

# Laukaan kunnantalon vesikaton uusiminen

Juuso Haataja

Opinnäytetyö  
Toukokuu 2014

Rakennustekniikan koulutusohjelma  
Tekniikan ja liikenteen ala



JYVÄSKYLÄN AMMATTIKORKEAKOULU  
JAMK UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



|   |                                |   |
|---|--------------------------------|---|
| Tekijä(t)<br>Haataja, Juuso   | Julkaisun laji<br>Opinnäytetyö | Päivämäärä<br>13.05.2014                |
|   | Sivumäärä<br>47                | Julkaisun kieli<br>Suomi                |
|   |                                | Verkojulkaisulupa<br>myönnetty<br>( X ) |
| Työn nimi<br>Laukaan kunnantalon vesikaton uusiminen  |                                |   |
| Koulutusohjelma<br>Rakennustekniikan koulutusohjelma  |                                |   |
| Työn ohjaaja(t)<br>Korpinen, Jussi  |                                |   |
| Toimeksiantaja(t)<br>WSP Finland Oy   |                                |   |
| Tiivistelmä<br><p>Vuosina 1977-78 rakennettu Laukaan kunnantalo, Kuntala, on 1-3-kerroksinen monimuotoinen toimistorakennus. Rakennuksen vesikattorakenne on tuuletustilallinen loiva katto sisäpuolisella vedenpoistojärjestelmällä. Katolle on tähän mennessä tehty vain kevyitä korjauksia, kuten vesikatteen vaihto sekä sadevesikaivojen uusiminen.</p> <p>Kuntalan kattorakenne on tullut elinkaarensa päähän ja sille halutaan tehdä niin toiminnallinen kuin myös energiataloudellinen parannus.</p> <p>Kattorakenne halutaan uusia täysin, ja opinnäytetyön tavoitteena oli löytää paras mahdollinen rakenneratkaisu, joka parantaa ongelmia olleita veden poistoa sekä tuuletusta. Samalla haluttiin viedä rakennus lähemmäksi tämän päivän energiamääräyksiä.</p> <p>Työssä pohditaan erilaisia rakennevaihtoehtoja ja esitetään niiden toteuttamisen hyviä ja huonoja puolia. Rakennevaihtoehdot pohjautuvat rakentamisen lakeihin, määräyksiin ja ohjeisiin sekä kohteen asettamiin rakenteellisiin ja toiminnallisiin rajoituksiin.</p> <p>Kuntalan uudeksi vesikattorakenteeksi valittiin umpikattorakenne. Kyseinen vaihtoehto ei aiheuta suuria muutoksia rakennuksen ulkonäköön, ja silti saadaan aikaan selvä parannus yläpohjan lämmönläpäisykertoimeen (U-arvo). Kun rakenne uusitaan kokonaan, saadaan myös katon kallistukset varmistettua ja tuuletusta parannettua, jolloin katto kokonaisuutena saadaan toimivaksi.</p> |                                |   |
| Avainsanat (asiasanat)<br>energiakorjaus, loivat katot, korjausrakentaminen, vesikattokorjaus   |                                |   |
| Muut tiedot   |                                |   |



|   |  |  |
|---|--|--|
| Author(s)<br>Haataja, Juuso   | Type of publication<br>Bachelor's Thesis | Date<br>13052014                           |
|   | Pages<br>47                              | Language<br>Finnish                        |
|   |  | Permission for web<br>publication<br>( X ) |
| Title<br>Renewal of the roof on Laukaa town hall  |  |  |
| Degree Programme<br>Civil Engineering   |  |  |
| Tutor(s)<br>Korpinen, Jussi   |  |  |
| Assigned by<br>WSP Finland Oy   |  |  |
| Abstract<br><p>The Laukaa town hall was built in 1977-1978 and it is a 1-3-storey-high office building. The roof of the building is timber made low-pitched roof with ventilation space and internal drain sewerage system. So far only light reparations have been made on it. The roofing has been changed and the rain water gullies renewed.</p> <p>The roof of the building has come to the end of its life cycle so it was a proper time to renew the whole roof and improve energy economy.</p> <p>The goal of this thesis was to find the best structure for the roof which would solve the problems with ventilation and draining of water. Also, the new structure should fulfill the orders and specifications which are set by Finnish Ministry of the Environment.</p> <p>This thesis presents four different options for the new structure including pros and cons about all of them. Structures are based on laws, orders and specifications of Finnish construction but also the limits of the building itself.</p> <p>Based on the knowledge of this thesis the new structure is a closed low-pitched roof. This option fills all of the standards and it does not change the architectural image of the building.</p> |  |  |
| Keywords<br>low-pitched roof, reconstruction  |  |  |
| Miscellaneous   |  |  |

## Sisältö

|  |    |
|--|----|
| Käsitteitä.....  | 4  |
| 1 TYÖN LÄHTÖKOHDAT .....   | 6  |
| 1.1. Työn tavoite ja rajaukset .....                                   | 6  |
| 1.2. WSP Finland Oy .....  | 6  |
| 1.3. Työn toteutus .....   | 7  |
| 2 KOHTEEN ESITTELY .....   | 7  |
| 2.1. Laukaan kunnantalo .....  | 7  |
| 2.2. Vesikatto ja yläpohja .....                                       | 10 |
| 3 LOIVAN KATON SUUNNITTELU.....  | 12 |
| 3.1. Vesikattoihin ja yläpohjiin liittyvät määräykset sekä ohjeet..... | 12 |
| 3.2. Suunnitelmien sisältö .....                                       | 13 |
| 3.3. Kattorakenteiden ja -materiaalien vaatimukset .....               | 14 |
| 3.4. Vedenpoisto ja läpiviennit.....                                   | 19 |
| 3.5. Tuuletus.....   | 20 |
| 3.6. Palon rajoittaminen.....  | 22 |
| 4 LOIVAN KATON KORJAUS .....   | 22 |
| 4.1. Loivien kattojen tyypillisimpiä ongelmakohtia .....               | 22 |
| 4.2. Korjauksen toteutus .....   | 23 |
| 5 RAKENNEVAIHTOEHDOT .....   | 24 |
| 5.1. Yleistä rakennevaihtoehdoista .....                               | 24 |
| 5.2. Tuulettuva loiva katto ilman lisäeristystä .....                  | 25 |
| 5.3. Tuulettuva loiva katto lisäeristyksellä .....                     | 27 |

|   |    |
|---|----|
| 5.4. Umpikatto.....   | 28 |
| 5.5. Aumakatto.....   | 30 |
| 5.6. Rakennevaihtoehtojen analysointia.....   | 32 |
| 6 KORJAUSSUUNNITELMA.....   | 34 |
| 6.1. Uusi kattorakenne .....  | 34 |
| 6.2. Uuden rakenteen materiaalit ja toteutus .....  | 34 |
| 6.3. Vesikaton toiminnan varmistaminen .....  | 35 |
| 7 YHTEENVETO JA POHDINTA .....  | 36 |
| Lähteet.....  | 39 |
| LIITTEET .....  | 40 |
| Liite 1. Yläpohjan rakennetyyppi.....   | 40 |
| Liite 2. Kattokuvat .....   | 41 |
| Liite 3. Kattoleikkaus .....  | 45 |
| Liite 4. Räystäsdetalji.....  | 46 |
| Liite 5. Ylösnostoperiaate .....  | 47 |
| <br>  |    |
| KUVIOT  |    |
| Kuvio 1. Laukaan kunnantalo Kuntala .....   | 8  |
| Kuvio 2. Alkuperäinen kattokuva .....   | 9  |
| Kuvio 3. Katolla oleva IV-konehuone ja valoaukko .....  | 9  |
| Kuvio 4. Alkuperäinen kattorakenne.....   | 10 |
| Kuvio 5. Vedenpoiston kannalta hankala kohta katolla. Syvennyksestä on kattokaivolle pitkä matka ja alueelle kerääntyy talvella huomattavasti lunta. .... | 11 |
| Kuvio 6. Vesikaton puisia alusrakenteita .....  | 12 |
| Kuvio 7. Alkuperäisen kaltainen tuulettuva loiva katto .....  | 26 |
| Kuvio 8. Tuulettuva loiva katto .....   | 28 |
| Kuvio 9. Umpikatto.....   | 30 |
| Kuvio 10. Aumakatto .....   | 32 |

## TAULUKOT

|  |    |
|--|----|
| Taulukko 1. Kosteuslisän mitoitusarvot eri kosteusluokissa.....            | 15 |
| Taulukko 2. Höyrynsulkujen käyttöluokitus.....                             | 16 |
| Taulukko 3. Vedeneristerakenteiden tuoteluokitukset .....                  | 18 |
| Taulukko 4. Puualustojen minimivahvuudet.....                              | 18 |
| Taulukko 5. Hyvin tuulettuvan katon tuuletuksen ohjeellinen mitoitus ..... | 21 |

## Käsitteitä

**Aumakatto:** päädyistä viistetty harjakatto

**Bitumikermi:** tukikerroksellinen vedeneristyskermi

**Höyrynsulku:** ainekerros, joka estää haitallisen vesihöyryn pääsyn rakenteisiin (toimii usein ilmansulkuna)

**Ilmansulku:** ainekerros, joka estää haitallisen ilmavirtauksen rakenteen läpi

**Jatkuva kate:** kate, joka on vesitiivis vedenpaineen vaikutuksen alaisena

**Jiiri:** kahden erisuuntaisen kattolapteen yhtymäkohta

**Loiva katto:** katto, jonka kaltevuus on 1:10 tai vähemmän

**Kate:** rakenne, joka suojaa vesi- ja lumisateen haitallisilta vaikutuksilta

**Kermi:** vedeneristystarkoituksiin käytettävä vettä läpäisemätön tuote, joka yksinään tai liitettynä toisiin samanlaisiin tai vastaaviin tuotteisiin muodostaa yhtenäisen vedeneristyskerroksen

**Pintakermi:** ylin katteen kerros, joka jää alttiiksi sään vaikutuksille

**Sadeveden ulosheittäjä:** kouru, jolla varmistetaan tulvatilanteessa vedenpoisto katoilta

**Tuuletusaukko tai –rako:** ulkopuolelta rakenteen tuuletusväliin tai –tilaan johtava ilmavirran meno tai poistumisaukko/-rako

**Tuuletustila:** rakenteessa oleva yhtenäinen tila

**Tuuletusväli:** rakenteessa oleva yhtenäinen ilmapäli

**U-arvo:** rakenteen lämmönläpäisykerroin

**Vedeneristys:** ainekerros, joka estää rakenteen kastumisen

**Vesihöyryn diffuusio:** tarkoittaa vesihöyryn siirtymistä paine-eron takia suuremmasta vesihöyrypitoisuudesta pienempään.

**Vesikatto:** katteen, mahdollisen aluskatteen ja näitä kannattelevien rakenneosien muodostama rakenne

**Yläpohja:** muodostuu kantavasta rakenteesta, ilman-/höyrynsulusta, lämmöneristyksestä, vedeneristyksestä sekä toimivasta tuuletuksesta.



# 1 TYÖN LÄHTÖKOHDAT

## 1.1. Työn tavoite ja rajaukset

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä WSP Finland Oy:n toimeksiantona Laukaan kunnantalon luonnostasoiset korjaussuunnitelmat. Tavoitteena oli selvittää paras mahdollinen rakenne kiinteistön vesikaton ottaen huomioon rakennusfysikaalinen toiminta sekä energiatehokkuus. Haastetta rakenteen valintaan toivat katon monimuotoisuus sekä liittyvät rakenteet, jotka nousevat kattolinjan yläpuolelle (tarkemmin luvussa 2.1.).

Elinkaarensa lopussa oleva vanha vesikattorakenne puretaan kantavaan yläpohjarakenteeseen saakka, mikä mahdollistaa suurenkin muutoksen rakenteeseen. Työssä pyrittiin selvittämään tilaajalle paras mahdollinen rakenne, joka alentaisi energiankulutusta koko sen elinkaaren ajan ja parantaisi katon vedenpoiston toimivuutta sekä rakenteen tuulettuvuutta. Työssä esitetään kohteeseen sopivia rakennevaihtoehtoja, joista lopputuloksena valikoituu kohteeseen mahdollisesti toteutettava ratkaisu.

Työn teoriaosuus rajattiin koskemaan vain loivia bitumikermikattoja, joiden kantavana rakenteena toimii paikalla valettu betonilaatta tai ontelolaatta. Näin ollen työssä käsitellään vain edellä mainittuun yläpohjarakenteeseen liittyviä asioita, ellei tekstissä toisin mainita.

## 1.2. WSP Finland

WSP Finland on 1960-luvulla toimintansa aloittanut monialainen suunnitteluyritys, jonka palveluksessa työskentelee noin 350 henkilöä Helsingissä, Jyväskylässä, Oulussa ja Tampereella. 2000-luvulla WSP Finland siirtyi osaksi WSP Groupia, joka työllistää ympäri maailmaa noin 15 000 asiantuntijaa. (Meistä lyhyesti, n.d.)

WSP Finland tarjoaa suunnittelu-, konsultointi-, tutkimus- ja muotoilupalveluja. Ydinpalvelualueita ovat yhdyskunta-, kiinteistö-, teollisuus- ja siltasuunnittelu. WSP on palkittu useista kohteistaan, ja se on voittanut monia suunnittelukilpailuja, kuten Kruunusillat siltasuunnittelukilpailun ja Pont Jean-Jacques Bosc -sillan suunnittelukilpailun (Ranska) vuonna 2013. (Meistä lyhyesti, n.d.)

Jyväskylän toimipisteessä työskentelee tällä hetkellä yhteensä kymmenen suunnittelijaa, joista viisi Talonrakennus toimialalla. Yksikön työt koostuvat sekä uudis- että korjausrakentamisen suunnittelu- ja konsultointitehtävistä.

### **1.3. Työn toteutus**

Tutkimus on toteutettu selvittämällä aluksi kohteen lähtötiedot olemassa olevista dokumenteista sekä tutustumalla kohteeseen paikan päällä. Tämän jälkeen on kerätty tarvittavissa määrin taustatietoa vesikatoista ja niiden korjaamisesta alan kirjallisuudesta sekä laista ja määräyksistä. Näiden pohjalta on tehty rakennevaihtoehdot ja suunnitelmat korjaustoimenpiteitä varten.

Lähtötiedot on koottu tutkimalla vanhoja rakenne- ja arkkitehtipiirustuksia, työselostuksia, korjaussuunnitelmia sekä haastatteleamalla kiinteistön omistajan edustajaa. Tarkentavia mittauksia ja tiedon keräämistä on suoritettu paikan päällä tehdyissä katselmuksissa.

Tietoperustana toimivat rakentamista ohjaavat lait, määräykset ja asetukset sekä suunnittelun ja hyvän rakennustavan ohjeet.

## **2 KOHTEEN ESITTELY**

### **2.1. Laukaan kunnantalo**

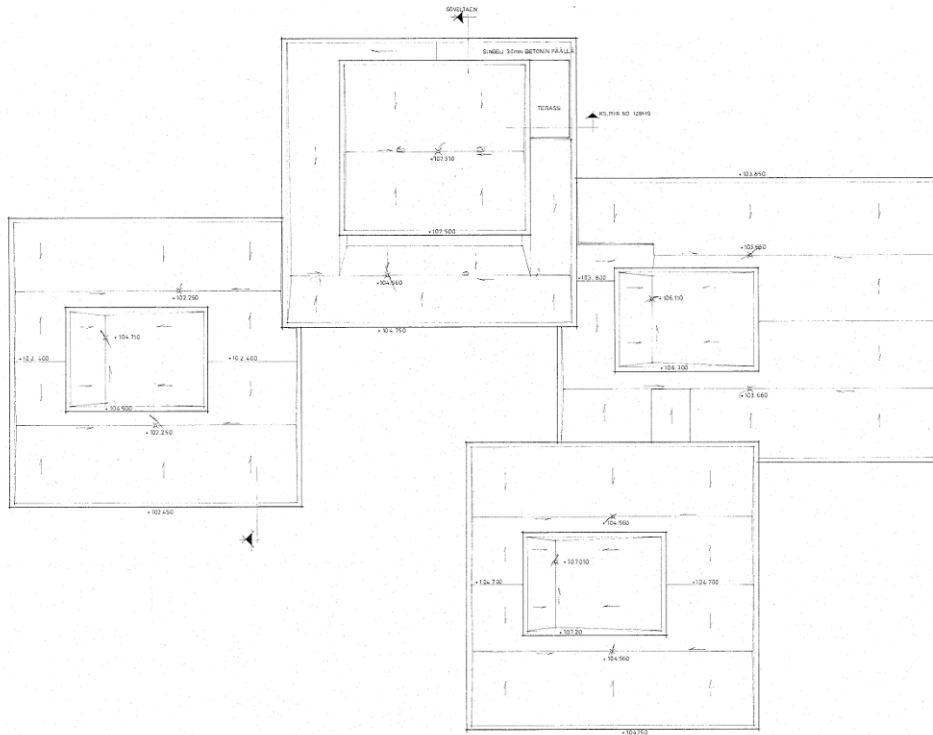
Laukaan kunnantalo (ks. Kuvio 1) on vuonna 1977-78 rakennettu monimuotoinen 1-3-kerroksinen toimistorakennus. Rakennuksen runkoratkaisu on paikallavalettu pila-

rilaattarunko, johon liittyvä julkisivu on valmistettu betonisista elementeistä, joiden välit on muurattu tiilestä. Vesikatto on tuulettuva, puurakenteinen loiva bitumiker-  
mikatto, jossa on sisäpuolinen vedenpoistojärjestelmä.



**Kuvio 1. Laukaan kunnantalo Kuntala**

Vesikatto jakautuu rakennuksen muodon mukaan eri tasoissa oleviin neljään neli-  
kulmaiseen alueeseen (ks. Kuvio 2). Kunkin osan keskeltä nousevat lisäksi ilmanvaiht-  
don konehuoneet / valoaukot sekä saunatilat julkisivukoron yläpuolelle (ks. Kuvio 3).  
Vesikaton pinta-ala on noin 1600 m<sup>2</sup>.



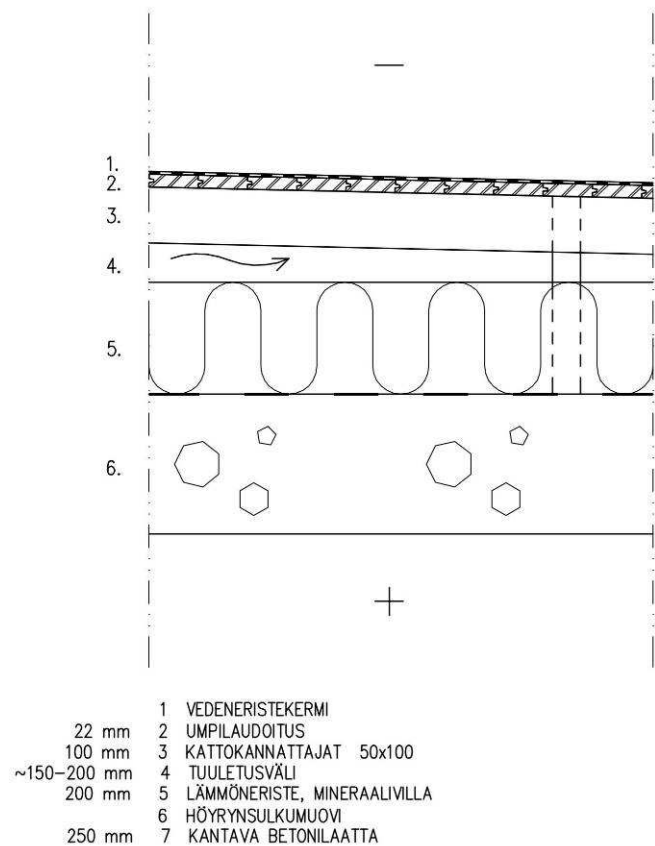
Kuvio 2. Alkuperäinen kattokuva



Kuvio 3. Katolla oleva IV-konehuone ja valoaukko

## 2.2. Vesikatto ja yläpohja

Nykyinen kattorakenne (ks. Kuvio 4) on toteutettu kantavan paikalla valetun betonilaatan päälle. Rakenne lämpimästä kylmään päin on seuraava: sisäkaton pinnoite, kantava betonilaatta, höyrynsulkumuovi, lämmöneriste, tuuletusväli, kattotuolit, umpilaudoitus ja vedeneriste.



**Kuvio 4. Alkuperäinen kattorakenne**

Edellisessä korjauksessa vuonna 2010 vanhan katteen päälle on asennettu uusi kumibitumikermikate, mutta liittyvien rakenteiden ollessa edessä sitä ei ole pystytty nostamaan joka paikassa vaadittavaa 300 mm valmiin kattopinnan yläpuolelle. Edessä on voinut olla esimerkiksi tiilirakenne tai julkisivuelementti. Pellityksiä uusittiin räystäillä sekä ylösnostokohdissa ja läpivientien tiivistykset tehtiin uudelleen. Pienelle alueelle kattoa tehtiin kallistuskorjaus. Edelleen hyväkuntoiset ruostumattomasta

teräksestä valmistetut kattokaivot on uusittu jo aikaisemmin ja alkuperäiset teräksestä valmistetut sadevesiviemärit on vaihdettu muovisiin. Tuuletusta on myös tehostettu lisäämällä alipainetuulettimia.

Rakennuksessa on havaittu kattorakenteista sisälle tulevia vesivuotoja, mutta ne on pystytty paikantamaan ja saatu kuriin pienillä korjauksilla. Vuotoja on syntynyt muun muassa IV poistoputken kohdalle, kun lumi on sulanut lämpimän poistoilman takia vedeksi, joka on päässyt sisään rakenteisiin ja aiheuttanut vauriota rakennuksen sisällä. Tämä vika saatiin korjattua asentamalla uusi ulkoneva säleikkö poistoputken eteen ja nyt sulanut vesi saadaan pidettyä katolla. Toinen vuotokohta oli jälkeinpäin asennetun kattokaivon viemärin kohdalla, joka on viety rakenteen läpi alemmalle kattotasolle. Putken jäädyttyä keväällä sulamisvedet ovat täyttäneet putken ja valuneet liitoksista rakenteisiin. Ongelma korjattiin asentamalla putkeen jäätymistä estävä sulatuskaapeli. Katolla on vedenpoiston kannalta hankalia kohtia (ks. Kuvio 5), joista vesi ei pääse esteettömästi virtaamaan kattokaivolle ilman kunnollisia kallistuksia.



**Kuvio 5. Vedenpoiston kannalta hankala kohta katolla. Syvennyksestä on kattokaivolle pitkä matka ja alueelle kerääntyy talvella huomattavasti lunta.**



Kattorakenne on melkein 40 vuotta vanha, joten sen voidaan olettaa olevan ainakin lähellä elinkaarensa loppua. Pienemmillä korjauksilla on pystytty tähän mennessä paikkaamaan ilmenneitä ongelmia ja näin pitkittämään katon käyttöikä. Katteen alusrakenteet (ks. Kuvio 6) ovat alkaneet pehmetä ja eristetilassa haistaa ummehtuneelle, joten tässä vaiheessa on perusteltua alkaa miettimään suurempaa korjausta koko yläpohjan rakenteeseen. Samalla voidaan parantaa rakennuksen energiatehokkuutta ja tuoda se lähemmäksi nykypäivän vaatimuksia.



Kuvio 6. Vesikaton puisia alusrakenteita

## 3 LOIVAN KATON SUUNNITTELU

### 3.1. Vesikattoihin ja yläpohjiin liittyvät määräykset sekä ohjeet

Suomen rakentamismääräyskokoelman (RakMK) osassa C2 (1998) annetaan seuraavat määräykset koskien vesikattoja ja yläpohjarakenteita:

*Katto on suunniteltava ja rakennettava siten, että vesi poistuu katolta suunnitellulla tavalla rakennusta vahingoittamatta.*

*Vesikaton on estettävä sadeveden, lumen ja sulamisveden tunkeutuminen kattorakenteisiin, seiniin ja sisätiloihin.*

*Vesikatolla on oltava katteelle sopiva riittävä kaltevuus ja tiiviys veden poisjohtamiseksi. Katteen on kestettävä ilmastorasitukset, lumen ja jään aiheuttamat rasitukset sekä huoltotoimenpiteiden vaatima liikkuminen katolla.*

*Yläpohjan eri kerrokset ja katon tuuletus on suunniteltava ja rakennettava siten, ettei kattoon kerry vesihöyryn diffuusion tai ilmavirtausten vuoksi haitallisessa määrin kosteutta ja että rakenteisiin mahdollisesti pääsevä kosteus voi kuivua.*

Puolestaan RakMK osassa C3 (2010) annetaan määräys uudisrakennuksen vaipanosi- en lämmönläpäisykertoimen vertailuarvoille seuraavasti:

*Lämpimän, erityisen lämpimän tai jäähdytettävän kylmän tilan rakennusosien lämmönläpäisykertoimina U käytetään seuraavia vertailuarvoja laskettaessa rakennuksen vaipan lämpöhäviön vertailuarvo rakennusmääräyskokoelman osan D3 mukaisesti:*

*yläpohja ja ulkoilmaan rajoittuva alapohja* *0,09 W/m<sup>2</sup>K*

Ympäristöministeriön asetus (A 27.2.2013/4) vuonna 2013 tarkentaa korjaus- ja muutostöissä energiatehokkuuteen liittyviä määräyksiä seuraavasti:

*Kun rakennuksen energiatehokkuuden parantamisen suunnittelu ja toteutus tapahtuu rakennusosakohtaisesti, on noudatettava seuraavia vaatimuksia:*

*2) Yläpohja: Alkuperäinen U-arvo x 0,5, kuitenkin enintään 0,09 W/(m<sup>2</sup> K).*

Edellä mainittu asetus on voimassa korjaus- ja muutoskohteissa, mikäli ne vaativat rakennus- tai toimenpideluvan.

### **3.2. Suunnitelmien sisältö**

Suunnitelmissa tulee esittää rakenteet yksityiskohtaisesti, materiaalit ja niiden kiinnitystavat, liittymiset muihin rakenteisiin sekä vedenpoiston toteutustapa. Rakennusosalle määritetään käyttöikätaavoite, joka ohjaa materiaalivalintoja sekä osin myös rakenteen valintaa. Jo suunnitteluvaiheessa täytyy huomioida työturvallisuus niin



rakennusaikana kuin myös myöhemmin huoltotoimenpiteitä tehtäessä. (Toimivat katot 2013, 8.)

Suunnittelija määrittelee katon korot ja kallistukset sekä tuuletusjärjestelyt. Yksityiskohtaiset suunnitelmat tulee tehdä räystäsrakenteista, seinäliittymistä, vedenpoistosta ja lävistyksistä. Suunnittelija laatii työohjeen, jossa määritetään käytettävät työmenetelmät ja laatuvaatimukset vedeneristysrakenteille. (RIL 107-2012 2012, 89.)

Korjaussuunnitelmaa tehdessä on aiemmin mainittujen asioiden lisäksi huomioitava mahdolliset purkutytöt. Jos on syytä epäillä, että purettavissa rakenteissa on terveydelle haitallisia aineita esimerkiksi asbestia, on silloin kiinnitettävä erityistä huomiota purkutöiden suunnitteluun ja toteutukseen. Mahdolliset vanhan ja uuden rakenteen liittymäkohdat on suunniteltava sekä toteutettava erityisen huolellisesti. (Toimivat katot 2013, 43.)

### **3.3. Kattorakenteiden ja -materiaalien vaatimukset**

Loivia kattoja suunniteltaessa on varmistettava käytettävien materiaalien ja rakenneratkaisujen toimivuus yhdessä. Suunnitelmissa on otettava huomioon rakennuksen käyttöikätaavoite, toimintavarmuus ja rakenteiden korjausmahdollisuus. Yläpohjarakenne koostuu kantavasta rakenteesta, ilman- ja höyrynsulusta, lämmöneristyksestä, toimivasta tuuleuksesta sekä vedeneristyksestä. (RIL 107–2012 2012, 89.)

#### **Ilman- ja höyrynsulku**

Rakennuksen kosteusteknisen toimivuuden varmistamiseksi on yläpohjarakenne varustettava aina tiiviillä ja toimivalla höyry- ja ilmansululla. Ilmansulun tehtävä on estää haitallinen ilmavirtaus rakenteen läpi, kun taas höyrynsulku estää sisältä ulospäin tapahtuvan vesihöyryn diffuusion. Ilman- ja höyrynsulkuna käytetään yleensä samaa ainekerrosta. (RIL 107–2012 2012, 27.)

Vesihöyrypitoisuusero ja vesihöyryn osapaine-ero aiheuttavat kosteuden siirtymistä diffuusiolla rakenteen läpi. Sisäilmaan syntyy lisäkosteutta asumisen tuottamana,

mikä luo erilaiset kosteusolosuhteet ulko- ja sisäilman välille. (Toimivat katot 2013, 9.) Taulukossa 1 on esitetty Suomessa käytettävät sisäilman kosteuslisän mitoitusarvot eri kosteusluokissa. Niiden mukaan valitaan rakennusten höyrynsulkumateriaalien käyttöluokitus siten, että mitä isompi on kosteusrasitus, sitä tiiviimpi on höyrynsulun oltava. Höyrynsulkutyypin, joko muovinen (MH) tai bituminen (BH), soveltuvuus eri rakenteissa tulee tarkistaa kohteen mukaan (ks. Taulukko 2).

**Taulukko 1. Kosteuslisän mitoitusarvot eri kosteusluokissa (ks. Toimivat katot 2013, 11)**

| KOSTEUSLUOKKA | KOSTEUSLISÄN MITOITUSARVO TALVELLA ( $T \leq 5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ) | RAKENNUSTYYPPI   |
|---------------|--|--|
| 1             | $> 5 \text{ g/m}^3$  | Kylpylät, uimahallit, laitoskeittiöt, pesulat, panimot, kirjapainot, kasvihuoneet, kostutetut tilat, ratsastusmaneesit, maatalouden tuotantorakennukset, eläinsuojat, teollisuuden kosteusrasitettut tilat   |
| 2             | $5 \text{ g/m}^3$  | Asuinrakennukset, toimisto- ja liikerakennukset, hotellit ja majoitusrakennukset, ravintolat, kokoontumis- ja juhlatilat, opetusrakennukset ja päiväkodit, sairaalat ja hoitolaitokset, museot, liikuntahallit ja -tilat, jäähallit ja jäähdytetyt liikuntatilat, kylmä- ja pakkashuoneet, talviasuttavat vapaa-ajan asunnot |
| 3             | $3 \text{ g/m}^3$  | Vapaa-ajan asunnot, puolilämpimät tai kylmillään olevat rakennukset, varastot ja säilytystilat, ajoneuvosuojat, tekniset tilat, väliaikaiset ja siirrettävät rakennukset   |

Taulukko 2. Höyrynsulkujen käyttöluokitus (ks. Toimivat katot 2013, 19)

|   | RAKENNUKSEN KOSTEUSLISÄ |                           |                           |
|---|-------------------------|---------------------------|---------------------------|
|   | Kosteusluokka 1         | Kosteusluokka 2           | Kosteusluokka 3           |
| Hyvin tuulettuvat rakenteet                                 |                         |                           |                           |
| <b>Ristikkoyläpohjat</b><br>(ja muut rankarakenteet)        | MHA2, MH3               | MHA2, MH3                 | MHA2, MH3, MH4            |
| <b>Betoniyläpohjat</b> , joissa puurakenteinen katto päällä | BH1, BHA2, BH3, MHA2    | BH1, BHA2, BH3, MHA2, MH3 | BH1, BHA2, BH3, MHA2, MH3 |
| Heikosti tuulettuvat rakenteet                              |                         |                           |                           |
| <b>Betoniyläpohjat</b>                                      |                         |                           |                           |
| - massiivilaatta  | BH1, BHA2               | BH1, BHA2, BH3            | BH1, BHA2, BH3            |
| - ontelolaatta  | BH1, BHA2               | BH1, BHA2                 | BH1, BHA2, BH3            |
| - TT-laatta   | BH1, BHA2               | BH1, BHA2                 | BH1, BHA2, (BH3)          |
| <b>Profiilipelti yläpohjat</b>                              |                         |                           |                           |
| - villa-alusta  | BH1, BHA2               | BH1, BHA2                 | BH1, BHA2, BH3            |
| - levyalusta  | BH1, BHA2               | BH1, BHA2, BH3, MHA2      | BH1, BHA2, BH3, MHA2, MH3 |

Betoni on luja ja tukeva eli näin ollen erinomainen alusta höyrynsululle, mikäli siinä ei esiinny liikaa epätasaisuuksia tai muuta, mikä voisi kuorman alla rikkoa höyrynsulkukalvon. Elementtejä käytettäessä saumojen hammastukset ja saumavalujen epätasaisuus aiheuttavat ongelmia höyrynsulun asennukseen, ellei niitä tasoiteta ja puhdisteta. Betonirakenteissa käytetäänkin usein bitumikermitä valmistettua höyrynsulkua sen kestävyysvuoksi. (Toimivat katot 2013, 15.)

### Lämmöneristeet

Yläpohjan lämmöneristeet määritetään voimassa olevien lämmöneristyskyvyn vaatimuksien mukaisesti. Suomen rakennusmääräyskokoelman RakMK C3 (2010) mukaan uudisrakennuksilla yläpohjan lämmönläpäisykertoimen vertailuarvo (U-arvo) on 0,09 W/m<sup>2</sup>K. Loivilla heikosti tuulettuvilla katoilla on eristettä valittaessa otettava huomioon myös katolle tuleva mekaaninen kuormitus.

## Kermikatteet

Loivilla katoilla tulee käyttää jatkuvaa katemateriaalia. Yleensä käytetään bitumikermiä (voidaan käyttää myös muovi- ja kumikermiä), joka toimii myös kattorakenteen vedeneristeenä. Muita vedeneristeitä kuin kermejä (esim. nestemäisiä elastomeerejä) käytetään Suomessa verrattain harvoin. Kullekin rakenteelle sopiva kermi valitaan käyttöluokan mukaan. Katteen tulee kestää omat sekä alustan liikkeet, kutistuminen että laajeneminen. (RIL 107-2012, 90-92.)

Katteen ja katerakenteen valinnassa on huomioitava

- rasitukset (asennuksen ja käytön aikana)
- kaltevuudet ja korkeussuhteet
- kattokaivot ja esteettömät virtausreitit
- liittymät ylösnostoihin, räystäälle ja seinille
- liikuntasaumot
- asennustyön aikainen turvallisuus ja sääsuojaus.

Katerakenteet jaetaan kaltevuutensa mukaisesti kolmeen eri käyttöluokkaan, jotka on nimetty minikaltevuuden mukaan (ks. Taulukko 3). Esimerkiksi VE80 katerakennetta käytetään rakenteessa, jonka minimikaltevuus on 1:80. Kermikate voi olla yksikermikate, jota käytetään silloin, kun katon kaltevuus on riittävän suuri ( $\geq 1:40$ ). Kaksikermikate on varmempi vaihtoehto, jossa kaksi päällekkäistä kermikerrosta muodostavat lujan ja kestävä rakenteen, joka vähentää vuotoriskiä vauriotilanteessa. Käyttöluokituksella helpotetaan rakenteiden suunnittelua sekä tarjousvaiheessa niiden vertailtavuutta. (Toimivat katot 2013, 27-28.)

Taulukko 3. Vedeneristerakenteiden tuoteluokitukset (ks. Toimivat katot 2013.)

| Katerakenne     | VE40 (1:40) | VE80 (1:80) | VE80R (1:80) |
|-----------------|-------------|-------------|--------------|
| TL1             | x           |             |              |
| TL3 + TL2       | x           |             |              |
| TL2 + TL2       | <b>X</b>    | <b>X</b>    |              |
| TL2 + TL1       | x           | x           |              |
| TL2 + TL2 + TL2 | x           | x           | <b>X</b>     |
| TL2 + TL2 + TL1 | x           | x           | x            |

**X** = suositeltava rakenne käyttöluokassaan

Kaltevuusluokkia määritettäessä on huomioitava, että

- koko katon käyttöluokka määräytyy katon peruskaltevuuden mukaan
- jiirien käyttöluokka määräytyy niiden pohjan kaltevuuden mukaan
- jiirialueilla suositellaan käytettävän aina kaksikermirakennetta
- käyttöluokat koskevat niin uudis- kuin korjausrakentamista

#### Vedeneristeen alusrakenne

Vedeneristeen alusrakenteena käytetään lauta-, rakennuslevy-, betoni- sekä lämmöneristyslevyalustoja, joista betonialustaa käytetään ainoastaan käännetyssä rakenteessa. Muut alustavaihtoehdot ovat mahdollisia loivan bitumikermitteen alusrakenteena. Lauta- ja rakennuslevyalustat on tehtävä alta tuulettuvina (tuuletusväli  $\geq 100$  mm) ja niiden täytyy olla kiinteitä sekä tasaisia. (Toimivat katot 2013, 22.) Taulukossa 4 on esitetty raakaponttilaudan sekä rakennuslevyn ohjeellinen vähimmäispaksuus 600, 900 ja 1200 mm:n tukiväleillä alusrakenteena käytettäessä.

Taulukko 4. Puualustojen minimivahvuudet (ks. RT 85-10851, 3-4)

| Tukiväli k/k (mm) | Raakaponttilaudan ohjeellinen paksuus (mm) | Vanerin paksuus (mm) |
|-------------------|--|----------------------|
| 600               | 20   | 12                   |
| 900               | 23   | 18                   |
| 1200              | 23...28                                    | 21                   |

Lumikuorma 2,0 kN/m<sup>2</sup>, pistekuorma 1,0 kN

Lämmöneristelevyalustana mineraalivilla-, solupolystyreeni- tai polyuretaanilevyt ovat soveltuvia tähän tarkoitukseen. Tällöin höyrönsulku on toteutettava riittävän tiiviinä ja se on asennettava mahdollisimman lähelle rakenteen lämmintä sisäpintaa. Alustana toimiessaan lämmöneristeen on kestävä fysikaalisten rasitusten (sisäpuolen lämpötila ja sisäilman suhteellinen kosteus) lisäksi myös mekaanista rasitusta RIL 107-2012 *Taulukko 5.11. Suositus lämmöneristelevyalustojen puristuslujuudelle* mukaisesti. Tapauskohtaisesti suunnittelija määrittää rakennukselle rasitusluokan ja siihen soveltuvat lämmöneristeet.

Rasitusluokat ovat:

- rasitusluokka R2, normaali (esim. tavanomaiset asuin- ja toimistotilat)
- rasitusluokka R3, raskas (esim. tavanomaiset teollisuushallit)
- rasitusluokka R4, erittäin raskas (esim. poikkeuksellisen raskaiden olosuhteiden kuormittamia teollisuustiloja, joissa on korkea lämpötila ja/tai korkea suhteellinen kosteus)

Rasitusluokassa R2 lämmöneristeiden ala- ja välikerrosten tulee ylittää 30 kPa ja pintakerroksen 50 kPa:n puristuslujuuden. (RIL 107–2012 2012.)

### **3.4. Vedenpoisto ja läpiviennit**

Veden poistuminen katolta on tapahduttava esteettömästi. Vesi ei saa jäätyä katon kylmillä osilla, mikä on ongelma varsinkin sulamisvesien kanssa. Ulkopuolisella vedenpoistolla toteutetun katon on oltava kauttaaltaan kylmä tai lämmin, ettei se aiheuta jään ja lumen sulamista sekä jäätymistä. Tätä voidaan estää myös asentamalla valumareiteille tai ulkopuolisiin syöksyputkiin sulatuskaapeleita. Loivilla katoilla vedenpoisto toteutetaan yleensä kattokaivojen ja sisäpuolisten sadevesiviemäreiden avulla. Kattokaivot sijoitetaan valuma-alueen alimpaan kohtaan, jonne suurin suositeltu veden virtausmatka on 15 metriä kattokaltevuuden ollessa 1:40 tai loivempi, mutta kuitenkin vähintään 1:80. (RIL 107–2012 2012, 89-90, 103-104.)

Kattokaivojen minimihalkaisija on 100 mm, ja ne on suojattava tukkeutumiselta sekä jäätymiseltä. Kaivoja valmistetaan hapon kestävästä teräksestä, kuparista ja muovis-

ta. Kaivon ja yleisesti läpivientien ympärillä olevan laipan leveys on 150 mm. Sen avulla kaivo liitetään vedeneristykseen kahden kermin väliin vesitiiviisti. Läpiviennit on sijoitettava 500 mm:n ja kattokaivot vähintään 1000 mm:n päähän toisistaan sekä muista pystyrakenteista. Katolle on asennettava ulosheittäjiä, joiden avulla vesi poistuu katolta kattokaivojen tukkeutuessa. Ne toimivat myös ylikuormitustilanteessa varoittimina, sillä niistä valuva vesi kertoo katolle muodostuneesta vesialtaasta. (Mt. 121-123.)

Sadevesiviemärit pidetään sulana joko kuljettamalla ne lämpimien tilojen kautta tai eristämällä ja lämmittämällä niitä. Kuitenkin katolla, eristyskerroksen sisällä, on vaakavetoja vältettävä kondensoitumisriskin vuoksi. Viemärin halkaisija tulee olla yleensä vähintään 100 mm. Mikäli kuitenkin käytetään pienempiä halkaisijakokoja, on suunnittelun oltava tavanomaista asiantuntevampaa. (RT 85-10851, 15.)

### **3.5. Tuuletus**

Yläpohjarakenteet suunnitellaan siten, että rakenteisiin mahdollisesti pääsevä kosteus voi kuivua (RakMK C2 1998). Tämä toteutetaan joko luonnollisella tai koneellisella ilmanvaihdolla. Rakenteessa on oltava tuuletustila tai – väli eristeen kylmällä puolella. Uritettu levymäinen lämmöneriste tai kevytsora ovat myös mahdollisia. Läpiviennit ja saumakohtat on tiivistettävä siten, että tuulettuva rakenne on mahdollisimman ilmanpitävä. (RIL 107-2012 2012, 102)

Toimivat katot 2013 jakaa loivan katon rakenteet tuulettuvuutensa mukaan hyvin ja heikosti tuulettuviin yläpohjarakenteisiin. Hyvin tuulettuva rakenne on suositeltu, jos vedeneristyksen alla on puurakenteinen alusta tai muuten kosteudelle herkkiä materiaaleja. Heikosti tuulettuvaa rakennetta puolestaan käytetään yleensä laajarunkoissa loivissa katoissa. (Mt., 12.)

#### **Hyvin tuulettuva rakenne**

Hyvin tuulettuvassa rakenteessa katteen ja lämmöneristeiden välissä on hyvin toimiva tuuletustila. Tuuletustilan ohjeellinen korkeus vaihtelee 100mm ja 300mm:n välillä

riippuen katon kaltevuudesta siten, että jyrkemmillä katoilla se voi olla matalampi (ks. Taulukko 5). Tulo- ja poistoilma-aukkojen riittävä määrä sekä oikea sijoittelu takaavat rakenteen tuulettumisen painovoimaisesti. (Toimivat katot 2013, 13.)

**Taulukko 5. Hyvin tuulettuvan katon tuuletuksen ohjeellinen mitoitus (ks. toimivat katot 2013, 12)**

| Kattokaltevuus    | min. tuuletusväli | Ilmanottoaukot<br>promillea/katto-m <sup>2</sup> | poistoaukot<br>promillea/katto-<br>m <sup>2</sup> |
|-------------------|-------------------|--|---|
| 1:40 tai loivempi | 300 mm            | 2,5  | 2,5   |
| 1:40-1:10         | 200 mm            | 2,5  | 2,5   |
| 1:10 tai jyrkempi | 100 mm            | 2,0  | 2,0   |

Hyvin tuulettuvasta rakenteesta kosteus poistuu melko hyvin tuuletuksen ansiosta rakenteen lämmettyä keväällä ja kesällä. Rakenteessa oleva kosteus on usein peräisin talvella kondensoituneesta kosteudesta. Vähäiset vuodot vesikatteessa saattavat jäädä näkymättömiksi, koska rakenne kuivuu ja haihduttaa kosteuden pois melko nopeasti. Ilmavuotoja ei tässäkään rakenteessa sallita, vaikka tuuletus toimisikin rakenteessa hyvin. Näin vältetään liian suurilta paikallisilta kosteuskertymiltä ja sitä seuraavilta vaurioilta. (Mt., 12-13.)

### **Heikosti tuulettuva rakenne**

Rakenne, jossa kantavan rakenteen päälle asennetun lämmöneristeen (esim. uritettu mineraalivilla tai kevytsora) päällä on kermieristys, on yleinen heikosti tuulettuva rakenne. Varsinaista tuuletusväliä ei ole, vaan rakenteen tuuletus on varmistettava muulla keinoilla, esimerkiksi uritetulla lämmöneristeellä sekä alipainetuulettimilla. Alipainetuulettimia tulisi karkeasti olla 1 kpl / 100-150 katto-m<sup>2</sup>. Höyrynsulun ominaisuuksille ja kunnolle on asetettava kovat vaatimukset, sillä rakenne ei välttämättä pysty poistamaan sisäilmasta yläpohjarakenteisiin mahdollisesti kertyvää kosteutta. (Toimivat katot 2013, 13.) Kosteuden poisto villarakenteen urien kautta tehostuu kesällä, kun ilma urissa lämpenee jopa yli 50 asteen (Kouhia & Nieminen 1999, 29).



### 3.6. Palon rajoittaminen

Rakennukset jaetaan kokonsa sekä henkilömäärän mukaan paloluokkiin P1, P2 ja P3. Rakennuksen eri osat voivat kuulua eri paloluokkiin, mikäli osat on erotettu palomuurilla. Kolmikerroksinen toimistorakennus, kuten Laukaan kunnantalo kuuluu paloluokkaan P1. (RakMK E1 2011.)

Rakennus jaetaan palon ja savun leviämisen estämiseksi palo-osastoihin. Ullakko ja yläpohja muodostavat yleensä oman palo-osaston, jonka laajuus esimerkki kohteen tapauksessa (P1) saa olla enintään 1600m<sup>2</sup>. Ullakon ja yläpohjan palo-osasto jaetaan vielä enintään 400m<sup>2</sup> suuruisiin osiin pelastustöiden helpottamiseksi. Vesikatteen tulee yleensä olla luokkaa B<sub>ROOF</sub>. (Mt.)

## 4 LOIVAN KATON KORJAUS

### 4.1. Loivien kattojen tyypillisimpiä ongelmakohtia

Kattorakenteiden suurin ongelmien aiheuttaja on vesi. Vedenpoisto on mahdollisesti riittämätön joko katolla tai rakennuksen ympärillä tai sadevesikaivoja/-viemäreitä on liian vähän ja ne on toteutettu liian pieninä. Ongelmia on saattanut aiheuttaa myös betonirakenteista irtoava kalkki, joka on ajan kuluessa tukkinut viemäreitä. Erityisesti loiville katoille, kuten tämän kohteen rakenne, tyypillisimpiä ongelmia ovat liian pienet kallistukset, höyrynsulun puutteellisuus tai huono kunto, vedeneristyksen laatu sekä lävistyksset. Yleistä on myös tuuletuksen toimimattomuus sekä alusrakenteiden huono kunto. (RIL 107–2012 2012, 185-186.)

Alustan pehmeneminen on heikosti tuulettuvan rakenteen ongelma varsinkin käytetessä mineraalivillaa lämmöneristeenä. Korkea kosteus ja mekaaninen rasitus pehmentävät eristystä ja rakenne alkaa painua. Lisääntyvä lämmöneristyksen paksuus asettaa lämmöneristysmateriaaleille puristuslujuuden suhteen kovempia vaatimuksia. (Kouhia , Nieminen & Pulakka 2010, 32-34.)

Yläpohjarakenteen käyttöikä vaihtelee 25-50 vuoden välillä riippuen ympäristörasituksista, alusrakenteen toimivuudesta sekä katemateriaalin koostumuksesta, jotka vaikuttavat niiden vanhenemisnopeuteen. Kattoliitto on kehittänyt bitumikaton käyttöiän arviointiin laskurin, joka on käytettävissä heidän verkkosivuillaan. Laskuriin syötetään tiedot rakenteesta ja rasituksista, joiden perusteella se arvioi käyttöiän. (Toimivat katot 2013, 8.)

## **4.2. Korjauksen toteutus**

Vesikaton korjaus aloitetaan liian usein vasta, kun vaurioita tai vuotoja on jo havaittavissa, jolloin joudutaan todennäköisesti korjaamaan myös rakenteissa olevia kosteusvaurioita. Katon kunto tulisi kartoittaa vuosittain ja mikäli vauriota ilmenee, on mahdollinen korjaustarve selvitettävä kuntoarviolla ja tarkemmin kuntotutkimuksella. Näiden pohjalta tehdään korjaussuunnitelmat, mitä apuna käyttäen kiinteistön omistaja tekee päätöksen korjaushankkeeseen ryhtymisestä ja sen etenemisestä. Kun suunnitelmat sekä aikataulu ovat valmiina, ja rahoitus kunnossa, valitaan korjausrakan toteuttaja urakkakilpailulla. Jo urakkakilpailuvaiheessa suunnitelmien tulee olla riittävän tarkkoja, jolloin urakkatarjousten vertailu olisi tasapuolisempaa. (RT 85-10738, 1-3.)

Yläpohjan lisälämmöneristäminen joko vanhan eristeen päälle tai kokonaan uusimalla on usein helpoin tapa tehdä rakennukselle energiakorjaus, jos vesikatteen alla on paljon tuuletustilaa. Loivilla hyvin tuulettuvilla katoilla lisälämmöneristämistä kannattaa harkita varsinkin siinä tapauksessa, jos katteen alusrakenne joudutaan vaihtamaan tai vanhat eristeet ovat huonokuntoiset. Tällöin katealustan korkoa joudutaan nostamaan lämmöneristys- ja tuuletustilan lisäämiseksi, mikäli tilaa ei valmiiksi ole riittävästi. Heikosti tuulettuvilla rakenteilla eristeen lisääminen onnistuu joko vaihtamalla eristeet kokonaan tai lisäämällä eristettä vanhan eristeen päälle. Lämmöneristeiden lisäämisen tai vaihdon yhteydessä kannattaa tarkistaa myös rakenteen kosteustekninen toiminta ja tehdä samalla tarvittavat korjaukset toimivuuden parantamiseksi esimerkiksi kallistuksien lisääminen sekä höyrynsulun kunnon tarkis-

tus ja korjaus. Mikäli katto on muuten teknisesti toimiva, on katolle mahdollista tehdä kevyempiä korjauksia. Usein ensimmäinen korjaustoimenpide kermikatteilla on katteen paikkaus tai uusiminen. Niiden yhteydessä voidaan tehdä parannuksia vedenpoistoon, kallistuksiin ja tuuletukseen, mikäli alusrakenteet ovat vielä suhteellisen hyvässä kunnossa. (Kouhia , Nieminen & Pulakka 2010, 36-38.)

Katon muodon muuttaminen on joskus paras ratkaisu kattorakenteen kokonaisvaltaisen toiminnan varmistamisen kannalta, mikäli se ei muuten onnistu. Vanha rakenne poistetaan tai sen päälle rakennetaan uuden vesikatteen alusrakenteet. Tällöin lisälämmöneristäminen on helppoa, mutta riittävästä tuulensuojasta on huolehdittava varsinkin reuna-alueilla. Tuuletusta mietittäessä saattaa uuden rakenteen vaatimat palokatkot aiheuttaa ongelmia. (Mt., 38.)

## **5 RAKENNEVAIHTOEHDOT**

### **5.1. Yleistä rakennevaihtoehtoista**

Työssä pohdittiin teoria- sekä lähtötietojen perusteella Laukaan kunnantalon vesikaton mahdollisia rakennevaihtoehtoja sekä selvitettiin niiden hyviä ja huonoja puolia/haasteita. Vaihtoehtoissa pyrittiin parantamaan katon vedenpoiston toimivuutta ja rakenteen tuuletusta sekä lisäämään energiatehokkuutta. Esitetyistä vaihtoehtoista suositellaan Laukaan kunnalle kohteeseen sopivinta rakennevaihtoehtoa, jonka pohjalta tulevat korjaussuunnitelmat voidaan tehdä. Vaihtoehtoja mietittäessä rajattiin pois niin sanotut kevyet korjausvaihtoehdot, kuten pelkkä vedeneristeen vaihto, koska aiemmin tehdyillä kevyillä korjauksilla ei ole saatu aikaan toimivaa vesikattorakennetta ja nykyinen kattorakenne alkaa olla elinkaarensa lopussa.

Kaikissa rakennevaihtoehtoissa oletettiin, että vanha rakenne puretaan kantavaan betonilaattaan asti. Lisäksi korjauksen yhteydessä voidaan konehuoneiden seinissä olevat vanerit ja puurimat uusia. Vaihtoehtoja miettiessä oli otettava huomioon IV-konehuoneiden / valokuilujen ikkunat, joiden alapinta on tällä hetkellä noin 300

mm:n etäisyydellä katon valmiista pinnasta. Tämä asettaa rajoituksia rakenteen paksuuteen, mikäli ikkunoiden kokoa ei haluta muuttaa nykyisestä matalammaksi. Energiatohokkuutta voitaisiin parantaa vaihtamalla alkuperäiset ikkunat nykyaikaisiin U-arvoltaan vähintään  $1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$  ikkunoihin. Tämä on järkevää, mikäli puusäleiköt päätetään vaihtaa korjauksen yhteydessä, koska ikkunat ovat säleikköjen takana.

Rakenteen paksuutta kasvattaa lämmöneristeen lisääminen. Lämmöneristekerroksen paksuutta joudutaan kasvattamaan 200 mm:stä 300 - 400 mm:iin rakenteesta riippuen, jotta alkuperäisen rakenteen U-arvo  $0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$  vähintään puolittuisi arvoon  $0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$  Ympäristöministeriön asetuksen (A 27.2.2013/4) mukaisesti. Eristekerroksen paksuuteen vaikuttaa oleellisesti käytettävä eristemateriaali.

## 5.2. Tuulettuva loiva katto ilman lisäeristystä

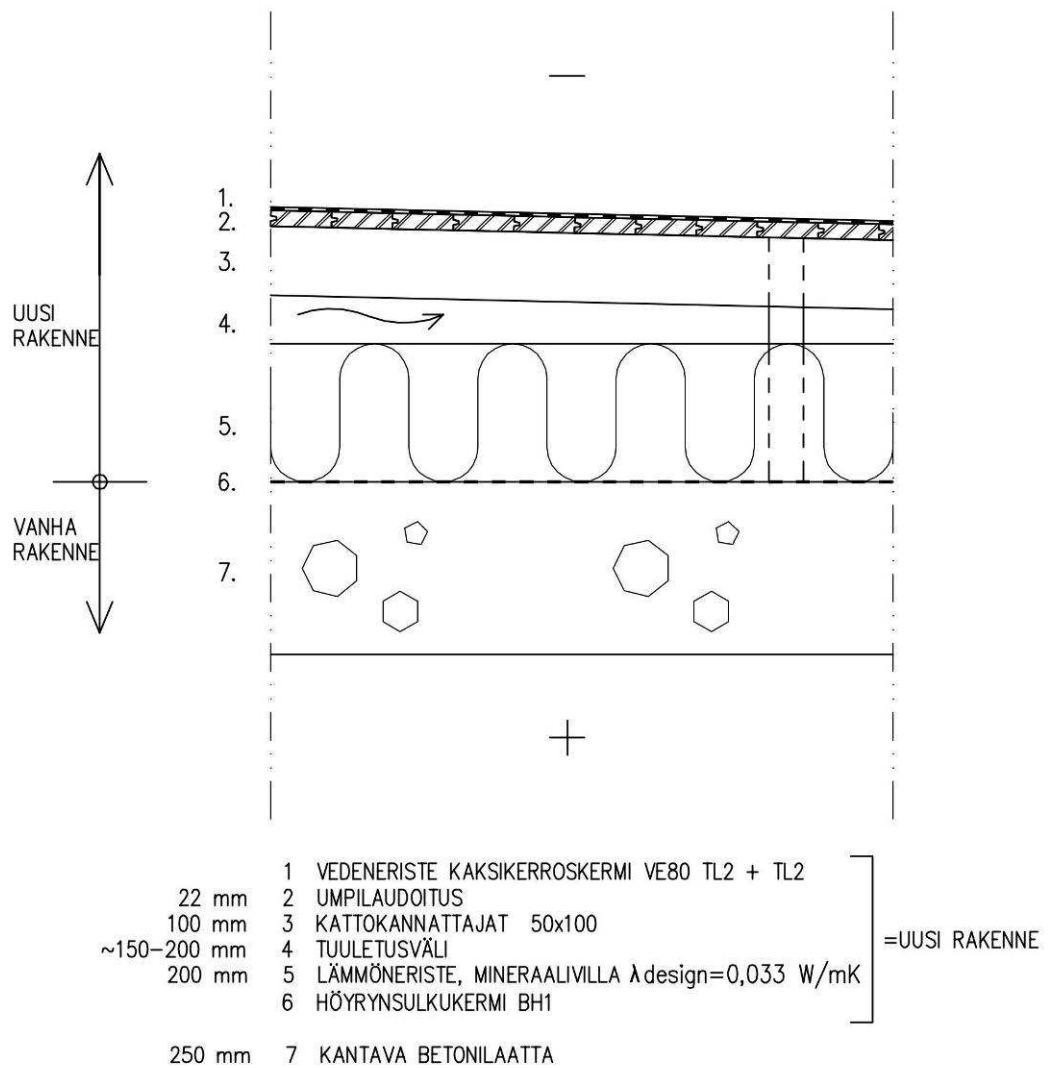
Ensimmäinen rakennevaihtoehto on puurakenteinen, tuulettuva loiva katto (ks. Kuutio 7). Yläpohjarakenne pysyy samankaltaisena kuin ennen korjausta, mutta materiaalit vaihdetaan nykyaikaisiin. Erityishuomiota kiinnitetään tuuletuksen varmistamiseen, muun muassa IV-konehuoneiden seinillä tuuletusaukkojen kunto tarkistetaan ja tarvittaessa parannetaan. Vedenpoisto on edelleen sisäpuolinen, mutta kallistuksia parannetaan mahdollisuuksien mukaan ja mahdollisesti lisätään kattokaivoja. Pellitykset ja läpivientien tiivistykset uusitaan alkuperäisen mukaisiksi. Räystäälle tehdään korotus ( $>100 \text{ mm}$ ) nyky määräysten mukaisesti.

Edut:

- Ei isoa vaikutusta julkisivun ulkonäköön (n. 100 mm korotus räystäääseen)
- Kattokaivojen sijainnit eivät muutu
- Mahdollisuus varmistaa katon kaadot
- Energiatohokkuus paranee uuden eristemateriaalin johdosta (U-arvo  $0,24 \text{ W/m}^2\text{K} \rightarrow 0,19 \text{ W/m}^2\text{K}$ )

## Haitat/haasteet:

- Energiatohokkuus ei parane kovinkaan paljon verrattuna muihin korjausvaihtoehtoihin (ei täytä määräyksien vaatimusta)
- Katolla haastavia kohtia, joiden kallistuksiin kiinnitettävä huomiota
- Sisäpuolisten kattokaivojen lisääminen hankalaa
- Tuulettuvuuden varmistaminen
- Vanhan rakenteen kaltainen tuuletusväli ei ole riittävän korkea



Kuvio 7. Alkuperäisen kaltainen tuulettuva loiva katto

### 5.3. Tuulettuva loiva katto lisäeristyksellä

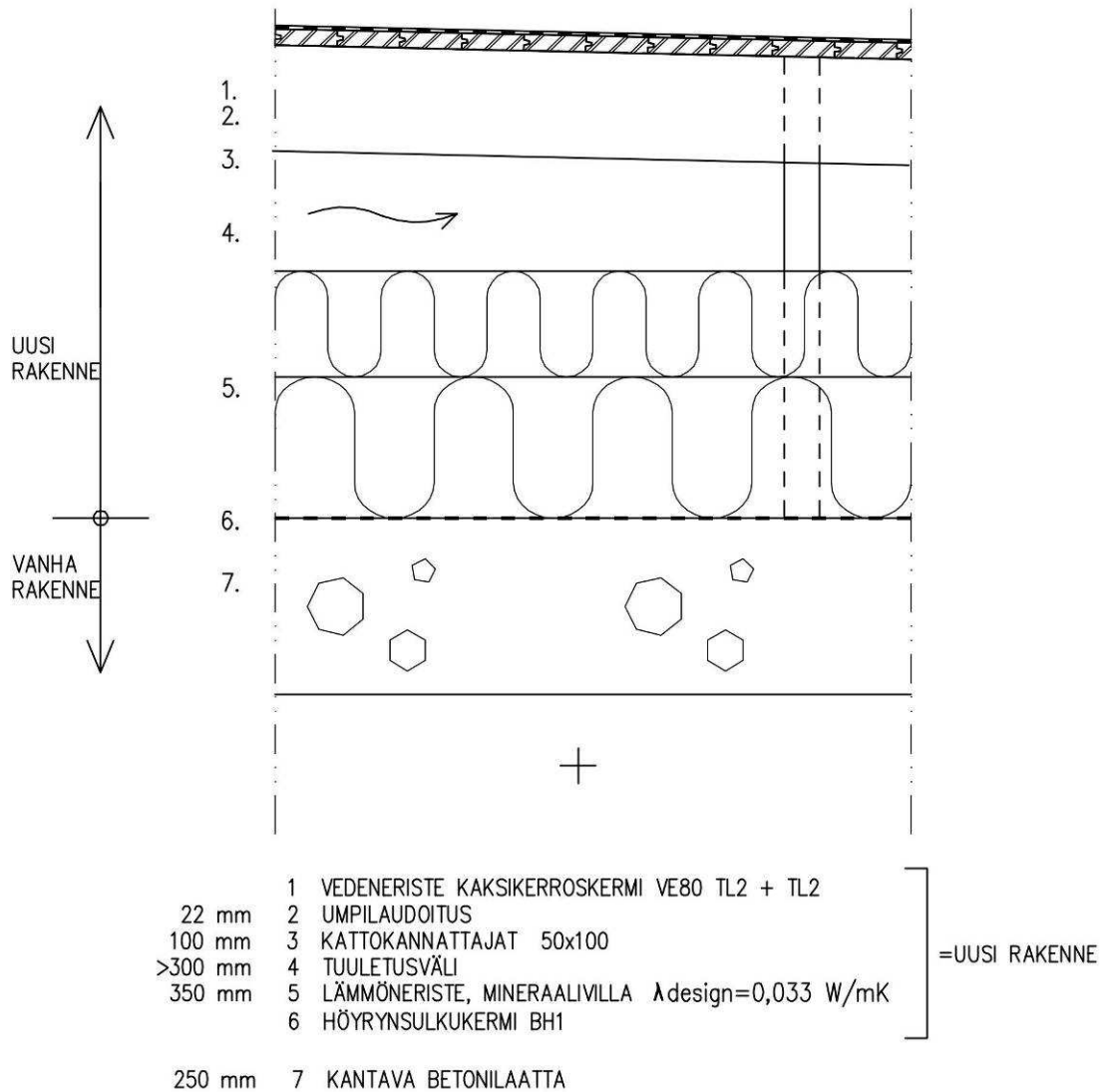
Tämä rakennevaihtoehto (ks. kuvio 8) on muuten sama kuin alkuperäinen rakenne, mutta siihen on lisätty lämmöneristettä ja sitä myöten myös rakenteen paksuus kasvaa. Se vaikuttaa ikkunoiden korkeuteen konehuoneiden/valoaukkojen kohdalla eli niitä täytyisi madaltaa. Toinen merkittävä muutos näkyy räystäällä, joka nousee nykyiseen rakenteeseen verrattuna huomattavasti enemmän kuin edellisessä vaihtoehdossa. Mahdollisesti lisätään kattokaivoja vedenpoiston parantamiseksi.

Edut:

- Energiatehokkuus paranee huomattavasti (U-arvo  $0,24 \text{ W/m}^2\text{K} \rightarrow 0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$ )
- Tuuletustilaa saadaan korotettua, joten tuuletus paranee
- Kattokaivojen sijainnit eivät muutu
- Kallistuksia voidaan parantaa

Haitat/haasteet:

- Räystäslinja nousee (n. 200-300 mm), koska rakenteen paksuus kasvaa
- valoaukkojen ikkunat joudutaan vaihtamaan matalampiin
- Sisäpuolisten kattokaivojen lisääminen hankalaa



Kuvio 8. Tuulettuva loiva katto

## 5.4. Umpikatto

Kolmas rakennevaihtoehto on ns. umpikatto (ks. Kuvio 9), jossa ei ole varsinaista tuuletilaa vaan tuuletus toimii lämmöneristeessä olevien tuuletusurien kautta. Tuuletus varmistetaan räystäältä ja konehuoneiden seinien kohdalta sekä harjakohtiin asennettavilla alipainetuulettimilla. Vanhan rakenteen poiston jälkeen kantavan be-

tonilaatan päälle tehdään kallistuskerros 1:80 kallistuksille, jolla saadaan parannettua vedenpoiston toimivuutta. Tämän kaltaisella rakenteella on tärkeää, että höyrynsulkukerros on riittävän tiivis, jolloin rakennuksen sisältä tuleva kosteusrasitus jää mahdollisimman pieneksi. Noin 400 mm eristepaksuudella saadaan merkittävä muutos energiatalouteen (U-arvo  $0,24 \text{ W/m}^2\text{K} \rightarrow 0,09 \text{ W/m}^2\text{K}$ ) ilman isoa muutosta julkisivuun.

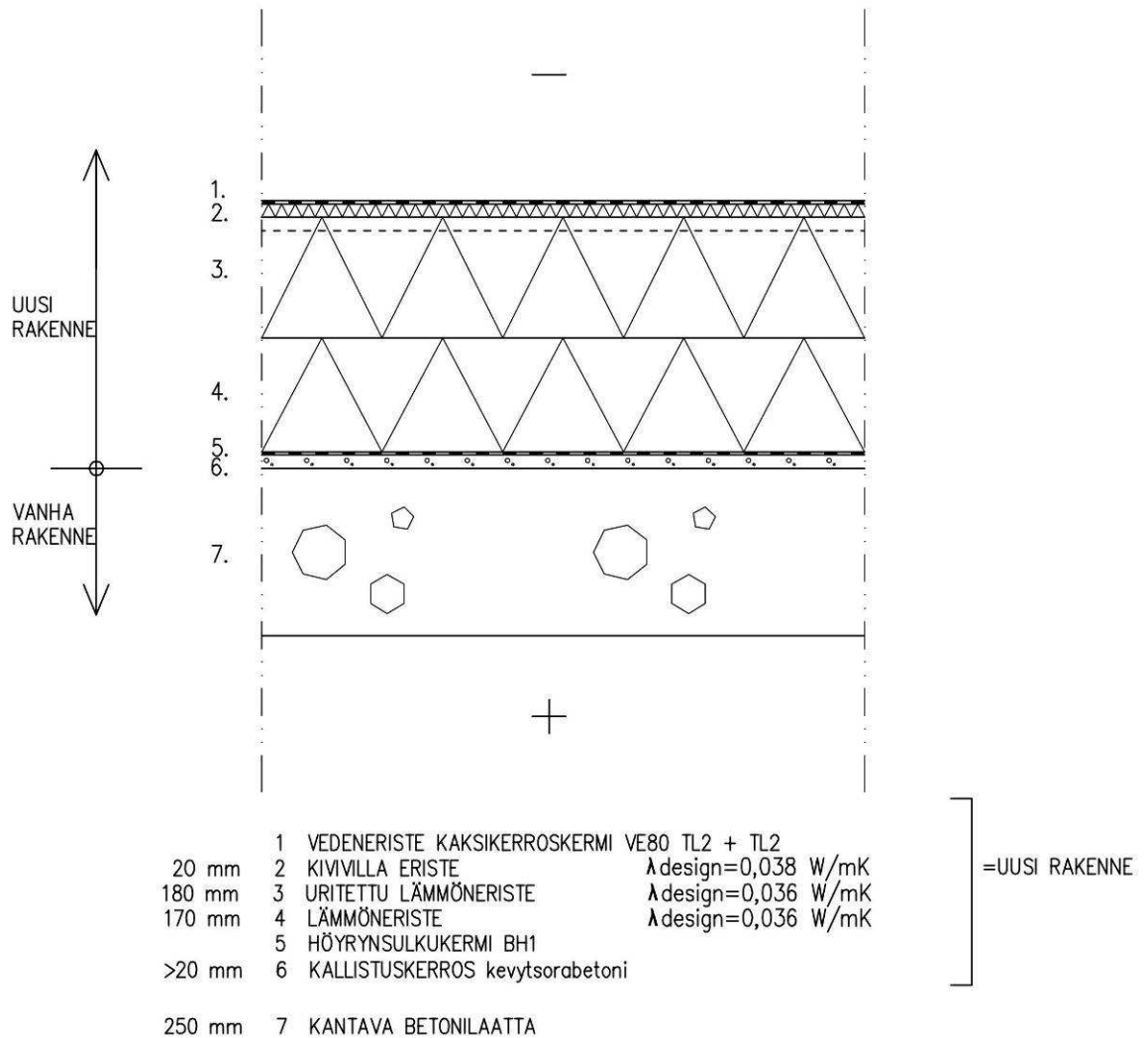
Edut:

- saadaan lisättyä eristepaksuutta ilman suurta muutosta julkisivuun
- Ikkunoiden kokoa ei tarvitse muuttaa
- parantaa energiataloutta huomattavasti
- kallistuksia pystytään parantamaan

Haasteet:

- tuuletuksen varmistaminen
- lämmöneristeen on kestävä mekaanista rasitusta vesikatteen alla
- Mahdollinen tekniikan (IV, sähkö) vienti yläpohjassa





**Kuvio 9. Umpikatto**

## 5.5. Aumakatto

Neljäs rakennevaihtoehto aiheuttaa katon toimintaan selkeän muutoksen, kun vanha tasakatto muutetaan ulkopuolisella vedenpoistolla toimivaksi aumakatoksi (ks. Kuvio 10). Räystäälle asennetaan vesikourut ja seinän vierustaa pitkin syöksyputket. Ulkopuolisesta vedenpoistosta johtuen on myös rakennuksen seinustalle maantasolla tehtävä muutos, jossa lisätään sadevesiviemärit. Julkisivun kannalta ulkonäkö muuttuu oleellisesti, koska kattolapheet tulevat näkyviin räystäslinjan yläpuolelle. Auma-

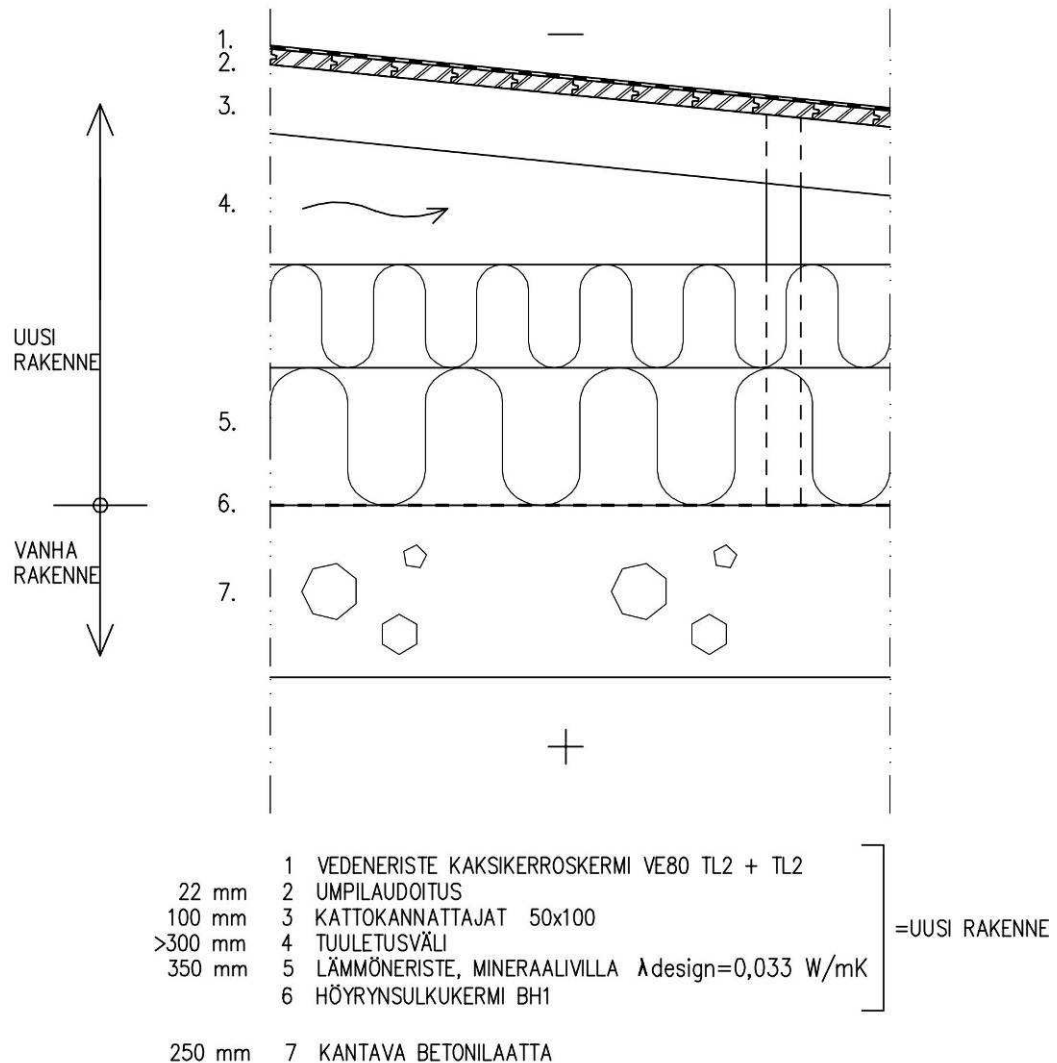
katon toteutus vaatii myös julkisivuelementeissä olevien ulokkeiden työstämistä luotettavan lopputuloksen varmistamiseksi.

Edut:

- lisälämmöneristys onnistuu
- kallistukset voidaan toteuttaa 1:20
- vedenpoisto hallitusti rakennuksen ulkopuolelle
- tuuletus paranee

Haitat:

- rakennuksen ulkopuolelle joudutaan kaivamaan sadevesiviemärit (lisää kustannuksia)
- iso muutos julkisivuun
- valoaukkojen ikkunat vaihdettava matalampiin
- elementtejä joudutaan työstämään



Kuvio 10. Aumakatto

## 5.6. Rakennevaihtoehtojen analysointia

Alkuperäisen kaltainen puurakenteinen tuulettuva loiva kattorakenne ei toisi toivottuja muutoksia kattorakenteeseen energiatehokkuuden kannalta eikä se täyttäisi vaatimuksia tuuletustilan suhteen. Vanhan kaltainen rakenne olisi edellä mainittuja seikkoja lukuun ottamatta toteutuskelpoinen, sillä rakennuksen ulkonäköön ei tulisi muutosta. Korjauksen yhteydessä kaatoja voitaisiin lisätä aiemmin liian loiviin katon osiin ja näin parannettaisiin vedenpoiston toimivuutta.

Lisäämällä rakenteen eristepaksuutta ja tuuletustilaa saataisiin määräykset täyttävä puurakenteinen loiva kattorakenne. U-arvon puolittamiseen vaaditaan vanhaan rakenteeseen verrattuna 150 mm enemmän lämmöneristettä. Lämmöneristeen lisäyksellä sekä tuuletustilan kasvattamisella olisi selvä vaikutus rakenteen paksuuteen. Räystäslinja nousisi noin 200-300 mm ja konehuoneiden/valoaukkojen ikkunat jouduttaisiin vaihtamaan matalampiin, mikä aiheuttaisi lisäkustannuksia, mutta toisaalta energiatehokkaammat ikkunat toisivat säästöjä energiankulutukseen. Kuten edellisessä vaihtoehdossa tämänkin korjauksen yhteydessä kaatoihin täytyisi kiinnittää erityistä huomiota.

Umpikattorakenne olisi hyvä vaihtoehto, mikäli julkisivuun ja liittyviin rakenteisiin ei haluta muutosta. Rakenne mahdollistaisi eristepaksuuden kasvattamisen ilman rakenteen merkittävää kasvattamista, millä saadaan aikaan energiatehokkuuden parantuminen sekä säästöjä energiakustannuksiin. Jos yläpohjan uusimisen lisäksi vaihdettaisiin myös ikkunat, olisi energiansäästö todennäköisesti jo todella merkittävä. Uusittaessa koko yläpohjarakenne voidaan varmistaa oikeanlaiset kaadot. Lämmöneristeen on kestävä hyvin rasitusta, sillä katolta joudutaan normaalina talvena usein pudottamaan lunta. Tällöin katolla saattaa työskennellä useita ihmisiä samanaikaisesti. Sekään ei tulisi olemaan ongelma, sillä nykyaikaiset eristemateriaalit on suunniteltu kestämaan myös huoltotöiden aiheuttamia rasituksia.

Aumakattovaihtoehto olisi vedenpoiston kannalta paras vaihtoehto, sillä sadevedet poistuisivat katon ulkopuolelle kattolappeita pitkin. Myös tuuletustila kasvaisi, mikä parantaisi oleellisesti tuuletusta. Tämä vaihtoehto muuttaa kuitenkin paljon rakennuksen ulkonäköä eikä sille todennäköisesti saataisi rakennusvalvonnasta hyväksyntää. Kunnan virastotalo on tärkeä osa kunnan näkyvyyttä ja usein, kuten tässäkin tapauksessa, keskeisellä paikalla eikä sen ulkonäköä haluta tai voida muuttaa. Toteutuksessa jouduttaisiin myös tekemään paljon ylimääräisiä muutoksia muun muassa julkisivun betoniosiin sekä ikkunoihin, joten kustannuksetkin nousisivat melko suuriksi.

Esitetyistä vaihtoehtoista tarkastelujen perusteella valittiin umpikattorakenne, koska siinä toteutui suurin osa tavoitteista ja rakennuksen ulkonäköön ei tulisi merkittäviä muutoksia. Kun kyseinen rakenne suunnitellaan ja toteutetaan huolellisesti, saadaan siitä toimiva kokonaisuus, joka kestää myös pitkään.

## **6 KORJAUSSUUNNITELMA**

### **6.1. Uusi kattorakenne**

Uudeksi kattorakenteeksi valittiin umpikattorakenne (LIITE 1). Vanha rakenne puretaan kantavaan betonilaattaan saakka, jonka päälle valetaan uuden rakenteen kallistukset kevytsorabetonilla kattokuvan mukaan (LIITE 2) kallistuksien ollessa 1:80 tai enemmän (myös jireissä). Kallistusvalu tasataan tasauslaastin avulla, jonka pinta hierretään puulla. Tämän päälle rakennetaan varsinainen vesikattorakenne, joka on alhaalta ylöspäin höyrynsulkukermi, lämmöneriste ja vedeneristyskermi.

### **6.2. Uuden rakenteen materiaalit ja toteutus**

Massiivibetonisen heikosti tuulettuvan yläpohjarakenteeseen suositeltavat höyrynsulkutyypit kosteusluokassa 2 ovat BH1, BHA2 sekä BH3. Kaikki edellä mainitut ovat kumibitumikermejä (BHA2 alumiinilaminoitu), sillä heikosti tuulettuva rakenne vaatii tiiviin höyrynsulun. Bitumikermien hyvä kestävyys rakennusaikaisia rasituksia vastaan sekä sen varmuus saumauksissa ja liitoksia tehdessä ovat tärkeitä. Höyrynsulkukermi asennetaan kallistuskerroksen päälle liimaamalla siten, että se muodostaa tiiviin kalvon koko katon alueella. Höyrynsulun on liityttävä tiiviisti kaikkiin rakenteisiin ja läpivienteihin. Kermit limitetään toisiinsa nähden sivusaumoissa 100 mm ja päätysaumoissa 150 mm. On myös varmistettava, että mahdolliset asennusaikaiset vauriot korjataan, sillä pienikin rako höyrynsulussa voi päästää suuria määriä kosteutta sisältä kattorakenteisiin.

Lämmöneristeeksi valitaan umpikatolle sopiva mekaanista rasitusta kestävä rasitusluokan R2 eristemateriaali. Lisäksi on valittava tuuletuksen muodostamiseksi uritettu eristekerros lähelle rakenteen yläreunaa. Vierekkäisten levyjen urat kohdistetaan tai käytetään päätyuritettuja levyjä ja harjalle muodostetaan kokoojaurat, minkä kohdalle asennetaan alipainetuulettimet. Lämmöneristekerros toteutetaan kolmikerroksisena rakenteena, joiden lämmönjohtavuuden  $\lambda$  design arvo on 0,036 – 0,038 W/mK. Kerrosten paksuudet ylhäältä alaspäin ovat 20 mm, 180 mm ja 170 mm. Tällaisella rakenteella päästään U-arvoon 0,09 W/m<sup>2</sup>K. Kolmikerrosrakenne muovautuu hyvin rakenteen mukaisesti ja levyjen saumat pysyvät tiiviinä. Saumojen tiiviyyttä parantaa myös pontattujen lämmöneristelevyjen käyttö. Lämmöneristelevyt kiinnitetään mekaanisesti kantavaan rakenteeseen.

Vedeneristerakenne toteutetaan VE80 vaatimuksien mukaan kaksikerroskermirakenteena (TL2 + TL2). Aluskermi kiinnitetään mekaanisesti alusrakenteeseen ja pintakermi hitsataan aluskermin päälle. Kermit limitetään toisiinsa nähden sivusaumoissa 100 mm ja päätysaumoissa 150 mm ja ne asennetaan samansuuntaisesti. Ylösnostojen korkeus on oltava valmiista kattopinnasta vähintään 300 mm. Kermi tulee kiinnittää yläreunastaan mekaanisesti pystypintaan ja liitos on suojattava pellityksellä. Räystäällä aluskermi nostetaan holkkariman yläreunaan ja pintakermi käännetään räystäään yli tulvakermiksi. Räystäsrakenteen päälle asennetaan suojapelti.

### **6.3. Vesikaton toiminnan varmistaminen**

Tuuletus järjestetään luonnollisen ilmanvaihdon avulla räystäiltä ja seinien vierustoilta (LIITE 3). Lisäksi katon harjakohtiin asennetaan alipainetuulettimet tehostamaan tuuletusta. Uusi räystäsrakenne (LIITE 4) nostetaan 100 mm valmiin kattopinnan yläpuolelle ja pintakermi viedään räystäään yli tulvakermiksi. Räystäsrakenne ja sen päälle tuleva suojapelti kallistetaan 1:6 katolle päin, jolloin siihen tuleva vesi ohjautuu katolle ja siellä edelleen kattokaivoille. Räystäälle asennetaan myrskypelti estämään ylöspäin nouseva vesi ja lumi sekä hyönteisverkko estämään pieneläinten pääsy eris-

tetilaan. Seinien vierustoille tehdään selkeämpi tuuletusrako (LIITE 5) varmistamaan tuuletus myös sitä kautta.

Vanhat kattokaivot vaihdetaan uusiin ruostumattomiin halkaisijaltaan 100 mm kattokaivoihin. Kaivot suojataan roskasihdillä tukkeutumisen estämiseksi. Olevien sadevesiviemäreiden kunto tarkastetaan korjauksen yhteydessä ja huonokuntoiset vaihdetaan uusiin. Saunaosaston takana kallistus muutetaan kohti terassialueen lähellä olevaa syvennystä, jossa on kattokaivo. Kallistuksia suunniteltaessa on kiinnitetty erityishuomiota aiemmin hankaliksi todettuihin paikkoihin, jotka on merkitty kattokuvaan. Kattokaivot sijoitetaan vanhoille paikoilleen ja asennusalustana käytetään syvennykseen ankkuroitua vanerilevyä. Kaivon laippa sijoitetaan kermien väliin ja kaivon ympärille asennetaan ylimääräinen noin 900 x 900 mm kokoinen lisäpala. Kaivoon asennetaan sulatuskaapeli estämään sen jäätyminen. Jokaiselle kattoalueelle tehdään lisäksi ulosheittäjä ilmaisemaan mahdollista kattokaivojen tukkeutumista.

Kaikki läpiviennit tiivistetään alareunastaan tiivistyspalalla sekä yläpäästään läpivientitiivisteillä. Tiivisteiden laipat asennetaan kahden kermikerroksen väliin ja laipan yläpuolelle asennetaan ylimääräinen noin 900 x 900 mm kokoinen lisäpala. Ali-painetuulettimien kohdalle tehdään sekä villaan että aluskermiin tuuletusputken kokoinen aukko kokoojakanavan kohdalle tuulettuvaan tilaan asti.

## **7 YHTEENVETO JA POHDINTA**

Tämän työn tavoitteena oli tehdä alustava suunnitelma rakenteesta elinkaarensa lopussa olevalle Laukaan kunnantalon vesikatolle. Suunnittelua voidaan verrata lähes uudiskohteen katon suunnitteluun, sillä vanhat kattorakenteet aiotaan purkaa kantavaan betoniyläpohjalaattaan saakka. Näin ollen vesikattorakenteet voidaan rakentaa, kuten uudisrakennuksessa, lähes täysin ilman epävarmuutta liittymisestä vanhaan rakenteeseen. Korjausrakentamisessa käytetään uudisrakentamisen määräyksiä hie-

man soveltaen, mutta tavoitteena on kuitenkin päästä mahdollisimman lähelle nyky määräyksiä.

Rakentamista ohjaavat Ympäristöministeriön laatimat lait ja määräykset, mutta varsinkin korjausrakentamisessa kohdekohtaisesti niitä joudutaan usein hieman soveltamaan. Laukaan kunnantalo on rakennettu 1970-luvun lopulla, jolloin rakennusosien U-arvojen suhteen määräykset ovat olleet huomattavasti löysemmät verrattuna nykypäivänä uudisrakennuksille vaadittaviin lähes nollaenergialuokan U-arvoihin. Vuonna 1978 yläpohjan vaadittu U-arvo oli  $0,23 \text{ W/m}^2\text{K}$ , kun se nykymääräyksiin mukaan tulisi olla  $0,09 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Korjattaessa vanhaa rakennusta on aina tapauskohtaisesti pohdittava energiakorjauksen järkevyyttä, sillä ainoastaan U-arvoa parantaakseen ei yleensä kannata suorittaa tämän kohteen kaltaisia isompia korjauksia. Koska Laukaan kunnantalon kattorakenteet ovat elinkaarensa lopussa, on tässä vaiheessa perusteltua miettiä tosissaan korjauksen yhteydessä tehtävää yläpohjan lämmönläpäisykertoimen alentamista lämmöneristettä lisäämällä. Korjauksen yhteydessä myös yläpohjan ilmanpitävyys paranee uuden höyryn-/ilmansulun ansiosta, mikä vähentää ilmapuodoista johtuvaa lämpöhäviötä. Suuri energiansäästöpotentiaali olisi myös ikkunoissa, jotka vaihtamalla energiatehokkaisiin U-arvoltaan  $0,8 - 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$  ikkunoihin, saataisiin aikaan kokonaisvaltaisempi energiatalouden parannus.

Työssä pohdittiin lähtötietojen perusteella kohteeseen mahdollisia rakenneratkaisuja sekä niiden hyviä ja huonoja puolia. Laukaan kunnantalon monimuotoisuus ja liittyvät rakenteet, kuten valoaukkojen ikkunat asettivat rajoituksia rakenteen korkoon. Parhaiten rakenteelle asetetut tavoitteet täyttää umpikattorakenne, joten sen valinta uudeksi kattorakenteeksi oli selkeä. Rakenteella saadaan aikaan U-arvon selkeä parantuminen, jopa alle puoleen alkuperäisestä U-arvosta Ympäristöministeriön asetuksen rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä (A 27.2.2013/4. 2013) vaatimuksen mukaisesti. Rakenne ei myöskään aiheuta suuria muutoksia liittyviin rakenteisiin eikä rakennuksen ulkonäköön, sillä uuden rakenteen paksuus olisi suunnilleen sama kuin vanhan rakenteen paksuus.



Työn tuloksena saatiin kohteeseen sopiva, toimiva kattorakenne, joka lisää myös rakennuksen elinkaaren pituutta. Toteutusvaiheessa esimerkiksi räystään rakenne saattaa nousta suunnitelmia ylemmäksi, sillä eristetilan todellista korkeutta ei voitu luotettavasti mitata koko katon alueelta. Luotettavampia mittatuloksia saadakseen olisi kattorakenteita jouduttu rikkomaan. Siihen ei ollut tätä työtä varten varattu resursseja, joten lähtötiedot kerättiin olemassa olevista vanhoista rakenne ja arkkitehtuurivista. Katolla on myös muun muassa konehuoneiden ovet sekä liittyvissä julkisivurakenteissa tiili ja betonipintoja, joihin kattorakenteen liittyminen täytyy suunnitella erikseen.

Vaikka itse korjaus ei vielä työn valmistumishetkellä toteudu, on alustava selvitys tulevan korjauksen rakenteesta tehty, mikä helpottaa tilaajaa budjetoimaan rahat korjaukseen tulevaisuudessa. Myös korjauksen laajuutta voidaan vielä miettiä esimerkiksi ikkunoiden osalta, sillä ne olisi järkevää vaihtaa ainakin valoaukkojen osalta, koska ikkunoiden edessä oleva säleikkö uusitaan valitun korjauksen yhteydessä. Suunnitelmien kannalta pohjatyö on tehty, joten varsinaisia toteutussuunnitelmia aloitettaessa on jo perusasiat ratkaistuna. Tämän jälkeen voidaan miettiä sitä, onko tarvetta muuttaa tekniikkaa konehuoneissa tai onko kattokorjauksen yhteydessä aiheellista tehdä muita korjauksia, jotka olisivat tulossa eteen lähivuosina.

## Lähteet

A 27.2.2013/4. Ympäristöministeriön asetus. Ympäristöministeriö. Viitattu 20.3.2014.  
[www.ym.fi](http://www.ym.fi).

Kouhia I. & Nieminen J. 1999. Hyvin eristetyn loivan katon toimivuus ja vaatimukset. VTT Tutkimus. Espoo. Viitattu 13.3.2014.  
<http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/1999/T1979.pdf>.

Kouhia I., Nieminen J. & Pulakka S. 2010. Rakennuksen ulkovaipan energiakorjaukset. VTT tutkimusraportti. Espoo. Viitattu 13.3.2014.  
<http://www.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2010/VTT-R-04017-10.pdf>.

Meistä lyhyesti. n.d. Artikkelit WSP Finlandin sivustolla. Viitattu 15.4.2014.  
<http://www.wspgroup.com/fi/WSP-Finland/WSP-yrityksena/Media/Meista-lyhyesti/>.

RIL 107-2012. 2012. Rakennusten veden- ja kosteudeneristysohjeet. Helsinki: Suomen rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.

RT 85-10738. 2000. Vesikaton korjaus, Korjausrakentaminen. RT-kortti. Rakennusteollisuus.

RT 85-10851. 2005. Loivat bitumikermikatot. RT-kortti. Rakennusteollisuus.

RakMK C2. 1998. Suomen rakentamismääräyskokoelma C2 Kosteus, määräykset ja ohjeet. Helsinki. Ympäristöministeriö.

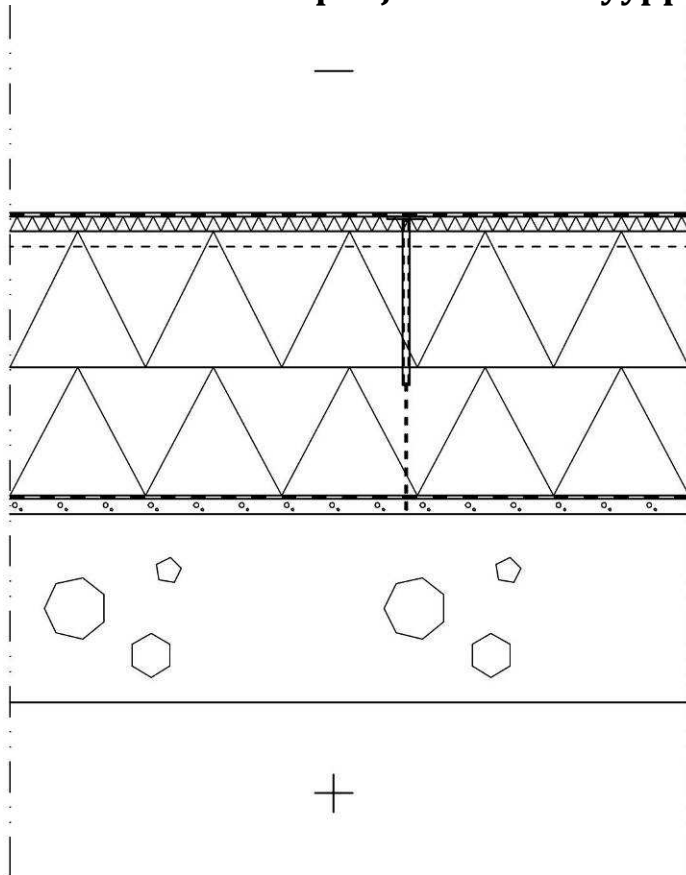
RakMK C3. 2010. Suomen rakentamismääräyskokoelma C3 Rakennuksen lämmöneristys, määräykset. Helsinki. Ympäristöministeriö.

RakMK E1. 2011. Suomen rakentamismääräyskokoelma E1 Rakennusten paloturvallisuus, määräykset ja ohjeet. Helsinki. Ympäristöministeriö.

Toimivat katot 2013. 2013. Helsinki: Kattoliitto ry.

## LIITTEET

### Liite 1. Yläpohjan rakennetyyppi



#### Kiinnikemäärät:

keskialue 2 kpl/m<sup>2</sup>  
 reuna-alue 4 kpl/m<sup>2</sup>  
 nurkka-alue 6 kpl/m<sup>2</sup>

Reuna-alue: 5 m alueen reunalta  
 Nurkka-alue: 5x5 m alueen kaikissa nurkissa

Kiinnikkeen ulosvetolujuus/kiinnike 1900 N  
 Katteen läpiveto-alue/kiinnike 1100 N

Kiinniketoimittaja tarkistaa kiinnikkeen lujuusarvot

Vedeneristys, käyttöluokka VE80

Katteen rakenne TL2+TL2

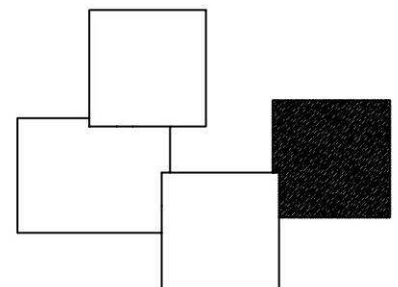
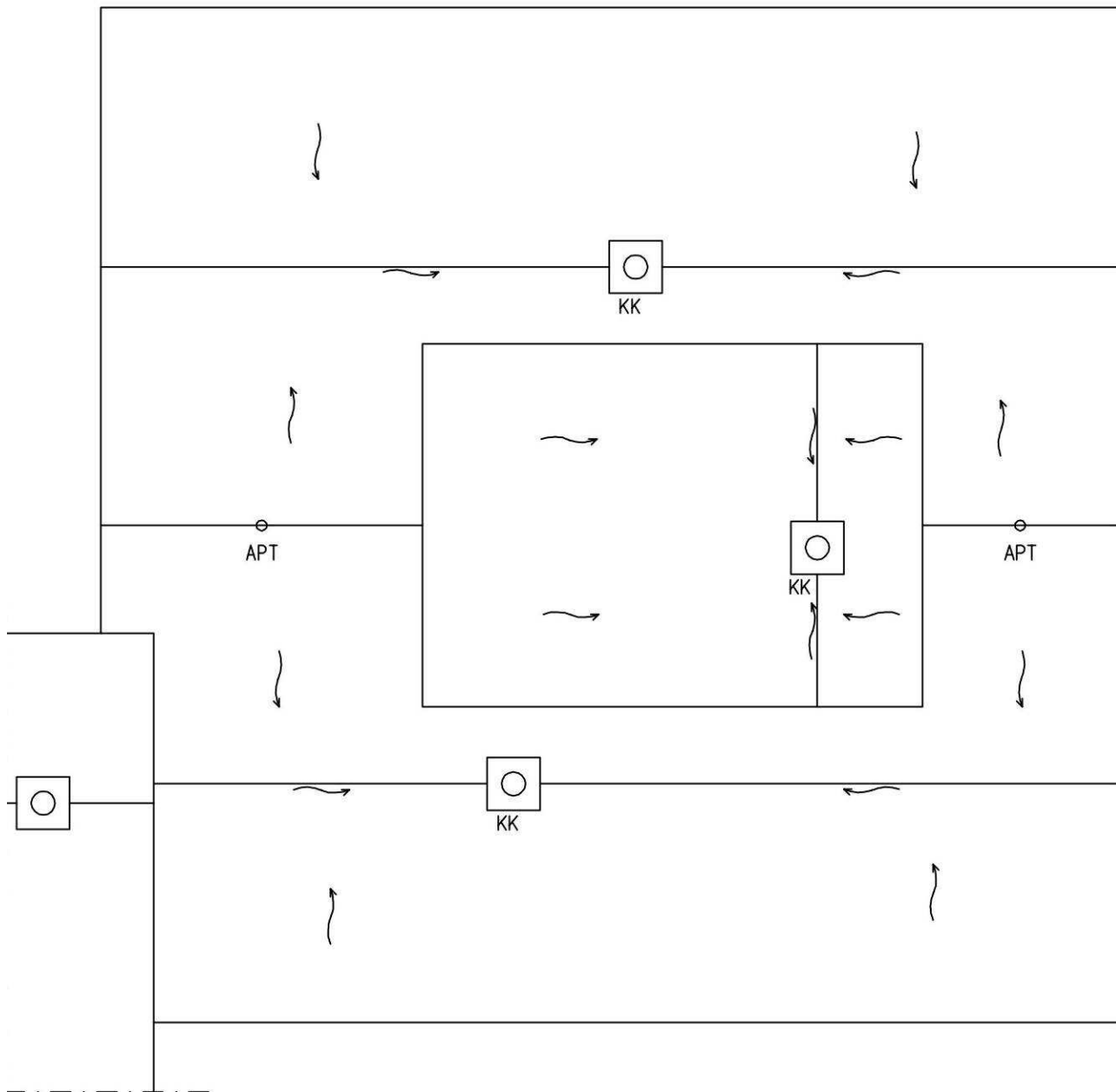
(esim. pintakermi K-PS 170/5000 hitsattava ja aluskermi K-MS 170/3000 tai vastaavat muun valmistajan tuotteet)

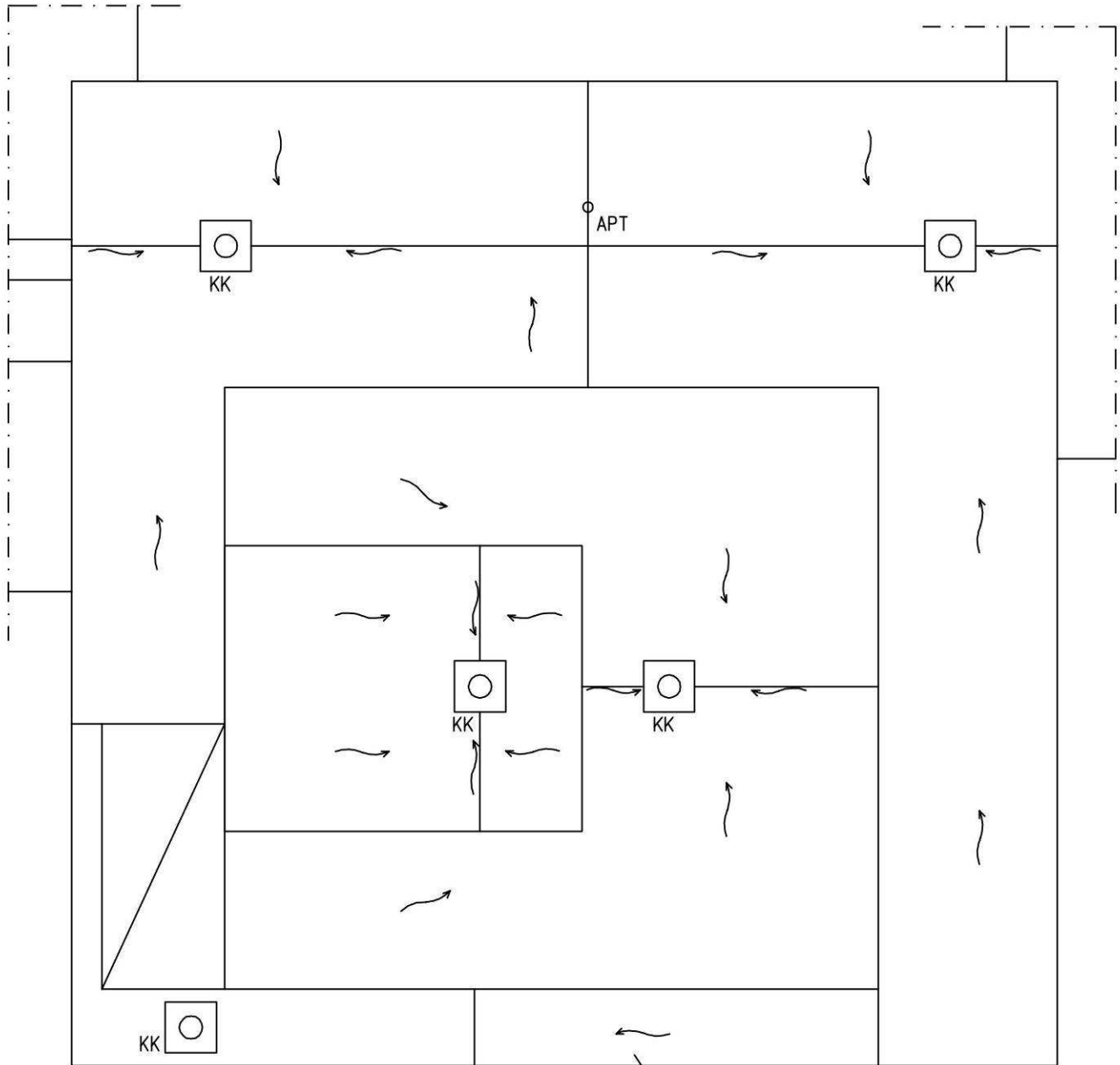
|             |   |
|-------------|---|
| 20 mm       | Mineraalivilla, pintalevy, pitkältä sivulta pontattu, rasisluokka R2, puristuslujuus $\geq 50$ kPa<br>$\lambda_{design} = 0,038$ W/mK, (PAROC ROB 80t tai vastaava muun valmistajan tuote)  |
| 180 mm      | Mineraalivilla, rasisluokka R2, puristuslujuus $\geq 30$ kPa<br>$\lambda_{design} = 0,036$ W/mK, (PAROC ROS 30g uritettu tai vastaava muun valmistajan tuote)   |
| 170 mm      | Mineraalivilla, rasisluokka R2, puristuslujuus $\geq 30$ kPa<br>$\lambda_{design} = 0,036$ W/mK, (PAROC ROS 30I tai vastaava muun valmistajan tuote)  |
| 20...140 mm | Kallistukset kevytsorabetonilla (n. 600 kg/m <sup>3</sup> ), päällä tasauslaasti, pinta puuhierretty, kallistus $\geq 1:80$ myös jireissä<br>Höyrynsulku (esim. K-MS 170/3000 tai vastaava muun valmistajan tuote), kauttaaltaan liimaten |
| 250 mm      | Paikallavalettu betonilaatta<br>Pinta / alaslasketut rakenteet huoneselostuksen mukaan  |

Katteen palonkestoluokka: Broof (t2)

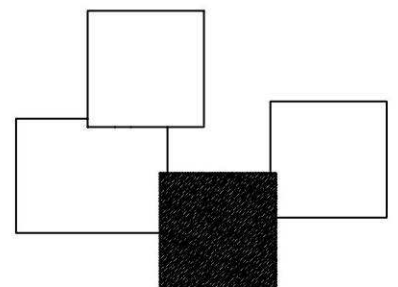
Lämmönläpäisykerroin  $U = 0,09$  W/m<sup>2</sup>K.

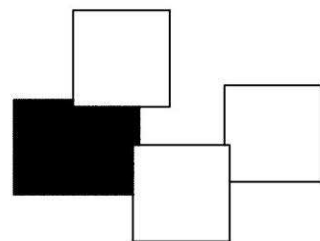
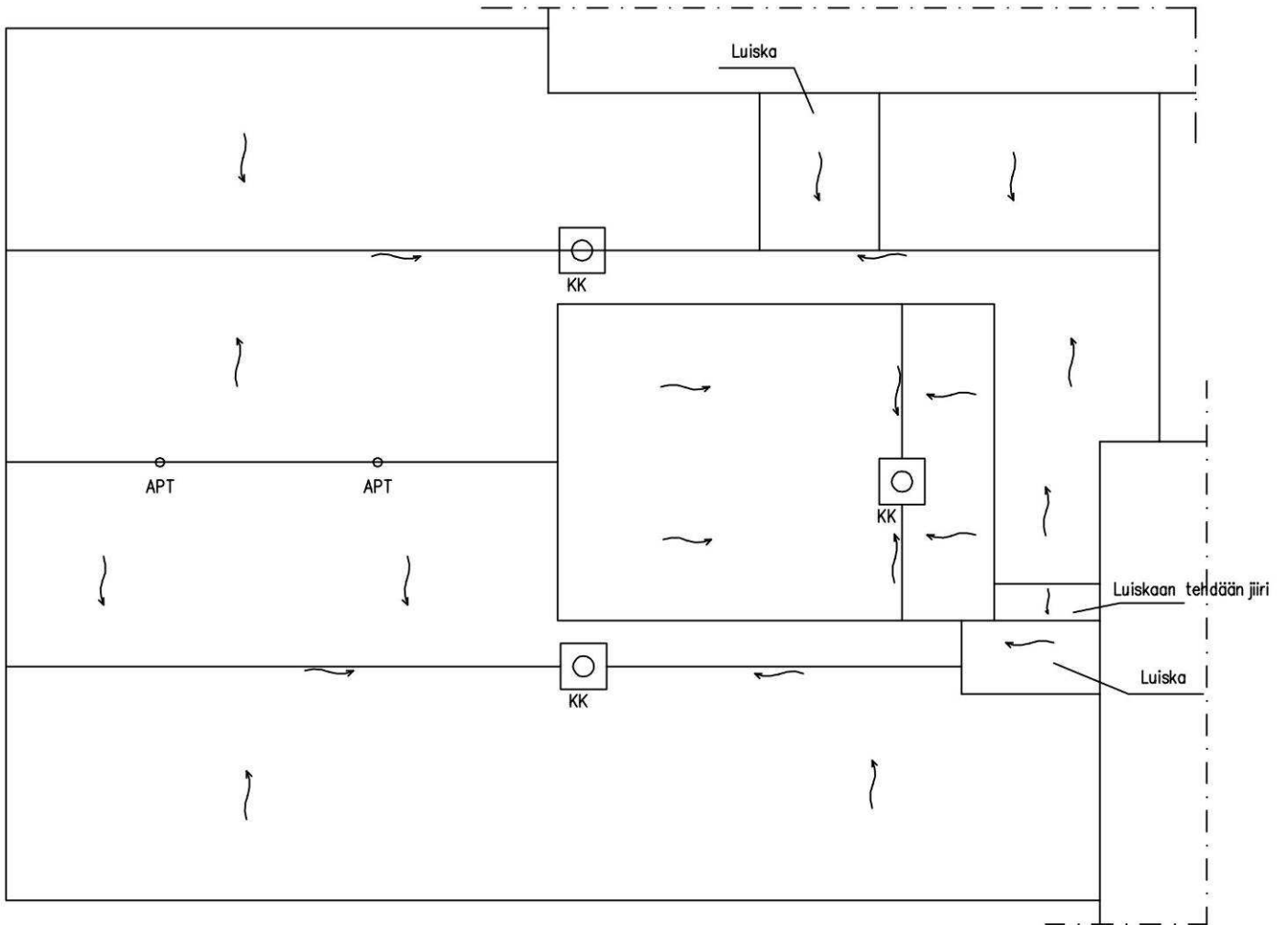
### Liite 2. Kattokuvat

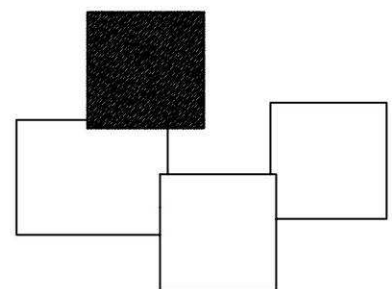
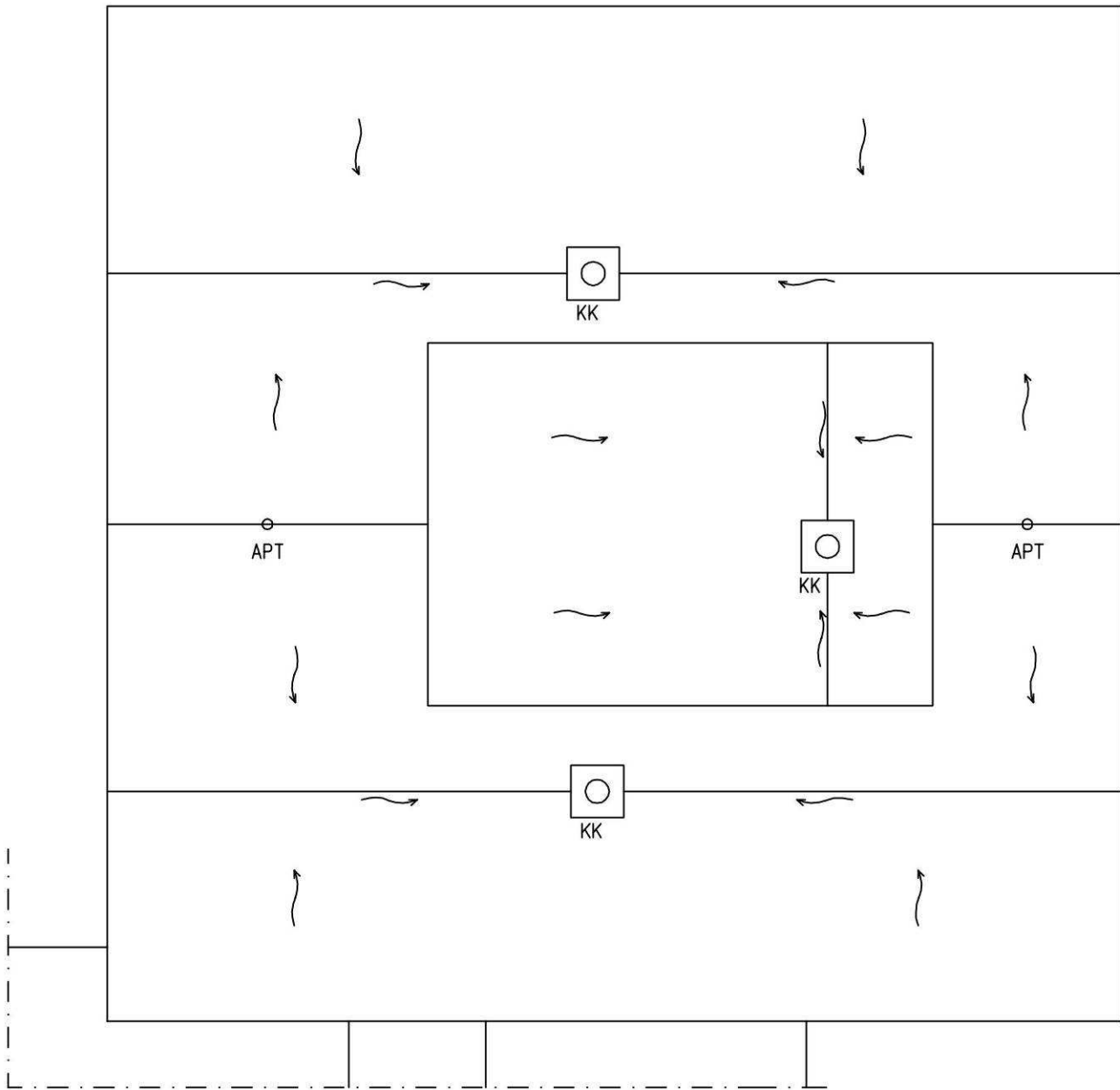




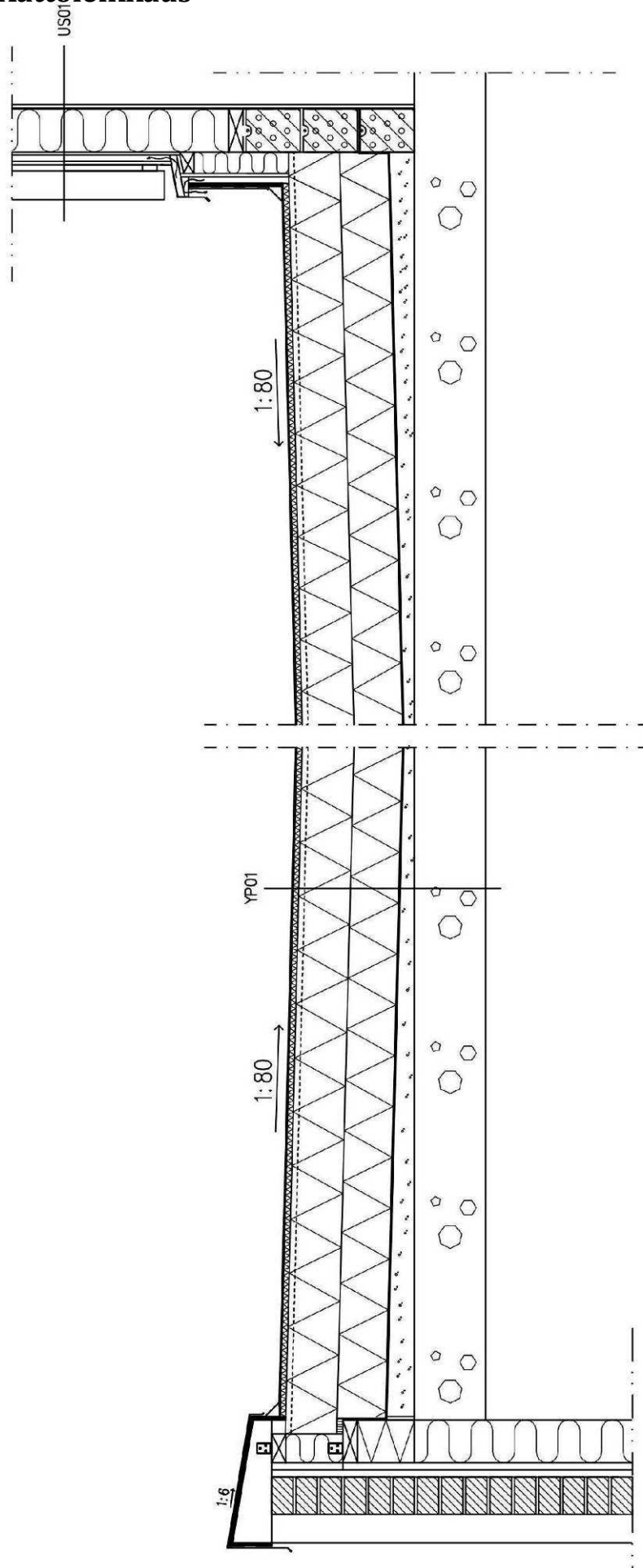
Kallistus käännetään kohti  
olemassa olevaa syvennyksen kattokaivoa





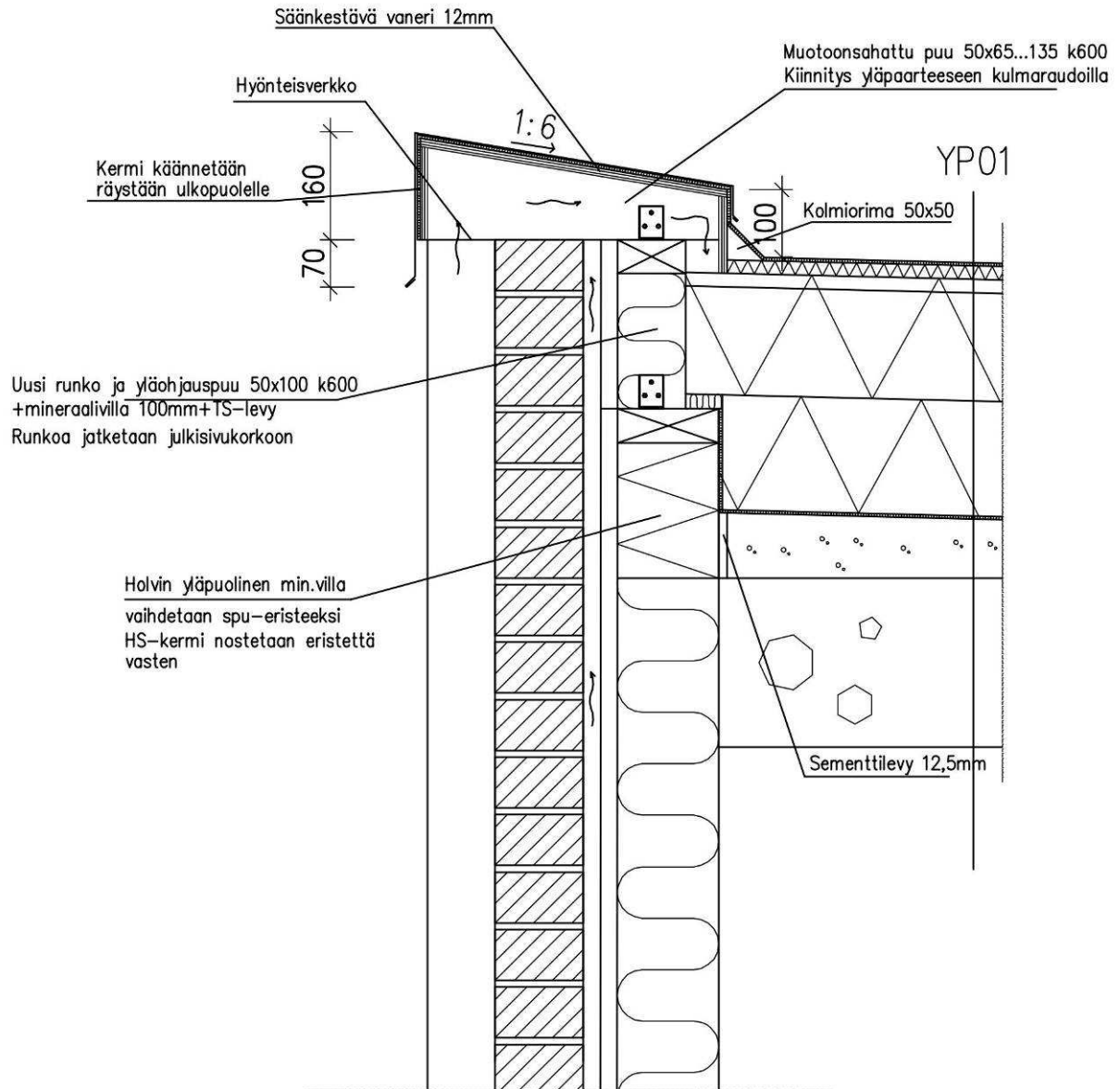


## Liite 3. Kattoleikkaus





## Liite 4. Räystäsdetalji



## Liite 5. Ylösnostoperiaate

