

Niko Salopelto

Vesikaton elementointi

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Rakennusmestari (AMK)

Rakennusalan työnjohto

Mestarityö

17.1.2019

Tekijä Otsikko	Niko Salopelto Vesikaton elementointi
Sivumäärä Aika	28 sivua 17.1.2019
Tutkinto	Rakennusmestari (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Rakennusalan työnjohdon koulutusohjelma
Ammatillinen pääaine	Talonrakennustekniikka
Ohjaajat	Lehtori, Markus Immonen Työmaapäällikkö, Tom Helenius
<p>Kerrostalojen vesikattojen toteutukseen on perinteisesti ollut käytössä vain muutama vaihtoehto. Yleisimmät vesikattovaihtoehdot ovat puurakenteinen- tai kevytsorakatto. Puurakenteisen katon rakentamiseen on käytössä ollut kaksi vaihtoehtoa. Joko katto on rakennettu ylhäällä katolla tai rakennettu maassa valmiiksi isompia kokonaisuuksia, jotka on nostettu paikalleen nosturilla rungon valmistuessa. Toteutustavan ja rakenteiden valintaan vaikuttaa rakennuksen muoto, aikataulu, logistiikka, työmaa-alueen koko ja hankkeen aikataulu.</p> <p>Tutkimuskohteissa Vermonniityn korttelissa Bonava Suomi Oy rakentaa viisi kerrostaloa, joiden vesikatot päätettiin tehdä elementti valmisteisina. Bonavan aikaisemmat vastaavat kerrostalon vesikatot on toteutettu joko puurakenteisina paikalla rakentaen tai kevytsorakatoina.</p> <p>Opinnäytetyössä tuodaan esiin se, miten vesikaton toteutus tehdaselementein on vaikuttanut työmaalla tarvittaviin resursseihin, aikatauluun, kosteudenhallintaan ja kustannuksiin. Tutkimuskohteissa toteutuneiden elementtirakenteisten kattojen tietoja verrattiin edellä mainittuihin perinteisiin vesikattojen toteutustapoihin.</p> <p>Tuloksena todettiin, että toteutustapa on työmaalle helppo toteuttaa ja varmin tapa saada vesikatto nopeammin vedenpitäväksi. Elementointi nopeuttaa sisätöiden aloitusta ja helpottaa kosteudenhallintaa työmaavaiheessa. Kustannuksissa merkittävin säästö tulee välillisistä kustannuksista, joita syntyy eniten mm. nosturista ja rakenteiden kuivatuksesta.</p>	
Avainsanat	Vesikatto, elementtirakentaminen, Kattotyö

Author Title	Niko Salopelto Building roof with elements
Number of Pages Date	28 pages 17 January 2019
Degree	Bachelor of Construction Site Management
Degree Programme	Construction Site Management
Professional Major	Building Construction
Instructors	Markus Immonen, Senior Lecturer Tom Helenius, Site Manager
<p>Traditionally, only a few alternatives have been used to implement the roofs of residential buildings. The most common roofing options are wood-framed or lightweight aggregate roofing. There are two options available to construct a wooden roof. Either the roof is constructed on top of the roof or constructed on the ground with larger components that are lifted in place with crane when the hull is completed. The choice of the way of implementation and the structure is largely influenced by the shape, schedule, logistics, the size of the construction site and the timing of the project.</p> <p>At the research sites in the area of Vermonniitty, Bonava Suomi Oy builds five residential buildings. It was decided that the, roofs were to be made with prefabricated elements. Bonava's previous roof structures in the residential building have been either wooden construction onsite or lightweight roofs.</p> <p>The thesis focuses on how the implementation of the construction of roof with prefabricated elements has affected the resources, timetable, moisture management and costs on site. The data of the elementary roofs realized in the research sites were compared to that of the aforementioned traditional methods of implementation of the roofs.</p> <p>As a result, it was found out that the implementation method in question is easy and also the most secure way to get watertight roof. The construction of roof with prefabricated elements speeds up the startup and facilitates moisture management at the site. The most significant cost savings lie in the indirect costs which arise most amongst others in the use of cranes and the drainage of structures.</p>	
Keywords	

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
1.1	Yleistä	1
1.2	Yritys	2
1.3	Opinnäytetyön tavoite	2
1.4	Rajaus	2
2	Tutkimuskohteet	3
2.1	As Oy Espoon Liinaharja	3
2.2	As Oy Espoon Lähde	3
3	Vesikatto	4
3.1	Yleistä	4
3.2	Rakenteet	5
3.3	Veden poisto	5
3.4	Tuuletus	6
3.5	Katteet	7
3.5.1	Bitumikermikate	7
3.5.2	Peltikate	8
3.5.3	Tiilikate	8
3.6	Työturvallisuus	8
3.6.1	Nostot	8
3.6.2	Putoamissuojaus	9
3.6.3	Tulityöt	9
4	Vesikattovaihtoehdot	10
4.1	Kevytsorakatto	10
4.1.1	Vesikattotyö	11
4.1.2	Rakenne	13
4.1.3	Aikataulu	13
4.2	Puurakenteinen tuulettuva yläpohja paikalla rakennettuna	14
4.2.1	Logistiikka ja varastointi	14
4.2.2	Vesikattotyö	14
4.2.3	Rakenne	16
4.2.4	Aikataulu	17

4.3	Tuulettuva yläpohja elementein	17
4.3.1	Logistiikka ja varastointi	18
4.3.2	Vesikattotöiden aloitusedellytykset	19
4.3.3	Tukiseinien asennus	19
4.3.4	Kattoelementtien asennus	21
4.3.5	Päällystys	22
4.3.6	Aikataulu	23
5	Vertailu	24
5.1	Välilliset kustannukset	24
5.2	Aikataulu	25
5.3	Muut vaikutukset	26
6	Yhteenveto	27
	Lähteet	29

1 Johdanto

1.1 Yleistä

Perkkaalla Vermonniityn korttelissa Bonava Suomi Oy rakentaa 5 asuinkerrostaloa, joissa on yhteensä noin 430 asuntoa. Suurien rakennusmäärien vuoksi resursseja kattojen tekemiseen ei ole ollut saatavilla riittävästi, joten resurssien riittämättömyyden sekä tiukan aikataulun vuoksi työnjohdon oli selvitettävä vaihtoehtoisia tapoja vesikaton rakentamiseen. Päädyttiin ratkaisuun, jossa vesikatto toteutettaisiin paikallarakentamisen sijaan tehdaselementein. Suurimpana etuna pidettiin sitä, että elementit saataisiin tehtaalta työmaalle sovittuna ajankohtana, jolloin asennuksen voi aloittaa heti ja vesikatto saadaan vedenpitäväksi mahdollisimman nopeasti. Ensimmäisen Vermonniittyyn toteutetun kohteen, As. Oy Espoon Päivänkorennon, vesikatto toteutettiin elementein ja tästä saaduista kokemuksista lähdettiin kehittämään yhteistyössä toimittajan kanssa alueen seuraavia kohteita

Kohteita on viisi, joista viimeisen on määrä valmistua vuoden 2020 loppuun mennessä. Näistä viidestä talosta tähän työhön otetaan mukaan kaksi vesikattoa vertailutietojen saamiseksi. Kohteita on useampia, joten vesikaton valmistusprosessi myös kehittyy koko ajan ja ensimmäisissä kohteissa ilmenneitä ongelmia on jo saatu karsittua seuraavista kohteista pois. Tähän opinnäytetyöhön valitut kaksi kohdetta ovat järjestyksessä toinen ja kolmas Perkkaalle rakennetuista elementtirakenteisista vesikatoista.

Työn aloittamiseen johtanut ongelma on vesikattojen rakennusaika, joka vaikuttaa osaltaan rakenteiden kosteudenhallintaan, sekä sisätyövaiheiden aloitukseen. Työmaalla vesikaton rakennuksesta on saatu aikataulullisesti hyvin tiivis ja vakioitu tehokas toteutustapa, jolla vesikaton rakennus onnistuu vähillä työmaan resursseilla nopeassa ajassa laadukkaasti ja kustannustehokkaasti. Tämä tarkoittaa huomattavaa säästöä mm. työmaan kosteudenhallinta kustannuksissa ja vauhdittaa sisätyövaiheiden aloitusta merkittävästi.

1.2 Yritys

Työ tehdään yhdessä Bonava Suomi Oy:n kanssa. Bonava on Pohjois-Euroopan johtava asuntorakennuttaja, joka on aloittanut oman asuntojen tuotannon myös Suomessa. Bonava on syntynyt NCC Housingissa (NCC Asuminen) ja toimi vuoteen 2016 asti osana NCC:tä, jonka jälkeen irtaantui itsenäiseksi yritykseksi. Bonava keskittyy vain asuntojen uudistuotantoon ja on luonut koteja ja naapurustoja jo 1930-luvulta lähtien. Bonava toimii Ruotsissa, Saksassa, Suomessa, Tanskassa, Norjassa, Pietarissa, Virossa ja Latviassa. Bonava työllistää tällä hetkellä n. 2000 henkeä. Vuonna 2017 Bonava myi yhteensä 5702 asuntoa ja liikevaihtoa oli noin 1,5 miljardia euroa. [17.]

1.3 Opinnäytetyön tavoite

Tässä opinnäytetyössä verrataan Perkkaalla toteutuneiden kohteiden elementtirakenteisten vesikattojen aikatauluja, töiden vaikutusta työmaan kustannuksiin ja muita vaikutuksia verrataan kahden muun vesikattotyyppin käyttöön vastaavassa kerrostalokohteessa. Tavoitteena on todentaa hyödyt ja selvittää vaikutukset, joita elementtirakenteisella vesikatolla on verraten vastaavaan paikalla rakennettavaan tai kevytsorakattoon.

1.4 Rajaus

Tutkimus tehdään työmaatoteutuksen näkökulmasta. Työssä ei perehdytä suunnitteluun vaikuttaviin tekijöihin. Työssä huomioidaan rakentajan työmaalla tehtävät työvaiheet sekä työmaan aikataulu ja vesikattotöistä riippuvaiset välilliset kustannukset. Varsinaiset työn ja rakenteen kustannukset jätetään salassapidon vuoksi pois raportista. Tutkimuksessa elementein rakennetun puurunkoisen vesikaton vaikutuksia verrataan kahteen kerrostaloissa tällä hetkellä eniten käytettyyn vesikatto malliin (vastaava puurunkoinen vesikatto paikalla rakennettuna sekä kevytsorakatto).

Vesikattotöiden seuranta tutkimuskohteissa rajataan yhteen vesikattolohkoon, josta saadaan käsitys myös koko kohteen vesikattotöiden kulusta ja kestosta. Tässä työssä loholla tarkoitetaan yhden portaalan vesikattoa. Tutkimusaineistona käytetään yrityksen toteutuneista rakennuskohteista kerättyjä tietoja, ratu-menekkejä, toteutuksessa mukana olleiden kokemuksia ja eri lähteistä kerättyä tietoa.

2 Tutkimuskohteet

2.1 As Oy Espoon Liinaharja

Liinaharja (kuva 1) on järjestyksessä toinen Bonavan Perkkäälle rakennuttamista kerrostaloista, jossa on vesikatto toteutettu elementein. Liinaharjassa on 3 porrasta, joiden vesikatto toteutetaan erillisinä lohkoina. Kerroksia portaissa on 6,7 ja 8. Tästä tasoerosta johtuen vesikatto on malliltaan jyrkähkö pulpettikatto. Vesikattoalaa on 1200m². Asuntoja kohteessa on 119 kpl ja asuinhuoneistoalaa 5760 m². Kohteen on määrä valmistua vuoden 2018 loppuun mennessä.



Kuva 1. As Oy Espoon Liinaharja (Helenius 2018).

2.2 As Oy Espoon Lähde

Toisena tutkimuskohteena on As Oy Espoon Lähde (kuva 2). Lähde on kaksi portainen 5 ja 6 kerroksinen asuinkeuhkalo. Lähteessä on 67 asuntoa ja huoneistoalaa on 3006,5 m². Lähteen vesikatto on malliltaan samanlainen jyrkkä pulpettikatto ja vesikatto pinta-alaa on 800 m². Lähde on järjestyksessä kolmas Bonavan rakennuttama kohde Perkkäällä, jossa vesikatto on toteutettu elementein. Kohteen arvioitu valmistuminen on syksyllä 2019.



Kuva 2. As Oy Espoon Lähde (Salopelto 2018).

3 Vesikatto

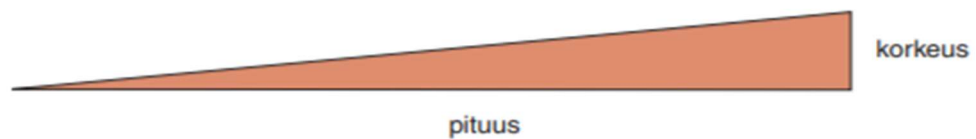
3.1 Yleistä

Vesikatoksi voidaan kutsua kantavan yläpohjarakenteen ja ulkoilman väliin tulevia rakenteita. Nämä yksittäiset rakenneosat ilman- ja höyrynsulku, lämmöneriste, tuuletus, vedeneristeen alusrakenne, vedeneriste, veden poisto, läpiviennit sekä kattoon liittyvät muut rakenteet muodostavat yhdessä vesikaton. Vesikaton tehtävä on estää sadeveden, lumen sekä lumen- tai jään sulamisveden pääsy kattorakenteisiin, seiniin ja sisätiloihin. [3.]

Kerrostaloissa käytetään muodoiltaan ja rakenteeltaan hyvin erilaisia vesikattotyypppejä. Vesikatot voidaan kuitenkin karkeasti jakaa loiviin sekä jyrkkiin kattoihin (taulukko 1). Katot joiden kaltevuus on 1:10 tai vähemmän luokitellaan loiviksi. Jyrkkien kattojen kaltevuus on enemmän kuin 1:10. [9.] Kaltevuuden valintaan vaikuttavat maasto, ympäröivät rakennukset, rakennuksen runko ja kатteen ominaisuudet. [15.]

Taulukko 1. Kattokaltevuudet lukuina. RT 85-10799 s. 3 kuva 2.

	Loivat katot (katon kaltevuus \leq 1:10)			Jyrkät katot (katon kaltevuus $>$ 1:10)		
Kaltevuus-suhde	1:80	1:40	1:20	1:10	1:5	1:3
Asteina	0,7 °	1,4 °	2,8 °	6 °	11 °	18 °
Prosentteina	1,3 %	2,5 %	5 %	10 %	20 %	33 %
Kaltevuus-suhde millimetriä (korkeus) metrille (pituus), mm/m	12,5	25	50	100	200	333



3.2 Rakenteet

Vesikattojen alusrakenteena käytetään yleisimmin joko puuta tai teräsbetoni-laattaa. Rakenteesta riippuen lämmöneristeenä käytetään tavallisimmin mineraalivillaa, polystyreeniä tai kevytsoraa. Päälysteenä, eli vesikaton vedeneristeenä käytetään mm. kattotiiliä, bitumihuopaa tai peltiä. [8.]

3.3 Veden poisto

Vesikaton muodot ja materiaalit on suunniteltava siten, että vesi poistuu katolta vaurioittamatta rakenteita. Jotta vesi saadaan johdettua pois katolta, on kattokaltevuuden oltava vähintään 1:80. Loivemmissä katoissa vedenpoistoon käytetään sisäpuolista vedenpoistoa eli kattokaivoja. Jyrkemmissä katoissa käytetään ulkopuolista vedenpoistoa. [9.]

Vesi poistetaan katolta kattorakenteesta ja kaltevuudesta riippuen joko räystäskouruilla sekä syöksytorvilla tai kattokaivoilla. Jos katoissa käytetään sisäpuolista vedenpoistoa, vesi ohjataan katon kallistusten avulla kaivoihin, joista vesi pääsee sadevesijärjestelmän kautta viemäriin. Kaivojen sijoitukseen ja lukumäärään on suunnittelussa huomioitava myös kaivojen yhteistoiminta mahdollisten tukkeutumisten varalta. Tukkeutumisten välttämiseksi kattokaivot tulee varustaa siivilöillä. Kattokaltevuuden ollessa 1:40 tai sitä vähemmän, tulee veden virtausmatkan olla mahdollisimman lyhyt. Pisin veden

valumamatka kaivoon saa olla 15 metriä ja poikkeustapauksissa maksimissaan 20 metriä. Vedellä on oltava esteetön pääsy kaivoihin. Kattokaivot ja niihin liittyvät viemärit on tehtävä helposti puhdistettaviksi ja jäätyminen tulee estää esimerkiksi sähköisellä lämmityksellä. Sisäpuolista sadeveden poistoa käytettäessä myös räystäään tulee kallistua sisäänpäin. [2.]

Jyrkkien kattojen vedenpoisto toteutetaan ulkopuolelta räystäskouruilla ja syöksytorvilla. Valuma-alueet ja katon pinta-ala määrittää minkä kokoisia kouruja ja syöksytorvia tarvitaan veden pois johtamiseen. kourujen ja torvien kiinnityksessä on huomioitava mahdolliset lumi- ja jääkuormat. Jäätyminen ja siitä johtuvan ylivuodon voi estää itsesäätyvillä jäätyriskapeleilla. [3.]

3.4 Tuuletus

Vesikatoissa on tärkeää, että yläpohja tehdään vesikatteen alustan alta tuulettuvaksi. Tuuletus toimii joko tuulettuvalla lämmöneristekerroksella tai katteen ja lämmöneristykseen väliin jätettävällä tuuletustilalla tai -välillä, jonka kautta yläpohjan läpi pääsevä vesihöyry tuulettuu, eikä jää rakenteisiin. Riittävällä ilman- ja höyrönsululla varmistetaan, että yläpohja on kosteusteknisesti toimiva. Jotta rakenteeseen saadaan luonnollinen tuuletus, poistoilma-aukot sijoitetaan mahdollisimman ylös ja korvausilma-aukot alas räystäälle. Jos ilmanvaihtoa ei luonnollisesti saada riittäväksi voidaan lisätä koneellista ilmanvaihtoa. [11.]

Yläpohjat voidaan jakaa heikosti sekä hyvin tuulettuviin. Melkein poikkeuksetta jyrkät katon tehdään aina paremmin tuulettuvilla rakenteilla kuin loivat katon. Jo pelkästään rakennusmateriaalien puolesta jyrkät katon, joissa käytetään alusrakenteena puuta, on tehtävä hyvin tuulettuviksi. Jyrkissä katoissa on oltava lämmöneristeen ja vesikatteen välissä tuuletustila tai vähintään 100 mm korkea tuuletusväli. Tuuletusväli sijaitsee normaalisti lämmöneristeen ja aluskatteen välissä, jolloin myös aluskatteen ja vesikatteen väliin jätetään tuuletusrimojen ja ruoteiden avulla tila, jossa ilma pääsee liikkumaan. Umpilaudoitussa alusrakenteessa tuuletusväli on laudoituksen ja lämmöneristeen välissä. Tässä tapauksessa pintakermi kiinnitetään suoraan aluskermiin, eikä tuulettumista aluskatteen ja vesikatteen välillä tarvitse.

Loivat heikosti tuulettuvat vesikatot esimerkiksi kevytsorakatot ovat umpirakenteisia, joissa vedeneriste on yleensä kiinni tai melkein kiinni lämmöneristeessä. Rakenteessa ei näin ollen ole tuuletusväliä, jolloin tuulettuminen toteutetaan tarpeen mukaan räystääiden tuuletusraoilla, uritetuilla lämmöneristelevyillä ja alipainetuulettimilla. Rakenteen heikon tuulettavuuden vuoksi höyrynsulun ja vesikatteen on oltava niin tiiviitä, että sisä- tai ulkopuolelta ei pääse vähäistäkään määrää kosteutta rakenteisiin. [3.]

3.5 Katteet

Vesikaton katemateriaalin valintaan rakenteellisesti vaikuttaa suuresti katon kaltevuus, josta voi olla määräyksiä asemakaavassa. [15.] Jyrkissä vesikatoissa katteena voidaan käyttää epäjatkuvia katteita, joissa on tiivistämättömiä limisaumoja eikä saumojen tarvitse kestää seisovan patoutuneen veden aiheuttamaa veden painetta. Epäjatkuvia katteita käytettäessä kattoa ei tule tehdä loivemmaksi kuin 1:6. Jatkuva kate soveltuu loiviin kattoihin, sillä se on täysin vesitiivis myös patoutuneen vedenpaineen vaikutuksen alaisena. [10.]

Taulukko 2. Katteiden suositeltavat vähimmäiskaltevuudet. [3.]

Materiaali	1:3	1:4	1:5	1:6	1:7	1:10	1:20
Kolmiorimakate	X						
Bitumikattolaattakate	X	X	X				
Itseliimautuva tiivissaumakate	X	X	X	X	X	X	X
Muotolevykate	X	X	X				
Pystysaumakate	X	X	X	X	X		
Poimulevykate	X	X	X	X	X	X	
Rivipeltikate	X	X	X	X	X	X	
Poltettu savitiilikate	X	X					
Betonitiilikate	X	X	X				

3.5.1 Bitumikermikate

Kermi on vettä läpäisemätön vedeneriste, joka muodostaa yhtenäisen vedeneristyskerroksen, joko yksinään tai liitettynä samanlaisiin tai vastaaviin tuotteisiin. Bitumikermikate soveltuu sekä jyrkkiin että loiviin kattoihin. Loivissa katoissa katerakenteet jaetaan vähimmäiskaltevuuden mukaan kolmeen eri luokkaan: VE20, VE40 ja VE80. VE20 käyttöluokan vähimmäiskaltevuus on 1:20, joka tarkoittaa sen olevan vähiten rasitusta kestävä

luokka. Jyrkät vesikatot voidaan kattokaltevuudesta riippuen tehdä bitumilaattakatteella, kolmiorimakatteella tai tiivissaumakatteella. [3.]

3.5.2 Peltikate

Kuumasinkitystä ja pinnoitetusta teräsohutlevystä valmistetut peltikatteet soveltuvat jyrkien vesikattojen katteeksi. Katon kaltevuudesta riippuen peltikate voidaan tehdä rivi-pelti-, profiilipelti- tai pystysaumakatteena. Kaltevuus asettaa peltikatteessa vaatimuksia myös poimujen korkeuteen, limityksiin, lapepituuksiin ja tiivistykseen. Peltikate on kevyt ja profiili-, pinnoite- ja väri vaihtoehtoja on paljon. [3.]

3.5.3 Tiilikate

Tiilikatto voidaan tehdä joko savitiilestä tai betonitiilestä. Betonitiilikatto voidaan tehdä katon kaltevuuden ollessa 1:5 tai enemmän. Savitiilessä kaltevuuden on puolestaan oltava jyrkempi. Lukkiutumattomassa tiilessä 1:3 ja lukkiutuvissa vähintään 1:4. Näissä rajoissa voi valmistajan ohjeistuksessa olla tuotekohtaisia eroja. Tiilikatoissa tulee aina käyttää tuoteluokkavaatimukset täyttävää aluskatetta koska liitokset ja saumat eivät yksinään estä vaihtelevissa sääolosuhteissa vettä ja lunta pääsemästä yläpohjarakenteisiin. Betonitiili on nykyisin yleisemmin käytetty kattotiili Suomessa. [3.]

3.6 Työturvallisuus

Vesikattotöitä tehdessä työskennellään korkealla ja yleensä sään armoilla, jolloin työturvavariskejäkin on luonnollisesti enemmän kuin muissa rakentamisen työvaiheissa. Kattotöissä työturvallisuudessa huomioitavia asioita on putoamissuojaus ja nousuteiden turvallisuus. Myös järkevällä tavaroiden sijoittelulla, työmaan siisteydellä ja rakennukseen johtavien kulkuteiden suojauksella edistetään kattotyön turvallisuutta. Suurimmat yksittäiset syyt loukkaantumisiin tai kuolemantapauksiin työmaalla johtuvat henkilöiden tai tavaroiden putoamisesta. [3.]

3.6.1 Nostot

Nostoissa on huomioitava sääolosuhteet sekä niiden mahdollinen vaikutus nostojen turvallisuuteen. Mikäli työssä tehdään erityisen haastavia nostoja tai käytössä on

yhtäaikaisesti enemmän kuin yksi nosturi on nostoista laadittava kirjallinen nostotyösuunnitelma. Ajoneuvonosturia käytettäessä on maapohjan kantavuuden riittävyys varmistettava ja nosturi perustettava siten, etteivät ne pääse nostojen aikana liikkumaan. Nostolaitteissa ja apuvälineissä tulee olla suurimman sallitun kuormituksen osoittava merkintä sekä muut turvallisuuden kannalta tarpeelliset merkinnät, eikä nostolaitetta tai -apuvälinettä saa missään nimessä ylikuormittaa. [13, § 19, § 20, § 21.]

3.6.2 Putoamissuojaus

Putoaminen katolta estetään mahdollisimman yhtenäisillä väliaikaisilla suojakaiteilla. Suojakaiteiden asennuksen aikana sekä tilanteissa, joissa suojakaide joudutaan ottamaan väliaikaisesti pois, käytetään henkilökohtaista putoamissuojausta. Suojakaiteet, jotka tehdään putoamisen estämiseksi, varustetaan käsi- ja välijohteella sekä jalkalisalla. Kaiteen tulee olla vähintään 1 metriä korkea, eikä kaiteessa saa minkään johteen alapuolella olla enempää kuin 0,5 metriä vapaata tilaa. Jos joudutaan työskentelemään korkealla paikalla, jossa ei ole suojakaiteita tai tehtävää työtä ei voida tehdä tarkoituksenmukaisilla työtasoilla tai henkilönostimilla, käytetään putoamisen estämiseen henkilökohtaisia turvavaljaita. Kuilut ja aukot, joihin voi pudota henkilö tai tavaraa, suojataan kaitein tai kansin. Kansien siirtyminen pois paikoiltaan estetään ja kansi tulee merkitä huomiota herättävästi esimerkiksi maalaamalla kanteen punainen rasti. [13, § 27, § 28]

Kattotöiden alapuolella työskenteleviä tulee myös huomioida ja mahdolliset työmaakäytössä olevat oviaukot tulee suojata putoavilta esineiltä katoksilla. Katoksien tulee ulottua vähintään 1,5 metriä seinälinjasta ulommas ja leveyden tulisi olla 0,5 metriä kulkuaukkoa leveämpi molemmin puolin. Vaikka katolla olisi kaide toteutettu oikea oppisesti jalkalisalla tai suojaverkolla tulee kulkuaukot huomioida. [3.]

3.6.3 Tulityöt

Tulitöiksi kutsutaan töitä, joissa syntyy kipinöitä tai käytetään liekkiä tai muuta palovaa-
raa aiheuttavaa lämpöä. Kattotyössä tulitöitä tehdään vedeneristystöissä. Avointa liekkiä tai kuumaa ilmaa käyttämällä kuivataan asennus alustaa, kuumennetaan bitumia bitumi-
padassa ja kuumennetaan vedeneristystä kiinnitystyössä.

Katto- ja vedeneristystyötä tehdessä tulee aina olla voimassa oleva tulityökortti, joka todistaa hyväksytysti suoritettun tulitöidenturvallisuustutkimuksen sekä kirjallinen tulityölupa.

Kirjallinen tulityölupa myönnetään määrääjäksi, kun tulityöstä aiheutuvat vaarat on arvioitu sekä vaarojen välttämiseksi tarvittavat turvatoimet on selvitetty ja tehty. Tulityöluvan myöntäjältä on myös löydyttävä voimassa oleva tulityökortti. Kirjallinen tulityölupa tarvitaan aina tilapäisellä tulityöpaikalla, joita kaikki katto- ja vedeneristysalan tulityöpaikat ovat. [14.]

4 Vesikattovaihtoehdot

Tutkimuksessa käsiteltäviä vesikatto rakenteita on kolme, joista kevytsorakatto on yleisimmin käytössä oleva kattotyyppi asuinkerrostalo kohteissa ja poikkeaa täysin kahdesta muusta vaihtoehdosta. Puurakenteisissa vesikatoissa toteutustapoja on useita. Vielä tällä hetkellä yleisin tapa on asentaa rakenneosat yksitellen ylhäällä vesikatolla. Jos työmaan tontin ja resurssien rajoissa on mahdollista, voidaan paikalla rakentaminen toteuttaa suurimmaksi osaksi maassa, rakentamalla elementtejä, jotka nostetaan valmiin elementin tavoin nosturilla paikalleen.

Uusin ja hyvin paljon yleistymässä oleva tapa myös muussa kuin vesikattorakentamisessa on työn siirtäminen tehtaalle. Vesikatolla se tarkoittaa mahdollisimman valmiiden kattoelementtien valmistusta tehtaalla ja asentaminen käy nosturin ja muutaman asentajan voimin. Tässä työssä ei huomioida tapaa, jossa puurakenteita rakennetaan maassa elementeiksi, vaan elementtikattoa verrataan vesikatolla rakennettavaan vastaavaan puurakenteeseen sekä kevytsorakattoon.

4.1 Kevytsorakatto

Ennen vesikattotöiden aloitusta tehdään seuraavat työvaiheet

- Ontelosaumat ja läpiviennit vedeneristetään kermikaistalla.
- Yläpohjan tuuletusjärjestelmän ja räystäsrakenteiden on oltava valmiit.
- Yleensä painekyllästetystä puusta rakennetut kattokaivojen tuet tulee olla valmiit.
- Ilmastointikanavien ja kattoviemäreiden tulee olla valmiit ja lämmöneristetty.
- Aukkojen, reikien ja rakojen tulee olla tukittuja.
- kevytsoratilaan jäävät metalliosat suojataan muovilla, jotta ne eivät ruostu.

- Tarvittavat ohjurit kevytsorakerroksen tasausta varten on rakennettu. [7.]

4.1.1 Vesikattotyö

kevytsorakattoja voidaan pitää lähes umpirakenteina vähäisen tuuletuksen vuoksi. Kevytsorakaton tuuletus voidaan toteuttaa painovoimaisena räystäältä, josta ilman virtaus mahdollistetaan riittävästi ilma-aukoilla (kuva 3) ja/tai katolle asennettavilla alipainetulettimillä. [4.]



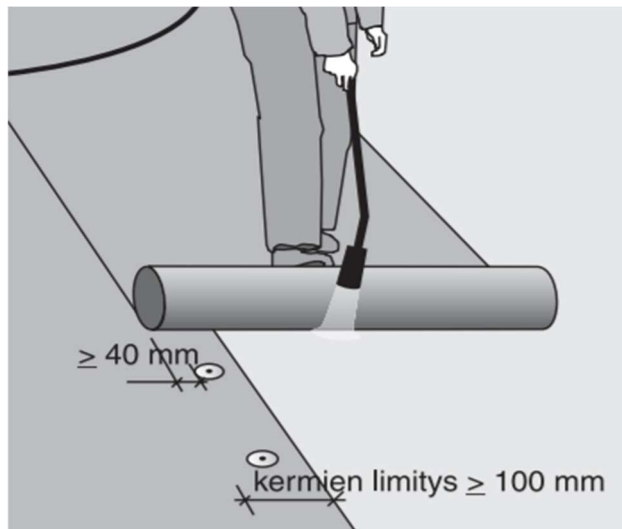
Kuva 3. Räystään tuuletusaukko, jolla poistetaan rakenteeseen joutunut kosteus. [1.]

Kun edellä mainitut pohjatyöt on tehty ja hyväksytty, kevytsora nostetaan katolle nosturilla nostolaatikossa, josta se valutetaan katolle. Kevytsora peite tasataan tarkasti ohjuroiden tasoon, esimerkiksi laudalla tai linjurin avulla. Kevytsora täytyy levittää tasaisesti, ettei peitteen paksuudessa ole kuin maksimissaan 5% vaihtelu suunnitellusta.

Kevytsoran päälle katteen alustaksi valetaan ohut (20-40 mm) betonilaatta. Ennen valua kevytsoran päälle asennetaan vesihöyryä läpäisevä rakennuspaperi tai suodatinkangas valualustaksi. Laatan valuun käytetään pakkasenkestävää betonia. Pinnan tulee olla mahdollisimman sileäksi hierretty, jotta kermien kiinnitys onnistuu. Rakennesuunnitelmassa laatta jaetaan tarvittaviin liikuntasaumoihin, jotka ottavat vastaan alustan mahdolliset liikkeet, etteivät ne pääse vaurioittamaan vedeneristystä ja muita rakenteita. Saumoja tehdään yleensä 10-20 m välein, kohteesta riippuen. [2.]

Laatta päällystetään kermillä. Betonipinnan kuivuttua sen päälle asennetaan aluskermi (kuva 4). Betonialustassa aluskermi kiinnitetään joko osittain tai koko alueelta bitumilla.

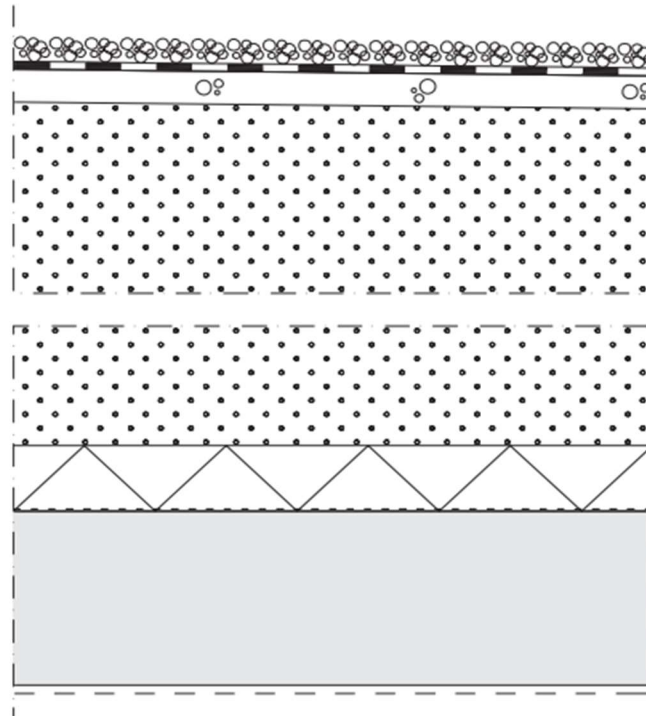
Mekaanista kiinnitystä eli ruuveja tai muita kiinnikkeitä ei yleensä tarvita. Kevytsorakatoissa riittää, kun alin kermi kiinnitetään alustaan vain osittain. [3.]



Kuva 4. Aluskermien kiinnitys. Kiinnikkeiden ja reunan välin tulisi olla vähintään 40mm limityksellä. Kermien limitys sivusaumoissa vähintään 100mm ja päätysaumoissa 150mm. [2.]

Aluskermien kiinnityksen ja läpivientien tiivistyksen jälkeen kiinnitetään pintakermi. Pintakermi hitsataan tai liimataan koko alueelta kiinni alustaan. Myöskään pintakermi ei tarvitse mekaanisia kiinnikkeitä. [3.]

4.1.2 Rakenne



- ≥ 30 mm Suojakiveys, ϕ 8...20 mm, 35 kg/m
- Bitumikermikate rakennesuunnitelman mukaan, käyttöluokka vähintään VE 40
- ≥ 40 mm Teräsbetonilaatta, puuhierro, kallistus vähintään 1:40, sementin määrä enintään 250 kg/m³
- Suodatinkangas, tarvittaessa
- ≥ 750 mm Lämmöneriste , kevytsoralajite ks 420K, $\lambda_{Design}=0,100$ W/mK
- 100 mm Lämmöneriste , polystyreeni 100 mm, $\lambda_{Design}0,031$ W/mK
- Höyrynsulku rakennesuunnitelman mukaan, saumat höyrytiivit
- Kantava betonirakenne rakennesuunnitelman mukaan
- Kattopinta ja pintakäsittely huoneselosteen mukaan, vesihöyryä läpäisevä

Kuva 5. Kevytsorakaton rakenne. [5.]

4.1.3 Aikataulu

Yrityksen kokemuksen perusteella, kerrostalon kevytsorakaton aikataulu on katon koosta riippuen tämän hetkisillä toteutustavoilla vakio. Holvin valun jälkeen kevytsorakaton esivalmistelutöihin voidaan varata noin 1 vk aikaa. Jos IV-konehuone sijaitsee tutkimuskohteiden tavoin katolla, esivalmistelutöiden jälkeen tehtäviin IV- ja putkitöihin, sekä eristykseen varataan aikaa ilman sääsuojaa tehtynä 2-3 vk, jossa on mukana säävaraus. Katon onnistuessa realistisessa aikataulussa on kevytsoran levitys mahdollista 4vk holvin valun jälkeen. [18.]

Perkkaan työmaan työnjohdon aikaisempien kokemusten perusteella kevytsoran levityksessä työryhmän optimaalinen työsaavutus on 200 m²/tv, jolloin 400 m² vertailukaton

kokoinen lohko olisi jaettava kahteen osaan. Jos lohkon kevytsoran levitys ja betonivalu tehdään saman vuorokauden aikana kosteuden hallitsemiseksi, niin koko 400 m² kokoi- sen lohkon kevytsoran levitykseen ja betonivaluun kuluu 2 tv. Valun jälkeen laitetaan pohjahuopa ja tehdään räystäs nostot. Aluskermin laittamiseen kahden hengen ryhmältä kuluu noin 2,5 tv, samoin kuin pintakermin laitossa. Kevytsorakaton aikataulussa voi- daan kattoa pitää vedenpitävänä 5 viikkoa holvin valun jälkeen ja täysin valmiina 6 viikon jälkeen. [19.]

4.2 Puurakenteinen tuulettuva yläpohja paikalla rakennettuna

Tuulettuva yläpohja voi olla ristikkorakenteinen tai tässä tapauksessa kantavan betoni- rakenteen päälle rakennettu puinen vesikattorakenne. Paikalla rakennettaessa vesika- ton rakenneosat asennetaan vesikatolla kattotuoleista aina pinnan päällysteeseen asti paikalleen yksitellen valmiita rakenteita käyttäen tai niin sanotusta pitkästä tavarasta.

4.2.1 Logistiikka ja varastointi

Työmaalla paikallarakennettu vesikatto ei vaadi tavalliselta kerrostalotyömaalta suurta tilaa varastointiin. Sahatavaraa joudutaan tyyppillisesti varastoimaan työmaalla muutamia päiviä ennen kuin töitä päästään aloittamaan. Paikalla rakennettaessa suurimman tilan työmaalta vaatii NR-rakenteiset valmiit kattokannattajat (kattotuolit). Olisi kuitenkin logis- tiikan kannalta hyvä, jos kannattajat saadaan tilattua saapuvaksi niin että ne voidaan nostaa suoraan kuljetuksesta nosturilla ylös katolle, jotta välttytään ylimääräisiltä nostoilta ja varastoinnilta. Mikäli kattoristikoita kuitenkin joudutaan varastoimaan työmaalla, huo- lehditaan että niput pysyvät pystyssä ja ovat säältä suojattuina. Mikäli NR-rakenteita jou- dutaan varastoimaan vaaka-asennossa, estetään mahdollinen rakenteen taipuminen varmistamalla alustan suoruus riittäville aluspuilla. NR-rakenteita on kuitenkin käsiteltävä ja kuljetettava pystyasennossa, mikäli se vaan on mahdollista. Naulalevyrakenteet suo- jataan niin että ne eivät kastu eikä ole kosketuksissa maahan. [12.]

4.2.2 Vesikattotyö

Vesikattotyöt voidaan paikalla rakennettaessa aloittaa samojen työvaiheiden jälkeen kuin elementtirakentamisessakin, joista kerrotaan kappaleessa 4.3.2. Pohjatöiden ja asennusalustan ollessa kunnossa kiinnitetään sidepuut, joiden alle laitetaan

bitumikermikaista, ontelolaatasta nousevan kapillaarisen kosteuden estämiseksi. Sideduiden päälle mitoitetaan ja merkataan kattoristikoiden paikat ja kiinnitetään valmiiksi kattoristikoiden kiinnitykseen käytettävät kulmaraudat asennuksen helpottamiseksi ja nopeuttamiseksi. Yleisesti kannattimien välisenä sekä kannattimien ja muiden kantavien rakenteiden välisenä etäisyytenä käytetään k/k 900 mm tai k/k 1200 mm k-jakoa. Suunniteltua etäisyyttä ei saa ylittää. Ontelolaatan päälle asennettaessa korkojen säätämiseen käytetään asennuspaloja. [6.]

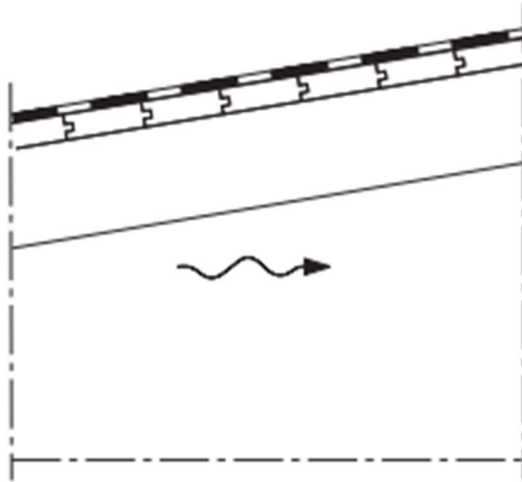
Valmiiksi kootut ristikkorakenteet nostetaan ristikon koosta riippuen joko nipussa tai yksitellen sideduiden päälle. Nostoissa on käytettävä vähintään kahta nostopistettä, jotta kattoristikko saadaan nostettua turvallisesti ja oikeassa asennossa. Ristikoiden asentamiseen käytetään toimittajan asennus- ja käsittelyohjeita. Ristikoiden ollessa paikoillaan ne asennetaan markatuille paikoille tukien päälle yksitellen järjestyksessä päätyseinältä lähtien. Ristikoita ei saa työstää tekemällä niihin ylimääräisiä reikiä tai lovia ilman erillistä rakennesuunnittelijan lupaa. Ristikot on tuettava kestämään tuuli- ja rakennuskuormitusta asennusaikana. Rakennuksen päädyistä katsottuna ensimmäinen tai jos ensimmäinen ristikko on päätyseinän kohdalla, niin toinen ristikko sidotaan asennusaikaisilla pystyvinoreivauksilla yläpaarteesta kiinni päätyrunkoon, enintään 2,5 metrin välein. Myös toisessa päädyssä tueksi tehdään vastaavat reivaukset ja rakennuksen ollessa yli 15 metriä pitkä, pystyvinoreivauksia tehdään enintään 10 metrin välein oleviin ristikkoväleihin. [6.]

Alusrakenne (katealusta) tehdään kermikatteisessa vesikatossa raakaponttilaudoista umpilaudoituksena. Ensimmäiseksi kiinnitetään ruodelaudat naulaamalla ne kahdella kuumasinkityllä naulalla kiinni jokaiseen kattoristikoon. Ruoteiden kiinnitys aloitetaan räystäältä ja asennetaan räystäään suuntaisesti. Kosteuden- ja lämmönvaihtelu aiheuttaa puumateriaalin lämpölaajenemista (elämistä) ja se huomioidaan lautojen väliin jätettävällä raolla. Laudat jatketaan tukien kohdalta niin, että yksi lauta ulottuu vähintään kolmeen kattotuoliin kiinni, eli laudan pituuden on oltava vähintään kaksi tuen väliä. Jos lauta on päätypontattua, tulee saman kattotuolin kohdalla olevien jatkosten välissä olla vähintään kolme lautaa, jonka jatkos on eri tuen kohdalla. Rakenteen tuenta mahdollisia tuuli- ja lumikuormia vastaan toteutetaan esimerkiksi vinottaisilla tuilla rakennesuunnittelijan ohjeiden mukaan. [16.]

Laudoituksen valmistuttua asennetaan alus- ja pintakermi. Kiinnitettäessä kermiä puualustaan, kermin liimaus tai hitsaus kauttaaltaan ei ole tarpeellista ja siitä voi jopa olla

haittaa saumojen elämisen vuoksi. Yleensä kermi kiinnitetään piste- ja saumaliimaten ja tarvittaessa lisätään mekaanisia kiinnikkeitä. Riittävä kiinnitys varmistetaan mekaanisilla kiinnikkeillä ainakin siinä tapauksessa, jos asennustyö tehdään kylmässä tai märälle alustalle.

4.2.3 Rakenne



Kuva 6. Tuulettuvan yläpohjan rakenne leikkaus, raakaponttilaudoituksella ja bitumikermikatteella. [5.]

4.2.4 Aikataulu

Taulukko 3. Karkea ratu-työsaavutuksista laskettu arvio Lähteen ensimmäisen lohkon vesikat-
totöiden kestosta paikalla rakentaen. [6,16.]

				Työmenekki	Määrä/yks	Yht tth	Kesto tv 2RAM+RM
Tavaran vastaanotto ja välivarastointi				0,01 tth/m ²	400	4	0,17
Vesikattorakenteet							
Kattoristikot k900				0,40 tth/kpl	30	12	0,50
räystäsrakenne				0,40 tth/jm	69	27	1,13
umpilaudoitus				0,18 tth/m ²	400	72	3
Kermikate Työsaavutus 2 tt työryhmällä							
Aloittavat työt >300m ²							
Lopettavat työt >300m ²							
Aluskermi				0,07 tth/m ²	400	28	3,5
Pintakermi				0,07 tth/m ²	400	28	3,5
YHT:		227 tth				YHT Tv	11,79

Oletettavasti vesikaton pohjatöihin (kuvattu tarkemmin kohdassa 4.3.2) kuluisi sama 6tv kuin elementein toteutetussa vesikatossa. Tämän jälkeen karkealla työmenekkien arviolla (taulukko 3) Lähteen ensimmäisen lohkon vesikaton rakentaminen paikalla, käytännössä vedenpitäväksi eli aluskermi pinnalle olisi vienyt 171tth. Työryhmien työsaavutuksissa tämä tarkoittaa, että vesikatto olisi käytännössä vedenpitävällä aluskermi päällysteellä noin 8 työvuoroa esivalmistelutöiden jälkeen. Kokonaisuudessaan vesikattotöiden kesto holvin valusta vedenpitäväksi olisi ollut noin 14 työvuoroa eli 3 viikkoa.

4.3 Puurakenteinen tuulettuva yläpohja elementein

Vesikaton toteutus elementein on perinteisesti tarkoittanut maassa suurimmaksi osaksi käsin valmistettavia isompia kokonaisuuksia, jotka nostetaan nosturilla rungon päälle. Tässä työssä elementeillä tarkoitetaan tehtaalta saapuvia valmiita rakenteita, jotka yhdessä muodostavat koko vesikattorakenteen. Elementteinä saapuvat kattoelementtien tukiseinät ja koolatut havuvanerista valmistetut kattoelementit aluskermi päällysteisinä.

4.3.1 Logistiikka ja varastointi

Tukirakenteet ja valmiiksi rakenteellisesti kantavat sekä valmiilla aluskatepinnalla olevat elementit saapuvat työmaalle suoraan tehtaan sisätiloista. Elementit saapuvat työmaalle suojatuiissa nipuissa (kuva 7). Suojat pidetään ehjinä ja niput avataan vasta juuri ennen asennusta. Näin työmaalla huolehditaan, ettei suojiin sisään pääse kosteutta. [6.]



Kuva 7. Lähteen A-lohkon vesikattoelementit saapuivat työmaalle suojatuiissa nipuissa asennusjärjestyksessä ja varastoitiin pukkien päälle (Salopelto 2018).

Jos työmaalla ei ole varastointiin tarvittavaa tilaa pyritään siihen, että elementit pystyttäisiin asentamaan suoraan kuljetusauton kyydistä. Jos asentaminen ei ole mahdollista suoraan, joudutaan elementit välivarastoimaan työmaalle. Tällöin on nosturin nostosäteilä löydettävä riittävästi tilaa tukiseinien, mahdollisten ristikoiden sekä kattoelementtien välivarastointiin. Välivarastoinnissa on huolehdittava, että elementit varastoidaan irti maasta, kuivien ja tasaisten alustojen päälle, asennusjärjestys huomioiden ja niin etteivät elementit pääse vaurioitumaan. Mikäli asennusjärjestystä ei huomioida pakatessa, niin työmaalla hukataan aikaa ja tontilta on löydettävä huomattavasti enemmän tilaa asennuksessa koska elementtejä joudutaan levittämään pihalle, jotta elementit saadaan asennettua oikeassa järjestyksessä.

4.3.2 Vesikattotöiden aloitusedellytykset

Yläpohjan ontelo- ja seinäelementtien asennuksen sekä saumojen valun jälkeen tehdään vesikattotöitä valmistelevat työt (kuva 8).



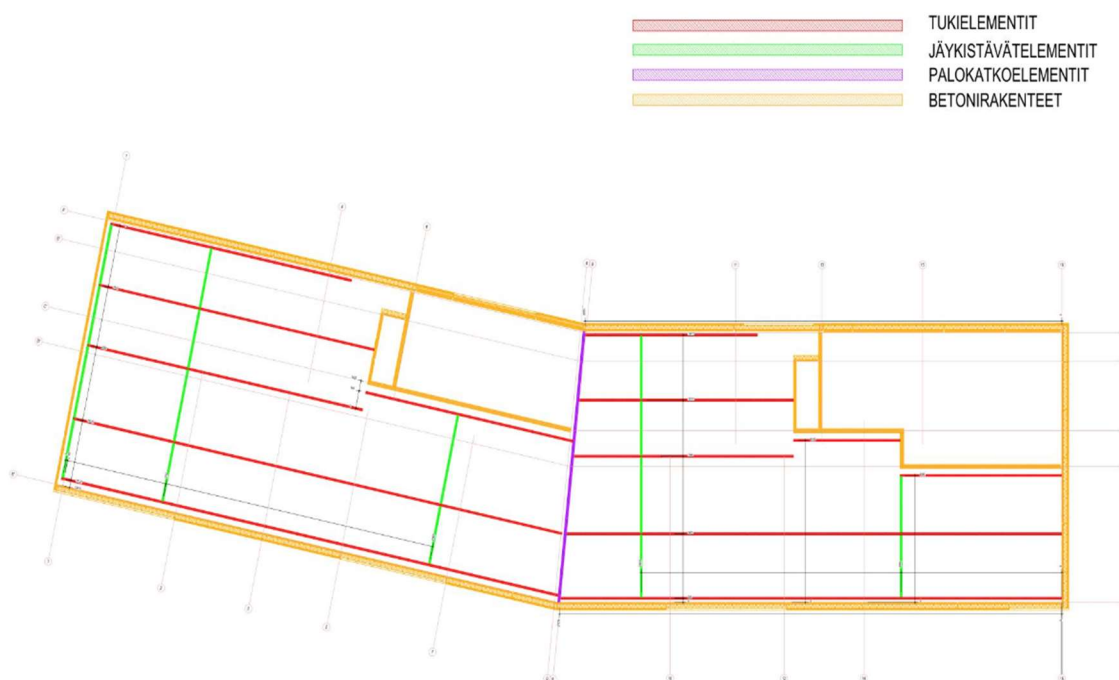
Kuva 8. Lähteen yläpohja valmiina vesikattotöiden aloitukselle (Helenius 2018).

Näihin edeltäviin töihin kuuluu.

- Ontelosaumojen ja läpivientien höyrynsulkukaistojen asennus
- Räystäiden pellitykset ja turvakaiteiden asennus
- Seinien lämmöneristys kylmänjohtumisen ehkäisemiseksi
- Betoniseinäelementtien lopullisten tukien asennus
- Tukiseinien sijaintien mitoitus ja pohjajuoksujen asennus.

4.3.3 Tukiseinien asennus

Tukiseinien saapuminen työmaalle on hyvä aikatauluttaa siten että ne saadaan nostettua kuljetuksesta suoraan ylös holville. Seinät nostetaan nostoihin tarkoitetuista kohdista liinoilla mahdollisimman lähelle lopullista sijoituspaikkaa. Lähteessä ensimmäisen lohkon vesikaton nostotyöt tehtiin erillisellä ajoneuvonosturilla, jotta runkotyöt viereisessä portaassa pääsi jatkumaan aikataulun mukaan.



Kuva 9. Lähteen tukiseinien sijoitus.

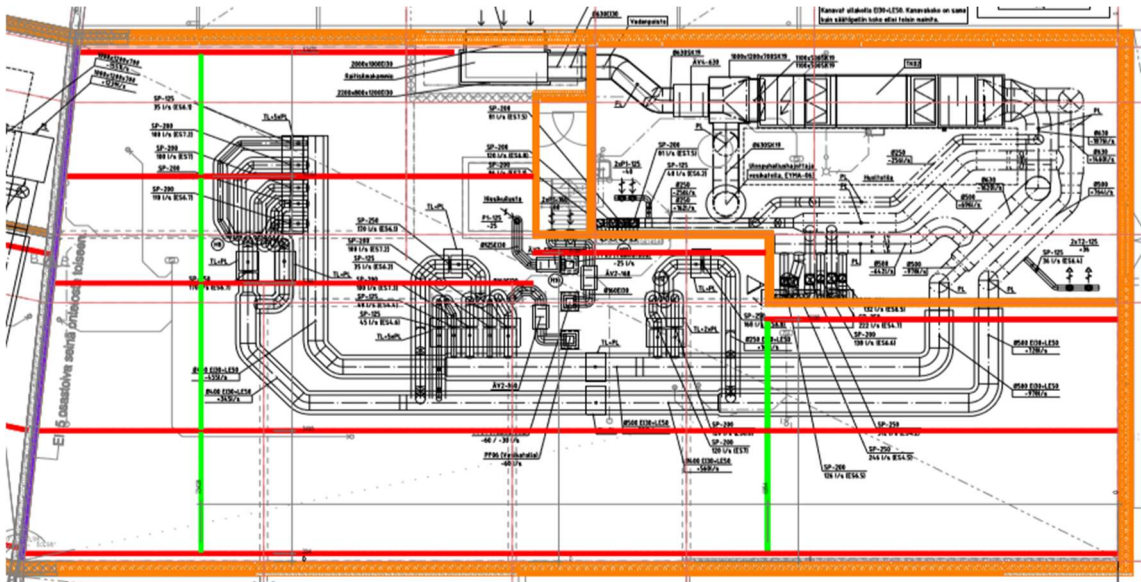
Seinien muovisuojat avataan sitä mukaa kun seiniä asennetaan paikalleen. Seinät nostetaan yksi kerrallaan valmiiksi tehtyjen pohjajuoksujen päälle. Tukiseinät mitoitetaan oikeaan korkoon kattoristikoiden tavoin korkopaloilla. Rungon suuntaan olevat seinät ovat kattoelementin tukilinjoja. Poikittain rungon suuntaan nähden olevat seinät ovat tuke-
massa ja korvaavat tukemiseen perinteisesti tarvittavat vinoreivat. Sidepuiden sijaan tehtävät tukiseinät vaikuttavat suuresti yläpohjaan jäävään vapaaseen tilaan, joka helpottaa seuraavia työvaiheita kuten IV-asennusta, lämmöneristystöitä ja ylipäättään kulkemista yläpohjassa. Tukiseinät ruuvataan kiinni toisiinsa ja holviin propattuihin pohjajuoksuihin. Väliaikaiseen tukemiseen asennuksen ajaksi käytetään metallisia asennustukia ja tarvittaessa myös laudoilla voidaan tukea seiniä asennuksen ajan. Vasta kattoelementtien asennuksen jälkeen väliaikaiset tuet voi ottaa pois.



Kuva 10. Tukiseinät lähes valmiina Lähteen ensimmäisessä lohossa (Salopelto 2018).

4.3.4 Kattoelementtien asennus

Ennen kattoelementtien asennusta nostetaan katteen alle jäävä talotekniikka ja muut materiaalit kuten IV-putket ja eristeet holville mahdollisimman kuvan 11 osoittamille oikeille paikoille, jotta vältetään tavaroiden siirtelyä ahtaassa yläpohjassa.



Kuva 11. Tukiseinä linjojen sijoittelu ilmanvaihtokanavat huomioiden.

Kattoelementit nostetaan järjestyksessä nosturilla, valmiina olevien tukiseinien päälle. Kattoelementtien nostoissa on huomioitava, että elementtejä nostetaan ainoastaan nostoa varten tarkoitetuista lenkeistä. Vesikattourakoitsijan työnjohtajan toiveena oli, että nosturissa olisi kamera, jotta asentajan ei tarvitsisi olla toisella kädellä kiinni radiopuhelimessa ja ohjata nostoa. Nostoketjut tulee kiinnittää jokaiseen ohjeissa määriteltyyn nostopisteeseen. Elementtien liikettä ja mahdollista tuulesta johtuvaa pyörimistä voidaan joutua ohjaamaan köydellä. [6.] Heti kun elementti on saatu nostettua paikalleen ja irti nosturista tukiseinien varaan, elementit ruuvataan ala- ja yläpuolelta kiinni tukiseiniin sekä naulataan toisiinsa kiinni sauman huulloksesta, josta vanerit asettuvat n. 50mm päällekkäin.



Kuva 12. Lähteen kattoelementtien nosto tukirakenteen päälle (Salopelto 2018).

4.3.5 Päällystys

Vesikattoelementit ovat saapuessaan työmaalle valmiilla aluskermi päällysteellä. Aluskermi on liimattu sekä mekaanisesti kiinnitetty puualustaan ruuvein ja aluslevyin. Heti elementtien asennuksen jälkeen, aluskermi käännetään elementtisauman yli ja kiinnitetään viereiseen elementtiin hitsaamalla. Aluskermi nostetaan myös räystäälle (Kuva 13), jonka jälkeen vesikatto on käytännössä vedenpitävä. Tämän jälkeen ennen pintakermin asennusta tehdään kattoon tulevat läpiviennin, kulkuluukut yms. Kun läpiviennit ja muut

mahdolliset reiät. joita on jouduttu kattoon tekemään, ovat valmiina, niin aluskerrin päälle ristikkäiseen suuntaan hitsataan pintakermi, joka tulee katon kallistuksen suuntaisesti.



Kuva 13. Lähteen vesikatto sekä räystäät valmiilla aluskermipinnalla (Salopelto 2018).

4.3.6 Aikataulu

Lähteen runkoaikataulussa (kuva 14) vesikattotyöt ajoittuvat alkavaksi heti rungon ylimmän holvin valun jälkeen. Vesikaton toteuttamisella tehdaselementein saadaan säästettyä paljon aikaa ja resursseja työmaalla ja päästään käynnistämään rakenteiden kuivastusta ja sisätyövaiheita huomattavasti aikaisemmin.

TEHTÄVÄ	Viikko 38					Viikko 39					Viikko 40				
	Ma 17.9.	Ti 18.9.	Ke 19.9.	To 20.9.	Pe 21.9.	Ma 24.9.	Ti 25.9.	Ke 26.9.	To 27.9.	Pe 28.9.	Ma 1.10.	Ti 2.10.	Ke 3.10.	To 4.10.	Pe 5.10.
VESIKATTO				A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Ylin holvin valu			AS												
Kattokivet + tuet				AVK	AVK										
Ontelot				AVK											
Pystysaumapumppaus					AVK										
IVKH lattian valu						IVKH									
Lattian pinnoitus											A	A			
IVKH laitteet															
Kermikaistat				AVK	AVK	AVK									
Räystäät							AVK	AVK	AVK						
Pohjajuoksut										AVK					
Seinäelementit											AVK				
IV+putki nostot												AVK			
Kattoelementit													AVK		
Pintakermit															

Kuva 14. As Oy Espoon Lähde, vesikattoaikataulu.

Vesikaton esivalmistelut alkoivat 20.9. Pohjatöihin varattiin aikaa yhteensä 6 työvuoroa. Tässä ajassa tehtiin ontelosaumojen sekä läpivientien vedeneristys kermillä, räystäään pellitykset sekä työaikainen turvakaide. Tämän jälkeen alkoi varsinainen vesikattotyö. Tukiseiniä mitoitus ja pohjajuoksujen asennus 1 työvuoro. Seinäelementtien asennus 1 työvuoro. Ohessa olevasta aikataulusta poiketen (IV+ putki) nostot ja kattoelementtien asennus sekä aluskermin kiinnitys elementtien saumoista saatiin tehtyä yhdessä työvuorossa. Tällä säästettiin yksi kokonainen työvuoro alkuperäiseen aikatauluun nähden. Alohkon vesikatto tuli käytännössä vesitiiviiksi yhdeksän työvuoroa ylimmän holvin valun jälkeen ja vesikatto saatiin pohjatöiden jälkeen suurimmaksi osaksi vesitiiviiksi kolmessa työvuorossa.

5 Vertailu

5.1 Välilliset kustannukset

Elementoidun vesikaton kustannustiedot pidetään tässä työssä salassa, joten vesikattotöiden ja materiaalien kustannustiedot jätetään pois julkaistavasta raportista. Enemmän eroja kustannuksissa eri vesikattorakenteiden välillä syntyy kuitenkin välillisistä kustannuksista, joita ei pidä unohtaa kun arvioidaan kannattavuutta. Vesikattotöistä riippuvat välilliset kustannukset koostuvat pääosin kosteudenhallinta- ja nosto kaluston käyttökustannuksista.

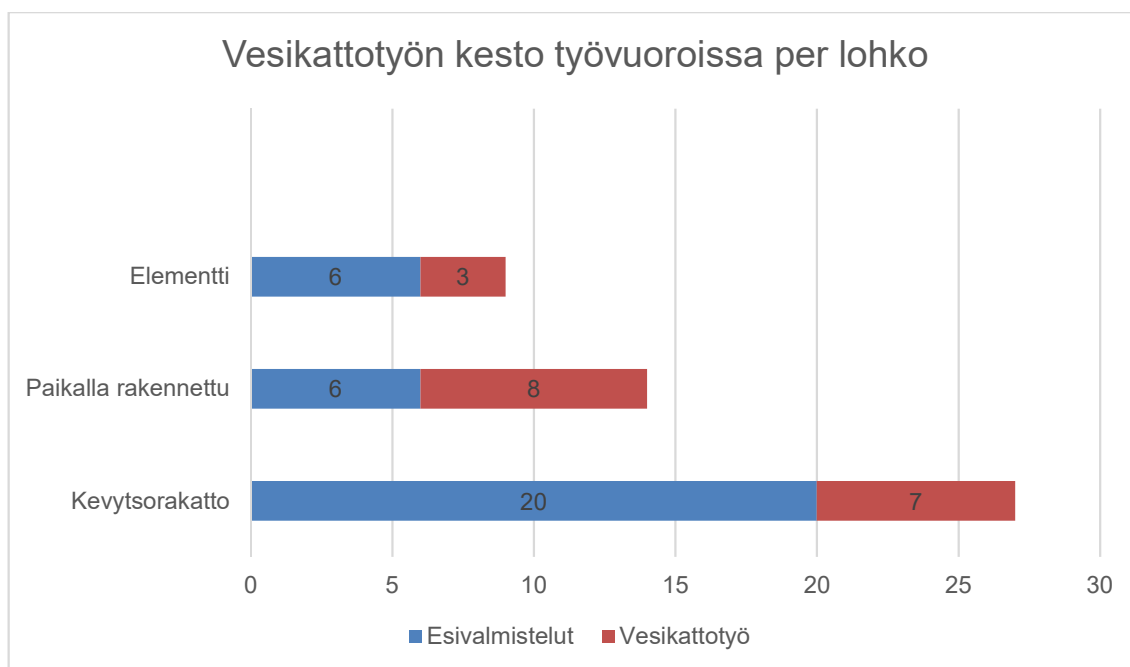
Kosteudenhallinnan kustannukset koostuvat materiaalien suojauksesta sekä kuivatuksesta. Suojaamiseen ja kuivatukseen hallintaan käytettyjen työtuntien lisäksi kosteudenpoistajien ja puhaltimien käytöstä aiheutuvat kustannukset ovat riippuvia vesikaton valmistumisesta. Kosteudenhallinnan kustannukset ovat riippuvia runkotyövaiheen aikaisista sääolosuhteista. Työmaapäällikkö Tom Heleniuksen asiantuntijalausannon perusteella, kevytsorakatteisessa kohteessa kuivatuksen kustannukset ovat noin 3 kertaiset elementti rakenteiseen verrattuna. Euroissa se tarkoittaa noin 10 000 euron säästöä.

Nostokaluston kustannukset koostuvat nosturin vuokrasta sekä kuljettajan palkasta. Nämä kustannukset kasvavat vesikattotyön keston mukaan koska toteutustavasta riippumatta nosturia tarvitaan kerrostalo kohteessa siihen asti, että vesikattotyöt saadaan päätökseen. Nosturi maksaa kohteesta riippuen noin 20 000 e/kk sisältäen kuskin

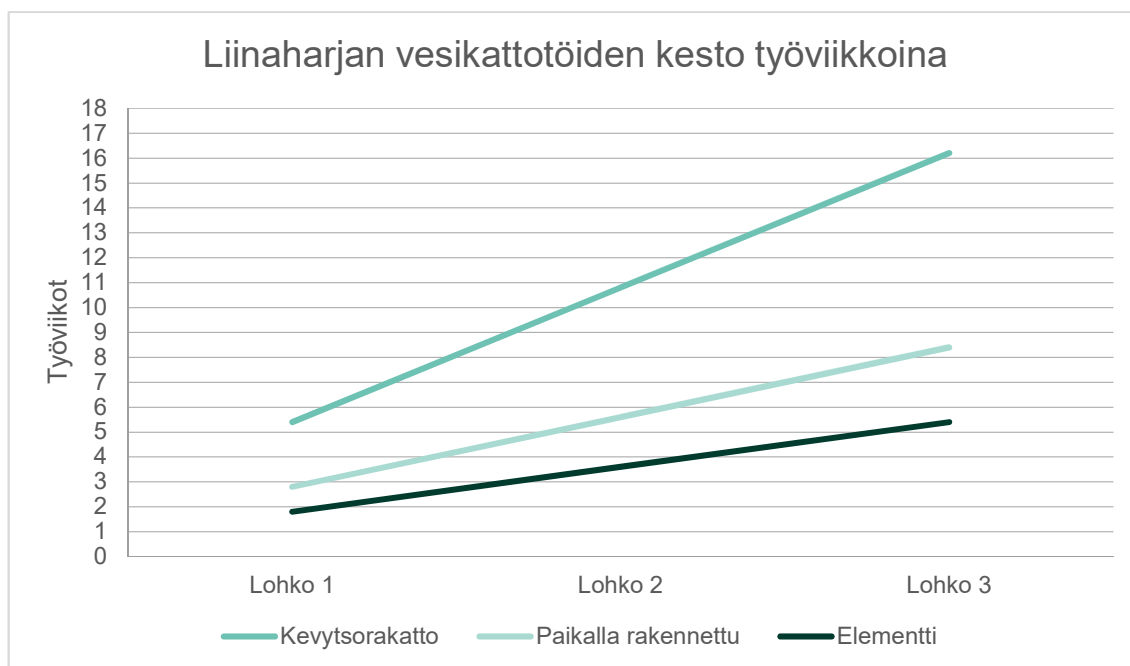
palkan. Kohteessa voidaan saavuttaa siis jopa 1000 euron säästö nosturin kustannuksissa jokaiselta päivältä, joka vesikattotyön aikataulussa säästetään.

5.2 Aikataulu

Taulukko 4. Yhden lohkon vesikattotöiden kesto arvio työvuoroissa holvin valusta aluskermin valmistumiseen.



Taulukko 5. Arvioitu kolme vesikatto lohkoa sisältävän kohteen vesikattotöiden yhteenlasketusta kestosta.



Työn keston karkeassa vertailussa elementein toteutettuna yksi vesikattolohko on vedenpitävä viisi työvuoroa eli yhden työviikon paikalla rakennettua ja 18 työvuoroa, eli kolme ja puoli työviikkoa kevytsorakattoa nopeammin.

Lähteen kahden 400m² vesikatto lohkon rakennusajassa säästettiin kaksi viikkoa paikallarakennettavaan ja seitsemän viikkoa kevytsorakattoon verrattaessa. Vastaavasti Liinaharjan kokoisessa kolmen 400m² lohkon vesikatossa aikaa säästy kolme viikkoa paikalla rakennettavaan ja noin kymmenen viikkoa kevytsorakattoon verrattuna.

5.3 Muut vaikutukset

Vesikaton saaminen nopeasti vedenpitäväksi vaikuttaa suoraan sisätöiden aloitukseen. Varsinaisen vesikattotyössä säästetyn ajan lisäksi aikaa säästetään myös sisätyövaiheessa. Sisätyöt päästään aloittamaan viikkoja aikaisemmin ja rakenteita saadaan kuivaksi nopeammin. Esimerkiksi Liinaharjan kohteessa laminaattiasennus saatiin tehtyä jokaiseen 119 asuntoon aikataulun mukaisesti, yhtä muista syistä kosteampaa lattiaa lukuun ottamatta. Tämän omalta osaltaan mahdollisesti nopea vesikaton vedenpitävyys, jonka ansiosta betonilattioille jäi riittävästi aikaa kuivumiseen eikä ontelokuivaimia suurempia kuivatusjärjestelmiä tarvittu.

Elementoituna vesikaton rakennus on varmempaa ja mahdollisia rakennusaikaisia muutujia on huomattavasti vähemmän. Elementtirakenne helpottaa työnjohdon tekemistä ja työmaan organisointia. Kohteen runkoaikataulun varmistumisen jälkeen voidaan tehtaalla kanssa sopia vesikattoaikataulu, joka on vakioitu ja siihen voi luottaa. Paikalla rakentaen ja kevytsorakattoa tehdessä työt voivat viivästyä resurssipulan tai muiden työmaasta riippumattomien syiden vuoksi useilla päivillä. Elementtitehtaan kanssa aikataulusta voidaan sopia jo kuukausia aikaisemmin, jolloin voidaan olla jo lähestulkoon päivälleen varmoja vesikaton vedenpitävyydestä.

Suurena etuna kevytsorakattoon nähden on katon huollettavuus ja tarkastettavuus. Yläpohjatila on helppo kulkuinen ja avoin tila, jossa vesikatto ja tekniikka on helposti tarkastettavissa ja mahdolliset vuotokohdat on helppo paikantaa. Kevytsorakatossa suurin osa rakenteista menee piiloon niin että ongelmat huomataan yleensä vasta kun rakenteet ovat ehtineet kastua ja korjaus vaatii usein suuria purkutöitä.

Vesikaton rakentaminen tehdas olosuhteissa edistää työturvallisuutta. Vesikattotyö on vaarallista työtä ja usein tapaturmat ovat vakavia esineiden tai ihmisen putoamisesta johtuvia. Suurin osa työstä tehdään tehtaalla ja olosuhteet ovat aivan eri luokkaa kuin katolla työskenneltäessä. Työtä ei tarvitse tehdä riskialttiissa olosuhteissa säälle ja työmaan vaaroille alttiina kuin muutaman päivän asennus vaiheessa.

Tehtaalla tehdessä rakenteet ovat aina laadultaan yhdenmukaisia ja mittatarkempia kuin ylhäällä katolla käsin tehtäessä, jolloin myös virhemarginaali pienenee ja katon toimivuus halutulla tavalla on varmempaa. Materiaalit ovat suojattuja ja tulevat tehdasolosuhteista työmaalle eivätkä joudu ylimääräisen sään tai muun työmaalla mahdollisen ylimääräisen rasituksen alaiseksi. Tämä mahdollistaa kestävämmän ja laadukkaamman lopputuloksen.

6 Yhteenveto

Yrityksellä ei ole aikaisempaa kokemusta vesikattojen elementoinnista. Tähän on syynä välittömät kustannukset, jotka ovat perinteisiä rakennus tapoja korkeammalla. Mutta kun otetaan huomioon työmaan resurssit, kosteudenhallinta, sisätyövaiheiden aloitus yms. niin kustannuksissa ei säästetä perinteisiin tapoihin verrattaessa pidemmällä tähtäimellä yhtään vaan päinvastoin. Opinnäytetyössä saatujen kokemusten perusteella on vaikea

sanoa elementein rakennetusta vesikatosta mitään huonoa, kun verrataan perinteisempiin kattotyyppeihin. Vesikaton rakentaminen elementein tällä tavalla on vielä harvinaista ja vaikka se on erittäin toimiva rakenne jo nyt, niin sitä kehitetään yhdessä työmaan ja tehtaan kanssa vieläkin toimivammaksi paketiksi. Kun otetaan huomioon vielä positiiviset vaikutukset työturvallisuuteen, rakenteiden laatuun ja aikatauluun niin ei ole vaikea olla sitä mieltä, että vesikaton rakentaminen elementein on ollut paras vaihtoehto Perkaan kohteissa.

Lähteet

- 1 Leca kevytsorakatto työohje <<https://www.e-weber.fi/lecar-sora/neuvoja-ja-ohjeita/lecar-kevytsorakatto-tyoeohje.html>> Luettu 31.8.2018
- 2 Rakennustieto Oy. 2005. Loivat bitumikermikatot. RT 85-10851.
- 3 Toimivat katot 2007 <http://www.kattoliitto.fi/files/238/Toimivat_Katot_07.pdf> Luettu 31.8.2018
- 4 Rakentamisen kosteudenhallinta <<http://www.kosteudenhallinta.fi/index.php/fi/rakenteet/ylaepohjat-ja-vesikatto/kevytsorakatto>> Luettu 14.9.2018
- 5 Rakennustieto Oy. 2010. Yläpohjarakenteita. RT 83-11010.
- 6 Rakennustieto Oy. 2014. Puuelementtirakentaminen väli- ja yläpohjaelementit. Ratu 0436.
- 7 Terveelliset tilat <<http://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Kunnossapito-ja-korjaaminen/Vesikatto-ja-ylapohja>> Luettu 21.9.2018
- 8 Rakennustieto Oy. 2015. Lämmöneristys. Menekit ja menetelmät. Ratu 0437.
- 9 Rakennustieto Oy. 2010. Rakentamisen tuotantotekniikka. Ratu KI-6020.
- 10 Kerabit rakennetyypit ja detaljit <<https://www.kerabit.fi/ohjeet/rakennekuvat>> Luettu 27.9.2018
- 11 Rakennustieto Oy. 2007. Jyrkät bitumikermikatot. RT 85-10894.
- 12 Sepa Oy. NR-rakenteiden asennus- ja käsittelyohjeet <http://www.sepa.fi/uploads/pdf/ply_nrohjeet_uusi.pdf> Luettu 6.10.2018
- 13 Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta 26.3.2009/205 <<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2009/20090205#L5P21>> Luettu 9.10.2018
- 14 Finanssiala ry, Tulityöt turvallisuusohje <http://www.finanssiala.fi/vahingontorjunta/dokumentit/Tulityot_turvallisuusohje.pdf> Luettu 11.10.2018
- 15 Rakennustieto Oy. 2017. Vesikaton kaltevuudet, katteen valinta. RT 85-11253.
- 16 Rakennustieto Oy. 2014. Puurunkorakentaminen, vesikattorakenteet. Ratu 0423.
- 17 Bonava Suomi Oy:n verkkosivut. www.bonava.fi. (Luettu 04.10.2018)

- 18 Haastattelu, Tom Helenius 5.11
- 19 Haastattelu, Juhani Honkanen 5.11