



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Niko Keränen

1950-luvulla rakennetun 1,5-kerroksisen pientalon kuntotutkimus ja korjaussuositukset

Opinnäytetyö

Kevät 2025

Rakennusmestari (AMK), Rakennustekniikka



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä ¹

Tutkinto-ohjelma: Rakennusmestari (AMK), Rakennustekniikka

Suuntautumisvaihtoehto: Talonrakennustekniikka

Tekijä: Niko Keränen

Työn nimi alaotsikoineen: 1950-luvulla rakennetun 1,5-kerroksisen pientalon kuntotutkimus ja korjaussuosituksen

Ohjaaja: Olli Isopahkala

Vuosi: 2025

Sivumäärä: 73

Liitteiden lukumäärä: 2

Tutkimuksen tarkoituksena oli tuottaa tilaajalle realistinen näkemys hänen omistamansa 1,5-kerroksisen pientalon rakenteiden ja rakenneosien kunnosta ja korjauksien kiireellisyydestä. Tutkimus aloitettiin perehtymällä 1950-luvun rakentamista käsitteleviin julkaisuihin. Perehtymisen tarkoituksena oli muodostaa kokonaiskuva rakennusajalle tyypillisestä rakennuskannasta, materiaalivalinnoista, käytetyistä rakennustavoista, mahdollisista riskirakenteista ja muista kriittisistä rakenteista ja rakennuksen vaurioherkistä kohdista. Tutkimuskohteeseen toteutettiin kaksi erillistä käyntikertaa. Ensimmäisellä kerralla tutkimuskohde mitattiin ja kohteesta tehtiin piirustukset, koska niitä ei ollut saatavilla. Ensimmäisellä kerralla tutkimuskohteessa suoritettiin alustava kartoitus näkyvistä vaurioista ja todennäköisistä riskipaikoista, joissa tehtiin toisella käyntikerralla rakenneavauksia mahdollisten vaurioiden löytämiseksi. Mitoituskäynnin tuloksista kohteesta piirrettiin pohja-, julkisivu-, ja leikkauspiirustukset avustamaan kohteessa tehtävän kuntotutkimuksen dokumentointia. Ennen toista käyntikertaa RT-kortistoa ja kuntotutkimusta käsitteleviä julkaisuja hyödyntäen kohteeseen laadittiin tutkimussuunnitelma. Suunnitelmaan sisällytettiin tehtävän kuntotutkimuksen toteutusjärjestys, rakenneavausten paikat rakennuksen eri osissa, tehtävien mittausten suoritustavat ja havaintojen ja mittaustulosten dokumentointi ja jatkokäsittely.

Rakenteet poikkesivat tilaajan olettamista rakenteista. Poikkeamat ovat tavanomaisia kohteissa, joista ei ole asiakirjoja saatavilla. Asuinrakennukseen suoritettussa kuntotutkimuksessa löydettiin kohteen rakennusajalle tyypillisiä vaurioita. Vaurioiden laajuus oli odotettua vähäisempää kuin useissa samanikäisissä rakennuksissa. Rakenteille oli aikaisempien omistajien toimesta tehty korjaustoimenpiteitä, joista tilaajalla ei ollut aiempaa tietoa. Tämän tutkimuksen osana tilaajalle tuotettiin listaus suositelluista korjaustoimenpiteistä. Osana tutkimusta suoritettiin suositeltujen korjaustoimenpiteiden toteutusjärjestyksen optimointi ja korjaustoimenpiteiden suppea energiahäviön vaikuttavuuslaskelma. Tutkimuksessa otettiin huomioon voimassa olevien lakien ja asetusten vaatimukset korjausrakentamiselle.

¹ Asiasanat: kuntotutkimus, korjausrakentaminen, kosteusvaurio

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract ¹

Degree programme: Bachelor of Construction Site Management

Specialisation: Building Construction

Author: Niko Keränen

Title of thesis: Condition survey and repair recommendations for a house from the 1950's

Supervisor: Olli Isopahkala

Year: 2025

Number of pages: 73

Number of appendices: 2

The aim of the study was to produce a realistic image of the structural condition of the house that the client owned. The research resulted in a priority order for repairs. Construction in the 1950's was first studied. An overall picture of the typical constructions of the time was formed. The research site was visited twice. The first time, the subject building was measured for drawing pictures. At the same time, potential risk areas were mapped. A research plan was prepared before the second visit. The plan included research to be performed, the locations of structural openings, the methods for performing measurements, and the documentation of the measurement results.

In the study, defects in the building were found typical of the construction in the 1950's. The construction defects were smaller than in many buildings of same age. Repairs, which the client was not aware of, had been made in the structures. As part of the research, the client received a list of recommended repairs. The research included the order of repairs and small energy loss calculation.

¹ Keywords: condition survey, renovation building, moisture damage

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä	2
Thesis abstract	3
SISÄLTÖ	4
Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo	6
Käytetyt termit ja lyhenteet	8
1 JOHDANTO	9
2 PIENTALOJEN KORJAUKSET	10
2.1 Rakennusten elinkaaren pidentäminen	10
2.2 Vanhojen rakennusten korjausrakentaminen	11
2.3 Rakennuksessa olevat riskirakenteet on kartoitettava	12
2.4 1950-luvulla rakennetun talon yleisiä vauriokohtia ja niiden korjausten riskit	14
2.5 Vanhojen rakennusten korjausrakentamiseen liittyviä haasteita	15
2.6 Korjausrakentamisen laajuuden määrittäminen	16
2.7 Korjausvelka	18
2.8 Asetuksien vaatimukset ja velvoitteet korjausrakentamiselle	19
2.9 EU:n rakennusten energiatehokkuusdirektiivi, EPBD	21
2.10 Energiatodistuksen kokonaisenergiankulutuksen E-luvun laskenta	21
2.11 Toimenpide-ehdotukset E-luvun parantamiseksi	24
3 KUNTOTUTKIMUS 1950-LUVUN PIENTALOON	27
3.1 Tutkimuskohteen yleiskuvaus	27
3.2 Tutkimuskohteen kuntotutkimuksen tavoitteet	28
3.3 Käytetyt kuntotutkimusmenetelmät	29
3.4 Piha-alue ja varusteet	30
3.5 Perustukset ja alapohja	32
3.6 Ulkoseinät	39
3.7 Ikkunat ja ovet	44
3.8 Väliseinät	46
3.9 Välipohja	48
3.10 Yläpohja ja vesikatto	50

3.11 LVIS-järjestelmät.....	52
4 TUTKIMUSKOHTTEEN SUOSITELLUT KORJAUSTOIMENPITEET	56
4.1 Piha-alue ja varusteet	56
4.2 Perustukset ja alapohja	56
4.3 Ulkoseinät	57
4.4 Ikkunat ja ovet.....	57
4.5 Väliseinät	58
4.6 Välipohja	58
4.7 Yläpohja ja vesikatto	59
4.8 LVIS-järjestelmät.....	59
4.9 Suositellut korjaukset ja kuntoluokka yhteenveto	60
4.10 Rakennuksen vaipan U-arvot ja korjausten energiasäästölaskelma	63
5 YHTEENVETO	67
LÄHTEET	69
LIITTEET	73

Kuva-, kuvio- ja taulukkoluettelo

Kuva 1. Julkisivu kaakkoon.....	27
Kuva 2. Julkisivu koilliseen.	28
Kuva 3. Piha-alue tieltä päin kuvattuna.....	31
Kuva 4. Kasvillisuus on täyttänyt piha-alueen.....	32
Kuva 5. Kasvillisuus kasvaa seinän vieressä.....	33
Kuva 6. Samantyyppisiä halkeamia löytyi 7kpl.....	34
Kuva 7. Perusmuurissa halkeama.	35
Kuva 8. Alapohjan rakenneavaus.	37
Kuva 9. Lattiapalkin mittaus.....	38
Kuva 10. Ulkoseinän avaus sisältä.	41
Kuva 11. Talon ensimmäisen kerroksen ulkoseinän rakenneavaus.....	42
Kuva 12. Merkkejä vanhoista kosteusvarioista.	43
Kuva 13. Ulkoseinän läpivienti.....	44
Kuva 14. Vuorilaudan ja vesipellin liitos ensimmäisen kerroksen ikkunassa.	45
Kuva 15. Toisen kerroksen ikkunan alareuna.	46
Kuva 16. Väliseinän avaus.	47
Kuva 17. Toisessa kerroksessa muovimatto irronnut.....	50
Kuva 18. Savupiipun läpivienti yläpohjassa.	51
Kuva 19. Vesikaton pinnoite halkeillut.	51
Kuva 20. Savupiipun pellityksen tiiveysvaurio.....	52

Kuva 21. Olohuoneessa tiilimuurattu takka.....	53
Kuva 22. Pönttöuuni.	54
Kuva 23. Keittiön puuliesi.	54
Kuva 24. Sähköpääkeskus.	55
Kuvio 1. Alapohjan rakenneleikkaus.	36
Kuvio 2. Ensimmäisen kerroksen ulkoseinän rakenneleikkaus.	40
Kuvio 3. Huoneiden ja ullakotilan välinen seinärakenne.....	48
Kuvio 4. Välipohjan lämpimien tilojen rakenneleikkaus.	49
Taulukko 1. Energiatehokkuusluokat yhden asunnon talot $A_{\text{netto}} < 120\text{m}^2$	25
Taulukko 2. Toimenpiteen vaikutus E-lukuun.	25
Taulukko 3. Rakenneosien kuntoluokat (.	63
Taulukko 4. U-arvo vertailu.....	64
Taulukko 5. Kohteen alkuperäisten rakenneosien energiahäviöt.	65
Taulukko 6. Kohteen rakenneosien energiahäviöt korjaussuositusten jälkeen.....	66

Käytetyt termit ja lyhenteet

Elinkaari	Rakennuksen elinkaari koostuu rakennuksen suunnittelusta, rakentamisesta, rakennuksen käytöstä päättyen rakennuksen purkamiseen.
E-luku	Rakennuksen energiatehokkuuden vertailuluku, joka ilmaisee rakennuksen laskennallisen ostoenergian kulutuksen neliometriä kohden vuodessa.
Energiahäviö	Rakennuksen energiahäviö tarkoittaa energian menetystä rakennuksen eri osien kautta. Energiahäviötä tapahtuu mm. seinien, ikkunoiden, yläpohjan ja alapohjan kautta.
Kuntoluokka	Tarkastettavan kohteen tai rakenneosan korjaustarpeen kiireellisyysluokka. Kuntoluokka arvioidaan kuntoarvion tai -tutkimuksen perusteella
Kuntotutkimus	Yksittäisen rakennusosan, laitteen tai järjestelmän tarkempi, rakenteita avaava tutkimus, jonka tavoitteena on selvittää mahdollisen vaurion tai ongelman aiheuttaja.
Korjausvelka	Rakennusten tai kiinteistöjen tarvittavien korjausten jättäminen oikeanaikaisesti tekemättä.
Riskirakenne	Rakenne, jonka riski laho-, kosteus-, mikrobivaurioille on normaalirakennetta suurempi.
Vaippa	Rakennuksen vaippa koostuu rakenneosista, jotka erottavat lämpöeristetyt tilat ulkoilmasta, maaperästä tai lämmittämättömistä tiloista.
U-arvo	Materiaalin tai rakenteen lämmönläpäisykerroin. U-arvo kertoo, kuinka paljon lämpöä siirtyy rakenteen läpi, jos lämpötilaero materiaalin tai rakenteen eri puolilla on yksi aste. U-arvon yksikkö on $\frac{W}{m^2K}$ tai $\frac{W}{m^2C}$.

1 JOHDANTO

Suomessa on monen ikäisiä ja kuntoisia asuinrakennuksia. Julkisuudessa keskustellaan usein rakennuskantaan liittyvästä korjausvelasta. Korjausvelalla tarkoitetaan rahamäärää, joka tulisi sijoittaa rakennuskannan korjauksiin, jotta rakennuskanta pysyisi käyttökuntoisena. Toisin sanoen rakennuksiin ei tehdä määräaikaista huolto- ja korjaustoimenpiteitä oikea-aikaisesti, vaan niiden aloitusta pitkitetään, vaikka tarve korjauksiin ja huoltotoimenpiteisiin tiedostetaankin. Resurssipulaan vedotaan yleisesti, kun toimenpiteiden aloittaminen pitkittyy. Vedotaan muun muassa taloudellisiin, teknisiin tai työvoimaan liittyviin resursseihin. *Suomen Kiinteistölehdessä* (2022) artikkelin mukaan vuosina 2022–2050 asuinrakennusten rakenteellinen korjausvelka tulee olemaan vuosittain noin 7,8 miljardia euroa.

Tutkittava asuinrakennus oli arkkitehtuuriltaan rakennusaikaan yleinen pientalomalli, niin kutsuttu rintamiestalo. Rintamiestaloja on rakennettu Suomessa 1940-luvulta 1960-luvulle saakka. Tutkimuskohteen kaltaisia rintamiestaloja on Suomessa lukuisia, mutta jokainen niistä on yksilöllinen. Rakennustapa ja -materiaalit ovat rakennusvuosikymmenille tyypillisiä ja siten ne ovat vaihdelleet aikakauden ja materiaalien saatavuuden mukaan. Rakennustavan ja -materiaalien vaihtelut voivat olla paikallisestikin saman rakennusajan rintamiestaloissa huomattavia.

Tämä tutkimuksen lähtökohtana oli selvittää 1950-luvulla rakennetun asuinrakennuksen rakenteiden tekninen kunto ja tuottaa tilaajalle korjaussuositus ja -järjestys. Rakennus on 1,5-kerroksinen puurunkoinen pientalo. Ulkoseinien ja välipohjan lämpöeristys on toteutettu sahanpurueristysenä. Yläpohjan eristykseksi on myöhemmin lisätty mineraalivillaa. Vesikatteenä on pärekaton päälle asennettu konesaumapelti. Tutkimus toteutettiin rakenteita silmämääräisesti havainnoimalla. Kriittisissä rakennuksen kohdissa rakenteita avattiin. Kosteusolosuhteet rakenteissa todennettiin mittaamalla. Tulokset dokumentoitiin valokuvien ja täyttämällä mittauspöytäkirjaa.

Tutkimuksen tuloksena saatiin tutkimuskohteen tekniseen kuntoon perustuva korjaussuositus. Tutkimuksen osana tuotettiin suppea energiahäviövertailu. Energiahäviövertailun tuloksena voitiin todeta, että korjaustoimenpiteet tuottavat säästöä tutkimuskohteen energiakustannuksiin.

2 PIENTALOJEN KORJAUKSET

2.1 Rakennusten elinkaaren pidentäminen

Rakennusten elinkaarta pidennetään oikea-aikaisesti ja säännöllisesti toteutetuilla kunnostus- ja korjaustoimenpiteillä (Helsingin seudun ympäristöpalvelut (HSY), i.a.). Kunnostaminen tulee suorittaa huolellisesti, vaikka kunnostaminen olisi yksinkertainen toimenpide. Kehnosti suoritettu kunnostaminen ja kunnossapidon laiminlyönti ovat pääsyitä rakennusten purkamiselle. Rakentamisen suunnitteluvaiheen materiaalivalinnoilla ja rakenneratkaisuilla vaikutetaan kunnostustoimenpiteiden vaatimukseen. Rakennuksia, joihin käyttäjien todetaan kiintyneet, ylläpidetään paremmin. Tulevaisuudessa käytettävien ratkaisujen monimutkaisuus voi tehdä rakennusten ylläpidosta haastavaa, mikäli käytettyjen laitteistojen tai ohjelmistojen päivittäminen ei ole helppoa. Olemassa olevaa rakennuskantaa puretaan niin kutsutuista ilmastosyistä. Oletetaan, että vain uusi rakennus on energiatehokas. Tällöin on syytä tehdä vertailua olemassa olevan ja rakennettavan rakennuksen hiilidioksidipäästöistä rakennuksen koko elinkaaren ajalta. Käytön aikainen hiilidioksidipäästöjen säästö uudiskohteessa ei usein riitä kattamaan rakentamisesta syntyviä hiilidioksidipäästöjä.

Peruskorjaus on elinkaaritalouden kannalta purkamista edullisempi ratkaisu (Mölsä, 2021). Peruskorjaaminen on selvityksen mukaan puurakenteista uudisrakentamista ilmastoystävällisempi. Betonirakentamisessa uuden rakennuksen elinkaarikustannukset ovat 17 prosenttia peruskorjausta suuremmat. Peruskorjauksessa investointien osuus elinkaarikustannuksista on lähes 60 prosenttia, uudisrakentamisessa 70 prosenttia. Uudisrakentamisen säästöt energiakustannuksissa eivät 50 vuoden tarkastelujakson aikana saa kurottua kiinni eroa peruskorjaukseen. Puurakentamisessa hintaero olisi vieläkin suurempi, koska betonirakentaminen on puurakentamista edullisempaa.

Kaikille rakennuksille, rakennuksen sijainnista riippumatta, on laadittava pitkäjänteinen ja suunnitelmallinen kiinteistönpito (Ympäristöministeriö, 2020, s. 28). Omistaja laatii rakennukselle toimenpidestrategian 15–20 vuoden ajalle. Strategia sisältää rakennuksen vaiheittaisen parantamisen lähelle nollaenergiatasoa tai varautumisen rakennuksen purkamiselle.

2.2 Vanhojen rakennusten korjausrakentaminen

Materiaalitehokkuus paranee, kun materiaalia käytetään pitkään (Orava, 2003, s. 18).

Materiaalista saatava hyöty kasvaa. Rakennukseen kuuluu lukuisa määrä erilaisia materiaaleja. Tämän takia pitkäikäisyys on rakennuksessa tärkeää.

Rakennusten käyttöikään vaikuttaa keskeisesti kuluminen ja tekninen vanheneminen, vaikkei ne ole ainoat käyttöikään vaikuttavat tekijät (Orava, 2003, s. 19–20). Rakennuksen käyttö, sääolosuhteet ja kemikaalit kuluttavat rakennuksia. Rakennuksen toistuvat muodonmuutokset johtuvat kosteuden ja lämpötilan muutoksista. Materiaalien erilaiset ominaisuudet, rakennus-, hoito-, käyttö- ja suunnitteluvirheet voivat lyhentävät materiaalin käyttöikää.

Korjausrakennettu rakennus on kokonaisuus (Ojanen ym., 2017, s. 24). Rakennus koostuu erilaisista teknisistä järjestelmistä, eri rakenteista ja tiloista sekä niiden käyttäjistä.

Rakennuksen tulee olla käyttäjilleen turvallinen, toimiva, terveellinen ja tarjota olosuhteet energiatehokkaasti. Korjausrakennetut rakenteet tulee olla kosteusteknisesti toimivia.

Korjausten tavoitteena on riittävällä ilmanvaihdolla ja hyvällä lämpöeristyksellä varustettu rakennus. Riittävä lämmöneristys, rakenteiden ilmanpitävyys ja kosteusteknisesti toimivat rakenteet ovat edellytykset rakennuksen energiatehokkuudelle. Rakennuksen korjauksen lähtökohtana on yleensä teknisen käyttöiän päättymisen, vauriot tai tarpeiden muutokset.

Korjausten tulee olla suunniteltua, jotta eri rakennusmateriaalien käyttöiän päättymisestä johtuviin vaurioihin voidaan varautua. Rakennuksen korjaukset ovat osa rakennuksen kunnossapitoa. Suunniteltujen korjaustoimenpiteiden tulee olla perusteltuja ja perustua kiinteistön kunnossapitosuunnitelmaan ja kiinteistön kuntotutkimukseen.

Korjausrakentamisen suunnitteluun kuuluu olennaisena osana rakennuksen energiatehokkuuden parantaminen (Halttunen, i.a.). Korjausrakentamisen yhteydessä toteutettu energiatehokkuuden parantaminen nostaa rakennuksen arvoa, vaikuttaa hiilijalanjälkeen, parantaa rakennuksen energiataloutta ja asumisviihtyvyyttä. Suoritettavat korjaustoimenpiteet tulee suunnitella ja aikatauluttaa huolellisesti. Suunnittelussa on syytä konsultoida asiantuntijoita. Useiden korjausrakentamistoimenpiteiden samanaikaisuutta on järkevää harkita. Putki- tai sähköjärjestelmän korjauksen yhteydessä parannetaan samanaikaisesti rakennuksen energiatehokkuutta.

2.3 Rakennuksessa olevat riskirakenteet on kartoitettava

Riskirakenteella tarkoitetaan rakennetta, jonka riski kosteus-, mikrobi- ja lahovaurioille on normaalia rakennetta suurempi (Käyhkö, 2024b). Lahovaurio saattaa heikentää rakenteen kantavuutta. Kosteus- ja mikrobivauriot heikentävät sisäilmaa ja saattavat aiheuttaa sisäilmaongelmia. Riskirakenteita on pidetty toimivina ratkaisuina omana aikakautenaan. Lähes kaikkia riskirakenteita on pidetty hyvän rakennustavan mukaisina rakenteina. Rakenteita on suositeltu käytettäväksi eri rakennusohjeissa, kuten RT-kortistossa, RIL-kirjoissa. Käyttökokemusten myötä on myöhemmin havaittu rakenteissa toiminnallisia puutteita.

Eri vuosikymmenten pientaloista, erityisesti 1900-luvulla rakennetuista, löytyy riskirakenteita (Käyhkö, 2024b). Vuosina 1940–1980 rakennetuissa pientaloissa riskirakenteita esiintyy usein. 2000-luvulla rakennetuissa rakennuksissa saattaa myös esiintyä riskirakenteita, mutta 2010-luvulla ja uudemmissa riskirakenteiden esiintyminen on harvinaista. Riskirakenne ei aina tarkoita sitä, että rakenne on vaurioitunut. Rakenteen vaurioituminen on monen tekijän summa. Riskirakenteen kunto on syytä tutkia huolellisesti. Mikäli tutkimuksissa ei havaita vaurioita, riskirakennetta ei ole tarvetta, tai edes syytä korjata. Jos rakenne on pysynyt hyväkuntoisena viimeisten vuosikymmenten aikana, on erittäin epätodennäköistä, että se vaurioituu seuraavien vuosikymmenten aikana.

Sisäpuolisella eristyksellä varustettu kellarikerroksen seinä on riskirakenne (Käyhkö, 2024b). Riskirakenne on myös vesieristämätön maanvastainen seinä. Puutteet seinän perustuksissa tekevät rakenteesta riskirakenteen. Tunnetuin riskirakenne on niin kutsuttu valesokkeli, jota käytettiin yleisesti 1960–90-luvuilla rakennetuissa taloissa. Valesokkeli tarkoittaa sitä, että ulkoseinän lämmöneriste tai seinän puurunko on sokkelin yläreunan alapuolella. Riski ulkoseinän alaosien vaurioitumiselle täten kasvaa.

Huonosti toteutettu ilmanvaihto puupohjaisessa rossipohjassa on riskirakenne (Käyhkö, 2024b). Vanhemmissa rossipohjissa on käytetty lämpöeristeinä orgaanisia materiaaleja ja rossipohjat ovat hirsirakenteisia. Rossipohjasta tulee riskirakenne, mikäli alapuolinen tuuletus on puutteellinen tai maatäytönä on käytetty märkää, kosteutta läpäisemätöntä maa-ainesta. Tiivis lattiapinnoite tekee eristämättömästä betonilaatasta riskirakenteen. Lattiapinnoite aiheuttaa kosteuden nousua laatan ja lattiapinnoitteen välissä. Rakennetta on käytetty etenkin kellarin alapohjarakenteena. Kaksoisbetonilaatalla toteutettu alapohjarakenne on

riskirakenne. Kaksoisbetonilaatassa betonilaattojen välissä on lämmöneristys. Rakenteen riskinä on kosteuden seurauksena mikrobivaurio eristekerroksessa.

Puukoolattu lattiarakenne, joka on tehty maavaraisen betonilaatan päälle, on riskirakenne (Käyhkö, 2024b). Lattiarakenteen lämpöeristeenä on käytetty mineraalivillaa tai sahanpurua. Betonilaatta on valettu yleisesti kosteaa hiekkaa vasten. Kosteussulkukerros voi rakenteessa esiintyä. Ryömintä- tai ilmatilalla varustettuna, ilman betonilaatan alapuolista eristämistä, alapohjarakenne on riskirakenne. Rakenteessa koko eristyskerros sijaitsee laatan yläpuolella, tällöin betonilaatta on yhteydessä ilmatilassa olevaan ulkoilmaan. Mineraalivillaa tai sahanpurua on käytetty lämpöeristeenä, jolloin mikrobivaurioiden esiintymisen riski lämpöeristeessä ja puukoolauksessa on merkittävä.

Betonilaattavälipohja, jossa on yläpuolinen lämpöeristys ja koolaus, on riskirakenne (Käyhkö, 2024b). Rakenne on yleinen vuosina 1940–1990 rakennetuissa kellarillisissa pientaloissa. Tyypillisesti vauriot sijaitsevat ulkoseinien läheisyydessä.

Puurunkoinen väliseinä, joka alkaa lattiapinnan alapuolelta, on riskirakenne (Käyhkö, 2024b). Rakenteessa puurunkoisen seinän alasidepuun alareuna on alapohjan lämpöeristeen alareunan kanssa samassa tasossa, toisin sanoen selvästi lattiapinnan alapuolella.

Tuuletusraon puuttuminen julkisivulaudoituksen ja hirsiseinän välistä tekee rakenteesta riskirakenteen (Käyhkö, 2024b). Sisäpuolinen lämmöneriste lisää rakenteen altistumista vaurioille. Puurunkoisessa ulkoseinässä tuuletuksen puuttuminen tekee rakenteesta riskirakenteen. Pientaloissa käytetty rakenne on tavallinen jälleenrakennuskauden taloissa. Riskirakenteeksi rakenteen tekee erityisesti silloin, kun ulkopinta on pinnoitettu vesihöyryä läpäisemättömällä kerroksella. Tällöin seinärakenne ei pääse kuivumaan ja kosteus aiheuttaa rakenteen puuosiin mikrobi- ja lahovaurioita. Tuuletuksen puuttuminen tiiliverhoillun ulkoseinärakenteesta tekee rakenteesta riskirakenteen. 1980-luvulla rakenteeseen yleistynyt tuuletusraon käyttäminen vähensi riskiä rakenteen vaurioitumiselle.

Tuulettumaton vesikatteen suuntainen yläpohja rakenne on riskirakenne (Käyhkö, 2024b). Yläpohjarakennetta on yleisesti käytetty kaksikerroksissa omakotitaloissa, joiden ylempi kerros on muutettu lämpimäksi asuintilaksi. Rakenteessa lämmöneristys ulottuu vesikatteeseen saakka estäen ilman kiertämisen vesikatteen alla. Rakenne on altis kosteusvaurioiden aiheuttamille mikrobi- ja lahovaurioille. 1970-luvulla pientaloissa käytetty

tasakatto, josta puuttuvat kallistukset, on riskirakenne. Sadeveden poistumista katolta ei hallittu, jolloin vesi saattoi jäädä katolle pitkäksi aikaa. Tämä lisäsi vuotojen riskiä. Tuuletusraon puuttuminen yläpohjaeristeen ja vesikatteen välistä mahdollisesti vaurioiden syntymisen. Tuuletuksen puuttuminen loivista vesikatoista tekee niistä riskirakenteen. Loiva katto -rakenteella tarkoitetaan kaltevuudeltaan 1:10 tai vähemmän olevia kattoja. Rakenne oli yleisesti käytössä 1960- ja 1970-luvuilla. Rakenteen tuulettumista heikensi edelleen kattojen rakenteellinen mataluus.

2.4 1950-luvulla rakennetun talon yleisiä vauriokohtia ja niiden korjausten riskit

Tyypillisesti 1950-luvulla rakennetut omakotitalot sisältävät riskirakenteita (Käyhkö, 2024a, 1950-luvun omakotitalon (rintamamiestalon) merkittävimmät riskit -luku). Riskirakenteet aiheuttavat kosteus- ja sisäilmariskejä. Yleisimpiä 1950-luvulla rakennetun talon riskirakenteita ovat salaojien puuttumisesta johtuva kosteus ja kellarin puutteellisesta kosteuseristyksestä. Sisäpuolisella lämpö- ja kosteuseristyksellä varustetut maanvastaiset kellarin seinät. Ainoastaan yläpuolelta lämpöeristetty maavarainen betonilaatta. Tiivis lattiapäällyste kellarin lattiassa. Huonosti tuulettuva puurakenteinen tuulettuva alapohjarakenne. Ryömintätilassa eloperäistä, märkää, huonosti vettäläpäisevää maainesta. Ensimmäisen kerroksen ja kellarin välinen betoninen välipohja, jonka päälle on lämpöeristetty puukoolattu lattia, etenkin kun betonilaatan alapinta on lämpöeristetty. Sisäpuolelta lisälämmöneristetyt puurunkoiset ulkoseinät, tuuletusraon puuttuminen julkisivuverhoilun takaa. Haitallisia PAH-yhdisteitä sisältävät kosteuseristysmateriaalit. Alapuolisen vesikatteen tuuletuksen estävä vino yläpohjarakenne.

Rossipohjaisissa kohteissa on alapohjan läpi vuotanut lämpöä asuinhuoneista (Halme, 2012, 14. luku). Rossipohjan suhteellinen kosteus laskee lämmön takia eikä rakenteisiin muodostu hometta. Vuotolämpö mahdollistaa rossipohjan ryömintätilan lämpötilan pysymisen positiivisilla lämpöasteilla. Plussalla oleva lämpötila mahdollistaa rakenteiden säilymisen. Mahdollisella lattioiden lisäeristämällä voidaan menettää tämä rakenteita säilyttävä ominaisuus, aiheuttaen ryömintätilan jäätymisen, routivan sokkelin alustan jäätymisen. Tämä aiheuttaa perusmuuriin halkeamia ja katkeilua.

Ulkoseiniä lisäeristettäessä on hyvin tarkasti laskettava, kuinka tervapaperi vaikuttaa rakenteeseen (Halme, 2012, 13. luku). Tervapaperi on huomioitava sisä- tai ulkopuolisessa

lisäeristyksessä. Mikäli lisäeristäminen toteutetaan ulkopuolelta, on lämmöneristettä lisättävä 150 mm paksuudelta. Tällöin ulompikin tervapaperi on lämpimässä tilassa. Talviajan nollapisteen sijainti rakenteessa pitää laskea ennen eristämistä. Mahdollinen bitumihuopa on purettava pois seinärakenteesta. Bitumihuopa on tiivis kerros, jota vesihöyry ei läpäise. Mikäli tehdään sisäpuolinen lisäeristys, jää sahanpurueriste ja ulkopuolinen laudoitus kylmään tilaan pitkiksi ajoiksi. Bitumihuopa estää rakenteen kuivumisen ulospäin.

Kivihiilitervaa on käytetty yleisesti kellarin seinissä vesieristeenä (Halme, 2012, 15. luku). Kivihiiliterva sisältää kreosoottia. Kreosootti sisältää syöpää aiheuttavia PAH-yhdisteitä. Korjauksen yhteydessä kreosootti poistetaan mekaanisesti tai se kapseloidaan betoni- tai epoksikerroksella tiiviisti. Kreosoottikorjaukset kuuluvat luvanvaraiselle asbestinpurkuyritykselle.

Rakentamisessa ei ole, rakennuspaikan mahdollista valintaa lukuun ottamatta, osattu huomioida kosteuden rakenteille aiheuttamia ongelmia. Rakenteet eivät ole olleet yhtä tiiviitä kuin nykyiset rakenteet, joten osa kosteuden aiheuttamista ongelmista on vältetty ilmaa läpäisevillä rakentamismateriaaleilla ja puutteilla rakennuksen vaipan tiiveydessä. Rakentamiseen on käytetty läheltä saatavilla olevia materiaaleja, osasyynä tähän on ollut kehno tiestö. Rakennusmateriaalien yhteensopivuuteen ei 50-luvun rakentamisessa ollut materiaalivalintoja tehdessä merkittävää roolia. Sota-ajan jälkeisessä ajassa käytettävissä oleva materiaalivalikoima oli suppeaa.

2.5 Vanhojen rakennusten korjausrakentamiseen liittyviä haasteita

Vanhojen rakennuksien rakenteissa on käytetty orgaanisia aineita (Tengbom Oy, 2023). Aineet voivat aiheuttaa sisäilmahaasteita. 1940-luvulla tiili- tai betonirakenteiden välissä käytettiin korkkia lämmöneristeenä. 1920–1950-luvulla kaksoislaattapalkistoihin jätettiin muottilaudat ja ääni- ja lämpöeristeenä käytettiin sahanpurua ja turvetta. 1960- ja 1970-luvuilla rakennusten huonekorkeus oli tavallisesti matala, mikä ei nykyisiin taloteknisiin vaatimuksiin ole riittävä. Viime vuosikymmenellä rakennetuissa rakennuksissa on huomioitava mahdollisten haitta-aineiden, muun muassa asbestin ja kreosootin, käyttö.

Rakennuksen omistajilta vaaditaan aktiivisuutta ja aloitteellisuutta energiatehokkuuden arviointiin (Ympäristöministeriö, 2020, s. 29). Korjaustoimenpiteet ovat sattumanvaraisia, eikä rakennusta ei arvioida kokonaisuutena. Kaikkia mahdollisia energiansäästötoimenpiteitä ei

huomioida. Korjaustoimenpiteitä jätetään tekemättä, koska pelätään muita ylimääräisiä toimenpiteitä, mikäli hankkeeseen ryhdytään. Suomessa asuinrakennuksia jää ilman vakituista asumista, eikä näihin asuinrakennuksiin ei tulla lyhyen käyttöiän vuoksi tekemään energiaremontteja.

Rakennukselle tehtävien korjausten tarve voi syntyä rakenneosan tai teknisen järjestelmän toiminnan puutteista (*RakentajaPro*, 2024). Rakennuksessa esiintyvä vetoisuus tai suuri lämmönhukka ovat syitä korjaustarpeeseen. Korjauksilla voidaan parantaa rakennuksen asumismukavuutta. Rakennuksen lämmöneristystä korjaamalla saadaan aikaan energiasäästöä, joka jatkuu rakennuksen elinkaaren loppuun saakka. Korjausrakentamisessa tulee ottaa huomioon tehtävien korjausten vaikutus koko rakennuksen toiminnallisuuteen. Korjauksien tavoitteena on parantaa rakennuksen toimivuutta silloin, kun ne voidaan tehdä kustannustehokkaasti. Korjauksia suunniteltaessa tulee huomioida myös rakennuksen paloturvallisuuteen ja ilmanvaihtoon liittyvät seikat. Korjaussuunnitelmaa laadittaessa on mietittävä, korjataanko rakennus aiempaan tasoon vai halutaanko parantaa rakennuksen ominaisuuksia. Mikäli rakennuksessa on toimivia teknisiä ratkaisuja, korjataan ne aiempaan tasoon. Mutta jos rakennuksessa on ei-toimivia ratkaisuja, esimerkiksi kosteusongelmia joudutaan aiempaa tasoa parantamaan. Korjausrakentamista koskevat useat asetukset ja säädökset (*RakentajaPro*, 2024). Suomen rakentamismääräyskokoelmasta löytyvät perustelumuistiot ovat korjausrakentamisen suunnittelussa hyvä tuntee. Korjausrakentamisen suunnittelussa ei riitä pelkästään lain tunteminen, vaan kertynyttä kokemusta tarvitaan säädösten huomioon ottamiseen erilaisissa korjauskohteissa. Säädöksissä ei kaikkiin korjauksien vaikutuksiin oteta suoraa kantaa, vaan nämä tulee huomioida korjaustoimenpiteitä suunnitellessa.

2.6 Korjausrakentamisen laajuuden määrittäminen

Rakennuksen korjausrakentamisen laajuuden määrittävät rakennuksen kunto ja tilaajan toiveet (Tengbom Oy, 2023). Korjausrakentaminen suunnitellaan huolellisesti yhteistyössä asiantuntijoiden ja viranomaisten kanssa. Rakennus päivitetään korjauksin nykyiseen laatu- ja vaatimustasoon. Rakennukselle kertynyt korjausvelka määrittää sen, onko tarvetta tehdä isoja korjaustoimenpiteitä vai selvitääkö pienemmillä korjauksilla. Joskus rakennus kuitenkin on siinä vaiheessa, että sen käyttöikä on tullut tiensä päähän. Vanhan rakennuksen korjaaminen ei aina ole taloudellisin vaihtoehto. Joissain tilanteissa vanhan rakennuksen

purkaminen ja uuden rakentaminen on edullisempi vaihtoehto. Ekologisesti rakennetun rakennuksen korjaaminen on lähtökohtaisesti kannattavampi vaihtoehto kuin uuden rakentaminen.

Korjaustarpeessa olevien vanhojen pientalojen kustannustehokkaita toimenpiteitä energiatehokkuuden parantamiseksi on yläpohjan lisäeristäminen ja alkuperäisten ikkunoiden vaihtaminen uudempiin (Ympäristöministeriö, 2020, s. 28). Jos tehdään ulkoseinärakenteiden korjaustoimenpiteitä, kannattaa seinärakenteeseen asentaa lisälämmöneristys. Rakennuksen ulkovaipan tiiveys tulee varmistaa. Pientaloissa toteutettavia rakenteellisia energiatehokkuutta parantavia toimenpiteitä ovat muun muassa vanhojen ikkunoiden kunnostus ja tiivistys, heikkokuntoisten ikkunoiden vaihto energiatehokkaisiin ikkunoihin. Tiivistämällä ulkoseinien läpivientejä ja ulkoseinien lisäeristäminen, ulkoseinille tehtävän perusteellisen korjauksen yhteydessä, parantavat rakennuksen energiatehokkuutta. Rakennuksen ulkopuolisen routaeristyksen lisääminen tai uudistaminen vähentää alapohjan lämpöhäviötä. Lämmöneristeen lisääminen yläpohjaan, jos siihen yläpohjarakenteessa on tilaa, vähentää ylöspäin suuntautuvaa lämpöhäviötä.

Rakennuksen vaipan hyvin toteutettu eristyksen parannus, vaikuttaa rakennuksen energiatehokkuuteen (Energia Ykkönen Oy, i.a.). Energiatehokkuus vähentää rakennuksen energiankulutusta ja siten pienentää energiakustannuksia. Rakennuksen energiatehokkuutta parannetaan lisäeristämisen lisäksi ovien ja ikkunoiden tiivistämisellä tai vaihtamalla ovet ja ikkunat energiatehokkaampiin. Energiatehokkuutta voidaan parantaa energiatehokkaiden laitteiden ja järjestelmien käyttönotolla. Rakennuksen energiatehokkuutta parantaa uusiutuvan energian hyödyntäminen. Uusiutuvan energian käyttäminen vähentää rakennuksen ympäristövaikutuksia. Kustannustehokkailla energiasäästökeinoilla rakennuksen energiatehokkuutta voidaan parantaa ilman kalliita investointeja. Vanhojen hehkulamppujen vaihtaminen energiatehokkaampiin, vähemmän energiaa kuluttaviin led-lamppuihin on eräs helpoimmin toteutettavissa oleva energiansäästökeino.

Rakennukseen toteutettu tiivistyskorjaus estää hallitsematonta ilmavirtausta rakenteissa ja estää sisäilmaongelmia (KMA Company Oy, i.a.). Ilmatiiviin rakennuksen energiankulutus pienenee, eikä sisälle kulkeudu ilmavuotojen mukana kosteutta ja epäpuhtauksia. Ilmavuodot aiheuttavat lattioihin kylmän tuntua, vetoa ikkunoiden, oven ja rakenteiden saumakohdista. Ilmavuotojen mukana sisäilmaan kulkeutuu rakenteiden sisältä epäpuhtauksia. Epäpuhtaudet saattavat aiheuttaa terveydellisiä haittoja ja heikentävät asumisviihtyvyyttä.

2.7 Korjausvelka

Suomessa rakennetun infrastruktuurin kunto heikkenee (Pirhonen, i.a.). Vaikka rakennuskannan remontteihin käytetään vuosittain huomattavia rahasummia, rakennusten kunto, heikkenee vuodesta toiseen. Toisin sanoen rakennuskannan ylläpitoon ja korjaukseen käytetään resursseja vähemmän kuin vaadittaisiin kunnan ylläpitoon. Rakennuskauppa on suurelle osalle väestöä henkilökohtainen suuri taloudellinen panostus. Yleisesti rakennuksen hankinta toteutetaan lainarahaa käyttäen. Lainasumma luo rajoitteita hankittavalle rakennukselle. Hankittavan kohteen hinta on useissa tapauksissa eräs tärkeimmistä valintaan vaikuttavista tekijöistä. Hintaan vaikuttavia tekijöitä ovat muun muassa rakennuksen sijainti, pinta-ala, rakennusvuosi ja rakennuksen kunto. Yleensä vanhemmasta rakennuksesta tehty hintapyyntö on pienempi kuin uudemman. Vanhempaa rakennusta hankittaessa tulee kiinnittää huomiota, onko hintapyynnössä huomioitu rakennuksen käyttöikä ja mahdollinen korjausvelka. Mikäli ostajan maksukyky ei riitä rakennuksen hankinnan lisäksi tuleviin korjaustarpeisiin, syntyy rakennukselle ongelmallista korjausvelkaa.

Rakennuksessa käytettyjen materiaalien ja rakenteiden kunto alkaa rakennuksen valmistuttua heikkenemään (Pirhonen, i.a.). Heikkeneminen aiheuttaa teknisen kunnan ja -arvon alenemaa. Laskelmilla on osoitettu, että rakennuksen tekninen arvo kymmenen vuoden kuluttua on 90 % rakennuksen valmistumisen arvoon nähden. Mikäli rakennukseen ei ole tehty mittavia remontteja, rakennuksen tekninen arvo on noin 70 % kahdenkymmenen vuoden päästä rakentamisesta. Toisin sanoen rakennuksen remontointi ja ylläpito parantavat rakennuksen teknistä arvoa. Korjausvelkaa katsotaan syntyneen silloin, kun rakennuksen tekninen kunto alittaa tyydyttävän kuntotason (Pirhonen, i.a.). Jos ylläpitoa ja ennakoivia korjauksia ei suoriteta, keskittyen vain kiireellisiin ja välttämättömiin korjauksiin, saattaa rakennukselle pidemmällä aikavälillä syntyä korjausvelkaa. Yleisesti korjausvelan katsotaan syntyneen silloin, kun tekninen kuntotaso alittaa 75 % alkuperäisestä kuntotasosta. Kasvavalla korjausvelalla arvioidaan olevan suuria vaikutuksia yhteiskunnassa. Ympäristön tilaa kartoittaneen asiantuntijaryhmän arvioiden mukaan Suomen rakennuskannalla korjausvelkaa oli vuosina 2017–2020 noin 30–50 miljardia euroa. Merkittävä syy korjausvelan määrän kasvuun on kotitalouksien taloudellinen resurssipula. Pitkän aikavälin korjaus- ja ylläpidon suunnitelmien puuttuminen on rakennukselle haitallista ja aiheuttaa korkeampia korjaus- ja huoltokustannuksia. Rakennuksen hankinta on investointina kallis, mutta kuitenkin rakennuksen kunnosta ei huolehdi suunnitelmallisesti.

Suomessa oleva rakennuskanta uudistuu runsaan prosentin vuodessa (Rakennusteollisuus RT RY, i.a.). Merkittävät toimenpiteet energiatehokkuuden parantamiseksi kohdistuvat jo rakennettuihin rakennuksiin. Kustannustehokkaimmin energiatehokkuuden parantaminen toteutetaan rakennuksen muiden korjausten yhteydessä. Energiaa säästetään rakennuksen oikealla käytöllä ja huollolla. Ilmanvaihdon säätäminen ja lämmön talteenotto pienentävät rakennuksen energiankulutusta. Jo rakennettujen rakennusten energiatehokkuuden toimenpiteitä voidaan edistää alueellisilla korjaushankkeilla ja uudistusprosesseilla. Samanikäisten, samalla alueella sijaitsevien rakennusten on kannattavaa tehdä yhteistyötä korjausrakentamisessa ja energiatehokkuuden parantamisessa. Yhteistyössä toteutettavat korjaustoimenpiteet mahdollistavat teollisten ratkaisujen käytön korjausrakentamisessa ja tuovat etuja hankkeen tilaajille ja totuttajille.

Euroopan unionin alueella energiatehokkuudeltaan heikkoja rakennuksia on 75 prosenttia rakennuksista (Euroopan komissio, i.a.). Rakennuskanta on suurin yksittäinen energiankuluttaja, joten rakennusala on tärkeässä roolissa energia- ja ilmastotavoitteiden saavuttamisessa. Energiasäästämässä rakennusten energiatehokkuus ja siihen tehtävät korjaustoimenpiteet ovat avainasemassa. Rakennusten energiatehokkuutta koskevan tarkistetun direktiivin voimaantulo vuonna 2024 auttaa peruskorjausasteen nostamisessa Euroopan unionin alueella. Direktiivi mahdollistaa maiden hallituksen päättää rakennusten ilmanlaadun parantamisen, energiajärjestelmien digitalisoinnin korjaustoimenpiteistä, jotka parhaiten huomioivat kansallisen tilanteen. Direktiivillä pyritään vähentämään rakennusalan kasvihuonekaasuja vuoteen 2030 mennessä 60 prosenttia vuoden 2015 tasosta. Vuoteen 2050 mennessä tavoitteena on saavuttaa päästötön ja vähähiilinen rakennuskanta. Direktiivi sisältää sitovan tavoitteen parantaa rakennuskannan keskimääräistä energiatehokkuutta 16 prosentilla vuoteen 2030 mennessä vuoden 2020 tasoon verrattuna. Vuoteen 2035 mennessä energiatehokkuuden tulee olla 20–22 prosenttia parempi vuoden 2020 tasoon verrattuna. Peruskorjauspassin käyttöönotto opastaa rakennusten omistajia vaiheittaisissa, pitkälle menevissä energiaperuskorjaustoimenpiteissä. Energiatehokkuuden parantaminen parantaa ihmisten terveyttä ja hyvinvointia, energian säästämisen lisäksi.

2.8 Asetuksien vaatimukset ja velvoitteet korjausrakentamiselle

Suurin osa kiinteistöjen aiheuttamista päästöistä syntyy energiankulutuksesta kiinteistöjen käytön aikana (Rakennusteollisuus RT RY, i.a.). Käytönaikaista energiankulutusta

pienentämällä vaikutetaan rakennusten aiheuttamien ympäristövaikutusten pienentämiseen. Korjausrakentamisen yhteydessä energiatehokkuutta voidaan parantaa kustannustehokkaasti. Energiatehokkuus parantavia toimenpiteitä ovat muun muassa rakennuksen vaipan lisäeristäminen, ilmanvaihdon ja lämmitysjärjestelmän hyötysuhteen parantaminen.

Ympäristöministeriön asetus velvoittaa korjaus- ja muutostöissä huomioimaan rakenteiden energiatehokkuuden (Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöistä 958/2012, 4§). Asetus antaa rakennuksen eri osille rakennekohtaiset vaatimukset. Ulkoseinille vaatimuksena on $0,5 \times$ alkuperäinen U-arvo, enintään $0,17 \frac{W}{m^2K}$. Yläpohjalle vaatimuksena on $0,5 \times$ alkuperäinen U-arvo, enintään $0,09 \frac{W}{m^2K}$. Ulko-ovien ja ikkunoiden U-arvo tulee olla $1,00 \frac{W}{m^2K}$ tai parempi. Alapohjalle vaatimuksena on parantaa mahdollisuuksien mukaan energiatehokkuutta.

Asetuksessa veloitetaan korjaus- ja muutostöissä huomioimaan myös tekniset järjestelmät ja niiden energiatehokkuudet (Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöistä 958/2012, 5§). Rakennuksen ilmanvaihdon tulee olla lämmöntalteenotolla varustettu. Vuosihyötysuhteen on oltava 45 % tai parempi. Lämmitysjärjestelmien hyötysuhdetta parannetaan uusimisen yhteydessä mahdollisuuksien mukaan. Vesi- ja viemärijärjestelmissä sovelletaan uudisrakentamisen säädöksiä.

Purkukartoituksella suoritetaan ja dokumentoidaan materiaalien laatu ja määrä ennen korjausrakentamisen aloittamista (Wahlström ym., 2019, s. 13, 15). Purkukartoitus sisältää tiedot vaarattomista ja vaarallisista purkujätteistä ja niiden käsittelystä. Purkukartoitukseen sisältyvässä haitta-ainekartoituksessa ja -tutkimuksessa annetaan suositukset materiaalien käsittelystä ja purkamisesta. Purkukartoituksen osana on purkumateriaaliselvitys. Selvityksessä arvioidaan vaarattomat purettavat materiaalit, niiden määrät, materiaalien uudelleenkäytettävyys ja kierrätettävyys. Asbestikartoitus on korjattaville ja purettaville rakennuksille pakollinen, mikäli rakennus on rakennettu ennen vuotta 1995. Muista haitta-aineista ei ole lainsäädäntöä mutta suositellaan, että haitta-ainekartoitus ja -tutkimus tehdään kaikille purettaville ja saneerattaville rakennuksille.

Korjauskohteessa on tehtävä ennen purkamista purkukartoitus (Ravonius, 2024). 1.1.2025 voimaan tulleen rakentamislain mukaan purkukartoitus tulee suorittaa. Purkukartoitus tulee

huomioida jo hankesuunnittelussa. Purkukartoituksella kartoitetaan eri rakennustavaroissa olevia terveydelle ja ympäristölle haitallisia aineita, kuten asbestia, raskasmetalleja, PCB- ja PAH-yhdisteitä.

2.9 EU:n rakennusten energiatehokkuusdirektiivi, EPBD

Rakennuksia koskeva uudistettu energiatehokkuusdirektiivi tuli voimaan EU:ssa 28.5.2024 (Ympäristöministeriö, 2024). Direktiivi edellyttää jäsenmailta perusparannussuunnitelmaa. Suunnitelma sisältää toimet, joilla olemassa olevasta rakennuskannasta tulee vuoteen 2050 mennessä olla päästötön ja täyttää energiatehokkuuden parantamiselle annetut tavoitteet. Suunnitelmaan sisältyy toimet energiatehokkuusremonttien rakentamiselle, koulutuksen ja energiatehokkuuden osaamisen lisäämiselle. Haavoittuvassa asemassa olevien kotitalouksien asema tulee huomioida suunnitelmassa. Ympäristöministeriö on aloittanut direktiivin mukaiset toimenpiteet. Perusparannussuunnitelmassa esitetään toimenpiteitä, joilla olemassa oleva rakennuskanta saadaan päästöttömäksi vuoteen 2050 mennessä. Suunnitelmassa esitetään toimenpiteet, joilla asuinrakennuksille asetetut energiatehokkuusparannustavoitteet saavutetaan. Suomen tulee antaa EU-komissiolle luonnos perusparannussuunnitelmasta 31.12.2025 mennessä ja lopullinen suunnitelma on toimitettava viimeistään 31.12.2026.

2.10 Energiatodistuksen kokonaisenergiankulutuksen E-luvun laskenta

Rakennuksen energiatehokkuus ilmaistaan rakennuksen laskennallisena vertailulukuna (Laki rakennuksen energiatodistuksesta 50/2013, 9§) Vertailuluvun, E-luvun, sijoittuminen luokitteluasteikolla kuvaa rakennuksen energiatehokkuutta. Eri käyttötarkoituksen rakennukset on jaoteltu omiin ryhmiin. Ryhmillä on oma luokitteluasteikkonsa.

Rakennuksen, tai erikseen käyttötarkoituseriain luokkien mukaisille osille, E-luku lasketaan jakamalla rakennuksen vakioitun käytön kertoimilla painotetut energiamuodot ja laskennallisen ostoenergian kulutus vuodessa suhteessa lämmitettyyn nettopinta-alaan (A_{netto}) (Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatodistuksesta 1048/2017, Liite 1–5, s. 4–5). E-luvun laskennassa käytettyjen energiamuotojen kertoimet on säädetty maankäyttö- ja rakennuslain valtionneuvoston asetuksessa 788/2017. Rakennuksen ostoenergialla tarkoitetaan vakioituun käyttöön perustuvaa ostettua energiankulusta. Ostoenergia hankitaan

rakennukseen sähköjakelu-, kaukolämpö- tai kaukojäähdytysverkoista tai uusiutuvan tai fossiilisen polttoaineen sisältämänä energiana. Rakennuksen tai käyttötarkoituksiluokkien mukaisille osille käytettävien energiamuotojen kertoimet ovat sähkö 1,2, kaukolämpö 0,5, kaukojäähdytys 0,28, fossiiliset polttoaineet 1,0 ja rakennuksessa käytettävät uusiutuvat polttoaineet 0,5.

Lämmitetty nettopinta-ala A_{netto} on lämmitettyjen kerrostasoalojen summa kerrostasojen ympäröivien ulkoseinien sisäpinta-alojen mukaan laskettuna (Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatodistuksesta 1048/2017, Liite 1–5, s. 7). Olemassa olevien rakennusten, joista ei ole saatavilla ajantasaisia asiakirjoja, kuten rakennuksen piirustuksia, tai pinta-alojen arviointi mittaamalla todetaan vaikeaksi toteuttaa, voidaan 90 % lämmitetystä bruttopinta-alasta arvioida lämmitetyksi nettopinta-alaksi. Mikäli bruttopinta-alaa ei tiedetä, voidaan se arvioida rakennuksen ulkomittojen ja kerrosluvun mukaan. Lämmitetty bruttoala saadaan vähentämällä lämmittämättömien tilojen pinta-ala bruttopinta-alasta.

Alapohjan pinta-ala lasketaan sisämittojen mukaan (Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatodistuksesta 1048/2017, Liite 1–5, s. 8). Pinta-alasta ei vähennetä aukkoja ja läpivientejä. Yläpohjan pinta-ala lasketaan sisämittojen mukaan vähentämättä aukkoja ja läpivientejä. Ulkoseinien pinta-ala lasketaan sisämittojen mukaan, ikkunoiden ja ulko-ovien pinta-alat vähennetään ulkoseinien pinta-alasta. Ulko-ovien ja ikkunoiden pinta-alat lasketaan karmirakenteiden ulkomittojen mukaan. Rakennuksen lämmönläpäisykertoimet selvitetään suunnitelmista, ajantasaisista rakennuksen asiakirjoista, myönnetyn rakennusluvan aikaisista rakennusmääräyksistä tai rakennushankkeessa noudatetuista ohjeista. Mikäli rakenteiden ominaisuuksia ei voida selvittää dokumenteista ja niitä ei muutoin saada selvitettyä, käytetään lämmönläpäisykertoimina Ympäristöministeriön asetuksen rakennusten energiatodistuksesta liitteen 1–5 taulukon 1 mukaisia arvoja.

Kylmäsiltojen lämpöhäviö rakenteiden liitosten välillä tulee laskea (Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatodistuksesta 1048/2017, Liite 1–5, s. 9). Kylmäsiltojen pituudet ja lämpöhäviöt määritetään rakennuksen dokumenttien avulla. Olemassa olevissa rakennuksissa arvioidaan kylmäsiltojen vaikutus lisäämällä 10 % ulkovaipan johtumislämpöhäviöön.

Olemassa olevissa rakennuksissa käytetään ilmanvaihdon ostoenergiakulutuksen laskennassa arvoja, jotka saadaan ajantasaisista rakennuksen dokumenteista tai

tarkastuksen yhteydessä selvitetään (Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatodistuksesta 1048/2017, Liite 1–5, s. 10). Ilmanvaihdon lämmitysenergian nettotarpeeseen sisältyvät lämmöntalteenoton jälkeinen ilman lämmittäminen ja mahdollinen ennen lämmöntalteenottoa tehtyä jäätymisen estävä lämmitys. Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde voidaan laskea laitteen tietojen mukaisista lämpötilasuhteista. Jos ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähkötehoa ei voida selvittää, käytetään Ympäristöministeriön asetuksen rakennusten energiatodistuksesta liitteen 1–5 taulukon 3 mukaisia arvoja.

Olemassa olevien rakennusten rakennusvaipan ilmanvuotoluku q_{50} , joka määritetään mittaamalla tai ajantasaisista rakennuksen dokumenteista (Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatodistuksesta 1048/2017, Liite 1–5, s. 11). Jos rakennusvaipan ilmanvuotolukua ei saada selvitettyä määritetään se rakennuksen ilmanvuotoluvusta n_{50} .

Lämmityksen energiankulutus lasketaan jakamalla tilojen lämmitysenergian nettotarve lämmitysjärjestelmän lämmönjaon ja luovutuksen hyötysuhteella (Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatodistuksesta 1048/2017, Liite 1–5, s. 14). Apulaitteiden sähkönkäyttö ja vuosihyötysuhde voidaan selvittää tarkastuksessa. Näitä arvoja käytetään laskennassa. Mikäli arvoja ei voida selvittää, käytetään Ympäristöministeriön asetuksen rakennusten energiatodistuksesta liitteen 1–5 taulukon 9 mukaisia arvoja.

Ostoenergiankulutus lämmitysjärjestelmälle lasketaan kullekin lämmöntuottojärjestelmälle (Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatodistuksesta 1048/2017, Liite 1–5, s. 16). Lämmitysjärjestelmän tuottoon sisältyvät lämpimän käyttöveden, tilojen ja ilmanvaihdon energiankulutus. Ilmanvaihtokoneen lämmityspattereiden hyötysuhteena käytetään arvoa 1,0. Järjestelmien hyötysuhteet selvitetään rakennuksen tarkastuksessa tai arvot saadaan laitteiden tuoteominaisuuksista. Saatuja arvoja käytetään laskennassa ja mikäli arvoja ei voida selvittää, käytetään Ympäristöministeriön asetuksen rakennusten energiatodistuksesta liitteen 1–5 taulukkojen 10 ja 11 mukaisia arvoja. Sähköenergiakulutus muodostuu ilmanvaihdon, lämmityksen apuvälineiden, valaistuksen ja kuluttajalaitteiden sähköenergiankulutuksesta. Kuluttajalaitteiden ja valaistuksen sähköenergiankulutus on lämpökuorman kanssa samansuuruinen.

Ostoenergiankulutusta laskettaessa varaavien tulisijojen kokonaisvuosihyötysuhteena luovutuksesta ostoenergiaan, ilman tarkempaa tietoa, käytetään arvoa 0,60

(Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatodistuksesta 1048/2017, Liite 1–5, s. 19).
Pienessä asuinrakennuksessa, jossa on käytössä ilmalämpöpumppu, joka tuottaa lämpöenergiaa suoraan tilaan, käytetään lämmitysenergian vuosiarvoina Ympäristöministeriön asetuksen rakennusten energiatodistuksesta liitteen 1–5 taulukon 15 laitekohtaisia enimmäisarvoja.

Rakennuksen osan tai rakennuksen E-luku ilmoitetaan [$\text{kWh}_E/(\text{m}^2\text{vuosi})$] energiatehokkuusluokkaa määrittäessä ylöspäin pyöristettynä kokonaislukuna (Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatodistuksesta 1048/2017, Liite 1–5, s. 18).

2.11 Toimenpide-ehdotukset E-luvun parantamiseksi

Energiatodistukseen kuuluvien suositusten tulee sisältää rakennuksen vaipan tai teknisten järjestelmien laajamittaisten korjausten yhteydessä tehtävät energiasäästötoimenpide-ehdotukset (Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatodistuksesta 1048/2017, 4§). Arviot energiasäästön määrästä ja vaikutuksesta E-lukuun tulee sisältyä energiasäästötoimenpide-ehdotuksiin. Seuraavia rakennusosia ja teknisiä järjestelmiä tulee arvioida:

- ulkoseinät, ulko-ovet, ikkunat, yläpohja, alapohja ja muut rakenteet
- lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmä
- käyttövesijärjestelmä
- ilmanvaihto- ja ilmastointijärjestelmä
- valaistus
- sähköiset erillislämmitykset
- muut järjestelmät, joilla on vaikutusta rakennuksen energiatehokkuuteen.

Erillisten pientalojen, käyttötarkoitukseluokan yhden asunnon talot, $A_{\text{netto}} < 120\text{m}^2$, energiatehokkuusluokat on esitetty taulukossa 1 (Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatodistuksesta 1048/2017, Liite 1–5, s. 18).

Taulukko 1. Energiatehokkuusluokat yhden asunnon talot $A_{\text{netto}} < 120 \text{m}^2$ (Ympäristöministeriö, 2017).

Energiatehokkuusluokka	Kokonaisenergiakulutus, E-luku [kWh _E /m ² vuosi]
A	E-luku ≤ 94
B	95 ≤ E-luku ≤ 164
C	165 ≤ E-luku ≤ 204
D	205 ≤ E-luku ≤ 284
E	285 ≤ E-luku ≤ 414
F	415 ≤ E-luku ≤ 484
G	485 ≤ E-luku ≤

Sääolosuhteiden ja käyttäjän vaikutukset energiankulutukseen ovat merkittäviä vertailtaessa toteutuneita energiankulutusmääriä (Rautio, 2024). Asuinrakennuksen energiatehokkuuden parantamiseksi rakennuksessa voidaan tehdä useita toimenpiteitä, joiden vaikutus E-lukuun on esitetty taulukossa 2.

Taulukko 2. Toimenpiteen vaikutus E-lukuun (Rautio, 2024).

Tehtävä toimenpide	Vaikutus E-lukuun
Kaukolämpöön siirtyminen sähkö- tai öljylämmityksestä	Merkittävä
Maalämmön käyttöönotto	Merkittävä
Poistoilmalämpöpumpun asennus	Merkittävä
Ilma-vesilämpöpumpun asennus	Merkittävä
Ilmalämpöpumpun asennus	Merkittävä - Kohtalainen
Yläpohjan lisäeristäminen	Kohtalainen
Alapohjan lisäeristäminen	Kohtalainen
Ulkoseinien lisäeristäminen	Kohtalainen - Vähäinen
Aurinkopaneeleiden asennus	Vähäinen
Ikkunoiden uusinta	Kohtalainen
Aurinkolämmön käyttöönotto	Vähäinen
Valaistuksen uusinta	Vähäinen

Lämpöhäviöiden tasauslaskelma on menettely, jolla lämpöhäviölle asetetut vaatimukset saadaan täytettyä (Ympäristöministeriö, 2017). Ilmanvaihdon poistoilman lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde, ilmanvuotoluku ja vuotoilmavirta, ikkunoiden pinta-ala ja rakennusosien lämmönläpäisykertoimet ovat lämpöhäviön tasauslaskelmakohteita. Vaipan, vuotoilman ja ilmanvaihdon suurempi vertailulämpöhäviö edellyttää vastaavan lämpöhäviön vähentämistä toisen osatekijän osalta. Lämpimien ja puolilämpimien tilojen lämpöhäviötarkastelu toteutetaan erillisinä tiloina. Vaatimus rakennuksen lämpöhäviölle täytyy, kun tasauslaskelmalla osoitetaan vaipan, vuotoilman ja ilmanvaihdon yhteenlasketun lämpöhäviön olevan pienempi tai yhtä suuri kuin vertailuratkaisun lämpöhäviö. Tarvittaessa

rakennus voidaan jakaa käyttötarkoituksen mukaisiin osiin. Tasauslaskelmassa itsenäiset rakennuksen osat käsitellään erillisten rakennusten tavoin.

3 KUNTOTUTKIMUS 1950-LUVUN PIENTALOON

3.1 Tutkimuskohteen yleiskuvaus

Kuntotutkimuskohde sijaitsee Keski-Pohjanmaan Vetelin kunnan Räyringin kylässä, Finniläntien varressa (Maamittauslaitos, i.a.). Kohteen kiinteistötunnus on 924-406-6-300.

Kiinteistöllä on voimassa vuonna 2005 hyväksytty asemakaava (Vetelin kunta, 2021). Asemakaavassa tutkimuskohde sijaitsee alueella, joka on merkitty asuinpientalojen korttelialueeksi. Tutkimuskohteena on 1950-luvulla rakennettu, niin kutsuttu rintamiestyylinen omakotitalo, kuvan 1 mukainen 1,5-kerroksinen rakennus. Tarkkaa rakennusajankohta ei ollut tiedossa. Kohteessa oli konesaumattu peltikatto ja ulkoverhoilu oli kuvan 2 mukainen muotopeltiverhoilu.



Kuva 1. Julkisivu kaakkoon.



Kuva 2. Julkisivu koilliseen.

3.2 Tutkimuskohteen kuntotutkimuksen tavoitteet

Korjausten tavoitteina on nykyaikaistaa 1950-luvulla rakennettu omakotitalo. Rakennuksen energiataloutta parannetaan parantamalla ulkoseinien ja välipohjan lämpöeristystä.

Korjaussuosituksen tavoitteena on olla ohjeena korjaussuunnitelmaan ja -rakentamista tekeville tahoille.

Tilaaajan tavoitteet tälle kuntotutkimukselle ovat

1. Saada tarkka tieto kiinteistön kunnosta.
2. Selvitys korjauskohteiden määrästä ja laadusta.
3. Selvittää tehtävien korjaustoimenpiteiden laajuus.
4. Korjaustoimenpiteiden kiireellisyysjärjestyksen laadinta.
5. Oikeanlainen, pitkäikäinen korjaustapa, huomioiden erilaisten materiaalien yhteensopivuudet.

6. Parantaa kiinteistön kuntoa ja pitkäikäisyyttä.
7. Lakien ja asetusten mukaisten korjaustoimenpiteiden tekeminen.
8. Ekologisen rakentamisen ja kierrätyksen huomioiminen korjaustoimenpiteissä.
9. Lisätä kiinteistön asuinviihtyvyyttä ja päivittää rakenteet ja järjestelmät vastaamaan nykyaikaista vaatimustasoa.

Rakennuksen omistajalla on vastuu rakennuksen käytettävyydestä ja turvallisuudesta (Pitkäranta, 2016). Tämän takia kuntotutkimuksen tilaajana toimii rakennuksen omistaja tai hänen edustajansa. Suuremmissa kohteissa tilaajan on nimettävä henkilö, joka toimii yhteyshenkilönä vastuulliseen kuntotutkijaan. Kuitenkin tutkimusten tekemisestä ja käytännön järjestelyistä sovitaan rakennuksen omistajan kanssa. Ensivaiheessa tilaajan rooli tietojen välittäjänä on erittäin tärkeä. Tilaajan tulee olla osallisena tarvittavien tietojen hankkimisessa ja toimittaa rakennusta tuntevien henkilöiden yhteystiedot. Tilaajan tulee antaa näille henkilöille lupa tiedonantoon. Oikeiden lähtötietojen saaminen tutkimuksen alkuvaiheessa mahdollistaa kriittisten tutkimuksen kohdentamisen ja minimoi turhien tutkimusten tekemisen. Tilaajan ja kuntotutkijan tulee sopia, kuka hoitaa rakennuksen käyttäjien informoimisen kuntotutkimuksesta, tutkimuksen aikataulusta ja käytännönjärjestelyistä.

Tutkimuskohteelle tehtävät korjaustoimenpiteet vaativat rakennusluvan hakemisen (Ympäristöministeriö, 2015). Kohteeseen haettavan rakennusluvan liitteenä korjaussuosituksessa esitetyt toimenpiteet edesauttavat lupaviranomaista ymmärtämään korjaustoimenpiteiden laajuuden ja tarpeellisuuden. Tilaajalle korjaussuositus toimii apuna korjaustoimenpiteiden suunnittelussa, priorisoinnissa, aikataulutuksessa, kustannuslaskennassa ja tarjouspyyntövaiheessa.

Tutkimuskohteesta ei löytynyt asiakirjoja. Ainoa tutkimuskohteesta saatu ennakkotieto, edelliseltä kiinteistön omistajalta, oli, että ensimmäisen kerroksen ikkunat oli uusittu 2008.

3.3 Käytetyt kuntotutkimusmenetelmät

Rakenneosien tarkat tutkimukset ovat tärkeitä (Suomen Kiinteistölehti, 2021). Tutkimuksilla ja rakenneavauksilla selvitetään vaurioiden laajuus. Vain rakenneavauksin voidaan luotettavasti selvittää rakenneosien kunto. Vaurioiden korjaustapa, ajankohta ja laajuus suunnitellaan tutkimuksien ja rakenneavauksien tulosten perusteella. Samaan rakenneosaan, rakenteeseen tai tilaan tehdään useampi rakenneavaus, jottei ikäviä yllätyksiä tule.

Korjaustoimenpiteet kohdistuvat oikeisiin kohteisiin huolellisella ja riittävän laajoilla tutkimuksilla. Korjaustoimenpiteiden aikaiset yllätykset lisäävät korjauskustannuksia ja viivästyttää korjausten aikataulua. Suurissa korjaushankkeissa tehdään monia tutkimuksia. Ikkuna- ja julkisivukorjauksissa on syytä tehdä myös ilmanvaihtojärjestelmän kuntotutkimus. Ikkunoiden uusiminen vaatii ilmanvaihtojärjestelmän tai sen asetusten päivittämisen.

Kuntotutkimus 1950-luvun pientaloon toteutettiin Rakennustiedon KH-kortiston korttien KH90–00393 ja KH 90–00394 ohjetiedostojen mukaisesti (Rakennustieto, 2007a; Rakennustieto, 2007b.) Tilaajan kanssa sovittiin kuntotutkimuksen suorittamisesta, jonka jälkeen laadittiin tutkimussuunnitelma.

Kuntotutkimuksessa käytettiin Gann Hydromette RTU 600 -mittaria, M18 (Ref. No. 3500) -juntta-anturia, RF-T 28 (Ref. No. 3155) -ilma-anturia ja B50 (Ref. No. 3750) -pinta-anturia (Gann Mess -u. Regeltechnik GmbH, 1999). Kosteusmittarin kalibrointiin käytettiin Test Standard (Ref. No. 6070) apuvälinettä. M18 juntta-anturilla mitattu lukema ilmaisee materiaalin kosteuden prosenttimäärän suhteessa materiaalin kuivapainoon. B50 pinta-anturin tulos ilmaisee tiedon materiaalin kuivuudesta tai mahdollisesta kosteuden noususta. Mikäli puun mittaustulos 25–40 välillä, on puu kuivaa ja 80–140 on puussa mitattavissa kosteuden nousua.

Kuntotutkimus toteutettiin 14. heinäkuuta 2024 klo 08:13–15:15. Ulkolämpötila aloituksen aikaan oli 17,3 °C ja ilmankosteus 78,2 % RH. Kuntotutkimuksen jälkeen ulkolämpötila oli 25,5 °C ja ilmankosteus 51,9 % RH. Säätila ulkona oli puolipilvinen ja heikkotuulinen. Rakenneavaukset suoritettiin moottorisahalla ja dokumentoitiin kameralla. Materiaalipaksuudet ja vaurioiden leveydet selvitettiin mittaamalla rullamitalla.

3.4 Piha-alue ja varusteet

Piha-alueena tutkimuskohteessa oli kuvan 3 mukainen nurmikenttä, jossa näkyi ajoneuvo- ja jalankulkuliikenteen aiheuttamaa kulumaa. Pihalta puuttuivat selkeät kulkuväylät ja pysäköintialueet. Hulevesiä ei ollut johdettu pois pihalta, vaan ne pääsivät lammikoitumaan pihalla oleviin painanteisiin. Kuvan 4 mukaisesti kasvillisuus ulottui rakennuksen vierustalle.



Kuva 3. Piha-alue tieltä päin kuvattuna.



Kuva 4. Kasvillisuus on täyttänyt piha-alueen.

3.5 Perustukset ja alapohja

Rakennuksesta puuttuivat sadevesi- ja salaojajärjestelmät. Perusmuurin vierustäyttönä oli umpeenkasvanut sora. Kasvillisuus kasvoi perusmuurin läheisyydessä. Syöksytörvistä sadevedet ohjattiin kuvan 5 mukaisesti putkin kauemmas rakennuksesta. Vesiränneissä ja syöksytörvissä pinnoite oli hilseillyt paljastaen metallin, joka on siten alttiina sään vaikutuksille.

Betoninen alapohja tarkistettiin näkyviltä osin ulkoapäin, rakenneavaukset ja kosteusmittaukset suoritettiin tutkimuskohteen sisältä. Alapohjassa oli hiekalla täytetty kellari, joka ei ollut enää käytössä. Kellarin käyntiaukko oli poistettu. Alapohjan ulkopuolisesta routaeristyksestä ei tutkimuksissa saatu varmuutta.



Kuva 5. Kasvillisuus kasvaa seinän vieressä.

Perusmuurissa oli halkeamia. Kuvan 6 mukaisia halkeamia löydettiin 7 kappaletta. Osassa halkeamista oli alapohjassa eristeenä käytetty sahanpuru päässyt kulkeutumaan ulos eristetilasta, kuva 7. Sahanpurun seassa löydettiin eläinten ulosteita.



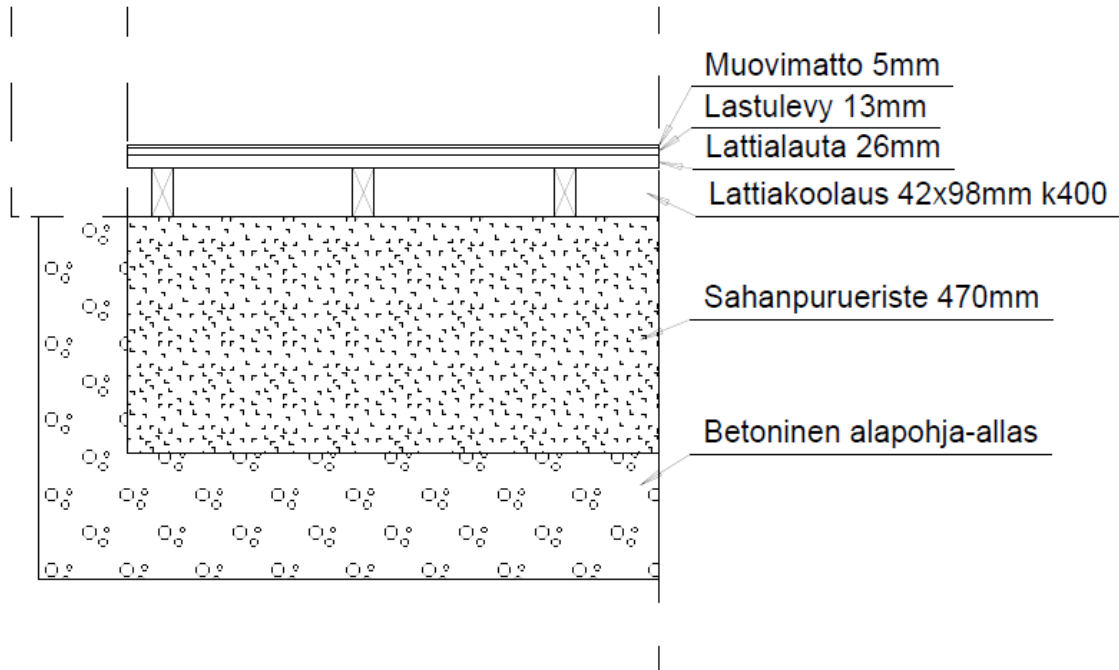
Kuva 6. Samantyyppisiä halkeamia löytyi 7kpl.



Kuva 7. Perusmuurissa halkeama.

Alapohjan rakenne on esitetty kuviossa 1. Alapohjan rakenteen koostui betonirakenteisesta altaasta. Alapohjan lämpöeristeenä oli sahanpurueriste, 470 mm. Lattiakoolaus olivat 42x98 mm k400 sahatavarasta. Lattiakoolauksen päälle oli asennettu 26

mm:n lattialauta ennen 13 mm lastulevyä. Lastulevyn päälle oli asennettu muovimatto. Kylmäeteisen alapohjasta puuttui lämpöeristeenä toimiva sahanpurukerros.



Kuvio 1. Alapohjan rakenneleikkaus.

Lattiarakenne avattiin tutkimuskohteen sisältä kahdesta kohtaa. Rakenneavauksista varmistettiin rakenteiden samankaltaisuus eri puolilla rakennusta ja mitattiin materiaalien kosteuspuitoisuudet. Samalla tarkastettiin silmämääräisesti rakenteiden kunto. Kuvassa 8 on nähtävissä avattua alapohjarakennetta, muovimatto poistettuna.



Kuva 8. Alapohjan rakennevaus.

Rakenneavauksista todettiin, että alapohjan sahanpurueristeet ovat painuneet 80 mm. Pintapurussa havaittiin kosteutta. M18-juntau-anturi mittauksessa lattianiskan kosteudeksi saatiin puun kuivapainosta 15,2 prosenttia. Mittaus toteutettiin kuvan 9 mukaisesti. Sahanpurun poistamisen jälkeen betonisen alapohja-altaan tulokseksi mitattiin B50-anturilla 102. Mitattu tulos indikoi kosteuden nousua betonirakenteessa.



Kuva 9. Lattiapalkin mittaus.

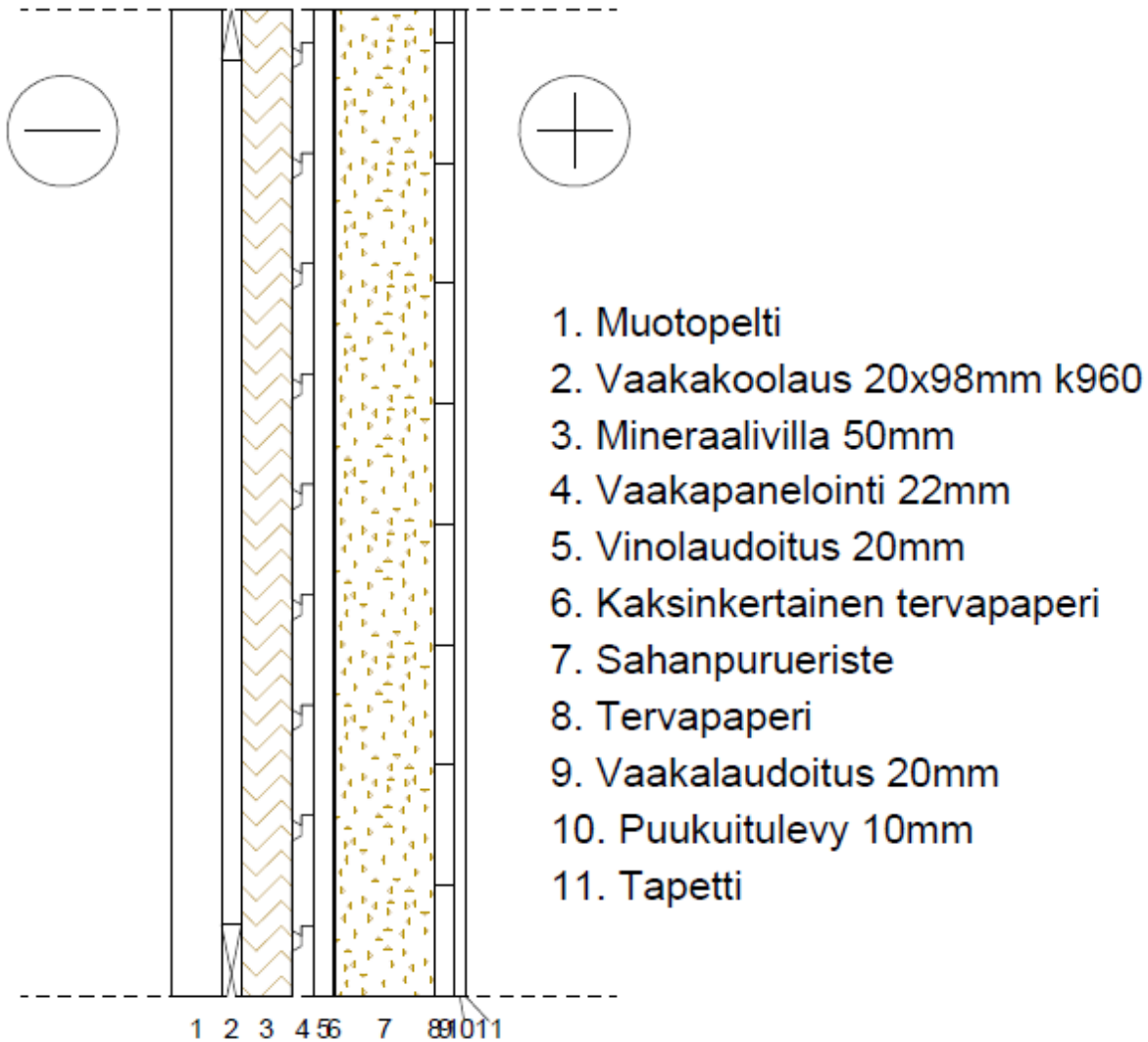
Alapohjan sahanpurussa todettiin mittauksissa kohonneita kosteuslukemia. Avauskohdan valintaan vaikutti ulkopuolelta havaitun halkeaman olemassaolo samassa rakennuksen nurkassa. Muovimatto oli kulunut sekä lämpimissä tiloissa että kylmäeteisessä. Muovimatossa näkyi auringon aiheuttamia vaurioita. Lattiassa oli havaittavissa epätasaisuuksia ja kallistumia.

3.6 Ulkoseinät

Rakennuksen ensimmäisessä kerroksessa ulkoseinän verhoiluna oli muotopelti. Pellin alla on asennettu vaakakoolaus, 20x98 mm k960. Vaakakoolauksen alla oli 50 mm:n mineraalivillaeriste. Mineraalivillakerroksen asennusajankohtaa ei tutkimuksessa selvitettyä. Mineraalivillan alta paljastui alkuperäinen vaakaan asennettu 22 mm:n paksuinen julkisivu panelointi.

Paneloinnin sisäpuolella oli vinolaudoitus 20 mm, kaksinkertainen tervapaperi ja 100 mm:n paksuinen sahanpurueriste. Sahanpurun sisäpuolella oli tervapaperi, vaakalaudoitus 20 mm ja puukuitulevy 10 mm. Sisäverhoiluna oli paperitapetti.

Ulkoseinien muotopelti oli kohtuullisessa kunnossa, pinnoite on pysynyt hyvin, eikä pellissä löydetty jälkiä pinnoitteen irtoamisista. Ulkoseinien sisäpinnat ovat kuluneet ja alkuperäisessä kunnossa. Tapetissa on havaittavissa paikkausjälkiä. Kuviossa 2 on esitetty ensimmäisen kerroksen ulkoseinärakenne.



Kuvio 2. Ensimmäisen kerroksen ulkoseinän rakenneleikkaus.

Kylmäeteisen ulkoseinässä on sisältäpäin lueteltuna kovalevy 4 mm, koolaus, 106x63 mm k583, 22 mm:n vaakapanelointi ja julkisivun muotopeltiverhoilu.

Talon ulkoseiniin tehtiin sisältä päin avaukset kolmeen eri kohtaan rakennuksen lämpimissä tiloissa ja kylmäeteisessä yhteen kohtaan. Avaukset suoritettiin vinolaudoitukseen saakka, kuvan 10 mukaisesti. Talon ulkoseinissä avattiin molempien päätyjen ikkunan alla oleva seinärakenne sahanpurun painumisen toteamiseksi. Kylmäeteisen avauksella todennettiin seinärakenne ja tutkittiin alasidepuun kunto. Ulkoseinärakenteen todentamiseksi rakennetta avattiin ulkopuolelta kuvan 11 mukaisesti.



Kuva 10. Ulkoseinän avaus sisältä.



Kuva 11. Talon ensimmäisen kerroksen ulkoseinän rakenneavaus.

Ulkoseinään tehdyistä rakenneavauksesta suoritettiin kosteusmittauksia. M18-juntta-anturi mittauksessa vinolaudoituksen mittaustulokseksi saatiin 11,8 % ja nurkkatolpan tulokseksi 12,5 %.

Sisäpuolelta suoritetuissa rakenneavauksissa ikkunoiden alta selvisi, että eristeenä toimiva sahanpuru on painunut 150 mm. Ikkunan alapuolisen ulomman vinolaudoituksen mittauksen tulos M18-juntta-anturilla oli 10,0 %.

Kylmäeteisen ulkoseinän vaakalaudoitus ja alasidepuu olivat kosteusvaurioituneet. Kosteusvaurioita ja lahoa löydettiin rakennuksen ulkoseinän sisäosasta kylmäeteisen kohdalta, kuvassa 12. M18-juntta-anturilla suoritetussa mittauksessa tulos oli 13,4 %.



Kuva 12. Merkkejä vanhoista kosteusvarioista.

Ulkoseinät ovat toisessa kerroksessa peltiverhoiltuja ensimmäisen kerroksen tapaan. Toisen kerroksen ulkoseinistä puuttui ensimmäisen kerroksen mineraalivillaeristekerros ja vaakakoolaus. Peltiverhoilu on asennettu vanhan julkisivuverhoilun päälle. Ulkoseinissä ei ole havaittavissa läpivientejä lukuun ottamatta käytöstä poistettua, kuvassa 13 nähtävää harmaavesiviemärointiä. Läpivienti oli tiivistetty mineraalivillalla. Rakennetutkimuksessa ei kosteutta eikä merkkejä kosteuden aiheuttamista vaurioista havaittu.



Kuva 13. Ulkoseinän läpivienti.

3.7 Ikkunat ja ovet

Ensimmäisen kerroksen ikkunat olivat kolmilasisia metallikarmi-ikkunoita. Aiemmalta omistajalta saadun tiedon mukaan ensimmäisen kerroksen ikkunat on uusittu 2008. Vuorilautojen pinnoite on hilseillyt. Saumojen tiivistysmassauksissa todettiin kuva 14 mukaisia puutteita, osin tiivistysmassaus puuttui kokonaan. Ensimmäisen kerroksen ikkunoissa peltinen vuorilauta on asennettu vesipellin reuna ulkopuolella. Vuorilautoissa pinnoite on paikoin hilseillyt.



Kuva 14. Vuorilaudan ja vesipellin liitos ensimmäisen kerroksen ikkunassa.

Ikkunat toisessa kerroksessa olivat kaksilasiset puukarmi-ikkunoita. Karmien maalaukset olivat kuvan 15 mukaisesti huonokuntoiset.

Vähintään 1,5-kerroksissa kiinteistöissä on oltava hätäpoistumistiet (Rakennustieto, 2007b, 7.4. Turvallisuuden tarkastelu). Nämä puuttuivat rakennuksen molemmista päistä.



Kuva 15. Toisen kerroksen ikkunan alareuna.

Rakennuksen ulko-ovena oli paneeliverhoiltu, mineraalivillaeristeinen umpiovi. Oven kokonaispaksuus oli 71 mm. Kylmäeteisestä lämpimiin sisätiloihin johti samanlainen mineraalivillalla eristetty umpiovi. Toiseen kerrokseen menevän portaikon ovi oli mineraalivillaeristeinen umpiovi. Sisäovet olivat puurunkoisia, kovalevyverhoiltuja ovia, kokonaispaksuus 43 mm.

3.8 Väliseinät

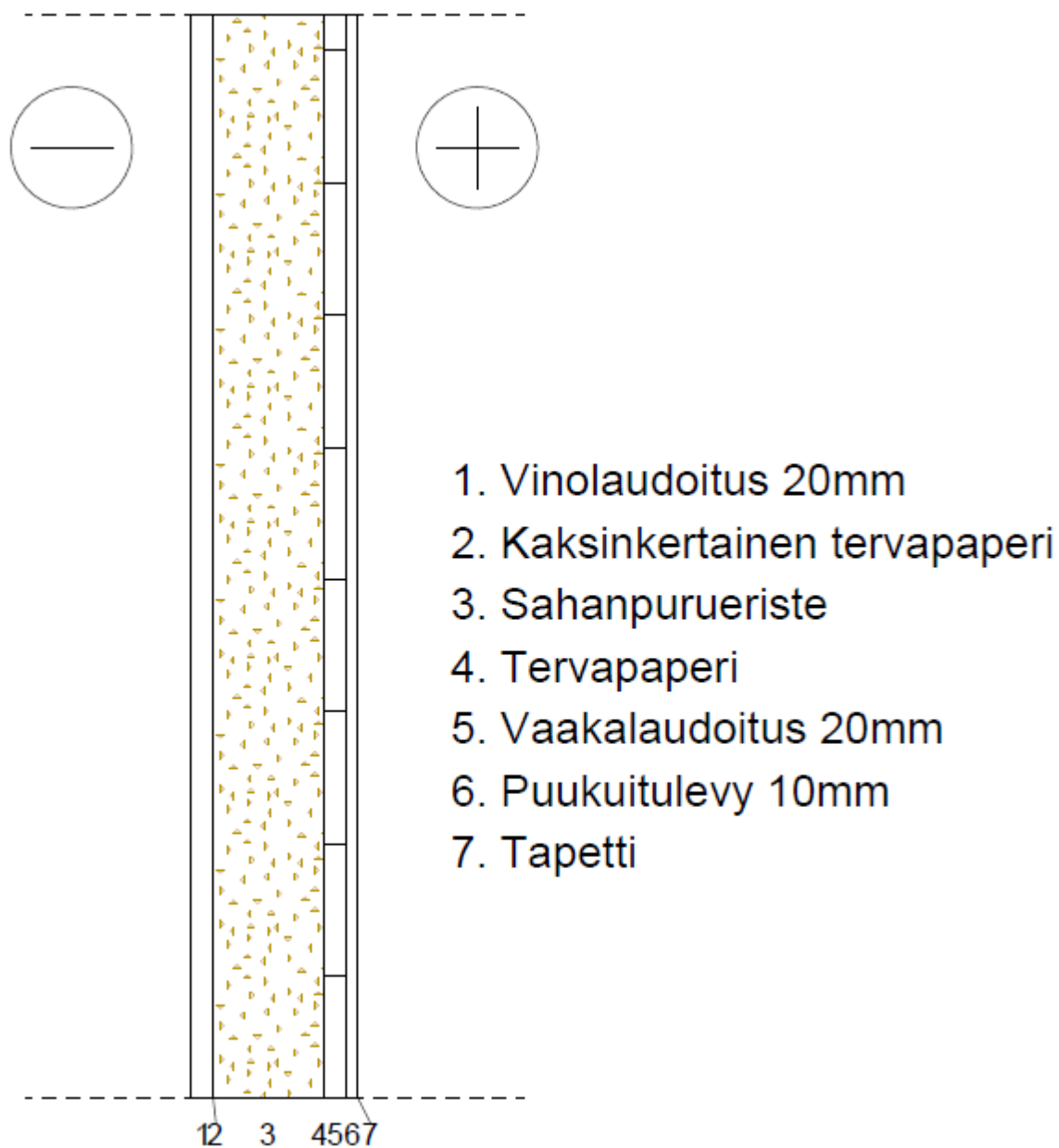
Väliseinään tehtiin ensimmäisessä kerroksessa yksi rakennevaus ulkoseinän läheisyyteen rakenteen määrittämiseksi ja kosteuden mittaamiseksi. Sisäseinärakenteena oli tapetoitu puukuitulevy 10 mm, vinolaudoitus 20 mm, kartonki, sahanpurueriste 100 mm, kartonki, vinolaudoitus 20 mm ja tapetoitu puukuitulevy 10 mm. Sahanpurueristeessä oli havaittavissa epäpuhtauksia, kuva 16.



Kuva 16. Väliseinän avaus.

Tutkimuskohteen kolme tulisijaa sijaitsevat ensimmäisessä kerroksessa. Tulisijojen taustoina oli tiilimuurattu seinä ja savupiippuna oli lattiasta lähtevä kolmihorminen savupiippu. Tiiliseinissä ja piipussa oli kalkkimaalauspinnoitus. Savupiippuun on rakennettu sivuttaissiirto välipohjan ja toisen kerroksen osalle, jolloin savupiippu sijoittuu vesikatolla harjalle.

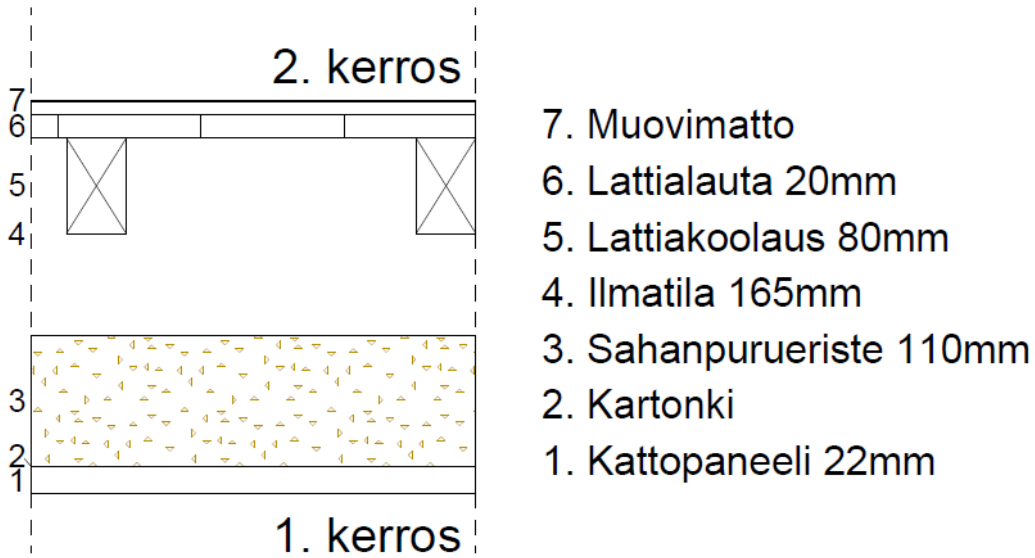
Huoneiden väliset seinät toisessa kerroksessa on toteutettu puurunkoisena, tapetoiduilla puukuitulevyseinillä. Seinissä ei ollut eristyksiä. Toisen kerroksen ullakkotilojen ja huonetilojen väliset lämpöeristetyt seinät on toteutettu kuvio 3 mukaisesti sahanpurueristeisenä seinänä.



Kuvio 3. Huoneiden ja ullakotilan välinen seinärakenne.

3.9 Välipohja

Välipohjan rakenneleikkaus on esitetty kuviossa 4. Välipohja on toteutettu sahanpurueristeisenä.



Kuvio 4. Välipohjan lämpimien tilojen rakenneleikkaus.

Kylmissä ullakkotiloissa lattiakoolauksen päälle on asennettu sahattu lauta. Ensimmäisen kerroksen kattoverhoiluna on panelointi ja toisen kerroksen lämpimissä tiloissa lattiamateriaalina on lattialaudan päälle asennettu muovimatto. Muovimatto on saumoistaan irronnut, kuva 17.



Kuva 17. Toisessa kerroksessa muovimatto irronnut.

Tutkimuksissa välipohjassa ei havaittu kosteudesta aiheutuvia vaurioita. Savupiipun välipohjan läpiviennin tiivistykset olivat ehyet eikä merkkejä kosteuden aiheuttamista vaurioista havaittu.

3.10 Yläpohja ja vesikatto

Lämpimissä tiloissa toisessa kerroksessa sisäkaton pinnoitus oli toteutettu maalatuin puukuitulevyin. Levyjen saumat olivat aukeilleet ja osin levyt olivat irronneet kiinnityksistään. Toisen kerroksen lämpimien tilojen lämmöneristeenä yläpohjassa oli mineraalivilla. Mineraalivillan päältä löydettiin eloperäistä roskaa, kuten sahanpurua ja puiden lehtiä. Yläpohjassa kattopalkkien päälle oli asennettu harvalaudoitus, jonka yläpuolelle oli pärekatto. Tutkimuksessa ei alapuolisia kosteusvaurioita havaittu. Savupiipun läpiviennissä yläpohjassa oli todettavissa kuvan 18 mukaisia valumajälkiä aiemmista vuodoista. Tutkimushetkellä läpivienti oli kuiva.



Kuva 18. Savupiipun läpivienti yläpohjassa.

Vesikatteenä oli konesaumapeltikate. Vesikatteen pinnoite oli suurelta osin hilseillyt kuvan 19 mukaisesti, paljastaen pellin. Savupiipun pellityksen tiivistys oli vaurioitunut, kuva 20. Savupiipusta puuttui piipun hattu. Vesikatolle oli asennettu nousu- ja lapetikkaat. Kulkusilta puuttui katolta.



Kuva 19. Vesikaton pinnoite halkeillut.



Kuva 20. Savupiipun pellityksen tiiveysvaurio.

3.11 LVIS-järjestelmät

Ilmavaihtojärjestelmä kohteessa oli painovoimainen. Tutkimuksessa kohteesta löydettiin yksi lautasventtiili, toisen kerroksen ullakkotilaan johtavasta ovesta.

Kohteessa oli kolme tulisijaa, jotka toimivat rakennuksen päälämmönlähteinä. Kaikki tulisijat sijaitsivat ensimmäisessä kerroksessa. Olohuoneessa oli kuvan 21 mukainen tiilimuurattu, konvektioritilöin varustettu kulmamallinen takka. Makuuhuoneessa oli peltikuorinen pönttöuuni, kuva 22 ja keittiössä oli kuvassa 23 esitetty valurautakantinen puuliesi. Tulisijat on liitetty tiilimuurattuun kolmihormiseen savupiippuun.



Kuva 21. Olohuoneessa tiilimuurattu takka.



Kuva 22. Pönttöuuni.



Kuva 23. Keittiön puuliesi.

Kuntotutkimuksessa todettiin keittiössä oleva vesiliitäntä. Vesiliitännästä on poistettu vesimittari ja vesiputken päät olivat tulpatut. Vesiliitäntää kunnalliseen vesijärjestelmää ei tässä tutkimuksessa selvitetty.

Viemärijärjestelmä on poistettu käytöstä. Ulkopuolisessa tutkimuksessa havaittiin harmaavesiviemäriin olemassaolo, viemäriiliitäntää kunnalliseen viemärijärjestelmään ei tässä tutkimuksessa selvitetty.

Sähkölaitteita on päivitetty. Päivitysjankohdasta ei ole tietoa. Tutkimuksissa todettiin, että kohteessa on aiemmin ollut käytössä metallipinnoitteiset sähköjohdot, jotka on vaihdettu muovikuorisiin johtoihin vanhoja johtoja poistamatta. Kohteessa oli kuvan 24 mukainen sähköpääkeskus. Sulaketaulussa oli keraamiset sulakkeet, sähkömittari oli etäluettavaa mallia.



Kuva 24. Sähköpääkeskus.

Kohteesta löydettiin puhelinjärjestelmä. Järjestelmän toimivuutta ei tässä tutkimuksessa testattu.

4 TUTKIMUSKOHTTEEN SUOSITELLUT KORJAUSTOIMENPITEET

4.1 Piha-alue ja varusteet

Asemapiirrookseen merkitään tiedot sadevesi- ja perusvesikaivosta, hulevesien käsittelystä ja piha-alueen korkeussuhteet ja korkeusasemat (Ympäristöministeriö, 2015).

Asemapiirrookseen merkitään tiedot oleskelualueista. Asemapiirroksessa esitetään rakennettavat nurmialueet, liikennöintialueet, pysäköintipaikat ja liittymät piha-alueelle. Piha-alueelle tehdään kuivatussuunnitelma. Kuivatussuunnitelmassa huomioidaan, että maan pinta muotoillaan viettämään pois päin kiinteistöllä olevista rakennuksista ja vesi ohjautuu nurmialueille tai hulevesijärjestelmän kaivoihin.

4.2 Perustukset ja alapohja

Rakennuksesta puuttuivat salaoja- ja sadevesijärjestelmät. Rakennuksen korjauksien yhteydessä järjestelmät asennetaan rakennukseen. Perusmuurin ympärille tehdään kaivanto siten, että salaoja- ja sadevesijärjestelmät voidaan asentaa erillisen kuivatussuunnitelman mukaisesti. Eloperäinen maa-aines ja kasvillisuus poistetaan rakennuksen vierustalta. Perusmuurin ulkopuolelle asennetaan routasuojaus. Perusmuurissa olevat halkeamat puhdistetaan, halkeamiin tehdään tuentaraudoitus ja halkeamat betonoidaan yhtenäiseksi perusmuuriksi. Perusmuurille tehdään ulkopuolinen bitumisively ja asennetaan perusmuuriin patolevyt kosteuden siirtymisen estämiseksi. Kaivanto täytetään kapillaarisoralla. Rakennuksen vierustäyttö muotoillaan viettämään rakennuksesta pois päin.

Alapohjassa oleva lattiarakenne puretaan ja sahanpuru poistetaan. Käytöstä poistetun kellarin tuuletusventtiili poistetaan ja perusmuurin läpivienti betonoidaan umpeen. Kellarin hiekkatäyttö tiivistetään ja valetaan teräsbetonikansi kellariaukon päälle. Puhdistetun betonialtaan pohjalle asennetaan 20 mm:n hiekkakerros. Betoniallas täytetään EPS-eristelevyillä. Eristelevyjen päälle valetaan rautaverkkovahvisteinen 90 mm:n paksuinen teräsbetonilaatta. Perusmuurin ja teräsbetonilaatan väliin asennetaan irroituskaisista. Rautaverkkoon asennetaan vesikiertoisen lattialämmitystä varten putkitus. Betonilaatta pinnoitetaan tilaajan haluamalla lattiapinnoitteella.

4.3 Ulkoseinät

Ulkoseinistä puretaan sisäpuolelta seinärakennetta sahanpurueristetilaan saakka, jotta seinästä voidaan poistaa sahanpurueristeet. Rakennuksen runko tuetaan sisäpuolelta väliaikaisesti ulkopuolisen korjaustoimenpiteiden ajaksi. Ulkopuolelta puretaan rakennekerrokset rakennuksen runkoon saakka. Runkoon asennetaan 25 mm:n Runkoleijona-tuulensuojalevytys. Runkoleijonan ulkopuolelle asennetaan ristikoolaus ulkoverhoilun pystypanelointia varten. Ristikoolauksella varmistetaan seinärakenteen riittävä tuulettuminen. Kylmäeteisen kohdalta löydetty ulkoseinän laaja-alainen vaurio uudistetaan kokonaan ulkoseinien korjausten yhteydessä. Kuntotutkimuksessa tehdyissä rakenneavauksissa ei havaittu alasidepuissa vauriota, kylmäeteisen alasidepuun vauriota lukuun ottamatta. Mikäli vaurioita purkuvaiheessa havaitaan, vaihdetaan vioittunut alasidepuu ja 30–50 cm tervettä puuta vioittuneen kohdan molemmilta puolilta. Paljastuneeseen perusmuuriin asennetaan huopakasta. Vioittuneet seinärunkotolpat katkaistaan 30–50 cm:n etäisyydeltä vioittumiskohdasta ja poistettu runkotolppa uusitaan.

Väliaikainen tuenta poistetaan ja 100 mm:n eristetilaan puhalletaan Ekovillan puhallusvilla, jonka sisäpuolelle asennetaan 48 mm:n Ekovilla-levyeriste vaakakoolauksella, ennen hengittävää Ekovilla X5 -ilmansulkupaperia. Ilmansulkupaperin sisäpuolelle asennetaan 13 mm:n kipsilevy tai vastaavaa levytys, ennen tilaajan haluamaa pinnoitetta. Ulkoseinässä oleva läpivienti poistetaan ulkoseinien korjausten yhteydessä.

Ulkopuolisen vinolaudoituksen poistaminen saattaa aiheuttaa rakennuksen runkorakenteen ei-toivottuja liikkumismuutoksia, väliaikaisesta tuennasta huolimatta. Tuulettumattomana ulkopuolisen vinolaudoituksen jättäminen seinärakenteeseen mahdollistaa vakavien kosteusvaurioiden syntymisen.

Lämpimien tilojen ulkoseinistä toisessa kerroksessa poistetaan sisäpuoliset materiaalit ulkopuoliseen vinolaudoitukseen saakka. Seiniin asennetaan 100 mm:n Ekovillan puhallusvilla, ilmansulkupaperi ja 13 mm:n kipsilevytys.

4.4 Ikkunat ja ovet

Ensimmäisen kerroksen kolmilasisten ikkunoiden karmit puhdistetaan ja huoltomaalataan. Vuorilaudat ja vesipellit uusitaan vastaamaan muuttuvaa ulkoseinäpaksuutta. Vuorilaudat

asennetaan vesipellin päälle, jotta vuorilaudalle tuleva sadevesi poistuu vesipeltiä pitkin. Sisäpuolelta ikkunoihin lisätään vuorilaudat ja karmilistat puhdistetaan ja huoltomaalataan. Toisessa kerroksessa ikkunat poistetaan ja uusitaan kolmilasisiksi ikkunoiksi. Rakennuksen kumpaankin päähän tulevista ikkunoista ainakin yhden ikkunan on oltava varustettuna hätäpoistumistien vaatimalla kiinteällä painikkeella.

Ulko-ovi vaihdetaan uuteen vähintään 900 mm:n levyiseen ulko-oveen (Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta 848/2017, 34§). Kylmäeteisestä sisätiloihin johtava eristetty sisäovi vaihdetaan vähintään 900 mm levyiseen ulko-oveen. Toisen kerroksen portaikkoon johtava eristetty ovi puhdistetaan ja huoltomaalataan. Sisäväliovet puhdistetaan ja huoltomaalataan.

4.5 Väliseinät

Väliseinistä poistetaan pinnoitus, puukuitulevyt ja sahanpurueristeet. Väliseiniin asennetaan levyvillaeriste ja väliseinät levytetään 13 mm:n kipsilevyllä molemmin puolin, ennen tilaajan haluamaa pinnoitetta. Vioittuneet seinärunkotolpat katkaistaan 30–50 cm:n etäisyydeltä vioittumiskohdasta ja runkotolpan osa uusitaan. Muuratut seinät, savupiippu ja yläkertaan johtavat portaat puhdistetaan ja huolto maalataan. Puulieden ympärillä oleva laatoitus poistetaan ja korvataan uudella laatoituksella.

4.6 Välipohja

Lämpimistä tiloista toisessa kerroksessa poistetaan muovimatto ja lattialaudoitus. Kylmien ullakkotilojen lattialaudoitus poistetaan. Välipohjassa oleva sahanpurueriste poistetaan. Välipohjaan asennetaan Ekovilla X5 -ilmansulkupaperi. Välipohja eristetään Ekovillan puhallusvillalla, villan paksuus 200 mm. Eristyksen jälkeen toisen kerroksen asuintiloihin asennetaan 22 mm:n lattialastulevy, lämmitysmatto ja lattia pinnoitetaan tilaajan haluamalla materiaalilla. Kylmissä ullakkotiloissa lattiakoolauksen päälle asennetaan lattialaudoitus. Ensimmäisen kerroksen katossa oleva panelointi puhdistetaan ja kattopaneeleille tehdään tilaajan haluama huoltomaalaus.

4.7 Yläpohja ja vesikatto

Sisäkatto uudistetaan toisessa kerroksessa lämpimistä tiloista poistamalla vanhat kattolevyt. Koolaukseen asennetaan Ekovilla X5 -ilmansulkupaperi ja sisäkattoon asennetaan kipsilevytys, joka pinnoitetaan tilaajan haluamalla tavalla. Yläpohjaeristeiden päältä poistetaan roskat ja muu eloperäinen materiaali. Pieneläinten pääsy yläpohjaan ja ullakkotiloihin estetään räystäälle asennettavilla metalliverkoilla. Ullakkotilojen tuuletus varmistetaan rakennuksen molempiin päihin asennettavilla verkoin varustetuilla ilmaventtiileillä. Rakennuksen molempiin päätyihin asennetaan hätäpoistumistikkaat.

Vesikatteenä oleva konesaumapelti uusitaan. Vesikatolta poistetaan peltikate ja sen alapuolinen pärekatto. Vesikatolle asennetaan aluskate, korokerimoitus ja uusi peltikate. Nousu- ja lapetikkaat huoltomaalataan. Vesikatolle asennetaan kattosilta ja tarvittavat lumiesteet kulkuväylien kohdalle. Savupiipun pellitys uusitaan. Piipun pellityksen ja vesikatteen saumaus tiivistetään huolellisesti. Savupiipun pää pellitetään ja piippuun asennetaan piipunhattu.

Kylmäeteisen vesikatossa oleva konesaumapeltikate uusitaan. Vesikaton ja ulkoseinän sauman tiivistys korjataan ulkoseinän korjauksen yhteydessä.

4.8 LVIS-järjestelmät

Painovoimaisen ilmanvaihtojärjestelmän tilalle asennetaan lämmöntalteenotolla varustettu koneellinen ilmanvaihtojärjestelmä. Ilmanvaihtojärjestelmässä huomioidaan tulisijojen vaatima korvausilman tarve, esimerkiksi takkakytkimen avulla.

Ilmanvaihtokoneessa tulee olla vähintään 45 % lämmöntalteenotto (Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöistä 958/2012, 5§). Ilmanvaihtojärjestelmä toteutetaan erillisen suunnitelman mukaan.

Lämmitys ensimmäisessä kerroksessa suositellaan toteutettavaksi vesikiertoisena lattialämmityksenä. Toiseen kerrokseen suositellaan sähköistä, lämmitysmatolla toteutettua lattialämmitystä. Lämmitysjärjestelmä toteutetaan erillisen suunnitelman mukaan. Tulisijoille toteutetaan sisä- ja ulkopuolinen puhdistus ja tarvittaessa tulisijat pinnoitetaan tai huoltomaalataan.

Alapohjan EPS-eristekerrokseen asennetaan, kunnalliseen vesijohtoon liitettävä, vesijohtojärjestelmä. Järjestelmä toteutetaan erillisen suunnitelman mukaan. Kunnalliseen viemäriverkostoon liitettävä viemärijärjestelmä asennetaan alapohjan EPS-eristekerrokseen. Viemärijärjestelmä toteutetaan erillisen suunnitelman mukaan. Sähköjärjestelmä ei kuulunut tutkimukseen. Sähköjärjestelmä päivitetään vastaamaan suunniteltuja korjaustoimenpiteitä. Sähköjärjestelmän uusiminen toteutetaan erillisen suunnitelman mukaan.

Rakennukseen asennetaan sähköverkkoon kytketyt, akku-/paristovarmenteiset, palovaroittimet. Palovaroittimia tulee olla vähintään 1 kappale samassa kerroksessa olevaa alkavaa 60 m² kohden (Sisäasiainministeriön asetus palovaroittimien sijoittamisesta ja kunnossapidosta 239/2009, 3§). Palovaroittimia suositellaan asennettavaksi jokaiseen makuuhuoneeseen.

Puhelinjärjestelmä poistetaan korjaustoimenpiteiden yhteydessä. Tarvittaessa rakennukseen asennetaan nettiyhteys ja muut tarvittavat järjestelmät. Järjestelmät toteutetaan erillisten suunnitelmien mukaan.

4.9 Suositellut korjaukset ja kuntoluokka yhteenveto

Suoritetun kuntotutkimuksen pohjalta suositellaan seuraavaa järjestystä edellä kuvatuille korjaustoimenpidesuosituksille.

Kosteuden pääsyn estäminen rakenteisiin -korjaustoimenpiteistä ensimmäinen on alus- ja peltikatteen ja savupiipun pellityksen uudistaminen. Savupiipun pää pellitetään ja savupiippuun asennetaan piipun hattu. Vesikatteen ja savupiipunpellityksen asentaminen ja vesikaton läpiviennin tiivistys estää sadeveden pääsyn yläpohjarakenteisiin. Kylmäeteisen vesikatteen ja julkisivun peltiverhoilun liitos tiivistetään väliaikaisesti, olemassa olevan vaurion laajenemisen estämiseksi. Lopullinen liitoksen tiivistys toteutetaan ulkoseinän korjauksen yhteydessä.

Rakennukselle ja piha-alueelle toteutetaan niille tehty kuivatussuunnitelma. Puusto ja muu kasvillisuus poistetaan rakennuksen läheisyydestä. Eloperäinen maa-aines poistetaan perusmuurin ympäriltä 2 metrin etäisyydeltä. Kaivuu suoritetaan siihen syvyyteen, että sadevesi- ja salaojajärjestelmät voidaan asentaa. Ennen kaivuun aloittamista pyydetään

kaapeleiden ja putkien näytöt, jotta kaivuutyön aikana ei aiheuteta vaurioita olemassa oleville kaapeleille ja putkille.

Kaivannon auki ollessa puhdistetaan ja betonoidaan perusmuurissa olevat halkeamat. Perusmuurille tehdään bitumisively ja asennetaan patolevyt. Samassa yhteydessä asennetaan vesi- ja viemärijärjestelmät. Liittymät tehdään kunnan osoittamaan kohtaan vesi- ja viemäriverkostoja. Järjestelmien läpiviennit perusmuuriin tiivistetään tiivistemassalla. Vesi- ja viemärijärjestelmät toteutetaan erillisen suunnitelman mukaan.

Ulkoseinistä poistetaan materiaalikerrokset sisäpuolelta ulkopuoliseen vinolaudoitukseen saakka. Purkamisen yhteydessä tarkistetaan alasidepuun ja runkotolppien kunto ja tarvittaessa vioittunut puuainees vaihdetaan kohdan 4.3 mukaisesti. Ulkoseiniin tehdään väliaikainen tuenta ei-toivottujen liikkumismuutosten välttämiseksi. Väliseinät puretaan kohdan 4.5 mukaisesti.

Välipohjaan toteutetaan kohdan 4.6 mukaiset purkutoimenpiteet. Välipohjan purkutoimenpiteiden yhteydessä suoritetaan toisen kerroksen lämpimien tilojen eristettyjen seinien purkutoimenpiteet.

Ulkoseinistä poistetaan julkisivuverhoiluna ollut pellitys ja sen alla ollut mineraalivillaeristys. Vanha julkisivuverhoilupanelointi ja vinolaudoitus poistetaan. Ulkoseiniin asennetaan Runkoleijonalevytys ja ristikoolaus ennen uuden julkisivuverhoilun asentamista. Ulkoseinissä huomioidaan uusittavien ovien vaatimukset. Ensimmäisen kerroksen väliseinistä poistetaan puukuitulevytys ja sahanpurueristys. Toisen kerroksen huoneiden välisistä seinistä poistetaan puukuitulevytys.

Ulkopuolisen vinolaudoituksen poistaminen saattaa aiheuttaa rakennuksen runkorakenteen ei-toivottuja liikkumismuutoksia, väliaikaisesta tuennasta huolimatta. Tuulettumattomana ulkopuolisen vinolaudoituksen jättäminen seinärakenteeseen mahdollistaa vakavien kosteusvaurioiden syntymisen.

Väliaikainen tuenta ulkoseinistä poistetaan. Ulkoseiniin ja välipohjaan asennetaan puhallusvillaeristys korjaussuosituksen mukaisesti. Välipohjaan asennetaan höyrynsulkupaperi ennen puhallusvillaeristuksen asentamista. Välipohjaan asennetaan yläpuolinen lattialastulevy ja ullakkotiloihin lattialaudat.

Alapohjasta poistetaan lattiamateriaalit ja sahanpurueristys. Perusmuurissa olevien halkeamien korjaukset tarkastetaan sisäpuolelta ja tarvittaessa tehdään lisäkorjaukset. Alapohjaan toteutetaan kohdassa 4.2 mainitut korjaustoimenpiteet vesi- ja viemärijärjestelmien suunnitelmat huomioiden.

Ulkoseinien korjausrakentaminen toteutetaan sisäpuolisella levyeristyksellä. Ulkoseiniin asennetaan höyrynsulkupaperi ja kipsilevy. Väliseinät eristetään ja levytetään. Välipohjan panelointiin tehdään kohdassa 4.6 huolto- ja korjaustoimenpiteet. Korjaustoimenpiteissä huomioidaan rakennukseen asennettavien tai uudistettavien järjestelmien vaatimukset.

Ikkunat toisessa kerroksessa vaihdetaan 4.4 kohdan mukaisesti. Ensimmäisen kerroksen ikkunoihin tehdään kohdan 4.4 mukaiset korjaustoimenpiteet. Ulko-ovet vaihdetaan korjaussuosituksen mukaisiin eristettyihin ulko-oviin.

Suosittelujen korjaustoimenpiteiden aikataulullisen suunnittelun ja kustannuslaskennan tueksi eri tutkimuskohteille laadittiin taulukon 3 kuntoluokkataulukko. Kuntoluokat määräytyvät materiaalin kunnon ja Rakennustiedon RT-kortiston kortin RT 103098 mukaisesti (Rakennustieto, 2019). Kuntoluokat on numeroitu ykkösestä viitoseen. 1. luokan kunto on heikko ja uusinnan tarve on toteutettava 1–5 vuoden kuluessa. 5. luokan kunto vastaa uutta eikä korjaustoimenpiteitä tarvita seuraavan 10 vuoden aikana.

Taulukko 3. Rakenneosien kuntoluokat (Rakennustieto, 2019).

Rakenneosa	Kuntoluokka	Kuvaus
Piha-alue ja tieliittymä	2	Piha-alueilla on paljon painumia, joiden takia sadeveden poisto ei toimi suunnitellusti. Päälysrakenteiden peruskorjaus 1–5 vuoden kuluessa
Hulevesijärjestelmä	1	Rakentaminen 1–5 vuoden kuluessa.
Salaojajärjestelmä	1	Rakentaminen 1–5 vuoden aikana.
Perusmuuri	1	Peruskorjaus 1–5 vuoden aikana.
Alapohja	1	Peruskorjaus 1–5 vuoden aikana.
Sadevesijärjestelmä	1	Rakentaminen 1–5 vuoden aikana.
Ulkoseinät	1	Peruskorjaus 1–5 vuoden aikana.
Metalli-ikkunat	3	Kunnostettu yli 10 vuotta sitten.
Puuikkunat	1	Uudistus 1–5 vuoden aikana.
Ulko-ovet	1	Uudistus 1–5 vuoden aikana.
Vesikate	1	Uudistus 1–5 vuoden aikana.
Lämmitysjärjestelmä	1	Rakentaminen 1–5 vuoden aikana.
Vesi- ja viemärijärjestelmä	1	Rakentaminen 1–5 vuoden aikana.
Ilmanvaihtojärjestelmä	1	Rakentaminen 1–5 vuoden aikana.
Sähkö- ja muut tekniset järjestelmät	1	Uudistus 1–5 vuoden aikana.

4.10 Rakennuksen vaipan U-arvot ja korjausten energiasäästölaskelma

Suoritetun kuntotutkimuksen pohjalta tehdyssä korjaussuosituksessa on esitetty eri rakenneosille energiahäviötä pienentäviä toimenpiteitä. Taulukossa 4 on esitetty ennen korjaustoimenpiteitä U-arvot eri rakenneosille, korjaustoimenpiteiden jälkeen saavutetut U-arvot ja niiden Ympäristöministeriön asetuksen vaatima vertailuarvot. Rakenneosien U-arvot on laskettu D.O.F tech Oy:n ja Saint-Gobain Finland Oy:n tarjoamalla laskentapalvelulla. Rakennusmateriaaleihin, joita ei löydetty laskentapalvelusta, on käytetty

buildis.techinfus.com/fi/ -sivuston materiaaliluettelon, Ekovilla Oy:n, Pihla Group Oy:n ja Nordic Fibreboard LTD:n yritysten tuotetietosivujen tuotetietoja.

Taulukko 4. U-arvo vertailu (buildis.techinfus.com/fi/, 2024; D.O.F. tech Oy, Saint-Gobain Finland Oy.i.a.; Ekovilla Oy. i.a.; Nordic Fibreboard LTD i.a.; Pihla Group Oy i.a.; Rakennusvalvonta Oulu, 2013; Ympäristöministeriö 958/2012).

Rakenneosa	Alkuperäinen U-arvo [W/(m ² °C)]	Korjaussuunnitelman U-arvo [W/(m ² °C)]	YM:n asetuksen 4§ vaatima U-arvon parannus korjaus- ja muutostöissä [W/(m ² °C)]
Alapohja	0,153	0,05	mahdollisuuksien mukaan.
Ulkoseinä	0,54	0,24	0,5 × alkup. enintään 0,17
Yläpohja	0,49	0,18	0,5 × alkup. enintään 0,09
Ovi	5,80	1,0	1,0 tai parempi, vanhoja korjattaessa parannetaan lämmönpitävyyttä mahdollisuuksien mukaan.
Ikkuna 1	1,0	1,0	1,0 tai parempi
Ikkuna 2	2,7	1,0	1,0 tai parempi

Korjaustoimenpiteiden tarkoituksena on parantaa rakennuksen energiatehokkuutta ja siten pienentää energiakustannuksia. Samalla uusitaan rakennuksen pintamateriaaleja, nykyaikaistetaan järjestelmiä ja parannetaan asumisviihtyvyyttä.

Rakennuksen energiasäästölaskelmassa selvitetään rakennuksen vaipan eri osien energiasäästösummien erotus alkuperäisellä rakenteella ja korjatulla rakenteella. Laskelmat toteutetaan Koistisen (2024) mukaan kaavalla

$$Q = H_{\text{joht}} \times \Delta T \times \Delta t \quad (1)$$

missä

- Q on rakenteiden läpi aiheutuva energianhäviö [W]
- H_{joht} on ominaislämpöhäviö rakennuksen vaipan läpi [W/°C]
- ΔT on lämpötilaero rakenteen eri puolilla [°C]
- Δt on ajanjakson pituus [h].

Vuotuisen energiahäviön selvittämiseksi kaava (1) kirjoitetaan muotoon (Koistinen, 2024)

$$Q = H_{\text{joht}} \times S17 \times 24 \frac{h}{\text{vrk}} \quad (2)$$

missä

S17 on paikkakunnan lämmitystarveluku [$^{\circ}\text{Cvrk}$]

Kaavassa (2) H_{joht} voidaan kirjoittaa muotoon (Ympäristöministeriö, 2017)

$$Q = \left\{ \Sigma(U_{\text{ulkoseinä}} \times A_{\text{ulkoseinä}}) + \Sigma(U_{\text{yläpohja}} \times A_{\text{yläpohja}}) + \Sigma(U_{\text{alapohja}} \times A_{\text{alapohja}}) + \Sigma(U_{\text{ikkuna}} \times A_{\text{ikkuna}}) + \Sigma(U_{\text{ovi}} \times A_{\text{ovi}}) \right\} \times S17 \times 24h \quad (3)$$

missä

U_i on rakenneosan U-arvo [$\text{W}/(\text{m}^2\text{C})$]

A_i on rakenneosan pinta-ala [m^2]

Tutkimuskohteen Vetelin lämmitystarveluku [S17] kuntakertoimella korjattuna on 4716 $^{\circ}\text{Cvrk}$ (Ilmatieteenlaitos, i.a.).

Sijoittamalla eri rakenneosien U-arvot (taulukko 4) ja pinta-alat kaavaan 2, saadaan laskettua alkuperäisten rakenneosien vuotuiset energiahäviöt.

Taulukko 5. Kohteen alkuperäisten rakenneosien energiahäviöt.

Rakenneosa	Alkuperäinen U-arvo [$\text{W}/(\text{m}^2\text{C})$]	Pinta-ala [m]	Energiahäviö [W/vuosi]
Alapohja	0,153	68,0	1154477
Ulkoseinä	0,54	114,3	6985943
Yläpohja	0,49	68,0	3771291
Ovi	5,80	1,8	1181641
Ikkuna 1	1,0	8,6	973382
Ikkuna 2	2,7	2,7	825111

Kun eri rakenneosien lämpöhäviöt lasketaan yhteen, saadaan vuosittaiseksi energiahäviöksi noin 14892 kWh.

Tutkimuskohteeseen tehdyn kuntotutkimuksen pohjalta annettujen korjaussuositusten jälkeiset vuotuiset energiahäviöt on esitetty taulukossa 6.

Taulukko 6. Kohteen rakenneosien energiahäviöt korjaussuositusten jälkeen.

Rakenneosa	Korjattu U-arvo [W/(m ² C)]	Pinta-ala [m]	Lämpöhäviö [W/vuosi]
Alapohja	0,05	68,0	384826
Ulkoseinä	0,24	114,3	2069909
Yläpohja	0,18	68,0	1385372
Ovi	1,0	1,8	203731
Ikkuna 1	1,0	8,6	973382
Ikkuna 2	1,0	2,7	305597

Kun eri rakenneosien energiahäviöt lasketaan yhteen, saadaan vuosittaiseksi energiahäviöksi noin 6358 kWh. Toisin sanoen suositelluilla korjaustoimenpiteillä rakennuksen vaipan läpi johtuva lämpöhäviö pienenee noin 8534 kWh, eli vähennystä on noin 57 %. Laskelmassa ei huomioitu ilmanvaihdon, sähkö-, vesi ja viemäri- eikä lämmitysjärjestelmien päivityksistä mahdollisesti tulevia energiahäviön muutoksia. Nämä järjestelmät eivät sisällyneet toteutettuun kuntotutkimukseen.

Vuosina 2018–2024 pörssisähkön arvonlisäverollinen keskihinta oli 12,8 snt/kWh (Halvinpörssisähkö.fi, i.a.). Mikäli tutkimuskohde olisi ollut suorasähkölämmitteinen, niin energiahäviön pieneminen säästäisi sähköenergiakustannuksissa vuosittain 1092,35 €. Laskelmassa ei ole huomioitu sähkön siirrosta, veroista ja sähköyhtiön perimän välityspalkkion kuluja. Kyseiset kulut riippuvat suuresti rakennuksessa voimassa olevista sopimuksista ja lainsäädännöstä.

Suosittelujen korjaustoimenpiteiden työ- ja materiaalikuluja ei olla laskelmassa huomioitu. Työ- ja materiaalikulujen vaihtelevuus riippuu suuresti kustannuslaskennan ajankohdasta ja siitä, onko käytössä suositusten mukaiset korjaustavat ja -materiaalit. Kustannuslaskennassa tulee myös huomioida kohteessa tehtävien muiden järjestelmien muutoksista, lisärakentamisesta ja päivittämisestä aiheutuvat muutokset energiakustannuksiin. Toteutettuun kuntotutkimukseen eikä suositeltuihin korjaustoimenpiteisiin sisällynyt kyseisten järjestelmien kuntotutkimuksia, korjauksia eikä asennuksia.

5 YHTEENVETO

Tutkimuskohteena oli Suomessa yleisesti sodan jälkeisen jälleenrakentamisen aikana käytetty pientalotyyppi. Puhekielessä tätä 1,5-kerroksista, mahdollisesti alapohjan alaisella kellarilla varustettua pientaloa kutsutaankin tämän takia rintamiestaloksi. Taloja on rakennettu sekä hirsirunkoisina että puurunkoisina, alapohja on saattanut olla kellarilla varustettu rossipohjarakenteinen, mutta muitakin variaatioita on käytetty, kuten tutkimuskohteessa. Rakennusmateriaalien heikko saatavuus on pakottanut rakentajaa käyttämään niitä raaka-aineita, ja sitä rakennustapaa, joita on ollut saatavilla.

Koska kyseessä on pitkään käytössä ollut ja yleinen talotyyppi, tunnetaan rakennuksen mahdolliset rakennusvirheet ja riskirakenteet hyvin. Riskirakenteista ja rakennusvirheistä löytyy useita julkaistuja tutkimuksia, mutta talojen variaatioiden takia jokainen tutkimuskohde on kuitenkin yksittäistapaus, jonka tutkimustuloksista ei voi suoraan vetää johtopäätöksiä kaikkiin kohteisiin.

Koska kohteesta ei ollut olemassa piirustuksia eikä muitakaan dokumentteja, niin tutkimuskohteessa toteutettiin mitoituskäynti ja kuvien piirtäminen ennen kuntotutkimusta. Mitoituskäynnin aikana tehtiin alustavaa piha-alueen ja rakennuksen vierusta ja perusmuurin tutkimusta.

Koska tilaajalla oli jo suunnitelmassa tehdä kohteeseen mittavia perusparannustoimenpiteitä, helpotti se tutkimuksen toteuttamista. Rakenneavauksia ei tarvinnut tehdä näkymättömissä olevista kohdista. Avaukset voitiin suorittaa kohdista, joista tutkija arvioi todennäköisimmin löytyvän vaurioita. Avatuista kohdista tutkittiin rakennetyypit ja tehtiin tarvittavat rakennemittaukset ja kosteusmittaukset. Rakenneavaukset ja niissä ilmenneet löydökset dokumentoitiin valokuvin. Mittaustulokset dokumentoitiin kuntotutkimuspöytäkirjaan.

Tutkimuskohteesta löydettiin ennakkotietojen mukaisia, rintamamiestalolle tyypillisiä rakennevaurioita. Ennako-oletuksesta poiketen vaurioita oli lukumääräisesti vähemmän ja löydettyjen vaurioiden laajuus oli vähäisempään kuin oletettiin, kylmäeteisen kohdalla olevaa ulkoseinän vauriota lukuun ottamatta.

Korjaussuunnitelmaa tehdessä tulee huomioida voimassa olevien lakien ja asetusten vaatimukset korjaustoimenpiteille. Rakennusmateriaalien elinkaariajattelun ja taksonomian

vaatimukset on huomioitava tehtäviä korjaustoimenpiteitä suunnitellessa. Pitkäaikaisella ja suunnitelmallisella korjausrakentamisella rakennus pysyy käyttökuntoisena eikä korjausvelkaa pääse syntymään. Myöhässä tehdyt huolto- ja korjaustoimenpiteet ovat kalliimpia suorittaa kuin oikeaan aikaan tehdyt toimenpiteet.

Korjaustoimenpiteiden kustannuslaskentaa tehdessä on syytä harkita, milloin korjauskustannukset tulevat liian suuriksi. Jos korjaustoimenpiteiden kustannukset ovat noin 70 % uuden vastaavan rakentamiskustannuksista, on korjaustoimenpiteiden mielekkyyttä tarkkaan harkittava. Toteuttamalla suositellut korjaustoimenpiteet ja nykyaikaistamalla tutkimuskohteen järjestelmät saadaan aikaan kohteessa energiasäästöä ja siten pienennetään rakennuksen energiakustannuksia. Lisäksi saadaan parannettua merkittävästi tutkimuskohteen asumisviihtyvyyttä ja toiminnallisuutta.

Mikäli päädytään suorittamaan suunnitellut korjaustoimenpiteet, saadaan noin 70 vuotta vanha asuinrakennus päivitettyä nykyvaatimusten tasoiseksi pientaloksi. Korjaustoimenpiteillä pidennetään rakennuksen käyttöikään, lisätään asuinrakennuksen asumisviihtyvyyttä ja saadaan ylläpidettyä monimuotoista rakennuskantaa myös tuleville sukupolville.

LÄHTEET

- Asetus palovaroittimien sijoittamisesta ja kunnossapidosta 239/2009.
<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2009/20090239#Pidm46263582724336>
- Asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöistä 958/2012.
<https://finlex.fi/fi/laki/alkup/2012/20120958#Pidm46263582103776>
- Asetus rakennuksen energiatodistuksesta 1045/2017.
<https://finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2017/20171048>
- Asetus rakennuksissa käytettävien energiamuotojen kertoimien lukuarvoista 788/2017.
<https://finlex.fi/fi/lainsaadanto/2017/788>
- Asetus rakennusten paloturvallisuudesta 848/2017.
<https://finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2017/20170848>
- D.O.F. tech Oy, Saint-Gobain Finland Oy. (i.a). *Laskentapalvelut.fi*.
https://www.laskentapalvelut.fi/index_for_JRF.php
- Ekovilla Oy. (i.a.). *Tuotteet*. <https://ekovilla.com/tuotteet/>
- EnergiaYkkönen Oy (i.a.). *Vinkkejä omakotitalon energiatehokkuuden parantamiseen*.
<https://energiaykkonen.fi/5-vinkkia-omakotitalon-energiatehokkuuden-parantamiseen-ja-lammituskustannusten-vahentamiseen/>
- Euroopan komissio (i.a.) *Rakennusten energiatehokkuutta koskeva direktiivi*.
https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-efficient-buildings/energy-performance-buildings-directive_en?prefLang=fi&etrans=fi
- Gann Mess -u. Regeltechnik GmbH. (1999). *Gann Hydromette RTU 600 Operating Instructions*. Gann Mess -u. Regeltechnik GmbH
- Halme, M. (2012). *Korjaa 1950-luvun talo oikein*. Meidän Talo.
https://www.meillakotona.fi/artikkelit/korjaa-1950-luvun-talo-oikeinuvun_talon_remontointi_|Meidän_Talo
- Halttunen, T. (i.a.). *Korjausrakentaminen – Mitä sinun tulee tietää saneerauksesta*.
<https://www.haaveremontti.fi/korjausrakentaminen-mita-sinun-tulee-tietaa-saneerauksesta/>
- Halvinpörssisähkö.fi (i.a.) *Pörssisähkön keskihinta kuukausittain ja vuosittain 2020–2025*.
<https://halvinporssisahko.fi/keskihinta/>
- Helsingin seudun ympäristöpalvelut (HSY). (i.a.) *Muuntaminen ja kunnostaminen pidentävät rakennuksen elinkaara*. <https://ilmastoinfo.hsy.fi/verkkokurssit/rakentamisen->

[kiertotalous/lessons/rakennuskanta-resurssina/topics/muuntaminen-ja-kunnostaminen-pidentavat-rakennuksen-elinkaarta/](#)

Ilmatieteenlaitos (i.a.). *Lämmitystarveluku eli astepäiväluku.*

https://www.ilmatieteenlaitos.fi/lammitystarveluvut?6Q0hW0Ue3EKANmx4TUFVNx_q=y%253D2024

KMA Company Oy (i.a.). *Tiivistyskorjauksella puhtaampi sisäilma.*

<https://kmac.fi/tiivistyskorjaus/>

Koistinen, P. (2024). *Ekologinen rakentaminen.* [PDF-asiakirja]. SeAMK Moodle.

Käyhkö, K. (2024a). *1950-luvun omakotitalot.* Rakennukset.fi.

<https://www.rakennukset.fi/rakennukset/1950-luvun-omakotitalo/#1950luvun-omakotitalon-rintamamiestalon-merkittavimmat-riskit>

Käyhkö, K. (2024b). *Omakotitalon riskirakenteet.* Rakennukset.fi.

<https://www.rakennukset.fi/rakennukset/omakotitalon-riskirakenteet/>

Laki rakennuksen energiatodistuksesta 50/2013.

<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2013/20130050>

Maamittauslaitos. (i.a.). *Karttapaikka.*

<https://asiointi.maanmittauslaitos.fi/karttapaikka/?lang=fi>

Mölsä, S. (2021). *Peruskorjaus on elinkaariedullinen ilmastoteko, kertoo tuore tutkimus – silti Suomessa purkutahti kiihtyy.* Rakennuslehti.

<https://www.rakennuslehti.fi/2021/04/peruskorjaus-on-elinkaariedullinen-ilmastoteko-kertoo-tuore-tutkimus-silti-suomessa-purkutahti-kiihtyy/>

Nordic Fibreboard LTD (i.a.) *Tuotteet.* <https://www.tuulileijona.fi/tuotteet/>

Ojanen, T., Nykänen, E., & Hemmilä, K. (2017). *Rakenteellinen energiatehokkuus korjausrakentamisessa.*

https://www.motiva.fi/files/18158/Rakenteellinen_energiatehokkuus_korjausrakentamisessa.pdf

Orava, L. (2003). *Kestävä rakennus on ekologinen.* Teoksessa S. Linnanmäki, M. Sahlberg, H. Hakaste, & H. Järnefelt (toim.), *Rakennettu kestävä – tutki ja opi* (1. p., s. 18–24). Suomen Tammi Plus-projekti.

Pihla Group Oy (i.a.). *Tuotekortit.* <https://www.tiivi.fi/materiaalipankki/tuotekortit/>

Pirhonen, H. (i.a.). *Korjausvelka.* <https://www.kiinteistoriitalakimies.fi/artikkelit/korjausvelka/>

Pitkäranta, M. (2016). *Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus.* Ympäristöministeriö.

https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/75517/YO_2016_Kuntotutkimusopas.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Rakennusmateriaalien lämmönjohtavuustaulukko. (2024). [buildis.techinfus.com/fi/uteplenie/teploprovodnost-uteplitelej.html](https://buildis.techinfus.com/fi/buildis.techinfus.com/fi/uteplenie/teploprovodnost-uteplitelej.html)

Rakennusteollisuus RT RY. (i.a.). *Energiatehokkuus korjausrakentamisessa*. <https://rt.fi/tietoa-alasta/ymparisto-ja-ilmasto/vahahiilinen-rakentaminen/energiatehokkuus/energiatehokkuus-korjausrakentamisessa/>

Rakennustieto. (2007a). *Kuntotarkastus asuntokaupan yhteydessä. Tilaajan ohje* (KH 90-00393).

Rakennustieto. (2007b). *Kuntotarkastus asuntokaupan yhteydessä. Suoritusohje* (KH 90-00394).

Rakennustieto. (2019). *Kiinteistön kuntoarvio. Kuntoluokan määräytyminen* (RT 103098).

Rakennusvalvonta Oulu (2013). *Ovikorjaus*. http://www.energiakorjaus.info/wp-content/uploads/2013/08/Pientalo_5_Ovikorjaus_2013_02_01.pdf

RakentajaPRO. (2024). *Korjausrakentaminen on muutakin kuin lakipykälien tulkintaa*. <https://rakentaja.pro/artikkelit/korjausrakentaminen-on-muutakin-kuin-lakipyk%C3%A4lien-tulkintaa/>

Rautio, P. (2024). *Energiatodistus, E-lukulaskelma, rakennusluvan energiaselvitys – mikä tarvitaan kulloinkin?* Granlund Oy. <https://www.granlund.fi/blogi/energiatodistus-e-lukulaskelma-rakennusluvan-energiaselvitys-mika-tarvitaan-milloinkin/>

Ravonius, M. (2024). *Purkukartoitusta-mikä se on ja milloin sitä tarvitaan?* RakentajaPro. <https://rakentaja.pro/artikkelit/milloin-purkukartoitusta-tarvitaan/>

Suomen Kiinteistölehti (2021). *Mitä kuntotutkimuksia onnistuneeseen korjaushankkeeseen tarvitaan?* <https://www.kiinteistolehti.fi/kumppanisisalto/mita-kuntotutkimuksia-onnistuneeseen-korjaushankkeeseen-tarvitaan>

Suomen Kiinteistölehti. (2022). *Asuinrakennusten vuosittainen korjaustarve lähes 8 miljardia euroa*. <https://www.kiinteistolehti.fi/asuinrakennusten-vuosittainen-korjaustarve-lahes-8-miljardia-euroa>

Tengbom Oy. (2023). *Korjaaminen herättää henkiin rakennuksen loiston*. <https://tengbom.fi/2023/02/26/korjaaminen-herattaa-henkiin-rakennuksen-loiston/>

Vetelin kunta. (2021). *Kaavoituskatsaus 2021* (s. 4). https://veteli.fi/wp-content/uploads/2021/03/kh_20210329_liite-1_kaavoituskatsaus-2021.pdf

Wahlström, M., Hradil, P., Teittinen, T., & Lehtonen, K. (2019). *Purkukartoitus -opas laatijalle* Ympäristöministeriön julkaisuja 2019:30.
https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161883/YM_2019_30.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Ympäristöministeriö. (2015). *Ympäristöministeriön ohje rakentamista koskevista suunnitelmista ja selvityksistä YM3/601/2015*.
https://www.edilex.fi/data/rakentamismaaraykset/ym_ohje_3_601_2015.pdf

Ympäristöministeriö. (2017). *Tasauslaskentaopas 2018, Rakennusten lämpöhäviöiden määräystenmukaisuuden osoittaminen*.
<https://www.energiatehokas.fi/public/pdf/Tasauslaskentaopas%202018.pdf>

Ympäristöministeriö. (2020). *Pitkän aikavälin korjausrakentamisen strategia 2020–2050*.
https://ym.fi/documents/1410903/38439968/Suomen-EPBD-2a-ilmoitus_final_10-03-2020-242AE19E_F497_4A38_8DF2_95556530BA53-156573.pdf/37a549e9-b330-5f8c-d863-2e51f2e8239a/Suomen-EPBD-2a-ilmoitus_final_10-03-2020-242AE19E_F497_4A38_8DF2_95556530BA53-156573.pdf?t=1603259873424

Ympäristöministeriö. (2024). *Rakennusten energiatehokkuusdirektiivin toimeenpano: Rakennuskannan perusparannussuunnitelman laatiminen käynnistyy*.
<https://valtioneuvosto.fi/-/1410903/rakennusten-energiatehokkuusdirektiivin-toimeenpano-rakennuskannan-perusparannussuunnitelman-laatiminen-kaynnistyy>

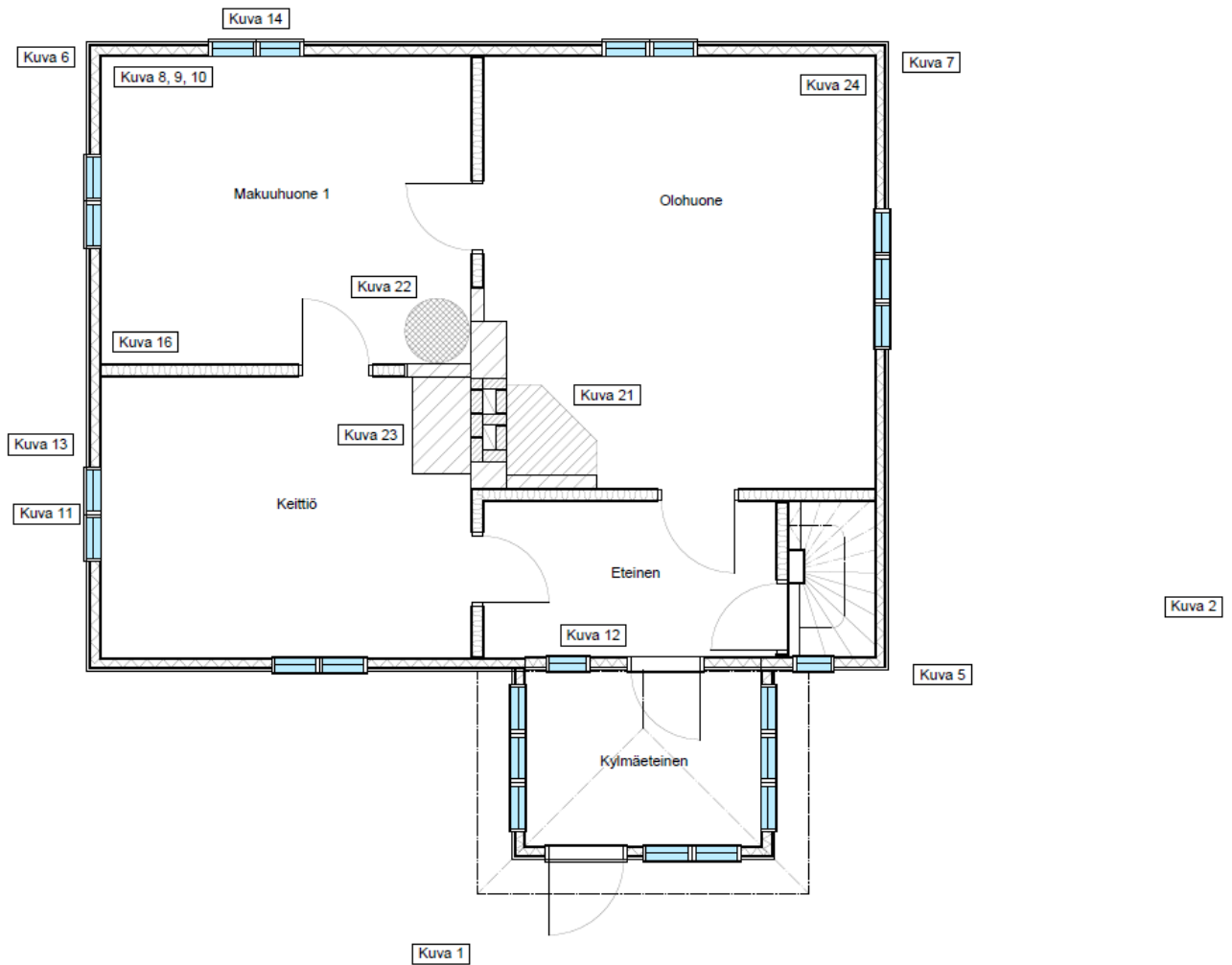
LIITTEET

Liite 1. Tutkimuskohteen ensimmäisen kerroksen pohjapiirustus

Liite 2. Tutkimuskohteen toisen kerroksen pohjapiirustus

Liite 1.

Liitteessä olevaan ensimmäisen kerroksen pohjakuvaan on merkitty tutkimustekstissä olevien kuvien kuvauspaikat.



Liite 2.

Liitteessä olevaan toisen kerroksen pohjakuvaan on merkitty tutkimustekstissä olevien kuvien kuvauspaikat.

