



**SAVONIA**

Julkisivukorjausvaihtoehtojen  
vertailu  
teknisestä ja taloudellisesta  
näkökulmasta

Niina Ovaskainen

Opinnäytetyö

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma Rakennustekniikan koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Niina Ovaskainen	
Työn nimi Julkisivukorjausvaihtoehtojen vertailu teknisestä ja taloudellisesta näkökulmasta	
Päiväys	31.3.2014
Sivumäärä	51
Ohjaaja(t) lehtori Harry Dunkel, lehtori Pasi Haataja	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Talokeskus Yhtiöt Oy, Kuopio	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Tämä opinnäytetyö tehtiin Talokeskus Yhtiöt Oy:lle osana korjausrakentamisen hankesuunnitelmaa. Vuonna 1966 rakennettu asuinkerrostalo sijaitsee Kuopiossa. Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää kohteeseen sopivia julkisivukorjausvaihtoehtoja kuntoarvioinnin perusteella. Tavoitteena oli myös selvittää julkisivumateriaalien vaihtoehtoja eristeratkaisuineen energiatalouden parantamiseksi kustannusarvioineen sekä perehtyä teknisiin työtapoihin.</p> <p>Verhoiluvaihtoehtoja oli lisäeristerappaus, tuulettuva eristerappaus, tuulettuva profiilipellitys tai kasetointi ja tuulettuva lasikuituvahvisteinen komposiittilevy. Kaikilla vaihtoehdoilla saadaan julkisivu korjattua nykyhetken rakennusmääräyksien mukaisiksi ja esimerkiksi julkisivun teknistä käyttöikää saadaan jatkettua 40 - 50 vuotta olettaen, että kunnossapidosta huolehditaan julkisivuverhoilulle suunnitelluin huoltovälein. Myös rakennuksen lämmitysenergiankulutusta saadaan vähennettyä energiataloutta parantavilla korjauksilla. Ulkoseinämaterialien ja rakenteen rakennusfysiikallinen toimivuus tutkittiin Doflämpö-ohjelmaa käyttäen sekä energiataloudellisuutta laskettiin Juko 5 -ohjelmaa hyödyntäen. Kustannusarviot verhoiluvaihtoehdoille laskettiin Rakennustiedon käsikirjoja apuna käyttäen. Kustannusarvioita ei tässä opinnäytetyössä julkaista tarkemmin.</p> <p>Opinnäytetyön tuloksena saatiin valittua julkisivukorjausvaihtoehto, joka on vaihtoehto 1 lisälämmöneristerappaus. Perusteluina olivat helpot työmenetelmät, nopeampi toteutusaikataulu sekä edullisimmat elinkaari- ja materiaalikustannukset. Lämmönläpäisykerroin vaihtoehto 1:ssä oli muita korjausvaihtoehtoja hiukan suurempi, kuitenkin käytännössä erolla ei juuri ole merkitystä. Myös tuulettuvilla korjausvaihtoehdoilla päästään hyviin tuloksiin esimerkiksi lämmönläpäisykerroin puolittui alkuperäisestä. Toteutettavan julkisivukorjausvaihtoehdon päättävät kuitenkin asukkaat ja hallitus yhdessä.</p>	
Avainsanat Julkisivu, rakennusfysiikka, energia, materiaali, työtekniikka	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme In Construction Engineering			
Author(s) Niina Ovaskainen			
Title of Thesis Facade repair comparison from the technical and economic point of view			
Date	31 March 2014	Pages	51
Supervisor(s) Mr Harry Dunkel, Lecturer Mr Pasi Haataja, Lecturer			
Client Organisation /Partners Talokeskus Yhtiöt Oy, Kuopio			
<p>Abstract</p> <p>This thesis was commissioned by Talokeskus Yhtiöt Co as part of a renovation project planning. The apartment building was built in 1966 and it is located in Kuopio. The purpose of the thesis was to find out suitable façade repair options, on the basis of the building condition evaluation. The aim was also to figure out the façade material options in order to improve the layout of the energy options of the insulation, as well as to become familiar with the technical methods and cost.</p> <p>The upholstery options were insulating plaster, breathable insulation plaster, breathable capping or disc and breathable profile fiberglass-reinforced composite disc. With all the options a façade can be fixed based on current building regulations. For example, the technical lifetime of a façade can be extended to 40 - 50 years, assuming that the maintenance work is done based on the planned intervals. Also heating energy of the building can be reduced. The structure of the outside wall materials and structural physics functionality were examined using Dofheat-program and energy savings were calculated using the Juko-5 program. Cost estimates for the upholstery options were based on the construction information manuals. This thesis did not go into details about cost estimation.</p> <p>As a result of the thesis, option 1 insulating plaster was selected. The arguments in favour of this option were simple working procedures, a faster timetable for implementation and the lowest life-cycle and cost of the materials. Coefficient of thermal transmittance was higher in option 1 compared to other options but it plays no role in practice. Also, other options will give good results. For example, the coefficient of thermal transmittance was halved from the original value. However, inhabitants and the government will decide together the most feasible option.</p>			
Keywords Façade, structural physics, energy, material, technique			

## **ESIPUHE**

Haluan kiittää lähiperhettäni ja etenkin poikiani ja miestäni kärsivällisyydestä ja tuesta koko näiden neljän vuoden aikana. Kiitoksen sana kuuluu myös Talokeskus Yhtiölle tarjoamastaan lopputyön aiheesta, vinkeistä ja neuvoista. Ohjaajilleni Harry Dunkelille ja Pasi Haatajalle kiitos arvokkaista neuvoista opinnäytetyön aikana.

Kuopiossa 31.3.2014

Niina Ovaskainen

# SISÄLTÖ

## KÄSITTEET

1	JOHDANTO .....	8
2	ASUINKERROSTALON RAKENTAMISEN HISTORIAA .....	9
2.1	Asuinkerrostalon runkotyyppi ja rakenne .....	11
3	JULKISIVUJEN MERKITTÄVÄT VAURIONAIHEUTTAJAT .....	12
3.1	Kosteus rakenteen käyttöiän lyhentäjänä .....	13
3.1.1	Veden kapillaarinen siirtyminen .....	14
3.1.2	Diffuusio .....	15
3.1.3	Vesihöyryn konvektio .....	15
3.1.4	Kondensoituminen .....	15
3.2	Rakennus- ja/tai rakennekosteus .....	15
3.3	Betonialustan ja julkisivun halkeilu .....	16
3.4	Materiaalin pakkasrapautuminen .....	16
3.5	Auringon UV -säteily .....	16
3.6	Viistosade .....	17
3.7	Lika ja kolhut julkisivuissa .....	17
4	RAKENTEIDEN KUNTOARVIO, KUNTOTUTKIMUS JA PTS .....	18
4.1	Korjauspäätöksen teko taloyhtiössä .....	18
4.2	Korjaushankkeen organisointi .....	19
5	JULKISIVUJEN KORJAUSRAKENTAMINEN .....	20
5.1	Säilyttävä korjaus .....	20
5.2	Uusi julkisivupinta .....	20
5.3	Elinkaarikustannusten riippuvuudet .....	21
5.4	Elinkaarisuunnittelu .....	21
5.4.1	Rakennusten ja niiden osien suunnitteluajan ja -iän luokittelu .....	23
5.4.2	Julkisivujen käyttöikä ja kunnossapitojakso .....	23
6	ASUINKERROSTALON JULKISIVUN KÄYTTÖIKÄ .....	26
7	JULKISIVUJEN LISÄERISTÄMINEN .....	27
7.1	Rakennuksen lämmönkustannusten säästäminen .....	28
7.2	Lämmön siirtymismuodot .....	28
7.2.1	Lämmön johtuminen (konduktio) .....	29
7.2.2	Konvektio (virtaus) .....	30
7.2.3	Lämmön säteily (emissio) .....	30
7.2.4	Kylmäsilta .....	30
7.3	Lämmönjohtavuus $\lambda$ [W/mK] .....	30
7.4	Lämmönläpäisykerroin U [W/m <sup>2</sup> K] .....	31
8	KUNTOTUTKIMUSSELOSTE ASUINKERROSTALOSTA .....	32
8.1	Julkisivurakenteiden silmämääräinen tarkastelu eli kuntoarvio .....	32
8.2	Suosittelavat korjaustavat julkisivuille .....	35
9	JULKISIVUVERHOILUJEN VAIHTOEHDOT .....	36
9.1	Vaihtoehto 1. Julkisivun eristerappaus .....	37
9.2	Vaihtoehto 2. Julkisivun tuulettuva eristerappaus .....	37
9.3	Vaihtoehto 3. Julkisivun tuulettuva profiilipellitys tai kasetointi .....	37
9.4	Vaihtoehto 4. Julkisivujen tuulettuva lasikuituvahvisteinen komposiittilevy .....	37
10	ULKOSEINÄRAKENTEEN RAKENNUSFYSIKKAALINEN TOIMIVUUS .....	38
10.1	Alkuperäinen ulkoseinärakenne .....	38
10.2	Vaihtoehto 1. Julkisivun eristerappaus .....	39
10.3	Vaihtoehto 2. Julkisivun tuulettuva eristerappaus .....	40
10.4	Vaihtoehto 3. Julkisivun tuulettuva profiilipellitys tai kasetointi .....	41
10.5	Vaihtoehto 4. Julkisivun tuulettuva lasikuituvahvisteinen komposiittilevy .....	42
11	ULKOSEINÄRAKENTEIDEN ENERGIATALOUDELLISUUS .....	43
11.1	Lämpöhäviöt .....	43
11.2	Elinkaaritaloudellisuus .....	44

12 KORJAUSVAIHTOEHTOJEN TYÖMAATEKNIIKAT .....	47
12.1 Vanhan levyjulkisivun purkaminen .....	47
12.2 Eristäminen, rankarakenne ja levyjen kiinnitys .....	47
12.3 Käyttäjän huomioonottava korjaus .....	47
13 YHTEENVETO.....	48

LÄHTEET

## **KÄSITTEET**

### *Absorboida*

On materiaalin / aineen kyky imeä itseensä kosteutta / lämpöä.

### *Hankesuunnitelma*

Hankesuunnitelma on yksityiskohtainen selvitys korjaustyön tarvittavasta laajuudesta, laadusta ja käytössä olevista menetelmistä. Tarkoituksena on selvittää korjaustyön sisältö ja mahdolliset vaihtoehtoiset ratkaisut ja toteutustavat.

### *Kirjahyllyrunko*

Runkoon nähden poikittaiset seinät ja umpinaiset päädyt ovat kantavia. Muilla ulkoseinillä ei ole kantavaa tehtävää.

### *Kunnossapitojakso*

Kunnossapito on rakenteen, rakennusosan, järjestelmän tai laitteen korjaamista osittain uudella, täydentämällä, kunnostamalla tai pinnoittamalla.

### *Rasitusluokka*

Kuvaa ympäristön ja käytön aiheuttamia olosuhteita (1 = vaikea, 2 = normaali, 3 = kevyt).

### *RH*

Rakennustekniikassa ilman kosteudesta yleisimmin käytetty suure suhteellinen kosteus ilmoittaa absoluuttisen (todellisen) kosteuden (vesihöyrynpaineen) ja kyllästyskosteuden (kyllästyspaineen) välisen suhteen. Suhteellinen kosteus ilmoitetaan prosentteina.

### *Tekninen käyttöikä*

Tarkoittaa käyttöönoton jälkeistä aikaa, jona rakenteen, rakennusosan, järjestelmän tai laitteen tekniset toimivuusvaatimukset täyttyvät.

## **1 JOHDANTO**

Opinnäytetyö on tehty Talokeskus Yhtiöt Oy:lle osana korjausrakentamisen hankesuunnitelmaa, työn alueena ovat asuinkerrostalon julkisivut. Kuopiolaiseen vuonna 1966 rakennettuun 6 kerroksiseen asuinkerrostaloon oli teetetty kuntoarvio kolmelle julkisivulle vuonna 2011. Tutkimuksen mukaan rakennuksen julkisivuilla oli teknistä käyttöikää jäljellä 10 - 15 vuotta.






Opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää kohteeseen sopivia julkisivu korjausvaihtoehtoja nykyisten rakennusmääräysten mukaisilla rakennusmateriaaleilla. Tavoitteena on perehtyä julkisivumateriaalien vaihtoehtoihin eristeratkaisuineen energiatalouden parantamiseksi kustannusarvioineen sekä tutustua teknisiin työtapoihin. Tutkittavat verhoiluvaihtoehdot ovat lisäeristerappaus, tuulettuva eristerappaus, tuulettuva profiilipellitys tai kasetointi ja tuulettuva lasikuituvahvisteinen komposiittilevy.

Työssä tarkastellaan julkisivun lisäeristämisen tuomia etuja Doflämpö-ohjelmaa apuna käyttäen ja selvitetään ulkoseinärakenteen rakennusfysikaalista toimintaa. Materiaali- ja työkustannukset lasketaan Rakennustiedon käsikirjoista saamalla hinta-arvioilla, jonka perusteella saadaan laskettua ulkoseinärakenteen elinkaarikustannukset Juko 5 -ohjelmalla. Materiaali- ja työkustannuksia ei eritellä lopputyössä. Työstä tehdään Talokeskus Yhtiöt Oy:lle hankesuunnitelmaan julkisivuista oma osionsa.



## 2 ASUINKERROSTALON RAKENTAMISEN HISTORIAA

1960- ja 1970-lukujen kerrostalolähiöt syntyivät osana suomalaisen yhteiskunnan suurta rakennemuutosta. Väestön muutto maaseudulta keskuksiin edellytti kiivasta rakentamista. 1960-luvun alkaessa kerrostalojen runkotyyppikirjo oli suuri, katso Kuva 1. Tunnettiin ja tiedettiin, että oltiin uuden rakentamisen ajan kynnyksellä. 1940- ja 1950-lukuja voidaan rakentamisessa pitää murroksen aikakautena, jolloin luovuttiin perinteisistä rakentamistavoista ja haettiin uutta oppia elementtirakentamiseen aina ulkomailta asti. 1960-lukua ja 1970-luvun alkua voidaan niin ikään pitää toisena muutoksen jaksona, jolloin vanhasta totutusta oli laajasti luovuttu. Siirtyminen kokonaan paikallatehdystä, sisältä ja ulkoa rapatusta talosta elementtirakentamiseen johtui pääasiassa rakentamiskustannusten pienentämisestä. Ratkaisuja leimasi asuntotuotannon suuret määrälliset tavoitteet. Vuosien 1960 - 1975 ajanjakso suomalaisessa kerrostalorakentamisessa voidaan nimittää Suomen uudelleenrakentamisen ajaksi. (Mäkiö 1994, 14, 28 - 29, 31.)





Runkotyyppi		Kantava pystyrakenne ulkoseinissä	Kantava pystyrakenne talon keskellä
<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)betonipilari	
<p><b>Betonipilarirunko</b></p> 	(teräs)betonipilari	(teräs)betonipilari	
<p><b>Betoniseinärunko</b></p> 	(teräs)betoniseinä	(teräs)betoniseinä	
<p><b>Kirjahyllyrunko</b></p> 	(teräs)betoniseinä Vain talon päädyt ovat kantavia	(teräs)betoniseinä	

Kuva 1. Asuinkerrostalojen runkotyyppit (Neuvonen, Petri 2006, 9)

1960-luvulla tiili joutui väistymään kantavista rakenteista betonin tieltä. Yleisimmäksi runko-tyypiksi tuli kirjahyllyrunko, jonka kantavana pystyrakenteena olivat betoniseinät, katso Kuva 2. Runkotyyppi esiintyi lamellitaloissa, joissa runkoon nähden poikittaiset seinät ja umpinaiset päädyt ovat kantavia. Muilla ulkoseinillä ei ole kantavaa tehtävää.

Kirjahyllyrunko (paikallatehty)

1960-luvun puoleen väliin saakka kirjahyllyrunko toteutettiin usein pääosin paikalla rakentaen. Kantavat väliseinät ja välipohjat valettiin paikalla, minkä vuoksi kantavia väliseiniä oli tiheässä. (Neuvonen, Petri 2006, 9.)

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

Kuva 2. Kirjahyllyrunko muunnelmat (Neuvonen, Petri 2006, 9)

## 2.1 Asuinkerrostalon runkotyyppi ja rakenne

Opinnäytetyössä tutkittavana oleva kerrostalon runko noudattaa ns. kirjahyllyrunkoa. Pitkien sivujen ulkoseinillä ei ole kantavaa tehtävää, kun taas päätyjen pystyseinärakenteet ovat kantavaa teräsbetonia. Alkuperäisten suunnitelmien mukaan ei-kantavien ulkoseinien rakenteena on seinän ulkopinnasta sisälle päin: osittain sileärappaus, 1/2 kiven muuraus, 75 mm mineraalivillaa ja 1/4 kiven muuraus rapattuna. Osa julkisivusta on verhottu kuparilevyllä. Rakennuksen kantavina pystyrakenteina ovat paikallavaletut teräsbetoniset päätyseinät, pilarit ja huoneistojen väliset seinät. Myös eteläpäätyseinissä on ulkopinnassa sileärappaus, 1/2 kiven muuraus ja 75 mm mineraalivilla. Kantavina vaakarakenteina ovat paikallavaletut teräsbetoniset välipohjat ja yläpohjalaatat. Asuinkerrostalon kuva julkisivusta kadulle päin, katso Kuva 3 Kuva 3. Julkisivut on verhoiltu myöhemmin (1976) teräsprofiilipellillä. Sokkelipinta on kadun puolella pesu- betonipintainen ja sisäpihalla maalattu betonipinta.



Kuva 3. Julkisivukuva kadulle (Suomen Talokeskus 7.5.2013)

### 3 JULKISIVUJEN MERKITTÄVÄT VAURIONAIHEUTTAJAT

Julkisivurakenteiden vaurioituminen voi olla joko teknistä, esimerkiksi betonin pakkasrapautumista, puuosien lahoamista ja ikkunoiden tiiviiden huononemista tai ulkonäöllistä vaurioitumista, kuten julkisivupinnan likaantumista. Pitkän käyttöiän edellytyksenä on aina säännöllinen ja oikein mitoitettu kunnossapito. Ongelmia syntyy aina, kun korjaustarve ilmenee ennen käyttöiän päättymistä.

Rakenteiden ennenaikaisen vaurioitumisen syitä voi olla useita, kuten esimerkiksi

- materiaalien ikääntyminen ja ominaisuuksien heikkeneminen
- tiettyyn rasitusolosuhteeseen soveltumattomien tuotteiden käyttäminen
- väärät rakenneratkaisut ja niistä johtuvat rasitustason nousu
- kunnossapidon puutteet.

Julkisivurakenteiden vaurioitumisen syynä on usein korkea kosteusrasitus. Siksi rakenteiden suunnittelussa, kunnossapidossa sekä korjaamisessa tulee pyrkiä aina alentamaan kosteusrasitusta mahdollisimman tehokkaasti. (juko.fi.)

Rakenteiden ikääntyessä vaurioituminen voi johtua myös ilmaston aiheuttamasta säärasituksesta, joka saa aikaan materiaalien ominaisuuksien heikkenemistä eli turmeltumista. Merkittävimmät julkisivu- ja parvekerakenteisiin korjaustarvetta aiheuttavat vauriomekanismit ovat raudoitteiden korroosio, huokoisten materiaalien pakkasrapautuminen sekä erilaisten orgaanisten aineiden mikrobivaurioituminen. Alla on listattu ulkoisia vaurion aiheuttajia (Sandberg, Kimmo ja Koponen Keijo 2000, 58, 68.):

#### **Ilmansaasteet**

Pinnoitteiden kemiallisen kestävyuden kannalta vaarallimmat yhdisteet ovat ilman rikki- ja typpiyhdisteet kaupunkiolosuhteissa vilkkaasti liikennöidyillä alueilla. Rikkihappo syövyttää terästä, mutta vaurioittaa myös kalkkipitoisia pinnoitteita. (Sandberg, Kimmo ja Koponen Keijo 2000, 58, 68.)

#### **Likaantuvuus**

Maalipintojen likaantumistaipumukset vaihtelevat. Likaantuminen on usein pääasiallisesti esteettinen haitta mutta myös tekninen haitta. Maalattu seinä tulee voida puhdistaa siten, ettei pinnoitealustayhdistelmä vaurioidu ja kulu liikaa tai turmellu. Karkeat pinnat likaantuvat herkemmin, mutta tasaisemmin kuin sileät pinnat. Sileisiin pintoihin jää näkyvät valumajäljet. Saumat ja rappauksen paikkausjäljet erottuvat ympäristöstään likaantuessaan. (Lahdensivu, Jukka 2010, 19, S Sandberg, Kimmo ja Koponen Keijo 2000, 58, 69 - 70.)

## **Mekaaniset rasitukset**

Pinnoitteen tulee kestää tuulen, sateen ja rakeiden kulutusvaikutuksia sekä kohtuullisessa määrin seinään osuvia iskuja ja kolhuja. Iskunkestävyydellä on merkitystä eniten julkisivujen alaosassa, kulutuskestävyydellä puolestaan korkeiden talojen yläosissa ja nurkissa. (Lahdensivu, Jukka 2010, 19, S Sandberg, Kimmo ja Koponen Keijo 2000, 58, 69 - 70.)

## **Säärasitukset**

Ilmastollisia tekijöitä ovat sade, tuuli, veden jäätyminen, jään sulaminen sekä auringon UV-säteily. Kaikki nämä vanhentavat materiaaleja, kuten maalipintoja sekä elastisia saumauksia, jolloin niiden toiminta ja alustaa suojaavat ominaisuudet heikkenevät. (Lahdensivu, Jukka 2010, 19, S Sandberg, Kimmo ja Koponen Keijo 2000, 58, 69 - 70.)

Pinnoitteen tehtävänä on antaa julkisivulle suunniteltu ulkonäkö ja suojata alustaa ulkoisilta rasituksilta. Julkisivun pinnoittaminen ei saa aiheuttaa alustan rasitustason lisääntymistä. Pinnoitteen tulisi olla sellainen, että vesihöyry pääsee haihtumaan rakenteesta ulos, mutta hiilidioksidi, vesi ja suolat eivät pääse tunkeutumaan pinnoitteen alle. (Soininen, Raimo 2001, 48.)

### **3.1 Kosteus rakenteen käyttöiän lyhentäjänä**

Huokoisissa materiaaleissa kosteus sitoutuu ja liikkuu materiaalin huokoskoon ja huokosrakenteen mukaan. Kosteus voi siirtyä materiaalissa samanaikaisesti useilla tavoilla. Se voi liikkua vetenä ja/tai vesihöyryinä riippuen materiaalin huokosissa olevasta vesimäärästä. Jos vettä on niin paljon, että se muodostaa yhtenäisen verkon, silloin kosteus liikkuu kapillaarisesti vetenä huokosesta toiseen. Kosteuden siirtyminen voi tapahtua myös diffuusion avulla niin kauan kuin huokostila ei ole veden kyllästämä.

Rakenteen sisäistä rasitustasoa voidaan rajoittaa myös erilaisilla suojauksilla kuten veden-, kosteuden- ja lämmöneristyksellä. Ulkoseinärakenteessa oleva kosteus voi aiheuttaa esimerkiksi rakenteessa olevan pinnoitteen sideaineen vaurioitumisen ja pinnan irtoamisen. Kosteus voi myös vaikuttaa haitallisesti rakennustarvikkeiden lujuteen ja lämmöneristeiden lämmöneristyskykyyn.

Liika kosteus suosii sienikasvustoja, hometta ja muita mikro-organismeja. Lisäksi kosteus saattaa aiheuttaa rakennusmateriaaleissa olevien erilaisten yhdisteiden ja suolojen haitallista erittymistä ja kulkeutumista. Esimerkiksi betonirakenteissa ja muuratuissa rakenteissa kosteuden kulkeutuminen voi aikaansaada suolojen kertymistä kuiville pinnoille sekä lisäksi aiheuttaa lämmöneristeiden painumista ja paakkuuntumista. (Sandberg, Kimmo ym. 2000, 60, Pentti, Matti ja Hyypöläinen, Tarja 1999, 47 - 50.)

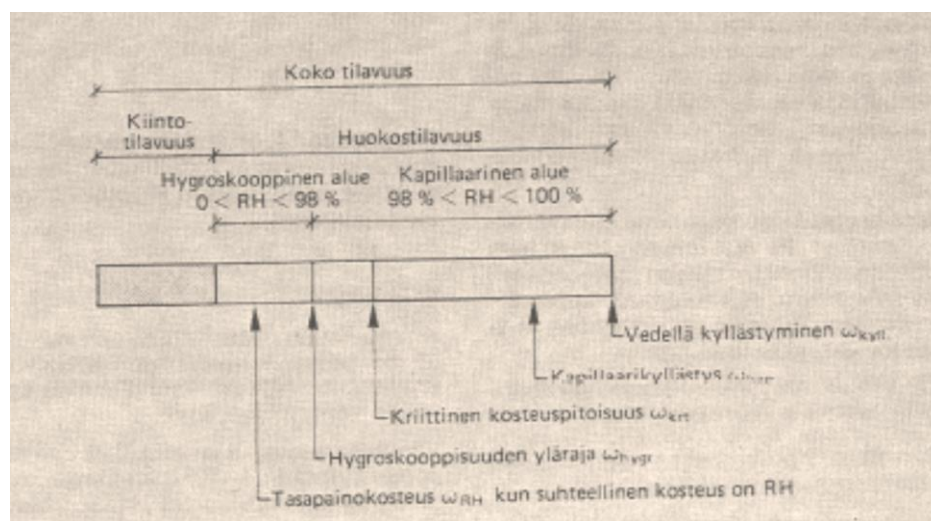
### 3.1.1 Veden kapillaarinen siirtyminen

Kapillaarisuudella ilmaistaan rakennusaineiden ja maaperän kykyä imeä ja siirtää vettä itseensä näiden ollessa kosketuksissa veden kanssa, kuten esimerkiksi sade – julkisivut, pohjavesi – maaperä sekä sulamis- ja valumavedet – perusmuurit, kellarin seinät ovat tällaisia vesiä.

Kosteus voi liikkua rakenteessa myös samanaikaisesti vesihöyrynä että nesteinä. Jonkin rakennusaineen kostumista täysin kuivasta aivan märäksi voidaan esittää seuraavilla vaiheilla, katso Kuva 4.

- Hygroskooppisuuden  $[W_{hygr}]$  yläraja tavoitetaan, kun rakennusainetta säilytetään ilmassa, jonka RH on n. 100 % (käytännössä on vaikea ylittää arvoa 98 %).
- Kun rakennusaineen kosteuspitoisuus  $[W]$  ylittää kriittisen kosteuspitoisuuden  $[W_{krt}]$ , materiaalissa on sen verran vettä, että kosteuden siirtyminen tapahtuu nesteinä. Kun  $[W] < [W_{krt}]$ , siirtyminen tapahtuu kaasuna. Useimmilla rakennusaineilla on  $[W_{krt}]$  huomattavasti suurempi kuin  $[W_{hygr}]$ .
- Kapillaarikyllästyminen  $[W_{kap}]$  täyttyy, kun jokin rakennusaine saa olla riittävän kauan kosketuksissa veden kanssa.  $[W_{kap}] < [W_{kyl}]$ , josta seuraa vedellä täysin kyllästetty materiaali.
- Jotta saavutetaan vedellä kyllästyminen  $[W_{kyl}]$ , pitää ilma saada pois materiaalin kaikista huokosista.

Huokoiset materiaalit kuten esimerkiksi puu, tiili ja harkko kuljettavat vettä huokosissaan ja niillä kullakin on erilainen kyky imeä ja siirtää vettä.



Kuva 4. Kosteus huokoisissa aineissa (Björkholtz, Dick 1997, 53)

Käytännön rakentamisessa kosteuden siirtyminen huokoiseen aineeseen yleensä estetään kapillaarisen siirtymisen katkaisevalla kerroksella, joka voi olla esimerkiksi muovikalvo, bitumisively tai -kermi ja pesty sepeli. (Sandberg, Kimmo ym. 2000, 60, Siikanen, Unto 1996, 52 - 54, Pentti, Matti ym. 1999, 29, Björkholtz, Dick 1997, 53.)

### **3.1.2 Diffuusio**

Rakennetekniikassa diffuusiolla kuvataan tavallisesti kosteuden liikkumista vesihöyrynä rakenteen läpi. Lähes kaikki materiaalit läpäisevät tietyn määrän vesihöyryä. Yleisimmin diffuusion suuntaan vaikuttava tekijä on tilojen välillä vallitseva ilman kosteusero. Kosteus pyrkii diffuntoitumaan erottavan rakenteen läpi tilaan, jonka ilman vesihöyryyn osapaine (absoluuttinen kosteus) on pienempi. Tästä johtuen saattaa diffuusion suunta olla joskus kylmemmästä lämpimään päin, jos kylmemmän tilan kosteuspitoisuus on suurempi kuin lämpimän. (Siikanen, Unto 1996, 56.)

### **3.1.3 Vesihöyryyn konvektio**

Vesihöyryyn konvektiolla tarkoitetaan ilmavirtausten mukana tapahtuvaa vesihöyryyn siirtymistä. Ilmavirtaukset aiheutuvat ilmanpaine-eroista, jotka pyrkivät tasoittumaan rakenteen eri puolilla. Kosteutta mukanaan kuljettavaa konvektiovirtausta saattaa esiintyä seinän sisäisenä eli ilman tiheuseroista johtuvana ns. luonnollisena konvektiona tai rakenteessa olevien reikien tai rakojen kautta ilmanpaine-erojen vaikutuksesta tapahtuvana pakotettuna konvektiona. Paineeroa aiheuttavat mm. tuuli, lämpötilaerot, ilmanvaihtolaitteet ja puhaltimet. (Siikanen, Unto 1996, 56.)

### **3.1.4 Kondensoituminen**

Kondensoituminen tarkoittaa ilmiötä, jossa vesihöyry tiivistyy vedeksi tai jääksi. Tiivistyminen voi tapahtua joko rakenteen pinnassa tai sen sisällä, kun ilman suhteellinen kosteus (RH) on 100 %. Rakenteissa vesihöyry tiivistyy aina ympäröivää ilmaa kylmemmälle ja kovemmalle pinnalle jos vesihöyryyn kyllästymiskosteus eli kastepiste ylittyy. Yleisimmin tiivistynyttä kosteutta aiheuttavat mm. lämpimään huonetilaan rajautuva kylmän rakenteen sisäpinta, esimerkiksi kylmä ikkunalasi, kylmäsiilat, höyrynsulun puutteellisuus tai virheellinen sijainti, rakenteen höyrysulussa olevat reiät, jotka mahdollistavat konvektiovirtauksen sisältä ulospäin. Rakenteen ulompiin osiin tiivistyy aina talvisin jonkin verran kosteutta, joka lämpimänä vuodenaikana kulkeutuu ulkoilmaan, mikäli ulkopintaa ei ole tehty liian tiiviiksi. (Siikanen, Unto 1996, 57, Kajava, Reino 2011, 245.)

## **3.2 Rakennus- ja/tai rakennekosteus**

Rakennuksissa ja rakenteissa esiintyvä kosteus voi olla näkyvää vettä, näkymätöntä vesihöyryä tai rakenteisiin sitoutunutta rakennekosteutta. Rakenteen kuivumismekanismiin vaikuttavat rakenteen kosteudenjakauma ja huokosverkko. Materiaalin ollessa märkä joko rakennus- tai rakennekosteudesta mutta pintakuiva, on kuivuminen hidasta, koska kosteus siirtyy pääasiassa vesihöyryinä pinnan läpi. Jos taas vesi on kerääntynyt pintaan, kuivuminen on huomattavasti nopeampaa. Seinärakenteen kuivumiskykyä voidaan olennaisesti parantaa lisäämällä varsinaisen tuulensuojakerroksen ulkopuolelle vesihöyryyn diffuusiota hyvin läpäisevä lämmöneristyskerros. (Sandberg, Kimmo ym. 2000, 63, Dunkel, Harry 2011, 32.)

### **3.3 Betonialustan ja julkisivun halkeilu**

Rakenteen sisäisten jännitysten ylittäessä betonialustan vetolujuuden alusta halkeaa. Halkeamat vaikuttavat aina huonontavasti betonirakenteen säilyvyyteen, koska ne lisäävät betonin läpäisevyyttä. Tällöin betonin raudoitusta sekä fysikaalisesti että kemiallisesti suojaava vaikutus heikkenee. Julkisivuun voi syntyä halkeamia lähinnä betonin kutistumisesta, pakkasrasituksesta ja raudoitteiden korroosiosta johtuen. Lisäksi halkeamia voivat aiheuttaa ympäristön suuret ja nopeat lämpötilamuutokset sekä lämpötilaerot rakenteen poikkileikkauksessa. Myös julkisivupinnoitteen alle kerääntyneet suolat voivat kiteytyessään rikkoa betonin pintakerrosta. (Lahdensivu, Jukka 2010, 21, Sandberg, Kimmo ym. 2000, 63 - 64.)

### **3.4 Materiaalin pakkasrapautuminen**

Materiaalin pakkasenkestävyyteen rakenteessa vaikuttavat materiaalin huokoisuus, lujuus ja muodonmuutoskyky sekä olosuhteet, joissa materiaali on. Sade ja muu kosteus kuten esimerkiksi kapillaarinen kosteus kastelevat huokoisen rakennusmateriaalin. Toistuva huokoisten materiaalien kastuminen ja sen jälkeen jäätyminen saattavat johtaa pakkasrapautumiseen. Vesi laajenee jäätyessään noin 9 tilavuusprosenttia. Jos materiaalissa ei ole riittävästi ilmatäytteistä vapaata huokostilaa, johon huokosissa jäätyvä vesi pääsee laajenemaan, voi jäätyvä vesi hydraulisella paineella murtaa ympäröivän rakenteen. Kosteusominaisuuksiltaan kovinkin erilaiset materiaalit voivat pakkasvaurioitua herkemmin kahden materiaalin rajapinnassa. (Lahdensivu, Jukka 2010, 21, Sandberg, Kimmo ym. 2000, 63 - 64.)

### **3.5 Auringon UV -säteily**

Aurinko tuottaa näkyvää valoa että näkymätöntä lämpö- ja UV -säteilyä. Näillä kaikilla säteilymuodoilla on suuri merkitys rakennusten toimintaan. Säteilyolot vaihtelevat vuodenaikojen ja pilvisyyden mukaan. Auringonsäteily koostuu näkyvistä valonsäteistä, infrapunaisista lämpösäteistä ja ultraviolettisäteistä. Auringon säteen vaikutus vastaanottavaan pintaan ja sen lämpötilaan riippuu säteilyn määrästä, pinnan väristä sekä laadusta, lämpökapasiteetista, lämmönjohtavuudesta ja ilmavirran nopeudesta. Auringon UV-säteily on yleensä haitallista kohdistuessaan rakennusmateriaaleihin ja rakenteiden pintakäsittelyyn. Säteily aiheuttaa kemiallisia reaktioita, kuten puun pintarakenteen eroosiota ja värin muutoksia, vanhenemista tai haurastumista muissa säteilyn kohteeksi joutuviissa materiaaleissa.

Materiaalit absorboivat auringon termistä säteilyä, jolloin materiaalin lämpötila nousee pinnan väristä ja materiaalista riippuen jopa noin 50 - 70 °C. Kun pinnoitteeksi valitaan vaaleita värisävyjä, eivät julkisivujen pintalämpötilat kohoa yleensä korkeammaksi kuin noin 35 - 45 °C. Tällöin kemialliset vanhenemisilmiöt tapahtuvat hitaammin ja julkisivupintojen lämpöliikkeet jäävät pienemmiksi kuin tummia värisävyjä käytettäessä. (Siikanen, Unto 1996, 23 - 24, Sandberg, Kimmo ym. 2000, 67.)



### **3.6 Viistosade**

Viistosaderasituksen määrä vaihtelee eri julkisivuille mm. valitsevien tuulensuuntien, pisarakoon, pisanan putoamisnopeuden sekä tuulennopeuden mukaan. Voimakas tuuli lisää veden painetta ja voi nostaa vettä julkisivupinnalla ylöspäin. Julkisivuille tulevan sateen määrä on karkeasti noin puolet maahan vaakapinnalle tulleen sateen määrästä. Vetenä tai räntänä tulevan sateen suunta voi olla erittäinkin poikkeava verrattuna paikkakunnan kaikkiin esiintyviin tuulensuuntiin. Etelän ja lännen suunnalta sataa yleensä vettä ja räntää, kun taas pohjoisesta tulevat sateet ovat lunta. Eniten saderasitusta saavat korkeiden rakennusten nurkat ja yläosat, joten vaurioituminen näissä kohdissa on yleensä nopeinta. Viistosateen aiheuttamia vaurioita voidaan ehkäistä mm. rakenneyksityiskohtien oikealla suunnittelulla, liikuntasaumojen tiiviydellä, oikeilla pinnoitevalinnoilla ja räystäiden pidentämisellä. (Soininen, Raimo 2001, 61, Lahdensivu, Jukka 2010, 14 - 15, Sandberg, Kimmo ym. 2000, 62.)

### **3.7 Lika ja kolhut julkisivuissa**

Talon ulkonäöstä ihmiset päättelevät kiinteistön arvon, kunnon ja hoidon. Tämän vuoksi julkisivujen ulkonäkö ei ole yhdentekevää. Puhtaat ja kunnossa olevat julkisivut viestittävät kunnossapidosta ja yleisestä hyvinvoinnista. Nämä auttavat pitämään asukkaat ja vuokralaiset tyytyväisinä ja löytämään vapautuneisiin tiloihin nopeasti uudet käyttäjät sekä antavat luotettavan kuvan talossa toimivista yrityksistä. Tällä on luonnollisesti selvä taloudellinen merkitys. (delete.fi.)

## 4 RAKENTEIDEN KUNTOARVIO, KUNTOTUTKIMUS JA PTS

Kuntoarvio perustuu pääosin aistienvaraisiin asiantuntijahavaintoihin ja olemassa oleviin asiakirjoihin, kuten huoltokirjaan. Tarvittaessa tehdään rakenteita ja materiaaleja rikkomattomia mittauksia. Koska mahdollisia piileviä vikoja ei kuntoarviossa voida havaita, kuntoarvioijat voivat suositella tarkempien kuntotutkimusten tekemistä. Kiinteistön kuntoarvion tavoitteena on kunnossapitosuunnittelun lähtötietojen hankinta. Säännöllisin väliajoin tehtävän kuntoarvion avulla kiinteistön arvosta, teknisestä kunnosta ja energiatehokkuudesta saadaan kokonaiskuva ja kunnossapitotoimet voidaan ajoittaa oikein.

Kuntoarviossa arvioidaan

- ✓ aluerakenteet, rakennusosien ja kiinteistön tilat
- ✓ LVI -järjestelmät
- ✓ sähkö- ja tietojärjestelmät
- ✓ hissit
- ✓ energiatalous
- ✓ sisäolot, turvallisuus, terveellisyys ja ympäristövaikutukset
- ✓ kiinteistönhoidon kehitystarpeet.

(Rakennusperinto.fi, Haataja, Pasi 2011, 5, RT 18–11131, 1 - 2).

Kuntotutkimus on rakennuksen, rakennelman tai kiinteistöön kuuluvien laitejärjestelmien yksityiskohtainen tutkinta korjaustarpeiden sekä ongelmien tai vaurion laajuuden ja aiheuttajan täsmentämiseksi. Kuntotutkimuksessa otetaan näytteitä ja tehdään mittauksia myös rakenteiden sisältä eli ainetta ja/tai materiaalia rikkovalla menetelmällä. Kuntotutkimuksella yleensä täydennetään kuntoarviota. (Rakennusperinto.fi.)

Pitkän tähtäimen suunnitelman laadinnassa voi kiinteistönomistaja hyödyntää kuntoarvioijien asiantuntemusta. Kuntoarvion ja -tutkimusten perusteella tehdään kunnossapitosuunnitelma eli pitkän tähtäimen suunnitelma (PTS) kiinteistön kunnossapidosta ja perusparantamisesta. PTS:ssä ilmoitetaan kunkin korjauksen kustannusennuste ja suositeltava korjausvuosi. Korjaukset esitetään kalenterivuositain. PTS:n tarkastelujaksonpituus on 5 - 10 vuotta. (Lappalainen, Markku 2011, 14.)

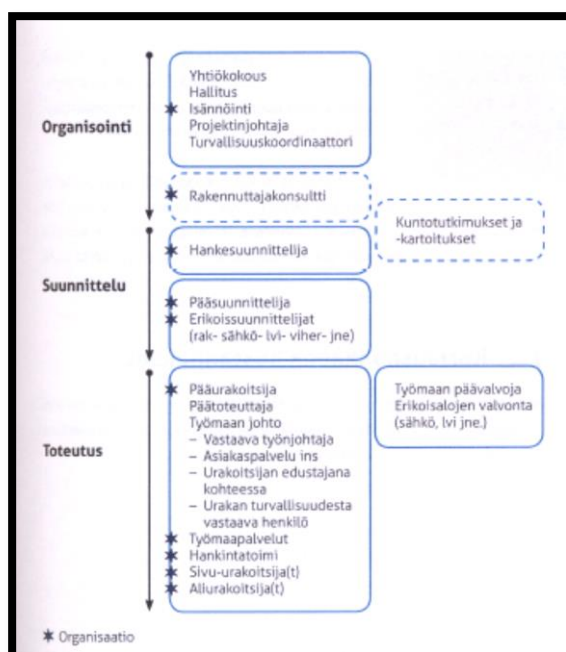
### 4.1 Korjauspäätöksen teko taloyhtiössä

Korjausrakentamista tarvitaan vanhenemisen tai rakennusvirheiden takia. Vanheneminen voi olla teknistä, toiminnallista ja taloudellista. Tekninen vanheneminen on kulumista ja materiaalien väsymistä, joka ilmenee esimerkiksi niin, että pintojen maalauksia uusitaan. Väsyminen voi ilmetä paisumisena, haurastumisena ja murtumisena kuormituskertojen kasvaessa. Toiminnallinen vanheneminen johtuu rakennuksen käytöstä ja käyttötapojen muuttumisesta. Taloudellinen vanheneminen tarkoittaa vaatimuksia, joilla rakennuksen käyttökustannukset pyritään saattamaan nykytasoa vastaavaksi. (Jormalainen, Pentti 1994, 8.)

Asunto-osakeyhtiössä kunnossapito- ja korjaustyöstä päättää yhtiökokous, hallitus tai isännöitsijä. Korjaukset voidaan jakaa huoltomiehen tekemiin vikakorjauksiin, isännöitsijän ja hallituksen toimeenpanemiin kunnossapitoluontoisiin vuosikorjauksiin ja erikseen yhtiökokouksen päättämiin korjaushankkeisiin. Pienehköt korjaustyöt toteutetaan yleensä hallituksen ja isännöitsijän valmistelemina, esimerkiksi yhteisten tilojen pintarakenteiden korjauksena. Laajempien korjaustöiden toteutus vaatii suunnittelijoiden mukana oloa jo hankkeen alkuvaiheesta alkaen, esimerkiksi julkisivujen lisälämmöneristäminen, ikkunoiden tai putkistojen uusiminen. Rahoitus järjestetään pääsääntöisesti eri rahoitusmahdollisuuksien yhdistelmänä. Aukailta vaaditaan hyvää sopeutumista rakennustyön aikana. Aukaille on jaettava informaatiota työn eri vaiheista ja pidettävä yhteisiä tiedostustilaisuuksia, mieluummin useasti kuin harvakseltaan. (Jormalainen, Pentti ja Matilainen, Ari 1999, 108.)

## 4.2 Korjaushankkeen organisointi

Isännöitsijän lisäksi taloyhtiön osakkeiden ja erityisesti hallituksen tulee varautua hyvissä ajoin korjaushankkeeseen. Taloyhtiön korjaushankkeessa on mukana laaja verkosto eri rooleissa toimivia henkilöitä, yrityksiä ja ryhmittymiä. Tärkeitä taloyhtiön edustajia ovat esimerkiksi projektinjohtaja, pääsuunnittelija ja valvoja, katso Kuva 5. (Kulomäki, Juha 2013, 34 - 36.)



Kuva 5. Korjaushankkeen organisointi ja miehitys (Kulomäki, Juha 2013, 35)

## **5 JULKISIVUJEN KORJAUSRAKENTAMINEN**

Julkisivukorjausten taustalla ovat lähes poikkeuksetta tekniset vauriot, elementtien betonilaatuun ja raudoitukseen liittyvät ongelmat, haalistuneet ja hilseilleet maalipinnat, kosteusvauriot ja lämpötaloudelliset heikkoudet. Vauriot voivat aiheuttaa ajan myötä rakenteellisia riskejä jos niitä ei korjata ajoissa. Rapatuilla julkisivupinnoilla vauriot näkyvät rapautumisena tai kulumisena. Rappauskerrokset voivat rapautumisen tai lämpöliikkeen seurauksena irrota ehjinä laatoina, jolloin kerrokset ovat irti alustastaan, mutta ulkopinnastaan ehjiä. Vähäinenkin halkeilu päästää kosteuden nopeasti syvemmälle rakenteeseen ja vaurioittaa pintoja.

Kaikissa julkisivupinnoissa vaurioituminen voi edetä piilevänä, on pintamateriaali sitten metallia, puuta, tiiltä, betonia tai rappausa. Betonisissa ja rapatuissa julkisivuissa vauriot saattavat kuitenkin edetä pitkälle ennen kuin vaurioista on havaittavissa ulkoisia merkkejä. (Jukkola, Eero 1997, 15, korjaustieto.fi.)

### **5.1 Säilyttävä korjaus**

Säilyttävää korjausta käytetään silloin kun julkisivupinnoissa esiintyy vain tavanomaista ikäänymistä eivätkä vauriot ole edenneet pitkälle. Tällöin olemassa olevat pinnat pyritään palauttamaan alkuperäiseen kuntoonsa. Betonipinnat puhdistetaan, paikataan ja huoltomaalataan. Elementtisaumausten tarkastus ja tarvittaessa uusiminen ovat olennaisia toimenpiteitä betonielementtijulkisivujen säilyttävässä korjauksessa, sillä tämän tyyppisten julkisivurakenteiden vesitiiviys on pääosin elastisten elementtisaumausten varassa.

Peittäväällä korjauksella voidaan saattaa jonkin verran vaurioituneet julkisivupinnat käyttökelpoiseen kuntoon. Siinä vanhan julkisivurakenteen päälle asennetaan uusi suojaava julkisivu-kerros, esimerkiksi levytys tai rappaus. Peittävään korjaukseen on usein tarkoituksenmukaista liittää lisälämmöneristyskerros, jolla parannetaan ulkoseinärakenteen eristävyttä. (Korjaustieto.fi.)

### **5.2 Uusi julkisivupinta**

Pitkälle vaurioituneet julkisivupinnat joudutaan yleensä uusimaan kokonaan tai osittain. Julkisivupintaa uusittaessa on syytä harkita myös rakenteen alla olevien kerrosten, kuten lämmöneriste- ja tuulensuojakerrosten uusimista ja samalla energiatehokkuuden parantamista lämmöneristystä lisäämällä. Voidaan olettaa, että julkisivupinnan vaurioitumiseen johtaneet syyt ovat vaikuttaneet haitallisesti myös alempiin kerroksiin. Uutena julkisivupintana voidaan haluttaessa käyttää myös alkuperäisestä poikkeavia teknisiä ratkaisuja ja materiaaleja. (Korjaustieto.fi.)

### 5.3 Elinkaarikustannusten riippuvuudet

Julkisivuyhdistys ry:n teettämässä tutkimuksessa – keväällä 2010 todettiin noin 40 asuinkerrostalokiinteistöstä tehdyn selvityksen perusteella, että 50 mm - 70 mm lisälämmöneristekerroksella saavutetaan keskimäärin 10 %:n säästö energiakulutuksessa. Lisälämmöneristeyksen toimivuus ja eristekerrosten paksuus on kussakin tapauksessa selvitettävä erikseen.

Julkisivukorjaustarpeen perusteella usein päädytään peittävään korjausratkaisuun. Tällöin lisälämmöneristeen tuoma säästö lämmityskustannuksissa on tähän vaihtoehtoon sisältyvä ylimääräinen etu. Energian kulutuksessa saavutettu n. 15 %:n säästö saadaan ikkunoiden uusinnalla ja tavanomaiseen huoltoon kuuluvilla lämmitys- ja ilmastointijärjestelmien tasapainoituksilla ja säädöillä. (Korjaustieto.fi.)

Käyttöaikaisia kustannuksia ovat ylläpitokustannukset kuten energia- ja huoltokustannukset, korjauskustannukset ja mahdolliset purku- sekä rahoituskustannukset. Energiakustannuksiin vaikuttavat julkisivun lämpöhäviöt ja lämmitysenergian hinta. Lämpöhäviöt riippuvat julkisivun lämmöneristävydestä, rakennuksen maantieteellisestä sijainnista, huonelämpötilasta, julkisivun ja sen liittymien kunnosta. (Jukkola, Eero 1997, 55.)

### 5.4 Elinkaarisuunnittelu

Elinkaarisuunnittelu on rakennuksen tai rakenteen ja sen osien kokonaisvaltainen suunnittelu, jonka tavoite- ja vaatimusmäärittelyn perustana ovat **elinkaarilaadun** vaatimukset, kuten alla on lueteltu.

Rahatalous:

- ✓ investointitalous
- ✓ rakentamisen talous
- ✓ elinkaaren ajan käyttötalous
  - käyttö
  - kunnossapito
  - korjaus
  - kunnostus
  - uusiminen
  - purku
  - uudelleenkäyttö
  - materiaali kierrätys
  - jätehuolto

Luonnontalous (ekologiset vaatimukset):

- ✓ raaka-ainetalous
- ✓ energiatalous
- ✓ ympäristöhaittojen talous
- ✓ jätetalous
- ✓ luonnon monimuotoisuus

Käytettävyys:

- ✓ toiminnallinen käytettävyys (käyttökelpoisuus, tekninen toimivuus)
- ✓ terveellisyys
- ✓ turvallisuus
- ✓ viihtyisyys

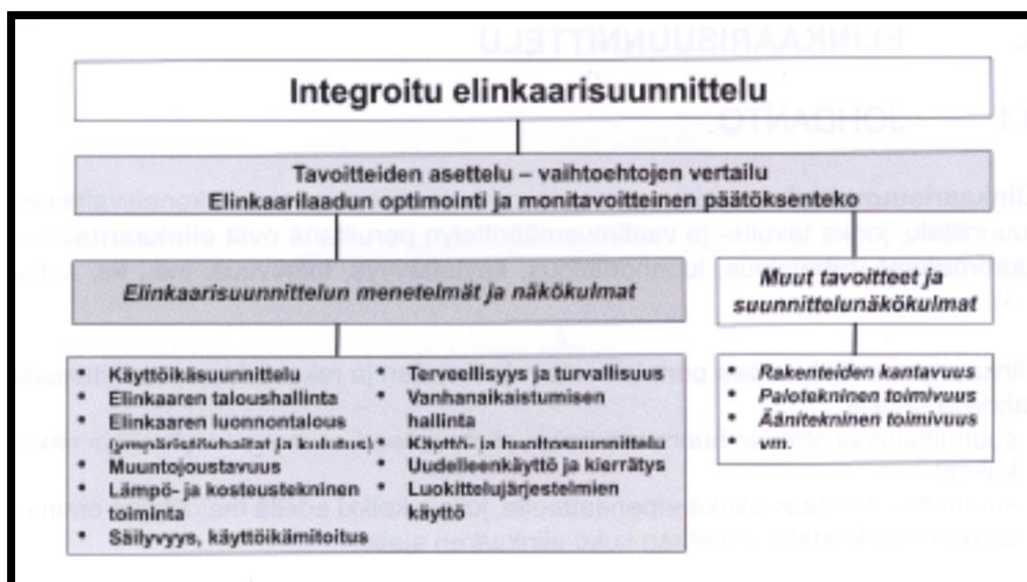
Kulttuurisuus

- ✓ rakennusperinteet
- ✓ elämäntavat
- ✓ työskentelykulttuuri
- ✓ esteettisyys
- ✓ arkkitehtuurityyli ja -trendit
- ✓ imago

Elinkaarisuunnittelu eroaa perinteisestä rakennusten ja rakenteiden suunnittelusta kahdella tavalla:

- ✓ suunnittelussa otetaan huomioon kaikki elinkaarilaadun vaatimusryhmät ja näkökulmat
- ✓ suunnittelu tehdään elinkaariperiaatteella, jolloin kaikki edellä mainittujen ominaisuuksien tarkastelut ulotetaan koko elinkaaren ajalle.

Elinkaarisuunnittelun tavoitteena on tuottaa ja kuvata ratkaisut, joiden mukaisesti valmistetaan kestäväällä tavalla laadukas rakennus, joka täyttää omistajien, käyttäjien ja yhteiskunnan vaatimukset koko elinkaaren ajan hallitulla ja optimoidulla tavalla, katso alla oleva Kuva 6. (Rakenteiden ja rakennusten elinkaaren hallinta: RIL 216–2013, 22, 31.)



Kuva 6. Elinkaarisuunnittelun sisältö (Rakenteiden ja rakennusten elinkaaren hallinta: RIL 216–2013, 32)

#### **5.4.1 Rakennusten ja niiden osien suunnitteluajan ja -iän luokittelu**

Rakennuksen suunnitteluajaksi lyhyemmän käyttöiän omaavat osat vaihdetaan siis kerran tai useammin, joten niillä on rakennuksen suunnitteluajan kuluessa useita perättäisiä elinkaaria. Suunnittelussa käytetään yleensä valmistajan ilmoittamaa tarkkaa ominaisikää rakennuksen osien suunnitteluikä määrittämisessä. Standardin EN 1990 mukaista luokittelua tarkempi ja vaatimukseltaan korkeampi luokittelu on esitetty alla olevassa Taulukko 1:ssä. Taulukossa osoitetaan myös pitkäaikaisten osien pidennetyn suunnitteluikä lisäsuositukset viitteillä. Rakennuksen suunnitteluikä on aina vähintään yhtä pitkä kuin rakennuksen suunnittelu-aika. (Rakenteiden ja rakennusten elinkaaren hallinta: RIL 216–2013, 43 - 44.)

#### **5.4.2 Julkisivujen käyttöikä ja kunnossapitoajaksi**

Teknisen käyttöiän saavuttaminen edellyttää, että rakennus tai järjestelmä on suunniteltu ja toteutettu rakennusajankohtana voimassa olevien määräysten ja ohjeiden mukaisesti. Lisäksi edellytetään, että on noudatettu hyvää rakennustapaa ja että asianmukaiset kunnossapito-, hoito- ja huoltotoimenpiteet on tehty ja käyttöohjeita on noudatettu. Kunnossapitoajaksi vaihtelevat paljon laitteiston iän, erilaisten käyttö- ja rasitusolosuhteiden vuoksi. Myös materiaalit ja mahdolliset suunnittelu- tai asennusvirheet sekä asetetut vaatimukset ja tavoitteet vaikuttavat kunnossapitoajaksi. Rakennustietosäätiön laatimaa ohjekorttia (RT 18–10922) voidaan käyttää mm. kuntoarvioissa, kuntotarkastuksissa, energiakatselmuksissa, kuntotutkimuksissa ja kunnossapidon suunnittelussa sekä hankesuunnittelussa ja elinkaaren määrittelyssä. Ohjekortin julkisivuvuosuus on esitetty Taulukko 2:ssa. (Kiinteistön tekniset käyttöiät ja kunnossapitoajaksi: RT 18–10922, 1.)

Taulukko 1. Rakennusten ja niiden osien suunnitteluajan ja -iän luokittelu (Rakenteiden ja rakennusten elinkaaren hallinta: RIL 216–2013, 44)

LUOKKA	RAKENNUKSEN SUUNNITTELUJAKSO JA RAKENNUKSEN TAI RAKENNUSOSAN SUUNNITTELUIKÄ	LUOKKAAN KUULUVAT RAKENNUSTYYPIT	LUOKKAAN TYPILLISESTI KUULUVAT RAKENNUSOSAT (järjestelmät, moduulit, komponentit)	TYYPILLINEN RAKENNUKSEN TAI RAKENNUSOSAN KÄYTTÖIÄN MÄÄRITTÄVÄ RAJATILA
Luokka 1	1 - 5 vuotta	Väliaikaiset rakennukset (hyvin harvinainen)	Rakennuksen tietotekniset järjestelmät (T) ja niiden osat Lyhytikäiset pinnoitteet	Vanhanaikaistuminen Vaurioituminen
Luokka 2	25 vuotta	Tilapäiset rakennukset esim. majoitusparakit, tilapäisvarastot ym.	LVISJ-järjestelmät ja niiden osat Katteet Ikkunat Ovet Täydentävät rakenteet Pitkäaikaiset pinnoitteet (joskus)	Rakennukset: Vanhanaikaistuminen  Rakennuksen osat: Vaurioituminen tai vanhanaikaistuminen
Luokka 3	50 vuotta	Tavalliset rakennukset	Perustukset Runkorakenteet Ulkoseinät <sup>1)</sup> Vesikattorakenteet Täydentävät rakenteet	Rakennukset: Vanhanaikaistuminen ja vaurioituminen  Rakennuksen osat: Vaurioituminen
Luokka 4	100 vuotta	Tavallista vaativammat rakennukset, tai muu tavallista tarkemman laskentatarkkuuden tarve	Perustukset Runkorakenteet Ulkoseinät <sup>2)</sup> Vesikattorakenteet <sup>2)</sup> Täydentävät rakenteet <sup>2)</sup>	Rakennukset: Vanhanaikaistuminen ja vaurioituminen  Rakennuksen osat: Vaurioituminen
Luokka 5	yli 100 vuotta (150, 200, 300, 500)	Erikoisrakennukset (esim. historiallisiksi aiottu monumentaali-rakennukset): Tapauskohtainen määrittely	Perustukset Runkorakenteet Ulkoseinät <sup>2)</sup> Vesikattorakenteet <sup>2)</sup> Täydentävät rakenteet <sup>2)</sup>	Rakennukset: Vanhanaikaistuminen ja vaurioituminen  Rakennuksen osat: Vaurioituminen

<sup>1)</sup> Rakennuksen suunnitteluajan ollessa enintään 50 vuotta suositellaan kuitenkin otattavaksi primäärisesti kantavien rakenteiden (perustukset ja kantava runko) suunnitteluikä luokaksi yhtä ylempi luokka. Tähän korotettuun käyttöikäluokkaan voidaan haluttaessa sisällyttää myös rakennuksen ulkoseinät, joko kokonaan tai ulkopintakerrosta lukuun ottamatta.

<sup>2)</sup> Rakennuksen suunnitteluajan ollessa vähintään 100 vuotta sekundääriset rakenneosat (täydentävät rakenteet) sekä ulkoseinien ulkopintakerrokset ja kattorakenteet voidaan suunnitella myös rakennuksen suunnitteluikä verrattuna yhtä tai useampaa luokkaa alempaan luokkaan.



Taulukko 2. Julkisivujen keskimääräinen tekninen käyttöikä ja kunnossapitajakso (Kiinteistön tekniset käyttöiät ja kunnossapitajakset: RT 18–10922, 6 - 7)

Tunnus	Nimikkeen otsikko, määritelmä	Keskimääräinen tekninen käyttöikä VUOTTA			Suunnitelmallisen ylläpidon toimenpiteet		Huomautuksia
		1 vaikea	2 normaali	3 kevyt	Tarkastusväli VUOTTA	Huoltoväli / kunnossapitajakso VUOTTA	
		<b>Rasitusluokka</b>					
<b>124</b>	<b>Julkisivut</b>	<b>Rasitetut olosuhteet</b>	<b>Tavanomaiset olosuhteet</b>	<b>Vähäisesti rasitetut olosuhteet</b>			<b>Rasitukseen vaikuttavat mm. julkisivun ilmansuunta, rakennuksen korkeus ja sijainti sekä liittyvät rakenteet</b>
<b>1241</b>	<b>Ulkoseinät</b> (ulkopuolinen pintakerros, ulkoseinäverhous tai ulkokuori)						
	Lautaverhous	30	50	70	5	5...20 huoltokäsittely	Homeenpoistopesu tai huoltokäsittelyväli rasitusluokan mukaan, käyttöikään vaikuttavat tekijät: verhouksen paksuus, pintakäsittelyn materiaali, väri ja värin tummuus, liittyvät rakenteet
	Hirsipinta julkisivuna	R	R	R	5	5...20 pintakäsittely 20 hirsiliitosten tilkitsemisen ulkopuolelta, hirsien päiden uusiminen laho- vaurioiden vuoksi tarpeen mukaan	
	Tiiliverhous	50	R	R	5	25 saumakorjaus	
	Rappaus (kolmikerros-, ohut- ja kuultorappaus, Terastirappaus	30	50	70	5	10...20 huoltomaalaus	
	Metallilevyverhous	60	80	R	5		
	BETONI	30	40	50	5	15...20	
	- pinnoittamaton betoni						Käyttöikään vaikuttavat tekijät: betonin lujuus, terästyypä, suoja- betonipaksuus, suoja- huokostus
	- pinnoitettu betoni	30	40	50	5	15 elementtisaamojen uusiminen	Sisältää maalatut ja laattaverhoillut rakenteet
	Kuitusementtilevy	30	50	70	5	10...20 huoltomaalaus	
	Elementtien saumat	40	50	60	5	20 huoltomaalaus	
	Luonnonkiviverhous	15	20	25	5		
	Lasijulkisivu	50	R	R	5	25 saumaus	Suomen ilmastoon soveltuvilla kivilajeilla
<b>1242</b>	<b>Ikkunat</b> (karmit, puitteet, lasit)				12 kk		
	Puuikkuna						
	Puu-alumiini-ikkuna	30	50	70	5 sisäpuolen tarkastus, 2 ulkopuolen tarkastus	5...15 ulkomaalaus, 8...15 sisämaalaus, 3...12 tiivistäminen	
	Metalli-ikkuna	40	60	R	5 sisä- ja ulkopuolisen tarkastus	8...15 sisäpuolen maalaus 3...12 tiivistäminen	
			R		12 kk	5 tiivisteet, 10... huoltomaalaus	
<b>1243</b>	<b>Ulko-ovet</b> (karmi, ovilevy, lasit)						Käyttöikään vaikuttavat tekijät: sääräsitukset, ulko-ovien päällä olevat katokset, rakennuksen käyttö
	Puu-ulko-ovet	30	40	50		5...15 huoltomaalaus ja käyntisovitus	
	Metallitulko-ovet					10...20 huoltomaalaus ja tiivistys	
	- rakenneteräksiset	40	60	R			
	- kevytmetalliset	10	20	30			

R = rakennuksen ikä, J = järjestelmän ikä, Rasitusluokka = ympäristön ja käytön aiheuttamia olosuhteita

## 6 ASUINKERROSTALON JULKISIVUN KÄYTTÖIKÄ

Kuopiolaiseen vuonna 1966 rakennettuun 6 kerroksiseen asuinkerrostaloon oli teetetty kuntoarvio julkisivurakenteille kolmelle sivulle vuonna 2011. Tutkimuksen mukaan rakennuksen julkisivuilla on teknistä käyttöikää jäljellä 10 - 15 vuotta. Asuinkerrostalon alkuperäisen julkisivun tekninen käyttöikä on loppunut – nyt 48 vuotta vanha. Näkyviä vaurioita ovat rappauksen irtoaminen, profiilipellin vaakakoolauspuiden kostuminen joka aiheuttaa valumajälkiä pellin pintaan. Julkisivurappaus on lähtenyt kopoutumaan eli irtoamaan heti valmistumisen jälkeen. Syitä tähän voivat olla väärät työmenetelmät, materiaalit ja ajankohta, kuten

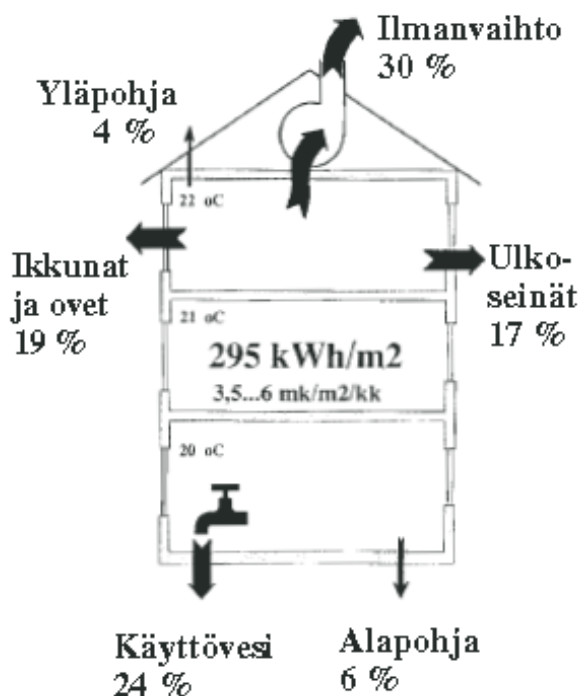
- ✓ pintarappaus on rapattu liian kuivalle pohjalle, jolloin tartunta on huono,
- ✓ pintarappauksen päälle on maalattu liian tiivis maalipinta,
- ✓ pintarappaus on rapattu juuri ennen yöpakkasia.

Vuonna 1976 teräsprofiilipellit on asennettu rappauksen päälle puukoolauksella. Vaakakoolauspuut ovat päässeet kostumaan huonon ilmanvaihtuvuuden vuoksi. Tuuletusrako on tukkeutunut ajansaatossa rappauksen irrotessa ja pudotessa vaakakoolauksen päälle.

Taulukko 2:n mukaan tekninen käyttöikä rapatulle julkisivulle on 50 vuotta ja huoltovälit maksimissaan 20 vuotta sekä tarkastusvälit ovat 5-vuoden välein. Jos kunnossapidosta ja huolto- toimenpiteistä olisi pidetty kiinni heti 70-luvulta alkaen, niin julkisivun tekninen käyttöikä olisi varmastikin pidempi kuin 50 vuotta. Peittäväällä korjaustavalla vuonna 1976 on huonokuntoinen rappaus saatettu pois näkyviltä, joka on lisännyt ajanmyötä ulkonäköongelmia kuten vedenvalumajälkiä pellin pintaan. Ennen profiilipellin asennusta rappaus olisi täytynyt irroittaa/puhdistaa kokonaan. Profiilipellityksen tekninen käyttöikä on Taulukko 2:n mukaan 40 vuotta, huoltovälit ja tarkastusvälit ovat samat kuin rappauksella.

## 7 JULKISIVUJEN LISÄERISTÄMINEN

Vuosina 1950 - 1975 rakennusten lämmöneristysvaatimukset olivat nykyistä vähäisemmät. Erityisesti koneellisella poistoilmanvaihdolla varustetuissa taloissa tämä on johtanut sekä vanhempaan että nuorempaan kerrostalokantaan verrattuna keskimäärin korkeamman energiankulutuksen. Julkisivun verhouskorjausten yhteydessä asennettu lisälämmöneristeen tarkoitus on pysäyttää tai ainakin huomattavasti hidastaa vauriomekanismien etenemistä sekä parantaa osaltaan rakennuksen energiatehokkuutta. Energiatehokkuutta parannettaessa rakennusta on tarkasteltava eri rakennusosien ja taloteknisten järjestelmien muodostamana kokonaisuutena. Ilmanvaihto on suurin yksittäinen rakennuksen lämmönkulutukseen vaikuttava tekijä, katso seuraavalla sivulla oleva Kuva 7. (Neuvonen, Petri 2009, 11.)



Kuva 7. Lämmönkulutuksen jakauma 1960-luvun esimerkkitalossa (JUKKOLA, Eero 1997, 84)

Ulkopuolisen lisäeristysen etuja on myös se, että rakenteiden kylmäsillat voidaan katkaista. Lisäeristäminen voidaan toteuttaa esimerkiksi tuulettamattomana eristysrappauksena tai tuuletettuna kuorirakenteena. Lisäeristyspaksuuden valinta on usein energiatalouden ja julkisivun arkkitehtuurin kompromissi. Jos lisäeristeen paksuus on suuri julkisivun kunnostuksessa ja korjaus ei sisällä ikkunoiden vaihtoa, jäävät ikkunat syvään eristyskerrokseen.

Lisäeristystavan valinnassa tulee ottaa huomioon rakennuksen muoto ja sijainti. Lisäeristysmenetelmää valittaessa voidaan tarkastella eri menetelmille esitettäviä teknisiä vaatimuksia, joita tulee tarkastella tapauskohtaisesti, katso Taulukko 3. (Jukkola, Eero 1997, 84 - 85.)

Taulukko 3. Lisäeristyksen tekniset vaatimukset (Jukkola, Eero 1997, 85)

VAATIVUUS	RASITUS	OMINAISUUS
<b>TURVALLISUUS</b>	OMAPAINO TUULIKUORMA ASUMINEN PALO	LUJUUS KANTAVUUS ISKUNKESTÄVYYS
<b>SADETIIVIS</b>	SADE	SATEENPITÄVYYS
<b>TUULENPITÄVÄ</b>	PAINE-EROT	TUULENPITÄVYYS
<b>ESTÄÄ HAITALLINEN</b>	SISÄILMAN KOSTEUS RAKENNEKOSTEUS	DIFFUUSIOTIIVIYS
<b>KESTÄÄ LÄMPÖTILA- JA KOSTEUSRASITUKSET</b>	ALHAINEN JA KORKEA LÄMPÖTILA LÄMPÖTILAEROT KOSTEUS	HYGROTERMINEN STABILITEETTI
<b>ERISTÄÄ LÄMPÖÄ</b>	LÄMPÖTILAEROT	LÄMMÖNERISTÄVYYS
<b>KESTÄÄ STAATTISIA JA DYNAAMISIA KUOR- MITUKSIA</b>	LIIKENNE ASUMINEN HUOLTO	ISKUNKESTÄVYYS LUJUUS
<b>ERISTÄÄ JA VAIMEN- TAA ÄÄNTÄ</b>	MELU	ÄÄNIERISTÄVYYS ÄÄNEN VAIMENTA- VUUS
<b>PITKÄ KÄYTTÖIKÄ</b>	ERI RASITUKSET	PITKÄAIKAKESTÄVYYS
<b>SÄILYTTÄÄ ULKONÄKÖ</b>	ERI RASITUKSET	ULKONÄÖN PYSYVYYS
<b>KESTÄÄ KIINNITYSTEN AIHEUTTAMAT RASI- TUKSET</b>	VALAISIMET SYÖKSYTORVET KYLITIT, YM.	KIINNITYSTEN ASEN- NETTAVUUS

### 7.1 Rakennuksen lämmönkustannusten säästäminen

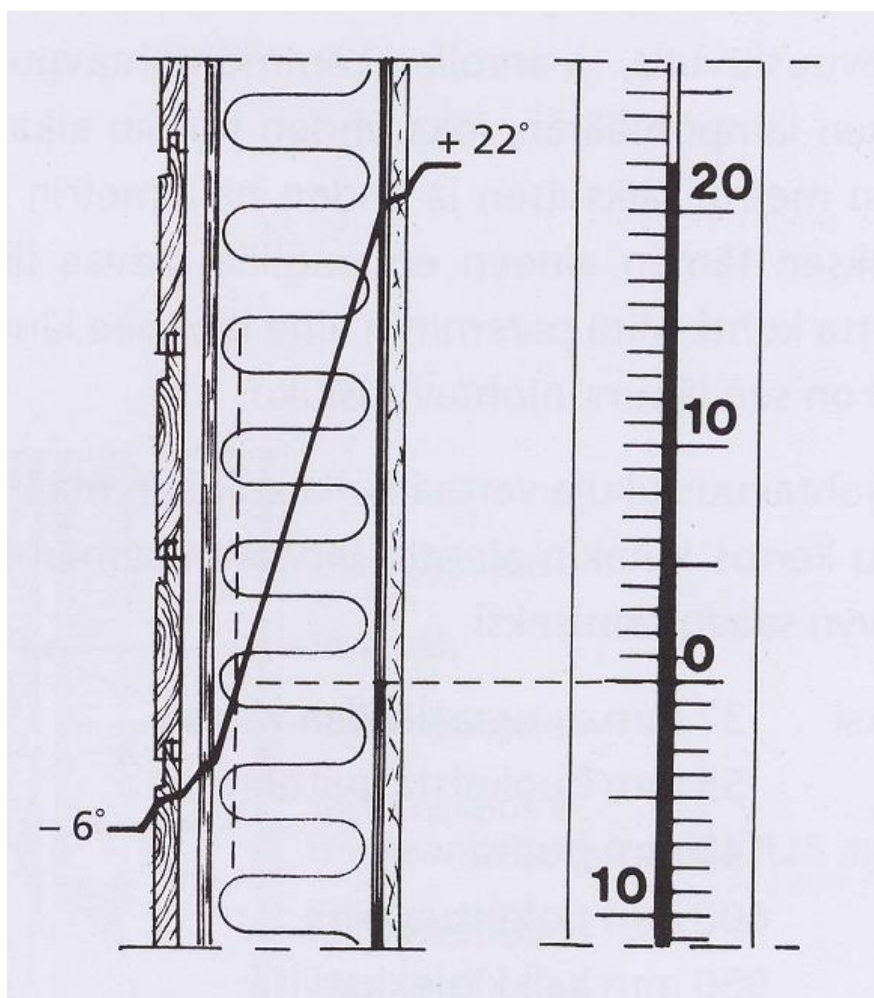
Lämmityskustannusten säästämiseksi rakennukset pyritään suunnittelemaan ja rakentamaan niin, että kalliisti tuotettua lämpöä ei kuluisi tarpeettomasti. Rakenteisiin tehdään mahdollisimman hyvät lämmöneristeet ja rakenteet tiivistetään sekä rakennuksen ilmanvaihto pidetään kohtuullisena. Rakenteiden lämmöneristyksessä ja tiivistämisessä on otettava huomioon myös huoneilmassa olevan kosteuden kulku ja tiivistyminen rakenteissa. Jäähdyessään vedeksi tiivistynyt vesihöyry voi aiheuttaa kosteusvaurioita rakenteissa sekä eristeiden lämmöneristyskyky voi heikentyä. (Kajava, Reino 2011, 240.)

### 7.2 Lämmön siirtymismuodot

Lämpöenergia siirtyy aina korkeammasta lämpötilasta matalampaan lämpötilaan. Lämpö siirtyy rakenteessa tai tilassa kolmella eri tavalla: johtumalla, säteilemällä ja konvektion eli ilmavirtauksen avulla. Kaikki nämä tavat toimivat rinnan sekä lämmityksessä että jäähtymisessä. Esimerkiksi kaukolämpöjohdoissa lämpö kulkeutuu kuuman veden mukana. Lämpöpatterissa lämpö johtuu vedestä ulkopinnalle ja edelleen ympäröivään ilmaan. Ilman virtaukset kuljettavat ja lämpösäteily siirtää sitä muualle huoneeseen. (Siikanen, Unto 1996, 37, Dunkel, Harry 2012, 3.)

### 7.2.1 Lämmön johtuminen (konduktio)

Lämpöä siirtyy rakenteessa johtumalla. Lämmitetystä sisätilasta siirtyy lämpöä ulkorakenteen sisäpinnalle, jonka lämpötila nousee sen alla olevaan rakenneosaan verrattuna. Rakenteen kerrosten lämpötilat pyrkivät tasaantumaan lämmön siirtyessä lämpimämmästä osasta kylmempään. Näin jatkuen lämpöä siirtyy rakenteen lävitse ulkoilmaan ja sisäilmasta rakenteeseen. Lämpötila rakenteen sisällä muuttuu rakennekerrosten lämmönvastusten suhteessa. Rakenteeseen päässyt sisäilman kosteus alkaa tiivistyä lämpötilan alentuessa, kts. Kuva 8. Näin muodostunut vesi alkaa jäähtyä siinä rakenteen syvyydessä, jossa lämpötila on laskenut lämpötilaan 0 °C. (Kajava, Reino 2011, 241, Siikanen, Unto 1996, 37.)



Kuva 8. Lämmön johtuminen seinärakenteessa (Kajava, Reino 2011, 241)

### **7.2.2 Konvektio (virtaus)**

Lämmennyt ilma kevenee, jolloin se nousee ylös ja luovuttaa lämpöä ympäristöönsä. Jäähdyttyään ilma painuu taas alemmaksi. Tätä lämmön kulkeutumista tapahtuu rakennusaineiden sisälläkin. Konvektiossa lämpö siirtyy kaasun tai nestevirtauksen mukana. Konvektio voi olla pakotettua tai luonnollista. Pakotetussa konvektiossa kaasu tai neste liikkuu ulkopuolisen voiman vaikutuksesta esimerkiksi tuulen, koneellisen ilmanvaihdon tai ihmisten liikkumisella. (Kajava, Reino 2011, 241, Siikanen, Unto 1996, 37.)

### **7.2.3 Lämmön säteily (emissio)**

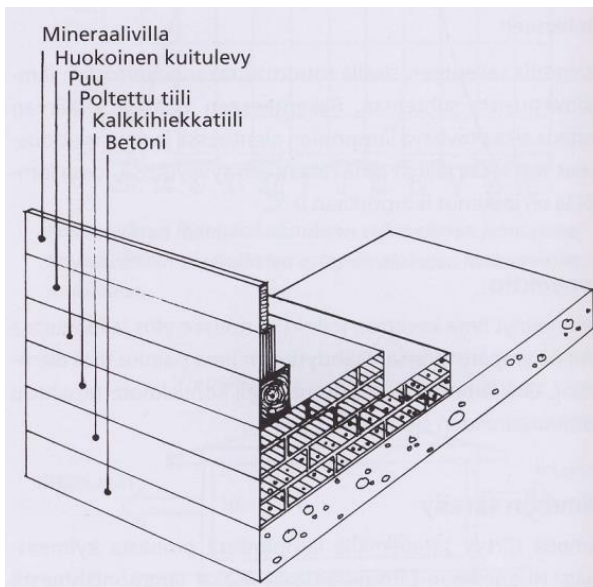
Lämpöä siirtyy säteilemällä lämpimästä pinnasta kylmempään. Huoneilman lämmittämisen lisäksi lämmönlähteestä siirtyy lämpöenergiaa myös aaltoliikkeen välityksellä säteilylämpönä. Rakennustekniikassa säteilylämpö ilmenee lyhytaaltoisena auringonsäteilynä ja pitkäaaltoisena kappaleiden säteilemänä lämpönä. Ikkunalasi läpäisee hyvin auringonsäteilyn mutta huonosti sisältä ulos pyrkivää pitkäaaltoista säteilyä. Ikkunarakenteissa lämpö siirtyy myös johtumalla ja konvektion avulla. (Kajava, Reino 2011, 241, Siikanen, Unto 1996, 37.)

### **7.2.4 Kylmäsilta**

Kylmäsilalla tarkoitetaan lämpöeristävässä rakenteessa sellaista kohtaa, jonka lämmönjohtavuus on huomattavasti suurempi kuin ympäröivän rakenteen. Tämä aiheuttaa lämmönhukkaa rakenteen läpi. Esimerkiksi lämmöneristeen läpäisevät betoni tai teräsiteet kun taas puu ei muodosta rakenteessa varsinaista kylmäsiltaa. Kylmäsilta saattaa lisäksi aiheuttaa rakenteen sisällä tai seinämän sisäpinnassa kondensaatiota eli kosteuden tiivistymistä samoin kuin värin muutoksia rakenteiden pinnassa. (Siikanen, Unto 1996, 38.)

## **7.3 Lämmönjohtavuus $\lambda$ [W/mK]**

Lämmönjohtavuusluvulla,  $\lambda$ -arvolla määritellään aineiden lämmönläpäisyominaisuuksia. Lämmönjohtavuusluku ilmoittaa sen lämpömäärän, joka yhden tunnin aikana läpäisee yhden metrin paksuisen ja yhden neliömetrin laajuisen ainekerroksen tämän aineen eri puolilla olevaa lämpötilaeron astetta kohti. Mitä paremmin aine läpäisee lämpöä, sitä suurempi on sen lämmönjohtavuusluku. Vertailemalla lämmönjohtavuuslukuja voidaan määrittää, miten paksu kerros kutakin ainetta tarvitaan saman lämmönjohtavuuskyvyn saavuttamiseksi, katso Kuva 9. (Kajava, Reino 2011, 242.)



37 mm mineraalivillaa vastaa  
 55 mm huokoista kuitulevyä,  
 140 mm puuta,  
 600 mm poltettua tiiltä,  
 950 mm kalkkiehkeätiiltä ja  
 1700 mm betonia.

Kuva 9. Rakennemateriaalien paksuudet (KAJAVA, Reino 2011, 242)

#### 7.4 Lämmönläpäisykerroin $U$ [ $W/m^2K$ ]

Rakenteen lämmöneristyskyky voidaan laskea käytettävien rakennusaineiden ja niiden kerros-  
 paksuuksien mukaan. Laskemalla saatu lämmönläpäisykerroin  $U$ -arvo, määrittää rakenteen  
 läpäisemän energiamäärän neliometriä ja rakenteen eri puolilla olevaa lämpötilaeron astetta  
 kohti. Mitä pienempi rakenteen  $U$ -arvo on, sitä parempi on sen lämmöneristyskyky. Suomen  
 rakentamismääräyskokoelmassa (RakMK D3, 2012) on annettu suurimmat sallitut lämmönlä-  
 päisykerroin  $U$ -arvot, esimerkiksi ulkoseinille  $0,17 W/m^2K$  ja hirsiseinille (paksuus keski-  
 määrin 180 mm)  $0,40 W/m^2K$ . (Kajava, Reino 2011, 242, Rakennusten lämmöneristys, Suo-  
 men RakMK D3 2012, 13.)

Ympäristöministeriön asetuksessa korjausrakentamisen rakentamismääräyksessä rakennuksen  
 energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä 2013 merkitsee mm. seuraa-  
 vaa:

- ✓ korjausrakentamisen energiamääräyksiä sovelletaan sellaisiin luvanvaraisiin raken-  
 nushankkeisiin, joiden yhteydessä parannetaan energiatehokkuutta osana muusta  
 syystä johtuvaa korjaus- ja uudistustyötä.

Parannetaan korjattavien tai uusittavien rakenneosien lämmönpitävyyttä vaatimusten mukai-  
 siin arvoihin, esimerkiksi

- ✓ ulkoseinä: alkuperäinen  $U$ -arvo  $\times 0,5$ , kuitenkin enintään  $0,17 W/m^2K$ . Rakennuksen  
 käyttötarkoituksen muutoksen yhteydessä alkuperäinen  $U$ -arvo  $\times 0,5$ , kuitenkin  $0,60$   
 $W/m^2K$  tai parempi. (Rakenteiden ja rakennusten elinkaaren hallinta: RIL 216–2013,  
 70.)

## 8 KUNTOTUTKIMUSSELOSTE ASUINKERROSTALOSTA

Asuinkerrostalon julkisivujen kuntotutkimuksen suoritti Raksystems Anticimex Insinööritoimisto Oy Lahdesta. Kenttätutkimukset tehtiin vuonna 2011 lokakuussa. Julkisivuista oli tarkasteltu ja kartoitettu silmämääräisesti profiilipellityksen kunto ja kiinnitys runkorakenteeseen sekä teräsprofiililevyjen alla olevan alkuperäisen julkisivun kunto. (Kuntotutkimusseloste, 2011, 5.)

### 8.1 Julkisivurakenteiden silmämääräinen tarkastelu eli kuntoarvio

Julkisivut pinnoitettiin vuonna 1976 polttomaalatulla profiiliteräslevyllä. Profiilipellityksen asennuksen syynä oli ollut alkuperäisen rappauksen irtoaminen. Rappaus oli lähtenyt irtoamaan kohta rakennuksen valmistumisen jälkeen.

Julkisivuverhoilu on kiinnitetty noin 20 mm x 50 mm:n puiseen vaakakoolaukseen, noin 25 mm-30 mm:n kamparihlatauilla alumiininauloilla. Koolaus on puolestaan naulattu tiilirunkoon, katso Kuva 10. (Kuntotutkimusseloste, 2011, 7.)



Kuva 10. Julkisivuverhouksen koolaus on naulattuna tiilirunkoon (Kuntotutkimusseloste, 2011, 8)



Verhoilulevyt on limitetty ja kiinnitetty vetoniitein toisiinsa siten, ettei yksittäistä levyä voi irrottaa ilman, että irrotetaan osittain myös viereisiä levyjä. Verhoilulevyt ovat vielä hyväkuntoisia, katso Kuva 11. (Kuntotutkimusseloste, 2011, 7.)



Kuva 11. Julkisivun profiiliteräslevyt ovat yhä pääosin hyväkuntoisia (Kuntotutkimusseloste, 2011, 9)

Joistakin levyjen saumoista pursui vettä levyä painettaessa. Todennäköisesti koolauspuut ovat kostuneet, katso Kuva 12. Verhoilun tausta ei pääse kunnolla tuulettumaan, sillä vaakakoolaus estää sen tehokkaan tuuletuksen. (Kuntotutkimusseloste, 2011, 7.)



Kuva 12. Valumajälkiä levyjen saumassa (Kuntotutkimusseloste, 2011, 9)

Verhoilulevyt ovat hyvin kiinni koolauksessa, mutta koolausten kiinnitys tiiliseinään vaikutti yleisesti heikolta. Paikoitellen koolaus oli aivan irti alustasta, esimerkiksi kadun puolella verhoilun koolaus oli irti. Verhoilulevyjen alla alkuperäisen rappauksen pinnoite lohkeilee ja hilseilee voimakkaasti, katso Kuva 13. Rappauksen nopea rapistuminen rakennuksen valmistumisen jälkeen saattaa tarkoittaa työvirhettä tai vääränlaista rappauksen pinnoitetta. (Kuntotutkimus-  
seloste, 2011, 7.)



Kuva 13. Julkisivupinnoite verhoilun alla (Kuntotutkimusseloste, 2011, 8)

Kadun puolella näkyvänä sokkelipintana on pesubetonipinta, joka on kunnoltaan kohtalaisen hyvä pois lukien talvikunnossapitotöiden aikana aiheutuneet kolhiintumiset, Kuva 14. Sisäpihan puolella maalattu betonipinta on myös kohtalaisen hyvässä kunnossa (Kuntotutkimus-  
seloste, 2011, 10.)



Kuva 14. Sokkelipinnoite on murtunut (Kuntotutkimusseloste, 2011, 10)

## **8.2 Suositeltavat korjaustavat julkisivuille**

Korjaussuositus on lisälämmöneristys ja uusi ulkokuori 10...15 vuoden kuluessa. Julkisivut voidaan lisälämmöneristää käyttäen tuuletettua ulkokuoriratkaisua tai lämpörappausta. Korjauskustannuksissa on todennäköisesti saatavissa säästöjä, jos toteuttaa julkisivuun ja parvekkeisiin kohdistuvat korjaukset samanaikaisesti. (Kuntotutkimusseloste, 2011, 20 - 21.)

## 9 JULKISIVUVERHOILUJEN VAIHTOEHDOT

Korjausrakentamisessa lisälämmöneristyksen määrä on valittava niin, että rakenteen rakennusfysikaalinen toiminta tulee kuntoon. Ensisijaisesti pyritään pysäyttämään tai hidastamaan vanhan rakenteen vaurioitumista alentamalla kosteuspitoisuutta alle vauriomekanismien etenemiseen tarvittavan rajan. Kohteeseen valitsemme lisälämmöneristeen vahvuudeksi 70 mm.

Eristerappaukset ovat toiminnaltaan ns. tuulettumattomia rakenteita. Eristerappauksilla peitettävät rakenteet voivat sisältää huomattavia määriä kosteutta, minkä on päästävä poistumaan rakenteesta korjauksen jälkeen vaurioittamatta rakenteita ja aiheuttamatta kosteushaittaa rakennuksen sisäpuolelle. Kuivumisen kannalta tärkeää on käyttää hyvin vesihöyryä läpäiseviä liimalaasteja, lämmöneristeitä, verkotuslaasteja sekä pinnoitteita ja/tai maaleja. Eristerappauksella voidaan parantaa vaipparakenteiden energiatehokkuutta verrattain helposti. (Eriste- ja levyrappaus 2011, 117 - 118.)

Tuulettuvilla levyverhouksilla tarkoitetaan ratkaisua, jossa lisäeristeen ja uuden julkisivupinnan väliin jää tuuletusrako. Tuuletusraon tehtävänä on poistaa seinän läpi tuleva kosteus ja estää sadeveden tunkeutuminen syvempään seinärakenteeseen. Uuden pintarakenteen ja tuuletusraon ansiosta saadaan myös vanhan pintarakenteen kosteusolosuhteet parantumaan ja vauriot hidastumaan tai jopa kokonaan pysähtymään. Tuuletusraon ansiosta vanhan seinärakenteen epätasaisuudet saadaan myös piilotettua helposti ja niin saadaan aikaan uusi suora seinäpinta. Tuulettuvaa levyverhousta käytettäessä on otettava huomioon, että rakennuksen alkuperäinen ulkonäkö tulee normaalisti muuttumaan. Rakennusfysikaalisesti hyviä vaikutuksia tuulettuvalla verhouksimenetelmällä ovat mm. seinärakenteen kuivuminen, lämmitysenergian säästö ja vanhan ulkoseinärakenteen käyttöikä pitenee. (Jukkola, Eero 1997, 93 - 95.)

Julkisivujen korjausvaihtoehtojen valinnassa on otettava huomioon eri korjausvaihtoehtojen kaikki toteutuvat elinkaarikustannukset koko tarkasteluajanjaksolla, ei vain pelkkiä korjauksen investointikustannuksia. Elinkaarikustannuksia ovat investointikustannusten lisäksi käytön aikaiset huolto- ja ylläpitokustannukset sekä purku- ja uusimiskustannukset tarkastelujakson aikana. Jokaisen vaihtoehdon korjaustyöhön kuuluvat mm.

- ✓ verhoilulevyjen ja koolausten poisto
- ✓ vanhan rappauksen poistaminen tarvittavin osin
- ✓ 70 mm lisälämmöneristyksen asennus valitun järjestelmän mukaisesti
- ✓ uusi tuulettuva ulkokuori tai rappaus
- ✓ ikkunapellitysten uusiminen. (Kuntotutkimusseloste, 2011, 20 - 21.)

### **9.1 Vaihtoehto 1. Julkisivun eristerappaus**

Ohutrappaus-eristejärjestelmässä lämmöneristeet kiinnitetään alustaansa liimalaastilla sekä tarvittaessa voidaan käyttää myös mekaanisia kiinnikkeitä. Lämmöneristeiden ulkopintaan tehtävä rappauskerros muodostuu muovipinnoitetusta lasikuituverkolla lujitetusta levystä, liima- eli verkotuslaastista ja pinnoitteesta. Ohutrappauksen paksuus on tyypillisesti 5 - 10 mm. Liikuntasaumamat tulevat rakennuksen rungon liikuntasaumojen kohdalle. Ohutrappausjärjestelmässä on mahdollista saada saumattomat yhtenäiset julkisivut. (Eriste- ja levyrappaus 2011, 13.)

### **9.2 Vaihtoehto 2. Julkisivun tuulettuva eristerappaus**

Tuulettuvat levyrappaukset tehdään niin, että rappauskerros levitetään rappausalustana toimivan levyn päälle. Levyjen taustalle järjestetään yhtenäinen tuuletusrako. Levyjen tulee olla säänkestäviä ja sen kosteus- ja lämpötilamuodonmuutokset eivät saa olla suuret. Levyrakenteilla voidaan tehdä myös kaarevia muotoja levyjen taivutusominaisuuksien mukaan. (Eriste- ja levyrappaus 2011, 13.)

### **9.3 Vaihtoehto 3. Julkisivun tuulettuva profiilipellititys tai kasetointi**

Metalliverhoukset voidaan jakaa kahdentyyppisiin tuotteisiin kuten profiloituihin levyihin sekä sileisiin paneeleihin ja kasetteihin. Levyjen, paneelien ja kasettien taustalle järjestetään yhtenäinen tuuletusrako. Valmistusmateriaali on yleisesti eri tavoin korroosiosuojattu ja maalamalla pinnoitettu teräsohutlevy. Profiililevyjen valmistusmateriaalin ainevahvuus on vähintään 0,5 mm ja kasettien sekä paneelien 1,0 mm. Pinnat ovat helposti puhtaana pidettäviä. (Jukkola, Eero 1997, 95 - 96.)

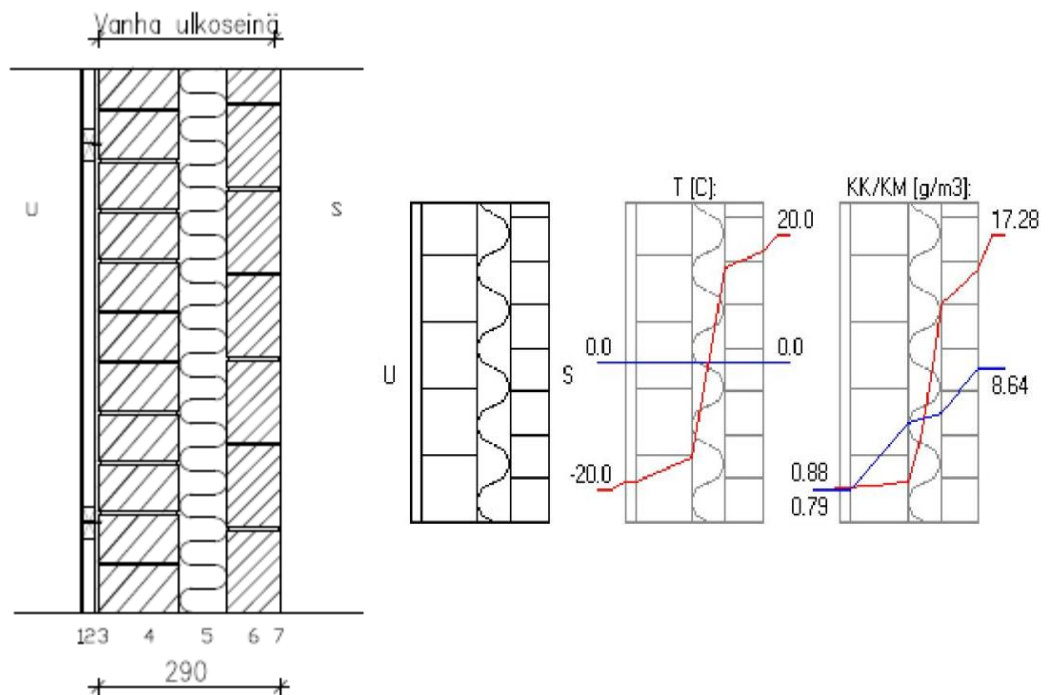
### **9.4 Vaihtoehto 4. Julkisivujen tuulettuva lasikuituvahvisteinen komposiittilevy**

Julkisivulevy on lasikuituvahvisteinen polymeerikomposiittilevy, jonka sileä pinta on elektronisesti kovettuvaa 100 %:sta akryyliä. Levyjen taustalle järjestetään yhtenäinen tuuletusrako. Levyyvahvuuksia on kahta erilaista 5,5 mm ja 6,5 mm. Levyt ovat täysin sään- ja vedenkestäviä, lujia sekä iskun- ja palonkestäviä. Levyjen pinnat ovat helposti puhdistettavia. (steni.fi.)

## 10 ULKOSEINÄRAKENTEEN RAKENNUSFYSIKAALINEN TOIMIVUUS

### 10.1 Alkuperäinen ulkoseinärakenne

Ei kantavalle ulkoseinärakenteelle, rakennetapaselostuksessa ei ole mainintaa tiilimuurauksien välissä olevasta tuuletusraosta. Jos tuuletusrako olisi, niin se sijaitisi 4. ja 5. rakenteen välissä, katso Kuva 15. Lämmönläpäisykerroin seinärakenteelle on  $0,46 \text{ W/m}^2\text{K}$ , tuuletusraon kanssa ja ilman tuuletusrakoa. Kantavalle seinärakenteelle lämmönläpäisykerroin on tuuletusraon kanssa ja ilman tuuletusrakoa  $0,48 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Ulkoseinärakenteiden vaihtoehtokorjaustapoja tutkitaan tarkemmin, ainoastaan ei kantavalle seinä osuudelle.



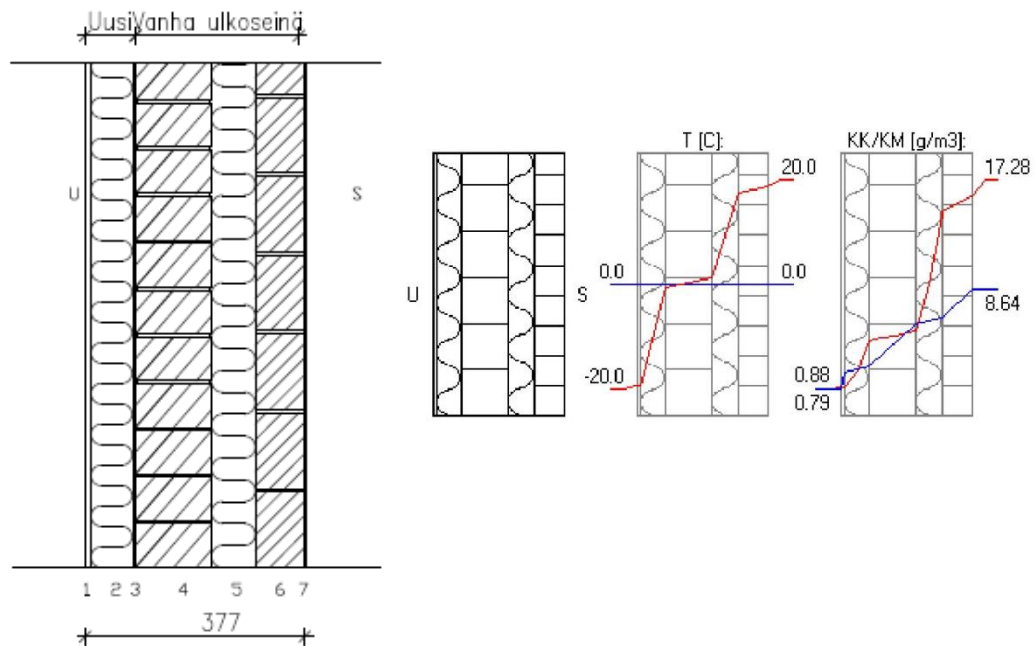
1. Julkisivuverhous, teräsprofiililevy
2. Puuvaakakoolaus,  $20 \times 50 \text{ mm}$  ja ilmarako  $\geq 20 \text{ mm}$ , heikosti tuulettuva
3. Rappaus
4. Poltettutiili muuraus  $\frac{1}{2}$  (130 mm)
5. Lämmöneriste, mineraalivilla 75 mm
6. Poltettutiili muuraus  $\frac{1}{4}$  (85 mm)
7. Tasoite ja pintakäsittely

Kuva 15. Alkuperäinen ulkoseinärakenne

Oikean puoleisesta doflämpö-kuvasta näemme teoreettisesti kuinka seinärakenne toimii kolmen kylmimmän päivän aikana vuodessa. Oikeanpuoleisesta vesihöyryn osapainekuviosta näemme, että vesihöyryn tiivistymistä tapahtuu kuvan perusteella tiilen (nro 4.) sisäpinnassa.  $0 \text{ }^\circ\text{C}$ :n raja kulkee keskellä seinärakennetta eristeessä.

## 10.2 Vaihtoehto 1. Julkisivun eristerappaus

Ensin vanhasta ulkoseinästä puretaan teräspeltiprofiilit asennusrimoineen, jonka jälkeen painepesurilla irroitetaan rappaus pois siltä osin kun se irtoaa hyvin. Uusi lisälämmöneriste kiinnitetään vanhaan seinärakenteeseen liima- tai tartuntalaastilla ja lisäksi mekaanisilla kiinnikkeillä. Rappaus, jota voidaan esimerkiksi käyttää, on kaksikerrosrappaus. Rappaus vahvistetaan muovipinnoitetulla lasikuituverkolla. Järjestelmä on Weberin SerpoMin-eristerappaus. Eristevahvuus on 70 mm ja tällä järjestelmällä saataisiin teoriassa lämmönläpäisykertoimeksi 0,25 W/m<sup>2</sup>K, joka on alkuperäisestä n. 46 %:a parempi, katso alla oleva Kuva 16.



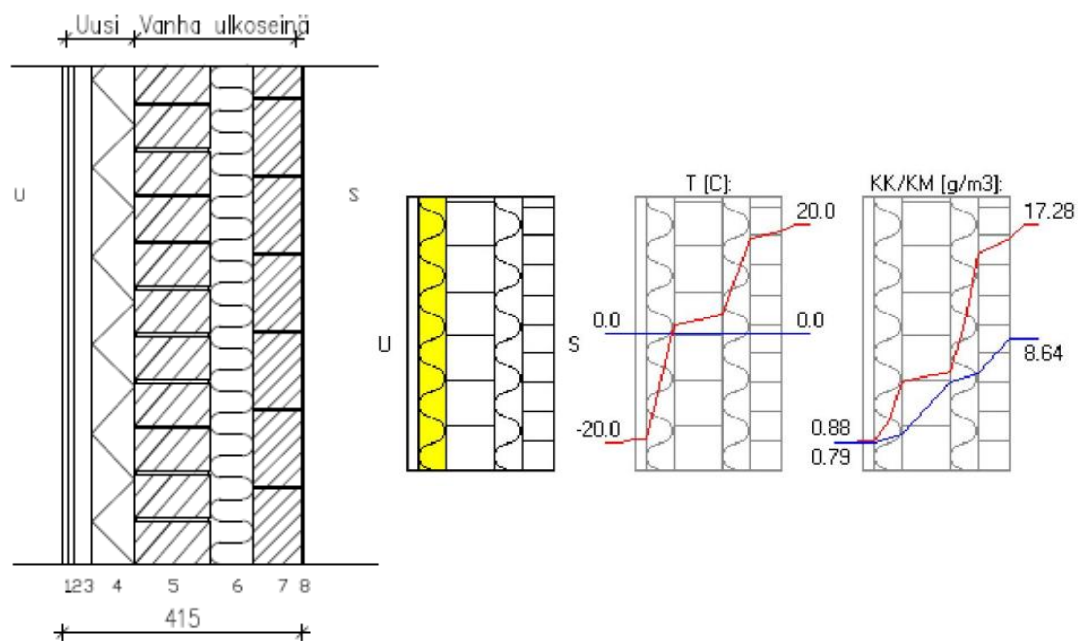
1. Kaksikerros rappaus + Silcomaali ja -pinnoite(Weber SerpoMin-eristerappaus)
2. Lämmöneristelevy Isover FS30, [D 0,37 W/mK]: 70 mm + mekaaninen kiinnitys
3. Tartuntarappaus
4. Poltettutiili muuraus ½ (130 mm)
5. Lämmöneriste, mineraalivilla 75 mm
6. Poltettutiili muuraus ¼ (85 mm)
7. Tasoite ja pintakäsittely

Kuva 16. Ulkoseinä lisälämmöneristerappauksella

Oikean puoleisesta doflämpö-kuvasta näemme kuinka seinärakenne toimii kolmen kylmimmän päivän aikana vuodessa. Oikeanpuoleisesta vesihöyryn osapainekuviosta näemme, että vesihöyryn tiivistymistä kuvan perusteella tapahtuu lisälämmöneristeen (nro 2.) pinnassa sekä jonkin verran tiilen (nro 4.) sisäpinnassa. 0 °C:n raja kulkee vanhan rakenteen ulkokuoressa, verraten alkuperäiseen jossa 0 °C:n raja oli keskellä seinärakennetta eristeessä. Kun lisätään eriste ulkopuolelle, rakenteen lämpötila nousee ja ulkoseinällä on paremmat mahdollisuudet kuivumiseen. Jos eristeen paksuutta kasvatetaan 10 mm...20 mm:ä, saadaan U-arvoa vielä parannettua sekä rakenteen kosteus olosuhteita pienennettyä. Eristeen paksuutta kasvattaessa on otettava huomioon vaipparakenteet, kuten esimerkiksi ikkunoiden syvyksien vaikutus julkisivussa.

### 10.3 Vaihtoehto 2. Julkisivun tuulettuva eristerappaus

Ensin vanhasta ulkoseinästä puretaan teräspeltiprofiilit asennusrimoineen, jonka jälkeen painepesurilla irroitetaan rappaus pois siltä osin kun se irtoaa hyvin. Uusi lisälämmöneriste tuulensuojaeristeenä (Paroc Cortex, 75 mm) kiinnitetään vanhaan seinärakenteeseen mekaanisella vaakarangalla. Tuuletusväli (30 mm) tehdään teräs pystyrangalla johon kiinnitetään julkisivulevy. Julkisivulevyn pintaan voidaan rapata esim. kaksikerrosrappaus. Rappaus vahvistetaan muovipinnoitetulla lasikuituverkolla. Järjestelmä on Weberin SerpoMin-eristerappaus, katso alla oleva Kuva 17. Ulkoseinän U-arvo on tällä järjestelmällä 0,22 W/m<sup>2</sup>K, alkuperäiseen U-arvoon verrattuna 52 %:a parempi. Tässä on otettava huomioon eristevahvuus, joka on suurempi kuin lämmöneristerappauksessa.



1. Kaksikerros rappaus + Silcomaali ja -pinnoite(Weber SerpoMin-eristerappaus)
2. Bluclad-julkisivulevy 10 mm
3. Tuuletusväli 30 mm + pysty teräsranka FeZn, k600
4. Tuulensuojaeriste Paroc Cortex, [0,033 W/mK]: 75 mm + mekaaninen kiinnitys
5. Poltettutuli muuraus ½ (130 mm)
6. Lämmöneriste, mineraalivilla 75 mm
7. Poltettutuli muuraus ¼ (85 mm)
8. Tasoite ja pintakäsittely

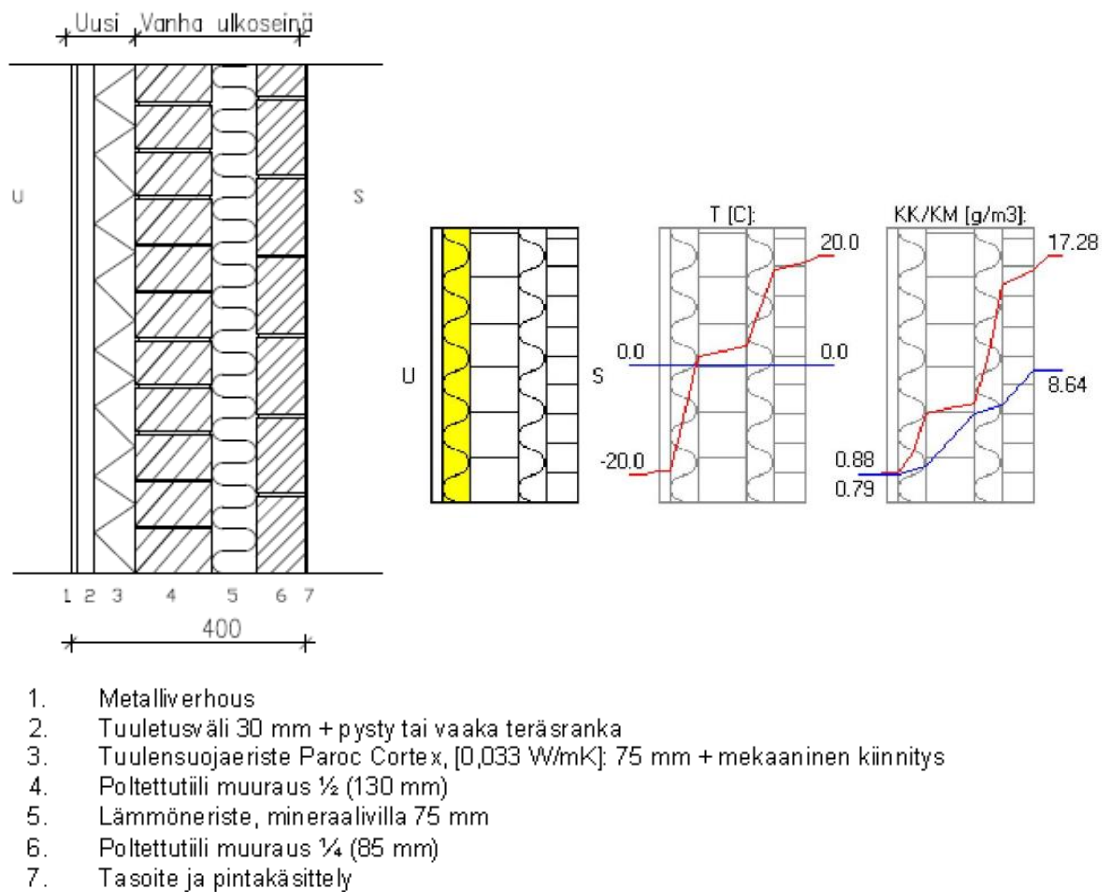
Kuva 17. Tuulettuva eristerappaus

Oikean puoleisesta doflämpö-kuvasta näemme kuinka seinärakenne toimii teoriassa kolmen kylmimmän päivän aikana vuodessa. Oikeanpuoleisesta vesihöyryn osapainekuviosta näemme, että vesihöyryn tiivistymistä ei tapahdu rakenteessa laisinkaan. 0 °C:n raja kulkee vanhan rakenteen ulkopuolella lisäeristeessä, näin ollen alkuperäinen seinärakenne on kokonaan lämpimän puolella. Rakenteen lämpötila nousee ja vanhalla ulkoseinällä on paremmat kuivumis mahdollisuudet.



### 10.4 Vaihtoehto 3. Julkisivun tuulettuva profiilipellitys tai kasetointi

Ensin vanhasta ulkoseinästä puretaan teräspeltiprofiilit asennusrimoineen, jonka jälkeen painepesurilla irroitetaan rappaus pois siltä osin kun se irtoaa hyvin. Uusi lisälämmöneriste tuulensuojakeristeenä (Paroc Cortex, 75 mm) kiinnitetään vanhaan seinärakenteeseen mekaanisella vaaka- tai pystyrangalla. Tuuletusväli (30 mm) tehdään teräs pysty- tai vaakarangalla johon kiinnitetään valittu metalliverhous joko profiilipellillä tai kasetoinnilla, katso Kuva 18. Ulkoseinän U-arvo tällä järjestelmällä on 0,22 W/m<sup>2</sup>K, alkuperäiseen U-arvoon verrattuna n. 52 %:a parempi. Tässä on otettava huomioon eristevahvuus, joka on suurempi kuin lämmöneristerappauksessa.

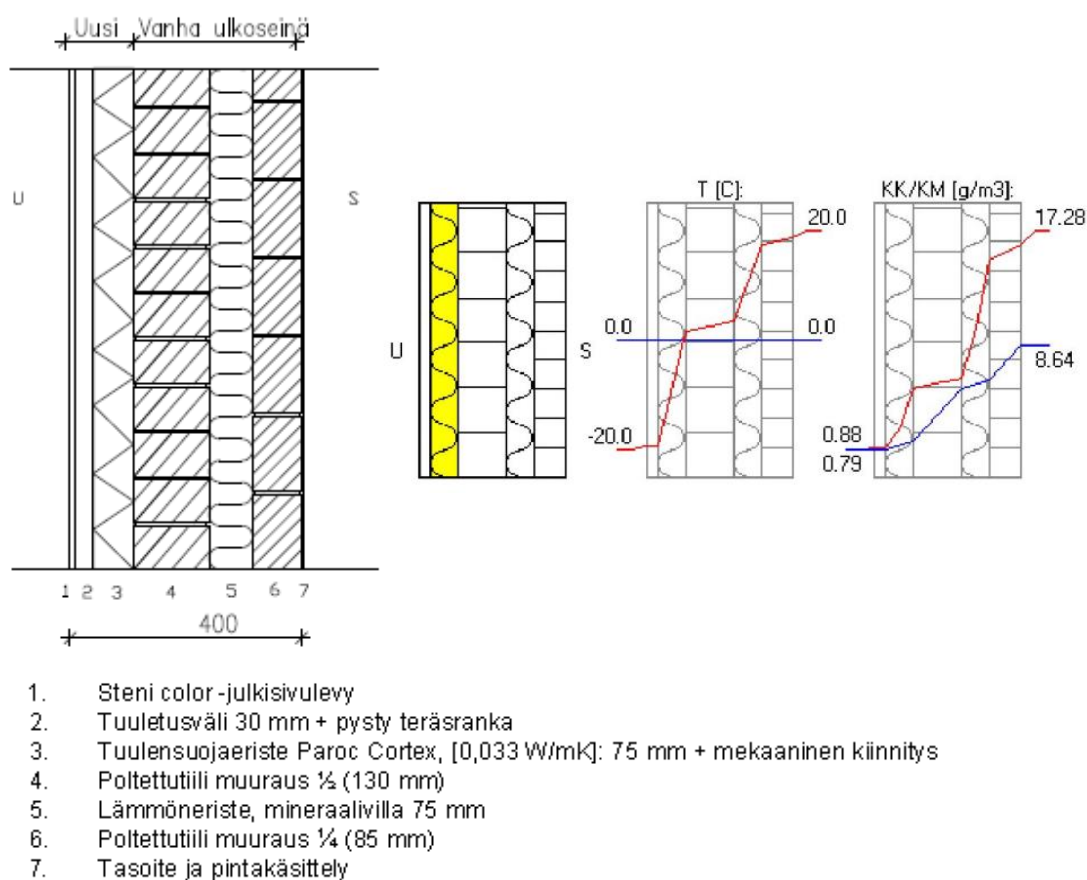


Kuva 18. Metalliverhottu julkisivu

Oikean puoleisesta doflämpö-kuvasta näemme kuinka seinärakenne toimii teoriassa kolmen kylmimmän päivän aikana vuodessa. Oikeanpuoleisesta vesihöyryn osapainekuviosta näemme, että vesihöyryn tiivistymistä ei tapahdu rakenteessa laisinkaan. 0 °C:n raja kulkee vanhan rakenteen ulkopuolella lisäeristeessä, näin ollen alkuperäinen seinärakenne on kokonaan lämpimän puolella. Rakenteen lämpötila nousee ja vanhalla ulkoseinällä on paremmat kuivumis mahdollisuudet.

## 10.5 Vaihtoehto 4. Julkisivun tuulettuva lasikuituvahvisteinen komposiittilevy

Ensin vanhasta ulkoseinästä puretaan teräspeltiprofiilit asennusrimoineen, jonka jälkeen painepesurilla irroitetaan rappaus pois siltä osin kun se irtoaa hyvin. Uusi lisälämmöneriste tuulensuojaeristeenä (Paroc Cortex, 75 mm) kiinnitetään vanhaan seinärakenteeseen mekaanisella pystyrangalla. Tuuletusväli (30 mm) tehdään teräs vaakarangalla johon kiinnitetään Steni Color -julkisivulevy, katso Kuva 19. Ulkoseinän U-arvo tällä järjestelmällä on  $0,22 \text{ W/m}^2\text{K}$ , alkuperäiseen U-arvoon verrattuna n. 52 % parempi. Tässä on otettava huomioon eristevahvuus, joka on suurempi kuin lämmöneristerappauksessa.



Kuva 19. Steni Color -julkisivulevy (komposiittivahvisteinen komposiittilevy)

Oikean puoleisesta doflämpö-kuvasta näemme kuinka seinärakenne toimii teoriassa kolmen kylmimmän päivän aikana vuodessa. Oikeanpuoleisesta vesihöyryn osapainekuviosta näemme, että vesihöyryn tiivistymistä ei tapahdu rakenteessa laisinkaan.  $0 \text{ }^\circ\text{C}$ :n raja kulkee vanhan rakenteen ulkopuolella lisäeristeessä, näin ollen alkuperäinen seinärakenne on kokonaan lämpimän puolella. Alkuperäisen ulkoseinärakenteen lämpötila nousee ja näin ollen rakenteen kuivumismahdollisuudet paranevat.

## 11 ULKOSEINÄRAKENTEIDEN ENERGIATALOUDELLISUUS

Rakennuksen lämpöenergian kulutusta voidaan arvioida lämpöindeksin avulla. Lämpöindeksi on rakennuksen mitattu, todellinen ominaiskulutus (kWh/m<sup>3</sup>). Lämpöindeksi riippuu sijainnin ohella rakennuksen teknisten ratkaisujen lämpöteknisistä ominaisuuksista. Rakennus, jonka lämpöindeksi on korkea, on usein myös asumisviihtyvyydeltään huonompi. Lisäeristäminen parantaa rakenteen U-arvoa ja samalla vähentää rakenteen energian kulutusta. Vaipan johdumishäviöt eivät kuitenkaan alene johdonmukaisesti U-arvon paranemisen kanssa, koska lisäeristäminen tehostaa rakenteessa olevien kylmäsiltojen vaikutusta. Kylmäsiltoja ovat mm. ikkunoiden ja ovien liittyminen ulkoseinärakenteeseen sekä parvekkeet ja rakennuksen nurkat. Nämä tulee ottaa huomioon laskelmissa tai ainakin tuloksissa. (Julkisivun lisäeristäminen 1991, 46 - 48.)

### 11.1 Lämpöhäviöt

Taulukko 4 näyttää teoreettisen lämpöhäviön asuinkerrostalolle, Doflämpö-ohjelman ilmoittamana. Energiansäästöä saadaan parhaiten tuulettuvilla ulkoseinärakenteilla, kuitenkin suunniteltaessa eri vaihtoehtoja on perehdyttävä ja tutkittava tarkemmin vaipparakenteiden kylmäsiltojen vaikutuksiin sekä otettava huomioon mm. rakennuksen ilmanvaihdon säädöt.

Taulukko 4. Lämpöhäviöt seinärakenteille

Ulkoseinärakenne	Lämpöhäviö [kWh]
Alkuperäinen	56,5
Vaihtoehto 1. eristerappaus	32,5
Vaihtoehto 2. tuulettuva eristerappaus	28,4
Vaihtoehto 3. tuulettuva profiilipellitys tai kasetointi	28,8
Vaihtoehto 4. tuulettuva lasikuituvahvisteinen komposiittilevy	28,7

## 11.2 Elinkaaritaloudellisuus

Julkisivukorjauksen elinkaaritaloudellisuutta arvioitiin Juko 5 -excell pohjaisella ohjelmalla. Kuva 20 esittää lähtötiedot laskelmille. Tekninen käyttöikä on korjausvaihtoehdoille 1. ja 2. 50 vuotta sekä vaihtoehdoille 3. ja 4. 40 vuotta. Laskentakorko 5 % ja energianhinta on tätä päivää kuin myös arvonlisävero. Kunnossapitajaksot kaikilla korjausvaihtoehdoilla on 20 vuotta (kts Taulukko 2). Materiaalien ja työkustannuksien laskenta-apuna on käytetty ROK 2013, Rakennusosien kustannuksia -kirjaa sekä KOR 2013, Korjausrakentamisen kustannuksia -kirjaa. Alla on esitetty julkisivukorjauskustannuksen sisältö, esimerkiksi vaihtoehto 1 eristerappaus kustannukset koostuvat mm. **työmaatekniikoista**, kuten

- ✓ rappausteline, sääsuojaus, mastonostin
- ✓ ikkunoiden suojaus
- ✓ rappauksen käsin piikkaus ja painepesu (peltien purku ei sisälly kustannuksiin)

Rappaukseen tarvittavat **materiaalit**, kuten

- ✓ mineraalivilla
- ✓ kiinnikkeet
- ✓ laasti, liimaus- ja verkotuslaasti
- ✓ rappausverkko, lasikuitu
- ✓ laasti, julkisivupinnoite
- ✓ maali, silikaattipohjuste
- ✓ sokkeliprofiili lista

Muut materiaalit ja työt, kuten

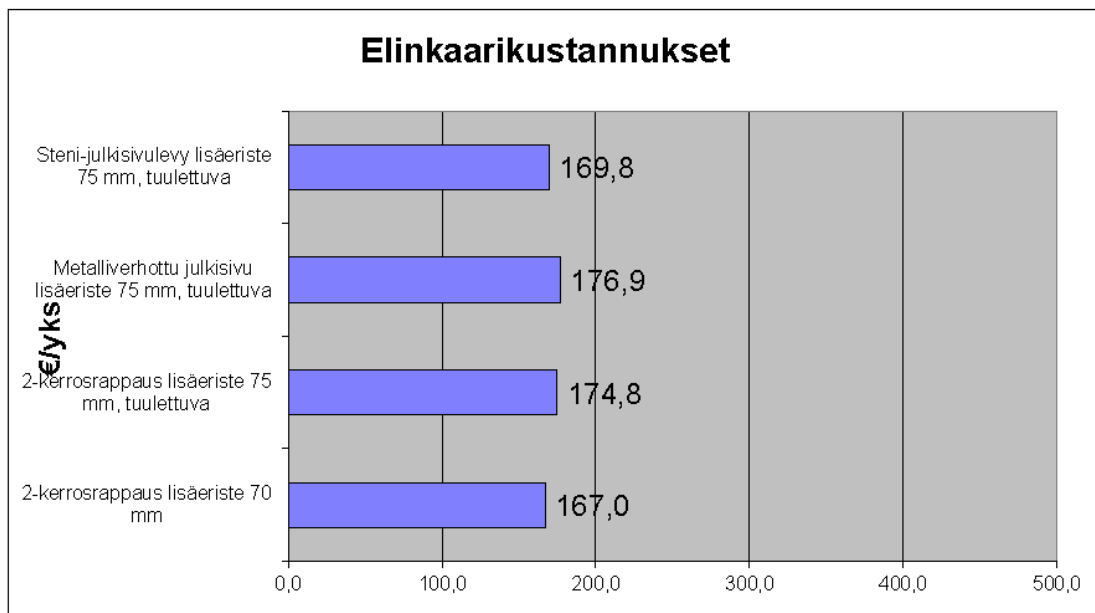
- ✓ uudet ikkunapellit
- ✓ palotikkaat
- ✓ sokkelikiven puhdistus ja maalaus ja/tai pinnoitus.

Sekä sisältävät myös julkisivukorjauksen **työkustannukset** aputöineen.

LAHTOTIEDOT															Kansi
Taloudellinen pitoaika, v		50		Taloudellinen pitoaika voi vaihdella välillä 0 - 60 v											
Laskentakorko, %		5													
Energianhinta, €/kWh		0,06842													
Arvonlisävero, %		24													
Tarkastelupaikkakunta		Kuopio													
Toimenpide	Yks	1. jakso		2. jakso		3. jakso		4. jakso		5. jakso		6. jakso		Jäännös-arvo	
		Korjaus-hinta	Jakso	Hinta	Jakso	Hinta	Jakso	Hinta	Jakso	Hinta	Jakso	Hinta	Jakso		Hinta
		€/yks	v	€/yks	v	€/yks	v	€/yks	v	€/yks	v	€/yks	v	€/yks	
2-kerrosrappaus lisäeriste 70 mm	m <sup>2</sup>	84	10	20	12	30		40	12	50	84	60		0	
2-kerrosrappaus lisäeriste 75 mm, tuulettuva	m <sup>2</sup>	93	10	20	13,5	30		40	13,5	50	93	60		0	
Metalliverhoitu julkisivu lisäeriste 75 mm, tuulettuva	m <sup>2</sup>	94	10	20	6,5	30		40	94	50		60		0	
Steni-julkisivulevy lisäeriste 75 mm, tuulettuva	m <sup>2</sup>	89	10	20	6,5	30		40	89	50		60		0	
		U-arvo	nylU-arvo	U-arvo	U-arvo	U-arvo	U-arvo	U-arvo	U-arvo	U-arvo	U-arvo	U-arvo	U-arvo	U-arvo	
	Yks	W/m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup>	
2-kerrosrappaus lisäeriste 70 mm	m <sup>2</sup>	0,245	0,46	0,245	0,245	0,245	0,245	0,245	0,245	0,245	0,245	0,245	0,245	0,245	
2-kerrosrappaus lisäeriste 75 mm, tuulettuva	m <sup>2</sup>	0,217	0,46	0,217	0,217	0,217	0,217	0,217	0,217	0,217	0,217	0,217	0,217	0,217	
Metalliverhoitu julkisivu lisäeriste 75 mm, tuulettuva	m <sup>2</sup>	0,217	0,46	0,217	0,217	0,217	0,217	0,217	0,217	0,217	0,217	0,217	0,217	0,217	
Steni-julkisivulevy lisäeriste 75 mm, tuulettuva	m <sup>2</sup>	0,217	0,46	0,217	0,217	0,217	0,217	0,217	0,217	0,217	0,217	0,217	0,217	0,217	

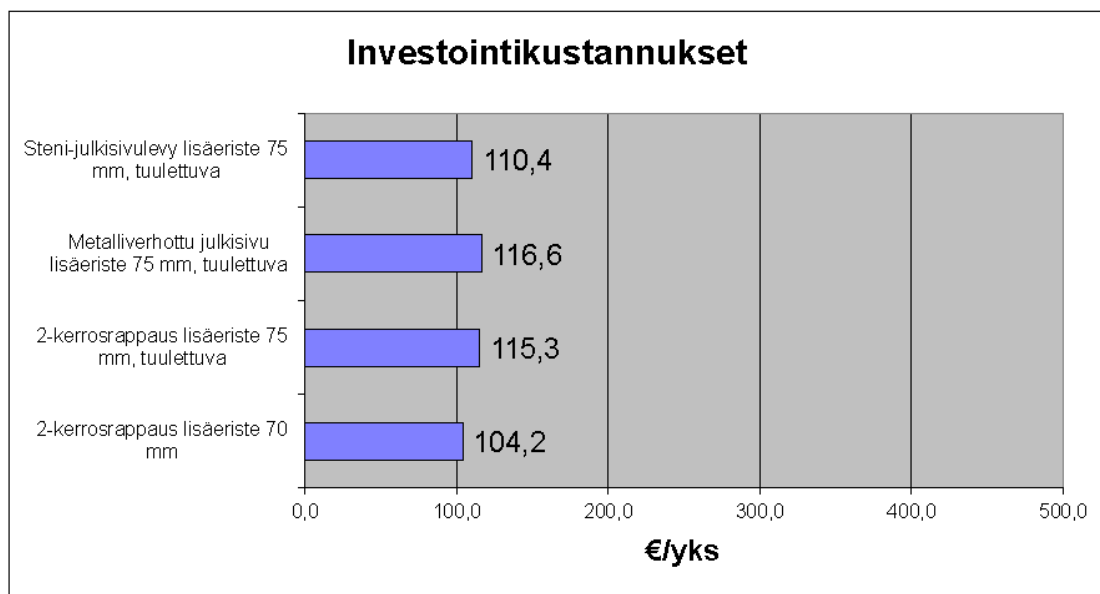
Kuva 20. Elinkaaritaloudellisuus Juko 5 -laskentaohjelman lähtötiedot

Kuvio 21 esittää korjausvaihtoehtojen elinkaarikustannukset. Elinkaarikustannukset sisältävät investoinnista, kunnossapidosta ja kuluvastä lämmitysenergiasta. Edullisin koko elinkaaren ajallaan on korjausvaihtoehto 1. lisäeristerappaus, jonka tekninen käyttöikä on 50 vuotta. Toisena on vaihtoehto 4. tuulettuva lasikuituvahvisteinen komposiittilevy (Steni) ja tämän tekninen käyttöikä on 40 vuotta.



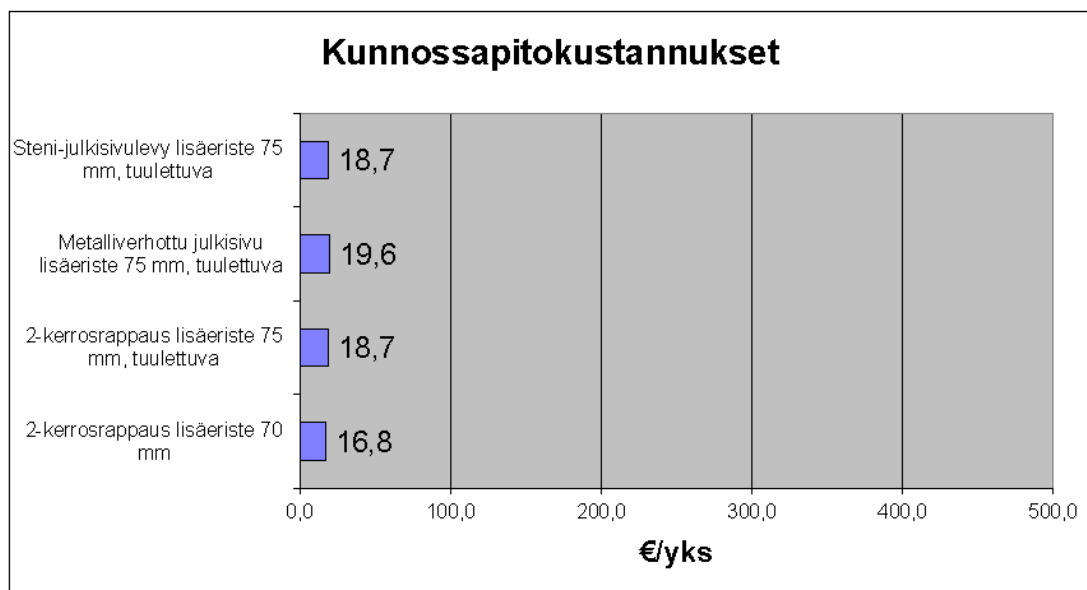
Kuvio 21. Julkisivukorjausten elinkaarikustannukset, Juko 5 -laskentaohjelmalla

Kuvio 22 esittää vaihtoehtojen investointikustannukset 50 ja 40 vuoden ajalle. Vaihtoehto 1 on investoinniltaankin kaikkein edullisin korjausvaihtoehto (50 vuotta). Kuitenkin kaikkien kustannukset ovat melko samansuuruiset.



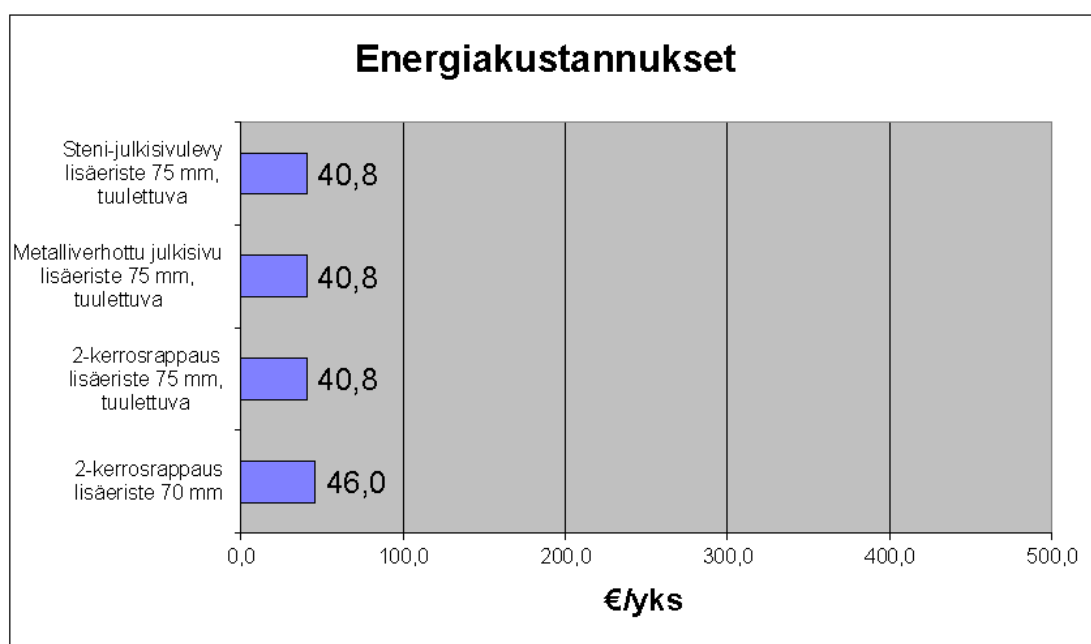
Kuvio 22. Julkisivukorjausten investointikustannukset, Juko 5 -laskentaohjelmalla

Kuvio 23 näyttää korjausvaihtoehtojen kunnossapitokustannukset 20 vuoden välein tehtäville huoltotoimenpiteille 40 ja 50 vuoden aikana. Edelleen edullisin vaihtoehto on lisäeristerappaus. Kunnossapitokustannukset sisältävät esimerkiksi vaihtoehto 1 eristerappaukselle, huolto-maalauksesta töineen sekä mastonostimen vuokrasta 20 vuoden välein 50 vuoden aikana.



Kuvio 23. Julkisivukorjausten kunnossapitokustannukset, Juko 5 -laskentaohjelmalla

Kuvio 24 näyttää korjausvaihtoehtojen energiakustannukset. Energiaa kuluttaa eniten lisäeristerappaus, jonka U-arvo oli hiukan huonompi tuulettuviin korjausvaihtoehtoihin nähden. Jos halutaan vähentää energiankulutusta, kuvan perusteella kannattaisi silloin valita korjausvaihtoehtoksi jokin tuulettuvista seinärakennevaihtoehdoista. Mutta jos eristerappauksen eristevahvuutta kasvatetaan 5...10 mm, niin silloin energiakulutusta saadaan alaspäin.



Kuvio 24. Julkisivukorjausten energiakustannukset, Juko 5 -laskentaohjelmalla

## **12 KORJAUSVAIHTOEHTOJEN TYÖMAATEKNIIKAT**

### **12.1 Vanhan levyjulkisivun purkaminen**

Levyjulkisivun purkaminen tapahtuu ylhäältä alaspäin esimerkiksi mastonostimelta. Levyjen käsivaraissa irrotuksessa julkisivulevytyksen kiinnikkeet avataan ja levyt nostellaan pois paikoltaan. Kiinnikkeiden avaaminen / irrottaminen on hidasta ja hankalaa. Purku tehdään ilman pölyäviä työvaiheita. Jos levyt sisältävät asbestia, purku suoritetaan asbestityönä. Purkujätteet lajitellaan jätetyypin mukaan.

Rappauksen suihkupuhdistustyöt tehdään esimerkiksi kiinteiltä telineiltä. Puhdistetun julkisivumuurausten soveltuvuus lisälämmöneristämiseen todetaan alustakatselmuksessa. Alustan pitää olla yhtenäinen, puhdas ja suora.

### **12.2 Eristäminen, rankarakenne ja levyjen kiinnitys**

Julkisivuverhoilusta riippuen lämmöneristeet kiinnitetään alustaan esimerkiksi lämpörappauksen ollessa kysymyksessä tartuntalaastilla tai mekaanisilla kiinnikkeillä tai molempia menetelmiä käyttäen. Levyjulkisivuissa lämmöneristeet asennetaan mekaanisesti rankarakenteen väliin. Molemmissa tapauksissa lämmöneristeet asennetaan tiiviisti alustaansa, niin ettei alustan ja eristeen väliin jää suuria yhtenäisiä ilmapälejä. Rankarakenne tehdään yleensä ristiinkoolamalla esimerkiksi sinkitystä teräksestä. Uloimman koolauksen suunnan määrittää levyjen asennussuunta. Levyjen kiinnityksessä on huomioitava tuulen vaikutus, mitä korkeammalle noustessa. Tuuli pyrkii irrottamaan verhoukslevyjä imuvaikutuksen vuoksi. Imuvaikutuksen suuruus riippuu mm. rakennuksen korkeudesta, muodosta ja sijainnista.

### **12.3 Käyttäjän huomioonottava korjaus**

Korjaustyöstä aiheutuu käyttäjän kannalta vaaroja ihmisten ja omaisuuden turvallisuudelle sekä häiriöitä jokapäiväiselle elämälle. Pahimpia käyttäjiin kohdistuvia häiriötekijöitä ovat pöly, melu, palo- ja vesivahingot sekä varkauksien vaara, vesi- ja sähkökatkokset, tavaroiden siirteily ja varastointi, toimitilan vähentyminen sekä oman rauhan häiriintyminen. Tärkeintä korjaajan kannalta on tiedottaa ajoissa, täsmällisesti ja selkeästi käyttäjille tulevista haitoista ja muutoksista. (Kaivonen, Juha-Antti 1994, 209 - 210.)

### 13 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää asuinkerrostaloyhtiölle erilaisia mahdollisia julkisivuverhoilun korjaustapoja. Lähtökohtana näille selvityksille toimi vuonna 2011 tehty julkisivujen kuntoarvio. Julkisivujen tämänhetkisen kunnan perusteella vanha julkisivuverhous poistetaan ja aiemmin tehty rapautunut rappaus puhdistetaan paikallisesti tai kokonaan. Puhdistuksen jälkeen selviää seinärakenteen todellinen kunto.

Verhoiluvaihtoehtoja oli lisäeristerappaus, tuulettuva eristerappaus, tuulettuva profiilipellitys tai kasetointi ja tuulettuva lasikuituvahvisteinen komposiittilevy. Kaikilla näillä neljällä vaihtoehtoilla saadaan julkisivu korjattua nykyhetken rakennusmääräyksien mukaisiksi ja esimerkiksi julkisivun teknistä käyttöikää saadaan jatkettua 40 - 50 vuotta. Olettaen, että kunnossapidosta huolehditaan julkisivuverhoilulle suunnitelluin huoltovälein. Myös rakennuksen lämmitysenergiankulutusta saadaan vähennettyä energiataloutta parantavilla korjauksilla, kuten asentamalla julkisivukorjauksen yhteydessä parvekelasit niihin parvekkeisiin, joissa niitä ei vielä ole.

Opinnäytetyön tuloksena saatiin valittua julkisivukorjausvaihtoehto, joka on vaihtoehto 1 lisälämmöneristerappaus. Perusteluina olivat helpot työmenetelmät, kuten vaihtoehto 1:ssä lisäeriste kiinnitetään vanhaan ulkoseinään laastilla ja mekaanisin kiinnikkein. Kun taas vaihtoehto 2, 3 ja 4:ssä ulkoseinään asennetaan ensiksi teräsrunko pystyyn taikka vaakaan riippuen asennettavasta levystä, jonka väliin asennetaan lisäeriste ja rungon päälle kiinnitetään tuulettuva julkisivuverhousvaihtoehto, minkä myötä vaihtoehto 1 on myös nopeampi aikataulultaan sekä kattaa edullisimmat elinkaari- ja materiaalikustannukset.

Elinkaarikustannusten osalta riskejä eli epävarmuustekijöitä kokonaiskustannuksen hinnan muutoksiin voi olettaa olevan esimerkiksi koron vaihtelut, materiaalien ja työkustannusten nousut, sekä ilmaston muutos. Edellä mainitut huomioon ottaen olisi hyvä harkita julkisivuverhoilujen huoltovälien ja kunnossapidon tiuhentamista, jolla voidaan turvata verhoilujen kestävyys, toimivuus ja ulkonäölliset seikat.

Suunnittelussa huomioitavia asioita ovat mm. räystään pituus, vesipeltien kaltevuudet, ikkuna- ja oviliitokset, jotka vaikuttavat osaltaan seinärakenteen U-arvoon eli lämmönläpäisykertoimeen vähentävästi. Edellä mainittuja asioita ei otettu huomioon U-arvoa laskettaessa. Lämmönläpäisykerroin vaihtoehto 1:ssä oli muita korjausvaihtoehtoja hiukan suurempi, käytännössä erolla ei juuri ole merkitystä. Myös tuulettuvilla korjausvaihtoehtoilla päästään hyviin tuloksiin esimerkiksi lämmönläpäisykerroin puolittui alkuperäisestä.

Lisälämmöneristerappaus menetelmällä saadaan alkuperäinen vuonna 1966 rapattu julkisivuverhous jälleen kaikkien nähtävälle, mutta valitsemalla profiilipeltiverhouksen päästään myös nykyiseen ulkonäköön. Kaikki verhoiluvaihtoehdot ovat hyviä ja toimivia ratkaisuja, valintaa



tehdessä kannattaa kuitenkin miettiä myös kunnossapidettävyyttä, huollettavuutta sekä myös ulkonäöllistä seikkaa ympärillä olevat rakennukset huomioiden. Toteutettavan julkisivukorjaus vaihtoehdon päättävät asukkaat ja hallitus yhdessä.

## LÄHTEET

- BJÖRKHOLTZ, Dick. 1997. Lämpö ja kosteus. Rakennusfysiikka. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- Delete.fi. [verkkoaineisto].[viitattu 2014-04-07]. Saatavissa: <http://www.delete.fi/> Polku: delete.fi. Julkisivupesu-ja-julkisivusuojaus
- DUNKEL, Harry. 2011. Rakennusfysiikka, kosteus [Opetusmoniste]. Kuopio: Savonia-ammattikorkeakoulu.
- DUNKEL, Harry. 2012. Rakennusfysiikka, lämpö [Opetusmoniste]. Kuopio: Savonia-ammattikorkeakoulu.
- ERISTE- JA LEVYRAPPAUS 2011, by 57. Lahti: Suomen Betoniyhdistys r.y.
- HAATAJA, Pasi. 2011. Korjausrakentaminen [Opetusmoniste]. Kuopio: Savonia-ammattikorkeakoulu.
- JORMALAINEN, Pentti. 1994. Korjausrakennustyöt. Helsinki: Rakennusalan Kustantajat RAK.
- JORMALAINEN, Pentti ja MATILAINEN, Ari. 1999. Korjausrakennustyöt. Helsinki: Kustantajat Sarmala Oy, RAK.
- JUKKOLA, Eero. 1997. Julkisivujen korjausopas. Hyvinkää: Suomen Media-Kamari Oy.
- JULKISIVUN LISÄERISTÄMINEN, 1991. SITRA Julkisivujen pintakäsittely- ja lisäeristysprojekti. Jyväskylä: Kauppa- ja teollisuusministeriö Energiaosasto.
- julkisivuyhdistys.fi. [verkkoaineisto]. [viitattu 2013-12-11]. Saatavissa: <http://www.julkisivuyhdistys.fi/> Polku: julkisivuyhdistys.fi. juko
- KAIVONEN, Juha-Antti. 1994. Rakennusten korjaustekniikka ja talous. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- KAJAVA, Reino. 2011. Rakennuksen puutyöt. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- KIINTEISTÖN TEKNISET KÄYTTÖIÄT JA KUNNOSSAPITOJAKSOT: RT 18–10922. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- Korjaustieto.fi. [verkkoaineisto].[viitattu 2014-02-25]. Saatavissa: <http://www.korjaustieto.fi/> Polku: korjaustieto.fi. Korjaushankkeet
- KULOMÄKI, Juha. 2013. Taloyhtiö korjausrakennuttajana. Helsinki: Kiinteistöalan Kustannus Oy.
- KUNTOTUTKIMUSSELOSTE, 2011. Lahti: Raksystems Anticimex Insinööri-toimisto Oy.
- LAHDENSIVU, Jukka. 2010. Julkisivujen ja parvekkeiden kestävyys muuttuvassa ilmastossa. Helsinki: Ympäristöministeriö.
- LAPPALAINEN, Markku. 2011. Kerrostalon peruskorjaus. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- MÄKIÖ, Erkki. 1994. Kerrostalot 1960 – 1975. Helsinki: Rakennustietosäätiö ja Rakennustieto Oy.
- NEUVONEN, Petri. 2006. KERROSTALOT 1880 – 2000. Helsinki: Helsinki: Rakennustietosäätiö ja Rakennustieto Oy.
- NEUVONEN, Petri. 2009. Kerrostalon julkisivukorjaus. Helsinki: Ympäristöministeriö.
- Omataloyhtio.fi. [verkkoaineisto].[viitattu 2013-11-09]. Saatavissa: <http://www.omataloyhtio.fi/>

PENTTI, Matti ja HYYPÖLÄINEN, Tarja. 1999. Ulkoseinärakenteiden kosteustekninen suunnittelu. Tampere: Rakennustekniikan osasto.

Rakennusperinto.fi. [verkkoaineisto]. [viitattu 2014-02-25]. Saatavissa: <http://www.rakennusperinto.fi/> Polku: rakennusperinto.fi. Kasitteisto

RAKENNUSTEN LÄMMÖNERISTYS. Suomen Rakentamismääräyskokoelma D3. 2012. Määräykset 2012. Helsinki: Ympäristöministeriö. Asunto- ja rakennusosasto. [viitattu: 2014-03-18]. Saatavissa: <http://www.ym.fi/fi-FI/> Polku: ym.fi. Rakentamismääräyskokoelma

RAKENTEIDEN JA RAKENNUSTEN ELINKAAREN HALLINTA: RIL 216–2013. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.

SANDBERG, Kimmo ja KOPONEN Keijo. 2000. Kiviaineisten julkisivujen korjaus ja maalaus. Vantaa: Tikkurila Paints Oy.

SIIKANEN, Unto. 1996. Rakennusfysiikka Perusteet ja Sovellukset. Helsinki: Rakennustieto Oy.

SOININEN, Raimo. 2001. Julkisivumaalaus ja pinnoitus No 17 [Opetusmoniste]. Vantaa: (EV-TEK) Metropolia-ammattikorkeakoulu.

steni.fi. [verkkoaineisto]. [viitattu 2014-03-25]. Saatavissa: <http://www.steni.fi/> Polku: steni.fi. Esitteet

Valokuva 7.5.2013. Kuopio: Suomen Talokeskus Oy.