

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU
Rakennustekniikan koulutusohjelma / Rakennetekniikka

Alisa Pousi
MAANVASTAISTEN SEINIEN KOSTEUSVAURIOT JA
NIIDEN KORJAUSMENETELMÄT
Opinnäytetyö 2014

TIIVISTELMÄ

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennustekniikka

| | |
|----------------|---|
| POUSI, ALISA | Maanvastaisten seinien kosteusvauriot ja niiden korjausmenetelmät |
| Opinnäytetyö | 68 sivua + 6 liitesivua |
| Työn ohjaaja | lehtori Juha Karvonen |
| Toimeksiantaja | Wise Group Finland Oy |
| Toukokuu 2014 | |
| Avainsanat | kosteusvauriot, kellarit, seinärakenteet, rakennusfysiikka, korjausrakentaminen |

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia asuinrakennusten kellarien maanvastaisia seinärakenteita ja niihin liittyviä kosteusvaurioita. Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää rakenteiden fysikaalista toimintaa ja koota yhteen uusin korjaustieto. Tutkimuksen tulokset siirretään toimeksiantajan sähköiseen rakennetyyppikirjastoon, jonka avulla voidaan kehittää korjausrakentamisen suunnittelua.

Rakennusfysiikka on noussut keskeiseksi osa-alueeksi korjausrakentamisessa. On tärkeää ymmärtää mitä fysikaaliset ilmiöt ovat, mitkä kosteuslähteet rakennetta rasittavat ja miten rakennusmateriaalit kulloisessakin rasiutilassa käyttäytyvät.

Käsiteltävät rakennetyypit on jaettu kolmeen osaan, perusmuurissa käytetyn rakenteen perusteella. Rakennetyypit ovat: luonnonkivistä ladottu perusmuuri, paikalla valettu teräsbetonimuuri ja harkkorakenteinen perusmuuri. Kunkin rakennetyypin kohdalla käydään läpi eri aikakausina käytettyjä kosteuden- ja lämmöneristyksen rakenteita ja menetelmiä.

Korjausrakentaminen lähtee liikkeelle kattavasta kuntotutkimuksesta. Ennen 1990-lukua rakennetuille kellariseinille on esitelty niihin soveltuvat, ulkopuoliset ja sisäpuoliset korjausmenetelmät. Korjaussuunnittelun apuna on käytetty koulussa opittua tietoa, rakennusalankirjallisuutta ja asiantuntijahaastatteluja.

Yhteenvetona voidaan todeta, että ensisijaisesti kosteusvaurioitunut rakenne olisi korjattava vähintään ulkopuolelta. Sisäpuoliset korjaukset ovat hyvin yleisiä kellareissa, mutta toimivat parhaiten vain väliaikaisena korjausratkaisuna. Parhaaseen korjaustulokseen päästään kuitenkin käyttämällä näitä menetelmiä yhdessä.

ABSTRACT

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

University of Applied Sciences

Construction Engineering

POUSI, ALISA

The Moisture Damages of Ground-Supported Walls and Their Repair Methods.

Bachelor's Thesis

68 pages + 6 pages of appendices

Supervisor

Juha Karvonen, Senior Lecturer

Commissioned by

Wise Group Finland Oy

May 2014

Keywords

humidity damages, basements, wall structures, structural physics, renovation

The purpose of this thesis was to examine the wall structures of basements in residential buildings and their typical moisture damages. The main target was to explain the physical behavior of the wall structures and to collect the latest knowledge of different renovation methods. The completed research will be entered into the electronic library of Wise Group Finland Oy.

Structural physics has come to the fore of renovation. The priority is to understand substantial the physical phenomena but also the behavior of the structures suffering from moisture strain.

Wall structures have been divided into three different categories, based on the foundation of the wall structures. These structure types are: rubble-stone wall, cast-in-place concrete wall and masonry wall of blocks. The most commonly used damp-proof and isolation methods of different eras have been outlined.

Exterior and interior renovation methods have been presented for the basement walls which were built before the 90's. Repair instructions have been designed based on literature of the building trade as well as knowledge from coursework and interviews made during the research.

The first thing in renovation is to make an extensive condition survey. Exterior renovation is the primary renovation method for the basement structures. Interior methods are remarkably common and are also provisionally used in basements. To attain the definitive result of renovation, both interior and exterior methods should be used side by side.

ALKUSANAT

Tämä opinnäytetyö on tehty Wise Group Finland Oy:lle kehittämään yrityksen korjausrakentamisen suunnittelua ja täydentämään suunnittelutyössä apuna toimivaa rakennetyyppikirjastoa. Työn tilaajana toimi yrityksen Kotkan toimipisteen korjausrakentamisen osasto.

Erityiskiitokset osoitan suunnittelupäällikkö Veikko Paroselle työn ohjauksesta, tuesta ja tietysti mielenkiinnosta opinnäytetyötäni kohtaan. Lisäksi kiitän Wise Group Finland Oy:ta mahdollisuudesta tehdä heille tämä työ.

Kymenlaakson ammattikorkeakoulun puolelta ohjaajana toimi Juha Karvonen. Kiitän myös häntä erinomaisesta ohjauksesta ja opinnäytetyön sisällön ideoimisesta.

Suuret kiitokset haluan antaa vielä perheelleni ja läheisilleni korvaamattomasta tuesta ja avusta, jota olen saanut opinnäytetyöni ja koko opiskelujeni aikana.

Kotkassa 1.5.2014

Alisa Pousi

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

ALKUSANAT

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | JOHDANTO | 7 |
| 1.1 | Toimeksiantaja | 7 |
| 1.2 | Työn tavoite | 7 |
| 1.3 | Työn rajaus, tekotapa ja aineisto | 7 |
| 2 | RAKENNUSFYSIKKA | 8 |
| 2.1 | Kosteuslähteet ja fysikaaliset ilmiöt | 9 |
| 2.2 | Ulkoiset kosteuslähteet | 10 |
| 2.3 | Sisäiset kosteuslähteet | 12 |
| 3 | RAKENNETYYYPIT | 16 |
| 3.1 | Luonnonkivistä ladottu perusmuuri | 16 |
| 3.2 | Paikalla valettu teräsbetonimuuri | 21 |
| 3.2.1 | 1920–1940 -lukujen seinärakenteet | 22 |
| 3.2.2 | 1940–1965 -lukujen seinärakenteet | 24 |
| 3.2.3 | 1970–1980 -lukujen seinärakenteet | 27 |
| 3.3 | Harkkorakenteinen perusmuuri | 30 |
| 4 | KORJAUSRAKENTAMINEN | 36 |
| 4.1 | Kuntotutkimus | 39 |
| 4.2 | Korjausrakentamisen suunnittelu | 40 |
| 4.3 | Kellariseinän ulkopuoliset korjausmenetelmät | 41 |
| 4.3.1 | Kosteuden- ja lämmöneristys | 43 |
| 4.3.2 | Salaojitus ja maatäyttö | 48 |
| 4.4 | Sisäpuoliset korjausmenetelmät | 51 |
| 4.4.1 | Luonnonkiviset kellariseinät | 52 |
| 4.4.2 | Betoni- ja harkkorakenteiset kellariseinät | 53 |

| | |
|--|----|
| 4.4.3 Kellarin sisäpuoliset märkätilat | 56 |
| 5 KYSELYTUTKIMUS | 60 |
| 5.1 Kyselylomake | 60 |
| 5.2 Tulokset ja analyysi | 61 |
| 6 YHTEENVETO | 64 |
| LÄHTEET | |
| LIITTEET | |

Liite 1. Kyselylomakkeen saate

Liite 2. Kyselylomake

Liite 3. Perusmuurin ulkopuolinen korjaus - perusmuurilevy.

Liite 4. Perusmuurin ulkopuolinen korjaus - Isodrän-levy.

1 JOHDANTO

1.1 Toimeksiantaja

Opinnäytetyön toimeksiantajana on talonrakennusalan yritys Wise Group Finland Oy, jonka neljä toimialaa ovat rakennuttaminen, rakennesuunnittelu, talotekninen suunnittelu ja korjausrakentaminen. Wise Group Finland Oy sai alkunsa vuonna 2011, kun kotkalainen insinööritoimisto Ylimäki & Tinkanen fuusioitui emoyhtiöönsä kolmen muun rakentamisalan yrityksen kanssa. Yrityksellä on toimipisteitä Kotkassa, Helsingissä, Espoossa, Kouvolassa, Mikkelissä, Savonlinnassa ja Jyväskylässä. Suomen lisäksi yritys tarjoaa palveluitaan myös Venäjällä ja Baltian maissa.

(Wise Groupin esittely 2014.)

1.2 Työn tavoite

Opinnäytetyön tavoitteena on tutkia eri aikakausina asuinrakennusten maanvastaisissa seinissä käytettyjä rakennustapoja ja rakennetyyppejä. Työssä keskitytään toimeksiantajalta saatuihin kolmeen rakennetyyppiin, joiden kosteusvaurioihin liittyviin ongelmakohtiin lähdetään etsimään ratkaisua. Jokaiselle rakennetyypille suunnitellaan useampi korjausvaihtoehto.

Tutkimuksen yhtenä tarkoituksena pyritään tuomaan esiin rakennusfysiikan merkitystä korjausrakentamisessa ja hyödyntämään saatua tietoa korjausmenetelmiä suunnittelussa. Toimeksiantajan tavoitteena on kehittää korjausrakentamisen suunnittelua ja vähentää suunnittelijan ajankäyttöä. Näin ollen suunnittelijat voisivat hyödyntää tutkimuksen avulla uusinta tietoa erilaisten esimerkkirakenteiden avulla omassa suunnittelutyössään ja valita korjausvaihtoehdoista kohteeseen parhaiten sopivan vaihtoehdon. Lopullisena tavoitteena on siirtää tutkimus sähköiseen rakennetyyppikirjastoon.

1.3 Työn rajaus, tekotapa ja aineisto

Työ on rajattu käsittämään asuinrakennusten maanvastaisten seinien eli kellarin seinien rakenteet. Maanvastaisten lattioiden rakenteita, kellaritilojen kattorakenteita ja niiden kosteusvaurioita ei tässä työssä käsitellä lainkaan. Korjausmenetelmissä keskitytään seinien rakenteelliseen korjaukseen ja niiden toiminnan parantamiseen.

Työ rajautuu kolmeen yleisimpään rakennetyyppiin, joita on kellarirakentamisessa aikojen saatossa käytetty. Tarkoituksena on selvittää rakenteiden rakennusfysikaalisia ilmiöitä ja kosteuden lähteitä, etsiä kyseisten rakenteiden tyypillisimpiä kosteusvaurioihin johtavia ongelmakohtia ja tuoda esille uusimpia korjausvaihtoehtoja.

Aineistoa kerätään rakennusalan kirjallisuudesta, kuten RT-kortistosta, rakennusalan oppikirjoista ja rakennetekniikan laitosten julkaisuista. Lisää tietoa saadaan myös asiantuntijoiden haastatteluista.

2 RAKENNUSFYSIKKA

Rakennusfysiikan tutkimusalaan kuuluvat kosteuden, lämmön ja kaasun kulku rakenteissa, rakennusakustiikka, rakennusosien kosteus- ja lämpötekkinen mitoitus sekä suunnittelu ja säänkestävyys. Rakennusfysiikka onkin noussut keskeiseksi osaamisalueeksi nykyisessä rakentamisessa. Muun muassa rakenteiden kosteusvauriot ja homeongelmat sekä kiristyvät energiansäästötavoitteet ovat aiheuttaneet sen, että rakennusala kaipaa jatkuvasti uutta tietoa rakennusfysiikkaan liittyvistä tutkimustuloksista ja hyvistä käytännön ratkaisuista. Rakennusfysiikan painoarvon kasvusta kertoo osaltaan myös se, että se on nostettu omaksi rakennesuunnittelualueeksi runko- ja pohjarakennesuunnittelun rinnalle. (Rakennusfysiikka 2007, esipuhe.)

Viime vuosikymmenien aikana on rakentamisessa tapahtunut suuria muutoksia. Uudet rakenteet, lisääntynyt melu ja saaste, tiukentuneet määräykset yms. ovat tuoneet mukanaan ongelmia. Myös uudet työturvallisuuteen ja työterveyteen tähtäävät, suunnittelijoiden ja toteuttajien vastuuta lisäävät määräykset samoin kuin rakentamisen painopisteen siirtyminen uudisrakentamisesta korjausrakentamiseen asettavat haasteita sekä suunnittelijoille että rakentajille. Suunnittelijan tulee hallita monia samanaikaisesti vaikuttavia fysikaalisia ja lakisääteisiä tekijöitä, jotta lopputuloksena olisi toimiva ja määräykset täyttävä kokonaisuus. (Siikanen 1996, esipuhe.)

Korjausrakentamisessa on omat vaikeutensa, sillä se ei useinkaan tarkoita sitä, että korjaamalla rakenne saatetaan entiseen kuntoonsa, vaan sitä pyritään myös parantamaan. Toisena vaikeutena korjausrakentamisessa on uusien materiaalien käyttö. Onkin erityisen tärkeää arvioida suunniteltujen toimenpiteiden vaikutusta rakenteen toimintaan (Björkholtz 1997, 9). Materiaalivalintojen ja rakenneratkaisujen lisäksi olosuhteilla on ratkaiseva merkitys rakenteiden vaurioitumiseen ja pitkäikäisyyteen. On tär-

keää hahmottaa, miten vesi tai kosteus voi päästä rakenteisiin ja kulkea niissä, miten kosteusrasitusta voidaan vähentää ja miten kosteus ohjataan rakenteesta ja huoneilmasta pois. (SPU Systems Oy 2012, 9.)

Rakennusmateriaalien rakennusfysikaaliset ominaisuudet muuttuvat sen mukaan, missä lämpötila- ja RH-olosuhteissa materiaalit ovat. Jotta rakenteiden rakennusfysikaalista toimintaa voidaan tarkastella laskennallisesti luotettavasti, materiaaliominaisuudet tulee selvittää eri lämpötila- ja kosteusolosuhteissa. Kehittyneisiin laskentaohjelmiin voi syöttää materiaaliominaisuuksia näiden tekijöiden funktiona. Tällöin rakenteiden toimintaa on mahdollista analysoida eri vuodenaikoina ja erilaisissa ilmasto-olosuhteissa. (Rakennusfysiikka 2007, 187.)

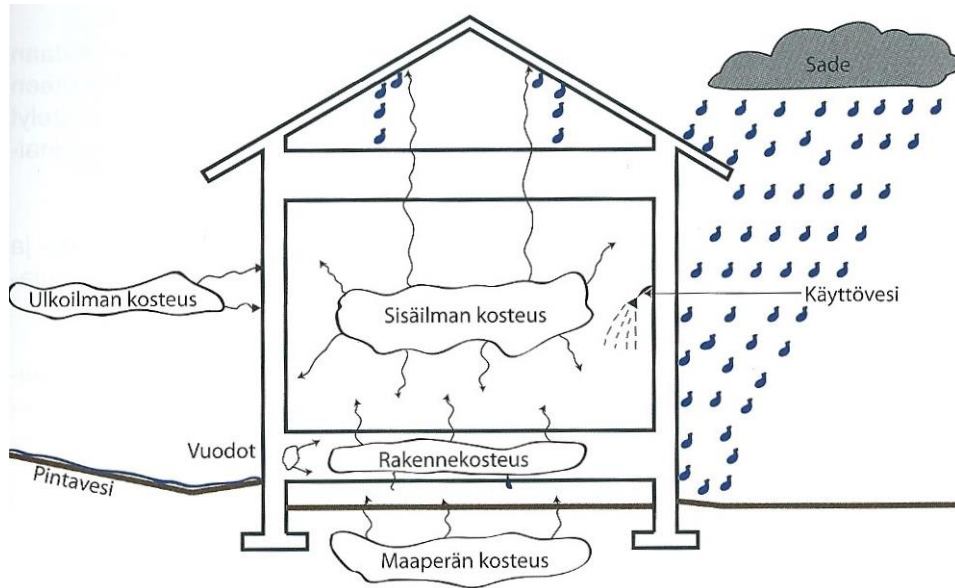
2.1 Kosteuslähteet ja fysikaaliset ilmiöt

Kellareissa, kuten rakennuksissa yleensä, vaikuttaa yhtä aikaa monia erilaisia rakennusfysikaalisia ilmiöitä, jotka voivat vahvistaa ja heikentää toistensa vaikutusta ja joiden yhdistetty vaikutus määrää pitkälti sen, millainen on kellarin sisäilma, rakenteiden kosteustila ja vaurioitumisriski. Tällaisia ilmiöitä ovat lämpö ja kosteus, rakennuksen paineolosuhteet (ali- ja ylipaine), kostudentuotto ja ilmanvaihto, rakennusmateriaalien ja rakennusosien kosteuspitoisuus ja niiden kastuminen ja kuivuminen. (SPU Systems 2012, 9.)

Maanvastaisen alapohjan alapuoliset täyttö- ja salaojakerrokset ovat ympäri vuoden lämpimiä ja kosteita. Nämä olosuhteet ovat erittäin suotuisia mikrobikasvulle (Rakennusfysiikka 2007, 39). Rakennusosien kostuminen, jatkuva kosteus tai kuivumisen pitkittyminen voi aiheuttaa kosteusvaurioita. Pitkään kosteina pysyvissä rakennusosissa voi alkaa kasvamaan home- ja lahosieniä, hiivoja ja bakteereita, joita yhteisesti nimitetään mikrobeiksi. (Lappalainen 2011, 20.)

Home- ja lahosienien ja muiden mikrobien itiöitä on ulkoilmassa eniten keväällä ja syksyllä. Itiöitä on vähiten talvella, kun maa on jäässä ja lumen peittämä. Home ja muut mikrobit voivat kasvaa, kun suhteellinen kosteus on jatkuvasti yli 70 % RH ja lämpötila +10...+55 °C. Homehtuminen ja mikrobien kasvu on hyvinkin nopeaa suhteellisen kosteuden ollessa yli 90 % RH. Orgaanisiin rakennusaineksiin, kuten puuhun, kuitu- ja lastulevyihin, kankaisiin sekä orgaanisiin saumamassoihin, tulee mikrobikasvustoa herkemmin kuin epäorgaanisiin rakennusaineisiin. Alle 0 °C:n lämpöti-

lassa mikrobit eivät kasva ollenkaan. Jos kasvualusta pääsee kuivumaan, mikrobit siirtyvät lepotilaan ja jatkavat kasvuaan taas, kun olosuhteet ovat riittävän kosteat. (Lappalainen, M. 2011, 20.)



Kuva 1. Rakennukseen vaikuttavat kosteuslähteet (RIL 250-2011, 63.)

Ennen rakenteiden varsinaista korjausta on selvitettävä kosteus- ja homevaurioiden syyt. Kuva 1 havainnollistaa yleisimpiä kosteuslähteitä, joista rakenteisiin voi kertyä kosteutta. Ne voidaankin jakaa kahteen ryhmään, ulkoisiin ja sisäisiin kosteuslähteisiin.

2.2 Ulkoiset kosteuslähteet

Ulkoilmasta siirtyy rakenteisiin vesihöyryä, joka tiivistyy ulko- tai tuuletusvälipintoihin tai sitoutuu hygroσκοoppisesti. Ulkoilman kosteus siirtyy ilmanvaihdon kautta rakennuksen sisätiloihin (RIL 250-2011, 65). Hygroσκοoppisuudella tarkoitetaan huokosen aineen kykyä sitoa itseensä kosteutta ilmasta ja luovuttaa sitä takaisin ilmaan. (Leivo & Rantala 2006, 7.)

Rakennuksen tuuliesteet ja sijainti maastossa vaikuttavat sen alttiuteen säävaihteluille. Näin ollen rakenteisiin voivat vaikuttaa rakennuksen ympäristöstä, vesikatolta ja seinistä valuvat pinta- ja sadevedet ja lumen sulamisvedet. Tuulenpaine ja ilmavirtaukset voivat siirtää sade- ja sulamisvesiä pintoja pitkin myös ylöspäin ja viedä suuria määriä vettä rakenteiden sisään esimerkiksi seinärakenteiden tuuletusraoista. Julkisivu ja ve-

sikalusteet voivat myös aiheuttaa veden roiskumista esimerkiksi maasta, ikkuna-laudoilta ja räystäään ympäristöstä. (RIL 250-2011, 64.)

Maaperästä alapohjarakenteisiin tuleva kosteus voi olla esimerkiksi pohja- tai vajovet-tä tai niiden kapillaarivettä. Kapillaarisuudella tarkoitetaan ominaisuutta, jonka avulla huokoinen aine kykenee imemään nestettä vapaan nestepinnan yläpuolelle ja pitämään sen siellä. Näin ollen kapillaarivesi on kapillaarivoimien vaikutuksesta pohjaveden yläpuolelle nousevaa vettä (Leivo & Rantala 2006, 7). Ohutta kuorikerrosta lukuun ot-tamatta maan huokostilavuus oletetaan täydellisesti vesihöyryllä kyllästetyksi. Maape-rän huokosissa olevan vesihöyryn suhteellisen kosteuden eli RH:n katsotaan siis ole-van 100 %. Maaperän kosteus on aina huomioitava kosteusteknisiä laskelmia tehdessä ja alapohjarakenteita suunnitellessa. (RIL 250-2011, 64.)

Ratkaisevana tekijänä on myös seinää vasten täytetyn maa-aineksen laatu tai maalaji, sekä sille ominainen kapillaarinen nostokorkeus. Kuvassa 2 on nähtävillä erilaisten maalajien suuntaa antavia kapillaarisia nousukorkeuksia.

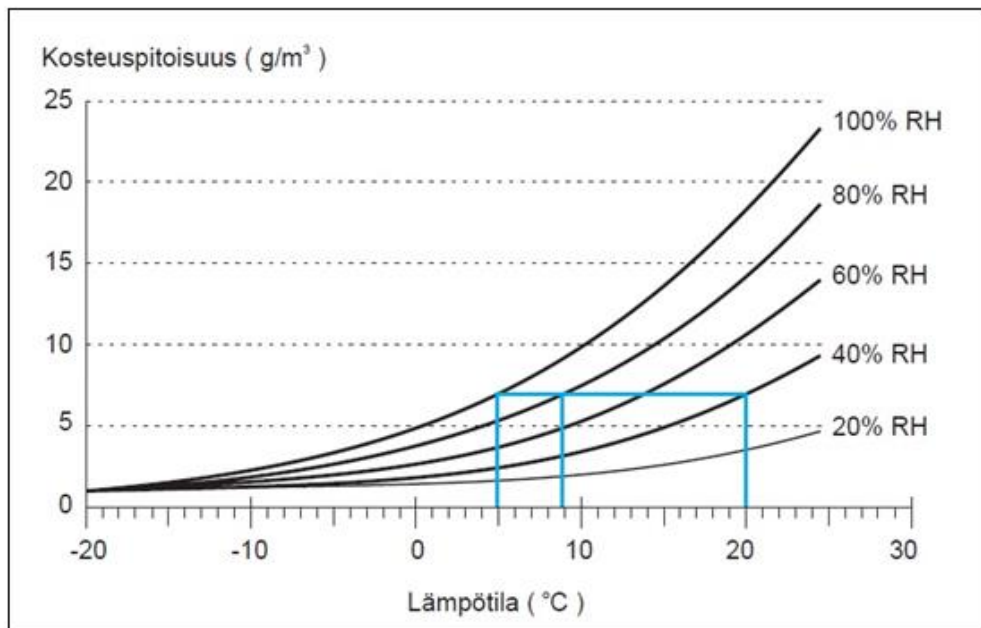
| Maalaji | Rakeisuus mm | Kapillaarinen nousu mm |
|---------|---------------|------------------------|
| Hiekka | 0,2–2 mm | 30–300 |
| Hieta | 0,02–0,2 mm | 300–3 000 |
| Hiesu | 0,002–0,02 mm | 3 000–30 000 |
| Savi | 0–0,002 mm | > 30 000 |

Kuva 2. Maalajien suuntaa antavat kapillaariset nousukorkeudet (RIL 250-2011, 72.)

Ulkopuolisten kosteuden lähteiden hallintaan vaikuttaa merkittävästi rakenteen ulko-puolelle rakennettu salaojajärjestelmä, täyttömaan maalajit ja maanpintojen kallistuk-set (RIL 126-2009, 8). Rakennuspohjan kuivatus käsittää kokonaisuudessaan pohjave-den kapillaarisen nousun katkaisemisen salaojituskerrosten avulla. Rakennuspohjan alueelle kertyvät pohja- ja vajovedet johdetaan salaojien avulla pois rakennuksen alu-eelta ympäröivään sadevesiviemäriverkostoon tai maastoon (RIL 126-2009, 11). Ra-kennuksen vierustäytön on oltava vettä läpäisevää, niin että se ohjaa painovoimaisesti liikkuvan veden salaojiin. Toimiva salaojitus vähentää tehokkaasti perusmuurin kos-teusrasitusta. (SPU Systems Oy 2012, 9.)

2.3 Sisäiset kosteuslähteet

Sisäilman kosteus seuraa pääosin ulkoilman kosteusvaihtelua. Suhteellinen kosteus on suurimmillaan kesäkuukausina, kun ulkoilmakin sisältää paljon kosteutta. Pienimmillään sisäilman suhteellinen kosteus on kylminä talvikuukausina, kun ulkoilman sisältämä absoluuttinen kosteusmäärä g/m^3 on hyvin pieni. (RIL 250-2011, 65.)



Kuva 3. Ilmassa olevan vesihöyryn määrä, suhteutettuna ilman lämpötilaan ja suhteelliseen kosteuteen (RT 05-10710 1999, 2.)

Kuvassa 3 on esitetty värillisellä viivalla esimerkki suhteellisen kosteuden käyrästä käytöstä. Siitä voidaan nähdä rakennusosan likimääräinen lämpötila, jossa vesihöyry kondensoituu. Kondensoitumisella tarkoitetaan ilmiötä, jossa ilmassa oleva vesihöyry tiivistyy nesteeksi ilmassa, rakennusosan pintaan tai sen sisään ilmahuokosiin. Näin tapahtuakseen ilman kosteuden on oltava suurempi kuin ilman lämpötilaa vastaava kyllästyskosteus. Esimerkissä sisäilman lämpötila on 20 $^{\circ}\text{C}$ ja ilman suhteellinen kosteus on 40 %, ja tuloksena on vesihöyryn kondensoituminen, kun rakenneosaa saavuttaa noin 5 $^{\circ}\text{C}$ lämpötilan (RT 05-10710 1999, 2). Nurkista ja lattianrajasta tapahtuvat ilmavuodot ja kylmäsillat aiheuttavat alhaisia pintalämpötiloja tyypillisesti rakenteiden nurkkiin. Alentuneet pintalämpötilat voivat ääritapauksissa myös aiheuttaa kosteuden tiivistymistä eli kondensoitumista. (RIL 205-2011, 73.)

Jo rakennusvaiheen aikana rakenneosiin tai rakennusaineisiin voi päästä kosteutta. Tämän tyyppinen rakennuskosteus on peräisin materiaalien valmistusprosessissa käytetystä vedestä ja rakennustuotteiden kuljetuksen, varastoinnin ja rakennustyön aikana tapahtuneesta kastumisesta. Rakennuskosteus pyrkii poistumaan rakenteesta kunnes rakenne on saavuttanut tasapainokosteuden ympäristön kanssa. Tasapainokosteudella tarkoitetaan tilannetta, jossa kosteussiiirtymistä ei tapahdu ympäristön ja rakennusaineen välillä (RIL 250-2011, 68). Rakennuskosteudesta johtuvat vauriot johtuvat useimmissa tapauksissa siitä, että rakennusosa ei ole ehtinyt riittävästi kuivua, ennen kuin sen päälle on tehty sitä peittävä rakennusosa tai pintakerros. Erityisesti betoni on hidas kuivumaan (RT 05-10710 1999, 5). Kuvassa 4 on nähtävillä suuntaa antavia lukemia rakennusaineiden rakennuskosteuksille. Huomattavia lukemia on erityisesti kalkkisementtillaastilla, jonka valmistuskosteus on 300 kg/m^3 ja poistuva rakennekosteus 250 kg/m^3 , kun ilman RH on 50 %. Suuret lukemat viittaavat laastin valmistuksessa käytettävään runsaaseen vesimäärään, joka laastin kuivuessa poistuu vesihöyrynä rakenteesta.

| Rakennusaine | Kosteus kg/m^3 | | | |
|-----------------------|-------------------------|--|--|--|
| | Valmistus- kosteus | Kemiallisesti sitoutunut kosteus | Tasapainokos- teus, kun ilman RH = 50% | Poistuva rakennuskosteus, kun ilman RH = 50 % |
| Betoni | | | | |
| K15 | 180 | 40 | 25 | 115 |
| K25 | 180 | 60 | 30 | 90 |
| K40 | 180 | 70 | 40 | 70 |
| Kevytbetoni | 100...200 | - | 20 | 80...180 |
| Kalkkisementtillaasti | 300 | 20 | 30 | 250 |
| Tiili | 10 | - | 10 | 0 |
| Tiilimuuri | 80 | - | 10 | 70 |
| Puu | 60 | - | 40 | 20 |

Kuva 4. Rakennusaineiden rakennuskosteudet (RT 05-10710 1999, 5.)

Rakennuksessa tapahtuvasta toiminnasta aiheutuvaa kosteuslisää muodostuu eniten keittiötoiminnasta, peseytymisestä ja saunomisesta. Kuvassa 5 onkin vertailtu kosteuslähteistä johtuvaa kosteudentuottoa asuinrakennuksissa. Ihmisen oman toiminnallisen tuoton kuten hengityksen ja hikoilun lisäksi myös huonekasvit, vaatteiden pesu ja pyykin kuivaus tuottavat merkittävästi kosteutta huoneilmaan. (RIL 250-2011, 67.)

| Kosteuslähde | Tuotto |
|--|--|
| Ihminen | 40–300 g/h riippuen aktiiviteetista (keskimäärin 90 g/h) |
| Kylpy | 700 g/h |
| Suihku | 2 600 g/h |
| Keittiötoiminta | 600–1 500 g/h (päivittäinen keskiarvo noin 100 g/h) |
| Avoim vesipinta | 40 g/m ² h |
| Kasvit | |
| - pienet kasvit | 7–15 g/h |
| - keskikokoiset | 10–20 g/h (esim. Ficus elastica) |
| Vaatteiden pesu ja kuivaus | |
| - lingottu pyykki | 10–50 g/h /kg, kuivaa pyykkiä |
| - vettä tippuva | 20–100 g/h /kg, kuivaa pyykkiä |
| Kuivauksen kesto ja kokonais- kosteus otettava huomioon | |

Kuva 5. Kosteuden tuotto asuinrakennuksissa (RIL 250-2011, 67.)

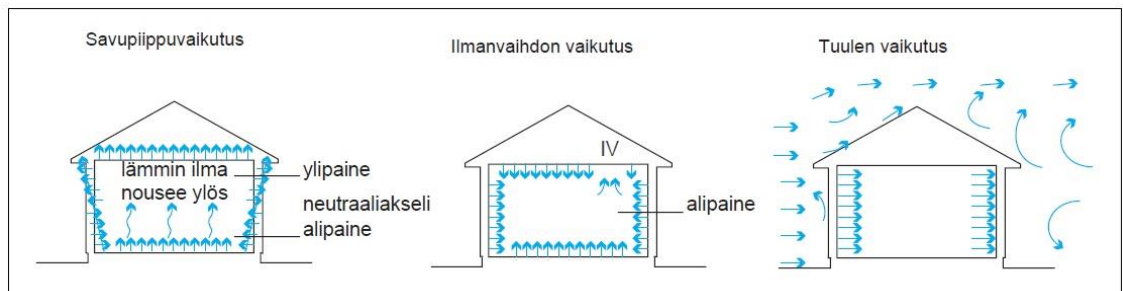
Kosteusvaurioiden ongelmallista kasvua on myös lisännyt aikaisemmin varastokäytössä olleiden kellarikerroksen tilojen ottaminen asuin-, toimisto- ja liikekäyttöön ilman rakenteiden kosteusteknistä suunnittelua. Kun tilan käyttötarkoitus muuttuu, sisäilman olosuhteet muuttuvat, mikä vaikuttaa merkittävästi rakenteiden kosteustekniseen toimintaan. Yleisin virhe on uusia rakenteiden pinnat liian tiiviillä pinnoitteilla, jolloin aikaisemmin kosteusteknisesti ”oikein” toimineen rakenteen toiminta häiriintyy (Rakennusfysiikka 2007, 49). Vaikka seinä- ja lattiarakenteiden pintamateriaalit olisivatkin sellaisia, että rakenteet voivat kuivua huonetilaan päin, rakenteen toiminnasta tietämätön käyttäjä saattaa ehkäistä kuivumisen väärillä varastointi- ja kalustamistavoilla. Esimerkiksi täydet kaapistot tai tiiviit laatikkopinot seinän vierustoilla muuttavat seinän lämpötilaolosuhteita ja estävät haihtumista. (SPU Systems Oy 2012, 10.)

Putkiston ja laitteiden vesivuodot voivat aiheuttaa suuriakin kosteuspitaisuuksia rakenteisiin, ja vauriot voivat pysyä piilossa pitkiäkin aikoja. Myös vuodot kosteuden ja vedeneristyksissä voivat pysyä pitkään havaitsemattomina, ja vauriokohdista voi kulkeutua suuria kosteusmääriä rakenteisiin. Vaurioiden paikallistamista vaikeuttaa se, että vesi voi kulkeutua vauriokohdasta pitkiä matkoja rakenteissa ja aiheuttaa laho- tai homevaurion kaukana vedeneristyksen vauriokohdasta. (RIL 250-2011, 69.)

Vesihöyryn siirtymistä suuremmasta vesihöyrypitoisuudesta pienempään päin, ilmassa tai kiinteään aineen pinnassa, kutsutaan diffuusioksi. Rakennuksissa diffuusio suuntautuu yleensä sisältä ulospäin, sillä huoneilmassa on enemmän vesihöyryä kuin ulkoil-

massa (RT 05-10710 1999, 2). Diffuusiolla tapahtuvan virtauksen suuruus riippuu vesihöyryn pitoisuuseron suuruudesta ja rakenteen vesihöyrynläpäisevyydestä. Kosteusvaurioita yleensä syntyy, jos rakenteen sisäpuolelta pääsee vesihöyryä diffuusiolla enemmän rakenteisiin kuin rakenteesta poistuu. Näin ollen rakenteen kosteuspitoisuus ajan myötä kasvaa. (RIL 250-2011, 72.)

Vesihöyryn siirtymistä ilmavirtauksien mukana kutsutaan konvektioksi. Konvektiota syntyy, jos rakenteen eri puolella on erilaiset ilmanpaineet. Paine-eroja aiheuttavat esimerkiksi tuuli, lämpötilaerot ja ilmanvaihtojärjestelmät. Konvektiolla siirtyy suuria ilmamääriä jo pienistäkin rakenteen vuotokohdista, ja sen mukana siirtyvä kosteusmäärä voi olla jopa moninkertainen rakenteen läpi diffuusiolla siirtyvään kosteusmäärään verrattuna. Suurin kosteusvaurion riski on talvisaikaan, kun lämmintä ja kosteaa sisäilmaa virtaa kylmiin rakenteisiin ja ilman sisältämä kosteus tiivistyy (RIL 250-2011, 70). Ilmiötä, jossa lämmin huoneilma nousee viileämpää kevyempänä ylös, kutsutaan savupiippuvaikutukseksi. (RT 05-10710 1999, 3.)



Kuva 6. Paineolosuhteet rakennuksessa (RT 05-10710 1999, 3.)

Lämmitys ja ilmanvaihto vaikuttavat rakenteen paineolosuhteisiin niin, että tavallisesti joissain osissa rakennusta vallitsee ylipaine ja joissain alipaine. Kuvassa 6 on nähtävillä, miten eri tekijät vaikuttavat rakennuksen paineolosuhteisiin, pyrkien saamaan ali- ja ylipaineen tasapainoon. Kellaritilat ovat yleensä alipaineisia. Tämä voi aiheuttaa ongelmia, sillä alipaine pyrkii tasaantumaan imemällä korvausilmaa ulkoa rakenteiden läpi, varsinkin alapohjan rakojen ja liitoskohtien kautta. Sisään imetyn ilman mukana huoneilmaan pääsee kosteutta, hajuja, maaperän epäpuhtauksia ja jopa radonia. (SPU Systems Oy 2012, 10.)

Rakenteisiin päästyään vesihöyryn aiheuttama kosteus voi jatkaa matkaansa rakennetta pitkin myös painovoiman avulla tai kapillaarisesti. Vesi siirtyy kapillaarisesti materiaaliin yleensä veden pintajännitysvoimien aiheuttaman huokospaineen vaikutuksesta

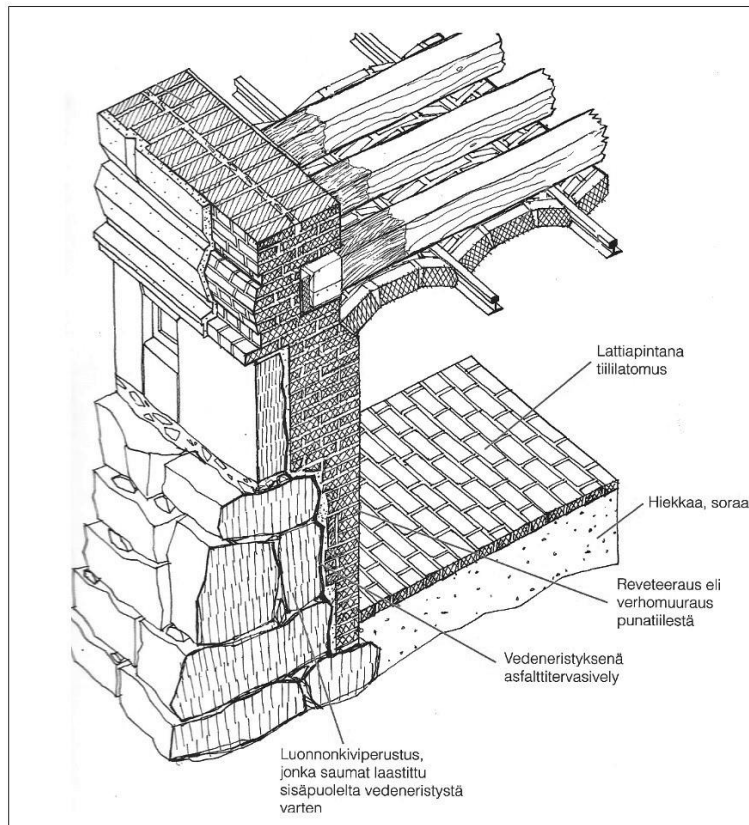
materiaalin ollessa kosketuksissa vapaaseen veteen tai toiseen kapillaarisella kosteusalueella olevaan materiaaliin. Veden kapillaarinen siirtyminen on mahdollista joka suuntaan; jopa ylöspäin suuntautuva liike on mahdollista. Kapillaarisen nousun katkaiseva kerros on erityisen tärkeässä asemassa maanvastaisissa rakenteissa kuten kellarin seinissä. (RIL 250-2011, 71.)

3 RAKENNETYYPIIT

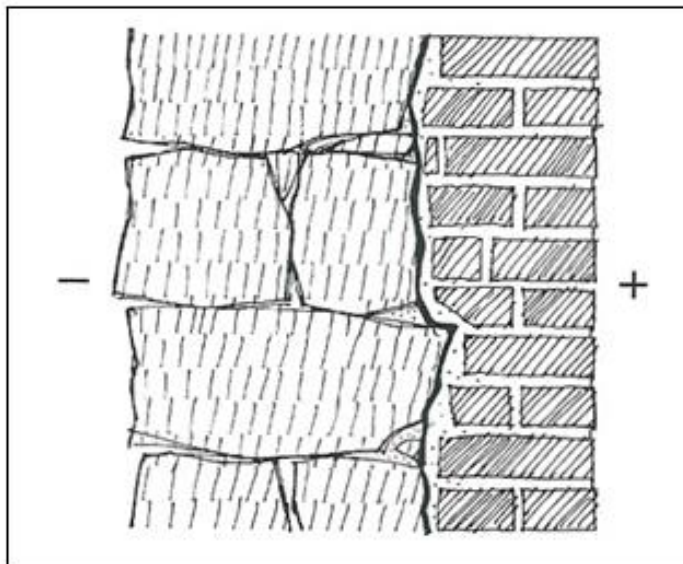
Kellariseinien rakennetyypit käsitellään seuraavissa luvuissa, seinärakenteessa käytetyn perusmuuri-rakenteen mukaan. Perusmuureja on tehty luonnonkivi-, betoni- ja harkkorakenteisina. Niiden käyttöä ei voida rajata tiettyihin aikakausiin, sillä niitä on käytetty rinnakkain kautta historian. Tämä selkeyttää huomattavasti tutkimuksen kulua, eli kunkin rakennetyypin kohdalla käydään erikseen läpi rakenteen kehitys ja käytetyt eristysmenetelmät aikakausittain.

3.1 Luonnonkivistä ladottu perusmuuri

Luonnonkivistä ladottu perusmuuri oli hyvin yleisesti käytetty 1800-luvulla ja vielä 1900-luvun alkuvuosina. Kuvan 7 mukaisesti maanpinnan alle jäävä perusmuuri koottiin yleensä suurista, epäsäännöllisen muotoisista lohkotuista luonnonkivilohkareista. Perustuksiin tulevilla kivillä saattoi olla mittaa yli kaksi metriä, ja muurin teossa voitiin hyödyntää myös rakennuspaikalta louhittua kiviainesta. Tämä edellytti, että räjäytystöissä käytettiin ruutia, sillä dynamiitti olisi pirstonut kivet pieniksi kappaleiksi. Useimmiten kivet ladottiin päällekkäin ilman laastia ns. kylmämuurina. Jos muuraukseen käytettiin sementinsekaista kalkkilaastia, voitiin muurista tehdä ohuempi. Perusmuurin eli kellariseinän sisäpinta verhomuurattiin useimmiten punatiilestä ja vasta 1900-luvun puolella seinän sisäpinta saatettiin valaa myös betonista. (Neuvonen, ym. 2002, 60.)



Kuva 7. 1800-luvun lopun tyypillinen kellarirakenne (Neuvonen, ym. 2002, 157.)

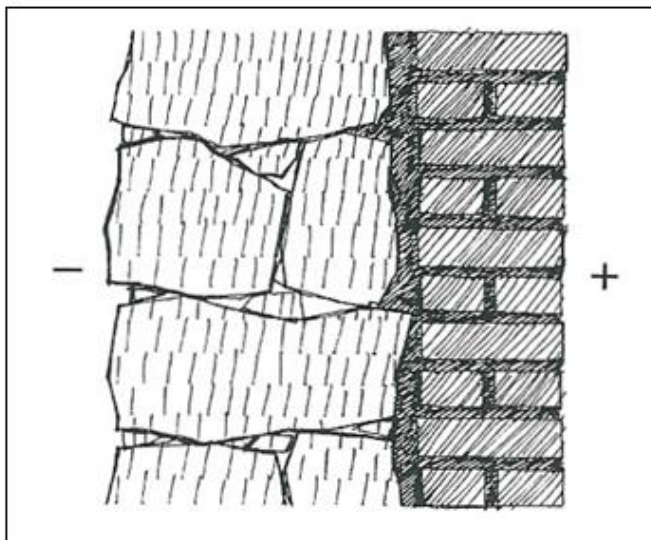


Kuva 8. Luonnonkivestä ladottu perusmuuri bitumi- tai kivihiiliterva-eristyksellä (Neuvonen, ym. 2002,60.)

Kellareiden ja kylpyhuoneiden vesieristystä tekivät asfalttiliikkeet, joiden toimialaan kuuluivat usein myös erilaiset betonityöt. 1880-luvulla Helsingissä toimi jo viisi as-

falttiliikettä. (Neuvonen, ym. 2002,62.) Maaperän kosteuden siirtyminen luonnonkivistä tiilimuuraukseen oli estettävä vedeneristyksellä. Vedeneristys sijoitettiin kuvan 8 mukaisesti luonnonkiven ja tiilimuurauksen väliin saumaamalla kivenlohkareiden saumat laastilla ja sivelemällä pinta bitumilla tai kivihiilitervalla ennen tiilten muurausta. (Neuvonen, ym. 2002, 60.)

Erilaisia veden- ja kosteudeneristykseen tarkoitettuja rakennusaineita ja rakennustarvikkeita oli markkinoilla lukuisia. Niiden tarkka koostumus on osittain arvoitus, ja nykykäytännön mukaan oman aineryhmänsä muodostavat toisaalta tervat ja piet ja toisaalta bitumit ja asfaltit. Terva itsessään voidaan jakaa orgaaniseen puutervaan ja teollisesti valmistettavaan kivihiilitervaan. Piki on puolestaan tervan tislusjäännös. Puutervaa oli tuohen ohella käytetty pitkään talonrakennuksessa veden- ja kosteudeneristykseen, mutta 1800-luvun lopulla sen syrjäyttivät teollisesti valmistettu kivihiiliterva ja sen tislusjäännös kivihiilipiki. Seos keitettiin työmaalla padassa juoksevaksi veliksi, joka siveltiin eristettäville pinnoille suurella pensselillä tai harjalla. (Neuvonen, ym. 2002, 62.)



Kuva 9. Luonnonkivistä ladottu perusmuuri valuasfalttieristyksellä (Neuvonen, ym. 2002, 60.)

Toinen vaihtoehto oli täyttää kivenlohkareiden ja tiilimuurauksen välinen rako kuvan 9 mukaisesti valuasfaltilla. Vedenpaine-eristys muurattiin rautapalaneista tiilistä käyttämällä laastina valuasfalttia. Samalla luonnonkiven ja tiiliverhouksen välinen sauma

täytettiin asfaltilla. Koska kuuma asfaltti oli juoksevaa, tarvittiin työssä apuna lautamuottia. Ennen kuin varsinaisen yläpuolisen ulkoseinän muuraukseen päästiin käsiksi, oli luonnonkivisen perusmuurin yläpinta vielä tasattava laastilla ja kivenpaloilla. (Neuvonen, ym. 2002, 61.)

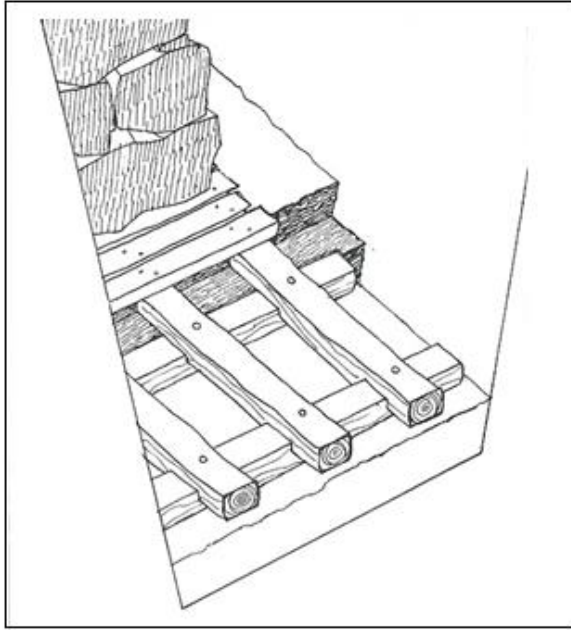
Asfaltti on nykymääritelmän mukaan bitumin ja kiviaineksen seos, jossa bitumi toimii sideaineena. Asfaltit itsessään voidaan jakaa luonnollisiin ja keinotekoisii asfaltteihin. Bitumia ja mineraaliainesta sisältävää luonnollista asfalttia myytiin tynnyreissä tai kakuina, jotka sitten sulatettiin työmaalla suuressa kattilassa ja seokseen lisättiin usein myös hiekkaa. Keinotekoista asfalttia oli verrattain helpompi saada ja se oli edullisempaa, vaikkakin laadultaan luonnollista asfalttia heikompa. Sen koostumuksessa käytettiin sideaineena myös kivihilitervaa.

Perusmuurin ja kellarin lattian rakenteisiin vaikuttivat myös ympäröivän maaperän kosteusolosuhteet. Korkealla mäellä on eristystöissä päästy vähällä, kun taas alavalle ja vetiselle maalle rakentaessa on seikkaan jouduttu uhraamaan enemmän huomiota. Yleensä kellarin lattia ja perusmuuri eristettiin maakosteutta vastaan, mutta aina tästä ei ole kuitenkaan kannettu kovin suurta huolta. Jos kellarissa oli vain halkokellareita tai muita toissijaisia tiloja, joissa pieni kosteus ei ollut vaarallista, saatettiin kellariin jättää jopa maalattia tai se päällystettiin mukulakivillä. (Neuvonen, ym. 2002, 56.)

Viime vuosisadan alussa talo rakennettiin yleensä kalliolle tai kantavalle kuivalle maalle, korkealle ja kuivalle paikalle. Aina 1930-luvun lopulle saakka, rakennuspaikka valittiin sen mukaan, mikä oli sopivin rakentamiselle. Yksinkertaisinta oli rakennuksen perustaminen kalliolle, jolloin perusmuuri voitiin rakentaa heti vaakasuoraksi tai porrasmaiseksi tasatun kallion päälle. Kaltevat kalliopinnat louhittiin tasaisiksi perustusten alta. Maaperän routimisesta ei myöskään tarvinnut kantaa huolta, kunhan huolehdittiin perustusten liepeille kertyvän veden poisjohtamisesta. Mikäli kallio tai muu kantava pohja sijaitsi niin syvällä, ettei perusmuuria ollut mielekästä ulottaa yhtäjaksoisena kallioon saakka, voitiin perusmuuri perustaa muutaman metrin välein seisovien muuripylväiden varaan. (Neuvonen, ym. 2002, 56.)

Jo vanhastaan tiedettiin, että kivirakennuksen perustukset oli suojattava roudan vaikutuksilta, mikä tehtiin ulottamalla perusmuurit riittävän syvälle routimattomaan maahan saakka. Tässä suhteessa rakentajan kannalta epäkiitollisin maapohja oli märkä savensekainen hiekka, jossa rakennusoppaat katsoivat roudan ulottuvat 1,6–2 metrin syvyy-

teen paikkakunnan ja sääolojen mukaan. Rakennus neuvottiin perustamaan vain epä-organisten maalajien varaan. Ruokamulta ja turve olivat rakennusoppaiden mukaan poistettava, sillä ne olisivat saattaneet synnyttää esimerkiksi haitallisia painumia. Se miten suurella painolla kutakin maalajia katsottiin voitavan kuormittaa, perustui kokemukseen ja rakennusoppaiden mitoitusohjeisiin. Maapohjien suurimmat sallitut puristusjännitykset normitettiin ensimmäisen kerran virallisesti 1932. (Neuvonen, ym. 2002, 56.)



Kuva 10. Hirsinarinalle luonnonkivistä ladottu perusmuuri (Neuvonen, ym. 2002, 57.)

Sijoittaessa rakennusta irtaimen maalajin varaan perustusten leveys tuli suhteuttaa maaperän kantavuuteen. Samassa maalajissa märän maaperän kantavuus on kuivaa heikompi. Yksinkertainen keino levittää rakennuksen painoa laajemmalle alueelle oli rakentaa perusmuuri päälle tulevaa tiilimuuria leveämmäksi. 1800-luvulla maanpinnan alle jäävä perusmuuri koottiin miltei yksinomaan suurista luonnonkivilohkareista ja muurin alaosalla saattoi olla leveyttä parikin metriä. Kuvan 10 mukaisesti rakennuksen painoa voitiin levittää laajemmalle alueelle sijoittamalla perusmuurin alle rusti eli arina. Vanha tapa oli koota se hirsistä tai lankuista loveamalla tai naulaamalla. Puun tiedettiin vaativan jatkuvaa kosteutta säilyäkseen maassa vahingoittumana, minkä takia puuarina neuvottiin ympäröimään savella kosteuden säilyttämiseksi. (Neuvonen, ym. 2002, 58.)

3.2 Paikalla valettu teräsbetonimuuri

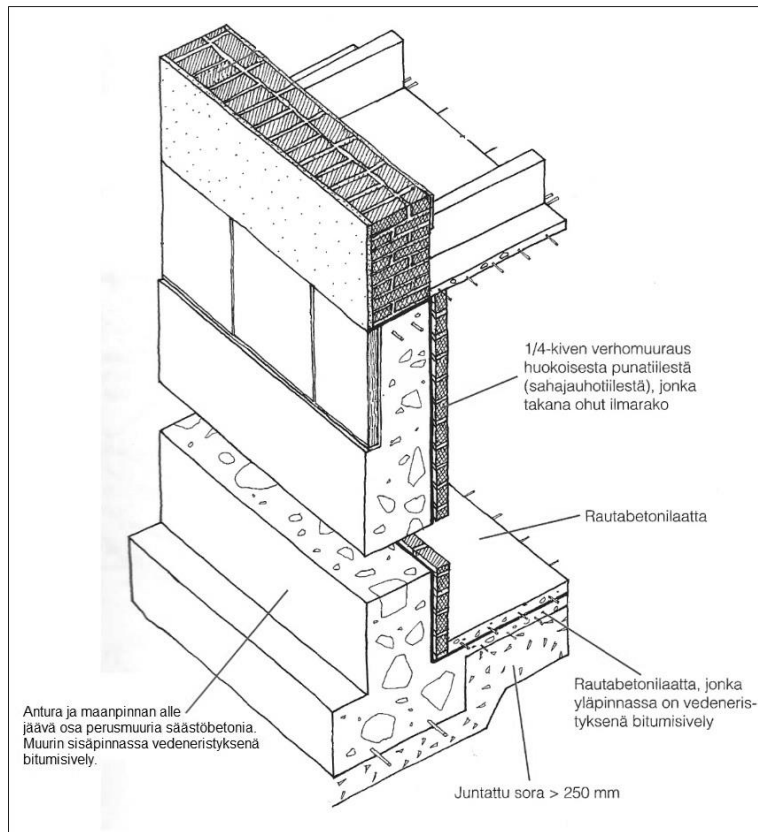
Viime vuosisadan alkupuolen teollistuminen ja kaupungistuminen edellyttivät Suomessa rakentamista, joka toteutettiin vasta kehitetyn betonitekniikan avulla. Arkkitehtonisesti betonin muovailtavuus tarjosi uusia mahdollisuuksia ja betoni on otettu käyttöön kaikilla rakentamisen osa-alueilla. Betonin suosio onkin alusta asti perustunut raaka-aineiden hyvään saatavuuteen ja yksinkertaiseen valmistustapaan. Se on myös kivipohjaisena materiaalina kestävä, luja ja vähän huoltoa vaativa. Betonirakennukset säästävät massiivisina ja tiiviinä energiaa koko elinkaarensa ajan. (Suomen Betonitieto Oy 2014.)

Betonin pääraaka-aineita ovat sementti, vesi ja kiviaines. Betonin raaka-aineet otetaan maaperästä ja kun kiviaines on paikallista, se ei myöskään vaadi pitkiä kuljetusmatkoja. Sementti valmistetaan pääasiassa kalkkikivestä, joka on yksi maapallon yleisimmistä kivilajeista. Nykyisin betoniteollisuus pystyy käyttämään raaka-aineena myös muun teollisuuden muuten jätteeksi meneviä sivutuotteita, kuten lentotuhkaa, massunikuonaa ja silikaa. Koko elinkaaren aikaisilta ympäristökuormituksiltaan betoni on erittäin ekotehokas rakennusmateriaali. Se onkin siis yksi taloudellisimmista rakennusmateriaaleista. (Suomen Betonitieto Oy 2014.)

1990-luvulta lähtien arkkitehtuuri, rakennuksen ominaisuudet, elinkaarikustannukset ja ympäristövaikutukset ovat suunnanneet betonirakentamisen kehittymistä nykypäivää kohti. Rakentamisen asenteet ovat ajan saatossa muuttuneet ja betoni tarjoaa väri- vaihtoehtojen ja säilyvyyden kannalta monipuolisia variaatiomahdollisuuksia. Julkisivuissa rappaustekniikat ja graafinen betoni ovat myös lisänneet suosiotaan. Myös betonielementtitalot lisäävät osuuttaan tulevaisuudessa pientalorakentamisessa. (Betoniteollisuus ry 2014.)

3.2.1 1920–1940 -lukujen seinärakenteet

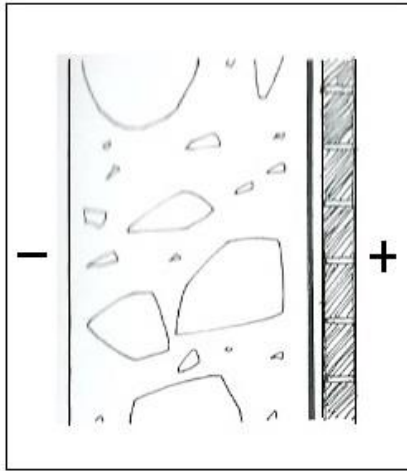
1940-luvulle asti pientaloissa oli harvoin varsinaista kellarikerrosta. Usein kellari oli vain pieni talousvarasto, johon laskeuduttiin lattialuukun kautta. (SPU Systems Oy 2012, 18.) 1930-luvun lopun asuinkerrostaloissa oli kuvan 11 mukaisesti betonista valettu perusmuuri ja sisäpuolinen tiilimuuraus. Hyvin tyypillinen oli kevyempi 1/4-kiven verhomuuraus.



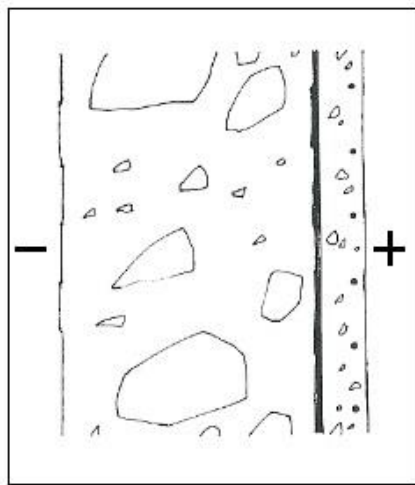
Kuva 11. 1930- luvun lopun tyypillinen kellarirakenne (Neuvonen, ym. 2002, 173.)

Helsingissä perusmuurien valaminen betonista yleistyi jo ennen ensimmäistä maailmansotaa, mutta perustuksia tehtiin luonnonkivistä vielä 1920-luvulla. Perusmuurien betoni oli laihaa: sekoitussuhde oli esimerkiksi 1 osaa sementtiä, 5 osaa hiekkaa ja 5 osaa sepeliä. Lisäksi sekaan heitettiin betonin säästämiseksi suuria kivenmurikoita, mistä nimi säästöbetoni on tullut. Säästöbetonimuurit tulivat luonnonkivimuureja kalliimmiksi, mutta olivat nopeampia rakentaa. Muuriin upotettujen kivien tuli rakennusoppaiden mukaan olla kokonaan betonimassan ympäröimiä. Toisinaan saattoi kuitenkin käydä niinkin, että valuvaiheessa muotit oli täytetty suurikokoisilla kivilohkareilla

ja betonimassaa oli vain siteeksi. Säästöbetonin aikakausi ulottui sodanjälkeisen pulajan takia jopa 1900- luvun puoliväliin asti. (Neuvonen, ym. 2002, 61.)



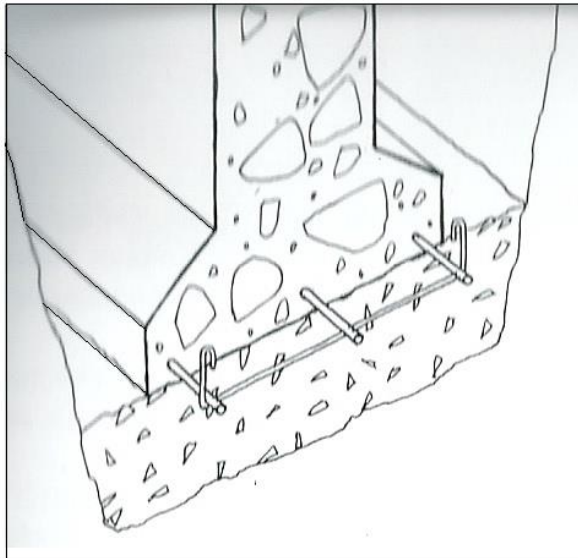
Kuva 12. Säästöbetonista valettu perusmuuri, jossa vedeneristyksenä on käytetty bitumi- tai kivihiiliterva-sivelyä (Neuvonen, ym. 2002, 61.)



Kuva 13. Säästöbetonista valettu perusmuuri, jossa vedenpaine-eristyksenä on liimattu eristysvuopa (Neuvonen, ym. 2002, 61.)

Tuohon aikaan vedeneristys siveltiin muurin sisäpintaan ja sen suojaksi tuli verho-
muuraus (Kuva 12). Koska muuraus ei ollut osa kantavaa rakennetta, se voitiin tehdä
huokoisista ja lämpöä hyvin eristävästä punatiilistä, kuten sahajauhotiilistä. Myös pe-
rusmuurin päällä on käytetty vedeneristykseenä yleensä bitumi- tai tervasisivelyä. Tarvit-
taessa vedenpaine-eristystä, valettiin muurin sisäpuolelle vankasti raudoitettu betoni-
seinä, sillä muuten vedenpaine olisi irrottanut vedeneristeen muurin pinnasta. Asfaltin

sijasta vedenpaine-eristykseen käytettiin usein eristyshuopaa, joka liimattiin kuvan 13 mukaisesti kiinni perusmuuriin. Mikäli vedenpaine oli vähäinen, saattoi vedeneristeenä olla perusmuurin pintaan rapattu muutaman sentin kerros vedenpitävää erikoislaastia. (Neuvonen, ym. 2002, 61.) Eristyshuovat yleistyivät vedenpaine-eristyksessä vasta kun perusmuureja ja kellarin lattiaa ryhdyttiin valamaan betonista, sillä huovat vaativat alleen tasaisen alustan. (Neuvonen, ym. 2002, 63.)



Kuva 14. Säästöbetonista valettu perusmuuri, betoniantura ja sora-arina (Neuvonen, ym. 2002, 57.)

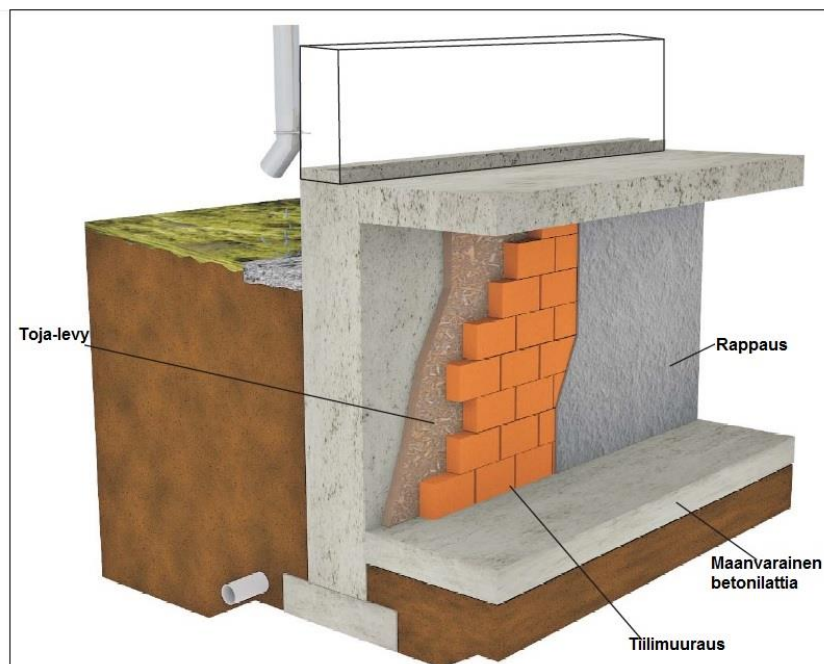
Säästöbetonista valettu perusmuuri oli useimmiten vain alimman kerroksen ulkoseinän paksuinen. Perusmuuri levitettiin tarvittaessa alaosastaan anturaksi. Betonissa rakennuksen aiheuttaman paineen laskettiin leviävän alaspäin 45 asteen kulmassa, joten anturan yläpinta oli betonin säästämiseksi mahdollista viistää vinoksi (Neuvonen, ym. 2002, 58). Betoniantura rakennettiin kuvan 14 mukaisesti sora-arinan päälle.

3.2.2 1940–1965 -lukujen seinärakenteet

Rakennuksen alle sijoitettava kellarikerros yleistyi vasta sotien jälkeisellä rakennuskaudella, jolloin tarvittiin nopeasti suuri määrä kustannuksiltaan alhaisia ja neliöiltään tehokkaita pientaloja. Koko talon laajuinen tai osittainen kellarikerros yleistyi varsinkin asutuskeskusten tonteilla, joissa tilaa piharakennuksille ei välttämättä ollut. Näitä kellarillisia, puolitoistakerroksisia rintamamiestaloja rakennettiin 1940- ja 1950-luvuilla paljon, samoin vielä 1960-luvun alussa. (SPU Systems Oy 2012, 19.)

Rintamamiestalon kellarikerroksen tilat olivat tyypillisesti asumisen kannalta ns. toissijaisia tiloja kuten talouskellareita, varastoja ja kattilahuoneita. Ne olivat tavallisesti betonipintaisia, viimeistelemättömiä ja lämmittämättömiä – osassa tiloista saattoi olla jopa maapohja. Kellarissa sijaitsevat sauna- ja pesutilat olivat myös jokseenkin karuja, tarkoitettuja lähinnä vain kerran viikossa tapahtuvaan peseytymiseen. Tilat olivat valtaosan vuotta suhteellisen kosteita, mikä kuitenkin hyväksyttiin asiaankuuluvana ominaisuutena. (SPU Systems Oy 2012, 20.)

Maailmansodan jälkeen vuonna 1946 tulivat voimaan uudet betoninormit, jotka perinteisten saksalaisten vaikutteiden lisäksi sisälsivät anglosaksisia vaikutteita. Normit edellyttivät suunnittelijalta, työnjohdolta ja valvojalta A- ja B-luokan betonitöissä pätevyyttä, jonka saavuttaminen edellytti maksullisen kurssin suorittamista. Näin ollen myös betonin laatu rakennusmateriaalina parani. Betonteollisuutta alettiin kehittää elementtiteknologian avulla 1950-luvulla. Suomessa suuntausta modernimpaan ja rationalisempaan suuntaan kehitti 1950-luvulla juuri Alvar Aalto, joka suunnitteli mm. betonista rakennettuja tyyppitaloja. (Suomen Betoniyhdistys 2014.)

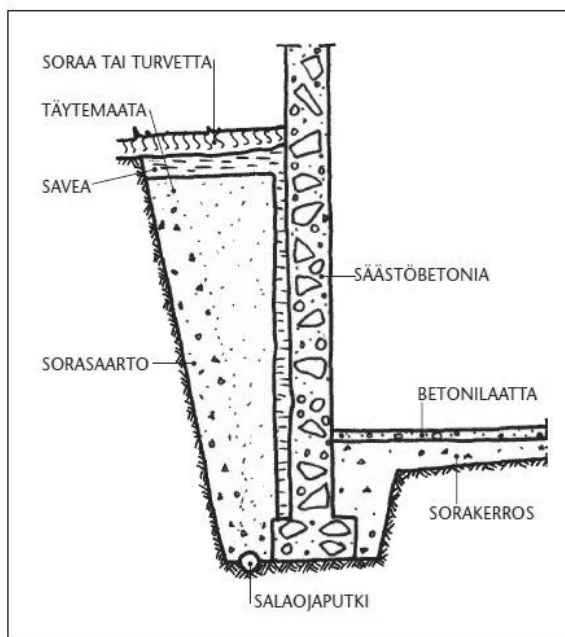


Kuva 15. Betoniseinän lämmöneristeenä toja-levy (Hometalkoot 2014.)

Kellarin seinärakenne oli melko yksinkertainen ja kosteudeneristämishjeet olivat yksiselitteisiä. Hyvän rakennustavan mukaisesti rakennus oli salaojitettava ja kellarin rakenteen vesieristettävä. Keinot vedeneristyksen tekemisestä vaihtelivat ohuesta sa-

visivelystä tai betonirappauksesta kaksinkertaiseen bitumisivelyyn. Bitumin käyttö oli lähtökohtainen suositus, mutta vaatimattomissa, lämmittämättömissä tiloissa katsottiin savi- tai sementtikerroksen riittävän. Yleisemmin perusmuuri tehtiin säästöbetonista ja raudoitusta käytettiin vain harvoin. Sementistä oli pulaa ja sitä pyrittiin käyttämään mahdollisimman vähän. (SPU Systems Oy 2012, 22.)

1940–1950 -luvulla kellarikerroksen ulkoseinät valettiin yleensä betonista ilman lämmöneristystä. Ajalle tyypillistä oli myös perusmuurin yläpuolinen lämmöneristys eli sokkelihalkaisu. Joissain tapauksissa betoniseinän sisäpuolelle on jo valuvaiheen aikana tai sen jälkeen kiinnitetty lämmöneriste. Tyypillisesti eristeenä on käytetty sementtilastulevyä eli toja-levyä (Kärki & Heikkinen 2011, 27). Kuvan 15 mukaisesti toja-levyn pinta tai sen päälle muuratun tiiliverhouksen pinta rapattiin. Betoniseinän ja tiilimuurausten väliin saatettiin myös jättää ilmarako tai väliin lisättiin turvetta lämmöneristeeksi (Hometalkoot 2014). Turvetta on käytetty lämmöneristeenä satojen vuosien ajan sen luonnollisen ja tehokkaan homesuojauksen takia. Eristeenä se sitoo ja luovuttaa kosteutta luonnollisesti, jolloin rakenteet pysyvät hengittävinä.



Kuva 16. 1950-luvun kylmän kellarin perustus (SPU Systems Oy 2012, 22.)

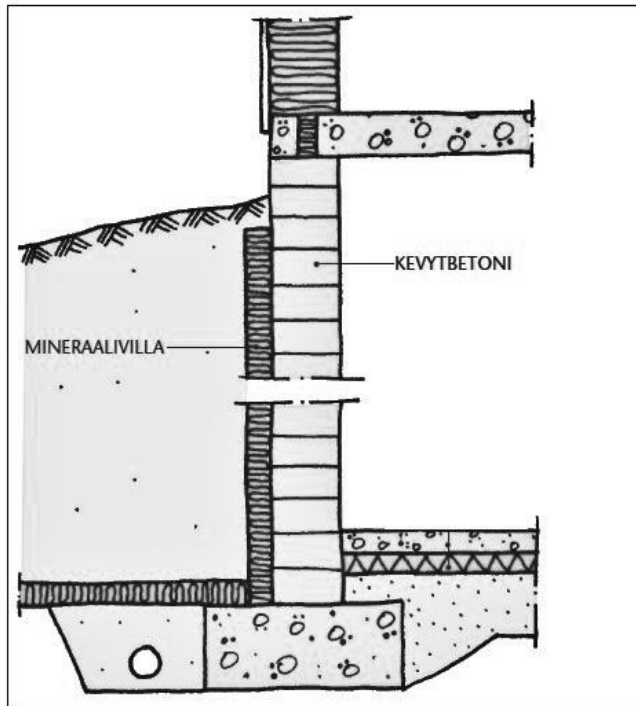
Kylmissä, toissijaisissa kellareissa sisäpuolista eristettä ei yleensä käytetty. Kuvan 16 mukaisesti perusmuurin ulkopuolisena vedeneristysenä toimiva savisively ulotettiin maanpintaa myötäillen anturaan asti. Ajan ohjeissa salaojat ja peruskuopan täyttöma-

terialit on esitetty varsin selkeästi ja niiden mukaan tehtynä ulkopuolisen kosteuden pääsy kellarin rakenteisiin estyy suhteellisen hyvin. Usein täyttö kuitenkin tehtiin tontin omilla kaivumailloilla ja salaojatkain saattoivat puuttua täysin. (SPU Systems Oy 2012, 21.)

3.2.3 1970–1980 -lukujen seinärakenteet

Elintason noustessa myös vaatimukset kellarituloille lisääntyivät. Tiloihin rakennettiin sauna- ja pesutiloja, takkahuoneita ja myös uima-altaita. Talouskohtaisten pesukoneiden yleistyessä tarvittiin vaatehuollolle omat tilansa, jolloin myös kodinhoitohuoneet ottivat oman osansa kellarin tiloista. (SPU Systems Oy 2012, 20.) Suomen Rakennusinsinööriliitto julkaisi vuonna 1979 uudet ohjeet rakennusten ja tonttialueiden kuivatukseen. Salaojituksen avulla rakenteet suojattiin maapohjan vapaan veden vaikutukselta. Salaojien tarpeellisuus riippui pohjaveden pinnan korkeudesta ja pintaveden tunkeutumisesta maapohjaan sekä rakennuspohjan maalajin vedenläpäisevyydestä. (Rakennusmestarien keskusliitto 1984, 481.)

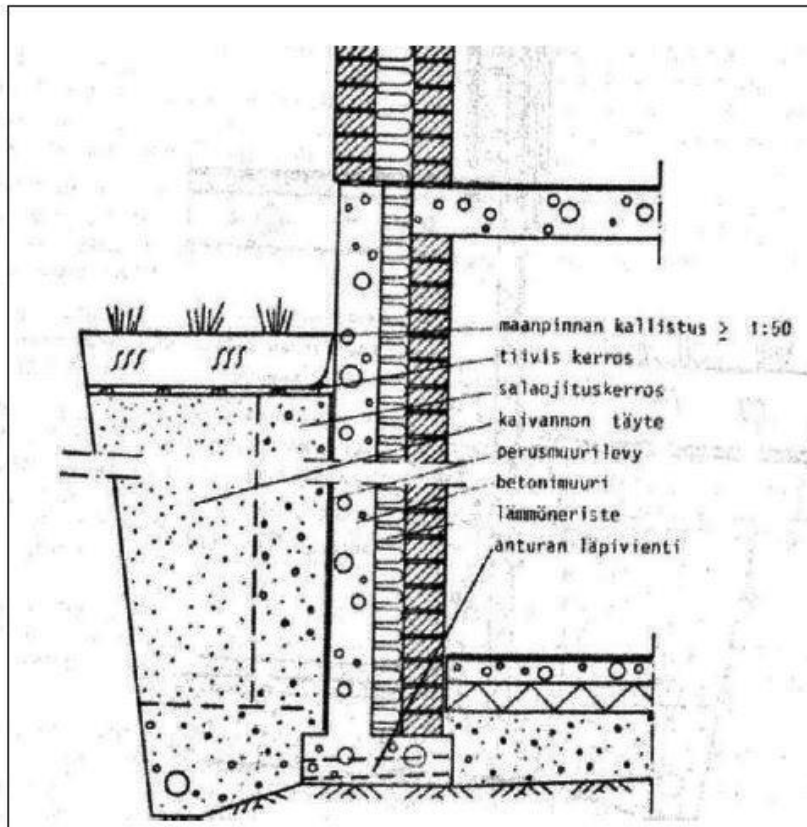
Kellarillinen perustusrakenne vaati melkein aina kuivatustoimenpiteitä. Rakennuspaikan maalajin ollessa huonosti tai kohtalaisesti vettä läpäisevää, rakennuksen ympärille rakennettiin salaojat ja kellarin alapohjan alapuolelle sekä kellarin seinän viereen salaojituskerros. Mikäli rakennuspohjan materiaali oli hyvin vettä läpäisevää, erillisiä kuivatustoimenpiteitä ei välttämättä tarvittu. Jos taas pohjaveden pinta oli alapohjan alapuolella, oli rakenne kosteuseristettävä perusteellisesti. (Rakennusmestarien keskusliitto 1984, 481.)



Kuva 17. 1970-luvun kosteuseristämätön seinärakenne, ulkopuolinen mineraalivillaeritys (SPU Systems Oy 2012, 22.)

1970-luvulla kellarin rakenne koki melkoisia muutoksia. Ohjeissa esiteltiin muun muassa kosteudeneristämätön seinärakenne, jonka toiminta perustui ulko- ja sisäpuoliseen tuulettavuuteen ja ulkopuoliseen lämmöneristykseen. Ulkopuolisena lämmöneristeenä kokeiltiin kuvan 17 mukaisesti mineraalivillaeristystä, jonka uskottiin toimivan myös kuivattavana ja pystysuuntaisena salaojituksena. Uutena kokeiluna tuli myös perusmuurin ulkopuolisen vedeneristyksen poisjättäminen. Paikalla valetun betonin ohella yleistyivät myös erilaiset kevytbetoni- ja kevytsoraharkot. (SPU Systems Oy 2012, 22.)

Kellariseinän ulkopinta saatettiin myös jättää pintakäsittelemättä. Jos rakenteessa ei ollut halkeamia ja saumat olivat tarpeeksi tiiviit, rakenteen katsottiin olevan varsin tiivis vapaan veden tunkeutumista vastaan. (Rakennusmestarien keskusliitto 1984, 502.)



Kuva 18. Sisäpuolinen lämmöneristys (Rakennusmestarien keskusliitto 1984, 504.)

1970-luvun kokeiluista palattiin kuitenkin takaisin kellarin seinärakenteeseen, jossa oli ulkopuolinen vedeneristys ja sisäpuolinen lämmöneristys. Yleensä lämmöneristys toteutettiin kiviseinään puulla koolatulla mineraalivillakerroksella. Tätä rakennetta käytettiin yleisesti myös lisäeristysenä vanhojen kellaritilojen remonteissa, kun niiden käyttötarkoitusta muutettiin asuinkäyttöön. (SPU Systems Oy 2012, 23.)

Kuvan 18 mukaisessa ratkaisussa rakennuskosteuden kuivumista ei ole estetty. Sisäpuolinen lämmöneristys varustettiin erillisellä verhouksella. Kosteuden eristys toteutettiin bitumisivellyllä, joka saattoi olla perusmuurin sisä- tai ulkopinnassa. Bitumisivelyä parempana pidettiin myös ulkopintaan asennettavaa asbestisementtistä aaltolevyä tai perusmuurilevyä. Sisäpuolista kosteuden eristystä ei suositeltu, ellei sisäpuolinen eristekerros ollut tarpeeksi paksu. Kosteussulku voitiin siis laittaa, jos sisäpuolinen lämmöneriste oli vähintään 100 mm paksu ja seinän ulkopuolinen salaojitus toimi hyvin. (Rakennusmestarien keskusliitto 1984, 504.)

Toisinaan lämmöneristeeksi on lisätty myös polystyreenilevyä eli styroxia. Sisäpuolilta eristetyissä kellareissa on osassa käytetty höyrynsulkuna muovia ja tervapaperia. Joissakin kohteissa se on jätetty kokonaan pois. (Kärki & Heikkinen 2011, 27.)

Vuonna 1970 julkaistiin betonielementtijärjestelmä BES, joka vakioi betonielementtityypit ja liitosdetaljit siten, että urakoitsijat voivat hankkia valmisosia useilta toimittajilta samaan rakennukseen. 1980-luvun alkuun tultaessa rakennetun miljööän laatuun alettiin kiinnittää enemmän huomiota. Betonirakenteita ja -pintoja lähdettiin edelleen kehittämään. (Suomen Betonitieto Oy 2014.)

Rakennusteollisuus kykeni vastaamaan ajan tarjoamiin haasteisiin. Urakoitsijat toivat betonirakentamiseen suur- ja pöytämuottitekniikan sekä kenttävalimot, joissa valmistettiin muun muassa ensimmäiset sandwich- julkisivuelementit. Viime vuosina betoni on lisännyt markkinaosuuttaan pientalorakentamisessa ja betoni onkin eniten käytetty rakennusmateriaali koko maailmassa. Uutta teknologiaa edustavat mm. korkealaatuinen elementtirakentaminen, itsetiivistyvät betonit, korkealujuusbetonit, kuitubetonit, väribetonit ja erilaiset harkkorakenteet (Suomen Betonitieto Oy 2014). Elementtirakentamisen suuren kasvun takia, pientalot ovat jääneet isompien rakennusten kuten kerrostalojen jalkoihin. Betonin käyttö nykypäivänä pientalorakentamisessa perustuu pääosin paikalla valettuihin rakenteisiin, mutta kuitenkin betonista valmistetut elementtirakenteiset pientalot ovat tulevaisuudessa yleistymässä. (Betoniteollisuus ry 2014.)

3.3 Harkkorakenteinen perusmuuri

Suomessa harkkorakentaminen on aloitettu jo 1940-luvulla. Tästä noin kymmenen vuotta myöhemmin tuotiin markkinoille ensimmäiset kevytsoraharkot. Yleisessä kielessä puhutaan myös Leca-harkoista. Karkeasti harkot voidaan jakaa kahdenlaisiin tuotteisiin: valuharkkoihin, joista puhutaan yleisesti myös muottiharkkoina, sekä muurattaviin harkkoihin. Yleisesti harkoista on tehty erilaisia perustuksia, kellarikerroksia ja kantavia tai ei-kantavia seinärakenteita. Uudisrakentamisen rinnalla yksi merkittävimmistä harkkojen käyttöalueista on ollut myös korjausrakentaminen. Suosio on kasvanut jatkuvasti harkkojen käsiteltävyyden takia, koska usein ahtaissa korjausrakentamiskohteissa ei ole tilaa eikä mahdollisuutta käsitellä isoja ja raskaita betonielementtejä. (Lammin Betoni Oy 2014.)

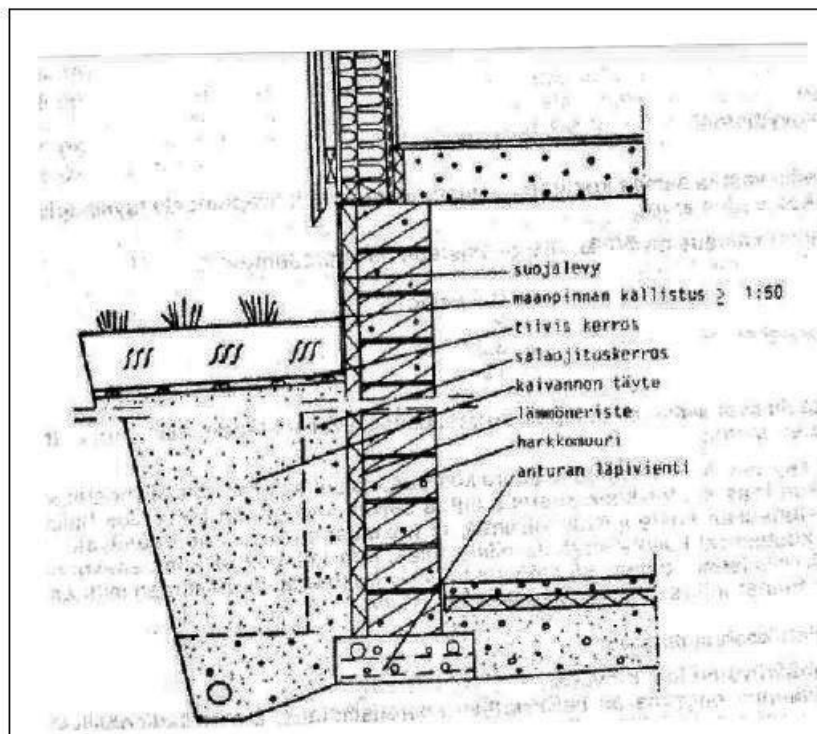
Rakennusmateriaalina kevytsoran parhaita puolia ovat sen keveys ja helppo käsiteltävyys. Kevytsora on polttamalla paisutettua savea. Uunissa tapahtuvan pyörimisliikkeen johdosta syntyy pyöreitä ja sileäpintaisia rakeita. Rakeiden huokoisuus tekee niistä lämpöeristäviä ja erittäin kevyitä. Tämä helpottaa myös harkkorakentamisessa harkkojen käsiteltävyyttä, koska kevytsoraa käyttämällä saadaan harkkojen painoa kevennettyä. Keveyden käänköpuolena on kevytsoraharkon huonompi puristuskestävyys ja alhaisempi tiheys. Kun normaalin valubetoniharkon tiheys on noin 2200-2300 kg/m³, on se vastaavasti kevytsoraharkolla 650-950 kg/m³. Puristuslujuudessa vastaavasti täyteen valetun muottiharkon puristuslujuus on valubetonista riippuen 30-35 MN/m² kun se kevytsoraharkolla on tyypillisesti 3-5 MN/m². (Lammin Betoni Oy 2014.)

Kevytsoraharkkoja koskevat viranomaisohjeet ovat perustuneet vuonna 1981 ensi keran julkaistuun Suomen rakentamismääräyskokoelman osaan B5. Suomen Betoniyhdistys Ry on valmistanut sen jälkeen standardit harkkotyypeistä, valmistuksesta ja laadunvalvonnasta. Nämä standardit on julkaistu SFS-standardeina Suomen Standardisoimisliiton toimesta (Suomen Betonitieto Oy 2001, 7). Kevytsoran käyttö on kuitenkin vähentynyt, koska valmistustekniikan kehittyminen on mahdollistanut yhä ohutseinäisempien, mutta silti kestävämpien harkkojen valmistamisen betonista. (Lammin Betoni Oy 2014.)

Valoharkkojen pystysuuntaisen raudoituksen, sekä harkkojen paremman tiheyden ja puristuskestävyyden ansiosta rakenteesta saadaan huomattavasti kestävämpi verrattuna muurattuihin rakenteisiin. Tästä syystä valuharkot ovat kasvattaneet suosiotaan kaikissa rakenteissa, erityisesti niissä missä kuormitusta rakenteisiin kohdistuu enemmän ja missä rakenteilta vaaditaan kestävyyttä. Ladottavat ja valettavat muottiharkot toimivat rakentamisen aikana nimensä mukaisesti muotteina. Ontelolliset valubetoniharkot ladotaan päällekkäin ilman laastia niin sanottuna kuivaladontana. Ladonnan yhteydessä rakenteeseen asennetaan betoniteräkset, jotka toimivat veto- ja kutistumateräksinä ja joilla lujitetaan rakennetta. Raudoituksen ja tarvittavan talotekniikan asentamisen jälkeen harkkojen ontelot valetaan täyteen notkealla valubetonilla. Valu suoritetaan pumppuvaluna suoraan betoniautosta, jolloin itse valutapahtuma on nopea toteuttaa. Muottiharkot ja valettu, hyvin tiivistetty betoni muodostavat betonin kovettumisen jälkeen yhtenäisen ja saumattoman täysbetoniseinän. (Lammin Betoni Oy 2014.)

1960-luvun lopulla ja 1970-luvun alussa pientalot olivat tavallisemmin yksikerroksisia, kellarittomia rakennuksia. 1970-luvun lopulla rakennukset monimuotoistuivat ja eri kerrosratkaisujen lisäksi rakennettiin taas kellareita. Eräs ajalle tyypillinen ratkaisu on rinnetalo, jossa kellarikerros on osittain maan päällä. (SPU Systems 2012, 20.)

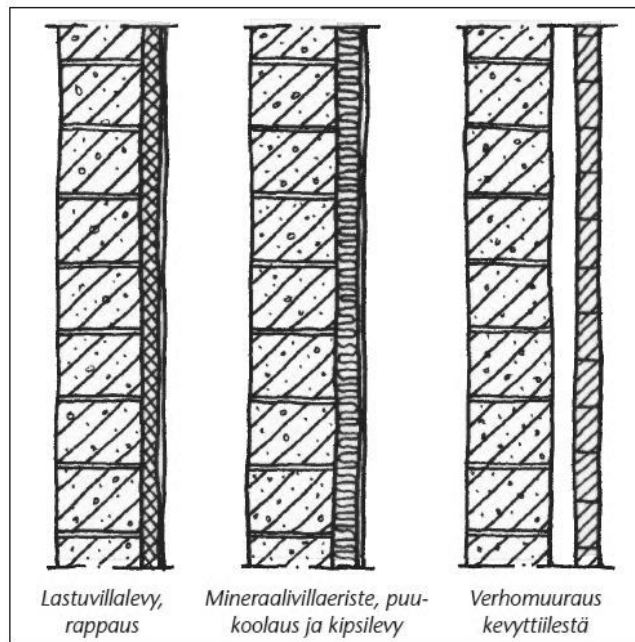
1980-luvulla muurausharkkojen lämmöneristyskyvyn tiedettiin jo olevan parempi kuin betonin eristyskyky, joten käytettäessä perusmuurissa harkkoja lisälämmöneristuksen tarve oli pienempi kuin käytettäessä betonia. Kevytsoraharkkojen rinnalla muurattavia rakenteita tehtiin myös kevytbetoniharkkoista, sekä täry ja reikäbetonitiilistä (SPU Systems 2012, 21). Routaeristystä ei katsottu tarpeelliseksi, jos kellari oli lämmin. Perustukset oli kuitenkin routasuojattava, mikäli esimerkiksi maaston epätasaisuuden vuoksi perustamissyvyys pieneni alle roudattoman syvyyden. (Rakennusmestarien keskusliitto 1984, 501.)



Kuva 19. Harkkorakenteinen perusmuuri (Rakennusmestarien keskusliitto 1984, 505.)

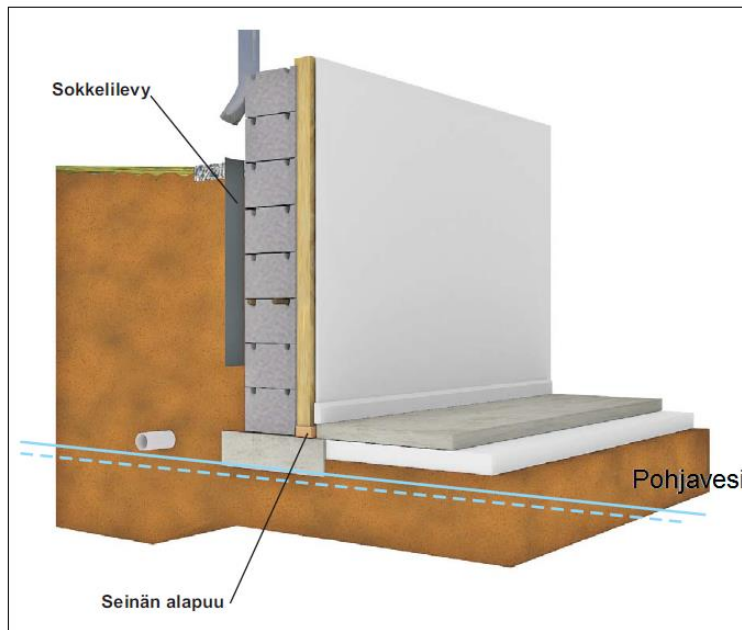
Sokkelin pinta suojarapattiin, mutta rakenne oli muuten samanlainen kuin maanpinnan alapuolisessa seinässä. Eristyksenä käytettiin usein mineraalivillaa, jonka katsottiin tuovan myös lisälämmöneristystä rakenteeseen. Sisä- ja ulkopintojen suurten lämpötilaerojen takia, tarvittiin materiaali joka päästäisi läpi kosteusdiffuusiota ja nostaisi

seinän ulkopuolista lämpötilaa. Tällä menetelmällä seinän katsottiin kuivuvan paremmin ulospäin, joten kuvan 19 mukaisesti anturaan asti ulottuva mineraalivilla toimi samalla pystysuuntaisena salaojituksena. Ulkopuolista bitumisivelyä ei enää pidetty tarpeeksi varmana kosteussuojana. Voitiin myös käyttää ilmavälin muodostavaa levyä, joka kiinnitettiin muurin ulkopintaan. Ilmavälissä olevan vesihöyryn uskottiin tiivistyvän levyn pintaan ja virtaavaan siitä painovoiman vaikutuksesta alaspäin. (Rakennusmestarien keskusliitto 1984, 505.)



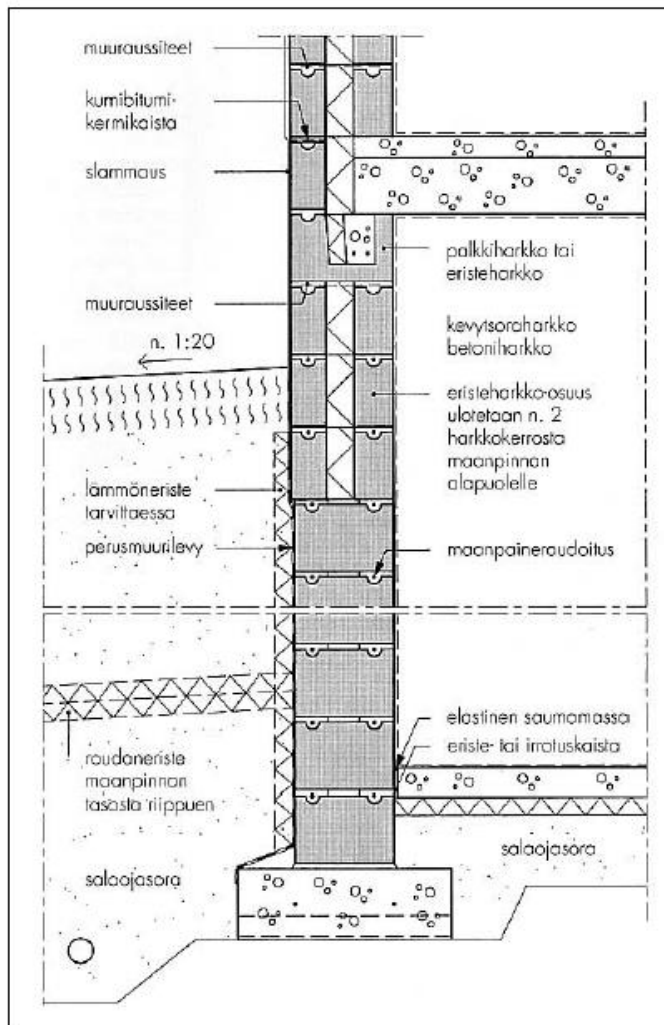
Kuva 20. 1980-luvun erilaisia lisälämmöneristystyksiä (SPU Systems 2012, 21.)

Usein uusittaessa kellaritiloja, kellarin voitiin lisälämmöneristää lämpötilan kohottamiseksi tai energian säästämiseksi. Ensisijaisesti seiniin haluttiin uusi pinnoite, jolloin se samalla lämmöneristettiin. Tyypillinen sisäpuolinen lämmöneristys kuvan 20 mukaisesti tehtiin puulla koolatulla mineraalivillaeristyksellä, jossa oli lastu- tai kipsilevy-pinta. Koolauksen alaohjauspuu asennettiin suoraan lattiamateriaalin, betonivalun päälle. Toisaalta vielä 1990-luvulle asti se saatettiin kuvan 21 mukaisesti asentaa suoraan perusmuurin anturan päälle.



Kuva 21. Sisäpuolinen, puulla koolattu mineraalivillaeristys (Hometalkoot 2014.)

Olemassa olevien rakenteiden suhteen ei voitu tietää ulkopuolisen salaojituksen ja kosteuseristyksen toimivuutta, joten ohjeiden mukaan liian tiiviitä materiaaleja ei saanut sisäpintoihin asentaa. Suurimman lämmönhukan katsottiin tapahtuvan kellarinseinän yläosassa, joten saatettiin eristää vain seinän yläkaistale ja se voitiin tehdä myös ulkopuolelle ilman suurempia kaivutöitä. Ulkopuolisena eristysmaterialina käytettiin muun muassa suojatasoiteella päällystettyä solumuovia. (Rakennusmestarien keskusliitto 1984, 505.)



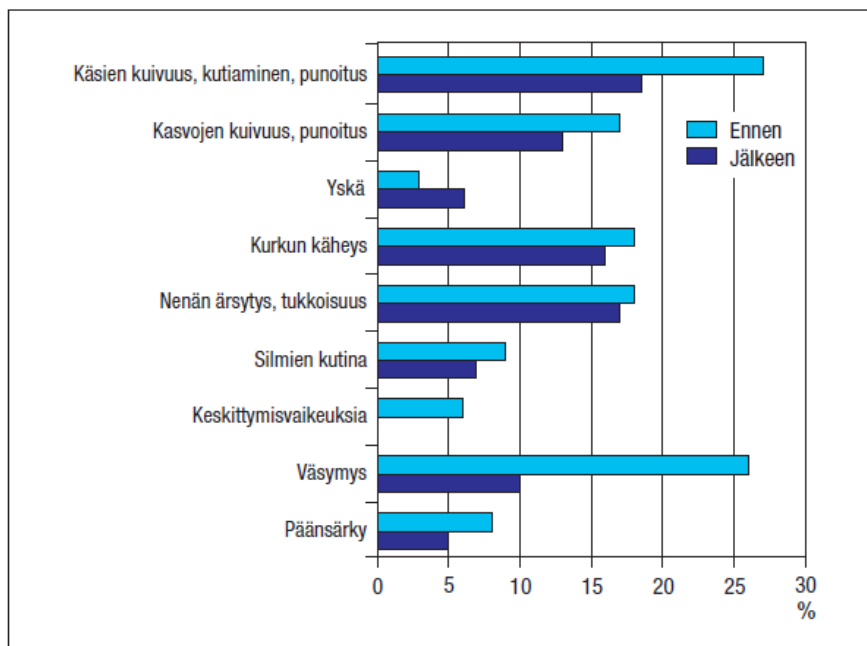
Kuva 22. 1990-luvun harkkorakenteinen perusmuuri (RT 82-10588 1995, 9.)

Harkkorakentaminen on kehittynyt nykyhetkeä kohti, jolloin uusien harkkomateriaalien myötä myös lämmöneristykseen ja rakenteen fysikaaliseen toimintaan on kiinnitetty huomiota. SFS-standardien mukaisten harkkojen rinnalle on tuotu muita erikoisharkkoja, esimerkiksi eriste ja lisälämmöneristeharkkoja. Kuva 22 kuvaa hyvin nykyaikaista harkkorakenteista kellariseinää. Kellarin ulkoseinät ovat useimmiten osittain maan pinnan yläpuolella ja osittain maan alla. Kellarin seinien riittävä lämmöneristys on saatu käyttämällä joustavasti tavanomaisia kevytsoraharkkoja, betoniharkkoja ja eristeharkkoja. Rakenteisiin muodostuvien kylmäsiltojen ehkäisyyn on käytetty seinän maanpäällisten osien kohdalla eristeharkkoja. Perusmuurin yläosan eristeharkko-osuus on ulotettu vähintään 2 harkkokerrosta maanpinnan alapuolelle. Eristeharkkojen alapuolella, maanpaineen rasittamassa tilassa on käytetty reikä- ja umpiharkkoja. Ulkopuolisena vedeneristykseenä on käytetty perusmuurilevyä. Mahdollinen lämmöneristys on ulotettu anturasta ylöspäin, vähintään yhden eristeharkon rinnalle. Sokkeli on tehty

palkki- tai eristeharkoista. Perusmuurin sisäpuolinen harkkopinta on usein suojarapatu. (RT 82-10588 1995, 9.)

4 KORJAUSRAKENTAMINEN

Pääosa rakennuskannastamme on valmistunut 1960–1980 –luvuilla, ja suuri osa siitä on peruskorjauksiässä tai lähestyy sitä. Peruskorjausikäisissä rakennuksissa on lähes aina kosteusvaurioita tai niiden syntyminen lähiaikoina on todennäköistä. (Hometalkoot 2014.)



Kuva 23. Terveystoimien viikoittainen esiintyminen ennen korjausrakentamista ja sen jälkeen (Tekes 2003, 68.)

Ihmiset oireilevat eri tavoin mikrobeihin, ja kuvassa 23 onkin tuotu esille korjausrakentamisen vaikutusta terveydellisen tilan kohentumiseen. Tulokset ovat osa Innovaatiokeskus Tekesin tuottamaa Terve Talo -projektia, jossa tutkittiin muun muassa koulujen ilmanvaihdon riittävyyttä. Yleisempiä oireita olivat väsymys, ihon kuivuminen, punoitus ja kutiaminen, silmien ja nenän ärsytysoireet sekä päänsärky. Merkittävämpanä voisi pitää väsymyksen vähenemistä yli puoleen aiemmasta, mutta myös oireiden kokonaisvaltaista vähenemistä.

Kosteus ja homeongelmat ovat olleet rakentamisen ja kiinteistöpidon suurimpia laatuongelmia jo vuosikymmeniä. Niitä esiintyy erityyppisissä rakennuksissa: kouluissa,

päiväkodeissa, toimistorakennuksissa, asuinrakennuksissa ja pientaloissa. Homeongelmat ovat myös kansantaloudellisesti raskaita, sillä huonon sisäilmaston vaikutukset sairastumisien ja poissaolojen kustannuksina ovat yhtä suuret kuin rakennusten lämmittämisen aiheuttamat kustannukset. Onkin taloudellisesti järkevämpää suunnata kustannuksia rakennuskannan laadun ja kosteuden sietokyvyn parantamiseen kuin ongelmista johtuvien seuraamusten jatkuvaan hoitoon. (RIL 250-2011, 16.)

Ongelmien kasvua on lisännyt aikaisemmin varastokäytössä olleiden kellarikerrosten tilojen ottaminen asuin-, toimisto- ja liikekäyttöön ilman rakenteiden oikeaoppista kosteusteknistä suunnittelua. Käyttötarkoituksen muuttumisen myötä rakennuksen sisäilmaolosuhteet muuttuvat, mikä vaikuttaa suoraan myös rakenteiden kosteustekniseen toimintaan. Yleisin virhe on uusia rakenteiden pinnat liian tiiviillä pinnoitteilla, jolloin aiemmin kosteusteknisesti ”oikein” toimineen rakenteen toiminta häiriintyy. Rakenteen kosteuspitoisuus alkaa vähitellen kasvaa, kunnes saavutetaan kriittinen kosteuspitoisuus. Tämän seurauksena ilmenee kosteusvaurioita, kuten suolojen kiteytymisen aiheuttamia maali- ja pinnoitevaurioita sekä home- ja lahovaurioita. (Rakennusfysiikka 2007, 49.)

Mikrobeista aiheutuvat vauriot eivät ole aina silmin nähtävissä. Mikrobien esiintymistä rakenteissa voidaan epäillä, kun sisätiloissa on tunkkainen haju tai kun rakenteen pinnalla on kosteusläikkiä tai tummaa pistemäistä homekasvustoa. Myös maali saattaa irtoilla ja hilseillä, sekä parketti ja puuverhous paikoittain tummaa. Rakennusosissa olevan homeen tai muiden mikrobien itiöitä voi päästä ilmanvaihdon tai tuulen alipaineesta johtuen huoneilmaan. Itiöitä on liikenteessä eniten siinä vaiheessa kun rakennusosa kuivuu ja hajuja (esim. mullan hajua) taas esiintyy eniten homeen ja mikrobien kasvuvaiheessa. (Lappalainen 2011, 22.)

Kellarien kosteusvauriot ovat monimuotoisia, joten aina ei löydy yksiselitteistä syytä niiden syntymiselle. Kellareissa yhtenä pahimpana ongelmana ovat puiset seinä- ja alapohja rakenteet, etenkin mikäli ne on rakennettu jälkikäteen. Usein kellaria ei ole alun perin suunniteltu käyttötilaksi ja käyttötarkoituksen muuttuessa on tehty korjausratkaisuja muuttamalla rakenteen toimintaa oleellisesti (Rakennusfysiikka 2007, 343). Kosteutta voi tulla suoraan kellarirakenteen läpi vetenä tai kapillaarisesti. Varsinkin betoni- ja harkkorakenteet huokosrakenteensa takia ovat hyvin herkkiä siirtämään vettä kapillaarisesti. Kosteutta pääsee rakenteisiin yleisesti puutteellisen tai rikkonaisen

kosteudeneristyksen kautta. Salaojituksen ja kellarin kuivatuksen toimimattomuus on riskinä ainakin sateisempana aikana ja lumien sulaessa. Maanpintojen virheelliset kallistukset saattavat johtaa pinta- ja valumavesiä kohti rakennusta. Myös kellarin ilmanvaihdossa voi usein olla puutteita. Rakenteen puutteellisen lämmöneristyksen takia, rakenteeseen syntyy kylmäsiltoja jotka aiheuttavat kosteuden tiivistymistä rakenteen kylmiin pintoihin.

Hengityслиitto Helin korjausneuvontatoiminnan yhteydessä kuntotarkastettiin ja tarvittaessa kuntotutkittiin 429 omakotitaloa vuosina 1998-2002. Kuntotutkimuksen tarpeeseen asuinrakennuksessa vaikutti asiakkaan sisäilmaan yhdistämät oireet. Ennen 1960-lukua rakennettujen talojen vauriot keskittyivät kellariseiniin ja alapohjiin. Vaurioituneista taloista 44 prosentissa oli mikrobivaurio kellariseinissä. 1960-luvulla rakennetuissa taloissa vauriot keskittyivät alapohjiin, kellariseiniin ja pesutiloihin. Joka toisessa vaurioituneessa talossa oli mikrobivaurio alapohjarakenteissa. 1970-luvulla rakennetuissa taloissa vaurioita oli selvästi eniten pesutiloissa, mutta kuitenkin 27 prosentissa taloista oli alapohjavaurioita. 1980-luvulla rakennetuissa taloissa pesutilojen vaurio oli joka toisessa vauriotalossa, kun taas alapohjavaurioiden määrä oli 20 prosenttia. 1990-luvulla rakennetuissa taloissa oli 27 prosentissa alapohjavaurio, kellariseinissä ei havaittu suurempia vaurioita (Rakennusfysiikka 2007, 157). Tuloksista voidaan päätellä kosteudenhallinnan kehittyneen nykyhetkeä kohti, sillä tietämys rakennusmateriaaleista ja niiden oikeanlaisesta käytöstä on kasvanut.

Kuitenkin nykypäivänä kosteusvaurioiden aiheuttamia ongelmia on koko Suomen rakennuskannassa. Muun muassa kosteus- ja homevaurioiden aiheuttamille epäpuhtauksille altistuu päivittäin 600 000-800 000 suomalaista. Rakennuksen terveellisyys on sen omistajan vastuulla. Omistajan pitäisi ennaltaehkäistä kosteusvaurioiden syntyä niin rakennusta suunniteltaessa, rakennettaessa kuin sitä käytettäessä. Jos ongelmia ilmenee, täytyy omistajan päättäväisesti ryhtyä korjaamaan niiden aiheuttajia. Mitä pidempään rakennuksen vaurioituminen jatkuu, sitä kalliimpaa sen korjaaminen on. (Hometalkoot 2014.)

Usein korjaukset epäonnistuvat riittämättömien kuntotutkimusten ja puutteellisten korjaussuunnitelmien takia. Etenkin kuntien omistamien koulujen, päiväkotien, terveydenhoitolaitosten ja muiden sisäilmaongelmaisten rakennusten korjausten priorisointi on erittäin tärkeää kansanterveyden kannalta. Etenkin pienemmissä kunnissa on

vaikeuksia löytää osaamista sisäilmaongelmien selvittämiseksi. Ennakoivaan korjausrakentamiseen ja kosteusvaurioiden ennaltaehkäisyyn ei ole keinoja eikä riittävästi resursseja (Hometalkoot 2014). Näitä voidaan kuitenkin ehkäistä kiinteistön suunnitelmallisella kunnossapidolla, kuntotutkimuksilla ja ammattimaisella korjausrakennussuunnittelulla.

4.1 Kuntotutkimus

Kiinteistön suunnitelmalliseen kunnossapitoon kuuluukin kuntoarvion teettäminen noin viiden vuoden välein. Suunnitelmallinen kunnossapito tuottaa kiinteistölle kustannussäästöjä pitkällä aikavälillä. Usein kiinteistön tarkastus lähtee liikkeelle kuntoarviosta.

Kuntoarviossa kiinteistöstä tarkastetaan rakenteet ja laitteet yhteisesti sovitun tarkastussuunnitelman mukaisesti. Tarkastuksessa ovat ensisijaisia turvallisuuteen ja terveellisyyteen vaikuttavat seikat, seuraavaksi tärkeimpiä ovat korjauskustannuksiltaan merkittävimmät rakennusosien vauriot. Oleellisia ovat myös vauriot, jotka aiheuttavat pahentuessaan merkittäviä vahinko- ja kustannusriskejä. Asukaskyselyllä selvitetään käyttäjien näkemys rakennusosien, laitteiden ja tilojen kunnosta ja toimivuudesta. Kuntoarviossa tarkastellaan aistinvaraisesti mm. kosteusvaurioiden, homeen ja asbestin esiintymisriskiä. Lisäksi tarkastellaan ilmanvaihtuvuutta, lämpötilaa ja muita kiinteistön sisäoloihin vaikuttavia tekijöitä. Arvioraportti pitää sisällään yleiskuvauksen rakennusosien kunnosta, välittömästi korjattavat puutteet ja esityksen lisätutkimuksen vaativista kohteista. Kuntoarvion tavoitteena ei ole korjaustoimenpiteiden yksityiskohmainen määrittely. (Lappalainen 2011, 12.)

Kuntotutkimus on rakennuksen, rakennusosien, järjestelmien ja laitteiden korjaus- tai perusparannussuunnittelua varten tehtävä tutkimus. Kuntotutkimus tehdään myös yksittäisissä kosteusvauriotapauksissa. Kuntoa ja teknistä toimivuutta tutkitaan aluksi aistinvaraisesti ja tarpeen mukaan mittauksin, laboratoriotutkimuksin ja tarvittaessa avaamalla rakenteita. Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää esimerkiksi rakenteen fyysikaalisten vaurioiden luonne sekä niiden aiheutumisen syyt. Kuntotutkimuksessa selvitetään tutkimushetkellä todettavat vauriot ja vaurioriskit, niiden syyt, laajuudet, vaikutukset ja arviot vaurioiden etenemisestä tulevaisuudessa. Tutkimusraportissa esitellään myös vaihtoehtoisia korjaustapoja. (Lappalainen 2011, 15.)

Jos kosteusvaurio on tiedossa, mutta sen laajuutta ei tunneta, tutkitaan vaurioituneet rakennusosat. Vaativien kohteiden tutkimuksessa rakenne- ja LVI-tekniikan asiantuntija ja sekä mikrobiutkija käyvät kohteessa, tekevät kartoitusluonteisia lämpötila- ja kosteusmittauksia ja mikrobiutkimuksia sekä arvioivat vaurioriskejä. Tämän perusteella voidaan laatia vaiheittainen tutkimusohjelma. Kellarin seinässä tutkimusmenetelmänä on usein suhteellisen kosteuden mittaaminen rakenteista, jolloin rakennusosia puretaan tai niihin tehdään reikiä. Otetaan myös materiaali-, pinta- ja ilmanäytteitä. Kaikki mikrobiologiset näytteet tulkitsee lopulta alan asiantuntija (Lappalainen 2011, 20). Perusteelliset kuntotutkimukset ja vanhojen rakenteiden avaaminen tuovat hyvät lähtökohdat korjausrakentamisen suunnittelulle. Jotta suunnittelutyö onnistuisi, on vanhan rakenne ja sen toiminta tunnettava perusteellisesti.

4.2 Korjausrakentamisen suunnittelu

Korjausrakentamisen suunnittelu on vaativa tehtävä. Varsinaisissa korjaussuunnitelmissa on esitettävä tiedot vanhoista ja uusista rakenteista mahdollisimman tarkasti. Rakennuksen tutkiminen aloitetaan etsimällä vanhat piirustukset rakennusvalvontavirastosta, isännöitsijätoimistosta tai taloyhtiön varastoista. Vanhojen piirustusten oikeellisuus on tarkistettava mittaamalla rakennuskohteet uudelleen. Monissa tapauksissa on suunnitelmia muuteltu tai tehty muutoksia, joista ei ole suunnitelmia. Vanhimmat säilyneet piirustukset ovat yleensä arkkitehtipiirustuksia, joihin on merkitty rakenteellisiakin tietoja. (Lappalainen 2011, 18.)

Maankäyttö- ja rakennuslaissa on asetettujen vaatimusten mukaan korjaus- ja muutostyössä tulee ottaa huomioon rakennuksen ominaisuudet ja erityispiirteet sekä rakennuksen soveltuvuus aiottuun käyttöön. Muutosten johdosta rakennuksen käyttäjien turvallisuus ei saa vaarantua eivätkä heidän terveydelliset olonsa heikentyä. Rakentamismääräyskokoelman määräykset koskevat uuden rakennuksen rakentamista. Rakennuksen korjaus- ja muutostyössä määräyksiä sovelletaan, jollei määräyksissä nimenomaisesti määrätä toisin, vain siltä osin kuin toimenpiteen laatu ja laajuus sekä rakennuksen tai sen osan mahdollisesti muutettava käyttötapa edellyttävät. Vaikka rakennuksen korjaus- ja muutostyöt ovat rakennuslainsäädännössä eri asemassa kuin uudisrakentaminen, soveltamisohjeiden puuttuminen ja jokaisen kohteen vaatima tapauskohtainen harkinta ovat aiheuttaneet ongelmia viranomaisille, suunnittelijoille, rakentajille – ja myös rakennuksille. (KORVO 2014.)

Suunnitelmissa on esitettävä kaikki rakenteet tarkasti sellaisina kuin ne saatujen selvitysten mukaan rakennuksessa ovat. Rakennustyön aikana suunnitelmia täydennetään ja muutetaan työmaalta saatavien tietojen perusteella. Korjausrakentamisessa piirustuksiin tulee paljon tekstiä ja muutosmerkintöjä. Tämän vuoksi on tietomallinnukseen kiinnitettävä erityistä huomiota (Lappalainen 2011, 17). Tietomallien käyttö mahdollistaa reaaliaikaisen dokumentoinnin korjausrakentamisessa ja rakenteiden ylläpidossa, jolloin kaikki osapuolet pysyvät ajan tasalla.

Purkutyöt on suunnitelmissa selostettava yksityiskohtaisesti. Vanhoja rakenteita avatessa esimerkiksi kaivutöillä ei saa aiheuttaa rakenteisiin ylimääräistä vauriota. Suunnitelmissa on määriteltävä kaivutöissä käytettävät työmenetelmät ja myös työturvallisuuden on kiinnitettävä huomiota. Vanhoissa rakenteissa on käytetty nykypäivänä vaarallisiksi luokiteltuja aineita esimerkiksi asbestia. Tällaisten materiaalien purkutöihin on esitettävä asianmukaiset vaatimukset jo suunnitteluasteella. Asbestia on ennen vuotta 1988 käytetty erilaisissa eriste-, saumaus- ja bitumituotteissa. Asbestimateriaaleja käsitellessä ilmaan leviää hienopölyä ja asbestikuitua, joka kulkeutuu elimistöön ja jää pysyväksi kuormitteeksi keuhkoihin. Ehjät materiaalit eivät kuitenkaan vaaranna terveyttä, mutta alistus tapahtuu rakenteen rikkoutuessa purku- ja korjaustöissä. Asbestimateriaalin purkamisen pois rakenteesta tekee aina sertifioitu ammattilainen.

Ohessa esiteltyjen korjausmenetelmien lähtökohtana on kellaritilan käyttö asumistarkoituksessa. Kosteudenhallinnan ja kosteudeneristeiden kehittymisen myötä, kosteusvaurioita esiintyy uusissa kellarirakenteissa yhä vähemmän. Tämän johdosta alla esitetyt korjausmenetelmät on suunnattu ensisijaisesti 1980-luvulle asti tehtyihin seinärakenteisiin. Lähtökohtana on ensisijaisesti rakenteen toiminnan parantaminen eikä niinkään vanhojen vaurioituneiden materiaalien vaihtaminen uusiin vastaaviin.

4.3 Kellariseinän ulkopuoliset korjausmenetelmät

Kosteusvaurioituneen kellariseinän korjaus voidaan tehdä tapauskohtaisesti ulko- tai sisäpuolisilla menetelmillä. Ensisijaisesti olisi aina tehtävä ulkopuolinen korjaus, jotta voitaisiin tarkistaa muun muassa ulkopuolisen salaojitusjärjestelmän toimivuus, maan routiminen, pintamaan kuivatuksen riittävyys ja kosteudeneristeen ehjyys rakenteen pinnassa. Edellä mainitut tekijät ovatkin yleisiä syitä kellarin seinän kosteusvaurioihin ja epäillessä niiden toimivuutta tulisi ne aina tarkistaa huolellisesti. Kellariseinien korjauksen yhteydessä suositellaan korjaamaan myös alapohja- eli lattiarakenteet.

Rakennetta ei voida pitkällä tähtäimellä korjata pelkästään sisäpuolisilla menetelmillä, jos ulkopuolisen rakenteen toiminta on tuntematon tai jos ulkopuolisia kosteudenlähteitä ei saada hallintaan. Vedeneristyksen korjaamisen yhteydessä onkin lähtökohtaisesti otettava hallintaan kaikki rakenteeseen vaikuttavat kosteudenlähteet. Rakenne myös kuivataan perusteellisesti ja varmistetaan riittävä kosteuden- ja lämmöneristys. Kellarirakenteen olosuhteet ovat haasteelliset, sillä rakenteen lämpötilaolot muuttuvat koko seinämatkalla pystysuunnassa siirryttäessä. Seinä alue jakautuu ulkoilmaa vasten olevaan osaan, sekä reuna- ja sisäalueeseen. Reuna alue ulottuu noin metrin syvyyteen valmiista maanpinnasta. Tällöin usein reuna-alueella tarvitaan paksumpaa lämmöneristystä kuin muualla rakenteessa.

Ohessa esitetyt ulkopuoliset korjausmenetelmät perustuvat koulussa opittuun tietoon, rakennusalan kirjallisuuteen ja tutkimuksen yhteydessä käytyihin asiantuntija-haastatteluihin. Korjaussuunnittelun lähteenä on myös käytetty julkaisua RT 83-10955, joka on suunnattu perustusten ja perusmuurien veden- ja kosteudeneristykseen.

Ulkopuolinen korjaus lähtee liikkeelle kellariseinän vastaisen maatyön auki kaivamisesta. Maa kaivetaan auki rakenteen vierestä anturaan asti, ja mahdollisuuksien mukaan myös sen alapuolelta. Kaivutyöt tulisi suorittaa varovaisuudella, vanhaa seinärakennetta rikkomatta. Ihanteellisinta olisi kaivaa myös alapohja- eli lattiarakenteet auki ja antaa rakenteen ilmakuivaa mahdollisimman pitkään. Täyttö tulisi suojata yläpuolisella telttarakenteella kuivauksen ajaksi. Perusmuurin lähetyviltä olisi myös suotavaa poistaa kaikki suuremmat puut ja pensaat, joiden juuret voivat aiheuttaa mittaviakin vaurioita salaojitusputkistoille. Niiden istuttamista ulko- ja kellariseinän läheisyyteen ei myöskään suositella.

Vanhat routaeristeet ja perusmuurin pintaan asennetut lämmön- ja kosteudeneristeet poistetaan. Myös mahdolliset saviainekset poistetaan perusmuurin pinnasta. Vanha salaojajärjestelmä puretaan omaan perusvesikaivoon tai kaupungin verkostoon asti. Uudempien salaojitusjärjestelmien kohdalla voidaan myös tehdä toiminnan tarkistus ja mahdollisesti parannella sen toimivuutta.

Perusmuurin pinta puhdistetaan huolellisesti esimerkiksi painepesulla, hiekkapuhalluksella, suurtehoimuroimalla tai harjauksella. Tärkeää olisi myös tasoittaa perusmuurin pinta, ja hioa pois kaikki rosoiset kulmat. Epätasaisuudet tasoitetaan asiaankuullulla laastilla tai tasoitteella, esimerkiksi valumattomalla täyttölaastilla. Vanhojen

luonnonkivisten ja betonisten perusmuurien päälle voidaan myös tehdä pintavalu, jolloin rakenteen pinnasta saadaan tasainen ja kaatokulma on viistosti alaspäin.

Eristyksiä varten pinnan on oltava puhdas, suora ja tasainen. Epätasaisuudet perusmuurin pinnassa antavat vapaalle vedelle tarttumapintaa, jolloin se ei pääse vapaasti valumaan pois ja aiheuttaa turhaa kosteusrasitusta seinärakenteelle. Anturan pintaan tehdään viistemäinen laastivalu, jotta vesi pääsee valumaan esteettömästi kohti sala-ojaa. Kosteuden- ja lämmöneristysten lisäksi, uusitaan tai korjataan sade- ja salaojitusjärjestelmät, sekä lisätään asianmukainen routaeristys.

Esille kaivetut seinärakenteet ja maavierus on sääsuojattava korjaustöiden ajaksi.

Myös korjaustöissä käytettävät kosteuden- ja lämmöneristeet, sekä routaeristeet on varastoitava asianmukaisesti ja sääsuojattava ennen asennusta.

4.3.1 Kosteuden- ja lämmöneristys

Vaativissa pohja- ja maaperäoloissa, vedenpaineelle alttiit rakenteet on suojattava jatkuvilla vedeneristeillä. Vedeneristykseen on estettävä ympäröivän maakosteuden ja pinta- ja sulamisvesien tunkeutuminen seinärakenteisiin. Harkoista muurattu rakenteen lisäksi slammataan tai pinnoitetaan tarkoitukseen sopivalla laastilla. Tärkeää on saada eristys tarttumaan kunnolla perusmuurin pintaan, johon liittyen aiemmin mainitut pohjustustyöt, perusmuurin pesu ja hionta, ovat erityisen tärkeitä. Kellarin seinän maanvastainen osa suositellaan lämmöneristettäväksi ulkopuolelta, jolloin rakenteen lämpötilaa saadaan nostettua ja kosteuspitoisuutta alennettua.

Kosteudeneristykseenä perusmuureissa käytetään yleisesti bitumisivelyä ja kermieristettä. Menetelmä sopii luonnonkivi-, betoni- ja harkkorakenteille. Periaate on sama kuin vesikattojen eristämisessä, jolloin vedeneristyksestä saadaan jatkuva. Yleensä käytetään luokiteltuja ja hitsattavia kumibitumisia aluskermejä. Tasoitettulle, puhtaalle ja pölyttömälle pinnalle voidaan aloittaa eristystyöt. Kaikki irtonainen hiontapöly on poistettava. Tämän jälkeen suoritetaan tartuntasively bitumiliuksella, jonka annetaan kuivua ennen kermien asennusta. Perusmuurin yläosaan eli sokkeliin, ja alaosaan eli anturaan, liimataan tai hitsataan kumibitumikermi-vahvistus. Se on ulotettava vähintään 100 mm sokkelista alaspäin ja vähintään 100 mm anturasta ylöspäin. Päälle tulevan kermityksen kanssa, kumibitumikermi limitetään vähintään 100 mm verran. Var-

sinainen eristys tehdään bitumikermeillä, hitsaamalla se kauttaaltaan perusmuurin pintaan.



Kuva 24. Kermieristeen tartunnan testaus viiltokokeella (RT 83-10955 2009, 6.)

Kermin tartunta testataan viiltämällä valmiiseen kermipintaan kuvan 24 mukainen terävä kolmio. Kermi on hyvin kiinnittynyt perusmuuriin, jos se vetäessä vastustaa irtaamista muurin pinnasta. Testikolmio paikataan hieman reikää suuremmalla kermipalalla, ja se hitsataan paikalleen.

Luonnonkivirakenteisessa perusmuurissa ongelmia tuo muurin epätasainen pinta. Pinta olisi valettava betonilla tasaiseksi, ja kallistus muotoiltava kohti salaojaa, jotta pinnassa voitaisiin käyttää markkinoilla olevia vedeneristeitä. Useat vedeneristeet vaativat alleen suoran ja tasaisen betonipinnan, joka on luonnonkivelle miltei mahdotonta rakentaa. Luonnonkivisissä perusmuureissa on käytetty ja suositellaan käytettäväksi bitumipohjaisia vedeneristeitä. Bitumisively ja kermieristys voidaan asentaa tasoitetulle ja puhdistetulle kivipinnalle.

Yleisesti käytetty eristysmateriaali on perusmuurilevy. Perusmuurilevyä voidaan käyttää perusmuurin kosteudeneristyksenä. Niiden asennukseen on saatavilla valmistajilta tuotekohtaisia ohjeita. Perusmuurilevyn käyttökohteena toimii rakenne, jolla ei ole pitkäaikaista kosteusrasitusta. Näin ollen salaojituksen on toimittava kunnolla, pohjaveden pysyttävä aina perustamissyvyyden alapuolella eikä maaperässä saa olla radonia. Levyt asennetaan alapinnastaan anturaan asti ja yläpinnastaan noin 50 mm valmiin maapinnan alapuolelle. Antura on vahvistettava kumibitumikermillä, ja kermi nostetaan yleensä vähintään 100 mm ylöspäin perusmuuria pitkin. Jos rakennukseen kuitenkin kohdistuu voimakasta kosteusrasitusta, on suotavaa käsitellä koko perusmuurin pinta bitumisivelyllä ja kermieristeellä.

Perusmuurilevyt on limitettävä toisiinsa nähden pystysuunnassa vähintään 100 mm ja sivusuunnassa vähintään 200 mm. Myös levyjen pystysuuntaiset saumat on limitettävä toisiinsa nähden. Levyt kiinnitetään perusmuurin pintaan erillisillä kiinnikkeillä ilman, että alle jäävä kermieristys rikkoutuu. Levyn yläpinta suojataan asianmukaisella peitelistalla. Nykyiset perusmuurilevyt eivät toimi pystysuuntaisena salaojituksena rakenteelle, mutta nystyräpintaisena ja muovista valmistettuna se estää pintavesien vaikutukset perusmuuriin. Nystyröiden vaikutuksesta perusmuurin ja levyn väliin jää ilmaraako, jolloin rakenteesta poistuva kosteus voi tiivistyä levyn pintaan ja valua vapaasti alas, ja lopulta kermiä pitkin salaojakaivoon.

Perusmuurilevyä voidaan käyttää liitteen 3 mukaisesti betoni- ja harkkorakenteisissa perusmuureissa. Perusmuurin alaosaan, anturasta ylöspäin, asennetaan kumibitumikermi. Perusmuurilevy ja muovikalvo ulotetaan alaosaan anturaan asti. Anturaan tehdään viistemäinen laastivalu, joka jää kermin alle. Perusmuurin yläosaan asennetaan levyä suojaava peitelistalla.

Vedeneristyksen jälkeen voidaan asentaa ulkopuolinen lämmöneriste. Markkinoilla on nykypäivänä runsaasti valikoimaa ja yritykset suuntaavatkin markkinointia myös suoraan rakennesuunnittelijoille ja rakennusvalvonnalle. Kellarin käyttötarkoitus määrittää vaadittavan lämmöneristävyuden. Betonisen perusmuurin lämpötekniinen toiminta eroaa huomattavasti lämpöä eristävän kevytsoraharkkomuurin toiminnasta. Kuitenkin korjausrakentamisen yhteydessä menetelmät lämmöneristykseen ovat melko yhtenäisiä. Lämmöneristyksen tavoitteena on estää rakenteeseen muodostuvat kylmäsilat, jotka aiheuttavat muun muassa lämpöhävikkiä ja kosteuden tiivistymistä rakenteen kylmille pinnoille. Kellariseinän korjauksen yhteydessä harkkomuurattu rakenne slammataan tai tasoitetaan, sekä sokkelin pinta suoja- tai lämpörapataan. Rappaus ulotetaan maanpinnan alle, alapuoliseen lämmöneristykseen asti.

Perusmuurilevy-eristeen kanssa tarvitaan erillinen lämmöneriste. Lämmöneristeenä voidaan myös käyttää markkinoilla olevia routaeristeitä. Ulkopuoliseksi eristeeksi sopii esimerkiksi liitteen 3 mukainen Thermisol EPS 120 Routa -eristelevy. Eristelevy tarvitsee aina erillisen vedeneristyksen perusmuurin pinnalle. Usein käytetään kosteudeneristeenä myös bitumisivelyä ja kermieristettä. Levyt kiinnitetään tiiviisti toisiinsa ja perusmuurin pintaan, joko mekaanisilla kiinnikkeillä tai bitumiliimalla. Levyn yläpuolinen pinta on suojattava peitelistalla (Thermisol Oy 2014). Jos kellaritiloissa si-

jaitsee märkätiloja, tarvitaan rakenteelle paksumpi ulkopuolinen lämmöneristys. Kellerillisten märkätilojen suunnitteluun löytyy ohjeita edellä tekstissä, sisäpuolisten korjausmenetelmien yhteydessä.

Rakennusalan tuotteiden parissa toimiva tuoteyritys Muottikolmio Oy on tuonut markkinoille Isodrän-eristelevyn. Levy toimii samanaikaisesti lämmön- ja kosteuden-eristeenä, mutta sillä on myös kapillaarisen nousun estäviä ominaisuuksia, joten se so-
pii käytettäväksi myös pysty- ja vaakasuuntaisena salaojituserroksena. Levy sopii maanalaisten tilojen korjaukseen ja eristykseen, ja sillä on VTT:n hyväksymä sertifikaatti. Isodrän-levy koostuu halkaisijaltaan 5-10 mm EPS-solumuovipalloista, jotka on kiinnitetty toisiinsa liimaamalla. (Muottikolmio Oy 2014.)

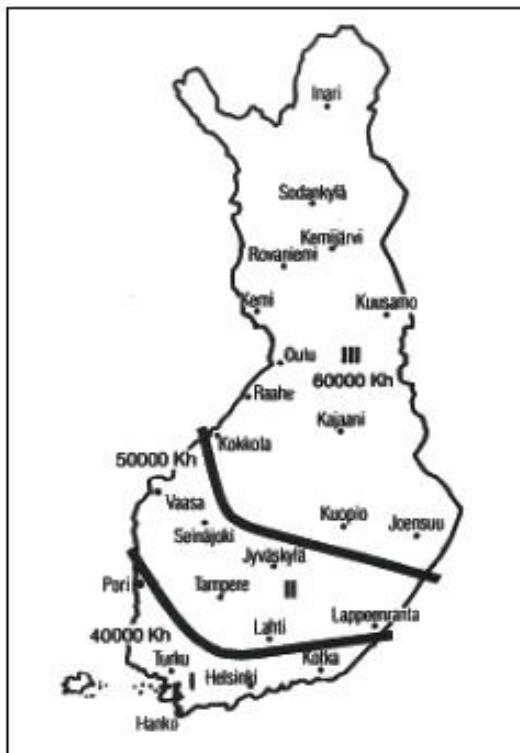
Betoni- ja harkkorakenteisen perusmuurin ulkopuolisena kosteuden- ja lämmöneristeenä voidaan käyttää liitteen 4 mukaisesti esimerkiksi 100 mm paksuista Isodrän-levyä. Levy asennetaan koko perusmuurin pinnalle, viemällä sen alapinta anturaan asti. Levyn pystysuuntaiset saumat limitetään toisiinsa nähden. Anturan päälle tehdään viistemäinen laastivalu, jonka päälle asennetaan kaksi 100 mm paksuista Isodrän-levyä. Levyjen väliin tulee vähintään 0,2 mm paksuinen muovikalvo. Myös anturan pystysuuntaiselle sivulle asennetaan eristelevy. Tämä on normaalisti käytäntönä leveissä anturoissa, joissa anturan ja perusmuurin porrastus on yli 100 mm. Anturoissa, joissa porrastus perusmuurin suhteen on alle 100 mm, ei eristelevyä tarvitse asentaa vaakasuoraan anturan päälle. Perusmuurin pinnasta levytys jatkuu suoraan anturan sivulle. Tällöin kuitenkin asennetaan viistemäisen laastivalun päälle muovikalvo, joka ohjaa kondensiovettä salaojaa kohti. (Muottikolmio Oy 2014.)

Isodrän-levyä voidaan käyttää eristeenä myös alapohja- eli lattiarakenteissa. Tyypillis-tä on käyttää liitteen 4 mukaisesti kahta 100 mm paksuista eristelevyä, joiden lujuus valitaan lattiaan kohdistuvan kuormituksen mukaan. Isodrän-levy toimii itsessään pysty- ja vaakasuuntaisena salaojituserroksena, jolloin erillistä salaojituserrosta eli sa-laojasepeliä ei tarvita. Salaojasepeliä täytetään kuitenkin salaojakaivannot ja sen ylä-pinta kannattaa kuitenkin nostaa vähintään 200 mm anturan yläpuolelle eristyslevyä vasten, jotta salaojitus toimisi kokonaisuudessaan halutulla tavalla.

Vanhoissa luonnonkivisissä perusmuureissa ei ole käytetty ulkopuolista lämmöneris-tystä. Jos se kuitenkin korjausvaiheessa asennetaan, on mietittävä rakenteen kokonais-valtaista toimintaa jatkossa. Tällöin rakenteen sisäpuolella käytettävä materiaali ei saa

olla liian tiivis, ettei rakenne jäisi kahden eristävän pinnan väliin. Kosteuden on saatava haihtua rakennukseen sisäänpäin, muutoin se helposti tiivistyy seinärakenteen sisälle. Myös luonnonkivisen perusmuurin muoto voi aiheuttaa ongelmia ulkopuolisen lämmöneristeen asennuksessa. Lämmöneristeeksi on valittava tuote, jonka voi asentaa pienempinä paloina, jolloin eristuspinta muotoutuu paremmin epätasaiselle pinnalle. Tällöin saumojen tiiveydestä on pidettävä erityistä huolta ja pystysuuntaiset saumat on limitettävä toisiinsa nähden. Ulkopuolisen routaeristykseen merkitys kasvaa silloin, kun perusmuurin lämmöneristeen toimivuudesta ei voida olla täysin varmoja.

Routasuojauksen tarkoituksena on estää maan jäätyminen perustusten alla, jotta rakennus ei vaurioidu maan routimisen vuoksi. Perustamistapa, perustamissyvyys ja rakennuksen sijainti vaikuttavat routaeristykseen. Routasuojauksen suunnittelu kuuluu rakennusfysiikan yhteen osa-alueeseen. Jokainen routaeristys onkin mitoitettava aina kohteen mukaan. Suomi on jaettu kuvan 25 mukaisesti kolmeen ilmastovyöhykkeeseen. Näiden vyöhykkeiden avulla voidaan mitoittaa kohteen routaeristys, kun tiedetään alapohjarakenteen lämmönvastusarvo. Esimerkiksi Helsingissä, joka kuuluu vyöhykkeeseen yksi, maanvaraisen alapohjan lämmönvastus on $0,5 \text{ m}^2\text{K/W}$.

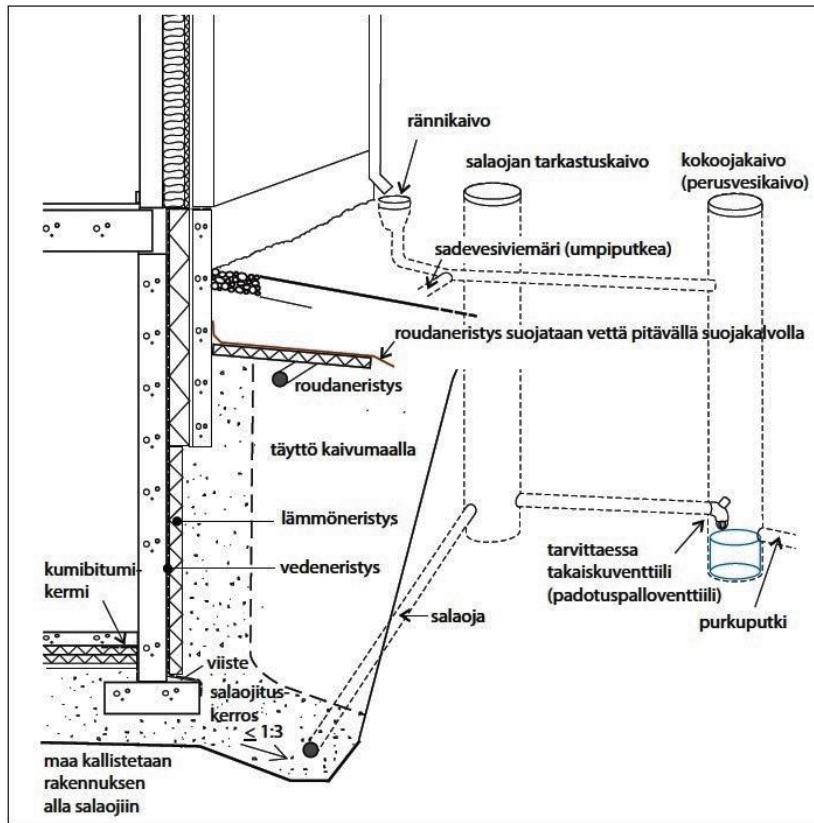


Kuva 25. Routasuojauksen ilmastovyöhykkeet (Suomen Betonitieto Oy, 59.)

Alapohjan routaeristyksen lisäksi lämpimien rakennusten perustukset tarvitsevat eristyksen 1–1,5 metrin leveydelle sokkelin ulkopuolelle. Rakennuksen ulkonurkissa routa tunkeutuu syvemmälle kuin seinälinjoilla, joten eristepaksuutta on lisättävä 100 % vähintään 1,5–2 metrin etäisyydelle nurkasta. Ennen routaeristyksen asennusta on huolehdittava koko rakennuspohjan salaojituksesta. Routaeristeet asennetaan tiivistetyn ja tasoitettun sorakerroksen päälle. Levyjen kallistukset tehdään viettämään pois päin rakennuksesta. Levyt asennetaan tiiviisti kiinni toisiinsa ja perusmuuria vasten. Useampaa eristekerrosta käytettäessä saumakohtat on limitettävä toisiinsa nähden. Routaeristeiden päälle tulee noin 100 mm soraa tai hiekkaa, jonka päälle asennetaan noin 300 mm täytemaata esimerkiksi soraa tai multaa. Routaeristys voidaan käyttää esimerkiksi Thermisol EPS 120 Routa -eristelevyä. Jos routaeriste joutuu käytössä normaalia suurempien kuormien rasittamaksi, on syytä valita Super- tai XPS-eristeitä. Routaeristys asennetaan aina sade- ja salaojajärjestelmien yläpuolelle, jotta se estää myös niiden jäätyksen. (Thermisol Oy 2014.)

4.3.2 Salaojitus ja maatyttö

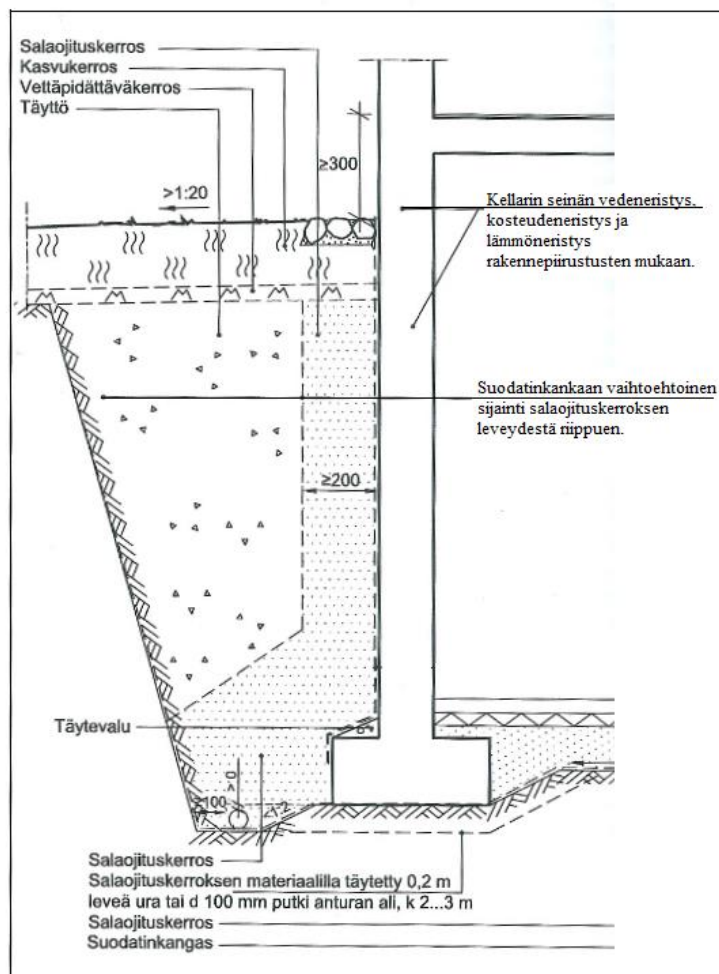
Rakenteen ulkopuolisen korjaamisen kulmakivenä on toimivan salaojitusjärjestelmän rakentaminen tai uusiminen. Rakenteen kuivatus on tarpeellista aina, kun rakenne sijaitsee maanpinnan alapuolella. Varsinkin vanhoissa kosteusvaurioituneissa kohteissa olisi ensisijaisesti kiinnitettävä huomiota salaojituksen toimivuuteen, jotta päästäisiin mahdollisimman hyvään lopputulokseen. Korjausrakentamisen yhteydessä rakennetaan myös sadevesijärjestelmä, joka omalta osaltaan kuljettaa pintavesiä pois päin rakennuksesta. Salaojituksen rakentamiseen suunnitteluun on käytetty apuna julkaisua RIL 126-2009, jossa on ohjeet rakennuspohjan ja tonttialueen kuivatukseen. Kuitenkin jokainen korjauskohde on omanlaisensa ja korjausmenetelmät on laadittava tapauskohtaisesti, yksilöllisten kuivatustarpeiden mukaan.



Kuva 26. Periaatekuva maanvastaisen seinärakenteen eristys- ja kuivatusmenetelmistä (RT 83-10955 2009, 3.)

Salaojajärjestelmä koostuu kapillaarisen nousun katkaisevasta salaojakerroksesta, salaojitusputkista sekä tonttikohtaisista salaojakaivoista, jotka toimivat myös huolto- ja tarkastuskaivoina. Salaojajärjestelmä ja sadevesijärjestelmä toimivat kuvan 26 mukaisesti rinnakkain, mutta kuitenkin sadevesiä ei saa johtaa salaojakaivoihin. Ongelmia voisi syntyä varsinkin rankkasateiden aikana, jolloin kaivot tukkeutuvat ja vesi pääsee tulvimaan rakenteisiin. Tämä estetään perusvesikaivoon asennettavalla padotusventtiilillä. Sade- ja salaojavedet johdetaan tontin kokooja- eli perusvesikaivoon, jonka kautta vedet kulkeutuvat kaupungin verkostoon.

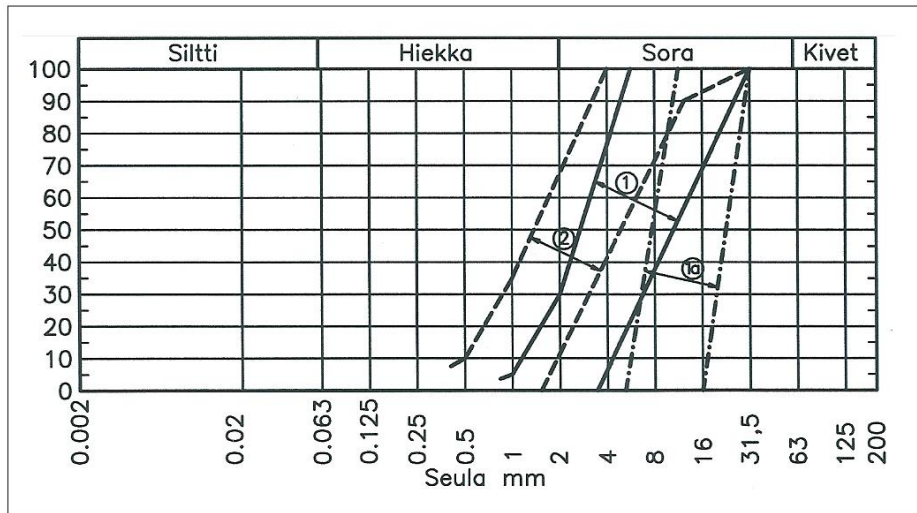
Kellarillisten tilojen salaojat sijoitetaan rakenteen ulkopuolelle perusmuurin läheisyyteen ja tarvittaessa järjestelmä ulotetaan kellarin lattiarakenteen alapuolelle. Sisäpuolinen salaoja yhdistetään ulkopuoliseen, jolloin se toimii varareittinä veden poistumiselle ulkopuolisen kaivon mahdollisesti tukkeutuessa. Myös salaojaputkiston taitepisteisiin asennetaan useita tarkastuskaivoja, jolloin järjestelmä on helpommin huollettavissa.



Kuva 27. Salaojituksen sijoitus perusmuuriin nähden (RIL 126-2009, 32.)

Anturan viereinen salaojaputki sijoitetaan kuvan 27 mukaisesti mahdollisimman lähelle rakennetta. Jotta vesi kulkeutuisi vapaasti salaojaan, on sille tehtävä syvennys kaivu- tai louhintatöillä. Vanhaa järjestelmää korjattaessa, salaojituksen paikkaa on usein radikaalisti muutettava. Vanha putki on usein sijainnut liian korkealla, tai perusmaan pinnan muodot ovat vaikeuttaneet veden kulkua salaojaa kohti. Tällöin on tärkeää ohjata veden kulkua perusmaan pinnan kaatoa ja salaojaputken paikkaa muuttamalla, jotta vesi ei jatkossa kerääntyisi rakennuksen viereen.

Kaivannon koon on oltava reilu, jotta putken ympärille jää vähintään 100 mm tilaa. Putken yläpuolelle täytetään vähintään 200 mm salaojituskerros. Perusmaapinnalle asennetaan suodatinkangas, jonka päälle salaojaputki asennetaan. Perusmuurin ulkopintaa vasten ja salaojakaivantoihin täytetään kuvan mukaisesti vähintään 200 mm paksuinen salaojituskerros, jonka materiaali on oltava tasarakeista, seulottua ja pestyä soraa tai sepeliä.



Kuva 28. Salaojakerroksen kiviainesten rakeisuuskäyrät (RIL 126-2009, 37.)

Salaojakerroksen tarkoituksena on katkaista veden kapillaarinen nousu. Kuvassa 28 on nähtävillä kerrokseen soveltuvien kiviainesten rakeisuuskäyrät. Vaatimusalueen vasemman puoleisen rajakäyrän alitusta ei sallita. Materiaalia 1a käytetään aina rakennuksen alapohjan alle tehtävissä salaojakerroksissa ja perusmuurin vierustan salaojituksessa silloin, kun pohja- ja tai vajovesiä virtaa voimakkaasti rakennuksen vierustalle. Materiaalia 1 käytetään normaalissa kuivatustilanteessa perusmuurin viereisessä salaojakerroksessa, silloinkin alapohjan alla käytetään materiaalia 1a. (RIL 126-2009, 37.)

Korjauskohteissa maatyön ja salaojakerroksen väliin asennetaan lähtökohtaisesti aina suodatinkangas. Sen tarkoituksena on estää täyttömaasta irtoavan hienon maan aineksen kulkeutuminen salaojakerrokseen. Kuitenkin veden on saatava kulkeutua vapaasti suodattimen läpi salaojakerrokseen, josta se valuu salaojakaivoon. Suodatinkankaan käyttöluokka on N2 luonnon salaojasoraa käytettäessä ja N3 karkeita murskeita ja sepeäliä käytettäessä. Lopputäytön materiaali valitaan aina kohteelle sopivaksi tai alueen päällysrakennemateriaalin vaatimuksien mukaan. Maanrakennustöissä tavoitteena on routimaton ja tiivis täyttö.

4.4 Sisäpuoliset korjausmenetelmät

Ulkopuolinen korjaus on toisinaan mahdotonta, sillä varsinkin kaupunkialueilla viereinen rakennus, katualueiden rakenteet tai kalliopinta voivat olla liian lähellä rakennetta, ja estää kaivutyöt. Kaupunkialueilla rakennukset on usein rakennettu kiinni toi-

siinsa ja kellarin alimman kerroksen lattiatasot poikkeavat korkeusasemaltaan toisistaan. Alemmalla tasolla olevan kellarin kosteusvaurioiden korjaaminen naapurirakennuksen alla tehtävin toimenpitein on lähes mahdotonta. Myöskään pohjavedenpintaa ei voida alentaa salaojituksella, jos perusmuuri on perustettu puisten paalujen tai arinarakenteen päälle. Tällöin vaarana on puisten rakenteiden kuivuminen ja lahoaminen. (RIL 107-2012, 190.)

Sisäpuoliset menetelmät perustuvatkin pitkälti kapillaarikatkovyöhykkeen muodostamiseen, kosteuden pois siirtämiseen rakenteesta sekä rakenteen kosteustekniseen toimintaan vaikuttaviin tuuletus ja lämmitysjärjestelmiin. Sisäpuoliset korjaukset voivat toimia myös väliaikaisena korjauksena, joilla saadaan tilat käyttökuntoon ja siirretään rakenteen kokonaisvaltaisempi korjaus rakennuksen seuraavan peruskorjauksen yhteyteen.

Ihanteellisinta olisi korjata kellarin seinärakenne molemminpuolisesti, jolloin korjauksella saataisiin pitkäaikaiskestäviä tuloksia. Pelkillä sisäpuolisilla korjauksilla ei tähän voida päästä, mutta ne ovat kuitenkin varteenotettavia vaihtoehtoja ja täydentäviä korjauksia ulkopuolisten korjausten lisäksi. Alla mainitut sisäpuoliset korjausmenetelmät perustuvat koulussa opittuun tietoon, rakennusalan kirjallisuuteen ja tutkimuksen yhteydessä käytyihin asiantuntija-haastatteluihin. Korjaussuunnittelun lähteenä on myös käytetty julkaisua RIL 107-2012, jossa on ohjeet rakennusten veden- ja kosteudeneristykseen.

4.4.1 Luonnonkiviset kellariseinät

Maanvastaisten luonnonkiviseinien sisäpuolisissa korjauksissa on kaksi pääkorjaustapaa. Ensimmäiseksi muodostetaan rakenteeseen jälkikäteen kapillaarikatkovyöhyke, ja toiseksi pinnoitetaan rakenteen sisäpinnat kosteusrasitusta kestäville sekä hyvin hengittäville materiaaleilla. Luonnonkivisen perusmuurin sisäpuolella on yleensä käytetty verhomuurattua tiiltä, jonka pinta on rapattu. Aikojen saatossa pintaa on voitu käsitellä liian tiiviillä pinnoitteilla, jolloin rakenteen kosteuspitoisuus on alkanut kasvaa ja kosteutta on kerääntynyt rakenteen sisään. Lopputuloksena on usein maali- ja pinnoitevaurioita, jolloin kosteusvaurio viimeistään huomataan. Korjauksen suunnittelun perusteena tulisi olla kattava kosteuskartoitus.

Kosteuskartoituksella voidaan kohdistaa korjauksessa tehtävien kapillaarikatkojen kohdat ja tiheydet tarkasti etukäteen. Kapillaarikatkot tehdään injektoimalla. Menetelmässä seinän alaosaan tehdään tasaisin välimatkoin porareikiä, joiden kautta rakenteeseen imeytetään tai injektoidaan kapillaarikatkon muodostavaa injektointiainetta. Markkinoilla on useita erilaisia injektointiaineita ja – laasteja. Injektointi voidaan suorittaa paineettomana tai paineellisena. Paineellista injektointia suositellaan käytettäväksi, sillä se tehostaa injektointilaastin tunkeutumista rakenteen huokosiin ja saavutettu kapillaarikatkovyöhyke on suurempi.

Kosteuskartoituksen jälkeen voidaan suunnitella kapillaarikatkojen tarkat kohdat. Rakenteen sisäpuolinen rappaus puretaan alaosaan noin 0,5–1,5 metrin korkeuteen asti. Injektointiaineena käytetään esimerkiksi Vandex VIM -injektointilaastia. Laasti valmistetaan lisäämällä 2-3 osaa vettä 5 osaan laastijauhetta. Sen jälkeen massa sekoitetaan huolellisesti. Tämän jälkeen porataan tiilimuurauksen läpi tasaisin välimatkoin noin 20mm injektointireikiä. Reikien keskinäinen etäisyys ei saa olla yli 11 cm. Porauksen tulisi ulottua vähintään 5 cm päähän seinän vastakkaisesta pinnasta, ja porauskulman tulisi olla noin 30 astetta alaviistoon. Reiät täytetään paineellisesti, injektointipumpun avulla noin 10–20 barin paineella. Laastin kuivumisaika on noin 60 minuuttia. (Muottikolmio Oy 2014.)

Injektointilaastin kuivuttua, rappauksistaan puretut seinäpinnat pinnoitetaan uusilla kosteutta kestäväillä ja vesihöyryä hyvin läpäisevillä materiaaleilla. Tiilimuurauksen pinta käsitellään saneerauslaastirappauksella. Suolankeräyslaasti on ehkä parempi nimitys tuotteelle, jonka toiminta perustuu tavallista kalkkisementtirappausta suurempaan huokostilavuuteen. Rakenteessa kulkevan kosteuden haihtumispinta siirtyy rappauksen sisälle, jolloin kosteuden haihtumisen seurauksena kiteytyvät suolat kerääntyvät laastin sisälle. Tavallisilla rappauslaasteilla suolat kiteytyvät rakenteen pinnalle, jolloin ne rikkovat rappauksen pintaa. Menetelmää voidaan käyttää myös betoniseiniin, mikäli niissä esiintyy paljon suoloja. Rappauksen pinta maalataan vesihöyryä hyvin läpäisevällä maalilla esimerkiksi 1-komponenttisella tai silikonihartsipohjaisella maalilla.

4.4.2 Betoni- ja harkkorakenteiset kellariseinät

Betoni- ja harkkorakenteisten kellariseiniin sisäpuoliset korjausmenetelmät ovat hyvin samankaltaisia. Kuntotutkimusten ja kosteuskartoitusten jälkeen voidaan suunnitella

tella rakenteille korjausmenetelmät. Vanhoissa betoniseinissä rakenteiden kosteusvaurioiden syynä on yleensä maaperästä rakenteisiin eri tavoin kulkeutuva kosteus. Ongelmia voi myös aiheuttaa vedeneristyksen puutteellisuus tai sen epäjatkuvuuskohdat. 1950-luvulle asti käytetty säästöbetoni on saattanut myös huonon laatunsa vuoksi aiheuttaa rakenteisiin halkeamia, joiden läpi rakenteisiin pääsee kosteutta. Myös harkkorakenteisissa seinissä on usein maaperästä kapillaarisesti rakenteisiin siirtyvä kosteus.

Rakenteiden alkuperäiset eristysmenetelmät eri aikakausittain ovat olleet monimuotoisia, kuten tekstissä aiemmin käsiteltiin eri rakennetyyppien kohdalla. Kellariseinien sisäpuolelle alun perin asennetut rapatut toja-levyt, verhomuuraukset ja lisälämmöneristykset ovat usein kosteusvaurioituneet betonin ja eristeen rajapinnasta, sillä maassa liikkuva vesi on kastellut perusmuurin. Yleisin virhe on ollut uusien rakenteiden pinnat liian tiiviillä pinnoitteilla. Vanhoissa seinärakenteissa kosteuden- ja lämmöneristystä on asennettu molemmin puolin rakennetta tai vain toiselle puolelle. 1970-luvulla kokeiltiin jättää rakenne myös täysin ilman vedeneristystä. Kokeilun jälkeen palattiin takaisin menetelmään, jossa perusmuuri eristetään ulkopuolisella bitumisivelyllä. Kellarin seinärakenteista saattaa löytyä myös turvetta, jota on aikojen saatossa käytetty yleisesti rakennuksen lämmöneristeenä.

Ilman rakenteen ulkopuolista korjaamista, voidaan rakenteen toimintaa parantaa lähinnä purkamalla vanhat sisäpuoliset lämmöneristeet pois, jolloin rakenteen hengittävyys paranee. Usein riittääkin pelkkien lämmöneristeiden poisto, jolloin mahdollisesti perusmuurin vedeneristyksenä käytettyihin, asbestia sisältäviin bitumieristeisiin ei tarvitse koskea ollenkaan. Korjaustöissä seinäpinnat puhdistetaan ja vaurioituneet tasoitus- ja rappauslaastit poistetaan. Myös mahdolliset verhomuuratut tiili- ja harkkopinnat poistetaan, sillä sisäpuolinen lämmöneristys on saatettu sijoittaa lisäeristyksellä perusmuurin ja verhomuurauksen väliin.

Sisäpuolista lämmöneristystä ei tehdä korjausvaiheessa uudestaan. Kellariseinän lämmöneristys toteutetaan siis pääosin ulkopuolisella eristyksellä. Ajatus sisäpinnan lämmöneristämisestä on usein houkutteleva, mutta ei kuitenkaan rakennusfysikaalisesta näkökulmasta katsottuna tuo haluttua lopputulosta toimivasta rakenteesta. Jos rakenteen sisäpintaan asennetaan lämmöneriste, alkaa lämmin ilma kulkeutua sisältä ulospäin, jolloin vesihöyry kylmän perusmuurin saavuttaessaan tiivistyy kosteutena

sen pintaan. Perusmuurin pintaan muodostuu ns. kastepiste, johon kosteus alkaa kerääntyä. Kyseinen ilmiö on voimakkaimmillaan talvella, jolloin sisä- ja ulkopuolen lämpötilaerot ovat suurimmillaan. Sisäpuolinen lämmöneristys voidaan asentaa vain, jos ulkopuolinen lämmöneristys on riittävä. Sisäpuolisen lämmöneristeen tarpeen päättää aina rakenteen suunnittelija, eikä rakennetta tulisi lämmöneristää ilman ammattilaisen tekemiä rakennesuunnitelmia.

Lämmöneristeiden lisäksi, sisäpuolista rakennetta voidaan lisälämmöneristää asentamalla seinän sisäpintaan kevytharkkomuuraus. Myös rappaamalla pinnat huokoisilla, ja vesihöyryä läpäisevillä laasteilla, voidaan parantaa rakenteen lämmöneristävyttä. Perusmuurin ja harkkomuurauksen väliin on jätettävä vähintään 25 mm levyinen tuuletusväli. Muurauksessa voidaan käyttää esimerkiksi 300x85x198 -harkkoa, joka soveltuu kevyiden väliseinien muurauksiin. Harkot muurataan sementtipohjaiselle muurauslaastilla ja tasoitetaan vesihöyryä hyvin läpäisevällä seinätasote-laastilla. Laastien ja tasoitteiden annetaan kuivua valmistajan tuoteohjeiden mukaisesti, jonka jälkeen pinta voidaan käsitellä esimerkiksi 1-komponenttisella tai epoksipohjaisella maalilla.

Perusmuurin pinta tai muuraus voidaan myös rapata suolankeräyslaastilla, kuten aiemmin luonnonkivisen perusmuurin korjausmenetelmässä hyväksi todettiin. Tällöin rakenteessa kulkevan kosteuden haihtumispinta siirtyy rappauksen sisälle, ja kosteuden haihtumisen seurauksena kiteytyvät suolat kerääntyvät laastin sisälle. Laastin annetaan kuivua valmistajan tuoteohjeiden mukaisesti, jonka jälkeen pinta voidaan käsitellä aiemmin tekstissä mainitulla vesihöyryä läpäisevällä maalilla.

Aikojen saatossa kosteuden takia vaurioituneiden seinien eteen voidaan myös tehdä kotelointi, jolloin sen taakse perusmuurin pintaan jää tyhjä tila. Kotelointi ei toimi pitkäaikaisena korjausmenetelmänä vaurioituneelle seinärakenteelle, mutta sen avulla voidaan siirtää rakenteen laajempi korjaus kiinteistön seuraavaan peruskorjaukseen. Tyhjä tila tuuletetaan tekemällä kotelointiin useampia ilmarakoja tai kanavoimalla koteloinnin tuuletus suoraan poistoilmanvaihtoon. Tällöin sisäilmalle haitalliset orgaaniset ainekset kuten homeitiöt saadaan turvallisesti poistettua. Kotelointi tulisi rakentaa saumoistaan tiiviiksi, jolloin sen ominaisuudet tulisivat parhaiten esille. Koteloinnin sisälle voi kertyä seinärakenteen kautta suoloja ja myös tavallista pölyä. Pöly tukkii helposti tuuletuskanavat, jolloin se on huomioitava jo kanavia suunniteltaessa.

Kellarin seinien ja alapohjan aktiiviset vuotokohdat on mahdollista korjata sisäpuolel-
sesti erilaisilla menetelmillä. Tällaisia vesivuotokohtia rakenteessa voivat olla esimer-
kiksi halkeamat, valusaumat ja putkienläpiviennit. Vuotokohdat avataan esimerkiksi
piikkaamalla tai timanttisahaamalla viistosti. Avattuihin kohtiin laitetaan nopeasti ko-
vettuvaa sementtipohjaista korjauslaastia. Myös luonnonkivisen perusmuurin korja-
usmenetelmissä hyväksi todettu injektointi, toimii halkeamien ja vuotokohtien kor-
jaamisessa. Porareiät täytetään injektointilaastilla. Tavoitteena on saada vuotokohdista
vesitiiviit, jolloin kosteuden siirtyminen kellarin sisäpuolelle estetään. Vuotokohtien
paikkaamisella ei myöskään saavuteta pitkäaikaista korjaustulosta, koska sillä ei saada
hallintaan kosteutta tuottavaa lähdettä.

Perusmuurin sisäpintaan voidaan joissakin korjauskohteissa asentaa kosteudeneristys.
Usein vanhoissa perusmuureissa on käytetty bitumisivelyä sisäpuolisena kosteuden-
eristeenä. Bitumituotteet sisältävät usein asbestia, jolloin toimivana vedeneristeenä si-
tä ei turhaan kannata lähteä purkamaan pois. Kosteudeneristyksen uusiminen sisäpuo-
lelta ei varsinaisesti korjaa rakennetta, mutta sillä voidaan ehkäistä kosteuden kulkeu-
tuminen sisätiloihin. Vanhat sisäpuoliset lämmöneristeet ja verhomuuraukset on kui-
tenkin todennäköisesti purettava pois kokonaan, sillä usein ne ovat kastuneet täysin.
Eristys voidaan toteuttaa esimerkiksi bitumisivelyllä. Tällaisen menetelmän yhteydes-
sä kannattaa seinän sisäpinta muurata aiemmin tekstissä mainitulla kevytsoraharkko-
muurauksella.

Kellarin toimivuuden kannalta riittävä tuuletus ja ilmanvaihto ovat avain asioita. Sil-
loin kellarin sisäilman kosteuspitoisuus pysyy kohtuullisena ja sisäilman laatu hyvänä.
Jos tuloilmaa varten ei voida suoraan tehdä tuloilmaventtiilejä seiniin, voidaan ilmaa
tuoda kellaritiloihin ylempää riittävällä määrällä tuloilmaputkia. Kellarin ilmanvaihto
tulisi suunnitella niin, että se toimii yhdessä talon muun ilmanvaihdon kanssa eikä ai-
heuta haitallista alipaine-tilaa kellarin. Tärkeää on myös johtaa sisä- ja hengitysilmal-
le haitalliset orgaaniset ainekset turvallisesti pois.

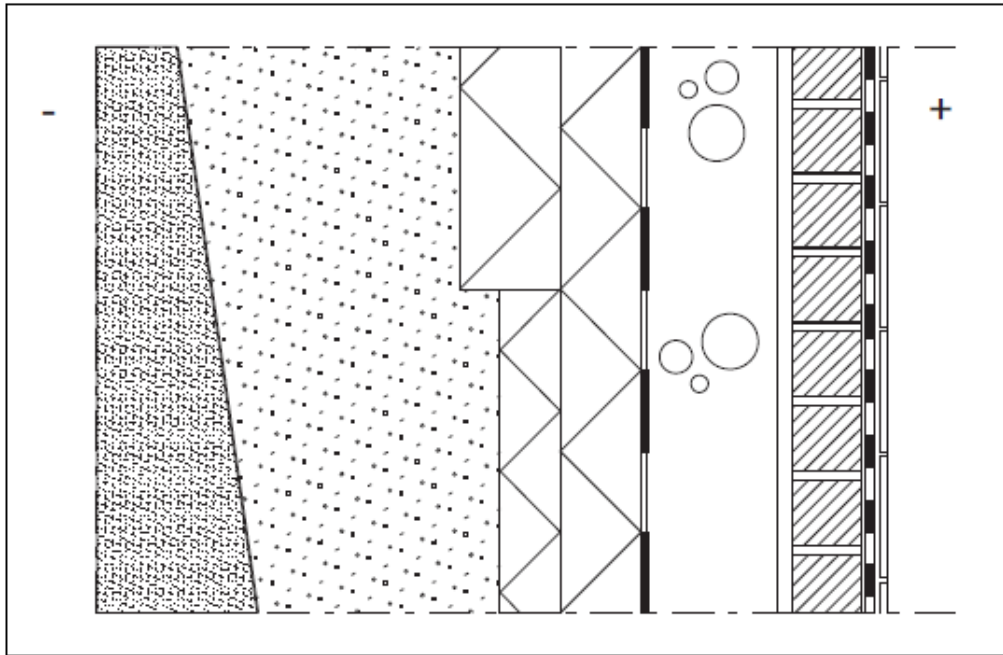
4.4.3 Kellarin sisäpuoliset märkätilat

1970-luvun jälkeisissä rakennuksissa on sauna- ja pesutilat usein sijoitettu kellariker-
rokseen. Kyseisellä aikakaudella tehtiin paljon peruskorjauksia vanhempiin rakennuk-
siin, jolloin märkätiloja saatettiin jälkikäteen rakentaa tilanpuutteessa myös kellarei-
hin. Kellarien märkätilojen kosteusvaurioihin liittyvät ongelmat johtuvat usein seinä-

rakenteen pinnoittamisesta liian tiiviillä materiaalilla ja rakenteen jäämisestä kahden liian tiiviin kerroksen väliin. Jo 1970-luvulla käytettiin märkätiloissa kosteudeneristystä, jolloin se on usein asennettu kellariseinän pintaan ilman rakenteen ulkopuolisia muutostöitä. Tämänäyttöisiä märkätiloja löytyy usein betoni- ja harkkorakenteisten rakennusten kellaritiloista. Ulkopuolisen lämmöneristeen puuttuessa, kosteus on alkanut tiivistymään rakenteen sisälle kylmiin pintoihin. Kun rakenne on saavuttanut kriittisen kosteuspitoisuutensa, ovat kosteus- ja homevauriot saaneet alkunsa. Alla mainitut korjausmenetelmät perustuvat Suomen rakentamismääräyskokoelmaan osaan C2 ja lähteenä on myös käytetty julkaisua RIL 107-2012, joka on suunnattu rakennuksen veden- ja kosteudeneristykseen. Rakenteet on suunniteltu hyvän rakennustavan mukaisesti ja niitä voidaan käyttää betoni- ja harkkorakenteisissa perusmuureissa.

Märkätilojen rakenteiden korjaus on järkevää aloittaa ulkopuolisilla korjausmenetelmillä. Tärkeintä on avata rakenne ja poistaa vaurioituneet ulkopuoliset eristykset. Kellariseinän korjauksen yhteydessä on korjattava myös märkätilan sisäpuoliset lattiarakenteet, jotta sisäpuolisesta vedeneristyksestä saadaan jatkuva. Rakenteen annetaan kuivua, jonka jälkeen uusitaan ulkopuolinen lämmöneristys. Tällöin rakenteen lämpötilaa saadaan nostettua, ja mahdolliset rakenteeseen muodostuvat kylmäsillat saadaan estettyä. Lämmöneristeen ja perusmuurin väliin asennetaan veden- tai vedenpaineeneristys, joka estää pinta- ja sulamisvesien tunkeutumisen rakenteeseen. Vanhat sisäpuoliset märkätilojen rakenteet puretaan perusmuurin pintaan asti. Perusmuurin pinta puhdistetaan huolellisesti.

Rakenteet suunnitellaan niin, että kosteuden poistuminen rakenteesta varmistuu. Samalla varmistetaan myös, ettei kahden kosteutta huonosti läpäisevän kerroksen väliin jää kuivumista vaativia materiaaleja. Märkätilassa suositellaan käyttävän vain sertifioiduja vedeneristystuotteita ja -tarvikkeita. Märkätilatyöt tekee VTT:n sertifioima märkätila-asentaja. Korjaustöissä käytettävien laastien ja muurauksien kuivumiseen on myös kiinnitettävä erityistä huomiota, jotta rakenteisiin ei jäisi rakennusaikaista kosteutta.

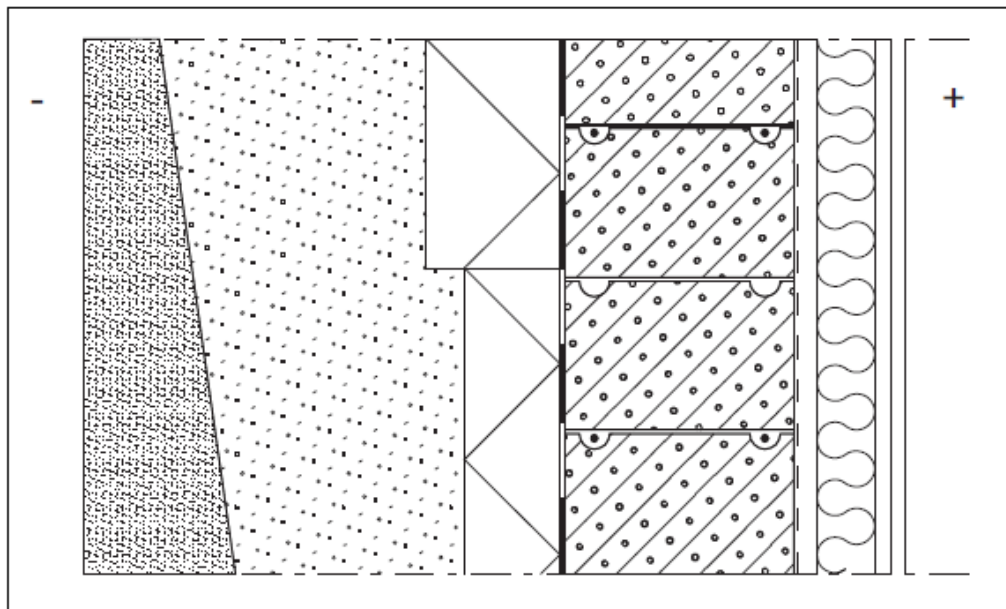


Kuva 29. Kellarin märkätila, pesutila (RT 82-11006 2010, 7.)

Kellarin pesutilojen seinärakenne toteutetaan kuvan 29 mukaisesti. Ulkopuolisena lämmöneristeenä käytetään 240 mm paksuista eristystä, esimerkiksi päällekkäin kahta EPS 120 Routa -levyä. Eristys ulottuu reuna-alueelle, noin metrin syvyyteen valmiista maanpinnasta. Sitä alemmassa perustussyvyudessa voidaan käyttää 200 mm paksuista eristekerrosta. Ulkopuolisena vedeneristykseenä voidaan käyttää bitumisivelyä ja kermieristettä. Eristys kiinnitetään hitsaamalla perusmuurin pintaan.

Rakenteen sisäpuolista lämmöneristävyyttä parannetaan verhoamalla perusmuurin pinta harkkomuurauksella. Kellarin lattiarakenteen ja muurauksen väliin asennetaan kosteuden katkaiseva kerros esimerkiksi kumibitumikermi. Muurauksessa käytetään esimerkiksi 300x85x198 -harkkoa, jolloin valmiin seinän paksuus on 85 mm. Harkot muurataan ohutsaumalaastilla ja tuotteen valmistaja yleensä ilmoittaa tarvittavan kuivumisajan. Perusmuurin ja verhomuurauksen väliin jätetään vähintään 20 mm:n tuuletusväli. Harkon rinnalla voidaan käyttää valmiiksi roilottuja erikoisharkkoja, joilla muurattuun rakenteeseen saadaan helposti kanavat putkia varten. Harkkomuurattu pinta tasoitetaan märkätiloihin tarkoitetulla tasoitelaastilla. Sillä voidaan myös parantaa rakenteen lämmöneristävyyttä. Tasoitteen annetaan kuivua valmistajan antamien tuoteohjeiden mukaisesti.

Tasoitettua harkkomuurauksen pintaan voidaan asentaa vedeneristys. Vedeneristystyöt tekee VTT:n sertifioima märkätila-asentaja. Vedeneristykseen on oltava jatkuva myös seinä- ja lattian liitoskohdissa. Vedeneristeenä käytetään esimerkiksi vesiohenteista ja mikrokuituvahvistettua eristysmassaa, joka on tarkoitettu märkätilojen seinä- ja lattiapinnoille. Valmistaja ilmoittaa eristepaksuudet ja kuivumisajat tuotekohtaisesti. Vedeneristyksestä tehdään vedeneristys-pöytäkirja, joka toimitetaan VTT:lle. Vedeneristyksen valmistumisen jälkeen eristepaksuuksista otetaan rakennusvalvonnan toimesta koepaloja, joiden paksuudet mitataan ja kirjataan pöytäkirjaan. Pöytäkirjan tarkoituksena on osoittaa, että vedeneristystyöt on tehty sertifioinnin mukaisesti. Vedeneristyksen jälkeen voidaan seinään asentaa kosteudenkestävällä saneerauslaastilla laattapinta. Laattojen välit saumataan sementtipohjaisella saumauslaastilla.



Kuva 30. Kellarin märkätila, saunatila (RT 82-11006 2010, 19.)

Kellarin saunatilojen seinärakenne toteutetaan kuvan 30 mukaisesti. Ulkopuoliset korjaustyöt tehdään aiemmin pesutilojen yhteydessä mainittujen menetelmien mukaisesti. Seinätilojen sisäpuolinen rakenne toteutetaan puisella pystykoolauksella ja mineraalivillaeristyksellä, jonka pintaan asennetaan seinäpanelointi. Saunatiloihin on myös asennettava tiivis höyrynsulkukerros. Tämän tyyppisissä rakenteissa rakenteisiin jätettävien tuuletusvälien merkitys korostuu.

Perusmuurin pinta tasoitetaan sementtipohjaisella tasoitteella. Tasoitteen annetaan kuivua valmistajan antamien tuoteohjeiden mukaisesti. Saunatilojen lattiat vedeneris-

tetään ja laatoitetaan. Rakenne nostetaan tasoitetulle seinäpinnalle noin 20 cm:n korkeuteen. Tällöin varmistetaan vedeneristys myös seinä- ja lattiarakenteen liitoskohdassa. Tasoitetulle pinnalle voidaan myös asentaa puiset koolaukset ja lämmöneristys. Tasoitetun perusmuurin ja koolauksen väliin jätetään vähintään 25 mm:n tuuletusväli esimerkiksi asentamalla perusmuurin pintaan koolauksen mukaisella jaolla 25 mm paksu pysty-laudoitus. Pystykoolaus tehdään 600 mm:n jaolla esimerkiksi 50x75 - puutavaralla. Koolauksen väleihin asennetaan esimerkiksi 75 mm:n paksuinen mineraalivilla-eristys. Tiivis höyrynsulku toteutetaan kuumuutta kestäväällä alumiinitiiivisyypaperilla, jonka saumakohdat varmistetaan höyrytiiviksi erillisellä alumiiniteippauksella. Höyrynsulun ja seinäpaneloinnin väliin jätetään vähintään 20 mm:n tuuletusväli esimerkiksi asentamalla höyrynsulun pintaan 22 mm paksu pysty-laudoitus. Pysty-laudoitus toimii myös tukevana alustana seinäpaneloinnin kiinnitykselle.

Jos kellarissa on märkätiloja, on kiinnitettävä erityistä huomiota ilmanvaihtoon. Kellarin märkätiloja koskevat samat säännökset kuin muitakin asuintilojen märkätiloja. Peruseriaatteena kuitenkin on se, että märkätiloissa on aina poistoilmaventtiilit, jotka johtavat poistoilmaa ulos talosta. Ilmanvaihtoon liittyvissä ongelmissa on aina syytä konsultoida alan asiantuntijaa, esimerkiksi LVI-suunnittelijaa.

5 KYSELYTUTKIMUS

5.1 Kyselylomake

Opinnäytetyössä tehtiin kyselytutkimus liitteen 2 mukaisesti. Kyselylomakkeen mukana lähetettiin kaikille vastaajille liitteen 1 mukainen saatekirje. Word-pohjainen kysely lähetettiin kahdelletoista rakennusalan ammattilaiselle. Vastaanottajien joukossa oli suunnittelu-, rakennuttamis-, rakennusvalvonta- ja opetustyötä tekeviä ihmisiä. Kyselyn perimmäisenä tarkoituksena oli kartoittaa rakennusalan ammattilaisten tietoa ja näkemystä maanvastaisten seinien kosteusvauriosta. Samalla tiedusteltiin myös näkemyksiä rakennusfysiikan merkityksestä korjausrakentamiseen. Kaikki vastaukset on käsitelty opinnäytetyössä anonyymisti.

Kyselylomake koostui kahdestatoista kysymyksestä, joista kymmenessä oli vapaa vastauskenttä. Kahdessa kysymyksessä pyydettiin laittamaan asioita vastaajan näkemyksen mukaan tärkeysjärjestykseen. Vastaajaa pyydettiin näkemyksensä mukaan vertailemaan, missä rakennuksen tiloissa kosteusvauriot ovat yleisiä. Vaihtoehtoina olivat

mm. kylpyhuoneet, kellarit, vesikatot ja keittiöt. Kyselyn tarkoituksena oli myös kartoittaa, mitä korjaustapoja ammattilaiset ovat käyttäneet ja mitkä havainneet toimiviksi kellarin seinärakenteissa. Kysymyksillä kartoitettiin rakennusfysiikan merkitystä vastaajan työssä ja korjausrakentamisessa yleensä. Kyselyssä pyydettiin arvioimaan, onko korjausrakentamiseen saatavilla riittävästi tietoa viranomaisilta. Alan asiantuntijoilta myös tiedusteltiin, mistä kannattaa lähteä etsimään tietoa ja soveltuvia korjausvaihtoehtoja eri aikakausien kellarien seinärakenteisiin.

5.2 Tulokset ja analyysi

Kysely lähetettiin 12 henkilölle, jotka työskentelevät rakennusalan parissa erilaisissa työtehtävissä. Kyselyyn vastasi yhteensä 9 henkilöä, eli vastaajien osuus oli 75 % kaikista lähetyistä kyselyistä. Sähköpostitse kyselyyn vastasi 6 henkilöä. Kolme henkilöä vastasi kyselylomakkeen kysymyksiin henkilökohtaisten tapaamisten yhteydessä, joten haastattelut olivat huomattavasti laajempia. Kyselyyn vastanneet henkilöt toimivat pääasiassa rakennusvalvonnan, korjausrakentamisen suunnittelun ja rakennuttamisen puolella. Haastattelujen yhteydessä tuli esille, että suurin osa tämän tyyppisistä sähköpostikyselyistä jää helposti huomioimatta. Syynä tähän voi olla nykypäivän suuri mainos- ja roskapostin määrä, jonka joukosta on vaikea erottua. Kyselylomakkeen avulla saadut vastaukset on esitetty alla kysymyskohtaisesti. Vastauksiin vaikuttivat selvästi vastaajan aikaisemmat työtehtävät ja omakohtaiset kokemukset kellarirakenteista.

Oletko työssäsi kohdannut kosteusvaurioita maanvastaisissa rakenteissa, ja minkä tilojen kosteusvauriot ovat kokemuksesi mukaan yleisempiä?

Jokainen vastaaja ilmoitti kohdanneensa työssään kosteusvaurioita kellaritilojen maanvastaisissa seinä- ja lattiarakenteissa. Vastaajat olivat merkinneet kosteusvauriota löytyvän yleisimmin kellareista, kylpyhuoneista ja vesikatoista. Korjausrakentamisen lähtökohtana on usein aktiivisen kosteusvuodon tai hajuongelman ilmeneminen. Useampi vastaaja mainitsi myös valesokkelien kosteusvauriot, joissa puinen seinä on jäänyt valetun betonilaatan alapuolelle.

Millaisia ongelmia olet kohdannut kellariseinien rakenteissa ja ovatko niihin liittyvät kosteusvauriot mielestäsi vähentyneet uudemmissa rakennuksissa verrattuna vanhoihin rakennuksiin?

Vastaajat katsoivat kosteusvaurioita löytyvän kaikista mainituista seinärakenteista: luonnonkivi ladotuista seinistä, paikalla valetuista teräsbetoniseinistä ja harkkomuuruista seinistä. Yksi vastaaja totesi kosteusvaurioita löytyvän myös yleisesti omakotitalojen kellareista. Kosteusvaurioita ja radonia on yhden vastaajan mukaan löytynyt eniten harkkorakenteisista seinistä. Toinen vastaaja ilmoitti kosteusvaurioita löytyvän luonnonkivisistä sokkeleista, jolloin puuvälipohja on vaurioitunut puutteellisen tuuletuksen johdosta. Yleisesti kaikissa rakennetyypeissä on ilmennyt kosteusvaurioita täyttömateriaalin kapillaarisuuden, puutteellisen salaojituksen ja vedeneristyksen takia. Yleisesti kellareihin liittyvien kosteusongelmien koettiin vähentyneen uudemmissa rakennuksissa. Nykyiset menetelmät kosteuden- ja lämmöneristykseen ovat vastaajien mielestä tuoneet haluttua tulosta.

Minkä luulet olevan suurin syy kellarin seinien kosteusvaurioihin ja mitkä korjaustavat olet havainnut toimiviksi kyseisiin ongelmakohtiin?

Suurin tekijä kellarien kosteusvaurioihin katsottiin olevan salaojituksen ja vedeneristyksen puutteellisuus. Kaksi vastaajaa ilmoitti listan tekijöiden olevan kokonaisuudessaan syynä kosteusvaurioihin. Yksi vastaaja ilmoitti puutteellisen vedeneristyksen, puutteellisen salaojituksen ja maa-aineksen kapillaarisuuden aiheuttavan yhdessä suorastaan katastrofin. Myös puutteellisen sadevesiviemäroinnin ja pintavesien ohjauksen katsottiin olevan yhtenä syynä kosteusvaurioihin. Kaikki vastaajat ilmoittivat toimivimmaksi korjausmenetelmäksi salaojien uusimisen ja sadevesien johtamisen pois päin rakennuksesta. Myös ulkopuolinen vedeneristys ja rakenteen kokonaisvaltainen korjaaminen todettiin toimivaksi ratkaisuksi.

Riittääkö mielestäsi maanvastaisille seinärakenteille vain sisäpuolinen korjaus?

Kaikki vastaajat ilmoittivat sisäpuolisen korjauksen olevan riittämätön maanvastaisten seinärakenteiden korjaukseen. Yksi vastaaja tarkensi sisäpuolisen korjauksen olevan riittämätön pitkällä tähtäimellä, ja toinen vastaaja totesi sisäpuolisen lämmöneristyksen tarvitsevan aina ulkopuolistakin lämmöneristystä. Vastaajien mielestä veden kapillaarista nousua ei voida ehkäistä pelkillä sisäpuolisilla menetelmillä. Ulkopuoliset

korjaukset kuitenkin todettiin olevan välillä mahdottomia toteuttaa, jolloin on tyydyttävä korjaamaan tai koteloimaan rakenne sisäpuolisilla menetelmillä. Tärkeintä on hillitä rakenteen kosteudentuottoa sisäpuolisiin tiloihin, ja pidettävä huolta sisäilman terveellisyydestä.

Oletko työssäsi käyttänyt hyväksi rakennusfysiikkaa ja onko rakennusfysiikan merkitys korjausrakentamisessa viime vuosina mielestäsi kasvanut?

Rakennusfysiikkaa ovat työssään hyväksikäyttäneet kaikki vastaajat. Kolme vastaajaa ilmoitti käyttävänsä rakennusfysiikkaa rakennesuunnitelmien arviointiin, jotta uusi rakenne varmasti toimisi. Yksi vastaaja ilmoitti käyttävänsä sitä rakennusosien lämpöteknisessä mitoituksessa ja seinärakenteen sisälle muodostuvan kastepisteen laskemisessa. Jokainen vastaaja ilmoitti rakennusfysiikalla olevan jalansijaa korjausrakentamisessa ja ammatillisessa korjaamisessa. Sen myös katsottiin tulleen uudestaan suosioon uudisrakentamisen ja passiivitalojen myötä. Rakennusfysiikan merkityksen koettiin vielä edelleen kasvavan korjausrakentamisessa ja myös uusien lämmöneristyksiin liittyvien vaatimuksien myötä.

Mikä on mielestäsi tärkein asia kellarin seinän rakennusvaiheessa?

Tärkeimmät tekijät kellarin seinän rakennusvaiheessa katsottiin olevan rakenteen suunnittelu ja vedeneristys. Kolme vastaajista ilmoitti rakenteen suunnittelun olevan tärkein tekijä, jolloin muut tekijät ovat siitä pääosin riippuvaisia. Yksi vastaaja ilmoitti tärkeimmäksi tekijäksi myös rakennusmateriaalien valinnan ja niiden oikeanlaisen varastoinnin.

Onko mielestäsi kellarin seinien kosteusvaurioihin ja niiden korjaustapoihin saatavilla riittävästi tietoa viranomaisten puolesta?

Viranomaisilta saatavan korjaustiedon koettiin yleisesti olevan hyvin vähäistä. Yksi vastaaja kuitenkin ilmoitti saatavan tietomäärän olevan riittävää. Yleisesti ongelmana pidettiin viranomaisten resurssien riittävyyttä myös korjaussuunnittelun saralle, jolloin tietoa kannattaisi aina hakea korjausrakentamisen ammattilaisilta esimerkiksi suunnittelijoilta.

Mistä neuvoisit etsimään korjaustapoja eri aikakauden kellarien seinärakenteisiin?

Vastaajat neuvoivat pääasiassa hakemaan tietoa internetistä. Yksi vastaaja neuvoi etsimään korjaustapoja eri aikakausien seinärakenteisiin ympäristöministeriön ylläpitämillä Hometalkoot- nettisivuilta, ja toinen ilmoitti hyväksi tiedonlähteeksi Rakentajajuttisivuston. Kaksi vastaajaa neuvoi hakemaan tietoa Suomen rakennusmääräyskoelmista ja kokeneilta rakennesuunnittelijoilta. Yksi vastaaja totesi internetin tarjoaman tietomäärän olevan liian suurta, ja paikoin epäluotettavaakin. Kaksi vastaajaa suositteli myös Rakennustieto Oy:n julkaisemaa Kerrostalo-kirjasarjaa hyväksi tietolähteeksi. Vastaajat suosittelivat yksityishenkilöitä palkkaamaan aina tarvittaessa korjausrakentamiseen perehtyneen rakennesuunnittelijan, jotta saadaan aikaan toimiva korjaustulos.

6 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia korjausrakentamisen näkökulmalta eri aikakausina käytettyjä kellarin seinärakenteita. Tarkoituksena oli selvittää rakenteiden rakennusfysikaalista käyttäytymistä ja rakennusfysiikan merkitystä korjausrakentamisessa. Työssä oli tavoitteena koota yhteen maanvastaisten seinärakenteiden uusin korjaustieto.

Opinnäytetyössä tutkittiin seinärakenteiden muutosta ja kehittymistä aikakausittain. Kuitenkin oli yllättävää huomata rakenteiden käytön päällekkäisyyksiä aikakaudesta riippumatta. Siksi rakennetyypit oli loogista jakaa pääotsikkoihin perusmuurissa käytetyn rakennetyypin mukaan. Rakennetyypit jakaantuivat luonnonkivistä ladottuun perusmuuriin, paikalla valettuun teräsbetonimuuriin ja harkkomuurattuun perusmuuriin. Kunkin rakennetyypin kohdalla käsiteltiin aikakausittain käytettyjä menetelmiä lämmön- ja kosteudeneristykseen.

Korjausmenetelmien suunnittelun haasteena olikin vanhojen rakenteiden ja aiemmin käytettyjen korjausmenetelmien suuri kirjo. Haastetta tutkimukseen toi myös aineiston hankinta, sillä tieto aikakausien rakenteista ja korjausmenetelmistä oli paikoittain pirstaleista. Tietoa oli hankittava useista eri lähteistä, ja lopputuloksena on kasattu ns. varmin tieto vanhoista rakenteista ja käytetyistä menetelmistä.

Työn tavoitteissa onnistuttiin, sillä saatiin aikaan tiivis tietopaketti yleisemmin käytävistä maanvastaisten seinien rakenteista. Rakennusfysiikan otsikon alla on selvennetty seinärakenteisiin vaikuttavia fysikaalisia tekijöitä ja kosteuden lähteitä. Termit on selvennetty jokaisen lukijan ymmärrettäväksi ja myös rakennusalan ammattilaisen muistin virkistykseksi. Korjausrakentaminen on työssä loogisesti johdateltu kuntoarvion teettämisestä aina korjausmenetelmän esittelyyn asti.

Korjausmenetelmissä rakenteen korjaus painottuu ulkoisesti tehtävään korjaukseen. Työssä esitellyt sisäpuoliset korjaukset tulisikin tehdä vain, jos ulkopuolinen korjaus on mahdotonta. Kuitenkin tutkimuksen ja asiantuntijahaastattelujen myötä tuli ilmi, että ulkopuoliset korjaukset ovat hyvin usein mahdottomia toteuttaa. Esteenä on usein kaupunkialueilla viereisten rakennusten, katualueiden ja kunnallistekniikkaverkoston liiallinen läheisyys. Tällöin ulkopuolisen korjauksen hinta saattaa kohota liian suureksi, ja tilaaja haluaa tehdä vain sisäpuoliset korjaukset.

Opinnäytetyön aikana tuli esille tarve havainnollistaa kosteuden, vesihöyryn ja lämmön liikkumista rakenteissa teoreettisesti tietoteknisellä WUFI-ohjelmalla (Wärme und Feuchte instationär - Transient Heat and Moisture). Tietokonemallinnuksessa haasteeksi koitui seinärakenteen ja maa-ainesten ominaisuuksien määrittäminen ja mallintaminen ohjelmaan. Mallinnuksen myötä työmäärä olisi kasvanut liian suureksi, joten oli syytä jättää se pois koko tutkimuksesta. Tulevaisuuden kehitystyötä ajatellen tietomallinnusten käytöstä kellarirakenteiden korjaussuunnittelussa voisi tehdä oman opinnäytetyön.

LÄHTEET

Betoniteollisuus ry 2014. Saatavilla <http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi> [viitattu 5.5.2014].

Björkholtz, D. 1997. Rakennusfysiikka. Lämpö ja kosteus. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Brusila, A. 2014. Haminan kaupungin rakennusvalvonta. Rakennustarkastaja. Haastattelu 25.4.2014. Hamina.

Hometalkoot 2014. Ympäristöministeriö. Saatavilla: <http://www.hometalkoot.fi/> [viitattu 19.4.2014].

KORVO 2014. Korjausrakentamisen viranomaisohjaus. Saatavilla. <http://www.korvo.fi/> [viitattu 26.4.2014].

Kovanen, K. 2014. Kotkan kaupungin rakennusvalvonta. Tarkastusinsinööri. Haastattelu 6.5.2014. Kotka.

Kärki, J-P. & Heikkinen, P. 2011. Riskirakenteet ja niiden tunnistaminen sekä tutkimusmenetelmät. Suomen Sisäilmakeskus Oy.

Lammin Betoni Oy 2014. Saatavilla <http://www.lamminbetoni.fi/fi/etusivu> [viitattu 26.4.2014].

Lappalainen, M. 2011. Kerrostalon peruskorjaus. Suunnittelu ja toteutus taloyhtiössä. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Leivo, V. & Rantala, J. 2006. Maanvastaisten alapohjarakenteiden lämpö ja kosteus. Rakennusteollisuus ry. Rakennusteollisuuden Kustannus RTK Oy.

Lindholm, L. 2014. Haminan kaupungin rakennusvalvonta. Johtava rakennustarkastaja. Haastattelu 29.4.2014. Hamina.

Muottikolmio Oy 2014. Saatavilla <http://www.muottikolmio.fi/> [viitattu 4.5.2014].

Neuvonen, Mäkiö & Malinen 2002. Kerrostalot 1880-1940. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Paronen, V. 2014. Wise Group Finland Oy. Suunnittelupäällikkö. Haastattelu 27.1.2014. Kotka.

Rakennusfysiikka 2007. Uusimmat tutkimustulokset ja hyvät käytännön ratkaisut 18. - 19.10.2007, Tampere. Tampereen teknillinen yliopisto, rakennustekniikan laitos. Seminaarijulkaisu 1.

Rakennusmestarien keskusliitto, 1984. Rakentajain kalenteri. Helsinki: Rakentajan Kustannus Oy.

RIL 107-2012. Rakennusten veden- ja kosteudeneristysohjeet. Suomen Rakennusinsinöörien liitto RIL.

RIL 126-2009. Rakennuspohjan ja tonttialueen kuivatus. Suomen Rakennusinsinöörien liitto RIL.

RIL 250-2011. Kosteudenhallinta ja homevaurioiden estäminen. Suomen Rakennusinsinöörien liitto RIL.

RT 05-10710, 1999. Kosteus rakennuksissa. Helsinki: Rakennustieto Oy.

RT 82-10588, 1995. Harkkorakenteiden suunnittelu. Helsinki: Rakennustieto Oy.

RT 82-11006, 2010. Ulkoseinä rakenteita. Helsinki: Rakennustieto Oy.

RT 83-10955, 2009. Perustusten ja perusmuurien veden- ja kosteudeneristys. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Siikanen, U. 1996. Rakennusfysiikka. Perusteet ja sovellukset. Helsinki: Rakennustieto Oy.

SPU Systems Oy, 2012. Kellari. Saatavilla <http://www.spu.fi/aineistot/korjausoppaat/> [viitattu 26.4.2014].

Suni, A. 2014. Kotkan kaupungin rakennusvalvonta. Tarkastusrakennusmestari. Haastattelu 6.5.2014. Kotka.

Suomen Betonitieto Oy, 2001. Kevytsoraharkot. Suunnittelu ja rakentaminen. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.

Suomen Betonitieto Oy 2014. 2000 vuotta betonia. Saatavilla <http://www.betoni.com/tietoa-betonista/betoni-ja-kestava-kehitys/betonin-historia> [viitattu 26.4.2014].

Suomen Betoniyhdistys 2014. Saatavilla: <http://www.betoniyhdistys.fi/> [viitattu 26.4.2014].

Suomen rakentamismääräyskokoelma C2, 1998. Kosteus. Ympäristöministeriö.

Tekes, 2003. Terve talo-teknologiaohjelma 1998-2002. Teknologiaohjelma-raportti.

Thermisol Oy 2014. Saatavilla <http://www.thermisol.fi/> [viitattu 4.5.2014].

Wise Groupin esittely 2014. Saatavilla: <http://www.wisegroup.fi> [viitattu 19.2.2014].



Liite 1

Kymenlaakson ammattikorkeakoulu

Kyselylomakkeen saate - opinnäytetyö, Alisa Pousi

Hei,

opiskelen rakennustekniikkaa Kymenlaakson ammattikorkeakoulussa ja olen 4. vuosikurssin opiskelija. Tällä hetkellä teen opinnäytetyötä talonrakennusalan yritys Wise Group Finland Oy:lle aiheesta ”Maanvastaisten seinien kosteusvauriot ja niiden korjausmenetelmät”.

Työssäni käsittelen kolmea yleisintä kellarin seinärakennetta, tarkoitukseni tutkia vanhojen seinärakenteiden toimintaa ja koota uusin korjaustieto tiiviiksi tietopaketti. Olen myös ottanut työhöni rakennusfysiikan näkökulmaa, ja työssäni haluankin tuoda esille sen merkitystä korjausrakentamisessa.

Tämän johdosta haluaisin haastatella Teitä sähköpostin liitteenä olevan kyselylomakkeen avulla. Lomakkeessa on kysymyksiä liittyen kellarin seinien kosteusvaurioihin ja niiden korjausmenetelmiin, sekä mielipidepohjaisia kysymyksiä aiheeseen liittyen.

Kaikki haastatteluista saadut vastaukset käsitellään opinnäytetyössä anonymisti, ja haastattelun perimmäisenä tarkoituksena on kartoittaa rakennusalan ammattilaisten mielipiteitä ja näkemyksiä kellarien kosteusvaurioista.

Toivon, että vastaatte kysymyksiin 5.5.2014 mennessä.

Ystävällisin terveisin,

Alisa Pousi

alisa.pousi@student.kyamk.fi

Kymenlaakson ammattikorkeakoulu

Kymenlaakson ammattikorkeakoulu

Kyselylomake – opinnäytetyö, Alisa Pousi

| | |
|---|--|
| Aika ja paikka: | |
| Vastaajan nimi: | |
| Työtehtävät: a) rakennesuunnittelu b) rakennuttaminen/työnjohto c) rakennusvalvonta d) rakennusalan opetustehtävät e) joku muu, mikä? | |
| Ammattivuodet: | |

Kysymykset:

Vastaukset:

| | |
|---|--|
| 1. Oletko työssäsi kohdannut kosteusvaurioita maanvassaisissa rakenteissa? | |
| 2. Minkä tilojen kosteusvauriot ovat kokemuksesi mukaan yleisimpiä? Tarkenna? a) kylpyhuoneiden b) kellarien c) keittiöiden d) vesikattojen e) joku muu, mikä? | |

| | |
|--|--|
| <p>3. Oletko kohdannut seuraavissa kellarin seinärakenteissa ongelmia? Jos olet, niin millaisia?</p> <p>a) luonnonkivistä ladottu perusmuuri b) paikalla valettu teräsbetonimuuri c) harkkomuurattu perusmuuri</p> | |
|--|--|

| | |
|---|--|
| <p>4. Minkä näistä luulet olevan suurin syy kellarin seinien kosteusvaurioihin?</p> | <p>Numeroi järjestyksessä periaatteella 1=suurin tekijä ja 9=pienin tekijä</p> |
| <p>a) puutteellinen vedeneristys</p> | |
| <p>b) puutteellinen ilmanvaihto</p> | |
| <p>c) kellarin käyttötarkoituksen muuttuminen</p> | |
| <p>d) käyttövesiin liittyvät vuodot ja valumavedet</p> | |
| <p>e) maa-aineksen kapillaarisuus</p> | |
| <p>f) rakenteelliset virheet</p> | |
| <p>g) salaojituksen puuttuminen tai toimimattomuus</p> | |
| <p>h) joku muu, mikä?</p> | |

| | |
|---|--|
| <p>5. Mitkä korjaustavat olet havainnut toimiviksi edellä mainittuihin ongelma-kohtiin?</p> | |
|---|--|

| | |
|--|--|
| <p>6. Riittääkö mielestäsi maanvastaisille seinärakenteille vain sisäpuolinen korjaus?</p> | |
|--|--|

| | |
|---|--|
| <p>7. Oletko työssäsi käyttänyt hyväksi rakennusfysiikkaa? Jos olet niin miten?</p> <p>Rakennusfysiikan tutkimusalaan kuuluvat kosteuden, lämmön ja kaasun kulku rakenteissa, rakennusakustiikka, rakennusosien kosteus- ja lämpötekninen mitoitus ja suunnittelu sekä säänkestävyys.</p> | |
|---|--|

| | |
|--|--|
| <p>8. Onko rakennusfysiikan merkitys korjausrakentamisessa viime vuosina mielestäsi kasvanut tai edelleen kasvussa? Vai onko sillä ollenkaan jalansijaa?</p> | |
|--|--|

| | |
|---|--|
| <p>9. Ovatko kellareihin liittyvät kosteusongelmat mielestäsi vähentyneet uudemmissa rakenteissa verrattuna vanhoihin rakenteisiin?</p> | |
|---|--|

| | |
|---|--|
| <p>10. Mikä on mielestäsi tärkein asia kellarin seinän rakennusvaiheessa?</p> | <p>Numeroi järjestyksessä periaatteella 1=tärkeä ja 7=vähiten tärkeä</p> |
| <p>a) rakenteen suunnittelu</p> | |
| <p>b) rakennusmateriaalien valinta</p> | |
| <p>c) rakennusmateriaalinen oikeanlainen varastointi ja sääsuojaus</p> | |
| <p>d) rakentajan ammattitaito</p> | |
| <p>e) rakennusvalvonta</p> | |
| <p>f) rakenteen kuivatus</p> | |
| <p>g) rakentamisen ajankohta</p> | |
| <p>h) joku muu, mikä?</p> | |

| | |
|--|--|
| <p>11. Onko mielestäsi kellarin seinien kosteusvaurioihin ja niiden korjaustapoihin saatavilla riittävästi tietoa vieranomaisten puolesta?</p> | |
|--|--|

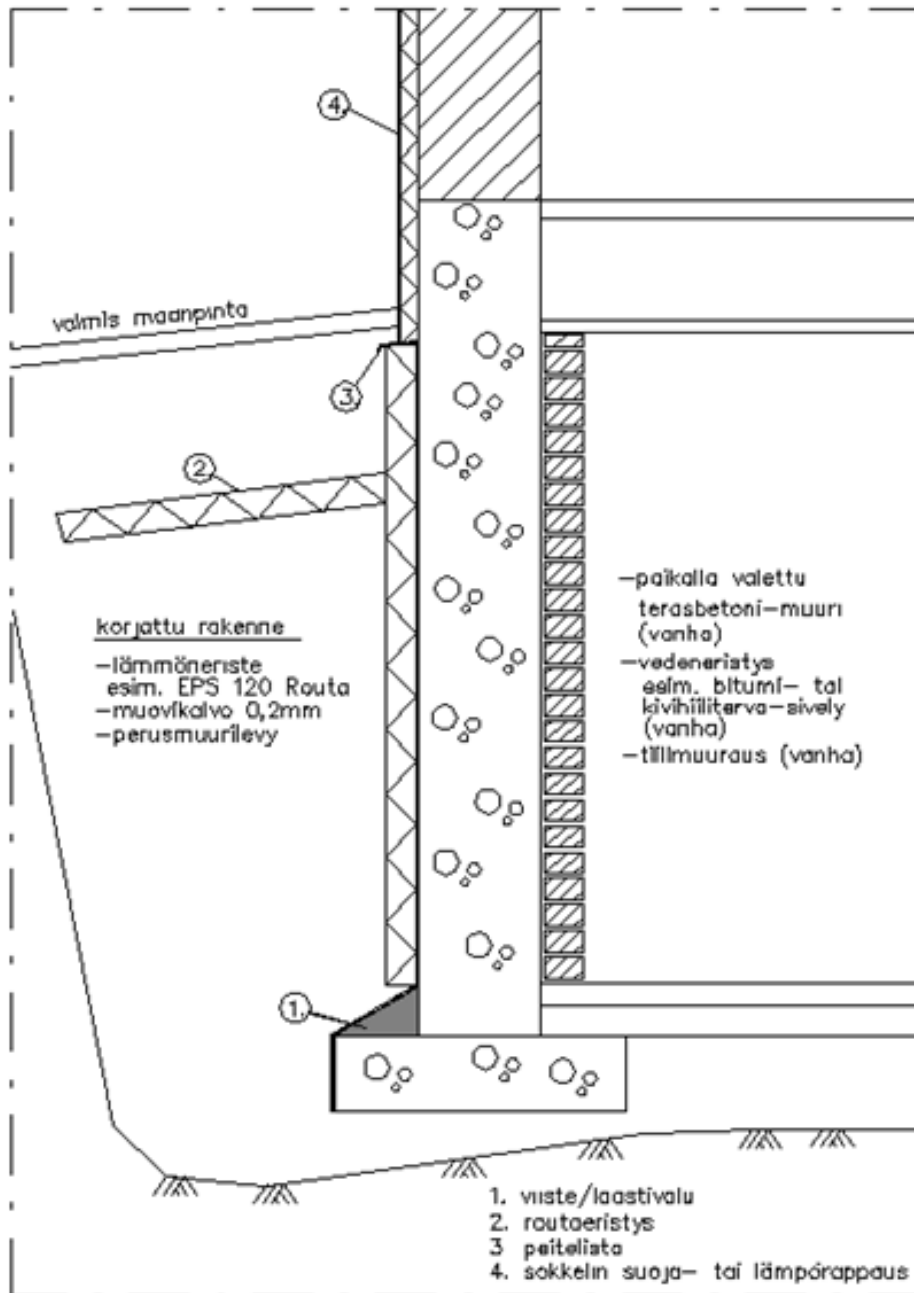
| | |
|---|--|
| <p>12. Mistä neuvoisit etsimään korjaustapoja eri aikakauden seinärakenteisiin?</p> | |
|---|--|

Kiitos mielenkiinnostasi!

Perusmuurin ulkopuolinen korjaus – perusmuurilevy.

Liite 3

Kuva: Alisa Pousi



Kuva: Alisa Pousi

