

Jussi Käyhkö

Maassa rakennettu vesikatto

Opinnäytetyö

Syksy 2018

SeAMK Tekniikka

Rakennusalan työnjohdon tutkinto-ohjelma

SeAMK 

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikan yksikkö

Tutkinto-ohjelma: Rakennusalan työnjohto

Tekijä: Jussi Käyhkö

Työn nimi: Maassa rakennettu vesikatto

Ohjaaja: Olli Isopahkala

Vuosi: 2018

Sivumäärä: 34

Liitteiden lukumäärä: 0

Tämän opinnäytetyön toimeksiantajana on Rakennusliike M.Mäkinen Oy. Tässä työssä tutkitaan maassa rakennetun vesikaton kannattavuutta. Kannattavuutta pohditaan työturvallisuuden, kustannushallinnan, aikataulutuksen ja kosteudenhallinnan ehdoin.

Tutkimuksen kohteena on Keuruun kaupungin rakennuttama koulurakennus, joka tehtiin puretun koulun tilalle. Vanha koulurakennus oli kosteusvaurioitunut purkukuntoiseksi. Kohde sai valtion erityisavustusta noin 12 % kokonaiskustannuksista. Hanke toteutettiin KVR-urakkana vuonna 2015.

Tässä työssä esitellään yleisimpiä Suomessa käytettyjä vesikattorakennusratkaisuja sekä niiden vaatimuksia. Vesikattotyön suunnittelua ja valmistelua käsitellään erityisesti maassa rakentamisen ehdoin, mutta yleisesti huomioitavat asiat soveltuvat myös perinteiseen paikalla rakentamisen suunnitteluun. Työhön on koottu yksityiskohtaisesti kohderakennuksen kaikki vesikaton rakentamiseen kuuluvat työvaiheet sekä niiden hyödyt ja haitat.

Tutkielman lopputulemana voidaan todeta, että maassa rakennettu vesikaton on kannattava rakentamistapa sekä kyseisessä kohteessa että vastaavan kaltaisissa kohteissa. Lopputulosta tukee muun muassa kasvava työturvallisuuden tärkeyden korostaminen. Maassa rakennetulla vesikatolla saadaan huomattavia työturvallisuusetuja. Elementtirakentamisen etuina on lisäksi kosteudenhallinnan helpottuminen, aikataulun lyheneminen sekä työergonomia.

Avainsanat: Vesikatot, työturvallisuus, ajanhallinta, rakennustuotanto

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Technology

Degree programme: Construction Site Management

Author: Jussi Käyhkö

Title of thesis: A roof built on the ground

Supervisor: Olli Isopahkala

Year: 2018 Number of pages: 34 Number of appendices: 0

The subject of the thesis was to find out the benefits of a roof built on the ground. The customer of the analysis was Rakennusliike M.Mäkinen Oy.

Profitability for this construction method was specified in the terms of work safety, timetable and moisture control. The object of the thesis was a schoolhouse completed in 2015. Because the old school was mouldy, the city government of Keuruu decided to construct a new one.

For the study the most common requirements for roofs were collected. The planning and the preparation of the roof work were studied with conditions especially for the roof work on the ground. General points would also be applicable for the traditional roof work planning. The thesis presented the stages of roof work in detail as well as the advantages and the disadvantages of the building method.

The outcome of the study was that a roof built on the ground would be a profitable method. Especially the increasing importance of work safety would make this method profitable. On top of that, this method would shorten the construction time, improve ergonomics and make moisture controlling easier.

Keywords: A roof, work safety, time management, construction industry

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	1
Thesis abstract.....	2
SISÄLTÖ.....	3
Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo.....	4
Käytetyt termit ja lyhenteet.....	5
1 JOHDANTO.....	7
2 VESIKATOT YLEISESTI.....	8
2.1 Vesikattorakenteiden kehitys.....	8
2.2 Vesikattorakenteiden vaatimukset.....	8
2.3 Vesikattorakenteissa yleisesti käytetyt rakennusmateriaalit.....	9
2.4 Vesikattorakenteiden alusrakenteet.....	11
2.5 Vesikattorakenteiden yleiset huoltotoimenpiteet.....	12
3 VESIKATTORAKENTAMISEN SUUNNITTELU JA VALMISTELU.....	14
3.1 Aluesuunnitelma.....	14
3.2 Aikataulu.....	15
3.3 Kustannukset.....	17
3.4 Työturvallisuus.....	17
3.5 Kosteudenhallinta.....	20
4 VESIKATTOTÖIDEN TOTEUTUS KOHTEESSA.....	22
4.1 Jukojärven alakoulu.....	22
4.2 Valmistelevat työvaiheet.....	22
4.3 Kattoelementtien rakentaminen.....	25
4.4 Kattoelementtien nosto- ja asennustyö.....	28
4.5 Ongelmakohdat.....	29
4.6 Saavutetut hyödyt.....	30
5 POHDINTA.....	32
LÄHTEET.....	33

Kuva-, kuvio- ja taulukkoluettelo

Kuva 1. Jukojärven uusi ala-asteen koulurakennus.....	22
Kuva 2. Elementtien rakentamisalueena tasainen kivituhkakenttä.....	23
Kuva 3. Alustana käytetyt parrut.....	23
Kuva 4. Ensimmäisen ja toisen elementin ristikoiden koonti valmiina.....	27
Kuva 5. Elementtien asennus jakautui kahdelle työvuorolle.....	29
Kuva 6. Elementistä puuttuu aluskermi.....	30
Kuvio 1. Tiilikaton rakenne.....	9
Kuvio 2. Bitumikermikaton rakenne.....	10
Kuvio 3. Konesaumapeltikaton rakenne.....	10
Kuvio 4. Muotolevykaton rakenne.....	10
Kuvio 5. Jukojärven koulun asemapiirros.....	14
Kuvio 6. Jukojärven koulun työmaa-aluesuunnitelma.....	15
Kuvio 7. Jukojärven koulun rakentamisvaihteen aikataulu.....	16
Kuvio 8. Kosteusriskien kartoituksen vaiheet.....	20
Taulukko 1. Puualustojen minimivahvuudet.....	11
Taulukko 2. Vesikaton kustannuslaskelma.....	17
Taulukko 3. Riskien arviointitaulukko.....	18

Käytetyt termit ja lyhenteet

Alapäärre	Kattoristikon alin palkki, joka kiinnitetään kantavan rakenteen päälle.
Höyrynsulku	Rakennekerros, jolla estetään sisätilojen vesihöyryn siirtyminen kylmiin rakenteisiin.
Höyrynsulkuluokitus	Luokitus valitaan rakennuksen yläpohjarakenteen, tuuletuvuuden ja kosteusrasituksen mukaan.
Kurottaja	Tavaran siirtoon tarkoitettu työkone, jolla voidaan tehdä etukuormaajan kaltaisia siirtoja mutta pidemmällä ulottuvuudella. Koneeseen liitettävissä henkilökori.
Kutistumissauma	Valuvaiheessa betonilaatta katkaistaan saumalla tai kovetuneeseen betoniin sahataan ura. Kutistumissauma sallii kulman muutoksen ja avautumisen.
KVR-urakka	Kokonaisvastuu-urakka, pääurakoitsija suunnittelee ja toteuttaa rakennushankkeen.
Käyttöikätaavoite	Rakenteen tai rakennuksen valmistumisen jälkeinen aika, jonka rakenteen tulisi säilyä käyttökelpoisena asianmukaisesti huollettuna.
Maakairaus	Maaperäntutkimus menetelmä.
RAM	Rakennusammattimies.
RM	Rakennusmies.
Rasitusluokka	Luokka määräytyy yhden tai useamman ympäristön olosuhteen aiheuttaman kuormituksen mukaan.
Tahdistava työvaihe	Työvaihe, jonka suunnitelman mukainen eteneminen on kriittinen yleisaikataulun toteutumiselle.

Tarrain	Putoamissuojavaruste, joka tulee kiinnityspisteen ja valjaiden välille.
TT-laatta	Esijännitetty teräsbetonielementti.
TV	Työvuoro.
Vaaitus	Geodeettinen maaston korkeuserojen mittausmenetelmä.
Yläjuoksu	Puisen seinärungon ylin vaakarakenne.
Yläpohja	Rakennuksen kattorakenne sisäkatosta vesikatteeseen.

1 JOHDANTO

Vuonna 2014 Keuruun kaupunki päätti rakennuttaa uuden Jukojärven alakoulun vanhan rakennuksen tilalle. Päätösprosessissa korostettiin sekä rakennuksen sisätilojen muunneltavuutta että rakennuksen siirrettävyyttä toiselle rakennuspaikalle. Myöhemmin samana vuonna opetus- ja kulttuuriministeriö myönsi Keuruun kaupungille sisäilma- ja kosteusvauriorakennuksiin kohdistettavan erityisavustuksen. Hanke toteutettiin KVR-urakkana. Hankkeen kokonaiskustannus arvio oli 2,25 milj. euroa, johon myönnettiin 0,28 milj. euroa avustusta. (Keuruun kaupunki 2014, 15.)

Rakennusliike M.Mäkinen Oy toimi koulukohteen pääurakoitsijana ja tämän opinäytetyön toimeksiantajana. Yrityksellä työskentelee kymmenkunta rakennusalan ammattilaista. Heidän laadukas työnjälkensä on nähtävillä muun muassa Keuruun Punaportintien kerrostaloissa ja Haapamäen hakelämpölaitoksessa. Työn laadusta ja asiakastyytyväisyydestä kertoo myös yrityksen saama Keurusseudun arvostetuin rakennussuoritus 2013. (Rakennusliike M.Mäkinen, [Viitattu 26.10.2018].)

Tutkimuksen tavoitteena on tutkia maassa rakennetun vesikaton kannattavuutta huomioiden työturvallisuus, kosteudenhallinta, kustannukset ja yleisaikataulu. Tehdävänä on tutkia elementtirakentamisen myötä tulevia hyötyjä ja haittoja, sekä koota tietoja yleisimmistä vesikattorakenteiden vaatimuksista. Työssä tulisi myös esittää vesikaton rakentamisen suunnittelun perusteita ja verrata niitä kohdehankkeeseen.

Onnistunut rakennushanke sisältää turvallisen työympäristön, budjetissa ja aikataulussa pysymisen kestäväen kehityksen ehdoin. Hankkeen suunnitteluun tulisi varatta riittävästi resursseja ja aikaa. (Talonrakennusteollisuus ry 2014.)

Rakennusvaiheena vesikattotyöt ovat merkittävässä roolissa koko hankkeen onnistumiselle. Korkealla oleva työvaihe sisältää aina kohtalaisia riskejä, jotka tulisi minimoida mahdollisimman hyvin. Vesikattotyö on tahdistava työvaihe, mikä vaikuttaa hankeaikataulun toteutumiseen, ja kustannushallinta edellyttää aikataulun toteutumista. Kestäväen kehityksen toteutumisen kannalta onnistunut vesikattotyö on yksi tärkeimmistä tekijöistä. (Suomen ympäristöopisto 2014, 5-12.)

2 VESIKATOT YLEISESTI

2.1 Vesikattorakenteiden kehitys

Vesikatto on erittäin tärkeä osa rakennuksen kokonaisuudesta, sillä vuotavan katon alla olevat rakenteet altistuvat epätarkoituksenmukaisiin olosuhteisiin. Suomen sääolosuhteissa veden, lumen ja jään ulkona pitäminen on ollut aina haaste. (Sisäilmäyhdistys ry, [Viitattu 28.10.2018].)

Vuosisatojen aikana rakennuksen seinärakenteeksi on yleensä käytetty puuta, mutta vesikatemateriaalit ovat vaihtuneet tuohesta pärekattoon, päreistä tiilikattoon ja tiilistä huopakattoon. Nykyaikaisia kattorakenteita ovat tasakatot ja niiden myötä tulleet tuulettumattomat yläpohjarakenteet. (Kaila, Pietarila & Tomminen 1987, 86-109.)

Rossvall (2018) kirjoittaa että tulevaisuudessa kaavaillaan entistä enemmän viherkattojen hyödyntämistä kaupunkialueilla, sillä viherkatoilla saadaan hillittyä hulevesien ja rankkasateiden aiheuttamia tulvia kaduilla. Viherkattojen rakenteilla pystytään hidastamaan ja pienentämään sadevesien valumista kaduille.

Vesikattojen pitävyyteen on tullut lisää riskitekijöitä lisääntyneiden läpivientien tarpeen vuoksi, koska talotekniikkaa uusitaan ja lisätään yhä enemmän. (Helsingin kaupunki, [Viitattu 26.10.2018].)

2.2 Vesikattorakenteiden vaatimukset

Rakennuksen määritetyllä käyttöikätaavoitteella on oleellinen merkitys katon suunnittelussa, kun suunnitellaan yläpohjan rakenne ja siinä käytettävät materiaalit sekä vesikaton yksityiskohdat. Vesikatteen käyttöikätaavoite tulisi aina olla vähintään 50 vuotta. Yläpohjarakenteen taavoite on yleensä 25-50 vuotta. (Toimivat Katot 2013, 8.)

Vesikaton on estettävä sadeveden, lumen ja sulamisveden tunkeutuminen kattorakenteisiin, seiniin ja sisätiloihin. Katto on suunniteltava ja rakennettava siten, että vesi poistuu katolta suunnitellulla tavalla rakennusta vahingoittamatta. Vesikatolla on oltava katteelle sopiva kaltevuus ja riittävä tiiviys veden poisjohtamiseksi. Katteen on kestävä ilmastorasitukset, lumen ja jään aiheuttamat rasitukset sekä huoltotoimenpiteiden vaatima liikkuminen katolla. (RT RakMK-21099 1998, 9.)

Vesikattorakenteet on suunniteltava ja rakennettava siten, että niiden olennaiset tekniset vaatimukset täytetään ja voidaan tavanomaisella kunnossapidolla säilyttää suunnitellun käyttöajan ajan. Vesikattorakenteisiin käytettävien aineiden ja tuotteiden tulee täyttää käyttö- ja huoltoturvallisuuden ja työterveyden vaatimukset. Pääsy ja vesikatolle järjestetään rakennuksen sisäpuolitse, ulkopuolitse tai tarvittaessa molemmilla tavoilla. (RT 14-11016 2010, 116.)

2.3 Vesikattorakenteissa yleisesti käytetyt rakennusmateriaalit

Nykyisissä kattorakenteissa yleisimmät katemateriaalit ovat tiilestä (Kuvio 1.), bitumikermistä (Kuvio 2.), pellistä (Kuvio 3.) tai erilaisista muotolevykatteista (Kuvio 4.). Vesikatteen alusta tehdään yleensä joko puusta tai vanerista, mutta myös lämmöneristeet voivat olla vesikatteen alusrakenteena. (RT83-11010 2010.)

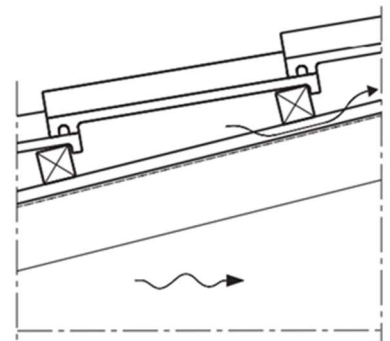
RT YP 001

Tiilikate

22 mm Kattotiilet rakennusolosuhteen mukaan
Ruoteet rakennusuunnitelman mukaan
Korokerimat 22 x 50...100 / tuulettuva ilmväli
Aluskate
Kattokannattajat ja tuulettuva ilmatila (vähintään 100 mm) rakennusuunnitelman mukaan

Ohjeet: Vesikate soveltuu vaihtoehdoksi ohjekortissa esitettyihin rakennustyyppisiin, kun vesikaton kaltevuus on vähintään 1:4.

Ks. myös taulukko 1.



Kuvio 1. Tiilikaton rakenne (RT 83-11010 2010).

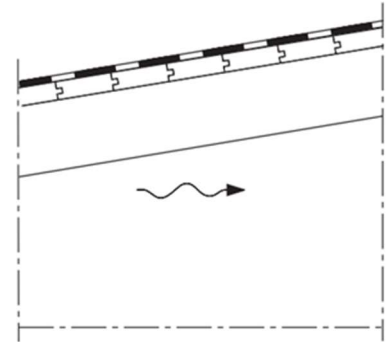
RT YP 003

Bitumikermikate

20 mm Bitumikermikate rakennusselostuksen mukaan
Raakaponttilaudoitus rakennesuunnitelman mukaan
Kattokannattajat ja tuulettuva ilmatila (vähintään 100 mm) rakennesuunnitelman mukaan

Ohjeet: Bitumikermikate soveltuu vaihtoehdoksi ohjekortissa esitettyihin rakennetyyppeihin. Kermien laatu ja määrä suunnitellaan vesikaton kaltevuuden mukaan.

Ks. myös taulukko 1.



Kuvio 2. Bitumikermikaton rakenne (RT 83-11010 2010).

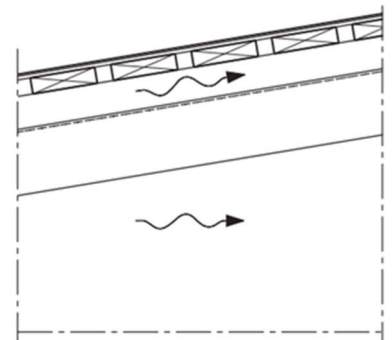
RT YP 004

Konesaumattu peltikate

5 mm Konesaumattu peltikate rakennusselostuksen mukaan, 2-kertaiset tiivistetyt saumat
Vaimennuskaista (5 x 50...100), peltirivien keskellä
Ruodelaudoitus rakennesuunnitelman mukaan
50 mm Korokerimat (50 x 50) kattokannattajien kohdalla / tuulettuva ilmaväli
Aluskate
Kattokannattajat ja tuulettuva ilmatila (vähintään 100 mm) rakennesuunnitelman mukaan

Ohjeet: Konesaumattu peltikate soveltuu vaihtoehdoksi ohjekortissa esitettyihin rakennetyyppeihin, kun vesikaton kaltevuus on vähintään 1:6.

Ks. myös taulukko 1.



Kuvio 3. Konesaumapeltikaton rakenne (RT 83-11010 2010).

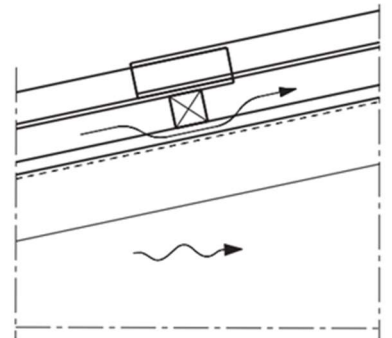
RT YP 002

Muotolevykate

22 mm Muotolevykate rakennusselostuksen mukaan
Ruoteet rakennesuunnitelman mukaan
Korokerimat (22 x 50...100) kattokannattajien kohdalla / tuulettuva ilmaväli
Aluskate
Kattokannattajat ja tuulettuva ilmatila (vähintään 100 mm) rakennesuunnitelman mukaan

Ohjeet: Muotolevykate voi olla esimerkiksi kuitusementti- tai teräspoimulevy. Kate soveltuu vaihtoehdoksi ohjekortissa esitettyihin rakennetyyppeihin, joissa vesikaton kaltevuus on valitun kateen vaatimusten mukainen.

Ks. myös taulukko 1.



Kuvio 4. Muotolevykaton rakenne (RT 83-11010 2010).

Vesikaton kantavat rakenteet voidaan jakaa ristikkorakenteisiin ja loiviin rakenteisiin. Ristikkorakenteissa höyrynsululla ei yleensä ole kiinteää alustaa, kun taas loivissa rakenteissa yleensä on kiinteä alusta höyrynsululle. Ristikkorakenteissa voidaan käyttää puuta tai terästä materiaalina. (Toimivat Katot 2013, 15.)

Betoninen yläpohja voidaan tehdä paikalla valamalla tai elementeistä. Yleisimmät elementtirakenteet ovat ontelo- ja TT-laatat. Paksu bituminen höyrynsulku on yleensä luotettavampi kuin ohut höyrynsulkumuovi betonirakenteissa. (Toimivat Katot 2013, 16.)

Kantava rakenne voidaan myös toteuttaa profiilipellillä. Profiili on epätasainen alusta, joten se vaatii tasaavan kerroksen ennen höyrynsulun asennusta. Tasauserros suositellaan tehtäväksi riittävän lujasta rakennuslevystä, esim. 15mm vanerista. (Toimivat Katot 2013, 16.)

2.4 Vesikattorakenteiden alusrakenteet

Alusrakenteen tulee olla tasainen, kiinteä ja riittävän jäykkä, jotta katolle ei synny painaumia. Katon kaltevuuden mukaan valitaan käytettävä eristyskermi, jotta tiiviys vaatimukset täyttyvät. Alusmateriaalia valittaessa on otettava huomioon höyrynsulkukuukitus, tuuletuksen tarpeellisuus sekä rakenteen kokonaisuus. (Toimivat Katot 2013, 22.)

Puinen alusta tulee olla notkumaton. Loivilla katoilla tuuletusväliä on vähintään 200 mm. Alusta voidaan tehdä laudasta tai puulevystä Taulukko 1:n mukaisin ehdoin. (Toimivat Katot 2013, 22.)

Taulukko 1. Puualustojen minimivahvuudet (Toimivat Katot 2013, 23).

Tukiväli k/mm	Raakaponttilaudan paksuus mm	Vanerin paksuus mm
600	20	15
900	23	15
1200	28	19
Lumikuorma 2,0 kN/m ² , pistekuorma 1,0 kN		

Betoninen alusta voidaan tehdä kevytbetonista, betonista tai kevytsorabetonista. Tasoitetun pinnan tulee vastata vähintään puuhierrettyä betonipintaa. Betonialusta vaatii yleensä 10-20 m välein kutistumissaumoja. Kevytsora-alustalle voidaan valaa betonilaatta tai asentaa kevytsorabetonilaatat tasauserrokseksi vedeneristeelle. (Toimivat Katot 2013, 22-23.)

Lämmöneristyslevyalustat toimivat myös kuormia siirtävänä rakenteena. Eristeille on olemassa kolme eri rasisitusluokkaa:

- R2: normaali (tavanomaiset asuin- ja toimistotilat)
- R3: raskas (tavanomaiset teollisuustilat)
- R4: erittäin raskas (poikkeuksellisen raskaiden olosuhteiden kuormittamia teollisuustiloja).

R4-luokan puristuslujuuden vaatimukset mitoitetaan tapauskohtaisesti, alempien luokkien arvot ovat taulukkotietoina. Materiaaleina voidaan käyttää mineraalivillalevyjä, EPS-eristeitä, XPS-eristeitä, polyuretaanilevyjä sekä solulasilevyjä. (Toimivat Katot 2013, 23-26.)

2.5 Vesikattorakenteiden yleiset huoltotoimenpiteet

Vesikattojen tarkastuksessa tulisi käydä läpi ja tarkastaa vähintään seuraavat asiat:

- katteen eheys ja tasalaatuisuus
- tiilien eheys ja stabiilius
- kermisaumojen ja ylösnostojen eheys
- alusrakenteiden vuotokohtia tai vesipusseja
- tuuletuksen toimivuus
- räystäiden tuuletusrakojen aukinaisuus
- katon stabiilius
- veden lammikoituminen
- läpivientien ja kattoluukkujen eheys
- vedenpoiston asianmukainen toimivuus
- pellitysten, kiinnikkeiden, saumojen ja tiivistysten virheettömyys
- kattoturvatuotteiden kiinnitykset
- roskasihdit.

Huoltotoimenpiteissä vähäiset korjaustoimenpiteet voi tehdä omatoimisesti, kuten peltikatteen löystyneiden kiinnikkeiden uusiminen. Huoltotoimenpiteet:

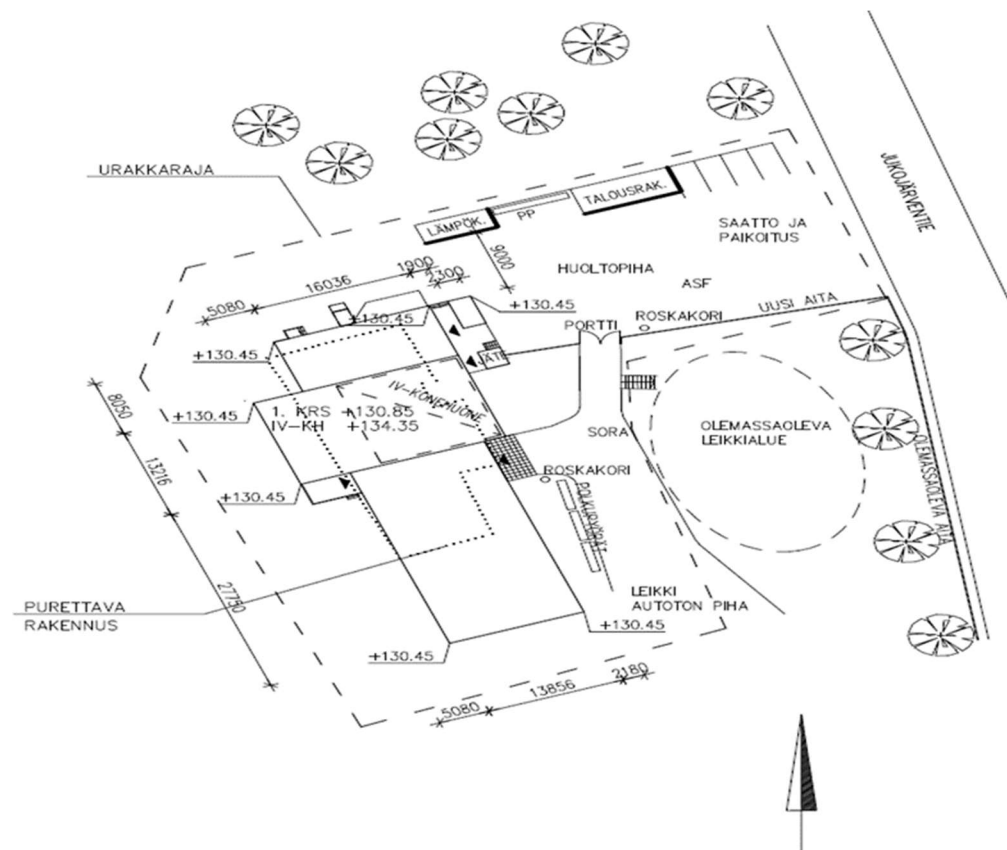
- Poista katolta, vesikouruista ja roskasihdeistä roskat.
- Puhdista kattokaivot ja lisäroskasihdit.
- Pese tiilikatto tarvittaessa.
- Tarkasta ja kiristä läpivientitiivisteiden kiristyspannat.
- Poista katolla ja kouruissa oleva kasvillisuus.
- Poista lumi ja jää vesikatetta varoen.
- Huollata katemateriaali valmistajan ohjeiden mukaisesti. (Kattoliitto ry. 2016a; 2016b; 2016c.)

3 VESIKATTORAKENTAMISEN SUUNNITTELU JA VALMISTELU

3.1 Aluesuunnitelma

Työmaan aluesuunnitelma on tärkeä osa tuotannosuunnittelua. Jo urakkalaskentavaiheessa tulee suunnitella alustava alueenkäyttö, kun valitaan hankkeen toteutustavat. Työmaan perustaminen alkaa aluesuunnitelman mukaisesti, ja sitä päivitetään tarvittaessa rakentamisvaiheiden edetessä. Aluesuunnitelma on myös merkittävä osa työturvallisuutta. Selkeä ja päivitetty aluesuunnitelma edistää töiden sujuvuutta ja turvallisuutta. (Ratu C2-0299 2007, 1.)

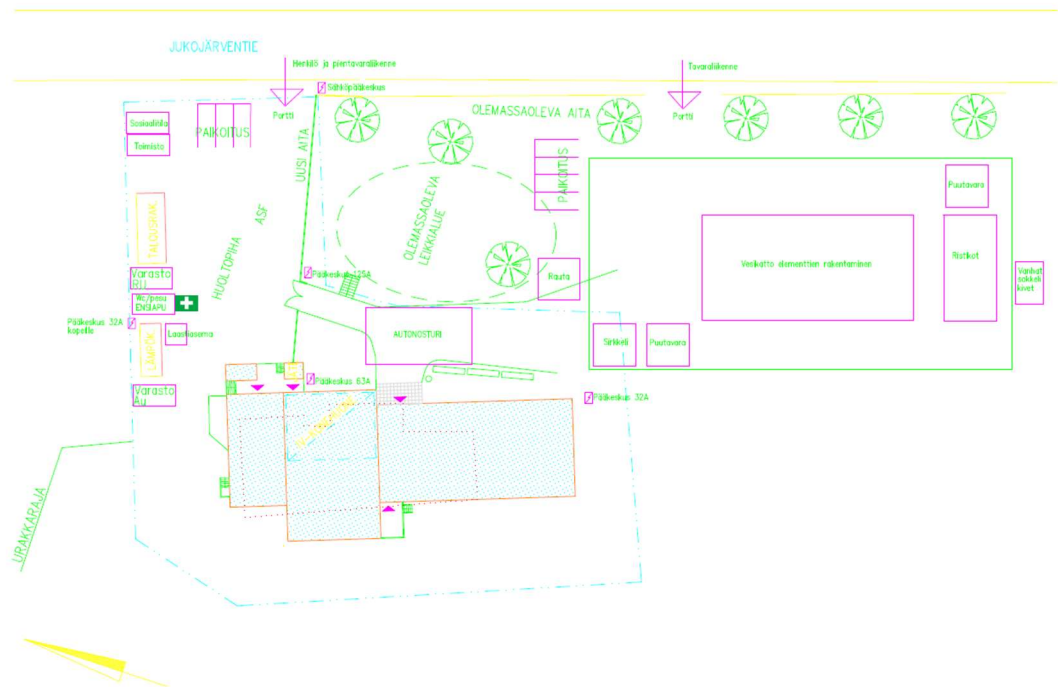
Vesikaton rakentamisen suunnittelua ohjaa työmaan käytettävissä oleva alue. Kun vesikatto rakennetaan elementteinä maassa, työskentely vaatii laajan ja riittävän tasaisen alueen. Elementtien nostotöissä käytettävä nosturi tarvitsee riittävän suuren ja kantavan alueen. Asemapiirrosta (Kuvio 5.) käytetään usein hankesuunnittelun- ja tarjousvaiheen aluesuunnittelun pohjana. (Ratu C2-0299 2007, 2.)



Kuvio 5. Jukojärven koulun asemapiirros (Mäkinen 2018).

Koulun työmaa-alueen (Kuvio 6.) haittatekijänä oli elementtirakennusalueen etäisyys nostoalueesta. Elementit saatiin siirrettyä kurottajalla riittävän lähelle nosturia, mutta nostoalueella ei ollut tasaista pintaa, jolle elementit oltaisiin voitu laskea. Toisaalta elementtien etäinen rakennusalue mahdollisti työmaaliikenteen läpikulun. (Mäkinen 2018.)

Jukojärven koulu Työmaa-alue suunnitelma



Kuvio 6. Jukojärven koulun työmaa-aluesuunnitelma (Mäkinen 2018).

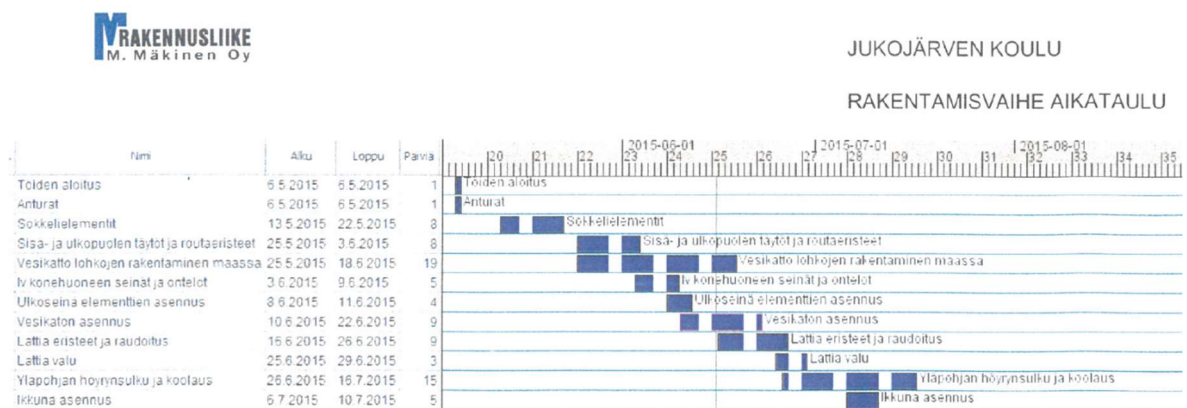
3.2 Aikataulu

Työmaanjohtovelvollisuuksista vastaavan urakoitsijan, muiden urakoitsijoiden ja tilaajan tulee laatia yhteistyössä työmaan aikataulu. Työmaan aikataulussa tulee esittää työvaiheiden ja niiden edellyttämien hankintojen keskinäinen suoritusjärjestys ja eteneminen siten, että kaikki urakoitsijat ja asiantuntijat voivat tahdistaa tehtävänsä sen mukaisesti. Urakoitsijan on osallistuttava tilaajan ja muiden urakoitsijoiden kanssa työaikataulun ja työsuunnitelman laatimiseen. Aikataulua laadittaessa on otettava huomioon toimintakokeiden ja koekäytön vaatima aika sekä urakoitsijan

omien töiden järjestely. Työaikataulu hyväksytään yhteisesti noudatettavaksi ja aikataulun tarkentumista lukuun ottamatta sitä voidaan muuttaa vain yhteisesti sopimalla. (RT 16-10660 1998, 5.)

Vesikatolla on suuri tahdistava merkitys kohteen etenemiselle. Monet kosteudenhallinnan myötä rajoittuvat työvaiheet voidaan aloittaa vasta, kun rakennuksessa on vedenpitävä katto tai sääsuoja. (Kuivaketju10 2018, 6.)

Työkohteen vaatimuksena aikataulusta (Kuvio 7.) oli, että suunnitelma-aikataulu laaditaan kahden viikon kuluessa urakasopimuksen allekirjoittamisesta. Kohdetyömaan toimintasuunnitelmassa on määritetty, että korjaaviin toimenpiteisiin on ryhdyttävä, kun ajallinen poikkeama on viisi työpäivää yleisaikatauluun verrattuna. (Mäkinen 2018.)



Kuvio 7. Jukojärven koulun rakentamisvaiheen aikataulu (Mäkinen 2018).

Kohteen osittelu on avainsana elementtirakentamisessa. Jukojärven koulun vesikattotyö on jaettu rakenteeseen suunnitelmissa kahdeksaan eri lohkokon. Elementit rakennettiin ja asennettiin paikoilleen kahdessa vaiheessa. Ensimmäisessä vaiheessa valmistettiin lohkot 1-4 ja samanaikaisesti asennettiin seinäelementtejä. Kun ensimmäisen vaiheen elementit saatiin valmiiksi, ne asennettiin käänteisessä järjestyksessä. Ensimmäisen vaiheen jälkeen voitiin aloittaa lohkojen 5-8 maassa rakentaminen. (Mäkinen 2018.)

3.3 Kustannukset

Koska vesikatto on tahdistava työvaihe, sillä on iso merkitys kustannushallinnassa. Kustannukset koostuvat materiaaleista, työvoimasta sekä työmaakalustosta. Tämän työn kustannuslaskemissa (Taulukko 2.) ei ole huomioitu vesikattorakenteiden materiaaleja. Laskelmissa suurimmiksi kustannuseriksi muodostuivat työkoneet, katevanerin asennus sekä elementtien asennustyöt.

Taulukko 2. Vesikaton kustannuslaskelma

Työ	Kesto (h)	Resurssit	Kustannukset
Valmistelevat työt	6	1 RAM + 1 RM	300
Mittaus	2	1 RAM + 1 RM	100
Päätykolmio elementtien asennus	10	1 RAM + 1 RM	500
Ristikoiden asennus	20	1 RAM + 1 RM	1000
Jäykisteiden asennus	20	1 RAM + 1 RM	1000
Kulmarautojen kiinnitys	8	2 RAM	800
Tuulensuojalevy työt	16	1 RAM	800
Tuulenojaimien asennus	15	1 RAM + 1 RM	750
Katevanerin asennus	37	3 RAM + 1 RM	4070
Maalaustyöt*			
*Räystään alusvanerit	25	1 RAM + 1 RM	1250
*Otsalaudat	25	1 RM	500
*Päätyräystään tuennat + ristikot	10	1 RM	200
Räystäiden rakentaminen	36	1 RAM + 1 RM	1800
Aluskatteen asennus	37	2 RAM	2220
Nostopalkkien kiinnitys ja nostoreikien teko	8	2 RAM + 1 RM	640
Elementtien nosto ja kiinnitys	20	4 RAM + 1 RM	2800
Työkoneet			
Kurottaja	32		1760
Nosturiauto	24		3000
Kokonaiskustannukset			23490

- RM= 20 €/h
- RAM= 30 €/h
- Kurottaja= 55 €/h
- Nosturiauto= 125 €/h

3.4 Työturvallisuus

Vesikattotyöt edellyttävät monia erilaisia työturvallisuutta heikentäviä tekijöitä. Korkealla työskentely aiheuttaa vähintään kohtalaisen riskin riskien luokittelumallin (Taulukko 3.) mukaan. Jos putoamissuojausta ei ole järjestetty vesikatolle, riski on

vähintään merkittävä, mikä tarkoittaa, että tapaturman seuraus on vakava ja sen todennäköisyys mahdollinen. (Ratu 0423, 1-26.)

Taulukko 3. Riskien arviointitaulukko (Työsuojeluhallinto 2013).

Esiintyminen	Seuraukset		
	Vähäiset	Haitalliset	Vakavat
Epätodennäköinen	Merkityksetön riski	Vähäinen riski	Kohtalainen riski
Mahdollinen	Vähäinen riski	Kohtalainen riski	Merkittävä riski
Todennäköinen	Kohtalainen riski	Merkittävä riski	Sietämätön riski

Turvallisen nostotyön edellytyksiä ovat tehty riskikartoitus ja nostosuunnitelma. Vastaavan työnjohtajan tulee tarkastaa nosturinkuljettajan kanssa nosturin suorituskyvyn riittävyys, nosto-alueen maaperän laadun ja vakavuus sekä mahdolliset lähellä olevat kaivannot ja sähkölinjat. Kuljettajan ammattipätevyyden tarkastaa vastaava työnjohtaja. Nostettavan taakan käytössä olevat apuvälineet ja taakan kiinnityskohdat tulee mitoittaa riittäviksi ja niin että taakka pysyy jatkuvasti tasapainossa. Taakan siirto vaiheessa on varoitettava sivullisia ja huolehdittava, ettei taakan alla ole ketään. Taakan tasapainoa on vahdittava ja nostotyö on keskeytettävä, jos ilmenee ongelmia kiinnitysten tai tasapainon kanssa; esimerkiksi kova tuuli voi aiheuttaa elementin tasapainon menettämisen. Työnjohtajan ja nosturinkuljettajan välillä tulee olla hyvä tiedonkulku epäselvyyksien välttämiseksi. Radiopuhelin on hyödyllinen apuväline, koska nosturista ei näe kaikkea mitä nosto-alueella tapahtuu. Taakka tulisi laskea vakaalle ja tasaiselle alustalle. Taakan liikevoimaa on varottava, putoamisen tai kuormien väliin jäämisen estämiseksi. (Ajoneuvonosturiohjeet 2016.)

Putoamissuojaus tulisi järjestää ensisijaisesti rakenteellisesti kaiteilla. Jos kaiteiden asentaminen ei ole mahdollista tai kannattavaa, tulee käyttää henkilökohtaisia turvavaljaita ja niille tarkoitettuja tarraimia. Myös henkilönostinta käytettäessä tulee olla turvavaljaat. Nousutiet katolle tulee järjestää niin, että ne eivät pääse kaatumaan. Jos vesikattotöitä varten tehdään telineet, tulee niissä olla kaiteet, jos työta-son korkeus on yli 2 m. Myös alle 2 m:n telineissä tulee olla kaiteet, mikäli työssä

on erityisen tapaturman vaara. Kiinteän rakenteen kaiteettoman työtason väliin jäävä aukko saa olla enintään 25 cm. Kaiteen tulee olla 1 m korkea, ja kaiteessa on oltava välijohde ja jalkalista. Kaidejohteiden väli ei saa olla yli 50 cm. Jos vesikatolla on alle 1m sivun aukkoja, ne tulee peittää niin että aukkosuoja kestää vähintään 150 kg ja se tulee merkitä punaisella rastilla. (Ratu 0423 2014, 21.)

Vesikatolta putoamisriskiä voidaan pienentää putoamissuojaimien lisäksi esimerkiksi huomioimalla sääolosuhteet ja pitämällä vesikatto roskattomana. Liukastumis- ja kompastumisriski kasvaa, jos katolla on roskia tai pinnat ovat märkiä tai jäässä. Talviolosuhteissa lumi ja jää tulee poistaa katolta. Myös työntekijöiden kengillä voidaan parantaa pitävyyttä, mutta nastapohjat voivat vaurioittaa vesikatetta. Tehokkain keino putoamisen estämiseksi on vähentää työvaiheita korkealla, eli tehdään vesikatto mahdollisimman valmiiksi maassa rakennettuna. (Ratu 0423 2014, 21.)

Yleisen järjestyksen ylläpidosta tulee huolehtia päivittäin työpisteittäin. Työvaiheessa syntyvä roska kerätään jäteastiaan välittömästi. Tavarat tulee sijoittaa ja kiinnittää katolle niin, että ne eivät kaadu eivätkä pääse vierimään tai putoamaan katolta. Kevyiden materiaalien varastoinnissa tulee huomioida, etteivät tuulenpuuskat lennätä tavaraa katolta. Lisäksi työskentelyalueella on huolehdittava riittävästä valaistuksesta. (Toimivat katot 2013, 46.)

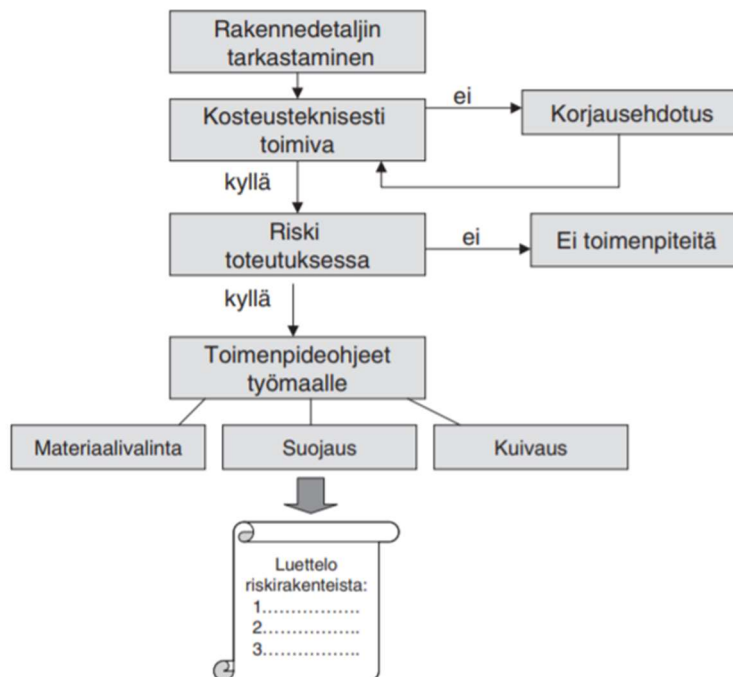
Tulityöt ovat iso työvaihe vesikatolla, jos katemateriaaliksi on valittu hitsattava bitumikermi. Lisäksi katolla voidaan joutua tekemään yksittäisiä ja pienempiä tulitöitä. Katto- ja vedeneristystöissä on noudatettava standardia SFS 5991, sekä vakuutusyhtiön ohjeita sekä pelastuslain määräyksiä. (Toimivat katot 2013, 45.)

Standardit määrittävät muun muassa tulitöissä käytettävien kalustojen vaatimukset ja ohjeita niiden käytöstä. Tulityön perusedellytys on voimassa oleva tulityökortti. Vesikatolla työskenteleville on oma katto- ja vedenesitysalan tulityökortti. Lisäksi tulityöhön vaaditaan tulityölupa. Tulityölupaa tehdessä on tehtävä vaarojen selvitys, jossa huomioidaan esimerkiksi alla olevat rakenteet, onko lähellä syttyviä rakenteita tai pääsevätkö kipinät menemään rakenteiden sisälle. Tulityössä tulee olla vaatimusten mukainen sammutuskalusto. Tulityölle tulee järjestää jälkivartiointi, mikä on yleensä 1 tunti. Lisäksi urakoitsijan on laadittava tulityösuunnitelma. (Toimivat katot 2013, 45.)

Henkilökohtaisella suojaruustuksella ehkäistään silmävaurioita, pölylle herkistymistä, paleltumia, palo- ja kuulovammoja sekä iskuja tai terävien esineiden aiheuttamia pistoja sekä viiltoja. Työmaalla on aina käytettävä kypärää, turvakenkiä, näkyvää vaatetusta, silmiensuojaimia ja työhanskoja. Lisäksi pölyävissä työvaiheissa käytetään hengityksensuojaimia sekä tulitöissä palamattomia suojavaatteita, tummettuja suojalaseja sekä tarvittaessa raitisilmanaamaria. Kuulosuojaimien jatkuva käyttö on työmaalla suositeltavaa. (Raturva 2 2010, 20-24.)

3.5 Kosteudenhallinta

Kosteudenhallinta on rakennushankkeen pitkäaikainen prosessi, jolla pyritään edesauttamaan haluttua rakennuksen käyttöikä. Kosteudenhallintasuunnitelmalla pyritään pienentämään korjaus- ja uudisrakentamisen kosteusvaurioriskejä. Suunnitelma tulee laatia jokaiselle uudiskohteelle. Hyvällä kosteudenhallinnalla vähennetään rakenteiden kuivatusaikaa ja materiaalihukkaa, ja niiden myötä pienenevät myös kustannukset. Kosteudenhallintakartoitus (Kuvio 8.) alkaa suunnitteluvaiheessa, jolloin tarkastellaan rakennedetaljien kosteusteknistä toimivuutta. (Merikallio, [Viitattu 21.9.2018].)



Kuvio 8. Kosteusriskien kartoituksen vaiheet (Merikallio, [Viitattu 21.9.2018]).

Jukojärven koulun työmaa sijaitsee kallion alanrinteessä, mikä tarkoittaa veden todennäköistä ohjautumista kohti rakennusta sekä sen alle. Kalliosta tulee poistaa rakennuksen alaiset vesitaskut sekä ohjata kanaalein veden poisto kalliota pitkin. Maan pintakerrokset tulee kallistaa rakennuksesta poispäin. (Mäkinen 2018.)

Lattiavalut tehdään vesikaton asennuksen jälkeen, ja valun jälkeen huolehditaan lämmityksestä sekä ilmanvaihdosta. Ennen lattioiden päällystystöitä mitataan betonin kosteus. Laatoitettavien pohjien lattialämmitys pidetään päällä kaksi viikkoa ja kytketään pois kaksi päivää ennen vedeneristystä. Laatoituksen annetaan kuivua ennen saumaustöitä. Seinäelementit suojataan tehtaalla ja työmaalla ennen sekä jälkeen asennuksen. Lämmöneristeet tulee varastoida irrallisena maasta sekä suojata erillisillä peitteillä. Mitään kosteusherkkää materiaalia ei saa varastoida räystäiden alle eikä alueille, joihin sadevedet kerääntyvät. (Mäkinen 2018.)

Vesikaton rakentamisen kosteudenhallintaa edistää rakennustarvikkeiden toimitus suojattuina sekä välitön varastointi ja suojaus työmaalla. Lisäksi vesikattorakenteet tulee rakentaa niin pieninä lohkoina, että sääsuojaus on mahdollista tehdä saman työvuoron aikana. Vesikattolohkojen läheisyydessä on aina oltava riittävät sääsuojatarvikkeet valmiina. Jos puumateriaali pääsee kastumaan, on huolehdittava puun kuivamisesta ja tuulettumisesta, jotta hometta ei pääse syntymään. Vesikaton pohjahuopa asennetaan jo elementtien maassa ollessa. Vesikattoelementtien asennus tulee suorittaa sateettomana päivänä. Asennustöiden tulee edetä niin, että saman työvuoron aikana ehditään tehdä lohkojen liitoskohdat vedenpitäviksi. Vesikaton läpiviennit tulee tehdä loppuun asti saman työvuoron aikana. (Mäkinen 2018.)

4 VESIKATTOTÖIDEN TOTEUTUS KOHTEESSA

4.1 Jukojärven alakoulu

Kun Jukojärven vanhan koulun todettiin kärsineen kosteusvaurioista, Keuruun kaupunki päätti koulun purettavaksi, ja tilalle rakennettaisiin uudis- koulurakennus. Hanke käsittää 1- kerroksisen, P2-paloluokan koulurakennuksen, jossa on erillinen IV-konehuonekerros. Käytetty kerrosala on 792 m², bruttoala on 920 m² ja tilavuus 3 475 m³. Tontista on tehty vaaitus ja maakairaukset. Kohde suunniteltiin maanvaraisella alapohjalla. Koulussa ei ole väestönsuojaa. Kohteen pääurakoitsijaksi valittiin Rakennusliike M.Mäkinen Oy. Hanke toteutettiin KVR-urakkana aikavälillä 04/2015–12/2015. (Mäkinen 2018.)



Kuva 1. Jukojärven uusi ala-asteen koulurakennus

4.2 Valmistelevat työvaiheet

Vesikattoelementtien rakentamista valmisteltiin siirtämällä kurottajalla tarvittavat puumateriaalit työalueen (Kuva 2.) lähelle sekä tarkastamalla valitun alueen riittävä tasaisuus tasolaserilla. (Mäkinen 2018.)



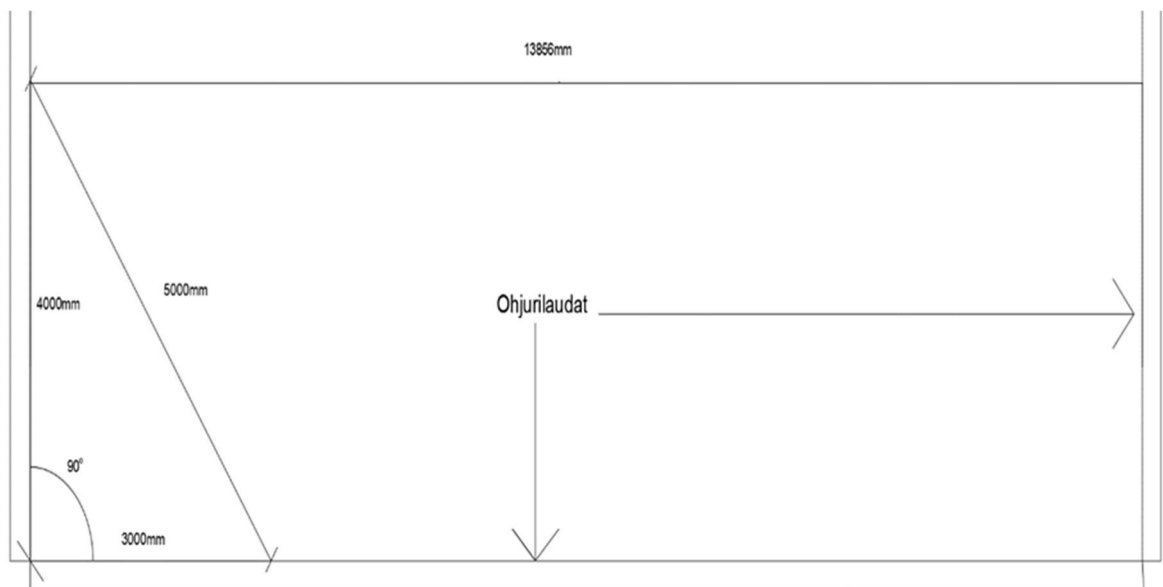
Kuva 2. Elementtien rakentamisalueena tasainen kivituhkakenttä

Tavarain siirron jälkeen kentälle aseteltiin parruja maata vasten (Kuva 3.), joiden päälle elementit kasattiin. Parrut hierrettiin maahan tukevasti, millä estettiin niiden heiluminen sekä samalla parrujen yläpinnat saatiin samaan korkotasoon. (Mäkinen 2018.)



Kuva 3. Alustana käytetyt parrut

Parrujen etäisyys toisistaan mitoitettiin niin, että ristikoiden alapaarteiden päädyt tukeutuivat keskelle parrua. Parrujen oikean etäisyyden ja korkotasojen tarkastuksen jälkeen parruihin kiinnitettiin ohjurilaudat periaatekuvion 9:n mukaisesti. Päätyristikon ja toisen sivun ohjurit laitettiin suoraan kulmaan toisiinsa nähden, jotta tulevista elementeistä tulisi suorakulmaisia. Sivuohjureiden väliksi mitattiin ristikoiden alapaarteiden pituus. (Mäkinen 2018.)



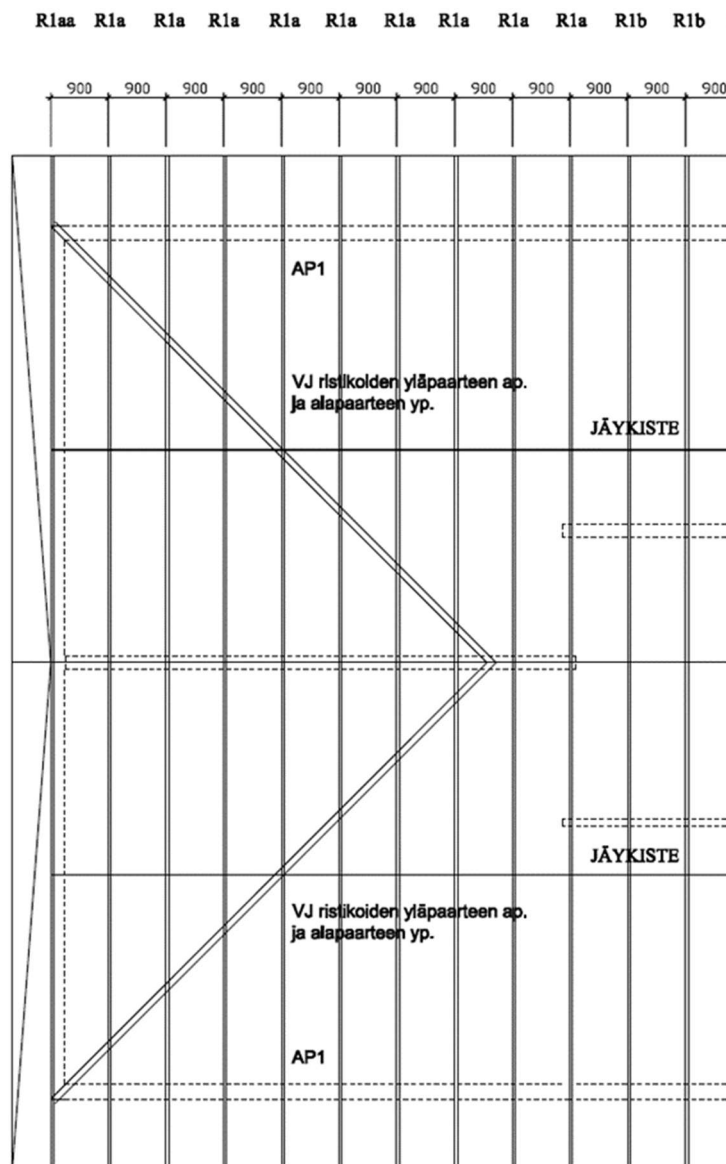
Kuvio 9. Ohjureiden mitoitus suorakulmaiseksi

Parrujen ja ohjureiden koonnin jälkeen tarkastettiin, että alustat ovat samassa korkotasossa, sekä ohjurit suorakulmaisia. (Mäkinen 2018.)

Lisäksi valmistelemina työvaiheina tehtiin päätyräystäiden puutavaran sekä räystäiden kohdalle tulevien aluskatelevyjien maalaustyöt. Näin saatiin ajallisia ja taloudellisia säästöjä maalaustöihin. Aluskatelevyjä maalattiin 45 kappaletta eli noin 145 m². Aluskatelevyinä käytettiin 15 mm Wisa kate plus -levyjä. (Mäkinen 2018.)

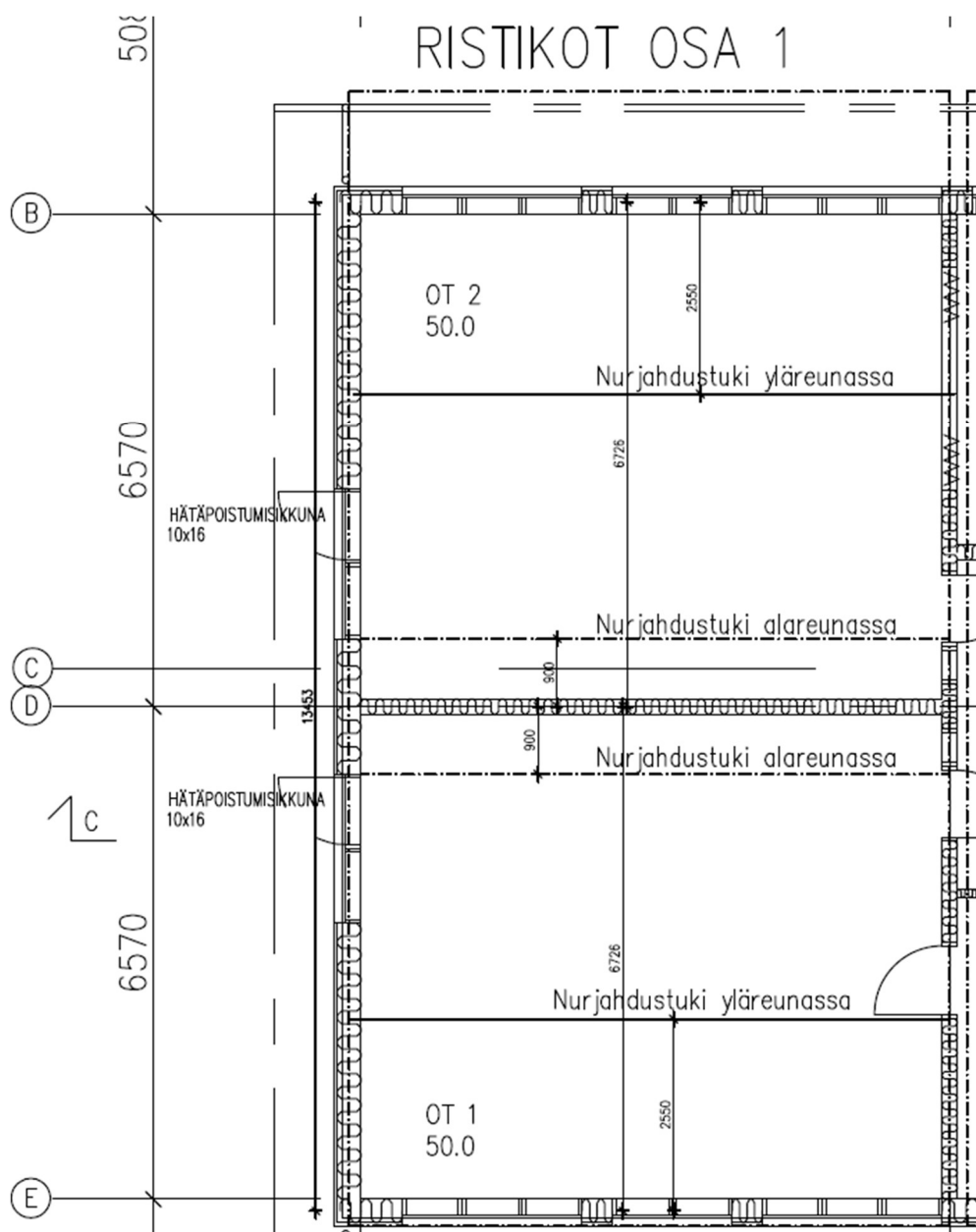
4.3 Kattoelementtien rakentaminen

Kattoelementit koottiin erikseen laaditun rakennekuvan (Kuvio 10.) periaatteen mukaisesti. Kattoelementtien kokoaminen aloitettiin eteläpäädyistä tehtaalla kootusta päätykolmiosta. Päätykolmio toimitettiin valmiiksi säältä suojattuna. Ensimmäisen ristikon tunnus oli R1aa ja seuraavat ristikot R1a-merkittyjä, joita tuli ensimmäiseen elementtiin 9 kpl. Ristikot ovat 900 mm:n jaolla, joten pituutta ensimmäiselle elementille kertyi noin 9 metriä. (Mäkinen 2018.)



Kuvio 10. Ensimmäinen kattoelementti

Ensimmäiset kolme ristikköä olivat haasteellisimmat asentaa niin, että ristikoiden pystysuoruus ja vakavuus saatiin säilytettyä. Ohjurilautoihin merkittiin 900 mm:n välein merkit, jotta ristikot saatiin nostettua heti oikealla sijainnille eikä nostotöiden aikana tarvitse tehdä toistuvia mittauksia. Ristikoiden nurjahdustuet tehtiin (Kuvio 10.) ja (Kuvio 11.) mukaisesti 32x100 ja 22x100 laudoilla. Huolellinen ristikoiden jäykistys oli tärkeää, jotta elementit eivät pääse nurjahtamaan nostotyössä. Onnistuneen ja turvallisen kattoelementtien asennuksen edellytyksenä elementtien pitää säilyttää muotonsa. (Mäkinen 2018.)



Kuvio 11. Ristikoiden nurjahdustuennat

Ensimmäisen kattoelementin ristikot tehtiin valmiiksi, minkä jälkeen jatkettiin elementillä kaksi, johon saatiin myös tuenta edeltävästä elementistä. (Mäkinen 2018.)



Kuva 4. Ensimmäisen ja toisen elementin ristikoiden koonti valmiina

Elementtien 1-4 ristikot koottiin valmiiksi, minkä jälkeen kiinnitettiin kulmaraudat alapaarteisiin valmiiksi. Kulmalevyjen asennukseen jälkeen voitiin kiinnittää räystäiden alle tulevat tuulensuojalevyt. Tuulensuojalevyjen kiinnityksen jälkeen aloitettiin Wisa kate plus -alusKatelevyjen asennus. Aluskatelevyt toimivat alusrakenteena bitumi- huovalle sekä jäykistävänä rakenteena. (Mäkinen 2018.)

Katelevyt kiinnitetään limitetysti vähintään kolmen kattokannattimen varaan. Osa levyistä voidaan kuitenkin jättää kahden kannattimen varaan, koska elementtien liitoskohdat joudutaan tekemään 900 mm leveällä kaistalla. Levyjen päädyt kiinnitetään 150 mm:n jaolla naulaamalla, ja keskellä jäävät kattoristikoiden kohdalta 300 mm:n jaolla. (RT 38094 2011, 1-2.)

Katelevyjen jälkeen kiinnitettiin tuulenohjaimet ristikoiden väleihin. Toiseksi viimeisenä työvaiheena tehtiin päätyräystäät valmiiksi. Kun elementtien puutyöt saatiin valmiiksi, aliurakoitsija suoritti aluskatekermin asennuksen kattoelementteihin. Kermin asennustöiden jälkeen päästiin valmistelemaan elementtien nostoa ja asennustyötä. (Mäkinen 2018.)

4.4 Kattoelementtien nosto- ja asennustyö

Elementtien nostotöiden valmistelu alkoi nostopalkkien kiinnityksellä ristikoihin sekä nostoreikien teolla vesikattoon. Elementtien nostopisteitä tehtiin 4 kappaletta kuttakin elementtiä kohden. Palkkeja ruuvattiin harjalinjan molemmin puolin 1 kappale. Nostopalkeista otettiin yksi nostopiste keskelle elementtiä neljällä nostoliinalla. Ennen varsinaista nostotyötä elementin tasapainossa pysyminen testattiin kurottajalla nostamalla. Tämän jälkeen elementtien ulkonurkkiin solmittiin pitkät ohjausnarut, joilla voitiin maasta käsin kääntää elementtejä sekä vaimentaa tuulen aiheuttamaa heilumista. (Mäkinen 2018.)

Nostotyö suoritettiin kurottajan ja autonosturin yhteisvoimin. Koska nosturiauton ulottuvuudessa ei ollut tasaista aluetta, mihin elementit olisi voitu tuoda kurottajalla, täytyi elementit siirtää nosturille suoraan ilmasta. Tätä varten kurottajaan tehtiin nostolenkki, joka pystyttiin maasta käsin vapauttamaan, kun kuorma saatiin siirrettyä nosturiautolle. Kurottajan nostolenkkiin laitettiin pultti ja sokka. Kun nostoliina saatiin nosturiauton kannateltavaksi, sokka ja pultti vedettiin naruilla irti. Tämän vaiheen jälkeen nosturiauto pystyi siirtämään elementtiä tarvittaville sijainneille. (Mäkinen 2018.)

Elementit asennettiin järjestyksessä 4, 3, 2, 1, 5, 6, 7 ja 8. Ennen elementtien asennusta jokaisen elementin nurkkapisteet merkittiin yläjuoksuun. Elementit asennettiin +/- 3 mm:n tarkkuudella nurkkapisteisiin. Kun elementti saatiin oikealle paikalle, nostopalkit otettiin pois. Nostoreiät paikattiin alhaalta käsin. Alushuopa käännettiin paikalleen kohdalle takaisin paikoilleen ja tiivistettiin. Elementtien liitosvälit (Kuva 5.) seinäelementtien yläpuolelta peitettiin katemuovilla, jotta mahdollinen sadevesi ei pääsisi seinärakenteisiin. Kun yksi harjalinja saatiin paikoilleen, kiinnitettiin kulmalevyt yläjuoksuihin ja liitosvälien katelevyt asennettiin paikoilleen. (Mäkinen 2018.)



Kuva 5. Elementtien asennus jakautui kahdelle työvuorolle

Viimeisenä työvaiheena tehtiin katolle tulevat läpiviennit. Tämän jälkeen kattoura-koitsija pääsi tekemään vesikaton valmiiksi. (Mäkinen 2018.)

Vesikaton valmistelevista työvaiheista alkaen pintahuovalla päällystettyyn vesikat-toon aikaa kului kokonaisuudessaan 30 työvuorua. Elementtilohkojen valmistuk-seen ja asennustyöhön kului 18 työvuorua. (Mäkinen 2018.)

4.5 Ongelmakohtat

Elementtien siirtäminen kurottajalla nosturiautolle työvaiheena oli työturvallisuuden kannalta heikentävä tekijä. Elementit jouduttiin siirtämään kurottajalla, jonka nosto-kapasiteetti oli äärirajoilla. Elementtien asennuksen jälkeen jäi monia korkealla teh-täviä töitä: elementtien liitoskohtien rakentaminen, aluskatteen viimeistelevät työt, pintakatteen asennustyöt, läpivientien tekeminen sekä kattoturvatuotteiden asen-nus. Elementtien saumakohtien (Kuva 5.) aukinaisuus sekä elementtien nostopis-teet (Kuva 6.) ovat kosteudenhallintariski. (Mäkinen 2018.)

Elementtien asennustyön aikana liitiskohtien aukot aiheuttavat työturvallisuusris-kin, joten katolla työskentely täytyi suorittaa valjastyöskentelyinä. Lisäksi rakennuk-sen sisäpuolella työskenteleville aiheutui vaara mahdollisista putoavista tavaroista. (Mäkinen 2018.)

Kattourakoitsija viimeisimpien kattoelementtien aluskerman asennus jäi tekemättä ennen nostotyötä, jolloin elementtien vedenpitävyys alentui merkittävästi. Element-tien alushuovan kiinnitys ennen asennusvaihetta oli yksi kosteudenhallintasuunni-telman tavoitteista, mikä jäi osittain toteutumatta. (Mäkinen 2018.)



Kuva 6. Elementistä puuttuu aluskermi

4.6 Saavutetut hyödyt

Maassa rakennettu vesikatto on ensisijaisesti työturvallisuutta edistävä rakennus-tapa. Korkealla työskentelyn käytetyn ajan määrä vähenee merkittävästi, kun katto voidaan asentaa lähes valmiiksi tehdyistä elementeistä. Työturvallisuuden myötä myös työergonomia paranee, kun telineiltä ei tarvitse kurkotella ylöspäin. (Mäkinen 2018.)

Kun katto tehdään maassa valmiiksi edeltäviä runkotöitä odotellessa, aikataulua saadaan tiivistettyä huomattavasti verrattuna perinteiseen vesikaton rakentamiseen. Työn nopeutumisen sekä vähenevän telineiden tai henkilönostimien tarpeen myötä saadaan kustannussäästöjä työkohteelle. Nopean elementtiasennuksen myötä myös seinärakenteiden mahdollinen kosteudelle altistuminen pienenee merkittävästi. Yleisaikataulun lyhentymisen myötä vesikaton jälkeiset työvaiheet voidaan aloittaa aikaisemmin. Vesikaton jälkeen valettu betonilattia saadaan aikaisemmin kuivumaan, mikä on osa kosteuden- ja ajanhallintaa. (Mäkinen 2018.)

5 POHDINTA

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia Jukojärven koulun maassa rakennetun katon kannattavuutta työturvallisuuden, kosteudenhallinnan, aikataulun sekä kustannuksien näkökulmasta. Tehtävänä oli myös tutkia elementtirakentamisen hyötyjä ja ongelmakohtia. Lisäksi työhön tuli koota oleellisia tietoja vesikaton rakenteista sekä työvaihesuunnittelusta.

Työssä käydään läpi yleisimpiä vesikattorakenteiden suunnittelua ohjaavia vaatimuksia ja tavoitteita. Tutkimuksessa tulee ilmi yksityiskohtaisesti elementtien rakentamisen työvaiheet, rakentamistavan tuomat hyödyt, sekä toteutuksessa tulleet ongelmakohdat. Kustannuslaskelma antaa suuntaa antavan esimerkin kustannusten jakautumisesta sekä työvaiheiden kestosta. Tutkimuksen myötä ilmeni useita tekijöitä, jotka tukevat lopputulemaa, että vesikaton maassa rakentaminen on kannattavaa.

Elementtirakentamisen tärkein etu on työturvallisuuden lisääminen. Korkealla työskentelyn työvuorojen määrä vähenee merkittävästi ja ergonomisen työskentelyn määrä kasvaa. Maassa rakentaessa materiaalien ja työvälineiden siirtäminen sekä käyttäminen on helpompaa, nopeampaa ja turvallisempaa. Elementtitoteutuksella saadaan merkittävä lyhennys yleisaikatauluun, mikä mahdollistaa sisävaiheen töiden, kuten betonilattiavalun ja lattian kuivatuksen, aloittamisen aikaisemmin.

Ongelmakohdat muodostuivat osittain työkohteen tiukan aikataulun vuoksi, jolloin suunnitelmien mukainen toteutus jäi osittain vajavaiseksi. Lisäksi toteutettu elementtien siirto- ja nostotyö aiheutti työturvallisuusriskin. Sujuvan ja turvallisen elementtivesikaton rakentaminen vaatii huolellista työvaihesuunnittelua ja tarkkaa ajanhallintaa. Erityisesti kosteudenhallinnan näkökulmasta tämän rakentamistavan hyöty pienenee, jos suunnitellut työvaiheet jäävät vajaaksi ennen elementtien asennusta.

LÄHTEET

- Ajoneuvonosturiohjeet. 2016. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 21.9.2018]. Saatavana: <http://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/infra/julkaisuja/ajoneuvonosturiohje-2016.pdf>
- Helsingin kaupunki. Ei päiväystä. [Verkkajulkaisu]. Talotekniikka rakennusten toiminnan tukena. [Viitattu 26.10.2018]. Saatavana: <https://www.hel.fi/static/hkr/rak/esitteet/talotekniikka.pdf>
- Kaila, P., Pietarila, P. & Tomminen, H. 1987. Talo kautta aikojen. Julkisivujen historia. Jyväskylä: Gummerus Oy.
- Kattoliitto ry. 2016a;2016b;2016c. Katon huoltokirja. [Verkkajulkaisu]. Helsinki. [Viitattu 9.9.2018]. Saatavana: kattoliitto.fi/files/637/Katon_kermi_b; kattoliitto.fi/files/639/Katon_pelti_c; kattoliitto.fi/files/638/Katon_Tiili
- Keuruun kaupunki. 2014. Jukojärven koulun suunnitelmien hyväksyminen. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 25.10.2018]. Saatavana: <https://docplayer.fi/14476365-Keuruun-kaupunki-poytakirja-7-2014-1-19.html>
- Kuivaketju10. 13.3.2018. Kuivaketju 10-riskilista. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 11.9.2018]. Saatavana: http://kuivaketju10.fi/wp/wp-content/uploads/2018/03/Kuivaketju10-Riskilista_150313.pdf
- Merikallio, T. Ei päiväystä. Rakennustyömaan kosteudenhallinta ja sen suunnittelu. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 21.9.2018]. Saatavana: <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK020504.pdf>
- Mäkinen, M. 2018. Kommentteja kyselyyn. [Henkilökohtainen sähköpostiviesti]. Vastaanottaja: Jussi Käyhkö. [Viitattu 26.10.2018].
- Rakennusliike M.Mäkinen Oy. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. [Viitattu 26.10.2018]. Saatavana: <http://www.rklmm.fi/yritys/>
- Ratu 0423. 2014. Puurunkorakentaminen, vesikattorakenteet. Työturvallisuus. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- Ratu C2-0299. 2007. Rakennustyömaan aluesuunnittelu. Helsinki: Rakennusteollisuus RT ja Rakennustietosäätiö RTS.
- Raturva 2 2010. Rakennustöiden turvallisuusohjeet: Henkilökohtaiset suojavälineet. Helsinki: Rakennusteollisuus RT ja Rakennussäätiö RTS.

- Rosvall, M. 2018. Viherkatolta voi poimia vaikka mansikoita, mutta suuri innostus kattoja kohtaan on vasta heräilemässä: Viherkatto auttaa sadevesien imeytymistä. [Verkkosivu]. Yle Uutiset 6.4.2018. [Viitattu 10.9.2018]. Saatavana: <https://yle.fi/uutiset/3-10142430>
- RT RakMK-21099. 1998. Kosteus. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- RT 14-11016. 2010. Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- RT 16-10660. 1998. Rakennusurakan yleiset sopimusehdot. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- RT 38094. 2011. Wisa kate plus. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- Sisäilmayhdistys ry. 2018. Vesikatto ja yläpohja. [Verkkosivu]. [Viitattu 28.10.2018]. Saatavana: <http://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Kosteusvauriot/Kosteusvaurioutuminen/Vesikatto-ja-ylapohja>
- Suomen ympäristöopisto. 2014. Rakennustyömaan kestävät käytännöt. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 26.10.2018]. Saatavana: <https://sykli.fi/wp-content/uploads/2018/05/raksa-opas-final.pdf>
- Talonrakennusteollisuus ry. 13.1.2014. Yhteistyöllä onnistunut rakennushankeprojektin kehityseminaari esittää: Heti rakennusprojektin aluksi laaja asiantuntijajoukko koolle. [Verkkosivu]. [Viitattu 25.10.2018]. Saatavana: <https://www.rakennusteollisuus.fi/Ajankohtaista/Tiedotteet1/2014/Yhteistyolla-onnistunut-rakennushanke--projektin-kehityseminaari-esittaa/>
- Toimivat katot. 2013. Helsinki: Kattoliitto Ry.
- Työsuojeluhallinto. 2013. Riskin arviointi. [Verkkojulkaisu]. Tampere. [Viitattu 21.9.2018]. Saatavana: https://www.tyosuojelu.fi/documents/14660/2426906/Riskinarviointi_TSO_14_2013.pdf/9bfd87ed-88be-47cb-8611-d8b4ac99b6a1