

Sami Heinänen

Pientalon vesikaton uusiminen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Rakennusmestari (AMK)

Rakennusalan työnjohto

Mestarityö

15.11.2015

Tekijä Otsikko	Sami Heinänen Pientalon vesikaton uusiminen
Sivumäärä Aika	35 sivua + 2 liitettä 15.11.2015
Tutkinto	Rakennusmestari (AMK)
Koulutusohjelma	Rakennusalan työnjohto
Suuntautumisvaihtoehto	Talonrakennustekniikka
Ohjaaja	Lehtori Kaisa Hyyti
<p>Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli selventää, miten pientalon vesikatto uusitaan. Työ on asiakirja SH Rakennus Oy:lle ja on apuna selventämään uusille asiakkaille kuvin sekä selityksin vesikaton eri korjaustyövaiheet.</p> <p>Opinnäytetyössä käydään läpi, mitä lakeja, asetuksia ja viranomaisvaatimuksia tällainen hanke vaatii. Työssä tuodaan esille, mitä katon silmämääräisen tarkastuksen lisäksi rakenteista saattaa löytyä. Vauriokohtien toteamisen jälkeen työn keskeinen tavoite on näyttää, miten vesikatto uusitaan, kun haluttu katepinta on konesaumattu pelti. Tämä työ sisältää rakenneratkaisun vain konesaumattun peltikaton osalta.</p> <p>Työn tuloksena saatiin vertailutietoa vaihtoehtoisista lämmöneristeistä, aluskatteista ja ohutmetallilevyjen metallilajeista sekä niiden käyttökohdista. Työn tuloksena selvitettiin myös laskentaperiaate ympäristöministeriön vaatimuksista, kun yläpohjan lämmöneristeet uusittiin. Lisäksi työssä näytetään peltirivin jatkaminen katolla ja jatkoliitoksen eli hakasauman valmistus vaiheittain.</p> <p>Työturvallisuuden osalta tässä opinnäytetyössä listataan rakennuttajan ja päätoteuttajan vastuut ja velvoitteet. Lisäksi työkohteen ollessa kattotyö kerrotaan, mitä tulee ottaa huomioon putoamissuojaukselta korkealla työskennellessä.</p>	
Avainsanat	vesikatto, yläpohja, konesaumattu pelti, lämmöneristys, kattokannakkeet, räystäs, talotikkaat, työturvallisuus

Author Title	Sami Heinänen The renovation of Roof Covering of a Detached House
Number of Pages Date	35 pages + 2 appendices 15 November 2015
Degree	Bachelor of Construction Site Management
Degree Programme	Construction Site Management
Specialisation option	Building Construction
Instructor	Kaisa Hyyti, Senior Lecturer, Metropolia University of Applied Sciences
<p>The objective of this bachelor's thesis was to examine how to renovate the roof covering of a detached house. This thesis was commissioned by SH Rakennus Oy and it can be used as a guidebook to explain the different stages of how to repair the roof covering.</p> <p>This thesis discusses which regulations, decrees and local authority requirements are needed in this kind of project. In this work it is also examined what more could be found in structures in addition to visual inspection. After ascertaining the facts about failure zones, the central target is to clarify how to renovate the roof, when the chosen roof covering is a lock-forming plate. This project work includes the structural solution of lock-forming metal-sheeted roof only.</p> <p>As a result of this study, reference data about alternative thermal insulations, roof-covering sheetings and metal qualities of sheet metals as well as their use were collected. Furthermore, calculation principle standards required by The Ministry of the Environment were clarified concerning the renovation of a roof's thermal insulation. In addition, lock-forming plate's scarfing on the roof and splice ergo making of double rebating is demonstrated step by step.</p> <p>Concerning the occupational safety issues, this thesis discusses the developer's and main contractor's responsibilities and obligations. Because this project was a roof work, it is examined what to take into consideration concerning the protection against falling and working at heights.</p>	
Keywords	roof covering, roof, lock-forming plate, thermal insulation, roof girder, cornice of roof, ladder, occupational safety

Sisällys

Määritelmiä ja käsitteitä

1	Johdanto	1
2	Lait, asetukset ja viranomaismääräykset	2
2.1	Rakentamismääräyskokoelma	3
2.2	RT-kortit	4
2.2.1	Konesaumattu peltikatto	4
2.2.2	Vesikaton korjaus	4
3	Vesikaton vauriot	5
3.1	Silmämääräinen tarkastus	5
3.2	Rakenteita avaamalla todetut vauriot	6
4	Vesikaton osat	8
4.1	Runkorakenne	8
4.2	Yläpohjan lämmöneristeet	10
4.2.1	Mineraalivilla	11
4.2.2	Puukuitueriste	14
4.2.3	Solumuovieristeet	15
4.3	Aluskatteet	17
4.3.1	Muovialuskate	18
4.3.2	Diffuusioavoimet aluskatteet	18
4.3.3	Aluskermi	19
4.4	Konesaumakate	20
4.4.1	Ohutmetallilevyt ja kiinnitystarvikkeet	21
4.4.2	Työn tekninen toteutus	23
4.4.3	Kattoturvatuotteet	26
5	Työturvallisuus	29
5.1	Vastuut ja veloitteet	29
5.2	Korkealla työskentely	31
6	Pohdinta	33
	Lähteet	34

Liitteet

Liite 1. Julkisivupiirustukset

Liite 2. Rakennepiirustukset

Määritelmiä ja käsitteitä

Aluskate tarkoittaa katteen alapuolista ainekerrosta, joka estää katteen saumojen tai reunojen kautta mahdollisesti tunkeutuvan veden tai lumen sekä kondenssiveden pääsyn yläpohjaan ja jota pitkin vesi valuu ulkoseinälinjan ulkopuolelle. [1.]

Höyrynsulku tarkoittaa ainekerrosta, jonka pääasiallinen tehtävä on estää haitallinen vesihöyryn diffuusio rakenteeseen ja rakenteessa. [1.]

Ilmansulku tarkoittaa ainekerrosta, jonka pääasiallinen tehtävä on estää haitallinen ilmavirtaus rakenteen läpi puolelta toiselle. [1.]

Kate tarkoittaa pintarakennetta, joka riittävästi kallistettuna suojaa alapuoliset rakenteet vesi- ja lumisateen haitalliselta vaikutukselta. [1.]

Rakennuskosteus tarkoittaa rakennusvaiheen aikana tai sitä ennen rakenteisiin tai rakennusaineisiin joutunutta rakennuksen käytönaikaisen tasapainokosteuden ylittävää kosteutta, jonka tulee poistua. [1.]

Tuulensuoja tarkoittaa ainekerrosta, jonka pääasiallinen tehtävä on estää haitallinen ilmavirtaus ulkopuolelta sisäpuoliseen rakenteen osaan ja takaisin. [1.]

Tuuletusaukko tai -rako tarkoittaa ulkopuolelta rakenteen tuuletusväliin tai -tilaan johtavaa tuuletusilmavirran sisäänmeno- tai poistumisaukkoa tai -rakoa. [1.]

Tuuletustila tarkoittaa rakenteessa olevaa yhtenäistä ilmatilaa, jonka kautta rakennetta tuulettava ilmavirtaus kulkee ja jonka korkeus tai paksuus ilmavirran suuntaa vastaan kohtisuorassa suunnassa on yli 200 mm. [1.]

Tuuletusväli tarkoittaa rakenteessa olevaa yhtenäistä ilmatilaa, jonka kautta rakennetta tuulettava ilmavirtaus kulkee ja jonka korkeus tai paksuus ilmavirran suuntaa vastaan kohtisuorassa suunnassa on enintään 200 mm. [1.]

Vedeneristys tarkoittaa ainekerrosta, joka saumoineen kestää jatkuvaa kastumista ja jonka tehtävä on estää nestemäisen veden haitallinen tunkeutuminen rakenteeseen painovoiman vaikutuksesta tai kapillaarivirtauksena, kun rakenteen pinta kastuu. [1.]

Vesihöyry tarkoittaa vettä kaasumaisessa olomuodossa. [1.]

Vesihöyryn diffuusio tarkoittaa kaasuseoksessa (esim. ilma) vakio kokonaispaineessa tapahtuvaa vesihöyrymolekyylin liikettä, joka pyrkii tasoittamaan kaasuseoksen höyrypitoisuus- tai höyryn osapaine-erot. [1.]

Vesihöyryn konvektio tarkoittaa kaasuseoksen (esim. ilma) sisältämän vesihöyryn siirtymistä kaasuseoksen mukana sen liikkeessä kokonaispaine-eron vaikutuksesta. [1.]

Vesihöyrynvastus tarkoittaa tasapaksun ainekerroksen tai tällaisista muodostuvan tasapaksun kerroksellisen rakenteen pinnoilla eri puolilla vallitsevien vesihöyrypitoisuuksien tai vesihöyryn osapaineiden eron ja ainekerroksen tai rakenteen läpi jatkuvuustilassa pinta-alayksikköä kohti diffusoituvan vesihöyryvirran suhteen. [1.]

Vesikatto tarkoittaa katteen ja mahdollisen aluskatteen ja näitä välittömästi kannattavien rakenneseosien muodostamaa rakennetta. [1.]

Konesaumattu peltikatto on kate, jonka saumaus on tehty kaksinkertaisilla tiivytysaineilla koneellisesti. Yksityiskohdat, esimerkiksi läpiviennit, tehdään käsin saumaamalla. [2.]

Kermi on vedeneristystarkoituksiin käytettävä vettä läpäisemätön tuote, joka yksinään tai liitettynä toisiin samanlaisiin tai vastaaviin tuotteisiin muodostaa yhdenäisen vedeneristyskerroksen. [2.]

Diffuusioavoin aluskate on ohut kalvomainen tuote, jonka vesihöyrynvastus on erittäin pieni, mutta ilmanläpäisevyys ja vesitiiviys ovat suuria. [2.]

Maalipinnoitettu pelti on teollisesti jatkuvatoimisesti orgaanisella pinnoiteaineella pinnoitettu ohutlevy. [2.]

Peltirivi on yhden tai usean toisiinsa liitetyn levypellin tai nauhapellin pysytysaumojen välinen rivi. [2.]

1 Johdanto

Opinnäytetyön aihe on pientalon vesikaton uusiminen. Työ tehdään SH Rakennus Oy:lle. SH Rakennus Oy on Varsinais-Suomen talousalueella toimiva rakennusliike. Yrityksen päätoimialana ovat yleiset talonrakennustyöt painottuen pientalopuolelle. Yrityksen osaamisalueisiin kuuluu uudis- ja korjausrakentaminen. Opinnäytetyö on yritykselle asiakirja kuvin ja selityksin, uusimista vaativalle pientalon vesikatolle. Työ on yritykselle ja asiakkaille käsikirja, jota yrityksen on mahdollista käyttää tulevissa hankkeissaan markkinointiin ja selkeyttämään uusille asiakkailleen vesikaton eri korjausvaiheet ja -menetelmät. Käsikirjaa tullaan käyttämään jo tarjouspyyntövaiheessa vesikatotöissä ja työväliseen tarjouksien teossa tuleville asiakkaille.

Työhön selvitetään, mitkä määräykset ja ohjeet on otettava huomioon rakentamismääräyskokoelman mukaan vesikatteen korjausrakentamisessa sekä viranomaisvaatimukset. Työssä kerrotaan RT-kortiston ohjeita ja menetelmiä vesikatotöissä niin materiaalin kuin työn teknisen toteutuksen osalta. Opinnäytetyö toimii esimerkkikohteena SH Rakennus Oy:n urakoiman pientalon vesikatotyön toteutukselle. Työssä selvitetään korjaustarpeen silmämääräinen kartoitus ja se, mitä rakenteita avaamalla kohteista saattaa löytyä. Työssä vertaillaan eri materiaalien ja toteutuksen osalta vaihtoehtoisia rakenneratkaisuja, lämmöneristeitä, aluskatevaihtoehtoja ja metallisia ohutlevykatteita.

Työ käsittää vain konesaumattun peltikaton osalta tarvittavia rakenteellisia ratkaisuja ja työn toteutusta. Työssä kerrotaan, mitä rakentamisen lupia, piirustuksia ja viranomais-tarkastuksia tällainen hanke vaatii. Työssä kerrotaan päätoteuttajan ja rakennushankkeeseen ryhtyvän osalta heidän vastuista ja velvollisuuksista kattokorjaushankkeessa. Tässä työssä käytetään esimerkkinä SH Rakennus Oy:n urakoiman 60-luvulla valmistuneen pientalon vesikaton korjaustyökohdetta. Korjattavassa kohteessa tuli yllätyksiä vastaan jo aloituspalaverissa, kuten esimerkiksi tilaajalla ja kaupungin rakennusvalvonnalla ei ollut kyseisestä kohteesta rakennuspiirustuksia. Tilaajalla ja rakennusvalvonnalla oli kohteesta kuvasarja, mutta ne eivät olleet samasta rakennuksesta. Kohde oli tehty aikanaan koulutyönä paikallisen ammattioppilaitoksen toimesta. Tilaaja teetti korjaustöiden ohella uudet julkisivu- ja rakennekuvat, joita tarvittiin myös sisääntulon uutta laajennusosaakin varten. Opinnäytetyön tavoite on näyttää, kuinka toteutetaan aikaa, katseita ja vettä kestävä määräysten mukainen vesikatto.

2 Lait, asetukset ja viranomaismääräykset

Vesikaton korjaustyöhanke sisältää lakeja ja viranomaismääräyksiä. Rakentamismääräyskokoelman asetukset ovat määrääviä ja niitä tulee noudattaa kaikessa rakentamisessa.

Rakenteiden suunnittelua ja tuotteiden käyttöä rakentamisessa säätelevät EU:n rakennustuotedirektiivit, harmonisoidut tuotestandardit, kansalliset viranomaismääräykset, kuten esimerkiksi Suomen rakentamismääräyskokoelma, sekä vapaaehtoiset suositukset, kuten Toimivat Katot, RT-ohjekortit, Rakennusten veden- ja kosteudeneristysohjeet (RIL 107 - 2012) ja RYL 2000, joilla kuvataan Suomessa noudatettavaa hyvää rakennustapaa. Lisäksi perustietoja rakenteiden ja rakennusten kosteustieteellisestä toiminnasta saa myös RIL 255 - 2013 Rakennusfysiikan käsikirjasta (2013). [3.]

Vesikaton korjaushankkeeseen sovelletaan lakeja ja määräyksiä rakennusmääräyskokoelman eri osista. Itse vesikattoa ja yläpohjaa koskevat määräykset ja ohjeet ovat rakennusmääräyskokoelman C2-osassa.

Ympäristöministeriö on rakennuslain 13 §:n (557/89) nojalla antanut rakennusten toimivuutta kosteuden kannalta koskevat määräykset ja ohjeet (C2). Määräykset ja ohjeet on ilmoitettu direktiivin 83/189/ETY, muut. 182/88/ETY, muut. 94/10/EY mukaisesti.

Määräykset ja ohjeet tulevat voimaan 1. päivänä tammikuuta 1999 ja korvaavat 12. päivänä marraskuuta 1975 annetut määräykset veden- ja kosteudeneristyksestä (C2). Aikaisempia säännöksiä saadaan kuitenkin soveltaa rakentamiseen, johon on haettu lupa 1.7.1999 tai aikaisemmin. [1.]

Nämä määräykset ja ohjeet koskevat kosteudesta johtuvien vaurioiden ja haittojen välttämistä rakentamisessa. C2-osiossa käsitellään rakennuksen koko kosteusrasitusta vesikatto ja yläpohja yhtenä osana. [1.]

Viranomaismääräykset ovat myös velvoittavia, ja niissä toki löytyy kuntakohtaisia eroja. Tässä hankkeessa toimittiin kaupungin alueella, joka vaati ennen korjaustoimiin ryhtymistä toimenpidelupaa rakennushankkeeseen ryhtyvältä. Toimenpideluvassa oli muutamia kohtia, jotka hankkeeseen ryhtyvän oli huolehdittava ennen kuin rakennustyöt sai aloittaa:

- ✓ Vastaavan työnjohtajan nimeäminen, hanke vaati rakennusmääräyskokoelman A1:n mukaan pätevän työnjohtajan.
- ✓ Julkisivu- ja rakennepiirustukset. Kyseisen kohteen sisääntulo katettiin uusien rakentein, ja kaupungin rakennusvalvontaan toimitettiin uudet julkisivu- ja rakennekuvat.
- ✓ Katselmuksot, vastaavan työnjohtajan tilaamana. Tässä hankkeessa ei ollut muita kuin aloitusilmoitus kaupungin rakennusvalvontaan ja loppukatselmuks. Katselmuksessa olivat läsnä hankkeeseen ryhtyvä, vastaava työnjohtaja ja kaupungin rakennustarkastaja.

2.1 Rakentamismääräyskokoelma

Tämän esimerkkikohteen mukaista vesikattotyötä koskee käytännössä kaikki osat Suomen rakentamismääräyskokoelmassa. Nämä määräykset kohdistuvat lähinnä uudisrakennuskohteisiin, joita sovelletaan muutos- ja korjausrakentamiseen soveltavin osin. Sama koskee rakennusasetuksessa luvanvaraiseksi tai muutoin rakennusvalvontaviranomaisen hyväksyttäväksi säädettyjä muutos- ja korjaustoimenpiteitä.[1.]

Jos korjaushankkeessa parannetaan kohteen energiatehokkuutta esimerkiksi yksittäisten rakennusosien tai koko rakennusta koskien, on otettava huomioon rakennusmääräyskokoelman D-osassa ympäristöministeriön asetus 4/13. Asetus käsittelee rakennuksen energiatehokkuuden parantamista korjaus- ja muutostöissä ja ottaa kantaa nimenomaan varsinaiseen korjausrakentamiseen. Asetus on annettu 27. helmikuuta 2013 Helsingissä. Voimaan tämä asetus tuli 1. kesäkuuta 2013. Muihin kuin viranomaisten käytössä oleviin rakennuksiin asetus otettiin käyttöön 1. päivästä syyskuuta 2013 alkaen. [4.] Tässä hankkeessa uusittiin kohteen kaikki yläpohjan lämmöneristeet, josta kerrotaan lämmöneriste-kohdassa tarkemmin (luku 4.2).

Rakennuksen käyttöturvallisuuteen liittyvät asiat on kerrottu rakentamismääräyskokoelman F2-osassa. Tässä osassa on määräyksiä ja ohjeita rakennuksen katolle pääsyn ja kattoturvaruusteiden osalta. Näistä asioista kerrotaan kohdassa kattoturvatuotteet (luku 4.4.3).

Rakennuksen käyttö- ja huolto-ohje tulee laatia, jos sellainen on määrätty rakennusluvassa laadittavaksi. Vastuu sen asianmukaisesta sisällöstä kuuluu rakennushankkeeseen.

seen ryhtyvälle. [5.] Urakoitavan kohteen toimenpideluvan ehtoihin ei kuulunut kyseisen asiakirjan laatiminen.

2.2 RT-kortit

Rakennustiedon ohjekortit ovat hyvinä tietolähteinä myös vesikattotöissä. Ohjekortit ovat pääsääntöisesti uudisrakentamiseen, mutta joitain ohjekortteja on myös korjausrakentamispuolelle. Uudisrakentamispuolelle olevia ohjeita käytetään myös korjausrakentamisessa soveltuvin osin ottaen huomioon kohteen erityispiirteet.

2.2.1 Konesaumattu peltikatto

RT-ohjekortti 85-11158 Konesaumatun peltikaton osalta on uusittu elokuussa 2014. Uuden ohjekortin kuvamateriaali on aikaisempiin verrattuna laadukas, koska työohjekuvat valmiista toteutuksista piirroskuvien kanssa antavat paremman käsityksen tavoiteltavasta lopputuotteesta.

2.2.2 Vesikaton korjaus

Rakennustiedon ohjekortissa nimeltä Vesikaton korjaus on otettu kantaa yleisimpien katemateriaalien osalta, kuten kermi-, tiili-, kuitusementtilevy-, metalli- ja erikoisrakenteiset katteet. Katemateriaalin tyyppi määrittää osaltaan korjausmenetelmät ko. katteelle, mutta yhteistä kaikille on haitallisen veden hallittu poistaminen katolta ja riittävä yläpohjan tuuletuksen varmistaminen.

Metallikatteissa yleisimpiä korjausta vaativia vaurioita ovat seuraavat:

- ✓ Korroosio, kun katteen saumoihin ja liitoksiin kertyy vettä, joka ei pääse haihtumaan.
- ✓ Mekaaniset vauriot aiheutuvat varomattomasta lumen ja jään poistosta katolta.
- ✓ Suunnittelu- ja työvirheet voivat olla esimerkiksi:
 - liian loiviksi suunnitellut kattopinnat
 - puutteellinen tuuletus alusrakenteessa
 - katteen saumoista puuttuu tiivistysaine tai tiivisteet
 - saumaus on tehty virheellisesti

- kiinnikkeet on asennettu virheellisesti

Mikäli korjaustarve on niin suuri, ettei korjaaminen ole enää taloudellisesti kannattavaa, on järkevää uusaa peltikate. Katteen vaihtamisen yhteydessä on varmistettava, että alusrakenteiden kantavuus kestää uuden katteen rasitukset. [6.]

3 Vesikaton vauriot

Vesikattojen vaurioihin pientalojen asukkaat havahtuvat opinnäytetyön tekijän mukaan yleensä vasta silloin, kun ongelmat ovat jo konkreettisia. Tällaisia seikkoja ovat kattojen vedenpitävyyden pettäminen, räystäiden tai lappeiden painumat ja kattoturvatuotteiden rikkoutuminen tai puuttuminen. Vesikattojen, niin kuin koko rakennuksenkin huolto ja kunnossapito ovat tärkeässä osassa. Vuodenaikojen rasitukset tulee huomioida esimerkiksi syksyisin mahdolliset puidenlehdet ja -neulaset olisi hyvä puhdistaa kouruista ja muista sadevesijärjestelmistä ennen talven tuloa. Puidenlehdet ja -neulaset jäätyessään ja patoutuessaan sadevesijärjestelmiin aiheuttavat tarpeettomia lisäkustannuksia korjaustoimia tehdessä. Usein paikalliset vauriot pystytään ennalta ehkäisemään asianmukaisilla huoltotoimilla asukkaiden hoitamana. Seuraavaksi kerrotaan joitain seikkoja tyypillisimmistä vauriokohdista.

3.1 Silmämääräinen tarkastus

Vesikattojen osalta voidaan tarkastella silmämääräisesti seuraavia asioita rakenteita avaamatta. Tässä tarkastuslista RT-ohjekortin 85-10738 Vesikaton korjaus mukaan:

- ✓ Katteen kunto; onko esimerkiksi peltikatteessa ruostevaurioita ja vastaavasti tiilikatteissa murtumia tai lohjenneita tiiliä?
- ✓ Katteen läpivientien kunto; onko esim. piipun ja ilmahormien tiivistyksissä puutteita tai vuotokohtia?
- ✓ Sadevesijärjestelmien kunto; ovatko kourujen ja syöksyjen koot riittävät ja niiden kiinnitykset ja kaadot.
- ✓ Yläpohjan riittävä tuuletus; onko talon päädyissä yläpohjan tuuletusta varten venttiilit ja onko niissä riittävä halkaisija tuuletettavaan tilaan nähden?
- ✓ Katon pää- ja sivukannattajien ja räystäiden kunto; onko havaittavissa lahovaurioita, irronneita räystäslautoja ja mahdollisia painumia? [6.]

3.2 Rakenteita avaamalla todetut vauriot

Katteiden silmämääräisen tarkastuksen ja korjauspäätöksen jälkeen aloitetaan avaamaan rakenteita. Usein pahasti painuneet katteet kertovat jo rakenteita avaamatta, että korjaustarve saattaa olla melko perusteellinen. Vanhoissa taloissa yleinen puute on yläpohjan riittämätön tuuletus. Lämmin ja kostea huoneilma pääsee heikosti eristetystä ja höyrynsuluttomasta yläpohjasta tuulettumattomaan tilaan, jolloin seurauksena on lahovaurioita.



KUVA 1. Yläpohjan puuttuvan tuuletuksen seurauksia

Yläpohjan puuttuva tuuletus ei välttämättä oireile asukkaille millään tavalla. Vesikatossa ei ole vuotokohtia, ja katemateriaalikin voi olla täysin ehjä. Usein huomio kiinnittyy kateessa esiintyviin painumiin. Kuvassa 1 esiintyvät lahovauriot kohdistuivat katonharjakolmioon. Vanhoissa vesikattorakenteissa tuuletuksen riittämättömyys ja höyrynsulun puute aiheuttavat lahovaurioita. Vanhat sahanpurueristeet ottavat lämpimästä huoneilmasta kosteutta vastaan ja myös luovuttaa kosteutta, mutta jollei kosteus pääse poistumaan mistään, syntyy rakenteisiin lahovaurioita.

Monissa vanhoissa kattorakenteissa harjakolmioiden lisäksi ei ole huolehdittu myöskään kattolappeiden tuuleuksesta. Rakenteet on tehty ns. umpeen, mikä aiheuttaa edellä mainittuja ongelmia. Mahdolliset pienetkin vuotokohtat tuuletuksen puuttuessa vaurioittavat rakenteita.



KUVA 2. Umpeen rakennettujen kattolappeiden seurauksia

Tässä kohteessa katemateriaali oli suoraan alustassaan kiinni, eikä selviä vuotokohtia ollut. Ajansaatossa kattorakenteiden tuuletuksen puute aiheuttaa silti vaurioita, kuten kuvasta 2 voi havaita. Varsinkin peltipintaisissa katteissa katteen alapintaan kondensoitunut vesihöyry ei pääse poistumaan tai tuulettumaan vaan tiivistyy vedeksi. Vanhoissa pientaloissa ei myöskään usein ole aluskatetta, jolloin yläpohjan eristeet ja kattorakenteet vaurioituvat. Näin ollen lahovauriot pääsevät rauhassa syntymään, ja ne havaitaan vasta rakenteita avattaessa.

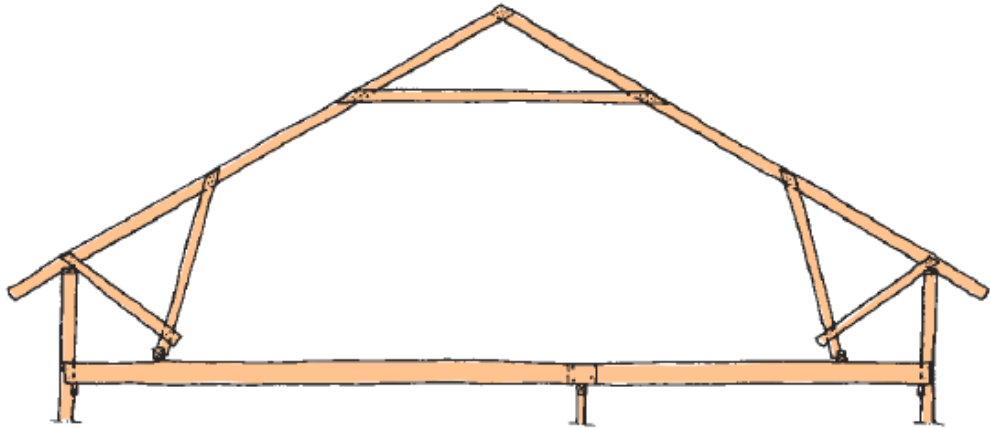
4 Vesikaton osat

Toimivaan kattokokonaisuuteen kuuluvat itse katepinnan lisäksi sen alapuoliset rakenteet. Korjaushankkeissa voidaan joutua vaihtamaan myös näitä rakennusosia, jotka saattavat olla vaurioituneita katepinnan huonon kunnon ja tuuletuksen riittämättömyyden seurauksena.

4.1 Runkorakenne

Vesikaton runkorakenne on pientalojen osalta pääsääntöisesti puuta. 70- ja 80-luvulla alkoi tulla taloihin ns. tehdasvalmisteisia kattoristikkoita. Kattoristikot sidotaan yhteen tehtaalla naulauslevyillä, jonka jälkeen ne kuljetetaan työmaille valmiina puuelementteinä. Kattoristikot asennetaan työmaalla yläohjauspuun päälle esim. kattotuolikulmin kiinnitettynä rakennesuunnitelmien mukaan. Tehdasvalmisteisilla kattoristikkoilla vesikaton kuormat kohdistuvat talon kantaville seinille suunnitellusti. [7.]

Aikana ennen valmiita kattoristikkoita, nyt korjaustarpeessa olevien pientalojen vesikattojen rungot tehtiin pääasiallisesti ns. pitkästä tavarasta, hyvin tyyppillisesti viiden tai kuuden tuuman sahatavarasta. Liitokset sidottiin laudalla tai vanerilla naulaten kattokannakkeen molemmin puolin. Nämä rakenteet tuettiin ulkoseinille ja kantaville väliseinille, jotka erottivat ullakon asuintilat kylmistä sivu-ullakoista. Toisena rakenteena olivat ns. ruotsalaiset kattotuolit. Rakennemalli jättää keskiosan asuintilat myös vapaasti käytettäväksi. [7.] Kuvassa 3 on tyyppinen rakennemalli yläpohjasta, joka oli lähes samanlainen kuin tehty korjauskohde.



KUVA 3. Ruotsalainen kattotuoli [7.]



KUVA 4. Kattokannakkeet vanhaa rakennetta uusien

Tässä korjaustyökohteessa kattokannakkeet olivat melko pahoin vaurioituneita. Vanhoista kattokannattajista poistettiin laho-osat kauttaaltaan ja vaihdettiin uusiin. Korjaustyötä tehdessä rakennesuunnittelija ottaa kantaa, tarvitseeko vanhaa rakennetta vahvistaa, kuten kuvassa 4 on asennettu uusi 6 x 6 tuuman kurkihirsi. Vanhassa rakenteessa harjakolmio oli kauttaaltaan laho. Työteknisesti kurkihirren asentaminen myös

helpotti korjaustyötä, koska näin tehden se mahdollisti lappeen purkamisen ja uuden asentamisen yksi puoli kerrallaan. Rakennetta uusittaessa tulee varmistua sen kantavuudesta, johon rakennesuunnittelijat ottavat kantaa ja tekevät vaadittavat laskelmat. Tässä kohteessa lappeiden oikaisun jälkeen kattokannakkeiden päälle asennettiin 21 mm:n ympäriontattu havuvaneri. Vaneri jäykistää rakennetta tuntuvasti ja toimii tasaisena pohjana alus- ja vesikatteelle.

4.2 Yläpohjan lämmöneristeet

Runkorakenteen väliin kattokannaketyypistä riippumatta yläpohjaan asennetaan lämmöneristeet. Tänä päivänä eristevahvuudet ovat suurempia vanhojen yläpohjien eristevahvuuksiin verrattuna. Yläpohjan lämmöneristyksen ja tiiveyden toteuttaminen on yksi tärkeimmistä työvaiheista mahdollisten lämpövuotojen kannalta. Laadukkailla lämmöneristeilläkään ei saada hyvää lopputulosta, jos eristeiden asennustyötä ei toteuteta huolellisesti. Lämmönläpäisykerroinvaatimus on yläpohjan osalta koko rakennuksen tiukin. Asuinkäyttöön tehdyn lämpimän uudisrakennuksen yläpohjan lämmönläpäisykerroin vertailuarvo on $0,09 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, kun se esim. seinän osalla on $0,17 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. [8.]

Vanhemmissa pientaloissa käytetyt vanhat eristeet ovat lämmönläpäisyominaisuksiltaan heikompia kuin uudet eristeet. Tässä kohteessa yläpohjan eristeet olivat monelta eri vuosikymmeneltä. Eristeinä oli käytetty sahanpurua, kutterinlastua, lasivillaa ja pieniä määriä kivivillaa savupiipun ympärillä. Kyseistä kattoa oli korjattu jo aiempina vuosikymmeninä, jolloin eristeitä oli lisätty ja vaihdettu sen hetkisin menetelmin. Kohteesta poistettiin yläpohjan osalta kaikki vanhat eristeet ja ne uusittiin tämän päivän eristein ja menetelmin. Korjaustyössä nyt uusittu lämmöneriste oli kolmeen kerrokseen asennettu polyuretaanieriste.

Rakennusmääräyskokoelman D-osassa ympäristöministeriön asetuksen 4/13 mukaan, kun rakennuksen energiatehokkuutta parannetaan rakennusosakohtaisesti, eli tässä tapauksessa yläpohjan lämmöneristeiden vaihdon seurauksena, tulee uusien lämmöneristeiden saavuttaa alkuperäinen U-arvo $\times 0,5$, kuitenkin enintään $0,09 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Rakennuksen käyttötarkoituksen muutoksen yhteydessä laskentakaava on, alkuperäinen U-arvo $\times 0,5$, kuitenkin $0,60 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ tai parempi. [4.]

Laskuesimerkki yläpohjan lämmöneristeiden osalta rakennusosakohtaisesti:

- ✓ Vanhat lämmöneristeet olivat noin 20 cm sahanpurua yläpohjassa U-arvo = $0,40 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
- ✓ Uudet polyuretaanieristeet 3 x 50 mm U-arvo = $0,153 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$
- ✓ Uusilta lämmöneristeiltä vaadittu U-arvo on $0,40 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K}) \times 0,5 = \underline{0,20 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})}$
[8.]

Laskuesimerkki osoittaa, että energiatehokkuutta parannettaessa rakennusosakohtaisesti yläpohjassa polyuretaanieristeellä saavutetaan vaadittu U-arvo tässä korjauskohteessa 150 mm:n ainevahvuudella.

Ympäristöministeriön asetuksessa 4/13 on myös toinen laskentakaava energiatehokkuutta parannettaessa rakennuksen kokonaisenergiankulutusta pienentämällä (E-luku). Tällöin on laskettava rakennukselle ominainen rakennusluokan mukainen kulutus, joka pientalon osalta on seuraavan kaavan mukaan: E-vaadittu $\leq 0,8 \times \text{E-laskettu}$. Käytännössä tämä tarkoittaa 20 %:n parannusta rakennuksen kokonaisenergiankulutuksessa.
[4.]

4.2.1 Mineraalivilla

Mineraalivillaeristeet ovat epäorgaanisista kuiduista ja orgaanisesta sideaineesta muodostuvia lämmöneristeitä. Yleisimpiä mineraalivilloja ovat kivi- ja lasivillat. Muita mineraalivilloja ovat kuonavilla, joka valmistetaan masuunikuonasta ja siliikaattivilla, joka on kivi- ja kuonavillan välimuoto. Kuonavilla- ja siliikaattivillaeristeitä ei valmisteta Suomessa. [9.]

Kaksi tunnettua mineraalivilla valmistajaa Suomen markkinoilla ovat Saint-Gobain Isover Oy ja Paroc Oy. Kuluttajille silmämääräisenä erona on eri valmistajien tuotteissa oleva väriero. Isover Oy:n lasivillat ovat pääsääntöisesti keltaisia bakeliittiliiman seurauksena valmistuksessa ja Paroc Oy:n kivivillat vihreitä. Kivivillassa bakeliittiliiman väri peittyy kiviaineksen värillä. Mineraalivillat voidaan jakaa neljään pääryhmään:

- ✓ *Pehmeät eristeet*, joiden käyttökohteita ovat esim. yläpohjat, puu-, tiili- tai teräsrunkoisten rakenteiden lämmöneristys.
- ✓ *Jäykkiä eristeitä* käytetään esim. vesikattorakenteissa, betonielementeissä, paikallavalurakenteissa eristerappauksissa ja uivissa lattioissa.
- ✓ *Tuulensuojalevyjä* käytetään pääasiallisesti pehmeiden eristeiden kanssa tuulensuojaukseen ja lisälämmöneristämiseen.

- ✓ *Puhallettava mineraalivilla* on tyypillisesti yläpohjien lämmöneriste niin uudis- kuin korjausrakentamisessa. [9.]

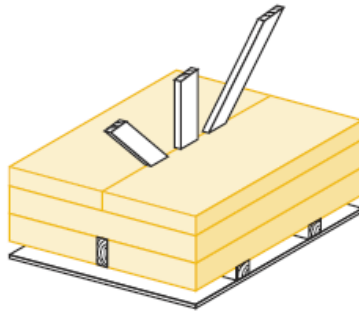
Mineraalivillojen käyttökohteita ja vaihtoehtoisia ainevahvuuksia on esitetty kuvassa 5. Lämmöneristevalmistajilla on tarjota levyvillat yleisimmillä runkojaoilla lattioihin, seiniin ja yläpohjiin.

Pehmeitä eristeitä

Yläpohjat, kattokannattajat k 900 tai k1200

560× 870
 560×1170
 560×1220
 610×1170
 870× 920

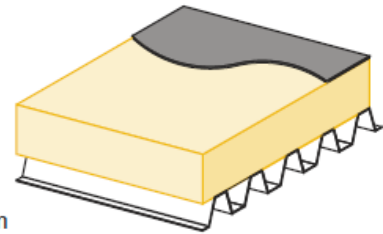
paksuudet
 50...200 mm

**Jäykkiä eristeitä**

Vesikatot

600×1200
 900×1200
 1180×1500
 1180×1550
 1180×1600
 1190×1380
 1200×1800
 1200×2400

paksuudet
 30...180 mm



Ulkoseinät, pystyrunko k 600

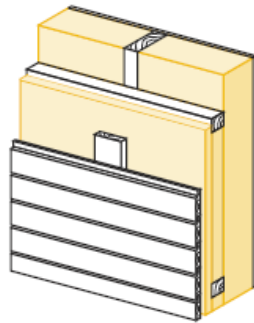
560× 870
 560×1170
 560×1220
 560×1320
 610×1170

paksuudet
 30...200 mm

tuulensuojalevyt

600×1200
 1200×1800
 1200×2400
 1200×2700
 1200×3000

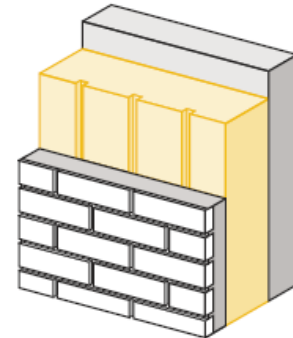
paksuudet
 13...70 mm



Elementit

600×1200
 600×1400
 600×1495
 600×1500

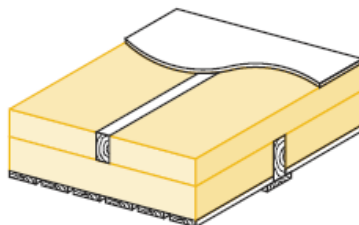
paksuudet
 30...180 mm



Alapohjat, lattiakannattajat k 600

560× 870
 560×1170
 560×1320
 610×1170

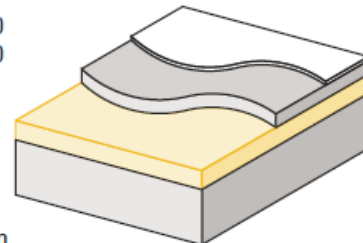
paksuudet
 50...150 mm



Uivat lattiat

600×1200
 1200×1800

paksuudet
 30...180 mm



KUVA 5. Mineraalivillaeristeiden käyttökohteita ja mittoja [9.]

4.2.2 Puukuitueriste

Puukuitueristeet ovat orgaanisista kuiduista muodostuvia lämmöneristeitä. Puukuitueristeitä valmistetaan esimerkiksi selluloosasta, puuhiokkeesta tai sanomalehtikeräyspaperista. Eristeisiin lisätään erilaisia palon- ja lahonestoaineita, kuten boorimineeraaleja.

Puukuitueristeitä käytetään levymäisinä hirsi- ja pientalojen ylä- ja alapohjien eristämiseen, kuten kuvassa 6 on esitetty. Levymäisenä tuotetta on saatavilla suomalaiseen rakentamiseen vakiomitoin seinärakenteiden lämmön- ja ääneneristämiseen. Puhallettavana puukuitueriste soveltuu käytettäväksi puu- ja teräsrakenteisten ylä- ja alapohjien lämmöneristeinä. Puhallettavana puukuitueristettä voidaan käyttää myös pystyrakenteiden lämmön- ja ääneneristeinä. Ruiskutettavaa puukuitua voidaan käyttää lämmöneristeinä seinärakenteissa ja se soveltuu ruiskutettavana myös kovien ja sileiden pintojen ääneneristeeksi. [10.]



- 1 puhallettava puukuitueriste:
suunnittelupaksuus + painumavara 10 %...20 %
- 2 puukuitueristelevy, paksuudet 50 mm...150 mm
koot 565 mm x 870 mm
- 3 ruiskutettava puukuitueriste

KUVA 6. Puukuitueristeiden käyttökohteita [10.]

4.2.3 Solumuovieristeet

Pääsääntöisesti kaikki muovipohjaiset eristeet, kuten styrox-levyt, suulakepuristetut- ja polyuretaanieristeet luokitellaan solumuovieristeiksi. Polyuretaanieristeet ovat lämmöneristysominaisuuksiltaan parempia samalla ainevahvuudella verrattuna mineraalivilla- tai puukuitueristeisiin nähden. Esimerkkikohteessa eristemateriaaliksi valittiin yläpohjaan polyuretaanieriste. [8.]



KUVA 7. Yläpohjan uusittu eriste

Vanhan vesikaton tuulettumattomuuden vuoksi vanhat yläpohjan lämmöneristeet oli myös syytä vaihtaa niiden huonon kunnon vuoksi. Vanhassa rakenteessa katon harjan tuntumassa oli noin 25 cm sahanpurua lämmöneristeinä, joka oli ajansaatossa painunut ja mustunut. Kattolappeiden osalla lämmöneristevahvuus oli noin 150 mm. Vanhat lämmöneristeet poistettiin, ja ne uusittiin ainevahvuudeltaan 50 mm:n ympäröidyllä polyuretaanieristeellä. Eristelevyjä asennettiin kolme kerrosta päällekkäin.

Polyuretaanieristelevyt leikattiin n. 20 mm kapeammaksi kuin kattokannattajien välit, jotka vaahdotettiin polyuretaanivaahdolla tiiviiksi elementeiksi. Ladonta aloitettiin lappeen alaosasta ja päätysaumat limitettiin. Ulkoseinien yläosan eristeiden liittymäkohta tulee eristää erityisen tarkasti, ettei seinä- ja yläpohjaneristeen rajaan jää kylmäsiltaa. Kattolappeet oikaistiin ja tällä tavoin toteutettiin vaadittava tuuletusväli eristeen ja kattemateriaalin väliin. Kuvassa 7 on uusittua yläpohjan lämmöneristystä.

Valitun lämmöneristeen valintaan vaikuttaa monet tekijät. Yläpohjan lämmöneristeeksi valitaan suunnittelijoiden ja tilaajien valinnan mukaan yleensä jokin taulukon 1 mukainen lämmöneriste. Varsinkin korjausrakentamisen osalla vanhojen runkorakenteiden

ainevahvuudet ja höyrynsulun toteuttaminen yläpohjissa ym. kohteen erityispiirteet määräävät uuden eristemateriaalin valinnan. Tässä kohteessa eristevalinta oli polyuretaanieriste, jonka pieni lämmönjohtavuus oli yksi peruste (W/m^2K). Muita vaikuttavia seikkoja eristevalintaan oli riittävä eristyskyky pienemmillä ainevahvuuksilla ja yläpohjan höyrynsulun samanaikainen toteutuminen. Polyuretaanieriste ei tarvitse erillistä höyrynsulkua vaan se toteutuu itse eristeellä, joka on itsessään normaali höyrynsulkumuoveja tiiviimpi kokonaisuus. [8.]

Taulukko 1. Yläpohjan lämmöneristeiden vertailuarvoja

Ominaisarvoja	Mineraalivillaeristeet		Puukuitueristeet	Solumuovieristeet	
	Lasivilla	Vuorivilla		EPS	SPU
Uusiomateriaalis sisältö (prosenttia raaka-aineesta)	60 %	0 %	80 %	5-70 %	0 %
Lämmönjohtavuus (W/m^2K)	0,032	0,036	0,039	0,031	0,023
Europaloluokka	A1	A1	E	D,E	D,E,F

Isover-, Paroc-, Ekovilla-, Thermisol- ja SPU-eristeet

4.3 Aluskatteet

Itse katopinnan alle asennetaan niin uudis- kuin korjausrakentamiskohteissa aluskate. Aluskate asennetaan pääsääntöisesti aina, oli katemateriaali mikä tahansa. Vanhemmissa pientaloissa ei aina välttämättä ole aluskatetta. Varsinaiset aluskatteet alkoivat tulla Suomen rakentamisen markkinoille 70–80-luvulla. Aluksi ne olivat poikkeuksetta kartonkipohjaisia, mutta ovat kehittyneet vuosien varrella paljon.

Aluskatteen merkitys vesikatoilla on listauksena seuraavassa:

- ✓ Kestää pieniä määriä mahdollisia vesivuotoja johtaen ne ulkoseinänlinjan ulkopuolelle.
- ✓ Estää kondenssiveden aiheuttamat ongelmat.
- ✓ Toimii väliaikaisena suojana vesikattoja rakennettaessa.

Aluskatteiden tuoteluokat jaetaan kahteen tyyppiin:

AKK = kiinteälle alustalle asennettavat aluskatteet

AKV = vapaasti asennettava eli kattotuoleihin kiinnitettävä aluskate

Molemmissa tyypeissä on kaksi luokkaa, 1 ja 2. Luokan 1 tuotteet ovat lujempia ja vahvempia kuin luokan 2 tuotteet. [11.]

4.3.1 Muovialuskate

Kondenssisuojattu muovialuskate on yläpinnaltaan tiivis ja huokoiselta alapinnaltaan imukykyinen. Tiivis yläpinta estää vesivuotojen pääsyn eristetilaan. Lisäksi aluskate kerää alapintaansa siihen tiivistyneen kondenssikosteuden ja haihduttaa sen ilmaan. [11.]



KUVA 8. Kondenssisuojattu muovialuskate [11.]

4.3.2 Diffuusioavoimet aluskatteet

Diffuusioavoimet eli ns. hengittävät, mutta vedenpitävät aluskatteet. Ovat kevyitä ja helposti käsiteltäviä tuotteita. Ne soveltuvat sekä uudisrakennuksiin että korjausrakentamiskohteisiin. Alhaalta päin tuleva kosteus (lämpövuodot yms.) läpäisee aluskatteen, jonka jälkeen kosteus tiivistyy varsinaisen katteen alapintaan ja valuu räystäiden kautta pois. Katon tuuletusväliä ja kattorakenteita voidaan tarvittaessa madaltaa ilman riskiä rakenteiden kastumisesta. [11.]



KUVA 9. Valmistettu synteettisestä huovasta ja diffuusioavoimesta muovikalvosta [11.]

4.3.3 Aluskermi

Bitumikermi soveltuvat aluskatteeksi silloin, kun alustana on raakapontti tai pontattu rakennuslevy. Tämän rakenteen etuna on yksityiskohtien, esimerkiksi läpivientien luotettava tiivistys ja sekä bitumin tuoma erittäin hyvä pitkäaikaiskestävyys. Aluskermi sopii mainittujen ominaisuuksiensa ansiosta hyvin konesaumattun peltikaton alustaksi. Saatavilla on liimattavaa, pistehitsattavaa ja hitsattavaa kermiä, joka on täysin vedenpitävä jo tässä työvaiheessa. [12.]



KUVA 10. Tasainen ja ääntä eristävä alusta konesaumakatolle

Aluskermi asennetaan alustaan lappeen- tai harjansuuntaisesti. Kuvassa 10 kermi on asennettu poikittain harjaan nähden valmistajan ohjeen mukaan 100 mm limitettynä. Asennusvaiheessa kermi viedään hieman päädystä yli ja koko lappeen ollessa levitettyä pääty tasataan esim. mattoveitsellä vanerin reunan tasalta.

Vesikattoremontissa tällä rakenteella tehden voidaan purkaa ja valmistaa yksi puoli kerrallaan. Aluskerman levitettyä ei lapetta tarvitse enää suojata sateelta kuin harjan osalta, koska kermi on vedenpitävä ja kestää myös sen päällä liikkumisen.

4.4 Konesaumakate

Rivisaumakatto eli saumakatto muuntui saumauskoneiden myötä nykyään kutsutuksi konesaumakatoksi. Konesaumakaton saumaus tehdään kaksinkertaisella tiivistysaineella käsitellyillä saumoilla koneellisesti. Konesaumakatto verrattuna muihin metallikatepintoihin on tiiviimpi rakenne, koska esimerkiksi peltirivien kiinnitys tapahtuu kiinnike-liuskoilla alusrakenteeseen rikkomatta pellin pintaa. Kiinnikeliuskat jäävät rivien välisten

saumojen sisään. Läpiviennit ovat konesaumakatossa täysin tiiviitä saumattuna yhtenäiseksi kattopinnaksi. Konesaumakattoa tehdessä työryhmän ja peltisepän ammattitaito on tärkeää. Muihin metallikatepintoihin verrattuna rivipellillä on työvaiheita, kuten esim. pellin jatkaminen pituussuunnassa, joka vaatii tekijältään asiantuntemusta. Peltirivien päättämiset harjalle ja räystäälle ovat aina käsityötä, jossa peltisepän ammattitaito korostuu. [2.]

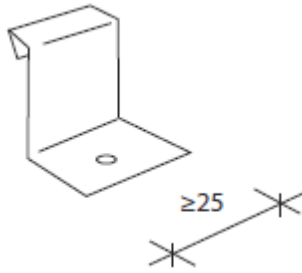
4.4.1 Ohutmetallilevyt ja kiinnitystarvikkeet

Konesaumattuja kattoja voidaan valmistaa eri metalleista. Käytetyin on teräs, joka hinta-laatusuhteeltaan sekä käyttöikänsä oikein valmistettuna ja huollettuna kestää vuosikymmeniä. Muita metalleja ovat kupari, alumiini ja ruostumaton teräs, joiden käyttö on selvästi vähäisempää. Syynä siihen on raaka-aineiden hinnanero ja sitä kautta kiinnitystarvikkeiden soveltuvuus. Metallisten kattojen ominaisuuksiin kuuluu lämpölaajeneminen, joka tulee ottaa huomioon niin suunnittelussa kuin asennuksessa. Seuraavassa katteissa käytettävien peltien lämpöliikkeitä, kun lämpötila muuttuu 100 °C:

- ✓ teräs 1,2 mm/m
- ✓ kupari 1,7 mm/m
- ✓ alumiini 2,4 mm/m
- ✓ austeniittinen ruostumaton teräs 1,7 mm/m
- ✓ ferriittinen ruostumaton teräs 1,1 mm/m
- ✓ titaani-sinkkilevy 2,2 mm/m

Metallisille peltikatteille metallin lajista riippuen on annettu minimi ainevahvuudet. Teräspellillä ainevahvuus on 0,5 mm, kuparipellillä 0,6 mm, alumiinipellillä 0,6 mm ja ruostumattomalla teräspellillä 0,4 mm. [2.]

Kiinnitystarvikkeet tulee valita sen mukaan, mitä kattopeltiä käytetään. Kuvassa 11 on teräspeltikatteen kiinnitykseen käytettävä teräspellistä valmistettu kiinnike, kun taas kupari-, alumiini- ja ruostumaton teräspeltikate vaatii haponkestävästä teräksestä valmistettuja kiinnikkeitä. Titaanisinkkipellin kiinnitystavan osalta noudatetaan valmistajan ohjeita. [2.]

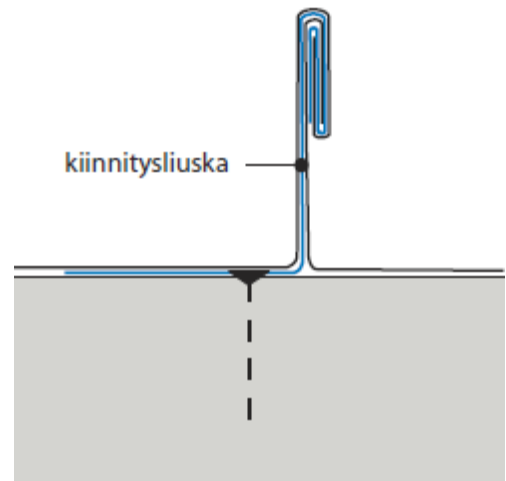


KUVA 11. Kiinnike (klammeri, kiinnitysliuska) [2.]

Kiinnikeliuskoille on määrätty kiinnike­tiheysväli tavanomaisilla peltikatelevyksillä. Se määräytyy myös sen mukaan, mitkä ovat valmistettavan katon olosuhteet. Tärkeimpiä vaikuttavia olosuhteita ovat teollisuuden läheisyys, rakennuksen korkeusasema muuhun maastoon nähden ja rakennuksen korkeus sekä lappeiden pituudet? Kiinnike­tiheyteen vaikuttaa myös eri katonosat, joita ovat nurkka-, reuna- ja keskiosa. Näihin osiin kiinnikkeitä asennetaan eri määrät. Pääsääntönä on, että siellä missä kattopellit joutuvat kovemmalle rasitukselle, kiinnikkeitä on enemmän.



KUVA 12. Kiinnikejako keskikaton osalla



KUVA 13. Valmis saumataivutus [2.]

Kiinnikkeet kiinnitetään alustaansa naulaamalla tai ruuvaamalla, johon tartuntalujuusarvot on kerrottu tarkemmin RIL 120 - 2004 Puurakenteiden suunnitteluohjeet - julkaisussa. Kiinnikkeet, naulat ja ruuvit tulee valita ominaisuuksiltaan niin, etteivät ne

yhdessä muodosta sähköparia. Sähköpari syntyy eri metallilajien välillä vaurioittaen aina epäjalompaa metallia. Kuvissa 12 ja 13 on kiinnikeliuskat kiinnitettynä alustaansa.

Peltirivien kaikki kaksinkertaiset saumat tiivistetään. Tiivisteaineena teräspelleissä käytetään yleisesti saumamaalia. Saumamaali on väritöntä, ja se levitetään esimerkiksi kapealla maalipensselillä kauttaaltaan ns. pellin isosaumaan siten, että myös kiinnike jää saumamaalin peittoon. Saumamaalin tarkoitus on kestää tiiviinä koko katteen käyttöä estäen haitallisen veden pääsyn alapuolisiin rakenteisiin.

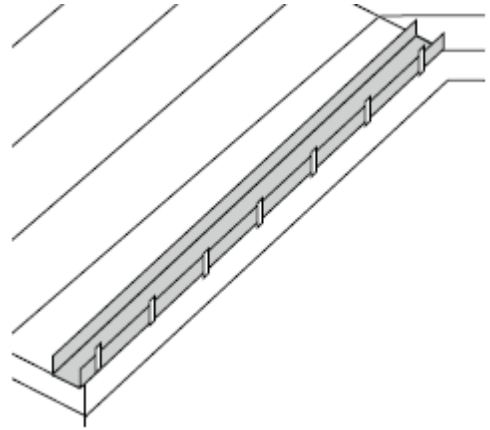
4.4.2 Työn tekninen toteutus

Aloituspalaverien ja suunnitelmien tarkastusten jälkeen tehdasvalmistetut peltirivit nostetaan katolle. Pientalotyömaallakin on hyvä käyttää apuna nosturia, jolla pellit saadaan nippuina ylös. Tämä työvaihe aiheuttaa hieman kustannuksia, mutta näin tehden työ on turvallista, nopeaa ja peltirivit pysyvät alkuperäisessä muodossaan. Käsien nosto on toinen vaihtoehto saada pellit katolle. Käsien nosto vaatii yleensä useamman henkilön työpanoksen, ja vaarana on peltien lommahdus. Jos peltirivit eivät ole kovin pitkiä ja rakennuksessa ei ole useita kerroksia, voi käsien nostoa suosia.

Yhtenäiseksi asennetun aluskermin päälle alkaa peltirivien asennus. Peltirivien asennusjärjestys on lappeen oikealta reunalta kohti vasenta päätä, kuten kuvissa 14 ja 15 on esitetty. Tätä ennen lappeenleveys on mitattu ja pyritään saamaan molempiin päihin suunnilleen saman levyiset rivit. Mikäli lappeen leveyttä mitatessa huomataan, että toiseen pätyyn olisi jäämässä vain kapea soiro, silloin se tasataan aloituspeltiä kaventamalla pituussuunnassa. [13.]



KUVA 14. Peltirivien asennusta



KUVA 15. Kavennettu aloitusrivi [13.]

Peltien levityksen ja kiinnikkeiden asennuksen jälkeen pellin pystyriivit saumataan ensisijaisesti sähkökäyttöisellä saumauskoneella. Kuvassa 16 sähkökäyttöisellä saumauskoneella saumaustyö tapahtuu räystäältä kohti katonharjaa. Koneen rullat ja rissat säädetään saumattavan pellin mukaan ottaen huomioon pellin paksuus ja pinnoite. Vaihtoehtoinen saumausväline on käsikäyttöinen saumausrissa. Säädot sovitetaan samaan tapaan kuin sähkökäyttöisellä koneella. Kuvassa 17 saumaustyö rissalla tapahtuu päinvastoin kuin sähkökoneella, eli katonharjalta kohti räystästä koko saumanmatkan ajan työntäen.[13.]



KUVA 16. Saumaus sähkökoneella



KUVA 17. Käsinsaumaus rissalla [13.]

Saumausrissaa voi käyttää sähkökoneen ohella lyhyillä peltiriveillä tai ahtaissa paikoissa, mihin sähkökone ei mahdu, kuten esimerkiksi matalilla vastaharjoilla räystäiden alla.

Lappeen mitan ollessa pitkä voidaan peltirivejä joutua jatkamaan. Näitä peltiriveissä olevia jatkosaumoja kutsutaan hakasaumoiksi. Vierekkäisten peltirivien hakasaumat eivät saa olla kohdakkain, vaan ne tulee porrastaa vähintään 100 mm. Kaksinkertaiset hakasaumat käsitellään tiivistysmassalla tai saumamaalilla niin, että saumatut jatkot ovat tiiviitä. Työmaalla näitä jatkosaumoja kutsutaan usein veivisaumoiksi. Yksinkertaisia hakasaumoja käytetään vain pystysuuntaisia peltejä jatkettaessa. [2.]

Jatkosaumojen tekeminen katolla on käsityötä, jossa peltisepän ammattitaitoa tarvitaan. Jatkosaumat suositellaan tehtäväksi teräspelleillä valmistettuun konesaumakattoon, kun peltirivit ovat pidempiä kuin 10 metriä. [3.] Seuraavat kuvat 18, 19, 20, 21, 22, ja 23 näyttää katolla pellin pituussuunnassa tehtävän jatkosaumojen valmistuksen vaiheittain.



KUVA 18. Reunat viistetään



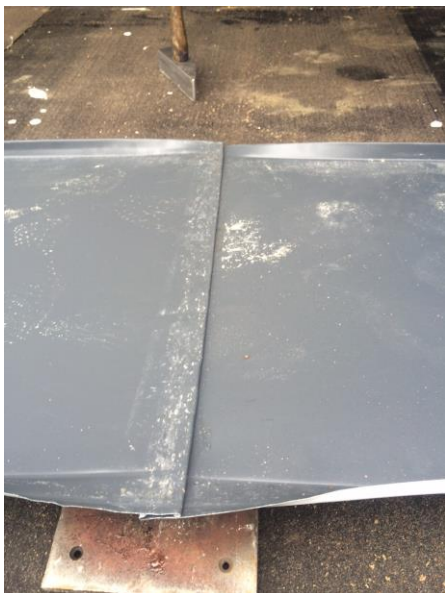
KUVA 19. Käsintaivutus molemminpäin



KUVA 20. Saumamaalit saumoihin



KUVA 21. Pellinpäät yhteen



KUVA 22. Pellit tiiviiksi kosakalla



KUVA 23. Valmis hakasauma (veivisauma)

Jatkoskohta oikein toteutettuna tulee olla yhtä tiivis kuin muukin osa kattoa. Mikäli on tiedossa, että lappeelle tulee tehdä jatkosaumoja, on peltilajiksi hyvä valita ns. peltise-pänlaatua oleva pelti. Tätä peltiä on helpompi työstää ja tehdä tarvittavat taivutukset.

4.4.3 Kattoturvatuotteet

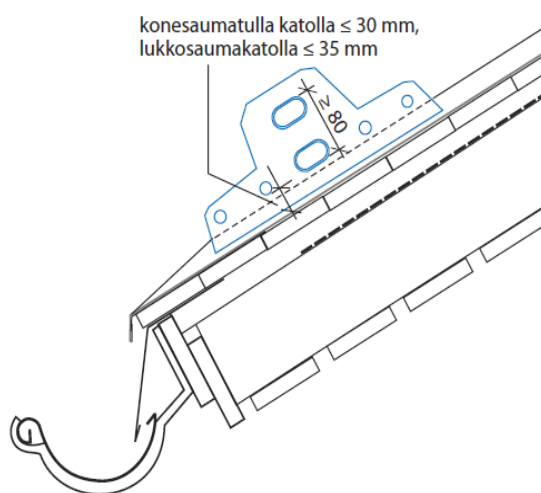
Varsinaisen peltityön jälkeen, valmiille konesaumatululle katolle asennetaan kattoturvatuotteet. Näitä tuotteita kutsutaan katon turvavarusteiksi. Turvavarusteita ovat talotik-

kaat, lapetikkaat, kattosillat, kulkusillat, piipputikkaat, nuohoustatot ja -kaiteet, kattopolarit, turvakiskot ja lumiesteet. [14.]

Pientalojen osalla katon turvavarusteet koostuvat pääsääntöisesti talo- ja lapetikkaista, kattosilloista ja lumiesteistä, kuten myös tässä esimerkkikohteessa. Konesaumattuun kattoon löytyy tehdasvalmisteisia turvavarusteita kattavasti. Turvavarusteita saa yleisimmillä väri vaihtoehdoilla, joita kattopelleissä käytetään. Kiinnikkeet ovat erilaisia sen mukaan, mikä katevaihtoehto on kyseessä. Konesaumattulle katolle kiinnikkeet kiinnitetään katteen pystysaumoihin. Tämä on hyvä kiinnitystapa, koska tällä tavoin tehden se ei riko valmista katepintaa ja katon turvavarusteet saa tukevasti kiinni.



KUVA 24. Lumieste kiinnitettynä



KUVA 25. Lumiesteen mitoitusperusteita [14.]

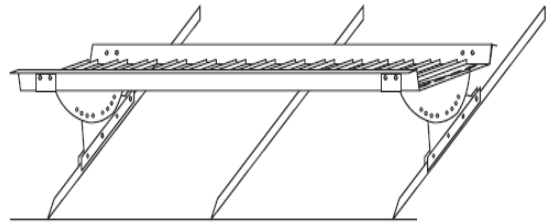
Lumiesteen osalta rakennusmääräyskokoelman F2-osa määrää, että sisäänkäyntien ja kulkuväylien kohdat sekä talvella käytettävät leikki- ja oleskelualueet tulee suojata rakennuksen katolta putoavalta lumelta ja jäältä. Määräys koskee myös rakennusta ympäröivää katualuetta ja muuta yleistä aluetta. Lisäksi lumensuojauksen osalta ohjeet ovat, kun katon kaltevuus ylittää 1:8. Suojaamisessa käytetään katolle sijoitettavia lumiesteitä, ovien yläpuolisia katoksia tai kulkua ohjaavia istutuksia ja sopivia maarakenteita. [15.]

Lumiesteiden oikea kiinnityskohta on sellainen, että lumiesteelle tuleva lumikuorma kohdistuu talon kantaville rakenteille. Kuvassa 24 on lumieste asennettu talon ulkoseinälinjaan ja kuvassa 25 on periaatekuva lumiesteen kiinnityksestä.

Talo- ja lapetikkaiden kautta katolla olevalle savupiipulle ja muille huollettaville laitteille tulee olla esteetön ja turvallinen kulku. Tällaisia kulkureittejä ovat määräysten mukaiset kattosillat, kuten kuvassa 26 on esitetty.



KUVA 26. Kattosilta



KUVA 27. Kiinnitysjaako kattosillassa [14.]

Kattosiltojen ja lumiesteiden kiinnitysjaako jyrkillä katoilla on enintään 1,2 metriä. Tämä toteutuu kiinnittäessä normaaleilla tehdasvalmistetuilla peltiriveillä joka toiseen pysytysaumaan, kuten kuvassa 27. Kiinnikkeet asennetaan valmistajan ohjeiden mukaan olosuhteisiin sopivilla tarvikkeilla ja menetelmillä. [14.] Tikkaiden osalta on omat kiinnitysvaatimukset, jotka selviävät rakentamismääräyskokoelman F2-osasta.

5 Työturvallisuus

Työturvallisuuslain noudattaminen on myös vesikattotöissä edellytys. Lain tarkoitus on parantaa työympäristöä ja työolosuhteita työntekijöiden työkyvyn turvaamiseksi ja ylläpitämiseksi sekä ennalta ehkäistä ja torjua työtapaturmia, ammattitauteja ja muita työstä ja työympäristöstä johtuvia työntekijöiden fyysisen ja henkisen terveydenhaittoja. [16.]

Työn turvallinen toteutus on hankkeen kaikkien osapuolien etu. Työ on oikein menetelmin ja suojauksien tehden myös tuottavampaa. Työnantajilla ja työntekijöillä on omat velvollisuudet turvallisen työn tekemiseen.

Työnantajan osalta velvoitteet ovat

- ✓ työntekijän asianmukainen perehdyttäminen
- ✓ työohjeiden ja toimintamallien suunnittelu
- ✓ tarvittavien turvavarusteiden toimittaminen työntekijöille.

Työntekijän velvollisuuksia on

- ✓ noudattaa annettuja ohjeita ja toimintamalleja
- ✓ käyttää annettuja turvavarusteita
- ✓ ilmoittaa esimiehelle turvallisuuspuutteista.

Luvanvaraisiin rakennustöihin, kuten myös tässä kohteessa hankkeeseen ryhtyvän tulee nimetä rakennuskohteeseen vastaava työnjohtaja, jonka tehtäviin kuuluu yhtenä osana työmaan työturvallisuusasiat ja niiden valvonta.

5.1 Vastuut ja velvoitteet

Uusin asetus koskien rakennustyön turvallisuutta ottaa kantaa mm. rakennuttajan ja päätoteuttajan vastuista ja velvollisuuksista työturvallisuuden osalta. Asetus on suunnattu suuremmille työmaille dokumentaation osalta. Pientalotyömaalla on tietenkin samat lait voimassa työturvallisuutta koskien, mutta pienemmissä korjaushankkeissa rakennuttajan ja päätoteuttajan dokumentaation laajuus tulisi soveltaa kohteen koon mukaan. Tämä korostuu ainakin ns. kertarakentajilla eli yksityisillä kotitalouksilla rakennuttajana. Kohteen koko on otettu asetuksessa huomioon ainoastaan päätoteuttajan ilmoitusvelvollisuutena työsuojeluviranomaisille. Päätoteuttaja on ilmoitusvelvollinen työsuojeluviranomaisille, kun kohteen kesto on yli kuukauden, kohteessa työskentelee vähintään 10 työntekijää ja työn määrä on yli 500 henkilötyöpäivää. [16.]

Rakennuttajan vastuut:

- ✓ turvallisuuskoordinaattorin nimeäminen
- ✓ päätoteuttajan nimeäminen
- ✓ rakennushankkeen suunnittelu ja valmistelu niin, että työt voidaan tehdä turvallisesti. Rakennuttajan on edellytettävä suunnittelijoilta jo suunnitteluvaiheessa työturvallisuuden huomioimista.
- ✓ rakennuttajan laatimat asiakirjat ja täytäntöönpanon seuranta rakennustöissä (mm.turvallisuusasiakirja)
- ✓ asiakirjojen ajan tasalla pito, tietojen anto ja toimenpiteiden täytäntöönpanon seuranta [16.]

Päätoteuttajan vastuut:

- ✓ Päätoteuttajan tulee laatia hankkeesta työturvallisuussuunnitelma ja esittää se rakennuttajalle. Työturvallisuussuunnitelmassa on kiinnitettävä erityistä huomiota ainakin seuraaviin seikkoihin:
 - 1) työmaan järjestelyt sekä hyvän järjestyksen ylläpito työpisteissä ja materiaalien käsittelyssä eri rakennusvaiheissa
 - 2) rakennustyön aikainen sähköistys ja valaistus
 - 3) työmenetelmät
 - 4) koneiden ja laitteiden käyttö
 - 5) nostotyöt ja siirrot
 - 6) putoamissuojauksen toteuttaminen
 - 7) työ- ja tukitelinetyö
 - 8) pölyn vähentäminen ja sen leviämisen estäminen
 - 9) työhygieenisten mittausten menettelyt
 - 10) purkutyö
 - 11) eri töiden ja työvaiheiden tosiasiallinen ajoitus ja kesto sekä niiden yhteensovittamisen järjestäminen rakennustöiden edistymisen mukaan
 - 12) eri töiden ja työvaiheiden yhteensovittaminen rakennustyömaalla tai rakennustyön vaikutuspiirissä toteutettavan teollisen toiminnan, muiden vastaavien työtoimintojen ja yleisen liikenteen kanssa
 - 13) vaaraa aiheuttavat putkistot ja sähkökaapelit
 - 14) henkilönsuojainten käyttötarpeet ja -ajankohdat; sekä
 - 15) toiminta tapaturmissa ja onnettomuustilanteissa.

Suunnitelmat on tehtävä kirjallisesti. Suunnitelmat on tarkistettava olosuhteiden muuttuessa, ja ne on muutenkin pidettävä ajan tasalla.

- ✓ Päätoteuttajan on tehtävä kirjallinen rakennustyömaa-alueen käytön suunnitelma. Rakennustyömaa-alueen käytön suunnittelussa on kiinnitettävä erityistä huomiota tapaturmavaaran ja terveyden haitan poistamisessa ja vähentämisessä ainakin seuraaviin seikkoihin:
 - 1) toimisto-, henkilöstö- ja varastotilojen määrä ja sijainti
 - 2) nostureiden, koneiden ja laitteiden sijoitus
 - 3) rakennustarvikkeiden ja -aineiden sekä elementtien lastaus-, purkaus- ja varastointipaikkojen sijoitus
 - 4) työmaaliikenne sekä sen ja yleisen liikenteen liittymiskohdat
 - 6) kulku-, nousu- ja kuljetustiet sekä niiden kunnossapito
 - 7) työmaan järjestys ja siisteys sekä pölyn torjuntaan ja hallintaan tarvittavien rakenteiden ja laitteiden sijoitus
 - 8) jätteiden sekä turvallisuudelle ja terveydelle vaaraa tai haittaa aiheuttavien materiaalien kerääminen, säilyttäminen, poistaminen ja hävittäminen
 - 9) palontorjunta

10) varastointialueiden rajaaminen ja järjestäminen, erityisesti kun käsitellään turvallisuudelle ja terveydelle vaaraa tai haittaa aiheuttavia materiaaleja tai aineita.

Rakennustyömaa-alueen käytön suunnittelun keskeiset osat on esitettävä työmaasuunnitelmana kirjallisesti, tarvittaessa rakennus- ja työvaiheittain. Suunnitelmat on tarkistettava olosuhteiden muuttuessa, ja ne on muutenkin pidettävä ajan tasalla.

- ✓ Nimettävä rakennustyön johto ja on huolehdittava turvallisuuden ja terveyden kannalta tarpeellisesta työmaan yleisjohdosta ja osapuolten välisen yhteistoiminnan ja tiedonkulun järjestämisestä, toimintojen yhteensovittamisesta sekä työmaa-alueen yleisestä siisteydestä ja järjestyksestä.
- ✓ Suunnitelmien ajan tasalla pitäminen
- ✓ Päätoteuttajan on varmistuttava, että sillä on tieto työmaalla työskentelevistä työntekijöistä ja itsenäisistä työnsuorittajista ja että heidän perehdyttämistään varten on tarpeelliset tiedot. Työnantajien on annettava työntekijöistään ja itsenäisten työnsuorittajien omalta osaltaan tarpeelliset tiedot työmaalla työskentelestä päätoteuttajalle. [16.]

5.2 Korkealla työskentely

Putoamissuojia tulee käyttää aina, jos työskennellään yli 2 metriä korkeammalla. Vesikatolla työskennellessä putoamissuojauksen toteuttaminen on olennainen osa työturvallisuutta, joka voidaan tehdä monella eri tavalla. Ensisijaisena putoamissuojauksena vesikattotöissä ovat aina rakenteelliset suojat, kuten esimerkiksi suojakaiteet. Rakenteellisten suojien lisäksi putoamissuojaukseen käytetään henkilökohtaisia suojaimia, kuten turvavaljaita. Suojakaiteiden ja turvavaljaiden mitat ja kestävyysvaatimukset esitetään tarkemmin Ratu 1223-Suunnitteluohjeessa. [17.]

Vesikattotöissä yksi tärkeimmistä suunnitelmista työturvallisuuden osalta on putoamissuojaussuunnitelma ja sen toteuttaminen. Putoamissuojaussuunnitelma on kirjallinen esitys siitä, miten rakennuskohteessa on mietitty ja ajateltu kohteen putoamissuojaus. Putoamissuojaussuunnitelma on tehtävä päätoteuttajan toimesta myös korjausrakentamisessa saneerauskohteissa, ja se on osa päätoteuttajan tehtävää turvallisuussuunnitelmaa. Seuraavassa vinkkejä Ratu 1223-Suunnitteluohjeen mukaisesta putoamissuojaussuunnitelman laadinnasta:

- ✓ on laadittava putoamissuojaussuunnitelma aina kohdekohtaiseksi
- ✓ on käytettävä apuna yrityksesi ohjeaineistoa sekä vanhoja suunnitelmia, mutta älä kopioi niitä suoraan valmiista mallista.
- ✓ on etsittävä eri lähestymistapoja putoamisvaarojen vähentämiseksi esimerkiksi rakennusvaihe kerrallaan.
- ✓ on mietittävä tarvittavat suojarakenteet ja -suojaimet työhön ja vaiheeseen sopiviksi.

- ✓ on tuotava suunnitelmassa esille käytettävät suojaustavat, kuten esim. suojaustoimittajien esitteiden ja ohjeiden avulla.
- ✓ on muistettava päivittää suunnitelmaa, jos tulee muutoksia putoamissuojaukseen vaikuttaviin asioihin.
- ✓ on hyvä muistaa, että suunnitelman sisältö on tärkein, ei sen laajuus ja sivumäärä. [17.]

Putoamissuojaussuunnitelma on hyvä tehdä työmaan aluesuunnitelman pohjalta, jossa esitetään suojattavat rakennusosat kuvin ja selityksin siitä miten suojataan.

Rakennustyömaalla työskennellessä on tärkeää tunnistaa milloin tarvitaan suojausta putoamiselta ja toteuttaa vaadittavat suojaustavat. Hyvätkään suunnitelmat eivät estä putoamiselta, jos suojaimia ei käytetä tai ne asennetaan väärin.

6 Pohdinta

Pientalon vesikaton korjaustyöhanke on aina tapauskohtainen, eli kahta täysin samantyyppistä rakennusta ei ole. Korjausmenetelmät ja työtavat toistuvat pääosin kohteesta toiseen, mutta rakennusten korjaustarpeet ja ominaispiirteet vaihtelevat. Korjaustyöntarve on mielestäni kasvamaan päin, koska suuret ikäluokat muuttavat vanhemmista omakotitaloista lähemmäksi palveluita kaupunkien keskustoihin. Muuttavat asukkaat ovat ikääntyneitä eivätkä välttämättä jaksavat vetää korjaustyöhanketta. Korjaustyöhankkeet ovat myös melko kalliita toteuttaa palkatulla työvoimalla, joten siihen kohdistuvat menot saatetaan kokea turhaksi. Vanhempiin omakotitaloihin nyt muuttava nuorempi sukupolvi ei taas välttämättä osaa huoltaa ja korjata rakennusta, kuten pitäisi. Tällä tavoin vesikattojen vauriot pääsevät etenemään.

Kattojen vuosihuoltojen merkitys korostuu pientaloissa. Katoille olisi hyvä mennä tarkistamaan katteen kunto kaksi kertaa vuodessa. Syksyllä ennen lumentuloa ja pakkasia katoilta tulisi poistaa puiden lehdet ja neulaset. Keväällä olisi hyvä kartoittaa katteen mahdollinen korjaustarve. Ruostevauriot, vuotokohdat ja niiden paikalliset korjaamiset on helpompaa toteuttaa kesällä. Mikäli varsinaista korjaustarvetta ei ole, on katepinta hyvä silti puhdistaa säännöllisesti. Kaupunkiolosuhteissa liikenne ja teollisuus aiheuttavat puhdistustarpeen. Katetyypistä riippumatta esimerkiksi painepesurilla pesu säännöllisesti pidentää katteen elinkaarta.

Vesikaton hyvä kunto edesauttaa koko rakennuksen toimivuutta. Haitallinen vesi ei pääse vaurioittamaan rakenteita, kun vesikatto toimii odotetulla tavalla. Kattovesien hallittu johtaminen sadevesijärjestelmiin pitää rakennuksen perustukset kuivina. Rakennuksissa tulee mielestäni olla kunnon räystäät Suomen sääolosuhteissa, jotka suojaavat rakennuksien julkisivuja ainakin ns. normaalisateilta ja kesäisin auringonpaisteilta.

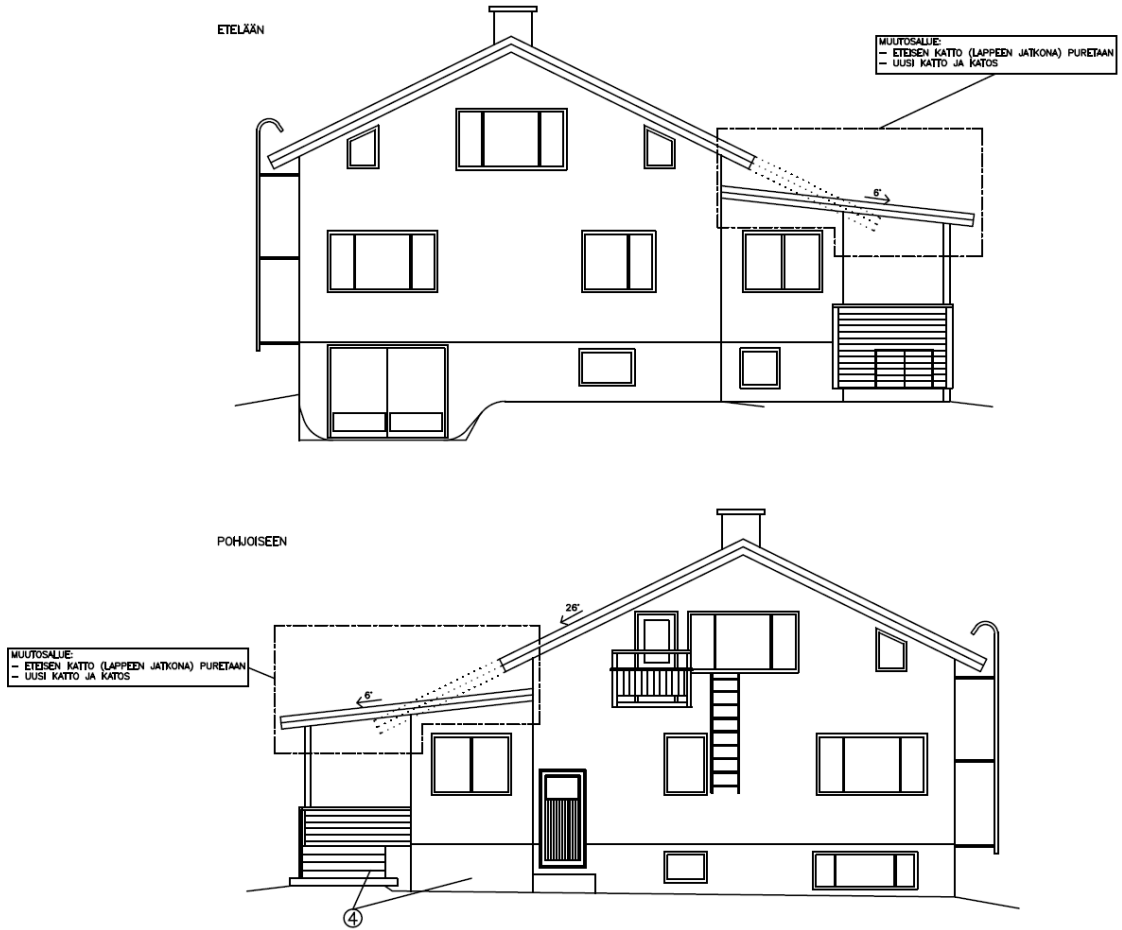
Lähteet

- 1 Suomen rakentamismääräyskokoelma C2-osa. Rakennuksen kosteus. Määräykset ja ohjeet 1998. Verkkodokumentti. <http://www.finlex.fi/data/normit/1918-c2.pdf> Luettu 29.10.2015
- 2 Rakennustieto. Ohjetiedosto elokuu 2014. Konesaumattu peltikatto. Ohjekortti RT-85 11158.
- 3 Toimivat katot 2013. Kattoliitto ry. Verkkodokumentti. http://www.kattoliitto.fi/files/504/Toimivat_Katot_2013_reduced_size_.pdf Luettu 28.10.2015
- 4 Ympäristöministeriön asetus 4/13 rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä. Verkkodokumentti. <http://www.ym.fi/download/noname/%7B924394EF-BED0-42F2-9AD2-5BE3036A6EAD%7D/31396> Luettu 1.11.2015
- 5 Suomen rakentamismääräyskokoelma A 4-osa. Rakennuksen käyttö- ja huolto-ohje. Määräykset ja ohjeet 2000. Verkkodokumentti. <http://www.finlex.fi/data/normit/6022-A4.pdf> Luettu 29.10.2015
- 6 Rakennustieto. Ohjetiedosto joulukuu 2000. Vesikaton korjaus. Ohjekortti RT-85-10738.
- 7 SPU korjausopas. Eristä oikein: Rintamamiestalo. Verkkodokumentti. <http://www.spu.fi/ratkaisut/pientalot-ja-rivitalot/eri-aikakausien-pientalot/#1960-70> Luettu 27.10.2015
- 8 Suomen rakentamismääräyskokoelma C 4-osa. Lämmöneristys. Ohjeet 2003. Verkkodokumentti. <http://www.finlex.fi/data/normit/1931-C4s.pdf> Luettu 1.11.2015
- 9 Rakennustieto. Ohjetiedosto tammikuu 1999. Mineraalivillaeristeet. Ohjekortti RT-36 10689.
- 10 Rakennustieto. Ohjetiedosto elokuu 2012. Puukuitueristeet. Ohjekortti RT-36-11090.
- 11 A-Tiilikate Oy. Verkkodokumentti. <http://www.a-tiilikate.fi/7-aluskatteet/26-muovialuskate-kondenssisuojattu-anticon-proof> Luettu 25.10.2015
- 12 Icopal Katto Oy. Verkkodokumentti. <http://www.icopal.fi/Tuotteet/Jyrkat%20katot/Aluskatteet-%20ja%20kermit%20jyrkille%20katoille.aspx?gclid=CM-d9fe3-ccCFYPbcgodhcQCXg> Luettu 23.10.2015

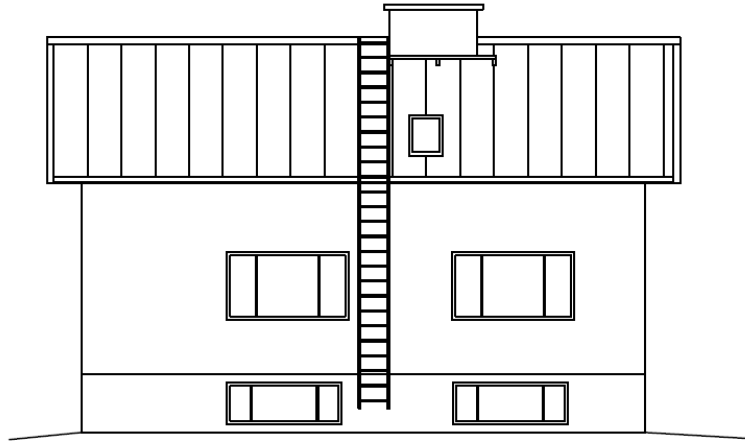
- 13 Rakennustieto. Talo-Ratu-Ohje menekit ja menetelmät helmikuu 2015. Ratu 0412. Ohutlevytyö, kate.
- 14 Rakennustieto. Ohjetiedosto lokakuu 2013. Vesikaton turvavarusteet. Ohjekortti RT 85-11132.
- 15 Suomen rakentamismääräyskokoelma F2-osa. Rakennuksen käyttöturvallisuus. Määräykset ja ohjeet 2001. Verkkodokumentti. <https://www.finlex.fi/data/normit/6376-F2.pdf> Luettu 1.11.2015
- 16 Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta 205/2009. Työturvallisuuslaki 23.8.2002/738. Verkkodokumentti. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2009/20090205> Luettu 1.11.2015
- 17 Rakennustieto. Suunnitteluohje lokakuu 2009. Rakennustöiden putoamis- suojaussuunnitelma. Ratu 1223-S.
- 18 Saint-Gobain Oy. Verkkodokumentti. <http://www.isover.fi/tuotteet/rakennuseristeet> Luettu 1.11.2015
- 19 Paroc Oy. Verkkodokumentti. http://www.paroc.fi/ratkaisut-tuotteet/tuotteet?sc_lang=fi-FI Luettu 1.11.2015
- 20 Ekovilla ®. Verkkodokumentti. <http://www.ekovilla.com/tuotteet/ekovillalevy/ominaisuudet/> Luettu 1.11.2015
- 21 ThermiSol Oy. Verkkodokumentti. <http://www.thermisol.fi/eristeet.html> Luettu 1.11.2015
- 22 Kingspan insulation Oy. Verkkodokumentti. <http://www.spu.fi/tuotteet/tuote/spu-al/> Luettu 1.11.2015

Rakennuspiirustukset

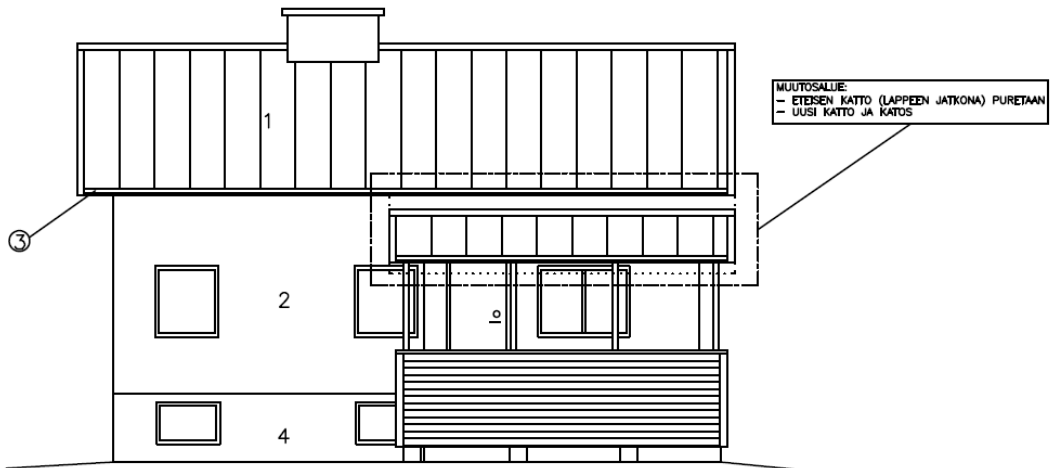
Julkisivupiirustukset



LÄNTEEN (EI MUUTOKSIA JULKISUUUN)

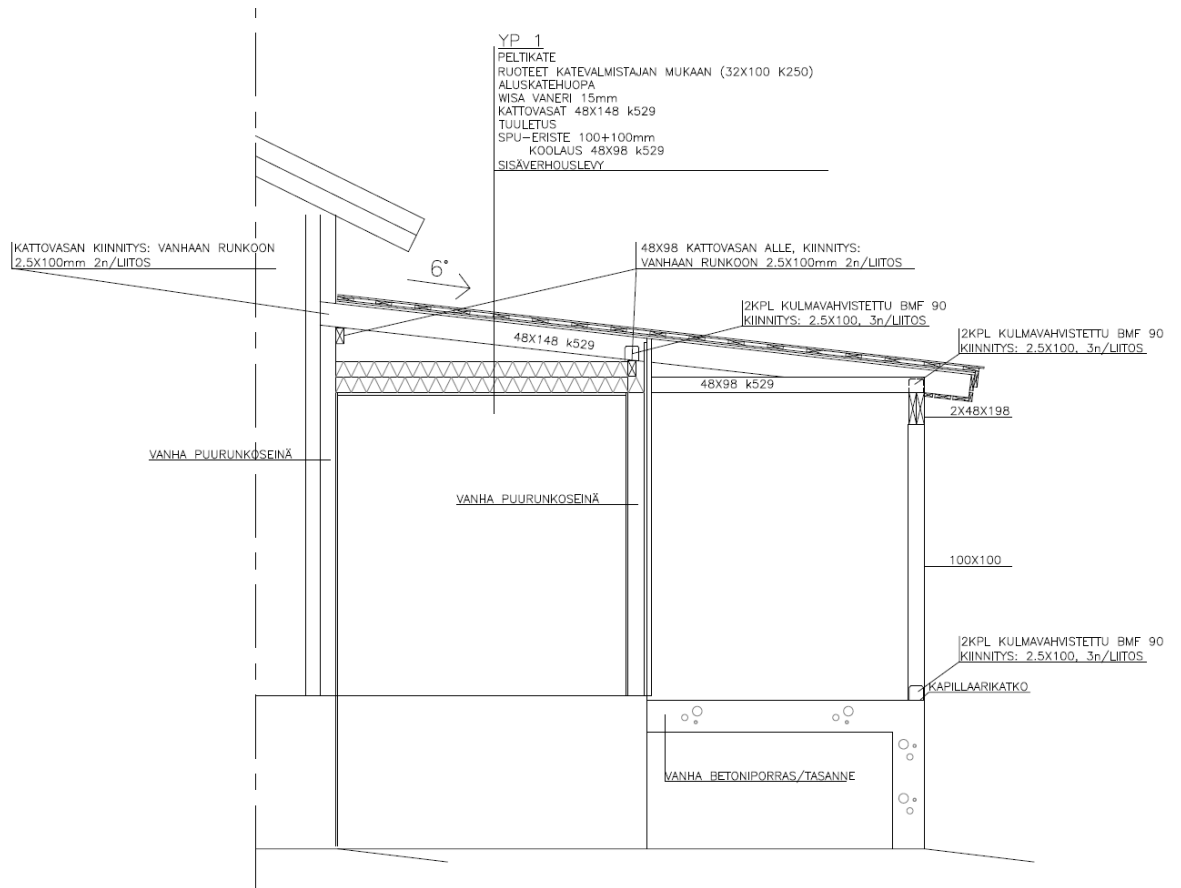


ITÄÄN



Rakennuspiirustukset

Rakennepiirustukset



1:25

