

Ville-Matias Rantakokko

Elinkaarisuunnitelma, kohteena Evakkotie 75



Insinööri (AMK)

Rakennustekniikka

Kevät 2016



KAJAANIN
AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

TIIVISTELMÄ

Tekijä: Rantakokko Ville-Matias

Työn nimi: Elinkaarisuunnitelma, kohteena Evakko 75

Tutkintonimike: Insinööri (AMK), rakennustekniikka

Asiasanat: Evakkotie 75, Elinkaarisuunnitelma, Energiakorjaus

Tämä opinnäytetyö tehtiin Rakennusliike Jouko Pesonen Oy:lle, ja aiheena oli laatia 1970-luvulla rakennettuihin rivitaloihin elinkaarisuunnitelma. Taloyhtiö sijaitsee Rovaniemellä, osoitteessa Evakkotie 75, ja siihen kuuluvat talot I – L. Työn tavoitteena oli suunnitella kohderakennuksiin sellaisia korjaustoimenpiteitä, jotka pidentävät rakennusten elinkaarta, parantavat asuinviihtyvyyttä ja energiatehokkuutta sekä pohtia, onko niihin taloudellisesti mielekästä ryhtyä.

Rakennuksiin tehtiin kevyt silmämääräinen kuntoarvio ja valokuvadokumentointi syksyllä vuonna 2015. Näiden pohjalta työssä tarkasteltiin rakennus I:n perustusten, ulkoseinien ja vesikaton nykykuntoa, ja niihin liittyen rakennusosille suunniteltiin korjaustoimenpiteet. Työn viimeisessä osiossa rakennuksille suunniteltiin energiatehokkuuden parantavia korjauksia, joita olivat ulkoseinien ja yläpohjan lisälämmöneristys sekä poistoilman lämmöntalteenotto. Korjaustoimenpiteille laskettiin kustannusarviot ja energiakorjauksille takaisinmaksuajat.

Ensisijainen korjaustoiminnan kohde on rakennusten perustusten vesieristys ja salaojajärjestelmän uusiminen. Myös rakennuksen vesikatto on lähestymässä käyttöikänsä loppua, joten sen korjaus tulee ajankohtaiseksi 5 - 10 vuoden kuluttua. Kohteen yläpohjan lisälämmöneristäminen todettiin erittäin kannattavaksi toimenpiteeksi, sillä saavutetuilla energiasäästöillä korjaus maksaa itsensä takaisin korkeintaan kahdessa vuodessa. Suunniteltu poistoilmalämpöpumppujärjestelmä puolestaan todettiin kannattamattomaksi.

ABSTRACT

Author(s): Rantakokko Ville-Matias

Title of the Publication: A life cycle plan for the terraced houses at Evakkotie 75

Degree Title: Bachelor of Engineering, Construction Engineering

Keywords: Evakkotie 75, A life-cycle plan, Energy repair

This thesis was commissioned by Rakennusliike Jouko Pesonen Oy and its subject was to design a life-cycle plan for terraced houses which were built in the 1970's. The housing association is located in Rovaniemi, at Evakkotie 75 and it includes houses I-L. The aim of this thesis was to design such repairs to the buildings which will extend the life cycle of buildings, improve their residential amenity and energy efficiency. A review was also done whether it was economically reasonable to proceed with the repairs.

A light visual condition assessment and photographic documentation were made for the buildings in autumn 2015. Based on these the foundation of the building I was examined. The outer walls and the current condition of the roof were also looked into and repairs related to these were designed for the buildings. The last part of the thesis covers the repairs which will improve the energy efficiency, for example additional heat isolation for the outer walls and the roof as well as heat recovery of exhaust air. The cost estimate as well as the payback period for the energy repairs were calculated.

The primary target for the required repairs is to have moisture insulation in the foundations and renew the drain systems. The roofs of the buildings are also approaching the end of their lifetime, so their repair will need to be done within the next 5 to 10 years. An additional heat isolation of the roof was found a highly profitable operation because the achieved energy savings will pay back in 2 years at most. The planned exhaust air heat pump system was found unprofitable.

Sisällys

1	JOHDANTO	1
1	EVAKKOTIE 75:N ESITTELY	2
	1.1 Kohteiden sijainti ja kuvaus	2
	1.2 Tilat	3
	1.3 Lämmitysjärjestelmä.....	4
	1.4 Ilmanvaihto.....	4
	1.5 Historia	4
	1.6 Kiinteistöissä aikaisemmin tehdyt ja meneillään olevat korjaustyöt	5
2	RAKENNUKSEN KÄYTTÖIKÄÄN VAIKUTTAMINEN	7
	2.1 Rakennuksen elinkaari, käyttö- ja kestoikä	7
	2.2 Rakennuksen arvo	8
	2.3 Tarveselvitys ja hankesuunnittelu.....	9
	2.4 Korjaushankkeen muodot.....	9
	2.5 Rakennuksen muuntojoustavuus	10
	2.6 Kiinteistön ylläpito ja huoltokirja.....	11
	2.7 Energiataloudellisuus ja sijainnin vaikutus	12
3	ENERGIATEHOKKUUS.....	14
	3.1 Energiatehokkuutta ohjaavat määräykset korjaushankkeessa	14
	3.2 Energiakorjaukset.....	16
	3.2.1 Ikkunat ja ovet	17
	3.2.2 Ulkoseinän lisälämmöneristys	19
	3.2.3 Yläpohjan lisälämmöneristys	21
	3.2.4 Ilmanvaihto ja lämmöntalteenotto.....	22
	3.2.5 Ilmanvaihdon energiatehokkuusvaatimukset.....	24
4	EVAKKOTIE 75:N RAKENTEIDEN TARKASTELU.....	25
	4.1 Vesikatto	25
	4.2 Vesikaton korjausehdotukset	27
	4.3 Perustukset	28
	4.4 Perustusten korjausehdotus	30
	4.5 Ulkoseinät	33
	4.6 Ulkoseinien korjausehdotukset.....	34

5	ENERGIAKORJAUKSET	36
	5.1 Julkisivukorjaus ja lisälämmöneristys	36
	5.1.1 Nykyisen ja uuden seinän U-arvo.....	37
	5.1.2 Julkisivukorjauksen kustannukset	38
	5.1.3 Julkisivukorjauksen kannattavuuslaskelma	40
	5.2 Yläpohjan lisälämmöneristys	41
	5.2.1 Yläpohjan nykyinen ja uusi u-arvo.....	41
	5.2.2 Yläpohjan lisäeristämisen kustannukset.....	43
	5.2.3 Yläpohjan kannattavuuslaskelma	44
	5.3 Lämmöntalteenotto.....	45
	5.3.1 Poistoilmalämpöpumpulla saatu säästö vuodessa.....	46
	5.3.2 Poistoilmalämpöpumpun vuotuinen sähköenergian kulutus..	47
	5.3.3 Poistoilmalämpöpumpun kannattavuus laskelma.....	48
6	POHDINTA.....	50
7	YHTEENVETO.....	51
	LÄHTEET	53
	Liitteet	

1 JOHDANTO

Nykyään puhutaan yhä enemmän ekologisuudesta ja ympäristöön vaikuttavista asioista. Tämä ajattelumalli on siirtynyt myös rakennusalalle. On arvioitu, että rakennus- ja kiinteistöala kuluttavat yhteensä n. 40 % koko Suomen käyttämästä energian määrästä ja hiilidioksidipäästöistä. [1, s. 9.]

Sen lisäksi, että energiankäyttö on suurin ympäristönkuormittaja, on se myös suurin asumiskustannusten aiheuttaja. Kulutuksen ja päästöjen vähentäminen onkin tärkeä osa kestäväen kehityksen tavoitteita ja elinkaariajattelua rakennusalalla. Tästä syystä EU:n asettamat direktiivit edellyttävät rakennuksien energiatehokkuuden parantamista ja uusiutuvan energian käytön edistämistä. Tavoitteeksi on asetettu, että 2020-luvulla jokainen uudisrakennus on nollaenergiatalo. [2.]

Opinnäytetyön aiheen sain työharjoittelun yhteydessä kesällä 2015. Aiheena on Evakkotie 75:ssä sijaitsevien rivitaloasuntoihin tehtävä elinkaarisuunnitelma. Työni koostuu kahdesta osasta: teoria ja varsinaisesta suunnitteluosioista.

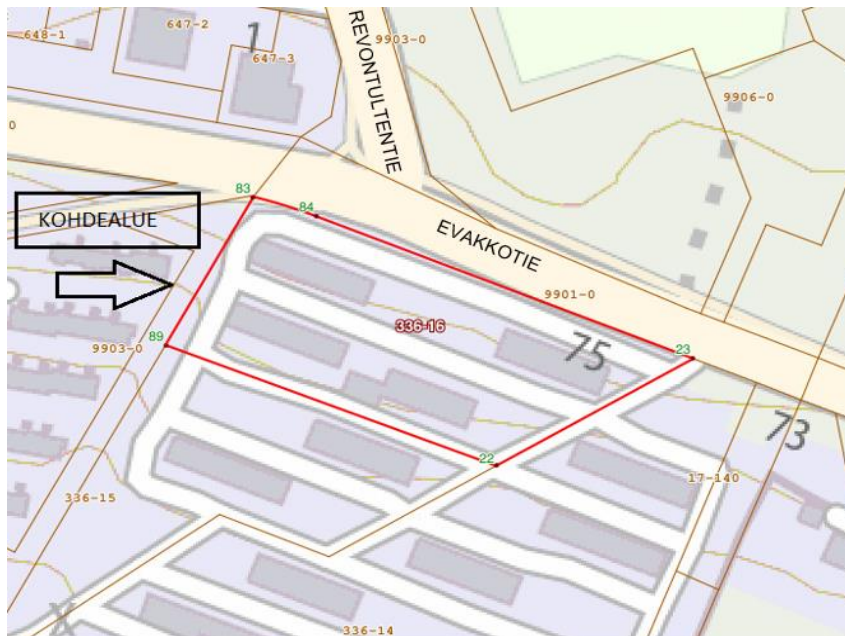
Keskeisin idea työssäni on ajatella kohteen kokonaista elinkaarta ja etsiä menetelmiä, joilla kohderakennusten käyttöikä voidaan pidentää, sekä pohtia, onko niihin taloudellisesti mielekästä ryhtyä. Lisäksi työssä käsitellään energiatehokkuuden parantavia korjauksia, joita ovat muun muassa rakennuksen ulkoseinän ja yläpohjan lisälämmöneristäminen. Osuudessa perehdytään myös kohteen historiaan sekä käydään läpi sen nykytilaa.

Koska elinkaariajattelu on hyvin laaja, käsitelen sitä yleisellä tasolla työssäni. Työssä tarkastellaan elinkaariajattelun soveltamista korjausrakentamisessa sekä tarkastellaan kiinteistön kunnossapidon ja huollon merkitystä elinkaaren aikana. Osuudessa käydään läpi myös energiakorjauksia ohjaavia määräyksiä.

1 EVAKKOTIE 75:N ESITTELY

1.1 Kohteiden sijainti ja kuvaus

Kohdealue sijaitsee Rovaniemellä, III-kaupunginosassa Korkalovaarassa, korttelissa 336, tontilla 16 ja osoitteessa Evakkotie 75. Alue koostuu 12 erillisestä kaksikerroksisesta rivitalosta, joista tutkielmassa tarkastellaan 4 rakennuksen kokonaisuutta, talot I, J, K ja L. Rakennuksien tontin pinta-ala on 12060 m². Rakennukset sijaitsevat arkkitehti Alvar Aallon suunnitteleman Korkalorinteen asuinalueen etelärinteen lounaispuolella. Taloyhtiön sijainti nähdään kartalla kuvassa 1.



Kuva 1. Evakkotien 75:n asuntojen sijainti kartalla. Rakennukset I-L on rajattu punaisella viivalla.

Rakennukset ovat rinteeseen porrastetusti rakennettuja räystäättömiä, pulpettikattoisia ja kaksikerroksisia rivitaloja. Kiinteistöille ominaisina arkkitehtuurisina piirteinä ovat etelärinteeseen avautuvat suuret ikkuna-alat ja rakennuksen etu-

puolen matala julkisivu pienine nauhaikkunarivistöineen (kuva 2). Julkisivut noudattelevat asuinalueen tyyppillistä valkoiseksi rapattua tiilipintaa. Ulkoasultaan talot näyttävät ehkä hieman karuilta, parakkityylisiltä rakennuksilta, mutta ovat sisäpuolen tilajärjestelyiltään erinomaiset ja valoisat suurten ikkunoiden ansiosta.



Kuva 2. Rakennus I:n julkisivu

1.2 Tilat

Kiinteistöissä on kaiken kaikkiaan 43 asuntoa, yhteensä 2710 asm^2 , ja ne ovat pääosin vuokra-asuinkäytössä. Asunnot on jaettu rinteeseen puoleisiin pohjakerroksessa sijaitseviin asuntoihin ja ylärinteen puoleisiin ensimmäisen kerroksen asuntoihin. Asuntojen koot vaihtelevat 31 m^2 :n yksiöstä kaksikerroksiseen 170 m^2 :n suuruiseen huoneistoon. Jokainen rinteeseen yläpuolinen asunto on varustettu sisäänvedetyllä lasittamattomalla parvekkeella. Rakennuksen keskellä pohjakerroksessa kulkee yhdyskäytävä, jossa sijaitsevat kellari, varastotilat, lämmönjakohuone sekä rakennuksessa I väestösuojatilat. Käytävään on pääsy molemmin puolin rakennuksen päätä sekä jokaisesta pohjakerroksen huoneistosta erikseen.

1.3 Lämmitysjärjestelmä

Kiinteistöissä on vesikiertoinen radiaattorilämmitys, jonka lämmönlähteenä on vuodesta 2000 asti ollut kaukolämpö. Lämmönvaihdinta ei ole uusittu sen käyttöajan ajalla. Järjestelmän alajakokeskukset sijaitsevat rakennusten lämmönjakuhuoneissa.

1.4 Ilmanvaihto

Rakennusten asuinhuoneistoissa on painovoimainen ilmanvaihto, jossa korvaava ilma otetaan ikkunoiden yläpuolella olevista tuloilmaventtiileistä ja rakenteiden vuotokohdista. Poistoilma johdetaan liesihormin ja pesuhuoneessa sijaitsevien poistoilmaventtiileiden kautta vesikatolle. Pesuhuoneiden ilmanvaihtoa on tehostettu erillisellä katkaisijalla toimivalla poistoilmapuhaltimella. Yhteisissä tiloissa ja yhdyskäytävissä on koneellinen poisto, joihin tulee korvausilma tuloilmapilareista ilman esilämmitystä.

Painovoimaisen ilmanvaihtojärjestelmän etuina ovat sen äänettömyys ja edullisuus, sillä järjestelmä ei tarvitse sähköä toimiakseen. Huonoina puolina voidaan pitää ilmanvaihdon tehottomuutta etenkin lämpimien ilmojen aikaan sekä sen energiatehottomuutta. Lämpöä siirtyy talviaikaan hallitsemattomasti ulos.

1.5 Historia

Evakkotien rivitalojen rakentaminen juontaa juurensa 1950-luvulle, jolloin Pohjois-Suomi koettiin sotilaalliseksi tyhjiöksi. Tästä johtuen Rovaniemelle ja Sodankylään perustettiin varuskunnat 1960-luvulla, joiden lisäksi vielä vuosikymmen myöhemmin Lapin Lennosto aloitti toimintansa. Näin ollen puolustusvoimien henkilökunnalle oli tarve saada majoitusyksiköjä, joten Puolustusministeriön Rakennustyö rakensi Evakkotien asunnot puolustusvoimien vuokra-asuinkäyttöön. Suunnitelmat asuinrakennuksiin tekivät veljekset Timo ja Tuomo

Suomalainen 60-luvun puolivälissä, ja alue valmistui kokonaisuudessaan 1970-luvulla. [3.]

Rakennukset ovat osa sodanjälkeistä Rovaniemen kaupungin jälleenrakentamista, ja alue kuuluu museoviraston luetteloon Valtakunnallisesti merkittävät rakennetut kulttuuriympäristöt. Aluetta ja rakennuksia ei ole suojeltu asemakaavalla. [3.]

Evakkotien rakennuksien omistajuudesta vastasi vuoteen 1995 asti Rakennushallitus, jolloin valtion omistamat kiinteistöt hajautettiin eri yksiköille. Evakkotien asunnot siirtyivät Kruunuasunnot Oy:n omistukseen, ja kesällä 2015 Rakennusliike Jouko Pesonen Oy osti talojen I - L:n koko osakekannan. [4.]

1.6 Kiinteistöissä aikaisemmin tehdyt ja meneillään olevat korjaustyöt

Rakennus J:n huoneistot 1, 6 ja 7 yhdistettiin yhdeksi 170 m²:n suuruiseksi asunnoksi vuonna 1994. Huoneistossa tehtiin samalla tilojen perusparannus ja uusittiin kiintokalusteet ja pintamateriaalit. Rakennusten alkuperäinen öljykäyttöinen aluelämpöjärjestelmä on vaihdettu kaukolämmitykseen vuonna 2000. Vuonna 2014 kaikkien talojen alkuperäiset ikkunat vaihdettiin uusiin ja talo K:n yläosa ja läntinen pääty salaojitettiin. Tämän lisäksi talo K:n huoneistot K 1 – K 3 kunnostettiin alapohjan kosteusvaurion vuoksi ja huoneistossa K4 lattialaatan ja seinän väliset liittymäkohdat tiivistettiin ilmenneiden sisäilmahaittojen parantamiseksi.

Kiinteistöjen omistaja Rakennusliike Jouko Pesonen Oy suorittaa kohteissa parhaillaan perusparannushanketta, johon kuuluvat vesi- ja viemäriputkiston saneeraus, kylpyhuoneiden ja keittiökalusteiden uudistus ja huoneistojen sisämaalaukset sekä lattioiden pintamateriaalien uusiminen. Talojen olemassa olevaa painovoimaista ilmanvaihtojärjestelmää muutetaan siten, että kylpyhuoneisiin asennetaan erillisellä katkaisijalla oleva poistoilmapuhallin. Rakennuksessa I tehdään tilojen käyttötarpeen muutos, jossa rakennuksen pohjakerroksessa sijaitsevat ja vajaalle käytölle jääneet kaksi yleistä saunatilaa ja päiväkotitila muutetaan nel-

jäksi erilliseksi asuinhuoneistoksi. Kohde valmistuu keväällä 2016. Muilta osin kiinteistöt ovat peruskuntoisia.

2 RAKENNUKSEN KÄYTTÖIKÄÄN VAIKUTTAMINEN

Rakennukset tehdään niiden käyttäjiä varten, joten lähtökohtana rakennettaessa on mahdollisimman pitkäikäinen ja käyttäjiä hyvin palveleva kiinteistökokonaisuus mahdollisimman edullisin kokonaiskustannuksin. Tämä tarkoittaa käytännön tasolla laadukasta ja tarpeita vastaavaa rakentamista, rakennuksen kykyä muuntua eri käyttötarkoituksiin, vähäistä energiankulutusta ja taloudellista ylläpitoa. [5. s.13, s.19.]

Jotta rakennuksen tavoiteltu käyttöikä voidaan saavuttaa, edellyttää se elinkaariperiaatteiden ja kestäväen korjausrakentamisen noudattamista. Rakennuksen elinkaaren pituuteen vaikuttavat rakennuksen arvo, muuntojoustavuus, korjaustoimenpiteet suunnitteluvaiheineen ja suunnitelmallinen kiinteistönpito.

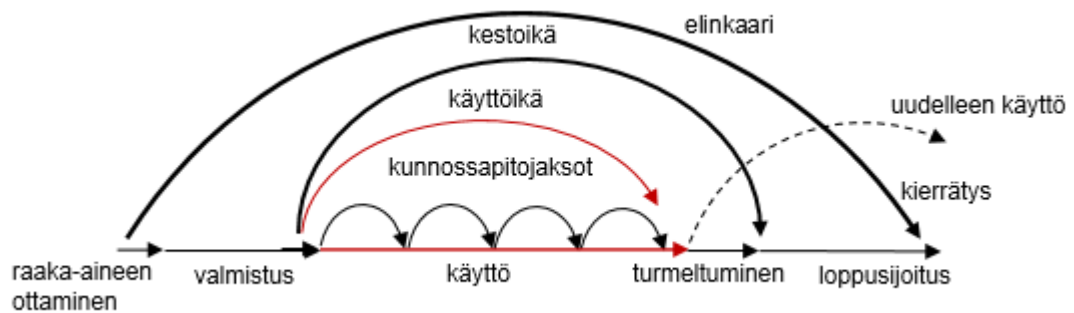
Koska suurin osa kansallisuusvarallisuudestamme on sitoutunut olemassa oleviin kiinteistöihin, on ensiarvoisen tärkeää huolehtia niiden kunnosta ja säilyvyydestä hamaan tulevaisuuteen.

2.1 Rakennuksen elinkaari, käyttö- ja kestoikä

Rakennuksen elinkaarella tarkoitetaan ajanjaksoa, joka alkaa rakennuksen suunnitteluvaiheesta ja jatkuu sen käyttöönotosta aina rakennuksen käytön lopettamiseen, sen purkamiseen ja jätteiden uudelleen kierrätykseen asti. Ajanjakso pitää sisällään rakennusmateriaalien raaka-aineiden hankinnan, tuotteiden valmistuksen, suunnittelun, kuljetukset, rakentamisen, rakennuksen käytön ja sen ylläpidon korjauksineen sekä sen purkamisen ja siitä syntyvien jätteiden uudelleen kierrätyksen. [5. s. 22.]

Useasti sekoitetaan elinkaari, käyttöikä ja kestoikä keskenään, joten on ymmärrettävä erot niiden välillä. Rakennuksen kestoikällä tarkoitetaan, että rakennus tai rakennusosa voidaan käyttöönsä jälkeen peruskorjata taloudellisesti käyttökelpoiseksi. Käyttöikällä tarkoitetaan aikaa, jonka rakennus tai rakennusosa kestää,

ja se on rakennuksen käytön kannalta tärkein ominaisuus. Voikin todeta, että itse rakennuksella ei ole varsinaista elinkaarta, sillä korjaamalla ja huoltamalla oikein sitä voidaan käyttää jopa vuosisatoja. Rakennusosilla ja materiaaleilla sen sijaan on elinkaari. Rakennuksen elinkaari voidaan havainnollistaa kuva 3:n mukaisesti. [6.]



Kuva 3. Elinkaari ja sen jakautuminen [5. s. 22.]

2.2 Rakennuksen arvo

Rakennuksen elinkaaren pituuteen vaikuttaa olennaisesti sen tekninen arvo sekä sen säilyttäminen. Teknisellä arvolla kuvataan rakennuksen kykyä tuottaa rakennuksen käyttäjälle hyötyä. Mikäli rakennus vastaa kunnoltaan, tiloiltaan ja niiden ominaisuuksiltaan hyvin sen käyttötarkoitusta, pysyy sen arvo korkealla.

Arvoon vaikuttaa myös rakennuksen sijainti ja sen paikkakunnan asuntojen kysyntä. Mikäli paikkakunnan asuntojen tarve tulevaisuudessa vähenee huomattavasti, ei rakennuksen korjauksiin ole välttämättä taloudellisesti mielekäästi investoida enempää. Tällöin rakennuksen annetaan vanheta elinkaarensa loppuun, jonka jälkeen se puretaan.

Kiinteistön arvo laskee sen taloteknisten järjestelmien ja rakennusosien vanheudessa ja kuluessa. Jotta arvo voidaan säilyttää, on kiinteistössä tehtävä ylläpitäviä ja rakennusosia uusivia korjaustoimenpiteitä sen elinkaaren aikana. Suoritettavat korjaustoimenpiteet tulisi tehdä ajallaan, sillä suorittamatta jääneet korjaukset kasvattavat kiinteistön korjausvelkaa ja voivat aiheuttaa lisävaurioita.

Kiinteistö on rakennuksen omistajille sijoitus, joten ennen kaikkea heidän näkökulmasta rakennuksen arvon säilyminen on tärkeää. Arvon säilymiseen ja korjauksien oikean ajoittamisen helpottamiseksi kiinteistön omistajan tulisi laatia kiinteistölle kunnossapitosuunnitelma, joka pohjautuu yksityiskohtaiseen kunto-tutkimukseen tai kuntoarvioon. Suunnitelmaan merkitään seuraavan kymmenen vuoden aikana tehtävät kunnossapito- ja korjaustoimet kustannusarvioineen. [7.]

Rakennuksen arvoa voidaan myös nostaa. Tätä kiinteistön alkuperäisen laatutason kohottamista kutsutaan perusparannukseksi. Yleisimpiä perusparannuksen kohteita ovat hissien rakentaminen tai rakennuksen energiatehokkuuden parantaminen. [8.]

2.3 Tarveselvitys ja hankesuunnittelu

Rakennus soveltuu parhaiten juuri siihen tarkoitukseen, mihin se on alun perin suunniteltu ja rakennettu. Esihankesuunnittelussa tehdyt päätökset ovat merkittävimmät asiat, jotka vaikuttavat rakennuksen käyttöikään ja koko elinkaaren aikana syntyviin kustannuksiin. Tarveselvitys- ja hankesuunnitteluvaiheessa kartoitetaan rakennuksen sen hetkinen kunto, asetetaan hankkeelle tavoitteet ja vaatimukset sekä laaditaan hankkeen aikataulu ja kustannusarvio. [5. s. 23.], [9.]

Suunnitteluvaiheessa voidaan tehdä myös päätös, että korjaustoimenpiteisiin ei ryhdytä lainkaan, jolloin edessä voi olla rakennuksen purkaminen.

2.4 Korjaushankkeen muodot

Korjaukset voivat olla pieniä rakennusosakohtaisia tai suuria peruskorjaus- ja perusparannushankkeita. Peruskorjauksessa korjataan tai uusitaan teknisen käyttöiän lopussa olevia rakenteita, järjestelmiä ja rakennusosia. Peruskorjauksen investointi on suuri ja kestoaltaan pitkä, sillä rakennus korjataan kerralla vastaamaan uuden veroista. Tästä syystä korjauksen ajaksi voi aiheutua rakennuksen käyttökatkos, jolloin käyttäjille on hankittava tilapäisiä tiloja ja asuntoja. Yleisesti peruskorjauksen väli on 40 –60 vuotta, jolloin uusitaan paineelliset vesi- ja vie-

märiputkistot ja julkisivut ja vesikatot vaativat useimmiten suurempaa korjausta. [5, s. 89.]

Kiinteistön korjauksen laajuus määräytyy sen hetkisen kunnon ja käyttäjätarpeiden mukaan. Lopullisen päätöksen korjaushankkeeseen ryhtymisestä tekee kiinteistön omistaja, jolloin hänellä tulee olla tiedossa myös tulevaisuuden näkymät. Omistajan päätöksen tekoa helpottavia tekijöitä on pohtia seuraavia kysymyksiä:

- rakennuksen sen hetkinen ikä ja kunto
- jäljellä oleva käyttöikä ennen korjaushankkeen ryhtymistä
- sijainti
- aikaisemmin tehdyt korjaukset
- ylläpitokustannukset verrattuna muihin samankaltaisiin rakennuksiin

[10, s. 28.]

2.5 Rakennuksen muuntojoustavuus

Rakennuksen käyttötarkoitus voi muuttua elinkaaren aikana, jolloin edessä voi olla rakennuksen purkaminen, mikäli sen muuntaminen uusia tilatarpeita vastaavaksi ei ole teknisesti tai taloudellisesti kannattavaa. Tällöin rakennuksen käyttöikä on tullut päätökseen.

Mikäli käyttötarkoituksen muuttumiseen on osattu varautua jo suunnitteluvaiheessa, on rakennus mahdollista muuntaa kustannustehokkaasti tarpeiden mukaan ja näin rakennuksen elinkaarta saadaan pidennettyä. Tämä tuo haasteita suunnittelijoille, sillä rakennuksen suunnittelu vaatii ennakkointia ja kartoitusta tulevaisuuden vaihtoehtoisen käytön varalle, kuitenkin ylimitoittamatta rakennusta.

Muuntojoustavuuteen voidaan asuinrakennuksissa vaikuttaa rakenneteknisesti siten, että vältettäisiin asunnon sisäisiä kantavia seiniä, mikä helpottaisi huoneis-

ton sisällä tehtäviä muutoksia. Myös ei-kantavien väliseinien tulisi olla helposti siirrettäviä ja huoneistojen väliset seinät tulisi suunnitella siten, että niihin olisi mahdollista tehdä varaukset oville huoneistojen yhdistämistä varten. Rakennuksen muuntojoustavuutta myös parantaa, mikäli rakenteita mitoittaessa on huomioitu mahdollinen käyttötarkoituksen muuttuessa rakenteisiin kohdistuvan hyötykuormien kasvu ja parempi palonkesto sekä äänieristävyys. [1, s. 91, 94.]

Yksi merkittävä asia on varautuminen taloteknisten järjestelmien muutoksiin. Ne tulisi sijoittaa siten, että niiden saneeraus olisi tulevaisuudessa mahdollisimman helppoa ja että ne voitaisiin suorittaa mahdollisimman vähän rakenteita rikkomatta. [1, s. 95.]

2.6 Kiinteistön ylläpito ja huoltokirja

Suunnitelmallisella ja laadukkaalla kiinteistönpidolla varmistetaan rakennuksen arvon säilyminen ja että rakennusosat saavuttavat suunnitellut käyttöiät. Kiinteistön ylläpito jakautuu kunnossapitoon ja kiinteistönhoitoon. [1, s.177.]

Kiinteistöhoidon tarkoituksena on pitää rakennus, sen ympäristö ja tekniset laitteet jatkuvasti hyvässä kunnossa, turvallisena ja toimivana sekä huolehtia kiinteistön energiataloudesta. Jatkuva kiinteistönhoito tuottaa tietoa kiinteistön korjaustarpeista, kuten energian menekkiseuranta mahdollisista energiatehokkuutta parantavista korjauksista. [5. s. 38 – 39.]

Kunnossapitotoimenpiteillä pyritään pitämään kiinteistön laatutaso alkuperäistä vastaavassa kunnossa eli korjataan kulumisesta tai vaurioitumisesta aiheutuneita puutteita. Tyypillisiä kunnossapitoon kuuluvia töitä ovat julkisivujen ja ikkunapuitteitten maalaus, elementtisaumojen uusiminen ja ikkunoiden tiivistäminen. Kunnossapitajaksojen pituudet ovat yleensä pitempiä kuin kolme vuotta. [11, s.77.]

Kiinteistöpidon tärkein työkalu on huoltokirja, joka on kiinteistökohtainen ja kiinteistöhoidosta, huollosta, ohjeista, teknisten laitteiden tiedoista ja tehtävistä koostuva asiakirjakokonaisuus. Tarkoituksena on ohjata tavoitteellista ja elinkaa-

ren pituista kiinteistön ylläpitoa, energiataloudellista käyttöä ja hyvää sisäilmanlaatua. Huoltokirja sisältää kiinteistön yleistiedot, kiinteistönhoidon palvelutuotteet ja vastuurajat, käyttöiät ja kunnossapitajakset, korjaushistorian, kiinteistöhoitosuunnitelman sekä liitteet rakennuspiirrustuksineen. [1. s.177]

Noudattamalla ylläpidettyä ja asianmukaisesti laadittua huoltokirjaa estetään huoltotoimintojen laiminlyönnit, varmistetaan asiakirjojen säilyminen ja helpottamaan kiinteistönhoidon laadunvalvontaa ja kilpailuttamista. Huoltokirja tuli pakolliseksi jokaiseen pysyvään asumiseen tarkoitettuun uudisrakennukseen ja rakennuksen rakentamiseen verrattavissa olevaan korjausrakentamiseen vuonna 2000. Vanhemmille rakennuksille huoltokirja ei ole pakollinen, mutta suositeltava. [12. s.448]

2.7 Energiataloudellisuus ja sijainnin vaikutus

Rakennuksen elinkaaren aikana suurin kustannusten ja ympäristöpäästöjen aiheuttaja on käyttövaiheessa kuluva energia. Energiaa käytetään n. 50 % asuinrakennuksen varsinaiseen lämmitykseen, 20 % käyttöveden lämmitykseen ja sähkөөn kuluu 30 %. Energiankulutuksen suuruuteen vaikuttavat mm. rakennuksen koko, lämmöneristyskyky, ilmanvaihto, käyttäjien kulutustottumukset ja sijainti. [13.]

Energiataloudellisesti toimiva rakennus hyödyttää taloudellisesti kiinteistön omistajaa ja käyttäjiä sekä ympäristökuormien vähentyessä myös ympäristöä.

Rakennuksen sijainti vaikuttaa niin talon energiankulutukseen kuin ympäristökuormaan. Mikäli rakennus sijaitsee kaukana palveluista ja erillään yhdyskuntarakenteesta, tarkoittaa se lisääntyvää liikennettä ja yksityisautoilua. Tämän lisäksi tontin maastolliset olosuhteet vaikuttavat rakennuksen lämmitys- ja viilennystarpeeseen. [13.]

Uudis- ja korjausrakentamisessa kestävän kehityksen periaatteiden mukaisesti tulisi suosia yhdyskuntarakenteen täydennysrakentamista. Näin saadaan edistettyä joukkoliikenteen käyttöä ja julkiset palvelut ihmisten läheisyyteen, jonka myö-

tä liikenteen aiheuttamat hiilidioksidipäästöt vähenevät. Myös taloudellisesta näkökulmasta on huomattavasti edullisempaa hyödyntää olemassa olevaa kunnallistekniikkaa kuin rakentaa niitä uusille alueille. [13.]

3 ENERGIA TEHOKKUUS

Energiatehokkuuden määritelmänä voidaan kaikessa yksinkertaisuudessaan pitää energiankulutuksen ja ympäristöhaittojen vähentämistä. Energiatehokkuus saa jatkuvasti entistä enemmän jalansijaa erityisesti korjausrakentamisessa, sillä edustavathan olemassa olevat rakennukset suurinta osaa rakennuskannastamme.

Suomen rakennuskanta on suhteellisen nuorta, sillä suurin osa, n. 40 %, rakennuksista on 1970 - 90- luvulla rakennettua. Näiden aikakausien aikana rakennettujen asuinrakennusten korjausrakentamisen aika on parhaillaan menossa, mikä osaltaan selittääkin sen, että korjausrakentamisen määrä on ohittanut uudisrakentamisen määrän Suomessa. Korjausrakentamisen määrän kasvu on myös tulevaisuudessa kasvamassa 2 - 3 %:n vuosivauhtia. [14.], [16. s. 9.]

Esimerkiksi 1960–1970-luvulla rakennetut asuinkerrostalot on rakennettu sen ajan normien ja määräysten mukaan, joten erityisesti silloin käytetyt elementit ja viemäriputket eivät vastaa enää nykyajan määräyksiä. Tämän ohella myös näiden rakennusten energiatehokkuus on huono. Näiden aikakausien rakennusten julkisivukorjausten ja linjasaneerausten yhteydessä olisi otollisin aika myös energiakorjauksille. Oikeanlaisilla toimenpiteillä voidaan pienentää energian kulutusta, parantaa sisäilmastoa, asuinviihtyvyyttä ja terveyttä. Energiatehokkuuden parantaminen lisää myös rakennuksen arvoa. [16.]

3.1 Energiatehokkuutta ohjaavat määräykset korjaushankkeessa

Energiatehokkuusvaatimukset pohjautuvat maankäyttö- ja rakennuslakiin (132/1999) ja sen perusteella annettuun ympäristöministeriön asetukseen 4/13 koskien energiatehokkuuden parantamista luvanvaraisissa korjaus- ja muutostöissä. Asetus astui kokonaisuudessaan voimaan 1.9.2013. Tämä asetus antaa

energiatehokkuudelle vähimmäisvaatimukset kaikissa korjaushankkeissa, joihin tarvitaan toimenpide- tai rakennuslupa. [15. s.13.]

Energiamääräysten vaatimusten täyttämiseen on annettu kolme vaihtoehtoista tapaa, joista korjaushankkeeseen ryhtyvä saa vapaasti valita sen keinon, jonka parhaakseen näkee:

1. Rakennusosa- tai järjestelmäkohtainen lämmöneristävyyden ja tehokkuuden parantaminen. Korjauskohteena oleville rakennusosille on annettu U-arvon minimivaatimukset, jotka on täytyttävä. Nämä määräykset koskevat ulkoseiniä, yläpohjia, ikkunoita ja ovia. Määräyksissä ei ole annettu vaatimuksia alapohjan lämmöneristävyydelle, mutta sen olemassa olevaa U-arvoa ei saa huonontaa.

Järjestelmäkohtaiset vaatimukset kohdistuvat lämmöntuotto-, ilmanvaihto- ja ilmastointi- sekä vesi- ja viemärijärjestelmien korjauksien ja uudistamisen yhteydessä tehtäviin energiatehokkuuden parantamiseen.

Näiden vaatimusten täytyminen on osoitettava rakennusvalvontaviranomaiselle, kun hankkeelle haetaan rakennus- tai toimenpidelupaa.

[15. s. 26 – 27.]

2. Tässä vaihtoehdossa tarkastellaan rakennusta kokonaisuutena. Korjaushankkeeseen ryhtyvä sitoutuu vähentämään rakennuksen vuotuista energiakulutusta pidemmällä aikajänteellä. Tähän liittyen tulee tehdä erillinen energiatehokkuussuunnitelma, jossa selvitetään, miten määräyksissä annetut vaatimukset korjaushankkeessa saavutetaan.

Rakennuksen laskennallista vuotuista energiakulutusta verrataan asetuksessa annettuun raja-arvoon, joka on annettu erikseen jokaiselle rakennustyypille.

- Pien-, rivi- ja ketjutalo: $\leq 180 \text{ kWh/m}^2$
- asuinkerrostalo: $\leq 130 \text{ kWh/m}^2$

[15, s. 69.]

3. Kolmantena vaihtoehtona on E-luvun parantaminen. Rakennukselle laskeaan kokonaisenergiankulutus eli E-luku, joka määritetään sellaisena kuin se oli rakennuksen valmistuessa. Ympäristöministeriön asetuksen laskentaliitteestä löytyy eri aikakausina rakennetuilla rakennuksille lähtötietoja. Vaadittu E-luku vaihtelee rakennustyyppin mukaan. Esimerkiksi pien-, rivija ketjutaloissa se on 80 % ja asuinkerrostalossa 85 % lasketusta E-luvusta.

Myös tässä vaihtoehdossa hankkeeseen ryhtyvän tulee tehdä erillinen energiatehokkuusuunnitelma toimenpiteistä, joilla saavutetaan vaatimukset. [17.]

Rakennusosakohtaisista lämmöneristävyuden minimivaatimuksista voidaan poiketa tietyn verran silloin, kun korjataan samanaikaisesti useampaa rakennusosaa, kuten esimerkiksi julkisivuja ja ikkunoita. Tällöin julkisivuihin kohdistuvaa energiatehokkuuden parantamista tarkastellaan kokonaisuutena ja ulkoseinien U-arvo voi ylittää vaatimusten mukaisen raja-arvon, mikäli kohteeseen valitaan vaatimuksia paremmat U-arvon omaavat ikkunat. Tämä kompensatio voidaan suorittaa tasauslaskennan avulla. [15, s. 56.]

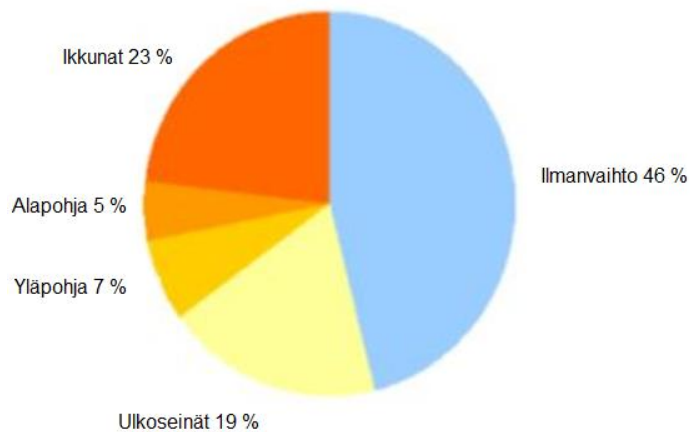
3.2 Energiakorjaukset

Järkevin ja taloudellisin tapa olisi suorittaa energiatehokkuutta parantavat korjaukset suuremman korjauksen, kuten peruskorjauksen yhteydessä. On kuitenkin hyvä muistaa, että jo valmiiksi toimivaa ei ole syytä ryhtyä korjaamaan pelkästään mahdollisten energiasäästöjen varjolla. Lähtökohtaisesti energiakorjausten tarpeellisuus perustuu energiakulutuksen ja energiatalouslaskelmien pohjalta. Korjaustarpeiden selvittämisen apuna on hyvä teetättää kiinteistössä energiakatselmus. [18.]

Energiatehokkuuden ja rakennusten teknisten ominaisuuksien parantaminen voi kasvattaa investointikustannuksia rakennusvaiheessa, mutta parhaimmillaan yläpohjan lämpökustannuksia saadaan pienennettyä huomattavasti.

Yleisimpiä vaipan energiakorjauksia,

- ikkunoiden ja ovien uusiminen tai korjaus
- ulkoseinän lisälämmöneristys
- yläpohjan lisälämmöneristys
- ilmanvaihto ja lämmöntalteenotto



Kuva 4. Eri rakennusosien lämpöhäviöiden jakautuminen rakennuksessa. [19.]

3.2.1 Ikkunat ja ovet

Ikkunat ovat rakennuksen heikoiten lämpöä eristävä osa, ja niiden kautta johtuvien lämpöhäviöiden osuus koko rakennuksen energiankulutuksesta on noin viidesosa. Tästä syystä energiakorjauksia suunniteltaessa on ensisijaisesti tutkittava ikkunoiden nykykunto ja laskettava ikkunoiden vaihdolla saatu energiansäästö. [20.]

Ikkunoiden ja ovien energiatehokkuuden osakohtaisen parantamisen minimivaatimukset on annettu Ympäristöministeriön asetuksessa 4/13 4 §:n mukaan seuraavasti:

- Ikkunoita ja ulko-ovia uusittaessa U-arvon on oltava 1,0 W/m²K tai parempi.
- Vanhoja ikkunoita tai ulko-ovia korjattaessa on niiden lämmöneristävyyttä parannettava mahdollisuuksien mukaan.

[22.]

Huomioitavaa on, että mikäli vanhat ikkunat ja ulko-ovet ovat korjattavissa, määräykset eivät pakota korvaamaan niitä uusilla. Mikäli ikkunat ja ovet päädytään uusimaan, on niiden todellinen U-arvo todistettava paikalliselle rakennusvalvontaviranomaiselle. [15, s. 35.]

Ikkunoiden ja ovien energiatehokkuuteen vaikuttavat niiden U-arvo, pinta-ala, suuntaus sekä tiiveys. Ikkunoiden U-arvon kehitys on ollut merkittävä vuosikymmenten aikana. Erityisesti 1970-luvun asuinrakennuksien alkuperäisten kaksilaisien ikkunan vaadittu U-arvo, 3,0 W/m²K, on pudonnut kolmasosaan verrattuna nykyisin markkinoilla oleviin kolmilaisiin MSE ikkunoihin, joiden u-arvo on 1,0 W/m²K. Taulukossa 1 on vertailtu eri aikakausina rakennettujen rivitalojen lämmitysenergioiden säästö, kun kohteissa on vaihdettu ikkunat. [15, s. 35.]

Taulukko 1. Ikkunoiden vaihdolla saatu lämmitysenergian säästöpotentiaali 1960-1990 rakennetuissa rivitalossa. [15, s. 38.]

	Lähtötilanne		Korjauksen jälkeen		
	U-arvo (W/m ² K)	Kaukolämpö (kWh/m ² /v)	U-arvo (W/m ² K)	Kaukolämpö (kWh/m ² /v)	Säästö lämmitysenergiassa (%)
Rivitalo 1960	2,8	333	1,0	284	15
Rivitalo 1977	2,1	249	1,0	223	10
Rivitalo 1984	2,1	239	1,0	212	11
Rivitalo 1990	2,1	223	1,0	197	12

Jotta ikkunan vaihdolla saadaan paras mahdollinen hyöty, on ne tiivistettävä hyvin. Huonosti tehty tiivistys aiheuttaa huoneistoon vedontunteen, joka vähentää asumisviihtyvyyttä.

Ikkunan energiatehokkuuteen vaikuttaa myös sen g-arvo eli auringonsäteilyn kokonaisläpäisykerroin. Tällä kuvataan ikkunan kykyä hyödyntää auringon säteilystä syntyvää lämpöä. Mitä suurempi kerroin on, sitä enemmän ikkuna päästää lävitse auringonsäteilyä, joka vapautuu lämpönä huoneilmaan. Tämä erityisesti talviaikaan vähentää lämmityksen tarvetta. Mikäli ikkuna omaa pienen g-arvon, vähentää se puolestaan lämpimien ilmojen aikaan rakennuksen viilennystarvetta. [21.]

3.2.2 Ulkoseinän lisälämmöneristys

Ulkoseinillä on ikkunoiden ohella suurin vaikutus niin rakennuksen energiatalouteen kuin asuinviihtyvyyteen.

Ulkoseinän lämmöneristävyyden parantamisen minimivaatimukset on annettu Ympäristöministeriön asetuksessa 4/13 4 §:n mukaan seuraavasti:

- Ulkoseinän U-arvo on parannettava 0,5-kertaiseksi alkuperäisestä, kuitenkin enintään arvoon 0,17 W/m²K.
- Jos rakennuksen käyttötarkoitusta muutetaan, U-arvo on parannettava alkuperäisestä 0,5-kertaiseksi, kuitenkin vähintään arvoon 0,60 W/m²K.

[22.]

Mikäli rakennuksen seinän alkuperäinen U-arvo ei ole tiedossa, mutta tiedetään seinän rakenne ja kunkin materiaalin paksuus, voidaan se laskea RakMk C4:n mukaisesti. Myös ympäristöministeriön asetuksen laskentaliitteestä löytyy oletukset U-arvoille eri aikakausien rakennuksille. Laskentaliite löytyy ympäristöministeriön sivuilta. [15, s. 28.]

Vaipan lisälämmöneristämiseen on olemassa kaksi tapaa: ulkopuolinen ja sisäpuolen lisäeristys.

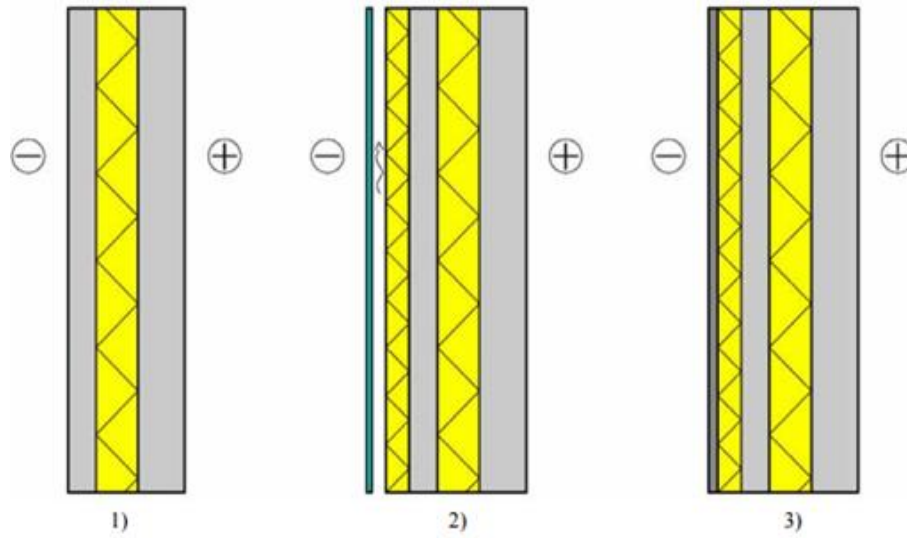
3.2.2.1 Sisäpuolen lisälämmöneristys

Sisäpuolinen lisäeristys on hyvä vaihtoehto, mikäli rakennuksen julkisivuihin ei saa tehdä muutoksia tai ne ovat muutoin hyvässä kunnossa eikä niiden purkaminen tule kyseeseen. Tämä vaihtoehto on kuitenkin huomattavasti vaurioherkempi ja riskialttiimpi toimenpide verrattuna ulkopuoliseen lisäeristämiseen liittyen sen kosteustekniseen toimivuuteen sekä kylmäsiltojen muodostumiseen. [11. s. 73]

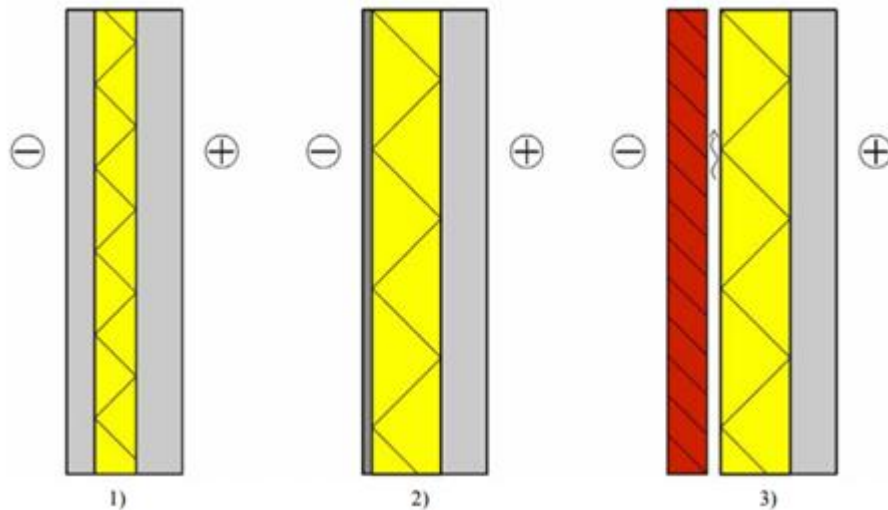
3.2.2.2 Ulkopuolinen lisälämmöneristys

Ulkopuolinen lisälämmöneristäminen on taloudellisesta näkökulmasta järkevin suorittaa muun korjaustoiminnan yhteydessä. Se voidaan tehdä joko päälle tehtävänä korjauksena (kuva 5) tai raskaampana eli vanhan ulkoverhouksen purkamisena, uusimalla tai lisäämällä eristemäärää ja julkisivun uudelleen verhouksena (kuva 6). Jälkimmäinen vaihtoehto tulee kyseeseen, kun vanha ulkoverhous on huonokuntoinen ja sen on arvioitu olevan muutoinkin uusimisen tarpeessa. [23.]

Vanhan rakenteen päälle tehtävä lisälämmöneristäminen voidaan tehdä joko tuulettuvin tai tuulettumattomin menetelmin. Esimerkkeinä tuulettuvasta menetelmästä on levyverhous ja tuulettumattomasta eristerappaus. Päälle tehtävällä korjauksella voidaan hidastaa huomattavasti vanhassa betonirakenteessa etenevää pakkasrapautumista ja raudoitusten aiheuttamaa korroosiota, sillä vanha ulkopinta jää eristyksen jälkeen lämpimälle puolelle. Lisäeristeiden paksuudet vaihtelevat 50 - 100 mm välillä, ja tyypillisin eristemateriaali on mineraalivilla. [23.]



Kuva 5. Päälle tehtävän lisälämmöneristyksen periaatekuva [23.]



Kuva 6. Vanhan ulkoverhouksen purku, eristäminen ja uudelleen verhous [23.]

3.2.3 Yläpohjan lisälämmöneristys

Kustannustehokkain ja helpoin energiatehokkuutta parantava korjaus on yläpohjan lisälämmöneristäminen. Ennen lisäeristystyön aloittamista on selvitettävä yläpohjarakenteen kunto mahdollisten kosteus- tai mikrobivaurioiden varalta. On myös muistettava, että lisäeristäminen vaikuttaa yläpohjarakenteen lämpö- ja kosteustekniseen toimivuuteen. [24.]

Eristysmahdollisuudet ovat hyvin riippuvaisia kattorakenteesta, sillä mikäli rakennus on tasakattoinen, eristysmahdollisuudet voivat olla hyvin rajalliset tilanpuutteen takia. Lisäeristys tulee tasakattoisissa rakennuksissa kyseeseen lähinnä suurempien korjauksien, kuten kattorakenteen uudelleen rakentamisen yhteydessä. [15, s. 40.]

Mikäli kyseessä on pulpetti- tai harjakattoinen rakennus, lisäeristystyö on yleensä huomattavasti helpompaa. Tällöin olemassa olevan vanhan eristekerroksen päälle lisätään uusi eriste, kuten esim. levy- tai puhallusvilla. On kuitenkin varmistettava, että aikaisempi eriste on hyväkuntoinen ja että yläpohjaan jää asennustyön jälkeen vapaa tuuletustila rakenteiden kuivumista varten.

Yläpohjan lämmöneristävyuden parantamisen minimivaatimukset on annettu Ympäristöministeriön asetuksessa 4/13 4 §:n mukaan seuraavasti:

- Alkuperäisen yläpohjan U-arvo on parannettava 0,5-kertaiseksi alkuperäisestä, kuitenkin enintään arvoon 0,09 W/m²K.
- Jos rakennuksen käyttötarkoitusta muutetaan, U-arvo on parannettava alkuperäisestä 0,5-kertaiseksi, kuitenkin vähintään arvoon 0,60 W/m²K. [22.]

3.2.4 Ilmanvaihto ja lämmöntalteenotto

Ilmanvaihto on suuri vaikuttava tekijä rakennuksen energiatehokkuuteen, erityisesti painoilmoimaisilla tai koneellisella poistoilmanvaihdolla toimivissa taloissa, joiden energiankulutuksesta 20 – 40 % johtuu ilmanvaihdosta. Edellä mainituilla ilmanvaihtojärjestelmillä varustetuissa rakennuksissa on suuri energiasäästöpotentiaali, mikäli poistuvan ilman hukkalämpö käytetään hyväksi lämmöntalteenotolla. [25.]

Energiakustannusten lisäksi riittävän tehokas ilmanvaihto on takeena asumiseen liittyvään viihtyisyyteen ja terveellisyteen. Hyvä ilmanvaihto pitää huoneiston sisäilman puhtaana ja raikkaana, on meluton, helposti säädeltävissä ja energiataloudellinen. Kun tarkastellaan ilmanvaihtoon liittyvää energiatehokkuuden paran-

tamista, tarkoittaa se lämmöntalteenottojärjestelmän liittämistä olemassa olevaan järjestelmään tai sen vuosihyötysuhteen parantamista. Täten sivuutan työssäni asiat, jotka liittyvät niiden kunnossapitotoimiin, joita ovat esim. järjestelmän perussäätö, järjestelmään liittyvien osien vaihto ja kanaviston puhdistukset.

Nykyään jokainen uudisrakennus on varustettu koneellisella tulo- ja poistoilmanvaihdolla, jonka lisänä on lämmöntalteenotto. Järjestelmällä voidaan turvata tasainen ilman vaihtuvuus tuloilmapuhaltimen avulla, ja se on huomattavasti energiatehokkaampi kuin edeltäjänsä. Lämmön talteenottolaitteen (LTO) avulla voidaan lämmitellä rakennuksen sisään tuleva ilma poistuvan ilman hukkalämmöllä. Laitteen vuosihyötysuhde kuvaa prosentuaalisesti, kuinka suuri osa ilmanvaihdon lämmitystarpeesta katetaan laitteen talteen ottamasta lämmitysenergiasta. Tämä vaihtelee 50 - 80 % välillä. Koneellisella tulo- ja poistoilmanvaihdolla toteutettu järjestelmä vaatii toimiakseen tehokkaasti tiiviin vaipparakenteen. [15, s. 46.]

Painovoimaisesti tai koneellisella poistoilmanvaihdolla toteutettu järjestelmä on mahdollista muuttaa koneelliseksi tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmäksi. Toimenpide vaatii isoja muutostöitä ilmanvaihtokanavistoon, joten muutostyö on taloudellisesti järkevintä suorittaa suurien linjasaneerausten yhteydessä. Tätä ei kuitenkaan tehdä energiasäästöjen takia, vaan tällä ratkaisulla halutaan parantaa rakennuksen sisäilmanlaatua. Oleellisempi energiatehokkuutta parantava toimenpide onkin lämmöntalteenotto.

Lämmöntalteenotto on mahdollista toteuttaa koneelliseen poistoilmanvaihtojärjestelmään lämpöpumppujärjestelmän avulla. Lämmöntalteenotto toimii pääpiirteissään seuraavalla tavalla: Poistuvasta ilmasta otetaan lämpöenergia talteen lämmöntalteenottoyksikön avulla, josta se siirretään lämmönkeruuputkistoa pitkin lämmönjakohuoneessa olevaan lämpöpumppuun. Kerätty lämpöenergia siirretään talon lämmitysverkkoon esimerkiksi vesikiertoisen patteriverkoston tai lämpimän käyttöveden lämmitykseen. [26.]

Järjestelmä ei kuitenkaan korvaa olemassa olevaa lämmitysjärjestelmää, vaan sitä voidaan käyttää esimerkiksi kaukolämmön rinnalla. Tällä ratkaisulla voidaan

oleellisesti pienentää ostettavan energian määrää, eri valmistajien mukaan 30 - 40 %. [30.]

3.2.5 Ilmanvaihdon energiatehokkuusvaatimukset

Ympäristöministeriön asetuksessa 4/13 5§:n mukaan on asetettu seuraavat energiatehokkuusvaatimukset, joita on noudatettava, kun peruskorjataan tai uusitaan ilmanvaihtojärjestelmiä:

- Rakennuksen ilmanvaihdon poistoilmasta on otettava lämpöä talteen lämpömäärä, joka vastaa vähintään 45 % ilmanvaihdon lämmityksen tarvitsemasta lämpömäärästä eli lämmön talteenoton vuosihyötysuhteen on oltava vähintään 45 %.

[22.]

Näiden lisäksi ilmanvaihtojärjestelmiä suunniteltaessa on sovellettava RakMk D2 ohjeistuksia.

On hyvä muistaa, että määräykset eivät pakota korjaustöiden yhteydessä siirtymään ilmanvaihtojärjestelmästä toiseen eivätkä täyttämään nykyisiä ilmanvaihtomääräyksiä. Määräyksiä tulee noudattaa vain, jos muutetaan olemassa olevaa ilmastointijärjestelmää toiseen. [15, s. 44.]

4 EVAKKOTIE 75:N RAKENTEIDEN TARKASTELU

4.1 Vesikatto

Rakennuksessa I on yksilappeinen pulpettikatto, jonka kaltevuudeksi arvioitiin mittaustulosten perusteella 1:6. Katon pinta-ala on 630 m². Katemateriaalina on sinkitty ja kaksinkertaisesti konesaumattu peltikate, jonka alla on ruodelaudoitus 15 cm jaolla. Katteen maalipinta on pahasti hilseillyt korroosion vaikutuksesta (kuva 7). Vuotokohtien todennäköisyys on suuri erityisesti läpivientien ja saumojen taitekohdissa. Rakennekuvien mukaan kattorakenteessa ei ole aluskatetta, joten mahdollinen peltikatteen alapintaan tiivistyvä kondenssivesi voi kastella yläpohjarakennetta, mikäli yläpohjan tuuletus ei ole riittävä. Tätä silmälläpitäen tulisi kohteen yläpohjassa suorittaa perusteellinen kuntotutkimus.



Kuva 7. Talo I:n vesikate

Taloissa ei ole räystäitä, vaan kattomuodot mukailevat seinälinjaa (kuva 8). Tämä räystäätön kattorakenne on tyypillinen 1970-luvulla rakennetuissa rakennuksissa. Räystäättömyys on sinänsä arkkitehtuurisesti hieno, mutta ei anna ulkoseinille ja perustuksille suojaa viistosateelta, joten se on kosteusteknisesti riskirakenne. Vedenpoisto katolta tapahtuu veden valuessa alaräystäällä sijaitsevaan vesikouruun, josta ne ohjataan syöksytorvien kautta avo-ojaan. Räystääskourujen kuntoa ei tarkastettu.

Katon tuuletus on järjestetty siten, että tuloilma kulkee koko alaräystään lappeen leveydeltä tuuletustilan kautta yläräystäälle.



Kuva 8. Talo I:n pääty

4.2 Vesikaton korjausehdotukset

Olemassa oleva peltikate on huonokuntoinen ja tarvitsee lähitulevaisuudessa korjaustoimenpiteitä, sillä sen käyttöikä lähenee loppua. Korjaukset tulee suunnitella siten, ettei rakennuksen ulkonäkö muutu alkuperäisestä ja että rakennus noudattaa alueella olemassa olevaa arkkitehtuuria.

Seuraavassa vesikatolle esitetään kaksi vaihtoehtoista korjaustapaa, joista lasketaan myös suuntaa antava kustannusarvio.

Ensimmäinen korjaustapa on kevyt ja kustannuksiltaan huomattavasti edullisempi vaihtoehto, joka käsittää lähinnä katteen paikkauskorjauksen ja pintakäsittelyn (taulukko 2). Tämän lisäksi vanhat räystäskourut vaihdetaan uusiin. Peltikaton huolto ja uudelleen pinnoitus olisi syytä tehdä vähintään 15 vuoden välein.

Taulukko 2. Vesikaton korjaustapa 1

<u>Lähde</u>	<u>Korjaustoimenpide</u>	<u>Määrä</u>	<u>Materiaali-kustannus</u>	<u>Työkustannus</u>	<u>€/yks</u>	<u>Kustannukset yhteensä ALV 0 %</u>
KOR s. 37	Peltikaton pesu ja maalaus 2 kertaan	630 m ²	2,68 €/m ²	5,39 €/m ²	8 €/m ²	5040 €
ROK s.165	Räystäskouru	52 jm	4,3 €/jm			224 €
YHTEENSÄ						5264 €

Jälkimmäinen vaihtoehto on suurempi eli koko vesikaton uusinta. Korjaus sisältää vanhan katteen purkamisen, räystäskourujen uusimisen, aluskatteen ja uuden konesaumatun peltikatteen asennuksen (taulukko 3). Korjaustöiden yhteydessä tulee varmistaa, että katon tuuletustila on riittävä. Tämän korjauksen yhteyteen olisi myös järkevää sisällyttää yläpohjan lisälämmöneristäminen, joka pa-

rantaisi rakennuksen energiatehokkuutta. Tässä yhteydessä sitä ei ole kuitenkaan huomioitu, sillä energiatehokkuuden parantavia korjauksia käydään edellä tarkemmin lävitse.

Tämä raskaan vaihtoehdon investointi on suuri, mutta on kuitenkin huomioitava, että teräksisen peltikatteen käyttöikä on keskimääräisesti 30–60 vuotta, joten kateen uusinta on joka tapauksessa edessä seuraavan 5 - 10 vuoden sisällä.

Taulukko 3. Vesikaton korjaustapa 2

<u>Lähde</u>	<u>Korjaustoi- menpide</u>	<u>Määrä</u>	<u>Materiaali- kustannus</u>	<u>Työkus- tannus</u>	<u>€/yks</u>	<u>Kustannuk- set yhteen- sä ALV 0 %</u>
KOR s.35	Vesikatteen ja aluslaudoituksen purku	630 m ²		7,50 €/m ²	7,50 €/m ²	4725 €
KOR s.35	Räystään purku	52 jm		6,26 €/jm	6,26 €/jm	326 €
ROK s.162	Konesaumattu ohutlevykate, harvalaudoitus ja aluskate	630 m ²	29,81 €/m ²	15,24 €/m ²	45,05 €/m ²	28382 €
ROK s.165	Räystäskouru	52 jm	4,3 €/jm		4,3 €/jm	224 €
ROK s.165	Syöksytorvi	5 kpl	60 €/kpl		60 €/kpl	300 €
YHTEENSÄ						33957 €

4.3 Perustukset

Rakennus on perustettu anturin päällä olevan teräsbetonisen perusmuurin vaaraan. Perustussyvyys on routarajan alapuolella. Maanvastaisen perusmuurin paksuus on 400 mm, joka on halkaistu 100 mm lämmöneristeellä n. 30 cm

maanpinnan alapuolelle saakka. Perusmuuri on eristetty sisäpuolelta 100 mm mineraalivillalla. Ulkoilmaa vasten olevan perusmuurin paksuus on 275 mm, joka on halkaistu myös 100 mm lämmöneristeellä. Rakennuksen ympäri kiertävät alkuperäiset tiilisalaojat, joista ei ole piirustuksia saatavilla.

Perusmuurit ovat silmämääräisesti arvioituna ulkoisesti kauttaaltaan suhteellisen hyvässä kunnossa, lukuun ottamatta paikoitellen irronnutta perusmuurin rappauspintaa. Kiinteistöissä suoritettiin marraskuussa 2014 Inspecta Oy:n toimesta aistinvarainen tarkastus ja pintakosteusmittaus, jolloin havaittiin kohonneita pintakosteuden vertailuarvoja ja paikoin voimakasta mikrobiperäistä hajua (liite 2). I talon huoneistojen sisäseinien alaosissa havaittiin kosteusvaurioita sekä maalipinnan kuplimista. Näiden syiksi arvioitiin salaojien toimimattomuus sekä puutteellinen perusmuurin vedeneristys. Tämä vaurioriski on olemassa jokaisessa neljässä rakennuksessa. Huomioni kiinnitti myös rakennuksen sokkelissa kiinni kasvava kasvillisuus (kuva 9).



Kuva 9. Sokkelin vierus

4.4 Perustusten korjausehdotus

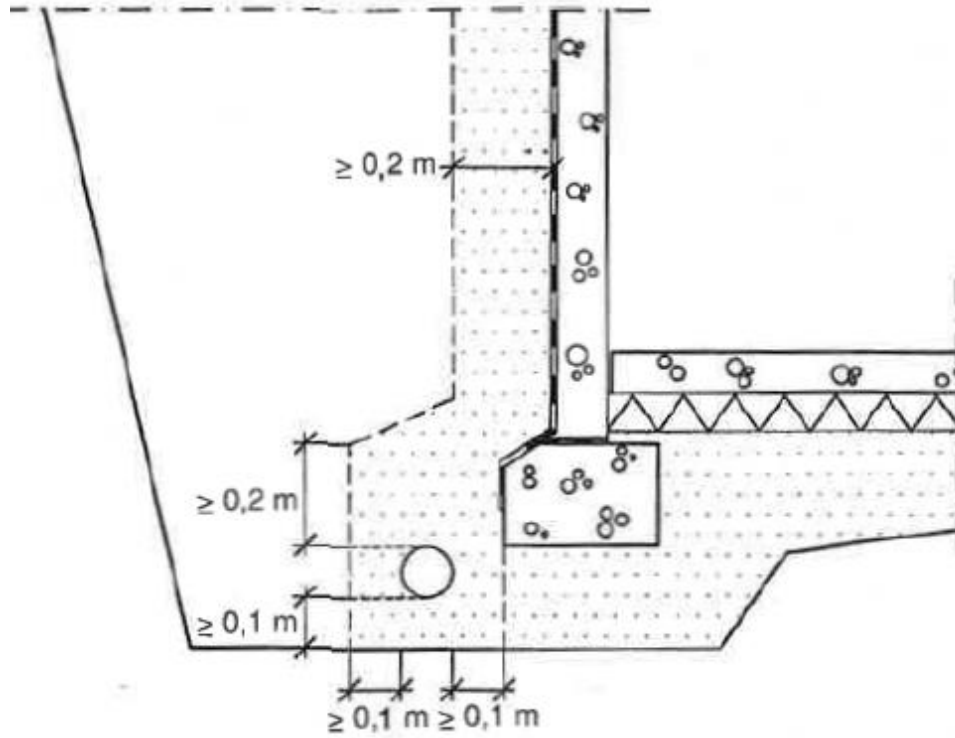
Perustusten ja niiden kuivatusjärjestelmän korjaustarve on ilmeinen niin rakennusten elinkaaren kuin asuinterveellisyyden kannalta, sillä rakennuksissa on joskus havaittu sisäilmaongelmia syntyneiden mikrobivaurioiden vuoksi. Toimiva salaojajärjestelmä ja vettä läpäisemätön perusmuuri pidentää huomattavasti rakennuksen käyttöikä. Rakennuksessa nykyisin olevat tiilisalaojat eivät vastaa enää nykymääräyksiä, ja niiden nykykuntoa voidaan vain arvailla. Salaojaputket voivat olla mahdollisesti lohkeilleet.

Kohteeseen ehdotetaan seuraavanlaisia korjaustoimenpiteitä, joista lasketaan myös suuntaa antava kustannusarvio.

Rakennuksen vierustat kaivetaan auki anturaan asti talon ympäriltä. Perusmuuri puhdistetaan hiekkapuhalluksella sekä epätasaisuudet ja kolot pinnassa laasti-paikataan. Sokkeli eristetään kauttaaltaan bitumikermillä RT kortin 83 - 10955 mukaisesti. Myös anturan ja muurin väliseen taitekohtaan asennetaan kermivahvistus.

Vanhat tiiliset salaojat puretaan ja tilalle asennetaan uudet tuplarakenteiset polyeteeniputket ja tarkastuskaivot salaojasuunnitelmien mukaan. Salaojaputkia asennettaessa on huomioitava, että salaojaputket kulkevat anturalinjan alapuolella ja vähintään 0,1 m paksuisen salaojasorapatjan päällä.

Kaivanto täytetään kerroksittain noudattaen MaaRYL2010 annettuja vaatimuksia (kuva 10). Pystysalaojakerros tehdään karkealla 6 - 32 Ø rakeisella sepelillä vähintään 200 mm paksuisesti perusmuurista, jotta alaspäin valuva vesi ohjautuu salaojajärjestelmään. Rakennuksen päätyihin ja rinteiden puoleiselle sivulle asennetaan routaeristeet. Pinta täytetään tiiviillä täytemaalla ja kallistukset suoritetaan siten, että maanpinnan kaltevuus on 1:20 3 metrin matkalla rakennuksen seinästä. Seinänvierustalle tehdään lopuksi 0,5 m levyinen sorakaista.



Kuva 10. Leikkauskuva perusmuurin vierustäytöstä. Kuvassa kerrosten vähimmäispaksuudet Rakennusmääräyskokoelma C2:n mukaan. [27. s.23]

Perustusten korjausehdotuksen kustannusarvio on esitetty taulukossa 4.

Taulukko 4. Perustusten korjausehdotuksen kustannusarvio

<u>Lähde</u>	<u>Korjaustoi- menpide</u>	<u>Määrä</u>	<u>Materiaali- kustannus</u>	<u>Työkus- tannus</u>	<u>€/yks</u>	<u>Kustannuk- set yhteensä</u> <u>ALV 0 %</u>
KOR s.16	Pihabetonilaa- toituksen pur- ku ja uusimi- nen	70 m ²	21,40 €/m ²	13,01 €/m ²	34,41 €/m ²	2409 €
ROK s.25	Perusmuurin viereinen kai- vu	506 m ³ ktr		1,56€/m ³ ktr	1,56€/m ³ k tr	790 €
ROK s.42	Salaojaputki 110 mm	117 jm	2,56 €/jm	3,34 €/jm	5,90 €/jm	690 €
ROK s.58	Salaojakaivo	8 kpl	46 €/kpl		46€/kpl	368 €
ROK s.58	Perusmuurin bitumisively ja kumibitumi- kermi	255 m ²	9,57 €/m ²	4,64 €/m ²	14,2 €/m ²	3621 €
ROK s.41	Anturan ja pe- rusmuurin lii- toskohdan ve- deneristys	138 jm	3,62 €/jm	1,99 €/jm	5,6 €/jm	773 €
ROK s.42	Sepelitäyttö	54 m ³ rtr	33,56 €/m ³	3,77 €/m ³	37,3 €/m ³	2014 €
ROK s.42	Routasuojaus 100 mm	95 m ²	8,5 €/m ²	1,9 €/m ²	10,36€/m ²	985 €
YHTEENSÄ						11650 €

4.5 Ulkoseinät

Rakennuksen ulkoseinät ovat tiili-villa-tiili -rakenteisia, minkä paksuus on 360 mm. Kuorimuuraus on ½-kiven puolipuhkaaksi muurattua kalkkihiekkatiiltä, jonka pinnalla on Kenitex-ohutrappaus. Julkisivupinnoitteena 60 - 70-luvulla käytetyssä Kenitex -pinnoitteessa on asbestia. Muurauksessa käytetty laasti on kalkkise-menttillaastia. Kuorimuurin takana on 100 mm mineraalivillalevy ja runkotiilenä ½ kiven punatiilimuuraus sekä paikoin kantava teräsbetoniseinä. Rakenteessa ei ole tuuletusrakoa. Pohjakerroksen julkisivu on paneloitu sokkelin tasosta ylöspäin.

Ulkoseinien kunto on silmämääräisesti arvioituna hyvä eikä ulkoisia vaurion merkkejä ollut nähtävissä muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta. Seinissä on paikoin rappauspinta irronnut, mikä on mahdollisesti pakkasrapautumisen aiheuttamaa (kuva 11). Osasta tiilisaumauksista laasti on irronnut. Lähinnä esteettisenä häirtana ulkoseinäverhous on joiltain kohdin tummunut katolta valuvan veden vaikutuksesta. Kohteessa tulisi suorittaa tarkemmat tutkimukset seinässä olevasta eristeestä mahdollisten mikrobi- ja kosteusvaurioiden varalta.



Kuva 11. Julkisivussa paikoin irronnutta rappausta ja pinnan värjäntymistä

4.6 Ulkoseinien korjausehdotukset

Ulkoseinän rakennetta voidaan pitää riskirakenteena kuorimuurauksen ja eristeen välistä puuttuvan tuuletusraon vuoksi. Koska tiiliverhous ja saumalaasti läpäisevät hyvin vettä ja mahdollinen kosteus eristetilassa ei pääse valumaan tai tuulettumaan rakenteesta pois, aiheuttaa se hyvin otolliset olosuhteet mikrobivaurioille. Mikäli eristeet ovat märkiä ja muurauksen laastipurseet painavat eristettä kasaan, on niillä heikentävä vaikutus myös seinän lämmöneristävyyteen. Lisäksi räystäiden puuttuminen lisää viistosateen rasitusta seinille.

Seuraavassa esitetään kaksi vaihtoehtoista korjaustapaa, joista ensimmäinen on kevyempi huoltokorjaus ja jälkimmäinen raskas, joka käsittää kuorimuurauksen ja vanhan eristeen purkamisen, uudelleen eristämisen ja muurauksen. Ulkoseiniin kohdistettava laajempi kuntotutkimus määrää sen, mihin korjaustoimenpiteisiin ryhdytään.

Kevyemmässä korjauksessa suoritetaan muurauksien saumakorjaukset, rapautuneet ja lohkeilleet Kahi-tiilet vaihdetaan uusiin, pinnat puhdistetaan epäpuhtauksista ja lopuksi julkisivut maalataan säänkestävällä silikoniemulsiomaalilla. Rapatun ulkoseinäpinnan huoltomaalaus on syytä tehdä 30–50 vuoden välein. [28.]

Jälkimmäinen korjaus on erittäin raskas toimenpide, joka edellyttää sen, että seinien välissä oleva eriste on pahasti kastunut ja mikrobivaurioitunut. Tällöin se huonontaa rakennuksen sisäilman laatua ja altistaa asukkaat terveyshaitoille. Ennen purkutöiden aloittamista on kohteeseen tehtävä asbestikartoitus. Mikäli julkisivupinnoitteesta löytyy asbestia, on sen purkaminen luvanvaraista työtä ja sen saa suorittaa vain asbestin purkamiseen pätevytyneet henkilöt.

Seinärakenne puretaan sokkelin yläreunan tasosta ylöspäin runkotiileen asti. Rakennuksen eteläpuoleinen julkisivu puretaan vain ensimmäisen kerroksen huoneistojen ulkoseinien kohdilta. Parvekesyvennykset ja kaiteet sekä pohjakerroksen panelointi jätetään alkuperäiseksi. Uuteen rakenteeseen jätetään kuorimuurauksen ja eristeen väliin vähintään 25 mm tuuletusrako. Tämä tuo haasteen, sillä seinärakenteen paksuutta ei voida olennaisesti kasvattaa ilman räys-

täsrakenteen ja perusmuurin muutostöitä. Perusteena tälle ovat räystääslinjan kulkeminen samassa tasossa seinälinjan kanssa ja perusmuurin leveyden riittämättömyys. Kuitenkin markkinoilta on saatavilla esim. ruiskutettavia polyuretaanieristeitä, joiden avulla voidaan saavuttaa alkuperäistä parempi lämmöneristävyyys ohuemmalla eristekerroksella. Uusi eriste ruiskutetaan suoraan taustapinnan päälle, jonka tavoite paksuudeksi asetetaan 120 mm. Runkotiilen tai betonin pinnassa olevat mahdolliset epätasaisuudet tulee tasoittaa, sillä ne pienentävät eristetilaa.

Uusi julkisivu muurataan 85 mm paksuisista Kahi-tiilistä, joiden tulee vastata mahdollisimman paljon alkuperäistä. Muurauksessa jätetään alimmasta tiilirivistä joka kolmas pystysauma auki, jotta varmistetaan seinärakenteen tuulettavuus. Tiili-halkeamien ehkäisemiseksi muurauksiin jätetään pystysuuntaiset liikunta-saumamat n. 8 metrin välein. Saumat täytetään kosteuden kestäväällä elastisella saumamassalla. Julkisivut ohutrappataan kahteen kertaan ja pinnoitetaan silikoniemulsiomaalilla.

Taulukko 5. Ulkoseinien korjausehdotuksen kustannusarvio

<u>Lähde</u>	<u>Korjaustoi-</u> <u>menpide</u>	<u>Määrä</u>	<u>Materiaali-</u> <u>kustannus</u>	<u>Työkus-</u> <u>tannus</u>	<u>€/yks</u>	<u>Kustannuk-</u> <u>set yhteensä</u> <u>ALV 0 %</u>
ROK s.22-23	Kuorimuurauksen ja eristekerroksen purkaminen	300 m ²		42,4 €/m ²	42,4 €/m ²	12720
Ura-koitsijoiden hinta	Ruiskutettava PU-eriste 120 mm	36 m ³	270 €/m ³ (sis. työn)		270 €/m ³	9720 €
ROK s.148	Puhtaaksimuuraus 85 mm Kahi tiili	300 m ²	28,20 €/m ²	30,63 €/m ²	58,83 €/m ²	17649 €
ROK s.150	Ohutrappaus	300 m ²	2,57 €/m ²	9,01 €/m ²	11,58 €/m ²	3474 €
YHTEENSÄ						43563 €

5 ENERGIAKORJAUKSET

Tutkielmani osaksi kuuluu tarkastella kohteen nykyistä energiatehokkuutta sekä pohtia toimenpiteitä, millä tavoin sitä voitaisiin parantaa. Energiakorjaukset tulisi suorittaa aina suuremman korjauksen yhteydessä, jotta niihin ryhtyminen olisi mahdollisimman taloudellista.

Nykyiset ikkunat on vaihdettu 2014 ja ne täyttävät nykyvaatimukset lämmönläpäisykertoimellaan, joten ne jätetään tutkielman tarkastelun ulkopuolelle. Osuudessa tarkastellaan kohteen ulkoseinien ja yläpohjan lisälämmöneristämistä sekä lämmöntalteenottojärjestelmän liittämistä kaukolämmityksen rinnalle. Ehdotetuista toimenpiteistä lasketaan investointi- ja elinkaarikustannukset sekä takaisinmaksuaika.

5.1 Julkisivukorjaus ja lisälämmöneristys

Julkisivukorjauksessa puretaan nykyinen kuorimuuraus ja mineraalivillaeristeet. Purettavan alueen pinta-ala on 300 m². Seinä eristetään ruiskutettavalla polyuretaanieristeellä. Eriste ruiskutetaan suoraan kantavaan tiiliseinään, ja eristeen tavoitepaksuudeksi asetetaan 120 mm. Seinä muurataan umpeen 85 mm leveillä kalkkihiekkatiilillä. Eristeen ja kuorimuurin väliin jätetään 25 mm ilmarako tuule- tusta varten.

Eristyksen yhteydessä tulee suorittaa myös ikkunoiden pielikorjaukset, johon kuuluvat ikkunapellityksen ja kylmäsiltojen katkaisut. Ikkunapielien eristämättä jättäminen lisää rakenteellisten kylmäsiltojen vaikutusta.

5.1.1 Nykyisen ja uuden seinän U-arvo

U-arvot lasketaan Suomen rakentamismääräyskokoelma C4:n mukaisesti. Energiämääräyksiin mukaan uuden seinärakenteen U-arvon täytyy puolittua alkuperäisestä seinärakenteesta.

Kokonaislämmönvastus R_T lasketaan kaavalla:

$$R_T = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots R_m + R_{se}, \quad (1)$$

jossa

R_T = Kokonaislämmönvastus (W/mK)

R_{si} = Sisäpuolinen pintavastus

R = Ainekerroksen paksuuden suhde sen lämmönjohtavuuteen

R_{se} = Ulkopuolinen pintavastus

Lämmönläpäisykerroin U lasketaan kaavalla:

$$U = 1/R_T \quad (2)$$

Nykyinen rakenne (ulkoa sisälle):

- Ohutrappaus
- Kahitiili 130 mm 0,95 W/mK
- Mineraalivillalevy 100 mm 0,055 W/mK
- Punatiili NRT 130 mm 0,50 W/mK

Nykyisen rakenteen U-arvo:

$$R_T = 0,13 + 0,13/0,50 + 0,1/0,055 + 0,13/0,95 + 0,04 = 2,385 \text{ W/mK}$$

$$U = 1 / 2,385 = 0,419 \text{ W/m}^2\text{K} + 0,006 \text{ W/m}^2\text{K} \text{ (sidokset)} = 0,425 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Uusi rakenne (ulkoa sisälle):

- Ohutrappaus
- Kahitiili 85 mm 0,95 W/mK
- Ilmarako
- Polyuretaani 120 mm 0,025 W/mK
- Punatiili NRT 130 mm 0,50 W/mK

Uuden rakenteen U-arvo:

$$R_T = 0,13 + 0,13/0,50 + 0,12/0,025 + 0,13 = 5,320 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$U = 1 / 5,320 = 0,188 \text{ W/m}^2\text{K} + 0,006 \text{ W/m}^2\text{K} (\text{sidokset}) = 0,194 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Nykyinen U-arvo 0,425 W/m²K > Uusi U-arvo 0,194 W/m²K

→ Uuden seinärakenteen u-arvo puolittuu nykyisestä.

5.1.2 Julkisivukorjauksen kustannukset

Kustannukset on laskettu kirjojen KOR 2014 ja ROK 2014 mukaan. Kustannukset sisältävät työ- ja materiaalikustannukset.

Lasketaan ikkunapielien korjaus omana erillisenä laskelmana, sillä kustannukset ovat annettu ikkunaneliötä kohden (taulukko 6).

Taulukko 6. Ikkunoiden pielikorjausten kustannus

Lähde	Toimenpide	Kustannus ALV 0 %
Hekkanen M, energiaselvitys kuntoarviossa	Ikkunoiden pielikorjaus	50 €/m ²

Ulkoseinään kohdistuva lisälämmöneristämisen kustannukset ovat taulukossa 7.

Taulukko 7. Julkisivukorjauksen kustannusarvio

Lähde	Toimenpide	Kustannus ALV 0 %
KOR s. 22-23	Kuorimuurauksen ja lämmöneristekerroksen purku	42,4 €/m ²
Urakoitsijoiden ka. hinta	Ruiskutettava polyuretaanieriste 120 mm	45 €/m ²
ROK s. 148	Tiiliverhous, Kahi 285*85*85 mm	58,83 €/m ²
KOR s.27	Ohutrappaus	38,15 €/m ²
YHTEENSÄ		184.4 €/m²

Kokonaiskustannukset

Julkisivun ulkopuolinen lisälämmöneristys: $300 \text{ m}^2 * 184,4 \text{ €/m}^2 = 55320 \text{ €}$ (ALV 0 %), 68597 € (ALV 24 %)

Ikkunoiden pielikorjaus: $45 \text{ m}^2 * 50 \text{ €/m}^2 = 2250 \text{ €}$ (ALV 0 %), 2790 € (ALV 24 %)

→ $68597 \text{ €} + 2790 \text{ €} = 71387 \text{ €}$ (ALV 24 %)

Lasketaan energiakorjauksen osuus hinnasta, joka saadaan jakamalla korjauksessa oleva lämmöneristävyttä parantava toimenpide koko urakan hinnalla.

→ $45/184,4 = 24 \%$

→ $0,24 * 71387 \text{ €} = 17133 \text{ €}$

5.1.3 Julkisivukorjauksen kannattavuuslaskelma

Lasketaan lisälämmöneristyksellä saavutettu lämmitysenergian säästö, joka saadaan kaavalla:

$$\Delta Q = \Delta U * A * S * (24/1000) \quad (3)$$

Jossa,

ΔQ = Lisälämmöneristyksellä saatu lämmitysenergian säästö, kWh/a

ΔU = Nykyisen ja uuden u-arvon erotus, W/m²K

A = lisälämmöneristettävä pinta-ala, m²

S = Lämmitystarveluku, Kd/a

Nykyinen U-arvo 0,425 W/m²K

U-arvo korjauksen jälkeen 0,194 W/m²K

→ Erotus 0,231 W/m²K

Rakennus sijaitsee Rovaniemellä, joten selvitetään Rovaniemen vertailukauden 1981 – 2010 lämmitystarveluku sivustolta www.ilmatieteenlaitos.fi. Rovaniemen vertailupaikkakunta on Sodankylä, jonka lämmitystarveluku on 6180 Kd/a. Rovaniemen korjauskertoimen on 1,06, joten Rovaniemen astepäiväluku saadaan jakamalla Sodankylän lämmitystarveluku korjauskertoimella.

→ $S = 6180/1,06 = \mathbf{5830 \text{ Kd/a}}$

$\Delta Q = 0,231 \text{ W/m}^2\text{K} * 300 \text{ m}^2 * 5830 \text{ Kd/a} * (24/1000) = 9697 \text{ kWh/h}$

Energian hintana käytetään kolmea arvioita, E = 0,1 €/kWh, 0,2 €/kWh ja 0,3 €/kWh.

Energian säästöarvo, sis. alv.:

- 9697 kWh/h * 0,1 €/kWh = 969,7 €
- 9697 kWh/h * 0,2 €/kWh = 1939,4 €
- 9697 kWh/h * 0,3 €/kWh = 2909,1 €

Takaisinmaksuaika

- 17133 € / 969,7 € = 17,7 v
- 17133 € / 1939,4 € = 8,8 v
- 17133 € / 2909,1 € = 5,9 v

5.2 Yläpohjan lisälämmöneristys

Rakennuksen yläpohja on ryömintätilallinen ja tuulettuva, mikä lisäeristetään ulkopuolisesti. Yläpohjan pinta-ala on 587 m². Yläpohjasta puretaan höyrynsulkuna toimiva 2-kertainen aaltopahvi ja painolaudat. Nykyisen mineraalivillan päälle puhalletaan tiheydeltään pienempi Ekovilla puhalluseriste, jonka ilmoitettu lämmönjohtavuus on 0,039 W/m²K. Lisäeristettä mahtuu korkeintaan 150 mm, jolloin yläpohjan tuuletus on vielä riittävä. Kattotuolien alapintaan asennetaan tuulenohjaimet, jotta ulkoa tuleva ilma ei siirrä eristeitä. [29.]

5.2.1 Yläpohjan nykyinen ja uusi u-arvo

U-arvot lasketaan Suomen rakentamismääräyskokoelma C4:n mukaisesti. Energiamääräyksien mukaan yläpohjan u-arvon täytyy puolittua alkuperäisestä u-arvosta.

Yläpohjan U-arvo lasketaan kaavan 1 mukaisesti, mutta sisä- ja ulkopuolen pintavastukset saadaan Suomen rakentamismääräyskokoelma C4:n mukaisesti tau-

lukosta 7. Kun lasketaan yläpohjan U-arvoa, käytetään pintavastusten R_{si} ja R_{se} arvoina 0,1 ja 0,04.

Taulukko 8. Sisä- ja ulkopuolen pintavastukset. [30.]

Pintavastus $m^2 K/W$	Lämpövirran suunta		
	Ylöspäin	Vaakasuoraan	Alaspäin
Sisäpuolen pintavastus (R_{si})	0,1	0,13	0,17
Ulkopuolen pintavastus (R_{se})	0,04	0,04	0,04

Nykyinen rakenne:

- Painolaudat
- 2-kertainen aaltopahvi
- Mineraalivilla 150 mm 0,055 W/mK
- Teräsbetonilaatta 100 mm 2,0 W/mK

Nykyisen rakenteen U-arvo:

$$R = 0,1 + 0,1/2,0 + 0,15/0,055 + 0,06 + 0,04 = 2,970 \text{ m}^2\text{K/w}$$

$$U = 1/2,97 = 0,34 \text{ W/m}^2\text{K}$$

→ Lisäeristetyin yläpohjan u-arvo tulee olla vähintään $0,34 \text{ W/m}^2\text{K} * 0,5 = \mathbf{0,17 \text{ W/m}^2\text{K}}$

Lasketaan paljon eristettä on vähintään lisättävä, jotta yläpohjan u-arvo on $0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$

$$U = 1/R \leq 0,17 \rightarrow R \geq 1/0,17 = 5,882 \text{ m}^2\text{K/w}$$

$$\Delta R = 5,882 \text{ m}^2\text{K/w} - 2,970 \text{ m}^2\text{K/w} = 2,912 \text{ m}^2\text{K/w}$$

$$\Delta R = \Delta d / u \rightarrow \Delta d = 2,912 \text{ m}^2\text{K/w} * 0,039 \text{ W/m}^2\text{K} = \mathbf{0,11 \text{ m}}$$

Lisäeristettä on siis laitettava vähintään 110 mm, mutta enintään 150 mm. Valitaan eristepaksuudeksi 150mm.

Uusi rakenne:

- | | | |
|----------------------|--------|------------|
| • Puhallusvilla | 150 mm | 0,039 W/mK |
| • Mineraalivilla | 150 mm | 0,055 W/mK |
| • Teräsbetoni-laatta | 100 mm | 2,0 W/mK |

Uuden rakenteen U-arvo:

$$R = 0,1 + 0,1/2,0 + 0,15/0,055 + 0,15/0,039 + 0,06 + 0,04 = 6,823 \text{ m}^2\text{K/w}$$

$$U = 1 / 6,823 = 0,146 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Yläpohjan nykyinen u-arvo 0,34 W/m²K > Uusi U-arvo 0,146 W/m²K

→ Uuden seinärakenteen U-arvo puolittuu nykyisestä.

5.2.2 Yläpohjan lisäeristämisen kustannukset

Kustannukset ovat laskettu kirjan KOR 2014 mukaan. Kustannukset sisältävät työ- ja materiaalikustannukset

Taulukko 9. Puhallusvillan kustannusarvio

Lähde	Toimenpide	Kustannus ALV 0%
KOR, s. 69	Puukuituvilla 150 mm puhallettuna	4,35 €/m ²
YHTEENSÄ		4,35 €/m²

Kokonaiskustannukset

$$587 \text{ m}^2 * 4,35 \text{ €/m}^2 = 2554 \text{ € (ALV 0\%)}, 3167 \text{ € (ALV 24\%)}$$

5.2.3 Yläpohjan kannattavuuslaskelma

Lasketaan lisälämmöneristyksellä saavutettu lämmitysenergian säästö, joka saadaan kaavalla $\Delta Q = \Delta U \cdot A \cdot S \cdot (24/1000)$.

Nykyinen u-arvo 0,34 W/m²K

Uusi U-arvo 0,146 W/m²K

→ $\Delta U = 0,194$ W/m²K

S = 5830 Kd/a

$\Delta Q = 0,194 \text{ W/m}^2\text{K} \cdot 587 \text{ m}^2 \cdot 5830 \text{ Kd/a} \cdot (24/1000) = 15934 \text{ kWh/h}$

Energian hintana käytetään kolmea arvioita, E = 0,1 €/kWh, 0,2 €/kWh ja 0,3 €/kWh.

Energian säästöarvo, sis. alv.:

- 15934 kWh/h * 0,1 €/kWh = 1593 €
- 15934 kWh/h * 0,2 €/kWh = 3189 €
- 15934 kWh/h * 0,3 €/kWh = 4780 €
-

Takaisinmaksuaika

- 3167 € / 1593 € = 2 v
- 3167 € / 3189 € = 1 v
- 3167 € / 4780 € = 0,66 v

Laskennan ja tulosten perusteella yläpohjan lisälämmöneristystä voidaan pitää kannattavana toimenpiteenä, sillä edullisimmalla energianhinnalla takaisinmaksuaika toimenpiteelle on vain 2 vuotta.

5.3 Lämmöntalteenotto

Kohteen Ilmanvaihdon energiatehokkuuden parantamiseksi on olemassa käytännössä kaksi vaihtoehtoista tapaa, poistoilmalämpöpumpun (PILP) asentaminen tai siirtyminen koneelliseen tulo- ja poistoilmanvaihtoon, jossa on yhdistettynä lämmöntalteenotto. Jälkimmäinen vaihtoehto on investointina huomattavasti suurempi ja työlämpi projekti, sillä toimenpide vaatii suuria rakenteiden ja kanaviston muutostöitä sekä laajan ilmanvaihtosuunnitelman piirustuksineen kustannusarvion laskentaan. Lisäksi koneellistettuun ilmanvaihtoon siirtyminen ainoastaan energiansäästöjen takia ei ole taloudellisesti perusteltua, sillä takaisinmaksajat voivat olla huomattavan pitkiä. Tästä syystä kyseinen korjausvaihtoehto jätetään käsittelemättä.

Poistoilmalämpöpumppujärjestelmä ottaa poistuvasta + 21 °C asteisesta jäteilmasta lämpöenergian talteenottopatterin avulla. Kerätty lämpöenergia siirretään lämmönkeruuputkistoja pitkin lämmönjakohuoneessa sijaitsevaan lämpöpumppuun, josta se ohjataan lämmittämään käyttötarpeiden mukaan joko käyttö- tai radiaattoreissa kiertävä vesi. Tämä vähentää ostettavan lämpöenergian tarvetta, mutta järjestelmä ei kuitenkaan korvaa täysin kaukolämmitteistä päälämmitysjärjestelmää. On huomioitava, että poistoilmapumppujärjestelmän kompressori kuluttaa sähköä, joten kiinteistön sähkön kulutus kasvaa. PILP järjestelmään on mahdollista liittää tulevaisuudessa myös auringon lämpöenergiaa hyödyntävät aurinkokeräimet rakennuksen katolle.

Järjestelmä vaatii toimiakseen koneellisen ilmanpoiston, joten kohteeseen tulee asentaa joko jokaisen huoneiston jäteilmakanavaan erillinen huippuimuri tai kanavat yhdistetään katolla yhteen yhteiseen huippuimuriin. Jälkimmäisen vaihtoehdon tekee kannattavammaksi se, että lämpö otetaan talteen yhdestä pisteestä, joten rakennukseen ei tarvitse asentaa kuin yksi lämmöntalteenottopatteri huippuimurin yhteyteen. Lisäksi lämmönkeruuputkiston vieminen katolta lämpöpumpulle onnistuu yhdellä reitityksellä.

5.3.1 Poistoilmalämpöpumpulla saatu säästö vuodessa

Lasketaan asuinhuoneistojen ja yhteisten tilojen poistoilmanmäärät käyttäen SmrMk D2 annettuja ohjearvoja ja sijoitetaan arvot kaavaan:

$$\text{Poistoilmanvirta } q_v \text{ (m}^3\text{/h)} = \text{Asuinpinta-ala m}^2 * \text{Huonekorkeus (m)} * \text{ilmanvaihto-kerroin (1/h)} \quad (4)$$

$$\rightarrow q_v = 907 \text{ m}^2 * 2,5 \text{ m} * 0,5 \text{ 1/h}$$

$$\rightarrow q_v = 1134 \text{ m}^3\text{/h} = 0,315 \text{ m}^3\text{/s}$$

Lasketaan poistoilmalämpöpumpun lämmöntalteenottokapasiteetti kaavalla:

$$\dot{Q} = q_v * c_p * \rho * \Delta t$$

Jossa,

$$\dot{Q} = \text{Teho [kW]}$$

$$q_v = \text{Poistoilmanvirta [m}^3\text{/s]}$$

$$c_p = \text{Ilman ominaislämpökapasiteetti [1,0 kJ/kgK]}$$

$$\rho = \text{Ilman tiheys [1,2 kg/m}^3\text{]}$$

$$\Delta t = T_2 - T_1 = \text{Sisälämpötilan ja poistuvan ilman erotus [K]}$$

$$\rightarrow \dot{Q} = 0,315 \text{ m}^3\text{/s} * 1,0 \text{ kJ/kgK} * 1,2 \text{ kg/m}^3 * (21 - 1) \text{ K}$$

$$\rightarrow \dot{Q} = 7,56 \text{ kW}$$

Energian kulutus vuodessa:

$$\rightarrow 7,56 \text{ kW} * 8760 \text{ h/a} = 66226 \text{ kWh/a} \approx 66 \text{ MWh/a}$$

Lasketaan vuoden aikana talteen saatu lämpöenergia PILP:n hyötysuhteen ollessa 70 %.

$$\rightarrow 66 \text{ MWh/a} * 0,7 = 46,2 \text{ MWh}$$

Vuodessa saatu säästö saadaan kertomalla talteen otettu lämpöenergia kaukolämmön hinnalla, joka on 54,1 €/MWh. Hintana käytetään Napapiirin Energian sivuilta saatua kaukolämmön hintaa vuonna 2016. [31.]

$$\rightarrow 46,2 \text{ MWh} * 54,1 \text{ €/MWh} = 2500 \text{ €/a}$$

5.3.2 Poistoilmalämpöpumpun vuotuinen sähköenergian kulutus

Lasketaan poistoilmalämpöpumpun sähköenergian kulutus vuoden aikana, joka johdetaan kaavasta:

$$\rightarrow SPF_{Tilat, LKV} = \frac{Q_{ip}}{W_{ip}} \quad (5)$$

$$\rightarrow W_{ip} = \frac{Q_{ip}}{SPF}$$

Jossa,

W_{ip} = Lämpöpumpun vuotuinen sähkönkulutus tilojen ja käyttöveden lämmityksessä

Q_{ip} = Lämpöpumpun tuottama vuosittainen lämpöenergia

SPF = Lämpökerroin, joka kuvaa lämpöpumpun tuottamaa vuotuista lämpöenergian suhdetta lämpöpumpun vuotuiseseen sähkönkulutukseen

Mitoitetaan järjestelmä siten, että poistuvan ilman lämpötila lämmöntalteenoton jälkeen on + 1 °C asteista. Lukua vastaava SPF- luku on 2,1 (taulukko 10).

Taulukko 10. Lämpöpumpun SPF- luku tilojen ja käyttöveden lämmityksessä, kun poistoilman lämpötila on + 21 °C. [32.]

Poistoilmalämpöpumppu	SPF-luku
<i>Jäteilman alin lämpötila</i>	
-3	2,4
+1	2,1
+3	2,0
+5	1,9

$$\rightarrow W_{ip} = \frac{46200 \text{ kWh}}{2,1} = 22000 \text{ kWh/a}$$

Sähköenergian hintana käytetään energianviraston sivuilta saatua Rovaniemen alueen keskimääräistä sähköhintaa 5,75 snt/kWh

$$\rightarrow 0,0575 \text{ €/kWh} * 22000 \text{ kWh/a} = 1265 \text{ €/a}$$

Poistoilmalämpöpumppu lisää siis vuodessa ostettavan sähköenergian kustannuksia 1265 €.

5.3.3 Poistoilmalämpöpumpun kannattavuus laskelma

Poistoilmalämpöpumppujen investointi asennuksineen ja laitteistoineen asuinkerrostaloihin on suuruusluokaltaan 40 000 – 60 000 €. Hintana on käytetty muista opinnäytetöistä saatua kustannustietoutta. On kuitenkin huomioitava, että kohderakennus on ilmatilavuudeltaan ja poistoilmamääriltään pienempi kuin vertailupohjana käytetyt asuinkerrostalot. Näin ollen laitteiston teholta ei vaadita niin paljoa, joten järjestelmän hankintakustannukset ovat pienemmät. Käytetään laitteiston suuntaa antavana kustannusarviona 30 000 € asennuksineen.

Laitteiston takaisinmaksuajaksi saadaan laskennallisesti suoritettujen energiasäästöjen perusteella kaavalla:

$$T = \frac{K}{S} \tag{6}$$

Jossa,

T = Takaisinmaksuaika vuosina [a]

K = Investointihinta [€]

S = Vuotuinen energiansäästö [€/a]

$$\rightarrow T = \frac{30\,000\ \text{€}}{2500\ \text{€/a}} = 12\ \text{vuotta}$$

Laskennan mukaan laitteiston takaisinmaksuajaksi pelkästään saavutetuilla energiasäästöillä saadaan siis 12 vuotta.

Kiinteistön omistajan on mahdollista hakea korjaushankkeelle kunnan tai ARAN myöntämää energia-avustusta, joka on enintään 15 % laitteiston hankintakustannuksista. Seuraavassa laskentaan otetaan huomioon avustusraha sekä laitteiston vuotuiset huolto- ja sähkökustannukset. Vuosittaiseen huoltotyöhön kuuluu lämpöpumpun suodattimien vaihtaminen ja puhdistus. Vuosittaiset huoltokustannukset ovat noin. 250 €/a. Kustannus pohjautuu muihin toteutuneisiin PILP kohteisiin. [33.]

$$\rightarrow 30\,000\ \text{€} * 0,85 = 25\,500\ \text{€}$$

$$\rightarrow 2500\ \text{€/a} - 1265\ \text{€/a} - 250\ \text{€/a} = 985\ \text{€/a}$$

$$\rightarrow T = \frac{25\,500\ \text{€}}{985\ \text{€/a}} \approx 26\ \text{vuotta}$$

Laskelmien perusteella voidaan todeta, että poistoilmalämpöpumpputjärjestelmän takaisinmaksuaika on hyvin pitkä verraten järjestelmän käyttöikä odotukseen, joka on 20 – 30 vuotta. Lisäksi lämpöpumpun kompressori tulee vaihtaa sen elinkaaren aikana 10 vuoden välein, jonka hinta on noin 1000 - 2000 €. [34.]

6 POHDINTA

Työtä tehdessä omaksui paljon asioita ja sai uusia näkökulmia kiinteistön elinkaaren hallintaan. Yläpohjan lisäeristyksellä saavutettu vuotuinen lämmitysenergian säästön suuruus olivat odotettua suuremmat. Erityisesti kun sen suhteuttaa sen verrattain pieneen investointihintaan ja työn suorittamisen helppouteen, voidaan sitä pitää erittäin kannattavana toimenpiteenä. Lisäeristyksellä saavutettujen energiasäästöjen lisäksi on huomioitava toimenpiteen parantava vaikutus myös asuin viihtyvyyteen. Parantunut lämmöneristävyys vähentää rakennuksessa olevaa vedontunnetta ja melutasoa.

Vesikaton korjauksen yhteydessä olisi syytä pohtia räystäsrakenteiden jatkamista. Nykyiset räystäät mukailevat seinälinjaa ja eivät anna perustuksille ja ulkoseinille suojaa viistosateelta.

Poistoilmalämpöpumpulla saatu hyöty suhteessa sen aiheuttamiin kustannuksiin jää hyvin vähäiseksi eikä mahdollisesti maksa itseään koskaan takaisin. Yksi vaihtoehtoinen lämmöntalteenotto muoto taloyhtiöön on maalämpö, jota ei kuitenkaan tutkimuksessa käsitelty. Esimerkkinä voidaan käyttää viereistä taloyhtiötä, jossa talot A – F siirtyi kaukolämmöstä maalämpöön vuonna 2015. Kustannusarvio hankkeelle oli 670 000 € ja takaisinmaksuajaksi on laskettu 10 vuotta. Tarkempia tietoja laskennasta ei ole saatavilla. [35.]

Opinnäytetyön tekeminen oli pitkä ja välillä hieman raskas prosessi, mutta kuitenkin aiheena antoisa ja mielenkiintoinen työ. Työni tavoitteena oli saada työstäni mahdollisimman konkreettinen ja todenmukainen, jotta sitä voitaisiin hyödyntää tulevaisuudessa. Työssä selvitettiin olennaisimmat toimenpiteet, joilla kohderakennusten käyttöikä voidaan pidentää. Lasketut korjaustoimenpiteiden kustannusarviot laskettiin helpottamaan suoritettavien korjaushankkeiden budjetointia. Mielestäni asetettuun tavoitteeseen päästiin.

7 YHTEENVETO

Opinäytetyössä tarkasteltiin Rovaniemellä sijaitsevia ja osoitteessa Evakkotie 75 olevia rivitaloja. Taloyhtiö koostuu vuonna 1970 rakennetusta neljästä erillisestä 2-kerroksisesta rivitalosta, joissa suoritetaan parhaillaan peruskorjaushanketta. Työssä käsiteltiin kohderakennusten nykytilaa, niiden historiaa sekä kevyen silmämääräisen kuntoarvion pohjalta tehtyjä korjausehdotuksia, joille laskettiin suuntaa antavat kustannusarviot. Näiden lisäksi rakennuksiin suunniteltiin energiatehokkuuden parantavia korjaustoimenpiteitä.

Rakennukset alkavat olla vaipparakenteiden osalta korjauksen tarpeessa. Asuinviihtyvyyden ja asuinturvallisuuden lisäämiseksi sekä rakennusten elinkaaren pituuden jatkamiseksi maanvastaiset perusmuurit tulisi vedeneristää sekä nykyiset tiilisaloajat ja kaivot uusia nykymääräyksien mukaisiksi. Perusmuurin vedeneristykseen vauriot ja huonosti toimiva salaojajärjestelmä on aiheuttanut jo kiinteistöissä suoritettujen tutkimusten mukaan sisäilmahaittoja ja kosteusvaurioita (liite 2).

Talo I:n vesikate on kärsinyt laajasti korroosio vaurioita. Lisäksi kattorakenteesta puuttuva aluskate lisää riskiä yläpohjan kosteusvaurioille. Vesikaton jäljellä oleva käyttöikä on 10 – 15 vuotta. Suositeltu korjaustoimenpide on laaja kattoremontti, joka sisältää uuden vesikatteen, räystäskourujen ja aluskatteen uusimisen.

Ulkoseinien kunto oli silmämääräisesti arvioituna hyvä, eikä vaadi paikallisten saumalaasti korjausten ja seinäpinnan puhdistuksen lisäksi muita korjaustoimenpiteitä. Seinärakenne on tiili-villa-tiili-rakenteinen, missä ei ole ilmarakoa. Mikäli seinärakenteen ulommainen pinta on tiivis, voidaan se luokitella riskirakenteeksi. Tällöin eristetilassa oleva kosteus ei pääse tuulettumaan rakenteesta pois. Seinärakenteessa olevasta eristeestä tulisi tehdä tarkemmat tutkimukset mahdollisten mikrobivaurioiden varalta. Ulkoseinien lisälämmöneristys suunniteltiin siten, että alkuperäinen seinärakenteen paksuus ei kasva. Tällöin vältetään räystäsrakenteen ja perustusten rakenteellisilta muutostoilta.

Opinnäytetyössä suunnitellut energiakorjaukset käsittelivät ulkoseinien ja yläpohjien lisälämmöneristystä sekä poistoilman lämmöntalteenottoa poistoilmalämpöpumppujärjestelmän avulla. Energiakorjaukset tulisi suorittaa aina suurempien korjausten yhteydessä, jotta niihin ryhtyminen olisi mahdollisimman taloudellisesta. Ulkoseiniin kohdistuva lisälämmöneristys tulee tehdä siinä tapauksessa, mikäli olemassa oleva eriste on pahasti vaurioitunut. Ehdotetuksi eristeeksi valittiin ruiskutettava polyuretaanieriste, sillä PU - eristeellä on erinomainen lämmöneristävyys ja jolla saadaan alkuperäinen u-arvo määräyksien mukaisesti 0,5-kertaiseksi alkuperäistä eristepaksuutta juurikaan kasvattamatta.

Yläpohjan lisäeristys todettiin erittäin kannattavaksi toimenpiteeksi. Saavutetuilla energiasäästöillä pisimmäksi takaisinmaksuajaksi saatiin 2 vuotta. Lisäksi lisäeristystyö kohteessa on helppo suorittaa puhallettavalla puukuituvillalla.

Poistoilman lämmöntalteenotto PILP:llä todettiin kannattomaksi. Saavutetut lämpöenergia säästöt ovat vuositasolla niin vähäiset, että takaisinmaksuaika laskettiin lähes yhtä pitkäksi järjestelmän oletetun käyttöiän kanssa. Kuitenkaan kustannusten laskentaan ei huomioitu mahdollista energian hinnan nousua, joka lisäisi investoinnin kannattavuutta.

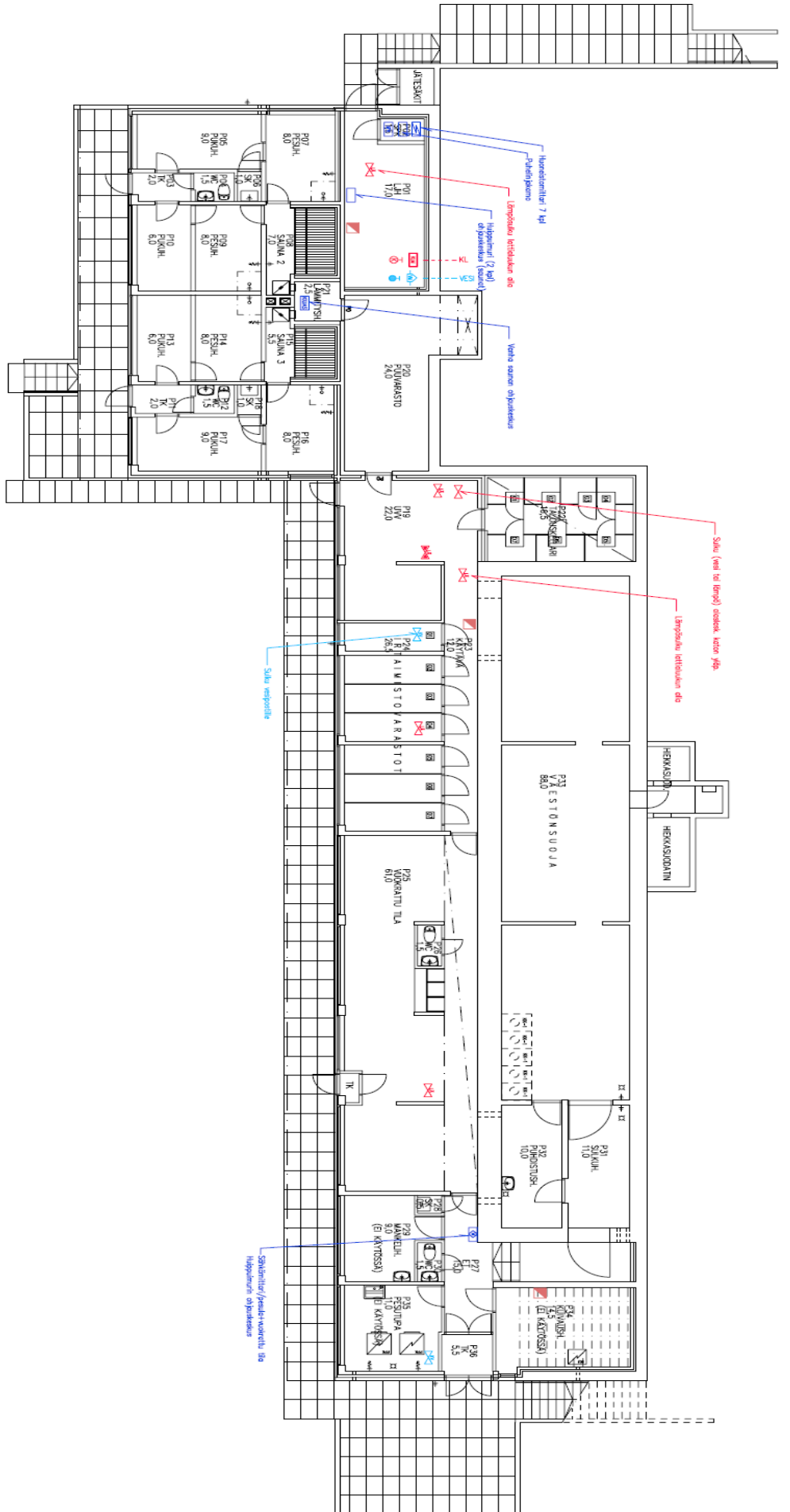
LÄHTEET

1. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL. 2013. Rakenteiden ja rakennusten elinkaaren hallinta. Helsinki: Tammerprint Oy
2. Matalaenergiarakentamisen määritelmiä. Haettu sivustolta: <https://www.rakennusteollisuus.fi/Tietoa-alasta/Ilmasto-ymparisto-ja-energia/Ilmasto--ja-energiapolitiikka/Rakennettu-ymparisto-ja-energian-kulutus/>
3. Museovirasto. Valtakunnallisesti merkittävät rakennetut kulttuuriympäristöt RKY. Haettu sivustolta: http://www.rky.fi/read/asp/r_kohde_det.aspx?KOHDE_ID=4278
4. Lapin Kansa. Rakennusliike Jouko Pesonen ja Kruunuasunnot solmivat asuntokaupat Rovaniemellä. Haettu sivustolta: <http://www.lapinkansa.fi/lappi/rakennusliike-jouko-pesonen-ja-kruunuasunnot-solmivat-asuntokaupat-rovaniemella/>
5. Myyryläinen L. 2008. Elinkaariajattelu kiinteistönpidossa. Helsinki: Gummerus Kirjapaino Oy.
6. Häkkinen T, Vares S, Vesikari E & Karhu V. 2001. Rakennusten elinkaari-tekniikka. Tuoteinformaatio käyttöikäsuunnittelun tueksi. Espoo: Valtion Teknillinen Tutkimuskeskus. Haettu sivustolta: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/julkaisut/2001/J848.pdf>
7. Rakennuskatsastus Kuoppala Oy. Kerros- ja rivitalokiinteistöjen kuntotarkastukset. Haettu sivustolta: <http://www.rakennuskatsastus.fi/rivitalot.pdf>
8. Taloyhtio.net. Peruskorjauksen ja perusparantamisen käsitteet. Haettu sivustolta: <http://www.taloyhtio.net/korjausjaremontointi/peruskorjaus/>

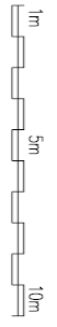
9. Rakennustieto Oy. Talonrakennushankkeen kulku. Kortisto: RT 10-10387. Haettu sivustolta: https://www.rakennustieto.fi/kortistot/tuotteet/RT_180.html.stx
10. Myyryläinen L. 2003. Kiinteistön kunnossapidon ja elinkaaren hallinta. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.
11. Hekkanen M. 1992. Korjausrakentaminen osana kiinteistönpitoa. Joutsa: Nettopaino Oy.
12. Suomen kiinteistöliitto. 2004. Isännöitsijän käsikirja. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.
13. Suomen arkkitehtiliitto Safa. Energiatehokas ja ekologisesti kestävä rakennus. Haettu sivustolta: https://www.safa.fi/fin/safa/kestavan_suunnittelun_sivusto_-_ekoboxi/energiatehokas_ja_ekologisesti_kestava_rakennus/
14. RT Rakennusteollisuus. 2015. Suhdanekatsaus. Haettu sivustolta: <https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/suhdanteet-ja-tilastot/suhdanekatsaukset/2015/kevat15/rt-suhdanne-kevat-2015.pdf>
15. Pylsy P. 2014. Uudet energiatehokkuusmääräykset korjausrakentamisessa. Opas taloyhtiölle. Meedia Zone Ou.
16. Kouhia I, Nieminen J & Pulakka S. 2010. Rakennuksen ulkovaipan energiakorjaukset. Espoo: Valtion Teknillinen Tutkimuskeskus. Haettu sivustolta: <http://www.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2010/VTT-R-04017-10.pdf>
17. Helsingin kaupungin rakennusvalvontavirasto. 2014. Energiatehokkuus korjaamisessa. Haettu sivustolta: http://www.hel.fi/static/rakvv/ohjeet/energiatehokkuus_korjaamisessa.pdf
18. RT Rakennusteollisuus. Korjausrakentaminen ja energiatehokkuus. Haettu sivustolta: <https://www.rakennusteollisuus.fi/Tietoalasta/Korjausrakentaminen1/Korjausrakentaminen-ja-energiatehokkuus/>

19. Enermix. Enermix LTO-järjestelmä – kerrostalon poistoilman lämmöntalteenotto. Haettu sivustolta: <http://www.enermix.fi/taloyhtio-lto>
20. Motiva. Ikkunoiden energiatehokkuus. Haettu sivustolta: http://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/vaikuta_hankinnoilla/ikkunoiden_energialuokitus/ikkunoiden_energiatehokkuus
21. Paroc. Rakennuksen vaippa. Haettu sivustolta: http://www.paroc.fi/knowhow/energiatehokkuus/rakennusten-suunnittelu/rakennuksen-vaippa?sc_lang=fi-FI
22. Kauppinen J. 2013. Ympäristöministeriön asetus 4/13. Rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä. Haettu sivustolta: <http://www.ym.fi/download/noname/%7B924394EF-BED0-42F2-9AD2-5BE3036A6EAD%7D/31396>
23. Linne S. 2010. Ulkovaipan lämpötalouteen vaikuttavat korjaustoimenpiteet käytännössä. Julkisivuyhdistys ry. Haettu sivustolta: <http://www.julkisivuyhdistys.fi/julkkari2/images/stories/File/tutkittua/lisalammoneristetutkimus.pdf>
24. Rakennustieto Oy. Yläpohjan lisälämmöneristäminen. Kortisto: RT 83-11161. Haettu sivustolta: <https://www.rakennustieto.fi/kortistot/rt/kortit/11161.html.stx>
25. Vallox. Ilmanvaihdon energiataloudellisuus. Haettu sivustolta: http://www.vallox.com/tietoa_ilmanvaihdosta/ilmanvaihdon_energiataloudellisuus.htmlteeparannus.fi
26. Motiva. Poistoilmalämpöpumppu. Haettu sivustolta: http://www.motiva.fi/rakentaminen/lammitysjarjestelman_valinta/lammitysmuodot/poistoilmalampopumppu
27. Ympäristöministeriö. 1999. Kosteus rakentamisessa. RakMK C2 opas. Tampere: Tammer-Paino Oy.

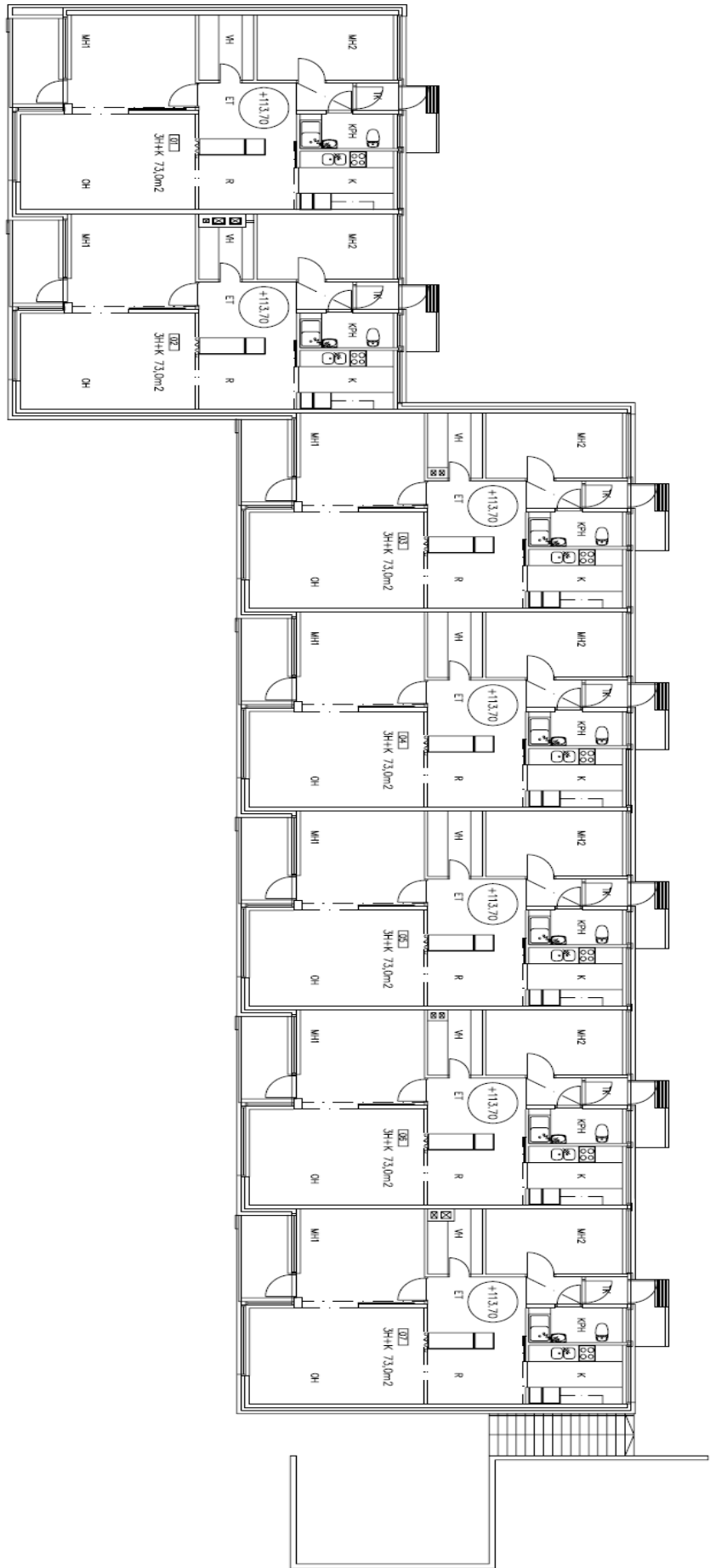
28. Suomirakentaa.fi. 2013. Vain hoidettu ulkoverhous kestää. Haettu sivustolta: <http://www.suomirakentaa.fi/korjaaja/ulkoseinaet-ja-julkisivut/julkisivun-hoito-ja-huolto>
29. Rakennustieto Oy. Ekovilla-lämmöneristeet. Kortisto: RT 38504. Haettu sivustolta: <https://www.rakennustieto.fi/kortistot/rt/kortit/38504>
30. Suomen rakentamismääräyskokoelma C4. Lämmöneristys. Ohjeet 2012. Haettu sivustolta: <http://www.ym.fi/download/noname/%7BE3549160-2ED6-4807-8556-230BDC60275B%7D/30749>
31. Energiateollisuus ry. Kaukolämmön hinnat tyyppitaloissa eri paikkakunnilla. Haettu sivustolta: <http://energia.fi/tilastot/kaukolammon-hinnat-tyyppitaloissa-eri-paikkakunnilla>
32. Finlex. 176/2013. Energiatodistuksen kokonaisenergiakulutuksen (E-luvun) määrittäminen. Haettu sivustolta: <http://www.finlex.fi/data/sdliite/liite/6186.pdf>
33. Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus. Kuntien myöntämät korjaus- ja energia-avustukset. Haettu sivustolta: http://www.ara.fi/fi-FI/Rahoitus/Avustukset/Kuntien_myontamat_korjaus_ja_energiaavustukset
34. Energiatehokas koti. Lämmitysjärjestelmien elinkaari. Haettu sivustolta: http://www.energiatehokaskoti.fi/suunnittelu/talotekniikan_suunnittelu/lammitus/lammitysjarjestelmien_elinkaari
35. Uusi Rovaniemi. Evakkotiellä vaihdetaan maalämpöön. Haettu sivustolta: www.uusirovaniemi.fi/miesie/1194982955061/artikkeli/evakkotiella+vaihdetaan+maalampoon.html



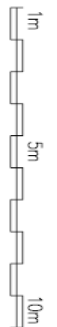
TALO I, POHJAKERROS
KORKEUSMÄÄRITÄMÄT VANHOISTA PIIRUSTUKSISTA



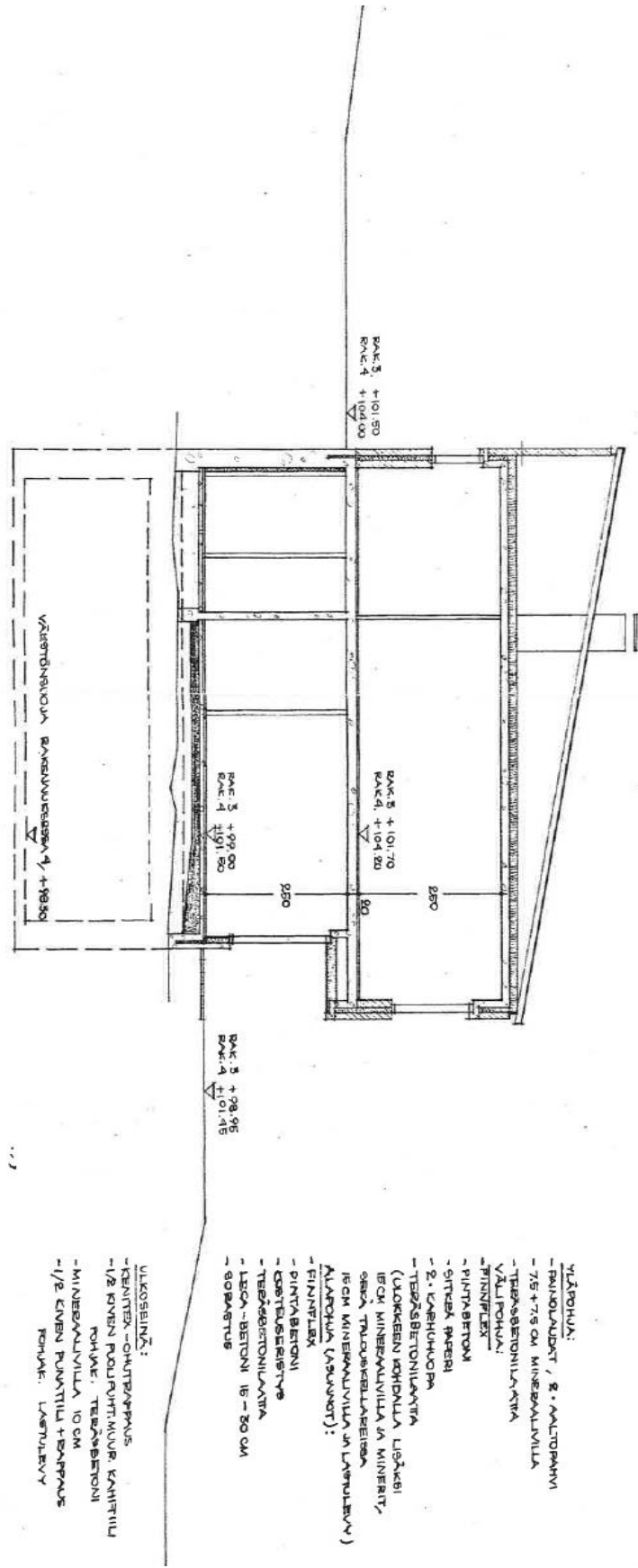
PAIKANNUSPIIRUSTUS			
	KRUUNUSPIIRUSTUKSET OY	SSÄLTO	POHJA, PKRS, TALO I
	ASOY ROVANEKEN	LAADITTU	30.08.2004
	EVAKKOIE 75 C-1, ROVANEKEN	LAATILJA	SUUNNITTELUYHTIÖ PLANARI OY



TALO I, 1. KERROS
KOROKESAMMERNINKI VANHOISTA PIIRUSTUKSISTA



PAIKANNUSPIIRUSTUS			
KRIIVUUSJANNOT OY ASOY ROVANIEMEN EVAKKOTIE 75 0-1 EVAKKOTIE 75, ROVANEMI		SSÄLÖ	POHJA, 1. KRS, TALO I
		LAADITTU	30.08.2004
		LAATIJAA	SUUNNITTELUKUNNISTO PIAANARI OY
			1:150



- VÄESTÖNSUOJA:**
- RAKENNUKSIEN SUOJA
 - 75 + 7,5 CM MINERIVALUVA
 - TERÄSBETONILANKA
 - VALUVA
 - FINNIFLEX
 - PUHTABETONI
 - SITKEÄ PAPERI
 - 2. KASIKUOPPA
 - TERÄSBETONILANKA
 - (KOKKEEN KOHDALLA LISÄKI
 - IECN MINERIVALUVA JA MINERIT,
 - IECN TILUUSKELAREISSA
 - IECN MINERIVALUVA JA LÄMPÖERISTYS
- ALUEVA (KUNNAT):**
- FINNIFLEX
 - PUHTABETONI
 - KORTTELIERISTYS
 - TERÄSBETONILANKA
 - LEICA-BETONI 15 - 30 CM
 - SOPAUSTUS

- ULKOSEINÄ:**
- KÄYTTÖVA
 - 1/2 RIVIN PUOLIPUHTABETONIN KÄYTTÖVA
 - KÄYTTÖVA: TERÄSBETONI
 - MINERIVALUVA 10 CM
 - 1/2 RIVIN PUHTABETONIN KÄYTTÖVA
 - KÄYTTÖVA: LÄMPÖERISTYS

Evakkotie 75 I-L
Hanke 8457

Inspecta

9.3.2015

As Oy Rovaniemen Evakkotie 75 I-L
Evakkotie 75 I-L
96100 Rovaniemi

Juhani Solkinen
Kruunuasunnot Oy
puh. 0400 414 434
Elimäenkatu 25 – 27
00510 Helsinki

Lähtötiedot ja lyhyt yhteenveto talojen I-L huoneistojen tilasta

Talojen I-L huoneistojen kylpyhuoneisiin suoritettiin aistivarainen tarkastus ja pintakosteusmittaus WC/kph tiloihin huhtikuussa 2014. Marraskuussa 2014 suoritettiin sisäilmamittauksia huoneistoihin K4, I1, I2 ja I7 Inspecta Oy:n toimesta (Sisäilmatutkimusraportti 3.12.2014).

Useassa kylpyhuoneessa havaittiin kohonneita pintakosteuden vertailuarvoja. Huoneistossa I2 havaittiin lisäksi kosteusvaurioita seinien alaosissa. Huoneistossa I2 havaittiin sisäilmatutkimuksessa viitteitä mikrobilähteestä. Kylpyhuoneen kuivantilanpuoleiset seinien alaosat olivat mikrobivaurioituneet.

Huoneiston K4 olohuoneen seinien alaosissa havaittiin runsasta maalipinnan kuplimista sekä voimakasta mikrobiperäistä hajua kosteuskuormituksen seurauksena. Huoneiston K4 lattialaatan ja seinien liittymäkohdissa havaittiin epätiiveyttä, joista voi vapautua sisäilmaan hajuja sekä muita epäpuhtauksia. K4 huoneiston osalta em. viat ja puutteet korjattiin, eikä tämän jälkeen suoritettussa sisäilmamittauksessa havaittu viitettä mikrobilähteestä.

K-talossa jouduttiin kunnostamaan huoneistot K1-K3 alapohjan kosteusvaurion vuoksi talven 2013-2014 aikana. Vastaava merkittävä vaurioriski on olemassa salaojien puutteellisen toiminnan ja perusmuurien vedeneristyksen vaurioiden vuoksi myös muissa rakennuksissa.

Huoneistoissa on havaittu myös puutteita IV-kanavien toimivuudessa. IV-pystykanavien sisäpinoille kondensoituu esim. ruoanlaiton ja kylpyhuoneen käytön yhteydessä kosteutta, joka valuu kanavan sisäpintaa pitkin kostuttaen sisäkattoa ja sitä ympäröiviä rakenteita (esim. K12, jonka vaurio korjattiin 2014). Kostuneissa rakenteissa voi olla tai niihin voi muodostua sisäilman laatuun vaikuttavaa mikrobikasvustoa. IV-kanavistoissa havaittiin merkittävää kondensoitumista useassa huoneistossa. Yläpohjan kautta tapahtuneita korjattuja vuotovaurioita on ollut myös huoneistoissa K8 ja K9 (vesikatteen vauriot ja IV-kanavien kondenssit)

Tutkimuksien perusteella kiinteistössä on useita lähes vastaavanlaisia vielä korjaamattomia huoneistoja, joiden erityisesti kylpyhuoneiden kosteustekninen nykytaso voi olla edellytys mikrobivaurion syntyyn ja puutteelliseen sisäilman laatuun. Tällaisia huoneistoja ovat mm. K5, I1, I2, I5, I6, I7, J5, J8 ja J10. Lisäksi muissa huoneistoissa voi olla edellä mainittuja puutteita ilmanvaihdon toimivuudessa.

Osittain maanpinnan alla olevat pohjakerroksen huoneistot ovat alttiina alapuoliselle kosteusrasitukselle ja sen aiheuttamille mikrobivaurioille. Osa lämmitys- ja vesijohtoverkon putkituksista on sijoitettu pohjakerroksessa osittain kostuneeseen maanvaraiseen laattaan, jolloin putkiston korroosio-/vesivaurioriski on kasvanut merkittäväksi.

Rovaniemellä 9.3.2015



Viljo Lohilahti
RI (amk), Asiantuntija, Inspecta
Kairatie 2
96100 Rovaniemi
puh. 040 7699 566
viljo.lohilahti@inspecta.com