



Siru Nykänen

Pientalojen betonilaatan päälle puukoolattujen lattiarakenteiden kunnottutkimus ja tyypilliset vaurioitumis-

mekanismit

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka

Insinöörityö

30.4.2024

Tiivistelmä

Tekijä:	Siru Nykänen
Otsikko:	Pientalojen betonilaatan päälle puukoolattujen lattiarakenteiden kuntotutkimus ja tyypilliset vaurioitumismekanismit
Sivumäärä:	43 sivua + 1 liite
Aika:	30.4.2024
Tutkinto:	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma:	Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma
Ammatillinen pääaine:	Projektinhallinta
Ohjaajat:	Toimitusjohtaja, Riikka Hopealinna Lehtori, Anssi Knuutila

Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia betonilaatan päälle puukoolattujen lattiarakenteiden vaurioitumismekanismeja ja kehittää lomake niin, että betonilaatan päälle puukoolattu lattiarakenne tutkitaan riittävällä laajuudella. Betonilaatan päälle puukoolattu lattiarakenne oli yleinen rakenne ratkaisu 1950–1990 luvuilla.

Opinnäytetyö tehtiin Hopealinna Oy:n toimeksiantona. Hopealinna Oy toimii asunokaupan kuntotarkastus- ja rakennusterveysasiantuntijapalveluiden alalla. Opinnäytetyössä luodaan lomakepohja Hopealinna Oy:lle, jonka avulla voidaan varmistua siitä, että tarkastuksessa on tutkittu betonilaatan päälle puukoolattua lattiarakennetta riittäväällä laajuudella.

Opinnäytetyössä käydään läpi erilaisia tutkimusmenetelmiä, joiden avulla betonilaatan päälle puukoolattua lattiarakennetta voidaan tutkia. Opinnäytetyössä käydään myös läpi mikrobien ja lahoamisen vaikutus rakenteiden kestävyYTEEN. Opinnäytetyössä lomakkeen luomiseksi selvitetään betonilaatan päälle puukoolattujen tyypillisiä vaurioitumismekanismeja.

Avainsanat: kuntotutkimus, omakotitalo, pientalot, mikrobit, sisäilma, vaurioitumismekanismi

Tämän opinnäytetyön alkuperä on tarkastettu Turnitin Originality Check -ohjelmalla.

Abstract

Author: Siru Nykänen
Title: Condition Survey of Wooden Floor Frames Laid on Top of Concrete Slabs in Small Houses and Typical Damage Mechanisms
Number of Pages: 43 pages + 1 appendices
Date: 30 April 2024

Degree: Bachelor of Engineering
Degree Programme: Civil engineer
Professional Major: Project management
Supervisors: Riikka Hopealinna, Project Manager
Anssi Knuutila, Senior Lecturer

The aim of the thesis was to investigate the mechanisms of damage to floor structures constructed with wooden frame on top of concrete slabs and to develop a form so that the floor structure with wooden frame on top of concrete slabs is examined comprehensively. The floor structure with wooden frame on top of concrete slabs was a common construction solution from the 1950s to the 1990s.

The thesis was carried out as a commission from Hopealinna Oy which operates in the field of housing sales inspection and building health consulting services. The thesis will create a template for Hopealinna Oy to ensure that the examination of the floor structure with wooden frame on top of concrete slabs is conducted comprehensively.

Various study methods for investigating the floor structure with wooden frame on top of concrete slabs are discussed in the thesis. The thesis also examines the impact of microbes and decay on the durability of structures. Typical mechanisms of damage to floor structures with wooden frame on top of concrete slabs are investigated to create the form in the thesis.

Keywords: condition survey, detached house, microbes, indoor air

Sisällys

Lyhenteet ja käsitteet

1	Johdanto	1
2	Betonilaatan päälle puukoolatun lattiarakenteen historia ja rakenne	3
3	Rakenteiden terveysvaikutukset ja kosteustekninen toiminta	5
3.1	Betonilaatan päälle puukoolattu lattiarakenteen vaurioitumismekanismit	7
3.2	Haitta-aineiden esiintyvyys	8
3.3	Mikrobit	10
3.4	Lahoaminen	12
4	Betonilaatan päälle puukoolattu lattiarakenteiden tyypilliset vaurioitumismekanismit	14
4.1	Maanvaraisen betonilaatan tavanomainen vaurioitumismekanismi	14
4.2	Kantavan betonilaatan alapuoleisen tuulettuvan alapohjarakenteen tavanomainen vaurioitumismekanismi	16
4.3	Kellarin ja asuintilan välipohjan tyypillinen vaurioitumismekanismi	18
5	Kuntotutkimusmenetelmät	20
5.1	Porareikämittaus	21
5.2	Rasiaporareikä	22
5.3	Rakenteenavaus	23
5.3.1	Puunpiikkimittaus	24
5.3.2	Suhteellisen kosteuden mittari	25
5.4	Pintakosteudentunnistin	26
5.5	Materiaalinäytteen ottaminen	27
5.6	Hyödynnettävyys	29
6	Rakenneavauksen paikan valinta	33
6.1	Tutkimuspaikan valinta	33
6.2	Muut tutkimuspaikan valintaan vaikuttavat tekijät	35
7.	Lomakkeen muodostuminen	36
8.	Pohdinta ja johtopäätökset	38

9.	Yhteenveto	39
	Lähteet	41
	Liitteet	
	Liite 1: Tutkimuslomake	

Lyhenteet ja käsitteet

Asbesti	Kuitumainen silikaattimineraali, jota on käytetty rakennusmateriaaleissa sen hyvän kestävyysden takia. On terveydelle vaarallinen aine.
Asumisterveysasetus	Sosiaali- ja terveysministeriön antama terveydensuojeluasetus 545/2014. asuntojen ja muiden oleskelutilojen terveydellisille olosuhteille.
Diffuusio	Ilmiö, jossa väkevämpi pitoisuus pyrkii tasoittumaan laimeampaan pitoisuuteen ajan mittaan.
Höyrynsulku	Muovista tai paperista valmistettu kerros, minkä tehtävänä on vähentää diffuusion vaikutusta rakenteessa.
Kapillaarisuus	Kosteus siirtyy pysty- tai vaakasuunnassa materiaalissa niin sanottuna hiusputki-ilmiönä esimerkiksi hienojakoisessa maa-aineksessa, kevytsoraharkossa tai betonissa.
Kastepiste	Lämpötila, jossa ilman kosteuspitoisuus saavuttaa 100 %:n suhteellisen kosteuden, jolloin ilmassa sisältyvä vesihöyry alkaa tiivistyä pisaroiksi.
Kondensoituminen	Kaasumainen aine muuttuu nestemäiseksi.
Konvektio	Lämmön siirtymistä kaasussa tai nesteessä lämpötilan tai paine-erojen aiheuttamien virtauksien mukana.
Kylmäsilta	Rakennuksen vaipan kohta on se, josta lämpöä vapautuu enemmän kuin ympäröivistä rakenteista. Tyypillisiä paikkoja ovat rakennuksen nurkat ja lattian sekä seinän liitoskohdat.

Mikrobit	Homeet, hiivat, bakteerit, levät, alkueläimet ja virukset.
PAH-yhdisteet	Polysykliset aromaattiset hiilivedyt. PAH-yhdisteet ovat syöpävaarallisia aineita.
RakMk	Suomen rakentamismääräyskokoelma
Tekninen käyttöikä	Aika, jonka rakennuksen tai materiaalin voidaan odottaa pysyvän toimintakelpoisena.

1 Johdanto

Opinnäytetyö liittyy korjausrakentamisen haasteisiin ja betonilaatan päälle puukoolatun lattiarakenteen tutkimiseen. Opinnäytetyö on tehty Hopealinna Oy:n tilauksesta. Hopealinna Oy tarjoaa asuntokaupan kuntotarkastuksia, rakennusterveysasiantuntijan palveluita, kuntotutkimuksia ja energiatodistuksia [1.] Hopealinna Oy:n tavoitteena on tarjota asiakkaille luotettavia ja puolueettomia rakentamisen asiantuntijapalveluita sekä rakennusteknisiä asiantuntijapalveluita asuntokauppaan [1.]

Betonilaatan päälle puukoolattu lattiarakenne on ollut merkittävä rakennustyyppi erityisesti 1980-luvulla rakennetuissa omakotitaloissa. Tämä rakennevalinta oli yleinen etenkin matalaperustaisissa pientaloissa, mutta se on myös tunnettu riskirakenteena kosteusongelmien ja mikrobivaurioiden vuoksi. Opinnäytetyössä pyritään luomaan menetelmä, jolla voidaan tutkia betonilaatan päälle puukoolattuja lattiarakenteita luotettavasti ja kattavasti.

Päädyin tekemään opinnäytetyötä kiinnostuksestani asuntokaupan kuntotarkastuksiin ja kuntotutkimuksiin. Olen ensimmäiset opiskeluvuoteni ollut mukana asuntokaupan kuntotarkastuksissa ja kuntotutkimuksissa. Opinnäytetyön tarkoitus on auttaa kuntotutkimuksen tekijää tarkastamaan riittävällä laajuudella riskirakennetta, jotta myöhemmin välttyttäisiin asuntokaupanriita tilanteilta.

Kuntotutkimuksen tavoitteena on pyrkiä tutkimaan riskirakenteiden kuntoa tai selvittämään rakenneratkaisuja. Kuntotutkimusta ei aina tehdä pelkästään asuntokaupan kuntotarkastuksen yhteydessä tai sen jälkeen. Kuntotutkimus voidaan tehdä myös ilman asuntokaupan kuntotarkastuksen toteuttamista. Kuntotutkimus on hyvä tehdä aina, jos ei voida selvittää rakenteita rikkomattomin menetelmin rakenneratkaisuja tai halutaan tutkia riskirakenteen kuntoa tai mahdollista vauriota. Asuntokauppa tilanteissa halutaan selvittää rakenteiden kunto ja peruskorjaustilanteissa halutaan selvittää korjausmenetelmät ja korjaustyönlaajuus.

Opinnäytetyön tavoitteena on kehittää lomake, jolla voidaan arvioida betonilaatan päälle puukoolatun lattiarakenteen kuntoa. Lomakkeella tullaan varmistamaan, että kaikki rakenteen osiot tarkastetaan riittävällä laajuudella. Opinnäytetyön perusteella laaditaan lomake kuntotutkimukselle ja tarkastuslista, jotta tutkimus toteutetaan riittävällä laajuudella. Lomake liitetään opinnäytetyön liitteeksi, jossa ovat kaikki tarvittavat tiedot kuntotutkimukseen tekoon. Tavoitteena on tarjota rakennusalan ammattilaisille ja kuntotarkastajille luotettava tapa arvioida betonilaatan päälle puukoolattujen lattiarakenteiden kuntoa ja tunnistaa rakenteessa olevat mahdolliset ongelmat. Lomake varmistaa kirjaukset ja mitaukset, jotta raportointi sujuu tehokkaasti.

Opinnäytetyössä menetelminä käytetään kirjallisuus-, haastattelu- ja tapaustutkimuksia. Aiempaa tutkimustietoa hyödynnetään betonilaatan päälle puukoolattu lattiarakenteen ominaisuuksista, ongelmista ja kuntotutkimusmenetelmistä. Kohteista selvitetään betonilaatan päälle puukoolattu lattiarakenteen riskejä. Opinnäytetyössä käytetään materiaalina myös yrityksen tietokantaa ja yrityksen aikaisempien betonilaatan päälle puukoolattujen lattiarakenteiden tapaustutkimuksia.

Opinnäytetyö rajauksena on keskittyä pientalojen betonilaatan päälle puukoolattujen lattiarakenteiden tutkimukseen ja kunnon arviointiin. Opinnäytetyössä ei käydä läpi muita riskirakenteita tai rakennustöitä, vaan opinnäytetyön painopiste on betonilaatan päälle puukoolattujen lattiarakenteiden kunnon arvioinnissa ja mahdollisten vaurioiden tunnistamisessa. Lisäksi opinnäytetyö rajoittuu pääasiassa mikrobivaurioiden ja kosteusongelmien selvittämiseen, vaikka muitakin vaurioita ja rakenteellisia ongelmia on löydettävissä ja niitä voidaan osittain käsitellä myös tässä opinnäytetyössä.

2 Betonilaatan päälle puukoolatun lattiarakenteen historia ja rakenne

Betonilaatan päälle puukoolattu lattiarakenne oli yleinen ratkaisu vuosina 1950–1990, erityisesti pientaloissa. Tätä aikaisemmin rakennetuissa ja myöhemmin valmistuneissa rakennuksissa voi olla myös betonilaatan päälle puukoolattu lattiarakenne. Rakennetta käytettiin maanvastaisissa alapohjissa, ryömintätalaisissa alapohjissa sekä kellareiden päällä olevissa betonirakenteissa. Rakenne oli omatoimirakentajien suosiossa sen helpon toteutustavan vuoksi. [2.]

Tyypillisiä lämmöneristemateriaaleja lattiarakenteessa ovat mineraalivilla, turve, sammal, sahanpuru, kutterilastut ja sanomalehdet. Myös sellaisia lattiarakenteita on löydettävissä, joissa ei ole lainkaan lämmöneristystä. Erityisesti sahanpuru ja kutterilastut ovat kasvualustoja mikrobeille. [2.] Turpeen ja sammaleen pH-taso ei ole suotuisa mikrobikasvun muodostumiselle. Turpeen ja sammaleen pH on pääsääntöisesti hapan. [3.]

Bitumisivelyä käytettiin betonilaatan päällä kosteuseristeenä, jotta kosteus ei maanvastaisesta betonirakenteesta siirtyisi kapillaarisesti yläpuolisiin puurakenteisiin. Bitumisivelyn ongelma kuitenkin on, että sen tekninen käyttöikä on noin 30 vuotta, jonka jälkeen bitumisively kovettuu ja haurastuu menettäen vedeneristävän tehon. [4.] Huopakaistaa on myös voitu käyttää kapillaarikatkona betonin ja puurakenteen välissä [2]. Kapillaarisuudella tarkoitetaan veden nousua maaperästä. Rakennusajankohtana käytetyissä bitumisivelyaineissa on lisäksi tunnettuja haitta-aineita, jotka päästessään sisäilmaan voivat aiheuttaa terveyshaittaa.

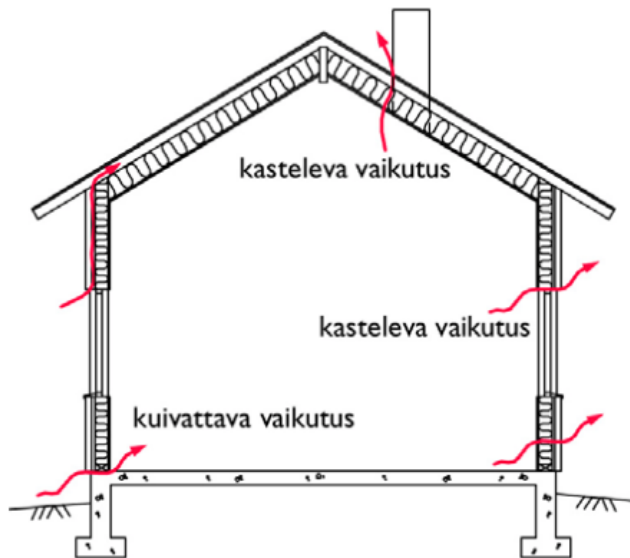


Kuva 1. Betonilaatan päälle puukoolattu lattiarakenne purueristeellä.

3 Rakenteiden terveysvaikutukset ja kosteustekninen toiminta

Riskirakenteesta puhutaan, kun rakennetyyppi on herkkä vaurioitumaan. Riskirakenteista valesokkelirakenne on tunnetuin, mutta betonilaatan päälle puukoolattu lattiarakenne on hyvin yleinen. Rakenteen toteutusta ei osata aina tunnistaa, joten tästä syystä rakenne ei ole tunnettu riskirakenteena tai rakenteen riskiä. Betonilaatan päälle puukoolattu lattiarakenne voi jäädä tutkimatta ja tunnistamasta, jos kellari on muutettu lämpimäksi kellariksi, jolloin toisaalta riskin muodostuminen on voinut pienentyä. Riskirakenteiksi luokitellaan paljon muita vaurioherkkiä rakenteita, kuten kattoikkuna, tasakatto ja lattiapinnan alapuolelta lähtevä väliseinä. [5.]

Kirjallisuuslähteistä voidaan todeta, että riskirakenteen ongelmia ei ole tunnettu niiden rakennusajankohtana, mutta myöhemmin on havaittu niiden vaurioherkkyys. Kosteuden päästessä rakenteeseen, rakenne alkaa vaurioitumaan sen toteutustavan vuoksi. Puu kestää hyvin erilaisia kosteusrasituksia vaurioitumatta, mutta jos kosteus jää pitkäaikaisesti puuhun, alkaa se vaurioitumaan. Riskirakenteissa tyypillisesti ongelma on, ettei puu pääse välillä kuivumaan. Rakennuksiin kohdistuu useita kosteudenlähteitä, haastavimmat kosteuden lähteet ovat diffuusio, kapillaarisuus ja konvektio. Rakennustekniikassa diffuusiolla viitataan kosteuden kulkeutumiseen rakenteen läpi vesihöyryinä. Yleensä diffuusiovirtaus tapahtuu lämpimästä kohti kylmempää, mutta joskus kosteuden suunta voi olla päinvastainen, erityisesti silloin kun kylmemmässä tilassa ilman kosteuspitoisuus on korkeampi kuin lämpimämmässä tilassa. Kapillaarisessa siirtymässä vesi imeytyy huokoiseen materiaaliin. Rakentamisessa vesi siirtyy kapillaarisesti maaperästä rakenteisiin. Konvektio tarkoittaa lämmön siirtymistä kaasussa tai nesteessä lämpötilan tai paine-erojen aiheuttamien virtauksien mukana. [6. s.111–115.]



Kuva 5.26. Konvektion vaikutus rakenteiden kastumiseen ja kuivumiseen. Ilmavirtausten suunnat voivat tietyissä tilanteissa olla myös toisinpäin kuin kuvassa.

Kuva 2 Konvektion vaikutukset. [6.]

Riskirakenteiden tunnistaminen on tärkeää, jotta ne osataan tutkia. Tunnistamaton riskirakenne on suurin riski rakennuksen ennakoivalle ja hyvälle huollolle. Riskirakenteet tulee tutkia säännöllisesti ja riittävässä laajuudessa. Tarvittaessa tutkimukset tulee tehdä materiaalinäyttein, sillä vaurio tai alkava vauriotila ei aina ole aistinvaraisesti tai mittauksille kohteessa havaittavissa. [7.]

Asuntokaupan riitatilanteilta voitaisiin välttyä, jos riskirakenteet tunnistettaisiin ja tutkittaisiin ennen kaupan tekemistä. Asuntokaupan kuntotarkastuksen suoritusohjeen mukaan riskirakenteet tulee tutkia vähintään rasiaporareikä avauksella. Tämä ei useinkaan ole riittävä tutkimusmenetelmä riskirakenteen tutkimiseksi esim. Betonilaatan päälle puukoolatun lattiarakenteen osalle. [8.]

Betonilaatan päälle puukoolattu lattiarakenne on siis altis mikrobikasvustolle, joka voi ilmetä epämiellyttävänä hajuna ja vaurioina rakenteille. Vaikka

mikrobivaurioita voi ilmetä myös betonissa, mikrobivauriot kehittyvät yleisimmin nopeammin orgaanisissa materiaaleissa, kuten lämmöneristeissä ja puukoolauksissa. Tämän vuoksi on tärkeää pitää rakenteet kuivina ja huolehtia siitä, että kosteusolosuhteet eivät tue mikrobikasvuston syntymistä. [9.]

Mikrobiperäiseen hajuun tyypillisesti viitataan homemaisella hajulla. Homesienet kuuluvat kuitenkin mikrobeihin, joihin kuuluvat myös bakteerit, hiivat, sienet, virukset ja alkueläimet. Mikrobiperäinen haju voi olla myös makean, multamainen tai pistävä haju. Ihminen voi myös tottua mikrobiperäiseen hajuun, jolloin hän ei itse välttämättä havaitse kummallista hajua rakennuksessa. [10.]

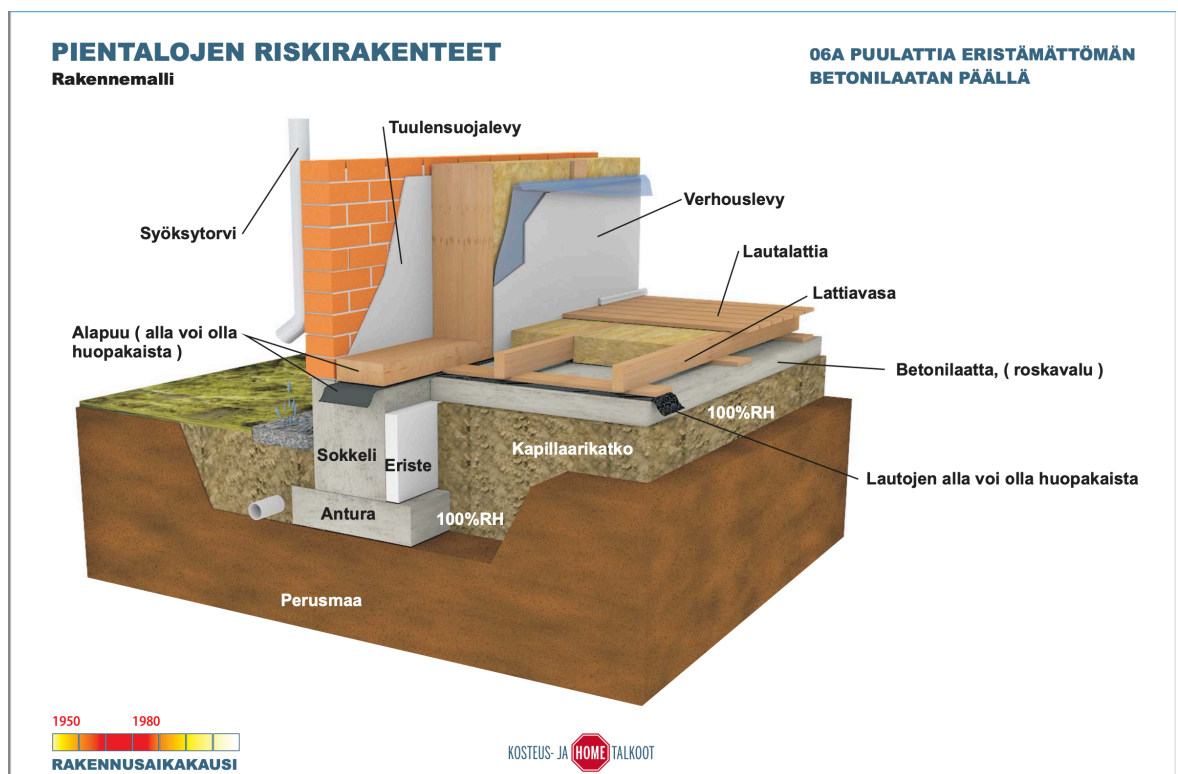
3.1 Betonilaatan päälle puukoolattu lattiarakenteen vaurioitumismekanismit

Betonilaatan päälle puukoolattu lattiarakenteeseen liittyy maanvastaisen betonilaatan osalta kosteuden siirtyminen kapilaarisesti tai diffuusiolla maaperästä betonilaatan läpi rakenteen eristeisiin ja puurakenteisiin. Lisäksi kosteus voi tiivistyä sisäilman kosteuden vaikutuksesta konvektiolla ja tiivistyä viileään betonilaatan pintaan lämmöneristeen ja puukoolauksen rajapintaan kondensoitumalla. Kondensoituminen tarkoittaa, että kaasumainen aine muuttuu nestemäiseksi eli vesihöyry tiivistyy vedeksi. [11.]

Kirjallisuus lähteistä on löydettävissä, että kosteus on suurin syy homehtumiselle. Homesienien syntymiselle on myös muita vaikuttavia tekijöitä. Homesienien syntymiseen vaikuttaa lämpötila. Ihanne lämpötila homeen syntymiselle on 0°C -55°C. Homesienet tarvitsevat myös ravintoa kasvamiseksi. Orgaaninen materiaali, kuten puru tai paperi ovat hyviä ravinnon lähteitä homesienille. [12.]

Rakenteen toteutustavalla on merkitystä riskin toteutumiseen ja todennäköisyyteen. Mikäli rakenteessa on höyrynsulku lämmöneristeen lämpimällä puolella, se voi heikentää rakenteen kuivumista, jos rakenteeseen pääsee kosteutta rakenteen ulkopuolelta maaperästä. Höyrynsulku on muovista tai paperista valmistettu kerros, mikä estää haitallisen diffuusion rakenteissa. Puutteellinen höyry- tai ilmansulun asennus lisää riskiä sisäilman kosteuden siirtymisestä

rakenteeseen. Rakenteen vaurioitumiseen vaikuttavia kosteyslähdeitä on useita, ja usein rakenteen vaurioituminen tapahtuukin eri lähteistä tulevista kosteusrasituksista. Sisäpuolisia kosteudenlähteitä ovat muun muassa putkivuodot, peseytyminen, pyykin kuivattaminen, ruuanlaitto ja hengitysilma. Ulkopuolisia kosteudenlähteitä on muun muassa puutteelliset sade- ja sulamisvesien ohjaukset, puutteelliset maanpinnan kallistukset ja pohjavesi. Kuvassa 3 on havainnollistettu sisäpuolisia ja ulkopuolisia kosteudenlähteitä. [13.]



Kuva 3. Esimerkki kuva betonilaatan päälle puukoolatusta lattiarakenteesta. [14.]

3.2 Haitta-aineiden esiintyvyys

Betonilaatan päälle on voitu asentaa bitumisivelyä estämään kosteuden siirtymistä maaperästä rakenteisiin. Bitumisivelyn ongelmana on kuitenkin siinä mahdollisesti esiintyvät PAH-yhdisteet ja asbesti. [4.]

Asbesti on kuitumainen silikaattimineraali, jota on pidetty rakentamisen ihmeaineena sen hyvien ominaisuuksien vuoksi. Asbesti toimii paloeristeenä, se on edullista ja asbesti lisäaineena materiaalissa lisää materiaalin kestävyttä. Asbesti on kuitenkin terveydelle haitallinen aine. Asbestikuitujen päästessä ilmaan kuidut kulkeutuvat hengitysilman mukana keuhkoihin, missä se kerääntyy ja aiheuttaa solutasolla ärsytystä ja lisää syöpään sairastumisen riskiä sekä riskiä muihin keuhkosairauksiin. Tänä päivänä ennen vuotta 1994 rakennettujen rakennusten purkutöihin ryhdyttäessä tulee tehdä asbestikartoitus. [15.]

PAH-yhdisteet eli polyaromaattiset hiilivedyt ovat myös syöpävaarallisia aineita. Bitumi, joka toimii rakennuksen tai rakenteiden vedeneristeenä, on kivihiilitervaan perustuva tuote. On todettu, että yksittäisten kivihiilitervatuotteiden PAH-yhdistepitoisuus voi olla jopa yli 1000 mg/kg. Purettaessa kohdetta, jossa on PAH-yhdisteitä sisältäviä materiaaleja, tulee purku-, saneeraus- ja rakennustyöt tehdä RATU 82-0381 ohjekortin mukaisesti sekä huomioiden työsuojeluohjeet. Jos bitumi sisältää yli 200 mg/kg PAH-yhdisteitä, se luokitellaan ongelmajätteeksi. [16.]



Kuva 4. Lattian rakenteisiin on laitettu bitumisively.

3.3 Mikrobit

Mikrobit ovat mikroskooppisia eliöitä, joita ei voi havainnoida paljaalla silmällä. Ne syövät eloperäistä materiaalia, kuten puuta ja tapettia. Jotkin mikrobit voivat elää myös tavallisessa huonepölyssä. Paras tapa välttää, että mikrobit aiheuttavat vahinkoa rakenteille, on pitää rakenteet kuivina. [17.]

Mikrobikasvustolle ihanteellinen lämpötila on $+5^{\circ}\text{C}$... $+35^{\circ}\text{C}$, eli rakennusten sisälämpötilat ovat juuri täydellisiä lämpötilaltaan kasvupaikkoja mikrobeille. Hapen saanti ja tarve on kuitenkin oleellista mikrobien elämiselle. [17.]

Kirjallisuuslähteistä voidaan löytää, että kaikessa ympäröivässä ilmassa ja materiaaleissa on mikrobeja. Mikrobikasvuston syntyyn vaikuttaa eniten, onko materiaalissa kosteutta. Sisäilman suhteellisen kosteuden ollessa alle 30 % mikrobeilla ei ole mahdollisuutta lisääntyä. Sisäilman suhteellisen kosteuden ollessa yli 70 % mikrobikasvulle on todennäköinen mahdollisuus alkaa kasvamaan. Suomessa talvisin sisäilman suhteellinen kosteus on alle 40 %, ja kesällä huoneilman suhteellinen kosteus nousee 50–70 %:iin. [18.]

Betonilaatan päälle puukoolattujen lattiarakenteiden yleiset ongelmapisteet liittyvät usein puurakenteisiin, jotka ovat suorassa kosketuksessa betonilaattaan. Mikrobivauriot muodostuvat betonilaatan ja lattian välisessä tilassa, jossa on lämmöneriste ja puukoolaus. Mikrobivaurioissa voi esiintyä itiöitä, rihmastoja ja mikrobien aineenvaihdunnan tuotteita, ja osa niistä ovat toksineja. Aineenvaihdunnan tuotteet ovat kaasumaisia, ja ensimmäiset ongelman merkit voivat ilmetä epätyypillisellä hajulla. [17.]

Mikrobikasvusto todetaan ensisijaisesti ottamalla näyte rakennusmateriaalista, esimerkiksi lämmöneristeestä tai puukoolauksesta. Näyte, joka on kerätty rakennuksesta, kasvatetaan akkreditoidussa laboratoriossa asumisterveysasetuksen mukaisesti. Laboratoriossa mikrobinäyte viljellään elatusalustoille suoraviljely- tai laimennossarjamenetelmällä. Jos mikrobeja on materiaalissa, ne alkavat kasvamaan kasvualustalla ja niitä voidaan havainnoida mikroskoopilla. [19.]

Homehtumisherkkyysluokka	Rakennusmateriaalit
HHL 1 hyvin herkkä	karkeasahattu ja mitallistettu puutavara (mänty ja kuusi), höylätty mänty
HHL 2 herkkä	höylätty kuusi, paperipohjaiset tuotteet ja kalvot, puupohjaiset levyt, kipsilevy
HHL 3 kohtalaisen kestävä	mineraalivillat, muovipohjaiset materiaalit, kevytbetoni, kevytsorabetoni, karbonatisoitunut vanha betoni, sementtipohjaiset tuotteet, tiilet
HHL 4 kestävä	lasi ja metallit, alkalinen uusi betoni, tehokkaita homesuoja-aineita sisältävät materiaalit

Kuva 5. Homehtumisherkkyysluokka kertoo, kuinka herkkä rakennusmateriaali on homehtumaan. [5.]



Kuva 6. Lattiassa selkeä mikrobikasvusto.

3.4 Lahoaminen

Puun lahotessa puu menettää lujuttaan eli puu muuttuu pehmeämmäksi ja rakenteeltaan heikommaksi. Puu menettää vähitellen sen liiman, joka pitää puun koossa. Ilman suhteellisen kosteuden ollessa yli 90 % kuukausia, on puulla edellytykset lahoamisen alkamiseen. Lahoaminen tarvitsee myös riittävän lämpötilan, 0°C – 40°C, jotta lahoaminen voi alkaa. Vaikka talvella suhteellinen kosteus olisi korkea ja olisi pakkasta, ei lahoaminen voi siis alkaa. [21.]



Kuva 7. Pitkälle edennyt lahoaminen julkisivuverhouksessa.

4 Betonilaatan päälle puukoolattu lattiarakenteiden tyypilliset vaurioitumismekanismit

Betonilaatan päälle puukoolattu lattiarakenne voi olla ala- tai välipohjassa. Alapohjassa rakenne on voitu toteuttaa maanvaraisen laatan päälle tai ryömintätilaisen kantavan betonirakenteen päälle. Rakenne voi olla välipohjarakenteena kellarisen rakenteen päällä. Rakenteen toteutustapaan liittyy erityyppisiä riskejä vaurioitua kosteudesta. Lisäksi rakennuspaikka ja rakennuspaikan olosuhteet voivat edelleen myötävaikuttaa rakenteen riskin toteutumiseen. [14.]

4.1 Maanvaraisen betonilaatan tavanomainen vaurioitumismekanismi

Maanvaraisen betonilaatan kosteusriskiä lisää betonilaattaa vasten oleva hienojakoinen maa-aines, koska rakennusajankohtana tyypillisesti lämmöneriste laitettiin betonilaatan päälle. Rakennusajankohtana 1950–1990 tyypillisesti täyttömaa-aineksena oli hienojakoinen maa-aines tai maa-aines, jossa oli mukana hienojakoista maa-ainesta. Hienojakoinen maa-aines sitoo kosteutta itseensä ja kuivuu hitaasti. Betonilaatan ollessa maata vasten on betonilaatta viileä, jolloin sen suhteellinen kosteus on korkea eikä se pääse kuivumaan alaspäin. Näin betonirakenteisiin kohdistuu pitkäaikainen korkea kosteusrasitus. Betonirakenne johtaa kapillaarisesti tai diffuusiolla kosteutta ylöspäin puu- ja lämmöneristeisiin. Korkea, pitkäaikainen kosteus mahdollistaa puu- ja lämmöneristeisiin mikrobikasvun muodostumisen ja edelleen puurakenteiden lahovaurioitumisen. Tämän takia betonilaatan päällä voi olla bitumisively. [22.]

Betonirakenteen ollessa maata vasten on betonirakenne kylmä, mikä nostaa rakenteen suhteellista kosteutta. Talon ulkonurkkiin muodostuu kylmäsiltoja, mikä lisää kosteusriskiä. Viileään betonilaatan pintaan voi muodostua kastepiste, johon sisäilman kosteus tiivistyy. Kastepiste on lämpötila, jossa ilman kosteuspiitoisuus saavuttaa 100 %:n suhteellisen kosteuden, jolloin ilmassa sisältyvä vesihöyry alkaa tiivistyä pisaroiksi. Lämmin sisäilma pystyy sitomaan kosteutta enemmän kuin kylmä ilma. Tämä tarkoittaa, että lämmin sisäilma siirtyessään rakenteessa viileämpään ilmaan voi aiheuttaa riskin, ettei viileä ilma pysty

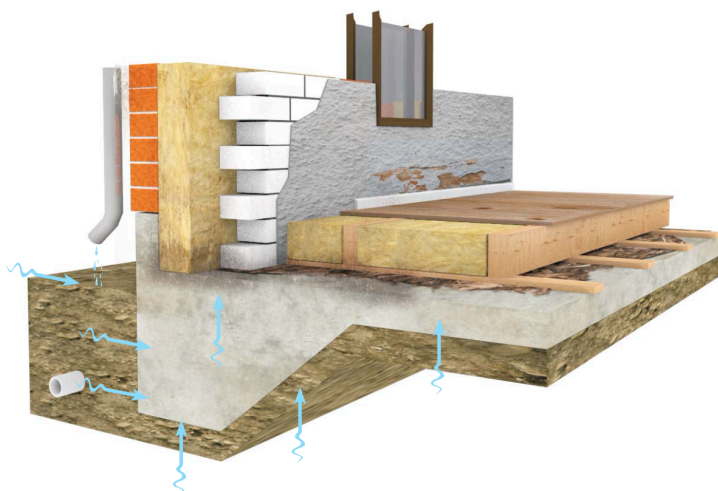
sitomaan kaikkea kosteutta ilmassa, ja tästä seuraa, että kosteus ilmassa tiivistyy vedeksi. Alapohjan reunavyöhykkeellä betonilaatan lämpötila vaihtelee vuosittain eri tavalla ja eri tasoilla verrattuna betonilaatan keskialueeseen. Näissä kohdissa riskit ovat myös suuremmat. [13.]

Kirjallisuuslähteissä on arvioitu, että betonilaatan päälle puukoolatut lattiarakenteet maanvaraisella betonilaatalla kestävät noin neljäkymmentä vuotta [22 s.21]. Tämä tarkoittaa, että lähes kaikki vuonna 1950–1980-lukujen välillä olevat betonilaatan päälle puukoolatut lattiarakenteet olisivat käyttöikänsä päässä tai tulossa käyttöikänsä päähän tämän vuosikymmenen aikana. Betonilaatan päälle puukoolattu lattiarakenne tulee tutkia kuntotutkimusmenetelmin riittävässä laajuudessa, jotta rakenteen toimivuus pitkällä aikavälillä voidaan saada selville. Tarvittaessa rakenteen kuntotutkimuksen yhteydessä tulee ottaa materiaalinäytteitä mikrobien tai haitta-aineiden selvittämiseksi.

Kuvassa 8 on havainnollistettu riskirakenteeseen liittyviä riskitekijöitä. Riskitekijöitä on useita; ulkopuolisen kosteuden hallinnan puutteet, sisäilman kosteuden siirtyminen rakenteeseen, rakenteeseen sijoitetut käyttövesi-, viemäri- ja lämmitysputket voivat vikaantuessa tai ikääntyessä vaurioitua rakenteessa ja aiheuttaa vauriotilan rakenteeseen. [14.]

PIENTALOJEN RISKIRAKENTEET

Kosteuden siirtymät
Vauriot ja vaurioiden aiheuttajat



08B REUNAVAHVISTETTU LAATTA TIILITALO JA PUULATTIAT SEKÄ VALESOKKELI

VAURIOT

- Seinän eristeet homehtuvat, katso DIAT 05
- Lattian puuosat ja eristeet homehtuvat

VAURIOIDEN AIHEUTTAJAT

- Kosteus siirtyy betonilaatasta seinän ja lattian rakenteisiin perusmaasta ja ulkoa sulamis- ja sadevesistä.
- Orgaanista ainetta
- Puulastuja
- Sahanpurua
- Levyjen palasia yms.

TUTKIMUSMENETELMÄT

- Katso DIA 01A
- Seinän osalta katso DIA 05

ILMAVIRTAUKSET SISÄILMAAN

- Katso DIAT 05E, F

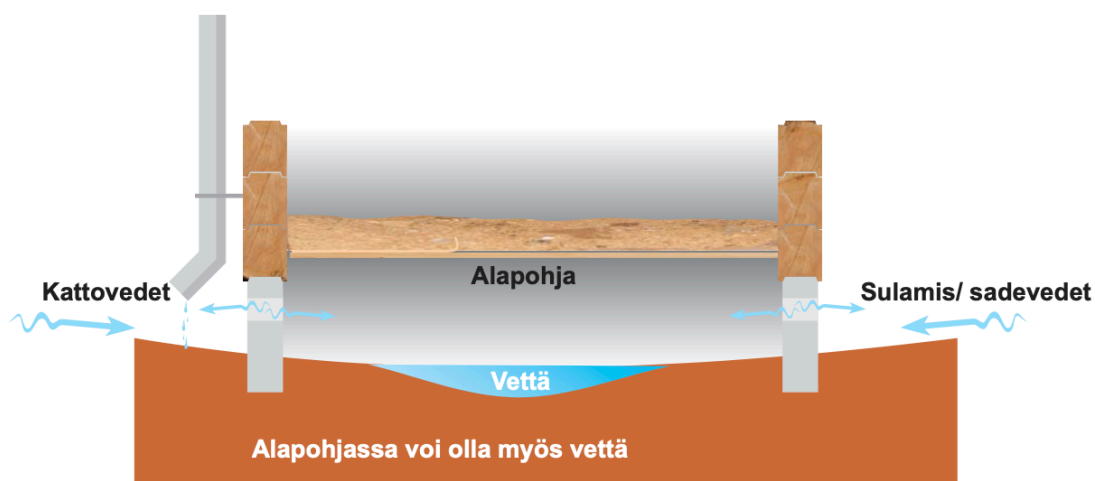
Kuva 8. Toimintapiirros kosteusteknisestä toiminnasta. [14.]

4.2 Kantavan betonilaatan alapuoleisen tuulettuvan alapohjarakenteen tavanomainen vaurioitumismekanismi

Alapohjan toteutus, jossa on kantava betonilaatta alapuoleisella tuulettuvalla rakenteella, voi olla riski betonilaatan yläpuoliselle puukoolatulle lattiarakenteelle. Mikäli tuulettuvan alapohjan kosteusteknisestä toiminnasta ei huolehdita ilmanvaihdolla tai maa-aineksena on hienojakoista maa-aineista, voi kosteus tiivistyä betonilaatan alapintaan ja edelleen siirtyä diffuusiolla betonilaatasta puukoolauksiin ja eristetilaan. Lisäksi mahdolliset läpiviennit voivat olla konvektioiteitä alapohjan tuulettuvasta tilasta eristetilaan. [24.]

Tuulettuvan alapohjan riskiä lisäävät ulkopuolisen kosteuden hallinnan puutteet sekä liian matala tuuletustila, riittämättömät tuuleentumisen edellytykset tilassa, hienojakoinen maa-aines tilassa sekä virheelliset tai puutteelliset maanpinnan kallistukset, jolloin kosteus voi lammikoitua tilaan, roskat ja orgaaninen materiaali tilassa voi sitoa kosteutta tilaan. Uusiin rakennuksiin on määriteltävä, että ryömintätilan korkeuden tulisi olla vähintään 0,8 metriä. [25. s.31–33.] Nämä

vaikuttavat siihen, mikä on betonilaatan kosteuspitoisuus ja betonilaatan huokosilman suhteellinen kosteus. Näillä esimerkeillä on kaikilla vaikutus siihen, kuinka paljon betonilaatta kerää itseensä kosteutta ja vie sitä eteenpäin yläpuolella oleviin puukoolauksiin ja lämmöneristeisiin.



Kuva 9. Toimintapiirros ryömintätillaisen alapohjan heikosta toimivuudesta.

Ennen Suomen rakentamismääräyskokoelmien (RakMk) C2 -ohjeistuksen tuloa ei rakennuksen kosteuden hallintaan ollut kattavia ohjeistuksia ja määräyksiä. RakMk C2 antoi selkeämpää ohjeistusta rakennuksen kosteuden hallinnan suunnitteluun ja toteutukseen. Ennen RakMk C2 -ohjeistuksen tuloa myönnettyt rakennusluvut sai vielä tehdä ilman RakMk C2 -ohjeistusta, jolloin 2000-luvulla on voitu rakentaa vielä ilman ohjeistuksen mukaisia tietoja. Tämä ohjeistus julkaistiin vuonna 1.1.1999. [26.]



Kuva 10. Ryömintätilainen rakennuksen alapohja. Ryömintätilassa on selkeästi hienojakoinen maa-aines ja maanpinnan ja betonilaatan välinen korkeus on selkeästi osin riittämätön.

4.3 Kellarin ja asuintilan välipohjan tyypillinen vaurioitumismekanismi

Kellaritilan ollessa viileä ja ei asuinkäytössä, voi rakenteeseen betonilaatan ja puukoolauksen osalle muodostua kastepiste. Kellarissa voi olla korkea kosteus ulkopuolisen kosteuden hallinnan puutteiden vuoksi, jolloin kosteus voi siirtyä betonilaatan välityksellä kapilaarisesti tai diffuusiolla puukoolaukseen tai eristettiin. [9.]

Kellaritilan muuttaminen lämpimäksi tilaksi pienentää riskiä vaurioitumiselle, mutta ei poista sitä, että riski olisi jo toteutunut. Muutostöiden yhteydessä rakenteen kunto tulee aina tutkia kattavasti kuntotutkimusmenetelmin. [9.]

Betonirakenteen ja puun materiaaliominaisuudet ovat erilaiset. Puurakenne pystyy sitomaan kosteutta ja betonin pitäessä puurakenteen viileänä voi puurakenteeseen muodostua korkea suhteellinen kosteus, joka voi aiheuttaa ajan kuluessa suotuisat olosuhteet mikrobikasvulle rakenteessa. Mikrobikasvu voi edelleen aiheuttaa vaurioitumista lämmöneristeeseen. Lisäksi ulkopuolinen kosteus voi siirtyä kapillaarisesti lämmöneristetilaan, mikäli välipohjarakenne on lähellä maanpintaa. Reuna-alueet ovat riskialtteimpia paikkoja, koska näihin kohdistuu kylmäsilta. [89.]



Kuva 11. Kellari, jossa yläpuolella betonilaatta. [27.]

5 Kuntotutkimusmenetelmät

Rakenteen tutkimisen tarkoituksena on selvittää rakenteen toimivuus pitkällä aikavälillä. Betonilaatan päälle puukoolatun lattiarakenteen tutkimuksissa on käytettävissä useita erilaisia menetelmiä. Tutkimusmenetelmiin kuuluvat porareillä, rasiaporareillä, rakenteenavauksella ja pintakosteudentunnistimella tehtävä mittaus. Jokaisella tutkimusmenetelmällä on omat etunsa ja rajoitteensa. Tutkimusta tehdessä voidaan saada tietoa rakenteesta puunpiikkimittauksella ja suhteellisen kosteuden mittarilla, absoluuttisen kosteuden mittarilla ja lämpötilamittarilla. Esimerkiksi porareikä- tai rasiaporareikä tutkimuksessa jälki on hyvin pieni, mikä tekee tutkittavan paikan helpoksi ennallistaa. Toisaalta rakenteenavaus 30 cm x 30 cm kokoisen aukon tekeminen lattiaan tekee tutkimisen helpommaksi sekä luotettavammaksi, sillä rakenteeseen saadaan laajempi näköyhteys. Tämän kokoisen aukon piilottaminen tai korjaaminen voi kuitenkin olla haasteellista, ellei lattiamateriaalia olla vaihtamassa. [9.]

Rakenne voi vaurioitua kosteudesta, mutta tilanne voi muuttua rakenteen kuivussa ja kosteusrasituksen pienentyessä. Rakenteen kosteusolosuhteet voivat vaihdella merkittävästi vuoden aikojen, sääolosuhteiden ja käyttötarkoituksen mukaan, jolloin tarkastushetken mittaukset kertovat vain tarkastushetken kosteusolosuhteen rakenteessa. Kosteusjäljet ja värimuutokset materiaaleissa kertovat rakenteen toimivuudesta pitkällä aikavälillä. [28.]

Asuntokaupan kuntotarkastuksen suoritusohjeissa KH 90-00394 suositellaan vähintään yhden rasiaporareian tekemistä betonilaatan päälle puukoolatun lattiarakenteen tutkimiseksi. Kuitenkaan rasiaporareian kautta tehtävästä mittauksesta pistokokeenomaisesti ei saada luotettavaa kuvaa rakenteen kosteusteknisestä toimivuudesta pitkällä aikavälillä. Suositeltavaa on tutkia rakennetta riittävän laajalla rakenteenavauksella useammasta kohtaa rakennusta. [8.]



Kuva 12. Betonilaatan päälle puukoolattua lattiarakennetta on tutkittu julkisivuverhouksen kautta.

5.1 Porareikämittaus

Porareikämittaus (16 mm) suoritetaan yleisesti betonirakenteisiin. Tässä tapauksessa menetelmä mahdollistaa betonin kosteuden mittaamisen. Tarkasteltaessa betonilaatan päälle puukoolattua rakennetta, betonin suhteellisella kosteudella ei ole kuitenkaan merkitystä. Betonilaatan päälle puukoolatun lattiarakenteen tutkimuksen päätavoitteena on selvittää puurakenteiden kunto, sillä puurakenteisiin kertynyt kosteus aiheuttaa ensimmäisenä merkittäviä ongelmia, kuten mikrobikasvuston syntyä, ja pidemmällä aikavälillä lahoamista. Jos betonilaatan päälle puukoolattua lattiarakennetta halutaan oikein perusteellisesti tutkia, mistä kosteus nousee kapillaarisesti betonilaattaan, on porareikämittaus hyvä tapa tämän tutkimiseen. [12.]

Kuvassa 13 on asennettu porareikämittauslaite betoniin. Porareikämittaus kestää vähintään 3 vuorokautta. [29.]



Kuva 13. Porareikämittaus [29.]

5.2 Rasiaporareikä

Asuntokaupan kuntotarkastuksen suoritusohjeissa korostetaan, että betonilaatan päälle puukoolattua lattiarakennetta voidaan arvioida myös käyttäen rasiaporareikä. Vaikka rasiaporanreiän tarkkaa kokoa ei ole määritelty, KH90-00394 ohjeessa mainitaan noin 110 mm halkaisijan aukko. Tällaisen 110 mm halkaisijan reiän avulla on jo mahdollista tehokkaammin tutkia betonilaatan päälle puukoolattua lattiarakennetta. [8.] 110 mm halkaisijalta oleva aukko tehdään, kun halutaan nähdä rakenteen sisälle, mutta ei välttämättä haluta tehdä rakenteenavauksen kokoista aukkoa. Rasiaporareistä ei välttämättä päästä tarpeeksi syväälle tutkimaan rakennetta, jolloin suositellaan rakenteenavauksen tekoa.

Kuvasta 14 voidaan huomata, että ensimmäinen rasiaporareikä on porattu huonoon kohtaan, koska tutkimuskohdalla on juuri tukipuu, jonka takia viereen on tehty toinen rasiaporareikä, jotta rakenteen kuntoa on voitu tutkia.



Kuva 14. Kaksi 110 mm tehyä rasiaporareikää. Kahden rasiaporareian ympärille on leikattu rakenteenavaus aukko.

5.3 Rakenteenavaus

Rakenteenavausmenetelmälle ei ole vakiintunutta ohjeistusta aukon koosta, mutta yleensä käytetään noin 300 mm x 300 mm tai 500 mm x 500 mm mittoja. Ohjeelliseksi kooksi on kuitenkin annettu A4-paperin kokoinen aukko [13]. Rakenteenavauksen tulee olla riittävän suuri, jotta se mahdollistaa kattavan tutkimuksen. Kun rakenteenavauksen tekee, on tärkeää varmistaa, että avaus on tarpeeksi laaja, jotta siitä voidaan ottaa tarvittavat materiaalinäytteet lähetettäväksi, joista voidaan analysoida mikrobien ja haitta-aineiden olemassaolo. [9.]

Raportissa ei saa olla mainintaa lisätutkimuksista sillä perusteella, että avaus ei ollut riittävän suuri tai ettei kyseisestä kohdasta löytynyt poikkeavaa tulosta. Aucon tulee tarjota riittävä näkymä ja mahdollistaa kaiken tarvittavan tiedon saaminen kerralla, juuri tästä kyseisestä rakenteenavauksen kohdasta. Rakenteenavauksessa on mahdollisuus tutkia rakennetta tarkemmin ja syvemmälle, koska erilaisilla aputyökaluilla saadaan paremmin poistettua rakennekerroksia. [9.]



Kuva 15. Rakenteenavaus valesokkeli tutkimuksessa.

5.3.1 Puunpiikkimittaus

Puunpiikkimittauksella pystytään mittaamaan puussa oleva kosteus. Puunpiikkimittarilla arvot ilmaistaan painoprosenteina. Painoprosenteista voidaan tulkita, kuinka kuiva, kostea tai märkä näytepala on, ja puunpiikkimittauksen avulla

pystytään arvioimaan, onko riskirakenteessa toteutunut riski. Yli 18 painoprosenttia kertoo siitä, että puulla on mahdollisuus homehtumiselle. Yli 25 painoprosenttia kertoo, että puulla on mahdollisuus lahoamiselle. [12.]



Kuva 16. Puunpiikkimittaus näytepalasta. Tutkimuksen näytepala on selkeästi kostea.

5.3.2 Suhteellisen kosteuden mittari

Kosteusmittarilla voidaan havainnoida, millainen rakenteen sisällä oleva kosteusolosuhdeilmasto on. Kosteusmittarilla voidaan mitata rakenteiden ilmaolosuhteita, kuten lämpötilaa, suhteellista kosteutta ja absoluuttista kosteutta [29.] Suhteellisella kosteudella voidaan määritellä, kuinka paljon vesihöyryä on kyseisissä lämpötilassa. Suurempi suhteellinen kosteus kertoo aina, että ilmassa on enemmän vesihöyryä. Absoluuttinen kosteus kertoo, kuinka monta grammaa vesihöyryä on kuutiometrissä. [31.]



Kuva 17. Suhteellisen kosteuden mittari. [32.]

5.4 Pintakosteudentunnistin

Pintakosteusmittauksella voidaan mitata suuntaa antavia kosteuksia. Pintakosteusmittarilla vertaillaan todennäköistä kuivaa kohtaa mahdollisen ongelmakohdan välillä. Esimerkiksi kylpyhuoneessa mitataan lattia- tai seinälaatta mahdollisimman kaukaa suihkun alueelta, jolloin saadaan tietoa mahdollisimman kuivasta kohdasta, ja tämän jälkeen voidaan tutkia suihkun ja roiskevesialueen laattojen kosteus. [33.]

Kirjallisuuslähteistä voidaan todeta, että pintakosteudenmittauslaitteet perustuvat sähkönjohtavuuden tai dielektrisyuden mittaamiseen. Pintakosteuden mittauslaitteilla ei voida havainnoida kuinka syvällä kosteus on, eli ne ovat nimensä mukaisesti pintakosteusmittauslaitteita. Pintakosteuden mittausta tekevän henkilön tulisi tuntea käyttämänsä laitteen, jotta tiedetään, mitkä tilanteet aiheuttavat virhearviointeja. [33.]



Kuva 18. Pintakosteuksien mittausta maanvastaisesta seinärakenteesta.

5.5 Materiaalinäytteen ottaminen

Materiaalinäytteitä voidaan ottaa sekä rakenteista että ilmanäytteenä tai laskeutuneesta pölystä. Tyypillisesti rakenteita tutkittaessa näyte otetaan suoraan rakenteesta. Materiaalinäytteitä voidaan ottaa yhdestä tai useammasta kohdasta rakennetta. Jos materiaali otetaan yhdestä paikasta, selvitetään yleensä vaurion vakavuus. Useammalla materiaalinäytteellä pyritään yleensä selvittämään vaurion laajuus ja tarvittavat korjaustoimenpiteet. [34.]

Materiaalinäyte on hyvä ottaa aina, jotta voidaan tieteellisin menetelmin varmistua rakenteen vaurioitumisesta. Materiaalinäytteenotossa pystytään määrittämään, millaisia elinkykyisiä mikrobeita näytteessä on ja kuinka paljon niitä on. [34.]

Materiaalinäytettä otettaessa ja rakenteenavausta tehtäessä on aina varmistauduttava, että tutkimus suoritetaan steriilein välinein. Näin estetään mikrobien siirtyminen toiseen kohtaan ja väärin tulosten syntyminen. Työvälineet tulee siis aina desinfioida ennen ja jälkeen käytön, jotta mikrobit eivät siirtyisi tutkimuspaikasta toiseen. [34.]

Rakennusmateriaaleista otettava mikrobinäyte tulisi ensisijaisesti todeta kasvatukseen perustuvalla menetelmällä. Materiaalinäytteitä tulee tutkia asumisterveysasetuksen mukaisesti joko laimennossarjalla tai suoraviljelymenetelmällä. [15.]

YHTEENVETO TULOKSISTA

Alla olevassa yhteenvetotaulukossa mikrobikasvun esiintymistä on havainnollistettu värillä/tummennuksella:

ei mikrobikasvua materiaalissa
epäily mikrobikasvusta materiaalissa
selvä mikrobikasvu materiaalissa

	Näyte'	Tulosyhteenveto	Johtopäätös
	1, Mineraalivilla, KHH jakotukin läpivienti	vähän homeita ja bakteereita	ei mikrobikasvua materiaalissa
	2, Puu, OH ulkokuuma	paljon homeita ja bakteereita, indikaattorimikrobeita	selvä mikrobikasvu materiaalissa
	3, Mineraalivilla, OH ulkoseinäväliseinä kulma	paljon homeita, indikaattorimikrobeita, bakteereissa paljon aktinomykettejä	selvä mikrobikasvu materiaalissa
	4, Mineraalivilla, OH-Keittiö kulkuaukkon osa	paljon homeita, indikaattorimikrobeita, vähän bakteereita	selvä mikrobikasvu materiaalissa
	5, Puu, OH-Keittiö kulkuaukkon osa	paljon homeita, indikaattorimikrobeita, vähän bakteereita	selvä mikrobikasvu materiaalissa

Kuva 19. Materiaalinäytteiden tutkimustulokset suoraviljelymenetelmällä

Näyte: 1, Mineraalivilla, KHH jakotukin läpivienti

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	pmy/malja	pmy/malja	BAKTEERIT	pmy/malja
Kokonaismäärä	+	+	Kokonaismäärä	+
Cladosporium sp.	+	+	muut bakteerit	+(YK)
Penicillium sp.	+	+	*aktinomykeetit	+(1)
Rhizopus sp.	+(YK)	+		
Aspergillus nigri (lr)		+		
Alternaria sp.		+		

Näyte: 2, Puu, OH ulkokulma

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	pmy/malja	pmy/malja	BAKTEERIT	pmy/malja
Kokonaismäärä	+++	+++	Kokonaismäärä	+++
*Oidiodendron sp.	+++ (T)	+++ (T)	muut bakteerit	+++
Penicillium sp.	+	+	*aktinomykeetit	<mr
*Aspergillus; Eurotium (lr)		+(3)		

Näyte: 3, Mineraalivilla, OH ulkoseinä-väliseinä kulma

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	pmy/malja	pmy/malja	BAKTEERIT	pmy/malja
Kokonaismäärä	+++	+++	Kokonaismäärä	+++
*Oidiodendron sp.	+++ (T)	+++ (T)	muut bakteerit	+(YK)
Monocillium sp.	+++	+++	*aktinomykeetit	+++ (T)
Penicillium sp.	+	+		
*Geomyces (sr)	+(6)			
*Aspergillus; Eurotium (lr)		+(2)		
*Aspergillus versicolores (lr)		+(1)		

Kuva 20. Kuvan 19 materiaalinäytteiden mikrobianalyysi.

5.6 Hyödynnettävyys

Tehtäessä tutkimusta betonilaatan päälle puukoolatusta lattiarakenteesta, on ensiarvoisen tärkeää huolehtia siitä, että työskentelyolosuhteet ovat steriilit ja turvalliset. Tämä sisältää välineiden desinfiointin, jotta uuteen tutkittavaan paikkaan ei siirry mikrobeja edellisen rakenteen avauksesta tai kuntotutkimuksesta.

Avauksen suunnittelu: lattiaan piirretään tarpeeksi suurikokoinen neliö, esimerkiksi 30 cm x 30 cm. Seuraavaksi betonilaatan päälle puukoolattua lattiarakennetta lähdetään avaamaan piirrettyjen viivojen mukaisesti esimerkiksi Fein-moitoimityökalun avulla. Kun lattiaan on saatu tehtyä aukko, otetaan mahdollinen

lämmöneristekerros pois, jotta päästään tutkimaan, missä kunnossa puukoolaukset ovat. Puukoolauksista voidaan ottaa Fein-monitoimityökalulla pala, jotta voidaan tutkia, millaisessa kunnossa puu on. Puunpiikkimittarilla voidaan tässä kohtaa selvittää puukosteuspitoisuus. Betonilaattaa voidaan tutkia myös pintakosteudentunnistimella.

Puunäyte, mikä leikataan puukoolauksista, tulee käsitellä steriilisti, ja niin ettei se joudu kosketuksiin muihin näytteisiin. Näyte voidaan toimittaa laboratorioon esimerkiksi suljetussa minigrip-pussissa. Näyte tulee pakata kahteen pussiin, jotta kontaminaatiota muihin näytteisiin ei tapahdu. Puupalan tai näytteen pohjasta otetaan näyte, mikä voidaan lähettää laboratoriotutkimuksiin. Laboratoriotutkimus vie aikaa 14 vuorokautta siitä, kun näytettä on aloitettu viljelemään.

Laboratoriotulosten selvittyä voidaan vielä raportoida, millaisessa kunnossa tällä alueella olevat rakenteet ovat, ja tuleeko ryhtyä korjaustoimenpiteisiin, ja mikä on mahdollisten korjaustoimenpiteiden laatu ja laajuus.

	
<p>1. Merkitään rakenteenavauksen paikka.</p>	<p>2. Rakenne avataan Fein-monitoimityökalulla.</p>

	
<p>3. Leikattu kohta irrotetaan.</p>	<p>4. Lämmöneristekerros otetaan pois, jotta sen alle voidaan nähdä.</p>
	
<p>5. Tarkastellaan kuntoa silmämääräisesti</p>	<p>6. Otetaan näytepala puukoolauksesta.</p>

	
<p>7. Mitataan näytepalasta puunkosteus.</p>	<p>8. Mitataan betonilaatan pintakosteus.</p>
	
<p>9. Kerätään näytepala steriilisti laboratoriotuimista varten.</p>	<p>10. Riittävien näyteenottojen jälkeen rakenne suljetaan asianmukaisesti.</p>

6 Rakenneavauksen paikan valinta

Lähdettäessä tutkimaan betonilaatan päälle puukoolattua lattiarakennetta, paras vaihtoehto on tehdä suoraan rakenteenavaus. Porareikämittauksella ei saada riittäviä tuloksia tutkimukseen, sillä se on ensisijaisesti betonin kosteuden mittaamiseen. Rasiaporareiästä tehtävä rakenteenavaus on taas liian pieni aukko, jotta kaikki tarvittavat asiat pystytään tutkimaan ja toteamaan. [9.]



Kuva 21. Rakenteenavaus betonilaatan päälle puukoolatusta lattiarakenteesta. Lämmöneristeenä on kutterinlastua, sahanpurua ja mineraalivillaa.

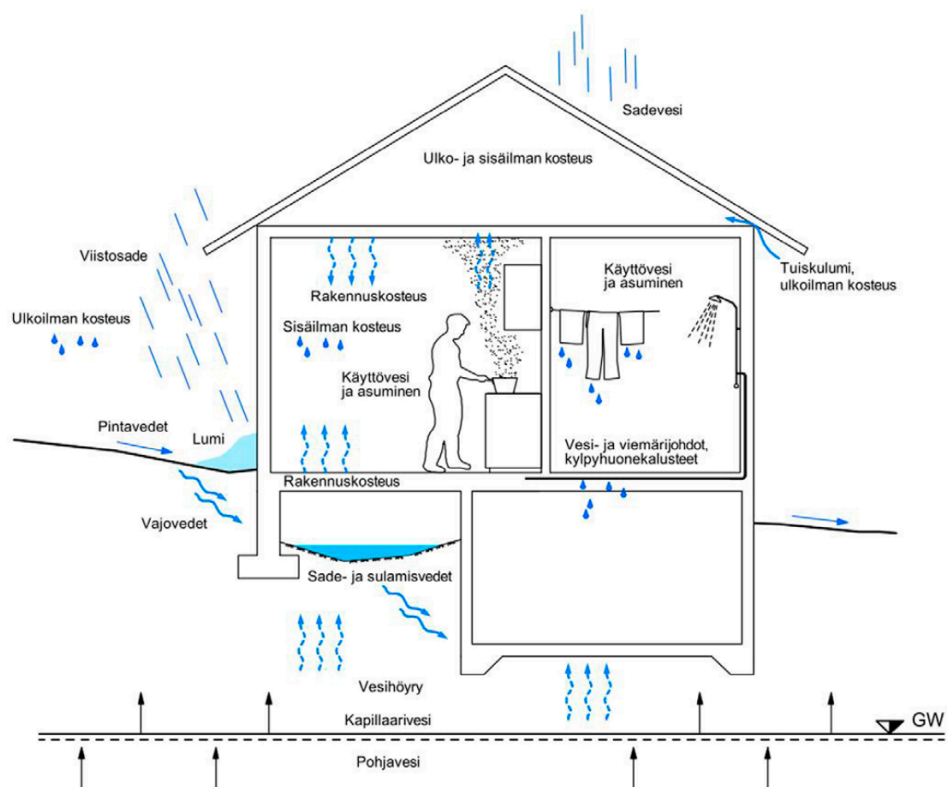
6.1 Tutkimuspaikan valinta

Rakenteenavaus on syytä tehdä kaikista riskialtteimmasta paikasta, jotta voidaan selvittää, onko koko rakenteen riskialtteimpaan kohtaan syntynyt vaurioita. Riskialtteimmasta kohdasta tutkimus on syytä tehdä ensin, jotta selviää, onko vaurioita syntynyt ajan saatossa. Yleensä riskialttein paikka on talon jokin

kulma. Talon ulkokulmiin muodostuu herkimmin kylmäsiltoja, myös seinän ja lattian liitoskohdat ovat herkkiä kylmäsiltoille. Tämän jälkeen tutkitaan, mikä näistä kulmista on lähimpänä maanpintaa. [9.]

Puutteellinen sade- ja sulamisvesien ohjaus lisää rakenteen kosteusrasitusta ja vaurioitumisriskiä. Jos sade- ja sulamisvedet ohjautuvat lähelle sokkeliä tai julkisivuverhousta eikä niitä ohjata pois talosta, kosteusrasitus kertyy taloa kohti. [34.]

Jos rakenteenavaus tehdään nurkka-alueelle, on se myös jälkikäteen helpompi peittää, jos esimerkiksi juuri sillä hetkellä ei olla tekemässä suurempaa pintaremonttia, jossa lattiamateriaalit vaihtuisivat.



Kuva 22. Rakennuksen kosteuslähteet [6. s. 107]

6.2 Muut tutkimuspaikan valintaan vaikuttavat tekijät

Mikrobiperäinen haju voi vaikuttaa tutkimuspaikkaan, jos jossain rakennuksen osassa havaitaan mikrobiperäistä hajua esimerkiksi jalkalistojen alta. Nämä paikat on syytä tarkistaa erityisen huolellisesti. Hajun muodostuminen tietyssä tilassa voi myös liittyä epätiiveyksiin. Haju pyrkii tunkeutumaan läpi erityisesti paikoista, joissa on epätiivitä rakenteita. Siksi haju ei aina välttämättä paljasta, että juuri siinä kohdassa on mikrobiperäinen ongelma. [10.]

Ilmanvaihdon vaikutusta siihen, mistä mikrobiperäinen haju voi nousta. Jos rakennuksen osassa on selkeä alipaine eikä korvausilman reitti ole seinällä tai ikkunoissa, korvausilma saattaa silloin nousta maaperästä. Maaperästä nouseva korvausilma tulee myös rakenteiden läpi alapohjasta, ja jos alapohjassa on mikrobiperäinen vaurio, siirtyy mikrobiperäinen haju silloin huoneilmaan, jolloin yleensä ongelmia havaitaan. [10.]

Aikaisempien tutkimusten tulokset vaikuttavat uuden tutkimuksen tekemiseen. Jos tutkimus on tehty lähiaikoina, ei ole kannattavaa suorittaa täysin samantyyppistä tutkimusta samasta paikasta. Rakenteen ollessa jo avattu, voi kosteus olla tasaantunut sekä, mikäli otetaan materiaalinäytteitä, ei jo avauksen osalta voida varmistua avauksen olevan niin sanotusti puhdas. Rakenteeseen on voinut siirtyä työkaluista aikaisemmassa avauksessa mikrobeja kontaminaatiolla. Sen sijaan avaus on syytä tehdä vähintään 1,5–2,0 m avauspaikasta tai toisaalta rakennusta. [9.]

7. Lomakkeen muodostuminen

Toimeksiantona Hopealinna Oy halusi tuotoksena lomakkeen, mikä helpottaa kuntotutkimustilanteissa tutkimaan ja kirjaamaan havaintoja rakenteen avauksissa. Lomaketta lähdettiin työstämään yhdessä yrityksen toimitusjohtajan Riikka Hopealinnan kanssa. Työssä käytiin läpi vanhoja kuntotutkimuksia sekä betonilaatan päälle puukoolattujen lattiarakenteiden tutkimuksia ja muistiinpanoja.

Lomakkeen suunnittelu aloitettiin haastattelulla keräämällä tiedot siitä, mikä informaatio on tärkeää kerätä kuntotutkimukseen ryhdyttäessä, ja millaisia asioita halutaan kirjata lopulliseen raporttiin. Lomakkeen pituudeksi asetettiin yksi kaksipuoleinen A4-paperi, johon kaikki kirjaukset tutkimuksesta voidaan kirjoittaa.

Alkupuoli lomakkeesta koostuu tiedoista, jotka ovat käytettävissä ja tarpeen raportin laatimisessa, kuten kohteen osoite, mahdolliset käytettävissä olevat piirustukset, rakennusvuosi ja pinta-ala. Kaikkea tätä tietoa ei kuitenkaan aina ole saatavilla. Erityisesti vanhoissa taloissa on yleistä, ettei niissä ole saatavilla rakennuspiirustuksia tai rakennetut rakennukset eivät välttämättä vastaa rakennuspiirustuksia. Piirustusten puuttuminen vaikuttaa usein siihen, että kuntotutkimuksia tehdään vanhempiin rakennuksiin, jotta voidaan selvittää, millaisia rakennekerroksia ja rakenneratkaisuja on käytetty samalla poissulkien riskirakenteiden olemassaolo.

Sijainnin määrittämisen osiossa todettiin haastattelussa yhdeksi tärkeimmistä kohdista lomakkeessa, jotta riskirakennetta voidaan tutkia mahdollisimman riskialttimeimmasta kohdasta rakennusta. Riskialttius määrittyy sokkelin korkeudella, pinnoite muutoksien havainnollistamisella, maanpintojen kallistuksien suunnalla ja sadevesien ohjautuvuudella. Jos näissä kohdissa havaitaan ongelmia, tulee rakenteenavaus tehdä mahdollisimman lähelle näitä ongelmakohtia. Tämän jälkeen voidaan havainnoida, onko jokin näistä mainituista kohdista vaikuttanut riskirakenteen kosteustekniseen toimivuuteen.

Lomakkeen tutkimusosissa päädyttiin yhdessä yrityksen kanssa tutkimaan vanhoja toimeksiantojen muistiinpanoja ja sekä tarkastelemaan sitä, mitä merkintöjä tulee kirjata tehtäessä rakenteenavausta. Sisäilman, ulkoilman ja rakenteen olosuhteiden kirjaaminen havaittiin hyvin tärkeiksi, jotta näitä arvoja voidaan myöhemmin vertailla toisiinsa.

Yleisesti ottaen, jos sisäilman arvot ovat huomattavasti korkeammat kuin ulkoilman, on sisäilmassa erilaisia kosteuslislähteitä, joihin ilmanvaihto ei ole riittävä poistamaan. Kosteuslislän pienentämiseksi sisäilmasta tulee arvioida ilmanvaihdon toimivuus ja riittävyys asumistottumuksiin nähden. Kuvassa 22 on havainnollistettu kodin erilaisia kosteuslähteitä.

Lomakkeen viimeinen osio käsittelee varsinaista tehtävää tutkimusta. Tämä osio lomakkeesta sisältää rakenteenavauksen materiaalikerrokset ja niiden kerospaksuudet. Lisäksi lomakkeeseen oli tärkeää sisällyttää aistinvaraiset havainnot, jotta mahdolliset lahoamiset, mikrobiperäiset hajut, haitta-aineiden hajut tai havaitut kosteusjäljet voidaan merkitä kuntotutkimuksen tekijän toimesta.

Riskirakenteita tutkittaessa on varauduttava materiaalinäytteiden ottamiseen. Mikäli rakenteenavauksessa ei havaita aistinvaraisesti ja mittaamalla eri mittausmenetelmillä selkeää vauriota, on rakenteesta otettava materiaalinäyte. Materiaalinäytteillä voidaan edelleen vahvistaa mahdollinen rakenteen vauriotila ja siihen aiheuttaneet syyt. Mikrobilajikkeisto antaa myös tukea johtopäätöksille vaurion syystä ja laajuudesta. Mikrobilajikkeistossa on erityyppisiä lajeja, joille on tutkimuksissa todettu erilaiset kasvuolosuhteet muun muassa matalassa kosteudessa elävät lajikkeet ja runsasta kosteutta vaativat lajikkeet. Rakenteiden olosuhteet voivat vaihdella huomattavasti eri vuoden aikoina ja sääolosuhteina, jolloin mikrobilajikkeistosta tehdyt havainnot ovat tärkeä osa lopullista johtopäätelmää.

8. Pohdinta ja johtopäätökset

Opinnäytetyössä keskityttiin tutkimaan betonilaatan päälle puukoolattujen lattiarakenteiden kuntoa sekä niiden mahdollisia vaurioitumismekanismeja ja riskejä kosteusongelmien ja mikrobivaurioiden näkökulmasta. Opinnäytetyön raportissa korostetaan tarvetta tunnistaa ja tutkia betonilaatan päälle puukoolattua lattiarakennetta riittävällä laajuudella, jotta voidaan varmistua, ettei vaurioitumista ole syntynyt. Erityisen tärkeää tämä on kuntotutkimustilanteessa, jotta voidaan välttyä mahdollisilta riitatilanteilta ja varmistaa rakennusten terveelliset sisäilmaolosuhteet.

Opinnäytetyössä käytetyt tiedot ja tarkastelut ovat luotettavia ja perustuvat ajankohtaiseen tutkimukseen sekä alan asiantuntijoiden antamaan tietoon. Tutkimuksessa on hyödynnetty useita erilaisia lähteitä, kuten aikaisempaa tutkimustietoa. Opinnäytetyössä on pyritty objektiiviseen ja systemaattiseen lähestymistapaan, jossa on hyödynnetty asianmukaisia tutkimusmenetelmiä ja -työkaluja. Työssä on huomioitu tutkimuseettiset ohjeistukset tietosuojaan liittyvät periaatteet sekä esteellisyys näkökulmat.

Tulevaisuudessa voi olla tarpeen tehdä tarkennuksia opinnäytetyöhön liittyvän tutkimuksen aiheeseen, alan kehityksen vuoksi. Uusia työkaluja ja tutkimusmenetelmiä voi ajan kuluessa muodostua, mikä voi nopeuttaa ja helpottaa betonilaatan päälle puukoolatun lattiarakenteen tutkimista. Jos ilmenee uusia näkökulmia tai aiheeseen liittyviä tutkimuksia, jotka ovat olennaisia opinnäytetyön kannalta, voi olla tarpeen tehdä tarkennuksia sekä lisäyksiä tuleviin töihin näiden näkökulmien sisällyttämiseksi.

9. Yhteenveto

Opinnäytetyö keskittyi betonilaatan päälle puukoolattujen lattiarakenteiden tutkimiseen. Työn toteutus tehtiin Hopealinna Oy:n toimeksiannosta, ja tavoitteena oli kehittää lomake betonilaatan päälle puukoolatun lattiarakenteen luotettavaan ja kattavaan tutkimukseen. Nämä rakenteet olivat tyypillisiä erityisesti 1950–1990-luvuilla rakennetuissa pientaloissa.

Opinnäytetyö pyrkii tukemaan kuntotutkimuksen tekijöitä tarkastamaan riittäväällä laajuudella betonilaatan päälle puukoolattuja lattiarakenteita, jotta välttyttäisiin myöhemmiltä riitatilanteilta asuntokaupan yhteydessä. Työn tavoitteena oli kehittää lomake kuntotutkimukselle, jolla varmistetaan, että kuntotutkimus tehdään riittävässä laajuudessa. Tämä lomake on liitetty opinnäytetyön loppuun. Opinnäytetyössä käytetyt menetelmät ovat kirjallisuuskatsaukset, haastattelut sekä tapaustutkimukset.

Työssä käsiteltiin betonilaatan päälle puukoolattua lattiarakennetta, sitä riskirakenteena, lattiarakenteen vaurioitumismekanismejä sekä haitta-aineiden esiintyvyyttä ja lattiarakenteen tyyppejä. Kuntotutkimuksen näkökulmasta tarkasteltiin eri menetelmiä, kuten rakenteenavaus- ja rasiaporareikätkutkimuksia, sekä niiden etuja ja rajoituksia. Lopuksi tarkasteltiin erilaisia vaurio-olosuhteita sekä luotiin lomake ja ohjeet betonilaatan päälle puukoolattuun lattiarakenteen tutkimukseen.

Tutkimuspaikan valinnassa on otettava huomioon laajasti eri tekijöitä, kuten mikrobiperäisten hajujen esiintyminen ja ilmanvaihdon vaikutus. Rakenteen tutkimuksessa suositellaan rakenteen avausta, jotta saadaan kattava näköala rakenteen kuntoon. Lisäksi on tärkeää huomioida aiemmat tutkimustulokset ja välttää tarpeetonta kaksoistutkimusta.

Lomakkeessa sisällytettiin olennaisia tietoja, jotka tukevat kuntotutkimuksen tekoa ja myöhemmin ovat apuna raportin laadinnassa.

Betonilaatan päälle puukoolatun lattiarakenteen tutkimiseen tarvitaan kokemusta, jotta tunnistaminen ja tutkiminen osataan tehdä oikein. Kokemusta tutkimusten tekemiseen saadaan käytännön työssä vahvaan osaamiseen ja tutkimustietoon nojaten.

Lähteet

- 1 Hopealinna. [internet] [viitattu 1.3.2024] Saatavilla: <https://www.hopealinna.fi>
- 2 Mikä on puukoolattu lattia ja miksi se on riskirakenne? [Internet] [viitattu 4.2.2024] Saatavilla: <https://talojuristit.fi/post/mika-on-puukoolattu-lattia-ja-miksi-se-on-riskirakenne>
- 3 8 vinkkiä: Näin saat sammaleen pois nurmikolta. [Internet] [viitattu 13.3.2024] Saatavilla: <https://teeitse.com/puutarha/nurmikko/8-vinkkia-nain-saat-sammaleen-pois-nurmikolta>
- 4 Mestarin vinkit: Puukoolatun lattian korjaustapoja. [Internet]. [viitattu 4.2.2024] Saatavilla: <https://rakennustaito.fi/mestarin-vinkit-puukoolatun-lattian-korjaustapoja/>
- 5 Mikä on riskirakenne. [Internet] [viitattu 13.3.2024] Saatavilla: <https://talojuristit.fi/post/mika-on-riskirakenne>
- 6 Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus [Internet] [viitattu 13.3.2024] Saatavilla: https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/75517/YO_2016_Kuntotutkimusopas.pdf
- 7 Riskirakenne. [Internet] [viitattu 13.3.2024] Saatavilla: <https://www.hopealinna.fi/riskirakenne/>
- 8 Kuntotarkastus asuntokaupan yhteydessä. Suoritusohje. [internet] [viitattu 1.3.2024] Saatavilla: <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/KH%2090-00394>
- 9 Hopealinna R. Rakennusterveysasiantuntija ja rakennusinsinööri. [Haastattelu]. 13.3.2024
- 10 Poikkeava haju kodissa. Internet] [viitattu 24.3.2024] Saatavilla: <https://www.hopealinna.fi/poikkeava-haju/>
- 11 Betonilaatan päälle puukoolattu lattia. [Internet] [viitattu 13.3.2024] Saatavilla: <https://www.hopealinna.fi/betonilaatan-paalle-puukoolattu-lattia/>
- 12 Rakenteiden vauriot ja vioittuminen. [internet] [viitattu 9.4.2024] Saatavilla: <https://www.hometalkoot.fi/file/15894.pptx>

- 13 Maanvastainen kaksoislaatta tai puukorotettu lattia. [Internet]. [viitattu 2.1.2024] Saatavilla: <https://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Kunnossapito-ja-korjaaminen/Maanvastaiset-rakenteet/Maanvastainen-kaksoislaatta-tai-puukorotettu-lattia>
- 14 Tunnista ja tutki riskirakenne. [Valokuva] [Viitattu 6.2.2024] Saatavilla: <https://www.hometalkoot.fi/file/15814.pdf>
- 15 Mitä asbesti on? [internet] [viitattu 6.2.2024] Saatavilla: <https://www.asbesti.fi/mita-asbesti-on/>
- 16 Polysykliset aromaattiset hiilivedyt (PAH) materiaalinäytteistä. [internet] [viitattu 9.2.2024] Saatavilla: <https://www.ttl.fi/palvelut/laboratoriopalvelut/naytteenotto-ohjeet/polysykliset-aromaattiset-hiilivedyt-pah-materiaalinaytteista>
- 17 Mikrobikasvun edellytykset. [Internet]. [viitattu 2.1.2024] Saatavilla: <https://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Kosteusvauriot/Mikrobit/Mikrobikasvun-edellytykset>.
- 18 Huoneilman kosteus. [internet] [viitattu 25.2.2024] saatavilla: <https://www.hengitysliitto.fi/kodin-sisailma-ja-kunnossapito/sisailmanlaatu/sisailman-olosuhteet/huoneilman-kosteus/>
- 19 Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista. [internet] [viitattu 25.2.2024] Saatavilla: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2015/20150545>
- 20 Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus [Internet] [viitattu 13.3.2024] Saatavilla: https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/75517/YO_2016_Kuntotutkimusopas.pdf
- 21 Kosteustekniset ominaisuudet. [internet] [viitattu 26.2.2024] Saatavilla: <https://puuinfo.fi/puutieto/puun-ominaisuuksia/puun-kosteustekniset-ominaisuudet/>
- 22 Maanvastainen betonilaatta. [Internet] [viitattu 13.3.2024] Saatavilla: <https://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Kunnossapito-ja-korjaaminen/Maanvastaiset-rakenteet/Maanvastainen-betonilaatta>
- 23 1950 omakotitalo ongelmakohdat. [Internet] [viitattu 6.2.2024] Saatavilla: https://www.hometalkoot.fi/pdf/omakotitalo/1950_omakotitalo_ongelmakohdat.pdf

- 24 Mestarin vinkit: Näin korjaat puurakenteisen ryömintätilaisen alapohjan. [Internet] [viitattu 13.3.2024] Saatavilla: <https://rakennustaito.fi/mestarin-vinkit-nain-korjaat-puurakenteisen-ryomintatilaisen-alapohjan/>
- 25 Rakennusten kosteustekninen toimivuus. [Internet]. [viitattu 4.2.2024] Saatavilla: https://ym.fi/documents/1410903/38439968/Ohje_Rakennusten-kosteustekninen-toimivuus-2020-F3A686EA_E374_4983_A396_CC15D6830B7B-156354.pdf/323bffe4-19f4-9b97-6c59-d314db622cb4/Ohje_Rakennusten-kosteustekninen-toimivuus-2020-F3A686EA_E374_4983_A396_CC15D6830
- 26 Suomen rakentamismääräyskokoelma ympäristöministeriö, Asunto- ja rakennusosasto. [Internet] [viitattu 13.3.2024] Saatavilla: <https://www.edilex.fi/data/rakentamismaaraykset/c2.pdf>
- 27 Mistä kellarin kosteusongelmat yleensä johtuvat? [valokuva] [internet] [viitattu 24.3.2024] Saatavilla: <https://omataloyhtio.fi/artikkelit/mista-kellarin-kosteusongelmat-yleensa-johtuvat/>
- 28 Kaksoislaattarakenne on riskirakenne. [internet] [viitattu 1.3.2024] Saatavilla: <https://www.hopealinna.fi/kaksoislaattarakenne/>
- 29 Uudisrakennusten kosteusmittaukset [Internet] [viitattu 6.2.2024] Saatavilla: <https://www.investigo.fi/uudisrakennusten-kosteusmittaukset/>
- 30 Gann Hydromette BL Compact RHT Flex 250 kosteusmittari [Internet] [viitattu 24.3.2024] Saatavilla: <https://www.kosteusmittari.fi/tuotteet.html?id=35754/16>
- 31 Ilman kosteus. [Internet] [viitattu 24.3.2024] Saatavilla: <https://www.ilmatieleenlaitos.fi/ilman-kosteus>
- 32 BL Compact RH-T flex 250 [valokuva] [internet] [viitattu 24.3.2024] Saatavilla: <https://www.gann.de/en/products/handhelds/electronic-moisture-meters/blue-product-series/bl-compact-rh-t-flex-250>
- 33 Kosteusmittaukset. [internet] [viitattu 6.2.2024] Saatavilla: <https://www.sisaimayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Ongelmien-tutkiminen/Rakennustekniset-tutkimukset/Kosteusmittaukset>
- 34 Näytteenotto mikrobiologisiin analyyseihin [internet] [viitattu 21.4.2024] Saatavilla: <https://www.hometalkoot.fi/file/15901.pptx>

Kohteen osoite:					Päivämäärä:	
Tarkastaja:					Sää olosuhde	
Rakennus tyyppi					Pinta-ala	
Rakennuskuvat käytettävissä	Kyllä ___ Ei ___	Pohjakuva käytettävissä	Kyllä ___ Ei ___	Muut asiakirjat	Rakennusvuosi	
Läsnä						
Aikaisempia tutkimuksia?						

Olen tarkastanut rakennuspiirustukset	Kyllä ___ Ei ___	Puutteita salaojissa	Kyllä ___ Ei ___	Mahdolliset puutteet salaojissa:	
SUJAINNIN MÄÄRITYS					
Sokkelin korkeus niukin:				Onko pinnoilla kosteusjälkiä tai muutoksia:	Kyllä ___ Ei ___
Etelä / Lounas	_____cm	Pohjoinen / Koillinen	_____cm	Missä:	
Länsi / Luode	_____cm	Itä / Kaakko	_____cm	Onko sisäpinnoilla kosteusjälkiä tai muutoksia:	Kyllä ___ Ei ___
Poikkeava haju havainto	Kyllä ___ Ei ___	Missä:		Missä:	

Hopealinna Oy, Wallgreninkatu 3, 06100 Porvoo, p. 0400 997 515 riikka@hopealinna.fi www.hopealinna.fi
© Hopealinna | 2023 | Y-tunnus 2590330-2

Maanpinnan kallistukset taloon päin:	Kyllä ___ Ei ___	Millä alueella:		Kasvillisuutta tai hienojakoista maa-aineista	Kyllä ___ Ei ___
Ohjautuuko sadevedet pois rakennuksen suunnasta:	Kyllä ___ Ei ___	Jos ei, millä alueella ei toteudu			
Puutteita sadevesien ohjauksissa:	Kyllä ___ Ei ___	Millä alueella puutteita			
Lämmitysjärjestelmän putket rakenteessa	Kyllä ___ Ei ___				
TUTKIMINEN					
		RH%		°C	g/m ³
Ulkoi ilma					
Sisäilma					
RAKENTEEN AVAUS					
AVAUS	Aistinvaraiset havainnot		<input type="checkbox"/> Laho <input type="checkbox"/> Mikroiperäinen haju <input type="checkbox"/> Haitta-aineen haju <input type="checkbox"/> Kosteusjälkiä		
Materiaalikerrokset, kerrospaksuus					
1. _____	<input type="checkbox"/> Mikrobinäyte	<input type="checkbox"/> Haitta-aine			
2. _____	<input type="checkbox"/> Mikrobinäyte	<input type="checkbox"/> Haitta-aine	Rakenne olosuhde		
3. _____	<input type="checkbox"/> Mikrobinäyte	<input type="checkbox"/> Haitta-aine			
4. _____	<input type="checkbox"/> Mikrobinäyte	<input type="checkbox"/> Haitta-aine			
5. _____	<input type="checkbox"/> Mikrobinäyte	<input type="checkbox"/> Haitta-aine	Rakenne		
6. _____	<input type="checkbox"/> Mikrobinäyte	<input type="checkbox"/> Haitta-aine			
7. _____	<input type="checkbox"/> Mikrobinäyte	<input type="checkbox"/> Haitta-aine			
8. _____	<input type="checkbox"/> Mikrobinäyte	<input type="checkbox"/> Haitta-aine			
Muut havainnot ja lisätiedot					

Hopealinna Oy, Wallgreninkatu 3, 06100 Porvoo, p. 0400 997 515 riikka@hopealinna.fi www.hopealinna.fi
© Hopealinna | 2023 | Y-tunnus 2590330-2