



TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

Erikoiskattorakentaminen

PVC-kattoisen kaarevan hallirakenteen haasteet

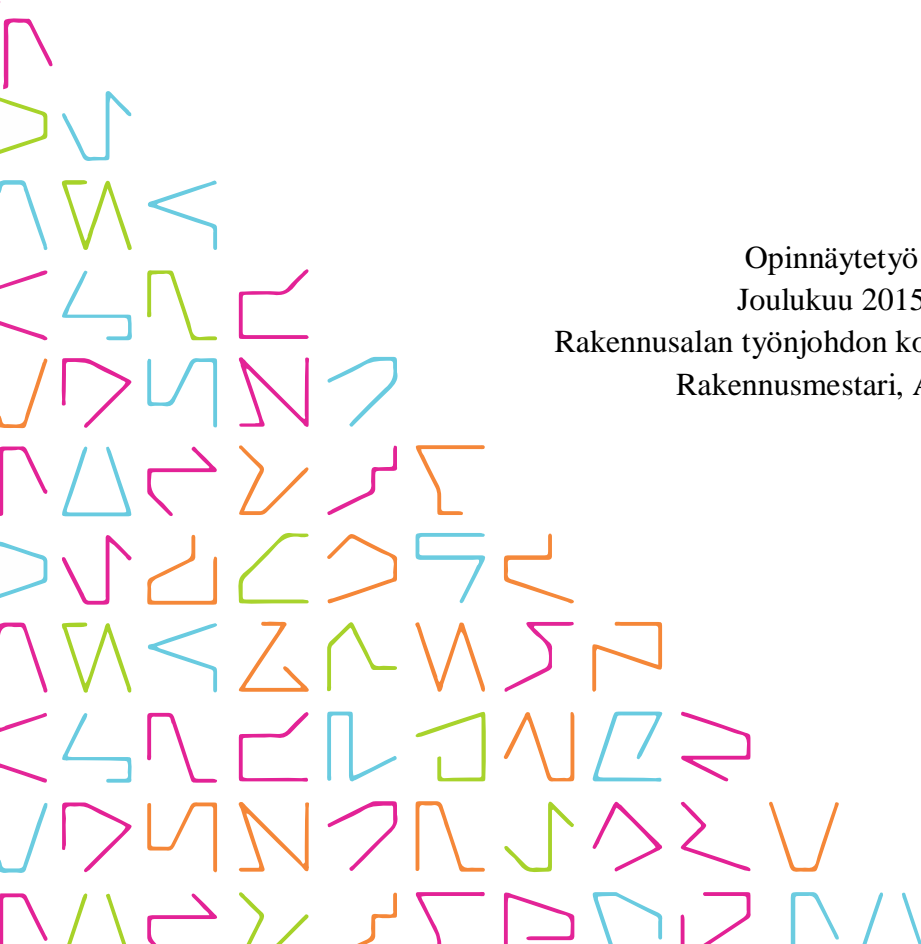
Ville Vatanen

Opinnäytetyö

Joulukuu 2015

Rakennusalan työnjohdon koulutusohjelma

Rakennusmestari, AMK



TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakennusalan työnjohdon koulutusohjelma

Vatanen Ville
Erikoiskattorakentaminen
PVC-kattoisen kaarevan hallirakenteen haasteet

Opinnäytetyö 18 sivua, joista liitteitä 0 sivua
Joulukuu 2015

Opinnäytetyön taustalla oli rakenteilla olleen kohteen erikoisen kattorakenteen suunnittelu- ja, rakennusvaiheen sekä käytönaikaisten ongelmien analysointi. Tavoitteena oli tehdä empiirisiä havaintoja rakennusvaiheesta, ja käyttää lisätulkinnan apuna rakennuskohteen mestarien ja suunnitteluinsinöörin haastatteluita. Myös rakennuskuvien tutkimisella ja arvioinnilla on ollut suuri merkitys lopputulokseen.

Kivikylän Kotipalvaamon PVC-kupukattoinen kaareva hallirakennus rakennettiin Huitisiin syksyllä 2015. Se on muotonsa ja katemateriaalinsa vuoksi epätavallinen rakennus myymälärakennuksen laajennukseksi. Sen liimapuurunkon päälle asennettiin SPU-elementit, jotka vuorattiin uretaanilla ruiskuttamalla. Tämän rakenteen päälle vedettiin oranssi PVC-kumikalvo, joka kiinnitettiin helmoistaan mekaanisesti asennuskiskolla betonisokkeliin. Kattokalvon ja alapuolisen uretaanipinnan välille muodostui tiivis ilmatasku, jota pidetään lievästi ylipaineistettuna ylipaine puhaltimella. Tällä menetelmällä saavutettiin rakennukselle kyljellään makaavaa lenkkimakkaraa läheisesti muistuttava ulkomuoto, joka oli koko rakennusprojektin syy.

Suunnittelu- ja rakennusvaiheessa havaittuja haasteita olivat muun muassa rakennuksen hengittävyys ja kalvon sisäpuolisen tuuletuksen hallinta, veden ja lumen valumisesta johtuvat ongelmat rakennuksen välikatolla ja julkisivulla sekä herkän PVC-kalvon suojaaminen mekaaniselta kulumalta ja ilkivallalta rakennuskohteessa.

Rakennuksen ainutlaatuisuuden vuoksi ongelmia ratkaistiin rakennusvaiheen aikana useilla suunnitelmamuutoksilla. Asiantuntijalausuntojen perusteella esimerkiksi sisempi kumikalvo päätettiin jättää asentamatta. Sulamisvesien hallitsemiseksi rakennettiin imeytyskenttä, ja lumikuormien torjumiseksi asennettiin tehokas lämmityspuhallin

Halutun muodon saavuttamiseksi jouduttiin rakentamisvaiheessa käyttämään enemmän aikaa suunnitteluvaiheeseen ja kattorungon pohjatöihin.

Lopputuloksena havaittiin, että vaikka käytetyt materiaalit ja menetelmät eivät olisi laajemmassa käytössä olleet paras ratkaisu hallirakentamiseen, tässä kohteessa niillä oli suuri merkitys parhaan lopputuloksen aikaansaamiseksi. Käytetyt menetelmät olivat nopeimmat ja edullisimmat kokonaiskuvan kannalta, ja tilaajan tyytyväisyys rakennuksen muodon osalta saavutettiin.

Kattorakenne, pvc-kalvo, hallirakennus

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Construction site labour management

VATANEN, VILLE
Challenges of a PVC-coated Dome-like Roof Structure

Bachelor's thesis 18 pages, appendices 0 pages
December 2015

The thesis was inspired by an unusually shaped meat store extension building built to Huittinen, Finland in Autumn 2015. The structure built was shaped like a sausage lying on its side, meaning that the building was built like a thick arch with other end perfectly rounded.

Building a curvy store with particular materials gave me an inspiration to study factors behind designing and building such structure. Round end, dome-like appearance and curvy façade caused unforeseen difficulties in the building process.

Methods used to study and document this project were interviewing the site managers, engineers and construction workers on site. Based on their and my personal experiences I wrote conclusion that would represent similar buildings of same materials in the future.

The results and conclusions were, that buildings of this shape and size can not be made with different methods cost-efficiently. Glue-laminated timber frame and prefabricated sandwich-type elements of tin and insulation foam were reasonably priced and easy to install into a round shape.

Building tin-, tile- or bitumen-coated roof shaped curvy and round would have been very challenging when it comes to frame structures. Price of manual labor would have exceeded given requirements and the time taken to complete the building would have prolonged significantly. Building specially designed round details on tin, tile or bitumen coated roof would have consumed multiple times more working hours than pulling over PVC-coat. Also Coloring other materials into deeply orange tone was discovered to be ineffective.

SISÄLLYS

2	PVC-kalvon kannatus.....	6
2.1	Paine erot ja puhaltimen tiedot	6
2.2	Jäätyminen ja lumikuorma.....	6
2.3	Sade ja sulamisvedet	6
2.4	Kumikuvun suojaaminen mekaaniselta kulumalta ja ihmisten aiheuttamilta vaurioilta.....	7
2.4.1	Ilkivalta ja ihmisten aiheuttama vahinko	7
2.5	PVC Katteet yleisesti rakennusteollisuudessa	8
3	Rakenteiden tuuletus ja sisäilmaongelmien ehkäiseminen.....	11
3.1	Konehuoneen sijoittelun aiheuttamat ongelmat	11
4	Rakenteen toimintaperiaate.....	12
4.1	Alkuperäisten suunnitelmien eroavaisuuden nykyrakenteeseen verrattuna	12
4.1.1	Tasakattoisen osan tuuletus.....	12
4.2	Kaarevan liimapuurungon ja erikoisen kattorakenteen kustannukset verrattuna perinteiseen hallirakentamiseen.	13
5	POHDINTA	15
	LÄHTEET.....	18

1. Johdanto

Tässä opinnäytetyössä käsitellään erikoiskattorakentamista Kivikylän Kotipalvaamon makkaranmuotoiseksi rakennetun ja erikoisin materiaaliratkaisuin suunnitellun myymälärakennuksen osalta. Keskeisimmässä roolissa on rakennuksen teknisen toimintakyvyn ja erikoisratkaisujen arviointi sekä korjausehdotuksien tai vaihtoehtoisten toteuttamistapojen esilletuonti.

Rakennusprojektin toteutti Huittisten Ryhmärakentajat Oy vastaavana mestarinaan Erkki Pitkänen. Tilaja oli Kivikylän Kotipalvaamo Oy. Rakennuksen pääsuunnittelijana toimi Insinööritoimisto Juha Juntila ja kaarevien muotojen arkkitehtonisista ratkaisuista vastasi Jari Ruusunen Holvisaunat Oy:stä.

Huittisten Ryhmärakentajat Oy on 1990-luvun laman jälkeen perustettu rakennusliike, jonka päätoimipiste on Huittisissa. Yrityksen missiona on korkeatasoinen ja tarkoituksenmukainen rakentaminen aikatauluja venyttämättä, visiona tilaajan tarpeiden mahdollisimman täydellinen tyydyttäminen ja liikeidean ydin on priorisoida erikoiskohteita, joissa tehdyn työn laatu korostuu.

Yrityksen arvomaailmassa korkeimmalla sijalla on korkean laadun lisäksi kotimaisten kokeneiden ja vakituisten työntekijöiden käyttäminen rakennusprojektien toteuttamiseen. Huittisten ryhmärakentajat Oy pyrkii aina suosimaan aina suomalaista työvoimaa ja välttämään vuokratyövoiman käyttöä. Yritys on historiansa aikana rakentanut monia erilaisia kohteita, kuten teollisuushalleja, liiketiloja ja omakotitaloja. Tällä hetkellä rakentamisen pääpaino on Mediset -hoivakotien ja erikoiskohteiden rakentaminen

Rakennusliikkeen aikaisemmat rakennuskohteet ovat olleet vaihtelevasti muun muassa tehtaiden laajennuksia, maatalousrakennuksia sekä koulujen, päiväkotien ja hoitokotien uudisrakentamista. Neliömääräisesti suurimpia projekteja ovat olleet Berendsen Pimatic Oy:n tehtaan laajennus (2600m² v.1997), Sammuun koulun saneeraus (2200m² v.1999-2000) ja Saarioisten Säilyke Oy:n Huittisten tehtaan laajennukset vuosina 1996-2000 jolloin rakennettiin kolme yli 1000m² kohdetta.

2 PVC-kalvon kannatus

2.1 Paine erot ja puhaltimen tiedot

PVC-kalvo tuetaan helmoistaan rakenteisiin ja kohotetaan ilmaan leijumaan. Kalvon alle puhaltavan puhaltimen tuottama paine on 200-250kPa. Puhallin on 3,6 kW:n korkeapainepuhallin. Laskennallisten mitoitusvaikeuksien vuoksi lopullinen paine haetaan tyristorisäätimen ja kokeilujen avulla sopivaksi vuodenaikoihin ja sääolosuhteisiin näiden käytön aikana. Tarkka paine oli mahdotonta määrittää sellaiseksi, joka pitäisi kumikalvon ilmassa vaihtelevien sää- ja lämpöolosuhteiden vallitessa rakenteen tarkan tiiveyden ollessa vielä suunnitteluvaiheessa tuntematon.

Kumimakkarasta rakennetaan ilma- ja vesitiivis huppu suojaamaan SPU -elementtejä suoralta sateelta, säiden vaihtelulta ja muilta muuttujilta. Kosteudenpoistoa varten hupun juuressa on 2500millin välein 25mm halkaisijaltaan olevia reikiä, jotka on tulpattu avattavalla kumimutterilla. Näiden reikien avulla on tarkoitus poistaa kosteutta hupun alta sen mahdollisesti sinne muodostuessa lämpötilanvaihtelujen seurauksena. Mikäli käytössä todetaan kumimutterien riittämättömyys kosteudenhallintaan ja paine-erojen tasaukseen, on mahdollista myös avata kumikalvon alareunan kiinnityslaiippoja raolleen, niin että suuremmat vesimassa saadaan valutettua pois.

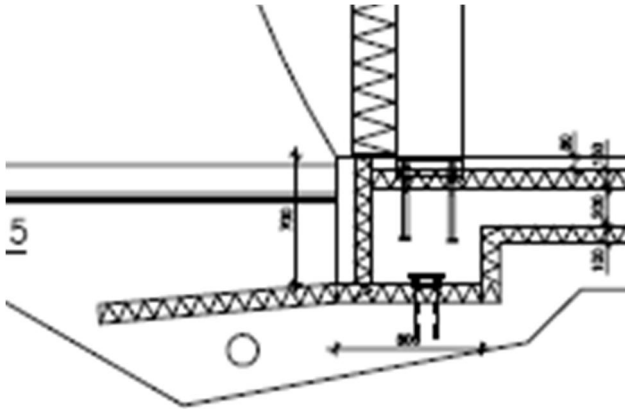
2.2 Jäätyminen ja lumikuorma

Jäätymisen ja lumikuorman muodostumisen varalta on asennettu teholtaan 100kW:n lämmitin, jolla saadaan kuumaa ilmaa korkealla paineella hupun alle. Lumen sulatus ja poisjohdatus katolta on ollut tärkeää varmistaa kumikalvon kantavuuden vuoksi; jos makkaran kuori pääsee laskeutumaan kiinni kattorakenteisiin on siitä sekä esteettistä, että käytännön haittaa. Pahimmassa tapauksessa lumikuorma sorruttaisi kumikalvon yön aikana ja kireät pakkaset jäädyttäisivät valtavan jääkimpaleen kalvoon syntyneeseen kuoppaan. Tämän jäämassa pudottaminen pelkän puhaltimen voimin olisi erittäin haastavaa, ja pudotessaan arvaamattomasti se aiheuttaisi vaaraa ympäröiville ihmisille ja mahdollisesti jopa hallin rakenteille. Sulattamalla jää nesteeksi saadaan se vaarattomaksi ja helpommin pudotettavaan muotoon.

2.3 Sade ja sulamisvedet

Hupun päältä valuvan sade- ja sulamisveden poistoa on pyritty ratkaisemaan noin puoli metriä syvällä ja metrin leveällä mukulakivipellolla joka ympäröi makkaraa kaaren maahan osuvien reunojen puolella. Tämän kivikentän läpi vesi valuu koko rakennuksen kiertävään salaojaan (kuva 1), joka johdattaa sulamis- ja sadevedet turvallisesti pois rakennuksen perustuksista. Suuren pinta-alansa ja kumihupun lämpimän sisäilman

vuoksi sade- ja sulamisvesiä kertyy yllättävän suuria määriä johdatettavaksi, ja muualla rakennuksen ympärillä maa-aineena käytetty sora ei kykenisi vesimääriä erottelemaan yhtä tehokkaasti kuin kivipelto.



Kuva 1. Sokkelin rakennuspiirustus

2.4 Kumikuvun suojaaminen mekaaniselta kulumalta ja ihmisten aiheuttamilta vaurioilta

Mekaanista kulumaa ei teoriassa kohdistu PVC-kalvoon muutoin, kuin tuulen aiheuttaman värähtelyn keskittyessä kalvon saumoihin alareunassa ja ovenylityksissä. Kangasvahvistettu PVC-kalvo on kuitenkin samaan aikaan elastinen sekä kulutusta kestävä. Joustavuutensa vuoksi materiaali ei väsy kuten teräs, eikä murru kuten keraamiset materiaalit. Hankaus- ja puhkeamisherkkyytensä vuoksi rakennuksen ympäristössä ei kasvateta puita tai pensaita jotka voisivat oksillaan puhkaista PVC-kalvon.

2.4.1 Ilkivalta ja ihmisten aiheuttama vahinko

Mukulakivikenttää ympäröi kevytrakenteinen aita jonka tarkoitus on suojella kumikalvoa ihmisten tuhotöiltä ja ilkivallalta. Jos kalvo kuitenkin pääsee puhkeamaan, on se helposti hitsattavissa umpeen kuin mikä tahansa kumimatto.

Korjauspaikan aiheuttamat esteettiset ongelmat ovat ainoa korjausta rajoittava tekijä, sillä PVC-kupu on korjaushitsattavissa koko käyttöikänsä ajan PVC:n materiaaliominaisuuksien vuoksi.

(Lähde: Skandihall – DUOL ilmakupukattorakenteet)

2.5 PVC Katteet yleisesti rakennusteollisuudessa

Kierrätettävät PVC-katteet soveltuvat laaja-alaisesti erilaisille kattopohjille. Loivat, kaltevat, kaarevat ja pystysuorakin pinnat onnistuvat materiaalin joustavuuden ja muovailtavuuden vuoksi helposti. PVC-katteissa käytetään PVC-muovin lisäksi erilaisia kankaita, huopia tai verkkoja tukemaan rakennetta sekä estämään venymistä ja repeämistä. (Lähde: PVC:n käyttö katemateriaalina. <http://www.ruuffi.fi>)

2.6 Materiaalitekniset ominaisuudet

PVC-katteet kestävät vedenpainetta ja ne kuuluvat paloluokitukseltaan luokkaan t2. Tulipalossa PVC-kate ei pidä tulta yllä vaan sammuu itsestään.

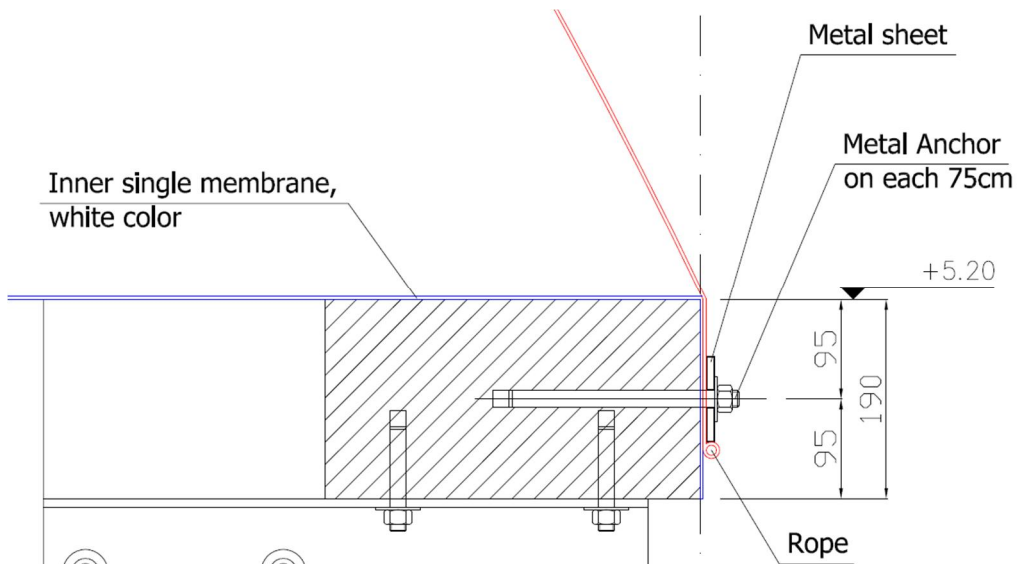
PVC kuuluu kestopuoveihin. Se on lämmitettynä helposti muotoiltavissa ja jäähtyesään muuttuu hieman jäykemmäksi, mutta silti taipuisaksi ja joustavaksi materiaaliksi. PVC-katteita hitsataan yhteen kuumailmalla ilman avotulta ja katteet säilyttävät hitsattavuutensa koko käyttöikänsä ajan. Hitsattavuutensa vuoksi PVC-katetta on suhteellisen helppo paikata rakennuksen koko elinkaaren ajan paikkoja reikien päälle hitsaamalla. (Lähde: PVC:n käyttö katemateriaalina. <http://www.ruuffi.fi>)

2.7 PVC-katteen kiinnitys.

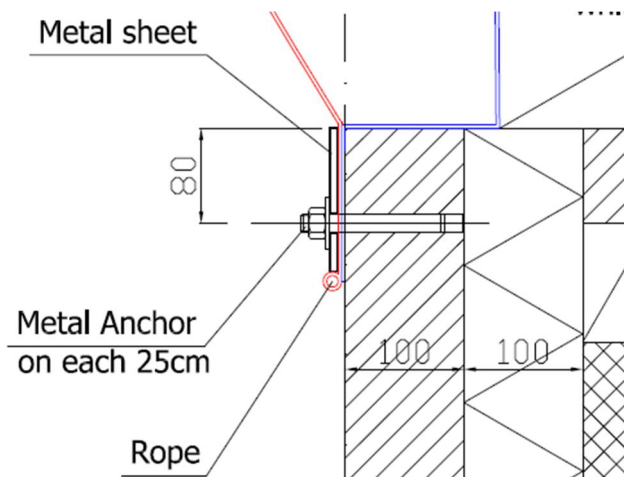
PVC-katteet hitsataan saumoistaan yhteen kuumailmaa apuna käyttäen. Yhteenhitsattavat katteen osat lämmitetään molemmilta tartuntapinnoiltaan ja painetaan erikoispuristinrullalla yhteen, niin että sulaa PVC:tä pursuaa molemmin puolin sauman ulos. Katteen sulaessa yhteen on materiaali täysin homogeeninen. Hitsattu sauma testataan veden- sekä ilmanpitävyydeltä ja vetolujuudeltaan.

Kiinteisiin rakenteisiin kiinnitettäessä (kuvat 2, 3 ja 4) PVC-kate ankkuroidaan kiskoilla rakenteeseen katon reuna-alueilta. Läpivientejä rakennettaessa PVC-kate kiinnitetään niitä ympäröiviin materiaaleihin mekaanisilla kiinnikkeillä.

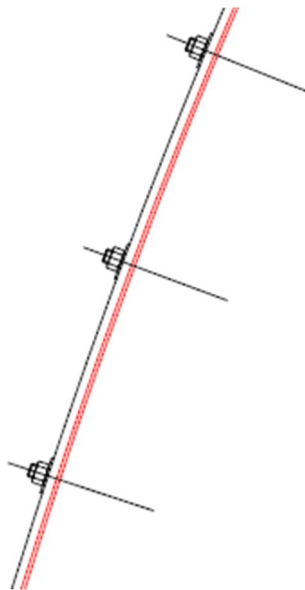
(Lähteet: PVC:n käyttö katemateriaalina. <http://www.ruuffi.fi>, Kattoliitto: Toimivat katot verkkojulkaisu 2013)



Kuva 2. Kaaren takaosan liitos liimapuurunkoon.



Kuva 3. Julkisivun liitos sokkeliin.



Kuva 4. Liitos liimapuukaareen makkaran tylpässä päässä.

2.8 PVC-katteen taloudelliset edut ja käyttökelpoisuus laajemmassa mittakaavassa

Usein PVC-katetta käytettäessä säästetään sekä ympäristöä, että työaika kun kattorakenteen kannatteleminen riittää kevytrakenteisempi runko ja PVC-katteen kuljetuskustannuksen saadaan minimoitua katteen rullattavuuden vuoksi. PVC-kate on huomattavasti pelti- ja tiilikattoa kevyempi ja voittaa keveydessään niukasti myös huopakaton.

Vastaavanlaisten makkaranmallisten rakenteiden ei voida olettaa yleistyvän lähitulevaisuudessa. Muoto ja sen luomat lisähaasteet rakentamiselle tekevät muuten käytännöllisestä, edullisesta rakenteesta hyödyttömän ja kustannustehottoman vaihtoehdon laajaan käyttöön. PVC-kate itsessään on merkittävä keksintö rakennusteollisuuden kannalta, ja sen käyttö on yleistynyt viime vuosina huomattavasti sen ainutlaatuisien ominaisuuksien ja keveyden vuoksi. PVC-katteen käyttömahdollisuudet ovat tulevaisuudessakin lähes rajattomat, ja sen käytön voisi uskoa yleistyvän lähivuosina kun tekniikkojen kehittyessä materiaalin hintaa saadaan laskettua kuluttajaystävällisemmälle tasolle.

(Lähteet: PVC:n käyttö katemateriaalina www.ruuffi.fi, Kattoliitto: Toimivat katot verkkojulkaisu 2013)

2.9 DUOL PVC-kate

Tässä kohteessa käytetty PVC-kate tilattiin Slovenialaiselta yritykseltä nimeltään DUOL. DUOL on maailmanlaajuinen markkinajohtaja ilmakannatelluissa PVC-hallirakenteissa ja yrityksellä on menestyksekkästä toimintaa takanaan jo 23 vuotta. DUOL PVC-katteilla on toteutettu yli 1200 kohdetta ympäri maailmaa, ja näistä kohteista sadat ovat olleet pohjoismaissa. Suomessa DUOLin tuotteita on käytetty muun muassa Lahdessa, Kauhajoella ja Turussa urheilukenttien talvikaudenaikaiseen peittämiseen. DUOLin ehdottomasti tunnetuin kohde Suomalaisille on Legirus areena Helsingissä.

(Lähteet: DUOL – materiaalivalmistajan kotisivut www.duol.si, Skandihall DUOL – ilmakupukattorakenteet)

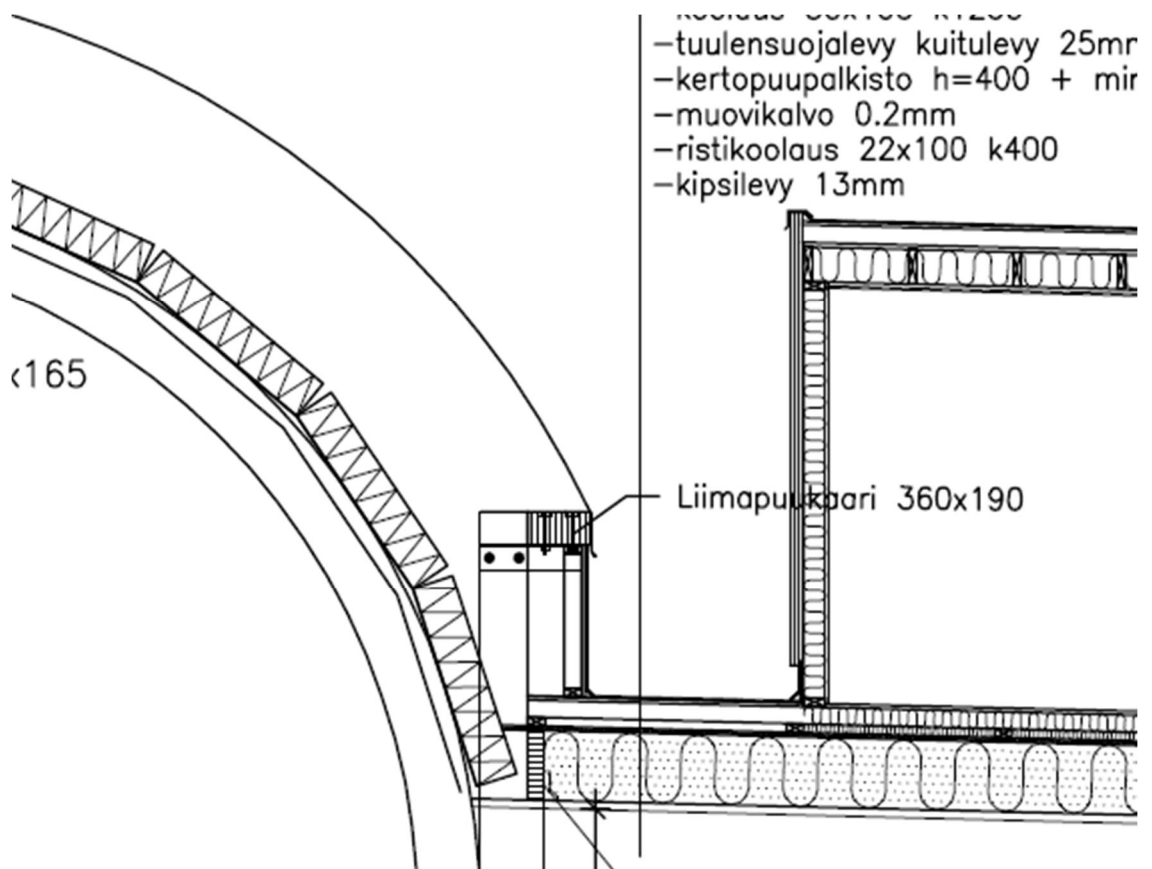
3 Rakenteiden tuuletus ja sisäilmaongelmien ehkäiseminen

3.1 Konehuoneen sijoittelun aiheuttamat ongelmat

Konehuoneen noustessa rakennuksen sivulla makkarankuoren rinnalla korkealle ja näiden kahden rakenteen yhdessä muodostama auringolta suojattu ”vallihauta” huomattiin vasta asennusvaiheessa. Kuva 6 alapuolella selventää tilannetta.

Tasakattoisen alueen tuuletuksen turvaamiseksi haluttiin poistaa lumen kasautumisesta johtuva kosteudenhallinnallinen riski, jossa lumi olisi mahdollisesti tukkinut tuuletusrakon tasakaton ja makkarankuoren välillä. Tämä ratkaistiin suljetulla tuuletusjärjestelmällä, josta nousee kaksi halkaisijaltaan 100mm tuulituuletinta lumenpinnan ulottumattomiin.

(Lähde: Mestarihaastattelu Erkki Pitkänen, syksy 2015)



Kuva 6. Alkuperäinen tilanne ennen tuulituulettimien asennusta.

4 Rakenteen toimintaperiaate

Rakennus on paaluperusteinen yksikerroksinen myymälärakennuslaajennus vanhan li-hajalostetehtaan kylkeen. Lattiamateriaalina toimii betonilaatta. Kivikylän Kotipalvaamon Huittisten tehtaan myymälärakennukseksi rakennettu kaksiosaisten naulauslevyillä kiinnitettyjen kaarevien liimapuukaarien pintaan on läpipultattu pelti-SPU-pelti -elementtejä joiden saumat on tiiviisti saumattu uretaanilla.

Uretaanikuorutteen päälle on asennettu reunoistaan ja päädyistään liimapuurunkoon mekaanisesti kiinnitetty erikoisvalmisteinen DUOL PVC-kalvo, jota pidetään koholla 200-250kPa:n paineen tuottavalla tyristorisäädetyllä puhaltimella. Peltipinnoitetut SPU-elementit eristävät rakennuksen estäen talviajan lämpöhukan ja kesäisin auringon aiheuttaman ulkoa säteilevän ylimääräisen lämmön pääsyn sisätiloihin. Elementtien päällä paineistettuna lejuva kumikalvo pitää sadeveden ja muun ulkoa tulevan kosteuden irti uretaanipinnoitteesta.

(Lähde: Mestarihaastattelut, syksy 2015)

4.1 Alkuperäisten suunnitelmien eroavaisuuden nykyrakenteeseen verrattuna

Suunnitelmat ovat rakennusaikana muuttuneet useita kertoja. Alkuperäisissä suunnitelmissa piirretyn ulomman kumikalvon lisäksi olisi käytetty SPU-levyjen pintaan kiinnitettävää lisäkalvoa. Sisemmän kalvon mitoitus ja asentaminen osoittautuivat haastavammiksi kuin oltiin kuviteltu. Lopullisen päätöksen sisäkalvon asentamatta jättämiseen asettivat sisemmän kumikalvon ja SPU-levyjen väliin jäänyt käytännössä aina märkä alue, joka olisi mitä otollisinta kasvualustaa erilaisille homemikrobeille. Kumikalvon asentamatta jättäminen osoittautui sekä edullisemmaksi, että toimivammaksi ratkaisuksi rakennuksen kokonaiselinkaarta tarkastellen.

Sisemmän kumikaaren hyödyttömyyttä korosti myös SPU-elementtien ja uretaanipinnoitteen tiiveys, jonka vuoksi sisempi PVC-kalvo olisi ollut lähes merkityksetön.

(Lähde: Insinöörihaastattelu Jari Ruusunen, holvisaunat Oy. Syksy 2015)

4.1.1 Tasakattoisen osan tuuletus

Tasakattoisen osan makkaran kaareen piilotettu ilmanvaihto suunniteltiin alkuperäisissä kuvissa huomaamattomaksi loveksi, joka jäisi ikään kuin makkaran ”helman” alle näkymättömiin. 10cm korkea mutkitteleva koko tasakaton mittainen kotelomainen ilmastointihormi jouduttiin kuitenkin jälkikäteen muokkaamaan paremmin kokonaistoimivuutta tukevammaksi. Tasakattoisen osan päälle rakennettu 20 neliömetrin eristetty konekoppi olisi varjostanut makkaran helmaa neljän metrin matkalta. Konehuoneen ja makkaran kuoren väliin olisi jäänyt metrin levyinen kaistale jonka alueelta lumi ei pääsisi sulamaan luonnollisesti. Tälle kaistaleelle pakkautuva lumi olisi saattanut runsaslumisina talvina kohota ilmastointikoteloon asti ja vuotaa vettä sitä kautta koko tasakattoisen osan yläpohjaan ja kattorakenteisiin. Ongelma ratkaistiin asentamalla kaksi läpimital-

taan 110mm tuulituuletinta 2,5m korkeuteen tasakattoisesta osasta mitattuna. Makkaraa varjostavan konekopin takaa tuuletusrako rakennettiin vesitiiviisti umpeen.

4.2 Kaarevan liimapuurungon ja erikoisen kattorakenteen kustannukset verrattuna perinteiseen hallirakentamiseen.

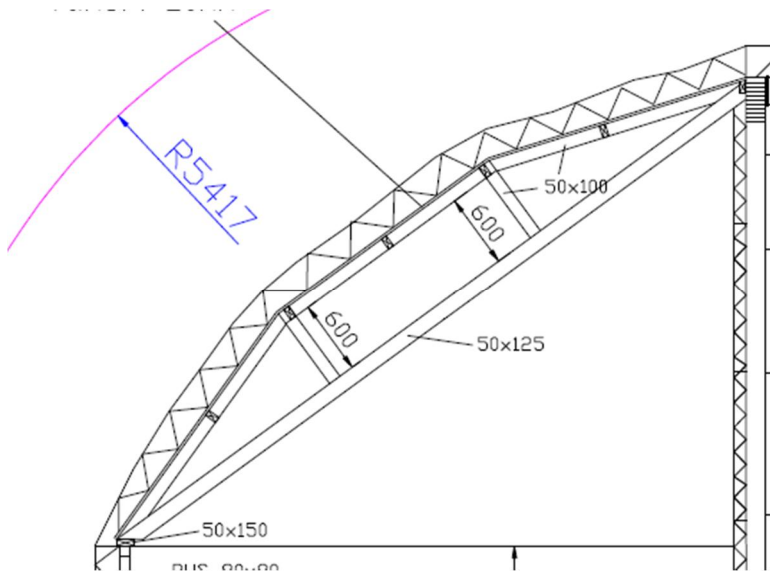
Lienee sanomattakin selvää, ettei tämänkaltaista rakennusta ole rakennettu kustannustehokkaimmalla tavalla. Kaarevat muodot (kuva 8) tuovat lisäkustannuksia niin materiaalien, Rakennusvaiheen kuin käyttövaiheenkin osalta. Liimapuurungon osat on pitänyt tilata mittatilaustyönä, kun taas perinteisessä hallirakennuksessa suuri osa puutavarasta on vakiomitoitettua sahatavaraa jota löytyy valmiina lähes jokaiselta puutavaravarastolta ja yksityiseltä jälleenmyyjältä. Perinteisen harjakaton kattotuolit ovat niin kilpailtu tuote, että kustannustehokkuudeltaan kattorunkona niitä ei voi verrata liimapuupalkkeihin. Myös mitoituksen helppous puhuu perinteisten kattotuolien puolesta. Kaarevaan muotoon rakentamisen ollessa tärkein tekijä, ei muita runkomateriaaleja olisi voitu tehokkaasti käyttää.

Työhön kuluneet resurssit ovat perinteistä rakennustapaa suuremmat haastavien muotojen (kuva 8) ja työn ainutlaatuisuuden tuoman kokemattomuuden vuoksi. Suurin yksittäinen kuluerä koko rakennusprojektissa on rakennusvaiheen aikainen työ.

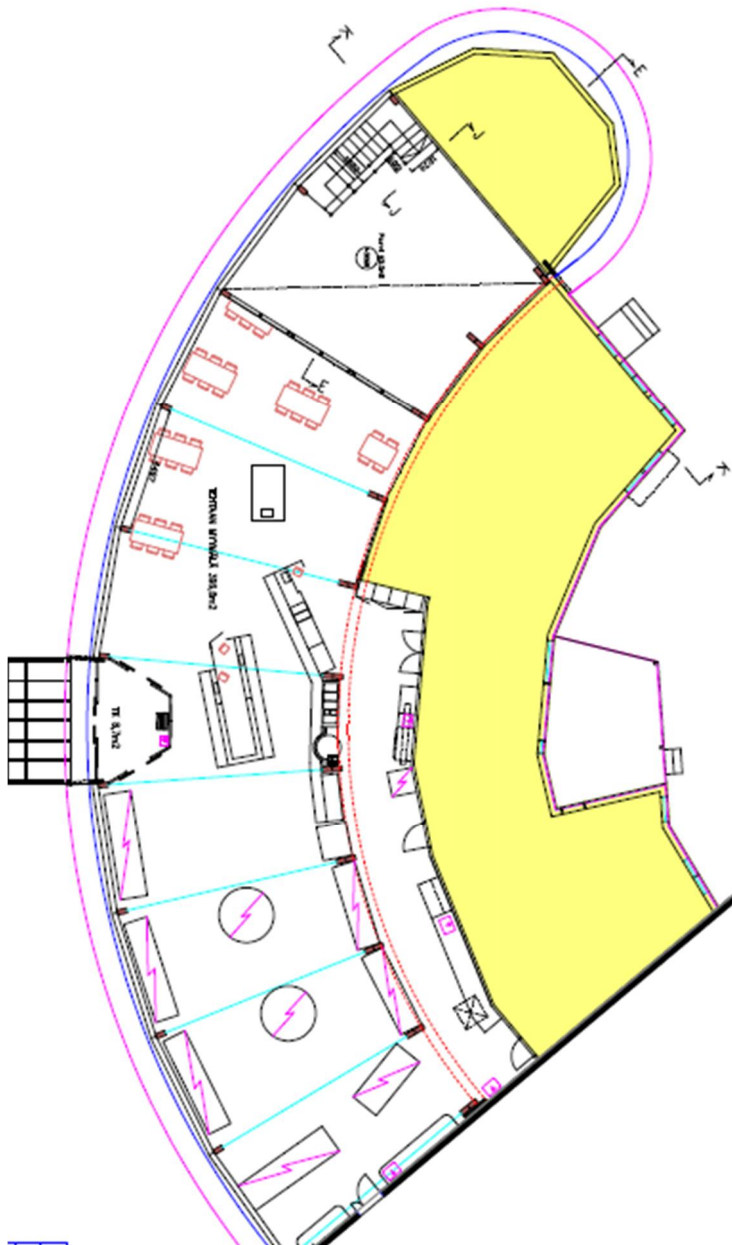
Hyvistä suunnitelmista huolimatta ammattimiehille ei pääse kertymään vastaavanlaista harjaantumiskerrointia kuin usein erittäin samankaltaisina toistuvien gryndikohteiden rakentamisessa. Samanlaisia neliskulmaisia huoneita vakiintuneilla työvälineillä rakennettaessa on työn tehokkuus moninkertaista verrattuna erikoiskohteisiin.

Haastavin yksittäinen osa rakennuksen rungossa on makkaran kaareva pää (kuva 7). Se tehty täysin käsityönä elementtien sijaan, ja kaarevan päädyn ylemmän puoliskon kappaleiden mitoittamiseen, sahaamiseen ja asentamiseen kului kymmeniä työtunteja. Elementteistä ja tutusta, suorasta ja vakiomittaisesta materiaalista rakennettaessa työn osuus olisi laskennallisesti merkittävästi pienempi. Näiden kahden rakennustavan vertaaminen tehokkaasti on haastavaa, sillä samanlaisia tuloksia on niillä likipitään mahdoton tuottaa.

(Lähde: Mestarihaastattelut. Syksy 2015)



Kuva 7. Makkaran kaarevan pään leikkauskuva sivulta.



Kuva 8. Makkaramyymälän leikkauskuva ylhäältäpäin kuvattuna.

5 POHDINTA

Lopputuloksena rakennus valmistui hieman myöhässä suunnitellusta aikataulusta mutta tilaaja oli erittäin tyytyväinen tuotokseen. Rakentamiseen liittyvät monimutkaisuudet eivät olleet myöhäisemmän valmistumisajankohdan pääsyyinä, vaan tilaajaan muuttuneista tarpeista johtuneet lisä- ja muutostyöt aiheuttivat viivytyksen. Rakennuksen lopullinen ulkoasu (kuvat 9 ja 10) muistuttaa erittäin tarkasti tilaajan toivomaan lenkkimakkaraa. Päädyn ”kranssikin” on kuin suoraan tehtaan omasta tuotannosta.



Kuva 9. Lenkkimakkara sivulta



Kuva 10. Lenkkimakkaran pää ja ”kranssi”

PVC-kattomateriaalilla yksi suurimmista nykypäivän rakentamiseen liittyvistä säästöistä olivat kulut työturvallisuuden ylläpitämiseksi. Kaikkia muita kattomateriaaleja käytettäessä olisi jouduttu katon päällä kävelemään lähes jatkuvasti rakennusvaiheessa. Kaarevalla ja peltipinnoitteisista elementeistä rakennetulla rungolla kävely olisi ollut erittäin riskialtista kokeneillekin rakennusalan osaajille. Vaihtoehtoja turvallisen työskentelytavan saavuttamiseen olisivat olleet erilaiset telineet, hihnat ja valjaat.

Kaarevan muotonsa vuoksi telineiden rakentaminen olisi ollut epäkäytännöllistä ja kallista. Toinen vaihtoehto olisivat olleet valjaat ja henkilönostimet. Työturvallisuus on valjaita käytettäessä putoamissuojauksen osalta sataprosenttisen turvallinen, mutta työn tehollisuus kärsii merkittävästi kun rakentajat saavat jatkuvasti siirtää nostimia ja uudelleen säätää jaloissa pyöriviä turvavaljaita.

Myös valjaiden ja nostimien vuokrauskustannukset olisivat ylittäneet kalustokustannukset PVC-kalvon asennukseen verrattuna, sillä nykyinen kalvo vedettiin rakennuksen päälle kuin suuri pressu puukasan ylle. Apuvoimina raskaan kalvon kiskomisessa käytettiin kahta kuukulkijaa ja fyysistä voimaa. Koko kate asennettiin käyttövalmiiksi yhdessä päivässä kolmen työntekijän toimesta. Vastaavaa työtehoa ei olisi saavutettu millään muulla katteella.

Materiaalina DUOL PVC-kalvo oli paras vaihtoehto muotokielen ja sävyn saavuttamiseksi. Huopakatto olisi ollut mahdollista rakentaa samaan makkaran muotoon mutta pohjatyöt olisivat tällöin olleet haastavampia toteuttaa tuuletuksen ja muodon puolesta. Haalean oranssi sävy olisi ollut vaikea saada säilymään huonosti maalattavissa olevaan huopapintaan

Huopakaton pohjalaudoituksen on oltava umpinainen, jolloin olisi rakennuksen päätyyn jouduttu koolaamaan ja kallistamaan jokainen pohjalaudoituksen lauta erikseen pyöreiden saavuttamiseksi.

Kustannuksiltaan huopa kattomateriaalina ei ole kallista. Neliöhinta palahuovalla on noin 8 euroa. Sitä on yleisesti käytetty monenmuotoisten rakennuksien vesikatteena nopean asennuksen ja edullisen hinnan vuoksi. Kaarevan muodon luomat haasteet olisivat keskittyneet katon alalaudoituksen haastavaan toteutukseen.

Peltimateriaalilla makkaran muoto olisi ollut huopakattoakin haastavampi ja merkittävästi kalliimpi. Peltikatteista olisi tällöin jouduttu käyttämään konesaumattua peltiä vesitiiveyden saavuttamiseksi ja käsityön osuus olisi ollut kustannuksista merkittävin. Konesaumattun peltikatteen materiaalihinta hyötyneliötä kohden on noin 20 euroa, ja saumattuna samasta pellistä joutuu maksamaan verottomana noin 40-50 euroa asennuskohteen läpivienneistä, jiireistä ja muista hankaloittavista muuttujista johtuen.

Konesaumapellin vaatima lähes umpinainen pohjalaudoitus, käsin hakattu harjasauma ja lipan alle taivutettu alapelti olisivat luoneet aivan uudenlaisia haasteita, kustannuksista puhumattakaan. Saumauskoneet eivät kykene saumaamaan moneen suuntaan paikoin jyrkästikin kaarevien peltirakenteiden saumoja, eivätkä perinteisesti jäykät peltilevyt

taivu pehmeään pyöreään muotoon kuin yhteen suuntaan kerrallaan. Makkaran pitkät sivut olisi voitu toteuttaa peltikatteella, mutta pyöreä kärki olisi vaatinut erityisosaamista ja aikaa.

Peltiseppien käsityön hitaus ja siitä johtuva kustannukset eivät olisi olleet millään mitapuulla kilpailukykyisiä PVC-katteen kanssa.

(Lähde: Mestarihaastattelut. Syksy 2015)

Vastaavanlaisen rakenteen soveltuvuus muihin kohteisiin.

Kumikupukattoiset rakennukset soveltuvat parhaiten keveytensä ja edullisen hintansa vuoksi väliaikaisesti peitettäviin kohteisiin, kuten jalkapallokentille ja festivaalialueille. Kiinteän rakennuksen usean vuosikymmenen mittaiseksi suojaksi se on huono energiatehokkuutensa ja PVC-pintamateriaalin heikkouden vuoksi. Rakennuksen pintakäsittely uudelleen on haastavaa, jollei mahdotonta, joten sama väri, muoto ja mahdolliset paikkaukset näkyvät pinnassa koko rakennuksen elinkaaren ajan. Erikoisiin kaareviin rakenteen muotoihin PVC-kalvo soveltuu paremmin kuin kilpailevat katemateriaalit.

LÄHTEET

Insinöörihaastattelu 10.10.2015, Huittinen / Jari Ruusunen Holvisaunat Oy

Mestarihaastattelu & vastaavan mestarin haastattelut. Syksy 2015, Huittinen / Eino Ojala & Erkki Pitkänen

PVC:n käyttö katemateriaalina. Luettu 14.12.2015

<http://www.ruuffi.fi>

Kattoliitto: Toimivat katot verkkojulkaisu 2013. Luettu 14.12.2015

http://www.kattoliitto.fi/files/504/Toimivat_Katot_2013_reduced_size_.pdf

Skandihall: DUOL ilmakupukattorakenteet. Luettu 14.12.2015

<http://www.scandihall.no/wp-content/uploads/2015/09/Why-Duol-Air-domes.pdf>

DUOL – materiaalivalmistajan kotisivut. Luettu 14.12.2015

<http://www.duol.si/>