

# 1980-LUVUN RIVITALON KOSTEUSTEKNINEN TARKASTELU

Tapio Roininen  
2011  
Oulun seudun ammattikorkeakoulu

# 1980-LUVUN RIVITALON KOSTEUSTEKNINEN TARKASTELU

Tapio Roininen  
Opinnäytetyö  
19.12.2011  
Rakennustekniikan koulutusohjelma  
Oulun seudun ammattikorkeakoulu

Koulutusohjelma	Opinnäytetyö	Sivuja	+	Liitteitä
Rakennustekniikka	Insinöörityö	58	+	2
Suuntautumisvaihtoehto	Aika			
Talon- ja korjausrakentaminen	19.12.2011			
Työn tilaaja	Työn tekijä			
OAKK	Tapio Roininen			
Työn nimi				
1980-luvun rivitalon kosteustekninen tarkastelu				
Avainsanat				
Kosteusvaurio, korjausrakentaminen, pientalo, laatu, tähtiluokitus, 1980-luku				

Opinnäytetyössä perehdyttiin 1980-luvulla rakennetun rivitalon peruskorjaukseen ja siihen johtaneisiin syihin kosteudenkestävyyden näkökulmasta. Työssä tarkasteltiin myös pientalojen uudisrakentamisen teknisen laadun parantamiseen kehitetyn Pientalon tekninen laatu -järjestelmän soveltuvuutta korjauskohteisiin.

Työssä käsiteltiin yleisesti kosteuden merkitystä rakentamisessa. Lisäksi työssä perehdyttiin 1980-luvun rakentamistapoihin ja -tekniikoihin sekä niihin liittyviin ongelmiin.

Pientalon tekninen laatu -järjestelmä on kehitetty uudisrakennusten teknisen toimivuuden parantamiseen, mutta se on monin tavoin sovellettavissa myös korjauskohteisiin. On ymmärrettävää, että joitakin uusista suunnitteluratkaisuista on mahdotonta tai kohtuutonta toteuttaa korjauskohteissa. Tutustumalla ja ymmärtämällä järjestelmää on kuitenkin mahdollista havaita uusia toimintamalleja, joita muuttamalla voidaan huomattavasti pidentää rakennuksen elinkaarta.

Opinnäytetyössä tarkasteltiin Oulussa Luotolaisentiellä sijaitsevan kaksikerroksisen rivitaloasunnon korjaushanketta. Työn kohteen olleen B-talon suurimmat ongelmat ovat sen valesokkelirakenteen ja maanpinnan väärien kallistusten myötä kostuneet rakenteet. Myös tuuletusraot ovat lähes kokonaan ummessa tai niitä ei ole lainkaan. Höyrynsuluissa sekä yläpohjan lämmöneristeissä on puutteita ja asennustöissä on aikoinaan ollut huolimattomuutta. Maa-aines rakennuksen alla on kapillaarista ja näin ollen maakosteus pääsee nousemaan rakenteisiin aiheuttaen vaurioita.

Degree programme	Thesis	Number of pages	+	appendices
Civil engineering	B. Sc.	58	+	2
Line	Date			
Housebuilding and renovation	19 December 2011			
Commissioned by	Author			
OAKK	Tapio Roininen			
Thesis title				
Moist Technical Examination of Row House Built in the 1980s				
Keywords				
Moisture Damage, Renovating, Small House, Quality, Starclassification, the 1980s				

In this thesis is introduced a thorough renovation of a row house built in the 1980s and the reasons that led to it focusing on moisture resistance. The Technical quality of a small house -systems applicability for renovation projects was also examined in this thesis, although the system is originally designed for the developers to improve the quality of new constructed small houses.

The importance of moisture resistance was also examined in this thesis. In addition the construction practices and techniques used in the 1980s and the problems concerned with them were also studied.

Technical quality of a small house -system, originally developed for new construction, is also widely suitable for renovation targets. It is understandable, that some of the design solutions are impossible or unreasonable to carry out in the renovation targets. However, with studying and understanding the system it is possible to find out new aspects where adjustments may significantly extend the life cycle of the building.

The two-storey row house examined in the thesis is located at Luotolaisentie in Oulu. Biggest concerns of the house B were the wrong inclinations of the site and the structure used in the house in which the external skin of the foundation wall was lifted above the bottom of the frame of the external wall, which together eventually led to moisture damage. Also the air slots were almost clogged or they did not exist at all. Vapour check barriers and the thermal insulation of the roof slab were also faulty and the installations should have had been done more carefully. The soil under the building is capillary and thus the ground moisture rises to the structures causing damage.

# SISÄLTÖ

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

KÄSITTEET

1 JOHDANTO .....	10
2 RAKENTEIDEN KOSTEUSTEKNINEN KÄYTTÄYTYMINEN .....	11
2.1 Veden olomuodot.....	11
2.2 Yleisimmät kosteuden lähteet .....	11
2.3 Kosteuden siirtymistavat.....	15
2.3.1 Veden kapillaarinen ja painovoimainen siirtyminen .....	15
2.3.2 Kosteuden siirtyminen diffuusiolla .....	16
2.3.3 Kosteuden siirtyminen konvektiolla .....	17
3 RAKENTAMISEN TYYPPIONGELMAT 1980-LUVULLA.....	20
3.1 Tyypilliset ongelmakohdat 1980-luvun pientaloissa .....	21
3.2 Kosteusvaurioihin johtaneiden ongelmien syyt .....	22
3.2.1 Kellarin maanvastaiset seinärakenteet (kellariperustus).....	23
3.2.2 Valesokkelirakenteet ja matalaperustus .....	25
3.2.3 Maanvarainen alapohja .....	26
3.2.4 Kaksoislaatta .....	27
3.2.5 Betonilaatan päällä koolattu puulattia .....	27
3.2.6 Rossipohja eli tuulettuva puurakenteinen alapohja .....	28
3.2.7 Ulkoseinät.....	29
3.2.8 Vesikatto ja yläpohja.....	31
3.2.9 Märkätilat.....	33
4 LUOTOLAISENTIE 12 .....	35
4.1 Luotolaisentie 12 B-talo .....	36
4.2 Tutkimusvälineet ja menetelmät .....	36
4.2.1 Ulkoseinät.....	37
4.2.2 Parvekkeen pieliseinän liitos .....	41
4.2.3 Alapohja .....	42
4.2.4 Pesuhuoneen väliseinä ja lattia .....	42

4.2.5 Yläpohja .....	44
4.2.6 Asbesti- ja formaldehydikartoitus.....	45
4.3 Jatkotoimenpiteet.....	46
5 PIENTALON TEKNINEN LAATU .....	48
5.1 Kosteuden merkitys ja kosteuslähteet .....	49
5.2 Suunnitteluratkaisut .....	49
5.3 Työmaan kosteudenhallinta.....	50
5.4 Asumisen kosteudenhallinta .....	51
5.5 Johtopäätökset ja yhteenveto .....	52
6 POHDINTA .....	53
LÄHTEET .....	56
Liite 1. Piirustukset Luotolaisentie 12 rakenneavauksien sijainneista	

## Käsitteet

- Asbesti** Asbestia on käytetty rakentamisessa mm. lämmön- ja paloneristeenä. Se on mineraalikuitu, joka esiintyy eri muodoissa (mm. krysotiili, krokidoliitti). Asbesti aiheuttaa asbestoosia, keuhkosityöpiä ja mesoteliomaa. Asbestin käyttö on kielletty eräitä poikkeuksia lukuun ottamatta vuoden 1994 alusta. Asbestipurkutyö on luvanvaraista. (1.)
- Formaldehydi** Formaldehydi on väritön kaasu, jolla on pistävä ja tukahduttava hajua. Formaldehydi ärsyttää silmiä ja ylähengitysteiden limakalvoja. (2.)
- Kapillaarinen nousukorkeus, kapillaarisuus**
- On etäisyys pohjaveden pinnasta, johon vapaa vesi nousee maaperän hiukkasten välisissä huokosissa esiintyvien kapillaarivoimien vaikutuksesta. Kapillaarisuus on sitä voimakkaampaa, mitä hienojakoisempaa maa-aines on. Myös huokoisissa rakennusmateriaaleissa esiintyy kapillaarista vedennousua. (3.)
- Kastepiste** Lämpötila, jossa ilman sisältämän kosteuden määrä on yhtä suuri kuin se määrä, jonka ilma voi ko. lämpötilassa sisältää ilman, että tiivistymistä vedeksi tapahtuu. Suhteellinen kosteus on tällöin 100 %. Jos lämpötila alenee tai ilman kosteussisältö nousee, tiivistyy osa kosteudesta vedeksi. (4, s.72.)
- Kondensoituminen** Kondensoitumisella tarkoitetaan sitä, että ilmassa oleva vesihöyry tiivistyy nesteeksi ilmassa kiinteään aineeseen, esimerkiksi rakennusosan, pinnalle tai sen sisään ilmahuokosiin, kun ilman kosteus on suurempi kuin ilman lämpötilaa vastaava kyllästyskosteus. (5.)

Kuntotutkimus	Rakennustekninen tutkimus, jossa selvitetään rakenteiden, rakennusosien ja koneteknisten järjestelmien kunto käyttämällä mittauksia, rakenteiden avaamista ja laboratoriotutkimuksia. Kuntotutkimus on luonteeltaan tarkempi kuin kuntoarvio. (6.)
Mikrobi	Mikrobeilla tarkoitetaan home- ja hiivasieniä sekä bakteereita. (6.)
Mikrobikasvusto	Rakennuksen sisäpinnoilla, pintojen alla tai rakenteiden sisällä kasvava home-, hiiva- ja bakteerikasvusto, silminnähtävää tai varmennettu mikrobiologisten analyysien avulla. Mikrobikasvusto näkyy yleensä värinmuutoksena materiaalin pinnalla ja rihmastoina, puuterimaisena, pölymäisenä tai pistemäisenä kasvustona. Home-, hiiva- ja bakteerikasvusto ei yleensä tunkeudu kovan, tiheän materiaalin pintaa syvemmälle. (6.)
Märkätila	Märkätila tarkoittaa huonetilaa, jonka lattiapinta joutuu tilan käyttötarkoituksen vuoksi vedelle allttiiksi ja jonka seinäpinnoille voi roiskua tai tiivistyä vettä. Tyypillisiä märkätiloja omakotitalossa ovat kylpyhuoneet ja saunat. (7, s. 2.)
PAH-yhdiste	Polysykliset aromaattiset hiilivedyt (PAH) muodostuvat kahdesta tai useammasta yhteen fuusioituneesta bentseenirenkaasta. Rakenteiden vesieristeinä on käytetty erilaisia kivihiilitervaan perustuvia tuotteita, öljypohjaisia bitumeja sekä näiden seoksia, jotka voivat sisältää PAH-yhdisteitä. Useat PAH-yhdisteet ovat syöpää ja perimämuutoksia aiheuttavia. (8)



Rakenteiden kosteus	Rakenteiden kosteudella tarkoitetaan sellaista ylimääräistä rakennuksen rakenteissa esiintyvää kosteutta, joka voi aiheuttaa rakenteen vaurioitumista tai johtaa terveyshaittaa aiheuttavan mikrobikasvuston kehittymiseen rakenteisiin (kosteusvaurio). (9, s. 21.)
Suhteellinen kosteus	Suhteellinen kosteus (RH %) on ilman todellisen vesihöyrynpaineen ja kyllästyshöyrynpaineen välinen suhde tietyssä lämpötilassa prosentteina ilmaistuna. Se kertoo kuinka monta prosenttia absoluuttinen kosteus on vallitsevan lämpötilan kyllästyskosteudesta. (10, s. 44 – 45.)
Terveyshaitta	Terveyden suojelulain 1§:n nojalla terveyshaitalla tarkoitetaan esimerkiksi asuinympäristössä olevasta tekijästä tai olosuhteista aiheutuvaa sairautta tai terveyden häiriötä. Lain tarkoittamana terveyshaittana pidetään myös altistumista terveydelle haitalliselle aineelle tai olosuhteelle siten, että sairauden tai sen oireiden ilmeneminen on mahdollista. (9, s. 76.)

# 1 JOHDANTO

Erityyppisten rakennusten kosteus- ja homevauriot ovat varsin yleisiä ja niiden määrä on tasaisessa kasvussa. Vaikka tietoisuus teknisistä ratkaisuista ja materiaaleista on kasvanut merkittävästi viime vuosikymmenien aikana, syntyy kosteusvaurioita silti myös uusiin taloihin.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on tarkastella kosteusvaurioituneen 1980-luvulla valmistuneen Oulussa sijaitsevan rivitalokohteen B-talon korjaushanketta sekä syitä, jotka nykytilanteeseen ovat johtaneet. Luotolaisentie 12 korjaushankkeesta tehdään viisi opinnäytetyötä, joissa käsitellään peruskorjauksen ympäristövaikutuksia, sisäilman laatua, energiatehokkuutta, kosteudenkestävyyttä sekä korjauksen yleishallintaa. Tämä opinnäytetyö käsittelee korjaushanketta kosteudenkestävyyden näkökulmasta.

Kohteena oleva Luotolaisentie 12 on vuonna 1983 valmistunut rivitalokortteli, johon kuuluu neljä kaksikerroksista rivitaloa. Kohteen on rakentanut Rakennusvoima Oy, joka on myynyt sen jälkeenpäin Sivakka-yhtymä Oy:lle vuokra-asunnoiksi. Sitten Sivakka-yhtymä Oy on luopunut kohteesta ja myynyt sen OAKK:lle korjausrakentamisen koulutustarkoituksiin.

Työssä perehdytään kosteuden merkitykseen rakentamisessa yleensä sekä tyypillisiin kosteusvaurioiden aiheuttajiin keskittyen 1980-luvun pientalojen rakentamistapoihin. Myös vaurioiden korjauksia käsitellään lyhyesti.

Osana opinnäytetyötä on tarkoitus tutustua ympäristöministeriön kehittämään Pientalon tekninen laatu -järjestelmään ja tutkia sen soveltuvuutta korjauskohteissa. Järjestelmä on Oulun kaupungin rakennusvalvontaviraston vuonna 2003 käynnistämä hanke, joka tähtää uusien pientalojen teknisen laadun parantamiseen.

Työn tilaajana on Oulun Aikuiskoulutuskeskus Oy. Tämä opinnäytetyö tehdään osana OAMK:n ja OAKK:n yhteistyöprojektia, jossa on mukana myös Oulun kaupungin rakennusvalvonta.

## 2 RAKENTEIDEN KOSTEUSTEKNINEN KÄYTTÄYTYMINEN

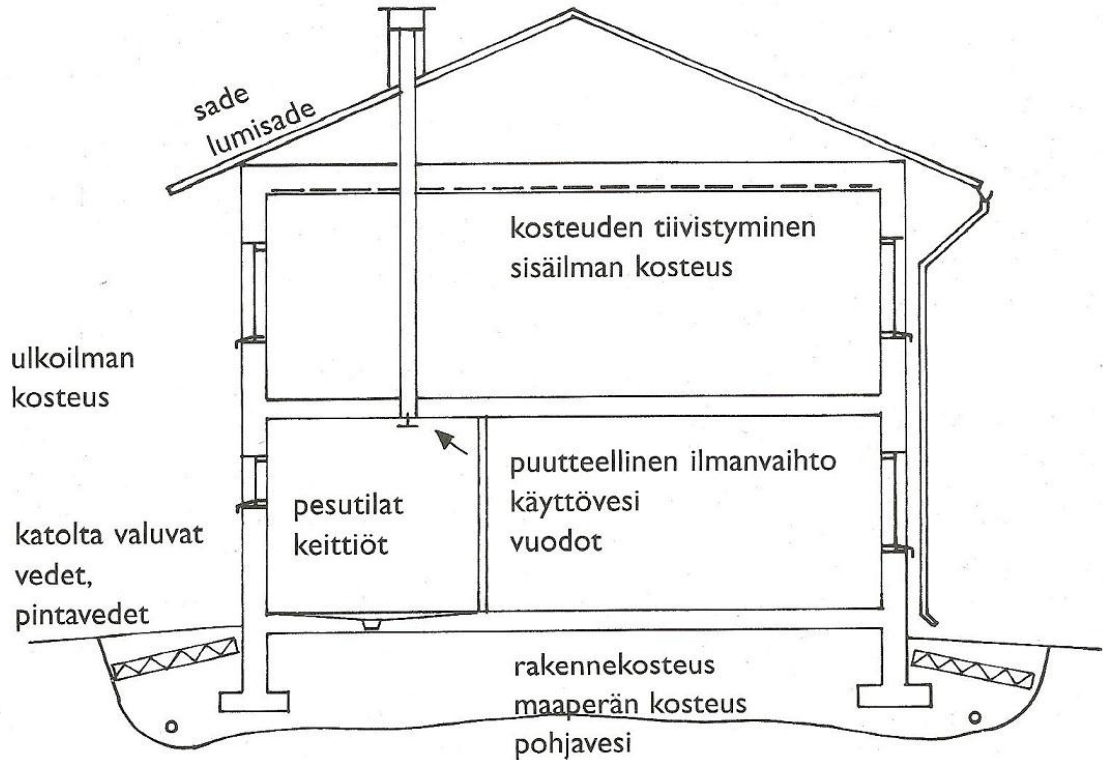
Riippumatta siitä, rakennetaanko talo puusta vai kivistä, on aina otettava huomioon kosteuden merkitys. Oikeilla suunnitteluratkaisuilla voidaan olennaisesti ennaltaehkäistä kosteusvaurioiden syntyä. Tässä luvussa käsitellään veden olomuotoja, yleisimpiä kosteuden lähteitä sekä kosteuden siirtymistapoja.

### 2.1 Veden olomuodot

Vesi esiintyy rakennuksessa vesihöyrynä, vetenä ja jäänä. Kun vesihöyry tiivistyy tai vesi jäätyy, vapautuu energiaa. Sulaminen ja höyrystyminen sitovat energiaa. Ilman sisältämä vesihöyry tiivistyy eli kondensoituu pinnalle, kun pinnan lämpötila on ympäröivän ilman kastepistelämpötilan alapuolella. Kastepistelämpötilassa ilmassa oleva kosteus alkaa tiivistyä vedeksi. (11, s. 45.)

### 2.2 Yleisimmät kosteuden lähteet

Kosteuden lähteet jaetaan rakennuksen sisä- ja ulkopuolisiin lähteisiin (kuva 1). Lämmin ilma sitoo enemmän kosteutta kuin kylmä ilma. Ilman kosteus saavuttaa kyllästystilan, kun vesihöyryn pitoisuus nousee riittävästi lämpötilan pysyessä vakiona. Kyllästystilassa ilmassa on suurin mahdollinen määrä vesihöyryä ilman, että kosteus tiivistyy vedeksi. (11, s. 48.)



KUVA 1. Rakennuksen sisä- ja ulkopuolisia kosteuslähteitä (4, s. 11)

**Huoneilman kosteus** riippuu ulkoilman kosteudesta, huonetilan kosteustuotosta ja tilan ilmanvaihtuvuudesta. Runsas veden käyttö, kuten esimerkiksi suihku, aiheuttaa kylpyhuoneessa voimakkaan, lyhytaikaisen kosteuspitoisuuden nousun. Suomalaisen tutkimuksen mukaan kerrostaloasunnon kylpyhuoneen suhteellinen kosteus nousi suihkun aikana 30 - 40 prosenttiyksikköä. Olohuoneen suhteellinen kosteus nousi 5 - 10 prosenttiyksikköä suihkun vaikutuksesta. (11, s. 49.)

**Ulkoilman kosteuspitoisuus** vaihtelee vuodenajoin. Kesällä vesihöyryn määrä [ $\text{g/m}^3$ ] ulkona on korkeammasta lämpötilasta johtuen suurempi kuin talvella. Ulkoilman vesihöyryn määrä vaihtelee talven  $1 \text{ g/m}^3$ :sta kesän  $14 \text{ g/m}^3$ :aan. Ulkoilman suhteellinen kosteus vaihtelee auringonsäteilyn vaikutuksesta voimakkaammin kesällä kuin talvella. (11, s. 49 – 50.)

**Huonetilan kosteuden lähteitä** ovat muun muassa rakennuskosteus, ihmiset, eläimet, kasvit, käyttövesi, ruoanlaitto, pyykinkuivaus ja ilmastokostuttimet. Rakenteisiin ja rakennusaineisiin voi tulla kosteutta niiden valmistuksen, varastoinnin ja kuljetuksen sekä rakentamisen yhteydessä. Tätä kosteutta kutsutaan rakennuskosteudeksi. Rakenteet ja rakennusaineet asettuvat kosteustasapainoon ympäröivän ilman kanssa, jolloin kuivuvan rakennuskosteuden määrä riippuu ympäröivän ilman lämpötilasta ja suhteellisesta kosteudesta. (11, s.49.)

Mikäli rakenneratkaisut ovat oikeita ja rakennustyössä on noudatettu hyvää rakennustapaa, ylimääräinen rakennuskosteus poistuu yhden lämmityskauden aikana asuinrakennuksissa. Ihmisten ja eläinten tuottama kosteus riippuu toiminnasta ja ilman lämpötilasta. Normaalisissa huonelämpötilassa levossa oleva ihminen tuottaa kosteutta 40 - 50 g/h. Kokonaiskosteudentuotto normaalissa huoneenlämmössä olevassa tilassa on noin 3 - 4 g/m<sup>3</sup>. Lämpötilan noustessa ihmisen kosteustuotto kasvaa. (11, s. 50.)

Suomessa sataa vuodessa jokaiselle neliömetrille, myös pientalojen katoille, noin 600 - 700 mm:n paksuinen vesikerros eli noin 600 - 700 litraa. **Sateen** aiheuttama rasitus esiintyy vetenä, lumena ja jäänä. Sateen aiheuttama kosteusrasitus on suurin syksyllä, jolloin vuorokautiset lämpötilamuutokset ovat pienimmillään ja kuivuminen vähäistä sadejaksojen yleisyyden vuoksi. Vallitsevan tuulen ja sateen kohdistuminen samoihin pintoihin aiheuttaa vaurioiden keskittymisen määrättyihin rakennuksen vaipan osiin. Pystysuora sade rasittaa rakennuksen vaakapintoja, kuten kattoja ja terasseja. Viistosade rasittaa vaakapintojen lisäksi myös pystysuoria rakennusosia, kuten julkisivuja. Sade voi aiheuttaa kosteusrasituksen myös roiskeveden muodossa ja tuuli voi aiheuttaa sadeveden kulkeutumisen jopa ylöspäin rakennuksen ulkopinnoilla. Tunkeutuessaan rakenteen sisälle sadevesi voi kulkeutua kauas vuotokohdasta, mikä on otettava huomioon arvioitaessa vaurioita sekä vuotokohdan sijaintia sisäpuolelta tehtyjen havaintojen perusteella. (11, s. 51; 21, s. 15.)

Maan pinnalle satava vesi voi aiheuttaa vaurioita ulkoseinien alaosiin ja perustuksiin, mikäli vesi roiskuu julkisivuun, maan pinta viettää rakennukseen

päin tai perustusten vedeneristykset ovat puutteelliset. Pintaveden vaikutus lisääntyy, jos maan pinta on tiivis, esimerkiksi asfaltoitu tai jäässä. (11, s. 51.)

Lumi tunkeutuu sellaisiinkin rakenteisiin, joihin vesi ei tunkeudu, esim. yläpohjaan. Kasaantuessaan ja sulaessaan lumi aiheuttaa paikallisia ja merkittäviä kosteusrasituksia. Osittain sulaessaan lumesta muodostuu jäätä. Jään lämpöliikkeiden johdosta myös pintamateriaalit voivat rikkoutua. (11, s. 52.)

**Maaperän kosteusrasitus** syntyy maaperästä kapillaarisesti nousevasta vedestä ja rakenteeseen kohdistuvasta vedenpaineesta. Maaperästä kapillaarisesti tulevan kosteuden määrä riippuu maalajista, sen kapillaarisuudesta, pohjaveden pinnan korkeudesta ja salaojaverkoston toimivuudesta. Kapillaarinen veden siirtyminen on voimakkainta, kun rakenne on kosketuksissa vapaan veden pinnan kanssa. Rakenteeseen kohdistuva vedenpaine riippuu pohjaveden pinnan korkeudesta, salaojaverkoston toimivuudesta ja maalajista. Lisäksi vedenpainetta voi muodostua roudan sulamisvaiheessa. (11, s. 52.)

**Putkivuodot** voivat esiintyä pintaan asennetuissa ja rakenteiden sisällä olevissa putkissa. Putkivuotoja voi olla vesijohdoissa, viemäreissä, lämmitysputkissa ja niihin liitetyissä laitteissa.

Putkivuotoihin liittyy suuri kosteus- ja homevaurioriski, koska

- rakenteisiin kohdistuva kosteusrasitus on suuri
- putket sijaitsevat lämpimissä rakennus- ja rakenneosissa
- putkivuodot tapahtuvat usein rakennus- ja rakenneosissa, joissa ei ole vedeneristystä
- tihkuva vuoto voi vaurioittaa rakenteita pitkään, ennen kuin vaurio havaitaan.

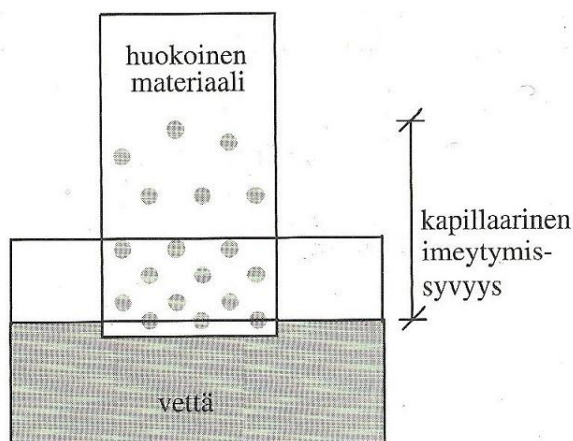
1980-luvun rakentamisessa vesijohtojen eristäminen jätettiin monissa tapauksissa tekemättä. Eristeitä olisi tarvittu etenkin kohteissa, joissa ilmeni lämmönhukkaa, kondensoitumista tai jäätymisvaaraa. Putkivuodot edellyttävät

aina nopeita korjaus- ja kuivatustoimenpiteitä. Vesijohdot venttiileineen tulisi uusua kokonaisuudessaan kerralla ja asentaa pintaan sekä käyttää aina ammattitaitoisia asentajia. (4, s. 52; 13, s. 60.)

## 2.3 Kosteuden siirtymistavat

### 2.3.1 Veden kapillaarinen ja painovoimainen siirtyminen

Vesi imeytyy kapillaarisesti huokoiseen materiaaliin, jos se on kosketuksissa vapaaseen veteen (kuva 2). Kapillaarinen siirtyminen johtuu kapillaaristen voimien aiheuttamasta huokosalipaineesta. Mitä pienempi huokonen on, sitä suurempi on huokosalipaine. Huokosalipaineen riippuvuudesta huokoskoosta seuraa, että vesi voi siirtyä kapillaarisesti myös suurempi huokoisesta materiaalista pienempi huokoiseen materiaaliin ja suuremmista huokosista pienempiin huokosiin materiaalin sisällä. Kapillaarista siirtymistä esiintyy rakennustekniikassa aina, kun rakenne on kosketuksissa vapaaseen veteen tai kapillaarisessa kontaktissa toiseen kapillaarisella kosteusalueella olevaan rakennusaineeseen tai maaperään. Kosteuden kondensoituminen rakenteeseen tai sen pinnoille mahdollistaa veden kapillaarisen siirtymisen rakenteissa. Rakenteet toimivat kosteusteknisesti sitä luotettavammin, mitä vähemmän niissä esiintyy veden kapillaarista siirtymistä. (11, s. 52.)



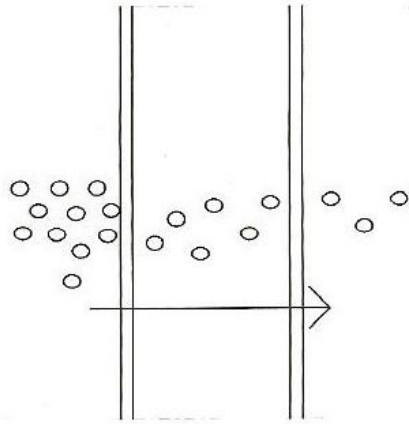
*KUVA 2. Veden kapillaarinen imeytyminen huokoiseen materiaaliin (11, s.52)*

Painovoiman vaikutuksesta vesi kulkeutuu alaspäin rakennuksen pystysuorilla ja kaltevilla pinnoilla. Kapillaarisesti vettä imevissä huokosissa ja rakeisissa materiaaleissa, esimerkiksi betonissa, tiilessä ja savessa, veden painovoimaisen siirtymisen merkitys on kosteuden kokonaissiirtymisessä verrattain vähäinen. Näissä materiaaleissa painovoimaista siirtymistä esiintyy lähinnä saumoissa, liitoksissa ja mahdollisissa halkeamissa. Kapillaarisesti heikosti vettä imevissä materiaaleissa, esimerkiksi karkeassa sorassa, painovoimainen siirtyminen itse materiaalissa on hallitseva siirtymismuoto. Veden painovoimainen siirtyminen mahdollistaa veden hallitun johtamisen pois rakenteiden ulko- ja sisäpinnoilta sekä rakennuksen vierustoilta. Lisäksi se mahdollistaa rakennuksen kuivattamisen salaojituksella. (11, s. 52.)

### 2.3.2 Kosteuden siirtyminen diffuusiolla

Kosteuden siirtyminen diffuusiolla perustuu ilmassa olevien vesimolekyylien keskinäisiin törmäyksiin, joiden vaikutuksesta vesihöyryn pitoisuuserot ja osapaineet pyrkivät tasaantumaan. Kuvassa 3 vesihöyryn diffuusion suunta on vasemmalta oikealle, koska vesimolekyylien määrä vasemmalla on suurempi kuin oikealla. Kosteus siirtyy siis suuremmasta vesihöyryn osapaineesta tai pitoisuudesta pienempään. Diffuusion suuruus riippuu materiaalin vesihöyrynvastuksesta ja ilman vesihöyryn osapaine-erosta. Materiaalien vesihöyrynvastukset vaihtelevat paljon, esimerkiksi muovikalvon vesihöyrynvastus on 1000 kertaa suurempi kuin mineraalivillan. (11, s. 54 – 55.)





*KUVA 3. Vesihöyryn diffuusion periaate. Pallojen lukumäärä kuvaa vesimolekyylien määrää. Nuoli kuvaa vesihöyryn diffuusion suuntaa (11, s. 54)*

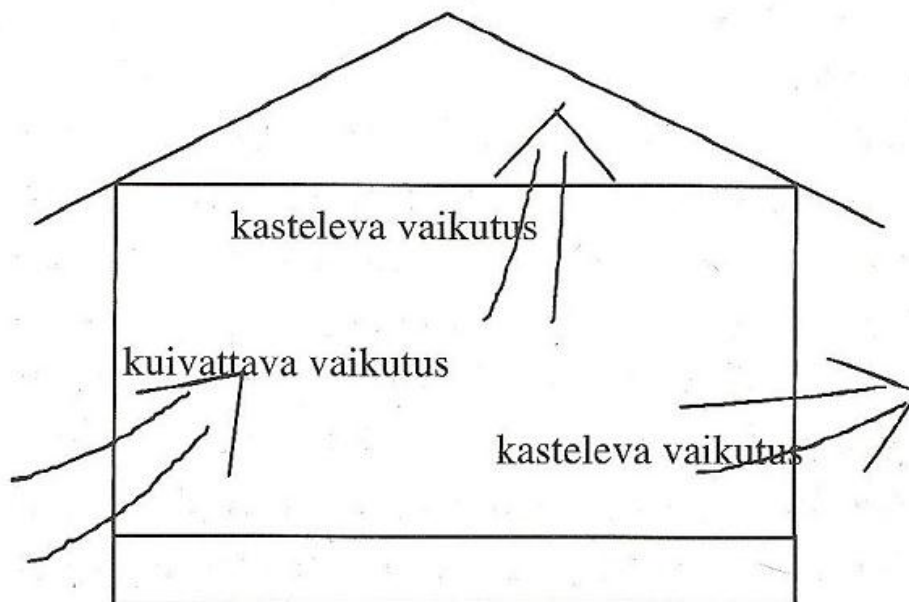
Sisäilman vesihöyryn osapaine on yleensä suurempi kuin ulkoilman vesihöyryn osapaine, joten diffuusio siirtää sisäilman kosteutta sisältä ulospäin. Talvella diffuusion merkitys on suurempi kuin kesällä, koska sisä- ja ulkoilman välinen vesihöyryn osapaine-ero on suurempi. Kesällä kosteus siirtyy pääsääntöisesti diffuusiolla ulkoa rakenteen sisälle sekä höyrynsulullisessa että höyrynsuluttomassa seinässä. Talvella vesihöyry siirtyy ulospäin. Höyrynsulullisessa seinässä sisään ja ulos siirtyvän kosteuden määrä on kutakuinkin tasapainossa, kun taas höyrynsuluttomassa seinässä sisältä ulos siirtyvä kosteus on moninkertainen ulkoa sisälle siirtyvään kosteuteen verrattuna. (11, s. 55.)

### 2.3.3 Kosteuden siirtyminen konvektiolla

Konvektiolla tarkoitetaan ilmavirtausta, joka syntyy rakenteen yli vallitsevan ilman kokonaispaine-eron vaikutuksesta. Ilma virtaa suuremmasta paineesta pienemmän paineen suuntaan. Ilman virtausta tapahtuu huokoisten materiaalien ja rakojen läpi. Rakennuksen painesuhteet syntyvät tuulen, ilman lämpötilaerojen tai ilmanvaihdon vaikutuksesta tai niiden yhteisvaikutuksesta. Virtaavan ilman määrä riippuu paine-erosta, materiaalin ilmanläpäisevyydestä ja rakenteessa olevien rakojen virtausvastuksesta. Materiaalien

ilmanläpäisevyyksissä on suuria eroja. Erimerkiksi mineraalivilla läpäisee noin 900 000 kertaa enemmän ilmaa kuin betoni. (11, s. 56.)

Kosteuskonvektiolla tarkoitetaan kosteuden siirtymistä ilmavirran mukana. Nopeat, paine-eron muutoksia seuraavat kosteuspitoisuuden muutokset rakenteessa ovat tyypillisiä kosteuskonvektiolle. Kosteuskonvektiolla on rakennetta kuivattava vaikutus, kun ilma lämpenee virratessaan rakenteen läpi. Kosteusvaurion kannalta rakenne kastuu, kun ilma jäähtyy virratessaan rakenteen läpi (kuva 4). Kosteus tiivistyy rakenteeseen, jos ilma jäähtyy rakenteessa alle kastepisteen. (11, s. 56 – 57.)



*KUVA 4. Konvektion vaikutus rakenteiden kastumiseen ja kuivumiseen (11, s. 56)*

Rakenteen vesihöyrynläpäisevyydestä, ilman läpäisevyydestä ja rakenteen eheydestä riippuu, kumpi siirtymismuoto, diffuusio vai kosteuskonvektio, on hallitseva. Rakenne on pyrittävä tekemään ilmatiiviiksi ja rakennuksen painesuhteiden on oltava sellaiset, että lämmintä ilmaa ei virtaa kylmiin rakenteisiin tai rakennusosiin. Monesti rakennuksen vaipan ilmanpitävyydessä esiintyy puutteita ja kosteusvauriot johtuvat vääristä painesuhteista. Vaurioriski

on aina olemassa, kun rakenteen lämpimällä puolella on ylipaine. Yleisperiaatteena on, että kerroksellisen rakenteen vesihöyrynvastusten tulee pienentyä sisältä ulospäin mentäessä, jolloin kosteus siirtyy pois rakenteesta. (4, s. 57.)

### 3 RAKENTAMISEN TYYPPIONGELMAT 1980-LUVULLA

1980-luvulla pientaloista haluttiin rakentaa aikaisempaa persoonallisempia. Tyypillisiä ratkaisuja olivat runsaat syvennykset ja katokset. Rakennettiin yksi- ja kaksikerroksisia taloja, joissa useimmiten oli koneellinen poistoilmanvaihto sekä jossakin määrin myös tulo-poistojärjestelmä. (12, s. 12.)

Rakentamiselle oli ajanjaksolla tyypillistä rakennustapojen ja rakennuskulttuurin nopea muuttuminen sekä ohjeiden muuttuminen lähes vuosittain. Lisäksi ohjeistuksissa oli puutteellisuuksia tai jopa virheellisiä ohjeita. Markkinoille tuli uusia rakennusmateriaaleja ja rakenneratkaisuja, joita ei oltu kunnolla testattu ennen käyttöönottoa. Yleisimpänä vauriona aikakaudella oli seinien kosteusvaurio, johon suurimpana syynä oli puutteellisesti tai huolimattomasti tehty sauna- ja pesutilojen kosteuseristys. Seinäpinnoitteina käytettiin 1980-luvulla pesutiloissa useimmiten kaakelilaatoitusta (88 %), jonka oletettiin olevan vesitiivis. Laattojen saumat eivät olleet vesitiiviitä ja taustarakenteesta puuttui usein kosteuseristys. Kuten aina, myös 1980-luvulla pientaloissa oli omat suosikkiratkaisut sekä –materiaalit, joista osa oli varsin herkkiä ja vaurioalttiita. (14, s. 20; 13, s. 7; 12, s. 12 – 13.)

Valmistalojen valtakausi alkoi myös 1980-luvulla. Talopakettien pystytykseen liittyi monesti ongelmia, kun valmistalo ei ollutkaan soveltuva tontille muotonsa, mitoituksensa, ulkonäkönsä tai ilmansuuntien suhteen. Asemapiirros saatettiin laatia käymättä rakennuspaikalla sekä tiedot talopakettien sisällöstä olivat monesti epäselviä ja puutteellisia. Valmistalopaketeissa talomyyjän kiinnostus asioiden hoitoon väheni ratkaisevasti, kun talokauppa oli tehty. Lisäksi monet pystyttäjärühmät olivat ammattitaidottomia ja vastuuttomia. Joissakin tapauksissa työ jouduttiin jopa keskeyttämään, jolloin uuden ryhmän oli pakko purkaa edellisten pystyttäjien aloittama työ. (13, s. 51.)

Kiihtyvän rakennustoiminnan myötä tiukoista aikatauluista pyrittiin pitämään kiinni, joskus myös laadukkaan työn kustannuksella. Suunnittelu saattoi olla puutteellista eikä hyvästä suunnittelusta haluttu maksaa ylimääräistä.

Tonttisuunnittelua tehtiin käymättä rakennuspaikalla eikä ympäristöä otettu aina tarpeeksi huomioon. Yleinen puute oli, että työmaalla ei käytetty ammattitaitoista valvojaa, minkä vuoksi työvaiheissa tapahtui huolimattomuutta sekä laiminlyöntejä määräyksiä ja ohjeita kohtaan. (13, s. 7; 12, s. 52.)

### 3.1 Tyypilliset ongelmakohdat 1980-luvun pientaloissa

Kansanterveyslaitos (KTL) on tutkinut yhteistyössä ympäristöministeriön, eräiden kaupunkien ja Econs Oy:n kanssa pientalojen kosteusvaurioiden yleisyyttä ja korjauskustannuksia 1950 - 1980-luvuilla. Tutkimusaineistoksi valittiin satunnaisesti 450 kohdetta kolmesta sisämaan ja kahdesta rannikkokaupungista. 1980-luvulla rakennettuja taloja tutkittiin 130. Näistä 20 % oli rivitaloja ja loput omakotitaloja. (14, s. 12 – 13.)

1980-luvun talojen yleisin ongelma on seinien kosteusvaurio, joka esiintyy yleensä kylpyhuoneen seinissä. Yleisimmin syynä oli kosteuseristyksen puuttuminen pesutilojen seinärakenteista sekä seinien ja lattian rajasta. Kansanterveyslaitoksen Pientalojen kosteusvauriot – yleisyyden ja korjauskustannusten selvittäminen -julkaisussa tutkituissa taloissa tämä ongelma oli 42 %:ssa kohteista. (14, s. 12 – 13.)

Alapohjan kosteusvaurioita todettiin 24 %:ssa taloista. Ulkopuolisten vesien aiheuttamia oli näistä vaurioista lähes puolet, mikä johtui sokkelin viereen jäävästä vedestä, koska maanpinnan muotoilu sokkelin vieressä oli tehty väärin. Loput vaurioista oli sauna- ja pesutiloissa. (14, s. 12 – 13.)

Yläpohjan vaurioita todettiin 21 %:ssa taloja. Suurin syy kattovuotoihin oli asennustyön huolimattomuus vesikatteen taitteissa sekä läpivienneissä. (14, s. 12 – 13.)

Ilmanvaihtokanavien kautta tapahtuneita vuotoja oli 24 %:ssa kohteita. Syinä vaurioihin olivat asennustyössä tehdyt virheet, kondensoituminen ja koneellisen ilmanvaihtojärjestelmän käyttämättä jättäminen, joista seurauksena oli kosteusvaurioita sisäkaton verhouksissa. (14, s. 12 – 13.)

Vesiputkivaurioita oli 12 %:ssa taloja. Tässäkin tapauksessa yleisimpänä syynä oli huolimattomasti tehtyjen liitosten vuotaminen. (14, s. 12 – 13.)

### 3.2 Kosteusvaurioihin johtaneiden ongelmien syyt

Suomessa on perinteisesti pyritty rakentamaan talot mäen päälle tai mäen rinteeseen laen lähelle. Märkiä notkelmia tai savialustoja on aikaisemmin vältelty ihmiselle epäterveellisinä asuinpaikkoina. Hyvän rakennusmaan loppuminen taajamissa on kuitenkin johtanut siihen, että asuntoalueita on jouduttu kaavoittamaan myös sellaisille alueille, joita ei aikaisemmin olisi asumiseen hyväksytty. Aina ei siis parasta mahdollista rakennuspaikkaa ole ollut saatavilla sekä tietoisuus kunkin rakennustyyppin soveltuvuudesta kyseiselle rakennuspaikalle ei ole aina 1980-luvulla ollut täysin selvää. Kuten edellä on jo mainittu, myös tonttisuunnittelua on tehty käymättä rakennuspaikalla. Rakentaminen kosteille pelloille, notkelmiin ja savipohjaisille alustoille on aiheuttanut suuria riskejä, eikä tekninen tietous rakentamisesta tällaisille paikoille ole ollut vielä riittävää. Monissa näistä rakennuksista onkin myöhemmin ilmennyt kosteusvaurioita. (15, s. 29.)

1980-luvulla rakennetuissa pientaloissa maakosteus ja valumavedet ovat yleisesti päässeet rakenteisiin, koska salaojitus ja sadevesien ohjaus on ollut puutteellista tai maa-aines rakennuksen alla on ollut märkää. Maanpinnan kallistukset ovat olleet väärät eikä maanrakennukseen rakennuspaikalla ole kiinnitetty tarpeeksi huomiota. Pohjavesien nousu ja täytömaan kapillaarisuus ovat lisänneet kosteuden pääsyä rakenteisiin. Orgaanisen aineksen, kuten rakennusjätteen ja muottilaudoituksen jättäminen rakennusvaiheessa alapohjaan on usein ollut syynä hajuongelmille rakennuksen sisätiloissa. Seuraavassa käsitellään hieman yksityiskohtaisemmin tyypillisiä ongelmia 1980-luvun rakenteissa sekä lyhyesti korjausehdotuksia. (12, s. 15 - 16; 13, s. 16 – 18.)

### 3.2.1 Kellarin maanvastaiset seinärakenteet (kellariperustus)

Alapohjien kosteusvauriot vähenivät edellisiin vuosikymmeniin verrattuna jo siitä syystä, että kellari rakennettiin yhä harvemmin 1970- ja 1980-lukujen taloihin. Kellarillisia rakennuksia rakennettiin silti ja siinä tapauksessa vauriot johtuivat yleensä kellarin seinien vesieristysten vioista tai salaojien huollon puutteista. Maanpinnan vääränlaiset kallistukset, pintavesien tunkeutuminen rakenteisiin sekä katolta sadevesien kulkeutuminen seinärakenteisiin lisäsivät kellarin seinärakenteiden kosteusrasitusta. (12, s. 16 - 19; 14, s. 23.)

1980-luvun pientaloihin asennettiin yleensä jo salaojat, mutta tarkastuskaivot usein vielä puuttuivat. Toimimattomat salaojat aiheuttavat kellariseinien kastumisen, koska maassa liikkuva vesi ei pääse poistumaan maa-aineksesta. Myös hienojakoinen maa-aines tukkii vähitellen toimivat salaojat. Asiaa käsittelevä Suomen Rakennusinsinöörien Liiton ohje ilmestyi vuonna 1979. RIL 126 Rakennusten ja tonttialueiden kuivatus vuonna 1979 -ohjeen mukaan rakennukset, joissa on tiloja maanpinnan alapuolella, tulee salaojittaa. Maanpinnan yläpuolella sijaitsevista rakennuksista ohjeessa todetaan: ”Rakennukset, joiden lattiarakenteet ovat ympäröivää maanpintaa ylempänä, eivät tilojen kuivana pitämisen tähden tarvitse salaojittaa, mutta kylläkin kapillaarinousun katkaisevan kerroksen lattioiden alla.” (RIL 126 Rakennusten ja tonttialueiden kuivatus, v.1979). Saman ohjeen mukaan urakoitsijan vastuu salaojien huollossa ja tarkistuksessa päättyy yhteen vuoteen ja tämän jälkeen talon isännöitsijän tai taloyhtiön hallituksen puheenjohtajan vastuulla on salaojakaivojen vuosittainen tarkistus. (12, s. 16 – 19.)

Lämmöneristeet taloissa on yleensä asennettu kellariseinien sisäpuolelle. Tämä hankaloittaa vaurioiden tutkimista, koska silmin havaittavia vaurioita ei juurikaan ole. Vauriot havaitaan yleensä hajuhaittoina, jotka antavat sysäyksen kuntotutkimuksille. Pahimmat vauriot löytyvät seinistä, joiden sisäpinta on suljettu lämmöneristeellä ja paneloinnilla tai levytyksellä. (12, s. 16 – 19.)

Rakentajain kalenterissa vuonna 1984 todetaan, että kellariseinän ulkopuolelle asennettu mineraalivillalevy toimii samanaikaisesti kosteuden ja lämmön eristeenä. Mineraalivillalevy toimii veden kapillaarisen siirtymisen katkaisevana

kerroksena ja joissain määrin salaojittavana kerroksena. Lisäksi levyn lämmöneristävyyden ansiosta seinän lämpötila nousee. Mikäli kosteuseristeet on jätetty pois, on koko kellarin kuivana pysyminen salaojana toimivan mineraalivillalevyn varassa. On oletettavissa, että jossain vaiheessa talon historiaa maanpinnassa sadevesiltä suojaava savi tai muovikerros rikotaan (istutukset) tai se kallistuu (lumenauraukset, routa), jolloin sade- ja sulamisvedet pääsevät suoraan seinää vasten. Rakenne ei siis salli olosuhteiden muuttumista lainkaan ja on erittäin riskialtis. (12, s. 16 - 19; 15, s. 67.)

Salaojien tukkeutumisesta seuraa kellarin seinärakenteiden kastuminen. Monessa tapauksessa salaojat on asennettu liian korkealle, jolloin anturat ovat märkinä ja kapillaarinen kosteus nousee seinärakenteisiin. Salaojien toimivuutta ei myöskään tarkastettu ja salaojaputkien kaltevuudet saattoivat olla väärät. Puita istutettiin salaojien läheisyyteen ja salaojien ollessa rakennettu liian ylhäälle (kellarin lattiataason yläpuolelle), puiden juuret tunkeutuivat salaojiin. (13, s. 17.)

Mikäli vesi tavalla tai toisella, esimerkiksi maanpinnan väärin kallistusten seurauksena pääsee kosketuksiin seinärakenteiden kanssa, betoni- tai kevytsoraharkkorakenteinen kellarinseinä ottaa vastaan kapillaarisesti liikkuvan veden huokosia pitkin aina sisäpintaan saakka. Tämän seurauksena seinän sisäpintaan syntyy kosteutta, jossa mikrobit voivat alkaa kasvaa etenkin, mikäli ilmanvaihto on sisällä puutteellinen. (12, s. 16 – 19.)

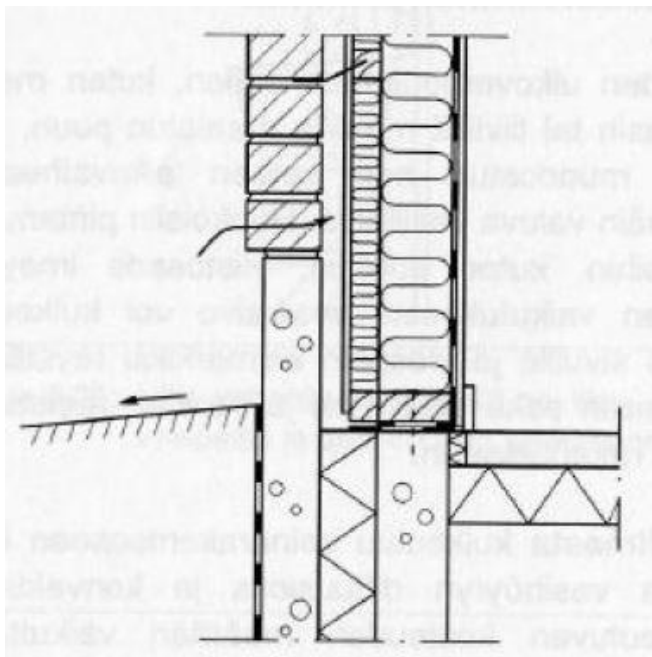
Kellariseinien korjaus aloitetaan yleensä ulkopuolisista rakenteista. Kellarin seinään maanpinnan alle asennetaan perusmuurilevy sekä asianmukaiset lämmöneristeet. Maanpinta kallistetaan 1:20 rakennuksesta poispäin, jolloin estetään pintavesien kulkeutuminen rakenteisiin. Mikäli vaurio on sisäpuolella, poistetaan yleensä kaikki rakenteet aina betonikerrokseen asti, puhdistetaan pinta mekaanisesti sekä yleensä tässä yhteydessä korjataan myös kellarin lattiarakenteet. Kapillaarinen kosteuden nousu lattiarakenteisiin pitää estää, joten yleensä lattiarakenne puretaan kokonaan sekä uuden lattian alle asennetaan kapillaarisen veden katkaiseva sepelikerros. (12, s. 16 – 19.)



### 3.2.2 Valesokkelirakenteet ja matalaperustus

Matalaan perustetulla perusmuurilla tarkoitetaan ratkaisua, jossa perustusten alapinta on routarajan yläpuolella. Perusmuuri jää tällöin matalaksi, joten anturan ja perusmuurin alaosan tulisi pysyä kuivana myös kapillaariselta kosteudelta. Matalaperustuksissa maanvarainen betonilaatta valetaan suoraan maata vasten. Perusmuurirakenteen ja seinärakenteen välistä puuttuva kapillaarikatko mahdollistaa maaperäkosteuden siirtymisen aina huonetilaan saakka. (12, s. 21.)

Valesokkelirakenteella tarkoitetaan rakennetta, jossa perusmuurin ulkokuori on nostettu ulkoseinän rungon alapäätä ylemmäs (kuva 5). Valesokkeli estää seinään tulevan kosteuden kuivumisen ulospäin. Esimerkiksi vuotovesien poistumismahdollisuus puuttuu ulkoseinän ja perusmuurin liitoksesta ja/tai sokkelihalkaisun pohjasta. Tästä seurauksena on monesti seinän alapään vaurioituminen. Rakenne on entistä riskialttiimpi, jos ympäröivä maanpinta on ylempänä kuin lattiapinta. Valesokkeli on siten aina riskirakenne. (12, s. 22.)



*KUVA 5. Riskialtis valesokkelirakenne (16)*

Korjaustoimenpiteet aloitetaan yleensä kuivattamalla sokkelin vierustat ja uusimalla salaoja- ja sadevesijärjestelmät. Kostuneet ja vaurioituneet lämmöneristeet poistetaan sisäpuolelta ja uudet asianmukaiset eristeet asennetaan tilalle. Lisäksi ulkopinnalle asennetaan perusmuurilevy sekä tehdään tarvittavat routasuojaukset. Sisäpuolelta ulkoseinän puualajuoksu ja muut rakenteet puretaan noin metrin korkeuteen. Uudet puurakenteet asennetaan betonilaatan yläpuolelle esimerkiksi kevytsoraharkon avulla. Rakenteet puhdistetaan hyvin sekä varmistetaan taustan tuulettuminen. Lopuksi seinän ja lattian liittymiskohta tiivistetään hyvin ilmavuotojen välttämiseksi. (12, s. 23 – 25.)

### 3.2.3 Maanvarainen alapohja

Alapohjarakenteiden kunnan selvittäminen ja vaurioiden toteaminen on usein hankalaa, koska rakenteita on hankala päästä tarkastelemaan ilman mittavia tutkimuksia. Alapohjien kosteusvaurioiden vähenemiseen 1970- ja 1980-luvuilla on osaltaan vaikuttanut lämmöneristeen käyttö maanvaraisen alapohjan alla. Alapohjissa on siitä huolimatta usein paljon ongelmia, koska laatan alla on hyvät olosuhteet mikrobien kasvulle. Yleensä vaurio saa alkunsa kapillaarisesta vedennoususta, joka on seurausta salaojien puuttumisesta tai niiden toimimattomuudesta sekä kapillaarikerroksen puuttumisesta. Maanvaraisessa alapohjarakenteessa eristekerros on joko betonilaatan alla tai päällä. Tyypillisesti mikrobivaurio on betonilaatan ja eristeen rajapinnassa sekä muovimaton ja betonilaatan rajapinnassa. (12, s. 25 - 26; 14, s. 24.)

Korjausmenetelmä päätetään vaurioiden laajuudesta riippuen. Pienemmissä vauriotapauksissa pintamateriaalien vaihto riittää ja pahemmissa tapauksissa betoninen laatta puretaan ja sen alle vaihdetaan karkeaa maa-ainesta oleva kapillaarikatkaisukerros. (12, s. 27 – 28.)

### 3.2.4 Kaksoislaatta

Kaksoisbetonilaattarakennetta suosittiin yleisesti rakennusten perustamisessa 1980-luvulla. Rakenteessa alimpana on kantava betonilaatta ja sen päällä eristeenä mineraalivilla tai styrox ja eristeen päällä taas betonilaatta. Kosteusteknisesti rakenne on riskirakenne ja ongelmia lisää entisestään, jos eristeenä on mineraalivilla, joka kärsii pahoin kosteuden aiheuttamasta rasiitteesta. Maaperästä nouseva kosteus yhdistettynä mahdollisiin vesivuotoihin aiheuttaa pahoja kosteusvaurioita etenkin tapauksissa, joissa väliseinien puurungot on alettu rakentamaan alemman laatan päältä. Kylmässä tilassa olevaan alalaatan varaan rakennettuun puurunkoiseen seinään voi tässä tapauksessa tiivistyä kosteutta myös lämpimästä ja kosteasta huoneilmasta. (12, s. 28.)

Kaksoisbetonilaatan korjaaminen on monesti vaikeaa ja yleensä joudutaankin purkamaan ainakin pintalaatta ja lämmöneristeet. Alimmainen betonilaatta puhdistetaan ja päälle asennetaan vedeneristeeksi kumibitumikermi, uudet lämmöneristeet ja pintavalu. Alimmaisen laatan päältä lähtevät puiset seinärakenteet puretaan alaosaan, tehdään kapillaarikatko sekä nostetaan seinän alaosa esimerkiksi kevytsoraharkolla. Varmin tulos saadaan, kun puretaan alempikin betonilaatta ja asennetaan laatan alle asianmukainen kapillaarikatkokerros, jonka päälle tulevat uudet lämmöneristeet ja betonilaatta. (12, s. 29 – 30.)

### 3.2.5 Betonilaatan päällä koolattu puulattia

Toinen 1980-luvulla käytetty riskialtis lattiarakenne on maanvaraisen betonilaatan päälle puukoolattu lattia. Rakenteessa betonilaatan päälle on tehty puurakenteinen mineraalivillaeristeinen lattia. Maanvaraisen betonilaatan alta puuttuvat lämmöneristeet ja yleensä maakosteus imeytyy ja nousee laatan päällä oleviin puurakenteisiin aiheuttaen rakenteen kostumisen, homehtumisen

ja lahoamisen. Kosteusvaurion voi aiheuttaa myös lattiassa oleva höyrynsulkukerros, joka estää rakenteen kuivumisen. Puulattian rakenteita voi vaurioittaa myös rakennusaikainen betonin kosteus. (12, s. 30 – 31.)

Kuten monissa muissakin ajanjakson pientaloissa, myös tässä suurimman ongelman aiheuttaa kapillaarisesti betonilaatan pintaan nouseva kosteus. Uusimalla betonilaatan päällistä lattiaosaa ei yleensä saada kosteusteknisesti toimivaa rakennetta, vaan paras korjausvaihtoehto olisi purkaa puulattia, lämmöneristeet ja betonilaatta pois sekä vaihtaa alla oleva maa-aines kapillaarikatkokerrokseen. (12, s. 32.)

### 3.2.6 Rossipohja eli tuulettuva puurakenteinen alapohja

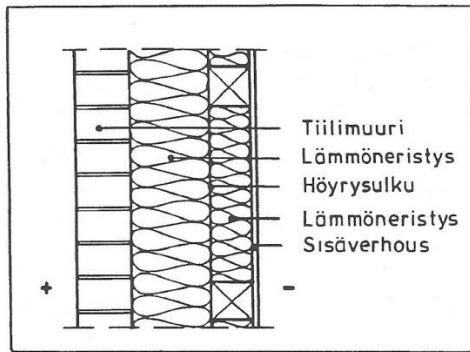
Tuulettuvan puurakenteisen alapohjan suosio lähti jälleen kasvuun 1980-luvulla. Rossipohjalla tarkoitetaan alapohjaa, jossa alapohjarakenteen ja maanpinnan välissä on ilmatila eli ns. ryömintätila. Suurin riski tässä on tuuletuksen puute sekä ryömintätilassa esiintyvä mahdollinen kosteus. Kesällä ryömintätilaan kulkeutuva kostea ilma voi aiheuttaa tilan suhteellisen kosteuden kasvamisen ja synnyttää otolliset elinolosuhteet homekasvustolle. Vaikka tuuletuksen tarve on kesällä suurempi kuin talvella, perusmuurissa olevia tuuletusaukkoja ei saisi sulkea talvellakaan. (12, s. 33 - 34, 15, s. 69.)

Vuodelta 1981 oleva RT-kortti 08-10132 neuvoi, että perustusten routavaurioiden estämiseksi tuuletusluukut suljetaan talvikauden alussa ja avataan uudelleen keväällä. Yleisin syy rossipohjan vaurioitumiseen on siis riittämätön tuuletus. Ongelmia lisää entisestään salaojien puutteellisuus ja kapillaarinen veden pääsy rakenteisiin sekä pintavesien vuotaminen tuulettuvaan alapohjaan. Ryömintätilaan rakennusvaiheessa jääneet muottilauδοitukset ym. orgaaninen jäte antavat myös hyvän kasvualustan mikrobeille. (12, s. 33 - 34, 15, s. 69.)

Korjaustoimissa ryömintätilan maa-aines yleensä vaihdetaan ja pohjamaa muotoillaan viettämään rakennuksen keskeltä anturoihin päin. Lisäksi kosteuden haihtumisen vähentämiseksi asennetaan yleensä lämmöneriste esimerkiksi kevytsora maanpinnalle, jonka johdosta tilan lämpötila nousee ja suhteellinen kosteus laskee. Lämmöneristeen alle tulee sijoittaa kapillaarikatkosorakerros. Myös rakennuksen ulkopuolen maanpinnan kallistukset on hoidettava asianmukaisesti. Ryömintätilan tulisi olla riittävän korkea (> 0.8 m), mutta tämä ei yleensä toteudu korjauskohteissa. Tuulettuvan alapohjan tuuletus tarvitsee lisäksi alapohjasta katolle menevän tuuletusputken, jolla varmistetaan tilan riittävä ilmanvaihto. Rossipohjat olisi syytä rakentaa aina ympäröivää maanpintaa ylemmäksi vaurioiden estämiseksi. (12, s. 34 - 36; 15, s. 74.)

### 3.2.7 Ulkoseinät

Rakennuksen ulkoseinät, erityisesti pintarakenteet, ovat vesikaton ohella eniten säiden armoilla. Valesokkelirakenteissa ja matalaperustuksissa ulkoseinien puurungot lähtee betonilattian alapuolelta tavoitteena katkaista kylmäsilta perustusten liitoksesta. Kyseinen rakenne aiheutti seinän alajuoksun ja runkotolppien alaosien vakavat kosteus- ja homevauriot, kuten aiemmin on jo tullut esille. Toinen yleinen syy ulkoseinien vaurioihin 1980-luvulla oli rakenteiden puutteellinen tuuletus tai kokonaan puuttuvat tuuletusraot (kuva 6). Tuuletusrakoa ei ole vaadittu, koska on ajateltu sisäpuolelta tulevan kosteuden kulkevan rakenteen läpi sitä vahingoittamatta. Erilaisilla laskelmilla tämä on osoitettu myös todeksi. Laskelmissa on yleensä kuitenkin huomioitu vain diffuusion tuoma kosteus ja unohdettu konvektion ja myös ulkopuolelta rakenteeseen tulevan veden vaikutus. (12, s. 36 - 38; 17, s. 18.)



*KUVA 6. Vuonna 1979 tiilivuorauksen taakse ei vaadittu tuuletusrakoa (15, s. 114)*

Ohjeissa mainittiin jo, että ilmarako muurin takana parantaa kosteusteknistä toimivuutta, mutta tuuletusväli ei ollut pakollinen kuin puurunkoisissa ulkoseinissä (RIL 107, 1981). Ohjeen mukaan tuuletusvälin piti olla yhteydessä ulkoilmaan ylä- ja alareunastaan tai muuten varmistettava tuuletusvälin toiminta. Rakennuksille, joissa on tiiliverhous, Rakentajain kalenteri vuodelta 1984 opastaa jättämään joka kolmannen pystysauman auki tuulettumista varten. Vielä vuonna 1987 ilmestynyt Rakentajain kalenteri esittelee tiilijulkisivuvuorauksen rakentamisen vanhaan rakennukseen ilman tuuletusrakoa ja vasta vuonna 1994 ilmestyneessä Rakentajain kalenterissa painotetaan tuuletusraon merkitystä. Vaikka puuverhotuissa pientaloissa oli jo pääsääntöisesti tuuletusväli, puutteita oli höyrönsulkumuovin asentamisessa. Joko se oli asennettu kokonaan väärin, limitykset olivat liian vähäiset, teippaukset puutteellisia tai läpivientikohdat olivat tiivistämättä. Lisäongelmia aiheuttivat myös ikkunapeltien liian pienet kallistukset, pellin tippanokan puuttuminen sekä huolimaton asentaminen. (12, s. 36 - 38; 15, s. 113.)

Monissa korjaustapauksissa vaurioiden syytä ja kokonaisuutta ei ole täysin ymmärretty eikä ongelmia ole korjauksen myötä saatu poistettua. Ulkoseinien pintoja uusittiin joskus aivan tarpeettomasti, kun haluttiin näyttää, että jotakin on uusittu. Korjauksia tehdessä vanhojen lämmöneristeiden kuntoa ei selvitetty riittävästi ja sisäpuolista lisälämmöneristettä asennettaessa vanha, usein höyrytiivis pinnoite, jätettiin poistamatta. (13, s. 54.)

Myös ulkoseinien maalauksessa tehtiin paljon virheitä. Vanhaa maalia ei poistettu riittävän hyvin, eikä pohjia tutkittu tai tehty kunnolla. Lisäksi

lateksimaalilla maalattiin öljymaalin päälle ja päinvastoin sekä käytettiin lyhytikäisiä maaleja paikoissa, jotka olivat vaikeasti uudelleen käsiteltävissä. Myös rappauksien tekemisessä oli puutteita. (13, s. 54.)

Ulkopuolelta tiiliverhouksen purkaminen on työläs ja kallis korjaustoimenpide, mutta joskus se on silti perusteltua. Näin saadaan tarvittava tuuletusväli ulkoverhouksen taakse sekä alimman/toiseksi alimman tiilirivin joka toinen tai kolmas pystysauma jätettyä auki. Lisäksi vaurioituneet tuulensuojalevyt ja lämmöneristeet on helppo vaihtaa. Korjauksen yhteydessä myös ikkuna- ja oviliitokset korjataan tiiviiksi sekä ikkunapellitykset toimiviksi. Höyrynsulkumuovin puutteita päästään korjaamaan poistamalla seinän pintaverhous. (12, s. 36 – 38.)

### 3.2.8 Vesikatto ja yläpohja

Pientaloissa käytettiin 1980-luvulla yleisesti kattomateriaalina bitumihuopaa, peltiä, kuitulevysementtiä tai savitiiliä. Kattomuoto ei suosinut enää tasakattoja, ja pientaloille tyypillisinä ilmiöinä olivat runsaat syvennykset ja erilaiset katokset, jotka vaativat myös vesikatoilta monenlaisia liittymäkohtia. Tasakattojen rakentamisen merkitys on selvästi havaittavissa 1970-luvun yläpohjavuotojen määrässä. Se oli myös aikakauden tyypillisin kosteusvaurion aiheuttaja. Tasakatoista luovuttiin lähes täysin 1980-luvulla ja kattovuotojen määrä oli selvästi vähäisempi tämän vuosikymmenen taloissa. 1980-luvun yläpohjavaurioiden vähenemiseen ovat vaikuttaneet osaltaan myös aluskatteen käyttö, peltien kiinnitys ruuveilla, peltisaumojen tiivistäminen, entistä suuremmat profiilit pelleissä sekä pidemmän harjapellin lappeen käyttö. (12, s. 39 - 41; 14, s. 17 - 18, 30.)

Kosteusvaurion syy yläpohjassa on yleensä vuotava katto. Vuotojen syy ei aina ole katemateriaalin toimimattomuus, vaan vaurioita syntyy myös tiivistyneen veden kerääntymisestä katteen alapintaan. Suurin ongelma on peltikatteella, jossa kondensoituminen on suurinta lämpimän ilman kohdatessa kylmän peltikatteen. (12, s. 39.)

Hyväkään yläpohjan tuuletus ei riitä poistamaan kosteutta ja suojaamaan eristetilaa, jos rakenteesta puuttuu aluskate. Virheellisesti asennettu tai kokonaan puuttuva aluskate onkin yksi tyypillisimmistä 1980-luvun pientalojen yläpohjavaurioiden aiheuttajista. Aluskatteen limitykset ovat monesti olleet liian lyhyet ja osassa limitykset on tehty väärinpäin. Aluskatteet ovat myös monin paikoin olleet lyhyet räystäillä, jolloin katteelle tuleva vesi valuu seinärakenteen sisään. Katteessa saattoi olla myös reikiä tai se oli tehty huonosta materiaalista. Myös läpiviennit aluskatteesta olivat monesti puutteelliset. (13, s. 36.)

Eräässä opinnäytetyössä esimerkkikohteena olleen Luotolaisentie 12 A-talon tutkimuksissa ilmeni puutteita talon aluskatteen asennuksessa. Aluskate sijaitsi osittain ruodepuiden alla ja osittain päällä. Oikeaoppisessa rakentamisessa aluskatteen tulisi olla irti vesikatteesta ja sen päällä tulisi olla korokerimat. Aluskatteen tehtävä on suojata yläpohjan lämmöneristeitä kastumiselta, vaikka vesi pääsisi kulkeutumaan peltikatteen läpi. Aluskatteen tulisi olla niin hyvin asennettu, että rakennus voi olla vesisateella ilman vesikatemateriaalia yläpohjaeristeiden kastumatta. (18, s. 29 – 32.)

Monissa tapauksissa myös yläpohjan tuuletus on puutteellinen. Tämä tulee esiin etenkin loivemmissa kattorakenteissa. Huono tuulettavuus voi johtua myös jälkikäteen asennetusta lisälämmöneristeistä, jotka voivat tukkia räystäillä olevat tuuletusraot. (12, s. 41.)

Kosteutta yläpohjaan voi tulla myös rakennuksesta sisältäpäin, mikäli höyrynsulku on puutteellinen tai se puuttuu kokonaan. Läpiviennit, kuten ilmanvaihtokanavat ja sähköputket, on usein asennettu siten, että yläpohjan höyrynsulkumuovi on puhkaistu ja aukot on leikattu liian suuriksi eikä niitä ole tiivistetty asennuksessa. Teippaamattomat muovien saumat lisäävät luonnollisesti myös ilmavuotoja. (12, s. 41.)

Kosteusongelmia on syntynyt myös puutteellisista tai keskeneräisistä kattojen vedenpoistojärjestelmistä. Usein on niin, että vedet johdetaan katolta räystäskouruihin ja kouruista syöksytorviin, mutta syöksytorvien jälkeinen vedenohjaus on unohtunut. Näin ollen räystäskouruista on monissa tapauksissa ollut enemmän haittaa kuin hyötyä, koska sen sijaan että ne olisivat poistaneet kattovesien tuoman ongelman rakennuksen läheltä, ne ovatkin keränneet kaikki



katon lappeen vedet yhteen pisteeseen perustuksen nurkkaan. Jos tähän on vielä yhdistynyt väärin tehdyt maanpintojen kallistukset rakennuksen ympärillä, kattovedet ovat aiheuttaneet kosteusvaurioita perustuksissa tai kellarissa. (15, s. 110.)

Kattorakenteiden korjaamisen edellytyksenä on, että vesikate on täysin vesitiivis ja katemateriaali ei ole vielä käyttöikänsä päässä. Katteen käyttöikä ei pitene paikkakorjauksella. Vaurion laajuudesta riippuen katemateriaali pitää paikkakorjata tai uusia kokonaan sekä läpiviennit on huolehdittava kuntoon. Vaurioituneet lämmöneristeet poistetaan, höyrynsulku puhdistetaan ja tiivistetään ilmanvuotokohdat. Mikäli vauriot ovat edenneet jo pitkälle, voidaan joutua purkamaan koko ulko- ja sisäkatto. Aluskatteen asentamisessa on huomioitava, että aluskatteen ja lämmöneristeen välissä on vähintään 100 mm:n tuuletusrako. (12, s. 42 – 44.)

### 3.2.9 Märkätilat

Yleisin vauriotyyppi 1980-luvun taloissa on kipsilevystä tehtyjen suihkuseinien vaurioituminen ja homehtuminen. Tuon aikaiset vedeneristysjärjestelmät ovat osoittautuneet epäluotettaviksi ja kosteiden tilojen kosteuseristykset sekä saumat ovat puutteellisia. Laatoitettu levyrakenteinen puuseinä, jonka puurakenteet alkavat maanpinnan alapuolelta, on kaikkein riskialttiimpia rakenteita. Lattiapinnan tasaltakaan alkava levyrakenteinen puuseinä ei ole toimiva ratkaisu. Pesuhuoneissa kipsilevyseinistä ja myös tiiliseinistä ovat vedeneristeet puuttuneet kokonaan. Monissa ajanjakson taloissa on käytetty vedeneristeenä siveltävää kosteussulkua, joka ei estänyt kosteuden pääsyä rakenteisiin. (12, s. 43 – 44.)

Märkätiloille tehtiin usein vaurioiden ilmettyä myös korjaustoimenpiteitä, joiden yhteydessä tehtiin pahoja virheitä. Lahonneita rakenteita ei poistettu tarpeeksi eikä uusittu rakenne soveltunut aina märkätilaan. Rakenteiden tuuletus ja höyrynsulut olivat edelleen puutteellisia ja monissa tapauksissa valittiin vääränlaisia materiaaleja. (13, s. 58.)

Seinien ohella myös lattiarakenteet ovat olleet märkätiloissa ongelmallisia. Maata vasten olevista lattioista puuttuivat yleensä vedeneristeet, joten kosteus pääsi leviämään ympäröiviin rakenteisiin ja jopa viereisiin tiloihin. Muita märkätilojen vaurioiden aiheuttajia ovat lattiakaivon liittymien tiivisteiden puutteellisuus, pintamateriaalien vauriot, laudoituksen alareunan asentaminen liian lähelle lattiaa sekä lattian väärät kallistuskaadot. Yleinen virhe on ollut myös laattalattian alla olleen muovimattoeristuksen katkaisu seinän ja lattian rajapintaan eli seinälle noston tekemättä jättäminen laattojen asennuksen helpottamiseksi. (12, s. 46; 15, s. 75.)

Vuonna 1970 ilmestynyt saunan rakenteita koskeva ohje ei pakota alapohjan eristämiseen kuin tarvittaessa. Milloin eristys tarvitaan, sitä ohje ei selitä. Samoilla linjoilla on vuonna 1981 ilmestynyt RIL 107, Rakennusten veden- ja kosteudeneristysohjeet, jotka vaativat maanvastaisissa rakenteissa vedeneristykseen vain, jos vesi saattaa aiheuttaa vaurioita rakenteissa tai jos veden pääsy maapohjaan on estettävä. Näiden ohjeiden varjolla monet asiasta tietämättömät tai edullisia ratkaisuja hakeneet rakentajat ovat jättäneet asianmukaiset eristykset tekemättä. Vasta vuonna 1994 ilmestynyt RT 84-10558, Asunnon kosteiden tilojen rakenteet, määrää vesieristämään aina myös maanvastaiset alapohjat. Tuolloin samanaikaisesti voimassa oli kuitenkin vielä RIL 107-ohjeet, jotka eivät tätä vaadi. Saunan seinien tuuletusrako tuli ohjeisiin vuonna 1983, mitä ennen oli täysin ohjeiden mukaista asentaa paneeli suoraan höyrynsulkua vasten. (15, s. 92.)

Tummentuneet silikonisaumat, irtoilevat laatat tai homeenhaju ovat yleensä lähtölaukaus märkätilojen kosteusvaurioiden tutkimiselle ja korjaamiselle. Korjaaminen aloitetaan purkamalla seinä- ja lattialaatoitus pois. Vaurioituneet vanhat rakenteet ja materiaalit poistetaan kokonaan ja rakenteiden tulee olla riittävän kuivat ennen uusien asentamista. Vaikka levyrakenteet ovat kehittyneet, silti tiili, harkko ja betoni ovat turvallisempia ratkaisuja märkätiloissa. Oikeanlaisten materiaalien ja rakenneratkaisujen lisäksi pesutilojen ilmanvaihdon pitää olla riittävän tehokas. Märkätilojen korjausta suunniteltaessa sekä etenkin työvaiheissa kannattaa aina käyttää alan ammattilaisia ja huolehtia siitä että asentajilla on VTT:n myöntämä vedeneristäjäsertifikaatti. (12, s. 48.)

## 4 LUOTOLAISENTIE 12

Luotolaisentie 12 (kuva 7) on vuonna 1983 valmistunut rivitalokortteli, joka sijaitsee Oinaansuon kaupunginosassa, Oulussa. Taloyhtiöön kuuluu neljä 6-7 huoneiston kaksikerroksista rivitaloa (A-, B-, C-, ja D-talo). Kohteen on alunperin rakentanut rakennusliike Rakennusvoima OY. Myöhemmin kohteen on ostanut Sivakka-yhtymä OY, jonka myötä huoneistoista on tullut vuokra-asuntoja. Monien talossa ilmenneiden ongelmien johdosta Sivakka-yhtymä Oy on päättänyt luopua Luotolaisentie 12:sta ja myydä sen OAKK:lle. OAKK on tehnyt kartoituksen kohteen nykytilaan sekä lähtenyt sen pohjalta tekemään korjaussuunnitelmia kohteeseen. Ensimmäisenä korjaaminen aloitettiin A-talosta, minkä jälkeen edettiin B-talon korjauksiin, joita tässäkin opinnäytetyössä käsitellään kosteudenkestävyyden osalta. Peruskorjaus tehtiin OAKK:n toimeksiannosta oppilastöin. (19.)



*KUVA 7. Luotolaisentie 12*

Ennen korjausten aloittamista vuokra-asukkaille on pidetty tiedotustilaisuus uusista järjestelyistä taloyhtiössä. Samalla asukkaille järjestettiin suullinen kysely mahdollisista parannusehdotuksista korjauksen yhteydessä. Kyselyn mukaan alakerran tiloja pitäisi saada avarammiksi. (19)

Rakenteita purettaessa on käynyt ilmi, että rakenteissa on puutteita sekä rakentamisen laadussa on ollut huolimattomuutta. Tyypillisiä puutteita/vaurioita ovat vanhojen höyrynsulkumuovien reiät, huolimattomasti asennetut lämmöneristeet sekä vesikaton aluskatteen päältä puuttuvat korokerimat. Myös yläpohjan rakenteissa on merkkejä kosteudesta, alakerran lattian muovimatto on kosketuksissa kostean betonin kanssa sekä ulkoverhoustiilien takana oleva tuuletusrako on tukkeutunut muurauslaastista. (19)

#### 4.1 Luotolaisentie 12 B-talo

Luotolaisentie 12:n B-rakennus on puurunkoinen ja siinä on tiiliverhous. Perustuksena on valesokkeli. Välipohjat sekä huoneistojen seinät ovat teräsbetonia. Yläpohja ja vesikatto ovat puurakenteisia. Vesikatemateriaalina rakennuksessa on pelti. B-rakennukseen Instaro Oy:n toimesta tehdyssä kuntotutkimuksessa selvitettiin rakennuksen rakenteiden kunto, käytetyt rakenneratkaisut sekä alapohjan täyttömaan kapillaarisuus tulevaa peruskorjausta varten. Lisäksi selvitettiin muovimattojen sekä laatoitusten saumojen sisältämä mahdollinen asbesti sekä seinien pintarakenteena toimivan lastulevyn formaldehydipitoisuus. Vesikaton kunto tarkastettiin myös. (20, s. 4.)

#### 4.2 Tutkimusvälineet ja menetelmät

B-talon tutkimuksissa otettiin kaksitoista materiaalinäytettä mikrobianalyysiä varten. Asbestikartoitusta varten otettiin kuusi materiaalinäytteitä. Mahdollinen lastulevyjen formaldehydi määritettiin yhdestä materiaalinäytteestä. Kaikki

materiaalinäytteiden laboratorioanalyysit on tehty Oulun Työterveyslaitoksen laboratorioissa. (20, s. 4.)

Vesikaton puurakenteiden kunto arvioitiin silmämääräisesti vuotokohtien ja niiden aiheuttamien ongelmien perusteella. Rakennuksen alapohjatäytön maanäyte analysoitiin Oulun Geolaboratorio Oy:ssä. Maa-aineksen kapillaarisuus määritettiin kapillaarisuuskokeella. (20, s. 4.)

Tutkimukset aloitettiin aistinvaraisin tutkimuksin sekä haastatteleamalla kohteen korjauksesta vastaavaa urakoitsijaa. Ensimmäisen ja toisen kerroksen rakenneavauskohdat on esitetty liitteessä 1. (20, s. 5.)

#### 4.2.1 Ulkoseinät

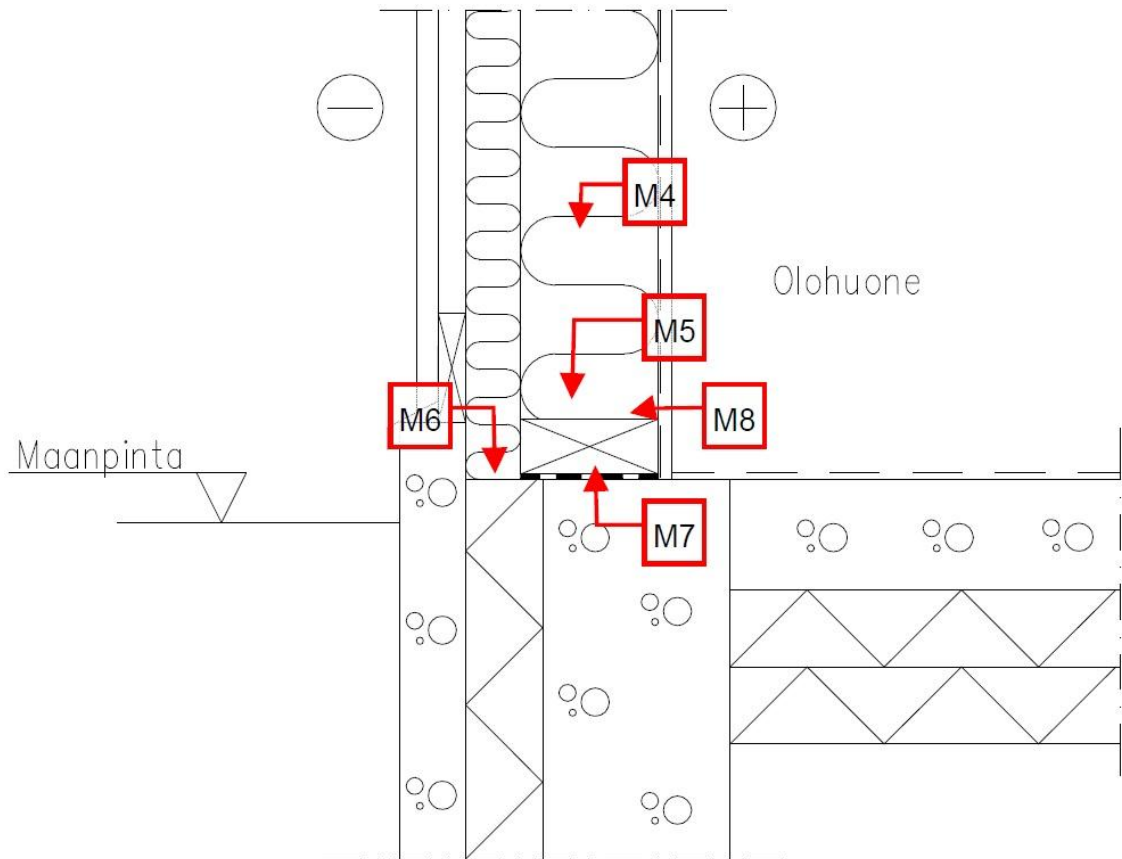
Ulkoseinien valesokkelirakenteen kunnan tutkimiseksi rakenneavaukset tehtiin olohuoneeseen (avaus 1) sekä keittiöön (avaus 3). Materiaalinäytteet otettiin avauksien yhteydessä alapuujuoksusta, mineraalivillasta sekä rungon ulkopinnassa olevasta kovavillasta. Keittiön ulkoseinään tehdystä avauksesta (avaus 3) todettiin, että mineraalivillan ja tiiliverhouksen välinen tuuletusrako oli täynnä laastipurseita (kuva 8). (20, s. 6.)



*KUVA 8. Ulkoseinän tuuletusrako on tukkeutunut laastipurseista (20, s. 6)*

Avauksen kohdalla merkkejä kosteudesta löytyi, sillä pystyrunkopuiden naulojen kannat olivat ruostuneet ja sokkelibetonissa oli kalkkihärmettä. Lisäksi mineraalivilla oli tummunutta, mikä johtuu todennäköisesti ilmavirtauksista rakenteessa. Keittiön ulkoseinän alaohjauspuussa (M1) ei esiinny viitteitä kosteusvauriosta, mutta mineraalivilloista otetuista näytteistä (M2 ja M3) löytyi kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja. (20, s. 6.)

Olohuoneeseen tehtiin rakenneavaus huoneistojen välisen seinän viereen, jotta avauksesta pystyttiin tarkastamaan samalla myös pieliseinän liitoksen kunto (avaus 1). Olohuoneen ulkoseinän kovavilla oli avauskohdasta tummunutta. Kuvassa 9 on esitetty ulkoseinän ja alapohjan liitos sekä materiaalinäytteiden 4-8 ottokohdat. (20, s. 6.)



*KUVA 9. Ulkoseinän ja alapohjan liitos sekä materiaalinäytteiden 4-8 ottokohdat. Piirustus ei ole mittakaavassa (20, s. 7)*

Viitteitä kosteusvaurioista ei esiinny näytteissä M4, M6 eikä näytteessä M8. Näytteessä M5, joka on otettu olohuoneen ulkoseinän mineraalivillan alareunasta, on heikko viite vauriosta. Olohuoneen ulkoseinän alaohjauspuun alapinnasta otetussa näytteessä M7 on myös viitteitä kosteusvauriosta. (20, s. 8.)

Mikrobivauriot edellä mainituissa näytteissä olivat vähäisiä, mutta myös aistinvaraisesti havaittiin merkkejä kosteudesta seinien alaosien rakenteissa. Keittiön sekä olohuoneen seinistä otettujen näytteiden vauriot johtuvat ulkoseinän alaosan heikosta tuulettuvuudesta sekä ulkopuolelta tulevasta kosteusrasituksesta. Keittiössä tiiliverhouksen takana oleva tuuletusrako on täynnä laastipurseita, jotka estävät rakenteen tuulettumisen. Ongelmana on myös ulkoseinien alaohjauspuun sijainti, mikä on hyvin lähellä maanpintaa. Koska puurungon alaosa on lähellä maanpinnan tasoa, pääsee maaperän

kosteus nousemaan kapillaarisesti betonisokkeliin ja sitä kautta seinän alaosan rakenteisiin. Kosteusrasitusta syntyy myös sisäilman kosteudesta, mikä voi päästä höyrünsulun epätiiveyskohdista rakenteeseen ja kondensoitua rakenteen kylmille pinnoille. (20, s. 8.)

Päätyseinän rakenneavauksesta (avaus 4) otettiin materiaalinäyte (M12) tiiliverhouksen takana olevasta mineraalivillasta. Tiiliverhouksen takana ei ollut käytännössä ollenkaan tuuletusrakoa, vaan mineraalivilla oli kiinni tiilimuurauksessa (kuva 10). Avauksen yhteydessä havaittiin myös, että mineraalivillan alla oli runsaasti muurahaisia. Seinän alaosa on hyvin lähellä maanpintaa eikä tiiliseinän ja mineraalivillan välissä ole tuuletusrakoa. (20, s. 9.)



*KUVA 10. Päätyseinän rakenneavaus. (20, s. 9)*

Materiaalinäytteessä M12 esiintyy vahva viite kosteusvauriosta. Vaurio päätyseinän mineraalivillassa johtuu pitkäaikaisesta ulkopuolisesta kosteusrasituksesta sekä seinärakenteen huonosta tuulettuvuudesta. Koska päätyseinässä tiilimuurauksen takana tuuletus on käytännössä olematon ja seinän alaosa on lähellä maanpintaa, pääsee maakosteus nousemaan sokkelin



kautta seinärakenteisiin. Päätyseinään tulee kosteusrasitusta myös viistosateista, jotka läpäisevät tiiliverhouksen ja kastelevat mineraalivillan. (20, s. 9.)

#### 4.2.2 Parvekkeen pieliseinän liitos

Parvekkeen pieliseinän liitosrakennetta tarkasteltiin avauksesta 1. Pieliseinät on kannatettu huoneistojen välisistä väliseinistä teräskiinnikkeillä, jotka toimivat rakenteen sisällä kylmäsiltoina. Betonisen pieliseinäelementin ja betonisen väliseinän välissä on 100 mm mineraalivillaa, jonka molemmilla puolilla on lauta. Liitoksesta otettiin materiaalinäytteet M9 mineraalivillasta sekä M10 reunalaudasta. (20, s. 10.)

Pieliseinän liitoksen mineraalivillasta otetussa materiaalinäytteessä M9 ei esiinny viitteitä kosteusvauriosta, mutta liitoksen laudasta otetussa näytteessä M10 esiintyy heikkoja viitteitä kosteusvauriosta. (20, s. 10.)

Mikrobivauriot johtuvat liitoksen huonosta kosteus- ja lämpöteknisestä toimivuudesta. Teräskannattimet toimivat kylmäsiltoina sekä ohut eriste aiheuttaa kosteuden tiivistymisen eristeen ulkopintaan ja pieliseinän puoleiseen lautaan. On myös todennäköistä, että talvikaudella kosteutta tiivistyy rakenteeseen sen ollessa kylmänä. (20, s.10.)

### 4.2.3 Alapohja

Alapohjan rakenteen selvittämiseksi tehtiin rakenneavaus olohuoneen lattiaan ulkoseinän viereen (avaus 2). Alapohjarakenne on avauskohdalla seuraava:

- muovimatto
- betoni, n.100 mm
- EPS, 70 mm
- EPS, 70 mm
- täyttöhiekka.

Täyttöhiekasta otettiin maanäyte, josta määritettiin hiekan kapillaarisuus. Oulun Geolaboratorio Oy:n mukaan hiekan kapillaarisuus on 57 cm. Koska täyttömaa on kapillaarista, pääsee maakosteus nousemaan alapohja- sekä sokkelirakenteeseen aiheuttaen kosteusrasitusta, mikäli pohjaveden korkeus on lähellä maanpintaa. Avauskohdassa maa-aines oli kosteaa. (20, s. 11.)

Rakennuksen reuna-alueilla on kaksinkertainen EPS-eristys. Todennäköisesti näillä alueilla maaperän kosteus ei aiheuta ongelmia kaksinkertaisen eristeen vuoksi. EPS-eriste toimii kapillaarikatkona sekä estää maaperän lämpenemisen rakennuksen alla. Rakennuksen keskialueilla on mahdollista, että maaperän kosteus voi päästä nousemaan betonilaattaan aiheuttaen kosteusrasitusta. Lattian rakennekosteuksia ei mitattu tutkimuksen yhteydessä. (20, s. 11.)

### 4.2.4 Pesuhuoneen väliseinä ja lattia

Pesuhuoneeseen tehtiin rakenneavaukset piirustuksen 2 osoittamiin paikkoihin. Saunan ja pesuhuoneen välinen seinä avattiin pesuhuoneen puolelta sekä seinälaatoituksen saumalaastista otettiin samalla asbestinäyte. Väliseinässä ei ole ollenkaan lämmöneristeitä (kuva 11). (20, s. 12.)



*KUVA 11. Pesuhuoneen ja saunan väliseinässä ei ole ollenkaan lämmöneristeitä (20, s. 12)*

Pesuhuoneen ja saunan välisen seinän alajuoksupuusta otettu materiaalinäyte M11 ei sisällä raja-arvojen ylittäviä määriä kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja. Rakenteissa ei ollut myöskään silmin havaittavia vaurioita. Pesuhuoneen lattian pintalaattaan tehtiin vielä rakenneavaus (avaus 6), josta selvitettiin, onko pintalaatan ja kantavan välipohjalaatan välissä bitumia, joka saattaa sisältää asbestia tai PAH-yhdisteitä. Pintalaattaan piikattiin aukko, mutta laattojen välissä ei ollut bitumia. (20, s. 12.)

#### 4.2.5 Yläpohja

Rakennuksen yläpohja tutkittiin aistinvaraisesti. Parvekkeiden kohdalla ulkoseinän tuulensuojana toimiva kova mineraalivilla ei ulottunut yläpohjan eristeiden tasalle joka kohdassa. Tämän johdosta yläpohjaeristeillä ei ole tuulensuojaa, mikä heikentää eristyskykyä reuna-alueilla merkittävästi. Ilmanvaihtoputkien läpiviennin kohdilla putkien ympärillä olevissa puurakenteissa on kosteusvauriojälkiä sekä putkien yläosasta puuttuu kunnollinen lämmöneristys tai se on tehty aikoinaan huolimattomasti (kuva 12). Villat putkien ympärillä ovat myös tummuneet. (20, s. 13.)



*KUVA 12. Mineraalivilla läpiviennin kohdalla on huonosti asennettu ja tummunut (20, s. 14)*

Palokatkoseinässä oli valumajälkiä ja sen rakenne oli puutteellinen (kuva 13). Palokatkoseinän kipsilevyt eivät ulotu vesikatteeseen asti, kuten nyky määräykset vaativat. (20, s. 14.)



*KUVA 13. Palokatkoseinät eivät ulotu vesikatteeseen asti (20, s. 14)*

#### 4.2.6 Asbesti- ja formaldehydikartoitus

Asbestikartoitus kohdistettiin niihin materiaaleihin, joissa asbestia epäiltiin olevan ja jotka joudutaan purkamaan. Näytteitä otettiin yhteensä kuusi. Asbestia löytyi ainoastaan olohuoneen ulkoseinän alaohjauspuun alla olevasta bitumikermistä avauskohdassa 1. Ennen purkutöiden aloittamista on huomioitava, että kaikki materiaalit, joissa asbestia esiintyy, käsitellään asianmukaisesti asbestityönä. (20, s. 15.)

Seinien lastulevyjen sisältämän formaldehydin selvittämiseksi otettiin materiaalinäyte olohuoneen ulkoseinästä rakenneavauksesta 1. Näytteen emissiopitoisuus oli  $0,14 \text{ mg/m}^3$  eli formaldehydiä vapautuu. Pitoisuus huoneilmassa riippuu lastulevyjen pinta-alasta, huoneen tilavuudesta, sisäilmankosteudesta, lämpötilasta sekä ilmanvaihdosta. (20, s. 15.)

### 4.3 Jatkotoimenpiteet

Luotolaisentie 12 ulkoseinärakenteista poistetaan kaikki vaurioituneet materiaalit ja korjaus ulotetaan vaurioalueista vähintään puolen metrin päähän vaurioitumattomaan materiaaliin, jotta myös mahdolliset silmin näkymättömät vaurioituneet osat saadaan poistettua rakenteesta ja uudet rakenteet teknisesti toimiviksi. Ulkoseinien alaosien runkotolpat sekä sokkelin sisäpuoliset betonipinnat käsitellään soveltuvalla desinfiointiaineella. Höyrynsulkumuovi ulotetaan lattiarakenteeseen siten, että ilmavirtaukset estetään rakenteesta huonetilaan. (20, s. 16.)

Pieliseinien liitoksen mineraalivilla sekä laudat poistetaan ja asennetaan tilalle solumuovieriste. Liitoskohdan sisäpinta tiivistetään siten, että ilmavirtaukset sekä sisäilman kosteus eivät pääse rakenteeseen sisään. (20, s. 16.)

Päätyseinän korjausvaihtoehtoja on kaksi. Päätyseinän tiiliverhous ja eristeet puretaan ja uusitaan siten, että rakenteesta tulee tuulettuva tai päätyseinään tehdään tiivistyskorjaus. Tiivistyskorjauksessa tiivistetään lattian ja ulkoseinien rajakohdat, jotta rakennuksen sisään ei pääse mikrobeja hallitsemattomien ilmavirtausten mukana. Tiivistys tehdään vedeneristeellä ja vahvikenauhalla. Tiivistyskorjaus on kustannuksiltaan ulkoseinän eristeiden uusimista halvempi, mutta epävarmempi vaihtoehto mikrobivaurion korjaamiseen, sillä tiivistyskorjauksen onnistumisesta ja pitkäkestoisuudesta ei voida olla varmoja. Päätyseinän sisältä löytyneet muurahaiset tulee hävittää myrkyttämällä. (20, s. 16.)

Perustuksiin kohdistuva ulkopuolinen kosteusrasitus tulee minimoida. Maanpinnan kallistuksia muutetaan siten, että ne tulevat viettämään rakennuksesta poispäin vähintään kolmen metrin matkalla kallistuksella 1:20. Lisäksi maanpinnan tasoa pyritään laskemaan alemmaksi sokkelin vierustalla mahdollisuuksien mukaan. Salaojajärjestelmät huolletaan ja tarvittaessa suoritetaan tarvittavat korjaustoimenpiteet. Rakennuksen kattovedet ohjataan jokaiselta syöksytorvelta roiskekourulla vähintään kahden metrin päähän rakennuksesta. (20, s.16.)

Pohjaveden pinnan korkeus selvitetään peruskorjauksen yhteydessä. Alapohjabetonin sisältämä rakennekosteus on myös syytä selvittää mittauksilla. Mikäli kosteutta esiintyy, tulee muovimatot poistaa, lattia kuivattaa sekä pintarakenteet uusia hengittäviksi uusien kosteusvaurioiden välttämiseksi. (20, s. 16.)

Seinien yläosien tuulensuojavillojen sijainti tarkistetaan joka kohdasta. Lisäksi ne korjataan ulottumaan aina yläpohjaeristeiden yläpintaan asti. (20, s. 16.)

Yläpohjatilan läpivientien huonosti asennetut putkien eristeet poistetaan ja asennetaan tilalle uudet asianmukaiset eristykset. Varmin tapa saada lämmöneristeet pysymään putkien ympärillä on asentaa lämmöneristeiden ympärille siihen tarkoitettua verkkomattoa. Vuotokohtien alapuolella olevat yläpohjan eristeet tarkistetaan ja vaurioituneet eristeet korvataan uusilla. Kaikki kanavat puhdistetaan ja tarkistetaan korjaustöiden jälkeen. (20, s. 16.)

Vesikaton vuotokohdat tiivistetään tiivistysmassalla. Tiivistysmassan tulee soveltua käytettäväksi ulkona ja sen pakkasenkestävyys tulee olla hyvä. (20, s. 16.)

Palokatkoseinät korjataan nykyisten palomääräysten mukaisiksi. Kipsilevyjen tulee ulottua vesikatteeseen asti. (20, s. 17.)

Lastulevyistä vapautuneen formaldehydin mahdolliset terveysvaikutukset selvitetään ilmanäytteen avulla, mikäli lastulevyjä ei poisteta. Suositeltavin ratkaisu on formaldehydiä sisältävien lastulevyjen poistaminen. (20, s.17.)

Korjaustöitä suoritettaessa on muistettava, että kosteus- ja homevaurioituneet rakennusmateriaalit ovat terveydelle haitallisia. Tämän vuoksi purkutöissä tulee noudattaa RT-ohjekorttia 82-0239 Kosteus- ja mikrobivaurioituneiden rakenteiden purku. (20, s. 17.)

## 5 PIENTALON TEKNINEN LAATU

Pientalon tekninen laatu -hanke on Oulun kaupungin rakennusvalvontaviraston vuonna 2003 käynnistämä projekti, jonka tavoitteena on ollut kehittää järjestelmä pientalojen teknisen laadun ohjausta ja arviointia varten. Järjestelmän tarkoituksena on toimia tavallisen pientalorakennuttajan apuvälineenä hänen tehdessään omaa hanketta koskevia laatuvalintoja. Arvioitavia aihealueita on kosteudenkestävyys, sisäilmaston laatu, energiankulutus ja ympäristövaikutukset. Järjestelmä käsittää aihealueilta noin 260 yleistajuista kysymystä, joihin voidaan vastata pääosin kyllä tai ei. Hankkeen kehittämisestä on vastannut työryhmä, jossa on edustajia Oulun rakennusvalvontavirastosta, VTT:n rakentamisen ja rakennetun ympäristön Oulun yksiköstä, Merikosken kuntoutus- ja tutkimuskeskuksesta sekä Oulun yliopistosta. Pientalon tekninen laatu -järjestelmä on kehitetty uudisrakentamiseen, mutta osana tätä opinnäytetyötä tarkastellaan sen mahdollista soveltuvuutta myös korjauskohteisiin kosteudenkestävyyden osalta. (21, s. 3.)

Vastausten perusteella rakennukselle annetaan teknisen laadun laatutähtiä yhdestä viiteen. Kysymysten painoarvo vaihtelee 1-3 pisteeseen siten, että kolmen pisteen kysymykset ovat minimivaatimuksia täyttäen Suomen rakentamismääräyskokoelman edellyttämät pakolliset valinnat. Kahden pisteen arvoiset kysymykset ja valinnat ovat kokonaislaatuun huomattavasti vaikuttavia perusratkaisuja, jotka eivät edellytä suuria lisäinvestointeja. Niiden avulla yhdessä määräystason kanssa voidaan laatutasoksi saada kolme tähteä. Yhden pisteen kysymykset ja ratkaisut ovat kokonaislaatuun hitaasti vaikuttavia ja vaativat edellistä suurempia investointeja. Näillä kysymyksillä yhdessä edellisten kanssa voidaan ylittää neljään ja viiteen teknisen laadun laatutähteen. (21, s. 9.)



## 5.1 Kosteuden merkitys ja kosteuslähteet

Kansanterveyslaitoksen vuonna 1995 tehdyn tutkimuksen mukaan kosteusvaurio oli jossakin muodossa 82 % tutkittavista esimerkkitaloista ja korjauksen ja tarkastamisen tarpeessa näistä oli 55 %. Tämän mukaan Suomessa oli 475 000 kosteusvauriokorjauksen tai tarkastamisen tarpeessa olevaa pientaloa. Aihe on siis varsin ajankohtainen ja siihen tulee suhtautua vakavasti. (14, s. 30.)

Kosteusvaurioituneissa rakennuksissa alkavat homesienet lisääntyä erittäin myrkyllisiä aineita. Syntyvä homepöly voi aiheuttaa ihmisille monenlaisia haittoja ja oireita, kuten allergioita tai astmaa. Inhimillisten kärsimysten lisäksi homevaurioiden aiheuttamat sairaudet aiheuttavat myös yksityis- ja kansantaloudellisia menetyksiä hoitokustannuksina sekä työpoissaoloina. (14, s. 1 – 2.)

## 5.2 Suunnitteluratkaisut

Suunnittelussa suuri painoarvo on sadevesien, lumien sulamisvesien sekä katolta syöksytörvistä tulevien vesien oikeaoppisella poisjohtamisella rakennuksesta ja rakenteista. Uudisrakentamisessa nämä asiat luonnollisesti toteutetaan määräysten mukaan, mutta myös korjausrakentamisessa on mahdollista noudattaa suunnitteluratkaisujen osalta suurilta osin Pientalon tekninen laatu -järjestelmää. Pakollisiin toimenpiteisiin kuuluvat maanpinnan asianmukaiset kallistukset 1:20 toisin sanoen vähintään 15 cm 3 metrin matkalla rakennuksesta pois päin sekä kapillaarisen nousun katkaiseva maanaineskerros perustusten ja maanvaraisen lattian alle. Väliseinien puuosien tulee olla betonirakenteiden yläpuolella sekä irti niistä. Vesikaton katejärjestelmän tulee olla myös kaltevuuteen sopiva sekä aluskatteen vesitiivis. Lisäksi

tuulettavuudesta on huolehdittava yläpohjan ja julkisivujen osalta. (21, s. 32 – 43.)

Osana suunnitteluratkaisujen suositeltavia toimenpiteitä (2 pisteen kysymyksiä) ovat puiden ja pensaiden sekä lumien sijoituspaikat tontilla. Lumien läjitysmaikkojen sekä puiden ja pensaiden tulee olla vähintään 3 metrin etäisyydellä rakennuksista. Kukkapenkkinen etäisyys sokkelista on oltava vähintään 1 metri. (21, s. 32 – 43.)

Edellä olevista asioista nähdään, että lähes kaikki kohdat ovat toteutettavissa myös korjauskohteissa, mutta toimenpiteiden kannattavuus tulee harkita aina tapauskohtaisesti. Useasti korjauksen yhteydessä voidaan korjata monta epäkohtaa samalla kertaa. Opinnäytetyössä käsitellyssä Luotolaisentie 12:ssa korjauksen yhteydessä maanpinnan kallistukset korjattiin ja näin ollen voidaan vaikuttaa myös siihen, että esimerkiksi istutukset osataan sijoittaa turvallisen matkan päähän talon rakenteista.

### 5.3 Työmaan kosteudenhallinta

Työmaalla kosteudenhallinnan pääpaino on rakennusmateriaalien varastoinnilla sekä rakenteiden kuivatuksella. Rakennusmateriaalit eivät saa kastua varastointivaiheessa sekä rakenteiden, kuten betonilattiat, on annettava kuivua riittävästi ennen kuin ne peitetään ainekerroksella tai pinnoitteella. (21, s. 44 – 45.)

Tässäkin kohtaa Pientalon tekninen laatu -järjestelmä soveltuu korjauskohteisiin erittäin hyvin, koska edellä mainitut asiat koskevat yhtäläillä myös korjauskohteita. Omalla toiminnalla on myös mahdollista saavuttaa ”lisäpisteitä” ilman minkäänlaisia lisäinvestointeja esimerkiksi huolehtimalla siitä, että rakennusmateriaalit varastoidaan irti maasta ja suojassa sateelta. (21, s. 44 – 45.)

Tässä aihealueessa täydentäviä toimenpiteitä tavoiteltaessa 4-5 tähden tasoa ovat asiantuntijan tekemät kosteusmittaukset ennen pinnoituksia, työmaalle

laadittava kosteudenhallintasuunnitelma sekä työntekijöille pidettävä perehdytys kosteudenhallintaan liittyen. (21, s. 44 – 45.)

#### 5.4 Asumisen kosteudenhallinta

Asumisen kosteudenhallintaan kuuluu jokapäiväisten toimien lisäksi myös tietoisuus kodinkoneiden, kuten astianpesu-, pyykinpesu- sekä ilmanvaihtokoneen toiminnasta sekä niiden mahdollisista kosteusriskeistä. Perusasioihin kuuluu ilmanvaihdosta huolehtiminen tilan vaatimalla tavalla ja esimerkiksi suihkutilojen lattioiden kuivaus aina peseytymisen jälkeen. Asiat, jotka kuuluvat yhtäläillä niin korjaus- kuin uudiskohteeseen, ovat turva-altaat allaspöydän, astianpesukoneen ja pyykinpesukoneen alla. Asukkaiden tulee tiedostaa myös talon kosteusriskit ja osata toimia oikein mahdollisissa vuoto- ja vaurioilanteissa. (21, s. 46 – 47.)

Tämän päivän pientalorakentamisessa on suunnittelijoiden laadittava talolle huoltokirja. Siinä luetteloidaan tarkistus-, huolto- ja uusimistoimenpiteet, jotka asukkaiden tulee tehdä huoltokirjassa määritellyin aikaväleihin. Säännöllisellä huollolla ehkäistään kosteusvaurioita ja havaitaan ne jo alkuvaiheissa. (21, s. 46 – 47.)

Vaikka vanhemmissa pientaloissa ei ole huoltokirjaa, on aina uusia LVIS-laitteita (lämpö, vesi, ilmanvaihto, sähkö) hankittaessa tutustuttava tarkasti niiden käyttöön ja oltava tietoisia niiden mahdollisista riskeistä. Yleisesti ottaen veden huolellinen käsittely niin rakennuksen sisällä kuin ulkopuolellakin on luonnollisesti peruslähtökohta asukkaiden toiminnalle kosteusvaurioiden ennaltaehkäisyssä. (21, s. 46 – 47.)

## 5.5 Johtopäätökset ja yhteenveto

Kaiken kaikkiaan tarkasteltaessa Pientalon tekninen laatu -järjestelmää kosteudenkestävyyden osalta siinä esitetyt kysymykset soveltuvat monilta osin myös korjauskohteisiin. Kuten aina rakentaessa ja remontoidessa, suurin este korjauksille on niistä aiheutuvat kustannukset. Korjauskohteissa on aina toimittava korjattavan kohteen ehdoilla niin, ettei korjaustyössä jouduta kohtuuttomalta tuntuviin ratkaisuihin pelkästään siksi, että määräyksissä ja ohjeissa esitetään toisenlainen ratkaisu. Vanhan korjauksessa on tärkeintä kosteusvaurioiden syntymisen syiden ymmärtäminen sekä niiden poistaminen korjauksen yhteydessä. Näin ei pelkästään uusita vaurioituneita rakenteita, vaan myös ehkäistään ongelman uusiutuminen. (22, s. 6.)

Pientalojen tekninen laatu -julkaisu on helppolukuinen ja suurilta osin myös helposti ymmärrettävä sellaisillekin ihmisille, jotka eivät työskentele rakentamisen parissa ammatikseen. Kirja herättää kysymyksiä ja ajatuksia teknisten ratkaisujen lisäksi myös moniin arkisiin asioihin, kuten esimerkiksi siihen, mille etäisyydelle kukkaistutukset tai lumien läjityspaikat tulee rakennuksesta sijoittaa. Monet varmasti eivät tule ajatelleeksi, että tällaisillakin asioilla on vaikutusta pientalon kosteustekniseen toimivuuteen ja käyttöikään.

Mikäli korjauskohteesta aletaan korjaamaan jotakin tiettyä ongelmakohtaa, esimerkiksi märkätiloja, lukemalla kysymykset on mahdollista havaita myös muuta korjattavaa tai parannettavaa. Näin ollen on mahdollista pienillä kustannuksilla tehdä useita korjauksia samalla kertaa ja näin ollen pidentää talon elinkaarta. Nämä asiat saattaisivat muuten jäädä huomaamatta ja edessä voisi odotettua nopeammin olla uusia ongelmia.

On selvää, että kaikki julkaisussa esitetyt kysymykset suunnitteluratkaisuihin liittyen eivät sovellu eri aikakaudella ja eri rakennusmääräysten ja -ohjeiden mukaan rakennettuihin korjauskohteisiin, mutta teos on erittäin käyttökelpoinen myös näissä tapauksissa. Lisäksi se antaa hyviä käytännön ohjeita kysymysten muodossa työmaan sekä asumisen kosteudenhallintaan.

## 6 POHDINTA

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tarkastella kosteusvaurioituneen rivitalon vaurioita ja korjaustoimenpiteitä kosteudenkestävyyden näkökulmasta. Taustatiedoksi tutkin paljon kirjallisuutta rakentamisesta 1980-luvulla, jolta myös kohdetalo on peräisin.

Vaikka kirjat ja tutkimukset käsittelevät asioita hieman eri näkökulmista, pääongelmakohdiksi kaikissa painottuu maaperästä nouseva kosteus sekä rakenteiden huono tuulettuvuus. Rakennuksia rakennettiin taajamien ulkopuolelle aiempaa kosteampiin paikkoihin samalla tavalla kuin aiemmin oli totuttu tekemään taajama-alueilla. Yhtä aikaa tämän kanssa myös maanvastaisten lattiarakenteiden käyttö on lisääntynyt eikä tonttisuunnittelua ole tehty kunnolla. Myös esimerkkikohteessa rakennusta ympäröivän maanpinnan kallistukset olivat paikoittain jopa rakennukseen päin viettävät. Lisäksi ulkoseinän alaosat olivat aivan liian lähellä maanpintaa. Rakenteena Luotolaisentie 12:sta oli 1980-luvulla tyypillinen valesokkelirakenne, joka on aina riskirakenne.

1980-luvun rakentamisessa paljon vaurioita ovat aiheuttaneet valmistalopaketit sekä kiire ja siitä johtuva huolimattomuus yksityiskohdissa. Rakennuskuluissa on haluttu säästää ja siksi tehty niin kutsuttua hartiapankkirakentamista, millä tarkoitetaan sitä, että suurin osa rakentamisesta pyritään tekemään itse. Tässä on sekä hyvät että huonot puolensa. Kun rakennetaan omaa taloa, on selvää, että työ tehdään huolellisesti, koska halutaan, että talo on terveellinen asua mahdollisimman pitkään. Hartiapankkirakentamisessa on tärkeää tiedostaa omat resurssit ja se, mitkä töistä kannattaa teettää ammattilaisella. Pahimmassa tapauksessa ammattitaidon puuttuessa tehdyt virheet saattavat tulla maksamaan enemmän kuin saavutettu säästö.

Rakennusten kosteusvaurioiden korjauksissa tärkein asia on ymmärtää niiden syyt. Pelkällä rakenteiden uusimisella pelataan vain lisää aikaa ja ongelmat mitä todennäköisimmin uusiutuvat. Lisäksi vanhojen rakennusten peruskorjausten yhteydessä on tehty myös virheitä, jotka ovat johtaneet ennen

moitteettomasti toimineen rakenteen vaurioitumiseen. Nämä asiat koskevat yhtälailla myös tänä päivänä tehtyjä korjauksia.

Täytyy myös ymmärtää, että vaikka jälkeinpäin ilmenneet kosteusvauriot näyttävät tämän päivän ohjeiden ja kokemusten valossa selviltä rakennusvirheiltä, ne ovat suurimmilta osin sen ajanjakson mukaisten määräysten mukaan rakennettuja. Hyvään suunnittelutyöhön ei haluttu useinkaan sijoittaa paljon rahaa ja rakentamiskuluissakin on pyritty säästämään. Tämä on monissa pienissä yksityiskohdissa, kuten vaikkapa aluskatteen asentamisessa tai läpivientien tiivistämisessä, aiheuttanut huolimattomuusvirheitä asennusvaiheessa. Virheet ovat myöhemmin edenneet kosteusvaurioiksi.

Myös rakennusohjeet ovat tavalliselle kuluttajalle vaikeaselkoisia. Hyvää rakennustapaa on esitetty monissa eri julkaisuissa, esimerkiksi Rakentamismääräyskokoelmassa, RIL:n julkaisuissa, RYL:ssä ja RT-korteissa joten ristiriitaisuuksilta ohjeissa on vaikea välttyä. On käytetty myös materiaaleja, jotka ovat tulleet vasta markkinoille ja joiden testaus on ollut puutteellista. Samaan aikaan ohjeissa on ollut myös selviä ristiriitaisuuksia, sillä toisen ohjeen kieltämä rakenneratkaisu onkin vielä toisen suosituksen mukaan voimassa.

Opinnäytetyön tekeminen oli opettavaista ja oli mielenkiintoista huomata, että työn kohteena olleesta Luotolaisentie 12:sta löytyivät melkeinpä kaikki sen aikakauden tyypillisimmät rakennusvirheet. Asennustöissä oli aikoinaan ollut huolimattomuutta etenkin aluskatteen asennuksessa, mutta myös suunnitteluvirheitä löytyi. Tulevaisuus B-talon osalta näyttää kuitenkin hyvältä, koska korjaustöihin voidaan hyödyntää runsaasti A-talon peruskorjauksesta saatuja kokemuksia. Myös Instaro Oy:n toimesta tehty kuntotutkimus rakenneavauksineen antaa hyvät lähtökohdat korjaustoimenpiteiden suunnitteluun.

Osana opinnäytetyötä tarkasteltiin myös ympäristöministeriön Pientalon tekninen laatu -järjestelmän soveltuvuutta korjauskohteisiin. Kosteudenkestävyysosion kysymyksistä valtaosa soveltuu suoraan myös korjattaviin kohteisiin. Suurimman esteen näissä korjauksissa aiheuttavat

luonnollisesti kustannukset, joten korjauskohteissa tulee miettiä tarkkaan, mitkä korjaustoimenpiteet ovat kannattavia. On tärkeää ymmärtää kosteusvaurioiden laajuus sekä siihen johtaneet syyt ja poistaa ne korjauksen yhteydessä. Korjauksiin ryhdyttäessä kirjan lukeminen on erittäin suositeltavaa, koska se herättää varmasti kysymyksiä ja keskustelua myös muista mahdollisista vaurioista. Koska kirja on helppolukuinen, myös tavallinen rakennuksen käyttäjä voi saada siitä vinkkejä ja ideoita rakennuksen terveenä pitämiseen ja näin ollen sen elinkaaren pidentämiseen.

# LÄHTEET

1. Asbestituotteet. 2011. Työterveyslaitos. Saatavissa:  
[http://www.ttl.fi/fi/toimialat/rakennus/turvapakki/vaaralliset\\_aineet/eristeaineet/asbestituotteet/Sivut/default.aspx](http://www.ttl.fi/fi/toimialat/rakennus/turvapakki/vaaralliset_aineet/eristeaineet/asbestituotteet/Sivut/default.aspx). Hakupäivä 18.11.2011.
2. Formaldehydi. 2011. Työterveyslaitos. Saatavissa:  
[http://www.ttl.fi/fi/kemikaaliturvallisuus/ainekohtaista\\_kemikaalitietoa/formaldehydi/sivut/default.aspx](http://www.ttl.fi/fi/kemikaaliturvallisuus/ainekohtaista_kemikaalitietoa/formaldehydi/sivut/default.aspx). Hakupäivä 18.11.2011.
3. Homevaurioiden korjausopas. 2007. Hengitysliitto. Saatavissa:  
[http://www.heli.fi/content/Sisaimakeskus/Homevaurioiden\\_korjausopas.pdf](http://www.heli.fi/content/Sisaimakeskus/Homevaurioiden_korjausopas.pdf).  
Hakupäivä 21.11.2011.
4. Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen korjaus. 1997.  
Ympäristöministeriö, Ympäristöopas 29. Helsinki: Rakennustieto Oy. ISBN 951-682-469-2.
5. Suunnitteluohjeet. 2011. Kerabit. Saatavissa:  
[http://www.kerabit.fi/fi/Suunnittelu-\\_ja\\_asennusohjeet/Suunnitteluohjeet/Pihakannet/Yleiset\\_ohjeet/Maaritelmia](http://www.kerabit.fi/fi/Suunnittelu-_ja_asennusohjeet/Suunnitteluohjeet/Pihakannet/Yleiset_ohjeet/Maaritelmia).  
Hakupäivä 18.11.2011.
6. Asumisterveysopas. 2005. Sosiaali- ja terveysministeriö, Helsinki: Ympäristö- ja Terveyslehti. ISBN 952-9637-30-6.
7. Kosteus. Määräykset ja ohjeet. 1998. C2 Suomen rakentamismääräyskokoelma. Ympäristöministeriö. Saatavissa  
<http://www.finlex.fi/data/normit/1918-c2.pdf>. Hakupäivä 21.11.2011.
8. PAH-yhdisteet ja niiden esiintyminen. 2011. Työterveyslaitos. Saatavissa:  
[http://www.ttl.fi/fi/kemikaaliturvallisuus/ainekohtaista\\_kemikaalitietoa/PAH-yhdisteet\\_ja\\_niiden\\_esiintyminen/Sivut/default.aspx](http://www.ttl.fi/fi/kemikaaliturvallisuus/ainekohtaista_kemikaalitietoa/PAH-yhdisteet_ja_niiden_esiintyminen/Sivut/default.aspx). Hakupäivä 18.11.2011.



9. Asumisterveysohje. 2003. Sosiaali- ja terveysministeriö, Helsinki. ISBN 952-00-1301-6.
10. Björkholtz, Dick 1997. Lämpö ja kosteus:rakennusfysiikka. Rakennustieto Oy, Helsinki. ISBN 978-951-682-432-4.
11. Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen kuntotutkimus. 1997. Ympäristöministeriö, Ympäristöopas 28, Helsinki: Rakennustieto Oy. ISBN 951-682-468-4.
12. Laurinen, Minna. 2011. 1980-luvun pientalojen rakenneratkaisut – niiden yleisimmät ongelmakohdat ja korjausehdotukset. Koulutus- ja kehittämispalvelu Aducate. Kuopio. ISBN 978-952-61-0351-8.
13. Rakennusalan tutkimuskeskus Oy. 1992. Rakennusvirheet pientaloissa. Jyväskylä:Gummerus Kirjapaino Oy. ISBN 952-9687-01-X.
14. Partanen, Pertti - Jääskeläinen, Esa - Nevalainen, Aino - Husman, Tuula - Hyvärinen, Anne -Korhonen, Leena - Meklin, Teija - Miller, Kai - Forss, Pertti - Saajo, Jari - Röning-Jokinen, Irmeli - Nousiainen, Matti - Tolvanen, Risto - Henttinen, Ilpo. 1995. Pientalojen kosteusvauriot – yleisyyden ja korjauskustannusten selvittäminen. Kuopion kansanterveyslaitos. ISBN 051-53-0167-X.
15. Pirinen, Juhani. 1999. Hyvän rakennustavan mukainen pientalojen kosteudenhallinta eri vuosikymmeninä. Lisensiaattitutkimus, Tampereen teknillinen korkeakoulu, Tampere.
16. Tulla, Kauko. 2008. T522606 Korjausrakentamisen jatkokurssi 3 op. Opintojakson oppimateriaali keväällä 2010. Oulu: Oulun seudun ammattikorkeakoulu. Tekniikan yksikkö.
17. Hekkanen, Martti. 1998. Pientalon kuntoarvio. Helsinki: Rakennustieto Oy. ISBN 951-682-493-5.
18. Kantola, Henri. 2011. Kosteusvaurioituneen rivitalokohteen energiakorjaus ja korjaamisen yleishallinta. Oulu: Oulun seudun ammattikorkeakoulu, Rakennustekniikka. Opinnäytetyö.

19. Vielma, Paavo; Pääaho, Kari. 2011. OAKK. Haastattelu. Oulu.
20. Kuntotutkimusraportti Luotolaisentie 12. 2011. Instaro Oy. Oulu.
21. Kilpeläinen, Mikko – Hekkanen, Martti – Seppälä, Pekka – Riippa, Tommi. 2006. Pientalon tekninen laatu – tähtiluokitus. Helsinki: Ympäristöministeriö. ISBN 952-11-2280-3.
22. Kosteus rakentamisessa. 1999. RakMK C2 opas. Ympäristöministeriö, ympäristöopas 51. Helsinki. ISBN 951-682-530-3.



