

# ADUCATE

REPORTS  
AND  
BOOKS

**JUSSI KARJALAINEN, TOMMI RIIPPA**

## *Jälleenrakennuskauden pientalon korjausopas*

ADUCATE REPORTS AND BOOKS 15/2010



UNIVERSITY OF  
EASTERN FINLAND

*Aducate – Centre for Training  
and Development*

**JUSSI KARJALAINEN  
TOMMI RIIPPA**

*Jälleenrakennuskauden  
pientalon korjausopas*

Aducate Reports and Books  
15/2010

Koulutus- ja kehittämispalvelu Aducate  
Itä-Suomen yliopisto  
Kuopio  
2010

Aihealue:  
Rakennusten terveellisyys

Kopijyvä Oy

Kuopio, 2010

Sarjan vastaava toimittaja: Johtaja Esko Paakkola

Toimituskunta: Esko Paakkola (johtaja, KT), Jyri Manninen (prof., KT),  
Lea Tuomainen (suunnittelija, proviisori), Tiina Juurela (suunnittelija, TL)  
ja Helmi Kokotti (suunnittelija, RI/FT)

Myynnin yhteystiedot:

Sari.Zitting-Rissanen@uef.fi

puh. 040 5357 986

Itä-Suomen yliopisto, Koulutus- ja kehittämisspalvelu Aducate

aducate-julkaisut@uef.fi

<http://www.aducate.fi>

ISSN 1798-9116

ISBN 978-952-61-0069-2 (painettu)

ISBN 978-952-61-0070-8 (.pdf)

## **ABSTRACT:**

Tässä korjausoppaassa tarkastellaan jälleenrakentamiskauden pientalojen terveyshaittojen aiheuttajaksi epäiltyjä mikrobivaurioita ja niiden korjaustapoja. Oppaassa käsitellään tyypillisimmät riskirakenteet ja korjausvaihtoehdot. Korjausoppaan aineistona on käytetty Hengitysliitto Heli ry:n korjausneuvontatoimintaan ohjautuneita kohteita vuosilta 1998 - 2010. Esitetyt korjaussuunnitelmat ovat esimerkinomaisia. Niitä ei voi suoraan käyttää työohjeena muissa kohteissa.

## **AVAINSANAT:**

kosteusvaurio, homevaurio, mikrobivaurio, riskirakenne, kuntotutkimus, terveyshaitta

## **ABSTRACT:**

This publication examines microbe damages causing health symptoms in one-family houses built in Finland in the 1940's and 1950's. The objective is to present typical risk-prone building solutions and proper way of solving them. The database consisted of the one-family houses investigated by the repairing advisors of the Pulmonary Association Heli during 1998-2010. Presented examples should be adapted before being used in different buildings.

## **KEYWORDS:**

moisture damage, mould problem, damage caused by microbes, risk-prone building solution, destructive testing, health effects



## *Esipuhe*

Sodan jälkeisen jälleenrakennuskauden pientaloilla (tai rintamamiestaloilla kuten kaikkia tuon aikakauden pientaloja yleisesti on ryhdytty kutsumaan) on erityisasema suomalaisessa rakentamisessa ja myös suomalaisten sielunmaisemassa. Rakennukset nähdään yleisesti suomalaisen korkean rakentamisen laadun ja terveellisen asumisen mallikappaleina. Tälle näkemykselle ei löydy kovinkaan paljon kannatusta rakennusten mikrobivaurioihin ja terveyshaittoihin perehtyneiden tutkijoiden parissa. Hengitysliitto Heli ry:n korjausneuvonnassa suunniteltujen korjausten ainoa lähtökohta on ollut asukkaiden kokemien terveyshaittojen poistaminen ja riskien vähentäminen sellaiselle tasolle, että herkistyneet asukkaat voivat asua korjatussa talossaan.

Tässä kirjassa on esitetty Hengitysliitto Helin korjausneuvonnan todellisissa kohteissa käyttämiä korjaustapoja, joilla on pystytty poistamaan tehokkaasti myös käytännössä mikrobivaurioiden aiheuttamia terveyshaittoja. Toivottavasti esimerkeistä on apua tällaisten ongelmien parissa ahertaville suunnittelijoille heidän etsiessään yhä parempia ratkaisuja mikrobivaurioiden korjaamiseen.

Tämä opas on syntynyt rakennusterveysasiantuntijakoulutuksen opinnäytetyöksi korjausneuvontatyön ohessa vuosien 2008-2010 aikana. Opintojen suorittamisen mahdollistamisesta haluamme kiittää työnantajaamme Hengitysliitto Heli ry:tä ja toimintaa rahoittavaa Raha-automaattiyhdistystä. Suurimmat kiitokset on annettava etenkin työn ohjaajalle tekniikan tohtori Juhani Piriselle Ympäristöministeriöön sekä Hengitysliitto Helin korjausneuvojille Tapio Rokkoselle ja Tapani Moilaselle kuin myös entisille korjausneuvojille Jukka-Pekka Kärjelle, Heikki Öhmanille ja Kari Vartolle. Koulutuksen väsymätön vetäjä Helmi Kokotti, koko rakennusterveysasiantuntijakoulutus 2008-2010 ja kanssaopiskelijat ansaitsevat myös kiitoksen.



# Sisällysluettelo

1	<i>Jälleenrakennuskauden pientalon vauriot kirjallisuudessa .....</i>	13
2	<i>Työn tavoite ja tarkoitus .....</i>	14
3	<i>Aineisto ja menetelmät.....</i>	15
4	<i>Tulokset.....</i>	15
<b>4.1</b>	<b>KELLARIN MAANVASTAISET SEINÄRAKENTEET</b>	<b>17</b>
4.1.1	<i>Yleistä kellarin seinien korjaustavoista .....</i>	17
4.1.2	<i>Lähtökohdat korjausvaihtoehtoon 1.....</i>	18
4.1.3	<i>Korjausvaihtoehto 1 .....</i>	20
4.1.4	<i>Mahdolliset jatkokorjaukset .....</i>	22
4.1.5	<i>Lähtökohdat korjausvaihtoehtoon 2.....</i>	22
4.1.6	<i>Korjausvaihtoehto 2 .....</i>	22
4.1.7	<i>Mahdolliset jatkokorjaukset .....</i>	24
4.1.8	<i>Lähtökohdat korjausvaihtoehtoon 3.....</i>	24
4.1.9	<i>Korjausvaihtoehto 3 .....</i>	24
4.1.10	<i>Mahdolliset jatkokorjaukset .....</i>	27
<b>4.2</b>	<b>MAANVARAINEN ALAPOHJA .....</b>	<b>27</b>
4.2.1	<i>Lähtökohdat korjaukseen .....</i>	28
4.2.2	<i>Valittu korjaustapa .....</i>	28
<b>4.3</b>	<b>ROSSIPOHJA ELI TUULETTUVA PUURAKENTEINEN ALAPOHJA .....</b>	<b>28</b>
4.3.1	<i>Lähtökohdat korjaukseen .....</i>	29
4.3.2	<i>Valittu korjaustapa .....</i>	29
4.3.3	<i>Mahdolliset jatkotoimet .....</i>	32
<b>4.4</b>	<b>MATALAPERUSTAINEN ROSSIPOHJA .....</b>	<b>32</b>
4.4.1	<i>Yleistä matalaperustusten korjaustavoista .....</i>	33
4.4.2	<i>Lähtökohdat korjaukseen .....</i>	33
4.4.3	<i>Valittu korjaustapa .....</i>	35
4.4.4	<i>Mahdolliset jatkotoimet .....</i>	38



<b>4.5 YLÄPOHJA.....</b>	<b>38</b>
4.5.1 <i>Yleistä yläpohjarakenteiden korjaustavoista .....</i>	39
4.5.1 <i>Lähtökohdat korjauksiin .....</i>	40
4.5.2 <i>Korjausvaihtoehto 1 .....</i>	40
4.5.3 <i>Korjausvaihtoehto 2 .....</i>	41
<b>4.6 ULKOSEINÄ .....</b>	<b>43</b>
4.6.1 <i>Yleistä ulkoseinärakenteiden korjaustavoista .....</i>	43
4.6.2 <i>Lähtökohta korjausvaihtoehtoon 1 .....</i>	44
4.6.3 <i>Korjausvaihtoehto 1 .....</i>	44
4.6.4 <i>Mahdolliset jatkotoimet .....</i>	45
4.6.5 <i>Lähtökohta korjausvaihtoehtoon 2 .....</i>	45
4.6.6 <i>Korjausvaihtoehto 2 .....</i>	45
4.6.1 <i>Mahdolliset jatkotoimet .....</i>	46
 5 <i>Johtopäätökset .....</i>	 46
 6 <i>Lähdeluettelo .....</i>	 49
 <i>Liitteet.....</i>	 51

## **Kuvaluettelo**

Kuva 1	Alkuperäinen maanvastainen ulkoseinä- ja alapohjarakenne
Kuva 2	Vaihtoehdon 1 mukaan korjattu maanvastainen ulkoseinä- ja alapohjarakenne
Kuva 3	Vaihtoehdon 2 mukaan korjattu maanvastainen ulkoseinä- ja alapohjarakenne
Kuva 4	Vaihtoehdon 3 mukaan korjattu maanvastainen ulkoseinä- ja alapohjarakenne
Kuva 5	Korjattu rossipohjarakenne
Kuva 6	Alkuperäinen matalaperustainen rossipohjarakenne
Kuva 7	Korjattu maanvarainen alapohjarakenne
Kuva 8	Alkuperäinen yläpohja- ja ulkoseinärakenne
Kuva 9	Vaihtoehdon 1 mukaan korjatut yläpohja- ja ulkoseinärakenteet
Kuva 10	Vaihtoehdon 2 mukaan korjatut yläpohja- ja ulkoseinärakenteet

## **Keskeiset lyhenteet ja symbolit**

### **Kapillaarinen nousukorkeus, kapillaarisuus**

Se 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. (RIL 121, 2004)

### **Kastepiste**

Kastepistelämpötila (kastepiste) on lämpötila, johon ilman pitää jäähtyä, jotta vesihöyryn kyllästystila saavutettaisiin. (Asumisterveysopas, 2005)

### **Kosteusvaurio**

Rakenneosassa oleva ylimääräinen kosteus, jota kyseinen materiaali ei kestä vaurioitumatta tai ilman mikrobivauriota. Myös rakenneosan ylimääräinen kosteus, jota ei voi selittää ympäröivien rakenteiden tai ilmatilan kosteudella. (Pirinen, 2006)

### **Kuntoarvio**

Rakennustekninen tarkastus, jossa selvitetään kiinteistön tai sen osan kunto aistinvaraisin, kokemusperäisin ja pintoja rikkomattomin menetelmin. (Asumisterveysopas, 2005)

### **Kuntotutkimus**

Rakennustekninen tutkimus, jossa selvitetään rakenteiden, rakennusosien ja kone-tekniisten järjestelmien kunto käyttämällä mittauksia, rakenteiden avaamista ja laboratoriotutkimuksia. Kuntotutkimus on luonteeltaan tarkempi kuin kuntoarvio. (Asumisterveysopas, 2005)

## **Mikrobi**

Tässä yhteydessä mikrobeilla tarkoitetaan mikroskooppisia pieneliöitä, kuten home-, laho- ja hiivasieniä, bakteereja sekä ameboja ja muita alkueläimiä. (Asumisterveysopas, 2005)

## **Mikrobikasvusto**

Tässä yhteydessä rakennuksen sisäpinnoilla, pintojen alla tai rakenteiden sisällä kasvava sieni- ja bakteerikasvusto, joka on silmin nähtävää tai mikrobiologisten analyysien avulla varmennettu. (Asumisterveysopas, 2005)

## **Mikrobivaurio**

Rakennusmateriaaliin syntynyt pieneliökanta, joka vahingoittaa materiaalia ja/tai aiheuttaa rakennuksessa oleskeleville ihmisille terveyteen liittyviä oireita tai hajuhaittaa. (Pirinen, 2006)

## **Märkätila**

Huonetilaa, jonka lattiapinta joutuu tilan käyttötarkoituksen takia vedelle alttiiksi ja jonka seinäpinnoille voi roiskua tai tiivistyä vettä. (RakMK osa D2, 1998)

## **Rakennusmateriaalinäyte, materiaalinäyte**

Rakennusmateriaalin pinnalta tai rakenteen sisältä otettu näytepala. (Asumisterveysohje, 2003)

## **Riskiarvio**

Riskiarviolla selvitetään todennäköiset rakenteiden vaurioitumisriskit ja vaurioiden syyt. Riskiarvion perusteella valitaan ne rakenteet, joiden kuntotutkimuksiin on kiinnitettävä erityistä huomiota. Riskiarvion perusteella muodostetaan käsitys tarvittavan kuntotutkimuksen laajuudesta. (Ympäristöopas 28, 1997)

### **Suhteellinen kosteus**

Suhteellinen kosteus (% RH) on ilman todellisen vesihöyrynpaineen ja ilman lämpötilan mukaisen kyllästyshöyrynpaineen välinen suhde tavallisesti prosentteina ilmaistuna. (Asumisterveysopas, 2005)

### **Terveyshaitta**

Esimerkiksi asuinympäristössä olevasta tekijästä tai olosuhteesta aiheutuva sairaus tai terveyden häiriö. Myös altistuminen terveydelle haitalliselle aineelle tai olosuhteelle siten, että sairauden tai oireiden ilmeneminen on mahdollista. (Asumisterveysohje, 2003)



# 1 Jälleenrakennuskauden pientalon vauriot kirjallisuudessa

Jälleenrakennuskauden pientalojen rakenteiden on yleensä katsottu olevan suhteellisen hyvin toimivia. Ongelmien on katsottu liittyvän yleensä peruskorjauksiin (Ympäristöopas 28, 1997). Tällaisia ongelmia on aiheuttanut esimerkiksi kellaritilojen ja ullakoiden ottaminen asuinkäyttöön. Laajennusten ja lisälämmöneristämisen yhteydessä rakenteita on muutettu huonommin toimiviksi tai toimimattomiksi. Toisaalta samanlaisia ongelmarakenteita on toteutettu myös alkuperäisen rakentamisen yhteydessä, jos ullakkotilat on otettu käyttöön tai kellaritiloista on tehty lämpimiä tai puolilämpimiä alun perinkin.

Kansanterveyslaitoksen vuonna 1995 julkaiseman tutkimuksen mukaan ennen 1960-lukua rakennetuissa pientaloissa yleisimpiä kosteusvaurion aiheuttajia olivat kellarin perusmuurin vuotaminen ja yleensä vesikatteen vuodoista aiheutuneet yläpohjavauriot. Myös putki- ja laitevauriot olivat yleisiä (Partanen et al., 1995). VTT on tutkinut puurakenteiden toimivuutta, jolloin yläpohjan vuotojen ja tuuletuspuutteiden aiheuttamat vauriot nousevat eniten esille. Tuulettuvan puurakenteisen kantavan alapohja, eli rossipohjan, ongelmien syynä katsotaan yleensä olevan tuuletuksen puutteellisuus ja maaperästä nouseva kosteus, mutta ongelmien yleisyys on tunnustettu; *”hyvin monessa (rossipohjaisessa) alapohjassa on jonkun asteisia home- ja lahovaurioita”*. Puuseinät ovat yleensä säilyneet hyvinä, jollei vesikatto ole vaurioitunut tai sadevedet päässeet seinän sisälle (Kääriäinen et al., 1998). Vastikään erään suuren insinööri-toimiston omista kuntotarkastuskohteistaan tekemän selvityksen mukaan rossipohjissa havaittiin vaurioita/puutteita yli 70 %:ssa ja tyypillisin vauriotyyppi oli kosteusvaurio ja homekasvu rakenteessa. Myös vesikaton suuntaisten yläpohjissa havaittiin puutteita tai vaurioita 60 %:ssa. Tutkittujen rakennusten rakennusaikaa ei ole ilmoitettu (Kaijomaa, 2010).

Puurakenteiden, silloin kun niissä on käytetty vain puupohjaisia materiaaleja, väitetään olevan hyviä ja riskittömiä. Puupohjaisten materiaalien kosteuskapasiteetin kat-

sotaan riittävän rakenteen toimivuuden takeeksi. Esimerkiksi vaatimus rakenteen sisäpinnan vesihöyrynvastuksen vähintään 4...5-kertaisuudesta ulkopintaan verrattuna ei katsota koskevan ollenkaan perinteisiä materiaaleja. *“... perinteiset hengittävät materiaalit selviävät huoneilman kosteuden sitomisesta vaikkei sisäpintaa niin tiivistettäisi­kään.”* (Kaila, 1997). Toisaalta käytettäessä liian tiivistä tuulensuojamateriaalia, kuten kattohuopaa tai alumiinipintaista paperia, on todennäköistä, että purueristys ja vino­laudoitus on lahonnut täysin. Tällaista voi epäillä mm. sellaisessa tapauksessa, että rakennuksessa esiintyy homeen hajua. Ulkoseinän tarkastaminen ei onnistu ilman rakenteen avaamista (Hekkanen, 1998).

Osittain tämän kirjan kanssa samasta aineistosta tehdyn väitöskirjatutkimuksen mukaan ennen 1960-lukua rakennetuissa pientaloissa yleisimmin mikrobivaurio löytyi kellarinseinistä (44% kohteista). Lähes yhtä yleisiä mikrobivauriot olivat alapohjissa, joista lähes kaikki rossipohjia (39%), Lisäksi vaurioita löytyi yläpohjista, pesuhuoneista ja ulkoseinistä. Myös vuotojen ja kondessikosteuden aiheuttamia vaurioita löytyi. Vaurioituneita oli 80% tutkituista taloista (Pirinen, 2006).

## 2 Työn tavoite ja tarkoitus

Tämä opaskirja on tarkoitettu jälleenrakennuskauden pientalon korjaussuunnittelun avuksi. Pääkohderyhmänä ovat korjaussuunnittelijat ja -rakentajat. Tavoitteena on ollut tarkastella jälleenrakennuskauden pientaloissa tyypillisesti esiintyviä terveys­haittaa aiheuttavia mikrobivaurioita ja niiden syitä. Lisäksi on tarkoitus valottaa käytännössä toimiviksi havaittuja kuntotutkimusmenetelmiä ja tarvittavien kuntotutki­musten laajuutta. Tärkein tavoite on kuitenkin esitellä erilaisten pahoja terveyshaitto­ja aiheuttaneiden mikrobivaurioiden korjaamisessa käytettyjä korjaustapoja, joita käyttäen oireilevat asukkaat ovat voineet jatkaa elämäänsä ilman oireilua.

### *3 Aineisto ja menetelmät*

Aineistona on ollut Hengityслиitto Heli ry:n korjausneuvonnan tutkimus- ja korjauskohteet sekä puhelinneuvonnassa esille tulleet tapaukset. Niiden perusteella on valittu esitetyt tyypillisimmät virheet ja vauriot rakennusosittain. Tutkimus- ja korjauskohteissa on selvitetty tyypilliset vaurioiden syntymekanismit ja minkälaisia menetelmiä tarvitaan vaurioiden paikallistamiseksi. Tämän kirjan esimerkkikorjaukset on esitetty todellisiin vauriokohteisiin tehtyjen suunnitelmien pohjalta.

Korjausneuvonnan tutkimuskohteet valitaan asukkaiden oireilun perusteella. Kohteissa tehdään rakenteiden riskiarviointi ennen tarkempia kuntotutkimuksia. Uudemmissa kohteissa riskiarviointi voidaan tehdä suunnitteluasiakirjoihin perustuen, mutta vanhemmissa rakennuksissa joudutaan käytännössä samalla selvittämään rakenneratkaisut rakenteisiin tehtävien tutkimusaukkojen kautta.

Asukkaiden oireillessa vakavasti, on syynä useimmiten rakenteiden sisällä olevat mikrobivauriot. Hengityслиiton korjausneuvojen kokemusten mukaan paras ja varmin keino mikrobivaurioiden selvittämiseksi on tarpeeksi kattavasti tehdyt rakenteiden kuntotutkimukset ja rakenteista otetut materiaalinäytteet. Normaalisti pientalon rakenteista otetaan vähintään kymmenkunta materiaalinäytettä ja tarvittaessa tarkempiin jatkotutkimuksiin liittyen lisää.

Lähdtekirjallisuutena ja taustatietona on käytetty vanhojen ohjeiden lisäksi myös tutkittavan aikakauden rakennusten korjaukseen liittyviä uudempia ohjeita ja oppaita.

### *4 Tulokset*

Seuraavaan on koottu Hengityслиitto Heli ry:n korjausneuvojen kokemusten mukaan yleisimmät ja eniten terveyshaittoja aiheuttavat vauriotyyppit ja laadittu esimerkinomaisia korjaustapaselostuksia niiden poistamiseksi.



Vanhojen rakennusten korjaussuunnittelu poikkeaa hyvinkin paljon uudisrakennusten suunnittelusta. Korjaussuunnittelijan on tiedettävä ja tunnettava hyvin niin korjauskohteen rakennusaikana käytetyt rakentamistavat, kuin myös uudemmat rakentamistavat, jotta voisi onnistuneesti suunnitella toimivan kombinaation vanhasta ja uudesta. Vanhaa rakennusta laajennettaessa suunnittelijan tulisi myös muistaa ottaa mikrobit huomioon. Uuden liittyessä vanhaan useimmiten vanha ulkoseinä jää väli-seinäksi. Ulkoseinän ulommissa osissa mikrobikasvu on jopa luonnollista, eikä sille ole määritelty raja-arvoja, mutta tällaisen rakenteen jäädessä sisätiloihin voi mikrobikasvusta aiheutua terveyshaittaa. Niinpä laajennettaessa tällaiset rakenteet tulee puhdistaa kaikesta mikrobivaurioituneesta materiaalista.

Ajan kuluessa myös rakennustarvikkeiden ominaisuudet ovat muuttuneet. Suunnittelijan tulee muistaa mm. että rakenteiden kestävyys saattaa vaarantua, jos korjaukset suunnitellaan samoilla dimensioilla kuin aikaisemmin. Nykyinen puutavara ei kestävyydeltään vastaa 50-luvun puuta! Maanvastaisten ulkovaipparakenteiden ja perustusten lisäeristäminen on yleensä järkevää mittavien korjausten yhteydessä, mutta ilman samalla tehtävää routasuojauksen parantamista, saattaa korjattu rakennus kärsiä routavaurioita. Korjauksen kokonaisuuden hallinta vaativaa ja siihen tulee panostaa. Vanhojen rakennusten mikrobivaurioiden menestyksellinen korjaaminen vaatii aina toimivaa yhteistyötä kaikkien osapuolten välillä.

Korjattujen rakenteiden pitkäaikaiskestävyydestä on hyvin vähän tutkittua ja julkaistua tietoa. Niinpä korjausten suunnittelussa joudutaan vieläkin etsimään toimivia ratkaisuja käytännön kokeilujen ja niistä saatujen kokemusten, eli yritysten ja erehdysten kautta. Toki esim. kosteusteknisillä laskelmilla voidaan - ja myös pitää - mallintaa rakenteiden toimintaa rakennesuunnitelmia tehdessä, mutta vanhoja rakennuksia korjattaessa rakenteista ei yleensä pystytä kuitenkaan tekemään täysin riskittömiä. Myös suunnitelman tilaajien ja talon käyttäjien tulee sisäistää tämä asia ja korjaussuunnittelijan yhtenä tehtävänä on selittää asia tarpeeksi ymmärrettävänä rakentamista tuntemattomalle maallikolle.

## 4.1 KELLARIN MAANVASTAISET SEINÄRAKENTEET

Jälleenrakennuskauden pientaloissa kellarikerroksen rakentaminen oli yleistä. Kellari voi olla osittainen tai koko rakennuksen alla. Perusrakenteena on yleensä eristämätön betoniseinä. Sisäpuolelta lämmöneristetyssä seinässä voi olla eristeenä jo valuvaiheessa muotin sisään asennettu sementtilastulevy (Toja-levy). Kellaritiloja myöhemmin lisäeristettäessä yleisimmin käytetty tapa on ollut rakentaa kellarin sisäpuolelle betoniseinää vasten mineraalivillaeristeinen puukoolattu seinä.

Maaperässä olevaa kosteutta vasten kellarirakenteita on suojattu melko huonosti. Perustukset on tehty ilman kapillaarikatkoa suoraan kostean ja usein kapillaarisen maaperän päälle. Salaojia tai perusmuurien ulkopuolista vedeneristystä ei välttämättä ole ollenkaan. Yleisimmin käytetty vedeneristys on betoniseinän sisäpuolinen bitumisively. Rakennusten vierustojen täyttökerrokset voivat olla ominaisuuksiltaan voimakkaasti kapillaarisia. Pinta- ja sadevesien aiheuttama ylimääräinen kosteusrasitus kellarikerrokselle on usein runsasta.

Kosteusvaurioita kellarin seinissä aiheuttavat yleensä maaperästä suoraan rakenteeseen siirtyvä kosteus ja sisäilman kosteuden tiivistyminen rakenteen kylmiin osiin. Kosteusvaurioiden takia betoniseiniä sisäpinnoilla ja sisäpuolisissa eristeissä esiintyy yleisesti terveyshaittaa aiheuttavia mikrobivaurioita. Kellaritilojen heikko ilmanvaihto pahentaa ongelmia ja lisää niiden todennäköisyyttä. Kellarin maanvastaisten seinien sisäpuolella olevat mikrobivauriot pääsevät vaikuttamaan helposti suoraan sisäilman laatuun ja aiheuttavat yleensä myös suurimmat terveyshaitat.

### *4.1.1 Yleistä kellarin seinien korjaustavoista*

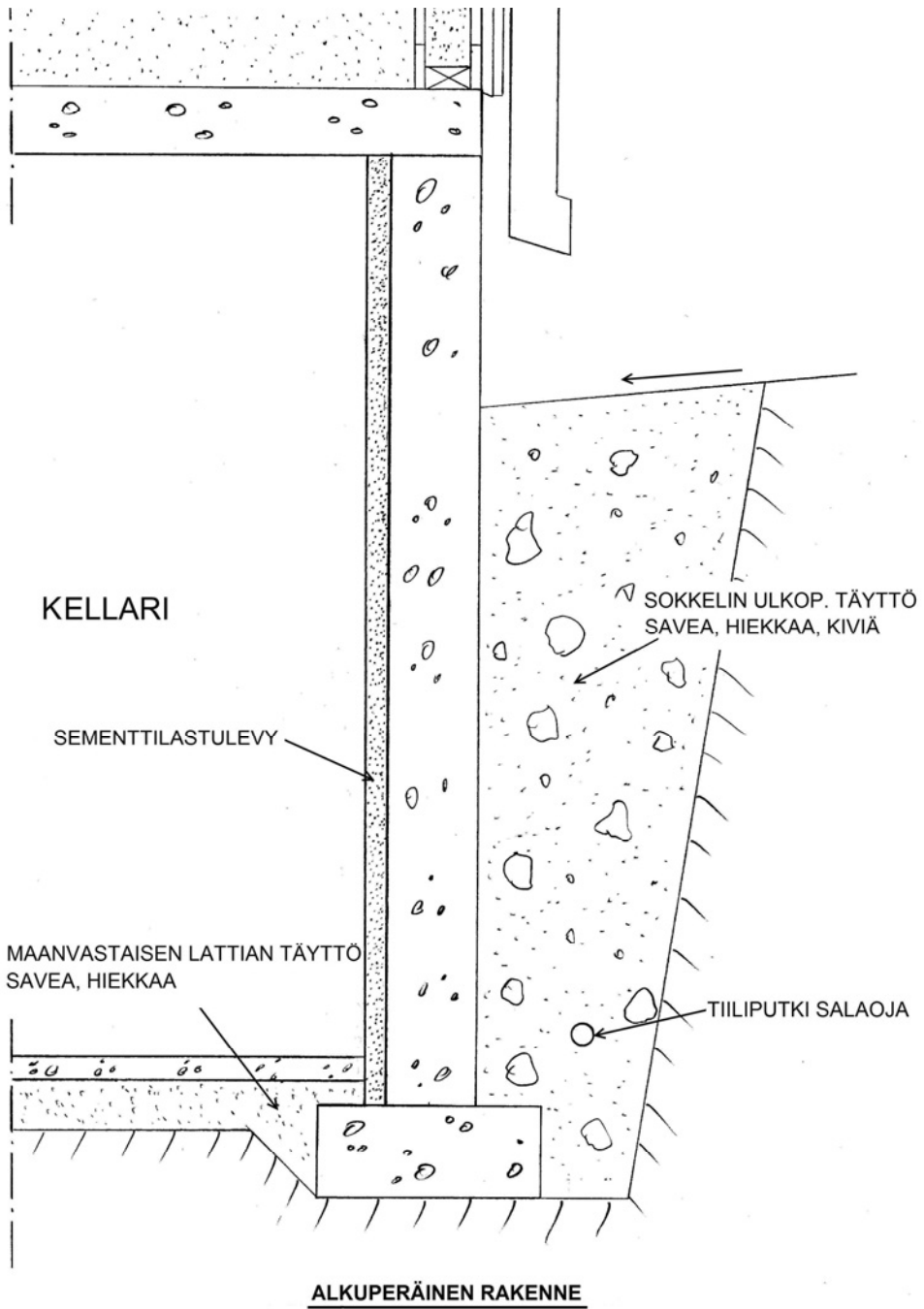
Kellarin seinien kosteus- ja mikrobivaurioiden korjaamiseksi tulee yleensä aina poistaa seinän ulkopuolelta tuleva kosteusrasitus mahdollisimman täydellisesti. Perustusten alapuolelta kapillaarisesti nousevan kosteuden poistaminen kokonaan on käytännössä mahdotonta, mutta kivrakenteista voidaan pieni kosteusmäärä yleensä poistaa hallitusti ilman terveyshaittoja aiheuttavia mikrobiongelmiä. Sisätilojen kos-

teuden aiheuttamien kosteusvaurioiden välttämiseksi seinien betonirakenteiden lämpötilan nostaminen ulkopuolisella lisälämmöneristeellä sekä kellaritilojen toimivan ilmanvaihdon varmistaminen ovat tarpeen.

#### ***4.1.2 Lähtökohdat korjausvaihtoehtoon 1***

Korjattavan rakennuksen kellarin seinissä on sisäpuolisena eristeenä Toja-levy, jossa on havaittu vahvasti vaurioon viittaavia mikrobivaurioita. Seinien ulkopuoliset vedeneristeet ja salaojat eivät toimi tai niitä ei ole. Sadevesijärjestelmä on puutteellinen. Kellarin lattiarakenteeseen nousee maasta kapillaarisesti kosteutta (ks. kohta Maanvarainen alapohja).

Asuinkerrosten puuseiniä ei tarvitse korjata (tai sitä ei vielä tässä vaiheessa tehdä). Ulkoseinärakenteen julkisivuverhouksen takana on toimiva tuuletusrako ja koko seinärakenne on muutenkin todettu toimivaksi.



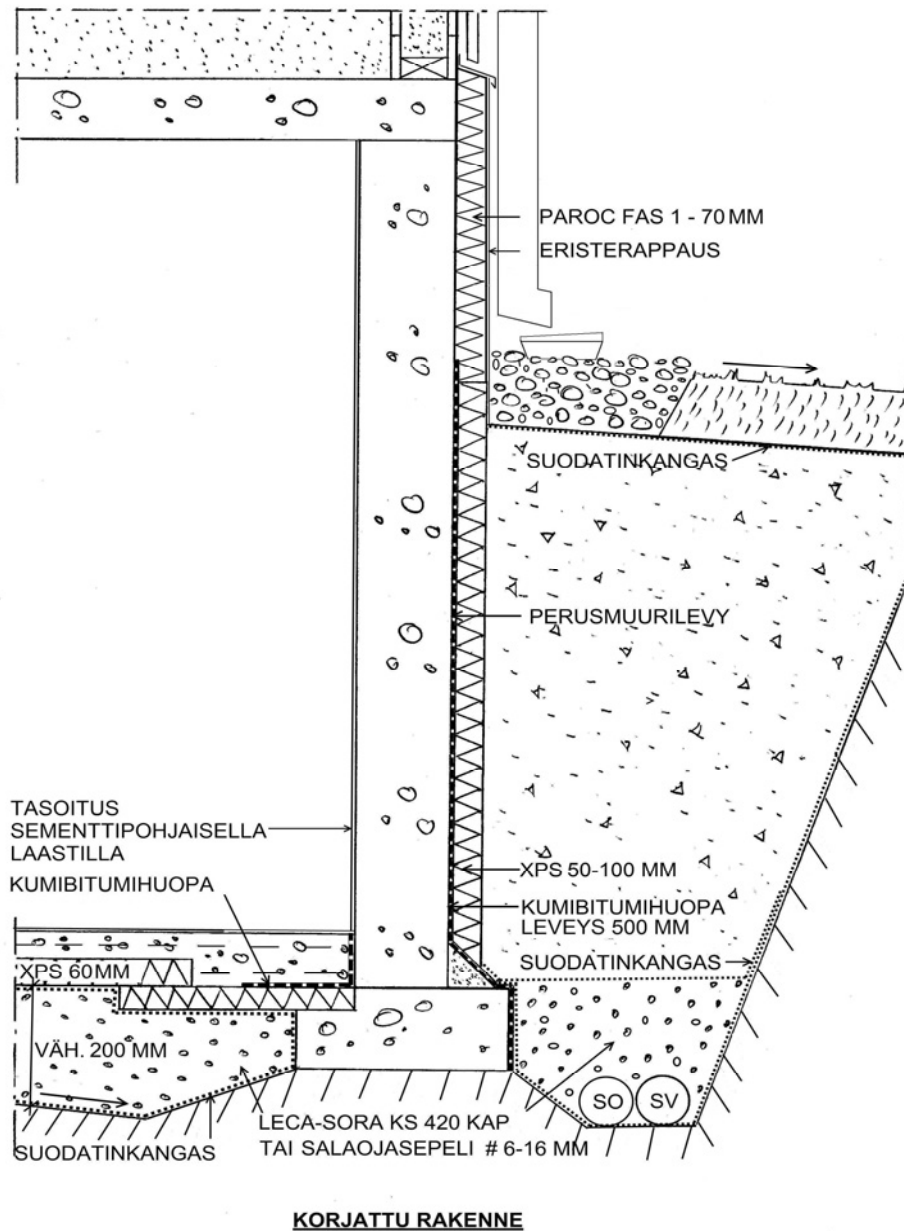
Kuva 1. Alkuperäinen maanvastainen ulkoseinä- ja alapohjarakenne

### **4.1.3 Korjausvaihtoehto 1**

Rakennuksen vierukset kaivetaan auki niin syvältä, että saadaan salaojat asennettua ylimmältäkin kohdalta kokonaan anturan perustustason alapuolelle. Rakennuksen nurkkiin asennetaan salaojakaivot. Perusmaata vasten asennetaan suodatinkangas. Perusmuuri puhdistetaan ja tasoitetaan perusmuurilevyn alustaksi sopivaksi. Anturan ja perusmuurin välinen pykälä viistetään laastilla ja perusmuurin alaosaa, em. viisteeseen ja anturan pintaan asennetaan kumibitumikaista. Maanpinnan alapuoliosille asennetaan perusmuurilevytys ja XPS-eristys. Lisälämmöneristeen ehdoton minimi paksuus on 50 mm, suositeltavampaa käyttää ainakin maanpinnan alapuolella min. 100 mm:n eristettä. Maanpinnan yläpuolinen osa kellarin seinästä eristerapataan. Rappauksen alustaksi sopiva mineraalivillaeriste kiinnitetään mekaanisesti ja pinnalle kiinnitetään rappausverkko. Rappaus tehdään valmistajan kirjallisen ohjeen mukaisesti (esim. Paroc). Eristerappauksen yläreuna suojataan pellityksellä. Pellityksen ja julkisivuverhoilun liittymädetaljit suunnitellaan tapauskohtaisesti ja toteutetaan erittäin huolellisesti.

Kaivantoon asennetaan sadevesijärjestelmän putkisto. Kaivanto täytetään 6-16 mm:n sepelillä. Tarvittaessa kaivuutyöt voidaan tehdä pienemmissä pätkissä. Maanpinta muotoillaan viettämään pois päin rakennuksesta kaltevuudella 1:20 vähintään 3 metrin matkalla joka puolella rakennusta. Rakennuksen vierustat räystäiden leveydeltä kivetään.

Kellarin seinien sisäpuolelta poistetaan mikrobivaurioituneet sementtilastulevyt ottaen huomioon homepurkutöissä suojautumisesta annetut ohjeet (RATU-kortti 82-0239, Kosteus- ja mikrobivaurioituneiden rakenteiden purku). Betoniseinän pinta puhdistetaan mekaanisesti esim. hiomalla tai hiekkapuhaltamalla. Tarvittaessa pinta voidaan desinfioida esim. voimakkaasti hapettavalla desinfiointiaineella valmistajan kirjallisten turvallisuus- ja käyttöohjeiden mukaan. Betoniseinän sisäpinta tasoitetaan esim. kosteutta kestäväällä sementtipohjaisella ja läpivärjättyllä laastilla. Värjäämätöntä laastia käytettäessä pinta maalataan vesihöyryä hyvin läpäisevällä, esim. silikaattimaalilla. Kellaritilojen lämmityksestä ja ilmanvaihdosta varmistutaan.



Kuva 2. Vaihtoehdon 1 mukaan korjattu maanvastainen ulkoseinä- ja alapohjarakenne

#### ***4.1.4 Mahdolliset jatkokorjaukset***

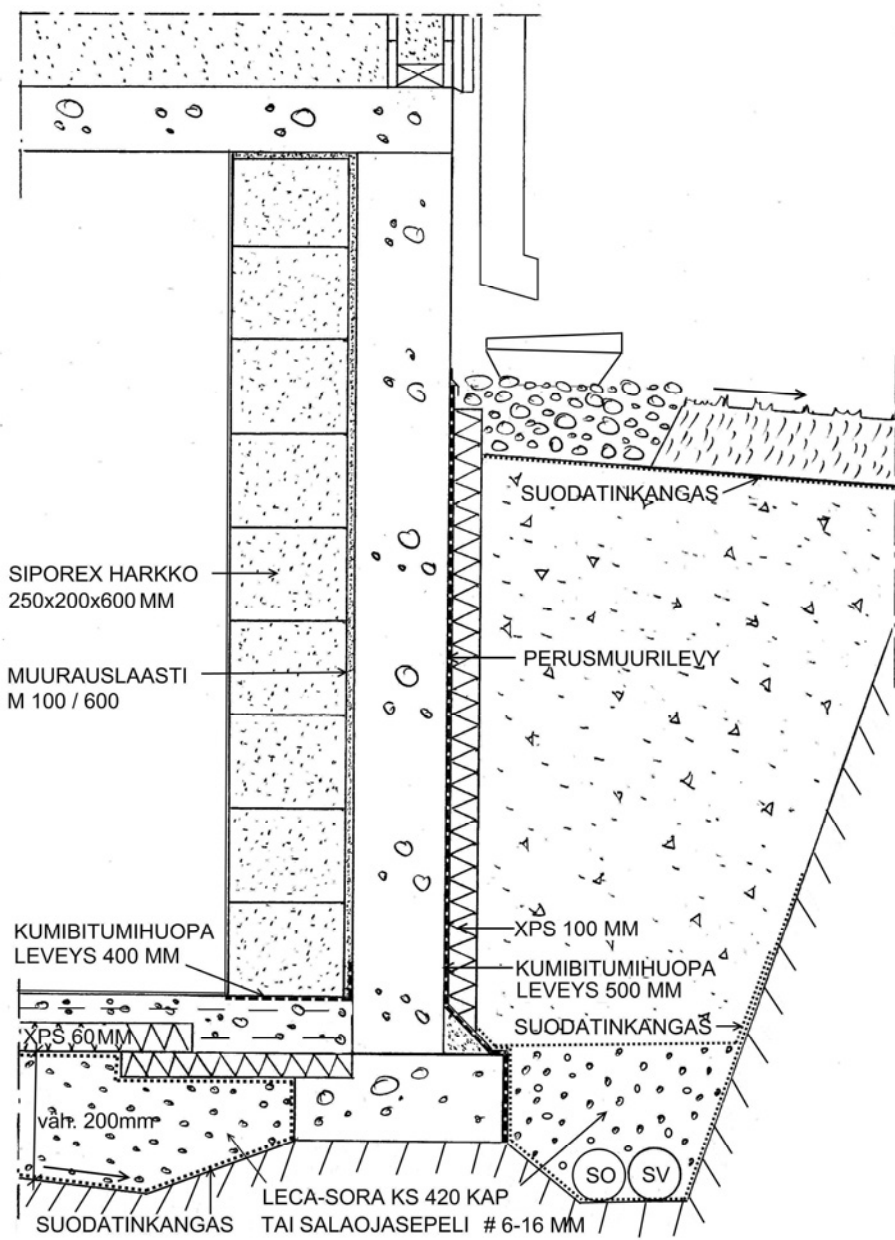
Rakennuksen ylempien kerrosten puurakenteisten ulkoseinien myöhempi korjaaminen ja lisäeristäminen ulkopuolelta on suositeltavaa niin teknisistä kuin ulkonäöllisistäkin syistä.

#### ***4.1.5 Lähtökohdat korjausvaihtoehtoon 2***

Kellarin seinien ulkopuolinen lisälämmöneristäminen ei tule kyseeseen ulkonäöllisistä syistä. Rakennus voi olla esim. julkisivultaan suojeltu.

#### ***4.1.6 Korjausvaihtoehto 2***

Rakennuksen vierukset kaivetaan auki niin syvältä, että saadaan salaojat asennettua ylimmältäkin kohdalta kokonaan anturoiden perustustason alapuolelle. Rakennuksen nurkkiin asennetaan salaojakaivot. Perusmaata vasten asennetaan suodatinkangas. Perusmuuri puhdistetaan ja tasoitetaan perusmuurilevyn alustaksi sopivaksi. Anturan ja perusmuurin välinen pykälä viistetään laastilla ja perusmuurin alaosa, em. viisteeseen ja anturan pintaan asennetaan kumibitumikaista. Maanpinnan alapuolisille osille asennetaan perusmuurilevytys ja min. 100 mm:n XPS-eristys. Kaivantoon asennetaan sadevesijärjestelmän putkisto. Kaivanto täytetään 6-16 mm:n sepelillä. Tarvittaessa kaivuutyöt voidaan tehdä pienemmissä pätkissä. Maanpinta muotoillaan viettämään pois päin rakennuksesta kaltevuudella 1:20 vähintään 3 metrin matkalla joka puolella rakennusta. Rakennuksen vierustat räystääiden leveydeltä kiveetään.



### **KORJATTU RAKENNE**

Kuva 3. Vaihtoehdon 2 mukaan korjattu maanvastainen ulkoseinä- ja alapohjarakenne



Kellarin seinien sisäpuolelta poistetaan mikrobivaurioituneet sementtilastulevyt ottaen huomioon homepurkutöissä suojautumisesta annetut ohjeet (RATU-kortti 82-0239). Betoniseinän pinta puhdistetaan mekaanisesti esim. hiomalla tai hiekkapuhaltamalla. Tarvittaessa pinta käsitellään homeestoaineella ja tasoitetaan. Lattian mahdollisten korjausten jälkeen ulkoseinien sisäpintaan muurataan (tai liimataan ohutsaumalaastilla) 150...250 mm:ä paksu kevytbetoniharkkomuuri. Tärkeätä on, että harkon ja betoniseinän väliin ei jää pienintäkään rakoa. Harkkomuurin sisäpinta tasoitetaan ja maalataan vesihöyryä hyvin läpäisevällä maalilla, kuten kiviseinään tarkoitettulla ulkomaalilla. Kellaritilojen lämmityksestä ja ilmanvaihdosta varmistutaan.

#### ***4.1.7 Mahdolliset jatkokorjaukset***

Mikäli rakennuksen ylempien kerrosten puurakenteisia ulkoseiniä korjataan ja eristetään myöhemmin ulkopuolelta, kellarin seinien lämmöneristäminen ulkopuolelta myös maanpäällisiltä osiltaan on erittäin suositeltavaa.

#### ***4.1.8 Lähtökohdat korjausvaihtoehtoon 3***

Mikäli kellarikerroksessa on pesutiloja maanvastaisia seiniä vasten, on seinän rakentaminen haasteellista. Rakenteen tulee olla tarpeeksi tiivis sekä sisältä että ulkopuolelta tulevaa kosteusrasitusta vastustaakseen. Korjauskohteessa perustusten alta useinkin kapillaarisesti nousevan kosteuden poistaminen hankaloituu molemminpuolisten vedeneristysten takia.

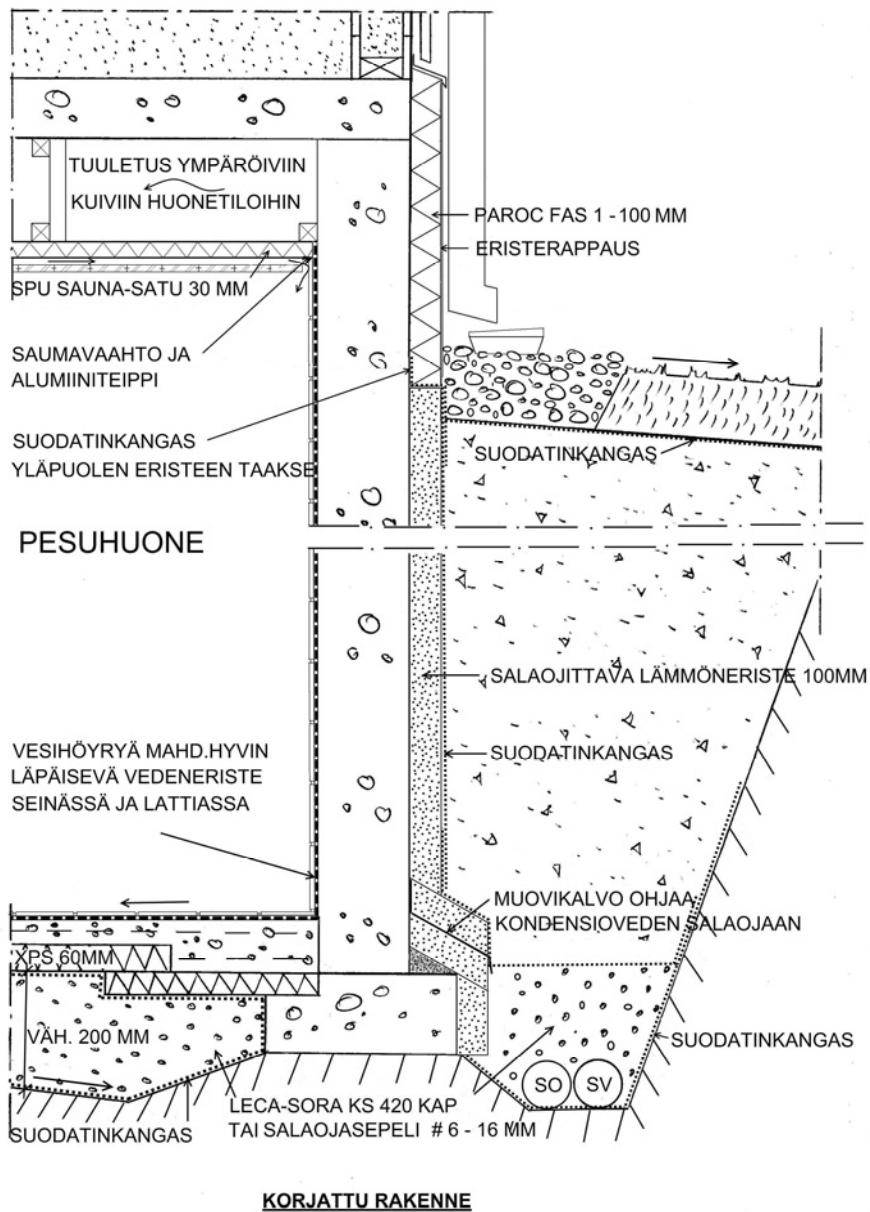
#### ***4.1.9 Korjausvaihtoehto 3***

Rakennuksen vierukset kaivetaan auki niin syvältä, että saadaan salaojat asennettua ylimmältäkin kohdalta kokonaan perustustason alapuolelle. Rakennuksen nurkkiin asennetaan salaojakaivot. Perusmaata vasten asennetaan suodatinkangas. Perusmuuri puhdistetaan ja tasoitetaan salaojittavan lämmöneristeen alustaksi sopivaksi. An-

turan ja perusmuurin välinen pykälä viistetään laastilla. Maanpinnan alapuolisille osille perusmuuria asennetaan 100 mm paksu salaojittava lämmöneriste. Perusmuurin alaosassa eristekerroksen läpi valuva vesi ohjataan muovikalvolla salaojiin. Lämmöneristeen ulkopinnalle asennetaan suodatinkangas. Kaivantoon asennetaan myös sadevesijärjestelmän putkisto. Kaivanto täytetään 6-16 mm:n sepelillä. Tarvittaessa kaivuutyöt voidaan tehdä pienemmissä pätkissä. Maanpinta muotoillaan viettämään pois päin rakennuksesta kaltevuudella 1:20 vähintään 3 metrin matkalla joka puolella rakennusta. Rakennuksen vierustat räystäiden leveydeltä kivetään.

Maanpinnan yläpuolinen osa kellarin seinästä eristerapataan. Rappauksen alustaksi sopiva mineraalivillaeriste kiinnitetään mekaanisesti ja pinnalle kiinnitetään rappausverkko. Rappaus tehdään valmistajan kirjallisen ohjeen mukaisesti (esim. Paroc). Eristerappauksen yläreuna suojataan pellityksellä. Pellityksen ja julkisivuverhoilun liittymädetaljit suunnitellaan tapauskohtaisesti ja toteutetaan erittäin huolellisesti.

Kellarin seinien sisäpuolelta poistetaan betoniseinien sisäpuoliset rakenteet. Betoniseinän pinta puhdistetaan mekaanisesti esim. hiomalla tai hiekkapuhaltamalla. Tarvittaessa pinta voidaan desinfioida esim. voimakkaasti hapettavalla desinfiointiaineella valmistajan kirjallisten turvallisuus- ja käyttöohjeiden mukaan. Tarvittaessa pinta tasoitetaan. Lattian mahdollisten korjausten jälkeen ulkoseinien sisäpintaan laatoitettavalle osalle levitetään mahdollisimman hyvin vesihöyryä läpäisevä vedeneriste valmistajan ohjeen mukaisesti. Laattojen kiinnitys- ja saumaustaasteina käytetään vedeneristeen kanssa samaan tuoteperheeseen kuuluvia tai muuten yhteisesti sertifioituja tuotteita. Pesutilojen kattoihin tehdään alaslaskut, joiden yläpuoliset tilat tuuletetaan ympäröiviin kuiviin huonetiloihin. Alaslaskut tehdään puu- tai metallirankurunkoon kiinnitetyistä 30...50 mm paksuista alumiinipintaisista polyuretaanilevyistä, jotka kiinnitetään mekaanisesti ruuvaamalla runkoon. PU-levyjen saumat vaahdotetaan ja tiivistetään purseiden poiston jälkeen alumiiniteipillä. Levytyksen päälle kiinnitetään rimoitus ja panelointi. Kellaritilojen lämmityksestä ja ilmanvaihdosta varmistutaan.



Kuva 4. Vaihtoehdon 3 mukaan korjattu maanvastainen ulkoseinä- ja alapohjarakenne

#### *4.1.10 Mahdolliset jatkokorjaukset*

Rakennuksen ylempien kerrosten puurakenteisten ulkoseinien myöhempi korjaaminen ja lisäeristäminen ulkopuolelta on suositeltavaa niin teknisistä kuin ulkonäöllisistäkin syistä.

## **4.2 MAANVARAINEN ALAPOHJA**

Maanvaraista alapohjaratkaisua on jälleenrakennuskauden pientaloissa lähinnä kellarikerroksen alapohjana. Yleensä betonilaatta on valettu suoraan perusmaan tai ohuen hiekkapatjan päälle ilman kapillaarisen nousun katkaisevaa rakennekerrosta tai erillisen lämmöneristekerroksen käyttöä. Niinpä lattialaatan kastuminen maasta nousevan kosteuden takia on yleinen ongelma.

Betonilaatta on usein alun perin jätetty pinnoittamatta, jolloin kosteus on voinut päästä haihtumaan tarpeeksi nopeasti ja vaurioita aiheuttamatta sisäilmaan. Lähes poikkeuksetta tosin suoraan maanvaraisia betonirakenteita vasten olevat puiset rakennusosat, kuten hyllyjen jalat tai ovien kynnykset, ovat vaurioituneet. Kellaritilojen laatusoaa nostettaessa lattiapinta on voitu pinnoittaa maalaamalla tai asentamalla pinnalle muovi- tai korkkimatto. Maalatuissa betonilattioissa maalin pysyvyys on huonoa ja tiiviiden mattojen alla kosteus nousee helposti mikrobikasvun ja ylimääräisten materiaalipäästöjen mahdollistamalle tasolle.

Mikäli rakennuspohja on kuiva ja kosteuden nouseminen lattialaattaan on vähäistä, voidaan korjaustavaksi harkita kosteutta hyvin kestäviä ja vesihöyryä hyvin läpäiseviä lattian pintamateriaaleja. Käytännössä tällaisissa tapauksissa voidaan pinnoittaa betonilaatta pienikokoisilla keraamisilla laatoilla ilman vedeneristeitä tai muita tiiviitä kerroksia. Lattialämmityksen asentaminen parantaa lattiarakenteen toimintaedellytyksiä.

### *4.2.1 Lähtökohdat korjaukseen*

Korjattavan rakennuksen kellarin betonilaatta on kauttaaltaan märkä alapuolelta nousevan kosteuden takia. Perustusten ulkopuolisten vedeneristeiden, salaojien ja sadevesijärjestelmän puutteet lisäävät lattian kosteusrasitusta. Lattialaatan betoni on huonolaatuista ja halkeillut. Laatan paksuus vaihtelee ja se on paikoin erittäin ohut.

### *4.2.2 Valittu korjaustapa*

Kellarin lattialaatta puretaan ja alapuolista hiekka- ja maakerrosta poistetaan niin paljon, että saadaan suunnitellut rakennekerrokset asennettua valmiin lattian alapuolelle. Perusmaan pinta muotoillaan viettämään kohden rakennuksen ulkoreunoja. Maanpinnalle levitetään suodatinkangas, jonka päälle levitetään vähintään 200 mm Leca-soraa tai pestyä sepeliä. Sorakerros tiivistetään koneellisesti. Sorakerrokseen voidaan haluttaessa asentaa salaojaputkisto, joka liitetään perustusten alta ulkopuoliseen salaojajärjestelmään.

Tasoitettun ja tiivistetyn alusrakenteen päälle asennetaan lämmöneristeet (XPS 60mm). Kellarin seinien alaosat pohjustetaan mekaanisesti puhdistamalla ja primeroitinkäsittelyllä. Pohjustettuun pintaan liimataan kumibitumikermikaistat, joiden sisäreunat taitetaan valettavan betonilaatan alapuolelle ja asetellaan huolellisesti lattian lämmöneristekerroksen päälle. Lattiaan asennetaan rakennesuunnitelman mukainen teräsverkko ja valetaan lattialaatta normaalisti.

## **4.3 ROSSIPOHJA ELI TUULETTUVA PUURAKENTEINEN ALAPOHJA**

Jälleenrakennuskauden pientaloissa puurakenteisen tuulettuvan alapohjan eli rossipohjan käyttö oli yleistä. Mikäli rakennuksen alle jäänyt tuuletustila on tarpeeksi (vähintään 60...80 cm) korkea, riskialttiin rossipohjan korjaaminen – ja myös säännöllinen tarkastaminen – on tulevaisuudessakin mahdollista. Alapohjan alapuolen kunnollinen tuulettuminen on rakenteen pitkäikäisyyden perusedellytys.

Tuuletustilan maanpinnalle on usein jätetty multaa, kantoja, laudanpätkiä ja muuta orgaanista materiaalia, joka poikkeuksetta on mikrobivaurioitunut. Orgaanisen aineksen poistaminen tuuletustilan maanpinnalta on välttämätöntä. Salaojia ei usein ole ollenkaan, tai niiden toimintakyky on heikentynyt tai estynyt vuosien mittaan. Pinta- ja sadevesien aiheuttama ylimääräinen kosteusrasitus perustuksille ja alapohjan tuuletustilaan voi olla voimakasta.

#### ***4.3.1 Lähtökohdat korjaukseen***

Korjattavan rakennuksen ulkopuolelta rossipohjan tuuletustilaan on toimiva ja tarpeeksi suurikokoinen käyntiaukko. Tuuletustila niin korkea, että rakenteen alapuolinen tarkastaminen tulevaisuudessakin on mahdollista. Perustusten ulkopuoliset vedeneristeet ja salaojat eivät toimi tai niitä ei ole. Sadevesijärjestelmä on puutteellinen. Rossipohjan mikrobivauriot ovat suhteellisen lieviä tai ongelmien syynä on pääasiassa alapohjarakenteen tiiviiden puutteellisuus.

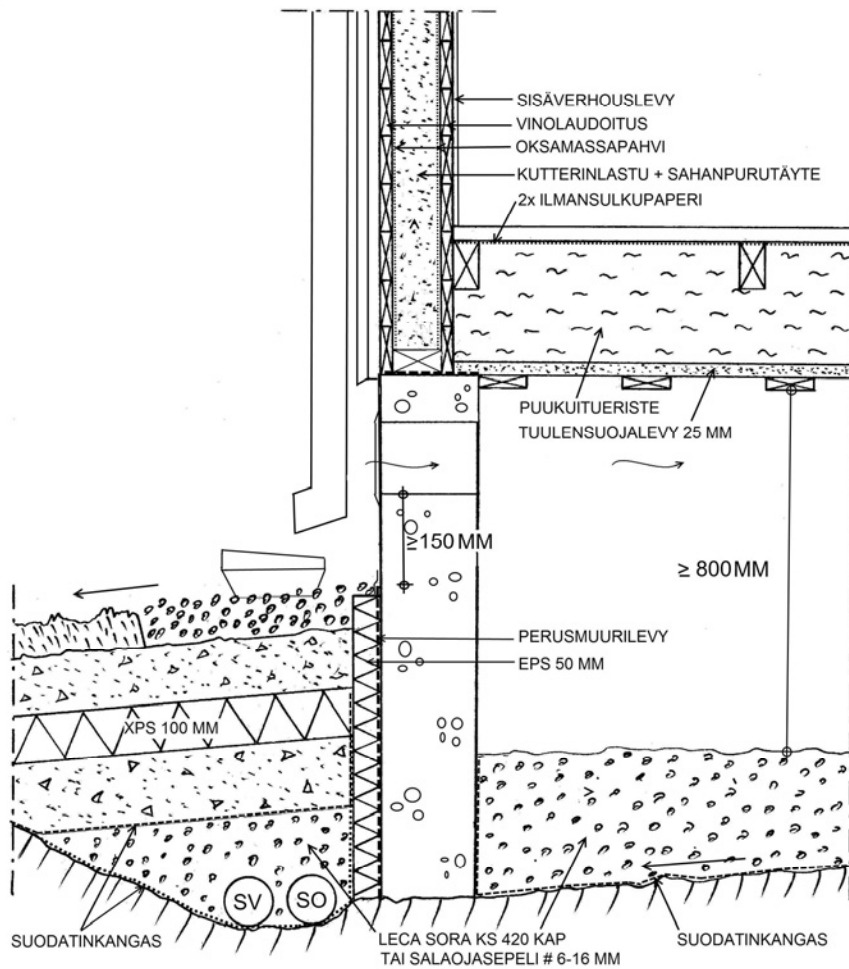
#### ***4.3.2 Valittu korjaustapa***

Rakennuksen vierukset kaivetaan auki niin syvältä, että saadaan salaojat asennettua ylimmältäkin kohdalta kokonaan perustustason alapuolelle. Rakennuksen nurkkiin asennetaan salaojakaiivot. Perusmaata vasten asennetaan suodatinkangas. Perusmuuri puhdistetaan ja tasoitetaan perusmuurilevyn alustaksi sopivaksi. Maanpinnan alapuolisille osille asennetaan perusmuurilevytys ja 50...100 mm:n XPS-eristys. Kaivantoon asennetaan sadevesijärjestelmän putkisto. Kaivanto täytetään 6-16 mm:n sepelillä. Routaeristeen paksuus mitoitetaan rakennuspaikan olosuhteiden mukaan. Asennetaan esim. vaakaeristeeksi 100 mm paksu EPS-levytys, leveys 1,5 m, paitsi nurkissa 2,5 m. Tarvittaessa kaivuutyöt voidaan tehdä pienemmissä pätkissä. Maanpinta muotoillaan viettämään pois päin rakennuksesta kaltevuudella 1:20 vähintään 3 metrin matkalla joka puolella rakennusta. Rakennuksen vierustat räystäiden leveydeltä kivetään.

Alapohjan laudoitukset, levytykset ja eristeet puretaan. Lattiapalkit puhdistetaan ja puurakenteet tarkastetaan. Mahdollisesti tummuneet osat poistetaan veistämällä tai höyläämällä, imuroidaan ja käsitellään esim. booripohjaisella homeenestoaineella valmistajan ohjeen mukaisesti. Lattiapalkkien alapintaan kiinnitetään leveä lauta, jota vasten 25 mm paksu tuulensuojalevytytys saadaan asennettua. Tuulensuojalevyt sahataan sopimaan tarkasti ja tiiviisti palkkien väliin. Tarvittaessa liitosten tiiviyttä voidaan parantaa esim. polyuretaanivaahdotuksella. Tuulensuojalevyn jatkoksissa levyn ylä- ja alapuolelle asennetaan laudat, jotka kiristetään ruuveilla toisiinsa. Kaikki läpiviennit tiivistetään erittäin huolellisesti.

Eristetila täytetään puukuitueristeellä ottaen huomioon eristeen mahdollinen painuminen. Rakenteen pinnalle asennetaan kaksinkertainen ilmansulkupaperikerros. Paperikerrokset asennetaan toisiaan vastaan poikittain. Lattian ilmansulkupaperikerrokset liitetään tiivisti seinien sisäpuolisiin tiivistyskerroksiin. Kaikki saumat teipataan tarkoitukseen valmistetulla teipillä ja aina kun mahdollista saumojen tiiviydestä varmistutaan myös puristavilla liitoksilla, esim. rima tai lista ruuvataan liitoksen päälle. Kiinnitetään lattialaudoitusta tai -levytytystä ja tehdään tarvittavat pintakäsittelyt tai asennetaan pintamateriaali.

Tuuletustilassa mahdollisesti oleva orgaaninen aines ja tarvittaessa myös pintamaata poistetaan. Maanpinta muotoillaan viettämään kohden rakennuksen ulkoreunoja. Tarvittaessa, esim. talon alla olevan maan ollessa savista tai pehmeää, pinnalle levitetään suodatinkangas. Päälle levitetään 200...300 mm Leca-soraa tai pestyä sepeliä. Sorastuksen jälkeen tuuletustilan korkeuden tulisi olla vähintään 800 mm. Leca-soraa käytettäessä kulkureitit tehdään kevytsoraharkoista.



**KORJATTU RAKENNE**

*Kuva 5. Korjattu rossipohjarakenne*



Sokkelin tuuletusaukkojen määrän tulee olla 0,4...0,8 % rakennuksen pohjan pinta-alasta. Aukkojen sijainnin, suuruuden ja etäisyyksien vähimmäisvaatimukset on esitetty Rakennusmääräyskokoelman osassa C2, Kosteus. Tarpeen mukaan tehdään uusia tuuletusaukkoja esim. timanttiporaamalla. Kaikki sokkelin aukot varustetaan säleiköillä tai verkoilla estämään pieneläinten pääsy tuuletustilaan. Myös rakennuksen alla kulkeviin kantavien seinien perustuksiin lisätään tarvittaessa tuuletusaukkoja. Näiden aukkojen vapaan pinta-alan tulee olla vähintään kaksinkertainen ulkoseinillä oleviin aukkoihin verrattuna. Alapohjaan ei saa jäädä kokonaan tuulettumattomia osia! Tapauskohtaisesti alapohjan tuulettumisesta voidaan varmistua esim. avaamalla tiilipiipun vapaan hormin alapäästä putki tuuletustilaan, jolloin piipun alapään kondenssivaara on arvioitava. Toinen vaihtoehto on asentaa rakennuksen keskiosalle vesikaton yläpuolelle ulottuva tuuletusputki, joka on kondenssieristetty koko matkaltaan. Tässä tapauksessa tuuletusputken yläpään voidaan tarvittaessa asentaa myös sähköinen poistopuhallin tuuletusta tehostamaan.

### ***4.3.3 Mahdolliset jatkotoimet***

Tuulettuva puurakenteinen alapohja on riskialtis rakenne ja vaatii säännöllistä tarkastamista ja korjaustoimia tarvittaessa. Alapohjan tuuletustilan toimivuus ja kunto olisi suotavaa tarkastaa vuosittain.

## **4.4 MATALAPERUSTAINEN ROSSIPOHJA**

Jälleenrakennuskauden pientaloissa puurakenteisen tuulettuvan alapohjan eli rossipohjan käyttö oli yleistä. Rakennusaikaan oli pulaa lähes kaikesta materiaalista, joten hyvillä rakennuspaikoilla hiekkamailla perustusten mitoitus oli sangen niukkaa. Betoninen perusmuuri voikin olla kokonaisuudessaan vain 40...50 cm korkuinen. Tämän takia rakennuksen alle jäänyt tuuletustilakin on vain 20...30 cm korkea. Alapohjan alapuolen tuuletus on usein huonosti järjestetty ja välttämättä tuuletusaukkoja ei ole tehty ollenkaan.

Tuuletustilan maanpinnalle on usein jätetty multaa, kantoja, laudanpätkiä ja muuta orgaanista materiaalia, joka poikkeuksetta on mikrobivaurioitunut. Tuuletustilan ja sokkelipalkin mataluuden takia orgaanisen aineksen poistaminen alapohjaa purkamatta on käytännössä lähes mahdotonta. Salaojia ei yleensä ole ollenkaan, eikä niillä matalan perustussyvyyden takia olisi paljonkaan merkitystä. Pinta- ja sadevesien aiheuttama ylimääräinen kosteusrasitus perustuksille ja alapohjan tuuletustilaan voi olla voimakasta.

#### ***4.4.1 Yleistä matalaperustusten korjaustavoista***

Perustusten mataluuden takia rakenteen korjaaminen on erittäin haasteellista. Toimivaa ja tarpeeksi korkeaa tuuletustilaa, tarpeeksi korkeaa sokkeliä ja tarpeeksi syvää perustussyvyyttä on käytännössä mahdotonta toteuttaa ilman perustusten alle tehtäviä uusia perustusrakenteita ja vahvistuksia. Tällainen korjaustapa on kuitenkin tuskin koskaan taloudellisesti järkevää.

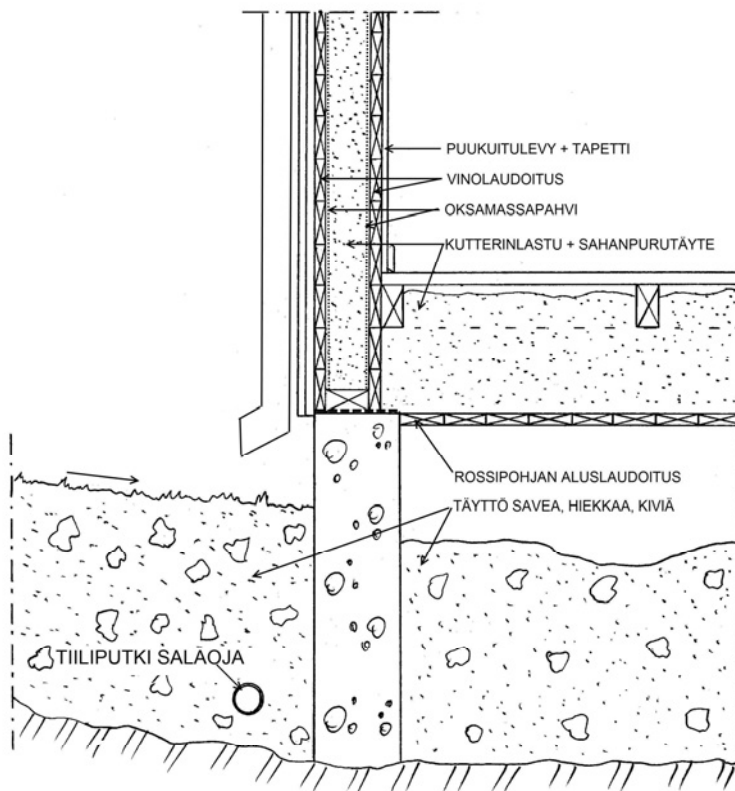
Tuulettuvan alapohjan korvaaminen maanvaraisella rakenteella on mahdollista, mutta vaatii käytännössä samalla seinärakenteiden alaosien korjaamista ja rakennuksen perustusten korottamista uuden lattiapinnan tasoon asti.

#### ***4.4.2 Lähtökohdat korjaukseen***

Korjattavan rakennuksen rossipohjassa on havaittu vahvasti vaurioon viittaavia mikrobivaurioita. Perustusten ulkopuolisia lämmöneristyksiä ja salaojia ei ole tai ne eivät toimi. Sadevesijärjestelmä on puutteellinen ja lisää perustusten ja rakennuksen alapohjaan kohdistuvaa kosteusrasitusta. Maanpinta rakennuksen ympärillä on pahimmillaan lähes puuseinän alaosan korkeudella ja paikoin maanpinta viettää rakennusta kohden.

Puu-ulkoseinissä on havaittu vahvasti vaurioon viittaavia mikrobivaurioita. Mikrobivauriot ovat keskittyneet ulkopuolisen vinolaudoituksen sisäpuolella olevaan oksamassapahviin ja purutäytteen ulko-osiin. Julkisivulaudoituksen taustaa ei ole tuu-

letettu ollenkaan. Sisäpuolinen umpilaudoitus on hyväkuntoinen. Asukkaat ovat kuitenkin hyvin tyytyväisiä rakennuksen tilajakoon ja muutoinkin itse rakennukseen ja haluavat korjata sen, mikäli korjaukset voidaan perustella myös taloudellisilla näkökulmilla.



#### **ALKUPERÄINEN RAKENNE**

*Kuva 6. Alkuperäinen matalaperustainen rossipohjarakenne*

### 4.4.3 Valittu korjaustapa

Puualapohja purueristeineen puretaan. Tuuletustilan pohjalta poistetaan mahdollinen orgaaninen aines, kuten multa, kasvin osat, laudankappaleet, roskat jne. Tuuletustilan pohja tasoitetaan haluttuun korkeusasemaan ulkoreunoja kohden viettäväksi. Perustusten sisäsivut kaivetaan auki koko korkeudeltaan ja puhdistetaan. Perustusten sisäpinnalle asennetaan pystyeriste (EPS 100mm), kaivanto täytetään 6-16 mm:n sepelillä ja tiivistetään. Sepelikerrokseen asennetaan tarvittaessa radonputkisto.

Yläpohja tuetaan sisäpuolelta tiivistetyn sorapatjan päältä. Ulkoseinistä puretaan sisäpuolelta pintamateriaalit umpilaudoitukseen asti. Ulkopuolelta ulkoseinät puretaan runkoa ja sisäpuolista umpilaudoitusta lukuun ottamatta. Seinien runkoa ja laudoitusta alaosaan puretaan uuden korotuksen verran lyhyehköissä osissa, esim. huone kerrallaan. Jääneet kivirakenteet puhdistetaan mekaanisesti teräsharjaamalla, imuroimalla ja desinfioimalla esim. booripohjaisella homeenestoaineella valmistajan ohjeiden mukaan. Ulkoseinän korotus muurataan ohutsaumalaastilla 100 mm:n kevytsoraharkosta. (Mikäli perustusten yläreuna ei ole tarpeeksi suora ja ohutsaumatekniikkaa ei voi käyttää, muurataan harkkokorotus normaalilla muurauslaastilla.)

Muurauksen kuivuttua tarpeeksi sokkelin yläpintaan liimataan kumibitumikermi, jonka tulee ulottua sokkelin ulkoreunasta tulevaan alapohjarakenteeseen vähintään 20 cm lattialaatan ja ylimmän lattian lämmöneristekerroksen väliin. Vanhoista puurakenteista poistetaan mekaanisesti hiomalla, höyläämällä tai veistämällä lahot ja/tai tummuneet kohdat tai vauriokohdat uusitaan. Tarvittaessa pinnat voidaan desinfioida esim. voimakkaasti hapettavalla desinfiointiaineella valmistajan kirjallisten turvallisuus- ja käyttöohjeiden mukaan. Sokkelikorotuksen ja uuden alajuoksun väli tiivistetään umpisolumuovikaistalla ennen alajuoksun kiinnittämistä.

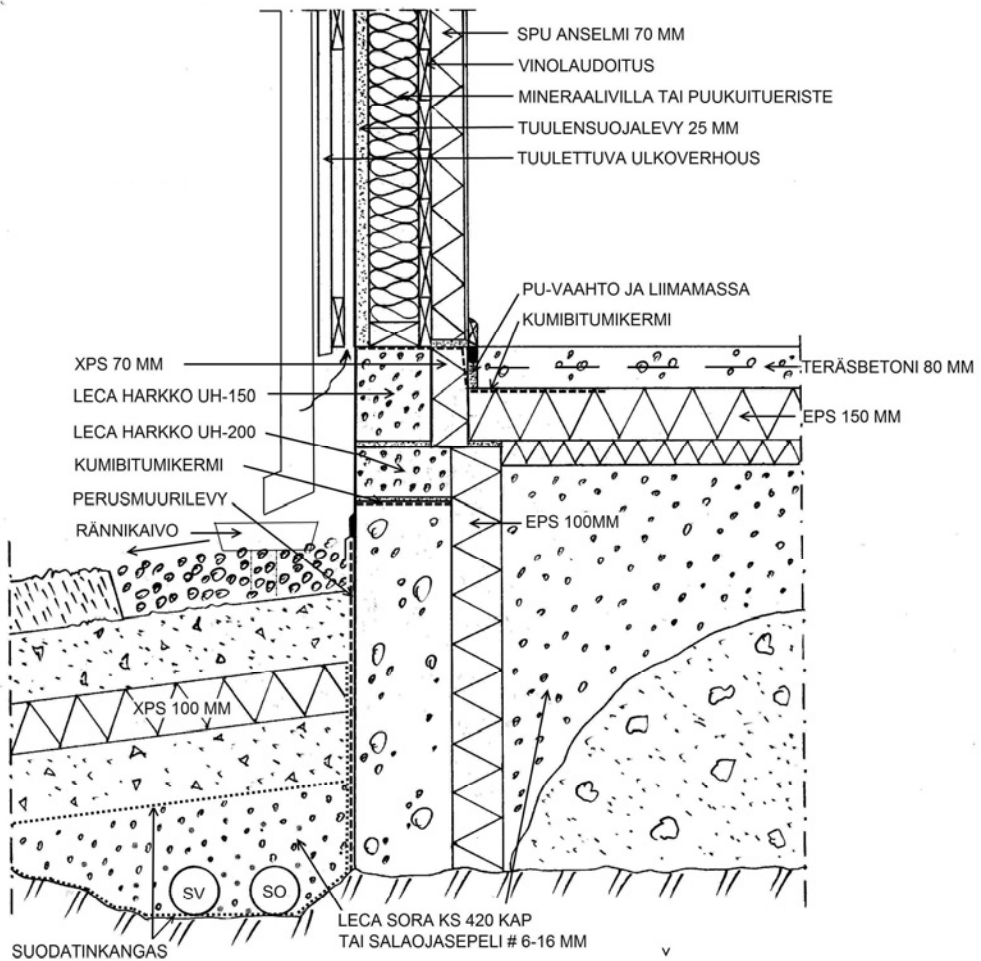
Katkaistut runkotolpat kiilataan paikoilleen uuden alajuoksun päältä, tolppia jatketaan tarvittaessa. Lattiarakenteeseen tasoitetun ja tiivistetyn sepelikerroksen päälle asennetaan lämmöneristeet (EPS 150mm). Sokkelin ja seinien alaosien väliset kumibi-

tumikermit asetellaan huolellisesti lämmöneristeiden päälle. Lattiaan asennetaan rakennesuunnitelman mukainen teräsverkko ja valetaan lattialaatta.

Uuden lattialaatan valamisen jälkeen ulkoseinien sisäpuolelle asennetaan ruuvikiinnityksellä kipsilevyypintainen polyuretaanilevy. Levyjen saumat ja läpimenot tiivistetään M1-luokitellulla polyuretaanivaahdolla. Tärkeää on, että rakenteesta tulee ehdottoman ilmatiivis. Sisäpinnat maalataan tai tapetoidaan alkuperäisten pintojen mukaisesti.

Ulkopuolella asennetaan uusi lämmöneriste pystyrungon osalle. Rungon päälle asennetaan uusi tuulensuojalevy (25 mm). Tuulensuojalevyn päälle asennetaan vaakalaudoitetuilla osin pystyrimoitus k/k 600 mm ja pystyлаudoitetuille osin ristiinkoolaus. Asennetaan alkuperäistä vastaavat julkisivuverhoukset ja listoitukset.

Rakennuksen vierukset kaivetaan auki niin syvältä, että saadaan salaojat asennettua ylimmältäkin kohdalta kokonaan perustustason alapuolelle. Rakennuksen nurkkiin asennetaan salaojakaivot. Perusmaata vasten asennetaan suodatinkangas. Perusmuuri puhdistetaan ja tasoitetaan perusmuurilevyn alustaksi sopivaksi. Maanpinnan alapuolisille osille asennetaan perusmuurilevytys ja vaakasuoraksi routaeristeeksi 100 mm:n XPS-eristys. Kaivantoon asennetaan myös sadevesijärjestelmän putkisto. Kaivanto täytetään 6-16 mm:n sepelillä. Maanpinta muotoillaan viettämään pois päin rakennuksesta kaltevuudella 1:20 vähintään 3 metrin matkalla joka puolella rakennusta. Sokkelikorkeuden tulee korjausten jälkeen olla joka puolella rakennusta vähintään 30 cm. Rakennuksen vierustat räystääiden leveydeltä kivetään.



### KORJATTU RAKENNE

Kuva 7. Korjattu maanvarainen alapohjarakenne

#### *4.4.4 Mahdolliset jatkotoimet*

Valitulla korjaustavalla alapohjan ja ulkoseinien osalta ei tarvetta jatkokorjauksille tai normaalista kiinteistönpidosta poikkeaville tarkastustoimille.

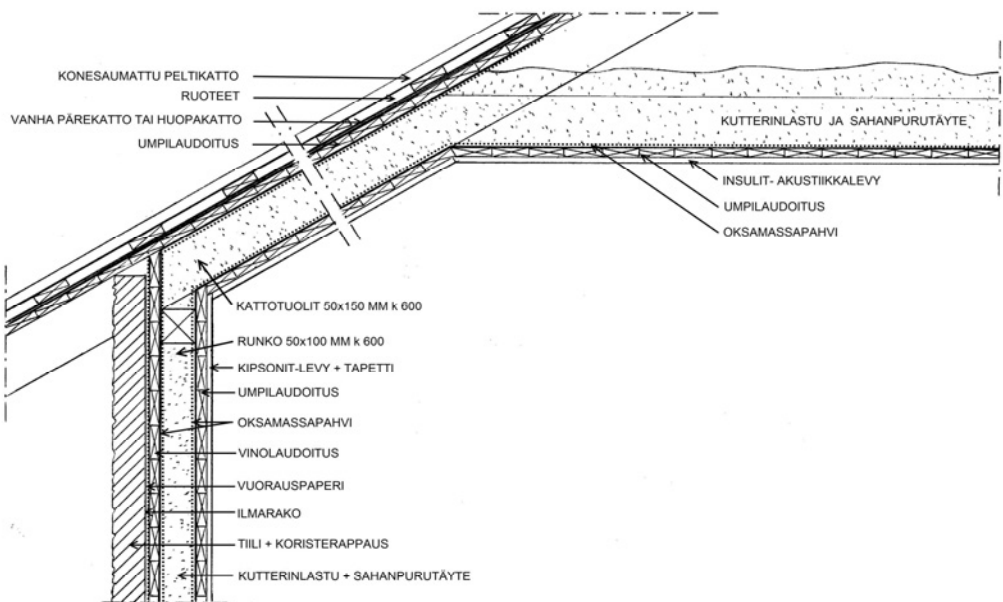
### **4.5 YLÄPOHJA**

Jälleenrakennuskauden pientalo on tyypillisesti ns. puolitoistakerroksinen rakennus, jossa toisen kerroksen yläpohja koostuu vaakasuorasta keskiosasta ja vesikatten suuntaisista viistokatto-osuuksista. Tyypillisesti asuinhuoneiden sivuille on jätetty kylmät sivu-ullakot, jotka on voitu ottaa varastokäyttöön. Alun perin asuintiloiksi rakennetuissa toisen kerroksen tiloissa eristeenä on käytetty pääasiassa purua. Myöhemmin ullakkotiloista asuintiloiksi muutettujen tilojen rakenteissa lämmöneristeenä on käytetty usein mineraalivillaa. Eristyskerroksen paksuus ja siten myös lämmöneristyskyky on usein vähäinen.

Yläpohjarakenteiden tuulettumisessa on yleisesti ongelmia, varsinkin viistokatto-osuuksilla lämmöneriste usein täyttää kokonaan vesikatteen alapuolisen tilan. Mikäli sivu-ullakoiden ja harjan alla oleva tila tuulettuvat kunnolla ja viistokatto-osuus on lyhyt, voi tällainen riskirakenne säilyä vaurioitumatta. Valitettavasti myös sivu-ullakot ja harjan tuuletustilat on yleisesti rakennettu liian tiiviiksi, jolloin kosteus kertyy rakenteen ulko-osien kylmille pinnoille ainakin ajoittain mikrobikasvun mahdollistavalle tasolle. Rakenteiden sisäpintojen alla käytetyt tiiviimmät kerrokset, jotka toimivat höyrynsulkuna, ovat valitettavan usein myös tiiviydeltään liian hataria käytettyjen materiaalien ominaisuuksista ja asennuksen huonolaatuisuudesta johtuen. Huonokuntoisten ja ikääntymisen aiheuttaman ominaisuuksien huononemisen heikentämien vesikatteiden vuodot ovat myös yleisiä yläpohjan mikrobivaurioiden aiheuttajia.

#### 4.5.1 Yleistä yläpohjarakenteiden korjaustavoista

Mikrobivaurioituneiden yläpohjarakenteiden korjauksissa tärkeätä on saada eristeen yläpuoli tuulettumaan kunnolla joka puolella rakennusta. Myös rakenteen sisäpuolen vesihöyryntiiveyden tulee olla hyvä. Yläpohjan lämmöneristyskyvyn parantaminen laajojen korjausten yhteydessä on yleensä järkevää. Käytettäessä tavallisimpia eristemateriaaleja lämmöneristyksen parannuksen yhteydessä rakenteiden dimensiot tahtovat suurentua huomattavastikin. Vanhojen rakennusten asuintilojen ollessa jo muutenkin nykymittapuun mukaan matalia, on rakenteiden paksuuntumisella yleensä negatiivisia vaikutuksia tilojen käyttökelpoisuuteen. Rakennepaksuutta ja osin myös tuuletusraon mittoja voidaan vähentää käyttämällä paremman eristyskyvyn omaavia umpisoluisia muovieristeitä.



**ALKUPERÄINEN RAKENNE**

Kuva 8. Alkuperäinen yläpohja- ja ulkoseinärakenne



### **4.5.1 Lähtökohdat korjauksiin**

Korjattavan rakennuksen yläpohjarakenteen tuulettuvuudessa on pahoja ongelmia ja purueristeissä on havaittu vakavia mikrobivaurioita eri puolilla rakennusta tehdyissä kuntotutkimuksissa. Vesikate on uusittu kaksikymmentä vuotta sitten konesaumapeltikatteeksi ja alkuperäinen huopakate on jätetty uuden katteen aluskatteeksi. Peltikate on hyväkuntoinen.

Yläkerran huonekorkeus on matalahko ja viistokatto-osuuksilla sisäkattopinnan laskeeminen alemmaksi vähentäisi tilojen käyttökelpoisuutta, joten tavoitteena on pitää sisäkattojen pinta suurin piirtein alkuperäisellä tasolla.

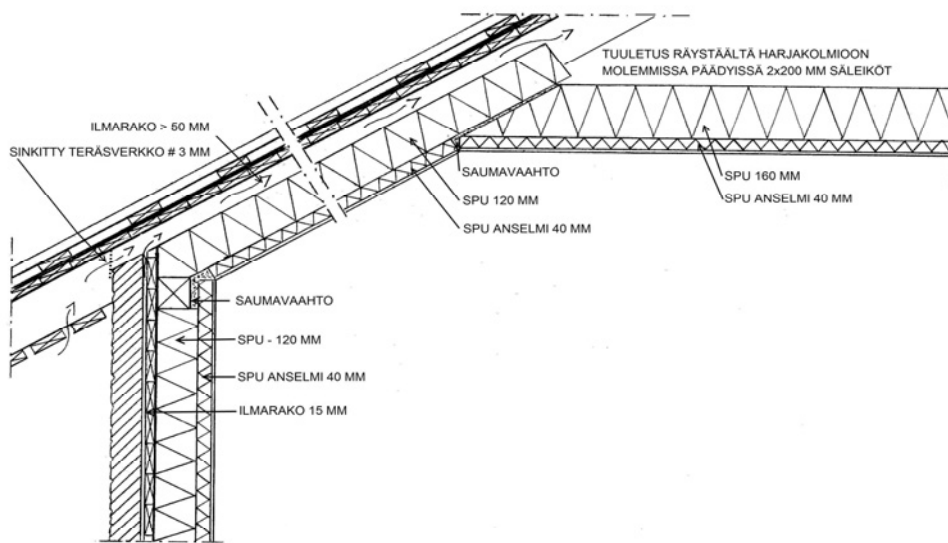
### **4.5.2 Korjausvaihtoehto 1**

Yläpohjasta puretaan sisäpuoliset levytykset ja muut pintarakenteet. Purueristeet poistetaan ja mahdolliset umpilaudoituksen sisäpuoliset pahvikerrokset leikataan pois. Kattopalkit puhdistetaan ja kaikki puurakenteet tarkastetaan. Mahdolliset tummumat poistetaan veistämällä tai höyläämällä. Kaikki pinnat imuroidaan ja vaurioalueet käsitellään booripohjaisella homeenestoaineella valmistajan ohjeen mukaisesti.

Räystäillä varmistutaan tuuletusrakojen riittävästä leveydestä (väh. 30...50 mm). Tuuletusrakojen kohdalle kiinnitetään niittaamalla tai ruuvaamalla pienisilmäinen sinkitty teräsverkko estämään pieneläinten pääsy rakenteisiin (samalla verkko vähentää myös merkittävästi lumen pääsyä rakenteisiin). Harjan alla olevan tuuletustilan päätyihin aukaistaan suunnitellut tuuletusaukot, esim. 2 kappaletta 200x200 mm säleikköjä. Mikäli savuhormi tms. estää tai vaikeuttaa katon yläpuolisen tilan tuuletumista harjan suunnassa, lisätään harjalle piipun molemmin puolin alipainetuulettimeksi tai käytetään ns. tuulettuvaa harjaa.

Katon kannattajapalkkien väliin asennetaan 120 mm polyuretaanilevy. Levyn ja vesikatton alusrakenteiden väliin jätetään korkeudeltaan vähintään 50 mm tuuletusrako. Tarvittaessa kattotuolien alapintaa korotetaan rimoilla, jotta kattotuolien alapinnat

muodostavat tasaisen pinnan samassa tasossa polyuretaanilevytyksen kanssa. Levyt tuetaan väliaikaisesti paikoilleen ja kiinnitetään puurunkoon vaahdottamalla saumat kahdessa vaiheessa. Ensin pursotetaan levyn ulkoreunalle raon sulkeva vaahtokaista, jonka kuivuttua täytetään sauma kokonaan. Muutkin levyjen saumat ja läpimenot tiivistetään vastaavasti M1-luokitellulla polyuretaanivaahdolla. Tärkeää on, että rakenteesta tulee ehdottoman ilmatiivis. Sisäpuolelle asennetaan vielä ruuvikiinnityksellä kipsilevy pintainen polyuretaanilevy, joka maalataan.



#### **KORJATTU RAKENNE**

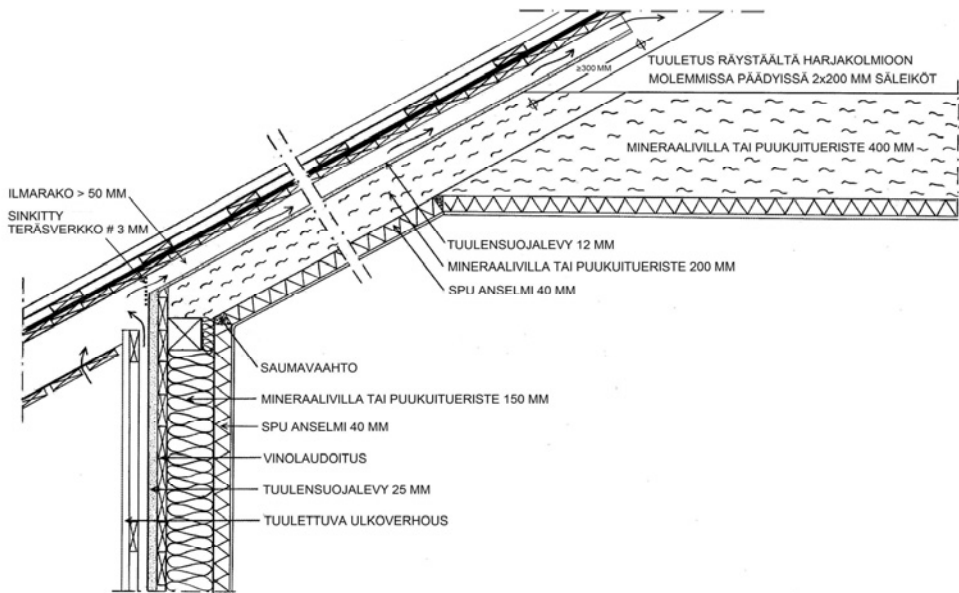
*Kuva 9. Vaihtoehdon 1 mukaan korjatut yläpohja- ja ulkoseinärakenteet*

### **4.5.3 Korjausvaihtoehto 2**

Purku- ja puhdistustoimet sekä rakenteen tuulettumisen varmistavat toimet tehdään samoin kuin korjausvaihtoehdossa 1.

Vinokatto-osuuksille kattopalkkien yläreunaan naulataan tulevan ilmaraon (50...100 mm) levyiset laudat. Tarkasti palkkien välisen raon levyinen tuulensuojalevy ruuva-

taan alapäin em. lautoihin kiinni. Tuulensuojalevyn yläpää mitoitetaan jatkumaan 200...300 mm tulevan vaakaeristeen yläpinnasta. Tuulensuojalevyn alareunan tulee olla asennettu tiiviisti ulkoseinän tuulensuojalevyn yläreunan kanssa. Tarvittaessa liitoksen tiiviys varmennetaan kiinnitysrimoilla ja ruuveilla. Kattotuolien alapinta korotetaan ja tasoitetaan rimoilla.



**KORJATTU RAKENNE**

Kuva 10. Vaihtoehdon 2 mukaan korjatut yläpohja- ja ulkoseinärakenteet

Käytettäessä mineraalivillaeristettä, asennetaan eristetilan paksuiset eristelevyt rakenteeseen alapäin. Tarvittaessa eristeitä voidaan tukea väliaikaisesti paikoilleen. Kattopalkkien alapuolelle asennetaan ruuvi kiinnityksellä kipsilevypintainen polyuretaanilevy, jonka kaikki saumat ja mahdolliset läpiviennit vaahdotetaan tiiviiksi polyuretaanivaahdolla. Levyt pintakäsitellään esim. maalaamalla.

Puukuitueristettä käytettäessä voidaan vinokatto-osuuksilla käyttää ns. märkäpuhalusmenetelmää, jolloin työtapa on samankaltainen kuin mineraalivillaa käytettäessä. Mikäli puukuitueriste halutaan puhaltaa rakenteeseen kuivana, tulee ensin asentaa polyuretaanilevytyks viinokatto-osuuksille ja puhaltaa eriste näin muodostuneisiin onteloihin.

## **4.6 ULKOSEINÄ**

Jälleenrakennuskauden pientalossa on tyypillisesti lautaverhoiltu puuseinä. Myös asbestisementtilevyjä (Minerit) on käytetty yleisesti. Puuseinässä voi julkisivuverhouksena olla myös rappaus, yleensä ns. tikkurappaus. Joissain tapauksissa myöhemmin tehdyissä korjauksissa puuverhous on korvattu tiiliverhouksella.

Ulkoseinärakenteiden julkisivuverhousien tuulettumisessa on yleisesti ongelmia. Kosteusteknisesti puuseinä, jossa rungon molemmin puolin on käytetty samantlaisia rakennekerroksia (umpilaudoitus ja tervapaperi tai oksamassapahvi), on ongelmallinen. Koska rakenne ei harvene ulospäin, kosteus voi tiivistyä ja aiheuttaa ongelmia rungon ulkopuolisissa kerroksissa. Ilman tuuletusrakoa toteutettu julkisivuverhous päästää helposti myös julkisivua pitkin valuvan veden rakenteen sisempiin osiin.

Ulkoseinärakenteiden sisäpuolinen lisälämmöneristäminen on usein toteutettu ilman höyrynsulkukerrosta suoraan vanhan rakenteen päälle, jolloin sisäilman kosteus pääsee helposti kylmentyneen alkuperäisen tiivistysrakenteen, esim. tervapahvin, sisäpinnalle asti aiheuttaen kosteus- ja mikrobivaurioita.

Suunniteltaessa korjaustoimia jälleenrakennuskauden pientaloon, tulisi myös ulkoseinärakenteiden kunnosta varmistua kuntotutkimuksin ja materiaalinäytteitä ottamalla.

### ***4.6.1 Yleistä ulkoseinärakenteiden korjaustavoista***

Mikrobivaurioituneiden ulkoseinärakenteiden korjauksissa tärkeintä on selvittää mikrobivaurioiden laajuus, vakavuus ja syy. Mikrobivaurion syy tulee poistaa ja

kaikki mikrobivaurioitunut materiaali poistaa. Tapauskohtaisesti voidaan arvioida, kummalta puolen rakennetta avataan ja onko mahdollista jättää esim. sisäpinnan vaurioitumattomia rakennekerroksia korjattuun rakenteeseen.

Mittavien korjaustoimien yhteydessä seinien lämmöneristyskyvyn maltillinen parantaminen on järkevää. Rakennepaksuutta voidaan vähentää ja sisäpinnan tiiveyttä parantaa käyttämällä hyvän eristyskyvyn omaavia umpisoluisia muovieristeitä. Tilanteessa, jossa ulkoseinärakenteen ulkopinnan vaurioituneita materiaaleja ei saada kokonaan vaihdettua tai puhdistettua, mutta rakenne kuitenkin tuulettuu ulospäin, voidaan rakenteen sisäpinnalla käyttää esim. erittäin tiivistä alumiinifoliopintaista polyuretaanilevytystä estämään mikrobien aiheuttamien terveyshaittojen leviämistä sisäilmaan. Toisaalta Hengitysliitto Helin korjausneuvojien kokemusten mukaan tällainen ns. kapseloiminen on pelkästään lisää varmuutta tuova yksityiskohta varsinaisen mikrobiongelman ja -vaurion poistoon perustuvissa korjauksissa. Kevytrakenteisissä pientaloissa pitkäaikaiskestävä kapselointi ei ole realistinen korjaustapa.

#### ***4.6.2 Lähtökohta korjausvaihtoehtoon 1***

Korjattavan rakennuksen ulkoseinät on verhoiltu jossain vaiheessa tiiliverhoilulla. Tiilen takana on niukahko tuuletusrako. Tuulettuvuudessa on kuitenkin jonkinlaisia ongelmia ja tehdyissä kuntotutkimuksissa on havaittu purueristeissä heikosti vaurioon viittaavia mikrobivaurioita eri puolilla rakennusta. Tiiliverhous on hyväkuntoinen ja se halutaan säilyttää.

#### ***4.6.3 Korjausvaihtoehto 1***

Ulkoseinästä puretaan sisäpuolelta levytykset ja muut pintarakenteet. Purueristeet poistetaan ja umpilaudoituksen sisäpuoliset pahvikerrokset leikataan pois. Kaikki näkyvät puuosat tarkastetaan ja puhdistetaan mekaanisesti esim. teräsharjaamalla. Mahdolliset tummumat poistetaan veistämällä tai höyläämällä. Tarvittaessa vaurioalueet käsitellään booripohjaisella homeenestoaineella. Pinnat voidaan myös desinfi-

oida esim. voimakkaasti hapettavalla desinfiointiaineella. Homeenesto- ja desinfiointiaineita käytettäessä on työ tehtävä tarkasti valmistajan turvallisuus- ja käyttöohjeiden mukaan. Umpilaidoituksen ala- ja yläreunoihin porataan tuulettumista parantamaan 100 mm:n välein halkaisijaltaan 50 mm:n reiät. Tiiliverhouksen alimman kerroksen pystysaumot avataan tuuletusrakoon saakka. Lopuksi kaikki näkyvät pinnat imuroidaan.

Uusi 120 mm:n PU-levy asennetaan pystyrungon osalle. Seinälevyt kiinnitetään puurunkoon vaahdottamalla saumat kahdessa vaiheessa. Ensin levyn ulkoreunalle raon sulkeva vaahtokaista, jonka kuivuttua täytetään sauma kokonaan. Muutkin levyjen saumat ja läpimenot tiivistetään vastaavasti M1-luokitellulla polyuretaanivaahdolla. Tärkeää on, että rakenteesta tulee ehdottoman ilmatiivis. Sisäpuolelle asennetaan ruuvikiinnityksellä kipsilevypintainen polyuretaanilevy, joka tapetoidaan tai maalataan.

#### ***4.6.4 Mahdolliset jatkotoimet***

Rakenteeseen jää riski, koska kaikkea mahdollisesti mikrobivaurioitunutta materiaalia ei voida poistaa tai vaihtaa. Tiiliverhoilu on mahdollista purkaa ulkopuolelta ja jatkaa korjausta tarvittaessa.

#### ***4.6.5 Lähtökohta korjausvaihtoehtoon 2***

Tilanne on muuten samanlainen, kuin edellisessä vaihtoehdossa, mutta tiiliverhoilun purkaminen ja uuden puuverhoilun rakentaminen on perusteltua.

#### ***4.6.6 Korjausvaihtoehto 2***

Purku- ja puhdistustoimet tehdään samoin kuin korjausvaihtoehdossa 1. Umpilaidoitukseen ei porata tuuletusreikiä.

Tiiliverhous puretaan. Rungon ulkopuolinen umpilaidoitus tarkastetaan ja puhdistetaan mekaanisesti esim. teräsharjaamalla. Mahdolliset lievät paikalliset tummumat

poistetaan veistämällä tai höyläämällä. Vaurioalueet käsitellään booripohjaisella homeenestoaineella tai voimakkaasti hapettavalla desinfiointiaineella valmistajan ohjeiden mukaisesti. Mikäli umpilaudoituksen kunnosta on vähänkään epävarmuutta, kannattaa se purkaa pois. Vaurioitumattoman umpilaudoituksen ulkopuolelle kiinnitetään 25 mm paksu tuulensuojalevy tiheästi ruuveilla. Mikäli umpilaudoituksen ulkopinta on niin epätasainen, ettei tuulensuojalevy painu tiiviisti laudoitusta vasten, joudutaan umpilaudoitus purkamaan tässäkin tapauksessa.

Tuulensuojalevyn ulkopinnalle asennetaan pystyrimoitus tai ristiinkoolaus julkisivulaudoituksen suunnasta riippuen. Koko laudoituksen taustan tulee päästä tuulettumaan, mutta kaikkien liittymädetaljien tulee olla suunniteltu siten, ettei sadevesi pääse tunkeutumaan varsinaiseen seinärakenteeseen.

Rungon sisäpuolelle asennetaan uusi mineraalivilla- tai puukuitueriste. Sisäpuolelle asennetaan ruuvikiinnityksellä kipsilevypintainen polyuretaanilevy. Levyjen kaikki liittymät ja läpiviennit vaahdotetaan. Lopuksi seinäpinnat tapetoidaan tai maalataan.

#### ***4.6.1 Mahdolliset jatkotoimet***

Valitulla korjaustavalla ei tarvetta jatkokorjauksille tai normaalista kiinteistönpidosta poikkeaville tarkastustoimille.

## ***5 Johtopäätökset***

Hengitysliitto Helin korjausneuvonnassa saatujen kokemusten perusteella jälleenrakennuskauden pientaloissa olevien terveyshaittaa aiheuttavien mikrobivaurioiden korjaaminen on yleensä mahdollista. Tämän tyyppisissä rakennuksissa on kuitenkin käytetty yleisesti riskialttiita rakenteita joka puolella taloa, joten rakennuksen rakenteiden kunto tulee selvittää kattavasti ennen korjaussuunnittelua. Korjauspäätöstä tehtäessä tulee terveyshaittakorjausten lisäksi selvittää myös rakennuksen normaalista kulumisesta ja vanhenemisesta aiheutuva peruskorjaustarve. Kaikkien selvitetty-

jen korjaustarpeiden kokonaiskustannusten selvittyä on helpompi tehdä korjaus- (tai purku-) päätös kokonaistaloudelliselta kannalta.

Vaurioiden etsimisessä ei tule lopettaa ensimmäisen selvän mikrobivaurion löydyttyä. Kolmasosa Hengitysliitto Helin korjausneuvonnan kohteista paljastuu moniongelmaisiksi taloiksi, joissa on yleensä kahdesta neljään laajaa ja vakavaa mikrobivaurioita. Yhden laajemman vaurion korjaaminen on yleensä mahdollista ja taloudellisestikin perusteltavissa, mutta moniongelmaisen rakennuksen kohdalla korjauksista muodostuu usein niin mittavia ja kalliita, että uuden rakentaminen voi hyvinkin olla järkevin vaihtoehto. Ilman tarkkoja ennakkolaskelmia moniongelmaista taloa ei ainakaan kannata lähteä korjaamaan.

Korjaustoimenpiteitä tehtäessä tärkeää on kosteus- ja mikrobivaurioita aiheuttaneiden syiden poistaminen, asiantunteva korjaustöiden suunnittelu, erityinen huolellisuus korjausten tekemisessä ja työnaikaisessa valvonnassa sekä korjaussuunnitelmiin täydentäminen ja ylläpitäminen jatkuvasti työn aikana muuttuvan tilanteen ja varmasti eteen tulevien yllätysten takia. Valitettavan usein mikrobikorjauksia kuitenkin tehdään puutteellisten tietojen ja väärin oletusten pohjalta, työn laadussa on puutteita ja valvontakin heikkoa. Siksi ei ole ihme, että niin usein korjauksissa ei saavuteta toivottua lopputulosta terveyshaittojen poistamisessa, vauriot uusiutuvat tai korjausten takia rakennukseen syntyy jopa uusia vaurioita.

Asukkaiden ja tilojen käyttäjien oireilua ennen ja jälkeen homevauriokorjausten on tutkittu jonkin verran, mutta tutkimuksia, joiden tavoitteena olisi arvioida niin erilaisten korjaustapojen toimivuutta kuin pitkäikäisyyttäkin ei ole tehty. Hengitysliitto Heli ry:n korjausneuvonnan suunnitteleminen ja valvomien korjauskohteiden asukkaiden terveydentilaa on seurattu vanhimmissa kohteissakin vasta vajaan kymmenen vuoden ajan. Käytettyjen mikrobivauriokorjausten pitkäaikaiskestävyydestä asuntokannassa on vaikea sanoa mitään varmaa. Toivottavasti tulevaisuudessa maassamme ymmärretään panostaa myös korjausrakentamisen systemaattiseen tutkimiseen. Kansanterveyden ja -talouden kannalta oikeiden ja käyttökelpoisten kor-



jaustapojen löytäminen ja nopea juurruttaminen käytännön rakentamiseen olisi ensiarvoisen tärkeää.

## 6 Lähdeluettelo

Asumisterveysohje, Sosiaali- ja terveysministeriön oppaita 2003:1, Oy Edita Ab. Helsinki, 2003

Hekkanen M., Pientalon kuntoarvio, Rakennustieto Oy, 1998

Kaijomaa M. , Raksystems Anticimex Insinööritoimisto Oy, Suomalaisissa omakotitaloissa luultua enemmän vaurioita, Lehdistötiedote 22.1.2010

Kaila P., Talotohtori – Rakentajan pikkujättiläinen, WSOY, 1997

Koskenvesa A. et al., Asunnon Remonttiopas, Rakennustieto Oy, 2002

Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen kuntotutkimus, Ympäristöopas 28, Ympäristöministeriö, 1997

Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen korjaus, Ympäristöopas 29, Ympäristöministeriö, 1997

Kärki J-P ja Öhman H., Homevaurioiden korjausopas, Tutkimuksia ja selvityksiä 2/2007, Kuopion Yliopisto, 2007

Kääriäinen H., Rantamäki J. & Tulla K., Puurakennusten kosteustekninen toimivuus – Kokemustiedot, VTT tiedotteita 1923, VTT, 1998

Ojala K., Parempi pientalo – Näin rakennat omakotitalon järkevästi ja edullisesti, WSOY, 2004

Olenius A., Koskenvesa A., Penttilä H., Puutalon remontti, Rakennustieto Oy, 2006

Oma koti – Omakotiasuminen Suomessa, Suomen kotiseutuliiton julkaisuja A:10, 2004

Partanen P. et al. Pientalojen kosteusvauriot – yleisyyden ja korjauskustannusten selvittäminen, Kuopion kansanterveyslaitos, 1995

Pirinen J., Pientalojen mikrobivauriot – Lähtökohtana asukkaiden kokemat terveyshaitat, Hengityслиiton julkaisuja 19/2006, Hengityслиitto Heli ry, 2006

Pauli Rousti P., Uusi rakentajan opas, Otava, 1929

Pohjarakennusohjeet RIL 121, Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL ry., 2004

Sisäilmastoluokitus 2008, Sisäympäristön tavoitearvot, suunnitteluohjeet ja tuotevaatimukset, Sisäilmayhdistys, Julkaisu 5, 2008

Suomen rakentamismääräyskokoelma C2. Kosteus. Määräykset ja ohjeet 1998. Helsinki 1998

Suomen rakentamismääräyskokoelma D2. Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto. Määräykset ja ohjeet 2003. Helsinki 2002

Särkinen Å., Jälleenrakennusajan pientalo, Rakennustieto Oy, 2005

Taskinen J. (vast. toim.), Rintamamiestalot – Rakentajien muistikuvia, Rakennustieto Oy, 2006

## Liite 1

### ESIMERKKIKUVIA MIKROBIVAAURIOITUNEISTA RAKENTEISTA



*Kuva 1. Pahasti vaurioitunutta rossipohjaa*



*Kuva 2. Lattiasieni rossipohjassa*



*Kuva 3. Vettä kellarin lattialla*



*Kuva 4. Homehtunutta kellarin kattolevyä*



*Kuva 5. Kellarin ikkuna pihanurmikon alapuolella*



*Kuva 6. Kellarinseinän sisäpuolinen koolaus Kuva 7. Betoniporras puuseinää vasten*



*Kuva 8. Maaperästä nouseva kosteus vaurioittaa perustuksia*



*Kuva 9. Julkisivulaudoituksen takaa puuttuu tuuletusrako*



*Kuva 10. Lahonnutta julkisivulaudoitusta*



*Kuva 11. Puutteellisen tuuletuksen aiheuttamia yläpohjavaurioita*



*Kuva 12. Tiivis levy lämmöneristeen päällä on aiheuttanut vaurioita*





*Kuva 13. Vanhan vesikattovuodon aiheuttamia homevaurioita, tuuletusraot tukittu*



*Kuva 14. Tuuletuspuutteiden aiheuttamia yläpohjavaurioita*



*Kuva 15. Savuhormin juuren vuodon aiheuttamia vaurioita*



*Kuva 16. Jälleenrakennuskauden pientaloissa on käytetty mm. asbestipitoisia putkieristeitä*

**JUSSI KARJALAINEN,  
TOMMI RIIPPA**  
*Jälleenrakennuskauden  
pientalon korjausopas*

Ennen 1960-lukua rakennettuja taloja oli Suomessa vuonna 1995 yli 400 000. Pääosa näistä vanhoista pientaloista on jälleenrakennuskaudella rakennettuja. Tämä opas kertoo Hengityслиitto Helin korjausneuvonnasta saatujen käytännön esimerkkien kautta minkälaisia riskirakenteita ja terveyshaittaa aiheuttavia mikrobiongelmia näissä taloissa yleensä on, miten vaurioita tulisi tutkia ja minkä laatuksia korjaustoimia vaaditaan, että asukkaat voivat asua oireilematta korjatussa asunnossaan.



UNIVERSITY OF  
EASTERN FINLAND  
*Aducate – Centre for Training  
and Development*

ADUCATE REPORTS AND BOOKS

ISBN 978-952-61-0047-0