

Markus Haapoja

Vesikaton korjaustyövaiheen kehittäminen kosteudenhallinnan kannalta

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Rakennustekniikka

Insinöörityö

16.12.2014

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Markus Haapoja Vesikaton korjaustyövaiheen kehittäminen kosteudenhallinnan kannalta 66 sivua + 4 liitettä 16.12.2014
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Rakennustekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Rakennustuotantotekniikka
Ohjaajat	Työpäällikkö Mikko Kuuva Anne Pietilä
<p>Tämä insinöörityö tehtiin Pakrak Oy:lle ja tutkittavina kohteina olivat Saga Furs Oyj:n toimittajien vesikatot Vantaan Petikossa. Vesikattotyypit olivat loivia, joiden vedeneristys oli tehty bitumikermeistä. Insinöörityön tutkimustulosten perusteella tarkoituksena oli luoda yrityksen käyttöön dokumentit laskenta- ja hankintavaiheeseen sekä työmaatoteutukseen. Ulkoasultaan ja sisällöltään ne muistuttaisivat niin sanottuja tarkistuslistoja sekä niistä oli tarkoitus tehdä mahdollisimman yksinkertaiset ja selkeät.</p> <p>Lähtökohta tutkimuksen aloittamiselle oli vesikattojen korjaustyövaiheiden haastavuus, ennen kaikkea tilanteissa, joissa yläpuolista sääsuojasta ei ole mahdollista järjestää. Vesikattojen korjaustöihin liittyy aina kosteudenhallinnan kannalta useita riskejä, kuten esimerkiksi sadeveden hallittava poisjohtaminen, vesivuodot käyttäjäpuolelle ja oikea työjärjestys. Muun muassa edellä mainittuihin osa-alueisiin yritettiin löytää ratkaisukeinoja.</p> <p>Insinöörityön tutkimusmenetelminä käytettiin alaan liittyvää kirjallisuutta, internetiä, tutkittavasta kohteesta kerättyjä tietoja ja havaintoja sekä haastatteluja. Tutkimuksen aikana työmaalla suoritettiin dokumentointia valokuvaamalla sekä muistiinpanoja tekemällä. Kirjallisuuden, internetin ja haastatteluiden avulla pyrittiin löytämään sellaista tietoa, jota ei suoraan työmaalla tullut esille.</p> <p>Tutkimustulosten perusteella syntyivät paperille tulostettavat yleispätevät dokumentit, joita on mahdollisuus muokata vastaamaan muidenkin vesikattojen korjaustyövaiheita. Varsinaiset tutkimustulokset liittyvät rakennuttajan vaikutusmahdollisuuksiin kosteudenhallinnan toteuttamiseksi, uudenlaisen ajattelutavan omaksumisessa ja vesikaton korjaustyövaiheen huolellisuuteen.</p>	
Avainsanat	bitumikermi, kosteudenhallinta, vesikatto

Author Title	Markus Haapoja Development of Roof Repair in Terms of Moisture Control
Number of Pages Date	66 pages + 4 appendices 16 December 2014
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Civil Engineering
Specialisation option	Construction and Site Management
Instructor(s)	Mikko Kuuva, Project Manager Anne Pietilä
<p>This final project was made to Pakrak Ltd and the research subjects were the roofs of the premises of Saga Furs Plc in Petikko, Vantaa. The roofs were gentle, with waterproofing made of bitumen roofing felt. The objective of the final project was to create documents that the company can use calculation and procurement as well as building stage. The appearance and the content of the documents would be similar to checklists and the documents would be as simple and clear as possible.</p> <p>The starting point for the research was the challenging repair stages of the roofs, especially in cases where the upper weather guard cannot be arranged. In the repairs, there will be many risks involved in terms of moisture control, such as manageable removing of rainwater, leakages to the occupant spaces and correct working phases. Amongst other things, objective was to find solutions to the above mentioned issues.</p> <p>The research methods for the final project included studying field-related literature, Internet, collected information and observations from the construction site and interviews. During the research documentation was done by photographing and taking notes. The purpose was to find out information with the help of literature, Internet and interviews, which could not be obtained at the construction site.</p> <p>Generic printable documents were made based on the results of the research, which can be amended for other roof repairs. The research results relate to the possibility of the developer to influence moisture control, adopt new mindset and ensure of the roof repair.</p>	
Keywords	bitumen roofing felt, control of the moisture, roof

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Tutkimuksen aihepiiri	2
2.1	Tutkimuksen tavoite	2
2.2	Rajaukset	2
2.3	Tutkimusmenetelmät	3
3	Vesikatto	4
3.1	Runkomateriaalit	4
3.2	Ilman- ja höyrinsulku	4
3.3	Katemateriaalina bitumikermi	5
3.4	Vesikaton tuuletus	13
3.5	Liikuntasäule	13
3.6	Räystäät	14
3.7	Läpiviennit	15
3.8	Vesikatolla sijaitsevia varusteita ja laitteita	16
3.8.1	Kattokaivot	16
3.8.2	Sadevesiviemärit	17
3.8.3	Alipainetuulettimet	17
3.8.4	Kattopollarit	18
3.9	Vesikattotyön tehtäväsuunnittelun periaatteet	19
3.10	Loivan katon peruskorjaus	20
3.11	Jyrkkä vesikatto	23
4	Kosteudenhallinta	25
4.1	Työmaan kosteudenhallintasuunnitelma	27
4.1.1	Hankkeen yleistiedot	27
4.1.2	Kosteudenhallinnan laatutavoitteet	27
4.1.3	Kosteusriskien arviointi	27
4.1.4	Rakenteiden kuivumisaika-arviot	28
4.1.5	Työmaaolosuhteiden hallinta	29
4.1.6	Kosteusmittausuunnitelma	31
4.2	Kosteudenhallinnan organisointi	31
4.3	Kosteudenhallinnan menettelytavat	31

4.3.1	Normaali menettely	32
4.3.2	Tehostettu menettely	32
5	Tutkittavan kohteen korjaustyövaiheen suunnittelu	33
5.1	Kohteen esittely	33
5.2	Tutkittavien alueiden kosteudenhallinta	36
5.2.1	Henkilöstöravintolan ja valmistuskeittiön vesikatto	36
5.2.2	Huutokauppasalin vesikatto	40
5.3	Työturvallisuus	41
5.4	Paloturvallisuus	42
6	Tutkittavan kohteen korjaustyövaiheen seuranta	43
6.1	Purkutyövaihe	43
6.1.1	Henkilöstöravintolan ja valmistuskeittiön vesikatto	43
6.1.2	Huutokauppasalin vesikatto	48
6.2	Uuden katon rakentamisvaihe	49
6.2.1	Henkilöstöravintolan ja valmistuskeittiön vesikatto	49
6.2.2	Huutokauppasalin vesikatto	53
6.3	Ongelmia ja virheitä	55
7	Tutkimustulokset	59
7.1	Vertailu suunniteltuun toteutustapaan ja niiden korjausehdotukset	60
7.2	Tutkimuksen tulosten perusteella laaditut dokumentit	62
7.3	Kehitysehdotuksia	63
8	Yhteenveto	64
	Lähteet	65
	Liitteet	
	Liite 1. Sää- ja olosuhdesuojauksen riskiarvio	
	Liite 2. Haastattelukysymykset	
	Liite 3. Tutkimustulosten perusteella laadittu dokumentti työmaalle	
	Liite 4. Tutkimustulosten perusteella laadittu dokumentti laskentaan ja hankintaan	

Lyhenteet ja sanaselitykset

Bitumi	Maaöljystä valmistettu, normaalilämpötilassa jähmeä tai puolijähmeä, trikloorieteeniin liukeneva, pääasiassa hiilivetyjä sisältävä tuote [1, s. 2].
Bitumikermi	Tukikerroksellinen vedeneristyskermi, jossa eristävänä aineena on modifioitu tai puhallettu bitumi [1, s. 2].
Kermi	Vettä läpäisemätön tuote, jota käytetään vedeneristystarkoituksiin. Yksinään tai toisiin liitettynä muodostaa yhtenäisen vedeneristyskerroksen. [1, s. 2.]
Modifioitu bitumi	Massa, joka sisältää bitumia sekä bitumin tiettyjä ominaisuuksia parantavia lisäaineita. Yleisimmät modifioidut bitumit ovat SBS-kumibitumi ja APP-muovibitumi. [1, s. 2.]
Paineentasauskermi	Tuote, jonka alapinnalla oleva kerros mahdollistaa kaasujen paine-eron tasaantumisen [1, s. 2].
Puhallettu bitumi	Valmistetaan puhaltamalla ilmaa sulan, tislattun bitumin lävitse. Puhallettu bitumi on plastista. [1, s. 2.]

1 Johdanto

Suomen talonrakennusala on muutosvaiheessa, sillä rakentamisessa ollaan siirtymässä uudisrakentamisen sijasta enemmän korjausrakentamiseen (kuva 1). Vaikka rakennuskantamme on vielä suhteellisen nuorta, entisaikojen rakennusvirheet ja vuosittain kohoavat energiakustannukset ovat luoneet edellytykset korjausrakentamisen kysynnän kasvulle. Myös ikääntyvä väestö luo edellytykset korjausrakentamisen kasvulle, koska vanhemmissa taloissa esteettömyysasioita ei ole otettu huomioon.



Kuva 1: Korjausrakentamisen osuus talonrakennusalasta vuonna 2013. Kuvaa muokattu alkuperäisestä kuvasta. [2.]

Yksi korjausrakentamisen osa-alueista on vesikattojen korjaustyöt, joissa tarkoituksena voi olla virheellisten rakenneratkaisuiden tai ajan myötä heikentyneiden rakenteiden korjaaminen. Myös pelkästään energian säästämiseen perustuva vesikaton korjaaminen on yksi vaihtoehto. Vesikaton korjaustyövaihe on haastava, koska huomioon on otettava useita asioita. Niitä ovat muun muassa työ- ja paloturvallisuus, yllätykset purettavissa rakenteissa sekä kosteudenhallinta, joka on tässä opinnäytetyössä suurimpana tutkittavana osa-alueena.

Tämä tutkimus tehdään Pakrak Oy:lle, joka toimii pääurakoitsijana Saga Furs Oyj:n tilaamassa korjausrakentamishankkeessa. Vesikattojen korjaustyövaiheen toteuttaa Icopal Katto Oy.

2 Tutkimuksen aihepiiri

Tämä tutkimus käsittää turkisten huutokauppasalin sekä henkilöstöravintolan ja valmistuskeittiön vesikattorakenteet. Vesikattorakenteen korjaustyövaihetta tarkastellaan pääasiassa kosteudenhallinnan kannalta. Tutkittavat vesikatot ovat loivia, joissa vedeneristys on toteutettu bitumikermeillä.

2.1 Tutkimuksen tavoite

Tutkimuksen tavoitteena on tutkia, millä eri keinoilla voidaan torjua veden pääsy alla oleviin rakenteisiin ja korjaustyön aikana toimiviin tiloihin. Tavoitteena on myös laatia yrityksen käyttöön kaksi dokumenttia. Niissä on esiteltyinä vesikaton korjaustyön laskenta- ja hankintavaiheessa sekä työmaatoteutuksen aikana huomioon otettavia asioita. Tutkimuksen myötä syntyneiden lopputulosten tarkoituksena on helpottaa yrityksen valmistautumista tulevien kohteiden vesikattojen korjaustyövaiheiden suunnitteluun.

Opinnäytetyön tekijän kannalta tavoitteena on laajentaa tietotaitoa vesikatoista, kosteudenhallinnasta ja korjausrakentamisesta yleisellä tasolla sekä edellä mainittujen yhdistelmästä. Vaikka kyseessä onkin korjauskohde, purkutyön jälkeen tehtävä rakentaminen voidaan rinnastaa uudisrakentamiseen, koska työtavat ovat lähestulkoon samat. Näin ollen tutkimuksen aikana kertynyttä osaamista on mahdollista hyödyntää myös uudisrakentamisessa.

2.2 Rajaukset

Tässä työssä ei tutkita rakentamisen aikana syntyvien kustannusten syitä. Vesikaton korjaustyövaiheen suunnittelun aikana tehdään pientä vertailua kustannusten muodostumisesta ja se tuodaan opinnäyteyössä esille siltä osin, kun se on tarpeellista. Myöskään vesikaton rakenteiden suunnitteluperiaatteita ei tutkita. Työ- ja paloturvallisuusnäkökulmat otetaan huomioon. Tässä työssä tutkitaan ainoastaan loivan vesikaton korjaustyövaiheen kosteudenhallintaa. Jyrkkää vesikattoa käsitellään ainoastaan teoriaosuudessa, jossa siitä on oma luku.

2.3 Tutkimusmenetelmät

Tutkimusmenetelminä käytetään alaan liittyvää kirjallisuutta, RT- ja Ratu-kortteja, yrityksen omia materiaaleja, työmaalta kerättyä tietoa sekä haastatteluja. Työvaiheina ovat esitutkimusvaihe, korjaustyövaiheen suunnittelu, korjaustyövaiheen seuranta sekä jälkianalysointi. Esitutkimusvaiheessa tarkoituksena on tutustua alan kirjallisuuteen sekä RT- ja Ratu-kortteihin keräten tietoa vesikatoista yleisellä tasolla. Esitutkimusvaihetta ja työvaiheen suunnittelua tehdään osittain päällekkäin. Työvaiheen suunnittelu toteutetaan keräämällä tietoa rakennuskohteen rakennustyöselityksistä ja piirustuksista sekä käymällä työmaalla ennen työvaiheen alkua. Edellä mainittujen avulla pohditaan eri toteutusvaihtoehtoja vesikaton korjaustyövaiheessa. Korjaustyövaiheen seurannassa kerätään tietoa työmaalla toteutuneesta työstä. Opinnäytetyön tekijä ei johda työvaihetta, mutta pyrkii käymään työmaalla niin usein kuin mahdollista. Jälkianalysointivaiheessa toteutunut työ analysoidaan ja suoritteita verrataan siihen, mitä on suunniteltu. Lisäksi pohditaan mitä olisi voinut tehdä toisin, mitä jäi tekemättä jne.

Haastatteluja tehtäessä tarkoituksena on saada näkökulmia ja ideoita kosteudenhallintaan, joita muuten ei olisi mahdollisesti osattu ottaa huomioon. Laadittujen haastattelukysymysten ympärille luodaan vapaamuotoisempaa keskustelua laajempien asiakokonaisuuksien selvittämiseksi.

3 Vesikatto

Tässä luvussa käsitellään loivaa vesikattoa koskevia asioita, kuten materiaaleja, varusteita, rakenteellisia yksityiskohtia, tehtäväsuunnittelua ja korjausta. Jyrkästä vesikatosta on lopussa lyhyt, pääasiassa materiaaleihin viittaava kappale.

3.1 Runkomateriaalit

Loivan katon runkomateriaaleina voi olla puu, teräs tai betoni. Puusta tehdään ristikkorakenteita, teräksestä tehdään sekä ristikkorakenteita että profiilipeltejä ja betonista TT- ja ontelolaattoja. Betoninen rakenne voidaan toteuttaa myös paikallavaluna. Tässä luvussa käsitellään vain betonisia runkorakenteita.

Betonirakenne on tukeva ja luja alusta höyrynsululle ja läpivientien tiivistämiselle. Betonipinnan epätasaisuus ja -puhtaudet ovat ongelmallisia, koska ne saattavat vaurioittaa höyrynsulkua sen päällä kävellessä työskentelyn aikana. TT- ja ontelolaattojen ongelmia ovat myös liian suuret hammastukset elementtien välillä. Paikalla valettu betonirakenne olisi yksinään riittävä höyrynsulkurakenne, mutta läpivientien vuoksi erillinen höyrynsulku on yleensä tarpeellinen. Betonisissa rakenteissa bituminen höyrynsulku on luotettavampi kuin muovista valmistettu, joka saattaa helpommin vaurioitua jo työskentelyn aikana. [3, s. 14-15.]

3.2 Ilman- ja höyrynsulku

Sekä loivissa että jyrkissä katoissa on käytettävä ilman- tai höyrynsulkua. Ilmansulun pääasiallinen tehtävä on nimensä mukaisesti estää haitallinen ilmavirtaus rakenteen läpi ja höyrynsulun avulla estetään haitallisen vesihöyryn pääsy rakenteeseen. Ilman- tai höyrynsulkuna voi toimia esimerkiksi kalvo-, levy- tai betonirakenne. Yleensä ilman- ja höyrynsulkuna toimii sama ainekerros. [3, s. 8 ja 64.] Loivissa katoissa käytettäviä höyrynsulkuja ovat bitumikermit ja laminoidut muovikalvot [4, s. 101].

Huolellisella työsuorituksella luodaan edellytykset tiiviille höyrynsululle. Höyrynsulun tulee pysyä ehjänä asentamisen ja koko rakenteen käyttöajan ajan. Sen on liityttävä tiiviisti muihin rakenteisiin, kuten läpivienteihin ja seinien höyrynsulkuun. Asennustyön yhteydessä tulee huomioida, että huonosti tiivistetyistä saumoista tai läpivienneistä, hyvin pienistä rei'istä sekä höyrynsulkuun tulleista viilloista voi kulkeutua huomattavia määriä kosteaa sisäilmaa rakenteisiin. Tästä syystä johtuen höyrynsulun alustan on oltava riittävän sileä, kiinteä ja tasainen, jottei se aiheuta vaurioitumisriskiä höyrynsululle ja saumat voidaan tiivistää luotettavasti.

Asennustyöt suunnitellaan siten, että valmiin höyrynsulun päällä liikutaan mahdollisimman vähän. Päälle tulevat lämmöneristeet ja muut pintarakenteet asennetaan höyrynsulun suojaksi mahdollisimman nopeasti höyrynsulun suojaamiseksi. [3, s. 16.] Jos höyrynsulku jää pidemmäksi aikaa suojaamatta, höyrynsulkumateriaaliksi valitaan tuote, joka kestää mekaanista rasitusta, UV-säteilyä ja säänvaihteluita. Käytettävän materiaalin on oltava sellainen, että vaurioitunut kohta voidaan korjata mahdollisen asennuksen aikaisen vaurion takia. Vaurioitunut kohta korjataan paikkapalalla, joka ylittää joka suunnasta vähintään 150 mm vaurioituneen kohdan yli. [3, s. 18.]

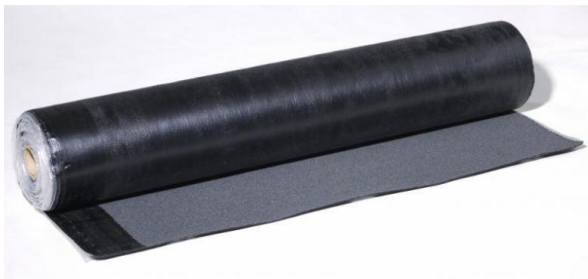
Höyrynsulkuja ei saa asentaa sateessa, koska saumaus ja liittäminen muihin rakenteisiin eivät yleensä onnistu luotettavasti märissä olosuhteissa. Eristettävän alueen päälle on asennettava sääsuoja, mikäli halutaan varmistaa työn jatkuminen keskeytyksettä. Bitumisten höyrynsulkujen saumat tehdään hitsaten kuumabitumiliimauksella tai bitumipohjaisella tiivistysliimalla. [3, s. 16-17.]

3.3 Katemateriaalina bitumikermi

Käytettävät katemateriaalit valitaan sen mukaan, onko kyseessä loiva vai jyrkkä katto. Loivilla katoilla katteiden on oltava jatkuvia eli niiden saumojen on kestettävä vedenpainetta. Tällöin käytettäviä materiaaleja ovat erilaiset kermit. Jyrkillä katoilla pääosin käytettävät katemateriaalit ovat epäjatkuvia, eli niiden saumat eivät kestä vedenpainetta. Tällaisia katemateriaaleja ovat esimerkiksi tiili-, pelti ja muut erilaiset aaltolevykatteet sekä bitumikatteista kattolaatta- ja kolmiorimakate. [3, s. 27 ja 62.] Jyrkän katon katteita käsitellään luvussa 3.11. Tässä luvussa käsitellään loivien kattojen katemateriaaleista bitumikermejä.

Loivilla katoilla käytetään erilaisia bitumikermejä, joita ovat esimerkiksi kaksikermi- ja yksikermit. Tuoteluokkavaatimukset täyttävä modifioitu bitumikermi, käytännössä kumibitumikermi, on ammattimaisessa urakoinnissa pääasiallisesti käytetty materiaali. SBS-kumi on tavallisimmin käytetty modifiointiaine, joka parantaa erityisesti bitumikermin kylmäominaisuuksia ja tekee bitumimassasta elastisen. Pohjoismaissa valmistettavat modifioidut bitumikermit ovat SBS-modifioituja. Mahdollista on myös käyttää APP-muovia, mutta sitä käytetään lähinnä Etelä-Euroopassa, koska se parantaa erityisesti lämmönkesto-ominaisuuksia säilyttäen bitumimassan plastisena. [3, s. 27.]

Kaksikermitteellä tarkoitetaan yhtenäistä rakennetta, jossa kaksi kermiä asetetaan päällekkäin ja ne hitsataan tai liimataan kiinni toisiinsa. Kuvassa 2 on esitetty eräs hitsattava bitumikermi. [3, s. 27] Alemman ja ylemmän kermikerroksen saumat sijoitetaan eri kohtiin [3, s. 27; 5, s. 6]. Tällöin syntyy kestävä ja luja rakenne, joka vähentää vuotoriskiä esimerkiksi erilaisissa vauriotilanteissa. Tästä syystä kaksikermitte on varmempi vaihtoehto kuin yksikermitte. Yksikermitte on ratkaisu, joka on suunniteltu niin sanotuiksi yksikerroskatteiksi. Katon on oltava riittävän kalteva, jotta niilläkin saadaan aikaan pitkäikäinen ja kestävä kate. Yksikermitte on sitä parempi vaihtoehto, mitä jyrkempi katto on. [3, s. 27.]



Kuva 2: Hitsattava bitumikermi [6.].

Bitumikermitteiden kate rakenteet jaotellaan katon kaltevuuden mukaan kolmeen eri luokkaan, jotka ovat VE40, VE80 ja VE80R. Edellä mainitut lukuarvot kuvaavat vesikatton minimikaltevuutta, joten esimerkiksi VE40 minimikaltevuus on 1:40. Kermiyhdistelmää valittaessa on suositeltavaa välttää minimikaltevuuden käyttöä kussakin luokassa. [3, s. 28; 4, s. 92.] VE80R tarkoittaa luokitusta, jos katto on erityisen loiva ja vaativa, kate rakenteen korjaaminen on hankalaa tai se on liikennöity taso, jonka alapuolella on käyttötiloja [7].

Bitumikermien asennus tapahtuu aina siten, että niistä muodostuu täysin tiivis ja yhtenäinen vedeneristys kaikkine liittymineen erilaisiin läpivienteihin ja rakenteisiin [3, s. 31]. Alustaansa bitumikermit kiinnitetään hitsaten bitumilla, liimaten kuumabitumilla tai mekaanisesti [3, s. 31; 4, s. 93]. Käytettävä työmenetelmä valitaan ottaen huomioon eristyskermi, sääolosuhteet, alusta, paloturvallisuus sekä rakenteen asettamat vaatimukset [4, s. 93]. Kate on pyrittävä tekemään yhtäjaksoisesti valmiiksi, mutta poikkeuksellisissa olosuhteissa voidaan vesikattorakenteen suojaksi kiinnittää alus- ja välikermi väliaikaiseksi katteeksi. Tällöin pintakermit asennetaan suotuisissa olosuhteissa myöhemmin. [5, s. 6.]

Liimaamalla tapahtuva bitumikermin kiinnittäminen suoritetaan kuumalla eli sulatetulla bitumilla bitumikeittimessä (kuva 3) [3, s. 31]. Liimausbitumi sulatetaan bitumikeittimessä, jonka lämpötilaa säädellään käytettävän bitumilaadun mukaan. Käytettävät laadut ovat puhallettu tai modifioitu SBS-kumibitumi. [4, s. 93.] Käytettäessä kumibitumia on erityisesti varottava ylikuumentamasta sitä ja käyttölämpötiloissa on noudatettava valmistajan ohjeita. Liika lämmitys heikentää kumibitumin ominaisuuksia oleellisesti ja myös liian vähäinen lämmittäminen heikentää työskenneltävyyttä ja liimautuvuus kärsii. [3, s. 31.]



Kuva 3: Bitumikeitin [8, s. 12].

Liimattaessa bitumia kaadetaan kannusta (kuva 4) asennettavan kermin eteen sillä tavalla, että sitä leviää tasaisesti noin $1,5 \text{ kg/m}^2$ alustan ja kermin väliin jäävälle alueelle. Alustan ja kermin väliin ei saa jäädä niin sanottuja kuivia kohtia tai ilmarakkuloita. Vierekkäin olevat kermit liimataan toisiinsa aina koko sauman leveydeltä. [3, s. 31.]



Kuva 4: Liimausbitumin kaataminen kannusta [9, s. 6].

Hitsattavassa tuotteessa liimausbitumi on alapinnassa valmiina [4, s. 93]. Sitä on oltava riittävä määrä eli yleensä noin $1,0 \text{ kg/m}^2$. Aluskermiin pintakermit kiinnitetään pääsääntöisesti hitsaamalla. Hitsaustyö suoritetaan niin, että kermin kiinnitysbitumia kuumennetaan kermiä auki rullattaessa. Hitsauspoltin on esitetty kuvassa 5. Kun kiinnittäminen tapahtuu kauttaaltaan, hitsausbitumia sulatetaan niin paljon, että sulaa massaa kulkee rullan edellä koko kermin leveydellä. Alustan ja kermin väliin ei saa jäädä ilmarakkuloita. Kermien väliset saumat on hitsattava täysin kiinni siten, että hitsausbitumia pursuaa tasaisesti saumasta. Hitsauksen aikana ei alustaa eikä kermejä saa kuumentaa niin paljon, että ne vaurioituvat. [3, s. 31.]



Kuva 5: Hitsauksessa käytettävä kaasupoltin [10].

Mekaanista kiinnitystä käytetään vedeneritykseen kohdistuvia erilaisia rasituksia, kuten rakenteen liikkeitä, tuulikuormia sekä kermien omia muodonmuutoksia vastaan. Kiinnikkeet on valittava huomioiden kiinnitysalustan materiaali, väliin jäävän lämmöneristyksen paksuus ja puristuslujuus sekä kermin repäisylujuus. [3, s. 32.] Lisäksi on otet-

tava huomioon kantava rakenne, johon kiinnitetään, tuulesta aiheutuvan alipaineen vaikutus sekä kiinnikkeen korroosiokestävyys [5, s. 7].

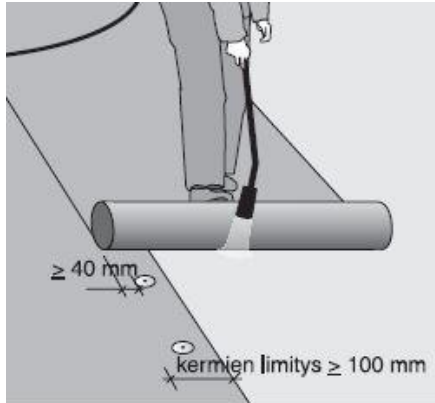
Kiinnikkeitä asennetaan yleensä eri määrät neliometriä kohti katon keski-, reuna- ja nurkka-alueille. Kermit kiinnitetään lämmöneristyskerrosten läpi kantavaan rakenteseen, mikäli alustana on lämmöneriste. Pelkästään lämmöneristeen läpi asennetut kiinnikkeet eivät korvaa kermien mekaanisia kiinnikkeitä. [3, s. 32.] Lämmöneristeen ja vedeneristyksen kokonaiskiinnikemäärä on vähintään 2 kpl/eristelevy tai 2 kpl/m² katon keskialueella. Reuna-alueilla kiinnitystiheydeksi suositellaan 4 kpl/m².

Alustan mukaan valitaan kiinniketyyppi. Betonialustalle valitaan porattava kiinnike, jossa on kiila (kuva 6). Kullekin eristepaksuudelle valitaan kiinnikkeen pituus siten, että se puristaa eristelevyt alustaa vasten. Kiinnikkeen alapäähän tulee jättää liikkumavaraa, jotta se pääsee painumaan eristeen mukana kuormitettaessa. Kiinnikkeet eivät saa jäädä asennuksen jälkeen kermin tasosta koholle, eivätkä ne saa painua kermin tasosta liian syväälle. [5, s. 7.] Jos kermin alla on riittävän vahva kerros joustavaa rakennusmateriaalia, esimerkiksi mineraalivillaa, on käytettävä joustavia kiinnikkeitä. Tällöin kiinnikkeet painuvat kuormituksen, esimerkiksi lumi- ja askelkuormien, alla kermin mukana. [3, s. 32; 5, s. 7.]



Kuva 6: Porattava kiinnike betonialustalle [11, s. 6].

Kermien kiinnitys tapahtuu yleensä alimman kermin läpi [3, s. 32; 5, s. 7]. Tästä käytetään myös nimitystä piilokiinnitys [3, s. 32]. Sauman päälle tulevan kermin eli limityksen on peitettävä kiinnikkeet siten, että kiinnikkeen ja kermin reunan väliin jää vähintään 40 mm täysin kiinnittynyttä saumaa (kuva 7) [3, s. 32; 5, s. 7].



Kuva 7: Kermin limitys kiinnikkeen kohdalla [5, s. 7].

Sauman leveys kermeissä on sivusaumoissa 100 mm ja päätysaumoissa 150 mm. Yksikermikatteita käytettäessä vastaavat leveydet ovat 120 mm ja 150 mm. Sivusaumat eivät saa olla päällekkäin eri kermikerroksia asennettaessa. Alus- ja pintakermien asentaminen ristikkäin saattaa aiheuttaa katteen poimuuntumista, jonka takia ne asennetaan yleensä samansuuntaisesti. Limitykset suunnitellaan ja toteutetaan siten, että vastasaumoja tulee mahdollisimman vähän. [3, s.32.]

Loivilla katoilla bitumikermin kiinnitysalustana voi olla puu-, betoni- tai lämmöneristelevyalusta, joista tässä kappaleessa käsitellään betoni- ja lämmöneristelevyalustat [4, s. 105-108]. Betonialusta voi olla betonia, kevytbetonia tai kevytsorabetonia joko paikalla valettuna tai elementteinä [4, s. 106-107]. Kermi kiinnitetään kauttaaltaan tai osittain bitumilla ja yleensä mekaanista kiinnitystä ei tarvita [3, s. 33]. Jos kermeistä tehty vedeneristys jätetään irti alustasta, rakenteen liikkeet ja kermin kutistuminen saattavat johtaa vedeneristyksen vaurioitumiseen ja vuotoihin. Vuotojen paikantaminen on hankalaa, koska vuotovedet pääsevät leviämään alustan ja irrallaan olevan eristyksen välissä. [4, s. 107.] Ennen kermin laittamista alusta pohjustetaan yleensä bitumiliuoksella paitsi kevytsorakatoilla eli niin sanotuilla valukatoilla [3, s. 33].

Kevytsorakatossa (kuva 8) kevytsoran päälle valetaan betonilaatta tai asennetaan kevytsora- tai kevytbetonilaatat. Paikalla valettu laatta on raudoittamaton, sen paksuus on 30-50 mm, käytettävä betoni on hieftobetonia ja sementtimäärä on alle 250 kg/m^3 . [4, s. 107; 5, s. 4. Kevytsoran ja betonin välissä tulee käyttää suodatinkangasta tai rakennuspaperia [5, s. 4]. Laatan pinnan on vastattava laadultaan puuhierrettyä pintaa. Betonilaatta tulee jättää irti 20 mm räystäistä ja läpivienneistä. Paikalla valettu betonilaatta sekä kevytbetoni- ja kevytsorabetonilaatat valmistetaan pakkasenkestävästä betonista. Tällöin vähennetään betonialustaan kohdistuvaa kosteus- ja pakkasrasitusta, jotka johtuvat rakenteessa olevasta rakennusaikaisesta kosteudesta. [4, s. 108.]



Kuva 8: Kevytsoran levitys katolla [12, s. 22].

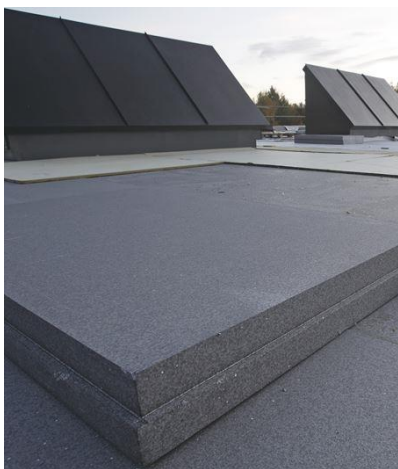
Liikuntasaumojen avulla betonilaatta jaetaan osa-alueisiin siten, etteivät alustan liikkeet vaurioita vedeneristystä tai liittyviä rakenteita. Osa-alueiden saumojen väli on yleensä 10-20 mm. Epäjatkuvuuskohtissa, kuten rakennuksen osien liittymissä ja korkeamman rakennusosan, esimerkiksi ilmastointikonehuoneen, nurkissa käytetään liikuntasaumaa pintalaatassa. [4, s. 108.]

Kevytbetoni- tai kevytsorabetonilaatta-alustoilla bitumikermikatteet kiinnitetään alustaan kauttaaltaan liimaamalla, piste- ja saumaliimaten tai raita- ja saumahitsaten, riippuen laattojen koosta. Käytettäessä modifioitua liimausbitumia, saavutetaan parempi tartuntalujuus alustaan ja paremmat kylmäominaisuudet kuin puhalletulla bitumilla. Puhalletun liimausbitumin käyttöä ainoana kiinnityksenä ei suositella sen huonojen kylmäominaisuuksien vuoksi. [4, s. 108.]

Ennen vedeneristyksen kiinnittämistä poistetaan alusbetonin pinnasta haitallinen sementtiliima sekä muut epäpuhtaudet, jotka heikentävät kermien tartuntaa. Alusta pohjustetaan puhdistuksen jälkeen puhalletusta tai modifioidusta bitumista valmistetulla bitumiliuoksella, jota levitetään noin 0,3-0,5 l/m². [4, s. 107.]

Lämmöneristysalustana voi olla mineraalivilla, EPS-eriste, XPS-eriste tai polyuretaanilevy [4, s. 114-115]. Lämmöneristelevyt on suojattava välittömästi asennuksen jälkeen vedeneristyskerroksella säätä ja päällä tehtävien töiden aiheuttamia rasituksia vastaan. Suojaukset ja saumat on tehtävä siten, etteivät valumavedet pääse eristyskerrokseen eivätkä eristyksen alle. Lämmöneriste kiinnitetään tarvittaessa mekaanisesti ennen veden- eristyksen asentamista, jotta estetään lämmöneristelevyjen liikkuminen työvaiheessa. [4, s. 110-111.]

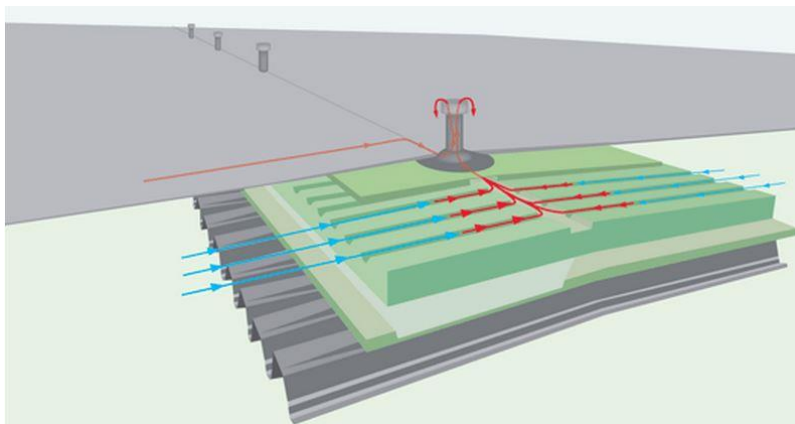
Lämmöneristelevyjä asennettaessa on huolehdittava, että levyt kiinnittyvät tiiviisti alustaan eli lämpimään pintaan. Asennusvaiheessa on huomioitava, että saumat eivät muodosta ristikuvioita ja niiden on limityttävä vähintään 100 mm eri kerrosten välillä, ellei vähintään yksi eristekerros ole pontattu. [4, s. 109.] Mineraalivillalevyihin kermit kiinnitetään yleensä mekaanisesti kantavaan rakenteeseen asti [3, s. 25; 4, s. 114]. EPS-eristeitä (kuva 9) eli paisutettuja polystyreenilevyjä käytettäessä eristeen päällä on oltava laakerointi- tai erotuskerros, yleensä kova mineraalivilla. Sen tarkoituksena on suojata lämmöneristettä työnaikaisilta korkeilta lämpötiloilta, esimerkiksi kuumabitumilta, sekä pitkäaikaisilta katon korkeilta pintalämpötiloilta. Bitumiliimausta tai -hitausta suoraan EPS-levyjen päälle ei saa tehdä. XPS-eristeitä ja polyuretaanilevyjä käytettäessä on noudatettava samoja ohjeita kuin EPS-levyissä. [3, s. 25; 4, s. 114-115.]



Kuva 9: EPS-eriste [13].

3.4 Vesikaton tuuletus

Huonetilasta diffuusion ja konvektiovuotojen vaikutuksesta siirtyvä vesihöyry poistetaan tuuletuksen avulla. Tuuletus toteutetaan yleensä luonnollisen ilmanvaihdon avulla, poikkeustapauksissa koneellisella ilmanvaihdolla. Sitä varten vesikaton rakenteessa on tuuletusväli tai erityinen tuuletustila tai tuulettuva lämmöneristekerros, esimerkiksi uritettu levymäinen lämmöneristys (kuva 10) tai kevytsora. Katoissa, joissa vedeneriste asennetaan suoraan lämmöneristeen päälle, rakenteen kuivumismahdollisuus varmistetaan käyttämällä uritettuja lämmöneristeitä tai kevytsoraa. [4, s. 102.]



Kuva 10: Loivan vesikaton tuuletus [14].

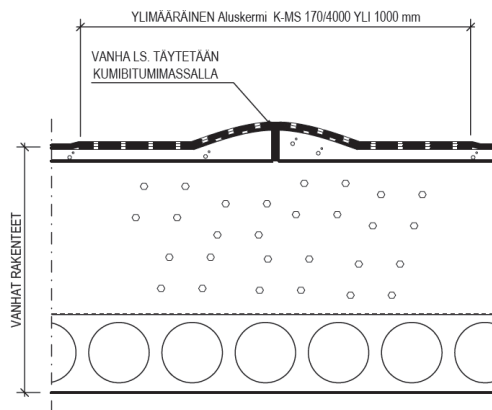
Lämmöneristelevyjen uritusten on oltava mahdollisimman lähellä lämmöneristyskerroksen yläpintaa ja yhteydessä räystäiden tuuletusrakoihin. Harjalla ne yhdistetään kokoojakanavilla, joiden kohdalle asennetaan tarvittava määrä alipainetuulettimia. Huomioon on otettava lumen kinostumisvaara ja alipainetuulettimien mahdollinen lumeen hautautuminen. Kevytsorakatossa ilma pääsee virtaamaan riittävästi, jos räystäälle on riittävät ilma-aukot ja katolle asennetaan alipainetuulettimia. [4, s. 103.]

3.5 Liikuntasäura

Yleisesti ottaen kermikatteiden venymisominaisuudet ovat riittävät, eikä erillisiä liikuntasäuroja tarvita [4, s. 120; 3, s. 36]. Poikkeuksen tekevät rakenteelliset liikuntasäurat. Jos vedeneristysalustan liikkeet ovat vähäisiä verrattuna vedeneristeen venymisominaisuuksiin, liikuntasäura voidaan tehdä jättämällä vedeneriste sauman kohdalta alustasta irti riittävän leveältä alueelta. Tässäkin tapauksessa saumakohta

tehdään muusta rakenteesta korotettuna rakenteena tai sauman kohdalle tehdään harjanne alustaan. Kuvassa 11 on esitetty esimerkki liikuntasaumasta.

Jos vedeneristyksen alustan, alustassa olevan liikuntasauaman tai vedeneristyksen omat liikkeet ovat suurempia kuin ne muodonmuutokset, jotka se vaurioitumatta kestää, vedeneristykseen tehdään liikuntasauama. Ne sijoitetaan kattokallistuksien korkeimpiin kohtiin, jotta vesi ei virtaisi riskialttiiden liikuntasaumojen yli. [4, s. 120.] Bitumikermikatteessa rakenteellinen liikuntasauama tehdään käyttämällä vedeneristeen ja sen alustan välissä noin 500 mm leveää irrotuskaistaa tai muuten varmistetaan, että kermi ei tartu alustaan [3, s. 36].



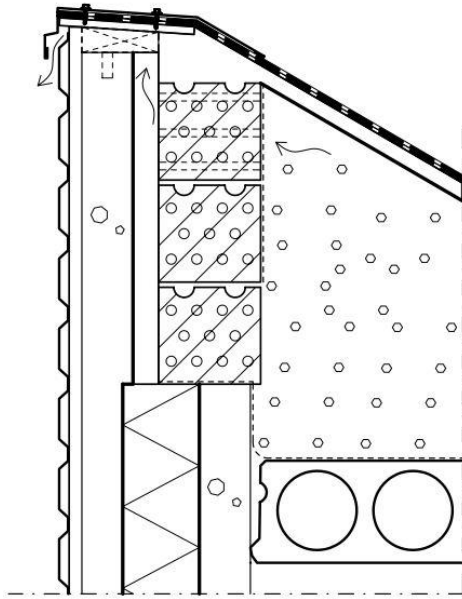
Kuva 11: Esimerkki liikuntasauaman esitystavasta piirustuksessa [15].

3.6 Räystäät

Räystään (kuva 12) tehtävä on estää veden tunkeutuminen seinä- ja kattorakenteisiin sekä järjestää katon vaatima tuuletus [3, s. 36]. Ne jaetaan kolmeen eri luokkaan leveyden perusteella. Luokat ovat leveät, kapeat sekä seinälinjan ulkopintaan päättyvät räystäät. Niitä vastaavat leveydet ovat yli 400 mm, 50-400 mm sekä vain katon reunapellitys. [4, s. 125.]

Sisäänpäin kallistetulla loivalla katolla räystäärakenne tehdään vähintään 100 mm korkeana korotuksena katon pinnasta katsottuna. Korotuksen päälle tuleva pelti kallistetaan sisälle päin kaltevuudella 1:6. Mikäli olosuhteet niin vaativat, räystäsrakenne varustetaan niin sanotulla myrskypellillä, jolla estetään seinärakennetta pitkin ylös nousevan veden pääsy rakenteisiin. [4, s. 125; 3, s. 36.] Myrskypelti asennetaan seinään

tehtävään uraan tai sen tiiveys seinärakenteeseen on varmistettava muulla tavoin [3, s. 36].



Kuva 12: Esimerkki räystään esitystavasta piirustuksessa [15].

3.7 Lämpiviennit

Vesikatolla on aina erilaisia läpivientejä ja niiden liittäminen vesitiiviisti vedeneristykseen on erittäin tärkeää katon toiminnan kannalta. Lämpivientitiivisteiden, kattokaivojen ja alipainetuulettimien tulee kestää ominaisuuksien muuttumatta $-40\text{ °C}...+80\text{ °C}$ lämpötilat sekä jatkuva UV-säteily. Lämpivientien rakenteen ja materiaalien tulee kestää kohteen ikääntymisestä, ilmastosta ja lämpötilavaihteluista johtuvien rakenteiden muutosten aiheuttamat mekaaniset rasitukset. [3, s. 34.]

Katon läpivientien sijoittamista lähelle toisiaan, sisätaitteisiin, seinän ja muiden kattoon liittyvien rakenteiden lähelle tulee välttää. Lämpivientien ja räystään välillä sekä läpivientien ympärillä on oltava vähintään 0,5 m levyinen työvara. [5, s. 11] Suositeltu etäisyys läpivientien välillä ja muihin rakenteisiin on 1 m [3, s. 34].

Mikäli läpiviennissä itsessään ei ole laippaa, johon vedeneristys on mahdollista liittää, käytetään erillistä, laipallista läpivientitiivistettä (kuva 13) [3, s. 34]. Katteen lävistävissä putkissa laipan leveys ja korkeus on oltava vähintään 150 mm [5, s. 11]. Lämpivienneis-

sä suositellaan käytettäväksi pyöreitä putkia, jolloin ne ovat paremmin tiivistettävissä [3, s. 34; 5, s. 11]. Se liitetään kahden kermin väliin ja tarvittaessa käytetään ylimääräistä, suuruudeltaan noin 0,9 x 0,9 m kermipalaa. Ylimääräinen kermipala liitetään bitumilla laippaan ja vedeneristykseen. [3, s. 34.] Muissa vesikaton läpivienneissä vedeneristys nostetaan vähintään 300 mm katon pinnasta ja 100 mm katon padotuskorkeuden yläpuolelle [5, s. 11; 4, s. 121].



Kuva 13: Läpivientilaippa bitumikermikatolla [3, s. 35].

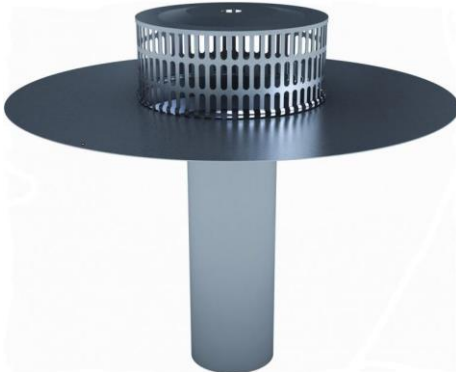
3.8 Vesikatolla sijaitsevia varusteita ja laitteita

Vesikatolla sijaitsee useita erilaisia varusteita ja laitteita, joita ovat muun muassa kattokaivot, sadevesiviemärit, alipainetuulettimet ja kattopollarit. Tässä luvussa käsitellään varusteita ja laitteita, jotka liittyvät suoraan vesikaton rakenteisiin.

3.8.1 Kattokaivot

Kattokaivojen (kuva 14) tehtävä on poistaa sadevedet sisäpuolisesti [5, s. 14]. Vesikatolle tuleva vesi ohjataan katon kallistusten avulla kaivoihin ja niistä edelleen sadevesijärjestelmän kautta viemäriin [3, s. 34; 16]. Kaivojen on kestettävä ympäristölliset ja kemialliset rasitukset. Käytännössä asetetut vaatimukset täytetään valmistamalla kaivot haponkestävästä teräksestä tai käyttöön soveltuvasta muovista ja viemäriputket muovista. Kaupunki-ilmastossa kaivoissa ja viemäroinnissä on käytettävä haponkestävää

materiaalia. [4, s. 121.] Suositeltava minimihalkaisija kattokaivolle ja poistoputkelle on 100 mm ja tarvittaessa kaivo suojataan lehtisihdillä ja rengassiivilällä [3, s. 34].



Kuva 14: Kattokaivo [17.].

Kaltevuudella 1:40 tai sitä loivemmillä katoilla kaivojen sijoitus tapahtuu siten, että pisin valumamatka on 15 m. Kattokaivon etäisyys pystyrakenteista tulee olla vähintään 1000 mm. [4, s. 122; 5, s. 14.] Kaikissa kaltevuuksien muodostamissa altaissa on oltava vähintään yksi kaivo. Varsinaisten kaivojen lisäksi katto varustetaan ulosheittäjällä, jolla vesi johdetaan tarkoituksenmukaisesti seinälinjan ulkopuolelle. [4, s. 122; 5, s. 14.]

3.8.2 Sadevesiviemärit

Kattokaivoihin liitettävät sadevesiviemärit johdetaan lämpimien tilojen kautta. Vaihtoehtoinen tapa on viemäreiden lämmöneristäminen ja tarvittaessa lämmitys jäätymisen estämiseksi. [4, s. 123; 3, s. 34.] Katon sisäisiä vaakasuoria viemäriputkivetoja tulee välttää. Lämpimissä tiloissa viemärit varustetaan lämmöneristyksellä ja höyrynsululla kondensoitumisen estämiseksi. Sadevesiviemäriin halkaisijan tulee yleensä olla suurempi kuin 100 mm ja halkaisijaltaan pienempiä kuin 75 mm ei saa käyttää. Se ei saa liittyä kiinteästi kattokaivoon. [4, s. 123.]

3.8.3 Alipainetuulettimet

Alipainetuulettimen (kuva 15) tehtävänä on poistaa vesikaton rakenteisiin kertynyt kosteus. Se liitetään vedeneritykseen kiinteän laippansa avulla. Putken vähimmäiskorkeus on 300 mm ja paikoissa, joissa lumi voi kinostua, on tämä huomioitava putken korkeut-

ta määritettäessä. Muovi tai haponkestävä teräs ovat yleisimmät valmistusmateriaalit. [3, s. 35.]



Kuva 15: Alipainetuuletin. Kuva otettu 9.10.2014.

3.8.4 Kattopollarit

Kattopollari (kuva 16) on kiinnityslaitte, johon on mahdollista kiinnittää turva- tai kannatusköysiä, esimerkiksi ikkunanpesijän kelkka. Ne ovat turvallisuustarvikkeita ja tästä syystä niiden tulee täyttää standardin SFS-En 1808 asettamat vaatimukset. Se voidaan kiinnittää pulttaamalla, valamalla tai hitsaamalla. Kattopollari kondenssi- ja lämpöeristään sekä se liitetään höyrynsulkuun ja vedeneristykseen läpivientitiivisteiden avulla. [3, s. 35.]

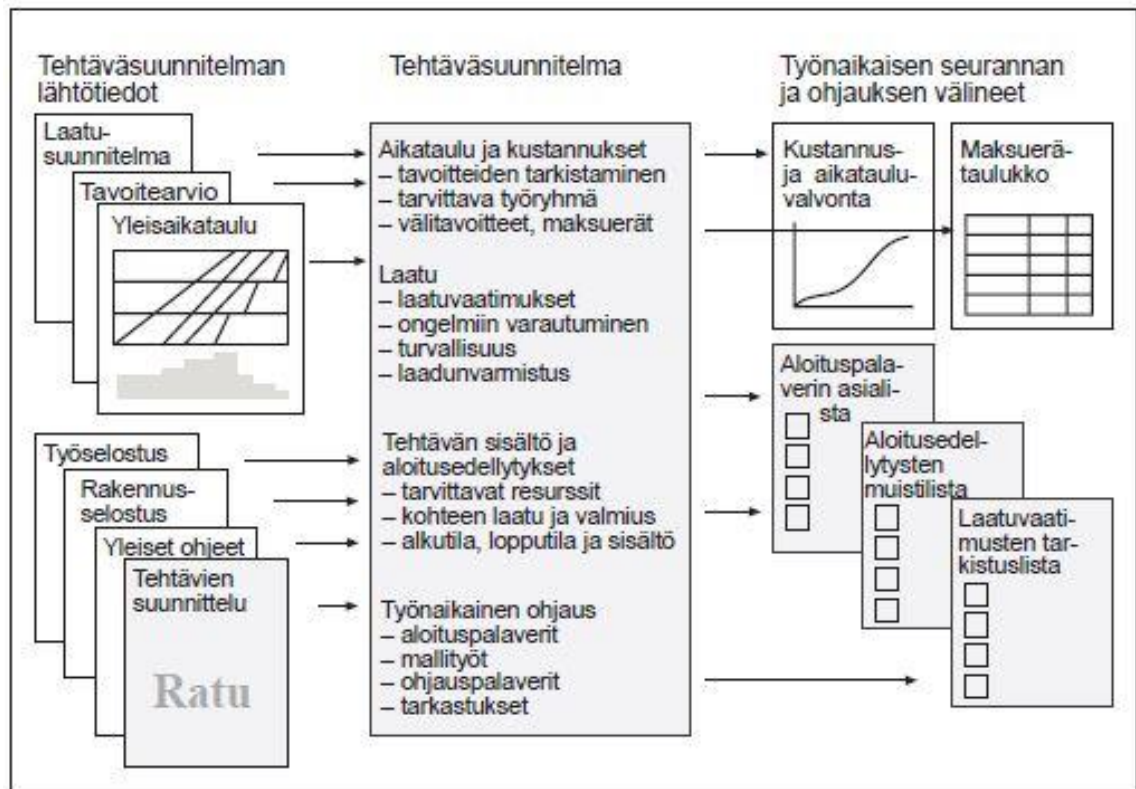


Kuva 16: Kattopollari [18].

3.9 Vesikattotyön tehtäväsuunnittelun periaatteet

Tehtäväksi kutsutaan työryhmän toteuttamaa työkokonaisuutta, joka muodostuu yhdestä työlajista, kuten vesikaton vedeneristystyöstä tai vaihtoehtoisesti useammasta työlajista, kuten vesikaton puurunkotyöstä ja vedeneristystyöstä. Tehtäväsuunnittelulla varmistetaan yhden työkokonaisuuden eli tehtävän toteutus siten, että tavoitearviossa ja yleisaikataulussa asetetut kustannus- ja aikataulutavoitteet sekä rakennus- ja työselostuksissa ja muissa hankekohtaisissa asiakirjoissa esitetyt laatuvaatimukset saavutetaan. Se tulee laatia ennen hankintoja, alirakkaneuvotteluja ja työkauppojen solmimista tai viimeistään ennen tehtävän aloitusta.

Tehtäväsuunnittelun avulla ennaltaehkäistään työn aikana mahdollisesti esiintyviä ongelmia ja varmistetaan, että kaikki aloitusedellytykset ovat kunnossa ennen kuin tehtävä aloitetaan. Kuvassa 17 esitetään tehtäväsuunnitelman muodostaminen vaiheittain. Se tarjoaa myös välineet työnaikaiseen seurantaan ja laadunvarmistukseen. Tällöin esimerkiksi laatu- ja aikataulupoikkeamat on mahdollista tunnistaa ja niihin voidaan puuttua ajoissa. Tehtäväsuunnitelmassa on otettava aina huomioon kohteen erityispiirteet ja kohdekohtaiset vaatimukset, jotka löytyvät hankkeen asiakirjoista, kuten suunnitelmista, rakennus- ja työselostuksista sekä yleisaikataulusta. Näiden lisäksi tehtäväsuunnittelussa lähtötietoina käytetään muun muassa yleisiä menetelmä- ja menekkitiedostoja sekä rakennusalan yleisiä laatuvaatimuksia. [19, s. 1.]



Kuva 17: Tehtäväsuunnitelman muodostuminen [19, s. 1].

3.10 Loivan katon peruskorjaus

Kattoja peruskorjattaessa päämääränä on aikaansaada toimiva ja kestävä kateratkaisu. Vanhemmassa katossa korjaus edellyttää useimmiten laajempia korjaustoimenpiteitä, kun taas uuden katon alkuvaiheen ongelmista selvittää yleensä yksittäisillä korjaustoimenpiteillä. Katon peruskorjaukseen tulee varautua sen elinkaaren päässä ja se on toteutettava ennen kuin kattovuodot alkavat aiheuttaa vahinkoja muille rakenteille.

Katon elinkaari voi vaihdella yksittäisten kattojen osalta paljonkin. Keskimääräinen käyttöikä riippuu tuotteen asennusolosuhteista, asennustyön suorituksesta, ominaisuuksista, katon käyttöolosuhteista ja huoltotoimenpiteistä. Karkeasti voidaan todeta, että tuote- ja käyttöluokkavaatimukset täyttävä, modifioidusta bitumikermeistä tehty katto kestää jopa 50 vuotta, kun taas puhalletuista bitumikermeistä tehty katto on jo 20 vuoden iässä elinkaarensa päässä. Huoltotoimenpiteiden suorittaminen pidentää katon käyttöikää huomattavasti.

Ennen kuin ryhdytään korjaustoimenpiteisiin, on selvitettävä katon kunto, vauriot ja korjaustarve. Kuntotutkimus tulee tehdä, jos on havaittu vuoto, muu kosteusongelma tai vesikattoon suunnitellaan muusta syystä peruskorjausta.

Vesikaton kunnan tarkastaminen suoritetaan ensin silmämääräisesti, jolloin huomio kiinnittyy katon kallistuksiin, katteen pinnan kuntoon (kuva 18) ja saumoihin, vedenpoiston toimivuuteen, kattokaivoihin, räystäsrakenteisiin, läpivienteihin ja suojaPELLITYKSIIN. Tuuletuksen toimivuus tarkastetaan samalla. Tarkemmassa tarkastelussa huomiota kiinnitetään tuuletusrakojen leveyteen, tuuletusventtiilien ja alipainetuulettimien määrään sekä lämmöneristeiden ja puurakenteiden kuntoon. Kattoa avataan ja näytteitä otetaan sekä rakenteesta että lämmöneristeestä ja tutkitaan tarvittaessa höyrynsulun kunto. [3, s. 43]



Kuva 18: Tutkittavan kohteen vesikaton pinnassa kumpareita ja painumia. Kuva otettu 10.6.2014.

Kuntotutkimuksen perusteella laaditaan korjaussuunnitelma, johon tulee aina sisällyttää työselitys ja riittävästi detaljipiirustuksia. Korjaussuunnitelmassa tarkastellaan koko rakenteen toimivuutta ja erityistä huomiota on kiinnitettävä vanhan ja uuden rakenteen liittymäkohtiin. [3, s. 43; 16.]

Mahdollisen home- ja rakennuspölyn leviämisen estämiseen muihin tiloihin tulee kiinnittää huomiota purkutöiden aikana. Erityistä huomiota on kiinnitettävä siihen, mitä kautta rakennukseen otetaan raitista ilmaa tai missä on ilmanpoistolaitteet. Tällöin ei haitata tarpeettomasti korjattavan rakennuksen normaalia käyttöä. Edellä mainituilla asioilla on

myös merkitystä korjaustyön turvalliselle suorittamiselle, koska mikäli on aihetta epäillä, että rakenteissa on esimerkiksi asbestia, tulee purkutöistä tehdä asbestikartoitus.

Vesikaton, kuin minkä tahansa muunkin, rakenteen korjauksessa noudatetaan soveltuvin osin uuden katon suunnittelu- ja toteutusohjeita. Esimerkkejä tästä ovat vedeneristeen ja kallistusten korjaukset. Työnaikainen suojaus suunnitellaan ja toteutetaan siten, ettei vesivahinkoja pääse syntymään.

Uusi vedeneriste on mahdollista laittaa vanhan vedeneristeen päälle. Hyvänä asiana tässä on se, että tällöin vanha vedeneriste toimii työnaikaisena suojana. Sen päältä tulee poistaa mahdollinen suojakiveys sekä katteen epätasaisuudet korjataan ja tarvittaessa käytetään alustan tasauskerrosta, joka on ohut mineraalivillalevy. Vanhan katteen lisäksi kiinnittäminen mekaanisesti tehdään tarvittaessa valumien ja poimuuntumisen estämiseksi. Mikäli uusi vedeneriste asennetaan suoraan vanhan päälle, käytetään paineentasauskermiä ja varmistetaan materiaalien yhteensopivuus.

Mikäli vanha vedeneriste on huonokuntoinen, vanhoja vedeneristyskerroksia on useita tai katon vedeneristyskerroksen paksuutta ei voida tai haluta kasvattaa, vanha vedeneristys poistetaan. Tällöin on myös mahdollista varmistua alusrakenteen kunnosta ja tehdä tarvittavat korjaustoimenpiteet. [3, s. 43-44.]

Kattojen kaltevuuksia suositellaan korjattavaksi aina, kun esiintyy lätäköitymistä tai kaltevuus on loivempi kuin 1:80. Korjaus tehdään joko kevytsoralla ja lämmöneristyslevyillä tai pelkästään kiilamaisilla lämmöneristyslevyillä. Bitumikermillä ei ole mahdollista korjata kaltevuuksia. [3, s. 44; 16.] Kallistuskorjauksia ei saa tehdä vanhan kermin päälle [16]. Lätäköitymisen estämiseksi kallistusten korjaus tulee toteuttaa riittävän suurilla, yhtenäisillä alueilla. Kallistusten korjaus aiheuttaa usein myös ylösnostojen ja räystäiden korotustarpeen. [3, s. 44; 16.] Korjaustoimenpiteiden jälkeen saa, lähinnä saumoista johtuvista syistä, esiintyä enintään 15 mm syviä lätäköitä [3, s. 43; 4, s. 93].

3.11 Jyrkkä vesikatto

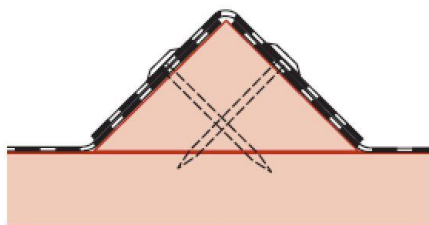
Katon kaltevuuden kasvaessa sen merkitys viidentenä julkisivuna korostuu. Jyrkkä ja monimuotoinen katto voi olla rakennuksen näkyvästä massasta jopa yli puolet. [3, s. 62.] Katon kaltevuus erottaa jyrkän ja loivan katon toisistaan. 1:10 ja sitä jyrkemmät katot ovat jyrkkiä kattoja [1, s. 3].

Jyrkkien kattojen kantavana rakenteena on useimmiten puurunkoinen rakenne, jossa tuuletustila on lämmöneristeen yläpuolella. Rakenne voi olla ristikko- tai palkkirakenteinen.

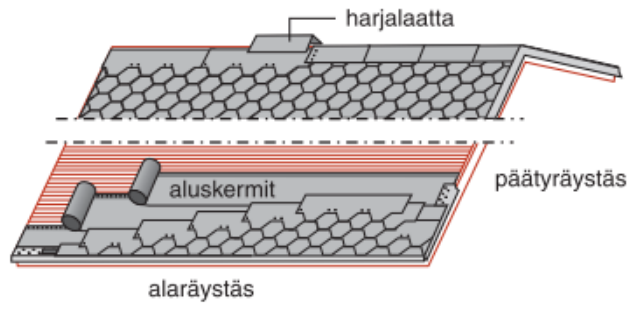
Myös jyrkissä katoissa käytetään ilman- tai höyrynsulkua. Höyrynsulun saumat on tiivistettävä huolellisesti ja liitettävä tiiviisti kaikkiin rakenteen läpivienteihin, joissa tulee käyttää erityisiä tiivistystarvikkeita tai -laippoja. Kauan käytetty ristiviilto teippauksella ei täytä minkäänlaisia tiiveyskriteereitä, eikä sen kaltaista tiivistystä saa hyväksyä missään käytettäväksi.

Jyrkän katon katemateriaalien alla käytetään aluskatteita. Tiili- ja peltikatoilla käytetään umpilaudoituksen päälle asennettua aluskermiä tai vapaasti asennettavaa aluskatetta, joka asennetaan ilman aluslaudoitusta. [3, s. 63-64] Bitumisia katteita käytettäessä, aluskermi asennetaan aina kiinteälle alustalle. [4, s. 128]

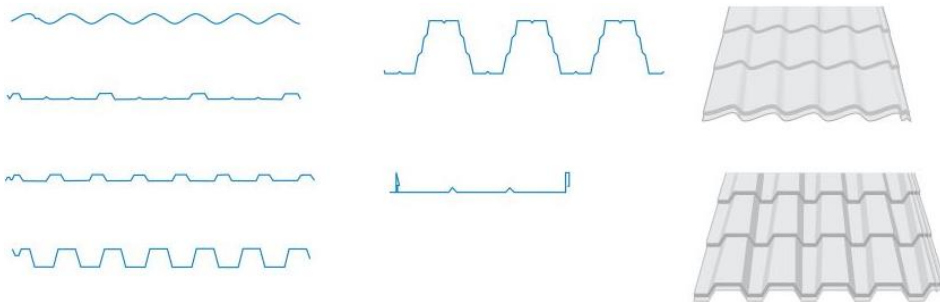
Jyrkällä katolla käytetään katemateriaaleja, jotka luokitellaan epäjatkuviksi katteiksi. Niitä ovat kaikki katteet, joiden saumat eivät kestä vedenpainetta. Tällaisia ovat esimerkiksi bitumikatteista kolmiorima- (kuva 19) ja kattolaattakate (kuva 20), pelti- ja muut erilaiset aaltolevykatteet (kuva 21) sekä tiilikate (kuva 22). Näiden katteiden alla käytetään yleensä erillistä vedenpitävää aluskatetta. [3, s. 62.]



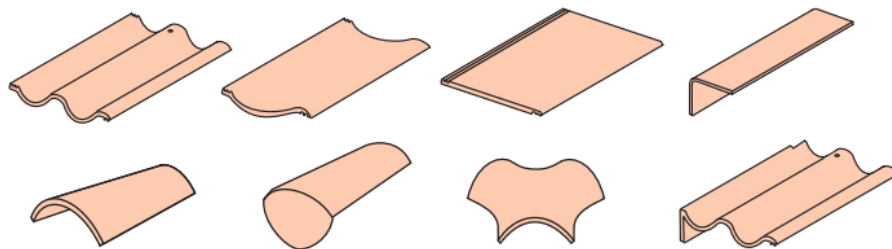
Kuva 19: Kolmiorima, sen yli asennettu kermi sekä saumakaista. Kuvaa muokattu alkuperäisestä kuvasta. [20, s. 7]



Kuva 20: Kattolaattakate [20, s. 2].



Kuva 21: Esimerkkejä poimulevy- ja muotolevykatteista. Kaksi oikeanpuolimmaista ovat muotolevykatteita [21, s. 2].



Kuva 22: Erilaisi tiilikatetyyppejä [22, s. 2].

4 Kosteudenhallinta

Kosteus- ja sitä myöten homeongelmat ovat olleet suurimpia laatuongelmia rakentamisessa ja kiinteistöjen pidossa jo vuosikymmenten ajan. Kosteudenhallinnan sisällön ja tärkeyden ymmärtäminen sekä rakentamisen taso ovat pääosin hyvällä mallilla, mutta sekä virheitä että puutteita ilmenee edelleen liian laajasti.

Lähtökohtainen syy kosteusongelmaan voi olla hankkeen ohjauksessa ja hallinnoinnissa. Hankkeen tilaaja olettaa, että suunnittelijat ja toteuttajat suorittavat itsestään kosteudenhallinnan virheettömästi. [23, s. 13.] Tilaajan tulee asettaa kosteudenhallintaan liittyviä selkeitä laatumäärittämiä ja oma-aloitteisesti huolehtia niiden toteuttamisesta [24, s. 4; 23, s. 11]. Muussa tapauksessa hankkeen osapuolet eivät kiinnitä asioihin riittävästi huomiota, jolloin virheitä syntyy [23, s. 13].

Asenteet muodostavat myös merkittävän syyn kosteusongelmille. Uusia ja laadukkaampia rakentamistapoja vastaan oleva muutosvastarinta on voimakasta. Ne ohitetaan vain toteamalla, että ”näin on aina ennen tehty ja niin tehdään nytkin”. Rakennuttaja on se taho, josta asennemuutoksen olisi lähdettävä. [24, s. 4.]

Rakentamisessa olisi syytä omaksua niin sanottu kuivaketjuperiaate, joka on idealtaan samanlainen kuin elintarvikkeiden kylmäketjuajattelu. Kuivaketju tarkoittaa käytännössä muun muassa sitä, että hankkeeseen sidotaan osaavat suunnittelijat, valvojat ja rakentajat, hankkeen eri vaiheisiin on varattu riittävästi resursseja ja aikaa toimenpiteille. [24, s. 6.]

Kosteudenhallinta prosessina rakennushankkeessa (kuva 23) on katkeamaton ja tietoa kumuloiva laadunhallintaprosessi, jolla hallitaan rakennuksen kosteusteknistä suunnittelua ja rakennusaikaisia kosteusrasituksia. Tällä tavoin varmistetaan terve, laadukas sekä kosteusteknisesti oikein toimiva rakennus. Kosteudenhallintaprosessi jatkuu rakennuksen oikeilla käyttö- ja ylläpitotavoilla ja sen perustana ovat rakennuttajan asettamat laatutavoitteet. [23, s. 19.]



Kuva 23: Kosteudenhallinnan pääkohdat rakennushankkeessa [24, s. 7].

Rakennushankkeen urakoitsijat toteuttavat kohteen yhteistyössä rakennuttajan, suunnittelijoiden, rakennusosatoimittajien sekä muiden osapuolten kanssa. Rakentamisvaiheessa suunnitelmia on mahdollisesti tarkennettava toteuttajien omille menetelmille ja tuotteille sopiviksi, kuitenkin kosteudenhallinnan tavoitteista tinkimättä. Järjestelmien ja työsuoritusten tekninen toimivuus varmistetaan muun muassa tarvittavilla mittauksilla ja tarkistuksilla. Kosteudenhallintatoimenpiteiden, kuten suojauksen ja kuivumisaikojen, on oltava hoidettu asianmukaisesti työmaalla.

Työmaalla tapahtuvan kosteudenhallinnan on oltava luonnollinen osa työsuunnittelua ja laadunhallintaa, kun tavoitteena on hyvä ja vaatimuksenmukainen rakennus [23, s. 93-94]. Työmaan kosteudenhallinnan tavoitteita ovat estää kosteusvaurioiden synty, varmistaa rakenteiden riittävä kuivuminen ilman aikatauluviivytyksiä, vähentää kuivatus-tarvetta sekä pienentää materiaalihukkaa. Osa-alueittain kosteudenhallinta voidaan jakaa kosteusriskien kartoitukseen, kuivumisaika-arvioihin, olosuhdehallintaan sisältäen suojauksen, kosteusmittausuunnitelmaan, organisointiin, seurantaan, valvontaan sekä raportointiin. [25.; 23, s. 94.]

4.1 Työmaan kosteudenhallintasuunnitelma

Työmaan kosteudenhallintasuunnitelman tarkoitus on pienentää korjaus- ja uudisrakentamisen aikana syntyviä kosteusvaurioriskejä. Se laaditaan jokaiselle uudisrakennustyömaalle sekä sellaisille korjaustyömaalle, joilla tehdään betonivaluja, kuivataan rakenteita tai tarvitaan sääsuojasta. Kosteudenhallintasuunnitelma on aina yksilöllinen ja se tehdään jokaiselle työmaalle erikseen. Siinä mainittujen asioiden toteutumista seurataan työmaakokouksissa. [26.]

Työmaan kosteudenhallintasuunnitelman perustan luovat rakennuttajan asettamat laatutavoitteet ja suunnittelijan laatima suunnitteluvaiheen kosteudenhallintasuunnitelma. Se perustuu riskikartoitukseen eli riskiarvioon tai -analyysiin, jossa kriittiset laatutekijät ja kosteustekniset riskit on otettu huomioon. [23, s. 95.] Kosteudenhallintasuunnitelmaan kirjataan hankkeen yleistiedot, kosteudenhallinnan laatutavoitteet, kosteusriskien arviointi, rakenteiden kuivumisaika-arviot, työmaaolosuhteiden hallinta sekä kosteusmittausuunnitelma [23, s. 97-106].

4.1.1 Hankkeen yleistiedot

Hankkeen yleistiedoissa esitetään perustiedot, kuten esimerkiksi tilaaja ja osapuolet sekä työmaan kosteudenhallinnasta vastaavat osapuolet [23, s. 97].

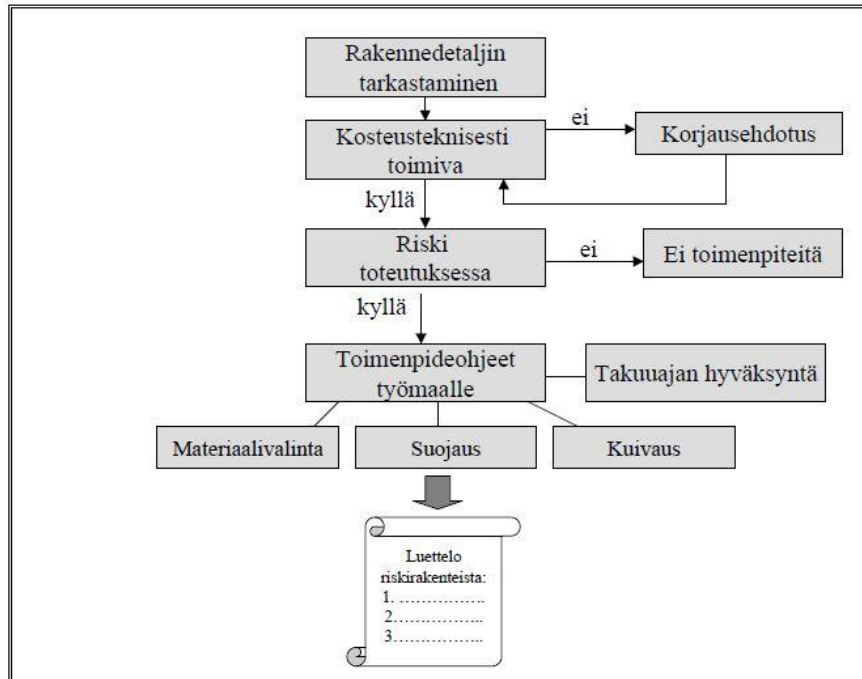
4.1.2 Kosteudenhallinnan laatutavoitteet

Rakennuttajan asettamat ja suunnitelmissa esitetyt laatutavoitteet esitetään yhteenvedonä kosteudenhallinnan laatutavoitteissa. Nämä luovat perustan työmaan kosteusriskien arviointiin ja kosteudenhallintasuunnitelman muiden osien laadintaan. [23, s. 97.]

4.1.3 Kosteusriskien arviointi

Kosteusriskien arvioinnissa (kuva 24) tarkoituksena on käydä läpi kaikki työmaan rakennedetaljit ja arvioida niiden riskialttius rakenteen kosteusteknisen toiminnan ja työmaatoteutuksen kannalta. Suunnitelmia tarkennetaan tarvittaessa ja työmaalle voidaan antaa toimenpideohjeita esimerkiksi materiaalivalinnoista, sääsuojauksesta tai kuivauksesta. [25.; 23, s. 97.] Suunnitteluvaiheen aikana tehdyn kosteudenhallinnan riskiar-

vion tulokset liitetään kosteudenhallintasuunnitelmaan [23, s. 97]. Kosteusriskien arvioinnin tuloksena syntyy hankkeen kosteusriskiluokka, josta kerrotaan tarkemmin luvussa 4.3 [24, s. 13]. Riskien arviointiin kuuluvaa sää- ja olosuhdesuojauksen riskiarviointia on mahdollista hahmotella liitteessä 1 esitetyn kaavakkeen avulla.



Kuva 24: Rakennustyömaan kosteusriskien arviointi [24, s. 14].

Kosteusteknisesti kriittisten rakennusosien arvioinnissa otetaan huomioon esimerkiksi seuraavanlaisia rakenteita ja niihin liittyviä tarkasteluita: Kattovesien hallittu poisjohtaminen, sadevesikaivojen ja viemärien riittävä koko ja muodostuvat hiekkapesät. Yläpohjarakenteiden kastumisvaara ja kuivuminen. Seinien ja vesikaton liittymät ja ylösnousevan, seinän sisälle päässeeseen veteen hallittu ulosjohtaminen. Aukkojen liittymien vesitiiviys tai tuuletus. Vedeneristeen toimivuus rakenteiden liikuntasauvoissa. Kerros- tasoilta valuvan veden estäminen seinärakenteisiin. Vesikattokorjauksen sääsuojaus. [23, s. 98-99; 24, s. 14-15.]

4.1.4 Rakenteiden kuivumisaika-arviot

Kuivumisaika-arvioilla ohjataan työmaata ottamaan huomioon eri rakenteiden kuivumisaika työmaa-aikataulua laadittaessa. Kriittisten rakenneosien tehostetusta kuivauksesta annetaan tarpeen vaatiessa ohjeita. [25; 23, s. 94.] Kuivumisaika-arvio laaditaan

niille betonirakenteille, joissa kuivumisesta johtuvat muodonmuutokset saattavat aiheuttaa vaurioita tai jotka päällystetään kosteuserkällä rakennusmateriaalilla. [23, s. 100; 26.]

Kuivumisaika-arviota laadittaessa tulee ottaa huomioon, että ne ovat vain suuntaa antavia. Oikea arvio rakenteen riittävästä kuivumisesta saadaan tutkimalla samanaikaisesti kuivumisaika-arviota, olosuhdehallintaa sekä suoritettuja betonin huokostilan suhteellisen kosteuspitoisuuden mittaustuloksia. Poranreikä- ja näytepalamittaus ovat luotettavia menetelmiä, kun taas pintakosteusmittaus ei sovellu betonirakenteen kuivumistarpeen määrittelyyn eikä pinnoitettavuusmäärittelyyn. Kuivumisaika-arvion on myös määritettävä, millaiset olosuhteet kohteessa on luotava, jotta kuivuminen tapahtuisi asetetun aikataulun puitteissa. [23, s. 100; 24, s. 16-17.]

4.1.5 Työmaaolosuhteiden hallinta

Olosuhteiden hallinnalla pyritään minimoimaan rakennusten kosteusriskit ja varmistamaan, että kohteet ovat mahdollista toteuttaa erilaisissa sääolosuhteissa suunnitelmien mukaisessa aikataulussa. Oikein tehdyt suojaustoimenpiteet ovat olosuhteiden hallinnassa olennaisena osana. Kunnollisen suojauksen, esimerkiksi erillisen sääsuojan tai julkisivusuojan, avulla estetään laatu- ja ulkonäöllisten virheiden syntyminen, tuotteiden vaurioituminen sekä terveydelle haittaa aiheuttavien mikrobikasvustojen syntyminen. Työmaaolosuhteiden parantuessa myös työskentelymukavuus ja -tehokkuus sekä työn laatu paranevat ja työstä johtuvat sairastumiset vähenevät. [25.; 23, s. 95.]

Materiaalit ja rakenteet on suojattava sateelta, koska kastuminen lisää huomattavasti kuivatustarvetta ja materiaalihukkaa. Kastuneen materiaalin tai rakenneosan käyttäminen saattaa aiheuttaa myöhemmin terveydellistä haittaa rakennuksen käyttäjälle. Pienet rakenneosat tai rakennukset on mahdollista suojata lähes kokonaan rakennustöiden ajaksi. Suuria rakennuksia voidaan myös suojata kokonaan tai kriittisimmiltä kohdiltaan rakennustöiden ajaksi. [23, s. 102; 24, s. 18.]

Rakennuksen rungon kastumista on mahdollista vähentää useilla eri tavoilla, joita ovat esimerkiksi kattorakenteiden tekeminen ensimmäisenä, joka toimii työvaiheiden suojarakenteena tai aluskatteen nopea laitto paikoilleen tai höyrynsulku kermistä väliaikaiskatteena. Muita tapoja ovat myös lumen poistaminen mekaanisesti eikä sulattamalla,

käyttämällä sääsuojia korjaustyömaiden suojauksessa sekä laatimalla vesikaton rakenteista erillinen suojaussuunnitelma. [23, s. 102-103; 24, s. 18.]

Rakennusmateriaalien ja -tuotteiden kostumista ja kastumista voidaan vähentää esimerkiksi vaatimalla toimittajilta kuljetuksen aikaista suojausta, suunnittelemalla varastointialueet ja menetelmät etukäteen, oikea-aikaisella toimituksella. Työmaalla materiaalien suojaamista varten on aina oltava riittävästi sääsuojia. Tärkeää on myös suunnitella työsuoritus huolellisesti ja toteuttamalla se pienissä paloissa, jotta keskeneräiset rakenteet ehditään suojaamaan saman työvuoron aikana. [23, s. 103; 26.]

Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa C2 (1998) on maininta rakennusmateriaalien ja -tarvikkeiden suojaamisesta.

Rakennusaineet ja -tarvikkeet sekä rakennusosat on suojattava haitalliselta kastumiselta kuljetusten, varastoinnin ja rakentamisen aikana. Kosteiden rakenteiden ja rakennuskosteuden on annettava kuivua tai rakenteita on kuivatettava riittävästi, ennen kuin ne peitetään kuivumista hidastavalla ainekerroksella tai pinnoitteella. [27, s. 4.]

Työmaalla tapahtuneen vesivahingon sattuessa rakenteisiin päässyt vesi on poistettava välittömästi ja sen laajuus on selvitettävä heti sekä ongelman poistuminen varmistettava esimerkiksi kosteusmittauksin [23, s. 103]. Työmaavaiheen vesivahinkoihin varaudutaan varmistamalla painevesiverkoston liitokset ennen verkoston käyttöönottoa, sulkemalla käyttövesijohdot yöksi ja viikonlopuksi sekä pitämällä vesi-imuria ja kuivatuslaitteita nopeasti saatavilla [23, s. 103; 26].

Tuulettamisella ja mahdollisella lämmittämällä varmistetaan rakenteiden oikeanlainen kuivuminen. Lämpötila ja rakennetta ympäröivän ilman suhteellinen kosteus ovat merkittävimpiä tekijöitä kosteuden poistumiseen rakenteista. Ilman suhteellisen kosteuden, jonka lyhenne on RH, on oltava riittävän alhainen, jotta ilma pystyy vastaan ottamaan rakenteista poistuvaa kosteutta. Lämpötilan nostaminen on tehokkain tapa nopeuttaa rakenteiden kuivumista. [23, s. 103-104; 24, s. 19.]

Rakennuksen kuivattamisen suunnittelu- ja toteutusperiaatteita ovat esimerkiksi lisäkosteuden estäminen kuivatettavaan tilaan, irtoveden poistaminen, kuivatettavan tilan osastoiminen, lämpöpuhaltimien ja kosteudenkerääjien käyttäminen sekä ulkoisten olosuhteiden eli vuodenaikojen vaikutuksien huomioon ottaminen [23, s. 105; 24, s. 20].

4.1.6 Kosteusmittaus suunnitelma

Laaditun kosteusmittaus suunnitelman avulla voidaan mittauksin varmistua, että rakenteet ovat kuivuneet suunnitellusti. Työmaa-aikataulua laadittaessa kosteusmittaus suunnitelma on otettu huomioon, jotta työmaata hidastavilta yllätyksiltä vältytään. [25.; 23, s. 95.] Kosteudenhallintasuunnitelmassa määritetään, mitä mittauksia tehdään, mittausmenetelmä ja laitteisto, laitteiden kalibroinnin varmistus, riittävän mittauskoemuksen omaava henkilösertifioitu kosteusmittaaja sekä mittauksen aikataulu, laajuus ja mittauspisteiden sijainnit. Vastaava työnjohtaja ja hänen nimeämänsä asiantuntija laativat kosteusmittaus suunnitelman. [23, s. 106; 24, s. 22.]

4.2 Kosteudenhallinnan organisointi

Työmaalla kaikkien osapuolten on tiedostettava ja huolehdittava vastuualueeseensa kuuluvat kosteusteknisesti tärkeät asiat sekä ilmoittaa havaitsemistaan kosteusvaurioista ja -riskeistä työmaan johdolle. Eri osapuolten tehtävät ja vastuut on sovittava sopimusasiakirjoissa. [23, s. 107; 26.]

Työmaalle on hyvä nimetä riittävät toimi- ja ajankäyttövaltuudet saava kosteusvastaava, joka vastaa kaikista kohteen kostudenhallintatoimenpiteistä. Tällä tavalla toimittaessa kostudenhallintaan ei jää rakennusvaihe-, urakkaraja- tai organisaatioperäisiä rajapintoja sekä kostudenhallintahavaintojen dokumentoinnit tapahtuvat säännöllisesti. Kosteusvastaava pitää esimerkiksi kostudenhallintapäiväkirjaa, joka tarkoittaa muun muassa kastuneiden alueiden merkitsemistä pohjapiirustuksiin. [28.]

4.3 Kosteudenhallinnan menettelytavat

Kosteusriskiluokka, jota merkitään kirjaimella R, luo perustan kostudenhallinnan menettelytavan valinnalle. Menettelytavat ovat joko normaali tai tehostettu menettely, joista on myös olemassa vaihtoehdot kevennetty normaali menettely sekä kattavasti tehostettu menettely.

Jos R on 3, kyseessä on kattavasti tehostettu menettely. Tämä tarkoittaa sitä, että riskiarvion ja muiden selvitysten perusteella valitaan kaikki tehostetun menettelyn toimenpiteet, jolloin todetut riskit on mahdollista tehokkaasti torjua. Toimenpiteet kohdistetaan

niihin seikkoihin ja rakenteisiin, joissa todetaan olevan erityistä vaativuutta, kriittisyyttä ja/tai poikkeavuutta.

Kosteusriskiluokan ollessa 2, valitaan normaali menettely, mutta erityisen kriittisiin kohtiin tehostettu menettely. Tehostettu menettely valitaan vain, jos erityistoimenpiteet ovat rajatut ja tarkkaan kohdistetut.

Alhaisin riskiluokka on 1, jossa valitaan yleensä normaali menettely. Kevennetty normaali menettely on mahdollinen ottaen huomioon rakennustyyppi tai rakennuksen käyttötarve, esimerkiksi rakennuksen lyhyt elinkaari. [23, s. 29.]

4.3.1 Normaali menettely

Normaaliin menettelyyn toteutuksen osalta kuuluu seuraavanlaisia toimenpiteitä: Tuotevalmistajalla ja urakoitsijalla on omat laadunvarmistusmenettelyt ja toteuttajan pätevyys on kunnossa. Työnjohto täydentää kosteudenhallintasuunnitelmaa työnaikaisten toimenpiteiden osalta, esimerkiksi suojaus, ja toimii sen mukaisesti. Rakentamismääräyskokoelma A1:ssä mainitut muut normaalit laadunvarmistustoimenpiteet ja viranomaistarkastukset suoritetaan asianmukaisesti. [23, s. 31.]

4.3.2 Tehostettu menettely

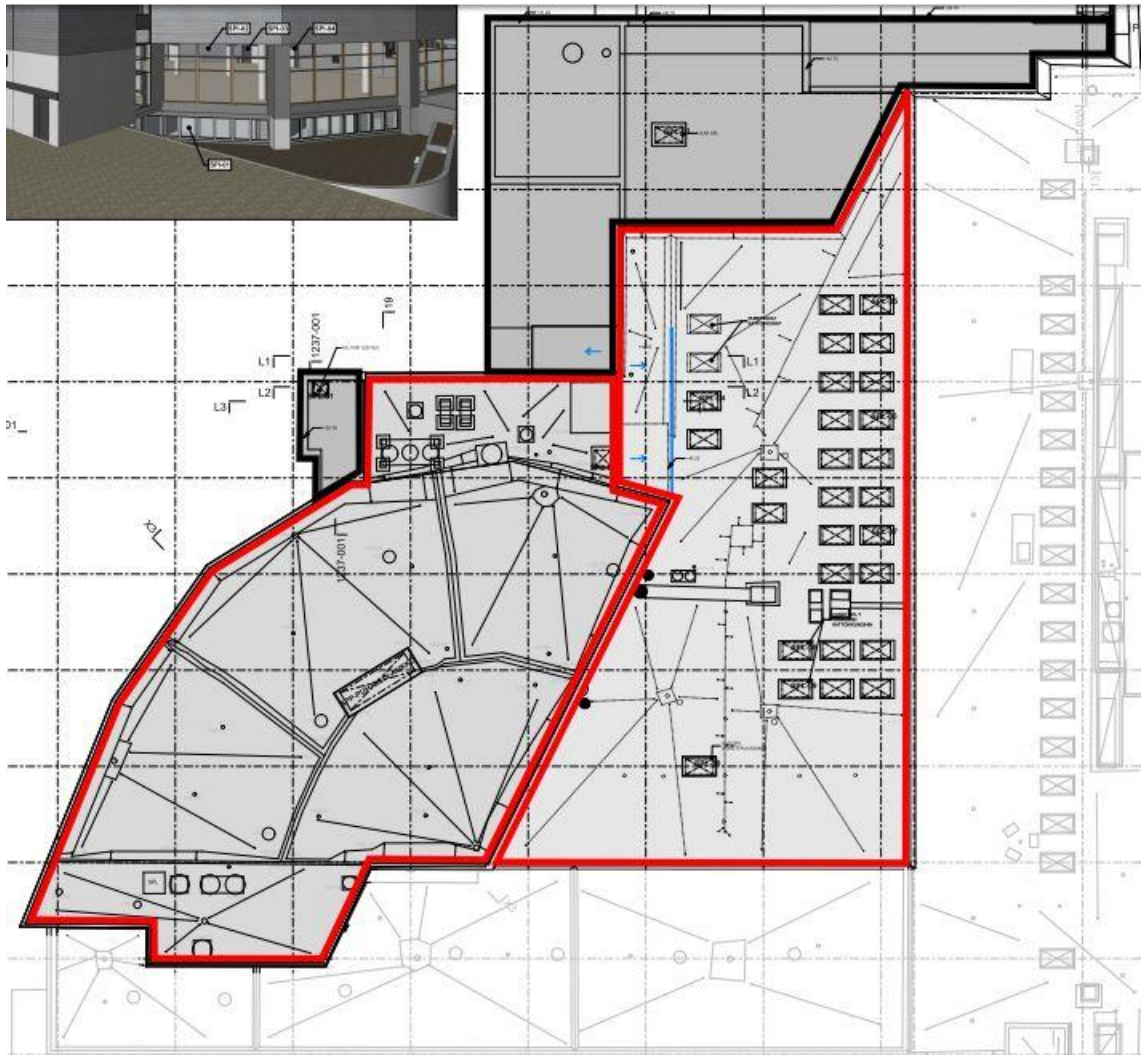
Tehostettuun menettelyyn toteutuksen osalta kuuluu seuraavanlaisia toimenpiteitä: Rakenneratkaisut on valittu siten, että ne helpottavat työmaan aikaista kosteudenhallintaa. Kuljetus- ja varastointivaiheiden aikana minimoidaan rakennusosien ja materiaalien kastuminen. Työnaikainen sääsuojaus on mahdollisimman kattava. Varmistetaan, että rakennekosteus pääsee hallitusti ja riittävästi poistumaan, erityisesti peitettävien ja pinnoitettavien rakenteiden alta.

Työmaavaiheen kosteudenhallintasuunnitelmaan tulee kirjata tehostetut toimenpiteet ja niiden käytännön toteutus tarkennetaan työmaan sekä suunnittelijoiden yhteistyönä. Eri työvaiheista ja olosuhteiden hallinnasta laaditaan tarvittaessa erillissuunnitelmat. Työmaan kosteudenhallinta organisoidaan siten, että asiantuntijalla on aidosti mahdollisuus vaikuttaa sen kosteudenhallinnan toimintaan ja seurantaan. [23, s. 35.]

5 Tutkittavan kohteen korjaustyövaiheen suunnittelu

5.1 Kohteen esittely

Tutkittava kohde on turkisten huutokauppaan erikoistuneen Saga Furs Oyj:n toimitilat Vantaan Petikossa. Tämän opinnäytetyön tutkittaviin alueisiin kuuluvat kaksi vesikatto-alueita, henkilöstöravintolan ja valmistuskeittiön vesikaton uusiminen kokonaan sekä huutokauppasalin vesikaton pintakermin uusiminen, virheellisten kaatojen korjaaminen ja kattokaivojen korjaaminen. Korjattavat alueet on esitetty punaisella viivalla rajattuina kuvassa 25. Mustalla rajatut alueet ovat uudisrakennuksia.



Kuva 25: Korjattavat vesikatot rajattuna punaisella viivalla pohjapiirroksesta. Henkilöstöravintolan ja valmistuskeittiön vesikatto on oikealla ja huutokauppasalin vesikatto vasemmalla. [15.]

Kummassakaan vesikatossa vuoto ei ole lähtökohtainen syy korjaustyölle, vaan se on monen tekijän summa. Henkilöstöravintolan ja valmistuskeittiön vesikatossa syitä korjaukselle ovat veden lätäköityminen katolle (kuvat 26 ja 27), läpivientien tiivisteiden puuttuminen, muutamien kattoikkunoiden poistaminen ja muuttaminen savunpoistoluukuiksi, lämmöneristeiden painuminen sekä alipainetuulettimien määrän lisääminen.

Huutokauppasalin vesikatto on huomattavasti paremmassa kunnossa. Syyt korjaukselle ovat huonot kattokallistukset, kattokaivojen ja niihin liittyvien läpivientien uusiminen sekä savunpoistoluukun uusiminen.



Kuva 26: Lätäköitä henkilöstöravintolan ja valmistuskeittiön vesikatolla. Kuva otettu 10.7.2014.



Kuva 27: Lätäkkö huutokauppasalin vesikatolla. Kuva otettu 23.7.2014.

Henkilöstöravintolan ja valmistuskeittiön vesikatolla sijaitsevista ulkoseinistä vain huutokauppasalin seinä tehdään tuulettuvaksi, mutta ikkunalliset seinät jätetään vanhan rakenteen mukaisesti tuulettumattomiksi. Tähän ratkaisuun päädyttiin, koska molempia ulkoseiniä ei ollut mahdollista tehdä tuulettuviksi alkuperäisen suunnitelman mukaan. Kyseessä olevalle vesikattoalueelle on mahdollisuus kinostua huomattava määrä lunta tuulen vaikutuksesta. Lumen sulaessa olisi mahdollisuus, että sulanut lumi työntyisi sulamattoman lumen aiheuttaman paineen vaikutuksesta ulkoseinän tuuletusväliin ja sieltä rakenteiden sisään. Huutokauppasalin ulkoseinään on mahdollista tehdä riittävän korkea ylös nosto, joten mahdollisen sulaneen lumen aiheuttamat vahingot jäävät vähäisiksi. Sen sijaan ikkunallisiin seiiniin ei ole mahdollista tehdä riittävän korkeaa ylösnostoa, joten ikkunaseinien tuulettaminen toteutetaan lisättävien alipainetuulettimien avulla.

5.2 Tutkittavien alueiden kosteudenhallinta

Korjausvaiheen kosteudenhallinnan toteuttamiseksi pohdittiin eri vaihtoehtoja, joita olivat sääsuojaus suoraa vesisadetta vastaan sekä erilaiset ratkaisut ylimääräisen veden poistamiseksi.

5.2.1 Henkilöstöravintolan ja valmistuskeittiön vesikatto

Sääsuojasta mietittäessä ensimmäinen ajatus oli korjattavan vesikattoalueen suojaaminen kokonaan. Se olisi paras vaihtoehto, koska tällöin sekä purku- että korjaustyövaiheet pystyttäisiin tekemään kuivissa olosuhteissa. Vesikaton kaiken kattavaa sääsuojasta ei kuitenkaan ollut käytännössä mahdollista toteuttaa.

Rakennusten epäsymmetristen muotojen ja korkeuserojen vuoksi kaiken kattavaa sääsuojasta ei ollut mahdollista toteuttaa siten, että se olisi ollut rakenteeltaan järkevä ja pysynyt rakennushankkeeseen varatun budjetin rajoissa. Henkilöstöravintolan ja valmistuskeittiön vesikatto sijaitsee kolmen rakennuksen ulkoseiniin rajoittuvassa tilassa (kuva 28). Paikka on suhteellisen suojaisa tuulta vastaan, mutta mikäli kova tuuli pääsee yhdeltä avonaiselta sivulta rajoittuneeseen tilaan, nousee se jyrkästi ylös aiheuttaen kovaa räsitusta sääsuojalle. Sääsuojan peitteessä ei tarvitse olla kuin pieni aukko, jolloin tuulen pääseminen suojan alle on mahdollista. Tällöin kiinnitystavasta riippumatta sääsuojan lähteminen tuulen mukaan on liian riskialtista.



Kuva 28: Korjattava vesikatto laajemmasta näkökulmasta. Kuva otettu 29.7.2014.

Kuvassa 29 näkyy vesikattoalue, joka ei kuulu korjattaviin osa-alueisiin. Tällöin sääsuojan kehikon/suojapeitteen kiinnitysliinujen kiinnittäminen vesikaton runkorakenteisiin mekaanisesti ei ole mahdollista. Korjattavan vesikaton rajaaviin ulkoseiniin ei myöskään ole mahdollista tehdä mekaanisia kiinnityksiä, koska ulkoseiniä ei korjata. Mekaanisen kiinnitysvaihtoehdon poissulkeutuessa vaihtoehtoinen tapa sääsuojan paikallaan pitämiseksi ovat irralliset painot ja kiinnitysliinoilla sitominen uudisrakennuksen TT-laattojen nostolenkkeihin. Tällaisen viritelmän tekeminen on kuitenkin hyvin epävarmaa ja täyttä varmuutta sääsuojan paikallaan pysymiseksi ei saada.

Mikäli koko alueen kattava sääsuojaus kuitenkin toteutettaisiin, tulisi se niin kalliiksi, että työmaalle laskettu kate pienenesi merkittävästi. Vastaavan työjohtajan arvion mukaan koko katon kattamisen kustannukset olisivat noin sadan tuhannen euron luokkaa. Yläpuolisen sääsuojauksen poisjäämisen vuoksi säätiedotuksen seuraamisen merkitys korostuu. Tästä syystä muun muassa bitumikermiä asentavan työntekijän kanssa on sovittu, että hän tulee aina pyydettyä ja tekee tarvittaessa pidempää päivää.



Kuva 29: Havainnekuva sääsuojan hankalasta sijoittamisesta. 29.7.2014.

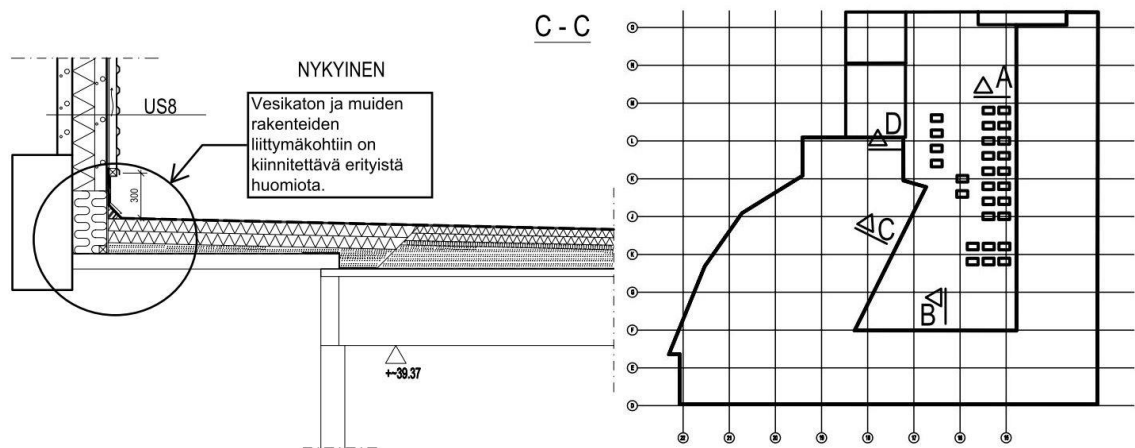
Koko alueen kattavan sääsuojausvaihtoehdon poissuljettua vaihtoehtoiseksi suojaukseksi mietittiin paikallista, käsin siirrettävää kevyttä sääsuojasta. Tavoiteltu työsaavutus työvuoron aikana on muutamia kymmeniä neliömetrejä, jolloin sääsuojaa olisi siirrettävä jatkuvasti. Jatkuva kevyen sääsuojan siirtelytarve saattaisi johtaa lopulta siihen, että sitä ei käytettäisi ollenkaan. Kevyitä sääsuojia on useita eri kokoja ja riippumatta sen koosta on olemassa erityisen suuri riski, että sääsuoja lähtee tuulen mukaan paiskautuen kuvassa 28 näkyviin ikkunoihin.

Vesikaton korjaustyövaiheen aikana ei voida täysin estää veden pääsyä korjattavalle alueelle, varsinkaan kun yläpuolista sääsuojasta ei ole käytännössä mahdollista järjestää. Tällöin kyseeseen tulevat kosteudenhallinnan vaihtoehdot, joilla ohjataan ylimääräinen vesi pois estäen sen pääsemisen rakenteisiin.

Vanhan kattorakenteen höyrynsulku on todettu riittävän hyväkuntoiseksi, jotta se on mahdollista jättää työnaikaiseksi suojaksi ja laittaa uusi höyrynsulku sen päälle. Tällöin korjaustyövaiheen aikana ylimääräisen veden pääsyn estäminen rakenteisiin ja käytös-

sä oleviin tiloihin helpottuu. Vaurioituneet kohdat on purettava ja paikattava riittävän laajalta alueelta vaurion kohdalla. Työnaikaisen suojan lisäksi aikaansaadaan kaksinkertainen höyrynsulku uuden höyrynsulun myötä.

Kattoikkunoiden sokkelit, ulkoseinien alaosat (kuva 30) ja muut rakenteet, joihin ylösnostot tulee höyrynsulkunakin käytettävästä bitumikermistä, tehdään heti, kun vain on mahdollista. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että osittainen uuden katon tekeminen aloitetaan jo purkutyövaiheen aikana. Ylösnostojen tarkoituksena on estää veden pääsy vesikaton ja kyseisen rakenteen välisestä liitoksesta rakenteiden sisään.



Kuva 30: Esimerkki vesikaton ja ulkoseinän välisestä liittymäkohdasta [15.].

Purkutyövaiheen aikana veden poistamiseksi höyrynsulun päältä on käytännössä kolme vaihtoehtoa: pienen uppopumpun laittaminen höyrynsulun päälle ja siitä vesiletku kattokaivoon, veden siirtäminen lastalla suoraan kattokaivoon tai imurointi vesi-imurilla.

Vesikaton purkamis- ja rakentamissuuntaa mietittiin usealta kantilta. Aluksi purkaminen oli tarkoitus aloittaa alueen perältä eli taimmaiselta ikkunaseinältä. Hyvä asia tässä olisi se, että välittömästi laitettava uusi höyrynsulku ei joutuisi mekaaniselle rasitukselle, kun purettuja rakenteita kuljetetaan jätelavalle. Purkamista ei kuitenkaan aloitettu perältä, koska riskinä on, että purettu alue, purkamaton katto sekä ulkoseinät muodostaisivat syvennyksen, johon vettä voi kerääntyä. Uuden katon tekeminen aloitetaan perältä, jotta vältetään edellä mainitulta syvennykseltä ja minimoidaan vesikatteen päällä liikuminen.

5.2.2 Huutokauppasalin vesikatto

Huutokauppasalin vesikatolla kaiken kattavassa sääsuojauksessa on samankaltaisia haasteita ja ongelmia kuin valmistuskeittiön ja henkilöstöravintolan vesikatolla. Vesikaton korkeusasemasta johtuen tuuli ei ole kuitenkaan niin suuri riskitekijä, koska samankaltaista nousevaa tuuliefektiä ei synny.

Huutokauppasalin vesikatolla tehtävät korjaukset ovat hyvin paljon pienempiä kuin valmistuskeittiön ja henkilöstöravintolan vesikatolla. Alkuperäisen suunnitelman mukaan vesikate olisi pitänyt purkaa kokonaan, tehdä tarvittavat kaatokorjaukset (kuva 31) sekä taloteknisten laitteiden alareunan pellitykset lukuun ottamatta savunpoistoluukkuja, joka uusitaan kokonaan. Pääurakoitsija ehdotti, että vesikatetta purettiin vain sieltä, missä tehdään kaatokorjaukset ja tilaaja hyväksyi ehdotuksen. Tällöin työskentelyaika lyhenee oleellisesti sekä veden pääsemisen riski rakenteiden sisään pienenee.



Kuva 31: Merkattuja lätköitymiskohtia katolla. Kuva otettu 26.9.2014.

Huomattavasti pienempien vuotoriskien ja lyhemmän työskentelyajan vuoksi huutokauppasalin vesikaton päälle ei pystytetä koko katon kattavaa sääsuojauksusta. Katon pinta on kaiken lisäksi sen verran korkealla, että paikallista ja siirrettävää sääsuojaa ei

ole mahdollista eikä järkevää käyttää. Siirrettävän sääsuojan tuulen mukaan lähtemisen riski on liian suuri.

Paikallisesti tehtävät kaatokorjaukset ovat sen verran pieniä, että niiden tekeminen valmiiksi saman työvuoron aikana on järkevin vaihtoehto. Huutokauppasalin kattoihin vievät kallistukset ovat paljon jyrkempiä, kuin valmistuskeittiön ja henkilöstöravintolan vesikatolla, joten niin sanotun padotusaltaan toteuttaminen kaivon ympärille ei ole kovin järkevää. Padotusallas tehdään siten, että 50 x 100 mm puu asetetaan kapeammalle sivulle, jonka yli asetetaan bitumikermi. Varmuutta veden onnistuneesta poisohjaamisesta kattokaivon ympäriltä ei ole, mikäli kaivo jätetään avonaiseksi pidemmäksi aikaa ilman uutta kaivoa. Tästä syystä kaivojen purkaminen ja uusiminen on ajoitettava sateettomalle päivälle ja suoritettava saman työvuoron aikana.

5.3 Työturvallisuus

Korjaustyövaiheen aikana käytetään henkilökohtaisia suojavaarusteita (suojavaatetus, kypärä jne.) sekä putoamisvaaran aikana putoamissuojausta. Henkilöstöravintolan ja valmistuskeittiön korjauksessa ei ilmene suurta putoamisvaaraa ja tarvittaviin kohtiin on mahdollisuus laittaa kaiteet. Huutokauppasalin vesikatolla käytetään niin sanottuja vastapainokaiteita sekä valjaita, kun työskennellään reuna-alueilla.

Lämmin sää ja pilvettömältä taivaalta paistava aurinko aiheuttavat oman työturvallisuusnäkökulman. Tummallalla bitumikermikatolla työskenneltäessä kuumuudesta aiheutuvien sairauksien, esimerkiksi auringonpistoksen, riski on suuri. Tällöin työntekijöiden on huolehdittava riittävästä juomisesta ja hakeuduttava ajoittain varjoon lepäämään. Työntekijöiden työskentelykykyyn on kiinnitettävä erityistä huomiota myös pääurakoitsijan työnjohdon toimesta. Kuumuudesta aiheutuvia haittoja voidaan vähentää aloittamalla työvuoro aikaisemmin, jo aamuyöllä.

5.4 Paloturvallisuus

Bitumikermin hitsaustyötä tehtäessä ja levitettävää bitumimassaa lämmitettäessä tulee noudattaa tulityötä koskevia määräyksiä. Jokaiselta tulityötä tekevältä työntekijältä edellytetään katto- ja vedeneristysalan tulityökortti (kuva 33). Sen lisäksi työmaan turvallisuudesta vastaava henkilö myöntää ja antaa luvan tulityön tekemiseen. Tulityötä tehtäessä tulityöpaikan välittömässä läheisyydessä on pidettävä alkusammutuskalustoa. Tulityön jälkivartiointiaika on tunti tulityön päättymisen jälkeen.



Kuva 33: Katto- ja vedeneristysalan tulityökortti [3, s. 45].

6 Tutkittavan kohteen korjaustyövaiheen seuranta

6.1 Purkutyövaihe

Vesikattojen korjaustyövaiheet aloitettiin purkutyövaiheilla. Henkilöstöravintolan ja valmistuskeittiön vesikaton purkaminen aloitettiin viikolla 29 ja huutokauppasalin vesikaton viikolla 40.

6.1.1 Henkilöstöravintolan ja valmistuskeittiön vesikatto

Vesikaton purku alkoi siten, että polttomoottorikäyttöisellä, työnnettävällä timanttisahalla tehtiin katemateriaalina toimineeseen bitumikermiin aukaisuviillot (kuva 35) jakaen se pienempiin alueisiin. Tällöin katon purkaminen oli huomattavasti helpompaa, katon avaaminen tapahtui ”pala kerrallaan”. Kattoikkunoiden sekä muiden hankalien paikkojen ja vesikaton liittymäkohtien avaamisessa käytettiin myös polttomoottorikäyttöistä, tosin pienempää timanttisahaa. Kuvassa 34 esitellään käytettyjä työkaluja.

Timanttisahoilla sahattaessa ei käytetty vettä ollenkaan viilennykseen tai kitkan vähentämiseen. Veden käyttämättömyys toimi omalta osaltaan kosteudenhallinnan keinona. Katemateriaalin purkaminen aloitettiin jo yöllä tai viimeistään aamuyöllä, koska purkutöiden aikaiset helleolosuhteet aiheuttivat sen, että katemateriaalin lämpötila nousi useita kymmeniä asteita. Lämpötilan nousemisen takia katteen sahaaminen olisi ollut käytännössä mahdotonta.



Kuva 34: Vesikaton avaamisessa käytettyjä työkaluja. Kuvat otettu 23.7.2014.



Kuva 35: Timanttisahalla tehdyt aukaisuviillot katemateriaaliin. Kuva otettu 23.7.2014.

Katemateriaalin aukaisemisen jälkeen alkoi lämmöneristeiden ja kevytsorabetonikerroksen purkaminen (kuva 36). Niiden purussa käytettiin muun muassa purkurautaa ja piikkauskonetta. Lämmöneriste- ja kevytsorabetonikerroksen purkamisessa ei ilmennyt erityisiä ongelmia, vaan se irtosi helposti pala kerrallaan. Vesikaton päällisten kerrosten lisäksi purkutöihin kuuluivat kattokaivot, alipainetuulettimet sekä kattoikkunoita. Niitä purettiin sitä mukaa, kun purkutyö eteni.

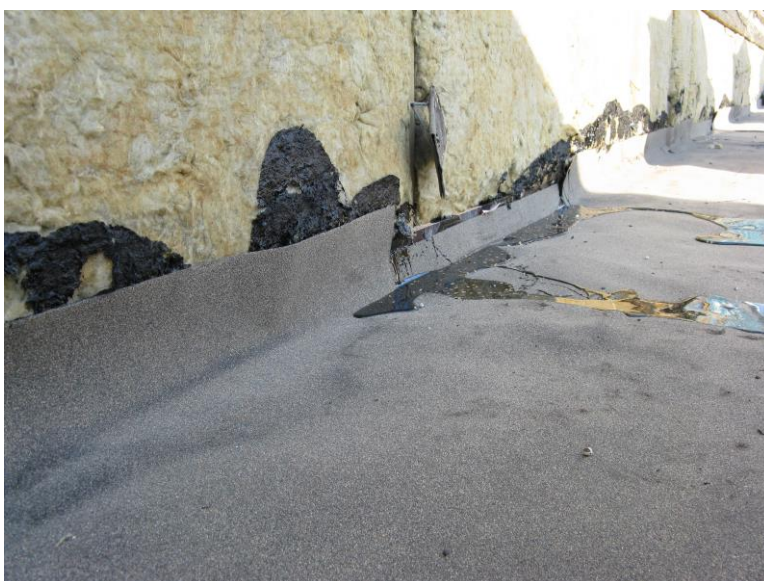


Kuva 36: Henkilöstöravintolan ja valmistuskeittiön vesikaton rakenne. Kuva otettu 23.7.2014.

Uuden vesikaton tekeminen alkoi osittain samaan aikaan, kun purkutyötä tehtiin. Uusi höyrynsulku laitettiin puretulle alueelle niin pian kuin mahdollista, useimmiten jo samana päivänä. Höyrynsulun asentamisen yhteydessä kattoikkunoiden (kuva 37) ja ulkoseinien (kuva 38) reunoille tehtiin ylösnotot työnaikaiseksi suojaksi vettä vastaan. Höyrynsulkuna toimineen bitumikermin asentaminen tapahtui pisteliimaamalla. Ennen uuden höyrynsulun asentamista vanhan höyrynsulun pinta puhdistettiin harjapuhtaaksi ja vaurioituneet kohdat paikattiin.



Kuva 37: Kattoikkunan sokkeliin tehty ylösnosto veden torjumiseksi. Kuva otettu 23.7.2014.



Kuva 38: Ulkoseinään tehty ylösnosto veden torjumiseksi. Paikoitellen ylösnosto on jäänyt liian matalaksi. Kuva otettu 23.7.2014.

Purkutyövaiheen aikainen, höyrynsulun päälle kerääntynyt vesi poistettiin mekaanisesti lastalla, pienellä uppopumpulla (kuva 39) tai vesi-imurilla (kuva 40). Edellä mainituilla työkaluilla ylimääräinen vesi johdettiin kattokaivoon, jotka oli jo kytketty kiinteistön sadevesiviemärijärjestelmään. Vettä kerääntyi katolle muutamia kertoja purkamisen aikana, eikä pieniltä vuodoiltakaan vältytty. Katon takaosasta kerääntynyttä vettä oli pääsyt kolme kertaa käyttäjäpuolelle. Lisävuotojen estämiseksi vesikaton takaosaan laitettiin lisäkerros bitumikermiä.



Kuva 39: Uppopumppu höyrynsulun päällä. Kuva otettu 15.8.2014.



Kuva 40: Veden imurointia katolta. Kuva otettu 15.8.2014.

Vesivuotojen aiheuttamien vahinkojen minimoimiseksi kiinteistön vartija öisillä kierroksillaan tarkisteli myös rakennustyön aikana käytössä olevia tiloja, joihin vettä on mahdollisesti vuotanut. Pääurakoitsijan yksi työntekijä asui vain muutaman kilometrin päässä työmaalta ja hänen kanssaan on sovittu, että hän käy aina tarvittaessa työajan ulkopuolellakin poistamassa ylimääräisen veden käyttäjäpuolelta (kuva 41). Kuvassa 42 näkyy kerääntynyttä vettä höyrynsulun päällä.



Kuva 41: Vuotanutta vettä käyttäjäpuolella. Kuva otettu 6.8.2014.



Kuva 42: Vettä kerääntynyt höyrynsulun päälle. Kuva otettu 8.8.2014.

6.1.2 Huutokauppasalin vesikatto

Vesikaton varsinainen purkaminen alkoi varsinaisesti viikolla 40. Vesikatetta purettiin vain sieltä, missä oli tarpeen tehdä kaatokorjauksia sekä kattokaivojen osalta. Näiden lisäksi katolla oleva savunpoistoluukku purettiin taloteknisten erikoissuunnitelmien mukaan ja se suojattiin vahvalla peitteellä (kuva 43). Uuden pintakermin asentamisen vuoksi myös räystäspellitykset purettiin, mutta niitä ei uusita, vaan ne asennetaan takaisin (kuva 44). Huutokauppasalin vesikaton purkaminen ja uusien rakenteiden tekeminen eteni samanaikaisesti. Tämä sen vuoksi, koska korjaustoimenpiteet olivat huomattavasti pienempiä ja välttyttäisiin henkilöstöravintolan ja valmistuskeittiön vesikaton korjaustyön aikana syntyneiltä ongelmilta.



Kuva 43: Puretun savunpoistoluukun sääsuojaus. Kuva otettu 3.10.2014.



Kuva 44: Rästäs rakenne, josta on purettu pellit pois. Kuva otettu 3.10.2014.

6.2 Uuden katon rakentamisvaihe

Vanhojen vesikattojen purkamisen jälkeen alkoivat uusien vesikattojen tekeminen. Toisin henkilöstöravintolan ja valmistuskeittiön uuden katon rakentamisvaihe alkoi osittain jo purkutyövaiheen aikana johtuen uuden höyrynsulun asentamisajankohdasta.

6.2.1 Henkilöstöravintolan ja valmistuskeittiön vesikatto

Uuden katon rakentaminen alkoi viikon 33 loppupuolella. Työ oli tarkoitus aloittaa muutamia viikkoja aikaisemmin, mutta kattourakoitsijan toimitusvaikeudet rakennusmateriaalien suhteen siirsivät aloittamisajankohtaa.

Katon rakentaminen aloitettiin kevytsoran levittämisellä höyrynsulun päälle (kuva 45). Tämän jälkeen lämmöneristelevyt asennettiin useampaan kerrokseen, jossa kahden 150 mm ja yhden 50 mm eristekerroksen väliin tuli kevytsoratäyttö. Kuvassa 46 on 150 mm lämmöneristeistä ensimmäistä kerrosta. Kevytsoran levittäminen tehtiin kottikärryillä, lapiolla ja lastalla. Ylimmät lämmöneristeet olivat tuuletusurallisia lämmöneristeitä (kuva 47), joiden tehtävä on yhdessä alipainetuulettimien kanssa varmistaa valmiin vesikaton tuuletus. Tuuletusurallisten lämmöneristeiden päälle asennettiin vesikate

bitumikermeistä. Katolle tehtävät kaadot toteutettiin kevytsoran avulla ja sitä levitettiin muutaman senttimetrin kerros 150 mm paksuisten lämmöneristeiden päälle.



Kuva 45: Kevytsoran levitys höyrynsulun päälle. Kuva otettu 15.8.2014.



Kuva 46: Lämmöneristeiden ensimmäinen kerros. Kuva otettu 15.8.2014.



Kuva 47: Uritettu lämmöneriste. Kuva otettu 15.8.2014.

Vesikaton tekeminen eteni pienissä osissa. Kun uutta kattoa oli tehty noin 270 m², työ keskeytyi viikon 34 lopusta viikon 35 loppuun sateiden vuoksi. Sateiden aikana ei kattoa tehty ollenkaan, mutta esiin tulleita vuotokohtia oli mahdollista paikata bitumikermipalasioilla. Kesken jäänyt vesikatto suojattiin pressulla (kuva 48), koska sateiden koven tuessa ei ollut mahdollista asentaa kevytsorakerroksen päälle tulevaa uritettua lämmöneristettä, eikä sen päälle tulevan bitumikermisen vesikatteen ensimmäistä kerrosta.



Kuva 48: Kesken jääneen katon suojaus pressulla. Kuva otettu 22.8.2014.

Normaalisti vesikaton rakentamisen keskeytyminen suojattiin bitumikermillä, jotka koostuivat useammista bitumikerrikaistaleista (kuva 49). Kaistaleet kiinnitettiin myös alapäästään liimabitumilla, jotta se olisi mahdollisimman tiivis. Riittäväällä tiiveydellä varmistetaan se, ettei alemmalla tasolla olevan höyrynsulun päälle kertyvä vesi pääse valmiin kattorakenteen sisään.



Kuva 49: Kesken jääneen katon suojaus bitumikermeillä. Kuva otettu 22.8.2014.

Uuden katon rakentamisvaiheen aikana tehtiin myös tarvittavat ylösnostot ulkoseinien alareunoihin sekä normaaleihin ja savunpoistoluukullisiin kattoikkunoihin. Bitumikermin kiinnittäminen uritettuihin lämmöneristeisiin sekä ylösnostojen tekeminen tapahtui kuumabitumilla kannusta kaataen samalla tavalla, kuin höyrynsulkuakin tehtäessä.

Uuden vesikatteen ensimmäisen kermin päältä vesi oli mahdollista poistaa valmiisiin kattokaivoihin. Päällimmäinen kermi asennettiin vasta sen jälkeen, kun kaadot oli todettu oikeanlaisiksi. Ennen katon tekemistä kattourakoitsijan niin sanottu nokkamies yhdessä Pakrak Oy:n työnjohtajan kanssa kävivät läpi piirustusten avulla katon kaadot ja taitteet. Näin katon tekeminen oli mahdollista rytmittää siten, että valmiiksi tehdyissä katoissa oli sadeveden poistavat kaadot valmiina. Kuvassa 50 on esitetty valmista kattoa.



Kuva 50: Kuvia valmiista henkilöstöravintolan ja valmistuskeittiön vesikaton pintakermistä ja katolla olevista pellityksistä. Kuvat otettu 14.11.2014 ja 16.12.2014.

Sääolosuhteet olivat vaihtelevia ja ajoittain haasteellisia. Päivän aikana auringon ja sadekuurojen vuoroittainen vaihtelu aiheutti välillä sen, että pienen sadekuuron sattuessa työntekijät lähtivät toiselle työmaalle. Sadekuuron jälkeen aurinko saattoi paistaa koko loppupäivän, jolloin työntekijöiden puuttuessa menetettiin arvokasta työskentely-aikaa.

6.2.2 Huutokauppasalin vesikatto

Huutokauppasalin katon korjaaminen alkoi käytännössä samaan aikaan kuin purkamisenkin eli viikolla 40. Aina kun korjattava alue oli purettu, niin samana päivänä sen päälle tehtiin tarvittavat korjaustoimenpiteet (kuva 51). Vesikatteen purkamisen jälkeen suoritettiin paikalliskaatoja. Paikalliskaadoissa käytettiin Weber Vetonit:n 6000 lattia-massaa, jonka päällystettävyyssika oli muutama tunti. Valettu paksuus vaihteli muutamasta millimetristä jopa 50 millimetriin. Oikeanlaisen kaadon, eli 1:80, aikaansaamiseksi valussa käytettiin perinteisiä mittavälineitä, joita olivat vatupassi, mitta sekä linjalauta.



Kuva 51: Valettu alue päällystettiin kermillä jo samana päivänä. Kuva otettu 3.10.2014.

Kattokaivojen korjaaminen tapahtui jo saman päivän aikana, kun ne purettiin. Kaivojen uusiminen tapahtui siten, että kaivon ympärille asetettiin iso IV-putki, jonka sisältä purettiin betoni- ja kevytsorakerros, joiden jälkeen purettiin itse kaivo. Tällöin välttyttiin siltä, että kevytsoraa valuisi betonikerroksen alta ja uusi kattokaivo saataisiin liitettyä mahdollisimman tiiviisti rakenteeseen.

Kaatokorjauksien jälkeen vanhan vesikatteen päälle levitettiin aluskermi kauttaaltaan sekä sen päälle lopullinen, väriltään valkoinen bitumikermi vesikatteeksi. Sekä uuden vesikatteen aluskermi, että uusi vesikate levitettiin räystäälle asti. Valmistaa kattoa kuvassa 52.



Kuva 52: Huutokauppasalin valmis katto. Kuva otettu 14.11.2014.

Huutokauppasalin vesikaton korjaaminen oli huomattavasti helpompaa ja vähemmän riskialtis kosteudenhallinnan kannalta verrattuna valmistuskeittiön ja henkilöstöravintolan vesikattoon. Työ eteni ongelmitta ja suunniteltua nopeammin, johon osaltaan vaikutti vähentynyt työmäärä vanhan vedeneristyksen osalta.

6.3 Ongelmia ja virheitä

Kummankaan vesikaton tekeminen ei sujunut täysin ongelmitta ja virheittä. Valmistuskeittiön ja henkilöstöravintolan vesikaton rakentamisvaiheessa ilmeni ongelmia veden hallittavaan poisjohtamiseen ja kattokaatojen virheellisyyteen. Huutokauppasalin vesikatolla ei käytännössä ilmennyt ongelmia kosteudenhallintaan, mutta sen sijaan työturvallisuuden osalta putoamissuojauksen toteuttamisessa oli paikoitellen puutteita.

Valmistuskeittiön ja henkilöstöravintolan katon rakentamisen aikana vesisateiden mukana tullutta vettä kerääntyi uuden höyrynsulun päälle. Veden poistamiseen oli varattu uppopumppu ja vesi-imuri, kuten aikaisemmin onkin jo kerrottu. Veden poistaminen vastuualueena oli käytännössä annettu vain yhdelle työntekijälle ja hänellä oli luonnollisesti myös muita työtehtäviä. Työmaalla tehtyjen käyntien aikana höyrynsulun päällä oli useimmiten liian paljon vettä. Höyrynsulun päällä oli työskennelty ja kuljetettu tavaraa ilman kunnollista suojausta, jolloin höyrynsulkuun on todennäköisesti tullut reikiä ja saumat ovat vaurioituneet, jolloin vettä on päässyt vuotamaan.

Käyttäjäpuolelle tulleiden vesivuotojen syynä olivat myös liian matalat ylösnostot työsaumojen kohdilla. Ylösnostot olivat jääneet vain noin 10 cm korkuisiksi. Rankkasateiden mukana katolle oli kerääntynyt vettä 10-15 cm, jolloin vesi on päässyt kermin yli lämmöneristeiden sisään ja siitä edemmäs rakenteisiin. Työsauma oli suojattu vain pressulla ja painoille, koska äkillisestä vesisateesta johtuen kunnollista työsaumaa ei bitumikermeistä kyetty tekemään.

Höyrynsulku ja ylösnostot työsaumoissa eivät olleet ainoat vuotojen aiheuttajat katolla. Ei voida tarkkaan sanoa, onko kattokaivojen tekemisessä tapahtunut virhe ennen uuden katon rakennekerrosten eli lämmöneristeiden, kevytsoran ja bitumikermin asentamista, vai sen jälkeen. Korjaustyövaiheen aikana havaittiin vettä henkilöstöravintolan puolella kulkevien sadevesiviemäriputkien eristeiden sisällä (kuva 53). Veden kerääntymiskohdat näkyivät pussimaisena alueena eristeessä ja se poistettiin tekemällä viilto

eristeen alareunaan ja valuttamalla se astiaan. Kerääntynyt vesi on katon korjaamisesta vastanneen työnjohtajan mukaan päässyt katolla olevan läpiviennin tai kattokaivon ympärusrakenteiden kautta. Vuotanutta kaivoa ei pystytty tarkasti paikantamaan, mutta se oli joku peräpäähän neljästä kaivosta.



Kuva 53: Veden poistaminen eristeen sisältä. Kuva otettu 11.9.2014.

Kerääntyneen veden aiheuttamat vuodot eivät muodostuneet ainoiksi ongelmakohtiksi katolla. Kaatojen tekeminen kevytsoralla tehtiin lapiolla ja lastalla vain levittämällä se paksujen lämmöneristeiden päälle. Tästä aiheutui se, että kaatojen tekeminen ei onnistunut sellaisiksi, kuin ne oli suunniteltu. Sen sijaan katon pinta oli muodoltaan muhkurainen (kuvat 54 ja 55) ja kaadot eivät edes aina viettäneet kattokaivoihin päin. Ennen päällimmäisen bitumikermin asentamista tehtiin kaatokorjauksia, koska vastaava työnjohtaja ei luonnollisesti voinut hyväksyä tehtyjä kaatoja.



Kuva 54: Vesikaton kaatoja, joita ei voitu hyväksyä. Kuva otettu 5.9.2014.



Kuva 55: Katon pinta oli hyvin muhkurainen. Kuva otettu 5.9.2014.

Ennen kuin katon peräpäässä voitiin tehdä tarvittavat kaatokorjaukset, kyseinen alue oli ensin kuivatettava. Tätä varten alipainetuulettimiin asennettiin väliaikaisesti sähkömoottorilla tuuletinosat (kuva 56), jotta kosteus poistuisi tehokkaammin. Kuivatuksen jälkeen ei ollut tarvetta vaihtaa eristeitä.



Kuva 56: Alipainetuulettimia asennettuina katon kuivatusta varten. Kuva otettu 5.9.2014.

7 Tutkimustulokset

Opinnäytetyön tutkimusmenetelminä käytettiin rakennusalaan liittyvää kirjallisuutta, työmaakäyntejä Saga Furs Oyj:n työmaalla ja sieltä tietoa keräämällä sekä haastatteluja tekemällä. Esitetyt haastattelukysymykset on esitetty liitteessä 2 ja ne tehtiin Pakrak Oy:n vastaavalle työnjohtajalle Nikolaus Tolpolle, kahdelle Vantaan kaupungin rakennusvalvontaviraston tarkastusinsinööreille, joista toinen oli Hannu Mönkkönen sekä Icopal Katto Oy:n työnjohtajalle. Toinen tarkastusinsinööreistä ja Icopal Katto Oy:n työnjohtaja eivät halunneet nimiään esitettäväksi. Selkeimmät tutkimustulokset opinnäytetyössä liittyvät rakennuttajan vaikutusmahdollisuuksiin kosteudenhallinnan toteuttamiseksi, uudenlaisen ajattelutavan omaksumisessa ja vesikaton korjaustyön suunnitteleminen huolellisuuteen. Tutkimustuloksissa käsiteltävällä vesikatolla viitataan loivaan bitumikermikattoon.

Kosteudenhallinnan onnistumisen kannalta yksi merkittävimpiä asioita on se, kuinka paljon resursseja niin henkilöstön kuin kalustonkin osalta pääurakoitsijalla on mahdollisuus varata rakennushankkeen läpiviemiseksi. Tässä asiassa rakennushankkeeseen ryhtyneellä eli rakennuttajalla on merkittävä rooli ja vastuu, koska se asettaa ne kosteudenhallintaa koskevat laatuvaatimukset, joilla rakennushanke toteutetaan. Tätä roolin ja vastuun merkitystä korostetaan muun muassa rakennusalan kirjallisuudessa ja se kävi ilmi myös haastatteluja tehtäessä niin Pakrak Oy:n vastaavan työnjohtajalle kuin Vantaan rakennusvalvontaviraston tarkastusinsinööreillekin. Pääurakoitsijallakin on myös tietysti merkittävä rooli kosteudenhallinnassa, mutta niin sanotut raamit ja lähtökohdat määrittää rakennuttaja.

Tarkastusinsinööri Hannu Mönkkösen haastattelussa nousi esille uudehko ajattelutapa, joka on rakentamisen kuivaketjuajattelu. Siinä on samoja piirteitä kuin elintarvikealan kylmäketju-ajattelussakin. Rakennuttajien, suunnittelijoiden sekä pääurakoitsijoiden olisi syytä omaksua kyseinen uusi ajattelutapa, jossa rakennushanke on tarkoitus viedä materiaalien alkupäästä aina rakennuksen käyttöön asti mahdollisimman kuivissa olosuhteissa läpi. Kuivaketjuperiaatteessa otetaan huomioon useita eri kokonaisuuksia, joita ovat materiaalien valmistuksen laadunvarmistus, materiaalien suojaus kuljetuksen aikana ja työmaalla, rakentaminen kuivissa olosuhteissa, talotekniset toteutukset sekä rakennuksen oikea käyttö. Hannu Mönkkönen tiivistikin koko haastattelun ja kosteudenhallinnan kokonaisuudessaan kahteen sanaan, rakentamisen kuivaketjuajattelu.

Rakentamisen kuivaketjuajattelussa kosteudenhallinnan onnistuminen lähtee jo materiaalien valmistuksen laadunvarmistamisesta. Työmaalla tapahtuvalla, hyvällä kosteudenhallinnalla ei ole enää suurta vaikutusta, jos materiaalit eivät ole suunnitellun mukaisia virheellisyyden vuoksi, jolloin esimerkiksi vesikatteen läpi tapahtuvien vesivuotojen riski kasvaa. Materiaalien suojaaminen kuljetuksen ja aikana ja työmaalla on erittäin tärkeää, jotta rakentamista ei toteuteta saastuneilla ja märillä materiaaleilla. Vaikka kuljetuksen aikana ei sataisikaan, niin tiestä nouseva pöly on omiaan saastuttamaan rakennusmateriaaleja. Kuivissa olosuhteissa rakentaminen on yksi osa-alue, jonka mahdollistamiseksi rakennuttajien olisi varattava enemmän rahallisia resursseja. Myöskään urakoitsijoiden osuudesta työnaikaiseen suojaamiseen esimerkiksi pienempien sääsuojien muodossa ei tule unohtaa. Taloteknisten toteutusten kannalta on oleellista, että kaikki putkiliitokset ovat kunnolla tehtyjä, jotta mahdollisilta vesivahingoilta vältytään. Rakennusvaiheen jälkeiseen rakennuksen oikeaan käyttöön on myös kiinnitettävä huomiota huoltotoimenpiteiden osalta.

Vesikattojen korjaustyövaiheista valmistuskeittiön ja henkilöstöravintolan aikana ilmeni ongelmakohtia liittyen työjärjestyksen toteutukseen ja yläpuolisen sääsuojauksen puuttuessa sataneen veden poisjohtamisen hallittavuuteen. Yläpuolista sääsuojauksia ei hankittu, koska siihen ei ollut taloudellisia resursseja. Tällaisissa tilanteissa työjärjestyksen ja toteutuksen huolellisen suunnittelun merkitys osana kosteudenhallintaa kasvaa. Työjärjestyksen ja toteutuksen huolelliseen suunnitteluun olisikin pitänyt panostaa enemmän ennen korjaustyövaiheen alkua. Sääsuojauksen puuttuessa tehtäväsuunnitelman laatiminen vaatii aikaa, paneutumista aiheeseen ja useiden eri vaihtoehtojen pohtimista. Edellä mainittujen asioiden pohjalta laadittavan tehtäväsuunnitelman olisi otettava kantaa siihen, miten vesikatton korjaaminen toteutetaan kosteudenhallinnan kannalta parhaimmalla mahdollisella tavalla ottaen huomioon työturvallisuus, aika, laatu ja raha.

7.1 Vertailu suunniteltuun toteutustapaan ja niiden korjausehdotukset

Kosteudenhallintaan liittyvät työvaiheet toteutettiin osittain samalla tavalla, kuin oli suunniteltukin. Veden poistamiseksi katolta olisi ollut hyvä varata enemmän resursseja työntekijöiden osalta siten, että sateisten ajanjaksojen aikana höyrynsulun päällä kerääntynyttä vettä olisi ollut mahdollisimman vähän. Näin olisi voitu minimoida tai jopa

välttää vesivuodot käyttäjäpuolelle sekä mahdollistaa keskeytyksettömpi työskentely katon tekemisessä.

Alkuperäisen suunnitelman mukaan valmistuskeittiön ja henkilöstöravintolan vesikaton korjaaminen oli tarkoitus aloittaa perältä ja edetä kohti uudisrakennusta. Tähän ei kuitenkaan päädytty, koska purkamaton ja uusi katto sekä ympäröivät ulkoseinät muodostaisivat syvennyksen, johon satanut vesi voisi kerääntyä. Tämän vuoksi katto purettiin kokonaan, jonka jälkeen tehtiin uusi katto. Sataneen veden poisjohtamiseksi syvennyksen muodostaminen olisi ollut parempi ratkaisu kuin se, että satanut vesi ajelehtii laajemmalla alueella höyrynsulun päällä. Syvennyksen avulla vesi olisi pystytty keräämään yhteen paikkaan ja siitä poistamaan hallitusti. Jälkeenpäin asiaa tarkasteltuna vastaavan työnjohtajan mukaan syvennyksen muodostaminen olisi ollut mahdollista huolellisemman työsuunnittelun avulla.

Kokonaan auki purettaessa ja uuden rakentamisessa höyrynsulun työnaikaiseen suojaukseen tulee kiinnittää enemmän huomiota. Henkilöstöravintolan- ja valmistuskeittiön katon purku- ja rakentamisvaiheiden aikana höyrynsulun päällä käveltiin ja kuljetettiin tavaraa erilaisilla kärryillä. Tämä saattoi aiheuttaa vaurioita höyrynsulkuun, joiden kautta kerääntynyttä vettä pääsi vuotamaan käyttäjäpuolelle. Höyrynsulun päälle kulkuväylien kohdalle olisikin syytä laittaa suojaksi esimerkiksi vanerilevyjä. Opinnäytetyön yhtenä tutkittavana osa-alueena kuului pohtia ratkaisukeinoja vesivuotojen välttämiseksi käyttäjäpuolelle. Höyrynsulun paremmalla työnaikaisella suojaamisella olisikin ehkä voitu välttää tutkimuksen aikana syntyneet vesivuodot.

Yhdeksi keinoksi veden rakenteisiin pääsemisen estämiseksi oli määritelty ylösnostojen tekeminen. Ylösnostoja tehtiinkin, mutta paikoitellen ne olivat jääneet liian mataliksi, jolloin vesi pääsi niiden yli lämmöneristerrokseen ja siitä eteenpäin rakenteisiin. Bitumikermeillä tehtäviä vedeneristystöitä koskevien ohjeiden mukaisesti työnaikaisetkin ylösnostot olisi syytä tehdä vähintään 300 mm korkeiksi. Työsaumojen kohdalla tulisi kiinnittää erityisesti huomiota siihen, että ylösnosto tuetaan riittävästi lämmöneristeitä vasten.

Työnaikaista veden poistamista varten tehdyt kaadot eivät onnistuneet, vaikka niiden toteutustavan olivat kattourakoitsijan niin sanottu nokkamies ja Pakrak Oy:n katon korjaamisesta vastannut työnjohtaja katsoneet ja miettineet yhdessä. Kaatojen virheelliseltä tekemiseltä voitaisiin välttyä, jos aliurakoitsijalta olisi vaadittu esimerkiksi toteutus-

suunnitelma, kuinka he aikovat toteuttaa kaadot ja miten he varmistavat niiden oikeellisuuden. Toteutussuunnitelman vaatimisella voidaan varmistua siitä, että mahdollisiin epäkohtiin voidaan puuttua ennen työsuorituksen alkua.

Eryteisesti huutokauppasalin vesikatolla ilmeni työturvallisuuteen liittyviä puutteita, lähinnä putoamissuojaukseen. Se toteutettiin niin sanotuilla vastapainokaitteilla, joita aina siirreltiin pois tieltä, kun räystäsalueilla tehtiin bitumikermin asennustöitä. Reuna-alueilla työskenneltäessä työntekijöillä ei kuitenkaan ollut valjaita, johtuen niiden kiinnityspisteiden puuttumisesta. Kosteusteknillisesti toimiva väliaikaisratkaisu valjaiden kiinnityspisteeksi voisi olla kattopollari tai erikseen teetetty teräslevy, jossa on siihen kiinnitetty lenkki. Pollari tai teetetty kiinnityslenkki asennettaisiin katolle normaalisti kantaan rakenteeseen mekaanisilla kiinnikkeillä, jonka liitoskohdat tehdään vettä pitäväksi esimerkiksi bitumikermillä ja kuumabitumilla.

7.2 Tutkimuksen tulosten perusteella laaditut dokumentit

Opinnäytetyön tutkimustulosten perusteella laadittiin dokumentit (liitteet 3 ja 4), joiden on tarkoitus toimia apuvälineinä työmaalla (liite 3) sekä laskennassa ja aliorakkahankinnoissa (liite 4). Dokumentit ovat muutaman sivun mittaisia ja niissä on esitetty huomioon otettavia asioita, joita on tullut ilmi tämän opinnäytetyön tutkimustuloksina. Laadituissa dokumenteissa käsiteltävät asiat koskevat loivia bitumikermikattoja.

Laskentaa ja hankintaa käsittelevät asiat sisällytettiin samaan dokumenttiin, koska niiden aihepiirit sivuavat toisiaan. Dokumenttia käytettäessä laskentavaiheessa, eli annettaessa urakkatarjousta, sen tarkoitus on toimia mahdollisten ongelmien esiintuojana. Ongelmia voivat olla muun muassa sataneen veden poisjohtaminen tai toimivan sääsuojauksen järjestäminen. Ongelmien ja yllätysten ennakkoon tunnistamisella on mahdollista parantaa yrityksen kilpailukykyä. Hankintaa ajatellen siinä käsitellään aliorakoitsijan valintaan liittyviä asioita, muun muassa laadunvarmistusta ja työturvallisuutta.

Työmaalle suunnatussa dokumentissa käsitellään asioita, jotka työnjohtajan tulisi ottaa huomioon, muun muassa oikeat toteutustavat ja laadunvarmistus. Tutkimustulosten lisäksi dokumenttiin on kerätty materiaalia RIL 107-2012 julkaisusta. RIL:stä kerättyjen yleispätevien tietojen tarkoitus on tuoda esiin sellaisiakin laadullisia vaatimuksia, joita työnjohtaja ei muuten olisi välttämättä osannut ottaa huomioon.

Kummankaan dokumentin ei ole tarkoitus lisätä työtä ja paperien määrää. Nämä ovatkin olleet ne lähtökohdat, joiden pohjalta niitä on lähdetty kehittämään. Dokumentit pyrittiinkin pitämään mahdollisimman yksinkertaisina ja selkeälukuisina ja siinä onnistuttiin.

7.3 Kehitysehdotuksia

Korjaustyö henkilöstöravintolan ja valmistuskeittiön vesikatolla toteutettiin siten, että katto purettiin kokonaan auki, jonka jälkeen alkoi uuden katon tekeminen. Tulevissa korjausurakkakohteissa, joissa korjataan vesikattoa, voisi aliurakkasopimuksen mahdollisuuksien mukaan sopia niin, että kattoa puretaan ja rakennetaan osittain. Osittain purkaminen ja rakentaminen nostaa työsuorituksen osalta urakkasuorituksen hintaa, mutta tällä tavalla toimien voidaan hyvinkin minimoida höyrynsulun vaurioituminen ja sitä myöten vuotokohtien muodostuminen. Uuden katon välitön rakentaminen on entistä tärkeämpää, mikäli yläpuolista sääsuojasta ei käytetä.

Osittain purkamisessa ja rakentamisessa on myös hankalat puolensa, jotka tulivat ilmi Icopal Katto Oy:n henkilön haastattelussa. Se vaatii runsaasti tilaa rakennusmateriaaleja varten ja esimerkiksi tässä työssä tutkittavana olleella työmaan vesikatolla tilaa ei ollut kovinkaan paljon. Lisäksi materiaalinostojen mahdollisuus vain yhdeltä suunnalta luo omat hankaluutensa. Mikäli korjattava katto on suhteellisen matalalla ja sinne menevien materiaalien lastauspaikkoja ei ole montaa, rakennushissin hankkiminen voisi olla yksi vaihtoehto sen sijaan, että nostot suoritetaan ajoneuvonosturilla. Tällöin purkaminen ja rakentaminen voisivat tapahtua keskeytyksettömästi hissien jatkuvan käyttömahdollisuuden ansiosta.

Ennen urakkakilpailuun lähtemistä olisi hyvä pyytää tarkempi selvitys rakennuttajalta, mitkä ovat laadulliset vaatimukset kosteudenhallinnan suhteen. Tällöin urakkatarjousta annettaessa osataan varata paremmin resursseja rakennuttajan laatuvaatimusten mukaisesti. Edellä mainitussa toimintatavassa saattaa kuitenkin olla riskinä, että rakennuttajan vaatimusten huomioon ottamisen vuoksi urakkakilpailu hävitään.

8 Yhteenveto

Vesikaton korjaaminen on aina haastava työvaihe, tehtiin se mihin vuodenaikaan tahansa. Sään vaihtelun lisäksi haastetta tuo myös sen merkitys rakennuksen osana. Esimerkiksi maalauspinnojen tavoin vesikatossa ei ole ainoastaan kyse ulkonäöstä, vaan sen on oltava myös rakenteellisesti ja rakennusfysikaalisesti toimiva.

Kosteudenhallinta on noussut viime vuosina yhdeksi suurimmista puheenaiheista rakennusalalla ja etenkin mediassa. Niin sanotusti palloa heitellään puolelta toiselle ja kukaan ei ole valmis ottamaan siitä täyttä vastuuta. Rakennuttajat olettavat, että urakoitsijat suorittavat kosteudenhallinnalliset asiat itsestään. Urakoitsijoiden on hankala toteuttaa asetettuja vaatimuksia, koska rakennuttajat eivät ole niistä aina valmiita maksamaan. Kosteudenhallinnan kannalta vesikatto on hyvin keskeisessä roolissa, koska siihen kohdistuu kaikkein eniten niin työn- kuin käytönaikaisia kosteusrasituksia.

Vesikaton korjaustyövaiheen toteutus vaatii huolellisen suunnittelun, varsinkin jos yläpuolista sääsuojaa ei ole mahdollista hankkia. Sää tiedotusten seuraamisen merkitys korostuu ja se vaatii myös aliurakoitsijan mahdollisuutta päästä työskentelemään lyhyelläkin varoitusajalla. Toteutuksen suunnittelun eli tehtäväsuunnitelman laatiminen voidaan kiteyttää kolmeen tärkeimpään osa-alueeseen. Työturvallisuuteen, vaikka sitä ei tässä opinnäytetyössä tutkittukaan, parhaimman työvaihejärjestyksen määrittämiseen sekä veden hallittavaan poisjohtamiseen.

Opinnäytetyön tekeminen sujui kokonaisuudessaan hyvin ja asetettuihin tavoitteisiin päästiin. Tosin yläpuolisen sääsuojauksen puuttuessa olisi työvaiheiden toteuttamisen suunnitteluun pitänyt panostaa enemmän. Korjaustyövaiheesta jäi asioita näkemättä, koska varsinainen työpaikka oli toisella työmaalla. Tutkimustulosten perusteella laadittuja dokumentteja on mahdollista jatkaa ja kehittää eteenpäin eri kattotyypeille ja miksi ei myös muillekin työlajeille.

Tutkimuksen aikana tuli hyvin esille vesikaton korjaamisen haasteita. Vaikka kuinka työmaalla katsottaisiin piirustuksia, käytäisiin asioita läpi ja mietittäisiin eri ratkaisuvaihtoehtoja, niin silti jonkun tärkeän asian huomiotta jättäminen aiheuttaa vahinkoa. Jos ei suurta vahinkoa käynyt, niin vähintäänkin ylimääräistä työtä, aikaa ja kustannuksia.

Lähteet

- 1 RT 85 - 10799
- 2 Rakennusteollisuuden kotisivut, <http://www.rakennusteollisuus.fi/Tietoa-alasta/Talous-tilastot-ja-suhdanteet/Kuviopankki/>, luettu 31.05.2014
- 3 Toimivat katot 2013
- 4 Laamanen, Pekka ym. 2012: RIL 107-2012 Rakennusten veden- ja kosteuden-eristysohjeet, Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry, Helsinki
- 5 RT 85 - 10851
- 6 Talotarvikkeen kotisivut, http://www.talotarvike.com/kauppa/product_details.php?p=10411, luettu 1.6.2014
- 7 Kerabit:n kotisivut <http://www.kerabit.fi/suunnittelu-ja-asennusohjeet/suunnitteluohjeet/loivat-katot/yleiset-ohjeet/vedeneristys-loivilla-katoilla>, luettu 3.6.2014
- 8 Peltitarvikkeen kotisivut, <http://www.peltitarvike.fi/index.php?id=hinnasto>, PDF-tiedosto Hinnasto, luettu 5.6.2014
- 9 Toimivat katot 2007
- 10 Varsinaisbitumin kotisivut, <http://www.varsinaisbitumi.fi/>, luettu 7.6.2014
- 11 SK Fasteningin kotisivut, http://www.skfastening.fi/WebRoot/1134990/Page.aspx?id=1135154&__utma=82196372.1080053696.1402148027.1402148027.1402148027.1&__utmb=82196372.6.10.1402148027&__utmc=82196372&__utmz=82196372.1402148027.1.1.utmcsr=google|utmccn=%28organic%29|utmcmd=organic|utmctr=%28not%20provided%29&__utmv=-&__utmh=264983942, PDF-tiedosto Loivien kattojen kiinnikkeet, luettu 7.6.2014
- 12 Saint-Gobain Weber:n kotisivut, <http://www.e-weber.fi/lecar-sora-ja-hiekat/tuotteet/kattoratkaisut-lecareg-soralla/lecasorakatto-1.html>, PDF-dokumentti suunnitteluohje, luettu 14.6.2014
- 13 EPS-rakennuseristeteollisuuden kotisivut, <http://www.eps-eriste.fi/kayttokohteet/katto>, luettu 3.8.2014

- 14 Kerabit:n kotisivut, <http://www.kerabit.fi/suunnittelu-ja-asennusohjeet/suunnitteluohjeet/loivat-katot/villakatto>, luettu 23.8.2014
- 15 Saga Furs Oyj:n työpiirustus
- 16 Sisäilmayhdistyksen kotisivut, <http://www.sisailmayhdistys.fi/terveelliset-tilat-tietojarjestelma/kunnossapito-ja-korjaaminen/vesikatto-ja-ylapohja/loivat-katot/>, luettu 26.6.2014
- 17 Peltitarvikkeen kotisivut, <http://www.peltitarvike.fi/dwg-kuvat>, luettu 22.6.2014
- 18 Peltitarvikkeen kotisivut, <http://www.peltitarvike.fi/tuoteryhmat/pito-kattopollarit-k52>, luettu 28.6.2014
- 19 Ratu 1206-S
- 20 RT 85-10894
- 21 RT 85-10767
- 22 RT 85-10848
- 23 Airaksinen, Miimu ym. 2011: RIL 250-2011 Kosteudenhallinta ja homevaurioiden estäminen, Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry, Helsinki
- 24 Oulun kaupungin rakennusvalvontaviraston kotisivut, <http://www.ouka.fi/oulu/rakennusvalvonta/resca>, PDF-tiedosto Rakentamisprosessin kosteudenhallinta, 1.7.2014
- 25 Sisäilmayhdistyksen kotisivut, [<http://www.sisailmayhdistys.fi/terveelliset-tilat-tietojarjestelma/korjausten-laadunvarmistus/tyomaan-kosteudenhallinta/>], luettu 3.7.2014
- 26 Sisäilmayhdistyksen kotisivut, <http://www.sisailmayhdistys.fi/terveelliset-tilat-tietojarjestelma/korjausten-laadunvarmistus/tyomaan-kosteudenhallinta/kosteudenhallintasuunnitelma/>, luettu 5.7.2014
- 27 Suomen rakentamismääräyskokoelma C2, Kosteus, Määräykset ja ohjeet 1998
- 28 Rakennuslehden kotisivut, <http://www.rakennuslehti.fi.hosted-by.frantic.com/uutiset/rakentaminen/32642.html>, luettu 12.7.2014
- 29 Pääkaupunkiseutujen rakennusvalvontojen kotisivut, <http://www.pksrava.fi/asp2/default.aspx>, PDF-tiedosto Rakennustyönaikainen sää- ja olosuhdesuojauus, luettu 15.7.2014

Sää- ja olosuhdesuojauksen riskiarvio

Tässä liitteessä esitetään pääkaupunkiseudun rakennusvalvonnan julkaisema valmis kaavake kosteusriskien arviointiin [29].

Sää- ja olosuhdesuojauksen riskiarvio			
Rakennusluvan tunnus		Pvm:	
Yleistiedot			
Kohteen osoite			
Rakennushankkeeseen ryhtyvän edustaja		Osallistuu laadintaan (Kyllä/Ei)	
Omistaja/käyttäjä		Osallistuu laadintaan (Kyllä/Ei)	
Pääsuunnittelija		Osallistuu laadintaan (Kyllä/Ei)	
Vastaava rakennesuunnittelija		Osallistuu laadintaan (Kyllä/Ei)	
Vastaava KVV-suunnittelija		Osallistuu laadintaan (Kyllä/Ei)	
Vastaava IV-suunnittelija		Osallistuu laadintaan (Kyllä/Ei)	
Valvoja rakennustekniset työt		Osallistuu laadintaan (Kyllä/Ei)	
Valvoja TATE-työt (myös sähkö)		Osallistuu laadintaan (Kyllä/Ei)	
Kosteudenhallintasuunnitelman laatija		Osallistuu laadintaan (Kyllä/Ei)	
Kosteudenhallinnan vastuuhenkilö		Osallistuu laadintaan (Kyllä/Ei)	
Muu osapuoli		Osallistuu laadintaan (Kyllä/Ei)	
Mahdolliset vahingot ja niiden seuraamukset 1=ei mahdollinen ; 5=erittäin todennäköinen			
Kastuminen		Mahdollinen (arvio 1-5)	
Veden kertyminen rakenteisiin		Mahdollinen (arvio 1-5)	
Materiaalien vaurioituminen kastumisen seurauksena		Mahdollinen (arvio 1-5)	
Rakenteiden vaurioituminen jäätyksen seurauksena		Mahdollinen (arvio 1-5)	
Muu		Mahdollinen (arvio 1-5)	
Suojauksen suunnitteluun vaikuttavia tekijöitä			
Rakennus- ja rakennesuunnittelun ratkaisut sekä olosuhteet	ON	EI	Mika/Mitä
Rakennuksen muoto			
Rungon muoto on tavanomainen			
Kattomuoto on tavanomainen			
Julkisivussa on ulokkeita ja/tai vinoja osia			
Rakenteet			
Koteloita ja onteloita joihin vesi/lumi voi kertyä			
Saumoja, joiden kautta vesi/lumi voi kulkeutua			
Kosteusrasitukselle herkkiä materiaaleja			
Materiaalien liitoskohdista johtuvia			
Olosuhteet			
Sijainnista johtuvia			
Vuodenajasta johtuvia			
Työväiheidän yhteensovittamisesta johtuvia			
Muut suojaukseen vaikuttavat seikat:			
Suojauksen suunnittelun toteutus	ON	EI	Lisätiedot
Riskiarvio tehty			
Riskikohdat kartoitettu			
Ratkaisut viety suunnitelmaan			
Huomioitu kuljetuksen aikaiset kosteusriskit			
Huomioitu varastoinnin aikaiset kosteusriskit			
Huomioitu asennuksen aikaiset kosteusriskit			
Huomioitu rakenteiden keskeneräisyydestä johtuvat kosteusriskit			
Huomioitu rakennuksen sisällä tapahtuvat vesivahingot			
Luetteloitu suojaukseen tarvittavat tarvikkeet			
Luetteloitu vesivahingon torjumiseen tarvittava kalusto			
Määritelty tarvittavat henkilöresurssit			
Määritelty suojausten dokumentointi			
Määritelty vesivahinkojen dokumentointi			
Ohjeistettu vesivahinkojen torjuminen			
Ohjeistettu vesivahinkojen kuivattaminen ja seuranta			
Suojaus suunnitelman käyttöönotto	ON	EI	Lisätiedot
Vastuuhenkilö nimetty			
Työntekijöiden perehdyttäminen on ohjeistettu			
Sovittu suunnitelman mukaisuuden valvonnasta			
Sovittu poikkeamien raportoinnista			
Varmistettu suojaustarvikkeiden saatavuus työmaalla			
Varmistettu kaluston saatavuus työmaalla			
Muut suunnitelman käyttöönottoon liittyvät seikat erillisellä liitteellä			
Allekirjoitukset	Pvm.		
Vastaava työnjohtaja			
Pääsuunnittelija			
Rakennushankkeeseen ryhtyvän edustaja			
Kosteudenhallinnan vastuuhenkilö			
Viranomaisen merkintöjä. Esimerkiksi töiden keskeyttäminen joiltakin osin laiminlyöntien johdosta.			
Erittely laiminlyönneistä ja seuraamuksista on kirjoitettu lomakkeen taakse tai liitteelle	ON	EI	LIITE
Viranomaisen nimi ja päivämäärä			
Viranomaisen allekirjoitus			

Haastattelukysymykset

Pakrak Oy:n vastaava työnjohtaja Nikolaus Tolpo.

- Onko laskennassa (kohteet yleensä) otettu tarpeeksi huomioon kosteudenhallintaan tarvittavia resursseja?
- Pääurakoitsijan suoritusvelvollisuudet kosteudenhallinnassa; tehdäänkö kosteudenhallintaa pelkästään omana työnä vai voidaanko sitä myös sisällyttää aliurakointisopimuksiin?
- Käytetäänkö rakennusalan julkaisuja (RIL, RYL, Ratu-kortit jne.) apuna laskentavaiheessa/tehtäväsuunnittelussa vai enemmän kokemusta, kun suunnitellaan kosteudenhallinnan toteutusta?
- Miten hyvin rakennushankkeeseen ryhtynyt on osannut ottaa huomioon kosteudenhallinnalliset asiat? Omilla vaatimuksillaan sääsuojauksen suhteen, raportointivelvoitteen asettamisella jne.
- Millä eri keinoilla rakennushankkeeseen ryhtynyt voi parantaa valmiuttaan ottaa enemmän johtamisvastuuta eli ohjata rakennushankkeen etenemistä alusta loppuun kosteudenhallinnassa?
- Kuinka suuri vaikutus kiristyneillä aikatauluilla ja hankkeeseen varatuilla rahamäärillä on kosteudenhallinnan onnistumiseen?
- Mitkä ovat 3 tärkeintä asiaa kosteudenhallinnassa?

Vantaan rakennusvalvontaviraston tarkastusinsinöörit Hannu Mönkkönen ja toinen henkilö.

- Onko merkittäviä eroja keskisuurten ja suurten yritysten työntekijäorganisaatioiden välillä kosteudenhallinnassa?
- Millaisia eroja löytyy suurten ja pienten työmaiden välillä?
- Eroaako sääsuojauksen laatu ja taso työmailla merkittävästi osaluueittain? (Julkisivun, vesikaton korjaus...)
- Kumpaan kosteudenhallinnan onnistuminen kulminoituu enemmän; työmaan työnjohtoon vai yrityksen toimintaperiaatteisiin?
- Mikä on nykyään rakennusvalvonnan rooli kosteudenhallinnan kontrolloinnissa työmaita kohtaan? Käskyttävä vai ohjeistava? Entä tulevaisuudessa?
- Miten hyvin (yleisellä tasolla) rakennushankkeeseen ryhtynyt on osannut ottaa huomioon kosteudenhallinnalliset asiat ja vaatia niiden toteutumista?

- Millä eri keinoilla rakennushankkeeseen ryhtynyt voi parantaa valmiuttaan ottaa enemmän johtamisvastuuta eli ohjata rakennushankkeen etenemistä alusta loppuun kosteudenhallinnallisissa asioissa?
- Mitkä ovat 3 tärkeintä asiaa kosteudenhallinnassa?

Icopal Katto Oy:n työnjohtaja

- Mitkä ovat kriittisimmät/tärkeimmät työvaiheet vesikatossa, joissa on otettava huomioon kosteudenhallinta? Voidaanko erotella, onko kyseessä lämmöneristeiden asentaminen, läpivientien tekeminen jne.?
- Millä tavalla varmistatte, että työsuorituksen aikana vedellä ei ole pääsymahdollisuutta rakenteiden sisään, jos yläpuolista sääsuojaukseen ei ole?
- Onko käytännön kokemusta teidän omista tai muiden julkaisemista (esim. Rakennustieto) laadunvarmistuskorteista? Jos on, onko niistä ollut hyötyä kosteudenhallinnan toteuttamisessa? Laadunvarmistuskortilla tarkoitetaan esim. asiakirjaa/tarkastuslistaa, jossa on lueteltuna kriittisimmät kohdat, jotka on otettava huomioon vesikaton korjaustyössä.
- Mitkä ovat pääurakoitsijan (työn tilaajan) vaikutusmahdollisuudet kosteudenhallinnallisissa asioissa? (Liittyvätkö ne enemmän sääsuojaukseen vai epäkohtiin puuttumiseen)
- Kuinka hyvin pääurakoitsijan (yleisellä tasolla) kosteudenhallinta on hoidettu?
- Miten herkästi pääurakoitsijan työnjohtajat puuttuvat työsuorituksen aikana havaittuihin puutteisiin ja laiminlyönteihin kosteudenhallinnassa? Onko yritysten välillä isoja eroja?
- Onko nykyajan tiukentuvilla energiamääräyksillä yms. merkittävää vaikutusta kosteudenhallintaan? Eristekerros suurempi, jolloin työskentelyaika pitenee ja katto kauemmin auki ilman vesikatetta jne.
- Mitkä ovat 3 tärkeintä asiaa kosteudenhallinnassa?



Tämän dokumentin on tarkoitus toimia apuvälineenä loivan ja bitumikermisen (runkorakenne betonia) vesikaton korjaustyövaiheessa työmaalla, kun työvaihetta toteutetaan. Tähän on mahdollista myös kirjoittaa niitä erityisvaatimuksia eri rakennusmateriaaleille ja työn laadulle (esim. kiinnikkeille kpl/m²) joita ei ole esitetty dokumentissa tai jos ne poikkeavat annetuista arvoista. Dokumentissa annetut arvot ja ohjeet koskien erityisvaatimuksia on poimittu RIL 107-2012 – julkaisusta.

Kohteen tiedot

Rakennuttaja	
Rakennuttajan yhteysthenkilö	
Työmaan nimi	
Työmaan osoite	
Työpäällikkö	
Vastaava työnjohtaja	
Aliurakoitsija	
Aliurakoitsijan yhteysthenkilö	

Ennen uuden työvuoron alkamista

- Työturvallisuus on kunnossa (**kaiteet kiinni, jalkalistat paikallaan**).
- Au:lle tarkoitettu **mesta on kunnossa**
 - Työturvallisuus
 - Asennusalustana toimiva höyrynsulku on ehjä, puhdas ja kuiva.
 - Höyrynsulun alustana toimiva betonipinta on hiottu tasaiseksi höyrynsulun asentamista varten.
 - Katolle kerääntynyt vesi on poistettu.
 - Kulkutiet katolle ovat kunnossa.

- Asennettavat lämmöneristeet eivät ole vaurioituneet ja ne ovat kuivia.
- Työntekijöiden kanssa on sovittu mahdollinen kohta, johon työvuoro päätetään tekemällä työsauma bitumikermeistä.
- Au:n työntekijät ovat tietoisia siitä, mitä ja miten työtä pitää tehdä ja millä laatuvaatimuksilla.
- Työmaalla olevat suunnitelmat ovat päivitettyjä ja au käyttää vain niitä materiaaleja, jotka on esitetty suunnitelmissa.
- Työvuoron aikana tehtävien työvaiheiden oikeat materiaalimäärät ovat työmaalla.
 - Esim. jos vaihdetaan 3 kattokaivoa, niin 3 uutta kattokaivoa on työmaalla valmiina.
- Mahdollisten tavaroiden lisätoimituksille on riittävästi varastointitilaa työmaalla sekä nostokalusto varattuna.

Työvuoron aikana

- Työturvallisuus on kunnossa (**putoamissuojauksen lisäksi sammutusvälineet; sammutin, sammutuspeite, kuumuutta kestävä hanska**).
- Eristeet asennetaan oikealla tavalla ja niitä ei saa asentaa sateessa.
 - Esim. tuuletusuralliset lämmöneristelevyt asennetaan oikein päin ja urat jatkuviksi.
- Kermien liimauksessa käytettävää kumibitumia ei saa ylikuumentaa ja **bitumikeitintä ei saa jättää vartioimatta**.
- Kevytsoralla toteutettavat kaadot tehdään mittavälineitä apuna käyttäen (ei pelkästään silmämääräisesti lastalla ja lapiolla). Kevytsoran levitystä ei saa tehdä sateella.
- Höyrynsulku on suojattu vaurioitumiselta (kulkuväylien kohdalle esim. vanerit suojaksi).
- Vaurioitunut höyrynsulku korjataan palalla, joka ylittää joka suunnasta vähintään 150 mm vaurioituneen kohdan yli.
- Bitumikermejä ei saa asentaa sateella.
- Läpivientien tekemisessä kiinnitetään huomiota sisätilasta tuuletuskerrokseen suuntautuvien ilmavuotojen estämiseen.
 - Erityisesti tiivistämisen osalta, kumitiivisteet laitettava läpivientien kautta kulkevien kappaleiden asentamisen yhteydessä. Huomioitava tarvittava kondenssieritys, esim. kattopollarit.

- Kaivot (katon vedenpoistoputki) liitetään tiiviisti höyrynsulkuun.
- Kaivon laipan alueella alusta on suora ja se asennetaan mekaanisesti.
- Vesi-imuria ja uppopumppua pidetään saatavilla mahdollisista sääsuojista huolimatta.
- Työn edistymistä on seurattava ja epäkohtiin puututtava, jotta lopputulos on suunnitelmien ja asetettujen laatuvaatimusten mukainen.
- Suunnitteluperusteisia vaatimuksia
 - Kevytsoran päälle valettavan betonilaatan (raudoittamaton) paksuus 30-50 mm, hiertobetonia, sementtimäärä alle 250 kg/m^3 , pinnan laatu puuhierretty ja se jätetään räystäistä ja läpivienneistä irti n. 20 mm. Betonin on oltava pakkasenkestävää.
 - Asennettavat eristelevyt eivät muodosta ristikuviota. Eri kerrosten saumat limitetään vähintään 100 mm, jos vähintään yhtä eristekerrosta ei ole pontattu.
 - Lämmön- ja vedeneristeen kiinnityksen onnistuminen varmistetaan vähintään 1 %:lle kiinnikkeistä tehtävin vetokokein.
 - Kiinnikkeiden määrien oletusarvot: keskialueella, yli 2 m räystäslinjasta, kiinnitys tehdään siten, että jokainen erillinen lämmöneristelevy kiinnitetään vähintään 2 kiinnikkeellä ja kiinnikemäärä vähintään 2 kpl/m^2 . Reuna-alueilla kiinnikemääräksi vähintään 4 kpl/m^2 .
 - Solumuovieristelevyjä (EPS, XPS, PUR, PIR) käytettäessä kiinnikemäärä aina vähintään 4 kpl/levy
 - Kaupunki-ilmastossa kattokaivojen ja viemäroiden materiaaleina käytetään haponkestävää terästä tai käyttöön soveltuvaa muovia. Viemäriputkina käytetään muoviputkia.
 - Kattokaivossa on oltava vähintään 150 mm leveä laippa.
 - 75 mm pienempiä sadevesiviemäreitä ei saa käyttää.
 - Pystypinnoille tehtävät ylösnostot vähintään 300 mm valmiista kattopinnasta ja 100 mm vesikaton padotuskorkeuden yläpuolelle.
 - Ylösnostot tehdään erillisillä kermikaistoilla. Taitekohdassa voidaan käyttää kolmiorimaa loiventamaan taitekohtaa.
 - Päällimmäisenä kerminä pystypinnoilla ja niihin liittyvissä laitteissa ai-noastaan sirotteellista pintakermiä.
 - Pystypinnassa vedeneristeen yläreuna suojataan vedeneristystä puhkaisematta ulkokäyttöön sopivalla pellityksellä.
 - Räystääs, jonka korkeus on alle 300 mm valmiista kattopinnasta, vedeneristyk-sen on ulotuttava räystäään päällä aina ulkoreunan yli.

Työvuoron jälkeen

- Työturvallisuus on kunnossa (**kaiteet kunnossa ja materiaalit/tavarat ja ylipäänsä kaikki irtaintavara huolellisesti kiinnitettyinä ja peitettyinä**).
- Työsauma on tehty ja keskeneräiset läpiviennit suojattu siten, että se estää veden pääsyn rakenteisiin
 - Jos esim. äkillisen sadekuuron vuoksi työsaumaa ei ole voitu tehdä bitumikermeistä, on se suojattava hyvin pressulla.
- Syvänteisiin asennetaan pumput ja vesiletku johdettu toimivaan kattokaivoon tai ulos katolta. Työvaihe pyritään kuitenkin ensisijaisesti jättämään sellaiseen vaiheeseen, että veden kerääntymiselle alttiita syvänteitä ei muodostu. Osittain purettaessa ja rakennettaessa syvänteitä saattaa muodostua.
- Suunnitteluperusteisia vaatimuksia.
 - Vedeneristyksen saumoista johtuen lätköitymistä saa esiintyä paikallisesti vähäisissä määrin siten, että niiden syvyys on enintään 15 mm.

