

**OPINNÄYTETYÖ**

**MATTI MOLKOSELKÄ 2011**

**60–70-LUKUJEN SANDWICH-JULKISIVUJEN REMON-  
TOINTI JA LISÄERISTÄMINEN**



**Rovaniemen  
ammattikorkeakoulu**  
University of Applied Sciences

**RAKENNUSTEKNIIKAN KOULUTSOHJELMA**

ROVANIEMEN AMMATTIKORKEAKOULU

TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

Rakennustekniikan koulutusohjelma

Opinnäytetyö

**60–70-LUKUJEN SANDWICH-JULKISIVUJEN REMONTOINTI JA LISÄERISTÄMINEN**

Matti Molkoselkä

2011

Toimeksiantaja Kiinteistöliitto Lappi ry

Ohjaaja Pertti Flygare

Hyväksytty \_\_\_\_\_ 2011 \_\_\_\_\_

Työ on kirjastossa lukusalikappaleena

---

<b>Tekijä</b>	Matti Molkoselkä	Vuosi	2011
<b>Tilaaaja</b>	Kiinteistöliitto Lappi ry		
<b>Työn aihe</b>	60–70-Lukujen Sandwich-julkisivujen Remontointi Ja Lisäeristäminen		
<b>Sivumäärä</b>	41 + 16		

---

Suomen rakennuskannasta suuri osa on 60–70-lukujen sandwich-elementtirakenteisia kerrostaloja. Tämä rakennuskanta on tällä hetkellä raskaiden ja keskiraskaiden korjaustoimenpiteiden puutteessa. Tässä työssä käsitellään julkisivujen remontoimista.

Tämä opinnäytetyö on tutkimus, jonka tavoitteena on tuottaa tietoa 60–70-lukujen sandwich-elementtijulkisivujen vaurioitumisen syistä, käytetyistä korjausmenetelmistä ja arvioida julkisivuremontista aiheutuvia kustannuksia. Pohjatietona ja materiaalina työssä on käytetty Suomen Betoniyhdistyksen ja Julkisivuyhdistyksen julkaisuja, sekä betonijulkisivuja käsitteleviä tutkimuksia. Lisäksi tutkimuksessa on suoritettu käytännön näytteenotto julkisivuista. Otettujen näytteiden perusteella pyritään arvioimaan kyseisten julkisivujen kuntoa ja soveltamaan tutkimuksen teoreettista tietoa käytäntöön.

60–70-lukujen sandwich-elementtirakenteiden vaurioituminen johtuu turmeltumismekanismista. Karbonatisoituminen, pakkasrapautuminen, ettringiittireaktio ja kloridirasitus ovat niitä turmeltumismekanismia, joiden vaikutuksesta sandwich-rakenteiset julkisivut vaurioituvat.

Korjattavien julkisivujen kunto tulee selvittää tarkasti kuntotutkimuksella. Kuntotutkimuksen pohjalta lähdetään tekemään korjaussuunnittelua, jossa päätetään korjaustapa. Vanha julkisivu voidaan joko purkaa tai säilyttää.

Uusi julkisivu voidaan rakentaa joko vanhan julkisivun päälle tai tilalle, jolloin puhutaan peittävästä tai vaihtavasta korjaustavasta. Uusi julkisivun rakenne voi olla tuulettuva tai tuulettumaton. Rakenteen valintaan vaikuttaa ensisijaisesti rakenteen toimivuus rakennuksessa ja toissijaisesti ulkonäölliset seikat.

Julkisivuremontin kustannukset ovat hyvin korkeat ja takaisinmaksuajat todella pitkiä. Kyseinen remontti ei varsinaisesti maksa itseään koskaan rahassa takaisin, vaan sen hyödyt näkyvät asumismukavuuden lisääntymisenä, kiinteistön arvon nousemisena ja rakennuksen elinkaaren jatkumisena.

<b>Author</b>	Matti Molkoselkä	<b>Year</b>	2011
<b>Commissioned by</b>	Kiinteistöliitto Lappi ry		
<b>Subject of thesis</b>	60-70 Centuries Sandwich-precast Facades Renovation And Additional Insulation		
<b>Number of pages</b>	41 + 16		

---

The aim of this thesis was to study deterioration causes of sandwich-precast facades, the repair methods used and to estimate the costs of the facade repairs. The material consisted of publications by the Concrete Association of Finland and Julkisivuyhdistys ry. In addition, researches about concrete facades were used as source material. Moreover, samples were taken from the facades. The condition of the facades was estimated. The theoretical knowledge was applied into practice.

Deterioration of the sandwich-precast construction was because of the same reasons than other concrete structures. Carbonation, frost shattering, ettringite reaction and chlorides are the deterioration mechanisms which cause sandwich-construction facades to deteriorate.

Old facades can be covered or replaced with new structures. The new structures in the facade are possible to make with or without airing. When choosing the structure, the first priority is a technical functionality.

The facade repair is very expensive and the repayment periods are really long. The facade repairs never pay back themselves. Benefits of repairs are increased comfort of habitation, increased value of property and extended life cycle of buildings.

**Key words** facade repair, costs, insulation

# SISÄLTÖ

<b>TAULUKKOLUETTELO .....</b>	<b>1</b>
<b>KUVIOLUETTELO.....</b>	<b>2</b>
<b>1 JOHDANTO.....</b>	<b>3</b>
<b>2 60–70-LUKUJEN ELEMENTTIRAKENNE.....</b>	<b>5</b>
2.1 Sandwich-elementtirakenne .....	5
2.2 Pesubetoni.....	6
<b>3 TURMELTUMISMEKANISMIT.....</b>	<b>7</b>
3.1 Betonijulkisivujen vaurioituminen.....	7
3.2 Turmeltumismekanismit .....	7
<b>4 KORJAUSMENETELMÄT .....</b>	<b>11</b>
4.1 Kuntokartoitus .....	11
4.2 Peittävä korjaus .....	12
4.3 Rakenteen korvaaminen uudella.....	13
4.4 Purkumenetelmät.....	13
4.5 Lisäeristäminen.....	14
<b>5 UUSI JULKISIVURAKENNE .....</b>	<b>17</b>
5.1 Arkkitehtuuri.....	17
5.2 Tuulettuva julkisivu.....	17
5.3 Tuulettumaton julkisivu.....	18
<b>6 KUSTANNUKSET .....</b>	<b>20</b>
6.1 Kustannustietoja .....	20
6.2 Energia-avustukset .....	25
6.3 Kustannusarvio .....	26
6.4 Takaisinmaksuaika.....	28
<b>7 TUTKIMUS .....</b>	<b>29</b>
7.1 Otanta.....	29
7.2 Tutkimuksien suunnittelu.....	31
7.3 Tutkimusmenetelmät.....	32
7.4 Tutkimuksien tulokset.....	33
7.4.1 Kimmovasarakoe .....	34
7.4.2 Kosteusmittaus rakenteesta .....	34
7.4.3 Lieriöporaus .....	35
7.5 Tuloksien tulkinta .....	35

<b>8 POHDINTA .....</b>	<b>37</b>
<b>LÄHTEET .....</b>	<b>39</b>
<b>LIITTEET .....</b>	<b>41</b>

**TAULUKKOLUETTELO**

Taulukko 1. Omat kustannuslaskelmat	21
Taulukko 2. Ohjeelliset kustannusarviot	22
Taulukko 3. Toteutuneet kustannukset 1	23
Taulukko 4. Toteutuneet kustannukset 2	24
Taulukko 5. Toteutuneet kustannukset 3	24
Taulukko 6. Toteutuneet kustannukset 4	25
Taulukko 7. Toteutunut julkisivuremontti Porin Eteläkoivulassa	27
Taulukko 8. Otannan kiinteistöt	32

**KUVIOLUETTELO**

Kuvio 1. Julkisivuremontin pääsuunnat	4
Kuvio 2. Sandwich-elementin kannatus	5
Kuvio 3. Sandwich-elementtiseinätyyppejä	5
Kuvio 4. Periaatekuva ulkokuoren lisäkiinnittämisestä kantavaan sisäkuoreen	12
Kuvio 5. Esimerkki vanhan julkisivuelementin kiinnitysten peittämisestä	13
Kuvio 6. Riittämättömän pienet räystäät	15
Kuvio 7. Tuulettuva julkisivurakenne teräsrangalla, vanhan seinärakenteen päällä	19
Kuvio 8. Eristerappaus	20



## 1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä tutkitaan 60–70-lukujen sandwich-elementtirakenteisten julkisivujen korjaustarvetta, korjausvaihtoehtoja, korjauksista koituvia kustannuksia ja julkisivuremontin takaisinmaksuaikaa.

Tämän opinnäytetyön tilaaja on Kiinteistöliitto Lappi ry. Kiinteistöliitto Lappi toimii Lapin maakunnan alueella kiinteistönomistajien etu- ja palvelujärjestönä. Kiinteistöliitto Lappi on asumisen ja kiinteistönpidon alueellinen edunvalvoja. Yhdistyksen jäsenenä on asunto- ja kiinteistöosakeyhtiöitä, vuokrataloyhtiöitä, toimitilakiinteistöjä sekä muita kiinteistönomistajatahoja.

60 – 70-lukujen sandwich-elementtirakenteiset kerrostalot edustavat rakennuskannassa ensimmäistä nopeaa, teollisen rakentamisen aaltoa. Aikaisemman kokemuspohjan puuttumisen vuoksi elementtien valmistustekniikassa, materiaalien valmistuksessa ja valinnoissa tehtiin huonoja ratkaisuja. Näiden ratkaisujen seurauksena suuri osa sandwich-elementtirakenteisista julkisivuista on nyt elinkaarensa siinä vaiheessa, että niihin olisi tehtävä raskas tai keskiraskas remontti.

Työn aihe on erittäin ajankohtainen, sillä tutkittavan rakennetyypin julkisivujen tehollinen käyttöikä ja rakenteellinen kunto osoittavat selkeää tarvetta julkisivuremonteille. Oman paineensa aiheuttavat myös alati kiristyvät energiatehokkuusmääräykset, jotka tulevat lähitulevaisuudessa koskemaan myös korjausrakentamista.

Työn tavoitteena on tuottaa pohjatietoa 60–70-lukujen sandwich-elementtirakenteista, vaurioista, korjaustavoista ja kustannuksista julkisivuremonttia harkitseville taloyhtiöille. Kyseisen ikäluokan kerrostalojen julkisivuremonteissa puhutaan raskaista ja keskiraskaista remonteista, eli kustannuksiltaan korkeista toimenpiteistä. Tämän vuoksi taloyhtiöt kaipaavat julkisivuremonteista tutkimustietoa ja materiaalia, jota voisi käyttää remontoinnin suunnittelun ja remontointipäätöksen tukena. Työn sisältö ja lopputulokset on tarkoitus esittää niin, että ne ovat mahdollisimman selkeitä ja siten helposti hyödynnettävissä taloyhtiöiden käyttöön.

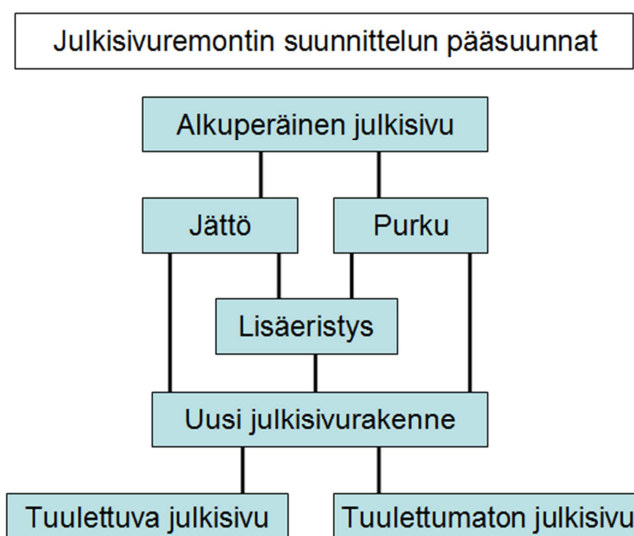
Betonielementtijulkisivuja voidaan remontoida pääasiassa kolmella eri tavalla.

1. Julkisivu pinnoitetaan uudelleen.
2. Vanhan julkisivun päälle asennetaan uusia rakennekerroksia.
3. Vanha julkisivu puretaan ja tilalle rakennetaan uusi.

Tässä työssä keskitytään kahteen korjaustavan pääsuuntaan:

1. Vanhan julkisivun päälle asennetaan uusia rakennekerroksia.
2. Vanha julkisivu puretaan ja tilalle rakennetaan uusi.

Lisäksi tutkitaan lisäeristämisen kannattavuutta ja vaikutuksia rakenteeseen. Tarkastelussa on myös uuden julkisivurakenteen tyyppi, eli tuulettuva ja tuulettumaton julkisivurakenne. Tuulettuva rakenne käsitellään kevyenä levyverhouksena. Tuulettumaton rakenne käsitellään eristerapattuna.



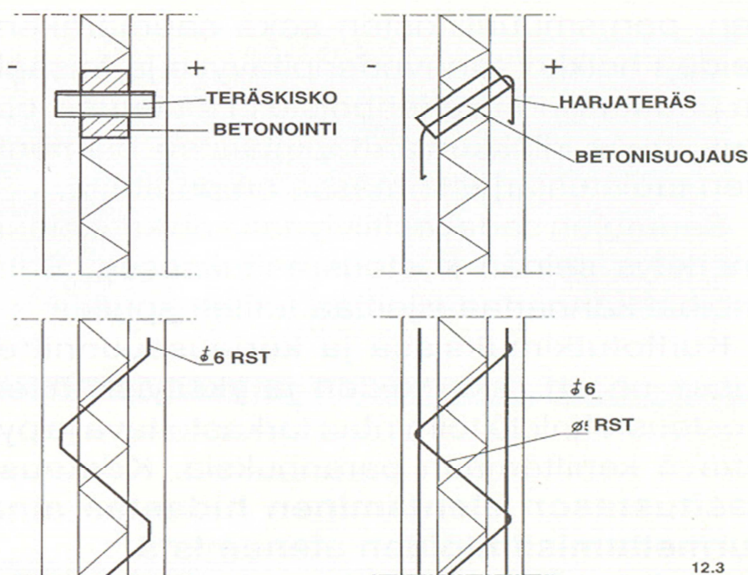
Kuvio 1. Julkisivuremontin suunnittelun pääsuunnat

Tässä työssä käsitellään pääasiassa vain sandwich-elementtirakenteisia betoni-julkisivuja. Parvekkeet, ikkuna- ja oviliittymät ja kattorakenteet rajautuvat pois.

## 2 60–70-LUKUJEN ELEMENTTIRAKENNE

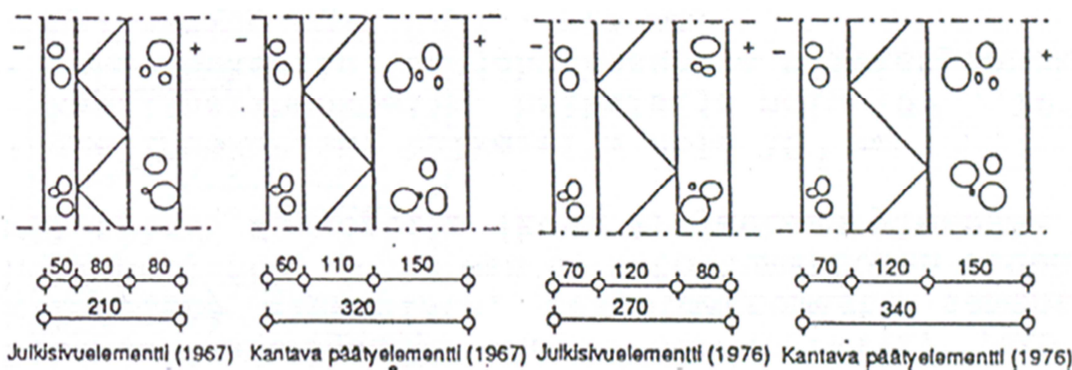
### 2.1 Sandwich-elementtirakenne

Sandwich-elementtirakenteet koostuvat sisäkuoresta, eristekerroksesta ja ulko-kuoresta. Ulko- ja sisäkuori ovat kiinni toisissaan ansasraudoituksilla tai ripus-tusteräksillä, jotka kulkevat eristekerroksen läpi (Kuvio 2.).



Kuvio 2. Sandwich-elementin ulkokuoren kannatus (Aalto yliopisto 2006, 9)

Elementtien ulkokuoren paksuus vaihtelee 40–100 mm ja sisäkuori välillä 60–80 mm, jos elementti ei ole kantava. Kantavan elementin sisäkuoren paksuus on n. 150 mm (Kuvio 3.).



Kuvio 3. Sandwich-elementtiseinätyyppejä (Aalto yliopisto 2006, 5)

Eristekerroksen paksuus voi vaihdella paljon samassakin rakennuksessa johtuen elementtien valutekniikasta. Elementtien suunnitellut eristekerroksen paksuudet vaihtelee 80–120 mm.

Nykyinen U-arvovaatimus ulkoseinälle uudiskohteessa on 0,17 W/m<sup>2</sup>K. 60–70-luvun sandwich-elementtiseinien tyyppirakenteiden U-arvot ovat suunnilleen tasolla 0,4 W/m<sup>2</sup>K. (Liite 1.)

## **2.2 Pesubetoni**

Betonielementtien pinta voidaan käsitellä monella eri tavalla. Elementin pinta voidaan pinnoittaa laatoilla, värjätä pigmentillä, kiillottaa, käsitellä hapolla tai pestä pinnan hienoaines pois. Tässä käsitellään viimeksi mainittua käsittelytekniikkaa, eli pesubetonipintaa ja sen ominaisuuksia.

Pesubetonipintaiset elementit valmistetaan pintahidastustekniikalla. Betonielementin muotin pohja käsitellään betonin kovettumista hidastavalla aineella, jolloin betonielementin pinnassa oleva betoni voidaan pestä pois ja näin saada betoniin lisätty pintamateriaali näkyviin, esimerkiksi kivirouhe.

Pesubetonipintaiset elementit ovat hyvin yleisiä 60–70-lukujen kerrostaloissa ja niiden yleisin vaurioitumisen syy on pakkasrapautuminen. Kyseisen aikakauden pesubetonipinnat ovat herkkiä imemään itseensä kosteutta verrattuna muihin pinnoitustapoihin. Runsas kosteuden sitoutuminen betoniin aiheuttaa pakkasrapautumista, etenkin lisähuokostamattomissa betoneissa. (Ympäristöministeriö 2010, 26.)

### **3 TURMELTUMISMEKANISMIT**

#### **3.1 Betonijulkisivujen vaurioituminen**

Betonijulkisivujen kunto on ikääntyessään hyvin paljon riippuvainen valmistustekniikasta, valmistukseen käytetyistä materiaaleista, ilmaston ja sään aiheuttamasta kuormituksesta, sekä ympäristön kuormituksesta ja lopullisen rakenteen toimivuudesta. Ilmasto ja ympäristö ovat pääasiallisesti ne tekijät, jotka rasittavat julkisivuja ja aiheuttavat julkisivujen materiaalien heikkenemistä. Jos julkisivujen rakentamisessa on käytetty valmiiksi heikkoja materiaaleja ja rakentaminen on ollut huonolaatuista, voi julkisivujen vaurioituminen olla erittäin nopeaakin. Betonijulkisivujen vaurioituminen on yleensä useampien hitaiden turmeltumismekanismien summa. Turmeltumismekanismit kiihtyvät aikaa myöten.

60–70-lukujen aikana Suomessa oli ensimmäinen teollisen rakentamisen aalto, jolloin piti rakentaa paljon ja nopeasti. Nopean rakentamisen mahdollisti elementtirakenteiden kehittyminen. Elementtirakenteet olivat siihen aikaan uusi asia rakentamisessa, eikä niiden toimivuudesta ja valmistamisesta ollut pitkäaikaisia kokemuksia. 60–70-lukujen sandwich-elementtirakenteiden suurin vika löytyikin yleensä valmistustekniikan ja käytettyjen materiaalien puolelta.

Esimerkiksi 60-luvun alussa betonielementtien valmistuksessa käytettiin suolaa kiihdyttimenä ja betoniteräksinä seostamattomia ”ruostuvia” teräksiä. Seurauksena tästä oli välitön teräksien korroosion käynnistyminen betonin sisällä.

#### **3.2 Turmeltumismekanismit**

Julkisivujen kuntoa arvioitaessa ja korjaustapaa etsittäessä on tärkeää ymmärtää turmeltumismekanismia ja niiden etenemistä. Turmeltumismekanismit ovat julkisivuissa esiintyvien vaurioiden syy-seurausyhtälöitä. Julkisivuissa silmin nähtävät vauriot ovat seurauksia jostakin turmeltumismekanismista tai turmeltumismekanismien yhteisvaikutuksesta.

Turmeltumismekanismit johtuvat rakenteen jonkin ominaisuuden tai ominaisuuksien ja ympäristön välisestä reagoinnista. Esimerkiksi:

- Karbonatisoituminen saavuttaa betoniteräkset
- Terästen ruostuminen alkaa
- Terästen ja betonin välinen tartunta heikkenee ja ruosteen laajenemisen aiheuttama paine aiheuttaa terästen ympärillä olevan betonipeitteen halkeamisen
- Halkeaman kautta betoni imee lähtötilannetta enemmän vettä
- Kasvanut betonin kosteusasteen nousu kiihdyttää ruostumista ja aiheuttaa pakkasrapautumista
- Pakkasrapautuminen aiheuttaa lisää betonin halkeilua ja säröilyä
- Turmeltumismekanismi on jatkuva ja kiihtyvää.

**Karbonatisoituminen** aiheutuu betonin kapillaarihuokosten sisään tunkeutuvasta ilman hiilidioksidista, joka reagoi betonissa olevan huokosveden ja kalsiumhydroksidin kanssa. Vasta valetun betonin pH-arvo on n. 13–14, mikä tarkoittaa sitä, että betoni on voimakkaasti emäksinen. Emäksisyys johtuu betonin sideaineen sisältämästä kalsiumhydroksidista, joka muodostaa teräksien ympärille korroosiolta suojaavan kerroksen, passiivikalvon. (Lindberg 1996, 6–7.)

Karbonatisoituminen on ilmiö, jonka johdosta betonin emäksisyys alenee, eli betoni neutraloituu. Neutraloituminen lähtee etenemään betonin pinnasta ja etenee betonin sisään hidastuvalla vauhdilla. Kun neutraloituminen saavuttaa teräkset betonin sisällä, käynnistää se teräksissä korroosion. (Lindberg 1996, 6–7.)

Karbonatisoituminen on ilmiönä erittäin hidas ja, sen etenemisnopeuteen vaikuttaa betonin tiiveys ja kosteusrasitus. Karbonatisoituminen aiheuttaa myös betonin lujuuden nousua betonin pinnassa. (Lindberg 1996, 6–7.)

**Kloridit** aiheuttavat betoniterästen, kiinnitysterästen ja ansaiden ruostumista. Vanhoissa betonirakenteissa voi esiintyä korkeita kloridiarvoja muun muassa sen vuoksi, että 60-luvun alussa betonivaluissa on käytetty suolaa kiihdyttimenä. Muualta tulevat kloridikuormat ovat yleensä teiden suolauksesta ja meren läheisyydestä aiheutuvia. (Lindberg 1996, 9–10.)

Keski-Lapin alueella kloridien alkuperä löytynee pääasiassa teiden suolauksesta tai vanhasta betonin valmistustekniikasta.

**Pakkasrapautuminen** johtuu betoniin sitoutuneen veden jääytymisestä. Betonissa oleva vesi laajenee jäätyessään ja aiheuttaa betonin sisäisiä jännityksiä, jotka johtavat säröilyyn ja halkeiluun. Säröjen ja halkeamien kautta vettä pääsee imeytymään entistä enemmän betoniin, jonka seurauksena rapautuminen kiihtyy. Pakkasrapautumiseen vaikuttaa betonin tiiveys, työtekniikat ja saderasitus. (Lindberg 1996, 11–12.)

Pakkasrapautuminen ilmenee betonijulkisivuissa halkeiluna, kalkkivuotona, elementtien muodonmuutoksina (paisumisena ja kaareutumisena), sekä betonin murenemisena. (Lindberg 1996, 11–12.)

Lisähuokoistamalla betonia, saadaan betonin sisään lisää huokosia, joihin vesi voi laajeta vapaasti jäätyessään, jolloin betoni säilyy ehjänä. Lisähuokoistamista ei käytetty betonijulkisivuissa ennen 1970-luvun puoltaväliä ja tämän vuoksi pakkasrapautumista esiintyy paljon 60–70-lukujen betonijulkisivuissa.

**Ettringiittireaktio** kutsutaan betonin sulfaattimineraalien kemiallista reaktiota. Sulfaattimineraalien kemiallisen reaktion reaktiotuotteet laajenevat voimakkaasti tilavuudeltaan. Näin syntynyt ettringiittimineraali kiteytyy betonin suoja-huokosten seinämille, jolloin suojahuokosten tilavuus pienenee ja betonin pakkasenkestävyys heikkenee. (Lindberg 1996, 13.)

Betonin pakkaskestävyyden heikkeneminen aiheuttaa pakkasrapautumista. Ettringiittimineraalien tilavuuden kasvu aiheuttaa myös painetta betonin rakenteen sisälle, mikä voi aiheuttaa säröilyä ja halkeilua betonissa. (Lindberg 1996, 13.)

Ettringiittireaktioita esiintyy yleensä betonirakenteissa, joita on lämpökäsittely liikaa kovettumisen aikana. Liiallinen lämpökäsittely aiheuttaa muutoksia betonin kovettumisreaktioissa. Ettringiittireaktio vaatii käynnistyäkseen pitkäaikaista ja voimakasta kosteusrasitusta. (Lindberg 1996, 13.)

**Liittyvät rakenteet** ovat julkisivua oleellisesti täydentäviä rakenteita. Pellitykset, räystäät, saumat ja sadevesivarusteet ovat rakenteita, joiden tarkoitus on joko estää sadeveden pääsy rakenteisiin tai ohjata vesi hallitusti pois rakenteista. Liittyvien rakenteiden vauriot ovat usein lumen, veden ja tuulen aiheuttamia.

Liittyvien rakenteiden puutteet ja vauriot aiheuttavat usein hallitsematonta saateen ja lumen aiheuttamaa kosteusrasitusta rakenteissa. Betonijulkisivujen vaurioitumisessa kosteusrasitus ja lämpötila ovat avainasemassa, sillä useimmat turmeltumismekanismit käynnistyvät lämpötilan ja kosteuden yhteisvaikutuksesta.



## 4 KORJAUSMENETELMÄT

### 4.1 Kuntokartoitus

Julkisivuremonttia suunnitellessa on erittäin tärkeää kiinnittää huomiota rakenteeseen, jota ollaan korjaamassa. Kun remonttia suunnitellaan, on otettava huolellisesti selvää siitä, millaisessa kunnossa nykyinen julkisivu todellisuudessa on, sillä rakenteen kunto vaikuttaa korjaustoimenpiteiden laajuuteen ja siten remontin kustannuksiin. Tämä tarkoittaa yleensä kattavan kuntokartoituksen tilaamista. Tarkan kuntokartoituksen perusteella pystytään yleensä hahmottamaan, millaisessa kunnossa julkisivu on. Betonin pinnassa näkyvät vauriot ovat yleensä merkkejä syvemmistä vaurioista, eli turmeltumismekanismeista, jotka pystytään kuntokartoituksella määrittämään. (Lindberg 1996, 1.)

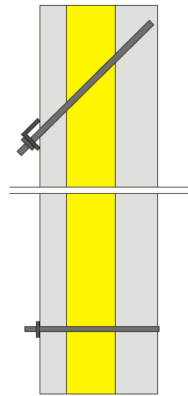
Kun kuntokartoitus tilataan, kannattaa pitää huolta, että kartoitus tehdään asianmukaisesti ja tarpeellisella laajuudella, jotta käyttöön saadaan käyttökelpoista tietoa.

Yleisesti kuntotutkimuksissa on otettu huomattavasti vähemmän näytteitä, kuin mitä nykyinen Betonijulkisivun kuntotutkimus 2002 -ohje suosittaa, sillä lähes 50 % kaikista kuntotutkimuksista on tehty 1–10 näytteellä, kun ohjeen mukainen miniminäytemäärä on 15–21 näytettä tutkittavan rakennuksen elementtityyppien määrästä riippuen. (Lahdensivu 2010, 40.)

Joissakin kohteissa on esimerkiksi jo silmämääräisesti havaittavaa laaja-alaista ja pitkälle edennyttä pakkasrapautumaa, jolloin on perusteltua ottaa vain muutamia näytteitä sopivan korjaustavan löytämiseksi. Kuntotutkimuksen laatua ei siis voida arvioida pelkästään näytemäärien perusteella. Oleellista on, että kuntotutkimus on riittävä rakenteen vaurioilanteeseen ja kuntotutkimukselle asetettuihin tavoitteisiin nähden. Näytemäärien vertailu antaa kuitenkin karkean käsityksen tehdyn kuntotutkimuksen kattavuudesta. (Lahdensivu 2010, 39.)

## 4.2 Peittävä korjaus

Peittävällä korjauksella peitetään vanha julkisivurakenne uusilla rakennekerroksilla. Peittävässä korjauksessa uudet rakenteet ripustetaan usein vanhaan rakenteeseen, joten korjaus edellyttää vanhalta julkisivurakenteelta riittävän hyvää kuntoa. Vanhan rakenteen vauriot on myös paikattava ennen peittävää korjausta, jotta vauriot eivät enää laajenisi uuden rakenteen alla. Lisäeristäminen on yksi keino ehkäistä vaurioiden laajenemista. Lisäeristäminen auttaa peittyvää rakennetta pysymään kuivana, jolloin turmeltumismekanismit pysähtyvät tai hidastuvat. Uusien rakenteiden asentaminen vanhan julkisivun päälle voi edellyttää myös paikallisesti huonokuntoisten elementtien purkamista tai lisäksiinnittämistä. Lisäksiinnittämistä (Kuvio 4.) voidaan käyttää myös muissa elementeissä, jotta varmistutaan rakenteen kestävyydestä.



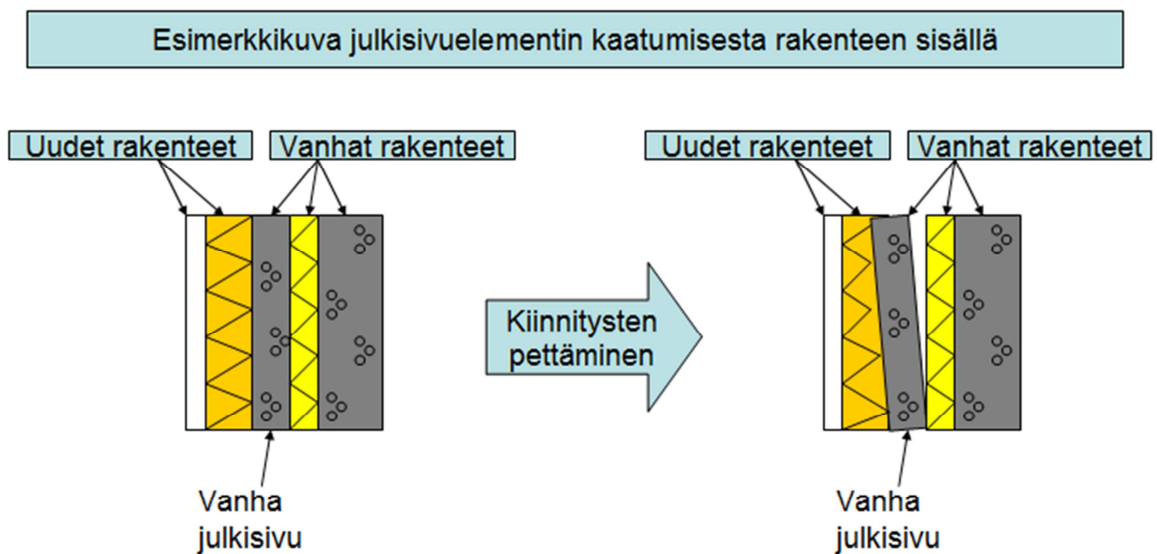
Kuvio 4. Periaatekuva ulkokuoren lisäksiinnittämisestä kantavaan sisäkuoreen (Aalto yliopisto 2006, 46)

Peittävää korjausta käytetään yleensä silloin, kun vanhan rakenteen purkamiselle ei ole pakottavia syitä, mutta uudella pintakäsittelyllä ei enää pystytä jatkamaan julkisivujen tehollista elinikää kustannustehokkaasti.

### 4.3 Rakenteen korvaaminen uudella

Kun vanha julkisivu puretaan, poistetaan yleensä seinästä myös vanhat eristeet. Uusien eristeiden asennuksen yhteydessä myös lisäeristäminen on asia, johon kannattaa kiinnittää huomiota.

Vanhan julkisivun purkuperusteet löytyvät yleensä silloin, jos julkisivurakenne on niin huonossa kunnossa, ettei kohtuullisilla korjaustoimenpiteillä pystytä varmistamaan siitä, että julkisivurakenne pysyy liikkumattomana (Kuvio 5.) uusien rakennekerrosten alla.



Kuvio 5. Esimerkki vanhan julkisivuelementin kiinnitysten pettämisestä

### 4.4 Purkumenetelmät

Vanhat julkisivuelementit voidaan purkaa palasina tai irrottamalla kokonaisina. Kokonaisina elementit voidaan yleensä purkaa silloin, kun elementti on ripustettu tai muuten pistemäisesti kiinnitetty vain ylösastaan. Palasina purkaminen tapahtuu piikkaamalla, murskaamalla tai taivuttamalla. (Julkisivuyhdistys ry 2011a, 8.)

**Koneellinen piikkaus** on yleisin nykyään käytetty menetelmä, jossa käytetään purkurobottia ja nostokonetta. Käsivarainen piikkaus soveltuu yleensä vain pieniin purkutöihin ja vaikeapääsyisiin purkukohtiin. (Julkisivuyhdistys ry 2011a, 8.)

**Murskauksessa** julkisivun ulkokuoresta taivutetaan palasia irti voimakkailla hydraulisilla tarraimilla. Vaihtoehtoisesti betoni murskataan tarraimien leukojen välissä. (Julkisivuyhdistys ry 2011a, 8.)

**Nostotyyny menetelmä** on ulkokuorien purkamiseen kehitetty erikoismenetelmä, jossa betoninen ulkokuori puretaan pienissä osissa ulkokuoren ja sisäkuoren väliin asennettavien pienien nostotyynyjen avulla. (Julkisivuyhdistys ry 2011a, 9.)

#### 4.5 Lisäeristäminen

Korjausrakentamista koskevat energiamääräykset 2012, RakMk H1, ovat vasta tulossa, joten julkisivuremontin yhteydessä toteutettavalle lisäeristämislle, ei ole vielä lain puolesta mitään pakotetta. Lisälämmöneristäminen on silti lähes tulkoon pakollinen toimenpide, sillä lisälämmöneristäminen suojaa alkuperäistä rakennetta peittävässä korjaustavassa. Suojaava vaikutus perustuu siihen, että vanha rakenne pysyy kuivempana, jolloin turmeltumismekanismit, joita rakenteessa on, pysähtyvät tai hidastuvat. Jos julkisivu puretaan ja korvataan uudella, vaihdetaan vanhat eristeet joka tapauksessa, jolloin on järkevää asentaa tilalle alkuperäistä paksummat eristeet.

Lisäeristäminen on viisasta suorittaa julkisivuremontin yhteydessä, sillä kerrostalon lisäeristäminen omana yksittäisenä urakkana ei ole kustannustehokasta.

Rakennuksen lisäeristämislle pyritään saavuttamaan parempaa asumismukavuutta, energian säästön kautta säästöjä lämmityskuluissa ja kiinteistön arvonnousua. (Julkisivuyhdistys ry 2011b.)

Lisäeristämisen suunnittelussa tulisi ottaa huomioon rakennuksen ulkonäön muuttuminen seinärakenteen paksuuden kasvaessa. Rakennuksissa, joissa ei ole kovin suuret räystäät, voi seinän rakennepaksuuden kasvaminen aiheuttaa tilanteen, jossa räystäät eivät enää suojaa seinää riittävästi sadevedeltä (Kuvio 6.).



Kuvio 6. Riittämättömän pienet räystäät

Myös ikkunat jäävät syvemmälle seinärakenteeseen rakennevahvuuden kasvaessa, jolloin talosta voi tulla niin sanotusti mustalasinen talo. Tämä tietenkin riippuu siitä, miten julkisivu remontoidaan ja kuinka paljon lisäeristettä asennetaan.

Julkisivuyhdistyksen Internet-sivuilta löytyvän vuonna 2010 tehdyn lisälämmöneristystutkimuksen mukaan lisäeristettä tulisi lisätä vähintään 50 mm, että siitä olisi hyötyä. Tutkimuksen mukaan kohteissa, joissa lisälämmöneristys on tehty, on energiankulutus pienentynyt keskimäärin 14 %. (Julkisivuyhdistys ry 2011b.)

Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus ARA:n energia-avustuksen hakeminen julkisivuremonttiin kuitenkin edellyttää, että ulkoseinien lisäeristeenä käytetään vähintään 100 mm mineraalivillaa tai muuta eristettä, jonka eristystaso on vähintään sama, kuin 100 mm paksun mineraalivillaeristeen. (VNA 1255/2010.)

Teknisen tarkastelun lisäeristämiseksi olen tehnyt Doftech-lämpö- ja kosteusmallinsohjelmalla. Kyseisellä ohjelmalla pystytään luomaan rakenteen vaipparakenteesta rakennetyypitys. Tämä ohjelma mallintaa rakenteen lämpö- ja kosteuskäyttäytymistä rakenteen materiaalien ja ympäristöolojen mukaan. Tuloksena saadaan tietoon tiivistyykö rakenteen sisälle kosteutta. Ohjelman tulokset eivät ole ehdottomia totuuksia, mutta erittäin hyvin suuntaa antavia. (Liite 6–10.)

Tarkastelin ohjelmalla alkuperäistä seinärakennetta, vanhan ulkokuoren päälle lisäeristettyä rakennetta ja vanhan ulkokuoren purkamisen jälkeen lisäeristettyä rakennetta. Lisäeristysmääränä käytin 100 mm:ä mineraalivillaa. (Liite 6–10.)

Tarkastelun tuloksena voidaan todeta, että kosteuden tiivistyminen vähenee rakenteessa lisäeristämisen myötä verrattuna alkuperäiseen rakenteeseen. (Liite 6–10.)

## 5 UUSI JULKISIVURAKENNE

### 5.1 Arkkitehtuuri

Julkisivujen korjaamisessa tulisi ottaa huomioon myös rakennuksen alkuperäinen ulkoasu. Lopputulosta ajateltaessa kannattaa miettiä, onko talon alkuperäinen ulkoasu säilyttämisen arvoinen. 1960–70-luvun kerrostalojen yleisilme on yleensä aika kolkko, joten remonttia suunniteltaessa olisi hyvä miettiä, millaisilla toimenpiteillä rakennuksesta saataisiin miellyttävämmän näköinen, sillä ulkonäkö vaikuttaa kiinteistön arvoon. Toimenpiteiden ei välttämättä tarvitse olla suuria erillisiä investointeja, vaan maltillinen harkinta rakenneratkaisujen ja materiaalien valinnassa voi riittää. (Sistonen–Fahim–Piironen–Puttonen 2007, 34.)

### 5.2 Tuulettuva julkisivu

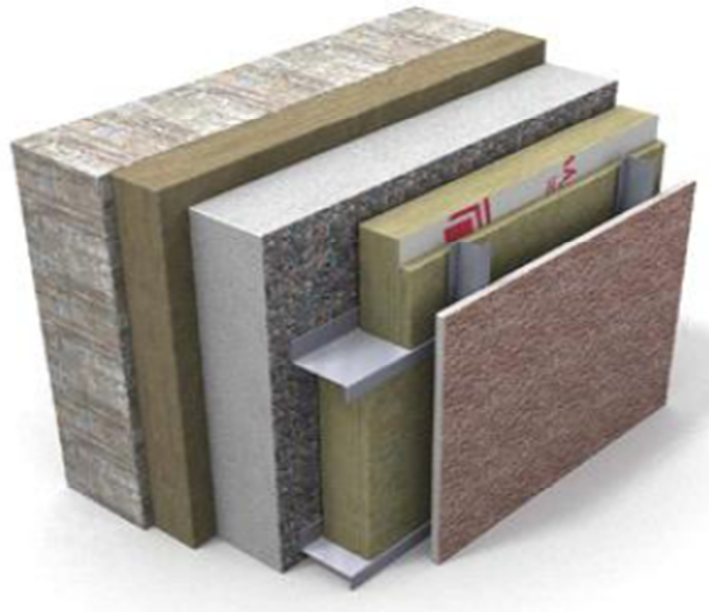
Tuulettuvassa julkisivussa pintamateriaalin ja värin valinta on aika vapaata ja tuotteiden tarjontaa löytyy paljon. Monilla kaupallisilla tuotteilla saadaan suoraan asennuksen jälkeen valmista pintaa, eikä erillistä pintakäsittelyä välttämättä tarvita. Materiaaleja joita on tarjolla julkisivujen uudelleenverhoukseen:

- |           |                             |
|-----------|-----------------------------|
| 1. Pelti  | 2. Sementti- ja kivilevyt   |
| 3. Laatat | 4. Vinyylipaneelit ja levyt |

Pintamateriaalin valinnassa kannattaa huomioida hinnan ja ulkonäön lisäksi julkisivun tavoiteltava käyttöikä. Eri materiaaleilla on erilaiset ominaisuudet ja huoltotarpeet.

Tuulettuvassa julkisivussa tulee eristeen päälle asentaa tuulensuojalevy tai käyttää tuulensuojavillaa. Tuulettuva julkisivu vaatii yleensä jonkinlaisen pystyrungon (Kuvio 7.) tai muun ripustusrakenteen rakentamista vanhan rakenteen päälle, johon uusi julkisivurakenne voidaan ripustaa tai muuten kiinnittää. Kiinnitysrunko voi olla puu- tai teräsrakenteinen.

Tuulettuva julkisivu antaa peittyvälle rakenteelle vapaamman mahdollisuuden kuivua ulospäin, kuin tuulettumaton rakenne. Tuuletusraon vuoksi julkisivu ei ole myöskään kovin herkkä mahdollisesti julkisivun läpi pääsevälle sadevedelle, sillä tuuletusrako katkaisee veden pääsyn eristeisiin. (Liite 2, 4.)



Kuvio 7. Tuulettuva julkisivurakenne teräsrangalla, vanhan seinärakenteen päällä. (Paroc Oy 2011, 12)

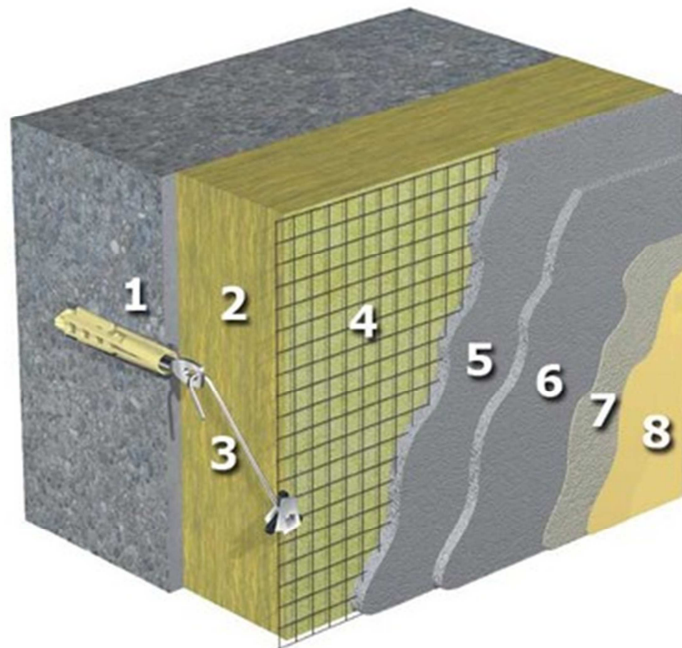
### 5.3 Tuulettumaton julkisivu

Tuulettuva julkisivu voidaan toteuttaa eristerappauksella, muuraamalla tai vaihtamalla kuorielementit uusiin. Uusien julkisivujen muuraaminen tiilestä ja kuorielementtien vaihtaminen uusiin vaativat vanhan julkisivun purkamista, sillä seinän rakennepaksaus kasvaa ilman purkamista haitallisen paljon. Eristerappaus voidaan toteuttaa suoraan vanhan julkisivun päälle, jos vanha julkisivu on riittävässä kunnossa. Eristerappaus voidaan myös rakentaa vanhan julkisivun tilalle. (Liite 3, 5.)

Eristerappauksia on ollut käytössä jo 1970-luvulta saakka, mutta niiden suosio on noussut 2000-luvulla erityisesti betonielementtitalojen peittämissä julkisivukorjauksissa. (Suomen betoniyhdistys ry 2005, 10.)



Eristerappaus toteutetaan (Kuvio 8.) ankkuroimalla rappausverkko eristeen läpi betoniin ja tekemällä kolmikerrosrappaus verkon päälle. Tämän jälkeen rappaus voidaan esimerkiksi maalata, mutta myös pelkällä rappauksellakin saadaan valmista pintaa. Rappaus on monimuotoinen julkisivupinta. Julkisivun pinnasta saadaan elävä eri työtekniikoita käyttämällä. Myös rappauksen väriskaala on laaja. (Suomen betoniyhdistys ry 2005, 9–10.)



Kuvio 8. Eristerappaus (Paroc Oy 2011, 12)

Rapattu julkisivu on erittäin kestävä hyvin tehtynä, mutta arka hallitsemattomalle kosteusrasitukselle. Hallitsematonta kosteusrasitusta aiheutuu esimerkiksi vuotavista sadevesiränneistä ja syöksytorvista, sekä ikkunapellitusten puutteista. (Suomen betoniyhdistys ry 2005, 10.)

## 6 KUSTANNUKSET

### 6.1 Kustannustietoja

Korjausrakentaminen kustannuksista ei ole yhtenäistä hintatietoa. Tarkan kustannusarvion saa vasta tarjouspyyntöjen perusteella. Toteutuneiden korjausten kustannuksia voidaan kuitenkin kohtuullisella tarkkuudella käyttää energiakorjausten kustannusten lähtötietoina. Korjausten suunnittelu ja toteutus useamman rakennuksen kokonaisuuksina antaa huomattavan edun urakoiden suunnittelun ja toteutuksen kilpailuttamisessa. (Paroc Oy 2011, 21.)

**Omat kustannuslaskelmat** on laskettu rakennustöiden menekit (Ratu 2006) ja korjausrakentamisen kustannuksia (Kor 2010) julkaisujen perusteella. Omat kustannuslaskelmani jäävät aivan liian alhaisiksi uusien rakenteiden osalta, joka osittain johtuu käytännön materiaalihintojen ja teoreettisten materiaalihintojen poikkeamasta. Purkukustannukset ovat näistä käyttökelpoisia.

Taulukko 1. Omat kustannuslaskelmat €/julkisivu-m<sup>2</sup>

Purkukustannukset		
aukkojen suojaus	2,2	€/julkisivu-m <sup>2</sup>
purkaminen	40	€/ julkisivu-m <sup>2</sup>
jättemaksut	7,8	€/ julkisivu-m <sup>2</sup>
Lisäeristämisen kustannukset		
tuulettuva js	60	€/ julkisivu-m <sup>2</sup>
tuulettumaton js	23	€/ julkisivu-m <sup>2</sup>
Uuden julkisivun kustannukset		
tuulettuva js	37–64	€/ julkisivu-m <sup>2</sup>
tuulettumaton js	55	€/ julkisivu-m <sup>2</sup>

**Ohjeelliset kustannusarviot** ovat tarkoitettu nimenomaan kustannusten karkeaan arviointiin. Ohjeellisilla arvoilla kustannuksia laskettaessa tulee alustavasti tietää, millaisilla materiaaleilla remontin aikoo toteuttaa. Materiaalivalinta vaikuttaa käytetäänkö hintahaarukan ala- vai ylärajaa tai jotain arvoa niiden väliltä.

Taulukko 2. Ohjeelliset kustannusarviot €/huoneisto-m<sup>2</sup> (Paroc Oy 2011, 21)

*Arvioita korjaustoimenpiteiden kustannusvaikutuksista.*

Toimenpide	€/huoneisto-m <sup>2</sup>
Ulkoseinän lisäeristäminen	
- julkisivun purkaminen ja uuden rakentaminen	150–250
- lisäeristys vanhan päälle	100–200
Ikkunoiden ja ovien vaihto	80–100
Ilmanvaihdon uusiminen (taloihin joissa ei ole koneellista tulo-poisto ilmanvaihtoa)	
- keskitetty ratkaisu	200–250
- huoneistokohtainen	250–300
Kaukolämpöön siirtyminen	100–200
Vesikatto	50–100
Parvekkeet	150–200

Taulukkoa luetaan julkisivuremontin osalta seuraavasti:

150–250 €/huoneisto-m<sup>2</sup>, kun vanha julkisivu puretaan ja rakennetaan uusi

100–200 €/huoneisto-m<sup>2</sup>, kun lisäeristetään ja rakennetaan uusi julkisivu suoraan vanhan rakenteen päälle

**Toteutuneiden kohteiden kustannuksista** saa yleensä hyvin suuntaa siitä, kuinka paljon tietyn tasoisen remontin toteuttaminen maksaa. Toteutuneiden kohteiden kustannukset sisältävät myös kaikki työmaan perustamiskustannukset ja urakoitsijan asettaman voittomarginaalin. Toteutuneiden kohteiden kustannukset vaihtelevat tässä välillä 130–190 €/huoneisto-m<sup>2</sup>. Toteutuneet kohteet on toteutettu kahden tai useamman kiinteistön ryhmäkorjaushankkeina, joten yksittäiseen kiinteistöön vastaavan tasoisen julkisivuremontin kustannukset ovat todellisuudessa suuremmat.

Taulukko 3. Toteutuneet kustannukset 1

<b>As Oy Petkeltie, Turku 2008–2009</b>
· Rakennusvuodet: 1970-luku
· Rakennuksia: 6 kpl asunto-osakeyhtiöitä
· Kerroksia / rakennus: 7
· Huoneistoalaa: 20 400 m <sup>2</sup>
· Julkisivuverhousta: noin 8 000 m <sup>2</sup>
· Ikkunoita: 872 kpl + kaikki parvekeovet ja lasit
· Muut: peltikaton ja sokkeleiden maalaus, vanhan lämmityslaitoksen savupiipun purku
Toteutus: vanhan julkisivun purku, eristekerroksen vaihto paksumpaan ja tuulettuva julkisivu, ikkunat ja parvekeovet vaihdettiin ja IV- ja lämmitysjärjestelmän säätö
Remontin kustannukset: 2,63 miljoonaa € / 6 kiinteistöä = 438 333 € / kiinteistö 2,63 miljoonaa € / 20 400 m <sup>2</sup> = 128,9 € / huoneisto-m <sup>2</sup> 2,63 miljoonaa € / 8 000m <sup>2</sup> = 328,75 €/julkisivu-m <sup>2</sup>

Taulukko 4. Toteutuneet kustannukset 2

<b>As Oy Viherhovi, Helsinki 2011</b>
· Rakennusvuodet: 1973
· Rakennuksia: 2 kpl
· Kerroksia / rakennus: 3
· Huoneistoalaa: 6516 m <sup>2</sup> , asuntoja 108 kpl
· Kustannukset: yhteensä noin 1 200 000 €
Toteutus: kahden kerrostalon parvekkeiden ja julkisivujen kunnostus, ikkunoiden ja ovien vaihto, piha- ja salaojatyöt, sekä sisäpuoliset IV-työt.
Remontin kustannukset: 1,2 miljoonaa € / 2 kiinteistöä = 600 000 € / kiinteistö 1,2 miljoonaa € / 6516 m <sup>2</sup> = 184,16 € / huoneisto-m <sup>2</sup>

Taulukko 5. Toteutuneet kustannukset 3

<b>As Oy Raskintornit, Turku 2009</b>
· Rakennusvuodet: 1975
· Rakennuksia: 2 kpl
· Kerroksia / rakennus: 6
· Huoneistoalaa: 7428 m <sup>2</sup> , asuntoja 126 kpl
· Kustannukset: yhteensä noin 1 200 000 €
Toteutus: julkisivu purettiin ja muutettiin tuulettuvaksi levyverhoukseksi, parvekkeet korjattiin perusteellisesti, parvekekaiteet muutettiin lasisiksi ja kaikki parvekkeet lasitettiin. Parvekeovet ja ikkunat uusittiin.
Remontin kustannukset: 1,4 miljoonaa € / 2 kiinteistöä = 700 000 € / kiinteistö 1,4 miljoonaa € / 7428 m <sup>2</sup> = 188,47 € / huoneisto-m <sup>2</sup>

Taulukko 6. Toteutuneet kustannukset 4 (Tee parannus!-viestintäohjelma, 2011)

<b>Eteläkoivula, Pori 2004–2006</b>
· Rakennusvuodet 1969–1972
· Rakennuksia: 8 kpl (asunto-osakeyhtiöitä 6 kpl, kiinteistöosakeyhtiöitä 2 kpl )
· Kerroksia / rakennus: 7
· Huoneistoalaa: 26 390 m <sup>2</sup> , asuntoja 469 kpl
· Julkisivuverhousta: noin 12 000 m <sup>2</sup>
· Ikkunoita: 3 250 m <sup>2</sup> , uusia parvekeovia 441 kpl
· Kustannukset: yhteensä noin 5 000 000 €
Toteutus: lisäeristys ja tuulettuva julkisivu vanhan päälle, ikkunat ja parvekeovet vaihdettiin, IV- ja lämmitysjärjestelmä säädettiin
Remontin kustannukset: 5,0 miljoonaa € / 8 kiinteistöä = 625 000 € / kiinteistö 5,0 miljoonaa € / 26 390 m <sup>2</sup> = 189,46 € / huoneisto-m <sup>2</sup> 5,0 miljoonaa € / 12 000 m <sup>2</sup> = 416,67 € / julkisivu-m <sup>2</sup>

Omia kustannuslaskelmia, ohjeellisia kustannusarvioita ja toteutuneita kustannuksia keskenään verrattuani tulin siihen johtopäätökseen, että ohjeellisten kustannusarvioiden ja toteutuneiden kustannusten käyttäminen julkisivuremontin suunnittelussa olisivat todenmukaisimpia.

## 6.2 Energia-avustukset

Kunnalta on mahdollista hakea avustuksia energiatehokkuutta parantavan remontin tekemiseen. Jos hakijana on kunta tai kuntayhtymä, avustus haetaan suoraan Asumisen rahoittamis- ja kehittämiskeskus ARA:lta. Avustusta voi hakea kun kiinteistöön laaditaan energiakatselmus, siirrytään käyttämään uusiutuvaa energiaa päälämmitysjärjestelmässä tai rakennuksen ulkovaipan energiatehokkuutta parannetaan. (ARA, 2011.)

Energiakatselmuksen laadinta, uusiutuvan energian käyttöönotto ja ulkovaipan energiatehokkuuden parantaminen käsitellään avustuksia haettaessa erillisinä toimenpiteinä, joihin haetaan avustuksia erikseen. Ainakin uusiutuvan energian käyttöön siirtymiseen ja vaipan energiatehokkuuden parantamiseen voi hakea ja saada yhtä aikaa avustuksia. (ARA, 2011.)

Energiakatselmuksen laatimiseen haettava avustus riippuu kiinteistön koosta. Avustuksen enimmäismäärä on kuitenkin 40 % hyväksyttävistä kustannuksista. Kun kiinteistössä siirrytään käyttämään uusiutuvaa energiaa päälämmitysjärjestelmässä, on tuen enimmäismäärä 20 % hyväksyttävistä, toteutuneista kustannuksista. Julkisivremontin yhteydessä tehtävän lisäeristämisen johdosta asunto-osakeyhtiö voi hakea avustuksia julkisivremonttiin. Avustusten suuruus on 15–20 % remontin hyväksyttävistä, toteutuneista kustannuksista. (ARA, 2011.)

Avustus vaipan energiatehokkuuden parantamiseen kuitenkin edellyttää, että ulkoseinien lisäeristeenä käytetään vähintään 100 mm:ä mineraalivillaa tai muuta eristettä, jonka eristystaso on vähintään sama, kuin 100 mm paksun mineraalivillaeristeen. (VNA1255/2010.)

### 6.3 Kustannusarvio

Lasketaan kustannusarvio toteutuneeseen kohteeseen käyttäen ohjeellisia kustannusarvioita.

Taulukko 7. Toteutunut julkisivuremontti Porin Eteläkoivulassa

<b>Eteläkoivula, Pori 2004–2006</b>
· Rakennusvuodet 1969–1972
· Rakennuksia: 8 kpl
· Kerroksia / rakennus: 7
· Huoneistoalaa: 26 390 m <sup>2</sup> , asuntoja 469 kpl
Toteutus: lisäeristys ja tuulettuva julkisivu vanhan päälle, ikkunat ja parvekeovet vaihdettiin, IV- ja lämmitysjärjestelmä säädettiin
Remontin kustannukset: 5,0 miljoonaa € / 8 kiinteistöä = 625 000 € / kiinteistö

Ohjeelliset kustannusarviot julkisivuremontille ovat 100–200 €/huoneisto-m<sup>2</sup>, kun rakennetaan suoraan vanhan rakenteen päälle. Uusien ikkunoiden ja ovien kustannusarvio 80–100 €/huoneisto-m<sup>2</sup>. Käytetään laskennassa hintahaarukoiden eri arvoja.

**Yläraja** julkisivun uusimiselle ja uusille ikkunoille ja oville yhteensä **300 €/ huoneisto-m<sup>2</sup>**.

**Keskiarvo** julkisivun uusimiselle ja uusille ikkunoille ja oville yhteensä **250 €/ huoneisto-m<sup>2</sup>**.

**Alaraja** julkisivun uusimiselle ja uusille ikkunoille ja oville yhteensä **180 €/ huoneisto-m<sup>2</sup>**.

**Yhden kiinteistön huoneisto-ala:**

26 390 huoneisto-m<sup>2</sup> / 8 kiinteistöä = **3299 huoneisto-m<sup>2</sup>/kiinteistö**



**Laskennalliset kustannusarviot:**

**Yläraja:**  $3299 \text{ huoneisto-m}^2/\text{kiinteistö} \times 300 \text{ €/ huoneisto-m}^2 = 989\,700 \text{ €/kiinteistö}$

**Keskiarvo:**  $3299 \text{ huoneisto-m}^2/\text{kiinteistö} \times 250 \text{ €/ huoneisto-m}^2 = 824\,750 \text{ €/kiinteistö}$

**Alaraja:**  $3299 \text{ huoneisto-m}^2/\text{kiinteistö} \times 180 \text{ €/ huoneisto-m}^2 = 593\,820 \text{ €/kiinteistö}$

JATKE OY tarjoaa isännöitsijöiden ja taloyhtiöiden hallinnon vapaaseen käyttöön työkalun, jonka avulla voidaan helposti ja ymmärrettävästi määrittää hankkeiden aiheuttamat asumiskustannukset. PTS-laskentaohjelma on pyritty tekemään helppokäyttöiseksi ja ymmärrettäväksi siten, että käyttö on vaivatonta ja että laskennan tulos on helposti ymmärrettävä. (Jatke Oy 2011.)

Kustannusarvion tueksi tein Jatke Oy:n sivuilta löytyvän PTS-laskurin avulla vastaavat laskelmat, kuin edellisen sivun laskelmat. (Liite 11–13.)

PTS-laskurista saadut tulokset:

**Yläraja:** 990 000 €/kiinteistö, jossa

- Ikkunoiden vaihto 330 000 €
- Julkisivuremontti 660 000 €

**Keskiarvo:** 825 000 €/kiinteistö, jossa

- Ikkunoiden vaihto 330 000 €
- Julkisivuremontti 495 000 €

**Alaraja:** 594 000 €/kiinteistö, jossa

- Ikkunoiden vaihto 264 000 €
- Julkisivuremontti 330 000 €

Oletetaan, että kustannusarvion pohjalta julkisivuremonttiin haetaan rahoitusta keskiarvon mukaan 825 000 € ja valtion energia avustusta saadaan 15 %, jolloin rahoitusta lopulta tarvitaan **701 250 €**.

PTS-laskurin mukaan, jos ikkuna- ja julkisivuremontti rahoitetaan 10 vuoden laina-ajalla, lainan kokonaiskoron ollessa 2,4 %, on rahoitusvastikkeen määrä 2,2 €/m<sup>2</sup>/kk. (Liite 14.)

#### **6.4 Takaisinmaksuaika**

Takaisinmaksuaikaa laskettaessa täytyy tietää, kuinka paljon tehty remontti säästää rahaa vuodessa. Julkisivuremontissa kustannuksissa näkyvät edut ovat säästö energian kulutuksessa ja kiinteistön arvon nousu remontin myötä.

Julkisivuyhdistyksen Internet-sivuilta löytyvän vuonna 2010 tehdyn lisälämmöneristystutkimuksen mukaan kohteissa, joissa lisälämmöneristys on tehty, on energiankulutus pienentynyt keskimäärin 14 %. (Julkisivuyhdistys ry 2011b.)

#### **Lämmitysenergian kulutus vuodessa:**

Lämmitysenergian kulutus 120–250 kWh/m<sup>2</sup>/vuosi (VTT 2010, 9)

→ 200 kWh/m<sup>2</sup>/vuosi

Bruttoala 3299 huoneisto-m<sup>2</sup> + aula ja porraskäytävät = n. 3700 m<sup>2</sup>

200 kWh/m<sup>2</sup>/vuosi x 3700 m<sup>2</sup> = 720 000 kWh/vuosi → **720 MWh/vuosi**

#### **Säästö energiankulutuksessa vuodessa:**

Energian hinta on n. 55 €/MWh

720 MWh/vuosi x 55 €/MWh = 39 600 €/vuosi

39 600 €/vuosi x 14 % / 100 % = **5544 €/vuosi**

#### **Takaisinmaksuaika:**

701 250 € / 5544 €/vuosi = **126,5 vuotta**

## 7 TUTKIMUS

### 7.1 Otanta

Työssä mukana olevien kiinteistöjen otanta on luotu Kiinteistöliitto Lappi ry:n jäsenrekisterin pohjalta. Kysely opinnäytetyöhöni osallistumisesta lähetettiin 23:lle rovaniemeläisen asunto-osakeyhtiön isännöitsijälle ja hallituksen puheenjohtajalle.

Otannan valintakriteerit olivat:

- 60 – 70-luvulla rakennettu kiinteistö
- sandwich-elementtirakenteinen julkisivu
- neljä kerrosta
- 20 – 36 asuinhuoneistoa.

Otannan tavoitteena oli löytää viisi valintakriteerit täyttävää rakennusta, joita voisi käyttää työni lähdemateriaalina sandwich-tyyppirakenteiden nykyisen kunnan arvioimisessa. Otantaan osallistuvien kiinteistöjen tuli siis edustaa tyypiltään 60–70-lukujen sandwich-elementtirakenteita.

Opinnäytetyöhöni valikoitui mukaan viisi asunto-osakeyhtiötä:

- As Oy Lyseonkulma, Ruokasenkatu 16 A
- As Oy Maakuntakatu 14, Maakuntakatu 14
- As Oy Nuor-Pohjola, Pohjolankatu 18–20 A
- As Oy Ounastalo, Kansankatu 4 B
- As Oy Sudentie, Sudentie 14.

Taulukko 8. Otannan kiinteistöt

Kohteen nimi	Asuin- huoneistojen lkm.	Rak. Tilavuus	Kerrokset	Rak. Vuosi
Lyseonkulma As Oy	28	9700	4	1963
Maakuntakatu 14 As Oy	24	6300	4	1961
Nuor-Pohjola As Oy	31	7000	4	1976
Ounastalo As Oy	36	8450	4	1963
Sudentie As Oy	32	7830	4	1979

As Oy Lyseonkulma on rakennettu vuonna 1963 ja julkisivu on remontoitu jossain vaiheessa uudelleen. Alkuperäisen julkisivun päälle on asennettu tuulensuojavilla ja peltiverhous tuuletusraolla.

As Oy Maakuntakatu 14 on rakennettu vuonna 1961. Julkisivun pintamateriaalina toimii rappaus.

As Oy Nuor-Pohjola on rakennettu vuonna 1976. Julkisivu on pesubetonipintainen.

As Oy Ounastalo on rakennettu 1963. Julkisivun pintamateriaalina toimii rappaus.

As Oy Sudentie on rakennettu 1979. Julkisivu on pesubetonipintainen.

## 7.2 Tutkimuksien suunnittelu

Näytteenotto toteutetaan helmi-maaliskuun aikana. Tavoitteena on selvittää raudoitteiden korroosiota, betonin rapautumista, kiinnitys ansaiden vaurioita, saumojen ja liitosten kuntoa, julkisivuelementtien muodonmuutoksia, sekä pintakäsittelyiden vaurioita.

Tutkimusten näytemäärät ja mittaukset ovat määrältään vähäisempiä, kuin normaalin kuntotutkimuksen, sillä tavoitteena on vain todentaa tietyn ikäiselle rakennetyypille ominaisia vaurioita ja niiden vaikutuksia rakenteen fyysiseen kuntoon.

Tutkimuksia ei siis suoriteta niin laajasti, että niiden pohjalta voisi tehdä korjaussuunnittelua yksittäisiin kohteisiin. Korjaussuunnittelu vaatii jokaiseen kohteeseen oman perusteellisen kuntotutkimuksen.

Kuntotutkimuksessa kertyy eri rakennetyypeistä runsaasti erilaisia vaurioiden tilaa kuvaavia yksittäisiä tietoja, jotka eivät kuitenkaan ole sellaisenaan käyttökelpoisessa muodossa. Kuntotutkimukseen sisältyy aina oleellisena osana tulosten huolellinen analyysi, joka sisältää yksittäisten tietojen tarkastelun, tulkinnan ja muokkaamisen käytännön johtopäätöksiksi. (Suomen betoniyhdistys ry 2002, 121.)

Johtopäätöksenä pyritään yleensä esittämään arvio tutkittujen rakennusosien korjaustarpeesta (korjaustapa- ja ajankohta) sekä vaurioiden vaikutuksesta asukkaiden ja muiden ihmisten turvallisuuteen (lyhyellä ja pitkällä aikavälillä). Korjaustarpeen arviointi edellyttää, että analyysin suorittaja tuntee eri korjaustapojen vanhalle rakenteelle asettamat keskeiset vaatimukset sekä sen, miten eri korjaus- ja suojaustavat vaikuttavat vaurioiden syntymiseen ja etenemiseen. (Suomen betoniyhdistys ry 2002, 121.)

### 7.3 Tutkimusmenetelmät

**Kimmoasarakoe** aloitetaan sateelta suojatuista pinnoista ja edetään kosteuden rasittamille pinnoille seinän keskelle. Otetaan 12 mittaustulosta pieneltä alalta, jotta varmistutaan mittaustuloksen oikeellisuudesta. Mittauksen korkein ja matalin tulos poistetaan ja tulos esitetään jäljelle jäävän kymmenen mittauksen keskiarvona. Sateelta suojattujen pintojen tulisi olla lujuudeltaan parempia, kuin saderasitetut pinnat, sillä sateelta suojattu betonipinta ei menetä yhtä nopeasti lujuuttaan, kuin saderasitettu.

**Kosteusmittaus rakenteesta** pyritään suorittamaan pakkaskaudesta johtuen villanäytteen kuivapunnituksella. Julkisivuista poratun lieriönäytteen reiästä otetaan koko eristevahvuudelta näyte eristettä. Villanäytteet jaetaan muutamaosaan, jotka pussitetaan tiiviisti heti näytteenotto paikalla. Näytteet kuljetetaan laboratoriotutkimuksiin kylmälaukussa, jotta näytteen kosteus ei pääsisi tiivistymään näytepussiin.

**Lieriöporauksen** kohdat tulisi valita keskimääräiselle saderasitukselle altistuneista kohdista, eli julkisivun keskikohdilta tai elementin keskeltä. Näytteitä otetaan kaksi - neljä rinnakkain, noin 15 cm välein. Poralieriöt pussitetaan ja varustetaan tunnisteella. Porattavasta reiästä mitataan karbonatisoitumissyvyys indikaattoriliuoksella. Myös ulkokuoren takapinnan karbonatisoitumissyvyys on mitattava. Poratut reiät paikataan muovitulpilla.

**Betoniterästen paljastaminen** pyritään suorittamaan lieriöporauksen yhteydessä ja samalla mitata suojabetonin syvyys. Tavoitteena tässä tutkimuksessa on, että koko otannasta vähintään yhdessä kohteessa saataisiin paljastettua teräksiä.

**Kalusto**, jota näytteenotossa käytetään, vuokrataan. Näytteet otetaan n. 3–3,5 metrin korkeudelta seinästä. Tätä varten tarvitaan nosturi, jonka henkilönostokorista käsin työskennellään. Nosturi ja nosturissa käytettävät työkalut vaativat ulkoisen virranlähteen, koska nosturissa itsessään ole voimanlähde. Nosturi on tyypiltään trailerialustainen puominostin, DINO 105T.

Näytteet otetaan porakoneella, johon on kiinnitettynä halkaisijaltaan 35 mm lieriöterä, joka soveltuu betonin poraamiseen. Lieriöterän ottosyvyys tulisi olla minimissään 100 mm:ä.

#### **7.4 Tutkimuksien tulokset**

Tutkimuksen kenttäkokeet suoritettiin 22–23.3.2011. Kenttäkokeiden suorittaminen ei onnistunut täysin suunnitelmien mukaan. Ongelmia ilmeni muun muassa otannan kohteiden virheellisissä rakennetyypityksissä.

Kolmessa kohteessa julkisivun tyyppirakenne oli siis väärä ajatellen opinnäyte-työni otannan valintakriteereitä ja sen vuoksi nämä kolme kohdetta joudutaan rajaamaan tässä vaiheessa pois otannasta. As Oy Lyseonkulman seinärakenne paljastui peltikuoren alta harkkorakenteiseksi, jossa oli betonirappaus päällä. As Oy Maakuntakatu 14 ja As Oy Ounastalo paljastuivat seinärakenteeltaan Siporex-rakenteisiksi, joissa oli betonirappaus päällä.

Porauskaluston käytössä ilmeni ongelmia näytteenottoon turhan pitkästä lieriöterästä, sillä koneen tarkoituksenmukainen käyttö oli hyvin hankalaa. Seinien näytepalat juutuivat herkästi pitkän terän sisälle, jolloin näytteenotto oli ajoittain keskeytettävä. Lieriöterän jäähdytys toimi vedellä, jonka seurauksena poratuista rei'istä ei voinut mitata villojen kosteuksia.

Teräksien paljastaminen ei onnistunut, koska käytössä ei ollut mittaria, joka ilmaisisi teräksien sijainnin porareikien paikkoja suunnitellessa.

Sähköpisteet olivat paikoittain niin kaukana, ettei näytteitä saatu välttämättä otettua niiltä julkisivuilta, joista alun perin oli suunniteltu. Myös lumi oli luonnollisesti esteenä nosturin sijoittamisessa.

Edellä mainittujen seikkojen vuoksi kenttäkokeiden laajuus supistui erittäin paljon ja käytettävissä olevan ajan puitteissa täytyi tyytyä kahdesta otannan kohteesta, As Oy Nuor-Pohjolasta ja As Oy Sudentieltä, saatuihin näytteisiin ja niiden tutkimiseen.

#### **7.4.1 Kimmomasarakoe**

As Oy Nuor-pohjolan ja As Oy Sudentien julkisivut olivat pesubetonipintaisia. Pesubetonipinnassa on näkyvillä kiviaines, joka vääristää kimmo-vasaran tuloksen. Tämän vuoksi kimmo-vasarakoe kohdistettiin julkisivujen alaosiin, jotka eivät olleet pesubetonipintaisia. Kimmo-vasaralla koestettiin myös ulko-oven viereisiä alueita, jotka edustivat tavanomaisesti kuivia alueita.

As Oy Nuor-Pohjolasta saatujen kimmo-vasaran tulosten mukaan keskimääräiselle saderasitukselle altistuneet betonipinnat mittauskohdilta olivat lujuudeltaan välillä 32,5–34,5 N/mm<sup>2</sup>. Tavanomaisesti kuivat betonipinnat mittauskohdilta olivat lujuudeltaan välillä 30–34 N/mm<sup>2</sup>.

As Oy Sudentieltä saatujen kimmo-vasaran tulosten mukaan keskimääräiselle saderasitukselle altistuneet betonipinnat mittauskohdilta olivat lujuudeltaan välillä 20–21 N/mm<sup>2</sup>. Tavanomaisesti kuivat betonipinnat mittauskohdilta olivat lujuudeltaan välillä 28–30 N/mm<sup>2</sup>.

#### **7.4.2 Kosteusmittaus rakenteesta**

Kosteusmittauksen vaatimien villanäytteiden ottaminen ei onnistunut, sillä näytteenottokalusto ei ollut soveltuva villanäytteen ottamiseen. Varasuunnitelmana oli käyttää tavallista kosteusmittaria kosteuksien mittaamiseen.

1. Tavoitteena oli ottaa lieriöporalla sylinterin muotoinen näyte eristekerroksesta, mutta johtuen vanhojen eristeiden laadusta, hajosivat villanäytteet eristetilaan.
2. Lieriöporan terän jäähdytys toimi vedellä, joten julkisivun betoninäytteen porauksen yhteydessä villojen sekaan joutui vähäisiä määriä vettä, jotka olivat kuitenkin tarpeeksi suuria sotkeakseen mittarilla tehtävän kosteusmittauksen tuloksen.



### 7.4.3 Lieriöporaus

As Oy Nuor-Pohjolasta otettiin kaksi lieriönäytettä itäseinältä. Näytteiden pH-arvo oli välillä 11–13, joka tarkoittaa, että julkisivun betonin teräksiä suojaava emäksisyys on erittäin hyvin tallella.

As Oy Sudentieltä otettiin kaksi lieriönäytettä eteläseinältä. Näytteiden pH-arvo oli 11, joka tarkoittaa, että julkisivun betonin teräksiä suojaava emäksisyys on hyvin tallella.

### 7.5 Tuloksien tulkinta

**Terästen korroosiota** oli tarkoitus tutkia paljastamalla betoniteräksiä. Betoniterästen paljastaminen ei onnistunut suunnitellusti, joten teräksien kuntoa on arvioitava muilla tavoin.

1. Molemmissa kohteissa julkisivubetonin karbonatisoitumisaste oli hyvin alhainen, joten teräksiä suojaava betonin emäksisyys on vielä hyvin tallella. Betonin pH-arvot olivat välillä 11–13.
2. Kohteiden valmistumisvuodet ovat 1976 ja 1979, joten voidaan olettaa, ettei julkisivujen betonin valmistamisessa ole käytetty klorideja, jotka aiheuttaisivat betoniteräksissä korroosiota.
3. Silmävaraisissa havainnoissa ei käynyt ilmi pakkasrapautumista, halkeilua tai muodonmuutoksia. Tästä voidaan päätellä, ettei vesi ole päässyt merkittävästi vaurioittamaan julkisivuja ja nopeuttamaan terästen korroosiota. Lisäksi 1970-luvun puolella välissä otettiin käyttöön betonin li-sähuokoistaminen, joka voi olla yhtenä vaikuttimena siihen, ettei vesi ole vaurioittanut julkisivuja.

Näiden seikkojen pohjalta pääteltynä julkisivujen kuorielementtien betoniteräksissä ei ole tapahtunut haitallisissa määrin korroosiota.

**Betonin lujuutta** arvioidaan kimmovasarakokeen perusteella. Kimmovasaran tulokset eivät kerro suoritetuissa koestuksissa suoraan betonin todellista lujuutta, vaan antaa tulokseksi arvoja, joita voidaan verrata keskenään ja siten arvioida betonin lujuuden muutoksia (Liite 15, 16.). Lisäksi tuloksiin vaikuttaa niiden julkisivujen ilmansuunta, joihin kimmovasarakoe tehdään, sillä etelä-länsi julkisivut vaurioituvat nopeammin, kuin pohjois-itä julkisivut.

**As Oy Nuor-Pohjolassa** saderasitukselle altistuneet betonipinnat olivat lujuudeltaan hieman parempia, kuin saderasittamattomat pinnat. Saderasitetun pinnan lujuus oli 104 % sateelta suojatun pinnan lujuudesta.

1. Mittauspintojen lujuusarvot ovat hyvin lähellä toisiaan, josta voidaan päätellä, ettei julkisivun betoni ole menettänyt lujuuttaan mittauskohdilta.
2. Saderasitetut mittauskohdat sijaitsivat itä-seinällä, joka voi osittain selittää betonin lujuusarvojen vähäistä poikkeamaa.

**As Oy Sudentiellä** saderasitukselle altistuneet betonipinnat olivat lujuudeltaan heikompia, kuin saderasittamattomat pinnat. Saderasitetun pinnan lujuus oli 70,7 % sateelta suojatun pinnan lujuudesta.

1. Mittauspintojen lujuusarvojen poikkeama osoittaa, että saderasitettu pinta on menettänyt selkeästi lujuuttaan mittauskohdilta.
2. Mittauskohdat sijaitsivat etelä-seinällä, joka voi osittain selittää betonin lujuuden heikkenemistä.

Etelä- ja länsi julkisivujen betonissa oli havaittavissa haitallista lujuuskatoa, joka vaikuttaa julkisivun elinikään. Pohjois- ja itäjulkisivujen betoni ei kimmovasarakokeen mukaan ollut menettänyt selkeästi lujuuttaan.

## 8 POHDINTA

**Laskettu takaisinmaksuaika** julkisivuremontille oli 126,5 vuotta ja uuden julkisivurakenteen suunniteltu elinikä on yleensä n. 40–60 vuotta, riippuen pintamateriaalista. Julkisivuremontti ei siis tuloksien mukaan maksa itseään koskaan rahassa takaisin. Julkisivuremontin hyödyt tulevat esiin lähinnä asumismukavuuden paranemisena, rakennuksen elinkaaren jatkumisena ja kiinteistön arvonnousuna.

**Lisäeristäminen** julkisivuremontin yhteydessä on lisäkustannus remonttiin. Tästä huolimatta lisäeristäminen kannattaa tehdä, sillä julkisivuremontin yhteydessä se on kuitenkin edullisinta toteuttaa. Lisäeristämällä saavutetaan säästöjä lämmitysenergian kuluttamisessa, jolloin lisäeristäminen tulee maksamaan itsensä takaisin. Lisäeristäminen on julkisivuremontin yhteydessä toimenpide, jonka perusteella remonttiin voidaan hakea valtion energia-avustuksia.

Energiatehokkuutta parantavien remonttien tukeminen on mielestäni hyvä asia. Erittäin suuri osa Suomen kansallisvarallisuudesta on kiinni olemassa olevassa rakennuskannassa. Suurien ja kalliiden remonttien tekeminen ei houkuttele ketään aloittamaan remontteja vapaaehtoisesti, vaan remontit tehdään vasta pakon edessä. Energia-avustukset toimivat hyvänä porkkanana kalliiden remonttien toteuttamisessa.

**Julkisivuremonttien** erilaiset raskaat ja keskiraskaat remontit voivat poiketa toisistaan jonkin verran kustannusten osalta, riippuen korjausurakan toteutustavasta, käytetystä korjausmenetelmästä ja siitä, kuinka paljon resursseja remontin suunnitteluun käytetty.

Korjausmenetelmät ovat pääpiirteittäin samoja ja kalliiden remonttien suunnitteluunkin uhrataan yleensä riittävästi aikaa. Korjausurakan toteutustapa voisi siis olla se keino, jolla voidaan vielä vaikuttaa näkyvästi kustannuksiin. Korjausurakan toteuttaminen ryhmäkorjaushankkeena voisi olla potentiaalinen urakkamuoto.

Monet vierekkäiset ja jopa samaan rakennuskokonaisuuteen kuuluvat taloyhtiöt suunnittelevat julkisivuremontteja toisistaan tietämättä tai välittämättä. Taloyhti-

öiden voisi olla hyvä yhdistää remonttejaan, koska useamman kiinteistön julkisivujen remontoiminen samassa urakassa on yleensä reilusti kustannustehokkaampaa verrattuna yksittäisen kohteen julkisivuremonttiin. Ryhmäkorjaushankkeiden yleisinä kompastuskivinä lienee muun muassa taloyhtiöiden yhteisen sävelen löytyminen ja yksimielisyys remontin toteuttamisesta.

**Käytännön tutkimusten** tavoitteena oli todentaa rakennetyypille tyypillisten vaurioiden ilmenemistä, mutta käytännön tutkimusten suorittaminen ei onnistunut sillä laajuudella, kuin olin suunnitellut. Tutkimuksesta saadun lähdeaineiston käyttö muuttui hyvin suppeaksi, eikä antanut riittävän hyvää kuvaa sandwich-elementtirakenteen tyypillisistä vaurioista. Suurin hyöty tutkimuksista oli minulle itselleni, koska sain mahdollisuuden soveltaa tämän opinnäytetyön teoriaa käytäntöön.

**Haasteellisinta** tämän opinnäytetyön toteuttamisessa oli tukipintojen puuttuminen käytännön näytteenoton suorittamisen ja suunnittelun osalta. Tämä opinnäytetyö on aika harvinainen suoritustapansa perusteella. Useimmat opinnäytetyöt, joihin sisältyy käytännön töitä, ovat yleensä sellaisten yritysten tilaamia, joilla on tarjota fyysistä apua ja tietoa käytännön töiden suorittamiseen.

Tämän opinnäytetyön tilaajana on Kiinteistöliitto Lappi, eli aineettomia palveluita tuottava yhdistys. Tilaajan puolelta ei siis luonnollisesti ollut saatavissa käyttöön kalustoa. Rovaniemen ammattikorkeakoululta oli saatavissa vain hyvin vähäisesti kalustoa ja tietotaitoa näytteidenottoa varten.

Kaikki opinnäytetyössä suoritettut näytteenotot suunniteltiin ja kaluston hankkimisineen on suoritettu itsenäisesti. Tällä seikalla oli erittäin työllistävä ja aikaa vievä vaikutus.

## LÄHTEET

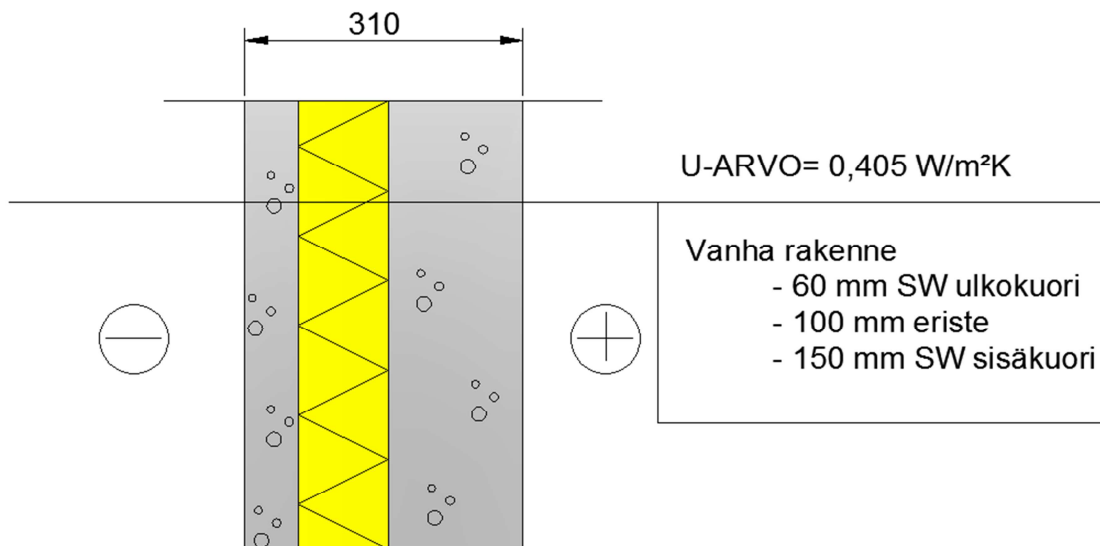
- Aalto yliopisto 2006. Rakenteiden korjaustekniikan opetusmateriaali. Osoitteessa <http://www.tkk.fi/Yksikot/Talo/opetus/rvksu/rvksu2006/> betonijulkisivut.ppt 12.4.2011.
- ARA Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus 2011. Avustukset. Korjaus- ja energia-avustukset, hissiavustukset. Energia-avustusohje 2011. Osoitteessa <http://www.ara.fi/download.asp?contentid=24369&lan=fi> 20.4.2011.
- Jatke Oy 2011. PTS-laskentaohjelma isännöitsijöille. Osoitteessa <http://www.ptslaskenta.fi/> 27.4.2011.
- Julkisivuyhdistys ry 2011a. JUKO-ohjeistokansio julkisivukorjausten läpivientiä varten. Korjaustavat. Betonijulkisivut. Suunnitteluohjeet 9/2005. Osoitteessa [www.tut.fi/units/rak/rtek/tutkimus/juko//JUKO\\_pdf\\_web/ Korjaustavat/Be tonijulkisivut/Suunnittelu\\_betoni\\_uusiminen.pdf](http://www.tut.fi/units/rak/rtek/tutkimus/juko//JUKO_pdf_web/Korjaustavat/Be%20tonijulkisivut/Suunnittelu_betoni_uusiminen.pdf) 12.4.2011.
- Julkisivuyhdistys ry 2011b. Tilaisuudet. Lisälämmöneristäminen kannattaa. Stina Linnen esitys seminaarissa 6.10.2010. Osoitteessa [http://www.julkisivuyhdistys.fi/julkkari/images/stories/File/Ajankohtaista\\_Tilaisuudet/ Lisalammoneristystutkimus.pdf](http://www.julkisivuyhdistys.fi/julkkari/images/stories/File/Ajankohtaista_Tilaisuudet/Lisalammoneristystutkimus.pdf) 6.10.2010.
- Lahdensivu, J. 2010. BeKo-tutkimus artikkelisarja. Osa 3. Kiinteistöposti 4/2010, 39–40.
- Lindberg, R. 1996. Julkisivun kuntotutkimus 1996. Helsinki: Suomen Betonitieto Oy.
- Paroc Oy 2011. Media. VTT Rakennusten energiatehokkuus. Osoitteessa [http://innova.molentum.fi/sites/innova.molentum.fi/files/Innova\\_tietopaketti.pdf](http://innova.molentum.fi/sites/innova.molentum.fi/files/Innova_tietopaketti.pdf) 12.4.2011.

- Sistonen, E. - Fahim, A. - Piironen, J. - Puttonen, J. 2007. Ohjeistus 1960- ja 1970 luvulla rakennettujen betonijulkisivujen ja -parvekkeiden kunnostamisesta. Helsingin Teknillisen Korkeakoulun talonrakennustekniikan laboratorion julkaisu 132. Helsingin Teknillinen Korkeakoulu.
- Suomen betoniyhdistys ry 2002. Betonijulkisivun kuntotutkimus 2002. Helsinki: Suomen Betonitieto Oy.
- Suomen betoniyhdistys ry 2005. Rappauskirja 2005. Helsinki: Suomen Betonitieto Oy.
- Tee parannus!-viestintäohjelma 2011. Parhaat käytännöt. Julkisivuremontti. Ryhmäkorjaushankkeena toteutettu julkisivujen korjaus. Osoitteessa [http://www.teeparannus.fi/parhaatkaytannot/hyvakorjaustapa/ julkisivuremontti/](http://www.teeparannus.fi/parhaatkaytannot/hyvakorjaustapa/julkisivuremontti/) 12.4.2011.
- VNA1255/2010. Valtioneuvoston asetus asuntojen korjaus-, energia- ja terveyshaitta-avustuksista annetun asetuksen muuttamisesta. 21.12.2010.
- VTT 2010. Eko- ja energiatehokkuus alueiden uudistamisessa. Osoitteessa [http://www.vtt.fi/files/news/2010/korjausrakentamisen\\_sem/nieminen\\_eko\\_energiatehokkuus\\_vtt2010.pdf](http://www.vtt.fi/files/news/2010/korjausrakentamisen_sem/nieminen_eko_energiatehokkuus_vtt2010.pdf) 12.4.2011.
- Ympäristöministeriö 2010. Julkisivujen ja parvekkeiden kestävyys muuttuvassa ilmastossa. Suomen ympäristö 17/2010.

**LIITTEET**

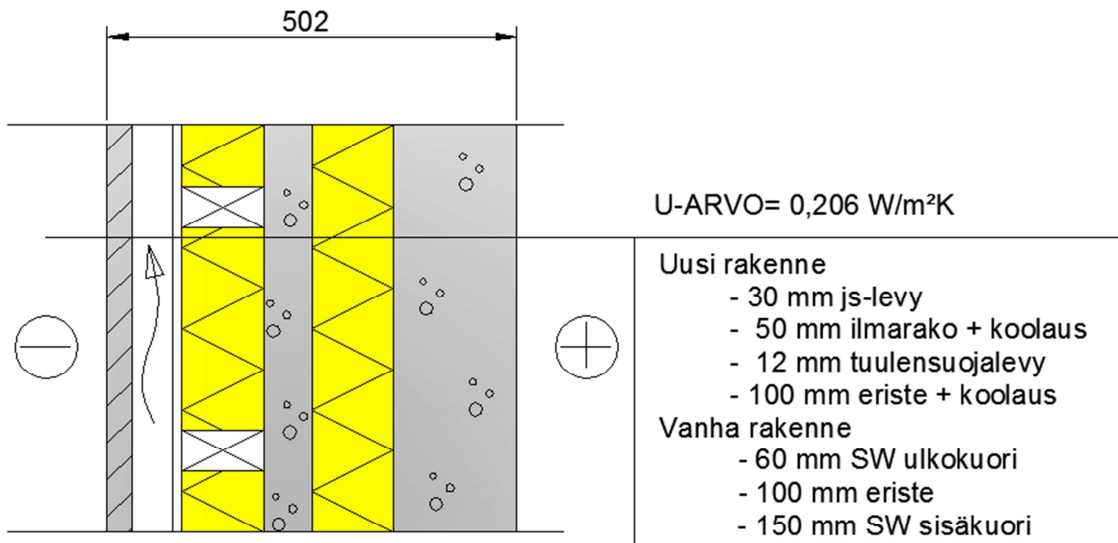
Rakennetyypitys	Liite 1 .
Rakennetyypitys	Liite 2.
Rakennetyypitys	Liite 3.
Rakennetyypitys	Liite 4.
Rakennetyypitys	Liite 5.
Doftech-rakennetyypitys	Liite 6.
Doftech-rakennetyypitys	Liite 7.
Doftech-rakennetyypitys	Liite 8.
Doftech-rakennetyypitys	Liite 9.
Doftech-rakennetyypitys	Liite 10.
Jatke Oy:n PTS-laskurilla tehty kustannuslaskelma	Liite 11.
Jatke Oy:n PTS-laskurilla tehty kustannuslaskelma	Liite 12.
Jatke Oy:n PTS-laskurilla tehty kustannuslaskelma	Liite 13.
Jatke Oy:n PTS-laskurilla tehty kustannuslaskelma	Liite 14.
Kimmoasaralomake As Oy Nuor-pohjola	Liite 15.
Kimmoasaralomake As Oy Sudentie	Liite 16.

Alkuperäinen sandwich-elementtityyppirakenne

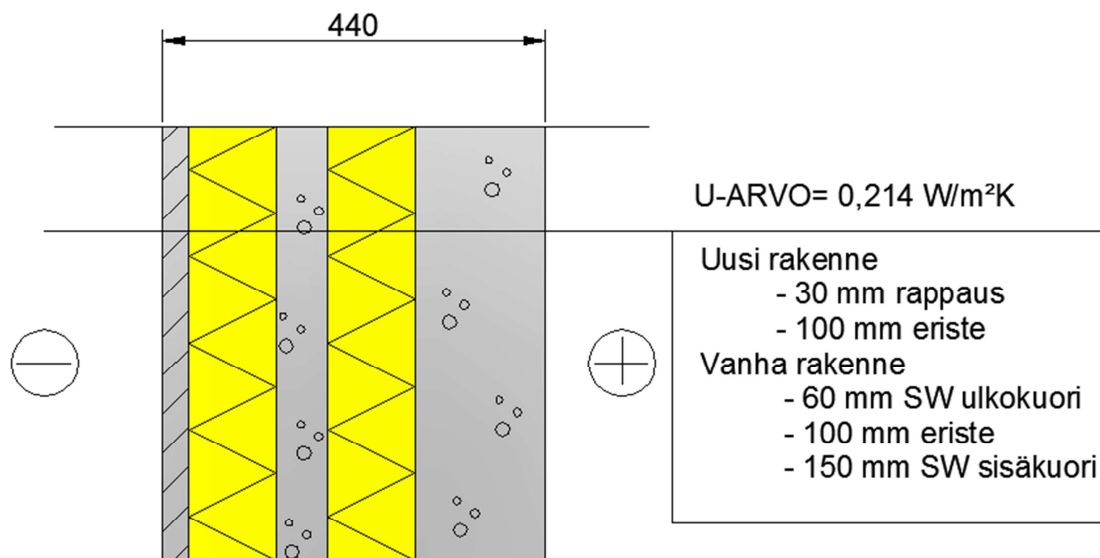




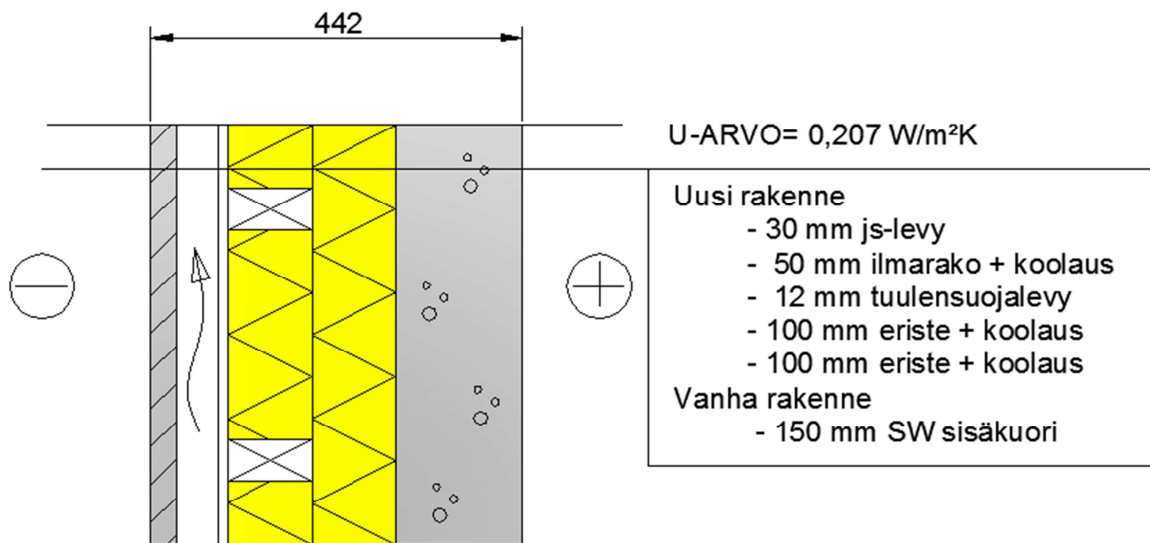
Alkuperäinen seinärakenne, lisäeristys ja tuulettuva julkisivu



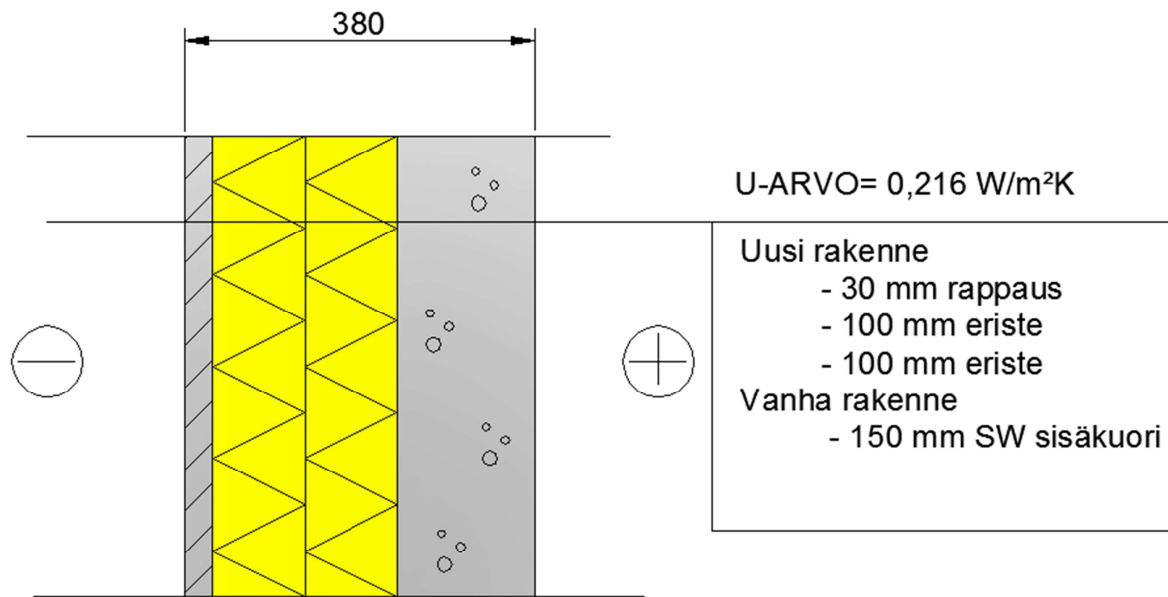
Alkuperäinen seinärakenne ja eristerappaus



Ulkokuori purettu, lisäeristys ja tuulettuva julkisivu



Ulkokuori purettu ja eristerappaus

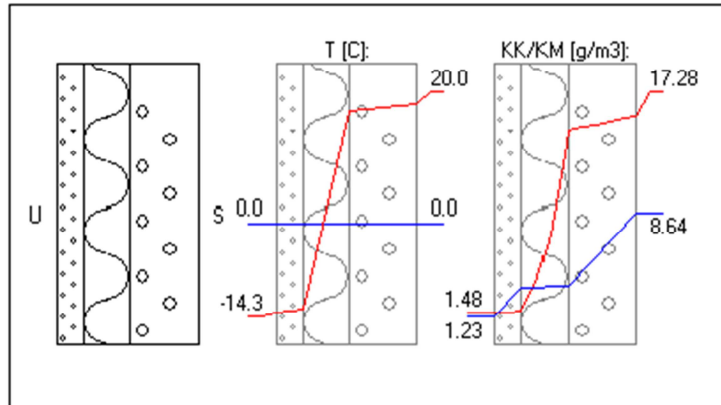


## Alkuperäinen tyypirakenne

**Rakenteen päätiedot:**

U-arvo: 0.405 W/m<sup>2</sup>K  
Paksuus: 310.000 mm  
Pinta-ala: 1.00 m<sup>2</sup>  
Paino: 507.00 kg  
Hinta: 0.00 euro

Vesihöyryn vastus: 9.987e+03 m<sup>2</sup>hPa/g  
Vesih. läpäisykerroin: 1.001e-04 g/m<sup>2</sup>hPa  
Lämmönvastus: 2.467 m<sup>2</sup>K/W  
Pintavastus, ulko: 0.040 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 Betoni	60.00	1.7000	6.000000e-12	0.00	2400.00
2 Mineraalivilla	100.00	0.0460	1.050000e-10	0.00	30.00
3 Betoni	150.00	1.7000	6.000000e-12	0.00	2400.00

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

**Lämpötilat ja kosteudet:**

Tammikuu (744.0 h)

Piste:	T [C]:	KK [g/m <sup>3</sup> ]:	KM [g/m <sup>3</sup> ]:	SK [%]:	C [g/m <sup>2</sup> ]:
U	-14.30	1.48	1.23	83.0	0.00
1	-13.74	1.56	1.23	78.7	0.00
2	-13.25	1.63	3.29	100.0	87.25
3	16.97	14.46	3.49	24.1	0.00
4	18.19	15.55	8.64	55.6	0.00
S	20.00	17.28	8.64	50.0	0.00

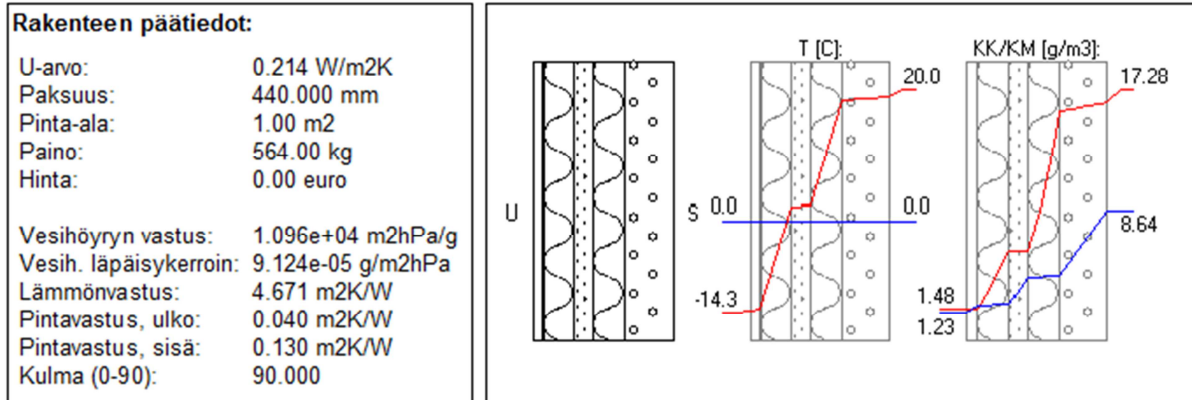
**Tiivistymisvaara! (SK\_max = 100.0 %)**

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

**Lisätiedot:**

Kosteutta tiivistyy loka-huhtikuun välisenä aikana.

## Alkuperäinen rakenne ja eristerappaus



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 Laasti (kalkkisement)	30.00	1.0000	1.175000e-11	0.00	1800.00	
2 Mineraalivilla	100.00	0.0460	1.050000e-10	0.00	30.00	
3 Betoni	60.00	1.7000	6.000000e-12	0.00	2400.00	
4 Mineraalivilla	100.00	0.0460	1.050000e-10	0.00	30.00	
5 Betoni	150.00	1.7000	6.000000e-12	0.00	2400.00	

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

Lämpötilat ja kosteudet:		Tammikuu (744.0 h)				
Piste:	T [C]:	KK [g/m <sup>3</sup> ]:	KM [g/m <sup>3</sup> ]:	SK [%]:	C [g/m <sup>2</sup> ]:	
U	-14.30	1.48	1.23	83.0	0.00	
1	-14.01	1.52	1.23	80.8	0.00	
2	-13.79	1.55	1.71	100.0	30.25	
3	2.18	5.65	1.89	33.3	0.00	
4	2.44	5.76	3.76	65.4	0.00	
5	18.40	15.74	3.94	25.0	0.00	
6	19.05	16.35	8.64	52.9	0.00	
S	20.00	17.28	8.64	50.0	0.00	

**Tiivistymisvaara! (SK\_max = 100.0 %)**

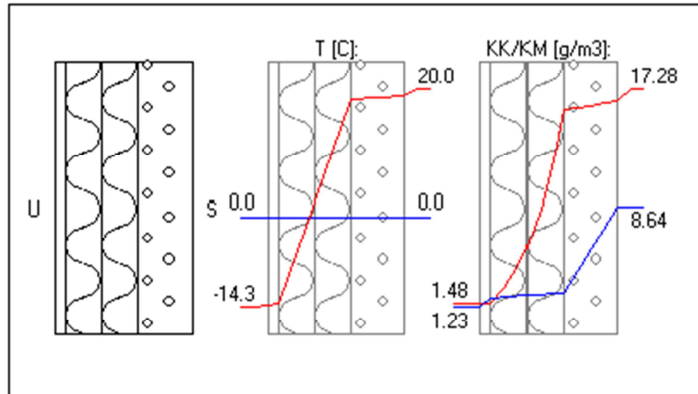
T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

Kosteutta tiivistyy vähäisesti joulu-helmikuun välisenä aikana.

## Alkuperäinen kuori korvattu eristerappauksella

**Rakenteen pää tiedot:**

U-arvo:	0.216 W/m <sup>2</sup> K
Paksuus:	380.000 mm
Pinta-ala:	1.00 m <sup>2</sup>
Paino:	420.00 kg
Hinta:	0.00 euro
Vesihöyryn vastus:	8.183e+03 m <sup>2</sup> hPa/g
Vesih. läpäisykerroin:	1.222e-04 g/m <sup>2</sup> hPa
Lämmönvastus:	4.636 m <sup>2</sup> K/W
Pintavastus, ulko:	0.040 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 Laasti (kalkkisement)	30.00	1.0000	1.175000e-11	0.00	1800.00
2 Mineraalivilla	100.00	0.0460	1.050000e-10	0.00	30.00
3 Mineraalivilla	100.00	0.0460	1.050000e-10	0.00	30.00
4 Betoni	150.00	1.7000	6.000000e-12	0.00	2400.00

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

**Lämpötilat ja kosteudet:**

Tammikuu (744.0 h)

Piste:	T [C]:	KK [g/m <sup>3</sup> ]:	KM [g/m <sup>3</sup> ]:	SK [%]:	C [g/m <sup>2</sup> ]:
U	-14.30	1.48	1.23	83.0	0.00
1	-14.00	1.52	1.23	80.8	0.00
2	-13.78	1.55	1.87	100.0	56.68
3	2.30	5.70	2.11	37.0	0.00
4	18.39	15.73	2.35	14.9	0.00
5	19.04	16.34	8.64	52.9	0.00
S	20.00	17.28	8.64	50.0	0.00

**Tiivistymisvaara! (SK\_max = 100.0 %)**

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

**Lisätiedot:**

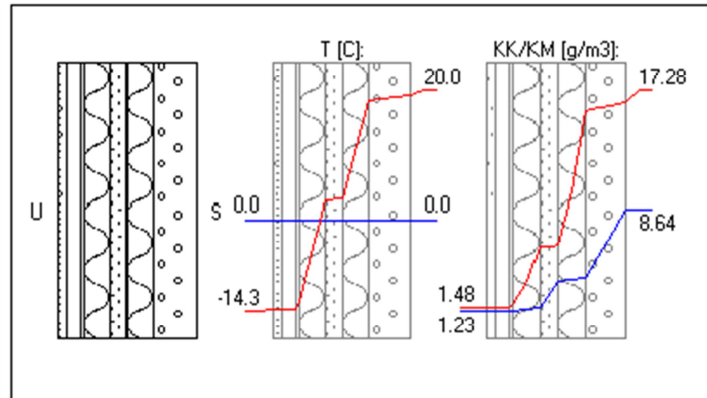
Kosteutta tiivistyy vähäisesti marras-helmikuun välisenä aikana.

## Alkuperäinen rakenne, lisäeristys ja tuulettuva rakenne

**Rakenteen pää tiedot:**

U-arvo: 0.206 W/m<sup>2</sup>K  
Paksuus: 502.000 mm  
Pinta-ala: 1.00 m<sup>2</sup>  
Paino: 586.20 kg  
Hinta: 0.00 euro

Vesihöyryn vastus: 1.036e+04 m<sup>2</sup>hPa/g  
Vesih. läpäisykerroin: 9.650e-05 g/m<sup>2</sup>hPa  
Lämmönvastus: 4.860 m<sup>2</sup>K/W  
Pintavastus, ulko: 0.040 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	Betoni	30.00	---	0.00	2400.00
2	Tuulettuva ilmarako	50.00	---	0.00	0.00
3	Puukuitulevy, huokoi	12.00	0.0550	3.000000e-11	350.00
4	Mineraalivilla	100.00	0.0460	1.050000e-10	30.00
5	Betoni	60.00	1.7000	6.000000e-12	2400.00
6	Mineraalivilla	100.00	0.0460	1.050000e-10	30.00
7	Betoni	150.00	1.7000	6.000000e-12	2400.00

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

**Lämpötilat ja kosteudet:**

Tammikuu (744.0 h)

Piste:	T [C]:	KK [g/m <sup>3</sup> ]:	KM [g/m <sup>3</sup> ]:	SK [%]:	C [g/m <sup>2</sup> ]:
U	-14.30	1.48	1.23	83.0	0.00
1	-14.02	1.52	1.23	80.9	0.00
2	-14.02	1.52	1.23	80.9	0.00
3	-14.02	1.52	1.23	80.9	0.00
4	-12.48	1.75	1.31	74.4	0.00
5	2.87	5.93	1.49	25.2	0.00
6	3.12	6.03	3.48	57.8	0.00
7	18.46	15.80	3.67	23.2	0.00
8	19.08	16.38	8.64	52.7	0.00
S	20.00	17.28	8.64	50.0	0.00

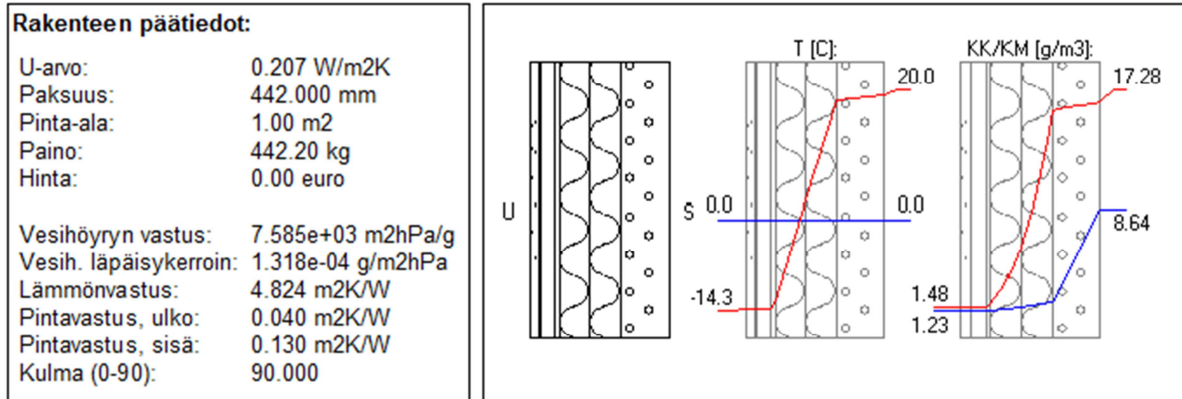
T=Lämpötila, KK=Kyllästymiskosteus, KM=Kosteusmäärä, SK=Suhteellinen kosteus

**Lisätiedot:**

Kosteutta ei tiivisty



## Alkuperäinen kuori purettu, lisäeristys ja tuulettuva julkisivu



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 Betoni	30.00	---	---	0.00	2400.00
2 Tuulettuva ilmarako	50.00	---	---	0.00	0.00
3 Puukuitulevy, huokoi	12.00	0.0550	3.000000e-11	0.00	350.00
4 Mineraalivilla	100.00	0.0460	1.050000e-10	0.00	30.00
5 Mineraalivilla	100.00	0.0460	1.050000e-10	0.00	30.00
6 Betoni	150.00	1.7000	6.000000e-12	0.00	2400.00

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

Lämpötilat ja kosteudet:		Tammikuu (744.0 h)			
Piste:	T [C]:	KK [g/m <sup>3</sup> ]:	KM [g/m <sup>3</sup> ]:	SK [%]:	C [g/m <sup>2</sup> ]:
U	-14.30	1.48	1.23	83.0	0.00
1	-14.02	1.52	1.23	80.8	0.00
2	-14.02	1.52	1.23	80.8	0.00
3	-14.02	1.52	1.23	80.8	0.00
4	-12.46	1.76	1.33	76.0	0.00
5	2.99	5.98	1.59	26.7	0.00
6	18.45	15.79	1.85	11.7	0.00
7	19.08	16.38	8.64	52.8	0.00
S	20.00	17.28	8.64	50.0	0.00

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

Lisätiedot:

Kosteutta ei tiivisty

# HANKEYHTEENVETO PTS

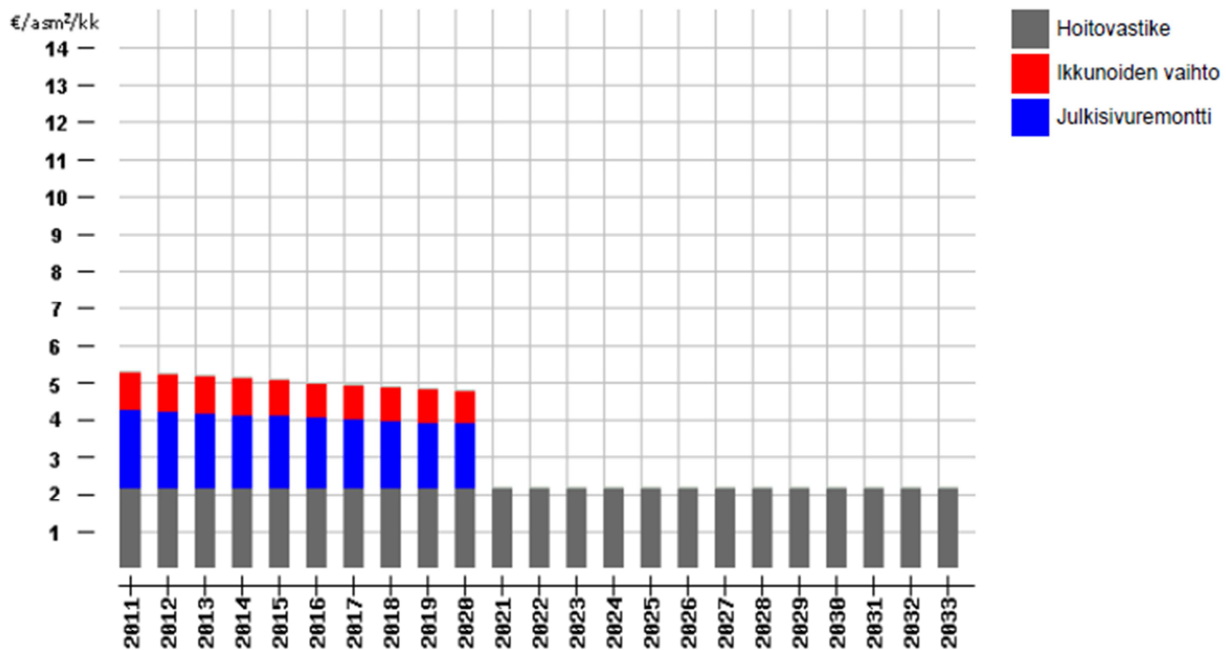
## ASUMISKUSTANNUKSET

### ESIMERKKILASKELMA OPINNÄYTETYÖ 2011

Asuntoneliöt: 3300 m<sup>2</sup>  
Parvekkeita: 50 kpl

Hoitovastike: 2,20 €/m<sup>2</sup>  
Rakentamisvuosi: 1976

Lainan kokonaiskorko: 2,40 %



### Suoritettavat remontit

PTS Suunnitelma	Aloitus	Kokonaiskustannus	Laina-aika	vastike eur/asm <sup>2</sup> /kk	eur/asm <sup>2</sup>
Ikkunoiden vaihto	2011	330 000 €	10 vuotta	1.03 €/m <sup>2</sup> /kk	100
Julkisivuremontti	2011	660 000 €	10 vuotta	2.07 €/m <sup>2</sup> /kk	200

Tulostuspäivämäärä ja laatija: 29.4.2011 Matti Molkoselkä

# HANKEYHTEENVETO PTS

## ASUMISKUSTANNUKSET

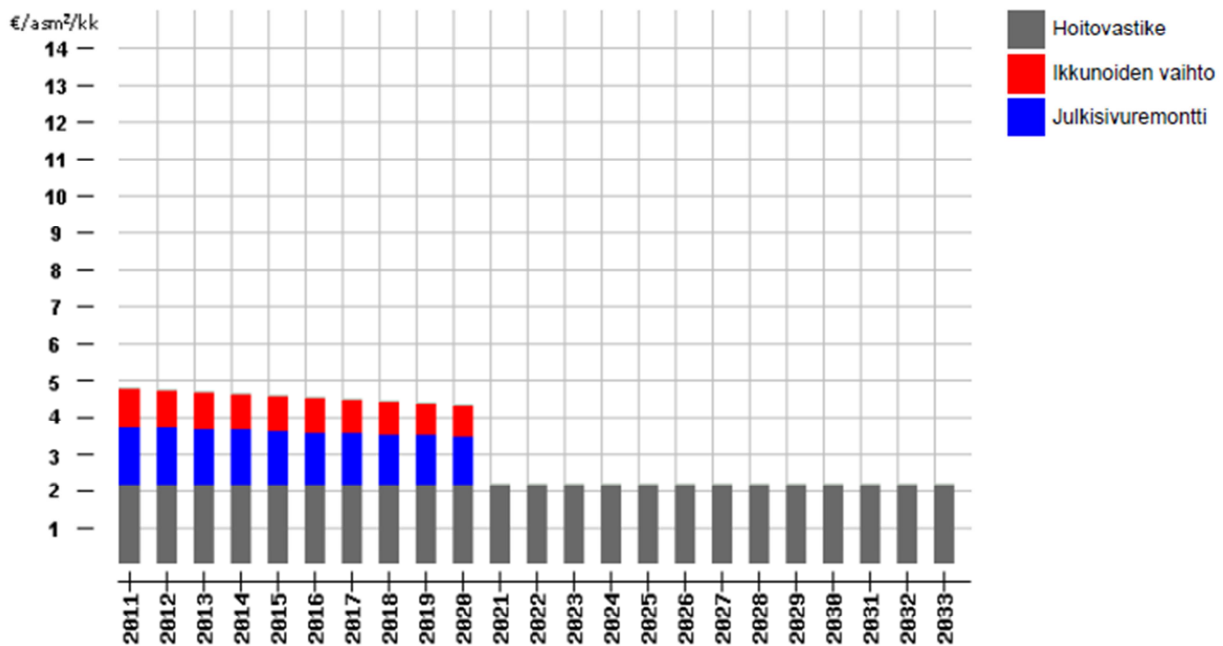
### ESIMERKKILASKELMA OPINNÄYTETYÖ 2011

Asuntoneliöt: 3300 m<sup>2</sup>Hoitovastike: 2,20 €/m<sup>2</sup>

Parvekkeita: 50 kpl

Rakentamisvuosi: 1972

Lainan kokonaiskorko: 2,40 %



### Suoritettavat remontit

PTS Suunnitelma	Aloitus	Kokonaiskustannus	Laina-aika	vastike eur/asm <sup>2</sup> /kk	eur/asm <sup>2</sup>
Ikkunoiden vaihto	2011	330 000 €	10 vuotta	1.03 €/m <sup>2</sup> /kk	100
Julkisivuremontti	2011	495 000 €	10 vuotta	1.55 €/m <sup>2</sup> /kk	150

Tulostuspäivämäärä ja laatija: 29.4.2011 Matti Molkoselkä

# HANKEYHTEENVETO PTS

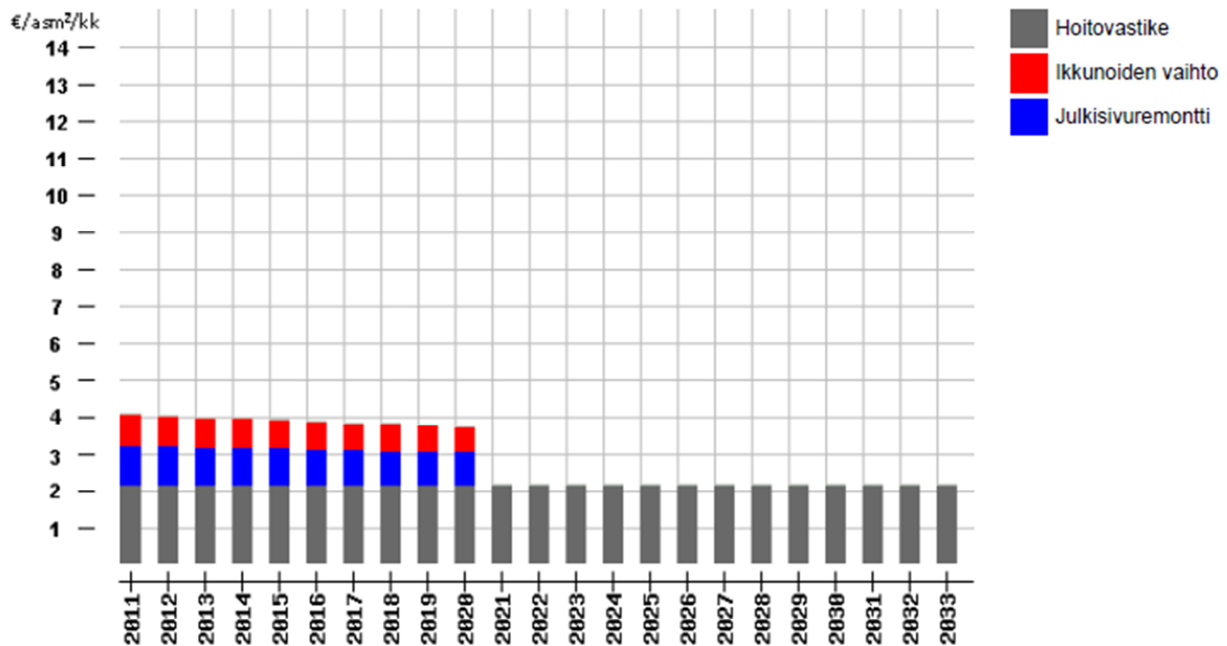
## ASUMISKUSTANNUKSET

### ESIMERKKILASKELMA OPINNÄYTETYÖ 2011

Asuntoneliöt: 3300 m<sup>2</sup>  
Parvekkeita: 50 kpl

Hoitovastike: 2,20 €/m<sup>2</sup>  
Rakentamisvuosi: 1976

Lainan kokonaiskorko: 2,40 %



### Suoritettavat remontit

PTS Suunnitelma	Aloitus	Kokonaiskustannus	Laina-aika	vastike eur/asm <sup>2</sup> /kk	eur/asm <sup>2</sup>
Ikkunoiden vaihto	2011	264 000 €	10 vuotta	0.83 €/m <sup>2</sup> /kk	80
Julkisivremonntti	2011	330 000 €	10 vuotta	1.03 €/m <sup>2</sup> /kk	100

Tulostuspäivämäärä ja laatija: 29.4.2011 Matti Molkoselkä

# HANKEYHTEENVETO PTS

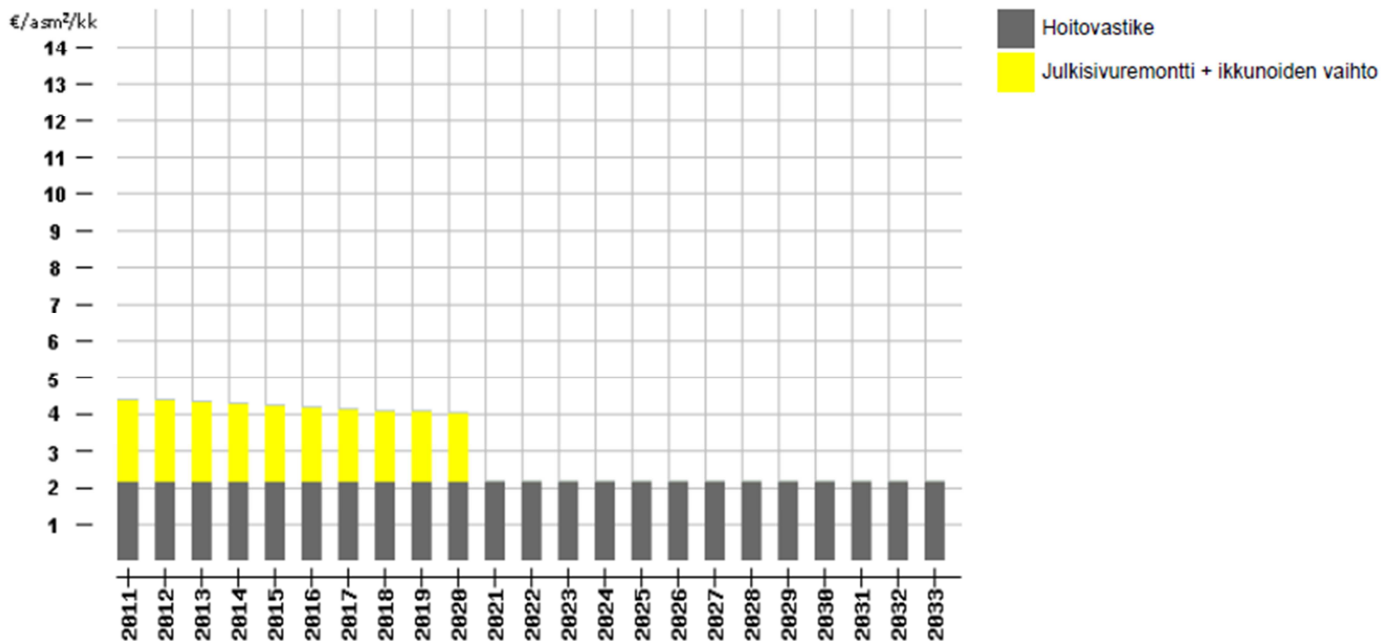
## ASUMISKUSTANNUKSET

### ESIMERKKILASKELMA OPINNÄYTETYÖ 2011

Asuntoneliöt: 3300 m<sup>2</sup>  
Parvekkeita: 50 kpl

Hoitovastike: 2,20 €/m<sup>2</sup>  
Rakentamisvuosi: 1972

Lainan kokonaiskorko: 2,40 %



### Suoritettavat remontit

PTS Suunnitelma	Aloitus	Kokonaiskustannus	Laina-aika	vastike eur/asm <sup>2</sup> /kk	eur/asm <sup>2</sup>
Julkisivuremontti + ikkunoiden vaihto	2011	701 250 €	10 vuotta	2.2 €/m <sup>2</sup> /kk	213

Tulostuspäivämäärä ja laatija: 29.4.2011 Matti Molkoselkä

## LIITE 15.

Kohteen nimi	As Oy Nuor-pohjola
Osoite	Pohjolankatu 18-20 A, 96100 Rovaniemi
Julkisivun suunta	Pohjoinen

Lomake nro. 1 / 2

Sateelta suojattu pinta		Sateelta suojattu pinta	
Sijainti	Tulos	Sijainti	Tulos
A-rapun sisäänkäynnin ka- toksen seinä. Koestus korkeudelta n. 1,4 m.	26		<del>30</del>
	26		30
	26		32
	26		32
	24		32
	26		28
	30		32
	26		28
	26		28
	30		30
	26		<del>36</del>
	<del>32</del>		28
KA	<b>26,8</b>	KA	<b>30</b>

30 Mpa/mm<sup>2</sup>34  
Mpa/mm<sup>2</sup>

Kohteen nimi	As Oy Nuor-pohjola
Osoite	Pohjolankatu 18-20 A, 96100 Rovaniemi
Julkisivun suunta	Itä

Lomake nro. 2/2

Saderasitettu pinta		Saderasitettu pinta	
Sijainti	Tulos	Sijainti	Tulos
Itä-julkisivun sokkeli. Koestus korkeudelta n. 0,6 m.	34		<del>21</del>
	29		26
	32		28
	32		<del>30</del>
	32		30
	<del>28</del>		28
	28		28
	32		28
	29		30
	32		30
	31		30
	31		28
KA	<b>30,8</b>	KA	<b>28,6</b>

35 Mpa/mm<sup>2</sup>

32  
Mpa/mm<sup>2</sup>

Saderasitettu pinta		Saderasitettu pinta	
Sijainti	Tulos	Sijainti	Tulos
	30		
	28		
	28		
	30		
	28		
	<del>32</del>		
	30		
	30		
	32		
	32		
	26		
	24		
KA	<b>29,4</b>	KA	

33 Mpa/mm<sup>2</sup>

## LIITE 16.

Kohteen nimi	As Oy Sudentie
Osoite	Sudentie 14, 96500 Rovaniemi
Julkisivun suunta	Itä

Lomake nro. 1 / 2

Sateelta suojattu pinta		Sateelta suojattu pinta	
Sijainti	Tulos	Sijainti	Tulos
A-rapun sisäänkäynnin katoksen seinä. Koestus korkeudelta n. 1,4 m.	28		26
	28		26
	26		24
	28		24
	24		26
	26		26
	28		30
	28		28
	28		28
	28		26
	24		26
	28		24
KA	<b>27,2</b>	KA	<b>26</b>

30 Mpa/mm<sup>2</sup>28 Mpa/mm<sup>2</sup>



Kohteen nimi	As Oy Sudentie
Osoite	Sudentie 14, 96500 Rovaniemi
Julkisivun suunta	Etelä

Lomake nro. 2/2

Saderasitettu pinta		Saderasitettu pinta	
Sijainti	Tulos	Sijainti	Tulos
Itä-julkisivun sokkeli. Koestus korkeudelta n. 1,4 m.	<del>18</del>		20
	22		20
	20		18
	22		<del>16</del>
	20		18
	<del>22</del>		18
	22		20
	22		22
	22		22
	22		<del>24</del>
	18		20
	20		20
KA	<b>21</b>	KA	<b>19,8</b>

21 Mpa/mm<sup>2</sup>

20 Mpa/mm<sup>2</sup>