

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Rakennustekniikan koulutusohjelma

Mika Kinnunen
Santeri Leskinen

KERROSTALON KUNTOTUTKIMUKSEN SUUNNITTELU JA
KUSTANNUSLASKENTA KAHDELLE LISÄKERROKSELLE SEKÄ
SANEERAUKSELLE PUUELEMENTEIN

Opinnäytetyö
Joulukuu 2015



OPINNÄYTETYÖ
Joulukuu 2015
Rakennustekniikan koulutusohjelma

Karjalankatu 3
80220 JOENSUU
(013) 260 6600

Tekijä(t)

Mika Kinnunen
Santeri Leskinen

Nimeke

Kerrostalon kuntotutkimuksen suunnittelu ja kustannuslaskenta kahdelle lisäkerrokselle sekä saneeraukselle puuelementein

Toimeksiantaja

Karelia-ammattikorkeakoulu

Tiivistelmä

Opinnäytetyöryhmämme koostui kolmesta opiskelijasta, ja sen tarkoituksena oli selvittää mahdollisuuksia vanhojen 60- ja 70-luvulla rakennettujen kolmikerroksisten kerrostalojen korottamiseen sekä saneeraukseen puuelementein. Tämä opinnäytetyö rajautuu kohteen kuntotutkimuksen suunnitteluun ja saneerauksen kustannuslaskennan osioon.

Opinnäytetyö käsittelee kuntotutkimuksen tarvetta ja antaa perustelut kohteeseen tarvittaville toimenpiteille. Työssä esitetään esimerkki Joensuun Rantakylässä sijaitsevan kerrostalon kuntotutkimussuunnitelmasta.

Saneerauksen kustannuslaskenta on suoritettu KlaraNet-ohjelmistolla ja se antaa suuntaa antavan tiedon Rantakylässä sijaitsevaan kohderakennuksen suunniteltuun peruskorjaukseen. Kustannuslaskennan tiedot perustuvat opinnäytetyöryhmän kolmannen osapuolen suunnittelemiin rakenneratkaisuihin. Suunnitellut rakenteet ovat liitteestä 3.

Kieli
suomi

Sivuja 56
Liitteet 8
Liitesivumäärä 17

Asiasanat

Kuntotutkimus, kustannuslaskenta, Bino-projekti, saneeraus



Karelia ing
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

THESIS
December 2015
Degree Programme in Civil Engineer-

Karjalankatu 3
80220 JOENSUU
(013) 260 6600

Author (s)
Mika Kinnunen
Santeri Leskinen

Title
Condition Survey Plan for Multi-Storey Buildings and Cost Accounting for Two Additional Floors and Renovation with Wooden Elements
Commissioned by
Karelia University of Applied Sciences

Abstract

The aim of this thesis group was to explore the different possibilities to renovate three-storey buildings built in the 1960s and 1970s, and adding additional floors made from wooden elements. This thesis focuses on the condition survey plan and cost accounting of the renovation. The thesis group had three members.

This thesis reviews the necessity of the condition survey and gives recommendations about the necessary actions. The thesis includes an example of a condition survey plan for a three-storey building in Rantakylä Joensuu.

The cost accounting of the renovation of our target buildings was produced by KlaraNet program. The initial data of cost accounting was based on the structural solutions made by the third member of this thesis group. The structural solutions are presented in Appendix 3.

Language
Finnish

Pages 56
Appendices 8
Pages of Appendices 17

Keywords
Condition survey, cost accounting, Bino-project, renovation

Sisältö

Opinnäytetyön käsitteistö	
1 Johdanto	7
2 Opinnäytetyön lähtökohdat	8
2.1 Opinnäytetyön tavoitteet	8
2.2 Kiinteistön perustiedot	8
3 Kustannuslaskenta.....	10
3.1 Kustannuslaskentaan vaikuttavat tekijät	10
3.2 KlaraNet.....	12
3.3 Kustannustieto Taku	13
4 Kuntotutkimus	13
4.1 Kuntotutkimuksen vaiheet.....	13
4.2 Rakennekokonaisuuksien yleisimmät vauriotyypit	16
4.2.1 Ulkoseinäelementit (sandwich)	16
4.2.2 Parvekkeet.....	17
4.3 Yleisimpien vauriotyyppien tutkiminen	18
4.3.1 Raudotteiden korroosio ja sen tutkiminen	18
4.3.2 Betonin rapautumien ja sen tutkiminen.....	20
4.3.3 Kiinnitysten, kannatusten ja sidontojen vauriot ja niiden tutkiminen...21	
4.3.4 Rakenteiden ja yksityiskohtien kosteustekniset toimivuuspuutteet22	
4.3.5 Pintakäsittelyjen vauriot ja niiden tutkiminen.....	23
4.3.6 Betonin halkeilu ja muodonmuutokset ja sen tutkiminen	23
5 Ympäristölle ja terveydelle haitalliset aineet	24
5.1 Rakenteissa esiintyvä asbesti.....	25
5.2 Mikrobit	26
5.3 PCB- ja lyijy-yhdisteet.....	27
5.4 PAH-yhdisteet.....	27
6 Kustannuslaskennan tulokset	28
6.1 Kohderakennuksen kustannuslaskenta	28
7 Kiinteistössä tarvittavat kuntotutkimustoimenpiteet.....	30
7.1 Kohderakennuksen kuntotutkimusohjeistus.....	30
7.1.1 Poranäytemäärät	32
7.2 Kuntotutkimuksen hinta-arvio.....	36
8 Pohdinta.....	36
Lähteet.....	38

Liitteet

Liite 1	Poranäyte- ja peitepaksuusmittauspaikat
Liite 2	Kuntotutkimuksen kustannukset
Liite 3	Kustannuslaskennassa käytetyt rakenneratkaisut
Liite 4	Kustannuslaskenta julkisivu
Liite 5	Kustannuslaskenta kattorakenteet
Liite 6	Kustannuslaskenta purku
Liite 7	Kustannuslaskenta korottaminen
Liite 8	CLT-tilaelementin kustannusarvio

Opinnäytetyön käsitteistö

Betonin karbonatisoituminen

”Karbonatisoitumiseksi sanotaan betonin neutraloitumisreaktiota, joiden seurauksena betonin huokosveden pH-arvo alenee.” (BY 42 2013, 22.)

Betonin mikrorakennetutkimus (hietutkimus)

”Betonin mikrorakennetutkimus suoritetaan laboratoriossa yleensä ohut- tai pinta- tai hienäytteen mikroskooppitarkastelussa saadaan tarvittaessa hyvin yksityiskohtaista tietoa betonin laadusta ja kunnosta.” (BY 42 2013, 107.)

Kuntotutkimus

”Kuntotutkimuksella tarkoitetaan rakennusosan tai rakennusosakokonaisuuden (esim. julkisivun) kunnan ja toimivuuden sekä korjaustarpeen selvittämistä systemaattisesti eri vauriotapojen suhteen käyttäen erilaisia tutkimusmenetelmiä, joita ovat mm. suunnitelma-asiakirjojen tarkasteleminen, kohteen silmämääräinen tarkasteleminen, erilaiset kentällä tapahtuvat mittaukset ja – tutkimukset sekä näytteenotto ja laboratoriotutkimukset.” (BY 42 2013, 8.)

Kustannus

”Kustannuksella tarkoitetaan sitä rahamäärää, joka resurssien käytön ja pänoshintojen perusteella tarvitaan jonkin tietyn työn, suoritteen tai palvelun tekemiseksi. Kustannukseen sisältyvät kustannuslajit ovat työ, materiaali ja muut kustannukset (alihankinta on edellisten yhdistelmä). Kyseisellä tällä tavalla määritelty kustannus on teoreettinen, koska suoritteen tai palvelun teettäminen tai hankkiminen on aina sidoksissa markkinoihin.” (Talorakennuksen kustannustieto 2013, 47)

Kustannuslaskenta

”Kustannuslaskenta on ennakkolaskentaa, jonka tehtävänä on selvittää hankkeen muuttuvat erilliskustannukset.” (Kustannushallinta rakennushankkeessa 2009, 52)

Kustannuslaskelma

”Kustannuslaskelma on kustannuslaskennan tuloste, joka sisältää nimikkeistön mukaan eritellyn, hinnoitellun määräluettelon. Kustannuslaskelma voi koostua eri karkeustasoisista nimikkeistä, kuten suoritteista, rakennusosista tuoteosista tai niiden yhdistelmistä.” (Kustannushallinta rakennushankkeessa 2009, 52)

Sandwich-rakenne

”Sandwich-rakenteessa ulkokuori tukeutuu eristekerroksen läpäisevien ansaiden tai muiden teräsosien (tai muiden metalliosien) välityksellä sisäkuoreen, joka on kiinnitetty runkoon tai toimii kantavissa seinissä itse kuormia siirtävänä rakenteena.” (BY 42 2013, 14.)

1 Johdanto

Opinnäytetyön aihe on saatu Karelia-ammattikorkeakoulun Bino-projektilta, ja se on toteutettu Rantakylässä sijaitsevan kiinteistön pohjalta. Bino-projektissa pyritään kehittämään puurakentamisen asiantuntemusta Pohjois-Karjalassa. Työn tarkoituksena oli laatia suunnitelma betonielementtikerrostalon korottamisesta sekä lisäeristyksestä puuelementein. Projekti suoritettiin kolmen opiskelijan ryhmätöinä. Tämä opinnäytetyö käsittelee projektiin liittyvän kuntotutkimuksen sekä saneerauksen kustannuslaskennan osuutta. Juuso Suhosen tekemässä opinnäytetyössä käsitellään uusien rakenteiden suunnittelua. Suunnitellut rakenteet ovat opinnäytetyön liitteessä 3.

Rantakylän alueella sijaitsee useita samalla kaavalla rakennettuja kolmikerroksisia kerrostaloja, joihin tekemäämme opinnäytetyötä pystytään mahdollisesti soveltamaan tulevaisuudessa. Samalla tekniikalla rakennettuja betonielementtikerrostaloja on rakennettu Suomeen paljon 1960- ja 1970-luvulla, ja nämä talot ovat tulleet peruskorjausikään. Peruskorjauksen yhteydessä on mahdollista tutkia, pystytäänkö kyseisiä elementtitaloja korottamaan sekä pohtimaan korottamisen kustannustehokkuutta.

Opinnäytetyössä on tarkasteltu julkisivun vaihtoehtoisten lisäeristämismahdollisuuksien vaatimia kuntotutkimustoimenpiteitä sekä rakenneratkaisuksi valitusta lisäeristyksestä ja kerrostalon korottamisesta aiheutuvia kustannuslaskelmia. Ulkoseinärakenteen toimivuutta on mallinnettu Wufi Pro 5.1 -ohjelmalla sekä Excel 2013 -taulukkolaskelmin, jotka ovat esillä Juuso Suhosen opinnäytetyössä. Kustannuslaskentaa suoritimme Pääsääntöisesti Klaranet-ohjelmalla, jota täydensimme kustannustieto Taku -ohjelmistolla. Kustannuslaskentaa vaikeutti huomattavasti CLT -rakentamisen uutuus suuremmissa mittakaavassa, sillä CLT:n kustannuksia ei ollut yleisessä jaossa, vaan ne täytyi selvittää suoraan valmistajilta.

2 Opinnäytetyön lähtökohdat

2.1 Opinnäytetyön tavoitteet

Juuso Suhosen tehtävänä oli suunnitella kohteeseen uudet rakenneratkaisut ja korotukseen sopiva toteutustapa rakenteineen. Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli saada suuntaa antava hinta suunnitelluille rakenneratkaisuille mahdollista saneerauksen toteutusta varten. Näiden tietojen perusteella lähdimme erittelemään rakenteita ja lisäämään niitä kustannuslaskentaohjelmistoon. Opinnäytetyön tehtävänäntoomme kuului myös tehdä suunnitelma kuntotutkimuksesta kyseiseen rakennukseen vaihtoehtoista saneeraustapaa ajatellen, jossa julkisivun sandwich-elementtien ulkokuori jätetään paikoilleen.

2.2 Kiinteistön perustiedot

Opinnäytetyön kohteena on Joensuun Rantakylässä sijaitseva kesällä 1969 valmistunut kolmikerroksinen asuinkiinteistö, joka näkyy kuvassa 1. Betonisandwich-elementtirakenteisessa kerrostalossa on 21 asuinhuoneistoa, joihin kulku on jaettu kolmeen porraskäytävään. Kiinteistöstä löytyy porraskäytävien kohdalta kolme yleistä tuuletusparveketta pääsisäänkäynnin puoleiselta julkisivulta sekä 18 huoneistokohtaista parveketta vastakkaiselta julkisivulta. Julkisivut ovat maalattuja pe-subetonipintaisia sandwich-elementtejä. Parvekkeet ovat betonielementtiparvekkeita, jotka koostuvat pieliseinistä, parvekelaatasta ja kaide-elementistä. Kattorakenteena on puurakenteinen tasakatto, jonka päällysteenä on bitumihuopa.



Kuva 1 Kohteen julkisivu pohjoiseen.

Kävimme Rantakylässä paikan päällä tarkastelemassa kohteenamme olevaa betonielementtikerrostaloa. Huomasimme heti, että kerrostaloon on jossain vaiheessa tehty julkisivun peruskorjaus, sillä julkisivun pinta ei voinut olla alkuperäisessä 60-luvulla rakennetussa kunnossa. Selvitimme Joensuun Juva Oy:n suunnitelleen kiinteistöön perusparannuksen parvekkeille sekä julkisivuille vuonna 1995. Kuvasta 2 ilmenee, kuinka perusparannuksessa julkisivujen ilmettä on parannettu maalaamalla julkisivu sekä lisäämällä rakennuksen visuaalista näkyvyyttä päätyseinien kuviointilla. Tuuletusparvekkeiden sisäverhouspaneli on uusittu säänkestävällä laudoituksella ja parvekkeiden vedeneristystä paranneltiin. Rakennuksen ympärille on uusittu routaeristys, ja pihavarustusta on parannettu roskakatoksella ja uudella lipputangolla. Myös portin putkipalkit on hiekkapuhallettu ja maalattu.



Kuva 2 Pesubetonipintaisen ulkokuoren visuaalisuutta on paranneltu päätyseinän kuvioinnilla. Julkisivun pinta on silmämääräisesti siistissä kunnossa.

3 Kustannuslaskenta

3.1 Kustannuslaskentaan vaikuttavat tekijät

Rakennuksen kokonaiskustannuksen muodostumiseen vaikuttaa useita tekijöitä. Hanke lähtee tilantarpeesta, jossa tulee huomioida tiloissa harjoitettavan toiminnan aiheuttamat vaatimukset ja olosuhteet. Esimerkiksi sairaalarakennuksessa hygienia ja helppokulkuisuus ovat keskeisiä, kun taas uimahallissa sisäilmaolosuhteet ovat rakenteille normaalia huomattavasti raskaammat. Suunnittelijan tietämys korostuu suunnittelun ratkaisujen ollessa yksi merkittävä tekijä rakenteiden kokonaishinnan muodostamisessa. Rakentamisen toteuttamismuoto sekä toteuttamisaika-

taulu aiheuttavat usein haasteita, ja kustannuksiin voi tulla suuriakin eroavaisuuksia. (Talorakennuksen kustannustieto 2013, 19–20.)

Suomessa vallalla olevan käytännön mukaan hankkeen suunnittelu toteutetaan rakennuttamalla, jolloin tilaaja vastaa suunnitelmien mukaisten hintojen aiheutumisesta. Työmaalle siirryttäessä hanke toteutetaan yleensä urakoimalla, jolloin urakoitsija sitoutuu vastaamaan tarjouksensa mukaisista menoista. (Talorakennuksen kustannustieto 2013, 21.)

Toteutusmuoto voi tapahtua myös kokonaisvastuurakentamisena, jossa rakentamisen hintariski on siirretty kokonaisuudessaan urakoitsijalle tai vaikkapa projektinjohtovetoisena rakentamisena, jossa rakennuttaja ottaa vastuun suunnittelusta, sekä työmaalla tapahtuvan rakentamisen toimivuudesta ja riskeistä. Rakentamisen aikataululla on vaikutuksia työmaan aikasidonnaisiin kustannuksiin sekä käytettävän työvoiman kustannuksiin sekä tehokkuuteen. (Talorakennuksen kustannustieto 2013, 21)

3.2 Korjausrakentamisen kustannukset

Korjausrakentamishanke alkaa korjaustarpeen selvityksellä eli kuntotarkastuksella tai laajemmin kuntotutkimuksella. Tämän jälkeen tarveselvityksessä käydään läpi hankkeen toteutusmahdollisuudet ja resurssit. Kun vauriot ja mahdollisuudet on kartoitettu alkaa korjaussuunnitteluvaihe, jossa valmistellaan arkkitehti-, rakenne ja LVIS- suunnittelun toimesta kohteen korjaussuunnitelma. Suunnitelmien valmistuttua seuraa kohteen saneeraus eli korjausrakentamisen toteutus, johon tekijä valitaan kilpailuttamalla urakoitsija. Kohteen korjausrakentamiselle asetettu laatutaso näkyy suoraan hankkeen kustannuksissa. (KOR 2014, 13.)

Korjaushankkeen kustannukset muodostuvat korjaus- ja hankintakustannuksista, jotka perustuvat kohteessa suoritettuun kuntotutkimukseen sekä löydettyihin vaurioihin. Isojen rakennusosien kustannuksia määriteltäessä on tarkasteltava purettavien ja uusittavien rakenteiden pinta-aloja, jotta korjausratkaisusta tulisi kustannustehokas ja toimiva. (KOR 2014, 13)

3.3 KlaraNet

KlaraNet on internetissä toimiva laskentaohjelma kustannuslaskentaan. Se soveltuu korjauslaskennan lisäksi omakotitalo-, rivitalo- ja pienkerrostalohankkeiden resurssienlaskentaan. KlaraNet sisältää luotettavat rakenne-, menekki- ja hintatiedot. Kaikki hintatiedot ovat muokattavissa ja hinnastoihin voi päivittää sekä lisätä omia materiaaleja, tarvikkeita ja työkustannuksia. RT-ohjeiden mukainen rakennekirjasto koostuu asuin- ja teollisuusrakennusten tyyppirakenteista sekä täydentyy työmaatekniikan ja teknistenjärjestelmien tyyppirakenteilla. Työmenekit ovat todellisten kohteiden pohjalta kasattuja ja edustavat turvallisen työmenetelmän toteutusta ammattilaisten toimesta. Materiaali kustannukset koostuvat valmistajien, maahan-tuojien ja kauppiaiden ohjehinnoista ja materiaali menekit perustuvat Ratu-tiedostoihin sekä valmistajien ohjeisiin. Ohjelma lisää sosiaalikulut työtuntihintoihin, jotka ovat peräisin rakennusteollisuus RT ry:n viitetilastoista.

https://www.rakennustieto.fi/material/attachments/5duD2RhP/jxGOWAeuz/klara_net_kustannuslaskentaohjelma.pdf

Ohjelma antaa mahdollisuuden laskennan toteuttamiseen kahdella tavalla, joko uudishankkeena ilman lähtötietoja tai mallikohteen pohjalta suoritettuna. Oman laskelman voi jatkossa kopioida seuraavan laskennan pohjaksi. Aluekertoimella laskelmassa voidaan ottaa huomioon työkustannuksien vaihtelu paikkakunnittain. Työn vaikeuden ja kokoluokan voi määrittää vaikeuskertoimella, jota voidaan tarkentaa vielä laskelma ja rakennetasolla. Laskelmasta saadaan tulostettua materiaaluetteloita, työtuntilistoja sekä monipuolisia raportteja aina suppeasta laajaan versioon.

https://www.rakennustieto.fi/material/attachments/5duD2RhP/jxGOWAeuz/klara_net_kustannuslaskentaohjelma.pdf

3.4 Kustannustieto Taku

Kustannustieto Taku-järjestelmä on Haahtela-yhtiön tarjoama kustannuslaskenta-ohjelma. Järjestelmässä rakentaminen ja siihen liittyvät tiedot kuvataan tiloina, yksittäisten tuotteiden tai rakennusosien hankintoina ja hankintahintoina. Hintatason hallinta on ollut rakentamisessa aina vaikeaa. Tämä johtuu pääsääntöisesti rakennuskustannusindeksin kyvyttömyydestä seurata rakentamisen hinnan muutoksia. Taku-järjestelmässä on käytetty suhdannekorjauksia ja kalleusluokan yksikkökustannuksia muokkaamaan indeksin lukemia realimailmaan soveltuviksi.

(Talonstrakennuksen kustannustieto 2013, 14)

“Kustannustieto Taku – järjestelmä on tarkoitettu rakennushankkeiden budjetointiin ja taloudenohjaukseen sekä rakennuksien hinnan arviointiin eri tilanteissa.”

(<http://www.Haahtela.fi/fi/ohjelmistot/kaikki/taku-2/taku-yhteenvedo>)

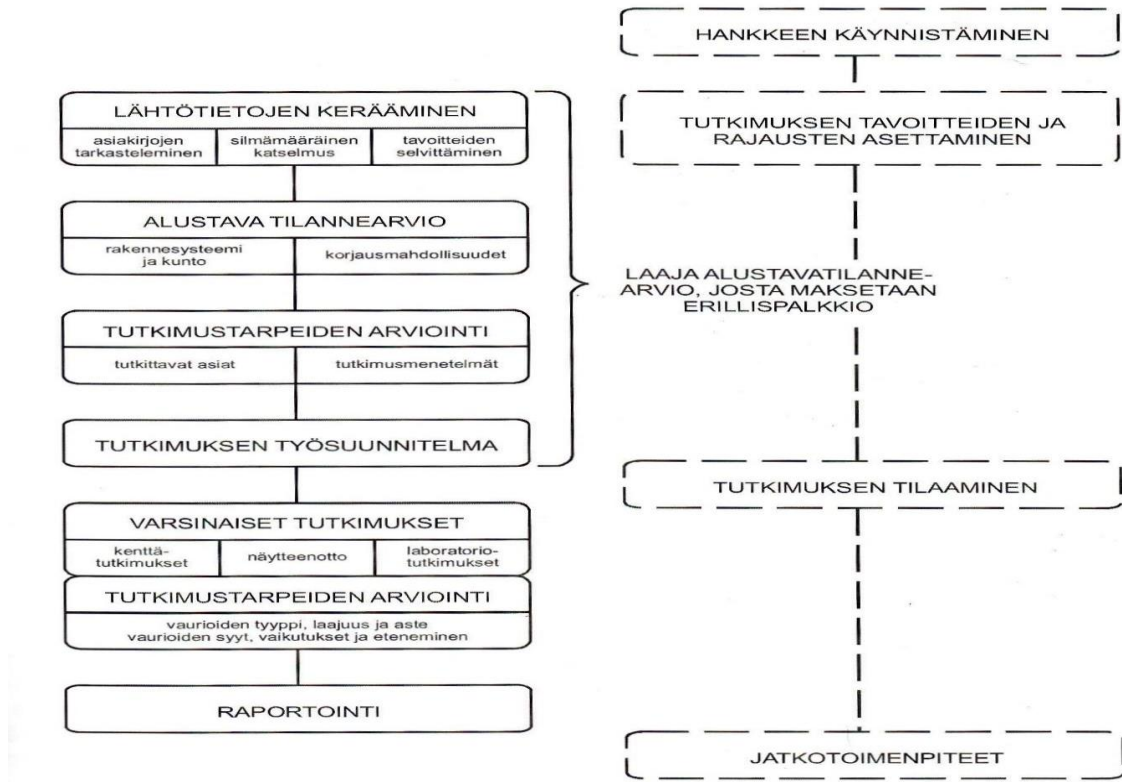
4 Kuntotutkimus

4.1 Kuntotutkimuksen vaiheet

Kuntotutkimusprosessin kulku (katso kuva 3) jaetaan tilaajan näkökulmasta karkeasti hankkeen käynnistämiseen, tutkimuksen tavoitteiden ja rajausten asettamiseen, tutkimuksen tilaukseen ja jatkotoimenpiteiden suorittamiseen. Kuntotutkija aloittaa kuntotutkimuksen lähtötietojen keräyksellä, joka sisältää kohteesta saatavilla olevien asiakirjojen tutkimisen, silmämääräisen katselmuksen kohteessa, sekä tilaajan määrittämien tavoitteiden selvittämisen. Tutkimuksen työsuunnitelma muodostetaan esiselvitysvaiheessa, johon kuuluu kohteen silmämääräinen tarkastus sekä suunnitteluasiakirjojen tarkastelu. Esiselvitysvaiheessa tehtävissä tarkasteleissa pyritään selvittämään vaurioalttiiden rakennetyyppien sekä jo silmämääräisesti havaittavien vaurioiden määrää ja sijaintia. (BY 42 2013, 65)

Kuntotutkimuksella voidaan saada selville tutkimushetkellä olemassa olevien vaurioiden syy, laajuus ja vaikutukset sekä tämän lisäksi ennakoiden myös tulevaisuudessa syntyvät vauriot jo siinä vaiheessa, kun varsinaisia näkyviä vaurioita ei ole olemassa. Tällaisessa tapauksessa oikein ajoitetuilla kunnossapito- ja suojaustoimilla voidaan usein estää vaurioiden eteneminen haitallisen pitkälle. (BY 42 2013, 8.)

Tämän jälkeen tehdään alustava tilannearvio, johon kuuluu rakennesysteemin, sen kunnon, sekä mahdollisten korjausmahdollisuuksien pohtiminen. Seuraavaksi arvioidaan rakenteen tutkimustarpeet, mitä rakenteesta täytyy selvittää ja minkälaisia tutkimusmenetelmiä käyttäen. Näiden vaiheiden perusteella tehdään tutkimuksen työsuunnitelma. Näistä muodostuu laaja alustava tilannearvio, josta maksetaan kuntotutkimuksen tekijälle erillispalkkio. Tässä vaiheessa tilaaja tekee päätöksen tutkimuksen tilaamisesta ja kuntotutkija voi aloittaa varsinaiset tutkimukset. Varsinaisia tutkimustoimenpiteitä ovat kenttätutkimukset, näytteenotto sekä laboratoriotutkimukset. Tutkimustarpeet täydentyvät varsinaisten tutkimusten perusteella ja niihin huomioidaan nyt vaurioiden tyyppi, laajuus ja aste, sekä vaurioiden syyt, vaikutukset ja eteneminen. Lopuksi tutkimuksesta tehdään kuntotutkimusraportti, jossa kaikki päätelmät, toteamukset ja korjaussuositukset on ilmaistu selkeästi. (BY 42 2013, 65.)



Kuva 3 Kuntotutkimuksen suositeltava kulkukaavio (BY 42 2013, 65)

Kuntotutkimuksen avainvaihe on sisällön määrittäminen. Sisältöä suunniteltaessa on otettava huomioon, että kuntotutkimuksessa saadaan selville oikeat ja oleelliset asiat ja näitä käsitellään riittävän laajoin menetelmin ja otoksin. Tavoitteet ovat keskeisiä kuntotutkimuksen sisällön suunnittelussa ja jokaiseen kohteeseen määritetään omat tavoitteet. Kuntotutkimus käsittää rakenteiden turvallisuuden sekä korjaustarpeen. Kuntotutkimus sisältää yleensä paljon syvällisemmän pohdinnan rakenteen terveydestä, ja näin ollen kuntotutkimuksen tekijältä vaaditaan ammattitaitoa. Näihin tavoitteisiin yltäminen edellyttää kuntotutkimukselta toimivuuspuutteiden sekä vaurioiden selvittämisen rakenteissa. Kuntotutkimuksesta tulee ilmetä esiintyvien ongelmien tai toimivuuspuutteiden olemassaolo, laajuus, sijainti, syy, vaikutus ja mahdollinen eteneminen. Tästä johtuen sisältö määritetään aina ongelmanlähtökohtaisesti kohderakennuksen rasitusolojen, rakennetyyppien ongelmien ja havaittavien vaurioiden perusteella. Näiden seikkojen perusteella pystytään arvioimaan toimivuuspuutteiden merkitystä ja vaurioiden syntyä tutkittavissa raken-

teissa. Otospohjaisiin tutkimuksiin liittyy aina epävarmuus, sillä rakenteiden kunnossa ja ominaisuuksissa voi olla huomattaviakin vaihteluita eri rakenteen osien välillä. (BY 42 2013, 66–68.)

4.2 Rakennekokonaisuuksien yleisimmät vauriotyypit

4.2.1 Ulkoseinäelementit (sandwich)

Rakenteiden turvallisuuden kannalta kuntotutkimuksen ja korjauksen yhteydessä on tutkittava korroosion vaikutus. Teräksen korroosion pudottama betonilohkare voi pudotessaan aiheuttaa vaaratilanteita. Korroosion alkuvaiheessa aiheuttamat vauriot ovat lähinnä esteettisiä, mutta korroosion edetessä ulkokuoren lujuus ja kiinnitys voivat vaarantua. Raudoiteverkon ruostuminen betonin rajapinnassa voi pahimmillaan aiheuttaa koko ulomman kerroksen irtoamisen. Raudoitteiden korroosion pahimmat ongelmat sijaitsevat usein elementtien reuna- ja pieliteräksissä, joissa peitepaksuudet ovat pääsääntöisesti riittämättömiä ja karbonatisoituminen pääsee etenemään kolmelta eri pinnalta. (BY 42 2013, 27.)

Ulkokuoren kiinnitys voi vaarantua pakkasrapautumisen seurauksena, kun rapautuminen heikentää kiinnikkeiden kiinnityskapasiteettiä. Eristyksen puolella tapahtuvan karbonatisoitumisen johdosta ansaspaarteiden korroosio voi aktivoitua. Ankaarien olosuhteiden johdosta ansaiden ja kiinnikkeiden korroosio voi heikentää tartuntaa tai itse kiinnikettä. Työvirheiden mahdollisuus on myös tarkastettava mahdollisesti puutteellisen peitesyvyyden, tartunnan tai kiinnikkeiden puutteiden vuoksi. (BY 42 2013, 39–40.)

Julkisivuelementteihin on mahdollista aiheutua halkeamia valmistuksen yhteydessä sekä asennuksessa tapahtuvien nostojen, siirtojen ja mahdollisten törmäysten takia. Halkeamia aiheutuu yleensä pakkovoimien takia, kun ansaat ja muut kiinnik-

keet pyrkivät estämään ulkokuoren liikkumista sisäkuoren suhteen. Myös korroosio ja pakkasrapautuminen pitkälle edenneenä aiheuttavat halkeilua. (BY 42 2013, 45.)

4.2.2 Parvekkeet

Parvekerakenteiden useimpia ongelmia korroosion osalta ovat ohuet ja riittämättömät peitepaksuuskerrokset. Tämän kaltaisia ongelmakohtia on havaittavissa usein mm. ohuissa kaiderakenteissa ja pieliteräksissä. Korroosion vaikutus kyseisissä rakenteissa on usein esteettistä, vaikkakin betonista mahdollisesti lohkeavat kappaleet voivat vaarantaa ympäristön turvallisuutta. Parvekelaattojen alapinnoissa peitepaksuudet ovat yleensä pieniä, joten karbonatisoituminen on mahdollisesti levinnyt raudoitukseen laajasti. Kosteusrasituksen vähyyden johdosta aktiivisella korroosiolla voi kestää vuosia, ennen kuin korroosioauriota on havaittavissa silmämääräisesti. Aktiivisen korroosion pahimpia paikkoja on huonosti toimivien vedenpoistojen kohdalla, vedeneristämättömissä laatoissa ja kosteutta keräävissä liitoksissa. Korroosioaurioita parvekelaattojen alapinnassa on havaittavissa yleensä, kun vedenpoistuminen on johdettu kaiteen ja laatan välisellä raolla. (BY 42 2013, 28.)

Tyypillisesti parvekerakenteiden pielissä ja kaiteissa esiintyvä betonin rapautuminen johtuu valmistuksessa käytetystä heikon lujuuden omaavasta betonista (lujuus <25 Mpa). Yleisimmin betonin rapautuminen sijoittuu pieli- ja kaide-elementtien etu- ja yläreunoihin, sillä kosteusrasitus on näissä pahimmillaan. Pitkälle edennyt rapautuminen saattaa heikentää parvekerakenteen kantavuutta, ja yhdenkin pielelementin laaja rapautuminen voi vaarantaa koko parveketornin kantavuuden. Parvekkeiden kannatuksessa runkoon sidottujen kannakkeiden korroosio, sekä tartunnan vaarantuminen pakkasrapautumisen johdosta ovat yleisimpiä ongelman aiheuttajia. Työvirheiden merkitys korostuu kantavien hitsausliitosten kestävyudessa sekä laatan yläpinnan terästen painumisen kohdalla. (BY 42 2013, 37, 40.)

Ulkoilmassa kokonaisuudessaan sijaitsevat parvekerakenteet joutuvat koville lämpötilan sekä kosteuden vaihdellessa ja aiheuttaessa rakenteisiin liikettä. Kannatuspalkit tai siteet, jotka ulottuvat rakennuksen rungosta parvekkeeseen asti pyrkivät estämään liikettä ja voivat aiheuttaa suuriakin jännityksiä liikkuvaan parvekerakenteeseen. Ongelma muodostuukin pitkiin paikallavalettuihin parvekelaattoihin, jossa kannakkeen stabiloiva voima on niin suuri, että laatta voi katketa. (BY 42 2013, 47.)

4.3 Yleisimpien vauriotyyppien tutkiminen

4.3.1 Raudoitteiden korroosio ja sen tutkiminen

Teräsbetonirakenteissa raudoitteiden korroosio tarkoittaa betonin suojauskyvyn menettämisen jälkeistä, raudoitteissa tapahtuvaa kemiallista reaktiota eli palamista. Rauta niin sanotusti ruostuu ja sen voimienvastustuskapasiteetti pienenee poikkeileikkauksen kaventuessa. Teräsbetonirakenteissa raudoitusten tulisi sijaita tarpeeksi syvällä, jotta suojabetoni säilyttäisi suojauskykynsä eikä karbonatisoituminen pääsisi liian syvälle ja raudoitus alkaisi ruostua. Välttämättä tätä ei ole kuitenkaan huomioitu entisajan rakentamisessa ja näin ollen nykypäivänä kyseisissä rakenteissa on havaittavissa silmämääräisesti jo pitkällekin edennyttä raudoitteiden korroosiota. (BY 42 2013, 20.)

Raudoitteiden korroosiota tutkitaan kohteesta otetuista poranäytteistä laboratorioissa tehtävin tutkimuksin. Mittauskohdat on pyrittävä valitsemaan kohdista, joihin kohdistuu keskimääräinen saderasitus. Näytteiden otto tapahtuu sandwich-elementeissä tasaisesti reuna ja keskialueilta, sekä mahdollisimman paljon eri korkeuksilta, jotta voidaan huomioida tuotannosta aiheutuneita virheitä. Virheellisen kuvan voi muodostaa mittausten sijoittuminen reunapainotteisesti, sillä elementin reunoissa kosteus pääsee imeytymään betoniin kolmelta eri pinnalta. Laboratoriotutkimus suoritetaan pH-indikaattorilla. pH-arvon ollessa noin 8 astetta on betoni

karbonarisoitunutta, kun taas arvoilla 13–14 betonissa ei ole tapahtunut karbonatisoitumista. Karbonatisoitumaton betoni värjäytyy punaiseksi fenoliftaleenin vaikutuksesta, mikäli betoni on karbonatisoitunutta, reaktiota ei tapahdu ja betonin väri pystyy normaalina. Työntömitalla saadaan betonin karbonatisoitumisyyvyys. (BY 42 2013, 97–100.)

Raudoitteiden peitepaksuusmittauksilla pyritään selvittämään korroosioalttiilla alueella sijaitsevien raudoitteiden määrää ja tästä arvioimaan tulevaisuudessa tapahtuvia korroosioaurioita. Peitepaksuusmittarilla saadaan peitepaksuuksia mitattua rikkomatta tutkittavaa ainetta luotettavasti perustuen sähkömagneettiseen induktioon. Peitepaksuuksien suositeltava mittausmäärä on 100–200 kappaletta ja ne on jaettava satunnaisesti tutkittavan pinnan suhteen, jolloin muodostuu kattava käsitys raudoitteiden korroosiovaarasta. Peitepaksuuksia tulee mitata vähintään kuudesta eri elementistä, siksi yleisimmin mittauksien jaotteluun suositellaan käytettäväksi elementin neljänneksiä. (BY 42 2013, 100–101.)

Kloridin aiheuttamissa raudoitteiden korroosiotapauksissa korjaus on yleisesti ottaen tehtävä raskaamman kautta. ”Betonissa olevat kloridit voivat jo hyvin pieninä pitoisuuksina aiheuttaa raudoitteiden korroosiota alkalisessakin betonissa.” Betonin karbonatisoitumisen käynnistämä raudoitteiden korroosio nopeutuu huomattavasti kloridien vaikutuksesta ja näin ollen vaikka kloridista aiheutuvaa korroosiota ei olisikaan havaittavissa, on syytä betonin kloridipitoisuus tutkia esimerkiksi pistokokein. Kloridikorroosion tunnistamiseen vaaditaan usein rakenneavauksia. Betonin kloridipitoisuutta mitattaessa betoniin porataan reikä poravasaralla ja porauksesta aiheutunut jauhe kerätään talteen. Määrittäminen voidaan tehdä kenttätyönä kohteessa, mutta yleisimmin perusmenetelmää sovelletaan laboratoriokäyttöön kehitetyjä laitteita käyttäen. Poranäytteeseen tulee saada kaikki porareistä irtoava jauhe ja porauksessa suositellaan käyttämään apuna muoviputkea, jolloin tuuli ei pääse kuljettamaan hienointa, kloridipitoista sementtikiveä sisältävää jauheen osuutta mukanaan. (BY 42 2013, 102–103.)

4.3.2 Betonin rapautumien ja sen tutkiminen

Suomen olosuhteissa betonin rapautuminen tapahtuu yleensä pakkasrapautumisen muodossa. Tämä tarkoittaa betonin huokosissa tapahtuvaa veden olomuodon muutoksesta aiheutuvaa laajenemista, joka heikentää betonia ja näkyy usein betonirakenteen halkeiluna. Tätä pyritään estämään niin sanotulla suojahuokostuksella eli betonissa olevilla ilmahuokosilla, joihin vesi voi laajetessaan tunkeutua. Kapillaarisesti vesi ei pääse tunkeutumaan kooltaan suurempiin ilmahuokosiin ja näin ollen laajentuessaan vesi pääsee purkautumaan ilmahuokosiin hajottamatta betonin rakennetta. Riittävä suojahuokostus betoniin saadaan ainoastaan lisähuokostusaineella. On olemassa myös ettringiittireaktiosta ja alkalikiviainesreaktiosta aiheutuvaa betonin rapautumista, mutta nämä ovat Suomessa harvinaisempia. Betonin suojahuokossuhde tarkoittaa betonin kokonaishuokostilavuuden osaa, joka kestää ilmatäyteenä normaalipaineessa vesisäilytyksessä. Suojahuokoisuutta testataan laboratoriossa kyllästämällä koekappale vedellä, joko ali- tai ylipaineisesti ja tämän jälkeen punnitsemalla kappale. Kuntotutkimuksen yhteydessä kappale kyllästetään alipaineisesti alhaisten kustannusten ja pienemmille näytteille soveltuvuuden takia. Standardin mukaiseen kokeeseen verraten alipainemenetelmä antaa hieman alempia tuloksia, jotka ovat siis varmallalla puolella, mutta paljastavat kuitenkin selkeästi puutteellisen lisähuokostuksen. ”Käytännössä on kuitenkin todettu, että suojahuokossuhteen määrittäminen käytettynä täydentämään mikrorakennetutkimuksia antaa hyvän kuvan betonin pakkasenkestävyydestä ja erityisesti sen vaihtelusta.” (BY 42 2013, 29–30, 111–112.)

Betonin rapautumista tutkitaan kenttätutkimuksin silmämääräisesti sekä vasaroi-malla elementtejä noin yhden kilon painoisella moskalla. Tavallista vaimeampi va-saran kimpoaminen ja normaalia matalammat koputusäänet paljastavat usein ne betonipinnat, jotka ovat rapautuneet. Karkeammilla pinnoilla, kuten pesubetoni, va-saroinnin tulokset ovat huomattavasti epätarkempia kuin sileillä pinnoilla. Element-tien halkeilu, kaareutuminen, julkisivusaumojen kokoonpuristuminen sekä kalkki-härmevalumat ovat pakkasrapautumisen merkkejä, joita vasaroinnin yhteydessä olisi syytä tarkastella. (BY 42 2013, 104–105.)

Yleisohjeena voidaan todeta, että mikäli rapautumaa ei ole havaittavissa silmämäärin tai koputtelemalla, on syytä teettää vähintään kahdesta kolmeen hiettä vaurioalttiudeltaan suurimman rakennetyypin pakkasrasitetuimmista kohdista. Näin voidaan saada varmuutta siitä, että rapautumaan ei todellakaan ole. Mikäli rapautumaa on havaittavissa, ohuthieiden määrä on aina harkittava erikseen. Ilmiselvässä ja laajassa rapautumatapauksessa ei välttämättä tarvita ohuthietutkimusta lainkaan. (BY 42 2013, 109.)

Laboratoriossa betonin rapautumista pyritään selvittämään vetokokeella tai betonin mikrorakennetutkimuksella eli hietutkimuksella. Betonista on porattava näytelieriö molemmissa tapauksissa, yleisimmin näyte porataan timanttikoralla. Mikrorakennetutkimus on perusmenetelmä betonin rapautumista tutkittaessa ja sillä saadaan kattava tieto betonin kunnosta. Betonin vetolujuus pienenee huomattavasti suuremmassa suhteessa kuin puristuslujuus betonin rapautumisen seurauksena. Näin ollen betonin rapautumista arvioidaankin vetolujuuden perusteella. Vetokokein voidaan myös testata pintatarvikkeiden tartuntalujuutta. Näytelieriön halkaisija voi pienimmillään olla kiviaineksen maksimiraekokoosta kolmekertaa suurempi, mutta vakioimitoiksi on muotoutunut n. 50 tai 75 mm halkaisijaltaan oleva näytekappale. Betonin alhainen vetolujuus voi aiheutua mm. pakkovoimista tai pakkasrapautumisesta aiheutuneista halkeamista, betonin alhaisesta lujuustasosta tai runkoaineena käytetyn tavaran laadusta. Tämä huomioon ottaen vetolujuuskokeen alhaisen tuloksen syy on tarvittaessa hyvä varmistaa esimerkiksi hietutkimuksella. Vetokokeita käytetään pääsääntöisesti täydentämään muita menetelmiä ja ne soveltuvatkin hyvin esimerkiksi rapautuman laajuuden tutkimiseen hietutkimusta huomattavasti alemman kustannuksen ansiosta. (BY 42 2013, 106–108, 110–111.)

4.3.3 Kiinnitysten, kannatusten ja sidontojen vauriot ja niiden tutkiminen

Kiinnitysten, kannatusten ja sidontojen vaurioilla tarkoitetaan yleensä sandwich-elementtien ulkokuorien ja kuorielementtien kiinnityksen heikkenemistä pääasiassa kolmella eri tavalla. Ansaiden tai muiden kiinnikkeiden kantavuus voi vaarantua betonin pakkasrapautumisen johdosta tai mikäli ansaat on valmistettu ruostuvasta te-

räksestä. Myös työvirheen mahdollisuus on huomioon otettava: betonipeite on voinut jäädä liian ohueksi tai tiivistyminen ulkokuoreen on jäänyt puutteelliseksi. (BY42 2013, 39.)

Kiinnikkeiden vaurioitumista voidaan tutkia kenttätutkimusten yhteydessä esimerkiksi porareii'istä näytteiden ottamisen yhteydessä sekä tarvittavilla rakenneavauksilla. Diagonaaliansaiden materiaali voidaan todeta magneetilla tutkimalla porareii'istä, sillä ansaissa käytettävä ruostumaton teräs on antimagneettista. Rakenneavauksissa tutkitaan kiinnikkeiden tyyppi ja niiden kunto silmämääräisesti. Rakenneavauksien kohdistaminen on tärkeä, koska kiinnikkeiden vauriot voi aiheuttaa turvallisuusriskin. Avaukset pitääkin tehdä kohtiin, joissa kiinnikkeiden vauriot ovat todennäköisimmillään pisimmälle edenneitä. Rakenteita avattaessa on huomioitava, että rakenneosan kiinnitystä ja lujuutta ei vaurioiteta. Jo muutamalla avauksella on mahdollista saada riittävä varmuus kiinnikkeiden kunnosta, jos vaurioalttiit kiinnikkeet ovat hyväkuntoisia. (BY 42 2013, 112–113.)

4.3.4 Rakenteiden ja yksityiskohtien kosteustekniset toimivuuspuutteet

Parvekkeet ja julkisivut ovat alttiita sääolosuhteiden tuomalle suurelle kosteusrasitukselle ja tästä syystä ne ovat myös erittäin vaurioalttiita. Vauriomekanismien syntyyn tai kehittymiseen suurella kosteusrasituksella on nopeuttava vaikutus, joka korostaa kosteusteknisten toimivuuspuutteiden merkitystä. Kosteusteknisiä vikoja ja puutteita tutkiessa ei tarvita erityisiä toimenpiteitä silmämääräisen tarkastelun tueksi. Erityistapauksissa rakenteiden kosteuksia voidaan mitata etsiessä poikkeuksellisen suuria kosteuspitoisuuksia. (BY 42 2013, 113.)

Kosteuden kulkua eli rakenteen kastumista ja kuivumista pyritään hallitsemaan julkisivu sekä parvekerakenteissa usein komponentein. Kosteustekninen tutkimus keskittyykin näihin komponentteihin, joita ovat esimerkiksi erilaiset julkisivu- ja parveke-elementtien saumat, pellitykset ja räystäsrakenteet, betonipintojen maalaus- ja pinnoituskäsittelyt sekä vedenpoistoon ja tuulettavuuteen liittyvät järjestelyt. Näil-

lä kosteusteknisillä kokonaisuuksilla on suuri merkitys rakenteiden kosteusrasituksen suuruuteen. (BY 42 2013, 38.)

4.3.5 Pintakäsittelyjen vauriot ja niiden tutkiminen

Orgaanisilla pinnoitteilla turmeltuminen johtuu yleensä tartunnan pettämisestä. Orgaanisilla maaleilla pinnoitetut betonijulkisivut turmeltuvat auringon ultravioletti- ja lämpösäteilyn, voimakkaan kosteusrasituksen, betonin alkalisuuden ja heikon pakkasen kestävyuden tai lujuuden sekä julkisivun mekaanisen rasituksen johdosta. Auringon ultravioletisäteilyn vaikutuksesta maalipinta kovettuu ja haurastuu tai halkeilee kemiallisen reaktion seurauksena. Betonin korkea alkalisuus heikentää pinnoitteen sideainetta ja esimerkiksi saumavuodosta tai diffuusiolla pinnoitteen taakse päässyt kosteus, voivat aiheuttaa pinnoitteen irtoamisen. Epäorgaanisilla pinnoitteilla turmeltuminen aiheutuu vain harvoin pinnoitteen pakkasenkestävyydestä, pääsääntöisesti turmeltuminen tapahtuu alkuvaiheen tartunnan muodostumisen heikkoudesta. (BY 42 2013, 43–44.)

Pintakäsittelyn kuntoa tarkastellaan yleensä silmämääräisellä halkeilun ja hilseilyn kartoituksella. Muiden vaurioiden olemassaolosta voidaan saada viitteitä maalipinnan vaurioista, jotka saattavat johtua korkeasta kosteusrasituksesta. Vauriokohtat on syytä tarkastaa huolellisesti esimerkiksi koputtelemalla pakkasrapautumisen varalta. Vanha pinnoitetyyppi on edullinen arvioida kuntotutkimuksen yhteydessä maalin poistotapaa tai -vaatimuksia määritettäessä esimerkiksi asbestin takia. Myös maalinpäällemaalattavuutta tai kosteusteknisiä vaikutuksia arvioitaessa maalityypin tuntemus on avuksi. (BY 42 2013, 114–115.)

4.3.6 Betonin halkeilu ja muodonmuutokset ja sen tutkiminen

Halkeamien seurauksena korroosiota aiheuttavat aineet esimerkiksi hiilidioksidi ja kloridit voivat päästä raudoitukseen asti ja aiheuttaa raudoitteiden paikallista kor-

roosiota. Tästä voi seurata myös esteettisiä haittoja kuten pintakäsittelyn halkeilua tai ruostealumia seinälle. Julkisivuelementteihin halkeamia on mahdollista aiheutua jo valmistusvaiheessa tai asennuksen aikana. Ulkoseinäelementteihin kohdistuu kiinnikkeistä aiheutuvia pakkovoimia sisä- ja ulkokuoren liikkeiden vaikutuksesta, joka voi aiheuttaa elementin ulkokuoren kaareutumisen. ”Pysyvää kaareutumista ulkokuoreen aiheuttavat myös betonimassan erottuminen sekä kaksikerroksisuus, esimerkiksi tiili- ja klinkkerilaattapintaa tai pesubetonikerros, joiden kutistumisominaisuudet poikkeavat taustabetonin ominaisuuksista.” (BY 42 2013, 45–46.)

Betonirakenteen halkeilua aiheuttaa mm. rakenteen kutistumat, ulkoinen kuormitus lämpötilan muutokset, pakkasrapautuminen ja raudotteiden korroosio. Alustava toimenpide halkeilun ja muodonmuutoksien tutkimiseen on silmämääräinen arviointi. Auringon paistaessa julkisivun suuntaisesti hammastavat tai käyristyneet julkisivuelementit havaitaan helpoiten. Halkeamien syvyys saadaan selville ottamalla halkeaman kohdalta poranäyte ja tekemällä tästä hietutkimus. Piikkaamalla kyseisestä kohdasta raudotteita esiin voidaan arvioida halkeamien vaikutus raudotteiden korroosioon. (BY 42 2013, 45, 116.)

5 Ympäristölle ja terveydelle haitalliset aineet

Rakenteissa on käytetty 1900-luvun aikana monia terveydelle haitallisia aineita, joiden käyttäminen ja jopa valmistaminen on nykyisin kiellettyä. Näitä aineita ovat muun muassa asbesti, PCB- ja lyijy-yhdisteet sekä PAH-yhdisteet, jotka on otettava huomioon aina korjausrakentamista suunniteltaessa. Näiden yhdisteiden esiintyminen rakenteessa vaatii usein erityistoimenpiteitä ja erityisosaamista työntekijältä. On olemassa myös muita terveydelle haitallisia rakenteeseen kuulumattomia aineita, kuten mikrobikasvustot eli homeitiöt, joita syntyy usein rakenteen kosteusteknisten puutteiden johdosta. Kuntotutkimuksen yhteydessä on syytä selvittää saaneerukseen vaikuttavien haitta-aineiden olemassa olo rakenteissa, sillä erityisvaatimuksin tehtävä purkutyö on hintavaa. Tietoa haitta-ainepitoisista rakennus-

tuotteista, rakenteista sekä niiden tutkimisesta on löydettävissä RT 20–11160 ohjeessa.(BY 42 2013, 48, 88)

Suomen lainsäädäntö velvoittaa kartoittamaan rakennusten haitalliset aineet. Kiinteistön omistajalla on ensisijainen vastuu rakennuksessa käytettyjen rakennusmateriaalien tai käytössä olevien laitteiden sisältämien aineiden tunnistamisesta ja niiden vaihtamisesta, jotta ne eivät joudu ympäristöön tai aiheuta terveydellistä haittaa. Rakennustyön aikana kiinteistön omistajan on lisäksi huolehdittava siitä, että rakennusosien purku- ja korjaustyöt tehdään mahdollisimman vähän altistavalla tavalla ja rakennusjätteet käsitellään asianmukaisesti.

(<https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK110305.pdf>)

5.1 Rakenteissa esiintyvä asbesti

Asbestia on hyödynnetty rakennusmateriaaleissa 1922 lähtien, ja sen käyttö oli runsaimmillaan 1960 -70-luvun vaihteessa. Vuoden 1994 alusta lähtien on asbestipitoisten tuotteiden käyttö sekä valmistus ollut kiellettyä. Rakennuksen normaalissa käytössä ehjä ja hyväkuntoinen asbestia sisältävä materiaali ei aiheuta haittaa. (Asumisterveysohje 2003, 60; <http://www.tyosuojelu.fi/tyoolot/rakennusala/asbesti> 2013.)

Asbesti on pitkäkuituista materiaalia, jota on käytetty rakentamisessa erityisesti sen kestävyuden takia. Asbesti toimii lujittavana kuituna ja parantaa kestävyyttä. Julkisivuilla käytetyissä, usein alkydisideaineisissa pinnoitteissa on käytetty asbestia. Asbesti on haitallinen lähinnä pölyävien työvaiheiden aikana. Asbestipöly aiheuttaa sekä hyvänlaatuisia että pahanlaatuisia keuhkosairauksia. (BY 42 2013, 48.)

Parvekkeita tai julkisivuja remontoidessa on asbesti aina otettava huomioon, sillä sitä on käytetty useissa pinnoitteissa sekä levytuotteissa kautta aikain. Rakennukseen tulee tehdä asbestikartoitus ennen purkutyön aloittamista, ja tästä on ilmentävä asbestin määrä, sijainti, laatu sekä käyttäytyminen käsiteltäessä esimerkiksi purkutoimenpiteissä. Tämä helpottaa vaikutusten huomioimista jo korjaussuunnittelun alkuvaiheessa. Asbestipitoisen tuotteen poistaminen on aina tehtävä asbes-

tinpurkutyönä. Työntekijöillä on oltava asianmukainen hengityssuojaus ja käytössä on oltava kohdepoistolla varustetut työkoneet, jotka ovat asbestityön vähimmäisvaatimuksia. ”Vähintäänkin epäselvissä tapauksissa on toimintaohjeita syytä kysyä alueelliselta työsuojeluviranomaiselta (esimerkiksi kun halutaan tietää, onko tehtävä korjaustyö asbestityötä).”

(BY 42, 2013, 62–63, <http://www.tyosuojelu.fi/tyoolot/rakennusala/asbesti.>)

5.2 Mikrobit

Rakennusmateriaaleissa esiintyviä mikrobien ja bakteerien epänormaalia kasvua kuvataan arkikielessä rakennusten homehtumisena. Nämä haitalliset pieneliöt vaativat kehittyäkseen sopivan kosteat ja lämpimät olosuhteet, jotka yleensä muodostuvat rakenteiden kosteusteknisten toimivuuspuutteiden johdosta. Homehtuminen on myös mahdollista betonirakenteissa, joissa mikrobikasvustoa voi muodostua lähinnä lämmöneristekerroksen ulkopintaan. Sisäilman terveyden kannalta tämäkin on haitallista, sillä homeitiöt voivat kulkeutua sisäilmaan esimerkiksi huonosti tiivistettyjen liitoskohtien kautta. (BY 42 2013, 48.)

Mikäli betonirakenteisessa julkisivussa todetaan olevan sinne kuulumatonta mikrobikasvustoa, jonka uskotaan pääsevän sisätiloihin ja aiheuttavan haittaa sisäilmanlaadulle, on sen kulku estettävä. Haitta-aineen pääseminen sisätiloihin pystytään estämään tiivistämällä julkisivun ilmanvuotokohtat sisä- sekä ulkopuolelta. Mikäli mahdollista, olisi vaurioitunut lämmöneriste syytä poistaa, tosin tämä vaihtoehto on huomattavasti kalliimpi ja siksi huonetilojen ilmanvaihdon järjestäminen hallitusti korvausilmaventtiilien kautta tiivistäen ulkoseinissä olevat epätiivetyshkohdat on potentiaalinen vaihtoehto. Mikrobikasvuston esiintyminen rakenteessa ei vaadi korjaustoimenpiteiltä erikoispätevyyksiä asbestin tavoin, mutta mikrobivaurioituneen rakenteen purku olisi suositeltavaa tehdä RATU-kortin 82 - 0239 mukaan. (BY 42 2013, 63; Asumisterveysohje 2003, 79.)

5.3 PCB- ja lyijy-yhdisteet

Korjaustöitä suunniteltaessa tulee aina huomioida lyijy- ja PCB-yhdisteet. Julkisivuissa olevien saumamassojen lyijy- tai PCB-pitoisuuden toteamisen jälkeen tulee kyseiset saumamassat poistaa mahdollisimman täydellisesti. Asbestin tavoin kyseiset yhdisteet eivät ole työssä terveydelle haitallisia kuin ainoastaan pölyävissä työvaiheissa, esimerkiksi hiontaa suoritettaessa. Työturvallisuus ja ympäristövaikutukset on kuitenkin aina erikseen huomioitava PCB- ja lyijy-yhdisteitä sisältävien julkisivujen saumaussmassojen olemassaolon todentamisen jälkeisiä korjaustöitä tehtäessä. PCB- ja lyijy-yhdisteiden yleisemmin käytetty poistomenetelmä on elementin reunojen hionta, joka ei kuitenkaan ole tarpeellista tehdessä rakennetta peittäviä korjauksia, kuten seinärakenteen lisäeristämistä. PCB- ja lyijy-yhdisteitä siis voi jäädä rakenteeseen, jossa ne eivät ole ihmiselle haitaksi. Kyseisiä yhdisteitä ei siis ole tarpeen poistaa ainoastaan niiden esiintymisen takia. (BY 42 2013, 63 – 64.)

PCB- ja lyijypitoiselle jätteelle on määritelty pitoisuuksien raja-arvot, joiden ylittyessä jätteitä on käsiteltävä ongelmajätteenä. Materiaali käsitellään ongelmajätteenä, jos sen PCB-pitoisuus ylittää 50 mg/kg. Lyijypitoisuudelle ei ole vastaavaa määritettyä raja-arvoa, mutta lyijypitoisuuden ylittäessä 1500 mg/kg suositellaan jätteen käsittelyä ongelmajätteenä. On kuitenkin huomattavaa, että vaikka ongelmajätteen raja-arvo alitettaisiinkin, ei jätteiden tavallinen kaatopaikkasijoitus ole silti yleensä mahdollista, vaan jätteen hävittämistapa on selvitettävä erikseen. (BY 42 2013, 63 – 64.)

5.4 PAH-yhdisteet

PAH-yhdisteet ovat syöpää aiheuttavia ja voimakkaan hajun omaavia haitta-aineita. Toistuva tai pitkäaikainen altistuminen voi aiheuttaa sairastumisen tai ainakin oireita, vaikka pitoisuus haitta-aineella olisikin pieni. ”Korjausrakentamisessa PAH-yhdisteitä tavataan lähinnä vanhojen bitumi- ja kivihiilitervapohjaisten tuotteiden yhteydessä, esim. sokkelien, vesikattojen tai parvekkeiden vedeneristyksissä.” (BY 42 2013, 48–49)

PAH-yhdisteiden kulkeutuminen kehoon on mahdollista hengitysteitse tai imeytymällä ihon läpi. Mikäli korjattavissa rakenteissa esiintyy kyseisiä yhdisteitä, on purkutyölle asetettu erikoisvaatimuksia ympäristön suojaamiseen sekä henkilökohtaiseen suojautumiseen. Ratu-kortti 82–0382 käsittelee PCB- ja lyijy-yhdisteiden, sekä PAH-yhdisteiden purkutoimenpiteitä. ”Syntyvä purkujäte on käsiteltävä ongelmajätteenä, jos PAH-yhdisteiden kokonaismäärä ylittää 200 mg/kg.” (BY 42 2013, 64.)

6 Kustannuslaskennan tulokset

6.1 Kohderakennuksen kustannuslaskenta

Aluksi määritimme vanhaan betonielementtirakenteisiin kohdistuvan kuntotutkimuksen kustannukset (katso liite 2), minkä jälkeen siirryimme rakennuksen vanhan betonikuoren, katon ja porrastilojen purkukustannuksiin. Kustannuslaskentamme koostuu viidestä eri kokonaisuudesta: purkukustannuksista, julkisivun saneerauksesta, korottamisesta, kattorakenteista sekä CLT-tilaelementeistä aiheutuvista kustannuksista. Kustannuslaskennan suoritimme liitteessä 3 olevien kuvien sekä niihin yhdistettyjen rakenne-erittelyjen perusteella. Laskimme julkisivun sekä korottamisen kustannukset neliöhinnoin ja muodostimme korotettaville kerroksien asunnoille niin sanotun pakettihinnan. Asuntojen koot vaihtelivat 31–36 m² välillä ja ne toimitetaan tilaelementein, joten pakettihinta antaa kaikista yksiselitteisimmän ja ymmärrettävimmän hinta-arvion. Taulukossa 1 eritellyt rakennushankkeen kustannukset saimme hankkeen kustannuslaskennasta. Pääsääntöisesti käytimme KlaraNet-ohjelmaa, jota täydensimme Taku-järjestelmästä otetuilla tiedoilla, kuten hissi ja porraskeränteet.

Kokonaishinnaksi muodostui 2 254 614 € (sis. ALV 24 %). Hinta muodostui purkukustannuksista (99 278 €), julkisivun (414 150 €), korottamisen (91 988 €), kattorakenteiden (82 286 €) sekä 24 kpl CLT-tilaelementin (65 288 €/kpl) aiheuttamista

kustannuksista. Merkittävimmäksi kokonaisuudeksi muodostui CLT-tilaelementtien 1 566 912 € suuruinen kokonaiskustannus. Kustannusten muodostumista on selvennetty liitteissä 4-8.

CLT-tilaelementin kustannukset on laskettu työmaakustannuksin huomioiden tilaelementin kuljetuskustannukset tehtaalta. Näin ollen todellisuudessa tehtaalla valmistamisen kustannukset tulisivat todennäköisesti olemaan hieman alhaisempia. Tilaelementin kuljetuskustannuksen arviointiin käytimme tilaelementtivalmistajien sivuilta löytyviä ohjeellisia kuljetuskustannuksia. Kustannuslaskennassa muodostettiin hinta CLT-tilaelementille tehtaalta työmaalle tuotuna sekä varsinaisen saneeraus- ja korotuksen muodostamat kokonaiskustannukset. Haasteita laskentaan aiheutui CLT-rakenteiden osalta, koska CLT-rakentaminen on uusi rakentamistyyli Suomen markkinoilla ja elementeille ei ole yhtä kiinteää hintaa. CLT-rakenteiden hinnoissa käytimme puuinfon kustannustietoja sekä alan asiantuntijoilta kyselemällä saatuja hinta-arvioita.

Rakennushankkeen kokonaiskustannus

	Yht. alv 0%	Yht.alv 24%
Purkulaskelma	80 063,00 €	99 278,00 €
Julkisivu	333 992,00 €	414 150,00 €
Kattorakenteet	66 360,00 €	82 286,00 €
Korottaminen	74 184,00 €	91 988,00 €
CLT tila-elementit 24 kpl	1 263 624,00 €	1 566 912,00 €

Yht. alv 0%	Yht. alv 24%
1 818 223 €	2 254 614 €

Taulukko 1 Rakennushankkeen kokonaiskustannuslaskelma

7 Kiinteistössä tarvittavat kuntotutkimustoimenpiteet

7.1 Kohderakennuksen kuntotutkimusohjeistus

Kuntotutkimuksen tilaajan olisi syytä perehtyä vuonna 2014 julkaistuun Betoniyhdistyksen betonijulkisivun ja parvekkeiden kuntotutkimuksen tilaajan ohjeeseen. <http://www.betoniyhdistys.fi/media/julkaisut/betonijulkisivun-kuntotutkimus-tilaajan-ohje.pdf>. Kohteeseen olisi syytä tehdä silmämääräinen arviointi ennen varsinaisiin kuntotutkimustoimenpiteisiin ryhtymistä. Vieraillessamme kohteella huomasimme erityisesti parvekerakenteissa huomattavia kosteusrasituksesta aiheutuvia betonin rapautumakohtia. Havaitsimme parvekkeiden pieliseinien alaosista betonin rapautuneen ja maalipinnan kuluneen useasta kohtaa kuvassa 5 näkyvällä tavalla. Tämän arvelemme johtuvan huonosti johdetuista sadevesistä, jotka rasittavat pieliseinää. Kuvassa 4 havaittavalla tavalla parvekelaatan ja pieliseinän liitoskohdissa lähes poikkeuksetta teräkset olivat jo tulleet näkyviin, mikä on seurausta teräksen jo pitkälle edenneestä korroosiosta. Aiheuttajia tähän on mahdollisesti jo rakennusvaiheessa terästen asennus liian lähelle betonin ulkopintaa, jolloin betonin suojauskyky ei ole tarvittavan suuri ja teräs ruostuu.



Kuva 4 Parvekelaatan ja -pielen liitoskohdissa teräkset olivat jo pääsääntöisesti tulleet näkyviin, myös maanperän nostama kosteus näkyi osissa seinä- ja piellelementtien alareunoissa.

Matalasta sokkelista aiheutuvia vaurioita havaitsimme vähän. Tämän päättelimme olevan seurausta vuonna 1995 tehdystä julkisivuihin kohdistuneesta perusparannuksesta. Kuitenkin kasvillisuus (kuva 4) oli kasvanut muutamasta kohdasta sokkelin yli elementin reunaan siirtäen kosteutta ja aiheuttanut pieniä paikallisia murtumia sokkelissa ja julkisivuelementin alareunassa.



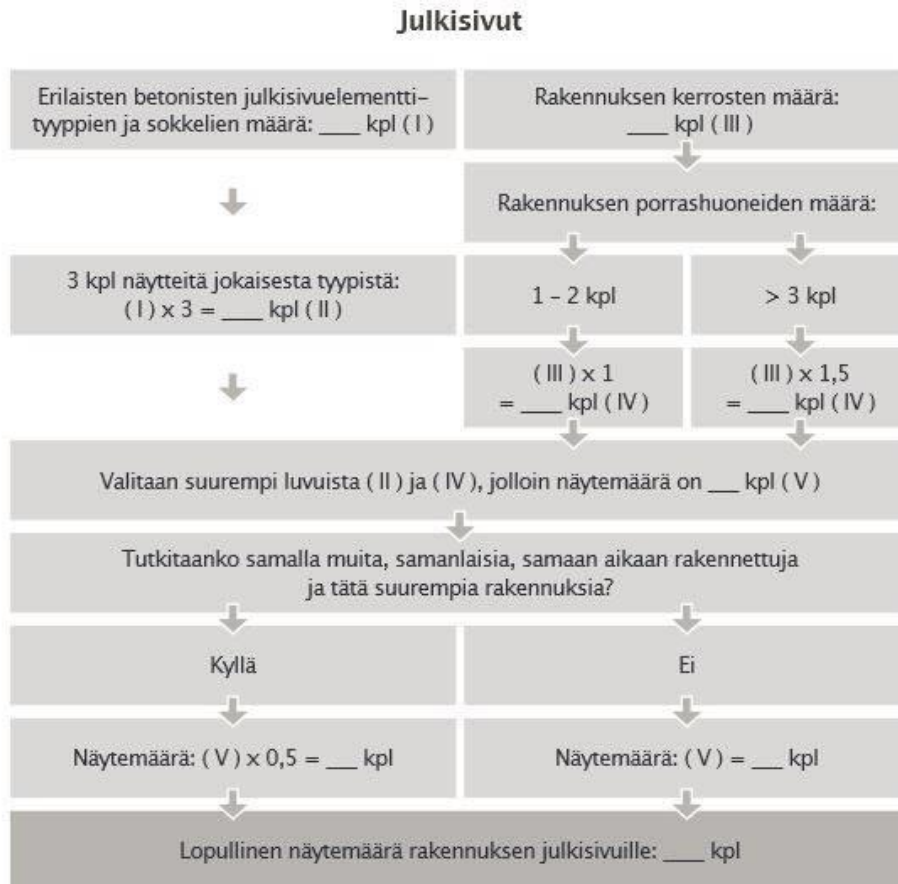
Kuva 5 Maanpinta ylittää sokkelin yli elementin reunaan asti. Parvekkeenpieli kärsii huonosti johdetuista sadevesistä.

”Vanhan julkisivun kuntoa selvitetessä silmämääräinen havainnointi ei riitä, vaan karbonatisoitumismittauksia ja peitepaksuusmittauksia on tehtävä riittävän paljon sen selvittämiseksi, miten suuri osa raudotteista on korroosiotilassa.”(Julkisivujen korjausopas 1997, 21–22.)

7.1.1 Poranäytemäärät

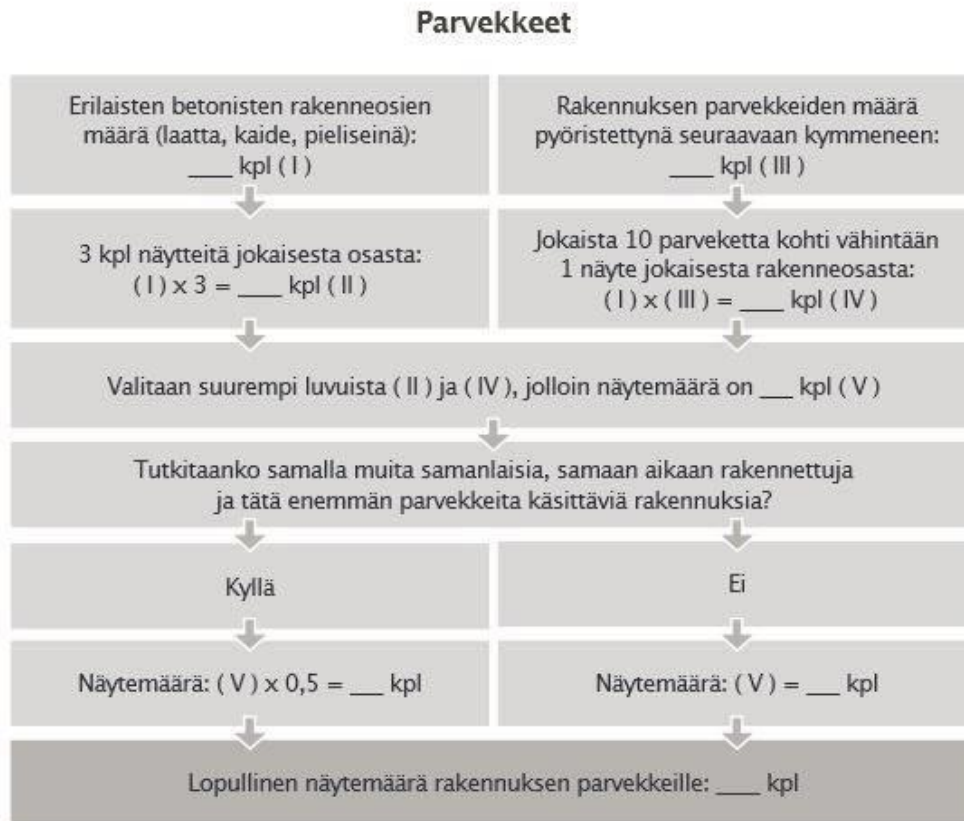
Kohteemme on kolmikerroksinen ja siitä löytyy kolme porrashuonetta. Kohteen julkisivussa on kolme erilaista elementtityyppiä ja kohteesta löytyy 21 parveketta. Nämä ovat avaintietoja poranäytteiden vähimmäismäärää laskiessa. Näiden perustietojen pohjalta poranäytteiden vähimmäismääräksi tulisi 18 kappaletta. Mikäli julkisivuun jätettäisiin jo olemassa oleva rakenne kokonaisuutena, kuntotutkimustöiden piteet olisivat huomattavasti laajemmat. Oletuksena olisi, että sisäolosuhteissa oleva kantava noin 150 mm betonikerros on kunnossa, koska olosuhteet ovat pysyneet suotuisina koko rakenteen olemassaoloajan. Tarkasteltavaksi kohteeksi muodostuisi siis uloin 50 mm paksuinen betonikerros, josta täytyisi ottaa poranäyt-

teitä tarkempia laboratoriotutkimuksia varten. Julkisivun poranäytteiden ohjeellinen määrä on 3 näytettä/elementtityyppi, toki näytteiden lopullinen määrä lasketaan jokaiselle kohteelle erikseen kuntotutkijan arvion mukaan käyttäen tätä vähimmäismääränä.



Kuva 6 Julkisivujen poranäytteiden vähimmäismäärä (By 42 tilaajanohje 2014)

Tarkasteltaessa kuvan 6 vasemmanpuoleista vaihtoehtoa toteamme kohderakennuksemme julkisivusta löytyvän kolme erilaista elementtityyppiä. Jokaista elementtityyppiä kohden täytyy ottaa kolme poranäytettä sopivasti elementtityypin eri alueilta (esim. yläreuna, keskialue, alakulma), että saadaan kattava kuva elementin kunnosta. Yhteensä näytteitä tulisi julkisivusta ottaa siis vähintään yhdeksän kappaletta. Oikeanpuoleista kaavaa seuraten laskemalla saamme näytteiden vähimmäismääräksi 4,5 kpl, sillä tutkittavassa rakennuksessa on kolme kerrosta sekä kolme porrashuonetta. Kaaviota eteenpäin mentäessä toteamme, että kyseisessä kohteessa julkisivujen näytemäärän vähimmäisarvoksi muodostuu 9 kappaletta.



Kuva 7 Parvekkeiden poranäytteiden vähimmäismäärä (By 42 tilaajanohje 2014)

Parvekkeita kohteestamme löytyy 21 kappaletta ja kuvan 7 laskukaavan mukaan seuraavaan kymmeneen pyöristettynä laskemme siis 30 parvekkeen mukaan. Jokaista kymmentä parvekettä kohden tarvitaan yksi näyteporaus, joten lopputulokseksi tällä vaihtoehdolla jäisi 3 poranäytettä. Tarkasteltaessa vasemmanpuoleista laskumenetelmää toteamme kohderakennuksen parvekkeissa olevan kolme erilaista betonista rakenneosaa (pieliseinä, kaide, laatta). Jokaista rakenneosaa kohden tulee ottaa vähintään kolme näytettä. Tästä kaavasta saamme siis yhteensä yhdeksän poranäytettä, joka on kohteeseemme tarvittava minimiporanäytemäärä.

Yhteensä poranäytteitä kohderakennuksesta tulisi siis ottaa vähimmillään 18 kappaletta. Liitteessä 1 havainnollistamme, kuinka poranäytteiden sijainnit olisi hyvä jakaa saadaksemme kattava kuva rakenteen karbonatisoitumisesta. Rakennuses-

ta otettavat poranäytteet on jaettu molemmin puolin rakennusta silmämääräisen tarkastelun perusteella sekä sijainniltaan riskialtteinna paikoilta.

Laboratoriossa betonin karbonatisoitumista eli betonin suojauskyvyn heikkenemistä ja tästä aiheutuvaa terästen korroosiota eli kansankielellä ruostumista ja sen etenemistä pystytään tulkitsemaan poranäytteiden avulla. Ruostuminen kaventaa teräksen poikkileikkausta ja näin ollen heikentää sen voimienvastustuskykyä eli kapasiteettia. Mikäli vaurion havaitaan edenneen pitkälle tai etenemisen uskotaan jatkuvan ratkaisevasti lisäeristämistä huolimatta, elementin ulkokuoren kiinnitys sisäkuoreen on syytä varmistaa. Betonin rapautumista tutkittaessa kohteessamme tehdään vetokokeita 16 kappaletta ja tulosta varmistetaan ohuthietutkimuksella. Mikroskooppisella tarkkuudella tehtävä betonin ohuthietutkimus antaa luotettavan tiedon betonin tilasta. Ohuthietutkimuksia kohteeseen tehdään neljä kappaletta, yksi jokaista julkisivua kohden.

Ulkokuorta tutkittaessa on myös tehtävä laaja otos betonipeitemittauksia, noin 100–200 kappaletta. Betonipeitemittauksista saadaan tietoon korroosiolle riskialttiilla alueella sijaitsevien raudoitusten määrä, josta pystytään arvioimaan tulevaisuudessa tapahtuvaa raudoitusten korroosion kehittymistä. Betonipeitemittaukset otetaan elementin neljänneksistä ja ne tulee suunnitella niin, että kyseisellä mittausmäärällä saadaan mahdollisimman suuri otos. Näytteitä tulee ottaa kuitenkin vähintään kuudesta eri elementistä. Liitteessä 1 olemme kuvastaneet betonipeitemittauksien jakautumista ja sijainteja kohteessamme. (BY 42 2013, 101.)

Toinen keskeinen tutkimuksen kohde julkisivussa olisi sandwich-elementin väliin jäävä mineraalivillakerros, joka on kohteesta löytyvien kuvien perusteella noin 75 mm paksu. On huomioon otettavaa, että eristettä asennettaessa on voinut tapahtua kiireestä tai muusta huolimattomuudesta aiheutuvia puutteita. Eristekerros voi olla epätasaisesti asennettu, tai joihinkin eristekerroksen välisiin saumoihin on voinut jäädä huomattaviakin lämpövuotokohtia. Eristekerrokseen on voinut päästä kertymään kosteutta, joka ei ole päässyt poistumaan rakenteesta. Tällöin on mahdollista, että suotuisissa olosuhteissa eristekerroksen pintaan on voinut ruveta kas-

vamaan sisäilmanterveydelle haitallista mikrobikasvustoa. Näitä eristekerroksen vuotokohtia pystytään kartoittamaan lämpökuvauksella. Lämpökamera on kuntotutkimuksessa erinomainen ja paljon käytetty työkalu, joka ilmaisee useita eri mahdollisia vaurioita ja vaurionaiheuttajia, kuten ilmavuotoja, lämpövuotoja ja kosteusvaurioita.

7.2 Kuntotutkimuksen hinta-arvio

Kuntotutkimuksen hinnaksi arvioimme noin 9780 € (ALV 24 %), joka tulisi olemaan mahdollisesti alle 1 % saneerauksen kustannuksista. Rakennukseen tehdystä perusparannuksesta (1995) on jo 20 vuotta. Rakennuksen kuntotutkimus olisi syytä teettää ammattilaisella noin kymmenen vuoden välein. Kuntotutkimukseen on näin ollen sisällytetty kattava määrä poranäytteitä sekä laaja otos erilaisia tutkimustoimenpiteitä, jotka antavat kattavan kuvan rakennuksen korjaustarpeesta. Kuntotutkimuksen hinnanmuodostumista on selvennetty liitteessä 2.

8 Pohdinta

Opinnäytetyössä suoritettiin kustannuslaskenta lähiökerrostalojen puuelementeillä tapahtuvan saneerauksen sekä korottamisen kustannuksille malliesimerkin avulla. Tilaelementtien valmistus- ja asennuskustannukset ovat mielestämme kohtuullisia asunnon myyntihintaan nähden. Uudisasuntojen myyntihinnat ovat vähintään kaksinkertaisia tilaelementtien aiheuttamiin kustannuksiin nähden Joensuun seudulla. Hinta-arvio on karkea, mutta tulevaisuuden puurakentamisen yleistyessä tuottamiskustannukset tulevat selkeämmiksi ja tulevat mahdollisesti laskemaan.

Kustannuslaskennan lisäksi olemme selventäneet kuntotutkimuksen etenemistä ja sen perusteita sekä luoneet kohderakennuksen kuntotutkimussuunnitelman. Suunnitelmassa olemme havainnollistaneet tutkimuksen tarpeen konkreettisesti kohde-

rakennuksen kuvia apuna käyttäen. Näytemäärät noudattavat niille asetettuja vähimmäismääriä, joihin teimme tarpeelliseksi katsomamme lisäyksen. Tekemämme kuntotutkimusohjeistus sekä tutkimusten kustannusarvio antavat siis vaihtoehtoisen mahdollisuuden tulevaisuudessa tapahtuvalle rakennuksen saneeraukselle. Parhaassa tapauksessa kuntotutkimuksen teettäminen kyseiseen rakennukseen kertoo julkisivurakenteiden olevan hyvässä kunnossa ja korjaustarpeen olevan vähäinen. Näin ollen kuntotutkimus mahdollistaa myös pienemmällä budjetilla tapahtuvan rakennuksen saneerauksen, sillä julkisivun kunto oli silmämääräisesti hyvä perusparannuksesta johtuen.

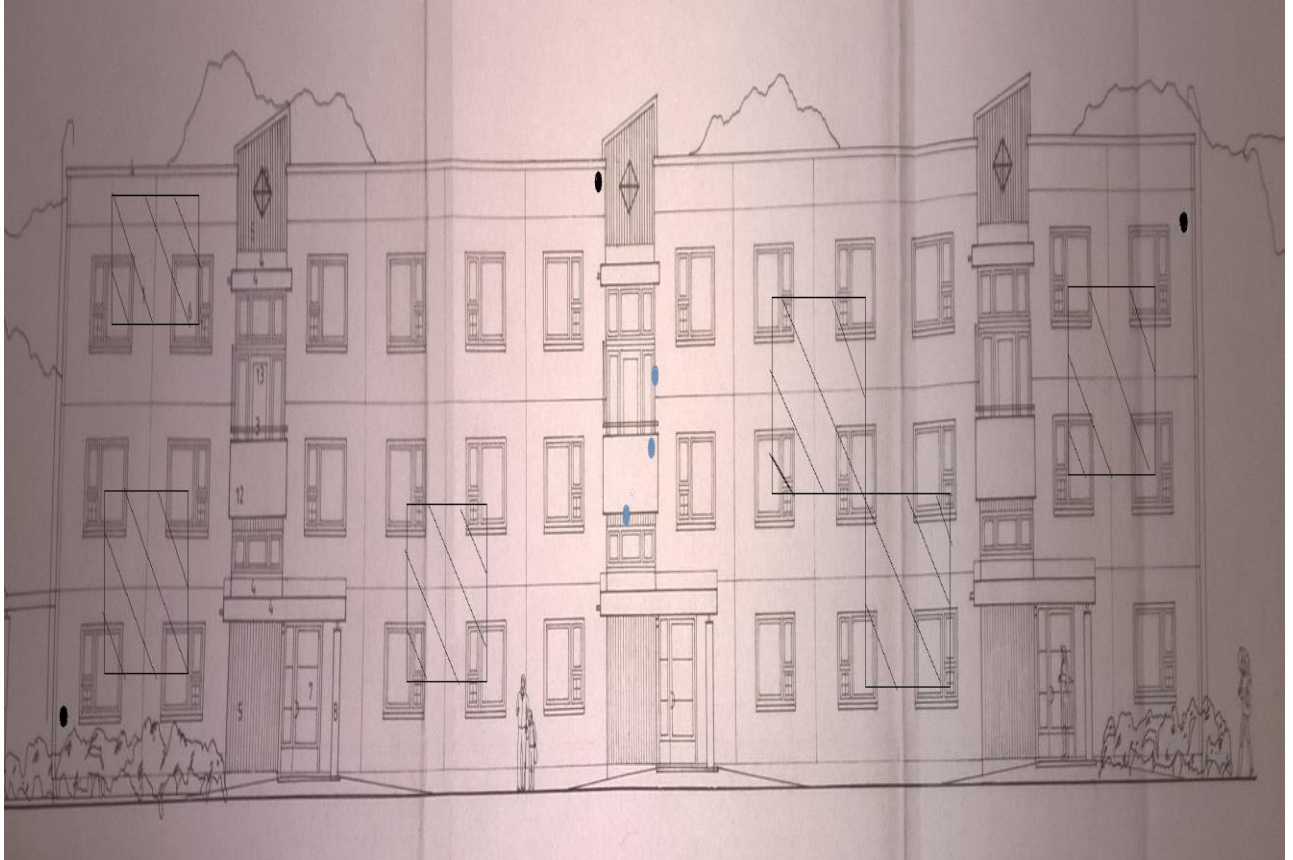
Opinnäytetyössä tarkastelimme kahta eri vaihtoehtoista ratkaisua rakennuksen päivittämiseksi nykyaikaan puurakentamisen näkökulmasta. Ensimmäinen vaihtoehto oli purkaa olemassa olevan julkisivun ulkoverhous sekä eristys pois ja lisäeristää uusi rakenne sisemmästä eli kantavasta betonikerroksesta lähtien. Toisena vaihtoehtona sandwich-elementin ulkokuori olisi jätetty paikalleen ja ulkoseinien lisäeristys sekä puuverhoilu olisi rakennettu jo olemassa olevan rakenteen päälle. Rakennesuunnittelun kannalta työryhmämme päätyi uusimaan ulkoseinärakenteen kantavasta betonikerroksesta lähtien, sillä tämä menetelmä on jo käytännössä koettu toimivaksi. Valitsemamme korjaustapa on yksinkertaisempi kuntotutkimuksen näkökulmasta, sillä entinen rakenne puretaan sisäkuorta myöten, eli rakenteeseen ei jää piilossa olevia rakenneosia. Rakenteiden suunnittelusta vastaavan päätöksellä myös parvekerakenteet päätettiin poistaa, ja näin ollen tähän vaihtoehtoiseen ratkaisuun ei tarvita kuntotutkimusta. Haitta-ainekartoitus täytyy kuitenkin tehdä, mikäli julkisivurakennetta aiotaan ruveta purkamaan, sillä tämä voi asettaa purkutyölle erityisvaatimuksia.

Lähteet

- Julkisivuyhdistys RY 1997 Julkisivujen korjausopas ISBN 951-97-611-0-1
- Mika Lindholm 2009 Kustannushallinta rakennushankkeessa ISBN 978-952-5785-00-5
- Yrjänä Haahtela, Juhani Kiiras 2013 Talonrakennuksen kustannustieto ISBN 978-952-5403-21-3
- Rakennustieto OY 2014 KOR korjausrakentamisen kustannuksia ISBN 978-952-267-064-9
- Rakennustieto OY 2015 ROK Rakennusosien kustannuksia ISBN 978-952-267-084-7
- Suomen Betoniyhdistys RY 2007 Betonirakenteiden korjausohjeet BY41 ISBN 978-952-5075-85-4
- Suomen Betoniyhdistys RY 2013 Betonijulkisivun Kuntotutkimus BY42 ISBN 978-952-67169-8-5
- Karelia Ammattikorkeakoulun rakennuslaboratorion palveluhinnasto 2015
Sosiaali- ja terveystieteiden ministeriö. 2003. Asumisterveysohje.
http://www.finlex.fi/pdf/normit/14951-asumisterveysohje_pdf.pdf.
15.05.2015.
- Työsuojeluhallinto. 2015. Asbesti.
<http://www.tyosuojelu.fi/tyoolot/rakennusala/asbesti>. 01.12.2015.
- Suomen betoniyhdistys r.y. 2014. Tilaajan ohje 2014 betonijulkisivun ja parvekkeiden kuntotutkimus.
<http://www.betoniyhdistys.fi/media/julkaisut/betonijulkisivun-kuntotutkimus-tilaajan-ohje.pdf>. 02.11.2015
- Työterveyslaitos. 2015. Kivihiilipiki.
http://www.ttl.fi/fi/toimialat/rakennus/turvapakki/vaaralliset_aineet/eristeenet/kivihiilipiki/Sivut/default.aspx 10.07.2015.
- Rakennustieto. 2015. KlaraNet.
https://www.rakennustieto.fi/material/attachments/5duD2RhBP/jxGOWA_euz/klara_net_kustannuslaskentaohjelma.pdf.05.12.2015.
- Renotech Oy. 2015. Securo fire breather. <http://www.renotech.fi/securo>.
20.11.2015.
- Lundel Aulis. 2015. Palolista HTL.
<http://www.aulislundell.fi/tuotteet/hattulistat/palolista-htl>. 11.09.2015
- Haahtela. 2015. Kustannustieto Taku-järjestelmä.
<http://www.Haahtela.fi/fi/ohjelmistot/kaikki/taku-2/taku-yhteenveto>.
25.10.2015
- Suhonen Juuso. 2015. Betonikerrostalon julkisivun uusiminen ja lisäkerroksien rakentaminen puuelementeistä.
http://theseus.fi/bitstream/handle/10024/98495/Suhonen_Juuso.pdf.pdf?sequence=1. 02.11.2015
- Vahanan Oy. 2011. Rakennustietosäätiö, Rakennustieto Oy ja Rakennusmestarit ja –insinöörit AMK RKL ry.
<https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK110305.pdf>.04.12.2015

Poranäyte- ja peitepaksuusmittauspaikat

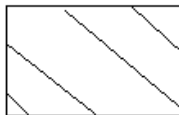
Poranäyte- ja peitepaksuusmittauspaikat pohjoisjulkisivusta



Poranäyte julkisivusta



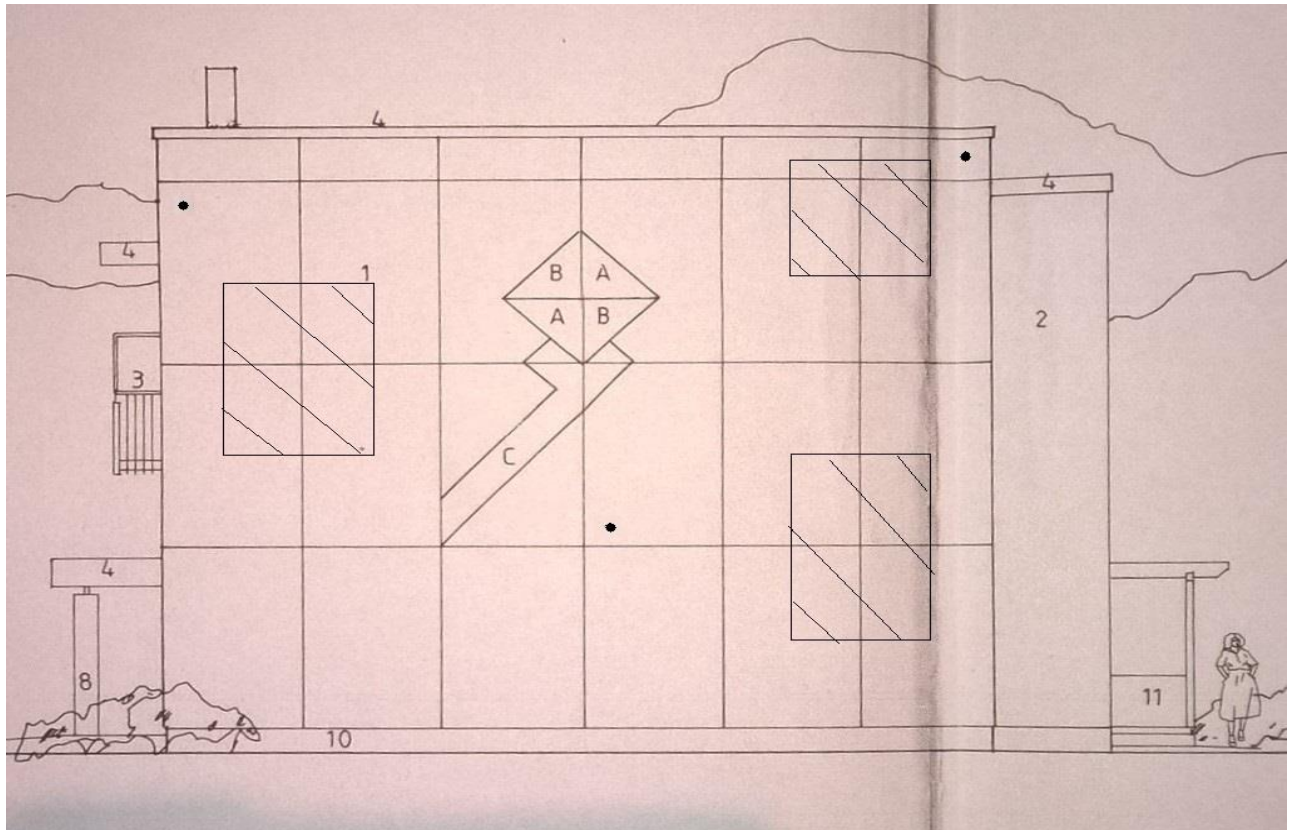
Poranäyte
parvekkeesta



Peitepaksuus mittaus
elementin neljänneksestä

Poranäyte- ja peitepaksuusmittauspaikat

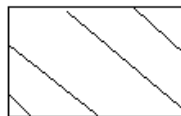
Poranäyte- ja peitepaksuusmittauspaikat länsijulkisivusta



Poranäyte julkisivusta



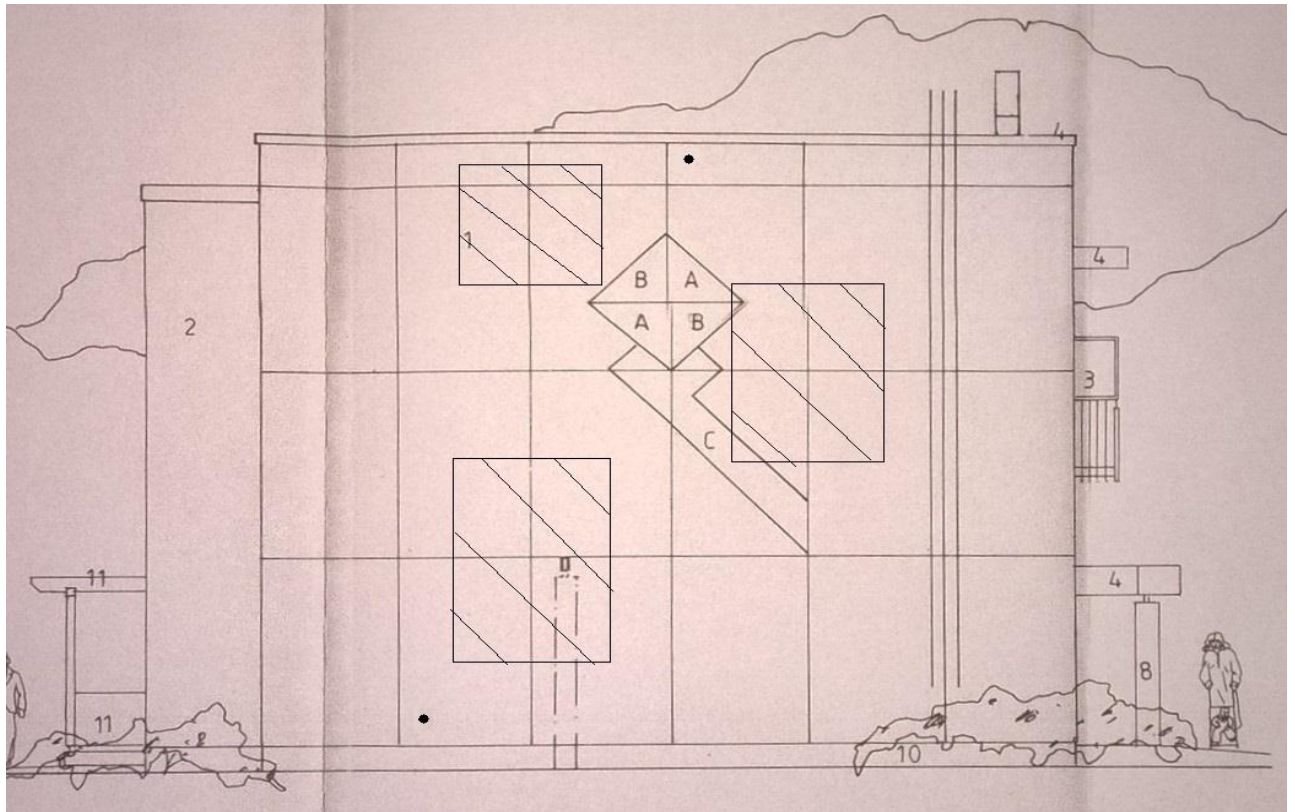
Poranäyte
parvekkeesta



Peitepaksuus mittaus
elementin neljänneksestä

Poranäyte- ja peitepaksuusmittauspaikat

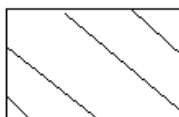
Poranäyte- ja peitepaksuusmittauspaikat itäjulkisivusta



Poranäyte julkisivusta



Poranäyte
parvekkeesta



Peitepaksuus mittaus
elementin neljänneksestä

Poranäyte- ja peitepaksuusmittauspaikat

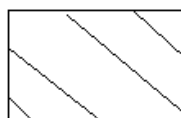
Poranäyte- ja peitepaksuusmittauspaikat eteläjulkisivusta



Poranäyte julkisivusta



Poranäyte
parvekkeesta



Peitepaksuus mittaus
elementin neljänneksestä

Kuntotutkimuksen kustannukset

Kuntotutkimus hinta-arvio

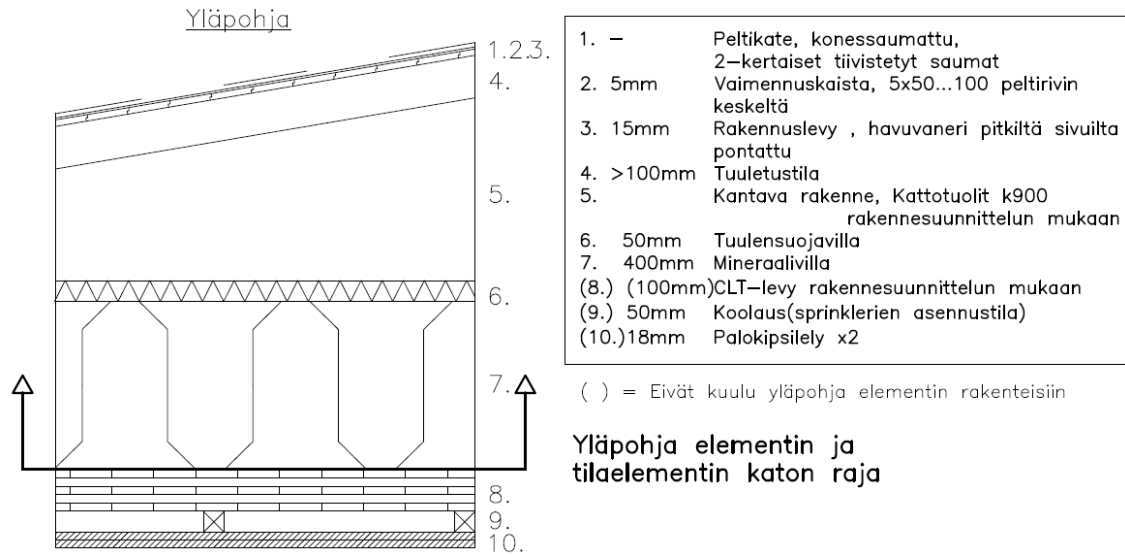
Kuntotutkimus hinta-arvio					
	Hinta alv 0%	Hinta alv 24%	kpl/h	Yht. alv 0%	Yht.alv 24%
Betonipeitemittaus €/h	73	90,52	8	584	724,16
Lämpökuvaukset €/h	85	105,4	1	85	105,4
Lämpökuvaukset €/h	125	155	3	375	465
Vetolujuus	83	102,92	16	1328	1646,72
Ohuthietutkimukset €/kpl	217	269,08	4	868	1076,32
Karbonatsoitumissyvyyden määrittäminen €/kpl	32	39,68	24	768	952,32
Betonin kloridipitoisuuden määrittäminen €/kpl	25,9	32,12	6	155,4	192,72
Saunanäytteet	300	372	4	1200	1488
Rakenteiden kosteusmittaus					
Perusmaksu €/kohde tai päivä	38	47,12	2	76	94,24
Poraukset ja mittaukset, €/h	68	84,32	16	1088	1349,12
Matkakustannukset, €/h +voimassa oleva km-korvaus	43	53,32	0,25	10,75	13,33
Raportointi	60	74,4	10	600	744
Nostin päivävuokra	150	186	5	750	930
				Yht. alv 0%	Yht. alv 24%
				7888,15	9781,33

Lähteet:

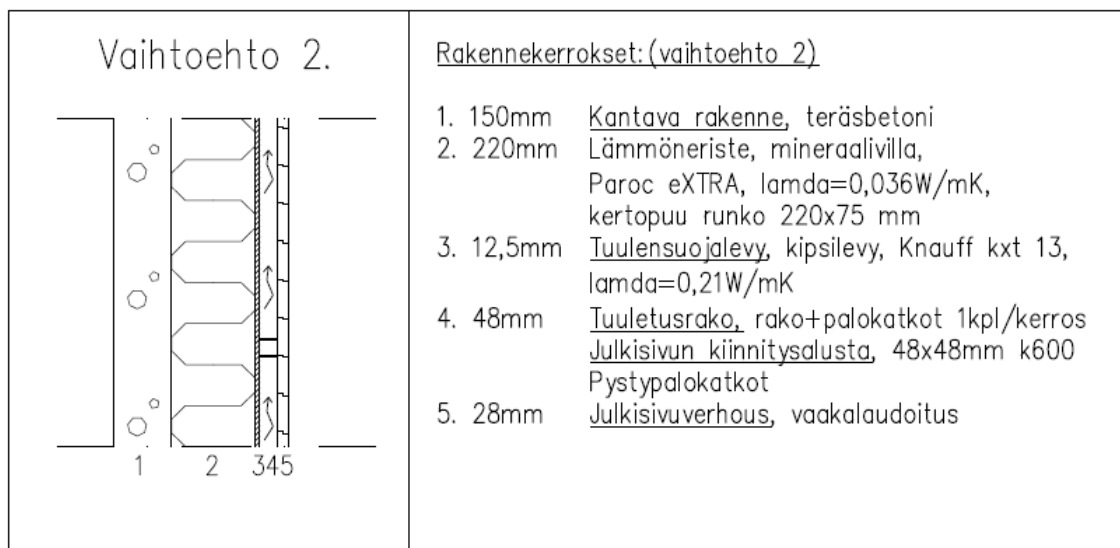
Karelia Ammattikorkeakoulun rakennuslaboratorion palveluhinnasto 2015

Kustannuslaskennassa käytetyt rakenneratkaisut

Yläpohjassa käytetyt rakenneratkaisut



Ulkoseinä(uusi ulkoseinäelementti)

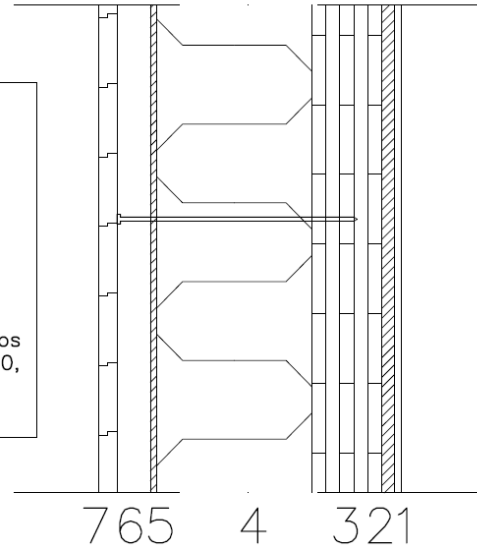


Kustannuslaskennassa käytetyt rakenneratkaisut

CLT -rakenteinen tilaelementin ulkoseinä

CLT ulkoseinä

Rakennekerrokset:	
1. –	<u>Sisäverhous</u> ,
2. 18mm	<u>Suojaverhous K2_30</u> , kuitukipsilevy, palosuojaus 30 minuuttia
3. 95–121mm	<u>Lämmöneristys</u> , <u>Kantava runko</u> , CLT – levy Jäykistävä levy
4. 223mm	<u>Lämmöneristys</u> , mineraalivilla
5. 9mm	Tuulensuoja, kipsilevy
6. 48mm	<u>Tuuletusrako</u> , rako+palokatkot 1kpl/kerros <u>Julkisivun kiinnitysalusta</u> , 48x48mm k600, Pystypalokatkot
7. 28mm	Ulkoverhouslauta, vaakalaudoitus

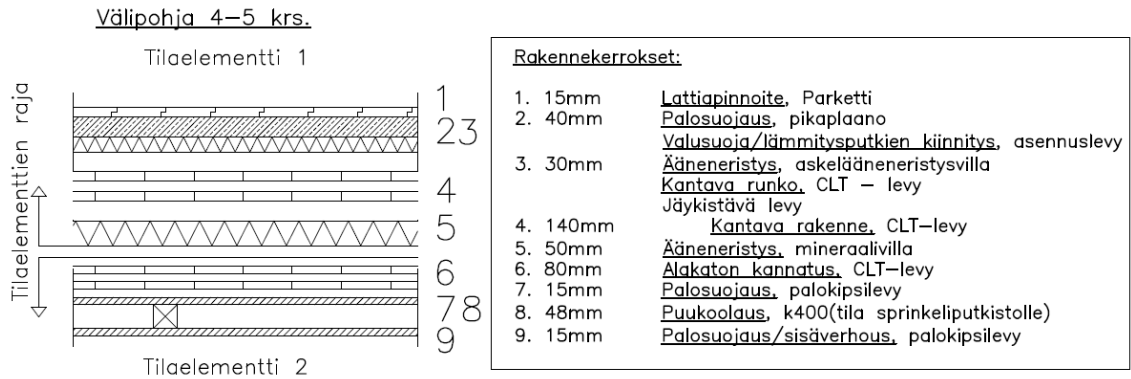


3-4 kerroksen välipohjarakenteet

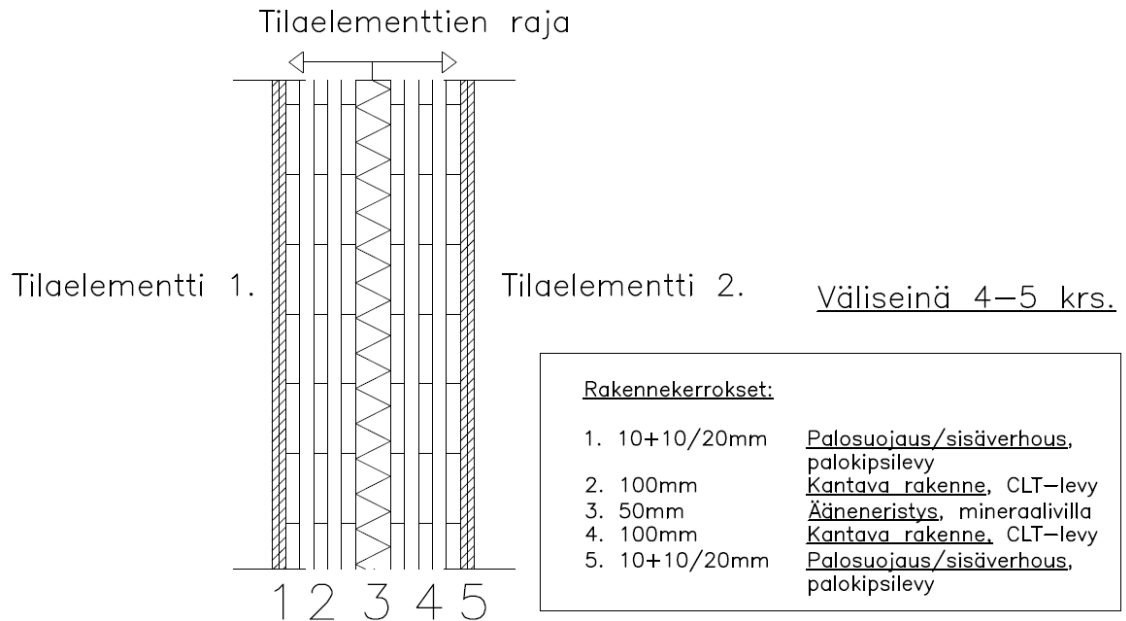
Välipohja 3–4 krs.		Rakennekerrokset:	
	1.	15mm	<u>Lattiapinnoite</u> , Parketti
	2.	40mm	<u>Palosuojaus</u> , pikaplaano <u>Valusuoja/lämmitysputkien kiinnitys</u> , asennuslevy
	3.	30mm	<u>Ääneneristys</u> , askelääneneristysvilla <u>Kantava runko</u> , CLT – levy Jäykistävä levy
	4.	140mm	<u>Kantava rakenne</u> , CLT-levy
	5.	400mm	<u>Palkisto</u> , puu- tai teräspalkit RAK mukaan Kumibitumikeri Tasausvalu
	6.	160mm	<u>Yläpohjalaatta</u> , betonilaatta
	7.	48mm	<u>Puukoolaus</u> , k400(tila sprinkeliputkistolle)
	8.	15mm	<u>Palosuojaus/sisäverhous</u> , palokipsilevy

Kustannuslaskennassa käytetyt rakenneratkaisut

4-5 kerrosten välipohjarakenteet

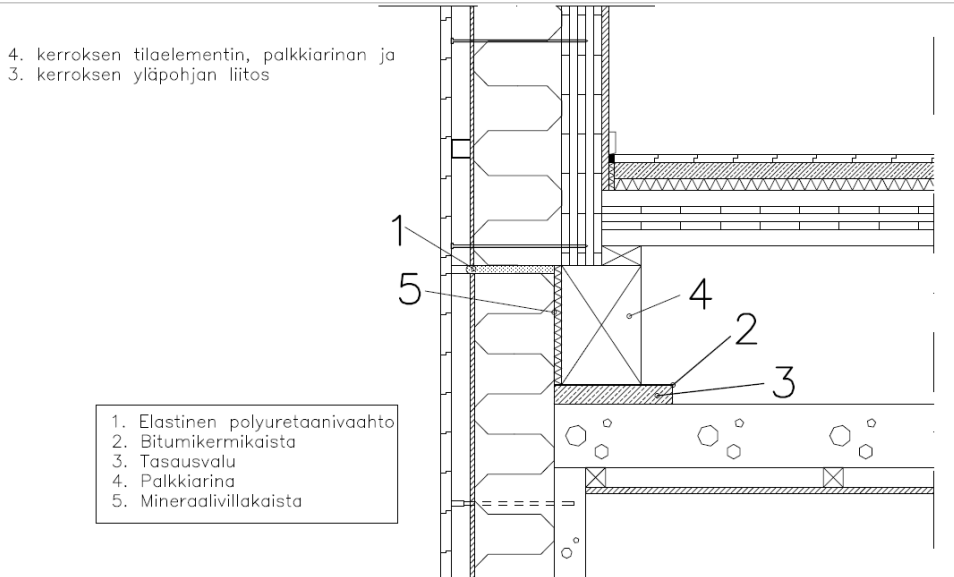


Tilaelementtien väliset seinärakenteet

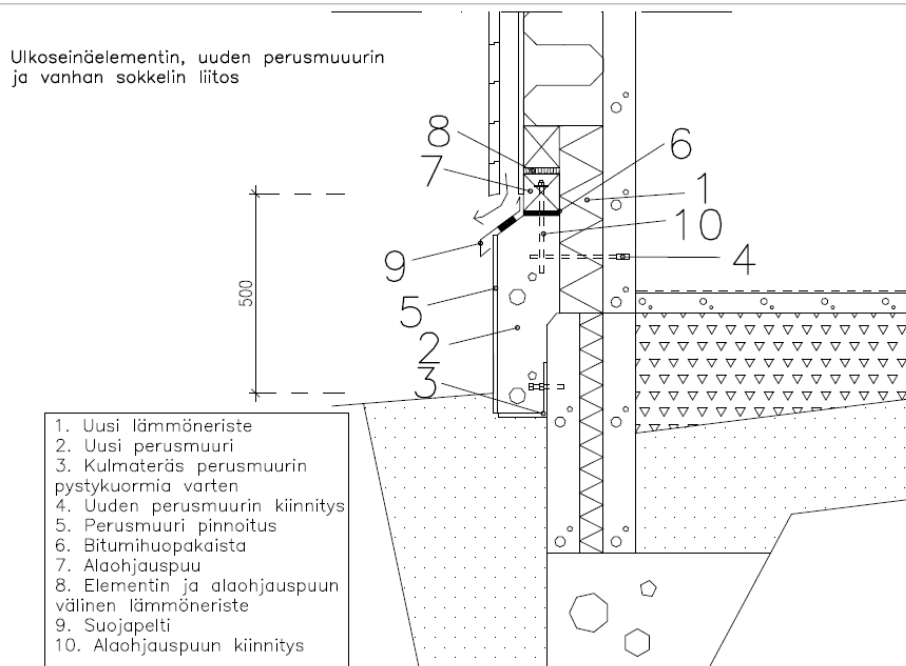


Kustannuslaskennassa käytetyt rakennerratkaisut

Tilaelementin ja vanhan yläpohjalaatan liitos



Perusmuurin ja ulkoseinän liitos



Kustannuslaskenta julkisivu

Tiivis kustannuslaskelma
Kerrostalo 1001008,1001011
Julkisivu

Tulostuspäivä: 23.11.2015
 Muokauspäivä: 05.05.2015
 Laskelman laajuus: 0
 Hankepalvelukerroin: 10,00
 Sotukerroin: 1,73
 Aluekerroin: 1,20
 Vaikeuskerroin: 1,20
 ALV-%: 24%
 Laskelma yht. ALV 0%: **333 992 €**
 Laskelma yht. ALV 24%: **414 150 €**

Selite:

Ulkoseinien lisäeristys

Jrno	TALO2000	Kustannuserä	Määrä	Yksikkö	Hankinnat ja palvelut (ALV 0%)	Materiaalit (hintaa, ALV 0%)	Työ (ALV 0%)	Tunnit (tth)	Yhteensä (ALV 0%)
Yhteensä					44 913 €	186 683 €	102 395 €	2 329	333 992 €
1	1241	Puurakenteinen ulkoseinä tuulen- suojalevy+200mm , lautaverhous, vaakapaneeli 28 mm	900,00	m2	0,00	71 845,13	59 888,31	1 404,00	131 733,44
2	34	Suojaukset, parvekeoven ja - ikkunan suojaus	21,00	kpl	0,00	333,10	633,33	17,39	966,43
3	34	Suojaukset, ikkunat	96,00	kpl	0,00	207,50	1 688,88	46,37	1 896,38
4	1242	EK puuikkuna 18 x 14 M	69,00	kpl	0,00	10 172,61	5 347,59	123,37	15 520,20
5	1242	EK puuikkuna 9 x 14 M	27,00	kpl	0,00	3 653,47	1 825,09	42,10	5 478,55
6	1243	Ulko-ovi 10 x 21 M, 2 lasiauk- koa	3,00	kpl	0,00	1 427,70	219,39	5,06	1 647,09
7	1243	Ulko-ovi 8 + 8 x 21 M, parvek- keen pariovi	21,00	kpl	0,00	9 728,25	1 535,75	35,43	11 264,00
8	1242	Palokatkoprofiili	1,00	jm	0,00	3 696,00	888,96	24,00	4 584,96
9	121	Paikallavalettu sokkelipalkki 300 x 700 mm, routasuojaus	120,00	jm	693,00	12 070,81	10 637,49	253,37	23 401,30
10	342	Henkilönostin, vuokra 1 pvä (sis. kaluston)	100,00	pv	29 370,00	0,00	0,00	0,00	29 370,00

Kustannuslaskenta julkisivu

11	342	Nostolaite, vuokra 1 pvä (sis. kaluston + kuljettajan)	15,00	pv	14 850,00	0,00	7 027,50	144,07	21 877,50
12	1251	Parveke, elementtirakenteinen (koko parveke, betoni)	30,00	kpl	0,00	73 548,80	12 703,19	233,83	86 251,99

23.11.2015 12:09

Sivu 1/1

Kustannuslaskenta kattorakenteet

Tiivis kustannuslaskelma
Kerrostalo 1001008,1001011
Kattorakenteet

Tulostuspäivä: 23.11.2015
 Muokauspäivä: 05.05.2015
 Laskelman laajuus: 0
 Hankepalvelukerroin: 10,00
 Sotukerroin: 1,73
 Aluekerroin: 1,20
 Vaikeuskerroin: 1,20
 ALV-%: 24%

Laskelma yht. ALV 0%: **66 360 €**

Laskelma yht. ALV 24%: **82 286 €**

Selite:

Ulkoseinien lisäeristys

Jrno	TALO2000	Kustannuserä	Määrä	Yksikkö	Hankinnat ja palvelut (ALV 0%)	Materiaalit (hintaa, ALV 0%)	Työ (ALV 0%)	Tunnit (tth)	Yhteensä (ALV 0%)
Yhteensä					1 980 €	42 897 €	21 483 €	516	66 360 €
1	1236	Puurakenteinen yläpohja, katto- tuolit, eriste 400 mm puhallettava mineraalivilla	580,00	m2	0,00	37 959,86	19 886,19	481,97	57 846,05
2	342	Nostolaite, vuokra 1 pvä (sis. kaluston + kuljettajan)	2,00	pv	1 980,00	0,00	937,00	19,21	2 917,00
3	1262	räystäsventtiili firebreather	120,00	jm	0,00	4 936,80	660,07	15,00	5 596,87

23.11.2015 12:11

Sivu 1/1

Kustannuslaskenta purku

Tiivis kustannuslaskelma	Tulostuspäivä:	23.11.2015
Kerrostalo 1001008,1001011	Muokauspäivä:	05.05.2015
Purkulaskelma	Laskelman laajuus:	0
	Hankepalvelukerroin:	10,00
	Sotukerroin:	1,73
	Aluekerroin:	1,20
	Vaikeuskerroin:	1,20
	ALV-%:	24%

Laskelma yht. ALV 0%: **80 063 €**

Laskelma yht. ALV 24%: **99 278 €**

Selite:

Ulkoseinien lisäeristys

Jrno	TALO2000	Kustannuserä	Määrä	Yksikkö	Hankinnat ja palvelut (ALV 0%)	Materiaalit (hintaa, ALV 0%)	Työ (ALV 0%)	Tunnit (tth)	Yhteensä (ALV 0%)
Yhteensä					24 134 €	0 €	55 929 €	2 230	80 063 €
1	1241	Purku, betonisandwich ulkokuoren purku (koneellisesti)	827,00	m2	3 795,93	0,00	12 405,69	494,55	16 201,62
2	341	Jätekustannukset, sekalainen betonijäte (kuljetus ja kaatopaikkamaksut)	104,00	t	2 600,00	0,00	0,00	0,00	2 600,00
3	341	Jätekustannukset, remontin purkujäte (kuljetus ja kaatopaikkamaksut)	16,00	erä	1 600,00	0,00	0,00	0,00	1 600,00
4	1251	Purku, parvekelinjan purku irrottamalla elementit kokonaisena (pieli- ja laattaelementit)	18,00	kpl	0,00	0,00	2 025,11	80,73	2 025,11
5	1241	Purku, lämmöneristekerroksen purku	827,00	m2	0,00	0,00	4 055,71	161,68	4 055,71
6	341	Jätekustannukset, sekajäte (kuljetus ja kaatopaikkamaksut)	10,00	erä	3 018,00	0,00	0,00	0,00	3 018,00

Kustannuslaskenta purku

7	341	Jätekustannukset, pcb-jäte (kuljetus ja kaatopaikkamaksut)	1,00	erä	3 880,00	0,00	0,00	0,00	3 880,00
8	1242	Purku, ikkunan purku (puuikkuna 24 x 15 M)	69,00	kpl	0,00	0,00	1 791,45	71,42	1 791,45
9	1242	Purku, ikkunan purku (puuikkuna 15 x 15 M)	27,00	kpl	0,00	0,00	541,33	21,58	541,33
10	1243	Purku, ulko-oven purku (puuovi)	27,00	kpl	0,00	0,00	475,12	18,94	475,12
11	1263	Purku, kатteen ja aluslaudoituksen purku (bitumikermikate)	580,00	m2	0,00	0,00	3 346,34	133,40	3 346,34

Jrno	TALO2000	Kustannuserä	Määrä	Yksikkö	Hankinnat ja palvelut (ALV 0%)	Materiaalit (hintaa, ALV 0%)	23.11.2015 12:07 Työ (ALV 0%)	Tunnit (tth)	Sivu Yhteensä (ALV 0%)	1/2
Yhteensä					24 134 €	0 €	55 929 €	2 230	80 063 €	
12	1261	Purku, lämmöneristeen purku (yläpohja)	580,00	m2	0,00	0,00	2 844,39	113,39	2 844,39	
13	123	Purku, puuvälipohjan purku	580,00	m2	0,00	0,00	28 443,88	1 133,90	28 443,88	
14	342	Henkilönostin, vuokra 1 päivä (sis. kaluston)	40,00	pv	9 240,00	0,00	0,00	0,00	9 240,00	

Kustannuslaskenta korottaminen

Tiivis kustannuslaskelma
Kerrostalo 1001008,1001011
Korottaminen

Tulostuspäivä: 23.11.2015
 Muokauspäivä: 05.05.2015
 Laskelman laajuus: 0
 Hankepalvelukerroin: 10,00
 Sotukerroin: 1,73
 Aluekerroin: 1,20
 Vaikeuskerroin: 1,20
 ALV-%: 24%

Laskelma yht. ALV 0%: **74 184 €**
 Laskelma yht. ALV 24%: **91 988 €**

Selite:

Ulkoseinien lisäeristys

Jrno	TALO2000	Kustannuserä	Määrä	Yksikkö	Hankinnat ja palvelut (ALV 0%)	Materiaalit (hintaa, ALV 0%)	Työ (ALV 0%)	Tunnit (tth)	Yhteensä (ALV 0%)
Yhteensä					49 170 €	16 152 €	8 862 €	190	74 184 €
1	1241	Puurakenteinen ulkoseinä tuulensuojalevy+200mm , lautaverhous, vaakapaneeli 28 mm	70,00	m2	0,00	5 587,95	4 657,98	109,20	10 245,93
2	1234	Teräspalkki IPE 200 mm	250,00	jm	0,00	10 225,60	2 986,26	53,99	13 211,86
3	1322	Tasotuskäsittely, lattia, paikkaus osittain, vanha betonilattia	550,00	m2	0,00	338,29	281,13	7,59	619,43
4	123	Sprinkleri-järjestelmä	1 650,00	m2	47 190,00	0,00	0,00	0,00	47 190,00
5	342	Nostolaite, vuokra 1 pvä (sis. kaluston + kuljettajan)	2,00	pv	1 980,00	0,00	937,00	19,21	2 917,00

CLT-tilaelementin kustannusarvio

Kerrostalo 1001008,1001011

Muokkauspäivä: 05.05.2015

Laskelman laajuus:

0

Hankepalvelukerroin: 10,00

Sotukerroin: 1,73

Aluekerroin: 1,20

Vaikeuskerroin: 1,20

ALV-%: 24%

Laskelma yht. ALV 0%: 52 651 €

Laskelma yht. ALV 24%: 65 288 €

Selite:

Ulkoseinien lisäeristys

Jrno	TALO2000	Kustannuserä	Määrä	Yksikkö	Hankinnat ja palvelut (ALV 0%)	Materiaalit (hintaa, ALV 0%)	Työ (ALV 0%)	Tunnit (tth)	Yhteensä (ALV 0%)
Yhteensä					18 160 €	24 836 €	9 655 €	236	52 651 €
1	1251	CLT	1,00	m2	10 860,85	1,77	220,02	5,00	11 082,64
2	1241	Puurakenteinen ulkoseinä 223 mm, 25 mm tuulensuo- ja, vaakapaneeliverhous (sis. pinnat)	36,00	m2	0,00	2 697,63	3 011,04	71,52	5 708,66
3	123	Sprinkleri-järjestelmä	36,00	m2	1 029,60	0,00	0,00	0,00	1 029,60
4	1334	LV-laitteet, kerrostalo, wc, kor- kea taso	1,00	erä	0,00	3 219,70	133,36	3,60	3 353,06
5	23	Sähköistys, kerrostalo	36,00	brm2	0,00	1 187,20	800,46	21,61	1 987,66
6	123	Puurakenteinen välipohja, kaksinkertainen kipsilevy	36,00	m2	0,00	3 763,17	2 093,22	51,09	5 856,39
7	123	Puurakenteinen välipohja, kaksinkertainen kipsilevy	36,00	m2	0,00	2 984,56	903,88	23,19	3 888,44
8	2	LVI-työt	1,00	erä	1 320,00	0,00	0,00	0,00	1 320,00
9	1334	Laitteet, kerrostalo, keittiö, kor- kea taso	1,00	erä	0,00	3 740,00	132,81	3,60	3 872,81
10	1331	Kalusteet, kerrostalo, asunto (yk- siö), normaali taso	1,00	erä	0,00	5 769,50	790,22	18,21	6 559,72

CLT-tilaelementin kustannusarvio

11	3224	LVI-suunnittelu, ammattimaisesti rakennetut kohteet	1,00	erä	1 100,00	0,00	0,00	0,00	1 100,00
12	3225	Sähkösuunnittelu, ammattimaisesti rakennetut kohteet	1,00	erä	1 100,00	0,00	0,00	0,00	1 100,00
13	1242	EK puuikkuna 21 x 14 M	1,00	kpl	0,00	170,36	77,16	1,79	247,52
14	1243	Ulko-ovi 8 + 8 x 21 M, parvekkeen pariovi	1,00	kpl	0,00	404,40	72,81	1,69	477,21

Jrno	TALO2000	Kustannuserä	Määrä	Yksikkö	Hankinnat ja palvelut (ALV 0%)	Materiaalit (hintaa, ALV 0%)	23.11.2015 12:11 Työ (ALV 0%)	Tunnit (tth)	Sivu Yhteensä (ALV 0%)
					18 160 €	24 836 €	9 655 €	236	52 651 €

15	1243	Ulko-ovi 10 x 21 M, maalattu	1,00	kpl	0,00	288,90	72,81	1,69	361,71
16	1315	Sisäovi, puuovi, helppo	1,00	kpl	0,00	45,69	41,74	1,13	87,43
17	1311	Puurunkoinen kipsiväliseinä 95 mm, kalkkihiekkaharkko 85 mm, kuivan ja märkätilan välinen	16,50	m2	0,00	563,14	1 081,79	25,41	1 644,93
18	111	Boxin kuljetus	1,00	kpl	2 750,00	0,00	223,47	6,00	2 973,47

