



**TEKNIikka JA LIIKENNE**

**Rakennustekniikka**

**Rakennetekniikka**

**INSINÖÖRITYÖ**

**LOIVAN VESIKATON KORJAUSTAVAT JA NIIDEN VALINTAAN VAIKUTTAVAT  
TEKIJÄT**

**Työn tekijä: Armi Vihattula**

**Työn ohjaajat: Sami Laine**

**Työ hyväksytty: \_\_\_\_ . \_\_\_\_ . 2010**

**Hannu Hakkarainen  
yliopettaja**



## **ALKULAUSE**

*Tämä insinööri työ tehtiin Vahanen Oy:lle työohjeeksi loivien vesikattojen korjaussuunniteljoille.*

*Parhaimmat kiitokseni tahdon lausua työn ohjaajalle Sami Laineelle, kuka ammattitaitoisensa osaamisensa avulla mahdollisti kattavan suunnitteluohjeistuksen tekemisen insinöörityönä, ja tunnollisella työn ohjauksella kannusti oppimaan uutta koko projektin ajan.*

*Kiitän Metropolian yliopettajaa Hannu Hakkarasta aktiivisesta työni ohjauksesta. Haluan lisäksi kiittää Vilho Pekkala asiantuntijan arvokkaista opeista vesikaton korjauksiin liittyen. Kiitän KRAP:in yksikön päällikköä Marko Latvalaa, ja koko korjausrakentamisen asiantuntijapalveluiden yksikköä läsnäolosta, ikimuistoisesta yhteishengestä ja tuesta tämän projektin aikana.*

*Kollegaani Antti Paakkaria kiitän tämän mielekkään insinööri työaiheen keksimisestä.*

Helsingissä 18.11.2010

Armi Vihattula

## TIIVISTELMÄ

<b>Työn tekijä:</b> Armi Vihattula	
<b>Työn nimi:</b> Loivan vesikaton korjaustavat ja niiden valintaan vaikuttavat tekijät	
<b>Päivämäärä:</b> 18.11.2010	<b>Sivumäärä:</b> 58 sivua+ 1 liite
<b>Koulutusohjelma:</b> Rakennustekniikka	<b>Suuntautumisvaihtoehto:</b> Rakennetekniikka
<b>Työn ohjaaja:</b> yliopettaja Hannu Hakkarainen	
<b>Työn ohjaaja:</b> Sami Laine, Projektipäällikkö, RI	
<p>Tämä opinnäytetyö tehtiin Vahanen Oy:lle korjausrakentamispalveluiden yksikköön. Työn tavoitteena oli tehdä yhtenäistävä ohjeistus loivien kattojen korjaussuunnitteluun. Opinnäytetyössä käsiteltiin yleisimmät loivien kattojen korjaustavat ja niiden valintaan vaikuttavat tekijät. Työn lähdetietoina käytettiin lukuisia ohjeistuksia kattojen korjauksiin liittyen. Lähteenä on käytetty lisäksi yrityksen henkilökunnan haastatteluja ja sisäisiä raporttimalleja.</p> <p>Opinnäytetyön ensimmäisenä ohjeistuksena vesikaton korjaussuunnittelulle on kuntotutkimuksen tekeminen rakenneavauksineen, jolloin saadaan riittävä käsitys korjattavan katon kunnosta. Työssä käydään läpi yksitellen havainnot, joita kuntotutkimuksen aikana tulee tehdä, ja jotka omalta osaltaan määrittävät katon korjaustarvetta. Korjaustavan valintaan vaikuttaa myös se, kuinka pitkää käyttöikää korjauksella tavoitellaan ja millaiset ovat taloudelliset resurssit korjaustoimenpiteille.</p> <p>Loivan katon yleisimmät korjaustavat ovat katteen korjaus tai sen uusiminen, yksityiskohtien korjaus tai kattava peruskorjaus. Energiatehokkuuden noustessa yhdeksi merkittäväksi rakennustapojen määrittäjäksi työssä käsitellään kattorakenteen energiatehokkuutta parantavia korjauksia omana osa-alueenaan. Työssä käsitellään mahdollisuuksia niin olemassa olevan kattorakenteen ulkopuoliseen kuin sisäpuoliseenkin lämmöneristämiseen. Esille tuodaan mahdollisuus myös uuteen jäähdytysenergian kulutusta vähentävän älykattorakenteeseen, johon yrityksessä on olemassa oma suunnitteluohjeistus. Ohjeistus on tehty opinnäytetyönä keväällä 2010.</p> <p>Työ antaa perustan suunnittelijalle, joka omalta osaltaan tekee havainnot kuntotutkimuksen aikana. Havaintojen ja muiden valintaan vaikuttavien tekijöiden perusteella suunnittelija määrittää katon korjauksen oikean laajuiseksi.</p>	
<b>Avainsanat:</b> kuntotutkimus, vaurio, korjaustapa	

## ABSTRACT

<b>Name:</b> Armi Vihattula	
<b>Title:</b> Flat roof repair methods and the factors influencing the choice	
<b>Date:</b> 18.11.2011	<b>Number of pages:</b> 58 pages+ 1 appendice
<b>Department:</b> Civil Engineering	<b>Study Programme:</b> Structural Engineering
<b>Instructor:</b> Hannu Hakkarainen, Principle Lecturer	
<b>Supervisor:</b> Sami Laine, Project Manager, B.Sc.	
<p>This thesis was carried out for Vahanen Ltd's renovation unit. The goal was to create a unifying guide for flat roof repair planning. The thesis dealt with the most common flat roof repair methods and the factors influencing the selection of the right method. This study is based on a number of guidelines related to roof repairs, interviews with the company personnel and internal report templates.</p> <p>The thesis first provides guidance for the planning of roof repair quality research with structural openings, helping to get an adequate understanding of the condition of the roof. The thesis presents, one by one, the factors which should be observed and which help to determine the need for roof repair. Selecting the repair method is also influenced by the goal of the renovation and the financial resources available for the repair. The roof's anticipated lifespan should also be considered when planning the repair.</p> <p>The most common repairs have to do with renewing the covering or fixing localized damages or inclusive renovation of the roof. Due to the importance of energy-efficient solutions, this study includes a section on repairs that improve energy efficiency. Thus, this work examines possibilities for adding insulation to existing roof structures both outside and inside. The study also promotes a new smart roof structure that reduces cooling energy consumption. A separate thesis detailing the design guidelines for this system was carried out in the spring 2010.</p> <p>This thesis provides the basis for the designer for observing the condition of the roof. By using this guide the designer will be able to evaluate the scope of the repairs needed.</p>	
<b>Keywords:</b> Research, damage, repair method	

# SISÄLLYS

## ALKULAUSE

## TIIVISTELMÄ

## ABSTRACT

<b>1</b>	<b>JOHDANTO</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>YLEISTÄ LOIVISTA KATOISTA</b>	<b>2</b>
2.1	Yleisimmät loivien kattojen yläpohjarakenteet	2
<b>3</b>	<b>KATON KORJAUSTARPEEN JA ARVIOINTI</b>	<b>7</b>
3.1	Kuntoarvio	7
3.2	Kuntotutkimus	7
3.3	Tekninen käyttöikä	9
<b>4</b>	<b>KUNTOTUTKIMUKSESSA HAVAINNOITAVAT ASIAT</b>	<b>10</b>
<b>4.1</b>	<b>Katteen pinnan kunto</b>	<b>10</b>
4.1.1	<i>Nykyiset vaatimukset</i>	12
4.1.2	<i>Kermin kiinnittyminen</i>	12
4.1.3	<i>Suojakiveys</i>	13
<b>4.2</b>	<b>Kattokallistukset</b>	<b>13</b>
<b>4.3</b>	<b>Räystäsrakenteet</b>	<b>14</b>
<b>4.4</b>	<b>Vedenpoiston toimivuus ja kattokaivot</b>	<b>17</b>
4.4.1	<i>Sisäinen vedenpoistojärjestelmä</i>	17
4.4.2	<i>Ulkopuolinen vedenpoisto</i>	21
<b>4.5</b>	<b>Läpiviennit ja liittymät</b>	<b>21</b>
<b>4.6</b>	<b>Vesivuodot</b>	<b>22</b>
<b>5</b>	<b>KUNTOTUTKIMUKSEN RAPORTOINTI</b>	<b>24</b>
<b>5.1</b>	<b>Lähtötiedot</b>	<b>24</b>
<b>5.2</b>	<b>Havainnot</b>	<b>25</b>
<b>5.3</b>	<b>Näytetulokset</b>	<b>26</b>
<b>5.4</b>	<b>Johtopäätökset</b>	<b>26</b>
<b>5.5</b>	<b>Toimenpidesuosituks</b>	<b>27</b>
5.5.1	<i>Kustannusarvio</i>	28
<b>6</b>	<b>KORJAUSTAVAT</b>	<b>29</b>

<b>6.1</b>	<b>Katteen korjaukset</b>	<b>30</b>
6.1.1	<i>Katteen paikalliset korjaukset</i>	30
6.1.2	<i>Uuden kermin asennus vanhan kermin päälle</i>	30
6.1.3	<i>Katteen uusiminen</i>	31
<b>6.2</b>	<b>Peruskorjaus</b>	<b>32</b>
6.2.1	<i>Peruskorjauksen suunnittelu</i>	32
<b>6.3</b>	<b>Yksityiskohtien korjaus</b>	<b>34</b>
6.3.1	<i>Kattokallistukset</i>	34
6.3.2	<i>Räystäsrakenteen korjaus</i>	35
6.3.3	<i>Vedenpoiston toimivuus</i>	36
6.3.4	<i>Läpiviennit</i>	38
6.3.5	<i>Lisävarusteet</i>	38
<b>7</b>	<b>LISÄLÄMMÖNERISTÄMINEN</b>	<b>41</b>
7.1	<b>Lisäeristämisen vaikutus kosteustekniseen toimintaan</b>	<b>42</b>
7.2	<b>Ulkopuolelta eristäminen</b>	<b>42</b>
7.3	<b>Sisäpuolelta eristäminen</b>	<b>43</b>
7.4	<b>Paloturvallisuus</b>	<b>44</b>
<b>8</b>	<b>ÄLYKATTORAKENNE</b>	<b>45</b>
8.1	<b>Toimintaperiaate</b>	<b>45</b>
8.2	<b>Saavutetut hyödyt</b>	<b>46</b>
8.3	<b>Älykattorakenteen suunnittelu</b>	<b>46</b>
<b>9</b>	<b>ESIMERKKI KORJAUSSUUNNITTELUKOHTEESTA</b>	<b>47</b>
9.1	<b>Lähtötiedot</b>	<b>47</b>
9.2	<b>Havainnot kuntotutkimuksessa</b>	<b>48</b>
9.2.1	<i>Johtopäätökset havainnoista</i>	50
9.3	<b>Raportointi asiakkaalle</b>	<b>50</b>
9.4	<b>Vesivuodon korjaaminen</b>	<b>50</b>
9.4.1	<i>Havainnot rakenneavauksen jälkeen</i>	50
9.4.2	<i>Korjaustoimenpiteet</i>	53
9.5	<b>Jatkotoimenpidesuosituks</b>	<b>56</b>
<b>10</b>	<b>YHTEENVETO</b>	<b>57</b>
	<b>VIITELUETTELO</b>	<b>59</b>

## 1 JOHDANTO

Tämä insinöörityö tehdään Vahanen Oy:lle Korjausrakentamispalveluiden yksikköön. Korjausrakentamisen palvelut kehittää korjauspalveluja, toimii alan edelläkävijänä sekä suunnittelee ja rakennuttaa asuintalojen peruskorjauksia. Kiinteistöjen kunnon ja korjaustarpeen selvittämisen jälkeen palveluun yhdistetään myös suunnittelu- ja projektinjohtopalvelut. /2./

Opinnäytetyön tavoitteena on tehdä yhtenäistä ohjeistusta loivien vesikattojen korjaussuunnitteluun. Korjaussuunnittelu perustuu kuntotutkimuksen antamiin tietoihin, joten työssä esitetään myös perusperiaatteet havainnoille, joita on tehtävä katon kuntoa tutkittaessa. Havaintojen perusteella voidaan edetä oikean laajuiseen vesikaton korjaussuunnitteluun.

Loivien vesikattojen korjaustapoja ovat katteen korjaus tai sen uusiminen, yksityiskohtien korjaus tai kattava peruskorjaus. Energiatohokkuuden noustessa yhä tärkeämmäksi rakennustapojen määrittäjäksi, tulee kattokorjauksissa ajankohtaiseksi myös lisälämmöneristäminen, sekä Vahanen Oy:ssä kehitteillä oleva älykattorakenne. Älykattorakenteen avulla voidaan vaikuttaa rakennuksen energiatarpeeseen. Älykaton vaikutus rakennuksen energiantarpeeseen on merkittävämpi lämpimämmässä maissa.

Työssä käydään läpi ne periaatteet ja tekijät, jotka vaikuttavat korjaustavan valintaan ja yleisimpiä kattojen korjaustapoja. Tilaajan toiveet mahdollisista energiatehokkuusparannuksista voivat johtaa lisälämmöneristämiseen tai jäähdytysjärjestelmän rakentamiseen kattorakenteeseen. Energiatohokkuutta parantavia korjaustapoja käydään läpi omina osa-alueinaan työn luvuissa 7 ja 8.

Opinnäytetyö tulee toimimaan yhtenä työohjeena Vahanen Oy:ssä vesikaton korjaussuunnittelua tekeville suunnittelijoille. Opinnäytetyön luvussa 9 on käytännön esimerkki korjaussuunnittelukohteesta, jonka suunnittelu oltiin konsulttisopimuksella tilattu tehtäväksi syksyllä 2010.

## 2 YLEISTÄ LOIVISTA KATOISTA

Vesikattoa voidaan pitää loivana, jos sen kaltevuus on 1:10 tai vähemmän. Loivempia kuin 1:80 kattoja ei tulisi kuitenkaan suunnitella. /1,s. 7./

Ilmatiiveys ja rakenteen kuivumiskyky ovat veden- ja lämmöneristeen lisäksi tärkeitä toiminnallisia vaatimuksia toimivalle yläpohjarakenteelle /6/.

Vedeneristekermin tulee täyttää käyttöluokkavaatimukset. Katerakenteet jaotellaan katon kaltevuuden mukaan neljään eri luokkaan: VE20, VE40, VE80, VE80R. Nämä kuvaavat vesikaton minimikaltevuutta, eli esim. VE40 minimikaltevuus on 1:40. Kussakin käyttöluokassa on suositeltavaa välttää minimikaltevuuden käyttöä kermiyhdistelmää valittaessa. /1,s.11./ Useimmiten on suositeltavaa valita eristeeksi TL2+TL2 /16/.

Taulukko 1, Bitumikermien käyttöluokat /1.s.12/

Katerakenne	VE20 (1:20)	VE40 (1:40)	VE80 (1:80)	VE80R (1:80)
TL1	●	●		
TL4 + TL3	●			
TL4 + TL2	●	●		
TL4 + TL1	●	●		
TL3 + TL3	●	●		
TL3 + TL2	●	●		
TL2 + TL2	●	●	●	
TL2 + TL1	●	●	●	
TL2+TL2+TL2	●	●	●	●
TL2+TL2+TL1	●	●	●	●

● = Suositeltava katerakenne kussakin käyttöluokassa

### 2.1 Yleisimmät loivien kattojen yläpohjarakenteet

Loivien kattojen yläpohjarakenteet voidaan karkeasti jaotella tuulettuviin ja tuulettumattomiin yläpohjarakenteisiin, tuulettuviin umpirakenteisiin ja käännettyihin kattoihin /1,s.8/.

Tuulettumattomat rakenteet ovat Suomessa harvinaisia, mutta olemassa olevissa tapauksissa tulee rakenteen kuivumiskyky voida osoittaa muulla kuin tuuletukseen perustuvalla tavalla /6/.

Tuulettuvia umpirakenteita ovat mineraalivilla-, EPS- ja kevytsorakatot. Ehdottoman tiivis ilmansulku on tuulettuvan umpirakenteen toiminnan kannalta

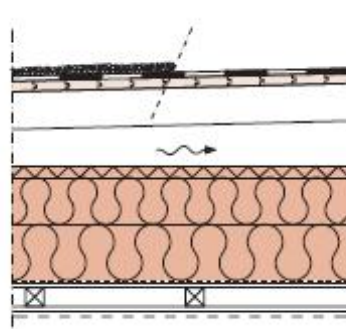


tärkeä. Mineraalivilla- ja EPS-katoissa tuuletus tapahtuu uritettujen lämmöneristyslevyjen ja alipainetuulettimien sekä räystäsrakojen avulla. Kevyt-sorakatoissa tuuletus hoidetaan kevytsorakerroksen tuuletuksen avulla. /19,s.5./

Seuraavissa kuvissa on esimerkkejä yläpohjien rakenneratkaisuista. /19,s.3-5/:

Rakenne ylhäältä alaspäin:

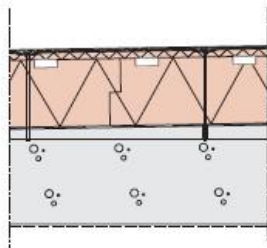
- bitumikermikate ja mahdollinen suojakiveys
- raakaponttilaudoitus tai rakennuslevyalusta
- kattokannattajat, tuuletustila
- lämmöneristys + kantava rakenne
- höyrynsulku
- höyrynsulun alustana rakennuslevy
- rimat, tila esim. sähköasennuksille
- kattoverhous ja pintakäsittely.



Kuva 1, Puuyläpohjarakenne /19,s.3/.

Rakenne ylhäältä alaspäin:

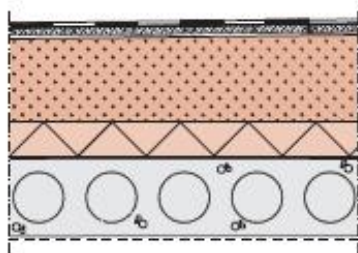
- vedeneristys
- lämmöneristys
  - laakerointikerros, kova mineraalivillalevykerros
  - polystyreenilevy/uritettu mineraalivillaeristys/polyuretaanilevyeristys
- höyrynsulku
- kantava rakenne
- pintarakenne ja -käsittely.



*Kuva 2, Lämmöneristyslevy, kantava betonilaatta /19,s.3/.*

Rakenne ylhäältä alaspäin:

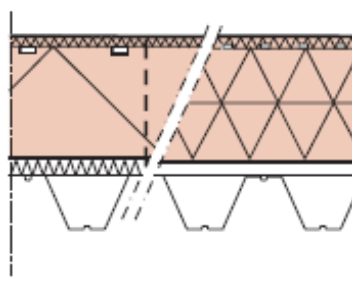
- bitumikermikate
- betonilaatta tai kevytsorabetonilaatat
- tarvittaessa sitkeä paperi tai suodatinkangas
- kevytsoraeristys
- lämmöneristelevyt (mineraalivilla, polyuretaani- tai polystyreenieriste)
- höyrynsulku (esimerkiksi bitumikermi)
- kantava rakenne
- pintamateriaali ja -käsittely.



*Kuva 3, Kevytsorakatto, kantava betonilaatta /19,s.4/.*

Rakenne ylhäältä alaspäin:

- vedeneristys
- lämmöneristys
  - laakerointikerros, kova mineraalivillalevykerros
  - polystyreenilevy/uritettu mineraalivillaaeristys/polyuretaanilevyeristys
- höyrnsulku (esimerkiksi bitumikermi)
- kova mineraalivilla tai soveltuva rakennuslevy
- kantava rakenne
- pintarakenne ja -käsittely.

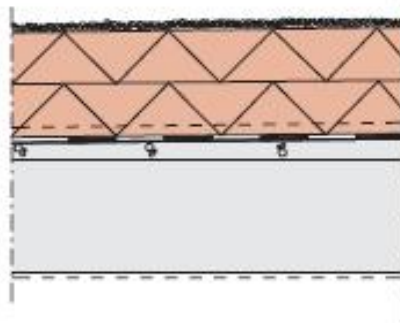


*Kuva 4, Lämmöneristyslevy teräsprofiililevyllä, bitumikermi höyrnsulkuna /19,s.5/.*

Katto voidaan toteuttaa toteuttaa tuulettavana siten, että EPS-eristyslevyissä tai tarkoitukseen soveltuvassa laakerointikerroksessa on tuuletusurat /18,s.5/. Tuuletusurituksen tulee olla mahdollisimman lähellä yläpintaa. Levyt asennetaan siten, että urat suuntautuvat räystäältä harjalle tai jiiristä harjattaitteelle. Uritus yhdistetään harjoilla, jireissä ja räystäskoteloissa kokoojakanaviin, joissa on ilmavirtauksen aikaansaamiseksi räystäiden ja harjojen välillä alipainetuulettimia erillisen tuuletussuunnitelman mukaan. /19,s.4/

Rakenne ylhäältä alaspäin:

- suojakiveys, vähintään 50 tai 70 kg/m<sup>2</sup> (pitää lämmöneristeet paikallaan)
- suodatinkangas, saumat limitetään n. 200mm
- lämmöneristys
- salaojamatto
- vedeneristys
- kallistusbetoni, kallistukset > 1:80
- kantava rakenne
- pintamateriaali ja –käsittely.



*Kuva 5, Käännetty katto /19,s.5/.*

Käännettyissä rakenteissa kallistukset tehdään valmiiksi kantavaan rakenteeseen tai sen päälle valamalla erillinen kallistusvalu. Vedeneristeet asennetaan suoraan kantavan rakenteen päälle. Tällöin vedeneristys toimii myös höyrynsulkuna./1,s.8./ Vedeneristys tulee olla kauttaaltaan lujasti kiinni alustassa /6/.

Vedeneristyksen päälle asennetaan lämmöneriste ja sen päälle suodatinkangas. Päällimmäiseksi tulee pintakerros, jonka paino riittää pitämään lämmöneristeet paikoillaan: singeli, betonilaatat tms./1,s.8./

Betonirakenteen tulisi muodostaa kaukalo, jonka sisäpinta tiivistetään vedeneristeellä (kaukaloperiaate). Pystyseinämiä ei siis tule tehdä levyrakenteisena. Useimmat käännettyjen kattojen vedeneristeiden vuodot ovat olleet ylösnostoholkassa, joka toimii kaukaloperiaatteella paljon varmemmin. Ovi-liittymät (kynnykset) ovat erityissuunniteltavia kohteita. /6/

### 3 KATON KORJAUSTARPEEN JA ARVIOINTI

Ennen korjaustoimiin ryhtymistä tulee selvittää katon kunto, mahdolliset vauriot, käyttäjän tiedossa olevat puutteet ja korjaustarve. Kuntotutkimuksen raportoinnissa asiakkaalle esitetään tehdyt havainnot, johtopäätökset havainnoista ja toimenpidesuosituksukset tietyille aikaväleille. /16./

#### 3.1 Kuntoarvio

Kuntoarvio tarkoittaa rakennuksen tai rakennelman kunnan ja korjaustarpeiden selvittämistä. Kuntoarviossa käytetään enimmäkseen aistinvaraisia ja kokemusperäisiä menetelmiä. Arvioinnin perusteella laadittavaa kuntoarviota voidaan usein käyttää kunnossapitosuunnitelman ja korjausohjelman lähtötietoina. /15,s.2./

#### 3.2 Kuntotutkimus

Kuntotutkimus tarkoittaa rakennuksen, rakennelman tai kiinteistöön kuuluvien laitejärjestelmien yksityiskohtaista tutkintaa korjaustarpeiden täsmentämiseksi. Kuntotutkimuksessa voidaan käyttää ainetta rikkovia menetelmiä. /15,s.2./ Vahasella katoille tehtävistä kuntotutkimuksista käytetään myös termiä korjaustarveselvitys /16/.

Kuntotutkimus tulee aloittaa katosta saatavien lähtötietojen kokoamisella /1,s. 20/. Katon alkuperäisiin piirustuksiin tulee tutustua. LVI-piirustuksista paikannetaan kaivojen ja läpivientien sijainti, sekä erilaisista detaljipiirustuksista selvitetään kyseessä olevan katon/kattojen erilaiset rakennetyypit sekä räystääleikkaukset ja muut yksityiskohdat /16/.

Katon tarkastuksen yhteydessä tarkastetaan vedeneristyksen ja kattorakenteen kunto sekä yksityiskohtien toteutus. Tarkastus suoritetaan ensin silmämääräisesti, jolloin huomiota kiinnitetään katon kallistuksiin, räystäsrakenteisiin, katteen pinnan kuntoon ja saumoihin, veden poiston toimivuuteen, kattokaivoihin sekä läpivienteihin ja suojaPELLITYKSIIN. Lisäksi katolta tarkastetaan tuuletusventtiilien ja alipainetuulettimien määrä sekä puurakenteiden ja lämmöneristeiden kunto. /1,s.20./

Katolle tehdään rakenneavauksia, jolloin rakenteen todellinen toteutustapa selviää. Rakenneavauksista todetaan yläpohjan rakennekerrokset (materiaalit ja niiden paksuudet) ja niiden toteutustapa ja kunto.

Rakenneavausten yhteydessä kermistä otetaan tarvittavat materiaalinäytteet laboratorioanalyysia varten. Yleensä selvitetään kermin haitta-ainepitoisuudet ja neliöpaino. Pääsääntönä on, että ennen vuotta 1990 tehdyistä kermieristyksistä tulee tehdä haitta-aineselvitys, joissa selvitetään kermin PAH- ja asbestipitoisuudet mahdollisia purkutöitä varten. Lämmöneristeestä ei yleensä ole tarvetta ottaa näytettä, ellei haluta selvittää esimerkiksi eristeen kosteuspitoisuutta. /16./



*Kuva 6, Alusrakenteena toimiva ponttilaudoitus on lahonnut poikki kattokuvun vieressä /20/.*

Vesikaton kuntotutkimus on hyvän korjaussuunnittelun lähtökohta. Tutkimuksen jälkeen katolle valitaan tarvittavat huolto- tai korjaustoimenpiteet. Katon korjaustarve arvioidaan sen mukaan, miten kuntotutkimuksessa tehdyt havainnot eroavat oikeaoppisista tavoista tehdä toimiva katto. Kattovuodot ja muut ongelmat johtuvat yleensä vaurioituneesta tai jo alun perin väärin toteutetuista yksityiskohdista. Kattorakenne voi kuitenkin toimia erikoisella ja ”oikeaoppisesta tavasta” poikkeavalla toteutustavalla, mikäli sen suunnittelussa ja toteutuksessa on otettu huomioon kaikki katon toimivuuteen vaikuttavat seikat. /16./

### 3.3 Tekninen käyttöikä

Katon korjaustarpeeseen vaikuttaa myös katon odotettavissa oleva käyttöikä. Mikäli kuntotutkimuksessa ei ilmene vaurioita, tulee katon kunnan jatko seuranta suunnitella ajallisesti sen mukaan, millainen on katon odotettavissa oleva käyttöikä. Vesikattojen tekniset käyttöiät on esitetty taulukkomuodossa liitteessä 1 /5/. Käyttöikä-arvion perusteena voidaan käyttää ohjekorttia ”KH 90-00403, Kiinteistön tekniset käyttöiät ja kunnossapitojaksot” /16/. Tekninen käyttöikä perustuu käytössä oleviin tietoihin ja kokemuksiin rakenteen, rakenneosan, järjestelmän tai laitteen kestävydestä ja se on yleistävä /19,s.2/.

Vesikaton elinkaareen vaikuttaa normaalin ylläpidon taso. Lisäksi rakentamistapa, mahdolliset työvirheet ja puutteet vaikuttavat katon toimivuuteen ja sitä kautta käyttöikään.

Teknisen käyttöiän saavuttaminen edellyttää, että rakennus tai järjestelmä on suunniteltu ja toteutettu rakennusajankohtana olevien määräysten ja ohjeiden mukaisesti. Lisäksi edellytetään, että on noudatettu hyvää rakennustapaa ja että asianmukaiset kunnossapito-, hoito- ja huoltotoimenpiteet on tehty ja käyttöohjeita noudatettu. /5,s.1./

Katon elinkaari vaihtelee yksittäisten kattojen osalta suuresti. Karkeasti voidaan todeta, että parikymmentä vuotta vanha, puhalletuista bitumikermeistä tehty katto voi jo olla elinkaarensa päässä, kun taas tuote- ja käyttöluokkavaatimukset täyttävän, modifioiduista bitumikermeistä tehdyn kattoratkaisun arvioidaan kestävän jopa viisikymmentä vuotta. /1,s.20./

Muille kermeille ei ole vastaavaa tuote- ja käyttöluokitusta kuin bitumikermeille. Näistäkin tuotteista on syytä selvittää materiaalin toimittajalta niiden vastaavat ominaisuudet. /1,s.14./

Katon lähestyessä elinkaarensa päätä tulee varautua sen peruskorjaukseen. Se tulee toteuttaa ennen kuin kattovuodot alkavat aiheuttaa vahinkoa muille rakenteille. /1,s.20./

## 4 KUNTOTUTKIMUKSESSA HAVAINNOITAVAT ASIAT

### 4.1 Katteen pinnan kunto

Loivilla katoilla tulee katteiden olla jatkuvia, eli niiden saumojen tulee kestää vedenpainetta. Materiaaleina tulevat tällöin kysymykseen erilaiset kermit. /1,s.11/

Kermikatteen vanheneminen on normaalia silloin, kun kermiin kohdistuvat rasitukset aiheuttavat tuotteen ominaisuuksien hitaan heikkenemisen koostumukselle tyypillisillä vanhenemismekanismeilla. Bitumista, modifioiduista bitumeista, muoveista tai kumeista valmistettujen tuotteiden eräs normaaleista vanhenemisreaktioista on pintakerroksen hapettuminen, jota nopeuttaa auringon UV-säteilyn ja lämmön vaikutus. Hapettuminen yhdessä muiden reaktioiden kanssa johtaa siihen, että kermi kovettuu ja haurastuu pinnasta lähtien. Singeli ja pintakermin sirote suojaavat kermiä UV-säteilyltä ja lämpenemiseltä. /12,s.3./

Silmämääräisessä tarkastelussa kermin kuntoa selvittäviä seikkoja ovat esimerkiksi katteen poimuttuminen, pussiintuminen, halkeilu ja erilaisten vauriokohtien, kuten reikien ilmeneminen. Erilaiset katteen vauriokohtat, kuten mekaanisesta rasituksesta aiheutunut reikä tms. mahdollistavat veden pääsyn rakenteisiin. Pussit häiritsevät veden poistumista katolta, saattavat kasvaessaan irrottaa katetta alustasta tai kermiä toisesta ja pahimmassa tapauksessa rikkoa kermiä. /12,s.4./ Jos vedeneriste on liikkunut, se on merkki mahdollisesta vuotokohdasta /6/.

Ennen pintasiroteellisten kermien käyttöönottoa, pintakerminä käytettiin eristysmattoa, joka suojattiin kuumabitumisivelyllä ja singelillä. Kuntotutkimuksissa tulee huomioida, että pelkästään pintasivelyn halkeilu ei ole vaarallista, ellei myös sen alapuolisen eristysmaton pinta ole halkeillut. /16./





*Kuva 7, Halkeamia poimuttuneessa kermissä./20./*

Ylösnostot ovat tärkeitä vedeneristyksen toiminnan kannalta. Niiden avulla varmistetaan, ettei patoutunut vesi pääse tunkeutumaan vedeneristyksen alle ja sitä kautta rakenteisiin. Normaalisti ylösnoston korkeus on 300 mm valmiin rakenteen pinnasta sekä katolla vähintään 100 mm padotuskorkeuden yläpuolella. Ovien kynnyksen kohdalla voidaan sallia 100 mm ylösnosto, mutta tällöin on varmistuttava, että liitos ovirakenteisiin ja seinään on ehdottoman vesitiivis ja se on padotuskorkeuden yläpuolella. Kumibitumikermikatteessa kate katkaistaan ylösnoston juuressa ja nosto tehdään omana kermipalana. Ylösnoston paikallaanpysyminen varmistetaan mekaanisella ankkuroinnilla ja se suojataan pellityksellä. /1,s.17./

Kuntotutkimuksessa tulee tarkastaa:

- Kermin saumojen tiiveys
- Katteen pinnan kunto
- Halkeilu, pussiintuminen, reiät
- Ylösnostot
- Läpiviennit

Lisäksi tulee muistaa:

- Näyte vedeneristeestä. /16./

#### 4.1.1 Nykyiset vaatimukset

Valmis vedeneristys on tiivis. Katemateriaali ja sen alusta täyttävät Suomen rakentamismääräyskokoelman paloluokitusvaatimukset. Vedeneristys täyttää julkaisun RIL 107 käyttöolosuhteiden mukaisten luokkien vähimmäisvaatimukset, ellei asiakirjoissa toisin määrätä.

Liitosten, saumojen ja muiden epäjatkuvuuskohtien tiiviyys vastaa ympäröivän eristyksen tiiviyttä. Vedeneristuksen ylösnostot, liitokset muihin rakenteisiin ja päätöskohdat ovat tiiviit ja sellaiset, että vesi ei pääse niiden kautta tunkeutumaan rakenteeseen. Kermien tulee olla kaikissa kohdissa kiinnittyneet toisiinsa.

Kermeissä ei esiinny ilma-, höyry-, tai vesipusseja. Eri kermikerrosten saumat eivät ole kohdakkain. Kerääntyvät liikkeet on estetty riittävällä kiinnityksellä. /7,s.340./ Saumojen on oltava 100 % kiinnitettyjä, hitsaustyön vesitiiviyys varmistetaan bitumipurseella saumasta /1,s.28/.

#### 4.1.2 Kermin kiinnittyminen

Puualustaan alin kermi kiinnitetään yleensä bitumilla piste- ja saumaliimaten. Kauttaaltaan liimausta puualustalle ei sallita. Tarvittaessa kiinnitys varmistetaan mekaanisin kiinnikkein. Paloturvallisuussyistä liimaus on suositeltavampi työtapa kuin hitsaus.

Betonialustaan kermi kiinnitetään kauttaaltaan tai osittain bitumilla. Mekaanista kiinnitystä ei yleensä tarvita. Yleensä alusta pohjustetaan bitumiliuoksella.

Kevytsorakatoilla (ns. valukatoilla) pohjustusta ei käytetä ja alin kermi kiinnitetään alustaan vain osittain. Kevytsorabetonilaattoihin kermi kiinnitetään kauttaaltaan bitumilla liimaamalla.

Lämmöneristyslevyalustaan kermi kiinnitetään aina mekaanisesti, yleensä kantavaan rakenteeseen asti. Mineraalivillakatoilla alin kermi suositellaan kiinnitettäväksi kauttaaltaan bitumilla. /1,s.15./ Solumuovieristeisiin bitumikermiä ei saa koskaan kiinnittää bitumilla, vaan ainoastaan mekaanisesti /6/.

### 4.1.3 Suojakiveys

Kermin suojakiveyksenä käytetään yleisimmin singeliä tai luonnon pyöristämää sepeliä. Singeli on luonnon pyöristämää pienikokoista kiviainesta, joka on seulottu sorasta erilleen siten ettei siinä ole lainkaan hienoa sora-ainesta. Singelin tyypillinen raekoko on 3–6, 8–16 tai 16–32 millimetriä. Kivirouheesta singeli eroaa siinä, että kivirouhe on valmistettu isommista kivistä murskaamalla, jolloin sen pinnat ovat murtopintoja. /21./

Suojakiveyksestä huolimatta päällimmäisenä kerminä tulee käyttää aina pintakermiä, koska se pintasirotteensa ansiosta kestää UV-säteilyä ja toimii myös silloin, kun esimerkiksi tuuli ja jää ovat tehneet suojakiveyksettömiä aukkoja katteen pinnalle /17,s.3/. Suojakiveyksen varsinaisia tarkoituksia ovat:

- pienentää huippulämpötiloja kermin pinnalla (myös pakkahuippuja)
- estää UV-säteilyn pääsy kermin pintaan ja suojata säärasitukselta
- pidentää katteen käyttöikä
- estää lentopalon mahdollisuus /6/
- suojata katetta käytön aikaisilta rasituksilta /16/.

## 4.2 Kattokallistukset

Kattokallistukset voidaan tarkastaa vesivaa'an avulla, jolloin mittaamalla kermin lasku tai nousu passin matkalla saadaan laskettua kallistussuhteet. Parasta tutkimuksen kannalta on käydä katolla sateella tai sateen jälkeen ja mitata lammikoitumissyvyydet sekä piirtää niistä kartta kattopiirustukseen /6/.

Kaltevuuksia suositellaan korjattavaksi aina kun katolla esiintyy merkittävää lammikoitumista. Lammikoituminen aiheuttaa vaurioita katteelle. Lammikoitunut vesi aiheuttaa jäätyessään veden laajenemisen vuoksi katteen pinnalle suuren vetovoiman, joka repii katteen saumat auki. Runko RYL 2000 ohjearvo lammikon syvyydelle, jolloin lammikoituminen on huolestuttavaa, on 15 mm. Kuitenkin kermiä saattavat kestää vaurioitumatta syvempääkin lammikoitumista. Niin sanottuna pikahälytysrajana voidaan pitää syvyydeltään 50 mm lammikoitumista. /6./ Lammikoitumisen merkittävyys arvioidaan kunto-tutkimuksen yhteydessä /16/.

### 4.3 Rästärakenteet

Rästäs on monitoimirakenne, joka suojaa seinän ja katon liitosta sekä tuuletusreittejä ja vähentää ulkoseinän yläosan viistosaderasitusta. Vedeneristys muodostaa räystäälle ns. tulvakerman, joka johtaa räystään yli mahdollisesti tulvivan veden seinärakenteen ulkopuolelle.

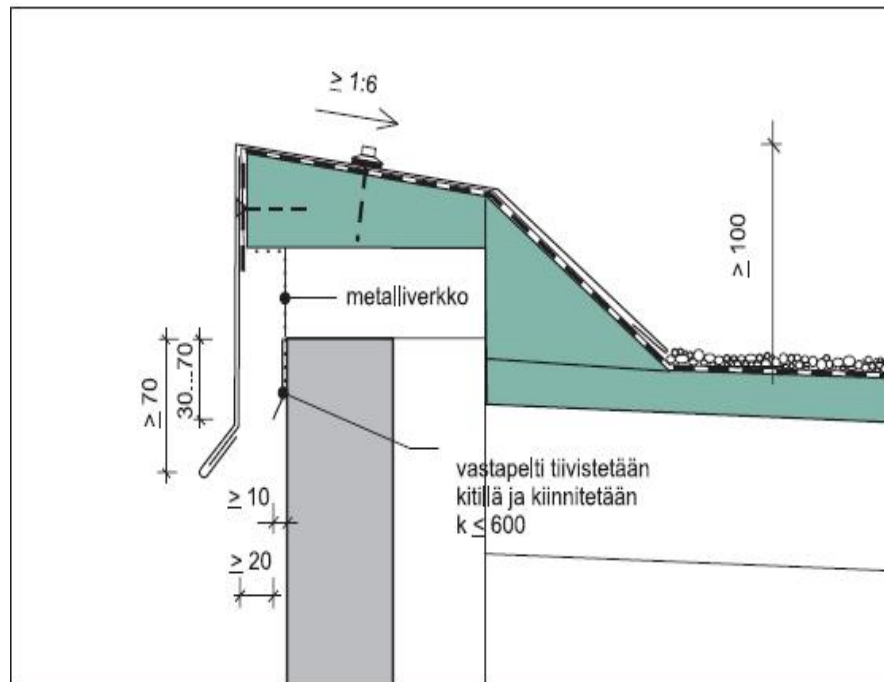
Räystään tehtävänä on estää veden tunkeutuminen katto- ja seinärakenteisiin, estää sekä lumen ja eläimien pääsy rakenteisiin suojaverkon avulla, sekä järjestää katolle tarvittava tuuletus. Kuntotutkimuksessa kiinnitetään huomiota kaikkiin räystään ominaisuuksiin. /16./

Yläpohjan tuuletusvälin ja tuuletuksen ohjearvot esitetään taulukossa 2.

*Taulukko 2, Tuuletusvälin ja tuuletuksen ohjearvot, Yläpohjan tuuletusvälin korkeus sekä ilmanotto- ja poistoaukkojen poikkileikkausala (promillea katon pinta-alasta, normaalit huonetilat) /22,s.5/.*

Katon kaltevuus	Toimiva tuuletusväli <sup>1)</sup>	Sisäänottoaukot	Poistoaukot
< 1:20 (3 °)	200 mm	Yhteensä 5 ‰ <sup>2)</sup>	
1:20... 1:5	100 mm	2 ‰	2,5 ‰
> 1:5 (11 °)	75 mm	2 ‰	2,5 ‰

Rästärakenteessa käytettävällä pellityksellä estetään veden pääsy tuulestilaan, mutta sillä ei saa estää tuuletuksen toimintaa. Myrskypellin tehtävänä on estää seinärakennetta pitkin ylöspäin nousevan veden pääsy rakenteisiin. Myrskypelti voi olla asennettuna esimerkiksi seinään tehtävään uraan tai sen tiiveys on varmistettu muulla tavalla. Rästäspellin päälle tuleva vesi johdetaan katolle kallistamalla pelti sisäänpäin kaltevuuteen 1:6. /1,s.17./ Korkeilla ja tuulisilla paikoilla rästäsrakenne tulee tehdä umpinaiseksi ja tuuletus hoidetaan muuta kautta /6/. Rästäspellitys tulee olla kiinnitettynä riittävän tiheästi tarkoituksenmukaisilla, tiivisteillä varustetuilla ruuveilla.



Kuva 8, Esimerkki räystääspellityksestä /12,s.4./.

Kuntotutkimuksen yhteydessä tulee tarkastaa miten katon tuuletus on järjestetty sekä tuuletuksen toimivuus. Silmämääräisesti tuuletuksen toimivuuden tarkastelun voi tehdä lähinnä tarkastusluukuista käsin arvioimalla lämmöneristeiden kunto. Mikäli lämmöneristeissä näkyy kosteudesta johtuvia vaurioita, kostumisen syy tulee selvittää. On syytä epäillä, että tuulettun tilan ilmanvaihto ei ole riittävä, tai että eristeisiin on vuotanut vettä tai tiivistynyt kosteutta muuta kautta. /16./

Tärkeä havainto on kuitenkin, että tuuletusta on yläpohjarakenteissa lähes aina riittävästi. Yläpohjan alapinnan ilmatiiveys sen sijaan on monesti puutteellinen. Ilmavuotoja sisätiloista ei voi korjata lisäämällä tuuletusta, vaan ilmavuodot on tukittava. /6./



*Kuva 9, Katon vedeneristekermi päättyy otsapinnalla liian lyhyenä, jolloin räystäspel-  
lin alle pääsevä vesi voi valua imeytymällä seinän sisälle /20/.*

Vesikaton kuntotutkimuksessa räystäsrakenteen toimivuus varmistetaan poistamalla suojapellitykset tietyltä alueelta. Tällöin tarkastetaan:

- räystään toteutustapa
- räystään sijainti alapuoliseen seinään nähden
- tuuletuksen toteutustapa ja toimivuus
- kermin ylivienti (tulvakermi)
- myrskypelti
- peltien kallistukset. /16./



*Kuva 10, Avattu räystäsrakenne kuntotutkimuksessa /20/.*

#### **4.4 Vedenpoiston toimivuus ja kattokaivot**

##### *4.4.1 Sisäinen vedenpoistojärjestelmä*

Loivilla katoilla käytetään pääasiassa sisäpuolista vedenpoistoa. Sadevesi johdetaan pois usean eri kattokaivon avulla sisäpuolisen viemäröinnin kautta. Katolla on oltava riittävä määrä kattokaivoja toimivuuden varmistamiseksi, vähintään yksi kaivo kutakin vedenpoiston kannalta itsenäistä katon osaluuetta kohden. Suunnittelussa on varmistettava, että mahdollisen kaivotukoksen sattuessa vesi pääsee ohjautumaan viereiseen kaivoon tai ulosheittäjään. Vesien juoksutus katolla tulee olla suunniteltu niin, etteivät sulamisvedet jäädy katon kylmillä osilla. /17,s.2./

Jokaisessa kaltevuoksien muodostamassa altaassa tulee olla vähintään yksi kaivo ja tämän mahdollisesti tukkeutuessa veden on johdettava johonkin muuhun kaivoon tai vesi johdetaan tarkoituksen mukaisesti ulosheittäjällä seinälinjan ulkopuolelle. Kattokaltevuuksilla 1:40 tai sitä loivemmillä katoilla tulee olla kattokaivoja siten, että veden virtausmatka kaivoon on mahdollisimman lyhyt, enintään 15 m, poikkeustapauksissa 20 m. /18,s.14./

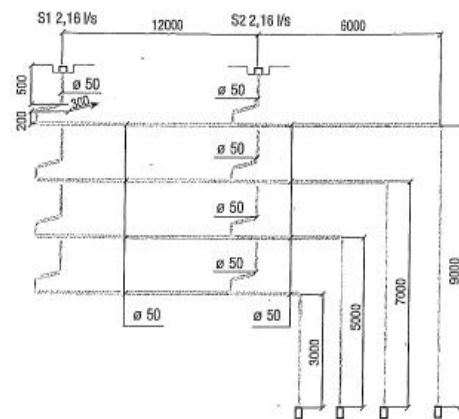
Jos katon kallistukset ovat riittävät ja vedenpoistojärjestelmän vedenpoistokyky on riittävä, ei ohjearvoja suurempiin veden virtausmatkoihin tarvitse puuttua /6/.

Kattokaivon on oltava muuta kattopintaa alempana, laipan alueen on oltava vaakasuora ja se täytyy voida kiinnittää alustaan luotettavasti. Esimerkiksi kattokaivo asennetaan noin 0,9 m x 0,9 m suuruiseen syvennykseen kantaan rakenteeseen kiinnitettyyn alustaan (esim. vaneri), yleensä noin 20 mm muuta kattopintaa alemmaksi. Kattokaivon liitoksen tiiveys poistoputkeen voidaan tarkastaa esimerkiksi erilaisilla viemärinkuvauslaitteilla ja kaivot voidaan painekoeistaa. Monet kattovuodot johtuvat kaivojen laippaliitosten vaurioista /6/.

Mikäli katolla on kermiä suojaava suojakiveyskerros, tulee se liimata kiinni alustansa kaivon ympärillä, jotta kivet eivät valuisi kaivoon tukkien sitä /19,s.14/. Kivien pääsyn estoa kaivoon tehostetaan kaivon lisäsuojasidhillä /6/.

Umpivirtausjärjestelmä eroaa tavanomaisista sadevedenpoistojärjestelmistä siinä, että umpivirtausjärjestelmässä putkistot ovat täynnä vettä mitoitettulla vesimäärällä. Yhtenäinen vesipilari alkaa uv-kattokaivosta ja jatkuu ulospuhalluspisteeseen saakka. Tämä saavutetaan UV-kattokaivolla, jossa on umpivirtaussihtti, sekä järjestelmään kuuluvalla mitoitusohjeella. Pienin suositeltava putkikoko on 50 mm. /3,s.3./

**2 kaivoa**



*Kuva 11, Umpivirtauskattokaivojen mitoitus esimerkki /3/.*

Vanhemmilla vesikatoilla vedenpoisto on usein toteutettu umpivirtausjärjestelmällä.





*Kuva 12, Kuparinen umpivirtauskaivo.*

Kuparikaivoille on ominaista salakavala pistesyöpyminen. Yleensä katon peruskorjauksen yhteydessä kaivot tulee uusia haponkestävillä teräskaivoilla. /6./

Kuntotutkimuksessa tulee tarkastaa:

- Kaivon korkeusasema, lammikoitumattomuus /6./
- Kermin kiinnittyminen kaivon laippaan
- Kaivon puhtaus
- Suojasiivilät (tyyppi, puhtaus, kappalemäärä)
- Mahdollisen suojakiveyksen kiinnittyminen kaivon ympärillä. /16./

Mahdollinen lisätutkimus:

- Kaivon ja viemäriin liittymän kestäminen myös paineelliselle vedelle /6/.

Painekoe mahdollisesta viemäritukoksesta johtuvalle paineelliselle vedelle tehdään asettamalla tukos viemäriputken sauman ” viemäriin puolelle” niin, että saumakohtakin tulee alttiiksi paineelliselle vedelle koetta suoritettaessa /6/.



*Kuva 13, Irtonaista suojakiveystä kaivon ympärillä /20/.*

Mikäli katon korjaustarve rajoittuu sisäisen vedenpoistojärjestelmän vedenpoiston puutteisiin, virheisiin tai vaurioihin, on suositeltavaa suorittaa erillinen sadevedenpoistojärjestelmän kuntokartoitus. Kaivojen ja poistoputkien kuntoa pääsee tutkimaan erilaisilla viemärinkuvauslaitteistoilla, sekä rakenneavauksin. Rakenneavauksia suorittavilla urakoitsijoilla on välineet avata kattorakennetta esim. vaakaputkistoa pitkin ja juuri kaivon kohdalta niin, että mahdolliset vauriot kaivon laipan ja poistoputken saumassa tai itse poistoputkessa tulevat esille. /16./



*Kuva 14, Putkilinjaa pitkin tehty rakenneavaus, vesivuotoselvitys.*

#### 4.4.2 Ulkopuolinen vedenpoisto

Kourut ja syöksytorvet tulee olla mitoitettu katon ja valuma-alueiden pinta-alojen mukaan. Kourujen kiinnitykset tulee tarkastaa. Kiinnityksiä tarkastessa näkee ovatko ne kestäneet räystäälle muodostuvat lumi- ja jäärasitukset. Tarvittaessa kourut ja syöksyputket voidaan varustaa itsesäätyvin lämmityskaapelein, jolloin vältetään liialliselta jään muodostukselta ja ikäviltä ylivuodoilta. /17,s.2./

Kourujen kallistukset tulee olla riittävät, niin että vesi ei jää seisomaan matkalla syöksytorviin. Kourut ja niiden kallistukset voivat olla vaurioituneet esimerkiksi kovasta lumen painon aiheuttamasta rasituksesta. Kourut tulee kallistaa syöksytorville päin ja niiden tulee jatkua yhtenäisenä ja tiiviinä valuttamatta vettä seinärakenteille. /8./

#### 4.5 Läpiviennit ja liittymät

Läpivientien tulee liittyä vedenpitävästi katteeseen. Katteen lävistävissä putkissa tulee olla joustavat läpivientitiivisteet, joissa on vähintään 150 mm leveät laipat ja jotka ovat vähintään 150 mm korkeat.

Läpivienteihin suositellaan pyöreitä putkia, jotta ne ovat tiivistettävissä. Pintakermin liitos läpivientitiivisteeseen tulee olla tiivistetty bitumilla tai bitumikitillä. Läpivientitiivisteiden laippa liitetään kermieristykseen noin 900 mm x 900 mm kokoisella kermipalalla. Muissa vesikaton läpivienneissä vedeneristys nostetaan vähintään 300 mm kattopinnasta ja vähintään 100 mm katon padotuskorkeuden yläpuolelle. /19,s.11./

Läpivientien etäisyys kattokaivosta tulee olla yli yksi metri. Muidenkin läpivientien osalta suositellaan samaa etäisyyttä sekä toisistaan että muista rakenteista. Läpivientejä ei saa sijoittaa jiirien pohjalle. /1,s.16./

Tutkimuksessa tulee tarkastaa:

- läpivientien tiiveys vedeneristykseen
- läpiviennin tiivistyminen läpivientikappaleeseen
- etäisyydet muihin läpivienteihin
- etäisyydet kaivoihin.



*Kuva 15, Vaurioitunut läpiviennin toteutus /20/.*

#### 4.6 Vesivuodot

Kattavimmat lähtötiedot vesivuodoista saadaan käyttäjiltä. Vesivuodon lähtötietoja ovat esimerkiksi:

- milloin vuotoja on esiintynyt; vuodenaika, sää
- kuin usein vuotoja on ollut
- kuin runsaita esiintyvät vesivuodot ovat
- vuotokohta. /16./

Vesivuodot voivat johtua jostakin edellä käsitellyistä puutteista vesikaton toteutuksessa. Vuotojen syynä voi olla myös sisätiloista yläpohjaan ilmavuotojen mukana päässeen kosteuden tiivistyminen rakenteisiin. Tämä aiheuttaa niin sanottuja valevuotoja. Eristeet voidaan havaita kuntotutkimuksen yhteydessä märäksi, ja vesi onkin päässyt lämmöneristetilaan sisäpuolelta tulevien ilmavuotojen yhteydessä.

Ilmanvaihto voi olla väärin suunniteltu tai sitä käytetään väärin. Sisätiloissa tulee yleensä olla hieman alipainetta. Kondensoitumisesta voi aiheutua vuotoja sisätiloihin yleensä keväisin. Tätä tapahtuu ns. umpikatoissa, joihin joko ei ole asennettu höyrynsulkua tai höyrynsulkua ei ole tiivistetty riittävästi tai siinä on reikiä. Kosteuden tiivistymisen ehto on, että sisätiloissa on lisäkosteutta, esimerkiksi kylpyhuone tai muu kosteusrasitustekijä.

Joissakin tapauksissa on ajateltu virheellisesti, että tuuletuksen lisääminen auttaisi ja siksi kattoon on saatettu lisätä kosteutta sisätiloista yläpohjaan tehostetusti johtavia alipainetuulettimia. /6./

Tuulettuvaksi suunniteltuun kermikattoon kertyy helposti kosteutta, jos yläpohjassa on ilmavuotoja tai lämpövuotoja, tai yläpohjassa ei ole toimivaa höyrynsulkua. Kun yläpohjassa on lämpövuotoja, lämpö sulattaa katolla olevaa lunta. Lumen sulamisveden valuessa muuta kattopintaa kylmemmälle räystäälle muodostuva jää patouttaa vettä katolla ja lisää vuotoriskiä. /12,s.5, 5./

Kondensoitumista voi aiheuttaa myös luonnollinen lämpösäteily avaruuteen, joka kylmentää katteen pintaa. Silloin kondensoitumiskosteuden lähteenä on rakenteen tuuletusilma eli ulkoilma. /6./

## 5 KUNTOTUTKIMUKSEN RAPORTOINTI

Uusi, 1.7.2010 voimaan tullut asunto-osakeyhtiölaki velvoittaa asunto-osakeyhtiöitä huolehtimaan entistä tarkemmin rakennuksen kunnosta ja sen huollosta /4/.

Asuntoyhtiön korjaushanke käynnistetään huoltokirjassa olevan pitkän tähtäimen suunnitelman, PTS:n mukaisesti. Korjaushanke voidaan käynnistää myös kiireellisenä kuntotutkimuksen perusteella tai ennalta-arvaamattomana korjaustarpeena. Korjausten tekninen ja taloudellinen suunnittelu, töiden oikea suoritusjärjestys ja yhdistäminen järkeviksi kokonaisuuksiksi otetaan huomioon PTS:ää laadittaessa. PTS perustuu riittävän usein, esimerkiksi noin viiden vuoden välein päivitettävään kuntoarvioon ja tarpeen mukaan teetettyihin kuntotutkimuksiin. Asuntoyhtiön hallitus huolehtii siitä, että PTS pidetään ajan tasalla, sillä *asunto-osakeyhtiölaki 1599 /2009* määrää, että hallituksen on esitettävä jokaisessa varsinaisessa yhtiökokouksessa kunnossapitoselvitys, joka käsittää seuraavien viiden vuoden kunnossapitotarpeen. PTS:n avulla korjaushankkeet ajoitetaan kiinteistön koko elinkaarelle. Kun hanke on valmis, kiinteistönhoitoa varten tarvittavat perustiedot ja hoito-ohjeet päivitetään kiinteistön huoltokirjaan. /15,s.1./.

Korjaustarveselvityksen tarkoitus on antaa selkeä kuva kohteen katon tarvitsemista korjauksista tai tarpeesta seurata katon kuntoa. Katon eri osa-alueet käydään läpi yksitellen eritellen esiintyneet vauriot, niiden laajuus, johtopäätökset niistä ja toimenpidesuosituksen kustannusarvioineen. Tästä voidaan edetä tarvittaessa korjaussuunnitteluun. /16./

Seuraavissa luvuissa käydään läpi kuntotutkimusraportin luonne ja rakenne esimerkkien avulla.

### 5.1 Lähtötiedot

Kuntotutkimus aloitetaan lähtötietojen keräämisellä. Lähtötietoja ovat mm. rakennuksen perustiedot, kuten rakennusvuosi ja kattopinta-alat. Alkuperäisiin piirustuksiin on tutustuttava, jotta suunnitelmien mukaiset rakenneratkaisut ja yksityiskohdat ovat selvillä.

Raportin lähtötiedot-luvussa tuodaan esille kohteen perustiedot, sekä itse yläpohjan suunnitelmien mukainen rakenne. Kaikki korjaustoimenpiteet ja asiakkaan puutteisiin viittaavat havainnot toimivat lähtötietoina. /20./

*Esimerkiksi:*

*Rakennuksen pääkattotasolla on suunnitelmien mukaan yksi varsinainen yläpohjarakenne. Yläpohjarakenne on alkuperäisten suunnitelmien mukaan rakennekerrokset ylhäältä alaspäin lueteltuna seuraava:*

YP1, vesikatto

- Suojakiveys 8-16 mm, 50 kg/m<sup>2</sup>
- Vedeneristys, tyyppi C
- Tasausbetoni 30 mm, puuhierto
- Kevytsora, lajite 2, tiivistetty ja tuuletettu, kallistus  $\geq$  1:60, jiiirit  $\geq$  1:80
- Muovikalvo 0,2 mm, saumat 200 mm limittäin
- Kantava rakenne, ontelolaatta.

*Vedenpoisto on järjestetty sisäpuolisella vedenpoistolla kattokaivoilla.*

*Tilaaajalta saadun tiedon mukaan kohteen yläpohjarakenteissa ei ole tehty varsinaisia korjauksia eikä vesikattoa ole aikaisemmin tutkittu. /20./*

## 5.2 Havainnot

Raportissa tuodaan esille kaikki havainnot, joita kuntotutkimuksessa on voitu katon kunnosta ja toimivuudesta tehdä. Kaikki rakenteiden osa-alueet tulee havainnoida omana kokonaisuutenaan. Raportin liitteenä tulee olla valokuvia, jossa havainnot ja yleisimmät vauriot tuodaan esille. /20./

*Katteen kunto:*

*Yläpohjan vesikatteena on bitumikermivedeneristys. Päälimmäisen kermin pinnassa on kuumabitumisively. Katteen päällä on suojakiveys. Yleisasultaan kermieristys on siisti ja hyväkuntoisen oloinen. Kutistumisesta tai liikkumisesta johtuvia kermin poimuuntumisia ei havaittu. /20./*



*Kuva 16, Havaintoa tarkentava kuva korjaustarveselvityksestä, pintakermi on kuprulla /9,s.9/.*

### **5.3 Näytetulokset**

Mikäli kermille on tehty haitta-aineselvitys, laboratoriotulokset raportoidaan /20/.

*Esimerkiksi:*

*Rakenneavauksissa otettujen näytteiden laboratorioanalyysien mukaan H- ja K-talojen alkuperäiset bitumikermit sisältävät asbestia (antofylliitti). Bitumikermit eivät sisällä PAH-yhdisteitä yli sallittujen raja-arvojen. Analyysituloksissa on esitetty kermien neliöpainot purkumäärien arviointia varten. /9,s.8./*

Laboratoriotulosten raportit liitetään korjattavuusselvitysraporttiin liitteeksi /20/.

### **5.4 Johtopäätökset**

Johtopäätöksissä kuntotutkimuksen havainnot avataan syyseurausmuotoon. Mahdolliset puutteet siis yhdistetään niiden aiheuttamiin vaurioihin. Johtopäätöksissä otetaan kantaa vaurion merkittävyyteen ja korjaustarpeeseen.

*Esimerkiksi:*



*Kohde on rakennettu 1987 eli sen käyttöikä tutkimushetkellä on 22 vuotta. Vesikattorakenteen vedeneristys on havaintojen ja selvitysten perusteella tehty kumibitumikermeillä. Kumibitumikermien päällimmäisenä kerminä on K-EL-bitumikermi ja kuumabitumisively. Vedeneristeen päällä on suojakiveys, joka vähentää katemateriaalin kohdistuvaa lämpökuormaa ja auringon UV-säteilyn vaikutusta. Katot ovat perusmuodoltaan yksinkertaisia, jolloin eristystyön suoritukseen ei liity hankalia riskialttiita kohtia. Työn jälki on siistiä eikä katteessa ole havaittavissa liikkumista tai pinnan halkeilua. Halkeilua esiintyy ainoastaan kuumabitumisivelyn osalla.*

*Kyseisen tyyppisen vesikattorakenteen keskimääräinen tekninen käyttöikä on 20, 30, tai 35 vuotta. Suurin käyttöikäarvio (35) saadaan, jos ympäristön ja käytön aiheuttamat rasitukset oletetaan ”kevyiksi” (rasitusluokka 3). Käyttöikäarvion ja rasitusluokkien perusteena on käytetty ohjekorttia ”KH 90-00403, Kiinteistön tekniset käyttöiät ja kunnossapitojaksot, tammikuu 2008”.*

*Keskimääräinen tekninen käyttöikä-arvio vesikattojen vedeneristykselle (kaksinkertainen kumibitumieristys) on 25-35 vuotta. Bitumikermissä ei todettu merkittäviä puutteita, joten voidaan olettaa, että kohteen vedeneristyksellä saavutetaan ainakin 35 vuoden tekninen käyttöikä. Todellinen käyttöikä voi olla tätä pidempikin, koska vertailuarvo on keskimääräinen käyttöikä, jonka tietty osa vesikattorakenteista aina ylittää. /20./*

## **5.5 Toimenpidesuosituks**

Toimenpidesuosituks

*Esimerkiksi:*

*Peruskorjauksen pääkohdat olisivat:*

- Vanhan vedeneristuksen poisto, ylösnostoineen ja suojapellityksineen, koska vanhoja kermikerroksia on jo runsaasti ja niiden vedeneristysominaisuutta ei voida pitää luotettavana, ilmataskut ja niiden vekit muodostavat ajan kuluessa riskin vesivuodoille
- Kattoikkunoiden korotukset
- Vesikaton kallistuskorjaukset
- Uuden vedeneristuksen asentaminen vanhan aluslaudoituksen päälle

- Ylivuotokourujen lisääminen rakennuksien päätyihin
- Kattotikkaiden perusparannus/uusiminen, asennetaan ja hankitaan tarvittavat henkilöturvallisuusvälineet.

*Vesikaton kermien poiston ja uusimisen kustannusarvio on vuoden 2008 hintatason mukaan noin 80-95 €/m<sup>2</sup> + alv 23%. Lisäksi kallistuskorjaukset, kattoikkunoiden korotukset, sienituulettimien uusimiset yms. yksityiskohtien korjauksien kustannukset.*

*Kohteessa on vesikattoalaa yhteensä n. 1300 m<sup>2</sup>. Kallistuskorjauksia on noin 150 m<sup>2</sup>. Vesikaton korjaustyön kustannukset ovat arviolta yhteensä 145 000-170 000 € (sis. alv 23%). Tämä sisältää kallistuskorjaukset ja kattoikkunoiden korotukset yms. yksityiskohtien korjaukset. /9,s.10./*

### 5.5.1 Kustannusarvio

Korjaustoimenpiteiden kustannusarvio lasketaan teoreettisten määrien perusteella olemassa olevien pohjakuvien tai paikan päällä tehtyjen tarkempien mittausten avulla.

Vahanan Oy:ssä on käytettävissä kustannusarviotaulukot, joissa korjaustavoille on taulukkomuodossa esitetty hinta-arvio esimerkiksi neliometriä kohti. /20./

*Taulukko 3, Kustannusarvioita katon korjaustoimenpiteille /20/.*

Vesikatot	€m <sup>2</sup>
Syöksyputkien uusiminen	30-40
Kermikaton uusiminen vanhojen päälle	50
Kermikaton uusiminen, vanhat kermit poistetaan	90-100
Kallistuksen korjaus puulla/vanerilla aluslaudoituksen	30-40
Kallistuksen korjaus kevytsoralla	40
Peruskorjaus	120-180

## 6 KORJAUSTAVAT

Korjaussuunnitelma tehdään kuntotutkimuksen ja tarvittavien lisäselvitysten antamien tietojen perusteella. Tilaaja valitsee korjausvaihtoehdoista korjaustoteutettavaksi sen korjaustavan, joka kustannuksiltaan ja käyttöikätaivoitteeltaan vastaavat tavoitteita. Korjaustarpeella voi olla eri määrittäjiä, kuten tekniset, taloudelliset tai muut syyt. /16./

Korjaussuunnitelmaan tulee aina sisältyä työselostus, pohjapiirustus (kattokuva) ja kaikki tarvittavat yksityiskohtapiirustukset. Erityistä huomiota tulee kiinnittää vanhan ja uuden rakenteen liittymäkohtiin.

Vedeneristysmateriaalit määritellään tuote- ja käyttöluokituksen mukaisesti sekä muut materiaalit yleisin vaatimuksin silloin kuin sellaiset on käytettävissä. Tällöin turvataan myös asianmukainen tarjouskilpailu.

Purkutöissä on kiinnitettävä huomiota mahdollisen home- tai rakennuspölyn leviämisen estämiseen muihin tiloihin. Erityisesti on kiinnitettävä huomiota siihen, mistä rakennukseen otetaan raitista ilmaa tai missä on ilmanpoistolaitteita, jotta ei tarpeettomasti haitata korjattavan rakennuksen normaalia käyttöä. Asialla on merkitystä myös korjaustyön turvalliselle suorittamiselle. Mikäli on perusteltua epäillä, että rakenteissa (esim. katolla olevissa ilmastointikanavissa) on käytetty asbestia, on purkutöistä tehtävä asbestikartoitus. /1,s.21./

Kattamistöitä ei saa tehdä vesi- eikä lumisateessa ilman suojausta. Työnäikaisena suojana käytetään sääsuojakatosta. Kiinteä sääsuojakatos on usein peruskorjauksen edellytys suunnitelmien mukaisen lopputuloksen ja laadun saavuttamiselle. /16./

Kermien lämpötilan tulee olla kermien kiinnittämiseen soveltuva. Talviolosuhteissa otetaan huomioon kermien jäykkyys, liimausbitumin nopea jäähtyminen sekä polttimen liekin tehon heikkeneminen. /22,s.10./

Korjaussuunnitelmassa tarkastellaan koko rakenteen toimivuutta. Kaikkien rakenneosien ja toiminnallisuuksien on oltava kunnossa korjauksien jälkeen. /16./

## 6.1 Katteen korjaukset

### 6.1.1 Katteen paikalliset korjaukset

Kermikatteen paikallinen korjaus on tarkoituksenmukaista esimerkiksi seuraavissa tapauksissa:

- Katteessa on muutamia paikallisia poimuja ja halkeamia räystäällä, liikuntasaumoissa tai alustan saumojen kohdilla.
- Katteessa on vuotokohtia, jotka pystytään paikallistamaan.
- Kate ei ulotu räystäään yli.
- Katteessa on muutamia suurehkoja pusseja tai reikiä.
- Yksikerroskatteessa on muutamia vuotavia saumoja. /12, s.21./
- Paikallisilla korjauksilla voidaan saavuttaa koko vedeneristyksen vedenpitävyys kermin jäljellä olevan käyttöiän ajaksi /16/.

Paikalliset korjaukset suositellaan tehtäväksi:

a) bitumi- ja kumibitumikermikatoilla kumibitumikermeillä

b) muovibitumikermikatoilla muovibitumikermeillä

c) muovi- ja elastomeerikermikatoilla muovi- ja elastomeerikermeillä tai katteen valmistajan suosittelemalla kermillä.

Jos kate ei ulotu räystäiden yli, räystäälle lisätään kermikaistat. Pussit korjataan avaamalla ne, liimaamalla kiinni ja paikkaamalla kerminkappaleella. Reiät ja vuotavat saumat korjataan paikaten paikallisesti. /12,s.21./

### 6.1.2 Uuden kermin asennus vanhan kermin päälle

Periaatteena on, että vanha kermi poistettaisiin aina korjauksen yhteydessä /6/. Toisinaan vanha vedeneriste voidaan jättää paikoilleen ja uusi vedeneriste asentaa sen päälle. Syynä vanhan kermin paikoilleen jättämiseen voivat olla:

- Kustannusvaikutukset
- Höyrynsulku halutaan säilyttää ehjänä
- työnaikainen suojaustarve /16/.

Mikäli vanha vedeneriste jätetään rakenteeseen ja uusi kermi kiinnitetään suoraan siihen, vanhan eristeen päältä poistetaan mahdollinen suojakiveys.

Vanhan katteen epätasaisuudet korjataan ja tarvittaessa käytetään alustan tasauskerrosta (ohut mineraalivillalevy). Asennettaessa vedeneriste suoraan vanhan vedeneristeen päälle käytetään paineentasauskermiä ja varmistetaan materiaalien yhteensopivuus. Korjaustyön yhteydessä suoritetaan tarvittaessa vanhan katteen lisäkiinnittäminen mekaanisesti valumien ja poi-  
muuntumisen estämiseksi. /1,s.21./ Vanhasta katteesta ei yleensä saa kuitenkaan kunnollista alustaa uudelle kermille /6/.

Mikäli kattoa on korjattu asentamalla uusi kermi vanhan vedeneristeen päälle, ei vanhaa kermiä huomioida määrittäessä katteen jäljellä olevaa käyttöikä. Uutta kermiä ei tule asentaa vanhan päälle enää kolmannella uusimiskerralla. /16./

### 6.1.3 Katteen uusiminen

Katteen uusiminen tulee kysymykseen mm. seuraavissa tapauksissa:

- katteen pinta on vanhentunut niin, että se on halkeillut ja kovettunut lähes koko katon alueelta
- pintakermissä on runsaasti höyrypusseja ja/tai rakkuloita
- yksikerroskatteen saumoissa on runsaasti vuotoja /12,s.8./
- Katteen käyttöikä on lopussa/loppumaisillaan /16/.

Mikäli vedeneristyksen vaurioituneita alapuolisia rakenteita korjataan tai halutaan lisätä lämmöneristystä, on nämä toimenpiteet järkevintä tehdä vedeneristyksen uusimisen yhteydessä. Työnaikainen suojaus on suunniteltava ja toteutettava niin hyvin, että vesivahinkoja ei pääse syntymään. /1,s.21./

#### *Kermin mekaaninen kiinnittäminen*

Kermikatteiden kiinnikkeet ovat metallisia tai muovisia. Rakennesuunnitel-  
massa kiinnikkeitä valittaessa ja kiinnitystä ja kiinnitystiheyttä suunniteltaessa otetaan huomioon:

- kermin repäisyjuuus
- katteen alusta
- kantava rakenne, johon kiinnitetään
- tuulen, erityisesti tuulesta aiheutuvan alipaineen katteeseen vaikuttavat voimat
- kiinnikkeen korroosionkestävyys.

Kiinniketyyppi valitaan alustan mukaan. Poimulevyille ja puualustalle valitaan kiinnike, jossa on itseporautuva ruuvi. Betonialustalle valitaan porattava kiinnike, jossa on kiila. Kiinnikkeen pituus valitaan kullekin eristepaksuudelle siten, että se puristaa eristelevyt alustaa vasten ja sen alapäähän jää liikkumavaraa, jotta kiinnike pääsee painumaan eristeeseen mukana kuormitettaessa. Jos katteen alusta on joustava, esimerkiksi mineraalivillaa, käytetään ns. joustavia kiinnikkeitä, jotka joustavat kuormituksen alla kermin mukana. Kiinnitys tehdään siten, että kiinnikkeet eivät jää kermin tasosta koholle eivätkä painu kiinnitettäessä kermin tasosta liian syväälle. Kermien kiinnityksessä käytetään tarkoitukseen soveltuvia kiinnikkeitä ja kiinnitysmenetelmiä. /19,s.7./

## 6.2 Peruskorjaus

Vesikaton laaja peruskorjaus on ajankohtaista, kun

- tekninen käyttöikä alkaa olla loppuillaan
- alapuolisten tilojen käyttötarkoitus muuttuu eikä höyrynsulku ole uuteen käyttötarkoitukseen riittävä
- vesivuotoja ei kannata enää korjata paikallisesti
- alapuolisia tiloja ei voida käyttää vesivuotojen vuoksi
- kantavissa rakenteissa tai lämmöneristeissä ilmenee vesivuodoista aiheutuvia vaurioita
- katon kallistukset ovat liian loivia ja vesi lammikoituu haitallisesti katolle
- katon alusrakenteessa on lahoa, taipumia, kylmäsiltoja tai sen tuuletus on puutteellinen
- lämmöneristyskerroksessa on muodonmuutoksia, se on haitallisesti pehmentynyt tai sen lämmöneristävyys heikentynyt. /12,s.8./

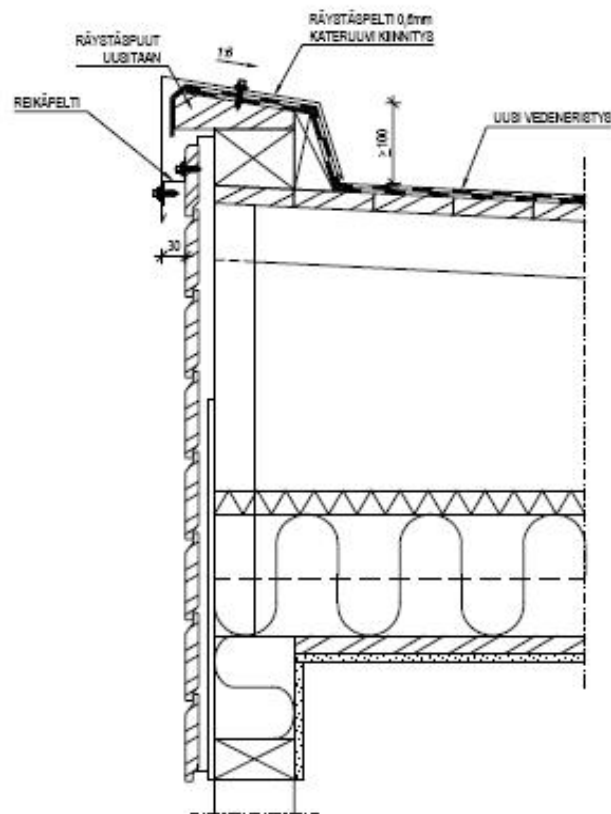
Yläpohjan peruskorjaus tulee toteuttaa ennen kuin kattovuodot alkavat aiheuttaa vahinkoja muille rakenteille. Peruskorjauksen päämääränä tulee olla toimiva ja kestävä yläpohjaratkaisu, jonka tavoiteltu käyttöikä vastaa uusien rakenteiden tavoiteltua käyttöikää. /17,s.2./

### 6.2.1 Peruskorjauksen suunnittelu

Suunnitelma-asiakirjoissa esitetään

- työselostus
- purkusuunnitelma

- vedeneristysuunnitelma
- rakennesuunnitelma
- mahdolliset pääpiirustukset, jos edellytetään rakennusvalvontaviranomaisen lupaa
- mahdolliset muut erityissuunnitelmat
- laadun toteamismenettelyt, mm. kokeet, mittaukset ja vedeneristysten työvaiheiden mallit, jotka tarkastetaan
- sääsuojaus, Kone-Ratu 07-3022 (Suojauskalusto, sääsuojat, suojapeitteet, julkisivusuojat)
- suojaus asbesti- ja mikrobialtistukselta purkutyössä, RT 08-10521, Asbesti, asbestikartoitus ja siitä aiheutuvat toimenpiteet
- purkujätteen käsittely. /12,s.2./

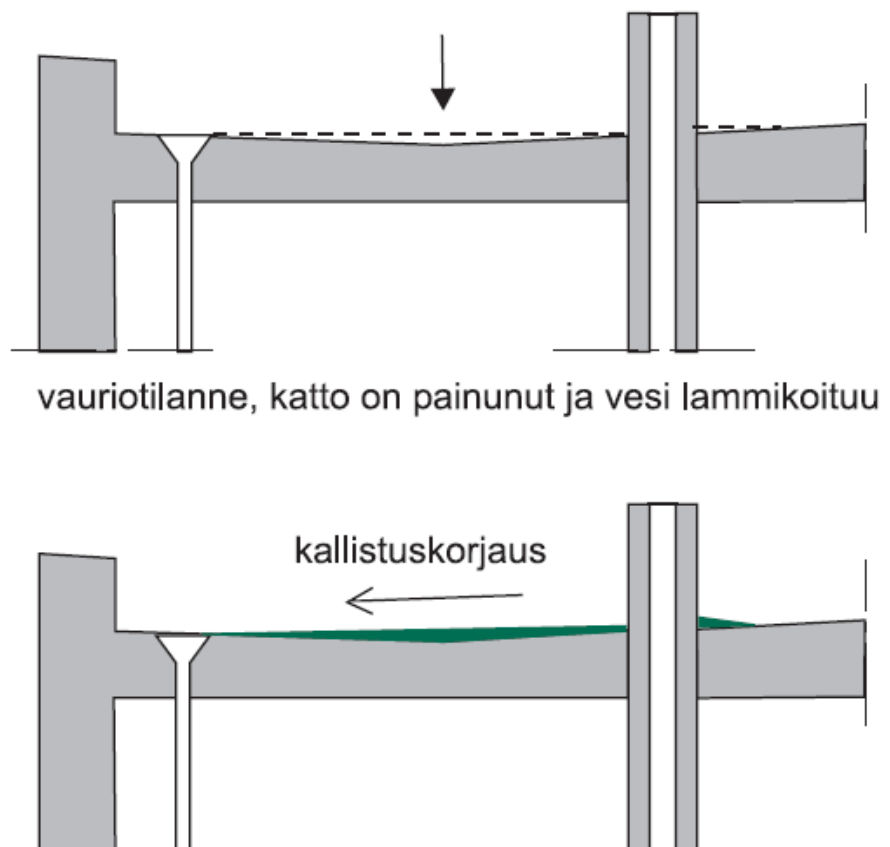


Kuva 17, Esimerkki peruskorjaussuunnittelun detaljipiirustuksesta

## 6.3 Yksityiskohtien korjaus

### 6.3.1 Kattokallistukset

Kaltevuuksien korjaus voi tapahtua joko kevytsoralla ja lämmöneristyslevyillä tai pelkästään kiilamaisilla lämmöneristyslevyillä. Korotus voidaan tehdä myös korotuspuilla ja uudella levyalustalla. Kaltevuuksia ei voi korjata bitumikermeillä. Kun kallistuskorjaukset tehdään vanhojen rakenteiden päälle, tulee varmistaa, että rakenteen tuuletus toimii edelleen. /1,s.21/.



Kuva 18, Esimerkki katon kallistusten korjauksesta /12,s.6/.

Kallistusten korjaus on toteutettava riittävän suurella yhtenäisellä alueella, jotta lammikoituminen ei ainoastaan siirtyisi paikasta toiseen. Kallistusten korjaus aiheuttaa usein myös räystäiden ja ylösnostojen korotustarpeen. /1, s.22./

Katon kaltevuuksien korjaus vanhan katon päälle tapahtuu karkeasti seuraavien työvaiheiden:

- Poistetaan irtonainen kiviaines sekä muut epäpuhtaudet.



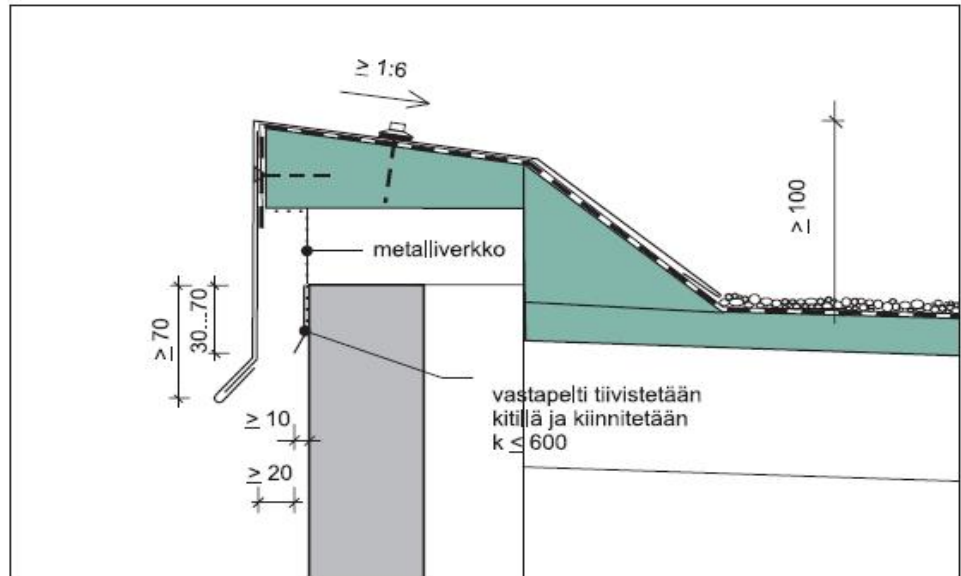
- Irtonaisella kevytsoralla muodostetaan tarvittavat kaltevuudet.
- Kevytsoran päälle ladotaan kovat mineraalivillalevyt tai kevytsorabetonilaatta ja villat siten, ettei muodostu ristikuvioita.
- Vedeneristys valitaan käyttöluokkataulukon mukaisesti.
- Aluskermi kiinnitetään kauttaaltaan kumibitumilla. Kiinnitys varmistetaan mekaanisin kiinnikkein aluskerman saumasta käyttäen alustaan sopivia kiinnikkeitä. Mekaanisten kiinnikkeiden tyyppi ja kiinnitystiheys määritellään kohdekohtaisesti.
- Pintakermi kiinnitetään kauttaaltaan hitsaten tai liimaten kumibitumilla.
- Kevytsorakerroksen tuuletus järjestetään räystäältä tai alipainetuulettimien avulla. /1,s.35./

### 6.3.2 *Räystäsrakenteen korjaus*

Räystäälle tulee tehdä toimiva tulvakermi. Vedeneriste asennetaan riittävän pitkälle (räystään yli). Seinän päälle tai räystäsrakenteen alueelle lopetettu vedeneristys jatketaan seinärakenteen ulkopuolelle ulottuvaksi.

Räystään puurakenteiden kunto tarkistetaan silmämääräisesti purkutyön yhteydessä. Lahonneet tai muutoin vaurioituneet rakenteet vaihdetaan uusiin vastaaviin.

Väärin rakennetut räystäspellit uusitaan siten, että pellit estävät sadeveden pääsyn rakenteen sisään ja sadeveden valumisen julkisivua pitkin. Räystäspellin on ulotuttava yleensä 70 mm seinärakenteen yläreunan alapuolelle. Pellin vapaa pudotuskorkeus saa olla korkeintaan 110 mm. Räystäspelti tulee kiinnittää mekaanisesti esimerkiksi vanerilevyyn, kuvan 19 mukaisesti. Lisäksi puuttuvat myrskypellit lisätään. Hyönteisverkon avulla estetään lintujen pääsy kattorakenteeseen ja rajoitetaan tuiskulumen pääsyä. /16./



Kuva 19, Esimerkki räystääspellityksistä /12,s.4/.

### 6.3.3 Vedenpoiston toimivuus

#### Sisäinen vedenpoistojärjestelmä

Mikäli kuntotutkimuksessa selviää, että kaivot ovat vaurioituneet tai ne ovat muuten elinkaarensa päässä, tulee ne korjata. Vanhan kattokaivon sisään on suositeltavaa asentaa ns. korjauskaivo (saneerauskaivo).

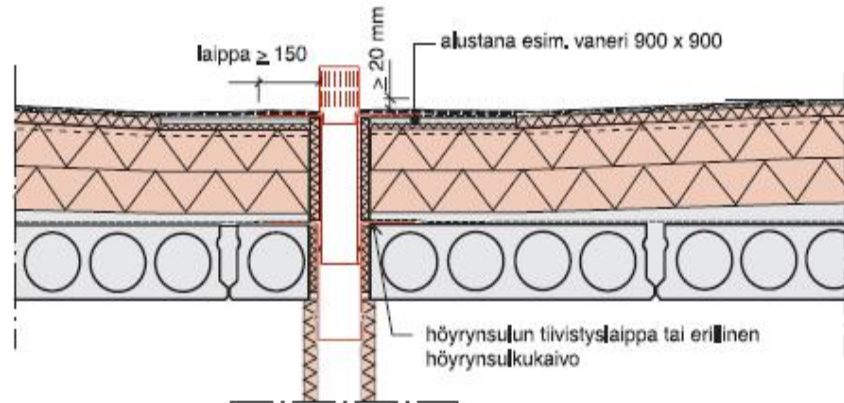
Jos kaivot uusitaan, haponkestävästä teräksestä tehdyt kaivot ovat suositeltavia. Myös kuparista, ruostumattomasta teräksestä tai muovista tehtyjen kaivojen käyttö on mahdollista ottaen huomioon mekaaniset ja kemialliset rasitukset. /12,s.6./

Esimerkki kaivojen uusimisesta korjaustyöselostuksesta:

*Vanhat kattokaivot ovat kuparisia umpivirtauskaivoja, poistoputken halkaisija on 50 mm. Kattokorjaustöiden yhteydessä kaikki kaivot uusitaan vastaavilla, mutta haponkestävillä kaivoilla. Kaivojen laipat kiinnitetään kulumistaan mekaanisesti kevytsoralaattoihin. Kiinnityskohdat laputetaan ohjeiden mukaisesti. Kaivot varustetaan normaalien roskasihtien lisäksi haponkestävillä  $\varnothing$  300 mm rengassiivilöillä.*

*Vanha viemäriputki on kiinnitetty ontelolaatan alapintaan. Kaivojen liitos viemäriin tehdään vesipainetta kestäväenä liitoksena katon alapuolelle hitsaamalla.*

Ontelolaatan päällä oleva höyrynsulku teipataan poistoputkeen ilmatiiviisti. Poistoputki lämmöneristetään, läpivienti täytetään ja putken liittymä tiivistetään. /20./



Kuva 20, Kattokaivon tiivistyslaippa liimataan kermien väliin /18,s.14/.

Kattokaivo ja poistoputki on lämmöneristettävä kondensoitumisen (hikoilun) estämiseksi ja tarvittaessa varustettava lämpövastuksella jäätyksen estämiseksi. Poistoputki liitetään höyrynsulkuun erillisen tiivistyslaipan avulla. Toimivuuden varmistamiseksi on suositeltavaa, että kattourakoitsija toimittaa kattokaivot ja liittää ne vedeneristykseen. /1,s.16./

#### *Ulosheittäjä*

Ulosheittäjän tehtävä on johtaa vesi kattokaivon tukkeutuessa katolta seinärakenteen ulkopuolelle, havaittavaan kohtaan. Jokaisella sisäpuolisella vedenpoistolla varustetulla katolla tulisi olla vähintään yksi ulosheittäjä. Ulosheittäjä sijoitetaan räystäälle siten, että vesi häiriötilanteessa mahdollisimman aikaisessa vaiheessa johtuu siihen. Pienillä katoilla (usein katoksia) vedenpoisto voidaan toteuttaa pelkästään ulosheittäjällä. /1,s.16./

#### *Ulkopuolinen vedenpoisto*

Ulkopuolisella vedenpoistojärjestelmällä varustetuilla katoilla vettä seinäpinnalle valuttavat räystäskourut uusitaan riittävän suuriksi ja ne kallistetaan riittävästi.

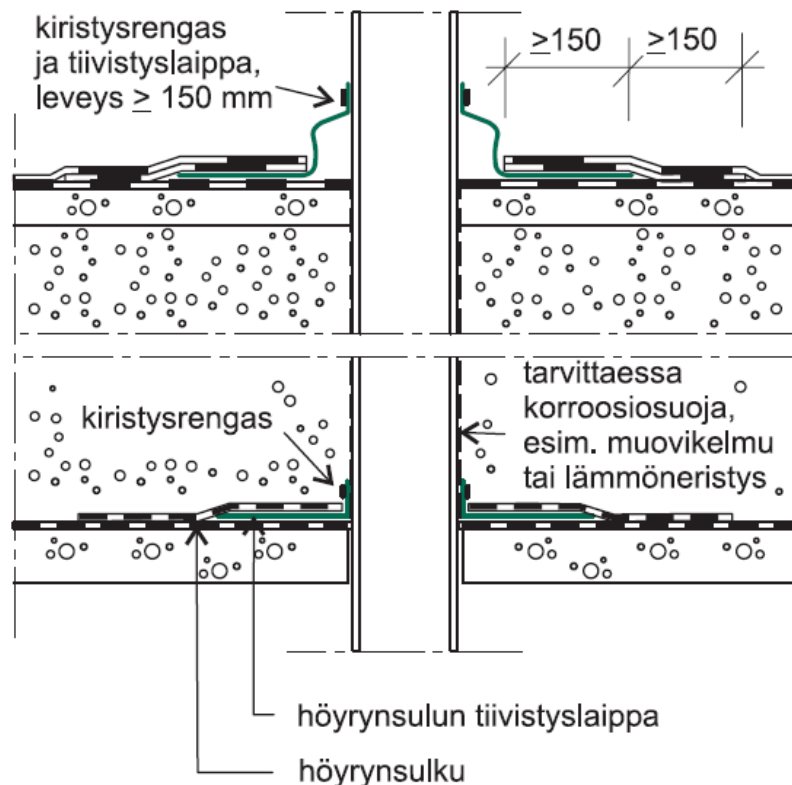
Kourut ja syöksytorvet mitoitetaan katon ja valuma-alueiden pinta-alojen mukaan. Kourujen kiinnitykset suunnitellaan ja tehdään niin, että ne kestävät räystäälle muodostuvat lumi- ja jäärasitukset. Tarvittaessa kourut ja syöksy-

putket voidaan varustaa itsesäätyvin lämmityskaapelein, jolloin vältetään liialliselta jään muodostukselta ja ikäviltä ylivuodoilta. /17,s.1./

#### 6.3.4 Lämpiviennit

Läpivientien puutteelliset tiivistykset tulee korjata. Läpivienteihin on asennettavissa tehdasvalmisteisia tiivistyslaippoja kiristysrenkaineen. Lisäksi tiivistämiseen käytetään ylimääräisiä kermipaloja.

Kaikki katon läpi tulevat teräsrakenteet tulee lämmöneristää kondenssiveden syntymisen estämiseksi. Teräsrakenteissa suositellaan käytettäväksi pyöreitä teräsprofiiileja, jolloin ne voidaan vakiolaipoin liittää vesitiiviisti vedeneristykseen. Jos läpivientejä sijaitsee katolla lähekkäin, ne koteloidaan ja eristetään kuten ylösnostot. /11./



Kuva 21, Lämpiviennin liitos vedeneristeeseen ja höyrynsulkuun /12,s.5/.

#### 6.3.5 Lisävarusteet

Alipainetuulettimet

Alipainetuulettimien tehtävä on poistaa vesikaton rakenteisiin kertyvää kosteutta. Niiden sijoittelu ja kappalemäärä on suunniteltava jokaiselle katolle erikseen. Alipainetuuletin liitetään vedeneristykseen kiinteän laipansa avulla. Putken minimikorkeus on 300 mm. Paikoissa, joissa lumi voi kinostua, on tämä huomioitava putken korkeutta määritettäessä. Alipainetuulettimet voidaan tarvittaessa kondenssieristää tai varustaa ns. kondenssikupilla. /1,s.16./

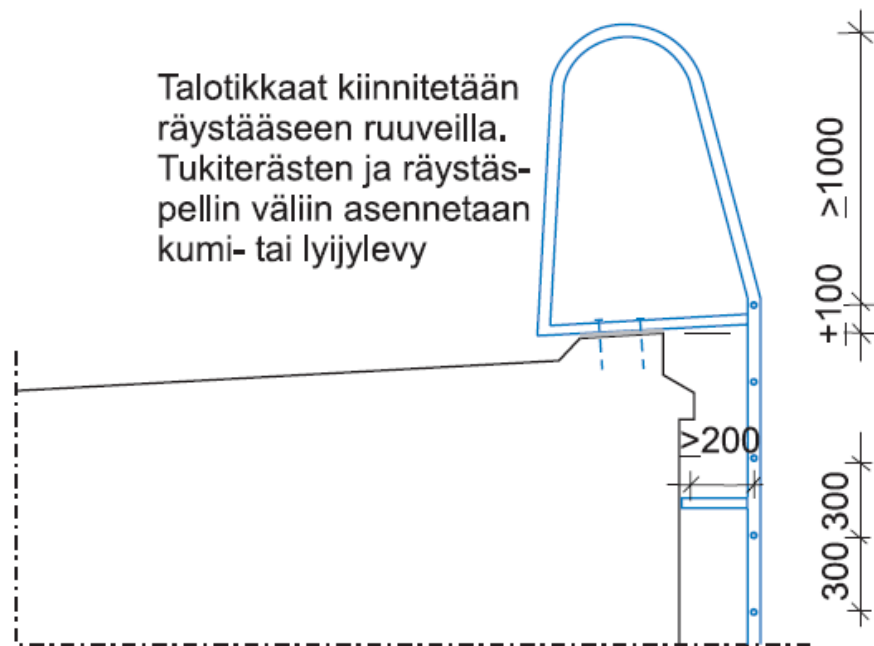
Alipainetuulettimen laippa liitetään kermien väliin käyttäen laipan yläpuolella ylimääräistä kermipalaa (n. 900 x 900 mm). Aluskermiin ja alapuolen rakenteeseen tehdään tuuletusputken kokoinen aukko tuuletettavaan tilaan saakka. /19,s.1./

### *Talotikkaat*

Yli kaksikerroksisissa rakennuksissa ullakolle ja katolle tulee päästä sekä sisään- että ulkokautta. Sisäpuolinen pääsy järjestetään ensisijaisesti uloskäytävään sijoitettavan oven tai luukun kautta. Ulkopuolinen pääsy järjestetään talotikkaita tai henkilönostimia käyttäen kiinteistöhuollon ja paikallisen pelastustoimen tarpeiden mukaan. Tavarankuljetustarve huoltokohteelle otetaan mitoituksessa huomioon tapauskohtaisesti. Talotikkaan tulee olla kestävä, kiinteästi asennettu sekä turvallisesti ja tarkoituksenmukaisesti sijoitettu. /10./

Asuinrakennuksessa sekä muulloinkin, on tarpeen erityisesti estää pienten lasten kiipeäminen tikkailla, käytetään vähintään korkeutta 1200 mm. Tikkaan alapäässä voidaan myös käyttää vedettävää tai käännettävää jatkosta. Tällöin tikkaan alapää on enintään 2000 mm:n korkeudella lähtötasosta. Kun talotikkaan nousukorkeus 8 metriä, tikas varustetaan turvakiskolla tai selkäsuojuksella. Enintään kaksikerroksisessa rakennuksessa talotikas voi olla myös lahosuojattua puuta. Puisen tikkaan puolien väli saa olla keskeltä keskelle 400 mm ja johteet saadaan katkaista 60 mm ylimmän puolan yläpuolelta. /10./

Kattoturvatuotteiden kiinnikkeet tulee kiinnittää kantaviin rakenteisiin tai erillisiin lisäruteisiin valmistajan ohjeen mukaan.



Kuva 22, Talotikkaiden kiinnitys /20/.

## 7 LISÄLÄMMÖNERISTÄMINEN

Yläpohjan lisäeristämiseen ryhdytään yleensä sen takia, että lämmöneristeet ovat vaurioituneet, energiataloudellisista ja asumismukavuussyistä tai kaikista edellä mainituista syistä.

Lisäeristetyn rakennuksen lämmitykseen tarvitaan vähemmän energiaa ja lämmityskustannukset ovat pienemmät. Lämmitysenergian tarpeen pienentäminen vähentää ympäristövaikutuksia. Pelkästään taloudellisessa mielessä lisäeristäminen ei välttämättä ole kannattavaa. Lisäeristämiseen ryhdytään yleensä siksi, että yläpohjaa joudutaan korjaamaan. /13,s.2./

Lisäeristämisen taloudellista hyötyä arvioitaessa tulisi rakennusta tarkastella kokonaisuutena. Esimerkiksi pientalon yläpohjan lämpöhäviön osuuden arvioidaan olevan tavallisesti 10...20% rakennuksen lämmitysenergian kokonaiskulutuksesta. Kulutus muodostuu ilmanvaihdon, ilmapuotojen, katon, lattian ja seinien sekä ikkunoiden ja ovien kautta tapahtuvasta lämpöhäviöstä. Lisäeristämisen kokonaiskustannuksia kannattaa verrata katon korjauskustannuksiin. Lisäeristämistä suunniteltaessa on syytä muistaa, että loiva katto voidaan yleensä peruskorjata toimivaksi ilman kattomuodon muutosta. Kattomuodon muutos on kustannuksiltaan yleensä 3...5 kertaa kalliimpi kuin loivan katon peruskorjaus. /13,s.2./

Lisäeristämiseen johtavien korjauksen syitä voivat olla

- Puurakenteisissa yläpohjissa olevat ilmapuodot, jotka aiheuttavat lämmönhukkaa ja lisäävät yläpohjan kostumisen riskiä.
- Yläpohjan riittämätön lämmöneristys. Tästä syystä lumi sulaa ja jäätyy vesikatolla, mikä saattaa aiheuttaa katevauriota.
- Energiakustannukset ovat suuret.
- Puutteellinen tuuletus ja yläpohjan kosteus. /13,s.3./

Ennen lisäeristämistä yläpohjan kunto ja lämpö- ja kosteustekninen toiminta selvitetään. Lisäeristäminen muuttaa yleensä yläpohjan ja vesikaton lämpö- ja kosteusteknistä toimintaa. /13,s.2./

Tärkeää lisäeristämisen yhteydessä on varmistaa yläpohjan alapinnan ilmatuiveys. Puutteellinen ilmasulku tulee korjata lisälämmöneristämisen yhteydessä. /16./

Jos höyrynsulku on toimiva, lisätään lämmöneristystä. Lisäeristys toimii samalla laakerointikerroksena. Sen päälle asennetaan vedeneristys. Jos höyrynsulku puuttuu, veden- ja lämmöneristys puretaan ja asennetaan höyrynsulku sekä lämmön- ja vedeneristys. /12,s.3./

### **7.1 Lisäeristämisen vaikutus kosteustekniseen toimintaan**

Yläpohjan tai muidenkaan rakenteiden kosteustekninen toimivuus ei voi perustua turhilla lämpöhäviöillä ylläpidettyyn lämpötilatasoon. Riittävällä tuuletuksella voidaan yläpohjan olosuhteet pitää ulkoilman sateelta suojattuja olosuhteita vastaavassa tilassa, joka ei pitkäaikaisenaakaan aiheuta rakenteellista vaurioitumista. /13,s.12./

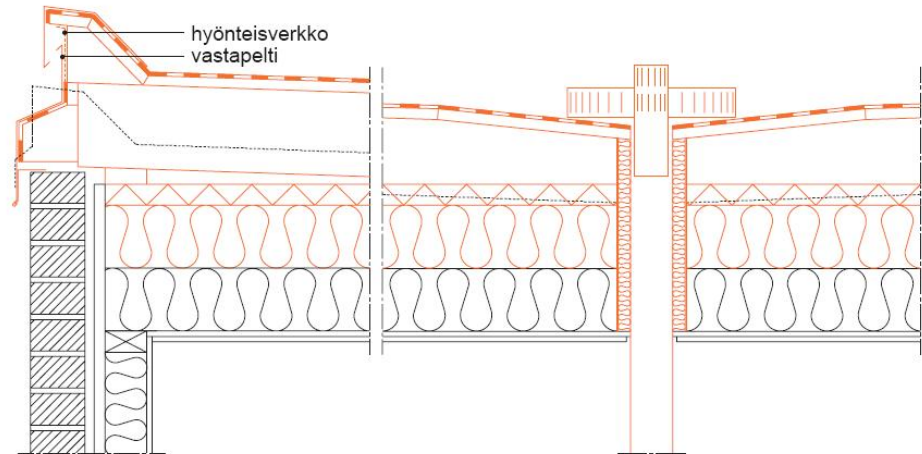
Yläpohjien todelliset kosteusongelmat aiheutuvat tyypillisesti katteen, sen läpivientien ja detaljien vuodoista, tuulen aiheuttamasta veden tai lumen kulkeutumisesta tuuletusväliin, toimimattomasta tuuleuksesta tai kostean sisäilman vuotovirtauksista yläpohjaan. Yläpohjan lämmöneristystasolla ei näitä virhetilanteita voida estää eikä niiden seurauksia voida poistaa. Tässäkin tapauksessa rakenteen ja rakennuksen kokonaisuuden suunnittelu ja toteutus ja toimivuuden varmistus ovat merkittäviä tekijöitä pyrkiessä kohti kosteusteknisesti turvallisia rakenteita. Hyvä ilmatiiviyys ja sisäilman pääsääntöinen alipaineistus ovat toimivien yläpohjarakenteiden edellytyksiä. /13,s.13./

Yksi ratkaisu tuuletuksen tuomiin kosteushaittoihin on tarpeen mukaan säätyvä tuuletus /13,s.13/. Vahanen Oy:ssa kehitteillä olevan älykattorakenteen ominaisuuksiin kuuluu anturimittauksiin perustuva säätyvä tuuletus /17/.

### **7.2 Ulkopuolelta eristäminen**

Yläpohjan yläpuolisella lisäeristämällä voidaan vaikuttaa myönteisesti vanhan rakenteen kosteustekniseen toimintaan. Tästä syystä yläpohja kannattaa lisäeristää ulkopuolelta. Vanha vesikatto puretaan, kun yläpohjassa on matala tuuletusrako. Tasakattojen lisäeristyksessä voidaan korjata kattokallistuksia. Vanhan rakenteen lämpötilavaihtelut tasaantuvat, jolloin rakenteiden muodonmuutokset saattavat pienentyä. Lisäeristystyö on yleensä helppo tehdä, varsinkin vesikatteen korjauksen yhteydessä. Kun ullakolla vanhan lämmöneristekerroksen päälle tehdään lisäeristys, tarvitaan riittävä asennus-tila. Lisäeristystyö on kustannuksiltaan yleensä suhteellisen edullinen. /13,s.2./





Kuva 23, Ulkopuolelta lisäeristetty yläpohja /13,s.2/.

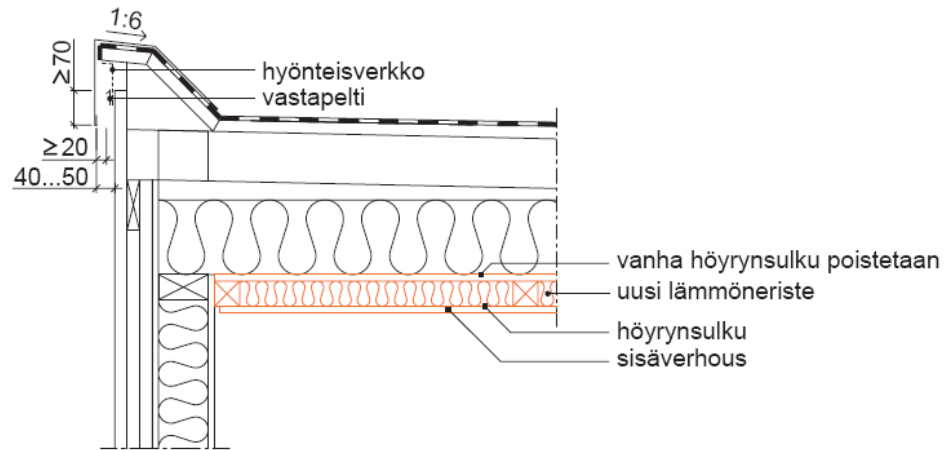
### 7.3 Sisäpuolelta eristäminen

Yläpohja voidaan lisäeristää sisäpuolelta, jos

- yläpohjassa ei ole kosteusvaurioita
- yläpohjan tuuletus toimii
- vesikate on kunnossa ja vedenpoisto toimii.

Ennen lisäeristysten asentamista vanha höyrynsulku poistetaan. Eristeenä voidaan käyttää esimerkiksi mineraalivillaa, polyuretaania tai solumuovia. Yläpohjan ilman- ja höyrypitävyys varmistetaan yleensä höyrynsululla. /13,s.3./ Laskelmin voidaan myös selvittää, voidaanko vanha höyrynsulku jättää lisäeristeen yläpuolelle. Tämä estäisi mahdolliset sähkö- yms. asennusten yhteydessä syntyvät vauriot höyrynsulkukalvossa. Yläpohjan ilmatiiveys on aina varmistettava korjausten yhteydessä. /16./

Sisäpuolinen yläpohjan lisäeristäminen laskee yläpohjan lämpötilaa. Jos yläpohjaan vuotaa sisätiloista ilmaa, on myös suurempi riski, että sen sisältämä vesihöyry tiivistyy (kondensoituu) yläpohjaan. Vain yksittäistapauksissa lisäeristäminen voidaan tehdä sisäpuolelta. /13,s.2./



Kuva 24, Sisäpuolelta lisäeristetty yläpohja /13,s.2/.

#### 7.4 Paloturvallisuus

Lisäeristämällä voidaan parantaa paloturvallisuutta, mutta sitä ei saa lisäeristämällä heikentää. Jos kermikatteella on sen paloteknisen luokan K1 vuoksi suojakiveys, lisäeristämisen jälkeen asennettavalle uudelle kermikatteelle levitetään suojakiveys. /13,s.2./

## 8 ÄLYKATTORAKENNE

Vahanen-konserni kehittää älyrakennetta, joka vähentää rakennusten energiakulutusta. Sitä on testattu Helsingissä ja Kyproksella. Rakenne soveltuu kaikenlaisiin rakennuksiin aina pienistä omakotitaloista suuriin liikerakennuksiin.

Tähän opinnäytetyöhön liitetään älykattorakenne osaksi kattokorjaustapoja. Älykattokorjaus tulee kysymykseen silloin, kun korjauskohteessa halutaan vaikuttaa energiatehokkuuteen jäähdytysenergian kautta. Saavutettava hyöty tulee näkyä kustannusvaikutuksina tilauskohteen energiankulutuksessa.

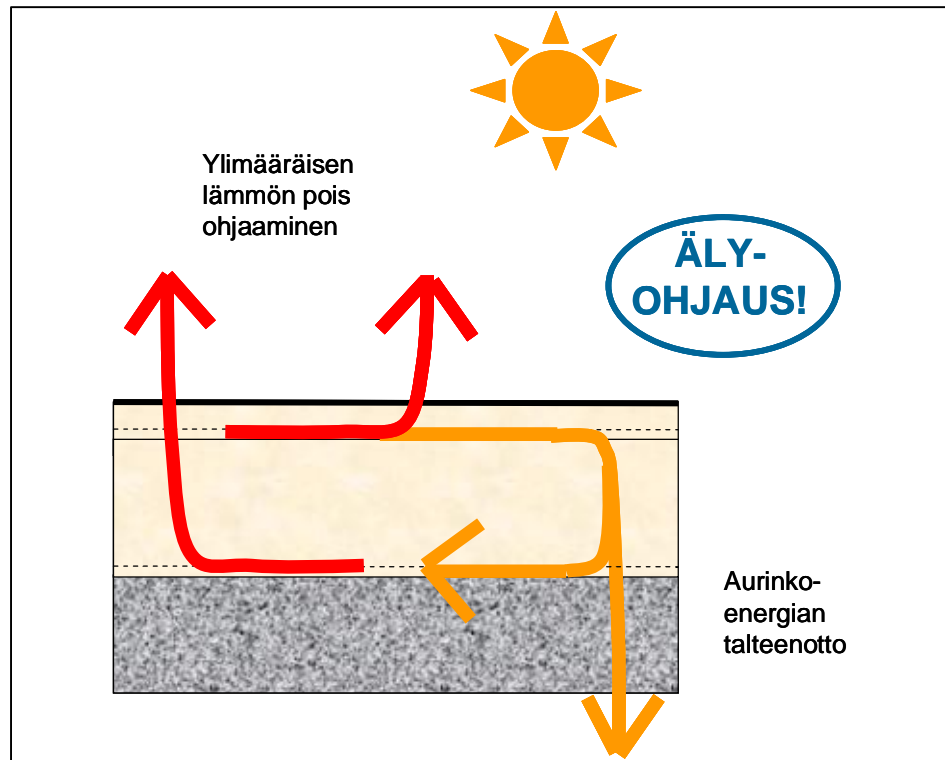
Vahanen Oy:ssä älykattorakenne kehitystä eteenpäin vie Ari-Veikko Kettunen ja Pauli Sekki. Kettusen haastattelun perusteella saatiin yleiskatsaus rakenteen periaatteisiin.

### 8.1 Toimintaperiaate

Kaikki rakennukset, joissa on enemmän kattopintaa kuin seinäpintaa ovat ihanteellisia kohteita älykattorakenteelle. Suomen kaltaisissa kylmissä maissa suurempi hyöty älyrakenteella saavutetaan jäähdytysenergian säästämisessä. Lämmitykseen tarvittavan energian säästöhyöty soveltuu lämpimämpiin maihin.

Ulkoilman lämpöenergia kulkee kattorakenteen läpi sisälle huoneilmaan. Aurinkoisena päivänä auringon säteily lämmittää katon pinnan erittäin kuumaksi. Tästä lämpöenergia kulkee eteenpäin rakenteiden läpi yhä kantavaan betonilaattaan saakka, joka taas johtaa lämpöenergian eteenpäin huoneilmaan. Koska betoni varastoi lämpöä voimakkaasti itseensä, lämpötilan lasku öisin ei riitä huoneilman viilenemiseen.

Älykatossa energiaa siirretään rakenteen sisällä. Ulkolämpötilan vaihdellessa vuorokauden eri aikoina löytyy jaksoja, jolloin lämmöneristeestä ei ole hyötyä. Järjestelmän toimintaa ohjataan älykkäästi haluttujen tavoitteiden mukaan anturoiden avulla. Anturit kertovat, koska ja mihin energiaa siirretään.



Kuva 20, Älyrakenteen toimintaperiaate /20/.

## 8.2 Saavutetut hyödyt

Ilmastointi mitoitetaan aina korkeimman ilmastointitarpeen mukaan. Älyrakenteen hyöty on siinä, että ilmastointikoneiden määrää voidaan vähentää mitoitustilanteessa, koska mitoitettava piikki saadaan pois. Lisäksi rakenteen toiminta vie mahdollisen rakenteeseen päässeen kosteuden antureihin niin, että ne aistivat vesivuodot.

## 8.3 Älykattorakenteen suunnittelu

Vuonna 2010 Vahaselle on tehty alustava suunnitteluohje älyrakenteisiin opinnäytetyönä (Susanna Tahko, Kattorakenteen käyttö rakennuksen jäähdyttämisessä). Työn pohjana on ollut koekohteiden mittaustulosten analysointi ja hyötysuhteiden selvittäminen. Opinnäytetyössä on verrattu älykattorakenteen ja perinteisesti toteutetun yläpohjarakenteen toiminnan vertaaminen toisiinsa. Suunnitteluohjetta täydennetään uusien tutkimustulosten perusteella. /23./

## 9 ESIMERKKI KORJAUSSUUNNITTELUKOHTEESTA

Tämän insinööriyön esimerkki korjaussuunnittelukohteesta on 1970-luvun lopulla rakennettu, 3-4-kerroksinen asuinkerrostalo, joka sijaitsee Vantaalla. Vesikaton korjaussuunnittelijana toimi Armi Vihattula.

Korjaussuunnittelu oltiin tilattu kohteeseen tehtäväksi toisen yrityksen tekemän vesikaton kuntoarvioinnin perusteella. Kuntoarvio ei sisältänyt rakenneavauksia. Kuntoarvioraportti luovutettiin suunnittelijan käyttöön.

### 9.1 Lähtötiedot

Katon rakenne oli suunnitelmien mukaan seuraava:

- Uusittu vedeneriste
- Alkuperäinen vedeneriste
- Betoni 30 mm
- Pahvi
- Kevytsora 200 mm
- Ontelolaatta.

Kohteessa oli ilmennyt voimakkaita vesivuotoja sisäpuolisiin tiloihin. Vesivuodot olivat vaurioittaneet kahden eri asunnon pintarakenteita sekä huoneisto-ovien puukarmeja. Vesivuodot sijaitsivat kattokaivon alapuolella.

Kohteeseen oltiin uusittu vedeneristekermi vanhan eristeen päälle vuonna 1994. Korjauksen yhteydessä oli suojakivikerros imuroitu pois katolta. Uutta suojakiveystä ei ollut asennettu korjauksen yhteydessä.

Kuntoarvion raportissa oli maininta, ”Kattokaivolle tehty vesipainekoe, ei auttanut.” Kuntoarvion mukaan katto oli elinkaarensa päässä. Kuntoarvion perusteella katolle suositeltavat korjaustoimenpiteet olivat vedeneristeen uusiminen läpivienteineen ja suojapellityksineen, kustannusarviona 140 000 euroa.

Kuntoarvion ollessa riittämätön pohjatieto korjaussuunnittelulle aloitettiin suunnittelu tekemällä lähtötietokartoitus ja sen jälkeen kuntotutkimus rakenneavauksineen

## 9.2 Havainnot kuntotutkimuksessa

Kiinteistön uusittuna vesikatteena oli käytetty APP-muovibitumikermiä, tarkemmin Derbigum-yksikerroskatetta. Kuntotutkimuksen silmämääräiset havainnot osoittivat, että 1994 vuonna asennettu uusi kermi oli vielä edelleen hyvässä kunnossa. Siinä ei esiintynyt pussiintumia, poimuuntumista eikä halkeilua. Katteen pinta ei ollut haurastunut, vaan oli edelleen hyvässä kunnossa. Saumakohdat olivat tiiviit.

Vesikaton kuntotutkimus suoritettiin sateen jälkeisenä päivänä, jolloin lammikoitumisen havaitsee parhaiten. Katolla ei esiintynyt lammikoitumista, vaan kallistukset kaivoille olivat hyvät. Kaivoja oli riittävä määrä ja virtausmatkat eivät olleet liian pitkiä.



*Kuva 25, Kermi oli edelleen hyvässä kunnossa. Katolla ei esiintynyt lammikoitumista.*

Läpiviennit katolla olivat tiivistetyt ja hyväkuntoiset. IV-hormien läpiviennit oli pellitetty sinkityllä pellillä, joissa ei havaittu merkkejä ruostumisesta. Myöskään katon muissa toteutuksissa ei ilmennyt vaurioita tai puutteita. Näin ollen pääteltiin, että kuntoarvion perusteella suunnitellut korjaukset ovat ylimoitettuja korjaustapoja katon toimiessa vielä toteutuksiltaan moitteettomasti.

Kuntotutkimukseen osallistui rakenneavauksia suorittava yritys. Rakenneavaus suoritettiin lähelle vuotokohtaa.

Rakenneavauksessa todettiin, että katto oli toteutettu suunnitelmien mukaan. Vedeneristeen alla oleva 30 mm:n betonilaatta oli kuiva ja hyvässä kunnossa.

Räystääsavauksen yhteydessä havaittiin, että vedeneriste oltiin viety oikeoppisesti räystään yli riittävän pitkälle. Räystäspeltien ulottuma elementin ja räystääpuun saumasta oli noin 50 mm. Räystääpuut olivat hyväkuntoiset eivätkä olleet vaurioituneet tai joutuneet vedenrasituksen alaiseksi. Pellitykset olivat hyvässä kunnossa ja räystäällä oli käytetty myrskypeltiä.

Vesivuoto oli kuitenkin olemassa, joten se piti selvittää ennen suunnitteluun ryhtymistä. Kuntotutkimuksen yhteydessä kuvattiin vuotokohdalla sijaitsevaa kaivoa, ja viemärin kuvauslaitteella saattoi havaita kaivon laipan ja vaakaputken liitoksen sauman syöpymistä. Tästä pystyi olettamaan, että mahdollinen syy vesivuotoon on kaivon vuotaminen kevytsoratilaan.

Talotikkaat oli varustettu asianmukaisin turvakiskoin. Turvakiskot olivat kuitenkin käyttökelvottomat, sillä niiden ulottuma tikkaiden ylä- ja alapäässä oli liian pitkä. Yläpään korkeuden pitäisi olla sellainen, että katolle kiivetessä kiskon kaari jää haarojen väliin. Alareunan pitäisi olla kolmannen puolan kohdalla, jolloin tikkaiden ensimmäisellä puolalla seistessä voi kelkan kiinnittää kiskoon.



*Kuva 26, Tikkaiden turvakisko oli käyttökelvoton.*

### 9.2.1 Johtopäätökset havainnoista

Koska katteen kunto oli vielä hyvä, sen odotettavissa oleva käyttöikä tarkastettiin. Muovibitumikermin teknistä käyttöikää ei löydy KH-kortin taulukosta, joten kermin odotettavissa olevaa käyttöikää jouduttiin arvioimaan valmistajan antaman käyttöikätaavoitteen mukaan, joka oli jopa 30 vuotta. Koska valmistajan antama arvio käyttöiälle ei ole täysin puolueeton, jouduttiin odotettavissa olevaa käyttöikää soveltamaan. Katteen odotettavissa oleva käyttöikä arvioitiin olevan noin 20-25 vuotta.

Räystäspellin ulottuma ei ollut ohjeiden mukainen, mutta räystäsrakenteen toiminnassa ei havaittu puutteita. Julkisivuelementin pinta oli pesubetonia, joten vesi ei pääse liikkumaan sen pinnalla ylöspäin yhtä voimakkaasti kuin sileällä pinnalla.

Kuntoarvion raportissa mainittu vesipainekoe kaivoille oli ilmeisesti tehty väärin, tai ei tehty ollenkaan, sillä siitä ei löytynyt dokumenttia. Näin ollen oli mahdollista, että vuoto johtui kaivon vaurioista.

## 9.3 Raportointi asiakkaalle

Jatkuvista sateenjälkeisistä vesivuodoista johtuen, normaali raportointi asiakkaalle jätettiin väliin. Sen sijaan asiakkaalle esitettiin vaihtoehtona tilatulle korjaussuunnittelutyölle vesivuodon korjausta suunnittelijan johdolla nopealla aikataululla.

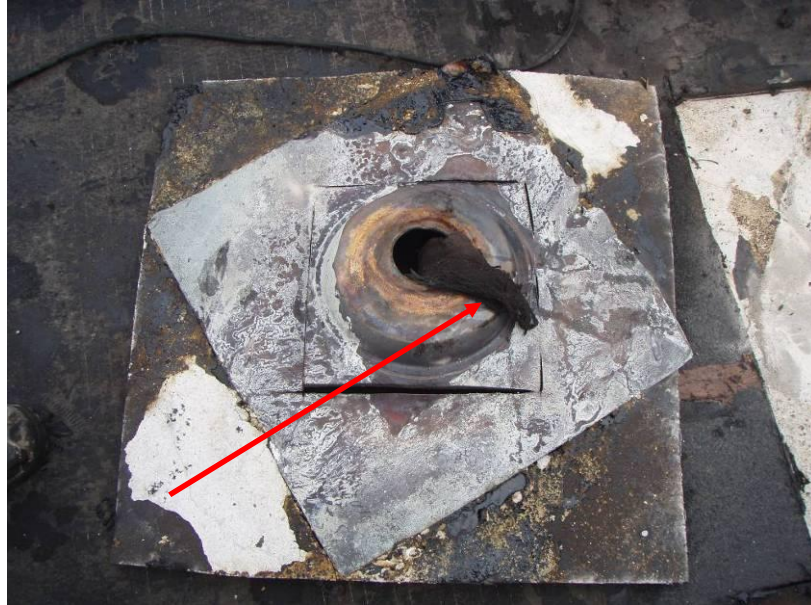
## 9.4 Vesivuodon korjaaminen

Korjauspäivänä kattorakenne avattiin kaivon kohdalta ja siitä eteenpäin vaakaputkistoa pitkin noin metrin matkalta. Rakenneavauksen suoritti samainen yritys, kuin itse kuntotutkimuspäivänä. Lisäksi paikalle tilattiin LVI-asentaja, jotta putkivuodot ja kaivo saataisiin korjattua heti vaurion varmistuttua.

### 9.4.1 Havainnot rakenneavauksen jälkeen

Rakenneavauksen jälkeen kevytsora kauhottiin pois putkien edestä ja tutkittiin kaivo ja putkiston vaurioesiintymät. Heti avauksen jälkeen havaittiin, että kaivon laipan ja vaakaputken välinen sauma oli auennut.





*Kuva 27, Kuva kaivon pohjasta avauksen jälkeen. Kaivon laipan ja putken välinen sauma oli auennut ja kaivo oli jo täysin irti viemäriputkesta.*

Kaivon laipan ja putken välisen liitoksen aukeaminen on voinut olla eräs Derbigumin aiheuttamista tyyppivaurioista. Tuotteen tarttuvuus kupariin on erinomainen. Katteen kutistuessa ominaisuuksilleen tyyppillisesti voimakkaasti, kateen liikkeet tuovat isoja voimia kaivorakenteeseen, joiden liitokset eivät aina kestä näitä voimia. /6./

Putken kuntoa päästiin tutkimaan rakenneavauksen matkalta. Kaivon laipan saumakohdan lisäksi vaakaputken mutkasta paljastui reikä, joka oli myös vuotanut lävitseen vettä kevytsoratilaan. Muutoin putken kunto oli hyvä.



*Kuva 28, Vaakaputkiston mutkasta paljastui reikä, josta vesi oli kaivon saumakohdan lisäksi päässyt vuotamaan rakenteisiin.*

Veden vuotaminen kevytsoratilaan oli ollut niin runsasta, että kaikki vuotokohdan ympärillä olevat putkieristeet olivat läpikastuneet. Vettä oli varastoitunut kantavan ontelolaatan pinnalle, josta se saumojen kautta pääsi kulkeutumaan alla oleviin tiloihin, joissa esiintyi vesivaurioita.



*Kuva 29, Putken eristeet olivat läpikastuneet vuotojen seurauksena.*



*Kuva 30, Vettä oli kerros myös kantavan ontelolaatan pinnalla, josta se oli element-tisaumojen kautta päässyt vuotamaan alapuolisiin tiloihin.*

#### 9.4.2 Korjaustoimenpiteet

LVI-asentajien ollessa paikalla vauriot pystyttiin korjaamaan välittömästi. Kattolle tuli asentaa uusi kaivo ja katkaistu putkenpätkä tuli uusiksi.



*Kuva 31, Työvaihe, jossa uusi putki liitetään uuteen kaivoon.*

Uusi putkenpätkä liitettiin vanhaan kunnossa olevaan putkilinjaan hitsaamalla sauma tiiviiksi ja pitäväksi.



*Kuva 32, Uusi putki liitettiin vaakalinjastoon hitsaamalla.*

Putki eristettiin Armaflex-eristeellä. Putket, joita ei ole eristetty, voivat kondensoida vettä ulkopinnalleen, jolloin kondensoituneesta vedestä voi aiheutua uusia vesivuotoja. Tämän jälkeen vanhat rakenteet asennettiin takaisin paikoilleen ja kermien saumakohdat tehtiin tiiviiksi paikkojen avulla.



*Kuva 33, Putki eristettiin Armaflex-putkieristeellä ja vanhat rakenteet asennettiin paikalleen.*

Kaivon liittyminen vedeneristeeseen on erittäin tärkeä yksityiskohta katon toimivuuden kannalta. Kaivon laippa tulee kiinnittää tiiviisti vedeneristeeseen.



*Kuva 34, Uusi kaivo tiivistettiin oikeaoppisesti kermien väliin.*

Kastuneiden tilojen kuivatusta tehostamaan asennettiin alipainetuuletin vuotokohdan läheisyyteen. Kuivumista tulee odottaa ennen sisäpuolisten vaurioiden korjaamista vähintään 1-2 kuukautta.



*Kuva 35, Vuotokohdan läheisyyteen asennettiin alipainetuuletin nopeuttamaan rakenteiden kuivumista.*

## 9.5 Jatkotoimenpidesuosituksukset

Kuntoarvion perusteella määritetty vesikaton korjaussuunnittelu oli ylimitoitettu katon todellisiin korjaustarpeisiin verrattuna. Tilaajan ja suunnittelijan yhteisellä päätöksellä tyydyttiin pikaiseen vesivuodon korjaukseen korjaussuunnittelun sijaan. Tilaajaa laskutettiin tuntikohtaisesti, jolloin suunnittelusta tullut lasku oli yhteensä 5100 euroa. Taloyhtiöltä laskutettiin suoraan rakenneavausyrityksen ja LVI-asentajien tekemä työ, sekä nostimen käytöstä aiheutuneet kulut, yhteensä noin 4000 euroa.

Jatkotoimenpiteinä kohteelle suositeltiin vedenpoistojärjestelmän kuntokartoitusta. Vaikka vesivuotoja ei ollut ilmennyt muualla katolla, on olemassa epäily, että vanhat putket ovat vaurioituneet muualtakin. Lisäksi kattotikkaiden käyttökelvottomuus tulisi korjata, ja tikkaat turvakiskot asentaa tikkaisiin ohjeiden mukaisesti niin, että tikkaita voitaisiin käyttää.

Teknisen käyttöiän arvioinnin perusteella katolle suositeltiin uutta kuntotutkimusta noin viiden vuoden kuluttua, jolloin katteen käyttöikä ja kuntoa tulisi arvioida uudelleen.

## 10 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä vesikaton korjaussuunnitteluun ohjeistus, joka käsittelee yleisimmät loivien vesikattojen korjaustavat ja niiden valintaan vaikuttavat tekijät.

Suunnittelun pohjana on kuntotutkimus, jonka havaintojen perusteella suunnittelu määritetään oikeanlaajuiseksi. Katon korjaustarve arvioidaan kuntotutkimuksen havaintojen ja niistä tehtävien johtopäätöksien perusteella. Katovuodot ja muut ongelmat johtuvat yleensä vaurioituneesta tai jo alun perin väärin toteutetusta yksityiskohdasta. Korjaustavan valintaan vaikuttavat korjaustoimenpiteen tavoiteltava käyttöikä sekä korjauksiin varattu budjetti.

Loivien vesikattojen korjaustapoja ovat katteen korjaus tai sen uusiminen, yksityiskohtien korjaus tai kattava peruskorjaus. Kaikkiin korjaustapoihin voi liittyä alustan, räystäiden, läpivientien tai sadevesijärjestelmän korjauksia. Myös ulkoseinää suojaavan räystäään rakentaminen voi tulla kysymykseen.

Korjaussuunnittelussa tarkastellaan koko rakenteen toimivuutta ja määritetään korjaustavat kokonaisuuden kannalta sopivimmiksi. Erityistä huomiota tulee kiinnittää vanhan ja uuden rakenteen liittymäkohtiin. Räystäiden korotustarpeet kallistuskorjauksien yhteydessä yms. tekijät tulee huomioida.

Mikäli katon korjauksen yhteydessä halutaan vaikuttaa rakennuksen energiatehokkuuteen, on mahdollista liittää korjaussuunnitteluun lisälämmöneristäminen tai miettiä kustannushyötyjen ja jäähdytystarpeen perusteella älykattorakenteen mahdollisuutta. Pelkistä taloudellisista syistä ei ole yleensä järkevää ryhtyä lisälämmöneristämiseen, vaan muut syyt, kuten yläpohjan lämmöneristeiden vaurioituminen tai alkuperäisten lämmöneristeiden riittämättömyys, johtavat lisälämmöneristämistoimenpiteisiin.

Katon korjaustarpeeseen vaikuttaa myös katon odotettava käyttöikä. Mikäli kuntotutkimuksessa ei ilmene vaurioita tai puutteita toteutuksissa, tulee katon kunnon jatkoseurantaa suunnitella ajallisesti sen mukaan, millainen on katon odotettavissa oleva käyttöikä.

Työn luvussa 9 esitelty käytännön esimerkki korjaussuunnittelukohteesta korostaa kuntotutkimuksen välttämättömyyttä oikean laajuisen korjaussuunnittelun tekemiseksi. Konsulttisopimuksella tilattu korjaussuunnittelu muuttui

työn aikana vesivuotokorjauksen valvonnaksi, korjaussuunnittelun tilaukseen johtavien syiden kumouduttua kuntotutkimuksen havaintojen myötä.

Tämän opinnäytetyön lähteenä käytettiin lukuisia kattoihin ja niiden korjauksiin liittyviä ohjeistuksia sekä yrityksestä löytyvää osaamista, jota tämän opinnäytetyön avulla voitiin siirtää eteenpäin yrityksessä. Niitä yhdistelemällä saatiin kokonaiskuva loivan katon korjaustarpeeseen vaikuttavista tekijöistä ja itse katon korjaussuunnittelun määrittämisestä oikean laajuiseksi.



## VIITELUETTELO

- [1] Toimivat katot 2007 –julkaisu, Kattoliitto Ry
- [2] Vahanen kotisivut, Intra, ([http://hki-moss.fi/Vahanen/liiketoiminta-alueet/korjausrakentamisen\\_palvelut](http://hki-moss.fi/Vahanen/liiketoiminta-alueet/korjausrakentamisen_palvelut)) luettu 15.9.2010
- [3] UVJ-Systems Oy:n kotisivut, (<http://www.kattokaivot.com>) luettu 17.9.2010
- [4] Valtion säädöstietopankki, (<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/>) luettu 23.9.2010
- [5] KH 90-00403, Kiinteistön tekniset käyttöiät ja kunnossapitojaksot
- [6] Haastattelut, Vilho Pekkala, Vahanen Oy
- [7] Runko RYL 2000, Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset 2000, Talonrakennuksen runkotyöt, Rakennustietosäätiö, Rakennustieto Oy
- [8] Sisäilmäyhdistyksen kotisivut, (<http://www.sisailmayhdistys.fi>) luettu 24.9.2010
- [9] Korjaustarveselvitys, Laatija Insinööritoimisto Mikko Vahanen Oy, 22.11.2007
- [10] F2, Suomen Rakentamismääräyskokoelma, Rakennuksen käyttöturvallisuus
- [11] Kattoliiton kotisivut, (<http://www.kattoliitto.fi/index.phtml?s=70>) luettu 26.9.2010
- [12] RT 85- 10738, Vesikaton korjaus, Korjausrakentaminen
- [13] RT-83-10662, Yläpohjan lisälämmöneristäminen
- [14] Tutkimusselostus nro VTT-S-10816-08
- [15] RT 18-11004, Asuntoyhtiön korjaushankkeen kulku
- [16] Haastattelut, Sami Laine, projektipäällikkö, Vahanen Oy
- [17] RT 37697, Loivat Katot, Lemminkäinen Katto Oy
- [18] Haastattelut, Ari-Veikko Kettunen, Vahanen Oy
- [19] RT 85-10851, Loivat bitmikermikatot
- [20] Vahanen Oy:n raporttimallit, Krap-mallit
- [21] Wikipedia tietosanakirja, [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org), luettu 7.11.2010
- [22] RT 85-10799, Bitumikermikatteet, perustietoa
- [23] Insinööriyö, Susanna Tahko, Kattorakenteen käyttö rakennuksen jäähdyttämisessä

Tunnus	Nimikkeeseen otusikko, määritelmä	Tyyppillinen rakentamisaika ja muu tarkeempi määrittely	Keskimääräinen tekninen käyttöikä			Suunnitelmallisen ylläpidon toimenpiteet		Huomautuksia
			Rasitusluokka 1 vaikea	2 normaali	3 kevyt	Tarkastusväli vuotta	Huoltoväli / kunnossapitojakso vuotta	
			vuotta (R = rakennuksen ikä, J = järjestelmän ikä)					
126	<b>Vesikatot</b>		Rasittavat olosuhteet	Tavanomaiset olosuhteet	Vahvasti rasittavat olosuhteet	Silmämääräinen tarkastus: katteen kunto, läpivienti, liittyvät muhin rakenteisiin, pinnon-tuksen kunto		Kohdekohtaisia rasitustekijöitä – bitumikermikatteeseen alustan materiaali – mäkkaarinen rasitus – katteen kaltevuus – ilmastolliset (lumi-, sade- ja vesikuormat, tuuli, lämpö- ja ur- säteily, lampotilan vaihtelu) – kemialliset (ilman kosteus, ilman epäpuhtaudet) – biologiset (kasvit, mikrobit) – rakenteelliset (materiaalien lämpö- ja kosteusliikkeet).
1261	Vesikattorakenteet (kattoristikot ja itsekantavat yläpohjarakenteet)			R				
1263	<b>Vesikatteet</b> (vesikate, alusrakenne, aluskate, suojakivrus, kattokalvot)							
	Kunibitumikermikate	1990...				3		
	– 1-kerroskate		20	25	30			
	– 2-kerroskate, tasakatto		20	30	35		10	
	– 2-kerroskate, harjakatto		25	30	40			
	– 3-kerroskate		30	35	40			
	Bitumikermikate	...1990	Saavutettu	Saavutettu	Saavutettu			
	Sinkity ja maalattu rivi- ja kate		40	60	90	Uusi kate: 1...2	10...15 huoltomaalaus	
	Profilipeltikate		30	40	50	5		
	Tiilikate, betonitiili		40	45	50	5	10...15 huoltomaalaus	
	Kuitusementtikate		25	30	35			1989..1990 valmistettujen ensimmäisten asbestittomien kattojen tekninen käyttöikä on 10...15 vuotta.
1264	Vesikatkoranusteet							
	Räystäskourut ja syöksyskorvat		25...40	25...40	25...40	12 kk		Käyttöikä riippuu materiaali- ja rakennusolosuhteista, alarajaa koskee pienialoisissa yleensä käytettävää teräsmateriaalia, ylärajaa koskee vahvempia materiaaleja.