

Saimaan ammattikorkeakoulu  
Tekniikka, Lappeenranta  
Rakennusalan työnjohdon koulutusohjelma  
Talonrakennus

Aimo Pekonen

## **1960- ja 1970-lukujen pientalojen maanvaraisen kaksoislaattaperustuksen ongelmat ja niiden kor- jaaminen**

Opinnäytetyö 2013

## Tiivistelmä

Aimo Pekonen

1960- ja 1970-lukujen pientalojen maanvaraisen kaksoislaattaperustuksen ongelmat ja niiden korjaaminen, 29 sivua, 2 liitettä

Saimaan ammattikorkeakoulu

Tekniikka Lappeenranta

Rakennusalan työnjohdon koulutusohjelma

Talonrakennus

Opinnäytetyö 2013

Ohjaajat: tuntiopettaja Vesa Inkilä, Saimaan ammattikorkeakoulu, toimitusjohtaja Kari Niiranen, Suomen Rakennustuki Oy

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää 1960- ja 1970-luvuilla yleisesti pientalorakentamisessa käytettyä maanvaraista kaksoislaattaperustusratkaisua, kyseisen rakenteen ongelmia ja niiden korjausmenetelmiä. Opinnäytetyön tavoitteena oli laatia oikeaoppinen korjaussuunnitelma tämän ajan pientalolle noudattaen tämän päivän ohjeita.

Opinnäytetyössäni selvitin, millaisia ongelmia ilmeni 1970-luvun pientaloissa, joiden rakenteena oli maanvarainen kaksoislaattaperustus. Selvitin myös näiden ongelmien syitä ja taustoja. Lisäksi kartoitin perustusten historiaa sekä selvitin, millaista tietoa rakenteesta oli saatavilla alan kirjallisuudessa, viranomaismääräyksissä ja Internetissä.

Opinnäytetyöni käytännön osio perustui 1974 rakennetun pientalon vuonna 2011 toteutettuun kosteusvaurioiden korjausprojektiin. Korjauskohde oli tyypillinen esimerkki 1970-luvun maanvaraisella kaksoislaattaperustuksella toteutetusta talosta. Myös talon ongelmat olivat tuon ajan pientaloille tyypillisiä. Talossa esiintyvät kosteusvauriot johtuivat perustusratkaisun lisäksi puutteellisista vedeneristyksistä, sadevesijärjestelmistä ja salaojista. Työssäni käsittelin talon sisäpuolisten rakenteiden korjausmenetelmiä, sekä rakennuksen ulkopuolisia kosteuden hallintaan ja salaojitukseen liittyviä korjauksia.

1970-luvun pientalojen todettiin olevan vaihtelevia korjauskohteita. Alkuperäisen toteutuksen taso oli vaihtelevaa, ja kustannustekijät vaikuttivat usein merkittävästi korjausmenetelmien valintaan. Yleisiä suuntaviivoja korjaamisesta voitiin muodostaa, mutta tarkat korjaussuunnitelmat oli tehtävä tapauskohtaisesti.

Asiasanat: Kaksoislaattaperustus, kosteusvauriot, salaojat, pientalo

## **Abstract**

Aimo Pekonen

The problems and renovation of concrete double slab floor in one family houses built in the 1960s and the 1970s, 29 pages, 2 appendices

Saimaa University of Applied Sciences

Technology Lappeenranta

Degree Programme in Construction Management

Building Construction

Bachelor's Thesis 2013

Instructors: Mr Vesa Inkilä, Teacher, Saimaa University of Applied Sciences

Manager Kari Niiranen, Suomen Rakennustuki Oy

The aim of this study was to examine concrete double slab floor, a widely used base floor type in one family house construction in the 1960s and the 1970s, the problems of this type of base floor and the possible renovation procedures. The aim of the study was to make a renovation plan for a house of that time, using the guidelines of today.

The study examines the kinds of problems occurring in one family houses from the 1970s' that have a concrete double slab floor. The reasons and backgrounds of these problems were also studied. In addition, the study maps out the history of base floors and investigates the information available in literature, in authority guidelines, and in the Internet.

The practical section of the study is based on the renovation of moisture damage in a one family house that was built in 1974. This project was carried out in 2011. The house is a typical example of a concrete double slab floor house of the 1970s' and the problems were also typical of houses of that time. The moisture damage in the house is not only due to the base floor type, but also to inadequate moisture insulation, rainwater drainage system and subsurface drainage system. In addition to the renovation taking place inside the house, the study deals with renovation of outside moisture control and subsurface drainage system.

The results of the study show that as renovation sites, one family houses from the 1970s' are varied. The original execution of the construction work was varied and often the choice of renovation methods was influenced by the costs of renovation. General guidelines could be drawn for renovation, but detailed plans had to be made case-specifically.

Key words: Concrete double slab floor, moisture damage, subsurface drains, one family house

## Sisältö

1 Johdanto .....	5
2 Maanvarainen kaksoislaattaperustus.....	6
2.1 Kaksoislaattaperustus ja kosteusvauriot.....	6
2.2 Rakennuspohjan kuivatus.....	7
2.3 Salaoitusohjeet vuonna 1971.....	7
3 Korjauskohde ja kohteen ongelmat.....	9
4 Kohteen korjaussuunnitelma.....	12
4.1 Tuotantosuunnitelma .....	12
4.2 Lattioden purkaminen .....	13
4.3 Seinärakenteiden purkaminen .....	15
4.4 Rakenteiden kuivatus .....	16
4.5 Rakennuspohjan ja tonttialueen kuivatus .....	16
4.6 Salaoitus .....	16
4.7 Perustusten vedeneristys .....	18
4.8 Katto- ja pintavesien poisto.....	18
4.9 Desinfiointi .....	19
4.10 Sokkelin ja ulkoseinän sisäpuolinen korjaus.....	19
4.11 Väliseinien korjaus.....	22
4.12 Alalaatan kosteuseristys .....	22
4.13 Lattiarakenteet.....	23
5 Päätelmät.....	25
Kuvat.....	27
Lähteet.....	28
Liitteet	
Liite 1 Valesokkelirakenteen korjaus	
Liite 2 Kantava väliseinä	

## 1 Johdanto

Pientalojen alapohjarakenteeksi yleistyi 1960-luvun lopulla maanvarainen kaksoislaattaperustus. Perustusratkaisussa on niin sanottu valesokkeli, jossa seinä- ja lattiarakenteet jäävät jopa rakennusta ympäröivää maanpintaa alemmaksi. Mahdollisista kosteusvaurioista tai niiden uhista ei ollut tietoa. Opinnäytetyössä selvitetään, millaisia ongelmia on 1960- ja 1970-luvuilla rakennetuissa pientaloissa, joiden rakenteena on maanvarainen kaksoislaattaperustus. Lisäksi kartoitetaan perustusten historiaa ja selvitetään, millaista tietoa kyseessä olevan perustuksen rakentamisesta on saatavilla kirjallisuudessa, viranomais määräyksissä ja Internetissä. Työn käytännön osio perustuu 1970-luvun pientalon korjausprojektiin. Talo on tyypillinen esimerkki 1970-luvun talosta, jossa on alapohjarakenteena maanvarainen kaksoislaattaperustus. Myös talon ongelmat ovat tuon ajan taloille tyypillisiä. Tämän opinnäytetyön tavoitteena on laatia mahdollisimman oikeaoppinen korjaussuunnitelma 1970-luvun kosteusvauriotaan noudattaen tämän päivän ohjeita ja määräyksiä. Työ on rajattu korjauksiin, kosteusmittaukset ja niiden raportointi on rajattu työn ulkopuolelle. Korjaussuunnitelmaa on tarkoitus pystyä hyödyntämään soveltuvin osin muissa vastaavan perustusratkaisun omaavien talojen korjausprojekteissa.

## **2 Maanvarainen kaksoislaattaperustus**

### **2.1 Kaksoislaattaperustus ja kosteusvauriot**

Ensimmäiset maanvaraiset alapohjat varustettiin yläpuolisella lämmöneristeellä, jonka päälle rakennettiin levy- tai laotalattia. Patterijohdot asennettiin alapohjaan ulkoseinän viereen, tämän tarkoituksena oli pitää kylmänä vuodenaikana perustusten sisäpuoli lämpimänä. 1960-luvun lopun ja 1970-luvun alun kehitysversio oli niin sanottu kaksoislaattalattia, jossa kahden betonilaatan välissä sijaitsi lämmöneriste tai joskus soratäyte.

1970-luvun pientaloissa usein esiintyvät puurakenteiset lattiaratkaisut ja vaalesokkelirakenteiden piilevät vauriot ovat usein syynä talojen kosteusvaurioihin, kun maaperän kosteus pääsee kulkeutumaan ulkoseinän alaosiin sekä lattiarakenteisiin (2). Maanvarainen betonilaatta eristettiin yläpuolelta, minkä takia puurakenteiden alaosien ja betonilaatan lämpötila ja kosteus on lähes sama kuin alla olevan maan. Betonilaattaan on valun yhteydessä usein myös upotettu puiset naulauskiinnikkeet. Lattiakannattajat on myös usein kiinnitetty betonilaattaan ilman kapillaarisen kosteuden nousun katkaisevaa materiaalia. (1, s. 42–43.)

1970-luvun rakennusten suurta kosteusvaurioriskiä on lisännyt myös se, että sisäpuoliset lattiarakenteet ovat lähes maanpinnan tasossa tai jopa maanpintaa alempana. Myös perustukset rakennettiin usein hyvin matalina. Syynä ratkaisuun oli parempi lämmöneristys seinän ja alapohjan välisessä liitoksessa sekä rakennuksen parempi mukautuminen maastoon. (2.) Myöskään sisäänkäyntien kohdalla ei tarvittu portaita. Usein myös salaoja puuttuu kokonaan tai on tukossa, joten pohjavesi kastelee lattian alapuolisia maakerroksia ja betonirakenteita. Ulkoseinän alasidepuun alta puuttuu usein myös kapillaarisen kosteuden nousun estävä eristys. (1, s. 43.) Rakenteet 1970-luvun pientaloissa ovat vaurioitumisherkkiä, joten kosteusvauriokorjaukset ovat yleensä laajoja. Vaurioituneita rakenteita ovat monesti koko alapohja ja seinärakenteiden alaosat. (2.)

## 2.2 Rakennuspohjan kuivatus

Ensimmäinen pientalon salaojitusta käsittelevä varsinainen ohje löytyy vuodelta 1945 olevasta RT 811.4 Salaojitus RT- kortista, johon Juhani Pirinen lisensiaa- tintoössään (3, s. 31) viittaa:

*”Rakennukset, joiden perustuksiin pääsee pinta- ja pohjavettä pyrkivät epätasaisesti liikkumaan. Liikkuminen voidaan estää salaojittamalla perustukset rakennuksen ympäri, ja milloin rakennuksen alakin esiintyy paineellista pohjavetisyyttä, myös sisäpuolelta. Salaojittamalla rakennuksen perusta voidaan samalla parantaa sen kantavuutta. Myös kellarien kuivatus järjestetään parhaiten salaojituksella. Pihamaa olisi niin ikään salaojitettava.”*

Salaojaputkina käytetään ohjeen mukaan yleensä tiiliputkia joihin asennusvaiheessa jätetään 1 mm sauma putkien päiden väliin, josta vesi imeytyy putkeen (3, s. 32).

*”Tärkeätä salaojituksessa on siis, että vesi pääsee putkensaumasta, mutta ettei veden mukana pääse mitään lietettä tai muita hienoja aineksia, jotka voivat tukkia saumat ja täyttää putket ” (3, s. 32).*

Salaojaputkien päälle asennettavalle salaojahiekalle on kortissa esitetty korkeat laatuvaatimukset. Hiekan raekokoon tulisi olla 1–2 millimetriä ja tarvittaessa se on seulottava kahdella seulalla. Tarkastuskaivoja ohjekortissa ei mainita. Salaojaputkisto yhdistetään kokoojasalaojaan, joka voidaan johtaa avo-ojaan tai kaivon välityksellä likaviemäriin. (3, s. 32–33.)

## 2.3 Salaojitushjeet vuonna 1971

Seuraava RT 811.41, Perustusten tiiliputkisalaojat -ohjekortti ilmestyi Pirisen (3, s. 33) mukaan vuonna 1971. Kortin ohjeissa on esitetty kuivatusjärjestelmä perustuksille. Kuivatusjärjestelmä koostuu salaojista ja niihin liittyvistä kaivoista sekä kapillaarisen veden nousun katkaisevista salaojituskerroksista. Ohjeen mukaan putkiston huuhtelua varten pitää tehdä salaojan korkeimmalle kohdalle betoniputkesta halkaisijaltaan 300 millimetrin kaivo. Salaojan liittämistä ja toiminnan tarkastusta varten on rakennettava tarkastuskaivoja, joiden etäisyys toisistaan saa olla enintään 30 metriä. Kortin ohjeessa sanotaan, että pintavesiä ja katolta tulevia vesiä ei yleensä johdeta salaojaan. Vedet ohjataan maanpin-

nan kallistusten tai erillisten kourujen avulla maastoon, ojaan tai erilliseen sadevesiviemäriin. Sana ”yleensä” jättää ohjeessa kuitenkin rakentajalle mahdollisuuden sadevesien johtamiseen myös salaojiin. (3, s. 33.)

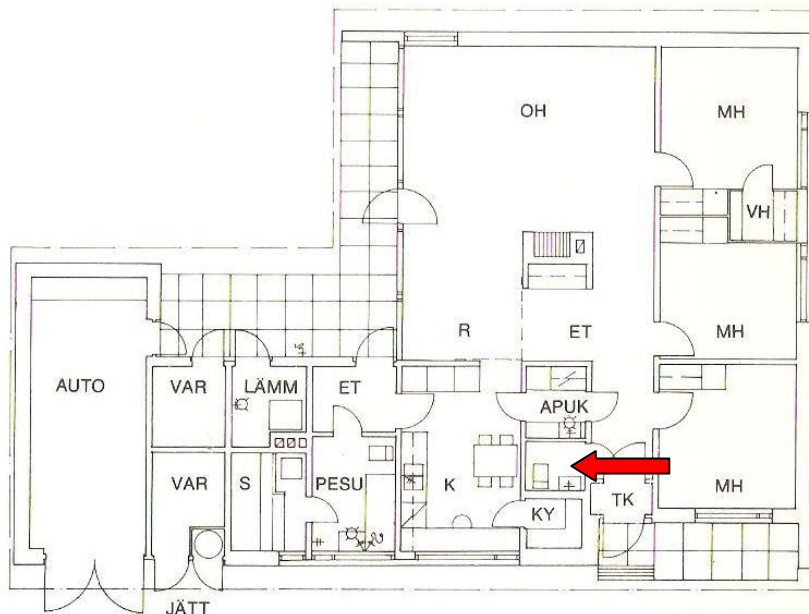
Tulkinnan varaa rakentajille antaa ohjeessa kohta, jossa sanotaan että salaojat voidaan jättää rakentamatta, kun perustus tehdään hyvin vettä läpäiseville kitkamaalajeille. Pohjaveden pinnan on myös pysyttävä vähintään 500 millimetriä lattian perustamistason alapuolella. Aikaisemmin salaojat vaadittiin perustusten ympärille aina. Vaatimukset ovat muuttuneet huonompaan suuntaan vuoden 1971 RT 811.41-ohjekortissa, koska läpäisevillä maalajeilla salaojittusta ei enää tarvita. (3, s. 33–34.)

Rakentajan ei aikaisempien ohjeiden mukaan tarvinnut tunnistaa maalajeja. RT 811.41 Salaojat 1971 -ohjekortin mukaan toimiessa on erehdyksen vaara, että kouluttamaton rakentaja sekoittaa läpäisevät ja läpäisemättömät maalajit ja rakennus voi jäädä salaojittamatta. Kapillaarisen veden nousun aiheuttama kosteus- tai routavaurio voi olla mahdollinen. (3, s. 34.)



### 3 Korjauskohde ja kohteen ongelmat

Opinnäytetyön kohde on vuonna 1974 rakennettu omakotitalo Etelä-Savossa. Piirustuksista (kuva 1.) poiketen talo on toteutettu puurakenteisilla väliseinillä. Kaikki väliseinät ovat kantavia rakenteita ja myös ulkoseinien kantava sisärunko on tehty osassa taloa puurunkoisena. Lattiarakenteena kohteessa on käytetty sekä kaksoislaattarakennetta että maanvaraisen laatan päälle rakennettua yläpuolelta eristettyä puulattiaa.



Kuva 1. Kohteen pohjapiirustus, johon kosteusvaurion aiheuttaneen putken vuoto kohta merkitty nuolella

Kohteen ulkopuolen tarkastelussa havaittiin huonokuntoiset vesikourut ja syöksytorvet, jotka valuttivat kattovedet talon nurkalle ja osan vesistä seinälle. Taloon ei ollut rakennettu sadevesiviemärintiä eikä omistajalta saatujen tietojen mukaan salaojajärjestelmää, joten kaikki kattovedet valuivat seinän viereen ja sitä kautta mahdollisesti perustuksiin.

Pintavedet olivat ilmeisesti yksi iso kosteusongelmien aiheuttaja valesokkeliratkaisuna toteutetussa maanvaraisessa kaksoislaatta-alapohjassa (kuva 2.). Vesijohtoputken rikkoutuminen vain käynnisti korjausprosessin.



Kuva 2. Valesokkeliratkaisu ja kasvillisuutta perustusten vieressä

Ongelmat talossa alkoivat ilmetä loppukesällä 2011, kun asukkaiden huomio kiinnittyi WC-tilassa kuuluvaan suhisevaan ääneen. Tutkittaessa ilmeni, että kattilahuoneessa sijaitseva vesipumppu lähti aika-ajoin käyntiin vaikka veden kulutusta ei ollut päällä. Pumppu täytti painesäiliön aina, kun se oli tyhjentyt tarpeeksi. Johtopäätös oli, että kyseessä on rikkoutuneen vesijohdon aiheuttama vuoto. Äänilähde paikantui Itä-Suomen Rakennuskuivaus Oy:n kosteusmittausten jälkeen putkirikoksi WC:n alapohjan betonilaattojen välisessä eristetilassa. Kosteudenmittaaja ohjeisti avaamaan WC-tilan lattian, jonka jälkeen voitiin todeta kosteusvaurion aiheuttaja.

Lattiaa avattaessa huoneistoon levisi heikko kellarin haju, hajun perusteella alapohjassa on mahdollisesti ongelmia enemmänkin. Vuotokohta (ks. kuva 1.) paljastui metalliseen käyttövesijohtoon, jonka korrosio oli syövyttänyt puhki (kuva 3.). Rikkoutuneesta putkesta vettä vuoti kaksoislaatta-alapohjan eristetilään. Itä-Suomen Rakennuskuivaus Oy:n kosteusmittaaja kutsuttiin jälleen paikalle kartoittamaan alapohjan kosteusvaurion laajuus. Kosteusmittaukset paljastivat, että koko talon alapohja oli märkä, ja kaikki lattiarakenteet oli avattava.



Kuva 3. Korroosion syövyttämä vesijohtoputki

Tässä työssä rajataan kosteusmittaukset ja mittaustulosten raportit sekä rakenteiden pintakäsittelyt pois. Työssä keskitytään rakennuksen vaurioihin ja rakenteiden korjausmenetelmiin.

## 4 Kohteen korjaussuunnitelma

### 4.1 Tuotantosuunnitelma

Korjaustyön toteutuksesta tehtiin tuotantosuunnitelma, jossa määriteltiin purku- ja uudelleenrakennustyön laatu- ja turvallisuusohjeet. Aukkaiden varastoitua huonekalut ja muun omaisuutensa suojaan pihalle tilattuun merikonttiin ja muutettua tilapäiseen asuntoon, voitiin aloittaa rakenteiden purkaminen. Purkujätteitä varten varattiin kolme vaihtolavaa, joihin jätteet lajiteltiin. Rakenteita avattaessa voitiin todeta, että alasidepuu oli naulattu suoraan alalaattaan betonivalun yhteydessä upotettuihin puutiiliin. Betonin ja alasidepuun välissä ei ollut mitään kapillaarisen kosteuden nousun katkaisevaa materiaalia. Vaurioiden laajuuden ja laadun selvittyä purkutyö toteutettiin kosteus- ja mikrobivaurioituneen rakenteen purkutyönä.

Tietojen perusteella voitiin tehdä rakennustekniset suunnitelmat ja valita korjausmenetelmä. Purkutyösuunnitelma sisälsi purku- ja siivoustyöt, jätteiden siirrot, kuljetukset, käsittelyn, pölyntorjunnan, ympäristön suojauksen sekä työntekijöiden suojauksen. Purkutyösuunnitelmassa kiinnitettiin erityisesti huomio työntekijöiden turvallisuuteen. (5.) Kohdetta ei osastoitu pienempiin lohkoihin, koska lattiat jouduttiin purkamaan koko talon osalta.

Poistoilmakanavat suljettiin teippaamalla ja rakennus alipaineistettiin kahdella HEPA-suodattimella varustetulla alipaineimurilla, jotka kytkettiin eri virtapiiriin. Tällä järjestelyllä pystyttiin varmistamaan alipaineistuksen toiminta myös siinä tapauksessa, että toinen alipainelaitteisto olisi pysähtynyt ja alipaineistus kadonnut. Imurit mitoitettiin siten, että puhtailla suodattimilla varustetut alipaineistajat vaihtoivat ilmaa 10 kertaa tunnissa. Alipaineistuslaitteiston poistoilma johdettiin putkistoja pitkin ulkoilmaan. Pölynhallinta varmistettiin käyttämällä HEPA H 13 -suodattimella varustettua ilmanpuhdistajaa. Kiertoilma puhdisti tilan ilmaa joka kerta, kun ilma kulki suodattimen läpi. Ilmanpuhdistaja mitoitettiin samoin kuin alipaineistuslaitteet. Puhallus suunnattiin siten, että se ei aiheuttanut lisää pölyämisen vaaraa. Purkutyössä käytettiin lisäksi kohdepoistolaitteena HEPA-suodattimella ja esierottimella varustettua tehokasta teollisuuspölynimuria sekä poistettavan materiaalin mukaisia imusuulakkeita ja letkuja. (5.)

## 4.2 Lattioiden purkaminen

Purkaminen aloitettiin makuuhuoneesta, jotta nähtiin alapohjan tilanne ja voitiin päättää, miten korjaus toteutetaan. Lattia avattiin, ja voitiin todeta, että ei ole mitään mahdollisuutta tehdä korjaustyötä, jos talossa asutaan. Lattian alta tuli niin voimakas kellarin haju, että asuminen talossa olisi jo terveyden kannalta vaarallista. Puretun lattian alalaatan päältä lähtevät väliseinät olivat lahonneet alasidepuun ja seinärungon alapään osalta (kuva 4.).



Kuva 4. Lahonnut alasidepuu ja seinärunko

Lattiarakenteiden purkamisen jälkeen voitiin nähdä lisää kellarimaisen hajun aiheuttajaa. Alalaatan betoniin oli upotettu puulattioiden rakentamista varten naulauspuut jo laatan valun yhteydessä ilman mitään kapillaarisen veden nousun katkaisevaa materiaalia. Naulauspuut olivat aivan märät ja osittain lahonneet (kuva 5.).





Kuva 5. Naulauspuut upotettu betonivaluun

Vesieristys oli tehty löytyneen rakennusselityksen mukaan alalaatan päälle bitumiliuossivelynä BIL 20/85b. Myös lattian pohjapuut oli käsitelty bitumisivelyllä. (6.) Lattian bitumi oli monin paikoin huonossa kunnossa. Puut olivat pahoin lahonneet alalaatan läpi maaperästä nousevan kosteuden takia. Seinärakenteet oli ajankohdalle tyypillisesti rakennettu lähtemään alalaatan päältä (kuva 6.). Rakennusratkaisuissa on toimittu sen ajan hyvän rakentamistavan mukaan ja noudatettu rakennusselityksessä (6.) ilmeneviä suunnitteluohjeita. Alalaatan bitumisivelyn tarkoitus oli katkaista kapillaarinen kosteuden nousu eristetilaan.



Kuva 6. Seinärakenne alkaa alalaatan päältä

Alasidepuut olivat lahoja, homeisia, aivan märkiä ja kellarin haju oli erittäin voimakas. Betonista valetut lattiaosuudet piikattiin kappaleiksi ja lohkat karrattiin betonijätteelle varatulle vaihtolavalle. Kaikki purkamisesta kertyneet jätteet lajiteltiin eri lavoille. Lattian purkutyön jälkeen suoritettiin huolellinen imurointi.

### 4.3 Seinärakenteiden purkaminen

Mikrobi- ja lahovaurioiden takia myös väliseinärakenteet piti purkaa ennen kuivatusta. Talon kaikki seinät oli toteutettu kantavina, joten purkutyö vaati tarkan suunnittelun. Seinien purkamista ei voitu aloittaa ennen kuin kattorakenteiden tuenta oli tehty. Rakenteiden kuivatuksen kannalta oli välttämätöntä saada kaikki lahot rakenteet purettua ensin pois. Vanhoista rakennepiirustuksista selvisi kattopalkkien suunta. Piirustusten perusteella laadittiin tuentasuunnitelma. Tuenta tehtiin vanhojen väliseinien viereen. Sisäkattoa vasten asennettiin 2 kappaletta yhteen naulattua 150x50 mm:n soiroa holvitukien avulla. Tukien väliksi tuli 1200 mm k/k. Tukien ja alalaatan väliin laitettiin 300 mm pitkät 150x50 mm:n soiron kappaleet, ettei tukien pistekuorma alalaattaa vasten muodostuisi liian isoksi. Puurakenteisille ulkoseinille tehtiin samanlainen tuenta. Tuennan jälkeen voitiin aloittaa seinärakenteiden purkaminen. Purkutyön aikana seurattiin ennakoon merkittyjä korkeuspisteitä mahdollisten painumien varalta, sekä voitiin arvioida tuennan riittävyys.

Alkuperäinen suunnitelma oli, että seinärakenteet katkaistaan noin metrin korkeudelta ja rakenteiden alaosat uusitaan, mutta työn ja korjauksen lopputuloksen kannalta edullisin vaihtoehto oli uusien koko seinärakenteiden väliseinien osalta kattoon asti. Seinien runkorakenteita oli rakennusvaiheessa oikaistu kirveellä veistämällä, joten runkotolpat olivat aika epämääräisiä. Suorien seinien aikaansaaminen olisi ollut kohtuuttoman suuritöistä vanhoja rakenteita jatkamalla. Ulkoseinärakenteet sahattiin poikki noin metrin korkeudelta ja alaosat uusittiin. Kaikki mikrobivaurioituneet rakenteet oli poistettava ennen kuivausta (4, s. 2). Mikrobien tuhoamien märkien ja lahonneiden rakenteiden purkamisen jälkeen kohteessa voitiin aloittaa rakenteiden kuivatus.

#### **4.4 Rakenteiden kuivatus**

Kohteen kuivatukseen käytettiin kahta adsorptiokuivainta. Kuivainten mitoitus on optimaalinen, kun kuivattavan tilan ilmamäärä voidaan johtaa koneen läpi 2–3 tunnissa. Ulkoilman pääsy talon sisään estettiin tiivistämällä kaikki mahdolliset aukot, josta ulkoilman virtausta voisi tapahtua. Kuivainten imemä kostea ilma johdettiin putkia pitkin ulos molemmilta kuivaimilta. Ilman liikkumista tilassa ja kuivattavien rakenteiden pinnoilla tehostettiin kahdella ilmansiirtimellä. Ilman liikkuvuutta auttoi tilan hallimaisuus, koska väliseinät oli purettu pois. Lisäksi tilaa lämmitettiin lämpöpuhaltajilla. (5.) Rakennus jätettiin kuivumaan Itä-Suomen Rakennuskuivaus Oy:n valvontaan.

#### **4.5 Rakennuspohjan ja tonttialueen kuivatus**

Rakennuspohja ja tonttialue on kuivatettava tehokkaasti. Kuivatus sekä kosteuden-, veden- ja vedenpaine-eristykset auttavat ehkäisemään kosteudesta tai vedestä rakenteille tai rakennuksen käytölle aiheutuvia haittoja. Kosteuden pääsy rakenteisiin voidaan estää myös rakennuksen rakenneratkaisujen ja järjestelmien hyvällä suunnittelulla. Myös piha-alueelle kertyvät lammikot ja jäätyminen voivat haitata alueen käyttöä ja ulkonäköä. (7, s.1.)

#### **4.6 Salaojitus**

Talon seinän vierustat kaivettiin auki ja todettiin, että myöskään anturaa ei perusrakenteessa ollut. Sokkelin vesieristys oli toteutettu bitumisivelynä, joka



sekin oli tullut käyttöikänsä päähän. Sadevesiviemäroinnin virkaa toimitti syökytorvien alla olevat loiskekivet, jotka ohjasivat kattovedet noin 60 senttimetrin päähän ulkoseinästä. Ratkaisu on aikakauden ohjeiden mukainen (3, s. 33).

Korjattavan kohteen salaojituksissa sekä perustusten veden ja kosteuden eristämässä noudatetaan ohjeita RIL 126- 2009 Rakennuspohjan ja tonttialueen kuivatus (8) sekä RIL 107- 2000 Rakennusten veden- ja kosteudeneristysohjeet (10). Maanvaraisen perustuksen vieressä salaoja on sijoitettava mahdollisimman lähelle perusmuuria. Maapohjan kantavuutta ei saa heikentää perusmuurin alla, joten salaojan on sijaittava kaltevuuden 1:2–1:3 yläpuolella maanvaraisen perusmuurin ulkoreunaan nähden. Minimikoko salaojaputkella on DN 100 mm. Normaaleissa kuivatusolosuhteissa käytettävä putkikoko DN 100 mm riittää salaojavesien poisjohtamiseen laajaltakin rakennuspohjalta. (8, s. 31, 70.) Salaojaputkena käytetään esimerkiksi Uponor tupla tai vastaavaa putkea. ( Valesokkelirakenteen korjaus, liite 1.)

Tarkastuskaivot sijoitetaan rakennuksen jokaiseen taitepisteeseen (8, s.30). Kaivoina käytetään PEH-muovikaivoja, joiden halkaisija on 315 millimetriä. Lietepesän syvyyden tulisi olla vähintään 200 millimetriä. (8, s. 38.) Kaivoissa käytetään muovisia kansia (7, s.7). Salaojat liitetään perusvesikaivoon, joka on rakenteeltaan joko muovi- tai betonikaivo ja sisämitaltaan 800 millimetriä. Lietepesän syvyyden tulisi olla 200–500 millimetriä. (8, s. 38.)

Salaojaputkiston kaltevuuden on oltava vähintään 0,5 %. Salaojaputkea ympäröivän salaojituskerroksen paksuuden tulee olla putken alla ja sivuilla vähintään 100 millimetriä. Salaojituskerros eristetään perusmaasta käyttöluokkaan 2 kuuluvalla suodatinkankaalla, joten kaivannon pohjan vähäinenkin vesi pääsee salaojaputkeen. Salaojien tarkastuksen jälkeen salaojaputket peitetään vähintään 200 millimetriä paksulla salaojituskerroksella, joka on seulottua tasarakeista, tarvittaessa pestyä soraa tai kalliomursketta. (8, s. 33–35.)

Perusvesikaivosta salaojavedet johdetaan avo-ojaan muovisia PEH-umpiputkia pitkin. Putken halkaisijan on oltava 160 millimetriä ja putki on varustettava padotuspalloventtiilillä tulvimisen varalta, koska myös kattovedet johdetaan samaan perusvesikaivoon (7, s. 3).

#### **4.7 Perustusten vedeneristys**

Perusmuurin vedeneristys tehdään jatkuvana vesieristyskerroksena. Vedeneristykseen käytetään TL 2- luokan hitsattavia kumibitumisia aluskermejä. Eristettävän alustan tulee olla tasainen, eikä siinä saa olla kolmea millimetriä korkeampia hammastuksia. Lisäksi sen on oltava puhdas, kuiva ja pölytön. Perusmuurin betonipinta puhdistetaan kermien bitumiliiman tartuntaa heikentävästä pölystä ja muista epäpuhtauksista. Puhdistaminen nopeuttaa betonin kuivumista, sillä sen huokoset aukeavat ja näin ollen bitumi tarttuu siihen paremmin. Puhdistusmenetelminä voidaan käyttää esimerkiksi teräsharjausta tai vesihiekkapuhallusta. (9, s. 4.)

Vedeneriste vahvistetaan hitsaamalla kumibitumikermi tiiviisti alustaan painaen ja kermit limitetään vähintään 100 millimetriä (9, s. 6–7). Tässä kohteessa ei ole anturoita, joten kermit hitsataan vain perusmuuriin. Eristystyötä ei saa tehdä vesi- tai lumisateessa. Vedeneristystyön suorittavan henkilön on oltava ammattitaitoinen ja hänellä on oltava voimassa oleva katto- ja vedeneristystöiden tulityökortti. (10, s.165–166.) (Valesokkeli rakenteen korjaus, liite 1.)

#### **4.8 Katto- ja pintavesien poisto**

Vanhat räystäskourut puretaan ja talo varustetaan uusilla kallistetuilla räystäskouruilla sekä uusilla syöksytorvilla. Kourut suunnitellaan siten, että katolta valuvat lumi ja jää eivät vaurioita niitä. Kourujen ja syöksytorvien koko ja malli valitaan sellaisiksi, että ne eivät tukkeudu ja huolto on helppo toteuttaa. Vesikourujen minimimittana käytetään 125 millimetriä. Syöksytorvien halkaisijan tulee olla vähintään 100 millimetriä. (10, s. 95.) Korjauskohteeseen asennetaan myös sadevesiviemärointi. Järjestelmän putkisto sijoitetaan suunnitellun routasuojauksen alle, salaojituskerroksen yläpuolelle perusmuurin viereen. (Valesokkelirakenteen korjaus, liite 1.) Putkistot ovat rakenteeltaan muovia ja jäykistetty ulkopuolisella harjarakenteella ja kaksoisseinämällä (8, s.70). Sadevedet johdetaan syöksytorvien alle asennettujen siivilillä varustettujen rännikaivojen kautta putkistoon, ja edelleen putkistoa pitkin perusvesikaivoon. Perusvesikaivosta hule- ja salaojavedet johdetaan putkea pitkin avo-ojaan (7, s. 3).

Kaivannon täyttö rakennuksen ympärillä tehdään routimattomalla vettä hyvin läpäisevällä materiaalilla kerroksittain tiivistäen. Kaivantoon asennetaan routaeristys. Eristeenä voidaan käyttää esimerkiksi EPS 120 Routa polystyreenilevyä. Routaeristys asennetaan tasoitetun täyttösoran päälle ja kallistetaan 2 % perusmuurista poispäin. Routasuojauksen leveyden tulee olla rakentamismääräysten minimivaatimusten mukaan vähintään 1200 millimetriä ja paksuuden 100 millimetriä seinälinjalla. Nurkka-alueilla routasuojaus toteutetaan kaksinkertaisena verrattuna seinälinjan eristepaksuuteen. (11, s. 5.) (Valesokkelirakenteen korjaus, liite 1.)

Rakennusta ympäröivä maanpinta muotoillaan kolmen metrin etäisyydelle viettäväksi rakennuksesta poispäin. Kallistuksen tulee olla 1:20 ja korkeuseron vähintään 150 millimetriä. (8, s. 51.) Seinänviereen tehdään singelikaista ja maanpinnan yläpuolelle jäävän sokkelin pinnoitus tehdään kaksikerrosrappauksena esimerkiksi kuituvahvisteisella ohutrappauslaastilla.

#### **4.9 Desinfiointi**

Rakennus pyritään korjaamaan siten, että vaurio ei uusiudu ja rakennuksen käyttö on turvallista. Rakennus desinfioidaan purku- ja siivousteiden jälkeen (12, s.105). Desinfiointi tehdään esimerkiksi Penetrox PF- kemikaalilla, joka on orgaaninen peroksidiliuos hapettamalla tapahtuvaan homeen poistoon huokoisilta pinnoilta. Liuos levitetään matalapainesumuttimella. Penetrox PF on tuote, jonka teho perustuu orgaaniseen peroksidiin. Kemikaaliin on yhdistetty alkoholia kantoaineeksi sekä kemiallisen reaktion nopeuttamiseksi. Kemikaali vaikuttaa talossa 1–3 viikkoa tuuletusolosuhteista riippuen. Kohteeseen voi kuitenkin mennä ja siellä työskennellä 24 tunnin jälkeen aineen levittämisestä. Desinfiointissa on noudatettava valmistajan käyttöturvallisuusohjeita. (13.)

#### **4.10 Sokkelin ja ulkoseinän sisäpuolinen korjaus**

Sokkelihalkaisun lämmöneristeet poistetaan ja eristeura imuroidaan huolellisesti puhtaaksi. Homesuojaus tehdään booriliuksella, jota ruiskutetaan tyhjään eristeuraan käyttöohjeiden mukaan. Tyhjä eristeura täytetään polyuretaanivaahdolla. Sokkelin ja polyuretaanivaahtoeristeen päälle asennetaan kaista kumibitumi-

kermiä. Sokkeliin injektoidaan kemiallisella ankkurilla (esimerkiksi HILTI HIT-HY 150 tai vastaava) alasidepuun kiinnitystä varten 10 millimetrin vahvuiset kierretangot (kuva 7.), joiden mitoitus keskeltä keskelle on 1200 millimetriä. (14, 23–26.) Kierretangot mitoitetaan harkkojen saumaan. Kierretankojen pituuden tulee olla 20 millimetriä yli harkkojen päälle asennettavan alaohjauspuun yläpinnan.



Kuva 7. Harkkojen väliin injektoidut kierretangot alasidepuun kiinnitystä varten

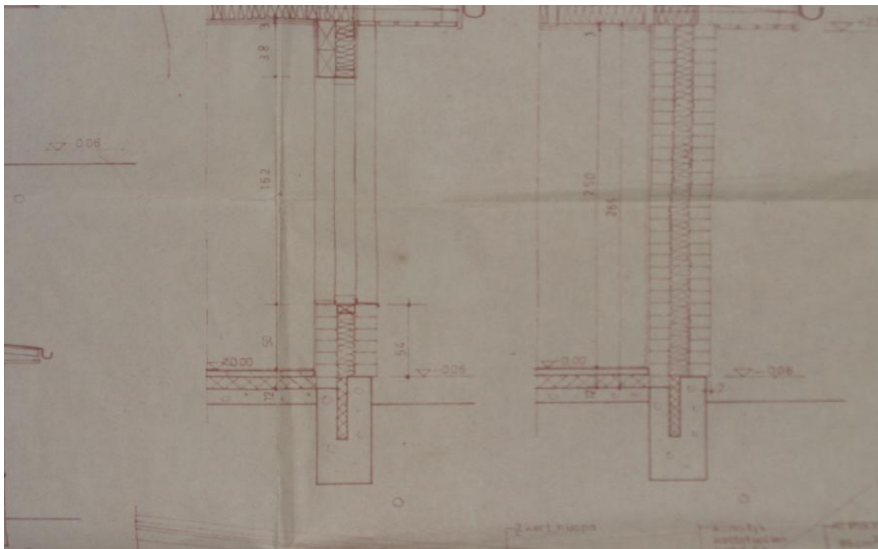
Tämän jälkeen bitumikaistan päälle muurataan UH-100 kevytsoraharkko, jonka korkeus on sovitettava sahaamalla sellaiseksi, että harkon yläpinta on samalla tasolla kuin valmiin lattian pinta. Sahattu harkon pinta asennetaan alaspäin. Sokkelit on eristettävä hyvin polystyreenieristeellä. On huolehdittava, että sokkelin ja seinän liittymään ei synny kylmäsiltoja. (Valesokkeli rakenteen korjaus, liite 1.)

Harkon ja seinän alaohjauspuun väliin asennetaan kumibitumikermi ja solumuovinen tiivistyskaista. Alaohjauspuu kiristetään aluslevyillä ja muttereilla harkkoon (kuva 8.). Pystytolppien jatkot on sovitettava tiukaksi alaohjauspuuta vasten, ettei rakenteissa tuennan purkamisen jälkeen tapahdu painumista. Tolppien jatkokset tuetaan molemmin puolin vanerilla. (14, s. 26–27) ( Valesokkelirakenteen korjaus, liite 1.)



Kuva 8. Alaohjauspuun kiinnitys harkkoon

Sisäpuolen tiiliseinärakenne (kuva 9.), joka alkaa alalaatan tasosta, joudutaan avaamaan tulevan lattiapinnan tasoon ja tukemaan hyvin niin, että yläpuoliset tiilet holvaantuvat eivätkä sorru. Korjaustyössä voidaan soveltaa lamellointitekniikkaa, jossa puretaan kerralla vain esimerkiksi kahden harkon mittainen alue, joka korjataan ja korjauksen jälkeen voidaan tehdä sama toimenpide seuraavalle seinän osuudelle. Näin voidaan estää yläpuolisen tiilimuurauksen vaurioituminen. (15.)



Kuva 9. Päätyseinien rakenne

Lämmöneriste poistetaan mekaanisesti kaapimalla sekä imuroimalla eristekolon välitila tyhjäksi. Eristetilalle tehdään mekaanisen puhdistuksen jälkeen desinfioiva käsittely. Uusi lämmöneriste asennetaan joko polyuretaanivaahdolla tiivistettynä jäykkänä levyrakenteena tai eristetilan kolo täytetään pelkällä polyuretaanivaahdotuksella. Polyuretaanivaahdon on oltava M1-luokiteltua rakentamisessa käytettävää tuotetta. Alalaatan ja polyuretaanivaahdoeristeen päälle asennetaan kumibitumikerrikaista. Bitumikaistan päälle muurataan UH-100-kevytsoraharkko, jonka korkeus sovitetaan sahaamalla sellaiseksi, että harkon yläpinta on samalla tasolla kuin valmiin lattian pinta. Ennen muurausta harkkoon liimataan laattalaastilla 20 millimetriä paksu polystyreenilevy, jonka koko on sama kuin harkon. Eristeen ja valesokkelirakenteen väliin on jätettävä 20 millimetriä leveä rako. Muurausvaiheessa eristelevyn saumat vaahdotetaan ja harkot muurataan 100/500 harkkolaastilla. Yläpinnan uraan asennetaan 8 millimetrin vahvuinen harjateräs ja sauma täytetään muurauslaastilla. (14, s. 23–28.)

#### **4.11 Väliseinien korjaus**

Kantavien väliseinien alaohjauspuun korotus tehdään muuraamalla kumibitumikermin päälle kevytbetoniharkot, joiden yläreuna sovitetaan lattiapinnan kanssa samaan korkoon. Harkkojen saumaan injektoidaan k/k 1200 millimetrin jaolla 10 millimetrin vahvuiset kierretangot, joilla kiristetään alaohjauspuu tiukasti kumibitumikermiä ja harkkoa vasten. Seinärungot pystytetään ja rungon toinen puoli levytetään ennen yläpohjan tuennan purkamista. (14, s. 26.) (Kantava väliseinä, liite 2.)

#### **4.12 Alalaatan kosteuseristys**

Alalaatan pinnasta puhdistetaan irronnut ja halkeillut vanha bitumieristys. Jos ei olla varmoja, että kapillaarinen vedennousu on katkaistu, on betonilaatan päällä oleva kosteussulku tehtävä vedeneristyskerroksena. Rakennuksen maanvaraiseen alalaattaan tehdään uusi kosteuseristys harjaamalla kaksi kerrosta BIP 100/ 30- kuumabitumia puhdistetun betonipinnan yli. ( Kantava väliseinä, liite 2.) Bitumisively tuodaan harkon alla olevan kumibitumikermin kaistan reunan päälle. (15.) Käytettäessä bitumieristystä alapohjassa, on vaarana, että vuosien kulu-

essa rakenteeseen kertyy kosteutta, joka voi mahdollistaa mikrobikasvuston syntymistä alapohjarakenteeseen.

#### **4.13 Lattiarakenteet**

Kohteeseen tehtiin puukorotetut lattiat. Vain märkätilojen lattiat valettiin betonista. Laatan alapuolinen eristys olisi parempi ratkaisu kuin laatan yläpuolinen, jotta betonilaatan lämpötila olisi mahdollisimman korkea. Myös kaksoislaatan käyttäminen on puukorotettua lattiaa suositeltavampi vaihtoehto. Näitä ratkaisuja olisikin käytettävä aina, kun mahdollista (16.) Tässä kohteessa päädyttiin puukorotettuihin lattioihin lähinnä rahoittajasta johtuvista syistä. (Kantava väliseinä, liite 2.)

Betonilaatan yläpuolisen eristeen vähentämisellä voidaan nostaa betonilaatan lämpötilaa. Vanhoissa rakennuksissa eriste ei kuitenkaan aina ole välttämätön, sillä niiden alla maaperä on monesti riittävän lämmin. Jos eriste kuitenkin tarvitaan, on sitä käytettävä mahdollisimman vähän. (16.) Lattia koolattiin 50 x 100 millimetrin soirolla. Koolauksen alle asennettiin kermikaistat varmistamaan, että kapillaarista veden nousua ei puurakenteisiin tapahdu.

Eristeeksi valittiin 100 millimetrin kerros Termex-puukuitueristettä, jota käytetään lämmöneristeenä esimerkiksi ala- ja välipohjissa sekä seinissä ja yläpohjissa (Taulukko1). Termex-puukuitueriste on puhallusvilla, joka valmistetaan sanomalehtipaperista. Lisäksi eristeeseen on lisätty boorimineraaleja paloa ja lahoa vastaan. (17.)

Eurooppalainen tekninen hyväksyntä	ETA-09/0082 ja CE- merkki
Painuma eri eristetyypeille ja sovelluksille	0 – 25 %
Paloluokka	D-s2, d0
Lämmönjohtavuus	0,039 W /mK
Tilavuuspaino kg/m <sup>3</sup>	26 – 36

Taulukko 1. Puhallus-Termexin tekniset ominaisuudet (17)

Lattian levytykseen käytetään ympäröintattua 22 millimetriä paksua lattialastulevyä. Lattialastulevyt asennetaan vasta sisätyövaiheessa. Levyjen annetaan tasaantua mahdollisimman lähellä lopullista käyttöolosuhdetta noin viikon ajan. Kiinnitystapa valitaan tapauskohtaisesti, mutta useimmiten levyt kiinnitetään ruuveilla. Lattialevyjen ja lattian runkorakenteen välissä on suositeltavaa käyttää liittimien lisäksi liimaa, sillä se parantaa lattian jäykkyyttä. (18.)

Kiinnitystavan valinnassa tulee huomioida riittävä tartuntalujuus kiinnitysalustaan sekä korroosiosuojaus. Yleinen sääntö on, että naulojen pituuden on oltava vähintään 3–4 kertaa levyn paksuus ja ruuvien pituuden on vähintään 2,5–3 kertaa levyn paksuus, mutta vähintään 25 millimetriä. Sisätiloissa käyttökelpoisia ovat sähkösinkityt ruuvit ja naulat. (18.)

Märkätilojen ja keittiön lattiat toteutetaan betonirakenteisena. Alalaatan päälle asennetaan 100 millimetriä paksu EPS-lattiapolystyreeni lämmöneristys. Eristys toteutetaan 2\* 50 millimetrin polystyreenilevyllä ja asennuksessa levyjen saumat limitetään lämpövuotojen ehkäisemiseksi. Raudoitus toteutetaan 6\*150 raudoitusverkolla ja laatan reunoille asennetaan 10 millimetrin harjateräs rengasteräkseksi. Raudoitusverkkoon asennetaan lattialämmityskaapelointi ja vesijohdot sijoitetaan EPS-lämmöneristetilaan suojaputkien sisään.



## 5 Päätelmät

Kaksoislaattatekniikalla toteutetuissa rakennuksissa perustusten ongelmat tulevat yleensä rakennuksen ulkopuolelta, koska vedeneristeet ja salaojat sekä sadevesijärjestelmät ovat puutteelliset. Teoriatietoa maanvaraisen kaksoislaatta-perustuksen oikeista korjausmenetelmistä on suhteellisen vähän saatavilla. Kyseisen rakenteen ongelmista sen sijaan löytyy tietoa paljon eri lähteistä. Tätä työtä voidaan hyödyntää soveltuvin osin korjaussuunnitelmien laadinnassa. Tarkka ja yksityiskohtainen korjaussuunnitelma on kuitenkin laadittava aina talokohtaisesti, sillä korjauskohteet ovat erilaisia ja vahinkojen suuruus vaihtelee.

Myös alkuperäisen toteutuksen taso rakennusvaiheessa on ollut melko vaihtelevaa. Talot on rakennettu usein hartiapankkimenetelmällä ja työn laatu on kyseenalaista. Ammattihenkilöitä pientalorakentamisessa on käytetty vähän, joten lopputulos on rakennusteknisesti monesti heikko. Opinnäytetyöni korjauskohteen rakenteiden korjaamisessa olisi paras lopputulos saatu, jos rakennuksesta olisi purettu koko alalaatta pois. Samalla maanvaraisen laatan lämmöneristys olisi voitu tehdä laatan alapuolelle, jolloin kapillaarinen kosteuden nousu olisi hallinnassa ja lämpö- ja kosteusteknisesti rakenne vastaisi tämän päivän vaatimuksia. Nämä toimenpiteet olisivat kuitenkin nostaneet kustannuksia huomattavasti. Näillä tämän korjauskohteen toteutetuilla korjausratkaisuilla ei todennäköisesti poisteta lopullisesti rakennuksen alapohjan kosteusongelmia.

Korjauskohteissa rahoittaja, joka usein on vakuutusyhtiö, sanelee korjausten laajuuden ja korjauksen suunnittelijan kädet ovat sidotut tiettyyn kustannusarvioon. Tilannetta auttaisi, jos kiinteistön omistaja olisi valmis maksamaan puuttuvan summan rahoituksesta. Näin rakennus tulisi todella kuntoon korjausten jälkeen.

Tämän projektin kaltaisia korjaustoimenpiteitä aloitetaan hyvin harvoin ilman, että kiinteistössä on tapahtunut jonkinlainen vesivahinko. Näin ollen maksajana on yleensä vakuutusyhtiö. Vakuutusyhtiöiden vahinkoarvion tekijät määräävät, korjataanko kiinteistö kuntoon. Yleensä korjaukset rajoittuvat vain välttämättömmimpiin toimenpiteisiin.

Oma näkemykseni on, että ainakin rakennuksen ulkopuoliset korjaukset, joita ovat salaojat, sadevesijärjestelmät, sokkelien vedeneristeet sekä routasuojaus, olisi kiinteistön omistajan syytä hoitaa kuntoon ennen kuin on pakko ja talossa asuminen terveydelle vaarallista. Näin voidaan monesti ehkäistä isot lahovauriokorjaukset ja sisäilmaongelmat rakennuksissa. Ennakoivilla korjauksilla säästyisi myös rahaa. Kiinteistöjen omistajien tietämyksen pitäisi kuitenkin lisääntyä, jotta ennakointiin osattaisiin kiinnittää huomiota.

## Kuvat

Kuva 1. Kohteen pohjapiirustus, johon kosteusvaurion aiheuttaneen putken vuoto kohta merkitty nuolella, s. 9

Kuva 2. Valesokkeliratkaisu ja kasvillisuutta perustusten vieressä, s. 10

Kuva 3. Korroosion syövyttämä vesijohtoputki, s. 11

Kuva 4. Lahonnut alasidepuu ja seinärunko, s. 13

Kuva 5. Naulauspuut upotettu betonivaluun, s. 14

Kuva 6. Seinärakenne alkaa alalaatan päältä, s. 15

Kuva 7. Harkkojen väliin injektoidut kierretangot alasidepuun kiinnitystä varten, s. 20

Kuva 8. Alaohjauspuun kiinnitys harkkoon, s. 21

Kuva 9. Päätyseinien rakenne, s. 21

## Lähteet

1. Ympäristöministeriö. 1997. Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen korjaus. Helsinki: Rakennustieto Oy.
2. Ympäristöministeriö. Korjaustieto.fi.  
<http://www.korjaustieto.fi/pientalot/sisailmaongelmat/kosteus-ja-homevauriot/tyypilliset-kosteus-ja-homevauriot-1970-luvulla-ja-myohemmin-rakennetuissa-pientaloissa.html>. Luettu 10.9.2012
3. Pirinen, Juhani. 1999. Hyvän rakentamistavan mukainen pientalojen kosteuden hallinta eri vuosikymmeninä. Lisensiaatintutkimus. Tampereen teknillinen korkeakoulu. Rakennustekniikan osasto. Talonrakennustekniikka.
4. Rakennusteollisuuden Keskusliitto ja Rakennustietosäätiö. 2000. Ratu 82-0239 Kosteus ja mikrobivaurioituneiden rakenteiden purku. Rakennustieto Oy.
5. Aalto, Mika. 2012. Työmaaolosuhteiden laadunhallinta. Luentomuistiinpanot. Saimaan ammattikorkeakoulu. Tekniikka, talonrakennus.
6. Kostiainen, Eero. 1974. TIILITALO EERO -74. RAKENNUSSELITYS. Järvenpää.
7. Rakennustietosäätiö. 2010. RT 81- 11000 Rakennuspohjan ja tonttialueen kuivatus. Rakennustieto Oy.
8. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. 2010. RIL 126- 2009 Rakennuspohjan ja tonttialueen kuivatus. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.
9. Rakennustietosäätiö. 2009. RT 83- 10955 Perustusten ja perusmuurien veden- ja kosteudeneristys. Rakennustieto Oy.
10. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. 2009. RIL 107- 2000 Rakennusten veden- ja kosteudeneristysohjeet. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.
11. Rakennustietosäätiö. 2011. RT 38130 EPS-routaeristeet. Rakennustieto Oy.
12. Ympäristöministeriö. 1997. Kosteus ja homevaurioituneen rakennuksen kuntotutkimus. Helsinki: Rakennustieto Oy.
13. FI-service Oy. Penetrox PF. <http://www.fi-service.fi/assets/files/tuotteet/penetrox-pf.pdf>. Luettu 17.10.2012
14. Moilanen, Tapani. 2011. 70-luvun pientalon korjausopas. Aducate Reports and Books 13/2011. Koulutus- ja kehittämispalvelu Aducate. Itä-Suomen yliopisto. Kuopio.

15. Sihvo, Timo. 2012. Korjausrakentamisen rakennetekniikka. Luentomuistiinpanot. Saimaan ammattikorkeakoulu. Tekniikka, talonrakennus.
16. Sisäilmayhdistys ry. Sisäilmayhdistys.  
[http://www.sisailmayhdistys.fi/portal/terveelliset\\_tilat/kunnossapito\\_ja\\_korjaimi-nen/maanvastaiset\\_rakenteet/maanvastainen\\_kaksoislaatta/#Alapuolinen\\_eristys](http://www.sisailmayhdistys.fi/portal/terveelliset_tilat/kunnossapito_ja_korjaimi-nen/maanvastaiset_rakenteet/maanvastainen_kaksoislaatta/#Alapuolinen_eristys). Luettu 11.9.2012
17. Termex-Eriste Oy. RT Ympäristöseloste Termex-puukuitueriste.  
[http://www.rts.fi/ymparistoseloste/ys007\\_1.pdf](http://www.rts.fi/ymparistoseloste/ys007_1.pdf). Luettu 31.10.2012
18. Puuinfo. Hyvä tietää puulevyistä.  
[www.puuinfo.fi/sites/default/files/content/tee-se-itse/hyva-tietaa-puulevyista/levyopasnet.pdf](http://www.puuinfo.fi/sites/default/files/content/tee-se-itse/hyva-tietaa-puulevyista/levyopasnet.pdf). Luettu 3.11.2012

