkiksi parantamalla ulkovaipan lämmön- tai ääneneristävyyttä.

1960-1970-luvuilla rakennettiin suuri osa Suomen nykyisestä rakennuskannasta. Nämä rakennukset ovat parasta aikaa lähes kaikki jonkinlaisen korjauksen tarpeessa; kolmannekseen riittänee kevyt kunnostus tai peruskorjaus, loput vaativat massiivisempia parannuksia. Korjausrakentaminen on nyt vilkkaimmillaan, vuonna 2015 korjausrakentaminen käsitti lähes 54% kaikesta talonrakennustuotannon kannasta (Tilastokeskus, Forecon Oy).



Kuva 1 Rakennuksen vanheneminen ja sen aiheuttamat toimenpiteet

Rakennuksen tekninen vanheneminen käsittää vähitellen tapahtuvan, käytöstä tai ilmasto-oloista johtuvan, vanhenemisen. Jotta rakennuksen teknisestä vanhenemisesta johtuviin korjaustöihin osataan varautua, tulee tietää kunkin rakennusosan tekninen käyttöikä. Teknisellä käyttöiällä tarkoitetaan käyttöön otettua hyvän rakennustavan mukaista ja suunnitelmallisesti huollettua rakennusosaa. (RT 18-10922 2008, 2.) Jokaisella rakennusosalla on ennalta arvioitu tekninen käyttöikä, jota käytetään suunnitelmassa huolto- ja korjaustöitä sekä laskettaessa elinkaarikustannuksia. Teknisen käyttöiän mukaan täysi-ikäistä rakennusosaa ei ole järkevää eikä aina edes mahdollista korjata, vaan se korvataan uudella.

Vanhenemista muista kuin teknisistä syistä, ovat toiminnallinen, taloudellinen ja sijainnillinen vanheneminen. Toiminnallinen vanheneminen sisältää tekniikan ja turvallisuuden vaatimusten kehityksestä jälkeen jäämisen. Taloudellisessa vanhenemisessä rakennuksen ylläpitokustannukset sen kuntoon nähden ovat kasvaneet turhan korkeiksi. Sijainnillinen vanheneminen aiheutuu usein muuttoliikenteestä, jonka takia epäsuosittujen alueiden rakennusten arvo heikkenee kysynnän puutteen vuoksi.

Julkisivun korjausvaatimuksen aiheuttaa lähes aina tekninen vanheneminen. Julkisivu on rikkoutunut tai halkeillut, siitä on irronnut osia, se on esteettisesti kulahtanut tai sen energiatehokkuus on heikentynyt. Tekninen korjaustarve on painavin syy peruskorjaukseen ryhtymiselle, mutta se ei koskaan voi olla ainoa syy. Energiatehokkuuden ja lämmöneristävyyden parantaminen on yksi tekijä, joka tulee ottaa huomioon vanhaa taloa korjattaessa.

Korjattavan julkisivun huoltoikäsi lasketaan viidestä vuodesta maksimissaan 30 vuoteen ja koko julkisivun käyttöikäsi 30 vuodesta 100 vuoteen. (Kaivonen 2006, 19.)

## 2.1 Julkisivun rasiustekijät

Julkisivuja ei koskaan saada täysin säältä suojaan. Vaikka rakennusten tarkkaan valitulla sijoittelulla maastoon sekä räystäiden oikeanlaisella suunnittelulla saadaan jotakin apuja, on julkisivu jatkuvassa rankassa rasituksessa. Yleisimpiä rasiustekijöitä ovat kosteus, pakkanen, lämpölaajeneminen, UV-säteily sekä nykyään enenevässä määrin ilmansaasteet.

Koko ulkovaipan tulee olla riittävän tiivis, ettei kosteus pääse rakenteen sisään ja sitä kautta aiheuttamaan jopa sisäilmaongelmia. Toisaalta taas rakenteen tulee olla riittävän tuulettuva, että joka tapauksessa läpi pääsevä kosteus pääsee myös haihtumaan. Myös sisällä rakennuksessa tapahtuvat vesivahingot ovat riski, jos vesi pääsee imeytymään ulkoseinien rakenteisiin.

Ehjässä julkisivussa kosteus ja pakkanen ovat hyvin hallittavissa, mutta vähänkin rikkoontuneessa rakenteessa kosteuden ja pakkasen aiheuttamat vauriot eskaloituvat nopeasti. Ehjässä rakenteessa pakkasen vaikutus jää lähinnä lämpöliikehdintään. Jos ulkovaipan pinnassa on halkeamia, pääsee niihin kosteutta. Pakkasen tullen jää, joka on vettä suurempi tilavuudeltaan, pakottaa rakenteen rikkoontumaan tieltään. Pystysuorien rakenteiden, etenkin betonirakenteiden, suojauksen lisäksi myös vaakasuuntaiset betonirakenteet täytyy olla hyvin suojattuja. Jos vaakatasoinen rakenne vaurioituu, pääsee vaurio etenemään sitä kautta pystyrakenteiden sisään.

Levyjulkisivuissa lämpövaihteluiden aiheuttamat levyjen liikehdinnät, sekä toisiinsa että rankarakenteisiin nähden, ovat merkittävin rasiustekijä. Yksittäisen rikkoutuneen levyn korvaaminen

uudella on usein käytännössä mahdotonta, sillä ehjät, vielä käyttökelpoiset levyt ovat muuttaneet hieman väriään ja vaihdetut uudet eri sävyiset levyt pistävät rumasti silmään. Täysin samanlaisia vanhan rakennuksen levyjä ei välttämättä ole enää edes saatavilla. UV-säteily nopeuttaa julkisivun orgaanisten materiaalien hapettumista eli vanhentaa niitä nopeammin.

### 3 YLEISTÄ JULKISIVUN PERUSKORJAUksesta

Julkisivun peruskorjaus voi lähteä liikkeelle joko ulkonäköön perustuvasta pintapuolisesta korjauksesta tai rakeneiden lämpöhäviön muuttamisesta nykypäivän tarpeiden mukaiseksi. Julkisivun peruskorjauksen yhteydessä usein halutaan vähentää myös ulkoseinän ja ikkunoiden kautta tapahtuvaa lämpöhäviötä. Tämä tapahtuu parantamalla rakenteiden lämmöneristävyyttä ja tiiveyttä. Helpoin tapa tälle on ulkopuolen lisäeristäminen. Riippuen ulkoseinän materiaaleista, jos julkisivun kasvattamista ulospäin ei tarvitse pelätä ja alkuperäiset materiaalit hyväkuntoisia, lisäeristys voidaan tehdä jopa suoraan vanhaan julkisivuun kiinni. Siinä tapauksessa tulee kiinnittää erityistä huomiota julkisivumateriaalien rakennusfysikaaliseen yhteensopivuuteen.

Ennen vuotta 1976 ei Suomen rakentamismääräyskokoelmassa ole ollut minkäänlaisia määräyksiä koskien rakennuksen energiatehokkuutta.

|                      | RakMK 1976 | RakMK 1985 | RakMK 2003 | RakMK 2010 |
|----------------------|------------|------------|------------|------------|
| Ulkoseinärakenne     | 0,4        | 0,28       | 0,25       | 0,17       |
| Yläpohja             | 0,35       | 0,22       | 0,16       | 0,09       |
| Ikkunat              | 2,1        | 2,1        | 1,4        | 1,0        |
| Ulko- ja parvekeovet | 2,1        | 2,1        | 1,4        | 1,0        |

Taulukko 1. Rakentamismääräyskokoelman vaatimat rakenteiden U-arvot

Vanhojen rakennusten korjausten, esimerkiksi lisälämmöneristämisen, avulla harvoin päästään nykyisen rakentamismääräyskokoelman mukaiseen U-arvovaatimukseen. Ympäristöministeriö on asettanut korjattaville rakennusosille eri vaatimukset (YMa 4/13). Ulkoseinän U-arvon tulee olla joko nykymääräysten mukainen 0,17W/m<sup>2</sup>K tai puolet rakenteen alkuperäisestä U-arvosta. Ikkunoiden ja ovien tiivistyksille ei ole vaatimuksia, energiatehokkuutta tulee parantaa, mikäli vain mahdollista. Vaihdettaessa uusiin niiden tulee vastata nykypäivän määräyksiä.

DOF-lämpöohjelman avulla on kätevä todeta nykyisen ulkoseinärakenteen lämpö- ja kosteuskäyttäytyminen. Sillä saadaan selville myös rakenteen U-arvo. Näiden tietojen avulla ja kokeilemalla ohjelmalla muita rakenneratkaisuja voidaan selkeästi näyttää toimivin ratkaisu. DOF-lämpöohjelman tuloksiin on suhtauduttava kuitenkin aina varauksella ja rakenteet varmistettava suunnittelijalla. Tämän raportin liitteenä on jokaisesta vanhasta ulkoseinärakenteesta DOF-laskelmat.

#### 3.1 Rakennusprosessin virheet

Rakennushankkeen tai rakennuksen virhesykli voi alkaa jo huonosta suunnittelusta, kun ei oteta huomioon käyttötärpeita tai rakennusteknisiä vaatimuksia, tai aiemman korjauksen yhteydessä ei ole huomioitu rakenteiden toimivuutta mahdollisesti uudessa käyttötarkoituksessa. Tämä aiheuttaa rakennukselle teknistä vanhenemista, joka voi tapahtua vähitellen tai äkillisesti. Toiminnalliset virheet koskevat harvoin julkisivua, vaan ne ovat enemmän rakennuksen sisällä elämistä häiritseviä

tekijöitä. Koettavuuden virheet ovat varsin yleisiä työssä käsiteltävän kerrostalon rakentamisajan rakennuksille. Ne eivät ole kovinkaan silmää miellyttäviä, ja usein yksi julkisivukorjauksen syy on niiden ulkonäön parantaminen. Teknisen toimivuuden virheitä syntyi teollisen rakentamisen alkuaikoina runsaasti, kun ei ollut riittävästi kokemusta esimerkiksi elementtirakentamisesta. (Kaivonen 2006, 22.) Vaikka rakennusprosessi suunnittelusta valmiiseen rakennukseen olisi sujunut virheettösti ja ongelmitta, on rakennuksen vanheneminen aina väistämätöntä.

## 3.2 Korjausmenetelmät

Korjausmenetelmiä ovat säilyttävä sekä uudelleenmuokkaava korjaustapa. Säilyttävässä korjauksessa julkisivu pyritään korjauksen myötä säilyttämään niin alkuperäisen mukaisena, kuin mahdollista. Nämä kohteet ovat usein itsessään arvokkaita tai ne sisältyvät arvokkaaseen miljööseen. Vanha julkisivumateriaali pyritään säilyttämään ja entisöimään niin paljon kuin mahdollista. Mikäli joitakin rakennusmateriaaleja joudutaan vaihtamaan, pyritään se tekemään alkuperäistä mukailen ja kunnioittaen.

Uudelleenmuokkaavassa korjaustavassa haetaan tietoisesti alkuperäiseen nähden erilaista, näyttävämpää, julkisivua. Julkisivun uudelleenmuokkaus tehdään käytännössä aina alun perin teknisistä syistä vireille tulleen perusparannuksen yhteydessä.

Korjausmenetelmät voidaan jakaa kevyimmästä työläimpään tapaan: menetelmiä ovat pinnoituskorjaus, paikkaus- ja pinnoituskorjaus, rappauspinnan uusimiskorjaus, peittävä korjaus sekä rappausalustasta johtuvien vaurioiden korjaus. Oikean korjausmenetelmän valinta vaatii aina perehtymistä kohteeseen, sillä saman aikakauden ulospäin samalta vaikuttavat rakennukset todennäköisesti ovat rakenteiltaan erilaisia.

### 3.2.1 Pinnoituskorjaus

Kevyessä pinnoituskorjauksessa vanha rappauspinta pinnoitetaan uudelleen. Menetelmä on yleinen esimerkiksi arvorakennuksissa, joissa julkisivua ei päästetä vanhentumaan, käsittely on siis ennalta ehkäisevä. Paikkauskorjaukset tulee ehdottomasti tehdä samanlaisella laastilla kuin alkuperäinen julkisivu, jotta esteettisyys säilyy sekä pakkaskäyttäytyminen pysyy samanlaisena. Rappauspinta voi olla impregnoitu ja lian tarttumista vähentävästi käsitelty.

### 3.2.2 Paikkaus- ja pinnoituskorjaus

Paikkaus- ja pinnoituskorjauksessa vaurioituneet kohdat paikataan ja pinnoitetaan häivyttämällä uuden pinnoitteen raja. Vaikka raja häivytetään, jää se silti näkyviin, joten pinnoitettava alue on suunniteltava tarkkaan etukäteen. Rapattava pinta tulee poistaa vanhasta rappauksesta ennen uutta pinnoitusta. Paikkaus- ja pinnoituskorjausten kosteudenhallinnassa tulee kiinnittää huomioita pinnoitusmateriaalin ominaisuuksiin sekä saumauksiin ja liitoskohtiin. Mikäli julkisivun vauriot ovat edenneet pitkälle, mutta ovat kuitenkin vain paikallisia, on paikkaus- ja pinnoituskorjaus oiva vaihtoehto. Sekä pinnoitus- että paikkaus- ja pinnoituskorjauksilla jatketaan nykyisen julkisivun elinkaarta.

### 3.2.3 Purkava korjaus

Mikäli vaurioita on syntynyt kauttaaltaan rakennuksen pintaan, on tarpeen uusimiskorjaus, jossa vanha julkisivupinta kokonaan puretaan rappausalustaan saakka. Samalla voidaan parantaa pellitysten kallistuksia ja suojauskykyä. Aiemman rappauksen toiminta ei vaikuta uuteen rappauspintaan.

### 3.2.4 Peittävä korjaus

Rakennuksissa, joissa ulkoseinien lämmöneristyskyky on heikko ja pinta sileä, on mahdollisuus korjata julkisivu peittämällä se uudestaan pinnoitteella. Jos kyseessä on rapattu julkisivu, tulisi mieluiten uudenkin julkisivumateriaalin olla rappaus. Vanhan julkisivun päälle laitetaan mieluiten eristerappaus. Näin säästetään lämmöneristeen liimaamisen tuomilta vaikeuksilta. Tuulettuva levyrappaus on myös yleinen peittävässä korjauksessa. Nämä korjausmenetelmät lisäävät rakenteen paksuutta reilusti aiempiin pinnoitusmenetelmiin nähden. Peittävällä korjauksella lisälämmöneristäminen on mahdollista, jos rakennuksen nykyinen julkisivu on tarpeeksi hyväkuntoinen kestäväksi siihen kiinnitettävät uudet kerrokset.

### 3.2.5 Rappausalustasta aiheutuvien vaurioiden korjaus

Radikaalein korjaustapa on purkaa ulkovaippa rappausalustaa myöten. Tässä tapauksessa julkisivu on joko ajan tai kohtelun myötä tullut elinkaarensa päähän. Syitä sille on esimerkiksi, jos rappausalustassa on ollut liian suurta liikettä, johtuen joko lämpö- ja kosteusliikkeestä, painumista ja taipumista. Tämä johtuu liikuntasauvojen vähyydestä ja/tai vääränlaisesta sijoittelusta. Myöskin tällä menetelmällä tulee pellitykset ja vedenpoistojärjestelmät luonnollisesti uusia.

#### 4 1960-70 – LUVUN YLEISIMMÄT ULKOSEINÄRAKENTEET

Kaupungistuminen on ollut voimakkainta vuosina 1965–1975, jolloin myös kerrostalorakentaminen on ollut huipussaan. Suuren asuntojen tarpeen myötä syntyi elementtiteollisuus, joka mahdollisti asuntojen ripeän rakentamisen. Vuoden 1966 asuntotuotantolaki asetti vuodelle 1967 tavoitteeksi 43 000 asunnon rakentamisen (Mäkiö, 13.). Käsiyöhön tottuneet rakentajat olivat uuden edessä, ja tämän oppimisprosessin ”hittejä ja huteja” olemme saaneet korjata ajan edetessä. Vaikka rakentaminen on myös sujunut virheittä, on tähän päivään ja lähivuosiin mennessä rakennuksissa ehtinyt tapahtua välttämätöntä vanhenemista, joka aiheuttaa työllistävän korjaussavotan. Kuten muukin kehitys, myös elementtirakentaminen tuli ensin Helsinkiin ja suuriin kasvukeskuksiin, joista se siirtyi pikkuhiljaa pienempiin kaupunkeihin.

Kiihkeään aikaan rakennusjätteiden määrä oli minimissään. Kaikki materiaalit käytettiin hyväksi, mikäli oli vain mahdollista. Rakentamisessa myös kokeiltiin hyviä tapoja ja työn edetessä otettiin tehdyistä menetelmistä opiksi. Esimerkiksi monikerroksisessa kerrostalossa tekotavat ja rakenteiden sisältö saattoivat erota jopa kerroksittain, mitä nyt milloinkin oli tarjolla.

Rakennuskantamme on lähes kokonaan rakennettu sotien jälkeen ja teollisen kehityksen myötä rakennetut kiinteistöt ja alueet kattavat tästäkin määrästä suurimman osan. Tästä syystä rakennuksemme ovat yllättävän hyvin varusteltuja.

1960-1975 vuosien yleisimmät runkotyyppit voidaan jakaa viiteen eri kokonaisuuteen.

Mineriittilevyt olivat 1960–70-luvulla yleinen julkisivumateriaali. Levyt sisältävät asbestia, jonka ansiosta julkisivu on ollut kestävä.






##### 4.1 Tyypivauriot ja niiden korjaustavat

Rakennusajan tyypillisiä kerrostalojen ulkoseinärakenteita ovat hirsirunko, massiivinen tiiliseinä, betonisandwichelementti, pesubetonipintainen sandwichelementti, maalattu betonisandwichelementti, laattapintainen betonisandwichelementti sekä tämän työn kohteen betoniseinä minerit-levyverhouksella.

Betoniseinäisen minerit-levyverhotun julkisivun yleisimpiä vaurioita ovat minerit-levyjen lohkeilu, levyjen irtautuminen kiinnityslistoista tai ruuvien kantojen nousu. Näistä syistä kosteus pääsee etenemään rakenteen sisään.

Elementeistä rakennetuista kerrostaloista liitoskohtiin tulisi kiinnittää erityistä huomiota ja varmistaa myös uuden ulkoseinän liikuntasamat.

Ikkuna- ja ovipellitysten riittäväällä pituudella ja kallistuskulmalla sekä rännien ja syöksytorvien tiiviydellä varmistetaan, ettei sadevesi pääse vaurioittamaan ulkoseinää. Ulkoseinärakenteen kunnosta ja korjauksen tavoitteesta riippuen voidaan yksittäiset levyt paikata ja huoltomaalata tai uusia levytys kokonaan. Levytyksen uusimisen yhteydessä kannattaa usein lisätä lämmöneristystä (hometalkoot.fi).

| <b>Runkotyyppi</b>   |   | <b>Kantava pystyrakenne ulkoseinissä</b> | <b>Kantava pystyrakenne talon keskellä</b> |
|--|---|--|--|
| <p>Kivirakenteiset asuinkerrostalot voidaan jakaa viiteen pääryhmään kantavien pystyrakenteiden pääasiallisen materiaalin ja muodon perusteella.</p> <p><b>Tiilimuurirunko</b></p>  | tiilimuuuri   | tiilimuuuri                              |  |
| <p><b>Sekarunko</b></p>   | tiilimuuuri   | (teräs)betoni-pilari                     |  |
| <p><b>Betonipilarirunko</b></p>   | (teräs)betoni-pilari                                  | (teräs)betoni-pilari                     |  |
| <p><b>Betoniseinärunko</b></p>   | (teräs)betoni-seinä                                   | (teräs)betoni-seinä                      |  |
| <p><b>Kirjahyllyrunko</b></p>   | (teräs)betoniseinä<br>Vain talon päädyt ovat kantavia | (teräs)betoni-seinä                      |  |

Kuva 2 Runkotyypit (Mäkiö 2016, 15)

## 5 KORJAUSKOHDE

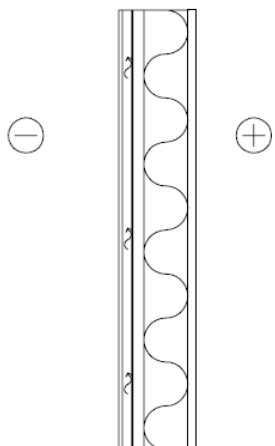


Kuva 3 Länsipuoleinen julkisivu (Marttinen 2016-09-13)

Kohteena on vuonna 1967 rakennettu 7-kerroksinen kerrostalo Mikkelin ydinkeskustassa. Kerrostalo on paikallatehty kirjahyllyrunkoinen rakennus. Julkisivumateriaaleina ovat mineriittilevyt sekä pieniltä osin tiilimuuraus. Kuten rakennusajalle oli ominaista, julkisivut ovat nauhamaisia ja ikkunat sisäänaukeavia kaksilasisia puuikkunoita. Julkisivumateriaalina ovat sekä suorat että aaltomaiset mineriittilevyt. Kuntotutkimusten yhteydessä ulkoseinästä löytyi asbestia sisältäviä kuitusementtilevyjä.

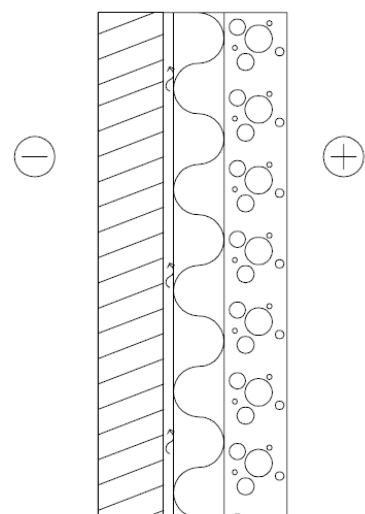
Parvekkeiden takaseinät ovat puurakenteisia, myöskin mineraalivillalla eristettyjä mineriittilevypintaisia ulkoseiniä. Rakennus sijaitsee keskeisellä paikalla kaupunkia liikennöidyn tien varrella, joten sen korjatusta julkisivusta toivottiin edustavaa. Kerrostalosta ei ole löytynyt alkuperäisiä tarkkoja rakennekuvia, joista selviäisi kaikki rakennekerrokset, joten kävimme toimeksiantajan edustajan kanssa avaamassa rakenteita todellisten materiaalien ja niiden paksuuksien määrittämiseksi.

Tuohon aikaan oli ominaista myös rakennusjätteen vähäinen määrä, sillä kaikki käytettiin jollakin tapaa hyödyksi. Tässä kerrostalossa muun muassa betonivalun muottilaudat ovat osana ulkoseinärakennetta.



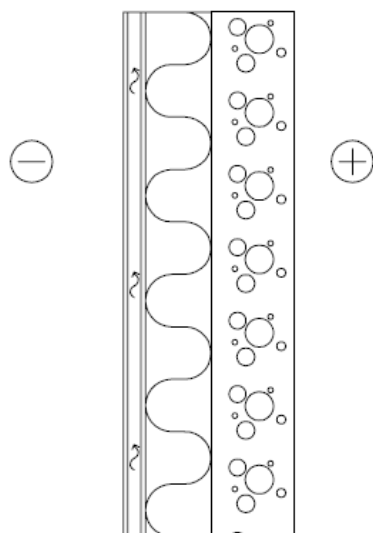
### US3

- maali
- lastulevy 18mm
- mineraalivilla 100mm
- vaakalauta 20-25mm
- kuitusementtilevy 3mm
- pystykoolaus 21mm
- kuitusementtilevy 8mm



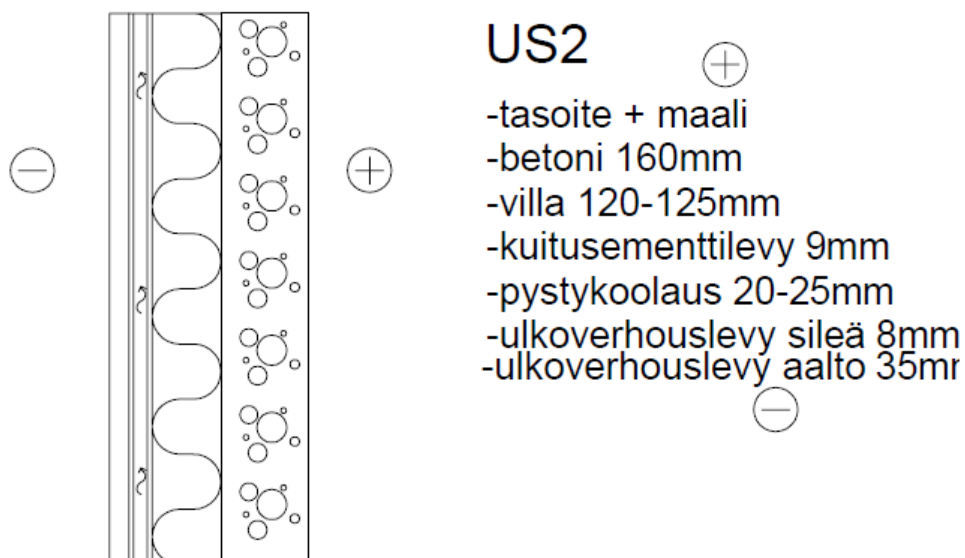
### US4

- betoniseinä 125mm
- villa 100mm
- tuuletus 20mm
- kahitiili 130mm



### US1





- tasoite + maali
- betoni 160mm
- villa 120-125mm
- kuitusementtilevy 9mm
- pystykoolaus 20-25mm
- ulkoverhouslevy sileä 8mm



### 5.1 Korjaustarve

Kuntotutkimuksen myötä tehdyissä rakenneavauksissa huomattiin, että lämmöneristeenä oleva mineraalivilla on mustunutta. Myös koolauspuut olivat paikoin tummuneet. Tummuminen voi olla peräisin kosteusvauriosta tai ilmassa olevista saasteista, jotka ovat imeytyneet rakenteisiin ilmavirtauksen mukana. Tätä ei ollut tarve tutkia tarkemmin, sillä kaikki kosteudesta tai liasta kärsineet rakennusosat vaihdetaan.

Kerrostalon ulkovaipasta tulee uusia sekä julkisivu, että lämmöneristeet. Parvekkeet ovat jo tällä hetkellä pienet, joten ulkoseinän paksuntaminen tulee pitää mahdollisimman vähäisenä. Haasteena on muunmuassa, kuinka parantaa ulkoseinärakenteen lämmöneristävyttä mahdollisimman paljon paksuntamalla sitä mahdollisimman vähän.

| <b>Kirjahyllyrunko: muunnelmat</b>  |  |   |                           |
|---|--|---|---------------------------|
| Kirjahyllyrunkon tyyppitehtyä voidaan täsmentää ottamalla lisäksi huomioon välipohjien rakenne ja talon toteutustapa. |  | <b>Välipohja</b>  | <b>Julkisivut</b>         |
| <b>Kirjahyllyrunko (paikallatehty)</b>  |   | paikallavalettu massiivilaatta                            | paikallatehty             |
| <b>Kirjahyllyrunko (osaelementti)</b>   |   | paikallavalettu massiivilaatta                            | nauha- tai ruutuelementti |
| <b>Kirjahyllyrunko (täyselementti, suurlevyjärjestelmä)</b>   |   | massiivinen välipohjaelementti                            | nauha- tai ruutuelementti |
| <b>Kirjahyllyrunko (täyselementti, BES)</b>   |  | esijännitetty välipohjaelementti (ontelolaatta, U-laatta) | nauha- tai ruutuelementti |

Kuva 4 Kirjahyllyrunko, muunnelmat

Parvekelaatat ovat osittain sisäänvedettyjä ja ne on ulotettu välipohjasta ratakiskolla. Rakennukseen on tehty LVIS-peruskorjaus vuonna 2012, jonka yhteydessä rakennuksen ilmanvaihto oli korjattu toimimaan nyt tehtävän ulkoseinärakenteen kanssa. Ikkunoiden vaihtoa harkittiin, mutta päätettiin järkevästi tehdä se jo silloin tiedossa olleen tulevan ulkovaipan peruskorjauksen yhteydessä. Tämän peruskorjauksen ulkopuolelle on jätetty vesikatto, joka tarkastettiin LVIS-peruskorjauksen yhteydessä, sillä sen todettiin olevan hyväkuntoinen. Ulkoseinärakenteesta löytyi rakenneavausten yhteydessä asbestia, joten purkutyöt tulee tehdä asbestityönä. Rakennus tulee joka tapauksessa huputtaa, joten asuntoyhtiölle esitetään ajankohdaksi talvea. Näin saataisiin rakennusalan hiljaiselle talven lomautusriskien ajalle yksi työmaa lisää pois kesän sesongilta. Haastavuutta työn toteutukselle tuottaa asukkaat, sillä rakennus on asuinkäytössä koko korjausprosessin ajan.



Kuva 5 US3 rakenneavaus (Marttinen 2016-09-13)



Kuva 6 US1 rakenneavaus (Marttinen 2016-09-13)



Kuva 7 US1 rakenneavaus (Marttinen 2016-09-13)

## 6 JULKISIVURAKENTEET

Uuden ulkoseinärakenteen valintaan vaikuttavat rakenneteknisen toimivuuden lisäksi kustannukset rakentamisen sekä koko elinkaaren aikana. Huomioon täytyy ottaa käyttöiän lisäksi huollon ja mahdollisten pienten korjausten kustannukset, sekä helppohoitoisuus. Tässä kappaleessa käsitellään eri julkisivurakennevaihtoehtoja kyseiselle kohteelle.

### 6.1 Eristerappaus

Eristerappaus on kätevä pintarakenne niin peittävässä, kuin uudelleenmuokkaavassa korjauksessa. Se on yleinen korjausrakentamisessa, mutta sen käyttö on lisääntymään päin myös uudispuolella. Ohutlaastieristerappauksen paksuudeksi saadaan noin 10-12mm, kun taas paksulaastieristerappauksella 25-30mm. Sekä ohut- että paksurappaus ovat molemmat tuulettumattomia rappausjärjestelmiä. Tuulettuvaan levyrappaukseen kuuluvat itse levyt, niiden kiinnikkeet sekä saumojen käsittely. Levyn päälle tehdään ohutrappausratkaisu. Eristerappattu julkisivu voi olla slammattu, kaksikerrosrapattu tai kolmikerrosrapattu. Ohutrappauksessa eli slammauksessa julkisivuun tehdään vain päällimmäinen pintarappaus. Se ei peitä alustan muotoja eikä mahdollista radikaalia värimuutosta. Rapatun julkisivun käyttöikä on rasisluokasta riippuen 30 vuodesta 70 vuoteen. Rapatun julkisivun lämpöliik ehdintään tulee kiinnittää erityistä huomiota, ettei rappaus pääse irtoilemaan. Tätä ei välttämättä näe ulospäin, vaikka todellisuudessa koko kerros saattaa olla irti alustastaan. (Korjaustieto.fi)

### 6.2 Kuorielementit

Ulkopintana voi olla betonipinta tai vaikka tiili- tai klinkkeripinta. Kuorielementtien huolto on helppoa sillä, yksittäisen rikkoutuneen voi vaihtaa kätevästi uuteen. Paksuutta ulkopinnalle tulee kuitenkin 40-90mm, joka on kyseisessä kohteessa varsin liian paksu.

### 6.3 Tiiliverhous

Suomessa valmistettavat tiilet jaetaan kahteen luokkaan: poltettuihin tiiliin ja kalkkihiekkatiiliin. Näistä kuitenkin yleisemmin vain poltettua tiiltä käytetään julkisivurakenteissa, muun muassa sen pienemmän lämpöliik ehdinnän vuoksi. Tiiliverhoilun takana on aina ilmarako, jonka varmistaa julkisivun hengittävyys. Vaikka tiili läpäisee herkästi vettä, kuivuu se myös helposti eikä hyvän tuuletuksen myötä kosteus pääse siirtymään lämmöneristeeseen. Pitkäikäinen tiiliverhous kestää koko rakennuksen iän vain saumojen korjauksilla. Tiilijulkisivu on varsin hyvä ääneneristäjä, se voi vaimentaa ulkoisia meluhaittoja jopa 10-15 dB kevyempiin ratkaisuihin verrattuna. (Tiili-info.fi)

### 6.4 Muut verhousvaihtoehdot

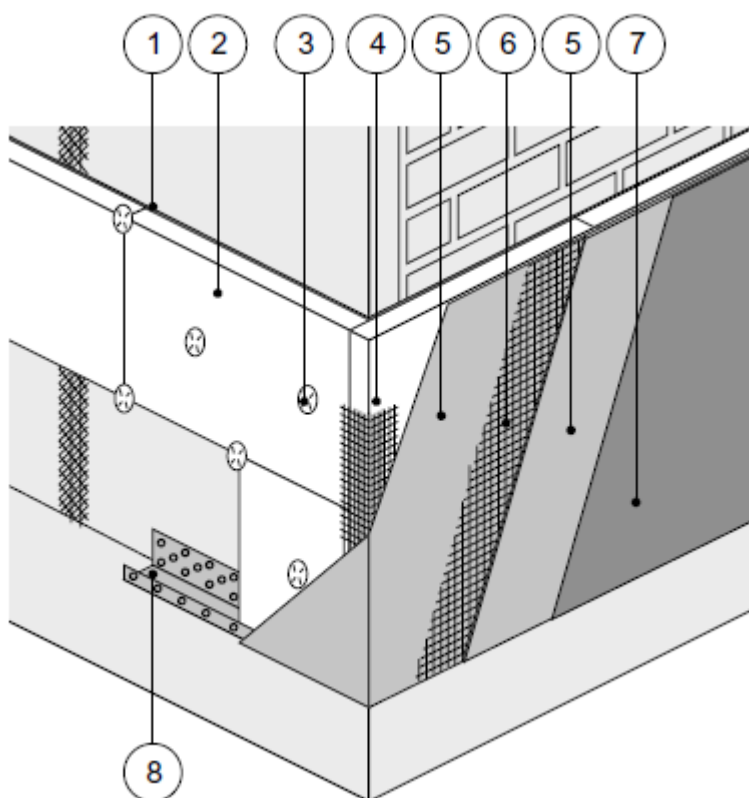
Muita julkisivun verhousvaihtoehtoja ovat muun muassa kivi- ja luonnonkiviverhoukset, sekä lasi- ja lautaverhoilut. Nämä ovat turhan kalliita ja työläitä tavallisen asuinkerrostalon julkisivulle. Niitä käytetään lähinnä pelkästään arvorakennusten julkisivuissa.

## 6.5 Rakenteiden riskit

Ulkoseinien kosteudenhallinnassa suuri riski on ikkunoiden pellityksissä sekä räystäskourujen asennuksissa. Sadeveden valuminen seinärakenteisiin tulee estää riittävästi kallistetuilla pellityksillä, sekä riittävän pitkällä räystäällä. Liittymäkohdat tulee suunnitella suojattavaksi ja asennus täytyy tehdä huolella. Jokaisessa julkisivuratkaisussa tulee kiinnittää huomiota liikuntasauvojen oikeelliseen sijaintiin sekä riittävään määrään.

## 7 EHDOTUKSET KORJAUSTOIMENPITEIKSI

Kaikki korjattavan rakennuksen julkisivut halutaan materiaailtaan samanlaisiksi. Kustannus- ja energiatehokkain vaihtoehto tähän kohteeseen on ohueristerappaus. Ehdotetuissa korjaustoimenpiteissä tuulettuvat rakenteet muutetaan tuulettumattomiksi. Periaatteessa tällaisella muutoksella kosteusvaurioriski kasvaa, sillä ilmavirta ei pääse kuivattamaan rakennetta. Kuitenkin, kun samalla lisätään lämmöneristystä alkuperäiseen nähden, rakenteen lämpötila kasvaa, mikä auttaa rakennetta kuivumaan. Myös rappausmateriaali pitää valita nimenomaan tuulettumattomaan rakenteeseen sopivaksi.



Kuva 8 Eristerappauksen rakenne: 1. liimalaasti 2. lämmöneristekerros 3. mekaaninen kiinnitystulppa 4. kulmavahviste-verkko 5. pohjalaasti 6. alkalinkestävä lasikuituverkko 7. pintalaasti 8. sokkelilista

### 7.1 Miteriittilevy-pintaiset ulkoseinät US1 ja US2

Ulkoseinälle saadaan myös parempi lämmöneristys poistamalla nykyiset julkisivupinnat ja mineraalivillat ja asentamalla uudet tilalle. Julkisivun asbestimineriittilevyjen päälle lisäeristäminen olisi käytännössä lähes mahdotonta.

Ulkoseinä puretaan siis betonirakenteeseen asti, jonka pinta puhdistetaan mineraalivillasta ja siitä pintaan tarttuneesta liasta. Lämmöneristeenä käytetään ohueristerappaukseen varta vasten tarkoitettua epäorgaanista lämmöneristettä 220mm. Se kiinnitetään betonipintaan laastilla tai liimalla sekä mekaanisesti kiinnikkein (noin 4kpl/m<sup>2</sup>).

U-arvolasku US1, US2

$$R_{si}=0,13\text{m}^2\text{K/W}$$

$$R_{isover}= 0,21/0,037=5,67 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R_{bet}=0,16/2,5=0,064 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R_{rap}=0,005/1=0,005 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R_{se}=0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$U=1/R_t=0,17\text{W/ m}^2\text{K}$$

## 7.2 Tiilimuuratut ulkoseinät US4

Tiilimuuratut julkisivut voidaan jättää semmoiselleen ja sietää niiden aiheuttama turhan suuri lämpöhäviö.

Parempi vaihtoehto on purkaa myös tiilipinnat kokonaan pois sekä niiden alta 100 mm villa.

Nykyisen seinän U-arvo on kaikista rakennuksen ulkoseinistä heikoin: 0,39W/m<sup>2</sup>K, joten tuntuisi hölmöltä jättää rakennuksen heikoiten eristävä korjaamatta. Kun tiilimuraus poistetaan, saadaan samalla purettua talon yhdessä kulmassa sijaitseva jo kauan sitten käytöstä poistettu tiilimuurattu hormi.

Ulkoseinä on aiemmin ollut tuulettuva ja nyt siitä tehdään tuulettumaton rakenne, joten rakenteen kosteustekniseen toimivuuteen on kiinnitettävä erityistä huomiota. Sisään pääsevä kosteus pitää saada minimiin, ettei synny homeelle autuaallisia oloja. Toisaalta, kun lämmöneristystä parannetaan, saadaan rakenteen lämpötilaa nostettua ja rakenne myös kuivuu helpommin.

Uusi rakenne tehdään US1ja US2 mukaiseksi rakenteeksi.

U-arvolasku US4

$$R_{si}=0,13\text{m}^2\text{K/W}$$

$$R_{isover}= 0,255/0,037=6,89 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R_{bet}=0,125/2,5=0,05 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R_{rap}=0,005/1=0,005 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R_{se}=0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$U=1/R_t=0,14\text{W/ m}^2\text{K}$$

## 7.3 Parvekkeiden takaseinät US3

Parvekkeiden takaseinät voidaan tehdä koko muun julkisivun mukaisesti eristerapatuksi. Näin julkisivusta tulee yhtenäisen näköinen. Ulkoseinä puretaan villoja myöten. Seinään rakennetaan uusi puurunko 48mm sekä 200mm eristerappaukseen soveltuvaa lämmöneristettä. Lämmöneriste vahvistetaan eristerappausta varten verkolla, jonka päälle tulee rappauskerrokset.

Parvekkeiden takaseinän korjaustyöt on ajoitettava niiden ikkunoiden ja ovien vaihdon yhteyteen.

Parvekkeiden lasituksella saadaan parvekkeen ovien ja ikkunoiden kautta tulevaa vetoa pienemmäksi, kun talvisaikaan parvekkeellakaan ei ole niin kylmä. Parvekkeet eivät myöskään täyty lumesta, joka toisi lisää kylmää ilmaa.

#### 7.4 Ikkunat

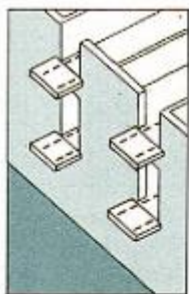
Ikkunat vaihdetaan uusiin kolmilasisiin eristelasillisiin ikkunoihin, joiden karmi on 210mm syvä. Ne asetetaan ulkoseinään 140-150 mm sisäpinnasta ulospäin.

Ikkunoiden vaihdon ja huolellisen tiivistyksen myötä karmien ja ulkoseinän ilmavuodot häviävät. Tämä täytyy ottaa ilmanvaihdon säädössä huomioon, jotta sisätiloihin saadaan riittävästi korjausilmaa ja alipaineistus pidettyä sopivissa rajoissa.

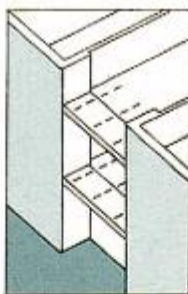
#### 7.5 Parvekkeiden vauriot

Kyseisen kohteen parvekkeet ovat suurimmaksi osin ulokeparvekkeita, ja pieneltä osalta parvekettä sisäänvedettyjä parvekkeita.

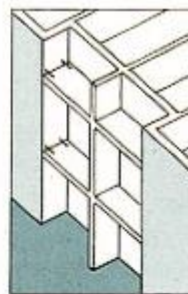
Parvekkeissa esiintyvät vauriot ovat lähestulkoon samoja, kuin ulkoseinissä yleensäkin. Vauriot voidaan jakaa kolmeen pääryhmään; pintavaurioihin, rakenteiden vaurioihin ja työvirheistä johtuviin vaurioihin. Kuten kaikki julkisivut, myös parvekkeet likaantuvat ja niiden maali hilseilee. Rakennevaurioita aiheutuu enemmän, jos liika kosteus pääsee imeytymään betonirakenteisiin ja jäätymään sinne. Näin voi käydä, jos ei pidetä huolta vedenpoistosta parvekelaatan päältä. Ennen vuotta 1976 ei käytetty betonin suoja- ja huokoistusta, jonka seurauksena sitä vanhemmat betonirakenteet kärsivät enemmän pakkasvaurioista (RT 86-10618, 5.). Pakkasrasituksen seurauksena betonipinta halkeilee ja rapautuu. Halkeiluihin pitää puuttua riittävä ajoissa, kun halkeama on vielä pinnassa, eikä vasta silloin kun se on jo edennyt syvemmälle rakenteisiin. Pitkälle edenneen halkeaman paikkaus ei enää välttämättä riitä, sillä kosteus ja ilmansaasteet ovat saattaneet vaurioittaa normaalisti betonipeitteen alla suojassa olevia raudoituksia.



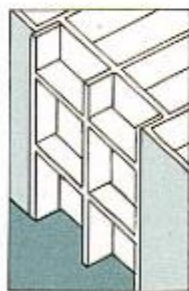
- kannatus välipohjasta ratakiskolla tai yläpinnan raudoituksella, ulokeparveke



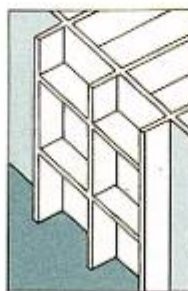
- kannatus välipohjasta ratakiskolla, sisäänvedetty parveke



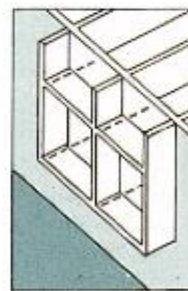
- tuenta kantaviin väliseiniin ratakiskolla tai muototörsällä



- kantavat pieliseinät, sisäänvedetty parveke



- kantavat pieliseinät, ulkoneva parveke



- eri kannatustapojen yhdistelmät

Kuva 9 Parvekkeiden kannatustapoja (RT-86-10618)

## 8 KORJAUS- JA ELINKAARIKUSTANNUKSET

Pelkät rakentamis- tai saneerauskustannukset eivät kerro, mikä on taloudellisin vaihtoehto kuhunkin rakenteeseen. Tämän takia kohteen perusparannusvaihtehdoille on hyvä laskea myös elinkaarikustannukset.

Tässä kappaleessa esitellään perusparannusratkaisuksi ehdotetun eristerappauksen korjaus- sekä elinkaarikustannukset.

### 8.1 Korjauskustannukset

Tämän peruskorjauksen kustannusarvio on tehty RT-Kustannuslaskentaohjelmalla.

Kustannusarvioon on laskettu purkutöiden ja itse rakennustöiden kustannusten lisäksi työmaatekniikan, työmaajohdon ja jätekustannukset sekä sääsuojan rakennus- ja vuokratkustannukset. Kustannusarvio ei sisällä suunnittelu-, rakennuttamis- tai valvontakustannuksia. Korjauskustannuksiin vaikuttavia tekijöitä itse korjausratkaisun lisäksi ovat muun muassa työn ajankohta, rakennusalan taloudellinen suhdanne sekä korjauskohteen sijainti.

Tässä hankesuunnitelmassa ehdotetun perusparannuksen kustannusarvio on noin 403 000€ (alv 0%) ja noin 500 000€ (alv 24%). Raportin liitteestä 2 löytyy kustannusarvion tarkempi erittely.

|                                      | € (alv 0%) | € (alv 24%) |
|--------------------------------------|------------|-------------|
| Purkutyöt                            | 65 379     | 81 070      |
| Rakennustyöt                         | 228 070    | 282 807     |
| Työmaan yleis- ja käyttökustannukset | 33 490     | 41 528      |
| Sääsuoja ja telineet                 | 56 490     | 70 048      |
| Lisä- ja muutostyövaraus             | 20 000     | 24 800      |

Taulukko 2 Kustannusarvio

### 8.2 Elinkaarikustannukset

Rakennuksen tai rakenteen elinkaarella tarkoitetaan ajanjaksoa rakentamisen aloituksesta purkamisen loppuun asti, pois lukien purkumateriaalin uusiokäyttö. Elinkaarikustannukset muodostuvat rakennus- ja ylläpitokustannuksista, muutuskorjaus- ja ajanmukaistamiskustannuksista sekä purkukustannuksista. Elinkaarikustannusarviolla selvitetään perusparannuksen taloudellista kannattavuutta oletuksena, että rakennusta on huollettu suunnitellusti. Elinkaarikustannukset kerätään vastikkeilla, vuokrilla ja purkuvaiheessa saatavilla tuotoilla.

Erilaisia tapoja laskea elinkaarikustannuksia on nykyarvomenetelmä, annuiteettimenetelmä, sisäisen koron menetelmä sekä takaisinmaksuajan menetelmä (Saari, 754.). Tässä elinkaarikustannuslaskelmassa on käytetty nykyarvomenetelmä.

Nykyarvomenetelmällä voidaan laskea saman peruskorjauksen kustannukset halutun ajan jälkeen. Tässä laskelmassa aikana ollaan käytetty ulkovaipan käyttöikää eli 30 vuotta. Korkokantana on käytetty 0,3%.

Kustannukset 30 vuoden päästä lasketaan kaavalla:

$$K_i = K_N \times (1+r)^i$$

jossa

|       |                                |
|-------|--------------------------------|
| $K_i$ | kustannus vuonna $i$           |
| $K_N$ | kustannuksen nykyarvo          |
| $r$   | valittu korkokanta             |
| $i$   | vuosi, jona kustannus toteutuu |

eli:

$$K_i = 403\,000 \times (1+0,003)^{30}$$

$$K_i = 440\,892$$

Laskelma kertoo, että 30 vuoden päästä tehtävä sama työ tulee arviolta kustantamaan noin 441 000 euroa (alv 0%). Tämän avulla taloyhtiö voi suunnitella, kuinka paljon heidän on kerättävä rahaa kustantamaan seuraava ulkovaipan peruskorjaus. Laskelmaan ei ole huomioitu kyseisen julkisivuratkaisun normaaliin huoltoon kuuluvaa huoltomaalausta, joka tulee suorittaa käyttöiän puolessa välissä.



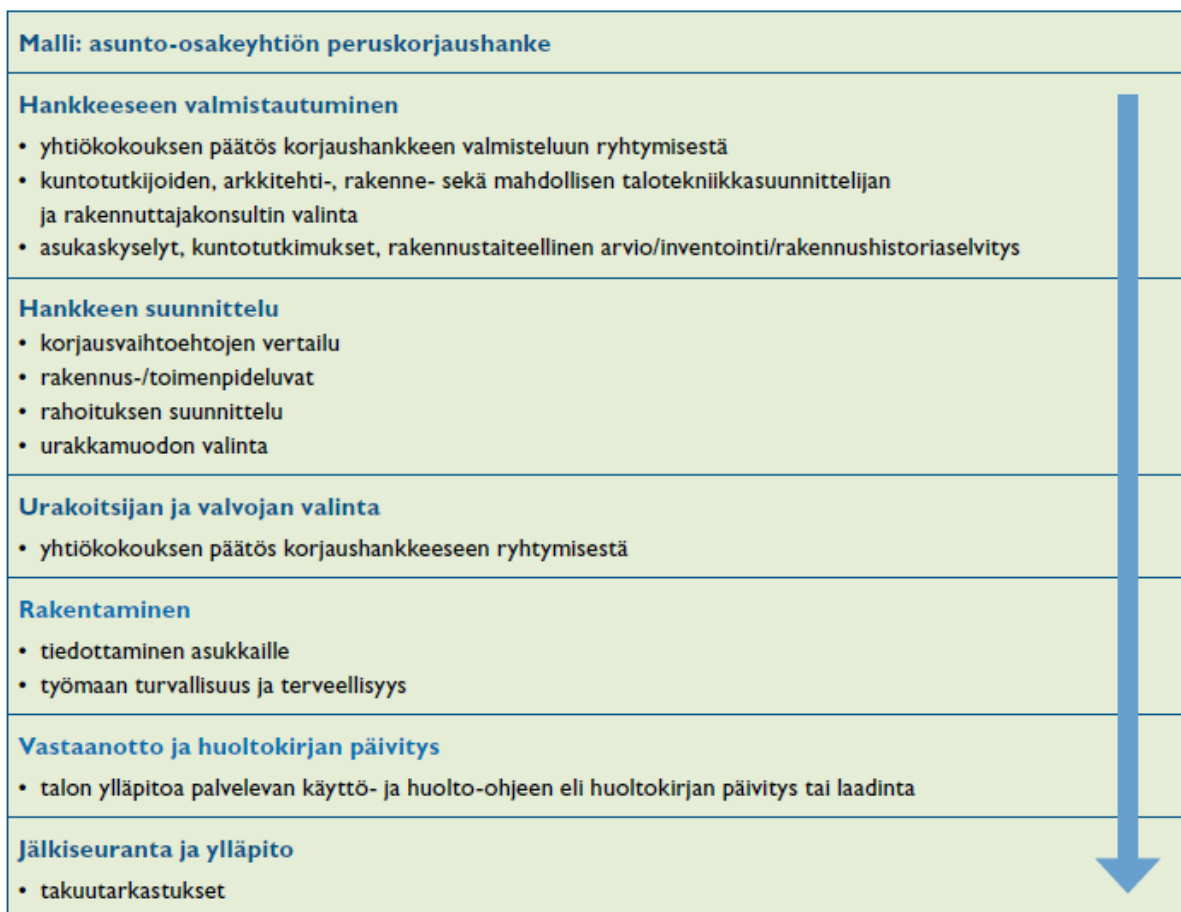
Kuva 10 Kerrostalon eri julkisivuvaihtoehtojen elinkaaritarkastelu (Pakkala, Betoni 1/2017)

## 9 KORJAUSHANKE TALOYHTIÖSSÄ

Korjausrakennusprosessi voi alkaa joko vaurion ennaltaehkäisemiseksi tai jo syntyneen vaurion korjaamiseksi. Rakennuksen käyttäjä tai omistaja tilaa kuntotutkimuksen, jonka pohjalta saadaan selville todellinen korjaustarve.

Osana hankesuunnitelmaa tehtävää korjaustarveselvitystä ei saa ikinä tehdä pelkästään kuntoarvion pohjalta, sillä se on vain silmämääräistä havainnointia kohteesta. Kuntotutkimus ja sen lisäksi mahdollisesti tehtävät lisäselvitykset ovat pohjana oikeaoppiselle korjaussuunnitelmalle. Jotta voidaan valita kohteelle kestävä korjausratkaisu, tulee selvittää mahdollisten jo syntyneiden vaurioiden syyt. Vuoden 2016 alussa uudistunut asbestilainsäädäntö vaatii tehtäväksi asbestikartoituksen, mikäli purettava rakenne on valmistunut ennen vuotta 1994 (Työsuojelu.fi). Hankesuunnitteluvaiheessa määritetyn korjaustavan pohjalta tehdään itse korjaussuunnittelu, jossa määritellään tarkat materiaalit ja detaljit. Rakentaminen ja korjatun rakenteen ylläpito tapahtuvat näiden suunnitelmien mukaisesti.

Korjaustoimenpiteistä päätetään yhtiökokouksessa, jossa päätös tarvitsee toteutuakseen yli puolet äänistä.



Kuva 11 Peruskorjauksen eteneminen taloyhtiössä

## 10 JOHTOPÄÄTÖKSET

Lähes aina kun rakennuksen ulkonäköä lähdetään muuttamaan, kuten kyseisessä kohteessa, tulee ratkaisu hyväksyttävä rakennusvavonnassa.

Yksi rajaavimmista teikijöistä ulkovaipparakennetta määrittäessä oli sen paksuus. Uuden rakenteen tulee käydä sopusointuun ikkunoiden karmien leveyden kanssa. Julkisivumateriaalissa paksuus tulee vastaan parvekkeiden koossa, jotka ovat jo ennestään pieniä.

Hankesuunnitelmassa esitetyllä perusparannusratkaisulla saadaan parannettua rakennuksen lämmöneristävyttä sekä tehtyä julkisivusta nykyistä edustavamman näköinen.

Hankesuunnitelmassa päätettiin purkaa nykyiset julkisivut, lämmöneristeet sekä vanha hormi.

Uudeksi rakenteeksi valittiin ohuteristerapattu julkisivu. Ikkunat ja parvekkeiden ovet uusitaan sekä parvekkeet lasitetaan.

Työn tuloksena saadun perusparannusvaihtoehdon hinta on noin 500 000€ (alv 24%). Tämä ei pidä sisällä suunnittelu-, rakennuttamis- tai valvontakustannuksia. Elinkaarikustannusarviolta saatiin selville, kuinka paljon samanlainen urakka tulee arviolta maksamaan, kun nyt uusittavan julkisivun käyttöikä tulee täyteen.

## LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT

Korjaustieto.fi [verkkoaineisto] (viitattu 18.3.2016) Saatavissa:

<http://www.korjaustieto.fi/pientalot/korjaushankkeet/tyypilliset-julkisivukorjaukset/pientalon-julkisivukorjaukset.html>

Wisegroup.fi [verkkoaineisto] (viitattu 20.3.2016) Saatavissa:

<http://www.wisegroup.fi/korjausrakentaminen/ulkovaippakorjaus>

Rakennustietosäätiö RST. 2008. RT 18-10922 Kiinteistön tekniset käyttöiät ja kunnossapitajatkat. Rakennustieto Oy

Hometalkoot.fi [verkkoaineisto] (viitattu 20.3.2016) Saatavissa: [www.hometalkoot.fi/kerrostalo](http://www.hometalkoot.fi/kerrostalo)

Kaivonen, Antti. 2006 Rakennusten korjaustekniikka ja talous. Rakennustieto Oy

4/13 Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä

Erkki Mäkiö, Maarit Malinen, Petri Neuvonen. 2016 Kerrostalot 1960-1970. Rakennustieto Oy

Tiili-info.fi [verkkoaineisto] (viitattu 15.3.2016) Saatavissa: <http://www.tiili-info.fi/oma-koti-tiilesta/tiilijulkisivu/>

Betoni.com Kerrostalon eri julkisivuvaihtoehtojen elinkaaritarkastelu [verkkoaineisto] (viitattu 30.5.2019) Saatavissa: <https://betoni.com/betonilehti/1-2017/#>

Rakennustietosäätiö RST. 1996. RT 86-10618 Parvekerakenteet. Korjausrakentaminen. Rakennustieto Oy

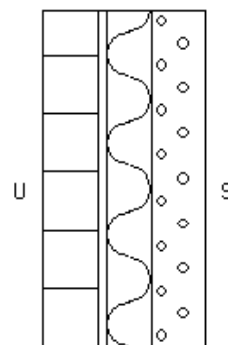
Työsuojelu.fi [verkkoaineisto] (viitattu 20.3.2016) Saatavissa:

[https://www.tyosuojelu.fi/documents/14660/478411/Asbestitiedote\\_yrityksille/d1c7f56d-ee6d-4d71-8dcd-7f86665b02f1](https://www.tyosuojelu.fi/documents/14660/478411/Asbestitiedote_yrityksille/d1c7f56d-ee6d-4d71-8dcd-7f86665b02f1)

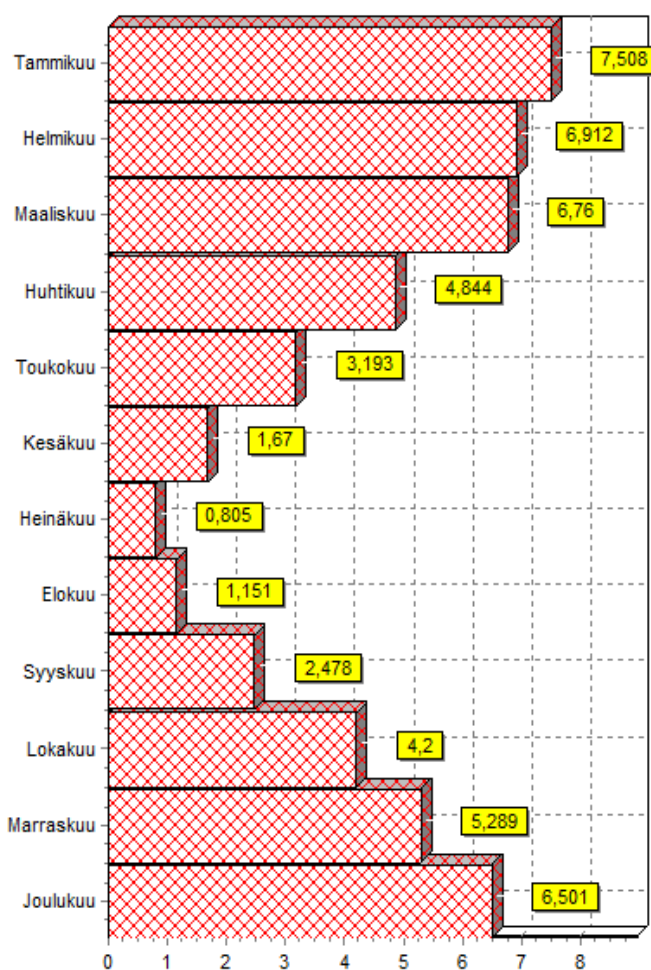
Elinkaarikustannusten ja ympäristökuormituksen ohjaus rakennushankkeissa [verkkoaineisto] (viitattu 18.7.2019) Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK010701.pdf>

## LIITE 1: DOF-LÄMPÖOHJELMAN TULOKSET

| Rakenteen kerrostiedot: | Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S) |
|-------------------------|---------------------------------|
| KERROS:                 | T [mm]:                         |
| Kalkkikiekkatiili       | 130.00                          |
| Tuulettuva ilmarako     | 20.00                           |
| Mineraalivilla          | 100.00                          |
| Betoni                  | 125.00                          |



## Lämpöahiö: (Yhteensä 51.312 kWh)



## Rakenteen päätiedot:

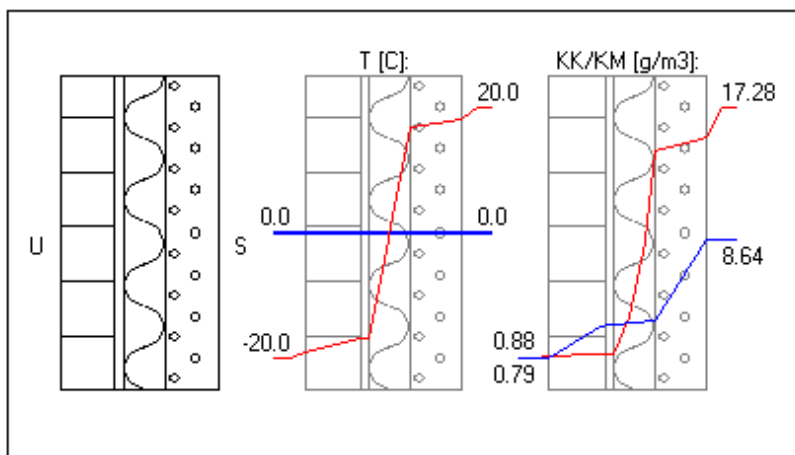
|                        |                               |
|------------------------|-------------------------------|
| U-arvo:                | 0.387 W/m <sup>2</sup> K      |
| Paksuus:               | 375.000 mm                    |
| Pinta-ala:             | 1.00 m <sup>2</sup>           |
| Paino:                 | 537.00 kg                     |
| Hinta:                 | 0.00 euro                     |
| Vesihöyryn vastus:     | 8458.997 m <sup>2</sup> hPa/g |
| Vesih. läpäisykerroin: | 0.000118 g/m <sup>2</sup> hPa |
| Lämmönvastus:          | 2.586 m <sup>2</sup> K/W      |
| Pintavastus, ulko:     | 0.070 m <sup>2</sup> K/W      |
| Pintavastus, sisä:     | 0.130 m <sup>2</sup> K/W      |
| Kulma (0-90):          | 90.000                        |

## Lisätiedot:

**Rakenteen pää tiedot:**

U-arvo: 0.387 W/m<sup>2</sup>K  
 Paksuus: 375.000 mm  
 Pinta-ala: 1.00 m<sup>2</sup>  
 Paino: 537.00 kg  
 Hinta: 0.00 euro

Vesihöyryn vastus: 8458.997 m<sup>2</sup>hPa/g  
 Vesih. läpäisykerroin: 0.000118 g/m<sup>2</sup>hPa  
 Lämmönvastus: 2.586 m<sup>2</sup>K/W  
 Pintavastus, ulko: 0.070 m<sup>2</sup>K/W  
 Pintavastus, sisä: 0.130 m<sup>2</sup>K/W  
 Kulma (0-90): 90.000

**Rakenteen kerrostiedot:**

Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)

| KERROS:               | T [mm]: | LJ [W/mK]: | VHL [kg/msPa] | Hinta [e/m <sup>3</sup> ]: | Paino [kg/m <sup>3</sup> ]: |
|-----------------------|---------|------------|---------------|----------------------------|-----------------------------|
| 1 Kalkkikiiekkatiili  | 130.00  | 0.9500     | 1.500000e-11  | 0.00                       | 1800.00                     |
| 2 Tuulettuva ilmarako | 20.00   | 10.0000    | 2.777778e-06  | 0.00                       | 0.00                        |
| 3 Mineraalivilla      | 100.00  | 0.0460     | 1.050000e-10  | 0.00                       | 30.00                       |
| 4 Betoni              | 125.00  | 1.7000     | 6.000000e-12  | 0.00                       | 2400.00                     |

T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys

**Lämpötilat ja kosteudet:**

3:n päivän kylmin (0.0 h)

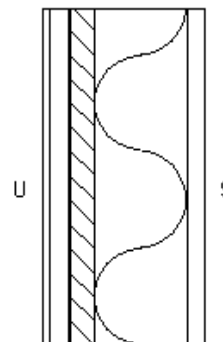
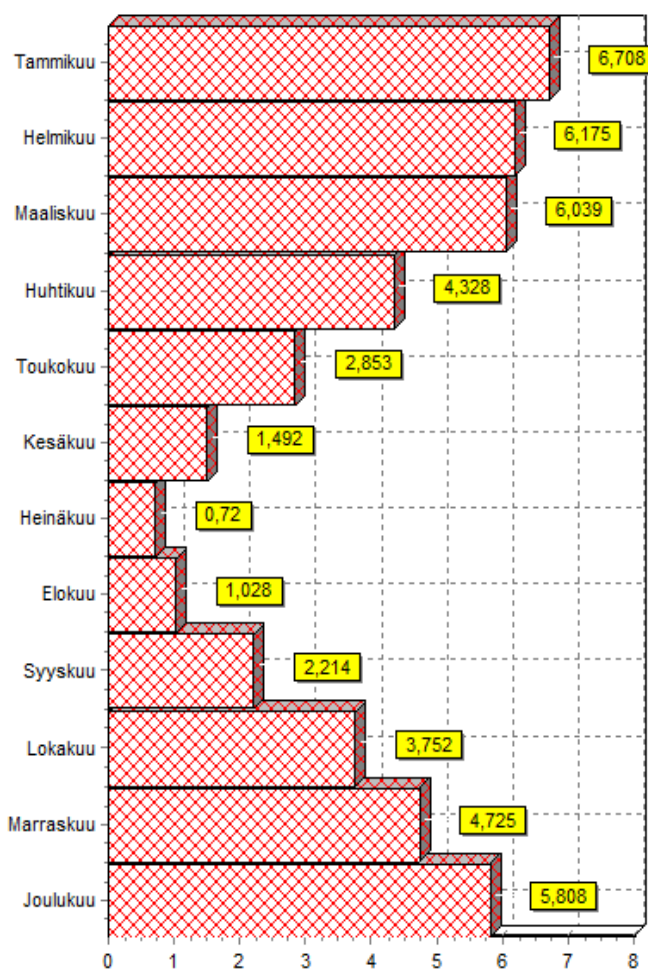
| Piste: | T [C]: | KK [g/m <sup>3</sup> ]: | KM [g/m <sup>3</sup> ]: | SK [%]: | C [g/m <sup>2</sup> ]: |
|--------|--------|-------------------------|-------------------------|---------|------------------------|
| U      | -20.00 | 0.88                    | 0.79                    | 90.0    | 0.00                   |
| 1      | -18.92 | 0.96                    | 0.79                    | 82.3    | 0.00                   |
| 2      | -16.80 | 1.16                    | 3.02                    | 100.0   | 0.00                   |
| 3      | -16.77 | 1.17                    | 3.02                    | 100.0   | 0.00                   |
| 4      | 16.85  | 14.37                   | 3.27                    | 22.8    | 0.00                   |
| 5      | 17.99  | 15.36                   | 8.64                    | 56.2    | 0.00                   |
| S      | 20.00  | 17.28                   | 8.64                    | 50.0    | 0.00                   |

**Lisätiedot:****Tiivistymis- / homevaara ! (SK\_max = 100.0 %)**

T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

**Rakenteen kerrostiedot:** Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)

| KERROS:              | T [mm]: |
|----------------------|---------|
| Asbestiminerit-levy  | 8.00    |
| Tuulettumaton ilmara | 20.00   |
| Kuitusementtilevy    | 3.00    |
| Puu (mänty)          | 25.00   |
| Mineraalivilla       | 100.00  |
| Lastulevy            | 18.00   |

**Lämpöhäviö: (Yhteensä 45.841 kWh)****Rakenteen päätiedot:**

|            |                          |
|------------|--------------------------|
| U-arvo:    | 0.345 W/m <sup>2</sup> K |
| Paksuus:   | 174.000 mm               |
| Pinta-ala: | 1.00 m <sup>2</sup>      |
| Paino:     | 39.70 kg                 |
| Hinta:     | 0.00 euro                |

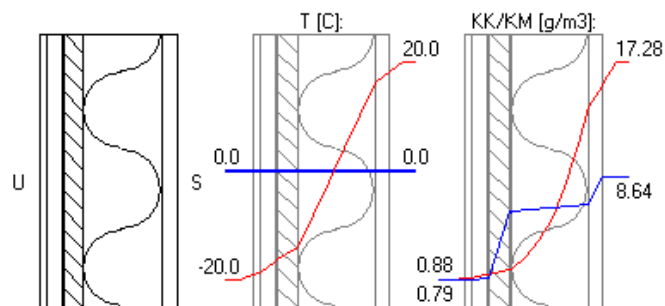
|                        |                               |
|------------------------|-------------------------------|
| Vesihöyryn vastus:     | 3855.964 m <sup>2</sup> hPa/g |
| Vesih. läpäisykerroin: | 0.000259 g/m <sup>2</sup> hPa |
| Lämmönvastus:          | 2.895 m <sup>2</sup> K/W      |
| Pintavastus, ulko:     | 0.070 m <sup>2</sup> K/W      |
| Pintavastus, sisä:     | 0.130 m <sup>2</sup> K/W      |
| Kulma (0-90):          | 90.000                        |

**Lisätiedot:**

**Rakenteen pää tiedot:**

U-arvo: 0.345 W/m<sup>2</sup>K  
Paksuus: 174.000 mm  
Pinta-ala: 1.00 m<sup>2</sup>  
Paino: 39.70 kg  
Hinta: 0.00 euro

Vesihöyryn vastus: 3855.964 m<sup>2</sup>hPa/g  
Vesih. läpäisykerroin: 0.000259 g/m<sup>2</sup>hPa  
Lämmönvastus: 2.895 m<sup>2</sup>K/W  
Pintavastus, ulko: 0.070 m<sup>2</sup>K/W  
Pintavastus, sisä: 0.130 m<sup>2</sup>K/W  
Kulma (0-90): 90.000

**Rakenteen kerrostiedot:**

Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)

| KERROS:                | T [mm]: | LJ [W/mK]: | VHL [kg/msPa] | Hinta [e/m <sup>3</sup> ]: | Paino [kg/m <sup>3</sup> ]: |
|------------------------|---------|------------|---------------|----------------------------|-----------------------------|
| 1 Asbestiminerit-levy  | 8.00    | 0.2500     | 5.000000e-11  | 0.00                       | 1100.00                     |
| 2 Tuulettumaton ilmara | 20.00   | 0.1250     | 1.833333e-10  | 0.00                       | 0.00                        |
| 3 Kuitusementtilevy    | 3.00    | 0.2500     | 5.000000e-11  | 0.00                       | 1100.00                     |
| 4 Puu (mänty)          | 25.00   | 0.1400     | 2.777778e-12  | 0.00                       | 480.00                      |
| 5 Mineraalivilla       | 100.00  | 0.0460     | 1.050000e-10  | 0.00                       | 30.00                       |
| 6 Lastulevy            | 18.00   | 0.1300     | 5.000000e-12  | 0.00                       | 700.00                      |

T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys

**Lämpötilat ja kosteudet:****3:n päivän kylmin (0.0 h)**

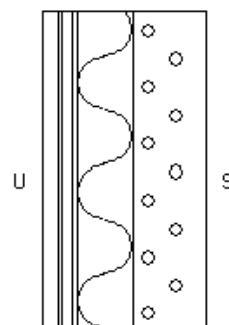
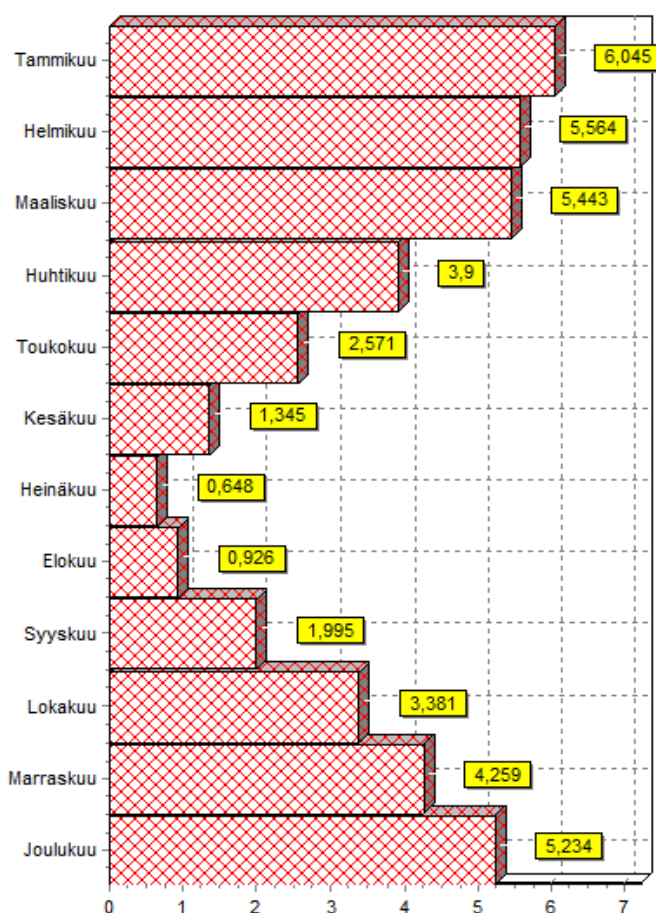
| Piste: | T [C]: | KK [g/m <sup>3</sup> ]: | KM [g/m <sup>3</sup> ]: | SK [%]: | C [g/m <sup>2</sup> ]: |
|--------|--------|-------------------------|-------------------------|---------|------------------------|
| U      | -20.00 | 0.88                    | 0.79                    | 90.0    | 0.00                   |
| 1      | -19.03 | 0.95                    | 0.79                    | 83.1    | 0.00                   |
| 2      | -18.59 | 0.99                    | 0.88                    | 89.0    | 0.00                   |
| 3      | -16.38 | 1.21                    | 0.94                    | 77.7    | 0.00                   |
| 4      | -16.21 | 1.23                    | 0.97                    | 79.3    | 0.00                   |
| 5      | -13.75 | 1.56                    | 6.07                    | 100.0   | 0.00                   |
| 6      | 16.29  | 13.90                   | 6.61                    | 47.5    | 0.00                   |
| 7      | 18.20  | 15.56                   | 8.64                    | 55.5    | 0.00                   |
| S      | 20.00  | 17.28                   | 8.64                    | 50.0    | 0.00                   |

**Lisätiedot:****Tiivistymis- / homevaara ! (SK\_max = 100.0 %)**

T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

**Rakenteen kerrostiedot:** Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)

| KERROS:             | T [mm]: |
|---------------------|---------|
| Asbestiminerit-levy | 35.00   |
| Puukuitulevy, kova  | 8.00    |
| Tuulettuva ilmarako | 23.00   |
| Asbestiminerit-levy | 10.00   |
| Mineraalivilla      | 123.00  |
| Betoni              | 160.00  |
| Laasti (sementti)   | 0.60    |

**Lämpöhäviö: (Yhteensä 41.312 kWh)****Rakenteen päätiedot:**

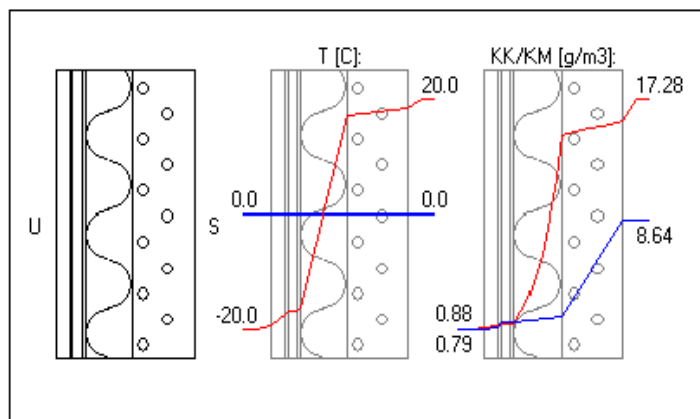
|            |                          |
|------------|--------------------------|
| U-arvo:    | 0.311 W/m <sup>2</sup> K |
| Paksuus:   | 359.600 mm               |
| Pinta-ala: | 1.00 m <sup>2</sup>      |
| Paino:     | 446.39 kg                |
| Hinta:     | 0.00 euro                |

|                        |                               |
|------------------------|-------------------------------|
| Vesihöyryn vastus:     | 8443.017 m <sup>2</sup> hPa/g |
| Vesih. läpäisykerroin: | 0.000118 g/m <sup>2</sup> hPa |
| Lämmönvastus:          | 3.212 m <sup>2</sup> K/W      |
| Pintavastus, ulko:     | 0.070 m <sup>2</sup> K/W      |
| Pintavastus, sisä:     | 0.130 m <sup>2</sup> K/W      |
| Kulma (0-90):          | 90.000                        |

**Lisätiedot:**

**Rakenteen päätiedot:**

|                        |                  |
|------------------------|------------------|
| U-arvo:                | 0.311 W/m2K      |
| Paksuus:               | 359.600 mm       |
| Pinta-ala:             | 1.00 m2          |
| Paino:                 | 446.39 kg        |
| Hinta:                 | 0.00 euro        |
| Vesihöyryn vastus:     | 8443.017 m2hPa/g |
| Vesih. läpäisykerroin: | 0.000118 g/m2hPa |
| Lämmönvastus:          | 3.212 m2K/W      |
| Pintavastus, ulko:     | 0.070 m2K/W      |
| Pintavastus, sisä:     | 0.130 m2K/W      |
| Kulma (0-90):          | 90.000           |

**Rakenteen kerrostiedot:**

Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)

| KERROS:               | T [mm]: | LJ [W/mK]: | VHL [kg/msPa] | Hinta [e/m3]: | Paino [kg/m3]: |
|-----------------------|---------|------------|---------------|---------------|----------------|
| 1 Asbestiminerit-levy | 35.00   | 0.2500     | 5.000000e-11  | 0.00          | 1100.00        |
| 2 Puukuitulevy, kova  | 8.00    | 0.1300     | 5.138889e-12  | 0.00          | 1000.00        |
| 3 Tuulettuva ilmarako | 23.00   | 10.0000    | 2.777778e-06  | 0.00          | 0.00           |
| 4 Asbestiminerit-levy | 10.00   | 0.2500     | 5.000000e-11  | 0.00          | 1100.00        |
| 5 Mineraalivilla      | 123.00  | 0.0460     | 1.050000e-10  | 0.00          | 30.00          |
| 6 Betoni              | 160.00  | 1.7000     | 6.000000e-12  | 0.00          | 2400.00        |
| 7 Laasti (sementti)   | 0.60    | 1.2000     | 6.000000e-12  | 0.00          | 2000.00        |

T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys

**Lämpötilat ja kosteudet:****3:n päivän kylmin (0.0 h)**

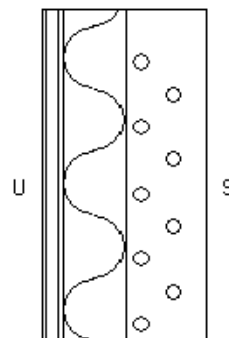
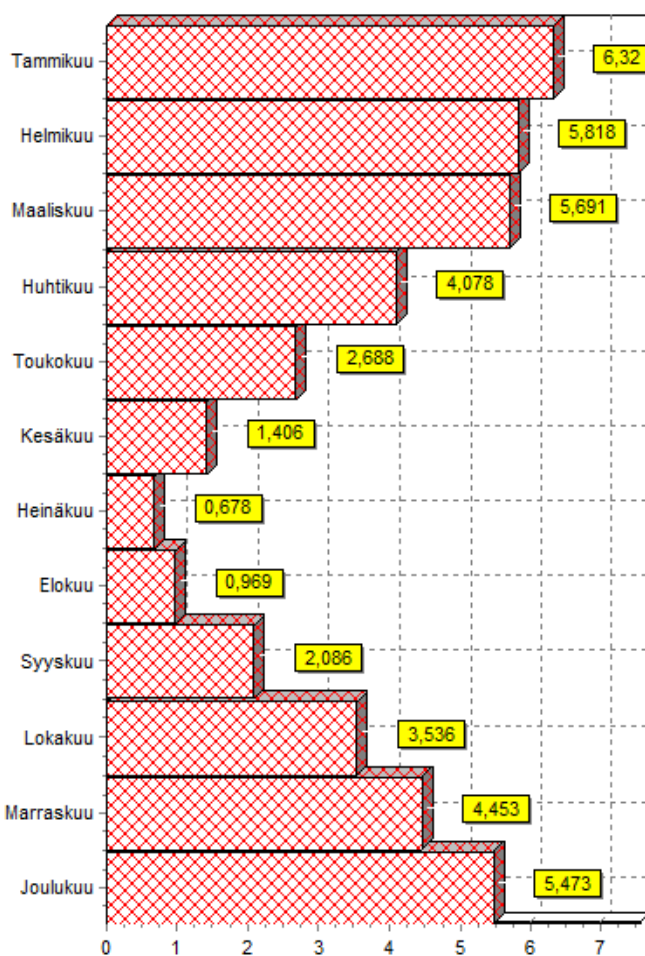
| Piste: | T [C]: | KK [g/m3]: | KM [g/m3]: | SK [%]: | C [g/m2]: |
|--------|--------|------------|------------|---------|-----------|
| U      | -20.00 | 0.88       | 0.79       | 90.0    | 0.00      |
| 1      | -19.13 | 0.94       | 0.79       | 83.8    | 0.00      |
| 2      | -17.39 | 1.10       | 0.97       | 88.0    | 0.00      |
| 3      | -16.62 | 1.18       | 1.37       | 100.0   | 0.00      |
| 4      | -16.59 | 1.19       | 1.37       | 100.0   | 0.00      |
| 5      | -16.09 | 1.24       | 1.42       | 100.0   | -0.00     |
| 6      | 17.20  | 14.67      | 1.73       | 11.8    | 0.00      |
| 7      | 18.38  | 15.72      | 8.62       | 54.8    | 0.00      |
| 8      | 18.38  | 15.73      | 8.64       | 54.9    | 0.00      |
| S      | 20.00  | 17.28      | 8.64       | 50.0    | 0.00      |

**Lisätiedot:****Tiivistymis- / homevaara ! (SK\_max = 100.0 %)**

T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

**Rakenteen kerrostiedot:** Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)

| KERROS:             | T [mm]: |
|---------------------|---------|
| Puukuitulevy, kova  | 8.00    |
| Tuulettuva ilmarako | 23.00   |
| Asbestiminerit-levy | 10.00   |
| Mineraalivilla      | 123.00  |
| Betoni              | 160.00  |
| Laasti (sementti)   | 0.60    |

**Lämpöhäviö: (Yhteensä 43.194 kWh)****Rakenteen päätiedot:**

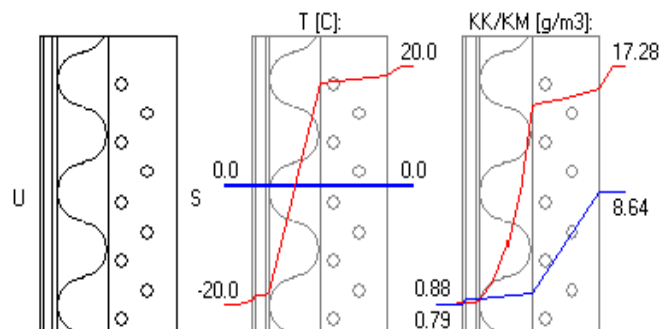
|                        |                               |
|------------------------|-------------------------------|
| U-arvo:                | 0.325 W/m <sup>2</sup> K      |
| Paksuus:               | 324.600 mm                    |
| Pinta-ala:             | 1.00 m <sup>2</sup>           |
| Paino:                 | 407.89 kg                     |
| Hinta:                 | 0.00 euro                     |
| Vesihöyryn vastus:     | 8248.572 m <sup>2</sup> hPa/g |
| Vesih. läpäisykerroin: | 0.000121 g/m <sup>2</sup> hPa |
| Lämmönvastus:          | 3.072 m <sup>2</sup> K/W      |
| Pintavastus, ulko:     | 0.070 m <sup>2</sup> K/W      |
| Pintavastus, sisä:     | 0.130 m <sup>2</sup> K/W      |
| Kulma (0-90):          | 90.000                        |

**Lisätiedot:**

|                |                      |         |
|----------------|----------------------|---------|
| Rakennuskohde: | Sisältö:             |         |
| Suunnittelija: | Päiväys:<br>3.3.2016 | Tunnus: |

**Rakenteen päätiedot:**

|                        |                               |
|------------------------|-------------------------------|
| U-arvo:                | 0.325 W/m <sup>2</sup> K      |
| Paksuus:               | 324.600 mm                    |
| Pinta-ala:             | 1.00 m <sup>2</sup>           |
| Paino:                 | 407.89 kg                     |
| Hinta:                 | 0.00 euro                     |
| Vesihöyryn vastus:     | 8248.572 m <sup>2</sup> hPa/g |
| Vesih. läpäisykerroin: | 0.000121 g/m <sup>2</sup> hPa |
| Lämmönvastus:          | 3.072 m <sup>2</sup> K/W      |
| Pintavastus, ulko:     | 0.070 m <sup>2</sup> K/W      |
| Pintavastus, sisä:     | 0.130 m <sup>2</sup> K/W      |
| Kulma (0-90):          | 90.000                        |

**Rakenteen kerrostiedot:**

Kerrokset ulkoa (U) sisälle (S)

| KERROS:               | T [mm]: | LJ [W/mK]: | VHL [kg/msPa] | Hinta [e/m <sup>3</sup> ]: | Paino [kg/m <sup>3</sup> ]: |
|-----------------------|---------|------------|---------------|----------------------------|-----------------------------|
| 1 Puukuitulevy, kova  | 8.00    | 0.1300     | 5.138889e-12  | 0.00                       | 1000.00                     |
| 2 Tuulettuva ilmarako | 23.00   | 10.0000    | 2.777778e-06  | 0.00                       | 0.00                        |
| 3 Asbestiminerit-levy | 10.00   | 0.2500     | 5.000000e-11  | 0.00                       | 1100.00                     |
| 4 Mineraalivilla      | 123.00  | 0.0460     | 1.050000e-10  | 0.00                       | 30.00                       |
| 5 Betoni              | 160.00  | 1.7000     | 6.000000e-12  | 0.00                       | 2400.00                     |
| 6 Laasti (sementti)   | 0.60    | 1.2000     | 6.000000e-12  | 0.00                       | 2000.00                     |

T = Paksuus, LJ = Lämmönjohtavuus, VHL = Vesihöyryn läpäisevyys

**Lämpötilat ja kosteudet:****3:n päivän kylmin (0.0 h)****Lisätiedot:**

| Piste: | T [C]: | KK [g/m <sup>3</sup> ]: | KM [g/m <sup>3</sup> ]: | SK [%]: | C [g/m <sup>2</sup> ]: |
|--------|--------|-------------------------|-------------------------|---------|------------------------|
| U      | -20.00 | 0.88                    | 0.79                    | 90.0    | 0.00                   |
| 1      | -19.09 | 0.94                    | 0.79                    | 83.5    | 0.00                   |
| 2      | -18.29 | 1.01                    | 1.20                    | 100.0   | 0.00                   |
| 3      | -18.26 | 1.02                    | 1.20                    | 100.0   | 0.00                   |
| 4      | -17.74 | 1.07                    | 1.25                    | 100.0   | 0.00                   |
| 5      | 17.08  | 14.56                   | 1.56                    | 10.7    | 0.00                   |
| 6      | 18.30  | 15.65                   | 8.62                    | 55.0    | 0.00                   |
| 7      | 18.31  | 15.66                   | 8.64                    | 55.2    | 0.00                   |
| S      | 20.00  | 17.28                   | 8.64                    | 50.0    | 0.00                   |

**Tiivistymis- / homevaara ! (SK\_max = 100.0 %)**

T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

## LIITE 2: KUSTANNUSARVIO

## Kustannusarvio

|                 |                          |  |                    |
|-----------------|--------------------------|--|--------------------|
| Raporttityyppi: | Tiivis                   | Tulostuspäivä:                         | 30.07.2019         |
| Hanke:          | As Oy Vilhonkatu         | Muokkauspäivä:                         | 12.05.2019         |
| Laskelmat:      | Purkutyöt                | Laskelman laajuus:                     | m <sup>2</sup>     |
|                 | Ulkovaippa               | ALV-%:                                 | 24,00              |
|                 | Sääsuojaja telineet      | Kaikki kust./laajuus.ALV 0%:           | 0 €/m <sup>2</sup> |
|                 | Työmaan yleis- ja        | Kaikki kust./laajuus sis. ALV:         | 0 €/m <sup>2</sup> |
|                 | käyttökustannukset       | Laskelmien kaikki kust. yht. ALV 0%:   | 403 407,68€        |
|                 | Lisä- ja muutostyövaraus | Laskelmien kaikki kust. yht. sis. ALV: | 500 225,52€        |
| Rakennuslupa:   |                          |  |                    |
| Osoite:         |                          |  |                    |
| Osoite 2:       |                          |  |                    |
| Postinumero:    |                          |  |                    |
| Postitmp:       |                          |  |                    |
| Maa:            |                          |  |                    |

## Laskelma Purkutyöt

TALO2000 Kustannuserä

|          | Määrä                            | Yksikkö | Hankinnat<br>ja palvelut<br>(ALV 0%) | Materiaalit<br>(hinta, ALV 0%) | Työ<br>(ALV 0%) | Tunnit<br>(tth) | Yhteensä<br>(ALV 0%) |             |
|----------|----------------------------------|---------|--------------------------------------|--------------------------------|-----------------|-----------------|----------------------|-------------|
| Yhteensä |                                  |         | 0 €                                  | 249 €                          | 65 130 €        | 2 562           | 65 379 €             |             |
| 1241     | US1 purku                        | 110,00  | m2                                   | 0,00 €                         | 43,40 €         | 2 310,47 €      | 90,45                | 2 353,88 €  |
| 1241     | US2 purku                        | 520,00  | m2                                   | 0,00 €                         | 205,14 €        | 19 308,99 €     | 758,03               | 19 514,13 € |
| 1241     | US3 purku                        | 36,00   | m2                                   | 0,00 €                         | 0,00 €          | 2 192,75 €      | 86,40                | 2 192,75 €  |
| 1241     | US4 purku                        | 450,00  | m2                                   | 0,00 €                         | 0,00 €          | 31 980,52 €     | 1 280,11             | 31 980,52 € |
| 1242     | lkkunan purku                    | 80,00   | kpl                                  | 0,00 €                         | 0,00 €          | 3 045,49 €      | 120,00               | 3 045,49 €  |
| 1311     | Tiilimuuratun homin purku        | 110,00  | m2                                   | 0,00 €                         | 0,00 €          | 5 583,40 €      | 220,00               | 5 583,40 €  |
| 1243     | Uliko-oven purku, puuovi (purku) | 18,00   | kpl                                  | 0,00 €                         | 0,00 €          | 708,59 €        | 27,00                | 708,59 €    |

## Laskelma Ulkovaippa

TALO2000 Kustannuserä

|          |   | Määrä    | Yksikkö        | Hankinnat<br>ja palvelut<br>(ALV 0%) | Materiaalit<br>(hinta, ALV 0%) | Työ<br>(ALV 0%) | Tunnit<br>(tth) | Yhteensä<br>(ALV 0%)     |
|----------|---|----------|----------------|--------------------------------------|--------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------|
| Yhteensä |   |          |                | 39 600 €                             | 82 763 €                       | 105 707 €       | 3 354           | 228 070 €                |
| 1241     | Julkisivurappaus US1,2,4                | 1 080,00 | m2             | 0,00 €                               | 14 700,98 €                    | 85 124,30 €     | 2 700,00        | 99 825,28 €              |
| 1241     | Julkisivurappaus US3                    | 36,00    | m2             | 0,00 €                               | 2 093,14 €                     | 2 525,38 €      | 78,77           | 4 618,52 €               |
| 1243     | Ulko-ovi 9 x 21 M, parvekeovi           | 18,00    | kpl            | 0,00 €                               | 7 528,01 €                     | 853,19 €        | 25,31           | 8 381,19 €               |
| 1251     | Parvekelattian pesu (korjaus, huolto)   | 50,00    | m <sup>2</sup> | 0,00 €                               | 33,45 €                        | 1 380,54 €      | 50,00           | 1 413,99 €<br>sivu 1 / 2 |
| 1251     | Parvekekaide, teräs ja lasi             | 40,00    | jm             | 0,00 €                               | 14 000,00 €                    | 2 696,78 €      | 79,99           | 16 696,78 €              |
| 1251     | Parvekelasitus, lasituksen asennus      | 18,00    | kpl            | 39 600,00 €                          | 0,00 €                         | 0,00 €          | 0,00            | 39 600,00 €              |
| 1242     | MSE-puuikkuna 6 x 12                    | 63,00    | kpl            | 0,00 €                               | 13 232,84 €                    | 4 339,55 €      | 138,60          | 17 572,38 €              |
| 1242     | Vesipeltien asennus ja maalaus (ikkuna) | 200,00   | jm             | 0,00 €                               | 3 300,00 €                     | 2 794,85 €      | 92,00           | 6 094,85 €               |
| 1242     | MSE-puuikkuna 12 x 16 M                 | 87,00    | kpl            | 0,00 €                               | 27 874,15 €                    | 5 992,71 €      | 191,40          | 33 866,85 €              |

## Laskelma Iäsuoja ja telineet

TALO2000 Kustannuserä

|          |   | Määrä    | Yksikkö | Hankinnat<br>ja palvelut<br>(ALV 0%) | Materiaalit<br>(hinta, ALV 0%) | Työ<br>(ALV 0%) | Tunnit<br>(tth) | Yhteensä<br>(ALV 0%) |
|----------|---|----------|---------|--------------------------------------|--------------------------------|-----------------|-----------------|----------------------|
| Yhteensä |   |          |         | 0 €                                  | 12 157 €                       | 21 312 €        | 770             | 33 469 €             |
| 3422     | Telineet, sääsuojaukset                     | 1 080,00 | m2      | 0,00 €                               | 11 880,00 €                    | 20 914,87 €     | 756,00          | 32 794,87 €          |
| 341      | Suojaukset, parvekeoven ja -ikkunan suojaus | 18,00    | kpl     | 0,00 €                               | 278,64 €                       | 397,60 €        | 14,40           | 674,23 €             |