

The image shows the interior of a large, historic wooden structure, likely a water tower. The ceiling and walls are composed of a dense, intricate network of dark, weathered wooden beams and rafters. The perspective is from a low angle, looking upwards and slightly to the right. In the background, a person in a light-colored coat is visible, standing near a large wooden door or hatch. The lighting is dramatic, with strong highlights and deep shadows, emphasizing the texture and structure of the wood.

# RUOTSIN SUURVALTA-AJAN VESIKATTORAKENTEET SUOMESSA

TOIMITTANEET

MARKO HUTTUNEN, LAURA EERIKÄINEN, LAURA LAINE, PAULIINA SAARINEN & PANU SAVOLAINEN

Sennaatti



Museovirasto

*RUOTSIN SUURVALTA-AJAN VESIKATTORAKENTEET SUOMESSA*

**Kannen kuva**

Louhisaaren kartanon päärakennuksen kattorakenteita.

**Takakannen kuva**

Uudenkaupungin vanhan kirkon kattorakenteita.

**Kuvat**

Raportin kirjoittajat tai Livady ellei toisin mainittu.

**Kannen suunnittelu**

Panu Savolainen

**Taitto**

Pekko Sangi & Panu Savolainen

ISBN 978-952-7239-38-4 (nid.)

ISBN 978-952-7239-39-1 (pdf)

**Copyright**

Kirjoittajat ja Senaatti-kiinteistöt

**Kirjapaino**

Grano Oy

Senaatti-kiinteistöt, Helsinki 2018

**Senaatti**

**LIVADY**  
O S A K E Y H T I Ö

**A?** Aalto-yliopisto

 **Museovirasto**

# RUOTSIN SUURVALTA-AJAN VESIKATTORAKENTEET SUOMESSA

Toimittaneet

Marko Huttunen, Laura Eerikäinen, Laura Laine, Pauliina Saarinen & Panu Savolainen

**Sennaati**



Museovirasto

Helsinki 2018



# SISÄLLYS

ESIPUHE 7

*Marko Huttunen*

ASKAISTEN LOUHISAARI – TUKHOLMALAINEN AATELISPALATSI 10

*Jouni Kuurne*

## RAPORTIT

LOUHISAAREN KARTANON KAAKKOISEN SIVURAKENNUKSEN VESIKATTORAKENTEIDEN  
RESTAUROINTISUUNNITELMA 23

*Laura Eerikäinen, Piritta Ernvall, Sini Koskinen, Laura Laine, Valeryia Pulko,  
Panu Savolainen, Taavi Tenhu & Miina Tolonen*

LOUHISAAREN KARTANON PÄÄRAKENNUKSEN KATTORAKENTEEN ALUSTAVA RAKENNETUTKIMUS 97

*Martino De Rossi, Kristiina Kuusiluoma & Pauliina Saarinen*

VERTAISPUKKIRAKENTEET SUOMESSA 161

*Hertta Hjelt, Aamu Koivistoinen, Mimmi Koponen,  
Reetta Lehtiranta, Pauliina Saarinen & Pekko Sangi*

## ARTICLES

LASER SCANNING SURVEYS OF WOODEN HERITAGE AND TIMBER ROOF STRUCTURES AND THEIR  
POST-PRODUCTION. METHODS FOR DETAILED 2D AND 3D REPRESENTATIONS 196

*Sara Porzilli*

HISTORIC BUILDINGS FROM A CARPENTER'S PERSPECTIVE 213

*Mattias Hallgren*

LIITTEET 229



*Louhisaaren kartanon  
kaakkoinen sivurakennus  
kalmilaisen puutarhan puolelta  
kuvattuna syyskuussa 2017.*

## ESIPUHE

### Rakennussuojelun ja restauroinnin erikoiskurssi *Ruotsin suurvalta-ajan vesikattorakenteet Suomessa* *Roof structures of the early modern period in Finland*

Senaatti-kiinteistöjen, Museoviraston ja Aalto-yliopiston yhdessä järjestämällä kurssilla käsiteltiin historiallisia vesikattorakenteita ja niiden restaurointia kirjallisuuden, luentojen, ekskursion ja tutkimuksen kautta. Hankkeen taustalla oli värikkäitä vaiheita sisältänyt Louhisaaren luoteisen sivurakennuksen kattorakenteiden restaurointi, joka saatiin päätökseen syksyllä 2017. Käytännön kohteena kurssilla oli Louhisaaren kartanon kaakkoisen sivurakennuksen vesikattorakenne. Tutkimusta tehtiin lisäksi Louhisaaren kartanon päärakennuksessa ja pikaisesti myös Askaisten kirkossa sekä Uudenkaupungin vanhassa kirkossa.

Kurssilla tehdyn tutkimuksen ja restaurointisuunnittelun oppaina käytettiin kahta kansainvälistä tekstiluonnosta: *Historic Timber Structures - Guidelines for the On-Site Assessment* (EU standard) ja *Principles for the Conservation of Wooden Built Heritage* (ICOMOS), joiden toimivuutta käytännön työssä samalla testattiin.

Tämän julkaisun alussa Kansallismuseon intendentti Jouni Kuurne kertoo Louhisaaren kartanon rakentamisen taustoista ja vaiheista sekä sen roolista osana Ruotsin suurvalta-ajan palatsirakentamista. Taustoituksen jälkeen siirrytään Louhisaaren

kaakkoisen sivurakennuksen kattorakenteen restaurointisuunnitelmaan. Restaurointifilosofisen pohdinnan, historiallisten lähteiden analyysin ja arkkitehtisuunnittelun lisäksi suunnitelma sisältää kattorakenteen laskentamallitarkastelun. Vesikattorakenteen historiallinen arvo ja alkuperäiset heikkoudet tekivät suunnittelusta poikkeuksellisen vaativaa.

Toisena pääaiheena on Keski-Euroopassa tyypillinen mutta Suomessa harvinaiseksi suurvalta-ajan erikoisuudeksi jäänyt pukkikattorakenne. Rakenteen historiasta annetaan lyhyt kuvaus, minkä lisäksi aihetta käsitellään 1600-luvun kirkkojen ja Louhisaaren päärakennuksen kenttätutkimusraporteissa. Päärakennuksen vesikattorakenne osoittautui erityisen kiinnostavaksi paitsi rakenteensa myös ainutlaatuisuutensa vuoksi: kyseessä lienee ainoa puista räystäsrakennettaan myöten säilynyt suurvalta-ajan Ruotsiin toteutetun palatsin kattorakennekokonaisuus.

Restaurointisuunnitelman ja tutkimusraporttien sisältöä syventävät ja laajentavat tietoruudut, jotka käsittelevät historiallisia lautakatteita ja kansainvälisiä julkilausumia. Kansainvälisen aiheensa vuoksi julkaisuun on sisällytetty myös tietoruudut, joissa esitellään kattorakenteiden sanastoa eri kielillä.



Julkaisun lopussa on kaksi puurakenteiden restaurointiin liittyvää asiantuntija-artikkelia: PhD Sara Porzillin artikkeli laserkeilauksen sovelluksista rakennusperintökohteiden dokumentoinnissa, suojelussa ja restauroinnissa sekä Ruotsissa arvokkaita rakennussuojelukohteita restauroineen kirvesmies Mattias Hallgrenin kuvaus perinteisen käsityötaidon hyödyntämisestä historiallisten puurakenteiden kunnostuksen suunnittelussa ja toteutuksessa.

Kurssilla luennoivat vastaava opas Camilla Adolfsson, in-  
tendentti Jouni Kuurne, arkkitehti Merja Nieminen, profes-  
sori Markus Hiekkanen, PhD Sara Porzilli, rakennuttajapääl-  
likkö Selja Flink, yliarkkitehti Helena Hirviniemi, kirvesmies  
Mattias Hallgren, rakennuskonservaattori Risto Holopainen ja  
diplomi-insinööri Antti Haikala. Kurssin suunnitteluun ja opis-  
kelijoiden ohjaukseen osallistuivat lisäksi Aalto-yliopistosta dip-  
lomi-insinööri Hannu Hirsi rakennustekniikan laitokselta, ra-

kennuttajainsinööri Janne-Pekka Niininen sekä arkkitehti Aimo  
Nissi arkkitehtuurin laitokselta.

Opiskelijoita kurssille tuli kaiken kaikkiaan viidestä eri yli-  
opistosta: Laura Eerikäinen, Laura Laine, Netta Böök, Paulii-  
na Saarinen, Sini Koskinen ja Valeryia Pulko Aalto-yliopistosta;  
Hertta Hjelt, Kristiina Kuusiluoma, Martino De Rossi, Miina  
Tolonen ja Reetta Lehtiranta Oulun yliopistosta; Aamu Koivis-  
toinen, Mimmi Koponen, Pekko Sangi ja Taavi Tenhu Tampereen  
teknillisestä yliopistosta, Panu Savolainen Turun yliopistosta  
sekä Piritta Ernvall Jyväskylän yliopistosta. Kurssin päätavoit-  
teet – saada lisätietoa historiallisista vesikattorakenteista ja kou-  
luttaa restauroinnin osaajia – toteutuivat erinomaisesti.

Lämpimät kiitokset Uudenkaupungin ja Maskun seurakun-  
nille ovien avaamisesta, Louhisaaren kartano -majoituksen väel-  
le joustavasta emännöinnistä sekä kurssin opiskelijoille ahkeruu-  
desta ja ehtymättömästä tiedonjanosta.

Kalliossa 12.12.2017

Kurssin vetäjä  
Marko Huttunen



*Ruotsin suurvalta-ajan vesikattorakenteet Suomessa -kurssin vetäjä ja osallistujat Louhisaaren kartanon kaakkoisen sivurakennuksen portaitailla.*

## ASKAISTEN LOUHISAARI — TUKHOLMALAINEN AATELISPALATSI

JOUNI KUURNE

Tukholma oli suurvalta-ajan Ruotsin keskus, jonka ympärillä laajentuvassa piirissä pääkaupunkiin saapuneet kulttuurivaikutteet omaksuttiin ja sovellettiin omaan ympäristöön. Tuon keskuksen vaikutuspiiriin kuului myös Askaisten Louhisaari, joka monin tavoin on suoraan yhdistettävissä tukholmalaisiin lähtökohtiin. Vuosisatojen ajan tärkein kulkureitti Louhisaareen oli meritse, seikka joka ehkä helposti nykypäivänä unohtuu saavuttaessa Flemingien kartanoon maantietä pitkin, eikä Louhisaari ole ainoa Suomenkaan kartanoista, joka sijaitsee rannikon tai joenrannan läheisyydessä. Vielä 1800-luvun lopussa nopea ja helppokulkuinen tapa saapua Louhisaareen oli tulla Turusta pienellä höyrylaivalla Maskuun ja jatkaa sieltä suhteellisen lyhyt loppumatka maanteitse Louhisaareen. Vesireitit olivat tärkeitä kulkuväyliä kartanoihin ja linnoihin myös Ruotsissa, jossa Mälarenin rannoille nousseisiin kymmeniin aateliskartanoihin kuljettiin Tukholmasta vesitse. Mälaren ja sen rannoilla sijaitsevat kartanot muodostivat niin selkeän kokonaisuuden, että kartografi Carl Gripenhielm varusti vuonna 1688 kuningas Kaarle XI:n toimeksiannosta piirtämänsä Mälarenin kartan marginaalit kymmenillä järven rantoja reunustavien linnojen ja kartanoiden kuvilla (Berefelt 1966). Samalla tavalla eikä suhteellisesti ottaen kovin paljon pidemmän purjehdusmatkan päässä Tukholmasta oli Louhisaari, jonne kartanon nykyisen arkkitehtonisen koko-

naisuuden rakennuttaja Herman Fleming purjehti, samoin kuin hän teki Tukholman ympäristössä omistamiinsa kartanoihin *Peningbyhyn* ja *Håtöhön* (Kuurne 1999). Merellinen saapumissuunta näkyy joskus myös suurvalta-ajan kartanoiden rakennussuunnittelussa, niiden sijoittumisessa maisemaan. Esimerkiksi Carl Gustaf Wrangelin lukuisista kartanoista sekä *Skoklosteriin* että hänen Riddarholmilla olevaan palatsiinsa – kumpikin rannan tuntumassa sijaitsevia rakennuksia – oli suunniteltu monumentaaliset portaikko- ja laiturirakenteet, jotka muodostivat edustavan sisäänkäynnin rakennukseen. Merellisen suunnan merkitys Louhisaaren osalta näkyy niistä harvoista 1700-luvun lopun ja 1800-luvun alun piirroksista, joissa kartanon rakennukset on nähty rannan suunnasta.

Tukholma oli kulttuurikeskus, koska se oli Ruotsin suurin kaupunki, ja niin hovi kuin tärkeimmät virastotkin sijaitsivat siellä. Aateliset, joiden viranhoito tai asema muutoin edellytti pääkaupungissa oleskelua, olivat näin läheisessä ja suorassa kosketuksessa niiden vaikutteiden kanssa, jotka ensimmäisenä saapuivat Tukholmaan, olihan se myös Ruotsin tärkein kauppakaupunki. Ruotsin uusi, Kolmikymmenvuotisen sodan seurauksena syntynyt suurvalta-asema edellytti myös tätä asemaa vastaavaa visuaalista näkyvyyttä. Kustaa II Aadolf oli asettanut tavoitteeksi pääkaupungin kehittämisen. Kuninkaan kuollessa Tukholman ulkonäköä pidettiin kuitenkin niin epäedustavana, että ulkomaisia diplomaatteja pyydettiin olemaan saapumatta kuninkaan hautajaisiin Riddarholmin kirkkoon 1634, jottei tämä epäsuhta saa-

vutetun maineen ja siihen peilautuvan visuaalisen todellisuuden välillä paljastuisi.

Kun Tukholman kaupunkikuvaa päätettiin kehittää uuden suurvallan aseman edellyttämälle tasolle, tärkeimpiä välineitä tässä työssä olivat kaupungin asemakaavan regularisointi ja uusien, edustavien yleisten rakennusten pystyttäminen. Keskeisiä voimia olivat valtakunnankansleri Axel Oxenstierna ja Tukholman ylikäskynhaltijana 1634–1644 toiminut amiraali Klas Fleming, Louhisaaren omistaja ja kartanon nykyisen rakennuskokonaisuuden rakennuttajan Herman Flemingin isä. Kamari-kollegion presidentintoimen ja ritarihuoneen puheenjohtajan tehtävien hoitamisen ohessa Fleming oli myös perustamassa amiraliiteetikollegiota (Hildebrand 1964–1966). Merkittävimpiä Klas Flemingin ylikäskynhaltija-aikana toteutettuja rakennushankkeita olivat Pyhän Jaakobin kirkon keskilaivan kattoholvien loppuun saattaminen, Norrmalmin löytölastenkoti ja Ritarihuoneen rakennus.

Julkisten rakennusten ohella myös yksityinen rakentaminen vaikutti kaupunkikuvan muuttumiseen. Rakentamisen vauhdittumiseen vaikutti osaltaan myös aatelin vallan ja aseman vahvistuminen. Kustaa II Aadolf ja erityisesti hänen jälkeensä valtaistuimelle noussut tyttärensä kuningatar Kristiina lahjoittivat aatelistolle niin laajoja maaomaisuuksia, että aatelin vauraus kohosi aiempaa huomattavasti korkeammalle tasolle. Vaurauden, samoin kuin yhteiskunnallisen ja sosiaalisen aseman, tuli näkyä myös rakennetussa ja esineellisessä ympäristössä myös pääkaupungissa, jossa se oli suorassa vertausuhteessa kuninkaan valtaa edustavien miljöiden kanssa. 1600-luvun kuluessa myös Tukholmaan rakennettiin useita suurisuuntaisia aatelispalatseja, joiden tarkoituksena oli tehdä näkyväksi omistajansa merkitys – todellinen tai tavoitteellinen – ja asema.

Osa aatelin pystyttämistä asuinrakennuksista on yhä nähtävissä, osa on kadonnut. Kuuluisin jo omana aikanaan oli sotapäällikkö, valtamarski Jakob De la Gardien vuosina 1635–1643 rakennettu, nykyisen Kungsträdgårdenin eteläpäässä Norrströmmen-virran rannalla sijainnut *Makalös* – joka jo kutsumanimellään (”Verraton”) pyrki kohoamaan muiden yläpuolelle. Seved Bååthin palatsi Blasieholmenilla (nykyisen Grand Hotelin takana) on edelleen nähtävissä, samoin valtionvarainhoitajan Gustaf Bonden alulle panema ja 1662–1673 rakennettu palatsi (nykyinen Ruotsin Korkeimman oikeuden rakennus) Ritarihuoneen naapurissa Vanhankaupungin luoteiskulmassa. Tallella, joskin hieman muutetussa asussa, ovat myös esimerkiksi lähettiläs ja kirjailija Schering Rosenhanen ja sotamarsalkka, valtaneuvos Carl Gustaf Wrangelin palatsit Riddarholmenilla samoin kuin Kolmikymmenvuotisen sodan kuuluisan sotapäällikön kenraali Lennart Torstenssonin palatsi Norrmalmstorgetin reunalla.

Monille palatsirakennushankkeille niin Tukholmassa kuin maaseudulla oli kuitenkin yhteistä myös se, että ne olivat jo lähtökohtaisesti ylimitoitettuja resursseihin nähden. Näin esimerkiksi edellä mainittu Bonden palatsi herätti kyllä ihastusta ulkomaita myöten – ”Siellä osataan asua ihmisiksi”, kerrotaan Englannin kuninkaan Kaarle II:n todenneen nähtyään palatsia esittävän kaiveruksen – mutta rakennus osoittautui kalleutensa takia niin hitaasti eteneväksi hankkeeksi, että sen loppuunsaattaminen jäi perillisten harteille. Osittain keskeneräiseksi jäi kuninkaan serkun, suomalaissyntyisen sotamarsalkka Åke Tottin omistama ja 1630-luvulla arkkitehti Simon de La Valléen johdolla aloitettu *Ekolsund*, jossa kahta massiivista siipirakennusta yhdistävä matala siipi on edelleen rakentamatta. Valtakunnan mahtavimpiin miehiin kuuluneen kansleri Axel Oxenstiernan



*Louhisaaren kartano meren puolelta.*

kuninkaanlinnan viereen aloittamasta roomalaistyylistä arkkitehtuuria edustavasta, arkkitehti Jean de La Valléen (Simonin pojan) piirtämästä palatsista valmistui 1653 vain toinen pääty – sekin tosin mittasuhteiltaan vaikuttava.

Tunnetuin esimerkki suurvalta-ajan kesken jääneistä aatelin rakennushankkeista lienee kymmeniä linnoja ja kartanoita eri puolilla Itämeren omistaneen sotamarsalkka Carl Gustaf Wrangelin rakennuttaman *Skoklosterin* juhlasali, joka on edelleen viimeistelemättä ja jossa rakennusmiesten työkalut edelleen ovat lähes niillä sijoillaan, jonne ne heidän käsistään jäivät Wrangelin kuollessa. Näihin hankkeisiin verrattuna Louhisaari on suhteellisen maltillinen, vaikka se onkin rakennusvolyymitään huomattava. Louhisaaren onneksi koitui todennäköisesti myös toinen, useiden kartanoiden kohtaloon ainakin välillisesti vaikuttanut tekijä: se on rakennettu Flemingien perintömaalle, ei lahjoitusmaalle. Siinä vaiheessa, kun Kaarle X Kustaan 1654 alulle panema ja hänen poikansa Kaarle XI loppuun saattama reduktio siirsi useat hallitsijan lahjoittamille maille rakennetut kartanot takaisin kruunun omaisuudeksi, rakennukset myös altistuivat uuden käytön myötä niitä radikaalistikin muuttaneille muutostöille. Tässä suhteessa myös Louhisaaren sijainti Tukholmasta säteilevän vaikutuspiirin reuna-alueella on pelastanut paljon sen alkuperäisyydestä: rakennusta ei ole perinpohjaisesti muodintamakaistettu tai uudistettu, koska se ei ole joutunut uuteen käyttöön ja on ollut asuinkäytössäkin maltillisesti.

Amiraali ja ylikäskynhaltija Klas Fleming kuoli 1644 osallistuessaan Tanskaa vastaan käytyyn meritaisteluun. Kuningatar Kristiina korotti hänen neljä lastaan vapaaherralliseen säätyyn Klas Flemingin ansioiden vuoksi vuonna 1651 (Carpelan 1954, 362; Dahlgren 1964–1966). Näin Herman Fleming nousi ylhäisaatelistoon, jota oli vain murto-osa aatelista, jota puolestaan

koko Ruotsin väestöstä oli vain pari prosenttia. Tämä yhteiskunnallisen aseman huomattava muutos lienee ollut yksi kannustin sille, että Herman Fleming rakennutti sukutilalleen Askaisiin uuden, säätynsä ja asemansa mukaisen asuinrakennuksen (Ks. esim. Lounatvuori 2005). Nämä oli tehtävä näkyväksi paitsi säätyveljille myös alemmille säädyille: *decorum*, harmoninen tasapaino, edellytti, että kaikella ja kaikilla oli oma ja oikea paikkansa.

Miksi Herman Fleming rakennutti palatsinsa Askaisiin eikä Tukholmaan? Siksi, että hänellä oli jo palatsi pääkaupungissa, vieläpä kuninkaanlinnan naapurissa. Hänen isänsä Klas Fleming oli vuonna 1637 saanut haltuunsa tontin, joka sijaitsi Helgeandsholmenin pohjoisosassa, vastapäätä kuninkaanlinnaa ja hieman myöhemmin 1640-luvulla rakennetun kreivi Per Brahen talon naapurina – nykyisen Ruotsin eduskuntatalon paikalla. Vuosina 1641–1642 Klas Fleming rakennutti tontille kaksi taloa (Bååth 1913, 14–15). Rakennukset ovat nähtävissä Adam Perellen kuparipiirroksessa teoksessa *Svecia antiqua et hodierna*. Päärakennus edustaa hieman varhaisempaa arkkitehtonista tyyliä porraspäätäneen ja korkeine harjakattoineen. Naapurissa sijainnut kreivi Brahen talo oli ulkoasultaan samanlainen, mutta kookkaampi. Flemingin talo purettiin 1600-luvun lopussa.

Louhisaaren – ja sen rakennuskompleksiin olennaisena osana kuuluvan Askaisten kirkon – rakennustyöt ajoittunevat 1650-luvulle. Kirkon tiedetään olleen valmis 1653, mutta sitä emme tiedä, olivatko esimerkiksi päärakennuksen rakennustyöt käynnissä samanaikaisesti vai kenties välittömästi kirkon valmistumisen jälkeen (Riskä 1961, 117). Samalla tavoin kuin Louhisaari on Suomen arkkitehtuuri- ja taidehistoriassa ainutlaatuinen, on myös kirkko omassa lajissaan korvaamaton rakennusmuistomerkki.

Louhisaaren arkkitehtia tai muun rakennuskokonaisuuden suunnitelleen ammattimiehen nimeä ei tunneta. Mielenkiintoisella tavalla Louhisaaren pohjakaava kuitenkin on yhdistettävissä erityisesti yhteen Sörmlannissa sijaitsevaan kartanoon, *Östermalmaan*. Sen päärakennuksen suunnitteli Ruotsiin muuttaneeseen hollantilaiseen arkkitehtisukuun kuulunut Jean de La Vallée, jonka isä oli aikanaan laatinut ensimmäiset suunnitelmat Ritarihuoneen rakennusta varten Tukholmassa. Isänsä jälkeen Jean de La Vallée jatkoi Ritarihuoneen rakennustöiden johdossa vuonna 1656. Hän työskenteli useiden aatelisten palveluksessa, suunnitellen mm. Schering Rosenhanen, Gustaf Bonden ja Carl Gustaf Wrangelin kaupunkipalatsit Tukholmaan. Myös Magnus Gabriel De la Gardie käytti Jean de La Valléeta arkkitehtinään. (Nordberg 1970.) *Östermalman* pohjakaava muistuttaa hämmästyttävän paljon Louhisaarta: rakennuksen halki nouseva portaikko on julkisivun puolella vasemmassa kulmassa, ja huonejako on sama, joskin eri huoneiden koot poikkeavat toisistaan. Esimerkiksi *Östermalman* kolmannen kerroksen kookkain huonetera on keskiakselin kohdalla, portaikon päässä olevan hallin kanssa samassa linjassa, kun taas Louhisaaren kolmannen kerroksen kookkain huone on rakennuksen kulmassa (Schnell 1968). Vaikka Jean de La Valléen mahdollista osuutta Louhisaaren suunnitteluun ei voida varmistaa sen paremmin kuin sulkea pois, on pohjakaavojen sukulaisuus kuitenkin yksi osoitus Louhisaaren arkkitehtonisesta yhteenkuuluvuudesta muiden samanaikaisten ruotsalaisten kartanoiden kanssa.

Suomessa ainutlaatuinen hiekkakiviportaali, jonka nykykävijä saapuessaan ensimmäisenä havaitsee Louhisaaren johtavan puukujanteen päässä, kun päärakennus muuten jää vielä puiden peittoon, on Tukholmassa toimineen kivenhakkaajan Johan Wendelstamin tekemä (Kuurne 1999; Kuurne 2005). Hänen

tiedetään työskennelleen useille muillekin aatelisille, esimerkiksi kahdessa Schering Rosenhanen palatsissa samoin kuin *Skoklosterissa* ja Tukholman kuninkaanlinnassa (Nordberg 1931). Tukholmassa on yhä nähtävillä kaksi varmuudella hänen valmistamaansa portaalia. Wendelstamin itsensä ohella Louhisaaren portaalin liittyy Tukholmaan sen ulkoasu, joka on hyvin läheinen yhden Vanhassakaupungissa olevan portaalin kanssa.

Tukholman keskustassa sijaitsevan Pyhän Jaakobin kirkon keskilaiva oli ollut vailla holvattua kattoa rakennustöiden keskeydyttyä 1593. Holvaustyö suoritettiin loppuun 1634–1643 muurarimestari Hans Fersterin johdolla. Saksalaissyntyinen Ferster oli toiminut Tukholmassa amiraliteetin palveluksessa vuodesta 1634, missä hän on pakostakin ollut tekemisissä Klas ja Herman Flemingin kanssa. Hän oli osallistunut useisiin rakennushankkeisiin Tukholmassa (mm. Norrmalmin löytölastenkoti 1636–1638 ja Ritarihuone 1643–1650) sekä muun muassa Falunin Kristiinan kirkon, Jakob De la Gardien palatsin *Jakobsdalin* rakennustöihin ja Oxenstierna-suvulle kuuluneen *Tyresön* kartanon lähellä olevan samannimisen seurakunnan kirkon rakennustöihin. Samalla tavoin kuin monien muiden alojen mestarit, hänkin siis työskenteli sekä kruunun että aatelisten palveluksessa. Fersterin työhuoneessa oppinsa saaneiden muurareiden tiedetään työskennelleen myös Louhisaareissa (Flodin 1974, 135; Lounatvuori 2005, 107).

Näiden Louhisaaren Tukholmaan liittyvien tekijänimien rinnalle on vielä nostettava ainoa nimeltä tunnettu Louhisaaren alkuperäisestä sisäkoristelusta vastannut taiteilija. Louhisaaren kolmannessa kerroksessa on säilynyt osittain 1650-luvun loppussa tehty maalauskoristelu. Ilmeisesti kaikissa kerroksen huoneissa on ollut maalauksin koristeltu palkkikatto. Näistä yksi on säilynyt kokonaisuudessaan, yksi voimakkaasti restauroituna, ja



*Louhisaaren kartanon päärakennus ja  
kaakkoinen sivurakennus.*



kahdesta on jäljellä vähäisiä fragmentteja. Lisäksi yhdessä huoneessa mahdollisesti olevaa koristelua ei ole tutkittu. Kattomaalauksen lisäksi huoneissa on ollut maalattu rintapaneeli ja katonrajaa kiertävä friisi.

Kattomaalaukset ovat vielä rakennusajankohdalleen tyyppillisiä, joskin tietyiltä osin niissä voi nähdä myös tyyllisesti vanhahtavia piirteitä. Pällemaalauksen takia voimakkaasti restauroituna säilynyt eläinaiheinen kattomaalaus on yleinen myös Tukholmassa. Itse asiassa se oli yleisin kuva-aihe ryhmä 1640- ja 1650-luvuilla, ja vastaavankaltaisia eläinaiheisia koristeita tunnetaan useita (Nordberg 1948, 83). Yhtenä lähtökohdaksi tälle koristelulle on pidetty aikanaan kuningaskunnan luona sijainnutta kuningatar Kristiinan eläintarhaa. Alkuperäisessä kunnossa sen sijaan on säilynyt kolmannen kerroksen kulmassa sijaitsevan juhlasalin kattokoristelu.

Lempilauseitani juhlasalin kattomaalauksesta puhuttaessa on, että katon koristelu on yksi Ruotsin 1600-luvun hienoimmista eikä se mielestäni eurooppalaisessakaan vertailussa jää kauas kärjestä. Lausuma on tietenkin subjektiivinen, minkä lisäksi on muistettava, että erityisesti tämän kattotyypin, palkki-katon, koristemaalauksia on tähän asti tutkittu tuskin lainkaan. Oletettavasti tämä johtuu toisaalta siitä, että kyse on yleensä dekoratiivisesta maalauksesta, toisaalta siitä, että taidehistoriallisen tutkimuksen huomio kiintyy figuratiivisiin maalauksiin koristeituihin kattoihin, jollaisia Ruotsissa erityisen hyvin edustaa Ehrenstrahlin maalaama Ritarihuoneen kokoussalin monumentaalinen kattomaalaus *Hyveiden neuvonpito* (1670–1675).

Väite Louhisaaren juhlasalin koristeisuuden korkeatasoisuudesta ei kuitenkaan ole vailla perusteita. Vertailtaessa Louhisaaren juhlasalin kattomaalauksia muihin säilyneisiin vastaaviin kattokoristeihin Ruotsissa voidaan todeta, että Louhisaaren katto on

epätavallinen koristelunsa rikkauden ja monipuolisuuden ansiosta. Juhlasalin katon koristelu koostuu kolmesta osa-alueesta: allegorisista figuureista, maisemista ja poikkeuksellisen runsaasta ornamenttiikasta. Yksi tai kaksi näistä aihekokonaisuuksista olisi tavallisesti riittänyt katon koristeluun, minkä lisäksi maalauksikoristelu on taiteellisesti korkeatasoinen.

Juhlasalin kattomaalauksen on tehnyt saksalaissyntyinen, pääasiassa Tukholmassa toiminut koristemaalari Jochim Langh. Hän oli muuttanut Ruotsiin Hampurista mahdollisesti 1650-luvun alussa ja työskennellyt aluksi muutamien aatelisten, muiden muassa Jakob De la Gardien palveluksessa 1652, jolta vuodelta on varhaisin tieto hänen toiminnastaan Ruotsissa. Seuraavana vuonna Langh toimi De la Gardien pojan Magnus Gabrielin palveluksessa mahdollisesti vuoteen 1655 saakka (Steneberg 1955, 224; Brunius 1965, 80, viite 80; Lilja 1957, 454). Vuodesta 1655 lähtien Langh työskenteli Amiraliteetin palkkalistoilla koristemaalarina, arvoasteikolla amiraliteetin johtavan maalarin Karl Höjerin jälkeen – näin ollen hän työskenteli Herman Flemingin alaisuudessa (Lundmark 1926, 131; Brunius, mt.). Hänen tiedetään tehneen koristemaalauksia Tukholmassa muun muassa kuningatar Kristiinan kunniaksi pystyttämään riemukkaareen, mutta myös, ammattikunnan sääntöjen vastaisesti, muidenkin yksityisten kuin aatelisten palkkaamana. Oikeuden pöytäkirjojen mukaan keväällä 1661 Langh ei ollut Tukholmassa, vaan oli ”kadonnut itään” – ilmaus, joka epäilemättä tarkoittaa Suomea, Ruotsin ”itämaata”. Ajankohta on otollinen myös Louhisaaren maalausten suhteen, ja vaikka ne eivät olisikaan juuri tuolta vuodelta, lienee vuoden haarukka vuoden 1660 ympärillä oikea niiden ajoitukseksi. Tukholmassa Langh mainitaan jälleen vuonna 1664 ja kaksi vuotta myöhemmin hänestä tuli Tukholman maalariammattikunnan mestari (Brunius, mt.).

Voidaan olettaa Herman Flemingin pitäneen, täysin aiheellisesti, Jochim Langhia korkean tason ammattilaisena ja hänen omaa vaatimustasoaan vastaavana, koska hän palkkasi maalarin omaan kotikartanoonsa. Juhlasalin kattomaalauksen aihevalintojen voimme myös olettaa ainakin yleisellä tasolla olevan lähtöisin Herman Flemingin koristelun suhteen esittämistä toiveista, onhan katossa kuvattuna myös Louhisaari itse – kenties varhaisin suomalainen maisemamaalaus. Juhlasalin maalausten kokonaisuuteen kuuluva, kattoa kiertävä friisi on kuva-aiheiltaan tulkin-tani mukaan täysin Herman Flemingin henkilöön sidottu, eikä voi sellaisena olla syntynyt ilman hänen itsensä määrittelemiä sisällöllisiä linjauksia.

Jochim Langh käytti juhlasalin kattomaalauksissa hyödykseen pääasiassa 1600-luvun alusta peräisin olevaa grafiikkaa. Allegoristen figuurien esikuvat ovat epäilemättä löydettävissä kirjallisuudesta, mutta toistaiseksi mallit ovat yhtä lukuun ottamatta tuntemattomia. Tunnistamieni maisemien esikuvina on käytetty Boethius Adams Bolswertin ja Gillis van Scheyndelin kaiverrussarjoja. Mistä Langh on saanut sarjat käyttöönsä, ei ole tiedossa. Ornamentiikan osalta voidaan todeta, että joko Langhilla on ollut käytettävissään harvinaisen laaja mallipiirrosvalikoima tai hänellä on ollut hyvä grafiikan tuntemus ja/tai kuvallinen mielikuvitus. Vaikuttaa todennäköiseltä, että hän on ollut hyvin luova taiteilija eikä ole – mitä tulee juhlasalin katon ornamentiikkaan ja friisiin, mikäli se on hänen työtään – joutunut turvautumaan yksinomaan mekaaniseen kaiverrusten kopioimiseen. Voidaan osoittaa, että hän on käyttänyt mallinaan yhtä Lucas Kilianin 1600-luvun alussa julkaistua kuvasarjaa, joka sisältyy Magnus Gabriel De la Gardien omistuksessa olleeseen ornamenttigrifiikkaa sisältävään kokoelmaan (Collijn 1933). Vaikka mahdollisuus siihen, että Fleming olisi saattanut lainata De la Gardien kokoelmaa, on olemassa, sitä

ei voitane pitää ainoana mahdollisuutena. Herman Fleming, joka oli 1640-luvulla oleskellut pitkiä aikoja Alankomaissa ja Ranskassa, on saattanut itse omistaa grafiikanlehdet, jotka hän on lainannut Langhille malleina käytettäväksi.

Louhisaarta voi sanoa ainutlaatuiseksi ja juhlasalin kattomaalauksia poikkeuksellisen korkeatasoisiksi, mutta se on viime kädessä subjektiivista. Juhlasalin kattomaalaukset ovat Suomen taidehistoriassa ainutlaatuisia, sillä niistä tiedetään huomattavan paljon: taiteilija tunnetaan paitsi nimeltä myös jossakin määrin toiminnaltaan, koristelutyön tilaaja ja sen ajoitus tunnetaan ja maalausten sisältö tunnetaan. Asia ei ole itsestään selvä. Suomen 1600-luvun taiteessa tunnetaan usein mahdollisesti yksi näistä taideteoskohtaisesti vaihtelevista muuttujista. Taideteoksesta tunnetaan toisinaan muotokuvan malli, koska muotokuva maalattiin mallin ikuistamiseksi ja hänen henkilöisyytensä oli tärkeämpi kuin taiteilijan. Toisinaan tunnetaan taideteoksen tilaaja, sillä esimerkiksi kirkkoon lahjoitetun teoksen lahjoittaja oli tärkeämpi kuin taiteilija. Ajoitus taas on joskus merkitty taideteokseen. Useiden tunnettujen muuttujien yhdistyminen samassa teoksessa nostaa Louhisaaren juhlasalin kattomaalauksen, kiistatta myös taiteelliselta tasoltaan ja ikonografiselta sisällöltään ainutkertaisen teoksen, Ruotsin suurvalta-ajan koristemaalauksien harvinaisen esimerkin, omaan luokkaansa. Maantieteellinen yhteys – meritie – ei ole ainoa seikka, joka yhdistää Louhisaaren suoraan Tukholman kulttuuripiiriin. Sekä arkkitehtonisesti että taiteellisesti Louhisaari edustaa korkeatasoisinta, mitä Tukholmasta saattoi 1650-luvulla saada.

## Villnäs – A Stockholm Palace in the “Eastern Lands” of Sweden

How can it be that a perfect example of mid-seventeenth-century palatial architecture, characteristic of the style and ideals prevalent in the Swedish capital of the day, is to be found in a part of the realm which was often referred to as the “Eastern Lands”, i.e. the Finnish provinces on the eastern coast of the Gulf of Bothnia? Yet there it is, *Villnäs* (Fi. *Louhisaari*), in Askainen, some 30 kilometres north of Turku. Built in the 1650s, *Villnäs* was the family seat of the noble Fleming family from the late middle ages to the 1790s.

King Gustavus II Adolphus set his goals high when he left Sweden to join the Thirty Years’ War, but he also envisioned great things for Sweden at home. One of his aims was to transform the capital, Stockholm, from a not-so-impressive smallish town to a place which would serve as a visual marker for the power of the king(dom). This became all the more germane as Sweden eventually did become a superpower by the end of the war. This new-found position of power called for representative surroundings in actual fact, not only evoked in speeches.

The driving force behind the transformation that took place in Stockholm in the 1630s and 1640s were Chancellor of the Realm Count Axel Oxenstierna and Admiral Klas Fleming, who, in addition to his several other duties, was the governor of Stockholm and in this capacity responsible for the supervision of all public building projects in the capital.

The man who had *Villnäs* built, Klas Fleming’s son Herman Fleming, later occupied many of the same posts as his father had. He received a baronetcy after his father’s death (for the services the latter had rendered to the Crown), which significantly changed his social position: he became a member of the elite of the nobility, an elite which consisted of a fraction of the nobility in general, itself only few percent of the total population.

To mark this upward shift, Herman Fleming was culturally obliged to visually enhance his social position by having a residence constructed which met the highest standards of the day both architecturally and artistically. The plan of the main building of *Villnäs*, the sandstone portal, the vaulting on the ground floor, not to speak of the painted decoration, of which one painted ceiling in its entirety and fragments of three others along with decoration on the walls are preserved, were all carried out by artists and craftsmen who had worked for both the highest nobility and the Crown alike. Herman Fleming wanted to have his estate as representative as it could be; after all it was in close proximity to the cultural centre that was Stockholm.

## Kirjallisuus

- Berefelt, Gunnar 1966. *Bilder från en Mälarfärd år 1688: Gripenhielms Mälarkarta och dess vyer*. Acta Bibliothecæ Regiæ Stockholmiensis III. Stockholm.
- Brunius, Jan 1965. ”Stockholms målarämbete intill 1700-talets mitt”. *Rig* 3/48.
- Bååth, L. M. 1913. *Helgeandsholmen och Norrström. Utredningar rörande statens mark och tomter i Stockholm verkställda genom Riksarkivet IV*. Stockholm.
- Carpelan, Tor 1954. *Ättartavlor för de på Finlands riddarhus inskrivna ätterna*. Första bandet. Helsingfors.
- Collijn, Isak 1933. *Katalog der Ornamentstichsammlung des Magnus Gabriel De la Gardie in der Kgl. Bibliothek zu Stockholm*. Sammlung der Kgl. Bibliothek. Stockholm.
- Dahlgren, Stellan 1964–1966. ”Herman Fleming”, *Svenskt biografiskt lexikon*, Band 16, urn:sbl:14210, hämtad 5.11.2017.
- Flodin, Barbo 1975. *Murmästaren Hans Ferster : verksamheten i Sverige 1634–1653*. Stockholm, Stockholms Universitet.
- Hildebrand, Bengt, 1964–1966. ”Klas Fleming”, *Svenskt biografiskt lexikon*, band 16, urn:sbl:14217, hämtad 5.11.2017.
- Kuurne, Jouni 1999. ”Milloin Louhisaari rakennettiin?” *Suomen Museo* 1998. Helsinki, Suomen Muinaismuistoyhdistys.
- Kuurne, Jouni 2005. ”Louhisaaren portaali”, Lounatvuori, Irma & Knapas, Marja-Terttu (toim.), *Louhisaaren kartano: suku ja rälssi – säteri ja kirkko*. Helsinki, Museovirasto.
- Lilja, Gösta [G. L.] 1975. ”Lang (Langh), Jockim”. *Svenskt konståtnärslexikon III*. Malmö.
- Lounatvuori, Irma 2005. ”Louhisaari – Flemingien valta-ase-man symboli”, Lounatvuori, Irma & Knapas, Marja-Terttu (toim.), *Louhisaaren kartano: suku ja rälssi – säteri ja kirkko*. Helsinki, Museovirasto.
- Lundmark, Efraim 1926. ”Målarsläkten Lang. En tysk Stockholms-familj, som blev finländsk”, *Personhistorisk tidskrift* XXVI.
- Nordberg, Tord O:son 1931. ”Rosenhaneska palatset på Riddarholmen”, Ambrosiani, Sune (red.), *Rig* 14.
- Nordberg, Tord O:son 1948. ”Rydholms fastighet vid Stora Nygatan”, *Samfundet Sankt Eriks årsbok 1948*. Stockholm.
- Nordberg, Tord O:son 1970. *De La Vallée. En arkitektfamilj i Frankrike, Holland och Sverige*. Kungl. Vitterhets historie och antikvitets akademiens Handlingar, Antikvariska serien 23. Stockholm.
- Riska, Tove 1961. ”Askainen”, *Suomen kirkot – Finlands kyrkor 2. Turun arkkihiippakunta, II osa. Mynämäen rovastikunta*. Helsinki.
- Schnell, Ivar 1968. ”Öster Malma”, *Slott och herresäten i Sverige. Södermanland*. Andra bandet. Malmö, Allhems förlag.
- Steneberg, Karl Erik 1955. *Kristinatidens måleri*. Malmö, Allhems Förlag.



# RAPORTIT



Louhisaaren kartanon kaakkoisen sivurakennuksen  
vesikattorakenteiden restaurointisuunnitelma

LAURA EERIKÄINEN, PIRITTA ERNVALL, SINI KOSKINEN, LAURA LAINE,  
VALERYIA PULKO, PANU SAVOLAINEN, TAAVI TENHU & MIINA TOLONEN



## SISÄLLYS

1. Hankkeen lähtökohdat 25
2. Taustaa 28
3. Kattorakenteen dokumentointi ja kartoitus 35
4. Rakenteellinen toimintaperiaate ja laskentamallit 49
5. Tiilimuurin puristuskoe 60
6. Vauriot 63
7. Restaurointisuunnitelma 80

# 1. HANKKEEN LÄHTÖKOHDAT

Louhisaaren kartano ja Askaisten kirkko muodostavat valtakunnallisesti merkittävän rakennetun kulttuuriympäristön. Ne ovat Suomen oloissa harvinainen, 1600-luvun ylhäisaatelin rakennusperintöä ja suurvalta-ajan kulttuurihistoriaa ilmentävä rakennushistoriallinen ja maisemallinen kokonaisuus. Kartanon 1600-luvun puolivälistä säilynyt pihapiiri käsittää symmetrisesti jäsennellyn kunniapihan, jonka ympärillä ovat kolmikerroksinen päärakennus sekä kaksi matalaa sivurakennusta.

Louhisaaren rakennus- ja kulttuurihistoriallisten arvojen kannalta olennaisia ovat myös kaikkien kolmen rakennuksen vesikattorakenteet. Päärakennuksen kattorakenteet ovat alkuperäiset, 1660-luvun alusta. Sivurakennuksissa ne on uusittu, ja nykyiset vesikattorakenteet ovat peräisin viimeistään 1700-luvun alkupuoliskolta, luoteisen sivurakennuksen katto 1710-luvulta.

Kattorakenteet ovat sekä toiminnassa olevia rakenteellisia kokonaisuuksia että rakennusarkeologisia ja historiallisia lähteitä, joilla on antikvaarista arvoa. Niillä on yhtäaikainen rakenteellinen, rakennusarkeologinen ja kulttuurihistoriallinen merkitys. Alkuperäisen rakenteellisen periaatteen tutkiminen, ymmärtäminen ja vaaliminen sekä restauroinnin ja konservoinnin kansainvälisiä periaatteita kunnioittava korjaaminen on näin ollen olennaista, kun kattorakenteisiin kohdistetaan vähäisiäkin

toimenpiteitä (EU-Standardin *Guidelines for the On-Site Assessment of Historic Timber Structures* luonnos ja ICOMOS-julkilausuman *Principles for the Conservation of Wooden Built Heritage* luonnos, ks. tietoruudut tämän teoksen sivuilla 92–95).

Syksyllä 2017 tehtiin Senaatti-kiinteistöjen aloitteesta kaakkoisen sivurakennuksen vesikattorakenteen restaurointisuunnitelma. Työ tehtiin Aalto-yliopiston, Tampereen teknillisen yliopiston, Oulun yliopiston, Turun yliopiston sekä Jyväskylän yliopiston opiskelijoiden ja tutkijoiden yhteisvoimin.

Hankkeessa tutkittiin vesikattorakenteen toimintaa sekä siihen syntyneitä vaurioita. Tutkimusten perusteella laadittiin restaurointisuunnitelma, jossa rakenteelle esitetään vaihtoehtoisia korjaustapoja perusteluineen. Samassa yhteydessä tutkittiin myös Louhisaaren kartanon päärakennuksen sekä Uudenkaupungin vanhan kirkon ja Askaisten kirkon vesikattorakenteita.

Restaurointisuunnitelman aloittaa aikakauden kattorakenteita, Louhisaaren aikaisempia tutkimuksia sekä sivurakennuksia koskevia asiakirjalähteitä luotaava taustoitus. Sitä seuraa kattorakenteen dokumentoinnin periaatteiden kuvaus, tutkimustulosten ja havaintojen sekä rakenteellisen toimintaperiaatteen ja laskentamallin esittely. Tämän jälkeen kuvataan kattorakenteen vauriot ja niiden syntyvät rakennusosittain. Lopuksi esitellään itse restaurointisuunnitelma vaihtoehtoineen.

## Suojelutilanne

Louhisaaren kartano lähiympäristöineen on suojeltu valtion omistamien rakennusten suojelusta annetun asetuksen (480/85) nojalla (ympäristöministeriön päätös 31.8.1994, dno 2/562/94). Kartano sivurakennuksineen, puistopaviljonki ja leikkimökki kuuluvat luokkaan S1, eli rakennukset on suojeltu kokonaisuudessaan sisätilat mukaan lukien. Kohteen suojeluprosessi lailla rakennusperinnön suojelusta (498/2010) on parhaillaan käynnissä.

Louhisaari kuuluu Mynämäen valtakunnallisesti arvokkaaseen maisema-alueeseen. Louhisaaren kartano ja Askaisten kirkko muodostavat myös valtakunnallisesti merkittävän rakennetun kulttuuriympäristön (RKY 2009).

Louhisaaren kartanon merkitys on valtakunnallinen. Louhisaaren kartano ja Askaisten kirkko muodostavat yhdessä Suomen oloissa harvinaislaatuiseen laajaan ylhäisaatelin ja kirkollisen kulttuurin kokonaisuuden. Louhisaari edustaa suurvalta-ajalle ominaista mutta Suomessa harvinaista ylhäisaatelin rakennusperintöä. Rakennukset, puisto ja maisema ilmentävät hyvin kartanon alkuperäistä käyttöä, suurvalta-ajan ja myöhempien vaiheiden arkkitehtuuri-ihanteita sekä rakentamistapoja. Eri aikakausien kerrostumat kertovat rakentamisen, ylläpidon ja käytön jatkuvuudesta vuosisatojen ajan. Kohteen merkitystä korostaa siihen liittyvä henkilöhistoria.



*Sivurakennusten kattojen aumat on rakennettu 1700-luvun loppupuolella.*

Kohteen hoidon perustana on ylläpitää kartanon rakennustaiteellisesti ja -historiallisesti arvokasta rakennettua, istutettua ja luonnonympäristöön liittyvää kokonaisuutta siten, että se ilmentää mahdollisimman hyvin myös siihen liittyvää henkilö- ja kulttuurihistoriaa. Tehtävä on vaativa ja edellyttää muun muassa aikakauden rakennusten ja puutarhan restauroinnin sekä maisemanhoidon asiantuntemusta, irtaimen liittyvää kokoelma-

konservointiosaamista sekä perehtyneisyyttä kohteen historiaan. Valtion omistaman ja Senaatti-kiinteistöjen hallinnoiman rakennetun kulttuuriperinnön vaalimista ohjaa myös Museoviraston ja Senaatti-kiinteistöjen välinen yhteistyösopimus, jonka periaatteita noudatetaan muiden muassa suojeltujen rakennusten tai suojelun piiriin tulevien rakennusten restaurointi-, korjaus ja muutoshankkeissa. Ennen suojeltuun tai muutoin arvokkaaksi katsottuun rakennettuun kulttuuriperintöön sekä muinaisjäänöksiin kohdistuviin toimenpiteisiin ryhtymistä Senaatti-kiinteistöt on yhteydessä Museovirastoon kulttuuriperinnön vaalimista koskevan lainsäädännön edellyttämällä tavalla. (Lausunto MV/84/05.01.01/2013.)

*Louhisaaren kartanoon saavutaan pitkää ja suoraa puiden reunustamaa kujannetta pitkin. Kaakkoinen sivurakennus jää portilta katsottaessa päärakennuksen vasemmalle puolelle.*

*Kaakkoisessa sivurakennuksessa on epäilty alun perin olleen samanlainen räystäältäään kaartuva hollantilainen katto kuin päärakennuksessa.*

*Kaakkoinen sivurakennus kalmilaisen puutarhan puolelta.*



## 2. TAUSTAA

### Suurvalta-ajan vesikattorakenteet Louhisaaren kartanossa

#### *Rakentaminen suurvalta-aikana*

Louhisaaren kartano, sen sivurakennukset ja kattorakenteet liittyvät kaikki keskeisesti suurvalta-ajan arkkitehtuuriin Suomessa ja muodostavat ainutlaatuisen, barokkiajalle tyypillisen yhtenäisen kokonaisuuden. Vain toisen suurvalta-ajan kartanon, Pernajan Creutzien Sarvilahden kartanon voidaan ajatella yltäneen rakennustaiteellisesti yhtä korkealle. Pääsääntöisesti aikakauden muut kartanot olivat vaatimattomampia, hirsirakenteisia maa-laiskartanoita (ARS 2, 215).

Louhisaaren kartano liittyy Ruotsin suurvalta-aseman syntyvaiheisiin ja sen vaikutuksiin valtakunnan itäisessä osassa. Yleisesti ylhäisaateliston asema parani merkittävästi Ruotsin suurvalta-ajan alussa kuningashuoneen keskitetympään vallanjaon ja läänitysten myötä. Aatelisto alkoi rakennuttaa entistä edustavampia rakennuksia, ja pääkaupunkiin Tukholmaan nousi kaupunkipalatsia. Ylhäisaatelin arkkitehtuurin tyylliset esikuvat olivat Euroopassa, etenkin Hollannissa.

Osaltaan valtion suurvalta-asema ja aateliston halu edustaa olivat uuden rakennustyylin omaksumisen taustalla. Tyyliksi vakiintui klassinen, palladiolainen arkkitehtuuri. Tähän kansainväliseen tyyliin kuului tyypillisesti muun muassa hollantilaista pienipiirteisyyttä edustanut räystäiltään kaartuva, korkea satulakatto.

Louhisaaren kartanon ei voi sanoa edustaneen tyypillistä asuinkartanoa Ruotsin itäisessä valtakunnanosassa. Se liittyy ennemminkin Tukholma-keskeiseen aateliston edustusrakentamiseen, jonka myötä valtaneuvos Herman Fleming otti esille suvun jo aiemmin asuttaman Louhisaaren uudelleenrakentamisen ajanmukaiseksi ja edustavaksi. Flemingillä oli keskeinen asema Tukholman aatelisten joukossa ja yhteyksiä pääkaupungin keskeisiin rakentajiin. Tätä taustaa vasten selittyvät Louhisaaren kartanon ajanmukaisuus ja kansainvälisyys sekä aivan erityinen asema Suomen alueen 1600-luvun rakennuskulttuurissa.

#### *Suurvalta-ajan tyyli*

Tyyllisesti Louhisaaren kartanon arkkitehtuuri sijoittuu osaksi Ruotsin suurvalta-ajan saksalais-hollantilaisesta renessansista irtautunutta hollantilaisen klassismin ihannetta (Lounatvuori 2005a, 105). Kartano on rakennettu barokkiajalle tyypillisesti symmetrisen kunniapihan ympärille. Vastaavia aikakauden esimerkkejä on Ruotsissa useita, mutta Suomessa vain Sarvilahden kartanosta on Louhisaaren lisäksi löydettävissä tätä suurvalta-ajan ylhäisaatelin suosimaa edustusarkkitehtuuria.

Kokonaisuus perustuu aksiaalisommitelmaan, jonka keskellä on selkeästi jäsenneily, korkea- ja jyrkkäkattoinen päärakennus sekä symmetrisesti sen molemmin puolin matalammat sivurakennukset. Selkeän ja hallitun julkisivuarkkitehtuurin keskeisiä tekijöitä ovat pienipiirteiset, koristeelliset yksityiskohdat: hiekkakiviportaali, räystään konsolilista ja hollantilaisittain räystäältä kaartuva aumattu satulakatto. Alkuaan päärakennuksen julkisi-

vua jäsentämässä oli ainakin vaakasuuntaisia maalattuja kerroslistoja (Lounatvuori 2005b, 168).

Sivurakennukset noudattavat yhtä hillittyä mutta vaatimattomampaa ilmaisu. Säilyneiden maalausten perusteella niissä on oletettu olleen päärakennuksen tapaan räystäältä kaartuvat satulakatot, joita oli myöhemmissä 1700-luvun muutoksissa yksinkertaistettu (Lounatvuori 2005a, 93). Sivurakennusten satulakatoilla on keskeinen rooli tässä tietoisesti rakennetussa tyyllisessä kartanokokonaisuudessa, joka oli tasavertainen Tukholman aateliston rakennushankkeiden sarjassa.

Louhisaaren ainutlaatuinen kartanokokonaisuus on ainutkertainen myös kattorakenteensa puolesta. Sivurakennusten kattorakenteet muutoksineen ovat olleet kautta historiansa tasapainoinen ja keskeinen osa kokonaissommitelmaa. Päärakennuksen tekninen tyyllittely kaartuvine räystäineen ja säterikattoineen antoi arkkitehtuurille toivottua vaikuttavuutta. Sivurakennusten kattotuolirakenteiden voi kuvitella olleen teknisesti selkeitä, etenkin päärakennuksen rinnalla – päärakennuksessa on käytetty pukkirakennetta, jossa vesikatto liittyy joustavasti kantavaan, jäykkään rakenteeseen. Toisaalta sivurakennusten yksinkertaisemmalla kattotuolijärjestelmällä saavutettiin tyyliin sopiva, vuosisatojen aikana teknisesti toimivaksi osoittautunut kattorakenne, joka tukeutuu verrattain kevyesti muuriharjoille.

## Sivurakennukset omistushistorian ja asiakirjalähteiden valossa

Louhisaari lienee yksi kattavimmin tutkittuja uuden ajan alun rakennusmuistomerkkejä Suomessa. Louhisaaren kartanosta on kirjoitettu jo 1900-luvun alun historiantutkimuksessa sekä Ruotsin ajan kartanoarkkitehtuuria koskevissa yleisesityksissä (Stigell 1928; Jutikkala & Nikander 1941). Kartanon rakennusten perinpohjainen tutkimus käynnistyi vuonna 1961 Louhisaaren siirryttyä Muinaistieteellisen toimikunnan eli nykyisen Museoviraston omistukseen. Jo 1960-luvun restauroinnin aikaan kartanoa koskevat asiakirjalähteet käytiin seikkaperäisesti läpi, ja viitteet koottiin tuolloin Muinaistieteellisen toimikunnan rakennushistorian osaston käsiarkistoon. Kartanon 1600- ja 1700-lukuihin liittyvät lähdeaineistot koskevat pääosin muuta kuin rakennuksia, joista niistäkin tosin löytyy runsaasti tietoja ajankohdan oloihin ja Suomen niukahkon tältä ajalta säilyneen lähdeaineiston kontekstissa (Lounatvuori 2005a).

Sivurakennusten kattorakenteiden kannalta erityisen kiinnostavia ovat tiedot 1600-luvun jälkipuoliskolta 1800-luvun alkuun. Tällä aikavälillä kattorakenteet saivat nykyisen muotonsa, ja sen vuoksi kattorakenteita on syytä taustoittaa omistus- ja tapahtumahistorialliseen kehikseen.

Kartanon rakennuttaja Herman Fleming kuoli vuonna 1673. Kartano periytyi hänen pojalleen Carl Gustaf Flemingille, joka kuoli vuonna 1687, ja tämän jälkeen kartano jäi linnanvoutien vastuulle. 1700-luvun alkupuolella kartano siirtyi kreivi, kamariherra Herman Claesson Flemingille. Kreivi kuului kuningattaren hoviin Tukholmassa, eikä hän koskaan asunut Louhisaassa. Vuonna 1710 Fleming vuokrasi kartanon majuri

Johan Köhningstedille, joka kuoli jo vuoden 1711 lopussa. Hänen leskensä Anna Magdalena von Jordan jatkoi Louhisaaren vuokralaisena vuoteen 1713. Vuodesta 1714 tai 1715 kartanoa hallinnoi linnanvouti Johan Hollender, joka huolehti Louhisaaresta venäläismiehityksen ajan (Haggrén 2005, 55–62).

Isonvihan venäläismiehityksen aikana 1713–1721 Louhisaari oli venäläisten miehittämä. Kartano ryöstettiin ja se oli huonossa kunnossa. Pankkikomissaari Fredrik Silfverstolpen mukaan venäläiset varastivat kartanon irtaimiston lisäksi myös osan kiinteistä rakenteista, kuten katon ja uunit. Tällä ilmeisesti tarkoitettiin katon kuparisia yksityiskohtia, sillä tietävästi Louhisaarissa ei ole koskaan ollut kuparikatteisia rakennuksia. Venäläiset eivät kuitenkaan halunneet autioittaa Louhisaarta, mistä kertoo se, että he perivät manttaalimaksua kartanosta. Miehityksen aikana Louhisaaren peltoja viljeltiin, mutta työvoimapulan vuoksi viljely oli pienempää kuin ennen ja viljelysten sekä rakennusten hoito- ja huoltotöitä laiminlyötiin. Tuolloin päärakennus oli jäänyt vajaalle käytölle ja toimi osin jopa viljavarastona.

Louhisaaren sivurakennuksista löytyy päärakennusta huomattavasti vähemmän tietoa alkuperäislähteistä. Vanhin sivurakennukset mainitseva historiallinen lähde on Mynämäen talvikäräjien tuomiokirja, jossa käsiteltiin kartanolle isonvihan aikana koituneita vaurioita. Päärakennuksen osalta kuvaus on jokseenkin seikkaperäinen, mutta sivurakennuksista todetaan lyhyesti, että ”The 2 steen huus en wåning högt flygell bygningen kallade, som äro på sidan jembwähl myckit fördärfwade hwilket alt af åfwan”. (KA, Maskun ja Mynämäen renovoidut tuomiokirjat 1724–1725, KO a:27, 130v. <http://digi.narc.fi/digi/view.ka?kuid=41481477>). Tästä voidaan päätellä lähinnä, että rakennukset olivat venäläismiehityksen jäljiltä huonossa kunnossa.

Sodan päättymisen jälkeen Louhisaaren vuokralaiseksi vuonna 1722 tuli maaviskaali Samuel Ruuth. Ruuth asui kartanossa aina vuoteen 1738. Tänä aikana hän jälleenrakennutti suurtilan ja kunnostutti päärakennuksen. Samuel Ruuth oli aateliton, eikä hän voinut omistaa rälssimaata. Herman Claesson Flemingin kuoltua vuokralaisuus jatkui, kunnes Anna Flemingin perintö jaettiin ja Louhisaaren uudeksi omistajaksi nousi Claes Hermansson Fleming. Viimeistään vuonna 1740 Claes Fleming muutti Louhisaareen perheineen ja palveluskuntineen ja kunnostutti rakennukset (Haggrén 2005, 63). Claes Fleming omisti useita ruukkeja. Sahamylyn omistajana oli varsin luontaista, että kunnostustöissä käytettiin sahattua lautaa. Jo tuolloin sahattu kattolauta oli yleinen kartanoissa ja voidaan olettaa, että sivurakennukset on katettu laudalla viimeistään tuona aikana, ellei jo aikaisemmin.

Sivurakennuksia kunnostettiin ikkunoiden osalta 1760-luvulla, jolloin vanhat neliömäiset ikkunat vaihdettiin nykyisiin 16-ruutuisiin ikkunoihin. On mahdollista, että myös kattorakenteita korjattiin tässä vaiheessa.

Yksityiskohtaisempi käsitys sivurakennusten tilasta ja niihin tehdyistä korjauksista saadaan 1790-luvun asiakirjoista, jotka liittyivät kolmeen omistajanvaihdokseen. Flemingin perikunta myi Louhisaaren vuonna 1791 everstilutnantti Carl Fredrik von Knorringille, joka puolestaan myi kartanon vuonna 1793 ruukinpatruuna Hans Henrik Kijkille. Häneltä kartanon osti vuonna 1795 Carl Erik Mannerheim, jonka jälkeläisiin kytkeytyy Suomen kansallisen historian näkökulmasta tunnetuin vaihe kartanon omistushistoriassa (Lounatvuori 2005a, 93–101).

Asiakirjoista, joita laadittiin 1790-luvun omistajanvaihdokseen liittyen, saadaan hyvä käsitys sivurakennusten tilasta. Vuoden 1792 asiakirjassa on lueteltu rakennuksiin Knorringin aikana

tehtyjä uudistuksia, mutta ne käsittävät lähinnä kaakeliuuneja, ovia ja ikkunoita (Kansallismuseo, Louhisaren arkisto 440, Förteckning öfver de uppå Willnäs Egendom af Underskrefwen giorde förbättringar, årh 1792). Vuoden 1794 kruununvoudin katselmuksessa sen sijaan on arvioitu myös korjauksiin tarvittavan rakennustavaran määrä (rakennukset ovat kuvauksessa väärin päin, läntinen [luoteinen]=itäinen [kaakkoinen]):

Wästra flygel byggningen af sten, innanredd med 4 rum, annars i godt stånd men [seuraavat 3 sanaa ylivedetty] så wäl köks kammar golfvet med kakelugnen därinne, som wetter åt gården, böra, golfvet, såsom söndrigt insättas nya bräder til en del, och kakelugnen öfwer dörren rappas samt öfver alt hwitlimmas för ihopa \_\_ 1:16\_\_

Taket å denne byggning, som består af bräder är på wästra sidan af röta så medtagit, at det behöf-wer å nyo göras, för följande användande kostnad:

25 tolfte bräder å 1 RD tolfte \_\_25: \_\_

1000 spik \_\_\_\_\_4: \_\_

10 tn tjära å 2 RD 32 S tunnan \_\_ 26:32

upgående dagswerken och Byggmästare arfwede

\_\_\_\_\_10: \_\_

sa 65:32

2ne [seuraava sana ylivedetty] hwälf d källaren härunder af gråsten befinnas hafwa desse bristfälligheter: Trappan til källar ingången nederst söndrig, läggas nya trappsteg för \_ 1: \_\_  
Wäggarne inramlade, böra betas samt källarne [seuraava sana ylivedetty] rappas slerslås för 10: \_\_

Den östra flygel byggningen ähwen af sten innehar fem rum och tarfwar följande nödige ansedde reparationer:  
Bagar stugu mellantaket genom för flera år sedan timad eldswåda skadat, lagas med tilsats af nya bräder för \_\_ 16. \_\_  
Farstugu taket därinwid äfwenså 1: \_\_32. \_\_  
Skurtaket af bräder erfors wara af samma beskaffenhet åt östra sida som å den wästra byggningen, hwar för lika kostnad til dess i stånd bringas uptagas med \_\_\_\_\_65:32  
til ofwannämnde tak förbättringar åtgår äfwen 4 lass näfwer å 30 nål å lasset, hwarje lass til 4 Rd räknadt, gjör \_\_\_\_\_16. \_\_

(KA Turku, Mynämäen kihlakunnan kruununvoudin arkisto, Cb:1, Katselmuspöytäkirjat 1788–1802)

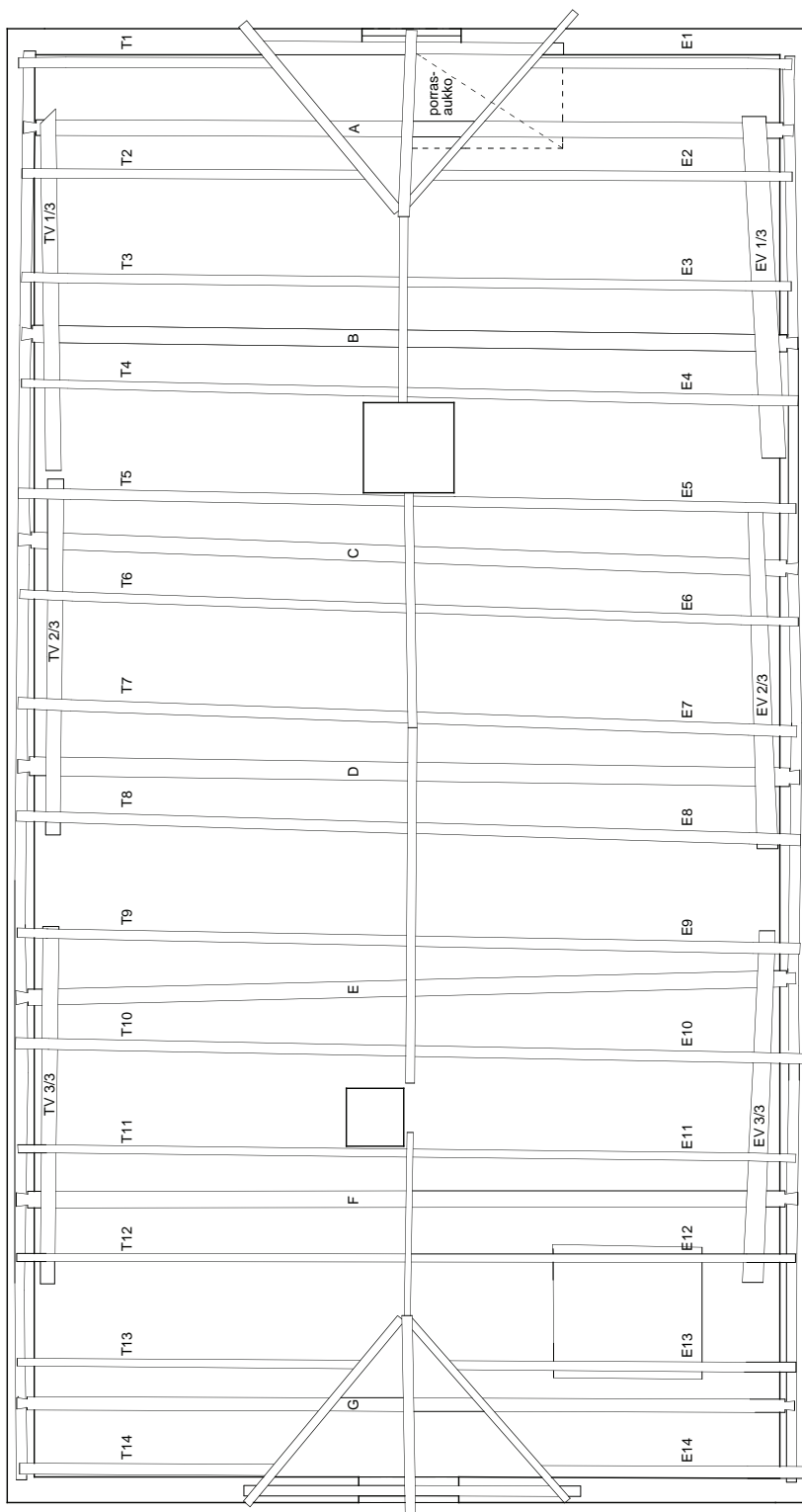
Katselmuksessa todetaan kaakkoisen sivurakennuksen katon olevan niin laho, että se on lännen eli puutarhan puolelta uusittava kokonaan. Lisäksi puhutaan yhden huoneen lattian uusimisesta ja seinien valkaisemisesta.

Vuonna 1796 laaditusta katselmuksesta puolestaan selviää, että kummankin sivurakennuksen kattojen korjaukseen käytettiin huomattavasti vähemmän lautaa mitä oli suunniteltu. Vuonna 1794 arvioidun 25 toltin (toltti on 12 kpl lautoja) sijaan kattoon menikin vain kuusi tolttia uutta lautaa (KM, Louhisaaren arkisto 440, vuoden 1796 katselmuksen valokopio).

Seuraavan kerran sivurakennusten kattorakenteita sivutaan vuoden 1836 palovakuutuskatselmuksessa, josta käy ilmi 1820- tai 1830-luvulla laitettu tiilikatto (KM, Louhisaaren arkisto 440, vuoden 1836 palovakuutuksen valokopio).

Aiemmin kuvattujen muutosten jälkeen seuraava suurempi kattokorjaus on tehty 1900-luvulla, vuosien 1911 ja 1960 välisenä aikana, oletettavasti 1920–30-luvuilla. Tällöin ei korjattu





rakenteita vaan ainoastaan vaihdettiin tiilet yksikouruisiin valsitiiliin. Kaakkoisen sivurakennuksen puutarhan puoleiselle lappeelle sijoitettiin vanhat kankitiilet (Ernvall 2016, 10).

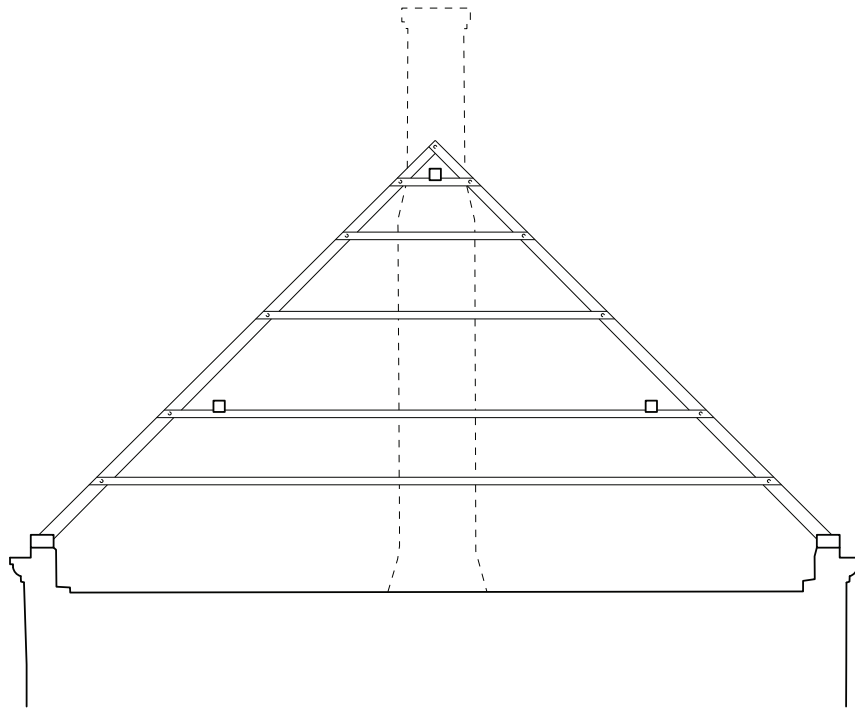
Asiakirjat ja omistushistoria valottavat 1600-luvun ja 1700-luvun alun osalta kartanon yleistä kuntoa, ja 1700-luvun loppupuolen osalta sivurakennusten kattorakenteista saadaan yksityiskohtaisempi käsitys. Näistä tiedoista ei kuitenkaan selviä sivurakennusten kattorakenteiden ikä.

## Aikaisemmat tutkimukset ja analyysit

Kaakkoisen sivurakennuksen ulkoseinärakenteet otettiin 1960-luvulla esiin poistamalla rappaus suurelta osin. Rakenteisiin ja etenkin kellareihin pohjautuneissa havainnoissa tultiin siihen tulokseen, että kellarit ovat todennäköisesti kuuluneet aiempaan paikalla sijainneeseen kivitaloon, joka on voinut olla Louhisaaren aiempi päärakennus (Hellstén 1968). Asiakirjoihin sekä rakenteisiin pohjautuvista havainnoista voitiin luoda varsin selkeä kuva 1700-luvun jälkipuoliskolta alkaen tehdyistä jokseenkin vähäisistä korjauksista.

Kaakkoinen sivurakennus on alusta lähtien käsittänyt rakennuksen läpäisevän eteisen ja sen molemmiin puolin symmetrisesti sijaitsevat neljä asuinhuonetta. Toisin kuin luoteinen sivurakennus, jossa on alusta asti ollut leivintupa ja taloudenpitoon liittyneitä toimintoja, kaakkoinen siipi on todennäköisesti jo alkuaan ollut varattu asuinhuoneiksi (Lounatvuori 2005a, 92).

Sivurakennuksen kattorakenteisiin ei 1960-luvun tutkimuksissa kiinnitetty laajempaa huomiota. Sen kattorakenteiden on aiemmin arveltu voivan olla 1600-luvulta. Vesikatetta on tietttä-

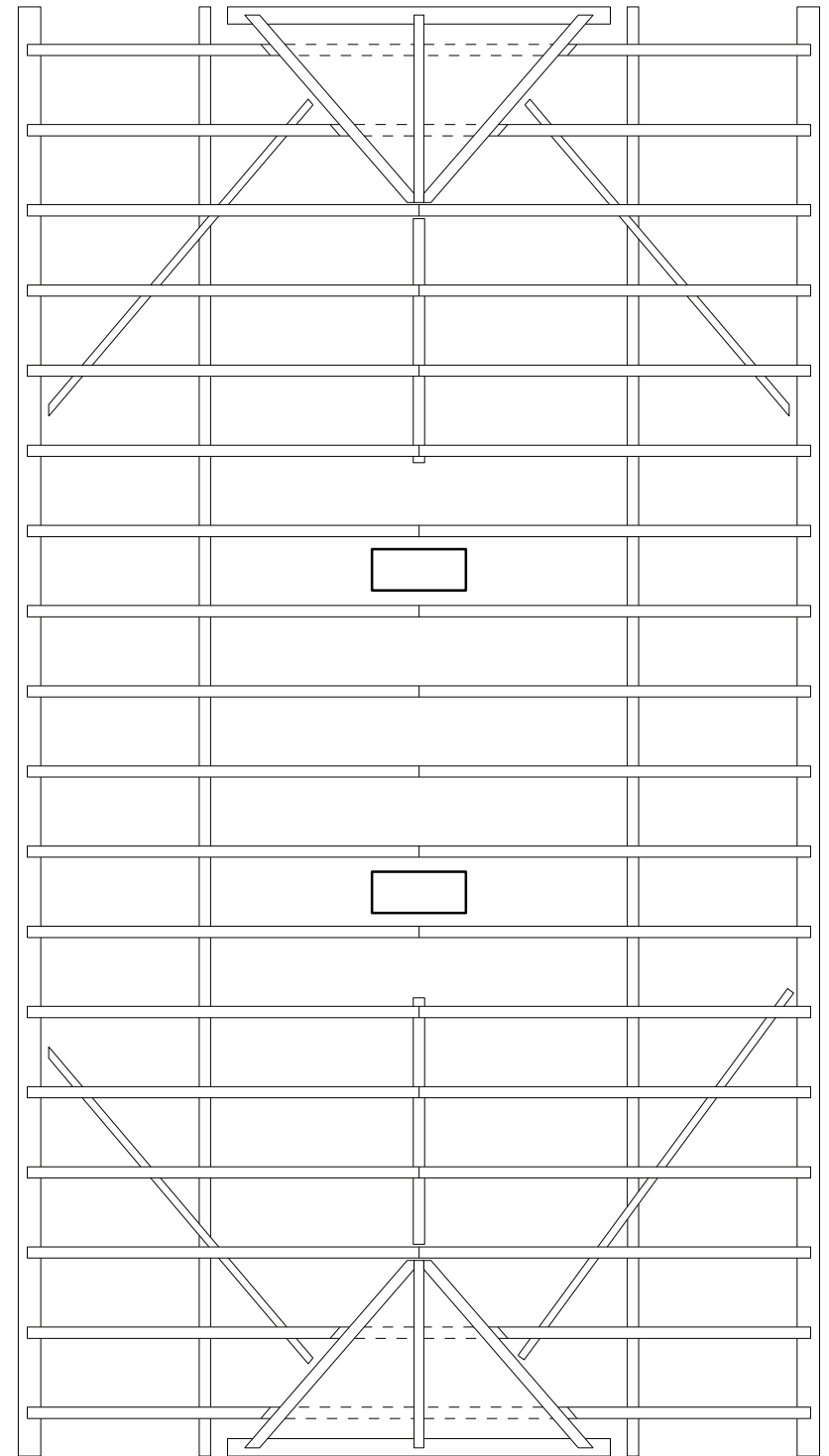


västi muutettu useamman kerran, ja päätyjen aumaus on tehty 1700-luvun lopulla.

Louhisaaren kaikkien kolmen kivirakennuksen puuosia ajoitettiin dendrokronologisesti 1990-luvun lopulla (Zetterberg 1998). Eteisen välikatosta saadut kolme ajoitusta viittasivat selvästi siihen, että ainakin se on uusittu 1740-luvun alussa. Aumojen puuaines oli sekä kaakkoisessa että luoteisessa sivurakennuksessa kaadettu 1780-luvun alussa (Zetterberg 1998). Ainoat rakentamisaikaan viittaavat ajoitukset saatiin kaakkoisessa sivurakennuksessa kellarin välikaton hiiltyneistä puupalkeista, jotka oli kaadettu 1660-luvun alussa. Kattorakenteista otettiin näytteet ainoastaan aumoista, eikä muun kattorakenteen ikä näin ollen ole toistaiseksi tiedossa.

1960- ja 1990-luvun tutkimusten perusteella Erkki Mäkiö on rekonstruktiopiirroksissaan hahmotellut rakennuksen ole-

*Kaakkoisen sivurakennuksen kattorakenne 1:100.*



tettua muutosta 1660-luvulta 1820-luvulle. Tämän tulkinnan mukaan rakennuksissa olisi alkuaan ollut paanukatto päärakennuksen tapaan sekä kaartuva hollantilainen räystä. Viimeistään 1700-luvun jälkipuoliskolla rakennuksen kate oli vaihtunut laudaksi, mikä tiedetään asiakirjalähteistä. Tiilikatto sivurakennukseen ladottiin 1820- tai 1830-luvulla (Lounatvuori 2005a, 93).

## Kaakkoisen ja luoteisen sivurakennuksen kattorakenteiden eroavaisuudet

Kaakkoisen ja luoteisen sivurakennuksen kattorakenteet eroavat monin tavoin toisistaan. Kaakkoisessa sivurakennuksessa on 18 kattotuolia ja luoteisessa vain 14. Kaakkoisessa sivurakennuksessa ei ole jalasparrujen välillä vetohirsiä, mutta siellä on 4 varsinaista kitapuuta jokaisessa kattotuolissa kun taas luoteisessa sivurakennuksessa on 7 vetohirttä ja jokaisessa kattotuolissa 2 kitapuuta. Lisäksi kattorakenteiden puutavaran laatu ja työstötapa poikkeavat toisistaan. Sivurakennusten kattorakenteita on kuitenkin sekä historiallisista että rakenteellisista syistä syytä tulkita kokonaisuutena. Sivurakennukset ovat todennäköisesti aina olleet samanlaisia katemateriaaleiltaan.

Puulustoajoitusten perusteella tiedetään, että luoteisen sivurakennuksen kattorakenne on rakennettu vuoden 1709 jälkeen (Zetterberg 1998, Zetterberg 2017). Luoteisen sivurakennuksen kattorakenne vaikuttaa kokonaisuudelta ja kerralla rakennetulta muutamaa lisäystä lukuun ottamatta. Puutavara on laadultaan ja työstöltään hyvin epätasalaatuista, mutta kiinnitystavoiltaan rakenne on kuitenkin yhtenäinen. Jalasparrua ei ole lovettu päätymuurin sisään ja naulauspuut on liitetty päätymuuriin

riin jatkoksilla. Ankkurihirsi on päädyn kolossa, mutta hirsi ei ole koko rakennuksen mittainen ja on siten voitu asettaa paikoilleen jälkikäteen. Puumateriaaleissa ei ole merkkejä kierrätyksestä. Kattotuolia tukevat vekselipalkit on ajoitettu kaadetuksi 1820-luvulla (Zetterberg 2017). Kattotuoleja on siis tuettu ennen tiilikatteen asentamista, mistä löytyy ensimmäiset kirjalliset tiedot vuoden 1836 palovakuutusasiakirjasta.

Luoteisen sivurakennuksen muurin ulkopinnassa on alkuaan ollut samanlainen tiilestä muurattu räystääprofiili kuin kaakkoisessa sivurakennuksessa. Lisäksi luoteisessa sivurakennuksessa on ollut lyhyet poikkipuut muurin yläpinnassa poikittain muuria vasten samaan tapaan kuin kaakkoisessa sivurakennuksessa edelleen. Luoteisessa nämä ovat palaneet, mikä on selvinnyt rakennuksen restauroinnin yhteydessä tehdyissä tutkimuksissa vuonna 2016. Samoissa tutkimuksissa yläpohjan eristeestä löytyi osittain palanut paanu, joka antaa varmuutta aikaisemmin esitettyihin tulkintoihin sivurakennuksen paanukatteen ja luoteisessa sivurakennuksessa olleesta tulipalosta.

Edellä esitettyjen tietojen perusteella voidaan arvella, että kaakkoisen sivurakennuksen kattorakenne olisi luoteista vanhempi. Kaakkoisen sivurakennuksen kattorakenne sisältää rakenteellisia piirteitä – jo mainitut räystääprofiilit sekä poikkipuut – jotka ovat sittemmin hävinneet luoteisesta sivurakennuksesta tulipalon tai purkutöiden ja uudistusten myötä.

### 3. KATTORAKENTEEN DOKUMENTOINTI JA KARTOITUS

#### Dokumentointi ja rakenteen osat

Kattorakenteen tutkiminen aloitettiin luomalla kantavan rakenteen osien nimeämisjärjestelmä, jonka avulla rakenneosat koodattiin yksilöllisesti. Rakenteen vauriot dokumentoitiin valokuvaamalla sekä kirjallisin kuvauksin ja piirroksin. Tutkimus keskittyi kantavaan kattorakenteeseen, mutta samalla tehtiin myös alustava arviointi vesikatteen kunnosta.

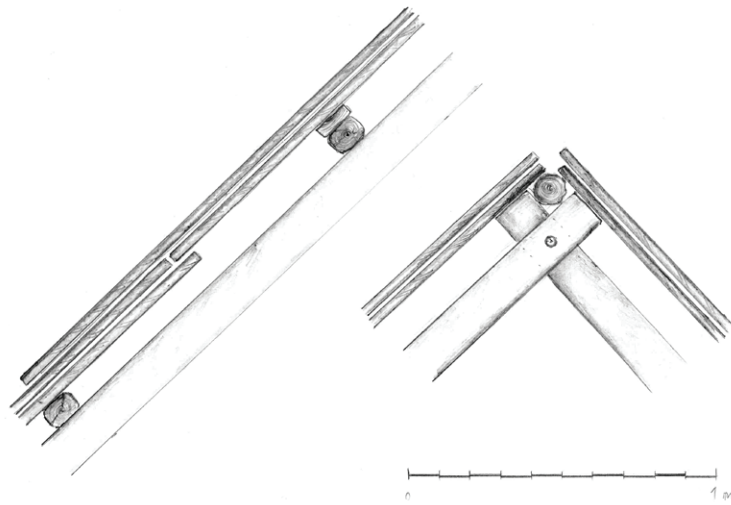
Kaakkoisessa sivurakennuksessa on aumattu satulakatto. Vesikatton kantava rakenne koostuu 18 puisesta kattotuolistä, jotka liittyvät rakennuksen muurattuihin ulkoseiniin muurien päällä lepäävän jalasparrun välityksellä. Kattotuoleja yhdistävät kolme pitkittäissuuntaista sidehirttä. Lappeensuuntaiset diagonaalituet eli reivit jäykistävät rakennetta. Myös vesikatton naulauspuut ja lautakate tukevat kokonaisuutta jonkin verran.

Jalasparruja yhdistäviä vetohirsiiä ei ole toisin kuin luoteisessa sivurakennuksessa. Jalasparrujen alapuolella, muuriin nähden poikkisuuntaisesti, on seitsemän poikkipuuta, jotka tukevat myös räystään rakennetta ja joihin alin naulauspuu on kiinnitetty. Poikkipuuta on voitu käyttää myös jalasparrun asentamisessa passausparruina, joskaan ne eivät lyhytensä vuoksi ole tarkoitukseen optimaalisia. Rakenneosaa kutsutaan tässä yhteydessä poikkipuuksi samoin kuin luoteisessa sivurakennuksessa, mutta niitä voidaan nimittää myös niiden ilmeisen funktion perusteella esimerkiksi räystään- tai naulauspuun kannattimeksi, naapiksi tai räystään klossiksi.

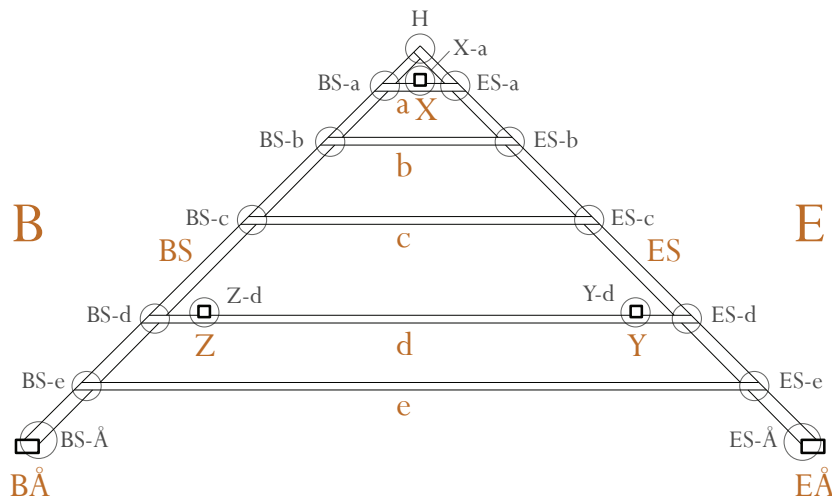
Kattotuolit koostuvat lappeensuuntaisista selkäpuista ja niitä yhdistävistä horisontaalisista kitapuista. Kussakin kattotuolissa on neljä varsinaista kitapuuta, jotka on lovettu selkäpuihin tapitetuilla lohenpyrstöliitoksilla. Lisäksi tiettyjen kattotuolien yläosassa on lyhyet tuet, jotka on naulattu selkäpuiden sivuun. Selkäpuuta ei ole niiden kohdalla lovettu, minkä vuoksi tukien rakenteellinen merkitys vaikuttaa vähäiseltä. Tässä yhteydessä tukia kutsutaan nimityksellä kitapuu a tai vaakatuki a.

Kaakkoisen sivurakennuksen nykyisenä vesikatteenä on urareuna- eli valssitiilikate, jonka alla on kaksinkertainen tuohikerroksella varustettu lautakate. Lautakatteeseen on tehty jatkoskummankin lappeen keskivaiheille. Kattolaudat on naulattu selkäpuiden päällä oleviin vaakasuuntaisiin ruoteisiin eli naulauspuihin. Kummallakin lappeella on viisi naulauspuuta ja lisäksi katon harjalla on harjaruode. Alin naulauspuu on sisältä katsoen jalasparrun takana poikkipuuksi kutsuttuun rakenneosaan tukeutuneena. Luoteisessa sivurakennuksessa kaikki ruoteet ovat selkäpuussa kiinni. Tiilikatteen alusrakenteena toimiva ristikkolaus on naulattu suoraan lautakatteeseen kiinni. Räystään alapintaan on kiinnitetty peitelaudat.

Rakennuksen 18 kattotuolia numeroitiin koillisestä alkaen. Kattotuolien osille taas annettiin kirjainkoodit, joiden perässä käytettiin kyseisen kattotuolin numeroa. Yleisesti käytettiin suuraakkosia, mutta kitapuut merkittiin pienaakkosilla. Myös muut kattorakenteen osat koodattiin kirjaimilla, jotka on esitetty sivun 37 pohjapiirroksessa.



Louhisaaren kaakkoisen sivurakennuksen lautakatteen limitys ja nykyinen harjan rakenne.

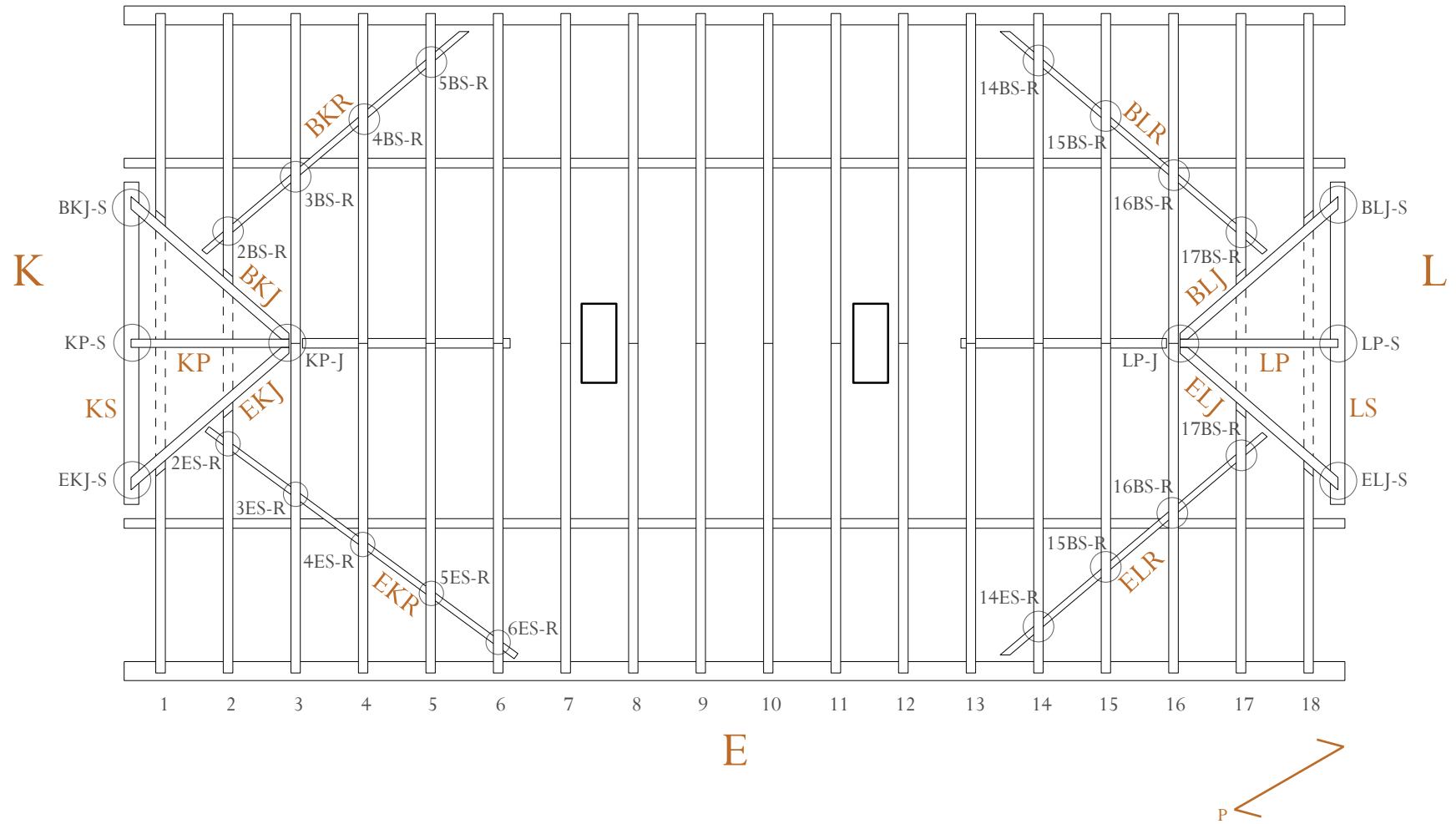


Osien nimet ja koodit:

- S - selkäpuut
- Ä - jalasparrut
- a, b, c, d, e - kitapuut
- X, Y, Z - ankkurihirret
- R - reivi
- J - auman jiiripuu
- P - auman keskipalkki
- S - auman alasidepuu

Kattotuolin osat ja liitokset 1:100.

B



Kattorakenteen osat ja liitokset ylhäältä 1:100.



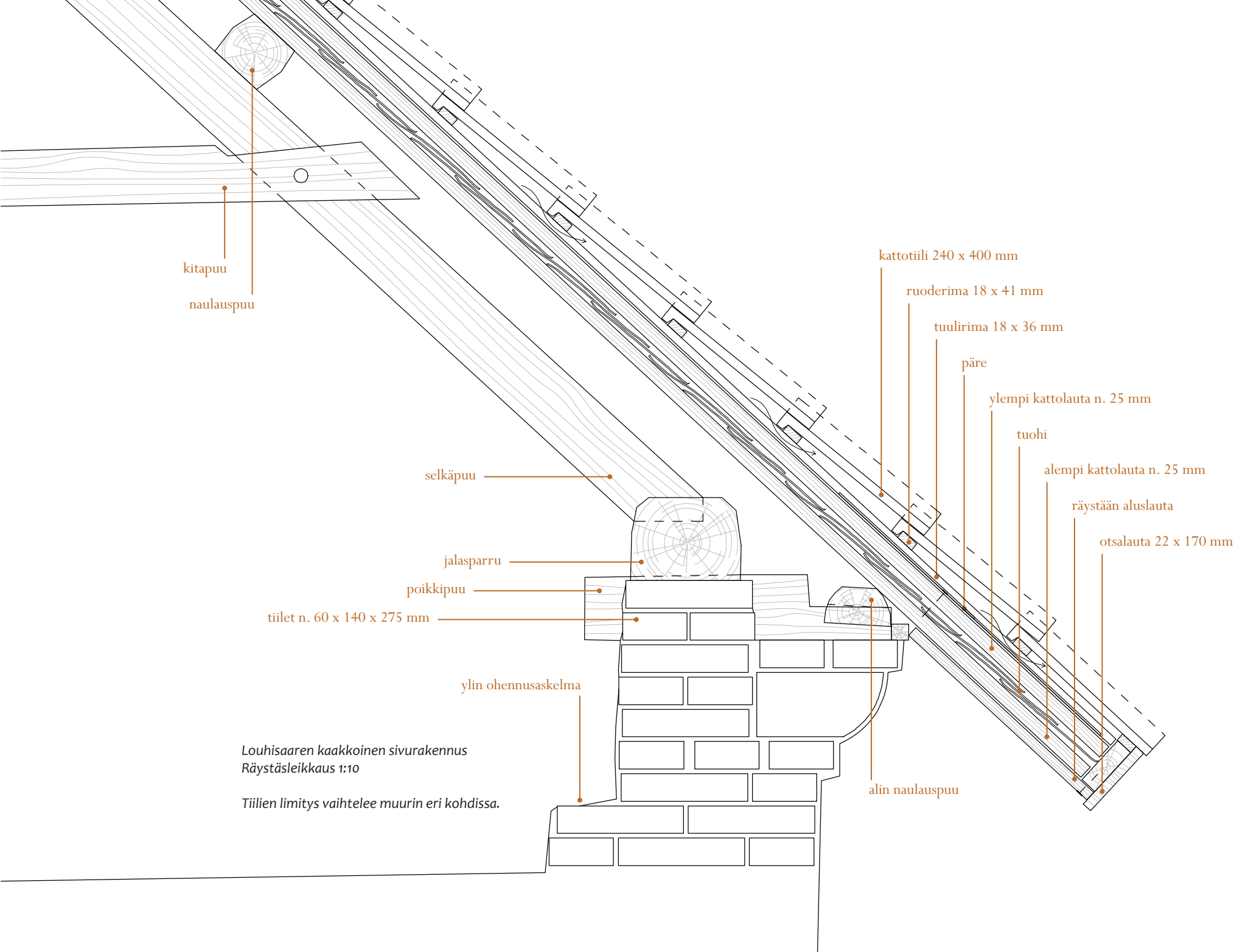
## Rakennusarkeologiset havainnot ja tulkinnat

### *Kattotuolit*

Kaakkoisen sivurakennuksen kattotuolien ja liitosten dokumentoinnin yhteydessä tehtiin myös rakennusarkeologisia havaintoja. Kattotuolien ja liitosten laadun havaittiin vaihtelevan merkittävästi. Muiden kattotuolien mallina on toiminut kattotuoli 2, jonka koillispuolella liitosten kohdalla on yhä nähtävissä päällä kootun kattotuolin tapinreikien läpiporauksen aiheuttamat reiänalut. Liitoksia tutkimalla havaittiin myös, että kattotuolin 2 liitokset on veistetty muita kattotuoleja paljon huolellisemmin vetoa vastaanottaviksi lohenpyrstöliitoksiksi.

On todennäköistä, että kokeneempi tekijä on valmistanut kattotuolin 2, ja että loput on tehty tämän perusteella kokeammampien tekijöiden toimesta. Kattotuoleista ei löytynyt numeromerkintöjä eikä muitakaan systemaattisia kaiverroksia. Kattotuolin 2 kitapuun e lounaispuolella tosin on selkeästi korverrettu kirjain M. Tällaisia kirjainmerkintöjä ei tavattu muista kattotuoleista ja on mahdollista, että merkintä liittyy mallina toimineeseen kattotuoliin. Muualla kattotuoleissa, kitapuiden ja selkäpuiden liitoksissa, on nähtävissä haaleita punaisen kynän jälkiä sekä paria erilaista suoraviivaista kaiverinjälkeä.

Kitapuiden tyvipäissä lohenpyrstöliitokset ovat yleensä paremmin veistettyjä. Alimmista kitapuista viidessä on toimivat pyrstöliitokset molemmissa päissä. Kattorakenteessa ei ole kitapuita, joissa jommankumman puolen liitoksessa ei olisi pyritty lohenpyrstöliitokseen. Tämä viittaa siihen, että puutavaran sallimien ehdoin liitokset on pyritty tekemään vetoa vastaanottaviksi.



kitapuu  
 naulauspuu

kattotiili 240 x 400 mm

ruoderima 18 x 41 mm

tuulirima 18 x 36 mm

päre

ylempi kattolauta n. 25 mm

tuohi

alempi kattolauta n. 25 mm

räystään aluslauta

otsalauta 22 x 170 mm

selkäpuu

jalasparru

poikkipuu

tiilet n. 60 x 140 x 275 mm

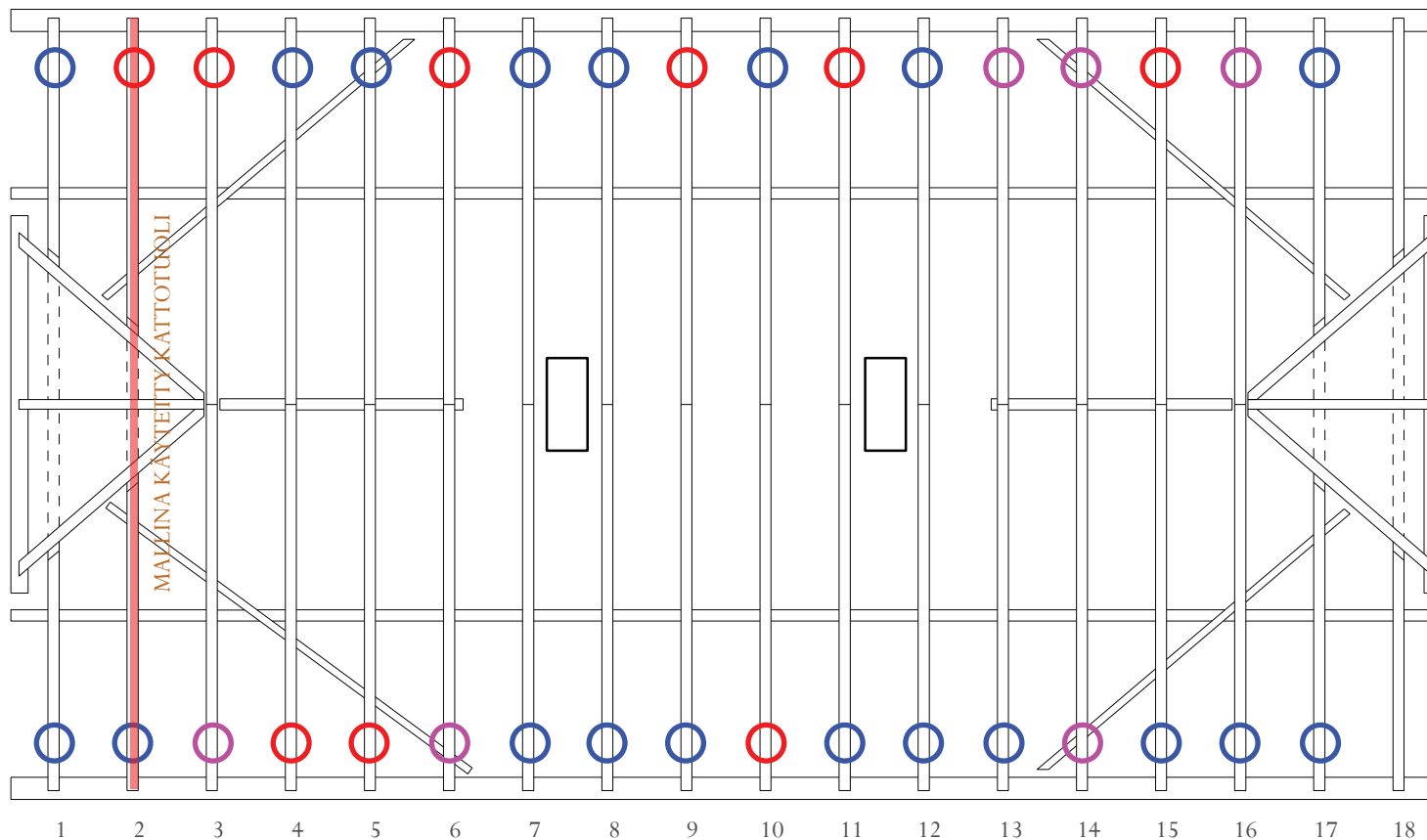
ylin ohennusaskelma

alin naulauspuu

Louhisaaren kaakkoinen sivurakennus  
 Räystääleikkaus 1:10

Tiilien limitys vaihtelee muurin eri kohdissa.





- Lohenpyrstöliitos
- Pieni lohenpyrstöloveus, jonka rakenteellinen toimivuus kyseenalainen
- Rakenteellisesti merkityksetön pieni loveus tai lähes loveamaton liitos

*Alimman kitapuun ja selkäpuun liitokset 1:100.*

### *Palojäljet muuratuissa rakenteissa ja kattolaudoissa*

Kaakkoisen sivurakennuksen koillisessa päätyseinässä näkyy yhä nykyistä kattorakennetta vanhemman kattorakenteen painauma. Aiemmin uloin eli koillisin kattotuoli on ollut kiinni muurissa, ja sisäseinä on rapattu kattotuolin oltua paikallaan, jolloin kattotuolin profiili on piirtynyt rappaukseen. Tämä kattotuoli on ollut hieman erilainen kuin nykyisen rakenteen kattotuolin ja kitapuut ovat sijainneet eri korkeuksilla.

Koillisessa päätyseinässä näkyy aiemman kattotuolirakenteen yläpuolisissa kahdessa tiilikerrassa lähes kauttaaltaan voimakas sintraantumisen, joka on voinut syntyä ainoastaan paikalla sattuneessa tulipalossa tiilimuurin altistuessa yli 800 asteen lämpötilalle. Lisäksi pari sintraantunutta tiilikertaa ovat sijainneet välittömästi palaneen kattotuolirakenteen alimman kitapuun välittömällä yläpuolisella alueella. Tämä osoittaa käytännössä varmasti, että rakennuksessa on ollut aiempi kattorakenne, joka on tuhoutunut tulipalossa.

Lounaisella päätyseinällä vastaavalla korkeudella olevat tiilikerrat ovat voimakkaasti rapautuneet. Sintraantuneita tiiliä on vain muutama, ja paikka paikoin ehjissä tiilissä on jäljellä nokeentunut ja pahoin rapautunut pinta. Rapautuminen viittaa siihen, että tulipalon aiheuttama lämpötila on tässä päädyssä ollut hieman matalampi eivätkä tiilet ole sintraantuneet. Siksi palon

*Yllä: Päätymuurissa erottuu selvästi vanhan kitapuun rappaukseen jättämä vaakasuuntainen, hieman muuta rappauستا vaaleampi painauma, jonka yläpuolella tiilet ovat tummuneita ja sintraantuneita.*

*Sintraantunut tiili sivumuurissa selkäpuun E4 kohdalla.*

### *3. Kattorakenteen dokumentointi ja kartoitus*





vaurioittamat tiilipinnat ovat veden ja pakkasen vaikutuksesta vähitellen rapautuneet, eikä palosta ole jäänyt yhtä selkeitä merkkejä kuin luoteisessa päädyssä. Kyseessä saattaa olla sama tulipalo, joka on aiheuttanut rakennuksen kellarin kattopalkkien hiiltymisen. Rakenteista näkyvä tulipalo voidaan tämänhetkisten tietojen perusteella ajoittaa vuosien 1662 ja 1739 (jolloin eteisen katon kattopalkit on kaadettu) välille. Kattorakenteiden dendrokronologisella analyysillä saataneen tulevaisuudessa tarkka vastaus kysymykseen kaakkoisen sivurakennuksen kattorakenteen iästä.

Myös kaakkoisen sivurakennuksen koillispään kattolaudoissa on havaittavissa jälkiä tulipalosta, jonka jälkeen osin palaneet laudat on käytetty uudelleen. Laudoissa on paljon mustuneita alueita, ja on selvästi erotettavissa sekä kosteuden aiheuttamaa tummumista että palojälkiä. Puun solukko hajoaa palamisprosessissa, joka on silmin havaittavissa puun pinnalla muun muassa kiiltona tai hiiltymisenä.

Palojälkiä käsittävistä laudoista voidaan havaita, että ne on ladottu nykyiseen kattoon kierrätystavarana. Alemman rivin lautojen yläpäässä on nähtävissä räystään mittainen harmaantunut alue. Nämä laudat on siis ladottu nykyiseen kattoon toisin päin, aiempi räystäspää ylöspäin. Näissä kattolaudoissa on havaittavissa ilmeisiä palojälkiä, ja liekit ovat laudoissa olevien jälkien perusteella levinneet ulkokautta räystäässä olevista raoista ylöspäin.

*Alemmassa katelautakerroksessa erottuu sisäpuolella jälkiä, joiden perusteella lautoja on järjestelty uudelleen. Kuvissa näkyy aikanaan räystään alapinnalla ollut laudan pää, jossa on jälkiä tulipalosta.*

### *Muurin rakenneavaus*

Kaakkoisen sivurakennuksen pitkittäismuuriin päätettiin tehdä rakenneavaus seinän kantavuuden ja kunnan selvittämiseksi. Kattotuolien liitokset ovat antaneet periksi, jolloin kattotuolit ovat levinneet alaosastaan työntäen muurin yläosaa ulospäin. Tämän seurauksena ullakon lattian tasalla olevan ohennusaskelman kohdalla on molemmissa pitkissä seinissä noin senttimetrin halkeama. Laasti tiilien välissä on paikoitellen rapautunut pois. Lisäksi tiilet ovat rapautuneet pinnastaan.

Muurin rakenneavaus päätettiin tehdä kaakkosisseinälle kattotuolien 11 ja 12 väliselle alueelle eli kohtaan jossa muurin yläosa on eniten kallistunut ulospäin. Ennen purkua muuri dokumentoitiin valokuvaamalla se kokonaisuudessaan sekä yksityiskohdin. Ulkopuolen rapautunut laasti merkittiin sisäpinnalle valkoisin lapuin.

Havainnot ennen rakenneavausta:

- Pintarappaus vaaleanharmaata
- Ylimmän tiilikerran muurauslaasti on harmaampaa; koostumus, väritys ja työstötapa eroavat toisistaan
- Ylimmän tiilikerran alapuolinen laasti on monisävyisempää kuin ylimmän kerroksen tasaisen vaaleanharmaan värinen muurauslaasti
- Jalasparrun alapuolisen tiilikerran alla on erilainen pintarappaus, joka nousee muurin päälle ja jalasparrua vasten
- Uuden ja vanhan pintarappauksen väliin on muodostunut halkeama, joka on käytännössä koko pitkän sivun mittaisena; liikkuminen on ollut noin sekä pituus- että pystysuunnassa noin 10 mm

### *3. Kattorakenteen dokumentointi ja kartoitus*



Rakenneavauksessa tehdyt havainnot:

- Muurin sisällä on enemmän kalkkipaakkuja sisältävää laastia
- Jalasparru on laitettu paikalleen ennen ylimmän tiilikerran muurausta, koska laastia on työnnetty tiilen ympärille; kyseessä on siis sullotiili
- Sullotiilen laasti on kovaa mutta murenevaa, ainakin osittain laasteissa on selkeä koostumusero (kuva 3)
- Sullotiilien laastissa ei ole eri polttoasteisia kalkkipaakkuja, kuten alemmassa muurauslaastissa ja muurin yläosan pintarappauksessa
- Muurauslaastin kalkkipaakut ovat valkoisia ja kellertäviä (kuva 8)
- Ensimmäiset tiilet (ylin ja toiseksi alimman tiilikerran tiili) murentuvat irrotettaessa
- Ensimmäisen kerroksen juoksutiilen takana olevat sidetiilet ovat pinnaltaan erittäin rapautuneita, laasti vaikuttaa edelleen samanlaiselta (kuva 9)
- Toisen kerroksen juoksutiilen (sisäpinta) ja sidetiilen välissä pieni määrä lahonnutta/hiiltynyttä puuainesta, joka on mahdollisesti päätynyt laastiin sen valmistuksen yhteydessä
- Toisen tiilikerroksen sisäpinnan juoksutiilen ja sen takana olevan sidetiilen välissä on palojälkiä tiilten pinnoissa sekä laastissa; palojälki on samanmuotoinen molemmissa tiilissä, eli sen on täytynyt syntyä paikalla eikä esimerkiksi tiilten valmistuksessa; tällä kohtaa laastissa on kalkkipaakkuja, ja se vaikuttaa ylimmän kerroksen pintalaastia vanhemmalta (kuva 7)

Rakenneavauksen perusteella tulkittiin, että ylin tiilirivi on muurattu paikalleen nykyisen jalasparrun ja kattorakenteen

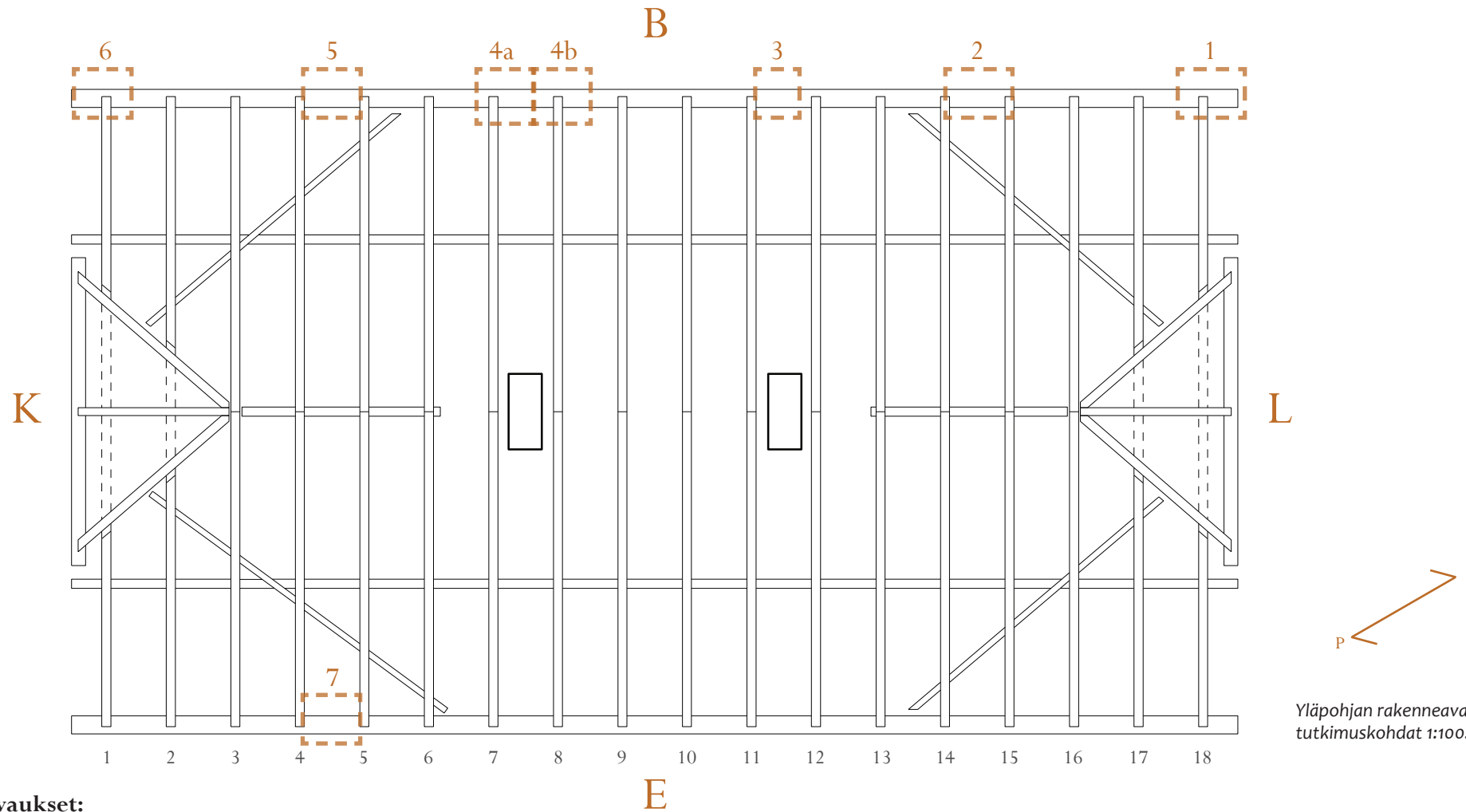
kokoamisen yhteydessä. Sitä edeltävä kattorakenne jalasparruineen on palanut ja jättänyt toiseksi alimpaan tiilikertaan selvät palojäljet. Tämä yhdessä muualla ullakon muureissa näkyvien jälkien kanssa tukee oletusta rakennuksessa sattuneesta tulipalosta.

Rakenneavauksen tiiliä otettiin talteen Aalto-yliopiston rakennetekniikan laboratoriossa suoritettavia rasisutuskokeita varten seinän yläosan kantavuuden arvioimiseksi (tulokset ks. tämän raportin luku 5).

### *Yläpohjan avaus*

Yläpohjan rakennetta tutkittiin ullakolla tekemällä kahdeksan rakenneavausta. Avausten paikat on esitetty viereisellä sivulla. Yläpohjan kantava rakenne koostuu rakennuksen lyhyen sivun suuntaisesta palkistosta. Palkit ulottuvat ulkomuurilta toiselle ja ainakin osa niistä on sidottu muuriin ankkuriraidoilla. Yläpohjan rakenneavauksen perusteella kuitenkin vaikutti siltä, että osa ankkuriraidoista ei liittyisi palkkihirsiin.

Kantavan palkiston päällä on lauta- ja kovalevykerroksia. Niiden päällä vuorottelevat hiekka- ja sammalkerrokset, joiden kokonaispaksuus vaihtelee 10 ja 15 cm:n välillä. Paikoin seassa on myös muuta materiaalia, kuten sanomalehteä ja kangasta.



Yläpohjan rakenneavauksen tutkimuskohdat 1:100.

### Rakenneavaukset:

#### 1. kaivusvyvyys 5 cm

- hiekka- ja sanomalehtisekoitus
- heinä

#### 2. kaivusvyvyys 6 cm

- hiekka, seassa jonkin verran heinää
- sammal (huom: ei rikottu)

Huom: mahdollinen ankkurihirren ja raudan liitoskohta muurattu umpeen.

#### 3. kaivusvyvyys 10 cm

- kiviä, isoja
- hiekka + kankaan-paloja
- sammal

Huom: mahdollinen ankkurihirren ja raudan liitoskohta muurattu umpeen.

#### 4a. kaivusvyvyys 15 cm

- hiekka
- sammal
- hiekka + suuria lasinpaloja, jonkin verran mineraalivillaa
- sammal
- hiekka
- väliseinä

Huom: näkyvissä mahdollisesti ankkurihirren ja -raudan liitosreikä, joka on täytetty mineraalivillalla ja keramiikalla. Löytyi myös pala tuhta.

#### 4b. kaivusvyvyys 15 cm

- hiekka
- sammal
- olki-hiekkasekoitus
- sammal
- tuohi
- lankku

Huom: ehjä, kenties alkuperäinen rakenne.

#### 5. kaivusvyvyys 10 cm

- hiekka
- sammal
- hiekka
- kovalevy

Huom: rakenne avattu aiemmin. Liitoskohta mahdollisesti muurattu umpeen.

#### 6. kaivusvyvyys 10 cm

- sekoitus hiekkaa, tiilen ja rappauksen paloja, olkia ja heinää
- kovalevy

7. kaivusvyvyys 6 cm  
Havainnot samat kuin kuin avauksessa nr. 2.



### *Vesikatteen avaus*

Vesikatteen rakennetta tutkittiin poistamalla väliaikaisesti kuusi kattotiiltä pihan puolelta (E). Tiilikatteen alusrakenne koostuu lappeensuuntaisista tuulirimoista sekä horisontaalisista ruoderimoista, joihin tiilet on ripustettu. Alusrakenne on naulattu suoraan kattolautoihin kiinni. Tiilikatteen rakentamisen tai uusimisen yhteydessä päällimmäisten katelautojen saumojen kohdalle on lisätty päreitä ilmeisesti parantamaan katteen vesitiivyyttä. Päreiden alareuna on kastettu punamultaan todennäköisesti asennussuunnan osoitukseksi. Räystään alle, alemman katelautakerroksen alapintaan, on kiinnitetty peitelaudat.

Lautakate toimii siis nykyisellään aluskatteena. Lautakerrosten välissä on tuohia, jotka on ladottu pintapuoli alaspäin. Tuohikerrosten lukumäärästä ei ole tarkkaa tietoa. Avauskohdan kattolautoissa vesiurien keskellä oli nähtävillä kaksi vierekkäistä naulaa, jotka ilmeisesti kiinnittävät ylemmän kattolaudan alempaan lautakerrokseen. Laudat on kummassakin kerroksessa kiinnitetty lähes toisiinsa kiinni muutaman millimetrin elämisvaralla. Katelaudat ovat noin tuuman paksuisia ja niiden leveys vaihtelee välillä 14–36 cm.

*Vesikatteen avaus tehtiin pihanpuoleisen lappeen räystäälle eteläisen savupiipun kohdalle. Lappeella olevat 1920-luvun valssi- eli urareunatiilet asetettiin tutkimuksen jälkeen takaisin paikoilleen.*

*Avauksessa saatiin selville vesikatteen nykyinen rakenne, mutta tarkempi kuntotutkimus vaatii koko tiilikatteen avaamisen.*



*Luoteisnurkan räystä.*

Päälimmäisissä katelautoissa on suhteellisen loivat ja suorat, pyöreäpohjaiset vesiurat (urien leveys 10 mm, etäisyys laudan reunasta 27 mm). Laudat ovat tuppeen sahattua eli läpisahattua lautta, jonka pinta on mahdollisesti höylätty. Lautojen reunat on veistetty. Alemman lautakerroksen kattolaudat ovat näkyvis- sä ullakolla. Joidenkin lautojen päissä on ullakolta käsin näkyvis- sä osittaista ja selvärajaista harmaantumista, mikä viittaa siihen, että laudat on ainakin käännetty ympäri tai niiden paikkaa muu- tettu.

*Lautakatteen jatkoskohta puutarhan (B) puoleisella lappeella. Kattolautojen pinnassa on nähtävillä raamisahan jäljet, kun taas paikkalaudan sahaamiseen on jälkien perusteella käytetty pyörösaha.*

### 3. Kattorakenteen dokumentointi ja kartoitus







### *Ullakon käytön jäljet ja viimeaikaisia kurioositeetteja*

Ullakko on ollut mitä ilmeisimmin varastokäytössä alusta asti ja siellä on edelleen varastoituna erilaisia vanhempia rakennusosia. Koska varastotilan ei ole tarvinnut olla kovinkaan viimeistelty ulkoasultaan, on sinne jäänyt erilaisia työstön ja käytön merkkejä.

Uudemmissa korjauksista on merkinä jonkinlaisia laskelmia selkäpuussa 11E. Samanlaisia on Uudenkaupungin kaupungin kirkon kattorakenteissa. Alimmissa kitapuissa 2e ja 3e on maali jälkiä ja paljon eri värejä. Tällä kohtaa on todennäköisesti sijainnut korjauksia tehneen maalarin työpiste. Useat maali jäljet viittaavat siihen, että samaan aikaan on tehty useampia korjauksia. Kitapuissa 17a ja 17b on maalarien nimikirjoitukset

Välipohjan eristeen päällä on paljon erilaisia fragmentteja, sanomalehteä (1800-luvulta ja uudempaa), lasinsiruja, kaakelin/keramiikan sirpaleita, kipsisiä fragmentteja.

Selkäpuiden 6B ja 7B välillä jalasparrussa on metallinen lenkki, jonka funktio on vielä tuntematon. Tälle ei löydy vastinparia toisesta jalasparrusta vastaavassa kohdassa.

*Oletetun maalarin nimikirjoitus kitapuussa.*

*Selkäpuuhun tehtyjä laskelmia.*

*Toistaiseksi tunnistamaton lenkki jalasparrussa.*

## 4. RAKENTEELLINEN TOIMINTAPERIAATE JA LASKENTAMALLIT

(Valeryia Pulko)

### Kattorakenteen toiminta

Vanhon rakennuksen kantavien rakenteiden kantokyvyn tutkimuksessa pitää ottaa rakenteen lujuusteknisten suunnittelupe- rusteiden lisäksi huomioon restauroinnin yleiset periaatteet.

On tärkeää ymmärtää koko rakennejärjestelmän toiminta ennen korjaustoimenpiteisiin ryhtymistä. Vanhat rakenteet ovat herkkiä kokonaisuuksia, joihin uuden osan lisääminen voi aiheuttaa enemmän haittaa kuin hyötyä.

Ensisijainen tehtävä on vaurioiden syiden selvittäminen ja poistaminen ja tämän jälkeen vaurioiden korjaaminen. Nykyiset eurokoodit eivät usein riitä vanhojen rakennusten kohdalla, niistä saa apua mutta ei suoria toimintaohjeita.

### Rakennemalli

Mallin luominen rakennejärjestelmästä ja sen analysointi FEM-ohjelmassa on hyvä keino saada mahdollisimman monipuolinen kuva rakenteen toiminnasta. Mallista saatuja tietoja täytyy kuitenkin osata lukea oikein ja tehdä oikeita päätelmiä. Katon toiminta on tässä selvityksessä tutkittu vain yhtä yksittäistä kattotuolia analysoimalla, koska kaakkoisen sivurakennuksen jokainen kattotuoli on itsessään arvokas ja säilyttämisen arvoisen. Lisäksi kenttätutkimuksen aikana havaitut muodonmuutokset antavat syyn olettaa, että kaikki rakennuksen kattotuolit käyttäytyvät hyvin samalla tavalla ja niiden vaurioituminen on edennyt yhtä pitkälle.

2D-malli on tehty Robot Structural Analysis Professional-FEM -analyysiohjelmalla. Pohjana mallia luotaessa on käytetty 3D-laserkeilauksen pistepilvestä muodostettua rakennuksen leikkauskuvaa.

Selkäpuiden ja kitapuiden asema on mitattu myös manuaalisesti paikan päällä kenttätutkimuksen aikana. Poikkileikkausten mitoissa on jonkin verran vaihtelua, erityisesti kitapuiden mittojen erot ovat huomattavia. Mallissa käytetyt poikkileikkaukset ovat keskiarvoja todellisista mitatuista poikkileikkauksista (kuva seuraavalla sivulla).

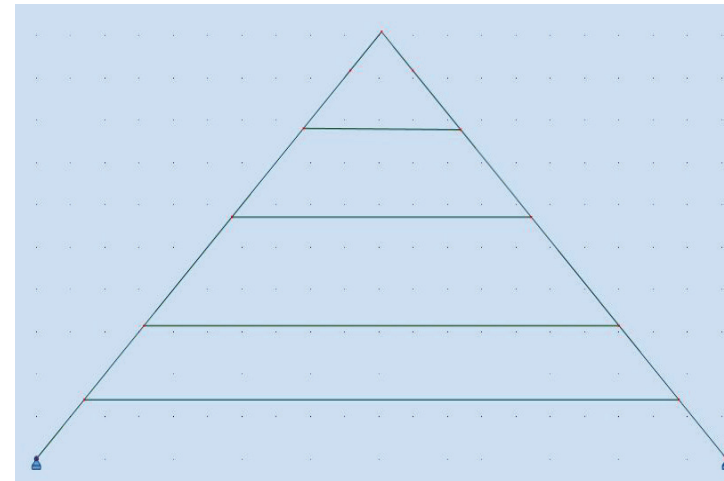
Mallinnuksessa ja laskelmissa on käytetty SFS 5878 -standardin mukaista sahatavaran lujuusluokkaa C24, joka visuaalisen tarkastelun mukaan parhaiten vastaa kattotuolien rakentamisessa käytettyä puutavaraa.

Kattotuolin mallista on otettu pois vaakatuki-a. Se puuttuu osasta kattotuoleista ja sen kiinnitystapa selkäpuihin on erilainen kuin muiden kitapuiden. Lisäksi testimalli osoitti, että sen vaikutus kattotuolin kokonaistoimintaan on merkityksetön.

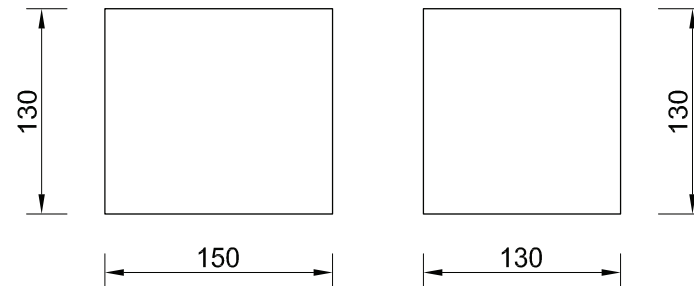
Selkäpuu-jalasparru-liitosta mallinnettiin kahdella eri tavalla. Ensimmäisessä mallissa tuenta on nivel-nivel, joka estää x- ja z-suuntaiset translaatiot, mutta sallii liitoksen rotaation. Toisessa mallissa tuenta on nivel-rulla. Rulla ei estä x-suuntaista liikettä. Kumpikaan malli ei vastaa todellista kattotuolin rakennetta, mutta näiden kahden mallin vertailu antaa ymmärrystä kattotuolin toiminnasta. Todellinen toiminta on näiden kahden mallin välimuoto.

Sauvamallissa kitapuu-selkäpuu-liitokset on mallinnettu rotaation sallivina liitoksina, jotka ovat jäykkiä sekä x- että z-suunnassa. Se vastaa mallissa parhaiten oikeaa puolipyrstöliitosta. Todellisuudessa puolipyrstöliitos sallii pienen siirtymään x-suunnassa (noin 1-2 cm) ilman, että liitostappi deformoituu. Tätä siirtymämahdollisuutta ei otettu mallissa huomioon, koska liitoksen kitka-arvon selvittäminen olisi vaatinut laajempaa kokeellista tutkimusta.

Tämän alkututkimuksen pohjalta luotiin mallia, joka vastasi parhaiten kattotuolin todellista toimintaa. Siinä selkäpuu-jalasparru-liitoksen tuentatapa kolme (3) estää kokonaan y-suuntaisen siirtymän, mutta sallii kiertymää sekä jonkin verran liikettä x-suunnassa. Jalasparrun ja tiilimuurin välistä kitkaa kuvaa x-suuntainen kitkavakio, jonka arvoksi saatiin 150 kN/m. Se on laskettu katon omapainon ja keskimääräisen siirtymän (3 cm) perusteella käyttäen pysyvää kuormaa.



Keskiviivamalli rakenteesta.



Keskiviivamallissa käytettyjen rakenneosien oletetut poikkileikkaukset, selkäpuu (vas.), kitapuu (oik.).

Kuorma	Alkavaikutus kerroin	Pysyvä kerroin	Lyhytaikainen kerroin	Hetkellinen kerroin	Kuorman arvo (kN/m)
Omapaino	-	1	1	1	0,6
Lyhytaikainen lumi	1,2	-	0,2	-	0,19
Hetkellinen lumi	1,2	-	-	1	0,96
Hetkellinen tuuli tuulenpuolisella lappeella (alue F ja G)	1,2	-	-	1	0,6
Hetkellinen tuuli harjalla tuulenpuolelta (alue H)	1,2	-	-	1	0,5
Hetkellinen tuuli suojanpuolisella lappeella (alue I)	1,2	-	-	1	-0,17
Hetkellinen tuuli harjalla suojanpuolelta (alue J)	1,2	-	-	1	-0,26

Laskennassa käytettyjen kuormien kertoimet ja arvot.

### Kuormat

Kuormien määrittämisessä käytettiin apuna eurokoodeja sekä Antti Haikalan diplomityötä *Suomalaisten tukipilarikirkkojen rakenteellinen toiminta ja korjaustavat*.

Koska kyseessä on kattotuolin toiminnan tarkastelu, käyttörajatilan tutkiminen on järkevämpää kuin murtorajatilan tutkiminen. Kuormien määrittäminen vanhalle rakennukselle on erittäin haastava tehtävä. Jotta tarkastelut antaisivat todellisen kuvan kattorakenteen toiminnasta ja vaurioitumisesta, kuormituksia on korjattava historiatietojen ja paikallisten olosuhteiden pohjalta. Tätä tarkastelua on yksinkertaistettu tuulikuormien selvitysten osalta. Tuulikuormalle on otettu eurokoodin mukainen arvo, joka on isompi kuin tuulikuorman todellisuuudessa esiintyvä arvo. Tämä on otettava huomioon laskentatuloksia tarkasteltaessa.

Mallissa luotiin neljä eri kuormitusyhdistelmää:

- I Ainoastaan katon omapaino (symmetrinen)
- II Katon oma paino ja sen lisäksi epäsymmetrinen lumikuorma vasemmalle lappeelle
- III Katon oma paino ja sen lisäksi symmetrinen lumikuorma molemmille lappeille
- IV Katon oma paino ja sen lisäksi epäsymmetrinen tuuli- ja lumikuorma vasemmalle lappeelle

Katon omapaino, yhdistelmä I on pysyvä kuorma, joka vaikuttaa kantaviin rakenteisiin koko ajan ja tästä syystä sen merkitys on suuri. Lumikuormaa pitää tarkastella lyhytaikaisena ja hetkellisenä kuormana, sen vaikutusaika on noin 3-4 kk vuodessa eli noin 30 % katon iästä. Lumikuorman arvoksi on otettu alueelle tyypillisin lumikuorma eurokoodin mukaan.

Sääarkistojen tietojen tarkistaminen viimeisille vuosille antaisi paremman kuvan todellisesta tilanteesta. Arkisto ei ylety 250 vuoden päähän, joten tilastollinen arviointi ei olisi sen luotettavampaa kuin eurokoodin mukaisiin lumikuormiin viittäminen. Tuulikuorma on aina hetkellinen kuorma, jonka ansiosta kantaviin rakenteisiin tulee hetkellisesti suuria jännityksiä ja muodonmuutoksia.

Yhdistelmä III antaa suuremman pysyvän kuorman. Yhdistelmät II ja IV toisaalta antavat lyhytaikaisia ja hetkellisiä kuormitusvaihtoehtoja, jotka paljastavat usein jännityksen ja muodonmuutosten hetkelliset maksimit. Jos arvo ylittää rakenteen lujuuden, syntyy rakenteeseen murtumia ja pysyviä muodonmuutoksia. Pysyvän kuormituksen kanssa pitää ottaa huomioon puun viruminen. Kosteuden vaihtelujen takia puurakenteisiin voi syntyä muodonmuutoksia ilman, että kuormitus saavuttaa materiaalin lujuuden alkuperäistä raja-arvoa.

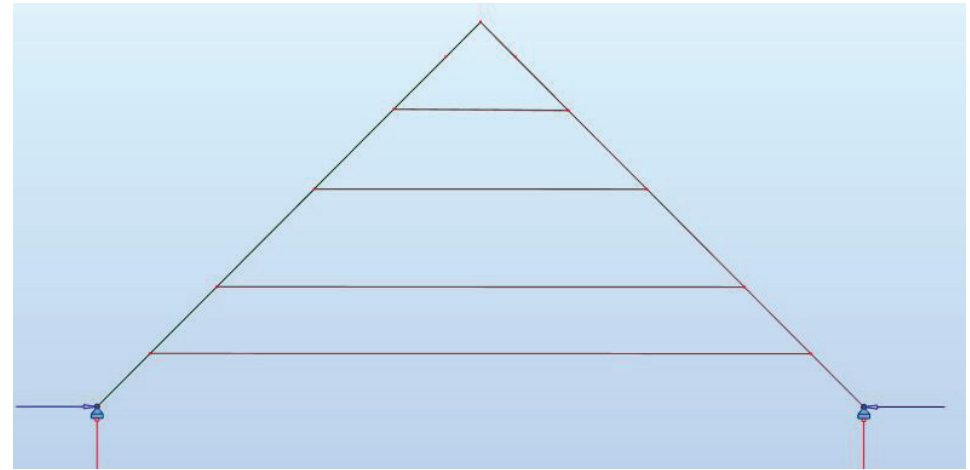
### *Kattotuolin toiminta*

FEM-ohjelmassa tehdyn analyysin perusteella saatiin selville muodonmuutos, normaalivoima sekä momenttikuvaajat ja sauvojen poikkileikkausten jännitykset. Näiden tietojen perusteella muodostui hyvä ymmärrys kattotuolin toimintaperiaatteista sekä vaurioiden syistä.

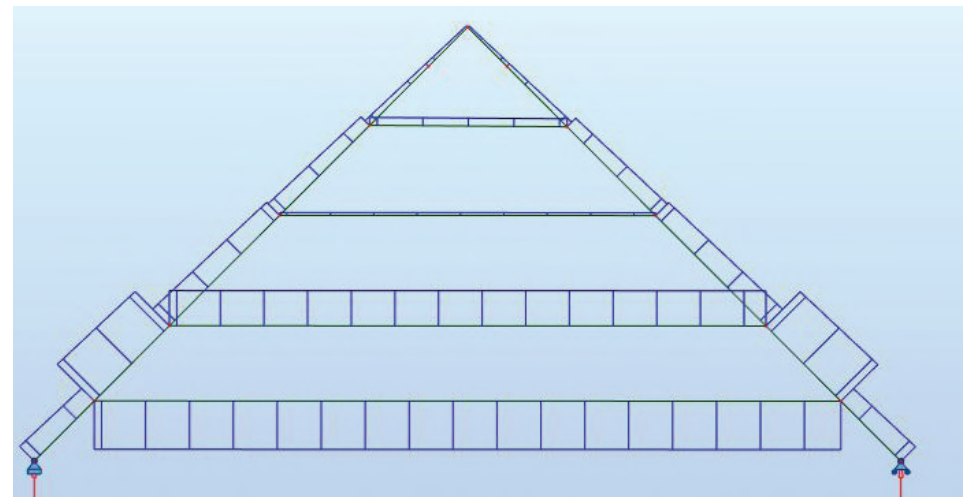
Tässä esillä olevien kitapuukattotuolien toiminta perustuu puun hyvään puristuslujuuteen. Ideaalitilanteessa kattotuolin kaikki osat saavat vain puristavaa kuormaa. Puristettuna kattotuolin nivel-nivel-tuki symmetrisessä kuormitustapauksessa (kuvat 1 ja 2) toimii ongelmitta. Koska jalasparru pääsee liikkumaan tiilimuurin päällä rakenteen toimintaperiaate muuttuu. Puun ja tiilimuurin välinen kitka ei pysty kokonaan estämään x-suuntaista liikettä. Jalasparrun päällä tapahtuvan liikkeen johdosta alimpaan kitapuuhun alkaa kohdistua vetorasitusta (kuvat 3 ja 4). Vetorasitus on voimakkaampaa epäsymmetrisissä kuormitustapauksissa (kuvat 5 ja 6). Tästä voidaan tehdä johtopäätös, että rakennuksen selkäpuun ja alimman kitapuun liitoksen aukeaminen johtuu kattotuolille tulevasta kuormasta.

Aukeamisen syynä on muun muassa pysyvän oman painon kasvu, kun alkuperäisen lautakatteen päälle on asennettu tiilikate, jonka paino on kaksinkertainen lautakatteen omapainoon verrattuna. Näin ollen kattotuolit kantavat nykyään kolminkertaisen painon verrattuna lähtötilanteeseen. Koska jalasparruja ei myöskään ole kiinnitetty tiilimuurin eikä toisiinsa vetopuilla, on tiilimuurin ja jalasparrun välinen kitka ainoa jalasparrua x-suunnassa paikallaan pitävä voima, eli ainoastaan kitka estää niiden vapaata liikkumista ulospäin tiilimuurien päällä.

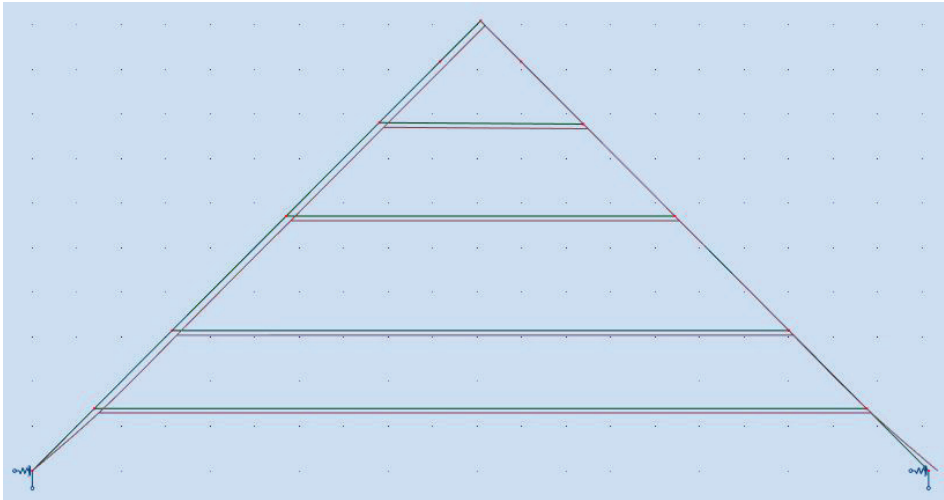
Puolipyrstöliitoksen kyky ottaa vastaan vetoa ei ole suuri. Alimman kitapuun liitoksen vaurioituiessa koko kitapuun kanto-



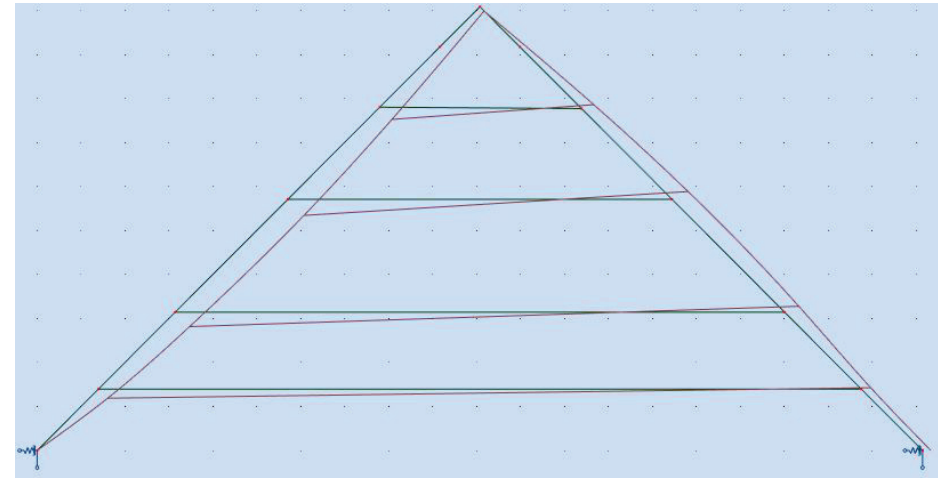
Kuva 1. Symmetrisen kuorman aiheuttama kattotuolin muodonmuutos ideaalitilanteessa.



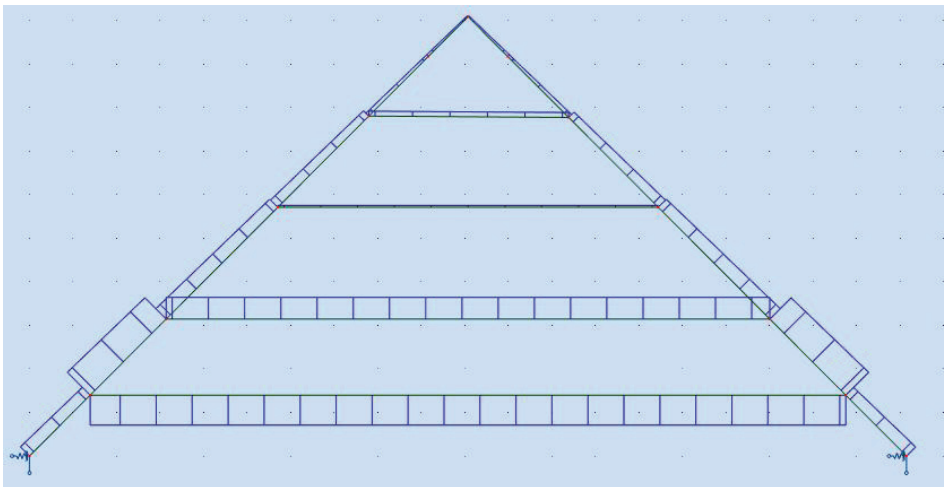
Kuva 2. Symmetrisen kuorman aiheuttama kattotuolin  $F_x$ -voima ideaalitilanteessa. Alas suuntautuvat palkit kuvaavat vetoa ja ylös suuntautuvat puristusta.



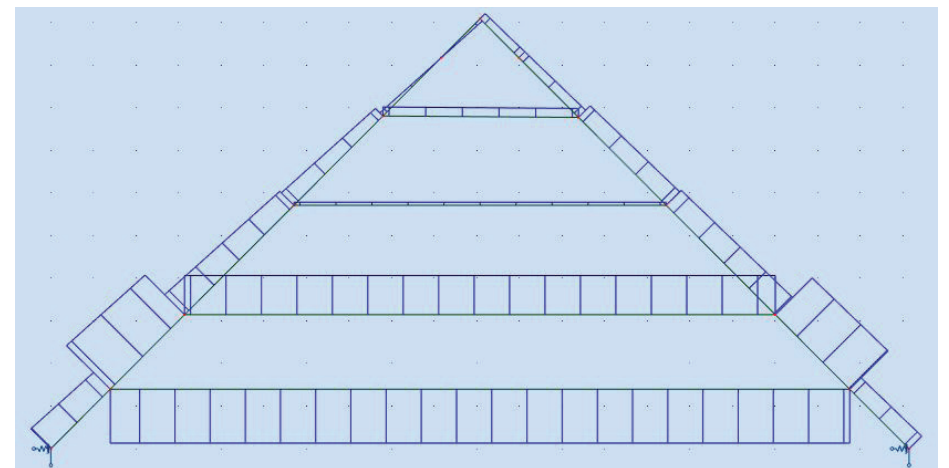
Kuva 3. Symmetrisen kuorman aiheuttama kattotuolin muodonmuutos. Havainnollisuuden vuoksi muutos on viisinkertainen.



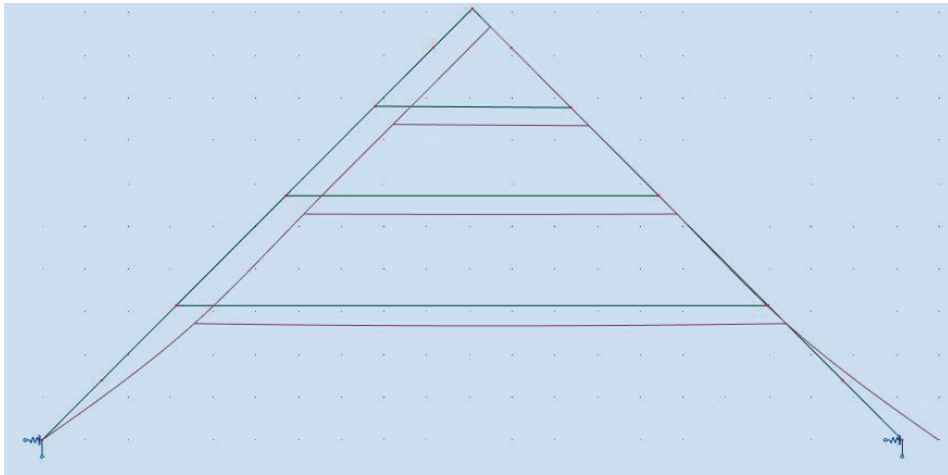
Kuva 5. Epäsymmetrisen kuorman aiheuttama kattotuolin muodonmuutos. Havainnollisuuden vuoksi muutos on viisinkertainen.



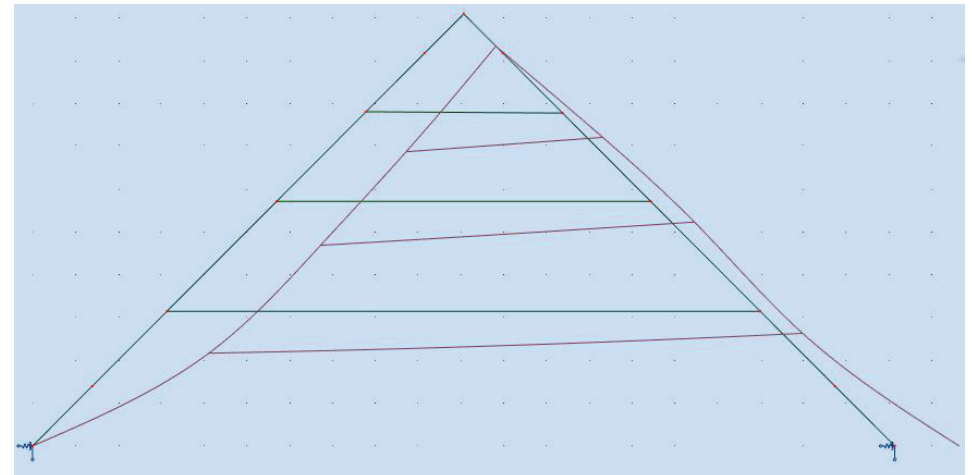
Kuva 4. Symmetrisen kuorman kattotuoliin aiheuttama  $F_x$ -voima.



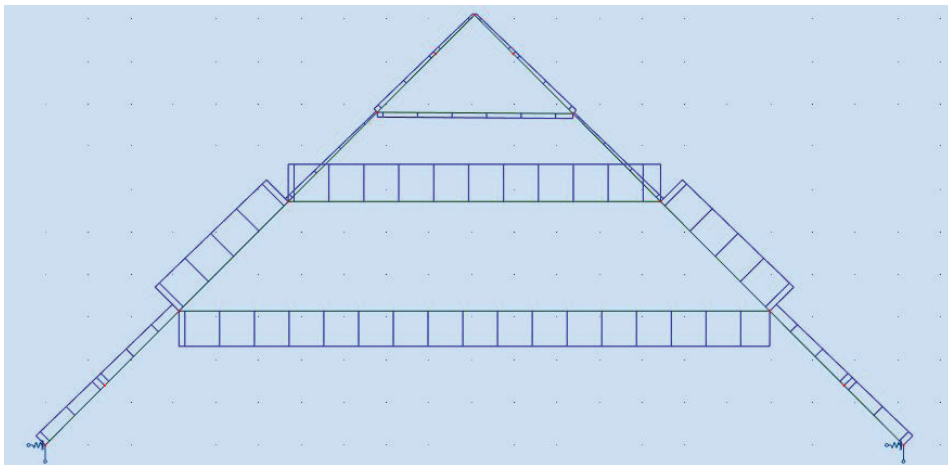
Kuva 6. Epäsymmetrisen kuorman kattotuoliin aiheuttama  $F_x$ -voima.



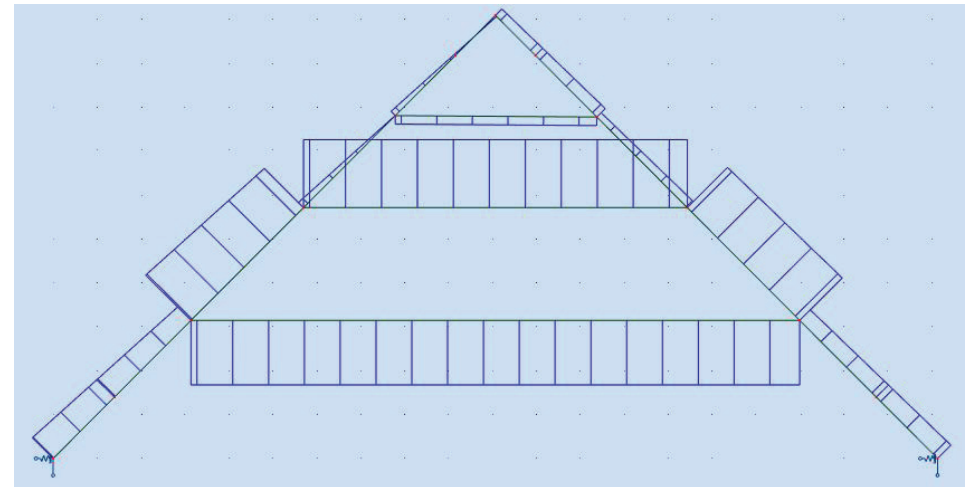
Kuva 7. Symmetrisen kuorman aiheuttama muodonmuutos vaurioituneeseen kattotuoliin (Ilman e-kitapuuta) Havainnollisuuden vuoksi muutos on viisinkertainen.



Kuva 9. Epäsymmetrisen kuorman aiheuttama muodonmuutos vaurioituneeseen kattotuoliin (Ilman e-kitapuuta) Havainnollisuuden vuoksi muutos on viisinkertainen.



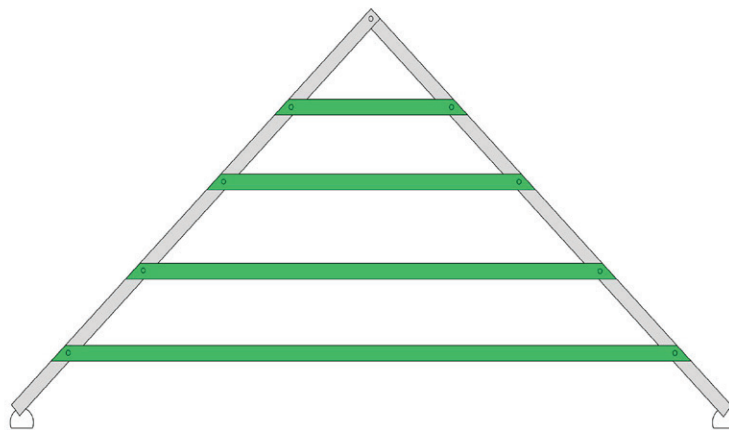
Kuva 8. Symmetrisen kuorman aiheuttama Fx-voima vaurioituneeseen kattotuoliin (Ilman e-kitapuuta).



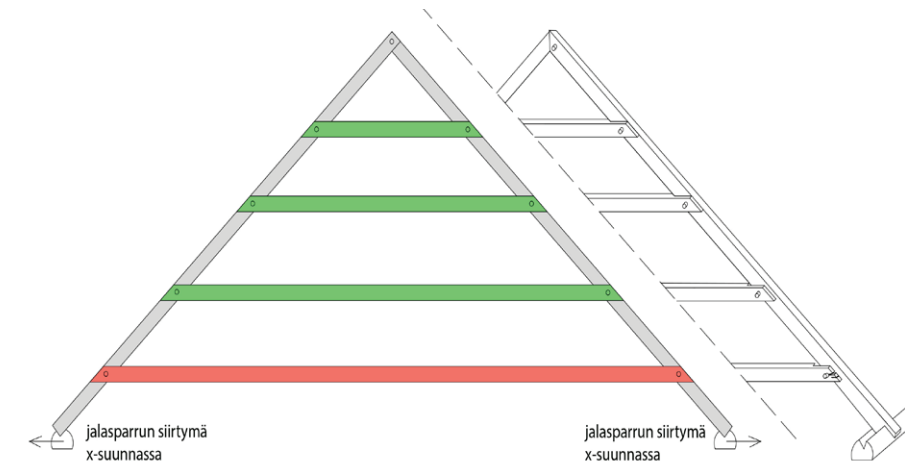
Kuva 10. Epäsymmetrisen kuorman aiheuttama Fx-voima vaurioituneeseen kattotuoliin (Ilman e-kitapuuta).

kyky pienenee vähitellen ja lopulta häviää kokonaan. Kattotuolia ilman alinta kitapuuta analysoitiin samalla tavoin kuin ehjää kattotuolia, ja sen toimintaa tutkittiin muodonmuutoksen ja voimakuvaajien avulla (kuvat 7–10). Ilman e-kitapuuta vetovoima kohdistuu d-kitapuuhun, ja sen liitokset alkavat aueta e-kitapuun liitosten tavoin. On huomattava myös, että tällöin c-kitapuuhun vaikuttaa samanaikaisesti suurempi puristusvoima.

Robot-ohjelma esittää siirtymän tukien kohdalla niin, että vasen pysyy paikalla ja oikea liikkuu molempien tukien siirtymän verran. Se johtuu ohjelman laskenta-algoritmin vaatimuksesta. Koska ohjelmasta saadut muodonmuutoskuvaajat ovat vääristyneitä, kattotuoleissa tapahtuva todellinen muodonmuutos on esitetty skemaattisesti. Havainnollistamisen vuoksi muodonmuutoksen suuruus on esitetty moninkertaisena todelliseen verrattuna. Todelliset arvot on esitetty sivun 75 vauriokartoksessa.



Puristettu kattotuoli



Vedetty kattotuoli

Vaurioituneen kattotuolin kantokyky on pienempi verrattuna ehjään kattotuoliin. Tästä syystä uudet vauriot tapahtuvat nopeammin verrattuna lähtötilanteeseen yli 200 vuotta sitten.

### *Kattotuolien toiminta kokonaisuutena*

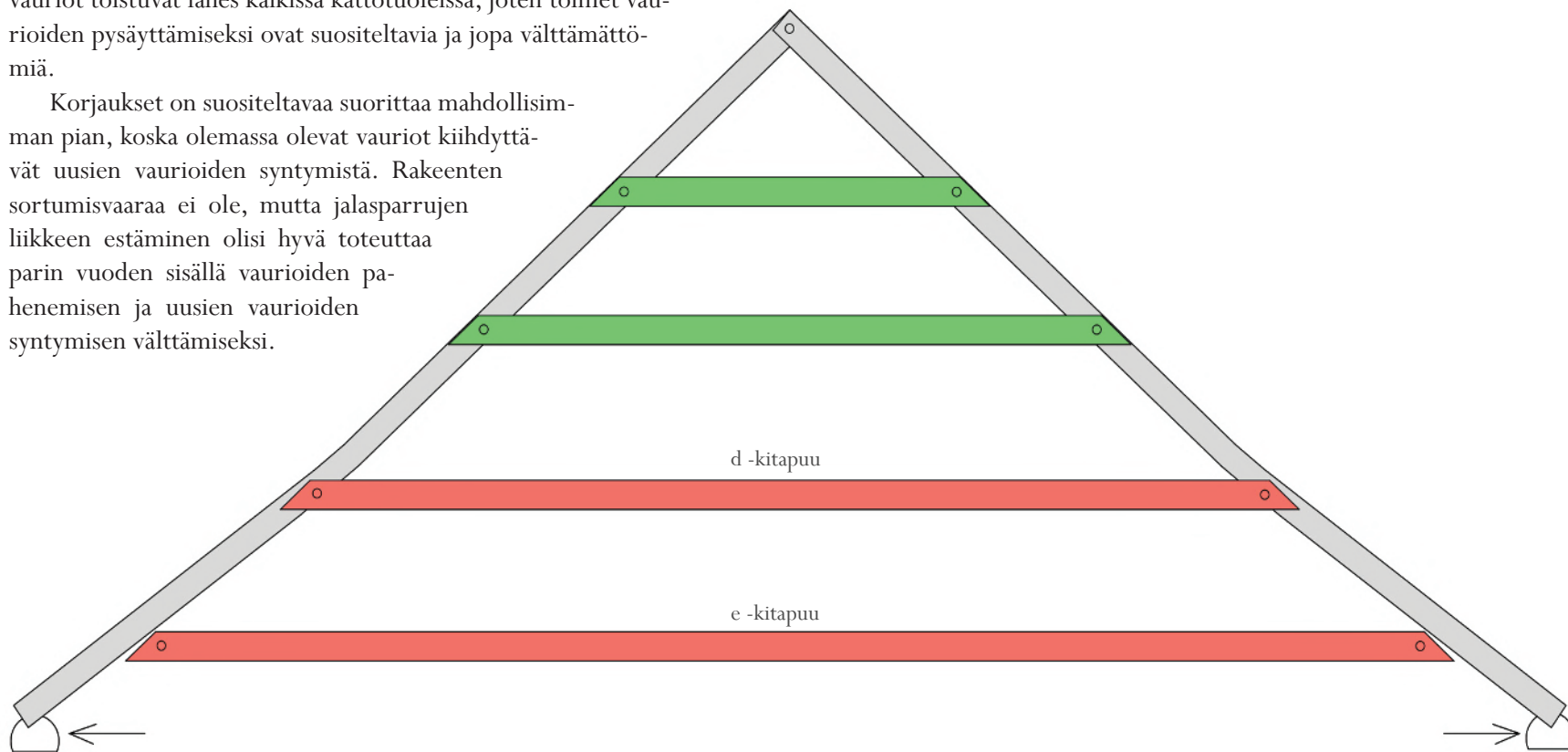
Tämän tutkimuksen yhteydessä ei tehty kokonaisen kattorakenteen tarkastelua. Kattotuolien yhteistoiminnasta kuitenkin pystyy tekemään päätelmiä aikaisemmin tehtyjen tutkimusten nojalla. Asiaa on perusteellisesti tutkittu Maria Lindqvistin diplomityössä *Restoration of timber roof structures in a medieval stone church*. Lautakaton ruoteet sitovat kattotuolit yhteen ja muodostavat niistä jäykän yhtenäisen rakenteen. Koska kuormien jakautuminen noudattaa jäykimmän polun periaatetta, vaurioituneet kattotuolit ottavat vastaan pienemmän kuorman kuin ehjät. Sen sijaan ehjille kattotuoleille kohdistuu suurempi kuormitus. Tällä



tavoin olemassa olevat vauriot kiihdyttävät vieressä olevien ehjiä kattotuolien vaurioitumista.

Maria Lindqvistin mukaan vanhojen kattotuolien ylikorjaaminen on turhaa ja jopa haitallista. Louhisaaren kaakkoisen sivurakennuksen tapauksessa kuitenkin alakitapuiden liitosten vauriot toistuvat lähes kaikissa kattotuoleissa, joten toimet vaurioiden pysäyttämiseksi ovat suositeltavia ja jopa välttämättömiä.

Korjaukset on suositeltavaa suorittaa mahdollisimman pian, koska olemassa olevat vauriot kiihdyttävät uusien vaurioiden syntymistä. Rakeenten sortumisvaaraa ei ole, mutta jalasparrujen liikkeen estäminen olisi hyvä toteuttaa parin vuoden sisällä vaurioiden pahenemisen ja uusien vaurioiden syntymisen välttämiseksi.

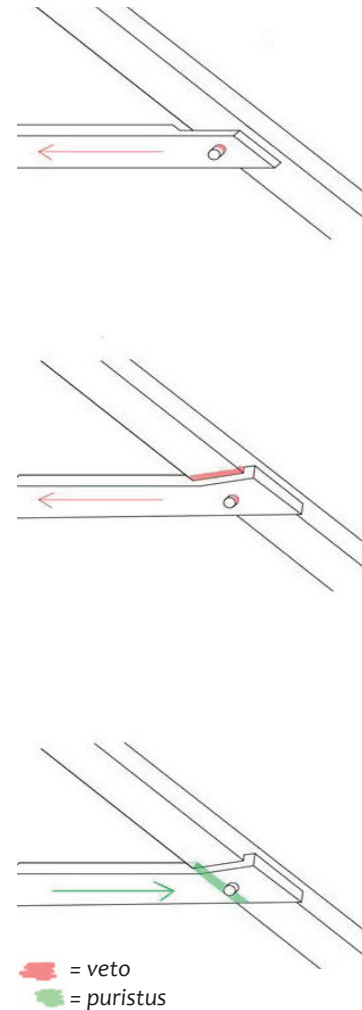


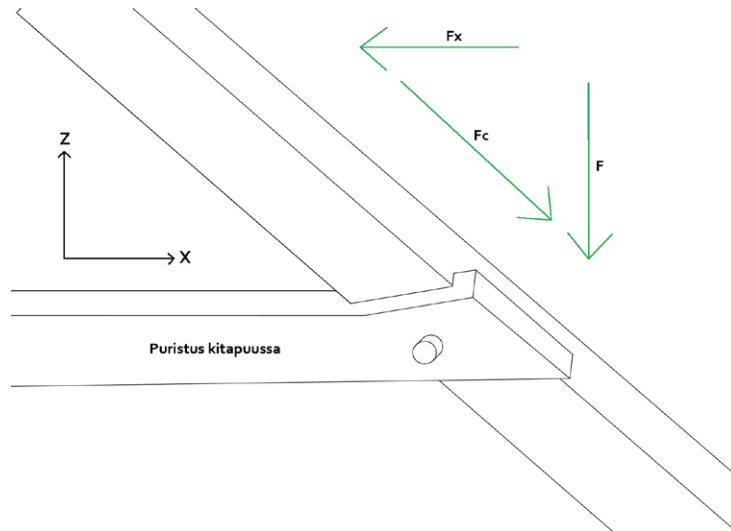
Kattotuolien nykytilanne. Jalasparrun sivuttaisliikkeen johdosta alimpaan kitapuuhun kohdistuu vetoa. Altistuessaan vedolle alkavat alimman kitapuun (e) liitokset deformatua ja menettävät kapasiteettinsa. Liitoksen petettyä alkaa veto kohdistua toiseksi alimpaan kitapuuhun (d).

### *Puolipyrstöliitoksen toiminta*

Vedolle altistuvat liitokset ovat perinteisten kattotuolien kriittisin kohta. Pyrstöliitos kestää noin 20 prosenttia vähemmän vetorasitusta kuin puristusrasitusta. Se johtuu liitoksen rakenteesta, jossa puristuksessa toimiva pinta on huomattavasti isompi vedossa toimivaan pintaan nähden. Louhisaareessa kaakkoisen sivurakennuksen kattotuolien liitokset on lisäksi tehty osittain väärin. Niistä puuttuu pyrstön muoto kokonaan, ja ne toimivat tappiliitoksien tavoin lohenpyrstöliitoksen sijaan. Näin ollen veto kohdistuu pelkästään tappiin, jonka kestävyys on rajallinen.

Puolipyrstöliitoksen vetokapasiteetista vastaavat puutappi sekä pyrstön loveus. Lohenpyrstöliitoksen luonnolliseen toimintaan kuuluu vaakasuuntaista siirtymää. Sen sallittu mitta on noin 5 mm (Vuorinen 1997, 56). Vaakasiirtymän kasvaessa liitoksen pyrstön muoto toimii kiilaavana osana ja tiivistä koko liitosta. Tällä tavoin vedossa toimivan pinnan suuruus pysyy samana ja puristusjännityksen arvo kasvaa. Esimerkkinä on 11E-e liitos. Huonosti tehdyssä liitoksessa vedon kohdistuessa sauvaan ainoastaan tappi estää liitoksen liikkumista x-suunnassa. Tappiliitoksen ottavat huomattavasti huonommin vetorasituksia vastaan pienen puristuspuunnan takia. Tästä esimerkkinä on liitos 10E-e.





Liitoksen toiminta.  $F$  on kattotuolin päälle tuleva kuorma, joka jakautuu selkäpuun suuntaiseksi voimaksi  $F_c$  ja  $x$ -akselin suuntaiseksi voimaksi  $F_x$ .  $F_x$  voiman myötä kitapuun symmetrisen kuormituksen aikana syntyy puristusta.

Molemmille liitoksille tehtiin arvio niiden kapasiteetista. Tulokset on esitetty taulukossa. Itse laskelmat löytyvät liitteestä 2.

Mallista saatujen arvojen mukaan ehjän kattotuolin liitoksissa esiintyy maksimissaan 18 kN vetovoima (ilman varmuuskerroimia). Oikein tehdyllä puolipyrstöliitoksella kapasiteetti on riittävä, mutta huonosti tehdyllä liitoksella vetokapasiteetti on lähinnä samansuuruinen kuin vaikuttava vetovoima. Ylempien kitapuiden puristusvoimat ovat mallin mukaan suurusluokaltaan neljäsosa liitoksen 11E-e puristuskapasiteetista ja kolmasosa liitoksen 10E-e puristuskapasiteetista. On otettava huomioon,

Liitos	10E-e huonosti tehty lohenpyrstö	11E-e hyvin tehty lohenpyrstö
Vetokestävyys (kN)	22	64
Puristuskestävyys(kN)	55	75,5
Veto- ja puristuskestävyyden suhde (%)	40	85

Liitosten 10E-e ja 11E-e lujuudet.

että liitosten lujuuslaskelmissa on käytetty varmuuskerrointa, joka huomioi myös liitosten korkean iän. Kuormien laskemisessa on mukana myös käyttörajatilalle ominaiset varmuuskerroimet. Kuitenkin vetovoiman maksimiarvo on esitetty ilman varmuuskerrointa.

Liitoksen vaurio ei tapahdu hetkessä. Tappi taipuu vähitellen pidemmän ajan kuluessa. Kenttätutkimuksissa huomattiin, että puutapeissa oli tapahtunut suuria muodonmuutoksia ennen, kun ne olivat menneet poikki. Tapissa ja liitoksessa tapahtuvat muodonmuutokset eivät alenna koko liitoksen kapasiteettia ennen kuin muodonmuutokset ovat yli 10 mm.

Laskelmien tulosten perusteella voidaan päätellä, että kunolla tehdyt liitokset (kuten 11E-e) kestävät tämänhetkisen kuorman, jos kattorakenteeseen ei tule suuria katon omapainoa lisääviä muutoksia. Vaurioituneiden alimpien kitapuiden

liitosten vuoksi ehjiin d-kitapuun liitoksiin alkaa vaikuttamaan vetovoima, joka rikkoo liitokset ajan myötä. Myös viereisten ehjien kattotuolien liitoksiin siirtyy osa kuormituksesta jäykimmän polun periaatteen mukaisesti. Tämä kasvattaa ehjien kattotuolien liitosten aukeamisen mahdollisuutta. Tämän nojalla voidaan sanoa, että rakenteen säilyttämiseksi vaurioituneet liitokset tai ainakin niiden avautumisen syy on korjattava.

FEM-ohjelmassa tehdyn 2D-kattotuolin keskiviivamallin analyysi ja liitosten kestävyyslaskelmat luovat pohjan tämän raportin luvussa 7 esitetyille restaurointisuunnitelmaehdotuksille.

Saatujen tulosten perusteella tunnistetaan rakenteen heikoimmat kohdat sekä vaurioiden syntymisen syyt. Kuitenkin ennen restaurointitoimenpiteisiin ryhtymistä valitun suunnitelman vaikutuksia rakenteeseen on tutkittava. Todellisen 3D-rakennemallin tutkiminen on suositeltavaa virheellisten restaurointipäätösten ehkäisemiseksi. Lisäksi olisi hyvä tutkia lisää puutapin todellista vetolujuutta sekä virumisen vaikutusta rakenteen toimintaan. Lisätutkimukset antaisivat laajempaa tietopohjaa hyvän ja kestäväen restaurointisuunnitelman tekemiselle.

## 5. TIILIMUURIN PURISTUSKOE

(Valeryia Pulko)

Jalasparrun alla olevan tiilimuurin tilannetta oli vaikea arvioida ilman lisätutkimusta. Visuaalissa tarkastelussa ei havaittu erityistä huolta aiheuttavia vaurioita. Muurin ullakon lattiatasolla olevan ohennusaskelman kohdalla on havaittavissa kapea halkeama koko muurin pituudella. Lisäksi muuri on jonkin verran kallistunut ulospäin, mikä johtuu jalasparrun liikkeestä, joka työntää muureja ulospäin. Tiilimuurin tilanne ei kuitenkaan vaikuta kriittiseltä. Lisävarmuuden saamiseksi päätettiin tutkia tiilimuurin kestävyyttä tiiliskivien puristuskokeen avulla.

Koe suoritettiin Aalto-yliopiston rakennustekniikan koehallissa laboratorioinsinööri Jukka Pirosen avustuksella standardia SFS-EN 772-1 noudattaen. Tiilimuurista otetuista kahdesta tiiliskivestä porattiin yhteensä 7 koekappaleita. Niiden pinta hiottiin, jotta saatiin tasainen puristuspinna. Koska hiomisessa on käytetty vettä, koekappaleita kuivatettiin uunissa noin 10 tuntia. Alkuvalmistelujen jälkeen suoritettiin puristuskoe. Kuormitusnopeudeksi asetettiin 0.5 mm/min ja sillä saavutettiin maksimipuristusvoima vasta reilun minuutin puristuksen jälkeen, mikä on standardin SFS-EN 772-1 mukainen koevaatimus. Kokeesta ei siis käytetty liian nopeaa kuormitusta. Kokeesta saadut tulokset on esitetty liitteessä 4.

Koska 1600-luvulla valmistetut tiilet eivät ole homogeenisia ja niiden rakenteessa on havaittavissa kiviaineksen raekoon vaihtelua, koetulosten perusteella laskettiin tiiliskiven keskimääräiseksi puristuslujuudeksi 5.6 MPa. Näin muuri toimii useasta tiiliskivestä muodostuvana kokonaisuutena ja keskimääräinen puristuslujuus kuvaa parhaiten sen ominaisuuksia. Mitoitukse-

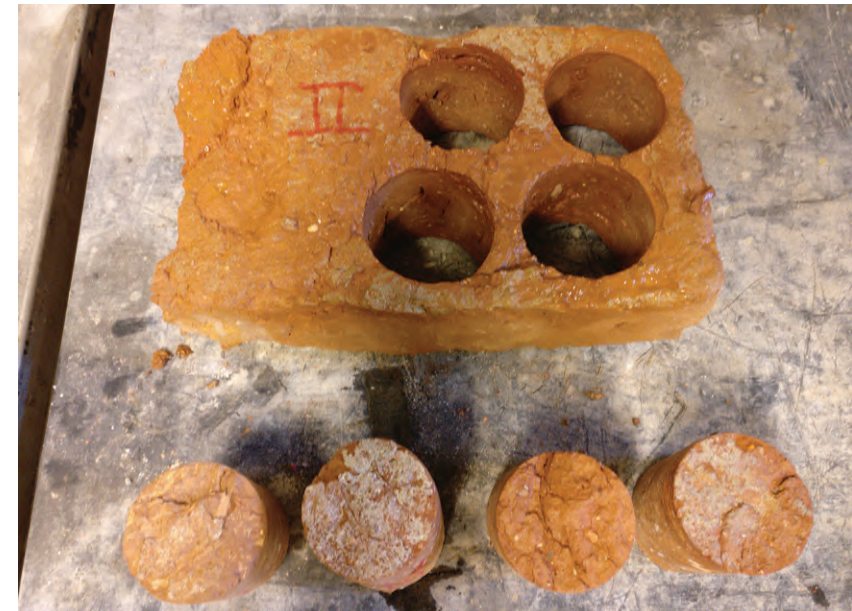


sa käytettiin kuitenkin varmuuden vuoksi tiiliskivien pienintä puristuslujuutta maksimilujuutena. Koetuloksissa esiintyy tiiliskivien pienin puristuslujuus 3.5 MPa. Tiiliseinä kokonaisuutena kestää todennäköisemmin suurempaakin puristusta, mutta tämän kuorman ylittyessä on tiilien halkeaminen mahdollista.

Mallista saatujen tietojen mukaan laskettiin pysyvän ja hetkellisen kuormituksen aiheuttama jännitys muurin tiiliskivissä. Koska kuorma siirtyy muureille kattotuolien kautta, suurin jän-

nitys syntyy selkäpuun ja jalasparrun liitosalueelle. Kuorman voidaan olettaa siirtyvän puulta hyvin tasaisena puristuksena tiilimuurille. Pysyvä kuormitus aiheuttaa noin 0.4 MPa jännityksen ja hetkellinen kuormayhdistelmä noin 1.3 MPa puristusjännityksen. Laskelmat löytyvät liitteestä 3.

Puristuskokeen ja laskelmien tuloksena saatiin tieto, että tiiliskivillä on noin kolminkertainen puristuskapasiteetti (ilman varmuuskertoimia). Myös tiilimuurin avauksessa huomattiin, että laasti on varsin lujaa ja sitoo tiilet hyvin yhteen. Lisäksi tiilen pakkasrapautumista esiintyy vain muurin pienillä alueilla. Näiden tietojen nojalla voidaan päätellä, että tiilimuurin kestävyys nykyistä kuormitusta varsin hyvin. Tiilimuurin kallistumisvaara poistuu, kunhan jalasparrun liike saadaan pysähtymään. Tiilimuuria suositellaan vahvistettavan injektoimalla olemassa olevia halkeamia.





## 6. VAURIOT

### Vaurioiden tyypit ja syntytavat

Rakenteissa on sekä mekaanisia että biologisia vaurioita, joista ensin mainitut muodostavat pääosan kaakkoisen sivurakennuksen kattorakenteen tämänhetkisistä ongelmista. Mekaanisilla vaurioilla tarkoitetaan rakenteeseen kohdistuvien voimien aiheuttamia rakenteellisia vaurioita. Ne voivat johtua joko rakenteen puumateriaalin laadusta, puutteellisista liitoksista tai koko rakenteen toimintaperiaatteen ongelmista, jolloin rakenne ei ota vastaan siihen kohdistuvia voimia vaurioitumatta.

Kaakkoisen sivurakennuksen mekaaniset vauriot ovat nähtävillä ennen kaikkea alimman kitapuun ja selkäpuun liitoksissa, kuten myös rakenteesta laadittu laskentamalli ennustaa. Mekaaniset vauriot näkyvät rakenteissa liitosten aukeamisena, puutappien vääntymisenä tai katkeamisena ja sekundaarisesti jalasparun ja muurin yläosan kallistumisena ulospäin.

Biologisilla vaurioilla tarkoitetaan eliöiden, kuten bakteerien, homeiden, lahottajasierien tai hyönteisten aiheuttamia vaurioita materiaaleille. Biologiset vauriot syntyvät pitkään jatkuvan kosteusrasituksen seurauksena ja johtavat lopulta lahovaurioihin. Lahovaurioilla tarkoitetaan lahottajasierien aiheuttamaa tuhoa materiaalissa. Lahovaurioita kaakkoisessa sivurakennuksessa havaittiin ainoastaan muutamassa kohdassa puutarhan puoleisella eli kaakkoislappeella, ja vauriot johtuivat selvästi vesikatteen vuodoista.

### Ullakon muuratut rakenteet

Ullakkokerroksessa rakennuksen sivumuurit nousevat noin puoli metriä lattiapinnan yläpuolelle. Muurin ullakon lattiatasolla olevan ohennusaskelman yläpuolinen osa on vahvuudeltaan noin puolet muurin varsinaisesta paksuudesta. Muurinharjan päällä kulkee jalasparru, jonka alla on säännöllisin välein lyhyitä, profiloinnista päätellen kierrätettyjä poikkisuuntaisia hirsiiä.

Muurit ovat yläosaltaan kallistuneet ulospäin etenkin pitkien sivujen keskikohdalla. Tämä on havaittavissa sekä silmämääräisesti että laserkeilausaineistosta. Kallistuman suuruusluokka on joitain senttimetrejä. Sivumuureissa on kallistuman aiheuttamia vaakasuuntaisia halkeamia. Jäljistä päätellen osaa halkeamista on rapattu jossain vaiheessa umpeen, mikä vaikeuttaa osin niiden tarkempaa tutkimista. Luoteisen sivurakennuksen ullakkorakenteiden korjauksessa sivumuurien ylimmät tiilet vaihdettiin uusiin, mutta kaakkoisessa sivurakennuksessa se ei tämän raportin tutkimusten ja analyysien valossa ole tarpeellista.

Rakennuksen päätymuurit ullakkokerroksessa nousevat ohennusaskelmin aumakaton alimpaan hirteen saakka. Päätymuurit vaikuttavat hyväkuntoisilta. Muurit ovat laastista päätellen ainakin kahteen kertaan rapattuja. Niissä on havaittavissa jälkiä pakkasrapautumisesta ja voimakkaan palon aiheuttamasta sintraantumuksesta, mikä on etenkin koillispuolella hyvin nähtävissä.





Koko kattorakenteen paino lepää sivumuurien päällä, joten muurien kunto on tutkittava erityisen huolellisesti. Päätymuureihin kohdistuu ainoastaan katon auman aiheuttama paino ja sen rakenteellinen merkitys onkin huomattavasti sivumuureja pienempi.

## Rakenteen liittyminen muureihin ja jalasparrut

### *Ankkurihirren ja muurin liitos*

Ankkurihirsi on liitetty päätymuureihin ankkuriraudalla, joka on päästään hieman L-muotoon taivutettu rautalatta ja kiinnitetty ankkurihirteen kahdella tukevalla naulalla. Ankkurihirsiä on kummallakin lappeella yksi päätyä kohti ja molemmat hirret ulottuvat rakennuksen puoleen väliin. Ankkurihirsiin on tehty loveukset kitapuita varten.

Ankkurihirsien liitos ankkurirautoihin oli kartanon puoleisessa päässä eli kartanon puoleisessa päässä hyväkuntoinen kummallakin lappeella, mutta koillispäädyssä ankkurihirret olivat kiertyneet pituussuunnassa ja liitos ankkurirautaan oli väljä. Vaikutti, että se oli avautunut kiinnityksen jälkeen joitain senttejä



Sivumuurin juuressa kulkee pituussuuntainen halkeama, joka liittyy muurin kallistumiseen ulospäin. Rapatuissa kohdissa halkeama on helppo huomata. Muurissa olevien jälkien perusteella joitain halkeamia on saatettu rapata piiloon myöhemmissä vaiheissa.



päätellen irvistävästä liitoksesta (n. 1–2 cm) ja taivutetun pään painamasta jäljestä.

Ankkurihirren pituussuuntainen kiertyminen koillispäädys-ssä on huomattavaa ja sen seurauksena hirren kitapuille tehdyt loveukset ovat nousseet pois paikoiltaan eivätkä ankkurihirret enää tue rakennetta koillispäätyn. Lounaispäädysssä ankkurihirret olivat paremmin paikoillaan. Hirsien kiertyminen johtunee niiden kuivumisesta ja syyrakenteen kierteisyydestä.

Ankkurihirren kiertyminen ja irtoaminen ei todennäköisesti ole vaikuttanut merkittävästi rakenteen kestävyYTEEN. Ankkuri-

*Yllä: Sivumuurin rappaus on epätasainen ja suurin osa muurin tiilistä on näkyvissä.*

*Luoteispäädyn muurissa ei ole jäljellä juuri lainkaan rappausta. Tiilissä on jälkiä pakkasrapautumasta.*

## 6. Vauriot





hirsii ei ole alun perinkään loveuksia lukuun ottamatta kiinnitetty mitenkään kitapuihin. Jatkosuunnittelussa tulisi kuitenkin huomioida etenkin koillispään ankkurihirsien liitosten tarkistaminen ja tarvittaessa sen rakenteellisen toiminnan palauttaminen.

Ankkuriraudan liitos muuriin vaikutti olevan kunnossa.

### *Jalasparrun ja muurin liitos*

Jalasparru lepää muurin päällä eikä sitä ole kiinnitetty muuriin. Jalasparru on liikkunut noin 2-3 cm ulospäin ja tämä näkyy selvästi rakentamisvaiheessa jalasparrua vasten nousseen vanhan rappauksen ja jalasparrun välisenä rakona. Liikkumista on tapahtunut pääosin koko matkalla, mutta selvimmin tämä on havaittavissa muurin keskiosassa.

Jalasparrun liikkuminen muurin päällä tulee huomioida rakenteen seurannassa ja jatkosuunnittelussa.



### *Jalasparrujen liitokset*

Jalasparrut koostuvat kahdesta pitkästä ja tukevasta hirrestä, jotka on liitetty toisiinsa rakennuksen puolella välissä hammaslapiitoksella. Molempien puolten liitokset ovat kunnossa ja liitokset näyttävät kestäneen mahdollisen rakenteen leviämisen.

Jalasparrujen liitokset selkäpuihin ovat hyvässä kunnossa. Rakenteen leviämisen sekä kitapuiden ja selkäpuiden liitosten aukeamisen aiheuttamat voimat ovat työntäneet koko jalasparrua ulospäin eivätkä itse liitokset ole vaurioituneet.



Ankkurihirret on kiinnitetty päätymuuriin ankkuriraudoin, jotka on naulattu ankkurihirsiin kahdella naulalla.

### *Jalasparrujen kostuneet kohdat*

Puutarhan puoleisessa jalasparrussa huomattiin kostuneita kohtia ja niiden osalta arvioitiin tarpeelliseksi selvittää rakenteen kunto tarkemmin. Kostuneisin kohtiin tehtiin kolme koeporausta koko jalasparrun läpi sydänpuun kohdalta. Porausten perusteella rakenne ei ole sisältä laho, sillä puu on sisältä kuivaa ja kovaa. Jalasparrujen voidaan näytteiden perusteella olettaa olevan kunnossa myös muista kuin tutkituista kohdista (tutkittujen kohtien ollessa jalasparrujen huonokuntoisimmat kohdat).

Näytteenottoaikat on merkitty rakenteen alaosan vaurio-karttaan sivulla 75.

### **Kattotuolit ja liitokset**

#### *Rakenteen yläosa (harja, aumat, kitapuut a–c)*

Kattotuolien kaksi ylintä varsinaista kitapuuta (b ja c) sekä vaakakatuki a liitoksineen ovat hyvässä kunnossa. Rakenteenosat ja liitokset vaikuttavat toimivan suunnitellusti, eli ne ottavat vastaan puristusvoimia, eikä niissä havaittu merkittäviä vaurioita tai liitosten avautumisia. Rakenteessa ei myöskään havaittu muutoksia, jotka johtuisivat jonkin vaurion etenemisestä tai muutoin muuttuneesta tilanteesta. Olosuhteiden säilyessä ennallaan kan-

*Jalasparru on liikkunut pitkällä matkalla joitain senttejä muurin päällä ulospäin. Muutos on hyvin havaittavaissa kummassakin sivumuurissa jalasparrun ja rappauslaastin väliin jäävänä rakona.*

#### **6. Vauriot**





tavan rakenteen yläosan voidaan olettaa toimivan jatkossakin, kuten se on toiminut tähänkin saakka.

Kitapuut b ja c ovat kauttaaltaan hyväkuntoisia. Niissä on melko paljon pituussuuntaista kiertymistä, ja etenkin kunniapihan puolella osa liitoksista on puun kiertymisen myötä hieman kääntynyt loveuksessaan. Suurin osa kitapuista oli pituussuunnassa haljenneita, mutta se on normaalia kuivumishalkeilua eikä vaikuta rakenteen toimivuuteen.

Vaakatuet a on kiinnitetty selkäpuihin suurilla nauloilla, joi- ta varten on tehty karkea upotus naulaa varten. Tuet lienevät myöhemmin lisättyjä, ja on mahdollista, että ne on asennettu helpottamaan materiaalien nostoa työmaalla. Vaakatuot a puut- tuivat kuudesta keskimmäisestä selkäpuusta, eikä niitä ilmeisesti ole koskaan ollutkaan.

Rakenteen yläosassa kitapuiden ja selkäpuiden liitokset ovat tukevasti kiinni. Liitokset ovat vaihtelevan loivia tapitettuja puolipyrstöliitoksia tai suoria, tapitettuja lapaliitoksia. Niiden ei alun perinkään ollut tarkoitus ottaa vastaan vetoa ja kaikki liitokset ottavat nykytilanteessakin vastaan vain puristusta muun muassa selkähirsien kaareutumisen päätellen. Liitokset oli lu- kittu pitkillä puutapeilla, joista joitain oli myöhemmin kiilattu tai katkaistu, kun valtaosa niistä on alkuperäisen oloisesti pai- koillaan. Kitapuiden kiertymisen vuoksi osa etenkin kunniapi- han puoleisista liitoksista oli hieman auennut, mutta sillä ei ar- vioida olevan rakenteellista merkitystä.

*Kumpikin jalasparru on jatkettu kahdesta pitkästä hirrestä. Jatkosliitos on pitänyt hyvin, ja kummallakin puolella se on pysynyt hyvin kiinni.*



Selkäpuut ovat selkeästi notkolla etenkin kitapuiden c ja d välillä, kahden alimman ja usein myös auenneen kitapuu-selkäpuu-liitoksen yläpuolella. Selkäpuuhun tulee puutteellisen tuen (auenneet alemmat liitokset) vuoksi taivutusmomenttia, jonka kehittymistä on syytä seurata. Selkäpuissa havaittiin pituussuuntaisia, oletettavasti kuivumisesta johtuvia halkeamia, joista osa kulkee liitosten tapitusten kohdalla.

Selkäpuiden liitokset toisiinsa eli harjaliitokset on tehty yksinkertaisella lapaliitoksella. Kaikki harjaliitokset ovat kunnossa. Selkäpuiden liitosten yläpuolella kulkee vaakasuuntainen lautakatteen naulauspuu. Naulauspuun alapinnassa oli paikallinen sienikasvusto lounaispäädyn piipun juuressa, jossa sadevesi pääsee kastelemaan rakennetta piipun ja vesikatteen raosta. Vaurion leviämistä tulee seurata ja vuotokohta paikata.

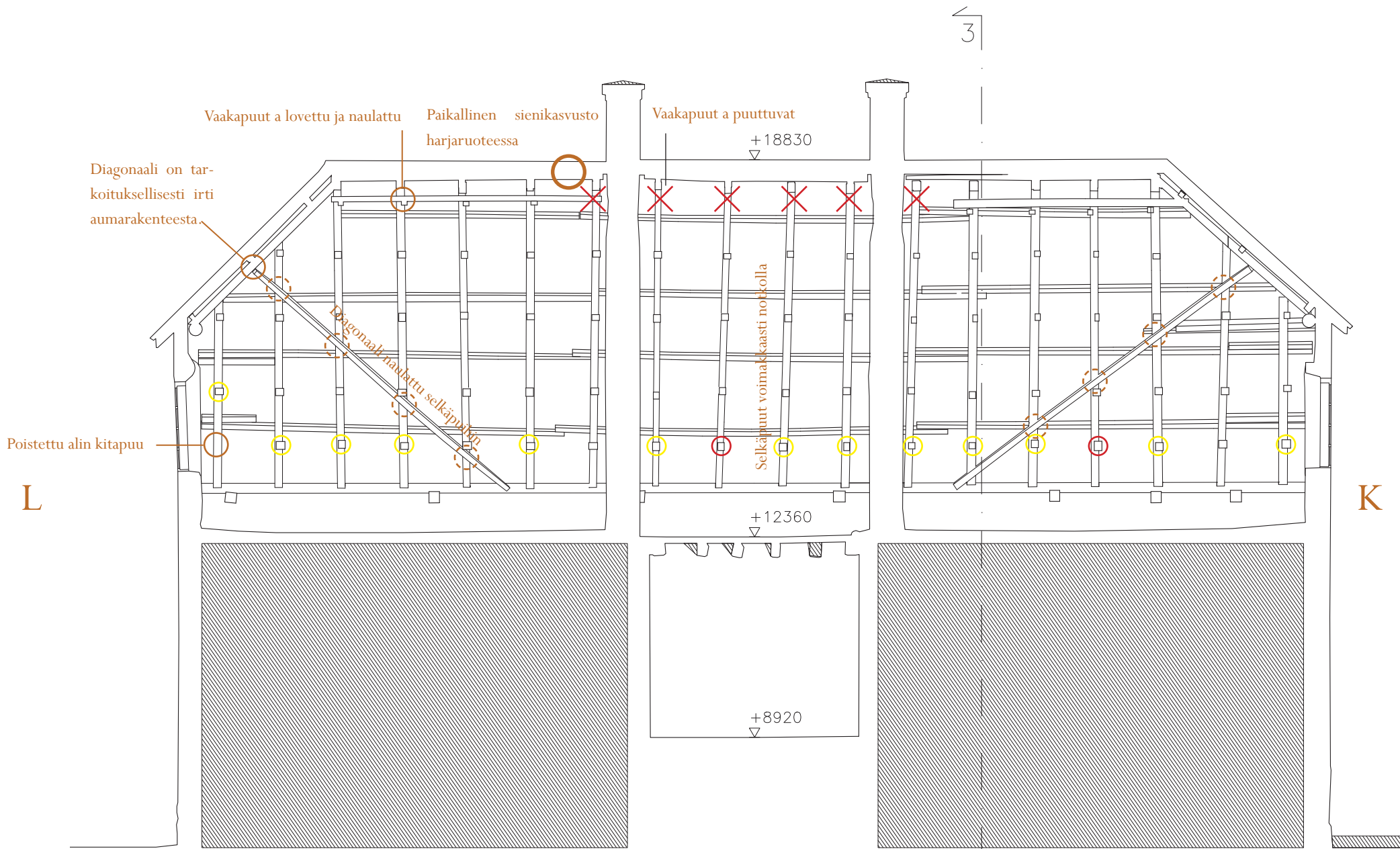
Auman rakenteet ja liitokset ovat nyt tehdyn tutkimuksen perusteella kunnossa. Diagonaalituet, jotka kulkevat kummassakin päädyssä viimeisten selkäpuiden sisäpuolella, on liitetty kattotuoleihin nauloin. Liitoksissa huomattu merkkejä muutoksista rakenteellisessa toiminnassa.

*Keskellä oikealla: Kartanon kunniapihan puoleisen lappeen selkäpuiden taipuminen erottuu kuvassa.*

*Rakenteen yläosat ovat hyvässä kunnossa.*

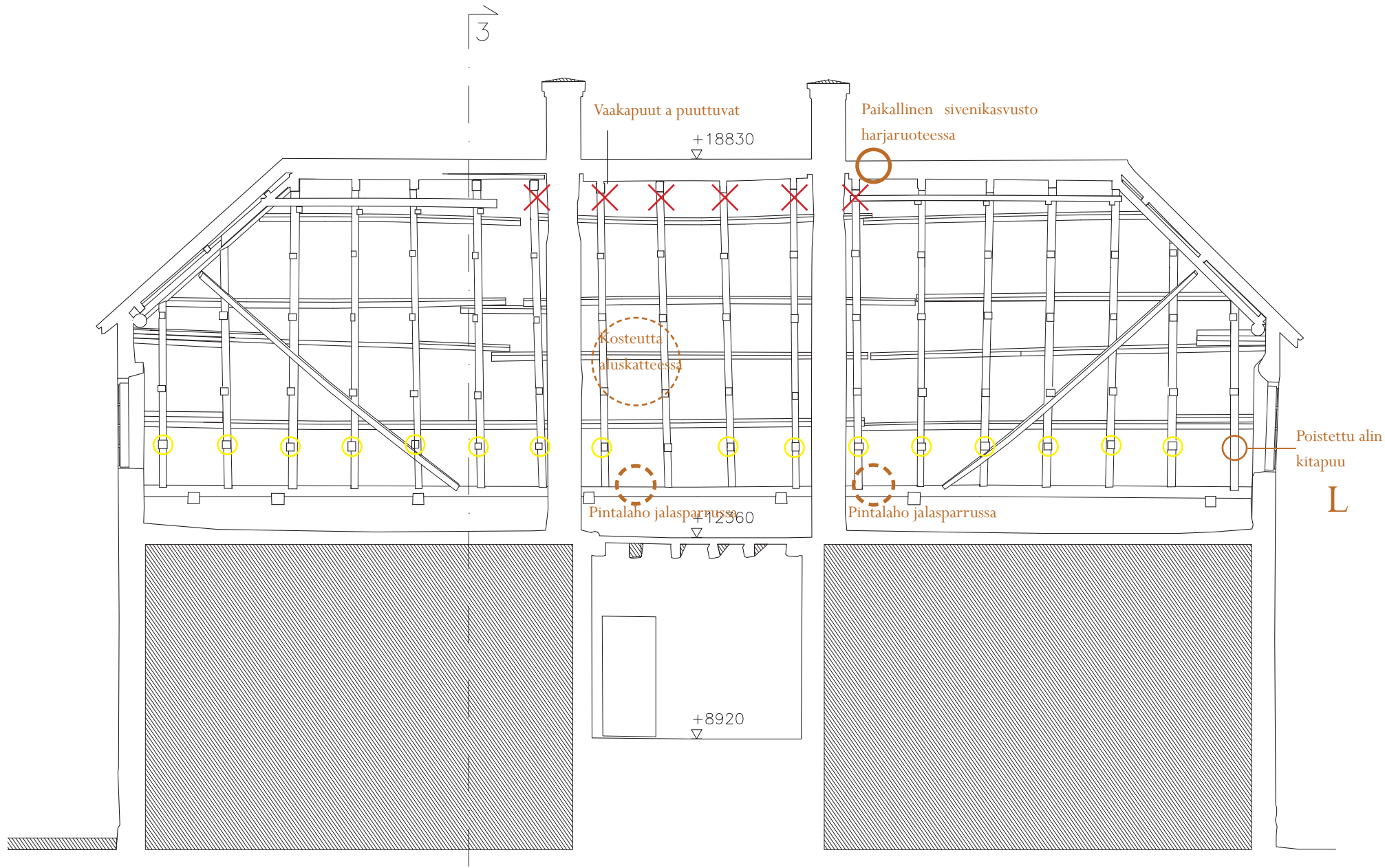
## 6. Vauriot





Vauriokartoitus, kunnipihan puoli (E).

K



Vauriokartoitus, puutarhan puoli (B).





Ylin vaakatuki a on kiinnitetty naulaamalla selkäpuihin ja sen päällä kulkee vaakasuuntainen hirsi. Tukipuiden a päällä lepäävää hirttä on mahdollisesti käytetty rakennusvaiheessa nostamisessa.



Harjaliitos on yksinkertainen lapaliitos, joka on kiinnitetty pitkällä puutapilla. Harjan päällä kulkee ylin naulauspuu, johon on tehty loveukset selkäpuiden päitä varten. Kuvassa erottuu puutapin alapuolella väärään kohtaan tehty ensimmäinen reikä.



Aumat on tehty kattorakenteeseen jälkikäteen, minkä voi havaita esimerkiksi kohtuullisen karkeasti katkaistuista, mitä ilmeisimmin rakenteessa työstövaiheessa kiinnioleissa diagonaalituesta. Päätyaumat on tuettu alhaalla päätymuurin päällä kulkevaan pyöröhirteen ja ylhäällä katon harjaan – aumarakenne on hyvin lähellä diagonaalitukia mutta kuitenkin niistä irti.

Päädyissä selkämpuiden alapuolella kulkevat diagonaalituet on naulattu selkämpuihin ja katkaistu päätyjen aumauksen yhteydessä 1700-luvun lopulla.



### *Rakenteen alaosa (kitapuut d–e)*

Kattorakenteen alimpien kitapuiden ja selkäpuiden liitoksissa on runsaasti vaurioita. E-kitapuiden ja selkäpuiden liitoksista lähes kaikki olivat auenneet. Liitoksissa 4E-e ja 10E-e raukeaminen oli edennyt niin pitkälle, että tappi oli katkennut, ja ensin mainitussa tappi on korvattu naulalla. Kitapuu 18e on irroitettu ja lepää ullakon lattialla luoteisen päätymuurin vierellä.

Liitosten aukeamisen asteen havaittiin selvästi riippuvan siitä, miten hyvin liitokset on tehty kestämään vetoa eli salvottu lohenvyrstöön. Kaikissa e-kitapuissa oli nähtävissä, että mitä ehjempi tyvipään paremmin tehty ja kooltaan suurempi liitos oli, sitä enemmän latvapään liitos oli auki (ks. lähemmin alarakenteiden vauriokartta s. 75).

Lähes kaikkien alimpien kitapuiden kohdalla havaittiin kuivumisesta johtuvaa kiertymistä ja halkeilua. Halkeilulla saattaa olla vaikutusta rakenteen toimivuuteen vain niissä muutamassa kitapuussa, jotka ovat tyvestä tai latvasta osin halki tapinreiän kohdalla.

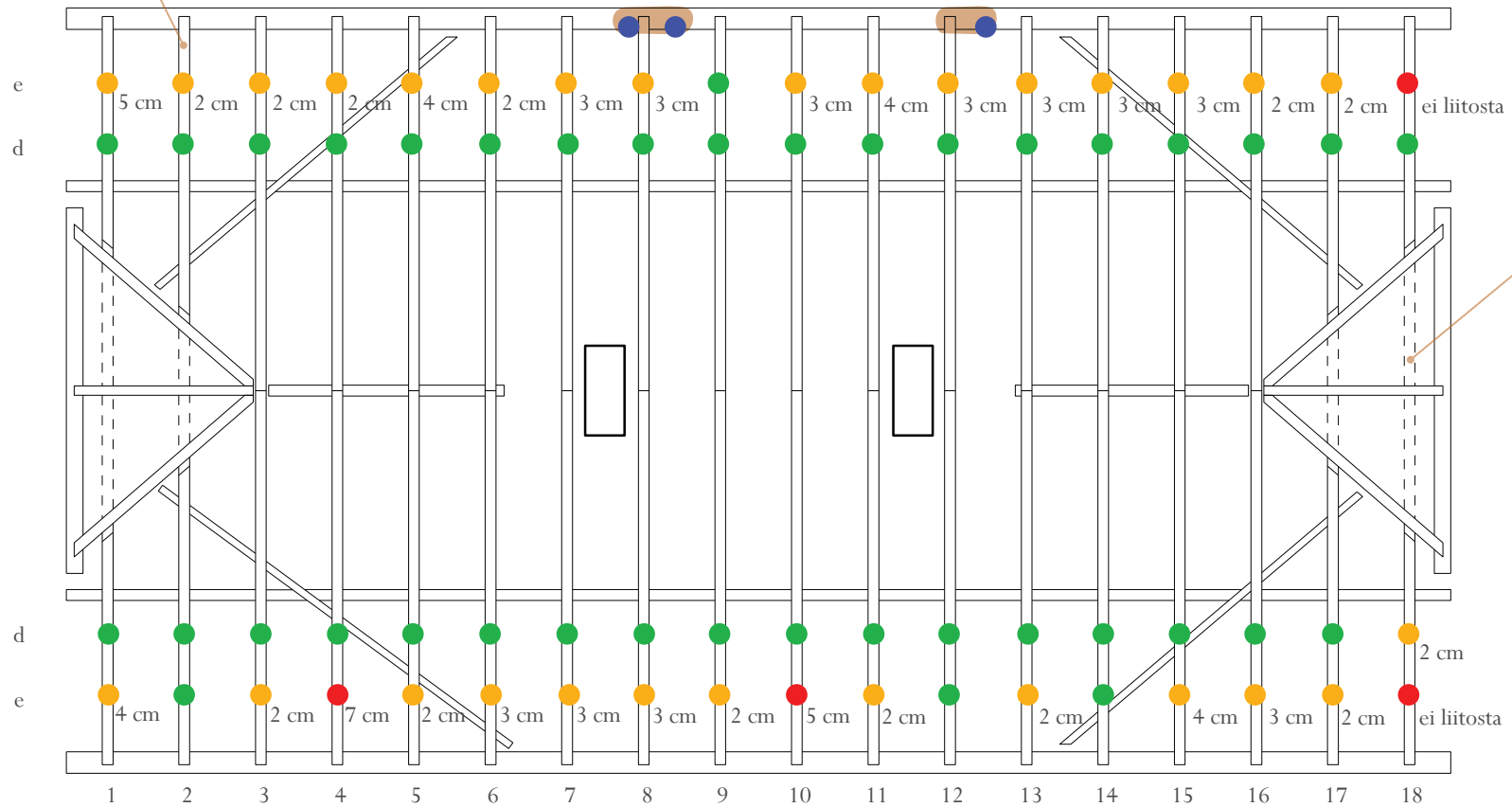
Alarakenteiden biologiset vauriot olivat kaikki kaakkoispuolen selkäpuissa ja jalasparruissa. Niiden ilmeisenä syynä on kattorakenteen vuotaminen. Kosteutta ja alkavaa lahoamista havaittiin selkäpuissa 12B, 8B ja 6B alimman kitapuun liitoksen kohdalla ja siitä alaspäin. Vastaavilla alueilla myös jalasparru oli kostea. Jalasparrun sydänpuun läpi näillä kohdilla tehdyissä porauksissa lahon havaittiin olevan vain puun pinnassa ja jalasparrun muutoin terve.

*Yllä: Auennut alimman kitapuun ja selkäpuun liitos 15E-e.*

*Keskellä: Kostunut jalasparrun osa selkäpuun 8B kohdalla.*

*Alla: Selkäpuun 7B alin kitapuuliitos.*

Mallina käytetty kattotuoli 2



- Liitos kunnossa (auki alle 1 cm)
- Liitos auki 1-5 cm. Tappi on taipunut, mutta ehjä (liitoksen aukeama senttimetreinä)
- Liitos rauennut ja tappi on katki tai puuttuu kokonaan (liitoksen aukeama senttimetreinä)
- Jalasparruun tehtyjen koeporausten paikat

 Pintalahovauriot

Selkävuiden ja kitapuiden D ja E liitosten sekä jalaspar-  
rujen vauriot 1:100.



## Ruoteet, kattolaudat ja räystääs

Lautakatteen alapuoli on räystästä lukuun ottamatta esteettömästi tutkittavissa ullakolta. Lautakate vaikuttaa pääosin hyväkuntoiselta, mutta erityisesti puutarhan puoleisella lappeella (B) on vakavia kosteusvaurioita lappeen keskivaiheilla.

Katteen kuntoa on vaikea arvioida kokonaisuutena, koska ylempiä lautakerroksia ei voi tarkastella poistamatta tiilikatetta. Ylempi lautakerros on todennäköisesti huonommassa tai samankaltaisessa kunnossa kuin alempi lautakerros. Puutarhan puoleisen kaakkoislappeen (B) keskivaiheilla, selkäpuiden 7B ja 8B välissä, on selkeä lahovaurio, joka ulottuu alempaan lautakerrokseen asti. Tältä kohtaa alemman lautakerroksen lautoja on osittain poistettu ja katetta tukemaan on lisätty kapeampia laudanpätkiä. Samalta kohdalta ulkopuolelta on pudonnut räystäään aluslautoja ja rappaus on niiltä kohdin vaurioitunut paljastaen tiilimuurauksen. Muilta osin räystäissä ei havaittu merkittäviä vaurioita. Katon harjalla, erityisesti piippujen läpivientien kohdalla, vesikatteessa on aukkoja, joista sadevettä pääsee sisään.

Ruoteet eli naulauspuut ovat hyvässä kunnossa. Niissä on nähtävissä puulle ominaisia, kuivumisen aiheuttamia pituussuuntaisia halkeamia. Ruoteita on jatkettu muutamissa kohdissa kiinnittämällä ruoteiden päät limittäin samaan selkäpuuhun. Joidenkin ruoteiden päissä on samankaltaisia loveuksia kuin kitapuissa, eli ilmeisimmin ruoteissa on käytetty ainakin osin kierätysmateriaalia.

*Kaakkoislappeen (B) vuotokohta on vaurioittanut myös räystäään alapuolista rappausta.*

*Vesikate ei ole enää vedenpitävä savupiipun läpiviennin kohdalta.*





Naulauspuina on käytetty kierrätystavaraa. Myös katelautojen harmaantuneet päät kertovat menneistä, rakennusmateriaalia säästävistä korjaustoimista.



Puutarhan puoleisen kaakkoislappeen lahovaurio ulottuu alempaan lautakerrokseen asti.



## Tiilikate

Puutarhan puoleisella lappeella (B) on 1800-luvun yksikouruiset kankitiilet. Etulappeella (E) on 1920-luvulla asennetut valssi- eli urareunatiilet. Korkeasta iästään huolimatta tiilet olivat pääosin hyvässä kunnossa. Yksittäisiä tiiliä on rapautunut rikki, osasta puuttuu paloja tai tiili on halki. Tiilikateen alle pääsee pyryttävä lumi ja myrskytuulen heittäämä kosteus. Lisäksi yksittäisten rikkoutuneiden tiilien kautta sadevesi pääsee rakenteisiin.

Tiilikatteen suurimpana rakenteellisena ongelmana on “uhrikerroksena” toimivan aluskatteen puuttuminen. Vanha, erittäin arvokas lautakate toimii aluskatteena ja näin ollen altistuu kosteuden aiheuttamille vaurioille. Katto vuotaa harjalta. Puutarhan puolella kaakkoisella lappeella lautojen välistä näkyy tiiliä, mikä voi johtua siitä, että päällimmäinen lauta on paikoitellen kokonaan lahonnut ja tuohet ovat siirtyneet alkuperäiseltä paikaltaan.

Etulapteen puolelta irrotettiin muutama tiili, jonka alla oleva lautakate oli hyvässä kunnossa. Tiilet laitettiin avauksen jälkeen takaisin alkuperäisille paikoilleen.

*Kaakkoislapteen vanhaa kankitiilikatetta. Joitain tiiliä on pudonnut alas ja useat ovat huonosti sijoillaan, jolloin sadevedet ja lumet pääsevät tiilien välistä kattorakenteeseen.*

*Etupihan puoleisen luoteislapteen kankitiilet 1920-luvulta ovat jäkälän peitossa mutta muutoin hyvässä kunnossa.*

## LAUTAKATTEIDEN HISTORIA JA RAKENNE

*Piritta Ernvall & Miina Tolonen*

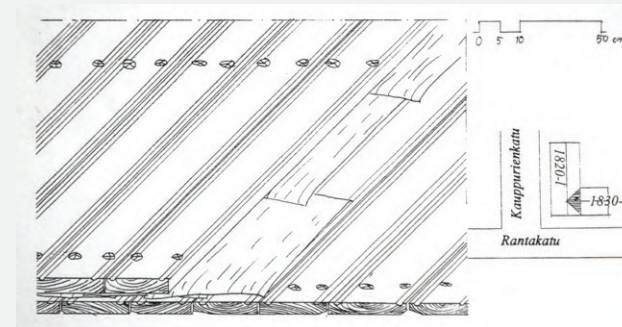
Varhaisimmat tiedot lautakatteesta Suomessa ovat 1500-luvulta, jolloin Turun linnassa on ollut tiettävästi kaksinkertainen lautakate. 1600-luvulla kaksinkertainen, tuohikerroksella varustettu lautakate oli tyypillinen sotilasvirkataloissa ja pappiloissa mutta harvinaisempi kansanrakentamisessa. 1700-luvun lopulle tultaessa kaksinkertaiset uralautakatot olivat jo yleisiä maaseutukartanoissa sekä kaupunkitaloissa, joiden jyrkkälappeisille satulakattoille lautakatteen ominaisuudet sopivat mainiosti. 1810-luvulle tultaessa kattomuoti suosi loivempia, uusklassismille tyypillisiä muotoja mutta monissa herraskartanoissa oli kuitenkin edelleen punaiseksi maalattu lautakatto. (Kaila, Pietarila & Tomminen 1987, 91; Pietarila 2004, 43; Pihkala 1998, 12.)

Katot käsiteltiin rautavihtrillin ja suolaveden seoksella tai punamultamaalilla, mikä suojasi mikrobien ja UV-säteilyn aiheuttamalta tummumiselta sekä vähensi syttymisherkkyyttä. Tervausta sekä tervan ja punamullan sekoitusta käytettiin myös, mutta kaupungeissa tervan käyttö kiellettiin tulipalovaaran vuoksi (Pietarila 2004, 43; Rinne 2010, 88).

Lautakatteessa on piirteitä liiste-, kouru- ja palkkikatosta, ja ne kaikki ovatkin todennäköisesti kehittyneet rinnakkain paikallisia variaatioina. Kehitykseen ovat vaikuttaneet niin saatavilla oleva puumateriaali kuin tekijöiden taidot ja tavat. Rakenteelliselta periaatteeltaan lautakatto muistuttaa kourukattoa. Se koostuu kahdesta lautakerroksesta, joista ylemmän laudat peittävät alempien raot ja joiden välissä voi olla tuohikerros. Kate kiinnitettiin alun perin alusrakenteeseen räystäskoukuilla ja -laudoilla kuten malkakaton malat, mutta tavan syrjäytti pian lautojen naulaaminen kiinni alusrakenteisiin. Lautakatto on rakenteena palkki- ja kourukattoa kevyempi ja materiaalia säästävämpi, mutta erityisesti lautojen valmistuksen kannalta suuritöisempi ja teknisesti

vaativampi. (Kaila, Pietarila & Tomminen 1987, 91; Pihkala 1998, 7–12.)

Lautojen sydänpuolelle höylätään vesiurat, jotka jäljittelevät lohkotuissa laudoissa luonnostaan olevia uria ja edesauttavat sadeveden kulkeutumista katolta alas sekä tuulettavat rakennetta. Laudat kiinnitetään myötäsyisesti vesiurat ylöspäin ja ladotaan yleensä tiiviisti toisiinsa kiinni. Harjalle asennetaan joko kulmittain naulatut harjalaudat tai yhdestä puusta veistetty harjakouru. Vuoden 1944 RT-kortissa lautakatteelle on esitetty materiaaliksi 2–2,5 cm paksu höylätty mäntylauta. Lautakatteita on toteutettu 1900-luvulla myös lomalaudoituksena. Lomalaudoitettu lautakate ei ole yhtä vedenpitävä kuin tiiviisti ladottu kate, ja sitä onkin ilmeisesti käytetty lähinnä toisarvoisissa tai väliaikaisissa rakennuksissa. (Kaila, Pietarila, Tomminen 1987, 91–92; Keinänen 2001, 94; Niiranen 1981, 34; RT 853.2 1944.)



Mittauspiirustus oululaisen Höckertin talon lautakatteesta 1820-luvulta. (Kuva: Pihkala 1998, 12.)



## 7. RESTAUROINTISUUNNITELMA

### Yleiset restaurointiperiaatteet

Restaurointisuunnitelman ensisijainen tavoite on rakenteen kultuurihistoriallisten arvojen suojeleminen. Teknisenä tavoitteena on turvata vesikattorakenteelle mahdollisimman pitkä elinkaari säilyttäen samalla sen toimintatapa, luettavuus ja autenttisuus. Vanhoja materiaaleja ja rakennusosia pyritään kaikin tavoin säästämään ja niihin kajotaan vain perustellusta syystä. Kaikkien korjausten ja mahdollisten lisäysten tulee siis olla ajoitettavissa ja erottua aiemmasta rakenteesta. Ne eivät kuitenkaan saa olla tarpeettoman huomiota herättäviä.

Kaikissa korjauksissa käytetään materiaaleja ja työstötapoja, jotka ovat mahdollisimman lähellä alkuperäistä. Uusi puutavara, kuten vaihdettavat laudat tulevat erottumaan ullakolla selvästi muita puuosia vaaleampina. Puun keinotekoisista ikäännyttämistä harmonisemman ilmeen aikaansaamiseksi ei kuitenkaan voida pitää perusteltuna kyseisen kaltaisessa tilassa. Sen sijaan tiilikatteen korjaamisessa tulee kiinnittää huomiota siihen, etteivät mahdolliset uusittavat tiilet erotu häiritsevästi. Tiiliä ei myöskään tule puhdistaa tarpeettoman huolellisesti vaan niissä saa näkyä ajan patina.

Restaurointisuunnitelma jakautuu kahteen osaan: kantavaan rakenteeseen sekä alus- ja vesikatteeseen, jotka ovat kohteessa korjattavissa toisistaan riippumatta. Tästä huolimatta samanai-kainen korjaus on suositeltavaa, joskin kattotiilien ja niiden alla olevan lauta-tuohi-lauta-kerroksen restaurointi on kosteusvaurioiden aiheuttaman aktiivisen vaurioitumisen vuoksi kiireellisempää.

### *Kantavan rakenteen restauroinnin periaatteet*

Katon kantava rakenne on peräisin ajalta ennen kattotiilien la-tomista. Sen liitokset eivät ole kestäneet katteen lisääntyneen painon aiheuttamia voimia vaan rakenne on alkanut leviämään. Kitapuiden lohenpyrstöliitokset kestävät huonosti vetoa ja sen vuoksi alimpien kitapuiden (e) liitokset ovat auenneet toisesta päästään. Näin ollen palauttava restaurointitapa, jossa kanta-va rakenne palautettaisiin oletettuun alkuperäiseen tilaansa, ei luultavasti olisi kestävä ratkaisu vaan liitokset rikkoutuisivat vää-jäämättä uudestaan.

Jos katon kantavan rakenteen korjaamisessa valittaisiin edellä mainittu, palauttava restaurointitapa, voitaisiin samalla harkita myös vesikaton palauttamista lautakatoksi. Tällöin kenties väl-tyttäisiin tiilikatteen painon aiheuttamilta mekaanisilta vaurioil-ta, sillä kattorakennetta ei ilmeisesti ole suunniteltu kantamaan tiilikatteen painoa. Näin kuitenkin päädyttäisiin tilanteeseen, jossa sivurakennusten katot edustaisivat keskenään eri aikakau-sia ja kunniapihan symmetrisyys kärsisi. Lisäksi jouduttaisiin ratkaisemaan itsessään arvokkaiden ja hyväkuntoisten kattotiil-ten kohtalo.

Toinen vaihtoehto on konservoida kantava rakenne nykyti-laansa, jolloin myös sen ongelmat ja rikkoutuneet kohdat jää-vät näkyviin. Rakennetta tukemaan lisätään nykyaikaiset osat, jotka ottavat vastaan rakenteen alaosaan kohdistuvan vedon ja pysäyttävät rakenteen leviämisen. Tässä vaihtoehdossa raken-teeseen tuodaan siis uusia elementtejä, joiden tulee erottua alkuperäisistä rakennusosista. Puu vetotankojen materiaalina

voisi olla ongelmallinen rakenteen luettavuuden kannalta, sillä uudet, rakenteeseen alun perin kuulumattomat osat voitaisiin ymmärtää korjatuiksi tai korvatuiksi rakenteiksi. Jos puuta käytetään rakenteeseen alun perin kuulumattomien osien valmistuksessa, tulee sen työstötavan erottua selvästi vanhoista osista. Uudet osat voidaan valmistaa myös täysin eri materiaalista kuin alkuperäinen rakenne, jolloin ne erottuvat ensisilmäyksellä. Esimerkiksi metallivaijerit voi ajoittaa niitä tarkemmin tutkimatta nykyaikaisiksi osiksi, ja ne olisivat myös puisia palkkeja huomattommat. Metalliset vaijerit kiinnikkepantoinen olisivat asennettavissa ja poistettavissa suhteellisen helposti.

### *Vesikatteen restaurointiperiaatteet*

Kaakkoisen sivurakennuksen vesikaterakenne koostuu vanhasta lautakatteesta ja sen päälle koolauksen avulla lisätystä tiilikatteesta. Kattolaudat ovat oletettavasti nykyisen vesikatteen vanhimpia osia, ja niiden materiaali on säilyttämisen arvoista. Rakennuksessa autenttisella paikallaan säilyneet 1700-luvun lautakatteet ovat erittäin harvinaisia Suomessa. Kuten aiemmin on mainittu, kaakkoisen sivurakennuksen lautakatetta on paikoin korjattu vuonna 1796. Osa laudoista voi siis olla vielä alkuperäisillä paikoillaan, ja selvästi paikaltaan siirretyt laudat taas kertovat materiaalin kierrätyksestä suosivasta perinteisestä korjaustavasta. Lautakatetta ei todennäköisesti ole muutettu tiilikaton asentamisen yhteydessä, vaan se on jätetty sellaisenaan tiilikatteen aluskatteeksi (Museovirasto, s. 3).

Lautakate tulee restauroida mahdollisimman paljon alkuperäistä materiaalia säästämällä ja lautojen nykyiset paikat säilyttäen. Tiilikate, vaikkakin myöhempi lisä, on autenttinen ja olennainen osa rakennuksen historiaa, ja niinpä myös se tulee säilyttää. Tiili-

kate on säilytetty myös luoteisen sivurakennuksen vesikatteenä, ja sivurakennusten symmetrinen ulkomuoto on olennainen tekijä Louhisaaren kartanon arkkitehtuurissa. Toisaalta tiiltien paino lisää muureihin kohdistuvaa vaakasuuntaista voimaa.

Vesikatteen kunnostamisen yhteydessä lauta- ja tiilikatteiden väliin on mahdollista lisätä uusi aluskate samaan tapaan kuin luoteisessa sivurakennuksessa on tehty. Aluskate toimisi lautakatteen päällä konservoivana kerroksena. Uusi kerros korottaisi rakennetta muutamilla senteillä mutta säilyttäisi nykyisen toimintaperiaatteen niin, että nykyisellään aluskatteena toimiva lautakate saisi arvoisensa suojan. Aluskatteen avulla myös hieaman huonokuntoisempia kattolautoja voitaisiin säilyttää nykyisillä paikoillaan.

Jos vesikate kunnostettaisiin ilman uutta aluskatetta, lautakate säilyisi aluskatteena tiilikatteelle. Tällöin katerakenteen autenttisuus säilyisi paremmin, mutta vanhat katelaudat altistuivat edelleen säärasitukselle ja niiden materiaali vaurioituisi hiljalleen kulumalla tai nopeastikin riippuen mahdollisista vesikatteen syntyvistä vaurioista. Lautakatteen jättämistä tiilikatteen aluskatteeksi ei voida pitää siis mahdollisena vaihtoehtona, koska korjaustöiden lähtökohtana on Museoviraston edellytys vanhan uralautakatteen säästämistä ja säilymistä varmistamisesta



## Kantavan rakenteen restaurointi

Rakennetekniikan koeistuslaboratoriossa tehdyt tiilien puristuskokeet sekä muurin rakenteellinen kunto (ks. luvut 4 ja 5) puhuvat sen puolesta, että jalasparrujen alla olevat sivuseinien ylimmät osat voidaan säilyttää ennallaan. Niiden vähäinen kallistuma ulospäin johtuu kattorakenteen liitosten pettämisestä ja sen seurauksena muurin yläosiin kohdistuneista vaakasuuntaisista voimista. Kallistuminen saadaan pysäytettyä korjaamalla kattorakenteen ongelmat. Tämänhetkinen kallistuma voi jäädä ennalleen. Sivumuurien harjoja ei tarvitse purkaa ja muurata uudelleen, kuten luoteisessa sivurakennuksessa on tehty. Kummassakin restaurointisuunnitelmassa muurit on säilytetty nykytilassaan, mutta ohennusaskelman kohdalla oleva halkeama ohjeistetaan täytettäväksi mahdollisen veden kulkeutumisen ja pakkasrapautumisen ehkäisemiseksi.

### *Toimenpiteet, jotka toteutetaan kummassakin vaihtoehdossa:*

Pitkittäisten sivuseinien ohennusaskelman kohdalla olevan halkeaman täyttöä suositellaan esimerkiksi Tureida 100 -kalkkilaastilla. Laastitäytön ei ole tarkoitus sitoa rakennetta, vaan estää roskien ja muun irtoaineksen kulkeutuminen halkeamaan. Tästä syystä laastin tulee olla pehmeää ja suhteellisen kalkkipitoista, sillä kovin sementtipitoinen laasti ei ole joustavaa ja voi vaurioittaa rakennetta sen eläessä. Jos halutaan käyttää kohteessa olevien laastien kaltaista laastia, niiden koostumus tulee selvittää laastianalysillä. Analyysia varten laasteista täytyy ottaa pienet näytepalat.



## A. Nykytilanteen säilyttävä vaihtoehto

Nykytilanteen säilyttävä vaihtoehto pohjautuu kattorakenteen etenevän mekaanisen vaurioitumisen pysäyttämiseen nykytilanteeseensa. Tekninen ratkaisu perustuu jalasparrujen ympäri asennettaviin pantoihin ja niiden välille vedettäviin vaijereihin neljään kohtaan ullakkoa, kaksi vaijeria kummankin jalasparrun jatkoksen kohdalle.

Tämän vaihtoehdon antikvaarisen korjausperiaatteen nojalla rakenteen ongelmallisesta toiminnasta johtuvat vauriot säilytetään ja pidetään näkyvillä. Pitkän ajan kuluessa auenneet liitokset ja katkenneet tapit siis säilytetään nykytilassaan. Rakenteellinen ratkaisu perustuu uuteen rakenneosaan, joka erottuu modernina täydennyksenä ja on poistettavissa. Näin ollen rakenteen restaurointiin voidaan haluttaessa palata, restaurointi-ideologioiden muuttuessa, ottaen lähtökohdaksi vuoden 2017 tilanne.

Nykytilanteen säilyttävässä vaihtoehdossa huomioidaan se, ettei kattorakennetta ole alun perin suunniteltu kantamaan lautakatetta noin kolme kertaa painavampaa tiilikatetta.

### *Toimenpiteet:*

- Jalashirren alaisen muurin vähäinen purkaminen kahdeksasta kohtaa hirsien ympäri menevien pantojen asentamiseksi
- Jalashirsiä yhteen vetävän rakenteen kiinnittäminen ja kiristäminen
- Kattotuolin 18:n alimman kitapuun jättäminen kiinnittämättä, sillä sen joskus tapahtunut poistaminen kuuluu rakenteen historialliseen autenttisuuteen

- Kattorakenteen dokumentointi tulevaa seurantaa varten ja kattorakenteen sekä muurien seurannan käytännön organisoimien ja vastuiden määrittely
- [kattolautojen ja vesikaton osalta toimenpiteet erikseen]

### *Vaihtoehdon edut ja haitat:*

+ Rakenteessa nyt näkyvä pitkä, rakenteen alkuperäisistä ongelmista johtuva prosessi tallentuu jälkipolville (alimpiin kitapuihin kohdistuva liika veto, tämän kannalta puutteelliset liitokset sekä näistä johtuva liitosten aukeaminen)

+ Alkuperäiseen rakenteeseen ei tarvitse kajota

+ Täydennysten poistettavuus

+ Yksinkertainen ja taloudellisesti edullinen ratkaisu

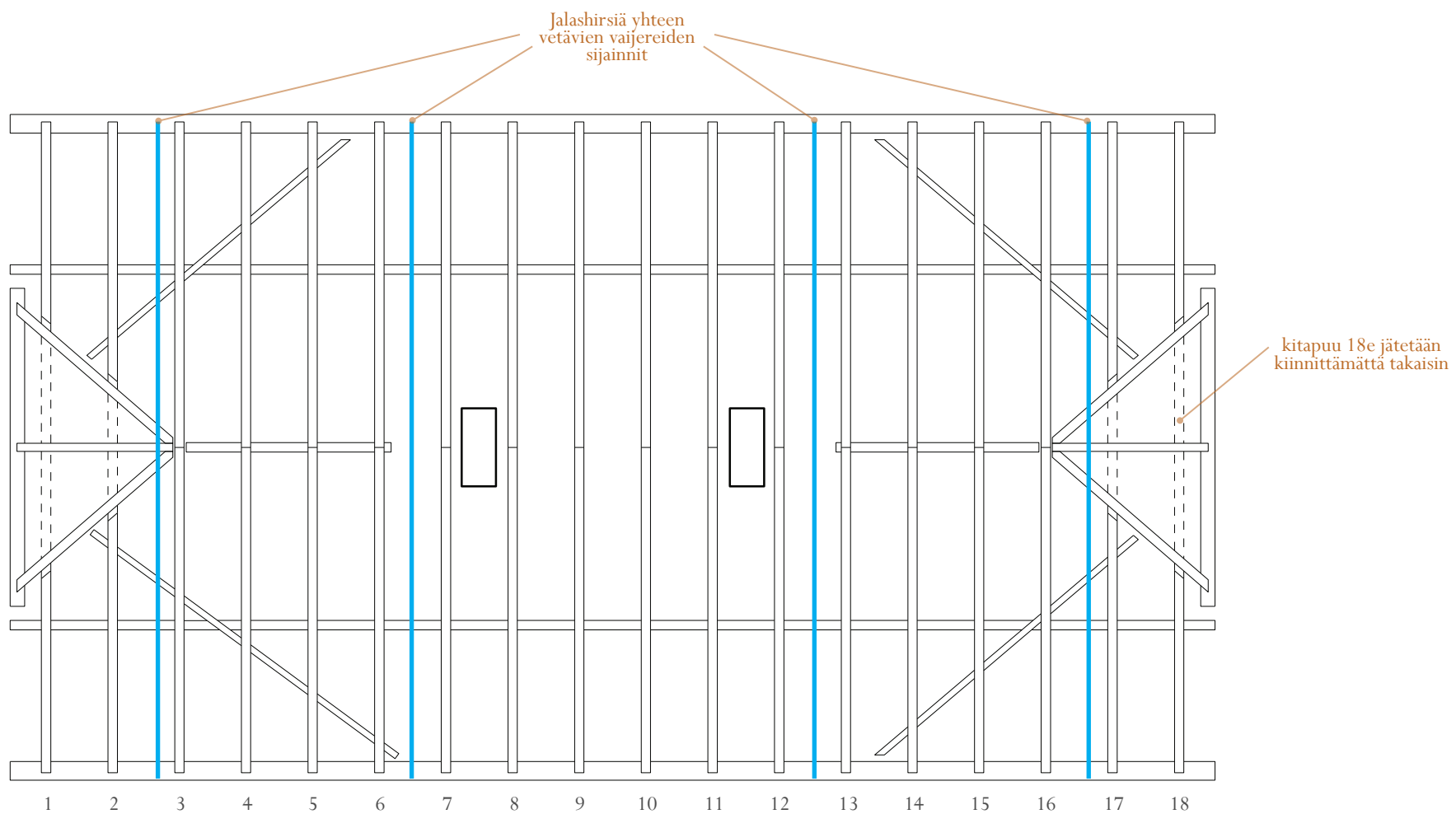
+ Uudet täydennykset erottuvat yksiselitteisen selkeästi oman aikansa lisäyksinä

– Rakenteen alkuperäiseen toimintaperiaatteeseen kajoaminen uudella, rakenneosiin kohdistuvia voimia muuttavalla täydennyksellä

– Rakenteellisella täydennyksellä voi olla ennakoimattomia vaikutuksia alkuperäisen rakenteen toimintaan

– Uudet rakenteet vaikeuttavat kulkua ullakolla ja sen käyttämistä varastotilana (myös +)

– Selkäpuiden ja alimpien kitapuiden väliset liitokset eivät ota puristusta vaikka niiden pitäisi



Kantavan kattorakenteen restauroinnin nykytilanteen säilyttävä vaihtoehto (A) 1:100.

## B. Palauttava vaihtoehto

Palauttava vaihtoehto perustuu kattorakenteen mekaanisten vaurioiden korjaamiseen ja rakenteen palauttamiseen oletettuun alkuperäiseen tilaan. Jalasparrujen ympäri asennetaan pannat vaihtoehto A:n tapaan. Pantoihin asennetaan vaijerit joiden keskelle tulee kiristämisen mahdollistava vanttiruuvi. Jalasparrut vedetään vähitellen kiristämällä takaisin alkuperäisille paikoilleen, ja tämän jälkeen auenneet liitokset korjataan kiilalla ne tiukoiksi ja asentamalla alkuperäiset tapit paikalleen ja korvaamalla katkenneet tai vaurioituneet tapit uusilla. Lopuksi vaijeri poistetaan.

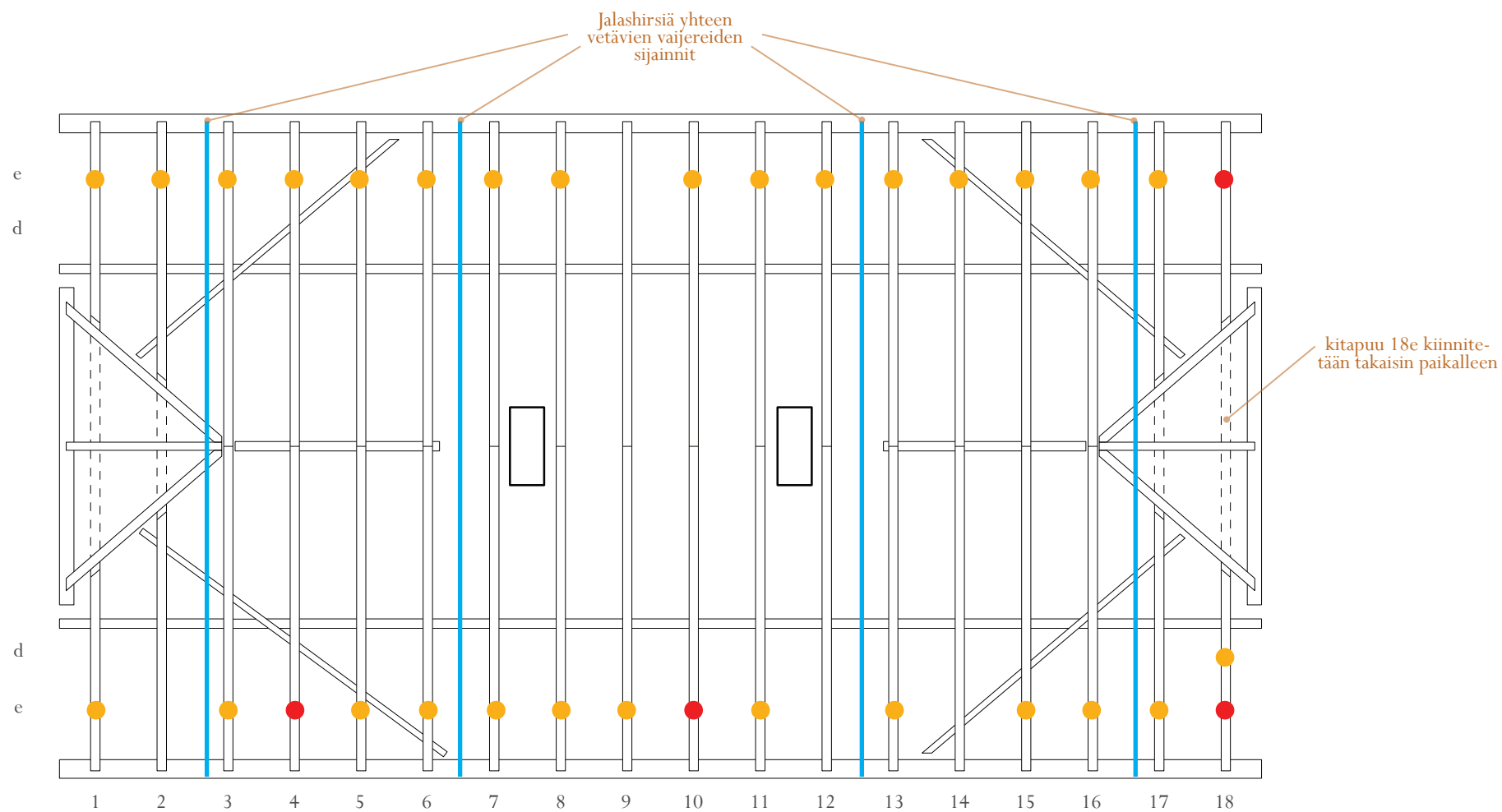
Tämän vaihtoehdon ideana on restauroida rakenne palauttaen sen alkuperäinen toimintaperiaate korjaamalla auenneet liitokset.

### *Toimenpiteet:*

- Jalashirren alaisen muurin vähäinen purkaminen kahdeksasta kohtaa hirsien ympäri menevien pantojen asentamiseksi
- Jalashirsiä yhteen vetävän rakenteen kiinnittäminen ja kiristäminen vähitellen, esimerkiksi kahden vuoden kuluessa.
- Kattotuolin 18:n alimman kitapuun kiinnittäminen takaisin paikalleen selostustekstillä varustettuna
- Auenneiden liitosten korjaaminen ja alkuperäisten tappien käyttö kaikissa mahdollisissa liitoksissa
- Katkenneiden ja vaurioituneiden tappien kohdalla uusien tappien asentaminen
- [kattolautojen ja vesikaton osalta toimenpiteet erikseen]

### *Vaihtoehdon edut ja haitat:*

- + Rakenteen alkuperäinen toimintaperiaate säilyy
- + Restauroinnissa käytetään alkuperäisen kaltaista tekniikkaa ja rakennusaineita
- + Rakenteeseen ei tule täydennyksiä (lukuun ottamatta uusia puutappeja)
- Rakenteen ongelma ei poistu, ja nyt korjatut liitokset tulevat jälleen aukeamaan pitkän ajan kuluessa (alimpiin kitapuihin kohdistuva liika veto, tämän kannalta puutteelliset liitokset sekä näistä johtuva liitosten aukeaminen) ei noudata alussa mainittua elinkaariperiaatetta
- Rakenteeseen 250–300 vuoden aikana kertynyt historiallinen informaatio sen toiminnasta ja ongelmista katoaa rakenteeseen kajottaessa
- Sivumuurien kallistuminen jatkuu ja jos tätä korjaustapaa noudatetaan myös tulevaisuudessa, niin lopulta muurit kaatuvat.



Kantavan kattorakenteen restauroinnin palauttava vaihtoehto (B) 1:100.

- Auennut liitos korjataan ja katkennut/puuttuva tappi korvataan
- Auennut liitos korjataan käyttämällä vanhaa tappia



## Vesikatteen restaurointi

### Lautakate

Ullakon puolelta tehtyjen havaintojen perusteella suurimmat lautakatteen vauriot ovat puutarhan puoleisella lappeella. Tiilikatetta ei sieltä kuitenkaan avattu, joten vaurioiden todellisen laajuuden näkee vasta tiilikaton purkamisen jälkeen.

Kaakkoisen sivurakennuksen kattoa ei tarvitse purkaa ainaakaan kantavan rakenteen korjaustöiden vuoksi. Vanhoja kattolautoja ei siis siirretä paikkaamaan alempia kerroksia, vaan ne säilytetään autenttisina omilla paikoillaan. Tiilikatteen purkamisen jälkeen lautakatteen kunto ja korjauksen laajuuden tarve arvioidaan uudelleen.

Lautakate restauroidaan niin, että vanhaa katetta säilytetään mahdollisimman paljon. Jokaisen vaurioituneen laudan kunto arvioidaan erikseen ja lopullinen päätös siihen kohdistuvista toimenpiteistä tehdään vasta aktuaalissa tilanteessa. Pieni lahonnut alue ei vaadi koko laudan – eikä välttämättä edes lahonneen alueen – poistoa. Toisaalta, jos lahonneessa kohdassa havaitaan sienikasvuston rihmastoja, on vaurioitunut alue tai mahdollisesti jopa koko lauta syytä poistaa. Lautakerrosten välissä olevat tuohet pyritään käyttämään uudelleen. Luoteisen sivurakennuksen lautakatteen konservoinnista jäi ylimääräisiä uusia tuohia, joita voidaan käyttää tarvittaessa.

Uusi lauta tehdään samasta puulajista kuin alkuperäinen lauta, pyritään puun samankaltaiseen kosteuteen ja puu työstetään alkuperäisen puuaineksen työstämistä vastaavin perinteisin työmenetelmin. Puutavaraa ei pyritä keinotekoisesti muokkaamaan vanhan näköiseksi, vaan uudet laudat saavat erottua (ICO-

MOS-julkilausuma *Principles for the Conservation of Wooden Built Heritage*, kohdat 14 ja 15).

Laudat sahataan tukista raamisahalla, jonka jälkeen reunat veistetään suoriksi ja pinta höylätään käsin tasaiseksi. Vesiurat höylätään käsin. Tällä tavoin voidaan edistää perinteisten käsitöiden säilymistä eikä uuden lautamateriaalin työstötekniikka erotu vanhasta rakenteesta. Ainoastaan materiaalin patinoitumisaste ja laboratoriokokein määriteltävä kaatoajankohta kertovat kerrostuneisuudesta. Toisin sanoen työstötavan perusteella ei voida päätellä uuden materiaalin ajoitusta.

Jos rakenteen ajallisia kerrostumia halutaan tuoda ilmi selkeämmin, voidaan esimerkiksi vesiurat tehdä konehöylällä tai jättää ne jopa kokonaan tekemättä, jolloin vielä uusien lautojen patinoitumisenkin jälkeen vanhat laudat voidaan silmämääräisesti erottaa uusituista. Hyvä keino uusien lautojen erottamiseen on niiden varustaminen ajoituksen helposti mahdollistavalla merkinnällä.

### Aluskate

Vanha lautakate toimii nykyisen tiilikatteen aluskatteena. 1700- ja 1800-luvulla tiilikatteen alla oli usein aluskate, koska kankitiilet eivät olleet täysin tiiviitä ja tiilien alle pääsi pyryttävä lumi ja myrskysade. Vanha lautakate toimii nykyisen tiilikatteen aluskatteena. 1700- ja 1800-luvulla tiilikatteen alla oli usein aluskate, koska kankitiilet eivät olleet täysin tiiviitä ja tiilien alle pääsi pyryttävä lumi ja myrskysade. Tiilikatteen alle jätettiin tavallisimmin vanha uralautakate aluskatteeksi tai uusi tehtiin laudoista esimerkiksi lomittain ladottuna. Myöhemmin aluskatteena käytettiin myös pärekatteita. Kaakkoisen sivurakennuksen lautakatteen molemmat lautakerrokset on asetettu puskuun ja tiilikate

alusrakenteineen on asennettu suoraan vanhan vesikatteen päälle. (Museovirasto, s. 3.)

Kuten aikaisemmin on jo mainittu, korjaustöiden lähtökohdiana on vanhan uralautakatteen säästäminen ja säilymisen varmistaminen. Lautakatteen restauroinnin jälkeen katolle on siis perusteltua asentaa uusi, konservoivana kerroksena toimiva aluskate, jonka päälle myös vanhat tiilet voidaan asentaa. Museoviraston korjauskortissa *KK6 Tiilikatteen korjaus* suositellaan tiilikatteen aluskatteeksi siihen soveltuvia pahveja ja kovalevyjä, koska ne ovat riittävän tiiviitä, mutta hygroskooppisia materiaaleja. Kattohuovat, pellit ja muovipinnoitteiset materiaalit ovat liian höyrytiivitä varsinkin suoraan vanhan katteen päälle asettuina. Markkinoilla on nykyisin runsaasti hengittäviksi kutsuttuja kankaita, mutta niiden käytöstä ei ole tarpeeksi pitkäikäistä kokemusta (Museovirasto, s. 6).

Louhisaaren rakennukset ja niiden rakenteet ovat erityisen arvokkaita eivätkä sovellu uudenlaisten materiaalien kokeiluun. Aluskatteeksi suositellaan öljykarkaistua kovalevyä, joka on osoittautunut suhteellisen toimivaksi aluskatteeksi hengittävyytensä vuoksi. Se asennetaan irti vanhasta rakenteesta harjalta räystäälle kulkevien rimojen varaan, jolloin lautakatteen ja uuden aluskatteen väliin jää tuuletusrako. Kosteuden seurauksena levyt joustavat ja ohjaavat alusrakenteeseen tulevan kosteuden levyjen keskelle, josta se siirtyy alaspäin pois rakenteesta. Myös aluskatteen ja tiilen väliin jätetään ilmarako. Ilmaraoista johtuen kattorakenteen paksuus kasvaa muutamalla sentillä.

Aluskatteen kiinnitysrimat tehdään tiiviskasvuisesta, hyvälaatuisesta havupuusta. Puutavaran on hyvä olla kaikilta pinnoitetaan sileäksi höylättyä. Höylätyn puun pinta on tiivis ja siksi sen kosteudensietokyky on parempi kuin sahatun. Sahatun puutavaran pinta on huokoinen ja se imee enemmän kosteutta itseensä.

Myös tiilikatteen alle asennettavat tuuli- ja ruoderimat suositellaan tehtävän sileäksi höylätystä havupuusta.

### *Tiilikate*

Kunniapihan puolella on 1920-luvulla asennettu yksikouruinen valssi- eli urareunatiili. Puutarhan puolella on 1800-luvun alkupuolella asennettu yksikouruinen kankitiili. Molemmat tiilet halutaan säilyttää ja palauttaa vesikatteeksi. Tiilet puretaan lautakatteen konservoinnin ajaksi ja palautetaan alkuperäisille paikoilleen. Kaakkoisen sivurakennuksen kellarissa on runsaasti kankitiiliä paikkamateriaaliksi. Lisäksi luoteisen sivurakennuksen korjauksesta jäi yli vanhoja valssitiiliä, joita voidaan tarvittaessa käyttää paikkatiilien tarpeena. Kattotiilet puhdistetaan hillihappojää- eli kuivajääpuhalluksella. Kaikki sienikasvusto pestään kokonaisuudessaan pois, mutta jäkälistä ja levistä vain paksuimmat ja irtonaiset poistetaan.

## LÄHTEET

### *Painetut lähteet*

- Haggrén, Georg 2005. ”Reduktion, velkataakan ja venäläis-miehityksen paineessa”, Lounatvuori, Irma & Knapas, Marja-Terttu (toim.), *Louhisaaren kartano: suku ja rälssi – säteri ja kirkko*. Helsinki, Museovirasto.
- Haikala, Antti 2010. *Suomalaisten tukipilarikirkkojen rakenteellinen toiminta ja korjaustavat*. Diplomityö. Teknillinen korkeakoulu. Espoo, Teknillinen korkeakoulu, Rakenne- ja rakennustuotantotekniikan laitos.
- Jutikkala & Nikander 1941. *Suomen kartanot ja suurtilat II: Ahvenanmaa, Turun ja Porin lääni*. Helsinki, Kustannusosakeyhtiö Kivi.
- Kaila, P., Pietarila, P., Tomminen, H. 1987. *Talo kautta aikojen. Julkisivujen historia*. Helsinki, Rakentajain kustannus Oy.
- Keinänen, Hanna ja Lindqvist, Maria 2007. *Porvoon Tuomiokirkon korjaus ja restaurointi*. Erikoistyö. Espoo, Teknillinen korkeakoulu. Rakenne- ja rakennustuotantotekniikan laitos.
- Keinänen, W. 2001. *Rakennusopin tietokirja*. Faksimilepainos, viides painos. Helsinki, WSOY.
- Lindqvist, Maria 2008. *Restoration of timber roof structures in a medieval stone church*. Diplomityö. Espoo, Teknillinen korkeakoulu. Rakenne- ja rakennustuotantotekniikan laitos.
- Lounatvuori, Irma 2005a. Louhisaari – Flemingien valta-ase-man symboli. Teoksessa: Lounatvuori, Irma & Knapas, Marja-Terttu (toim.), *Louhisaaren kartano: suku ja rälssi – säteri ja kirkko*. Helsinki, Museovirasto.
- Niiranen, T. 1981. *Miten ennen asuttiin. Vanhat rakennukset ja sisutukset*. Helsinki, Otava.
- Pietarila, P. 2004. *Rakennusten värit ja koristetyylit*. Vantaa, Tikurila Paints Oy.
- Pihkala, A. 1998. *Paanu ja Päre. Tutkimus suomalaisista puukatteista*. Lisensiaattityö. Oulu, Oulun yliopisto, teknillinen tiedekunta, arkkitehtuurin historian laboratorio.
- Rinne, H. 2010. *Perinnemestarin remonttikirja*. Helsinki, WSOY.
- RT 853.2. 1944. *Kate, uurrelauta 1:20*. Helsinki, Rakennustieto.
- Sarajas-Korte, Salme 1988 (toim.). *ARS: Suomen taide 2*. Helsinki, Weilin+Göös.
- SFS 5878. *Sahatavaran visuaalisen lujuuslajittelun pohjoismaisen säännöt*. Helsinki, Rakennustuoteteollisuus RTT ry.
- SFS-EN 1995-1-1. *Eurokoodi 5. Puurakenteiden suunnittelu*. Helsinki, Rakennustuoteteollisuus RTT ry.
- SFS-EN 772-1. *Methods of test for masonry units. Part 1: Determination of compressive strength*. Helsinki, Rakennustuoteteollisuus RTT ry.
- Stigell, Anna-Lisa 1928. *Villnäs. Herrgårdar i Finland: Egentliga Finland*, band 2. Helsingfors.
- Vuorinen, Tiina ja Jantunen, Jorma. 1997. *Järeän sahatavaran käyttö rakennuksissa, rakennejärjestelmät ja ja liitokset*. Vihti, Maatalouden tutkimuskeskus.

### *Internet-lähteet*

Museovirasto. *Tiilikaton korjaus*. Korjauskortisto. [verkkodokumentti]. [viitattu 3.10.2017]. Saatavissa: <http://www.nba.fi/fi/File/125/korjauskortti-6.pdf>.

### *Selvitykset, asiakirjat ja muistiot*

Ernvall, Piritta 2016. *Louhisaaren kartanolinnan sivurakennusten arkistokartoitus*. Museoviraston arkisto. Julkisivut ja katot.

Zetterberg, Pentti 1998. *Askaisten Louhisaaren kartanon pääarakennuksen ja kahden sivurakennuksen iänmääritys, dendrokronologiset ajoitukset FIT6701-FIT6730*. Dendrokronologian laboratorion ajoitusseleste. Joensuun yliopisto, Karjalan tutkimuslaitos, ekologian osasto, dendrokronologian laboratorio.

Zetterberg, Pentti 2017. Alustava ajoitustulos luoteisen sivurakennuksen kattorakenteista.

### *Kuvalähteet*

Valokuvat ja kuvien käsittely tekijöiden, ellei toisin mainittu. Museovirasto, rakennushistorian osasto (MV RHO).

## STANDARDIT PUURAKENTEIDEN RESTAUROINNISSA

*Taavi Tenhu*

Kurssin ennako- ja taustamateriaalina on ollut käytössä käsitteilyvaiheissa oleva EU-standardiluonnos *Guidelines for the On-Site Assessment of Historic Timber Structures* ja ICOMOS-julkilausuma *Principles for the Conservation of Wooden Built Heritage* (2017). Ne ovat tarkoitettu kaikille puisen rakennusperinnön parissa työskenteleville ja ne ohjaavat yhtenäisten työskentelytapojen ja -periaatteiden omaksumiseen. Molemmat ovat laaja-alaista, kansainvälistä käyttöä varten ja niitä odotetaan noudatettavan myös Suomessa.

Sekä standardiluonnos että julkilausuma pyrkivät nimenomaisesti puisen rakennusperinnön säilymisen turvaamiseen mutta ovat toisistaan erillisiä ja sisällöltään erilaisia. Käsiteltävä EU-standardiluonnos keskittyy etenkin sujuvan ja turvallisen kenttätöprosessin luomiseen ja määrittelee tietyt, toistuvat työvaiheet. ICOMOSin antama julkilausuma sen sijaan on puisen rakennusperinnön konservointityössä tehtävien arvovalintojen periaatelistaus. Se sisältää enemmän arvopohjaisia, harkittuja näkemyksiä kuin kohtuullisen neutraali standardi. On kuitenkin hyvä huomata, että myös standardi on tiettyjen arvovalintojen ohjaama. Yhteistä teksteille on muun muassa niiden lähtökoh-

tainen pyrkimys vaikuttaa puisen rakennusperinnön säilymiseen luomalla kansainvälisesti yhtenäiset ohjeet hyvistä käytännöistä. Kummankin tekstin taustalla on myös ajatus siitä, että kulttuuri-perintökohteissa tehtävien muutosten tulee olla mahdollisimman vähäisiä.

## PRINCIPLES FOR THE CONSERVATION OF WOODEN BUILT HERITAGE

Taavi Tenhu

ICOMOSin julkilausuma *Principles For The Conservation Of Wooden Built Heritage* on järjestön yhden tieteellisen komitean, kansainvälisen puukomitean (IIBC, The ICOMOS International Wood Committee) julkaisema dokumenttiluonnos puisen rakennusperinnön konservoinnin ja restauroinnin periaatteista. ICOMOSin kansainväliset, tieteelliset komiteat ovat tiettyjen erikoisalojen työryhmiä, jotka tuovat kattojärjestönsä alansa erityisosaamista. IIBC:n rooli on edistää kansainvälistä yhteistyötä puurakennustaidon säilyttämisessä ja ohjeistaa ICOMOSia tällä erityisalalla.

IIBC on julkaissut vuonna 1999 ensimmäisen puisen rakennusperinnön konservointiperiaatteiden lausumansa. Sen taustalla oli pitkä kehitysjakso komitean perustamisvuodesta 1975 alkaen. Tarve päivittää tuolloin julkaistua periaatelausumaa nostettiin esiin vuonna 2008, ja nyt luonnosteltu versio hyväksyttiin 15.12.2017 ICOMOSin yleiskokouksessa. Keskeisiä syitä päivittää julkilausumaa oli useita. Koettiin tarpeelliseksi tunnistaa puurakentamisen aineeton kulttuuriperintö sekä liittää se paremmin ICOMOSin vuoden 1994 autenttisuutta käsittelevään dokumenttiin (*The Nara Document on Authenticity*). Lisäksi sen käytettävyyttä haluttiin parantaa ja päivittää se vastaamaan tämän päivän käsityksiä, kysymyksiä ja työskentelyä. On kiinnostavaa huomata, kuinka periaatteita on koettu tarpeelliseksi tarkastella kriittisesti melko lyhyenkin ajan kuluttua. Tämä korostaa niiden luonnetta yhtenä

näkemyksenä, josta on syytä käydä jatkuvaa keskustelua, sekä rakennusperinnön arvostusten muutoksia.

Periaatelausuma sisältää yleiset periaatteet kulttuuriperinnön hoidosta ja yksityiskohtaisemman ohjeistuksen käytännön työskentelyvaiheista. Periaatelausuma painottaa kunnioittamaan puista rakennusperintöä sen koko laajuudessaan ja yksityiskohdissaan, mukaan lukien käsityötaitojen ja paikallisen kulttuurin erikoispiirteet. Se muistuttaa perinnön ja sen arvojen merkityksestä, elävyydestä nykyhetkessä sekä perinnön hauraudesta. Myös suojelun yhteisöllinen luonne tuodaan esille. Periaatteet ohjaavat ajattelemaan rakennusperintöä ja sen suojelua moniulotteisena ja monivaikutteisena prosessina. Periaatteet on jaettu seitsemän alaosikoon alle, jotka ovat:

tutkimus,  
analysointi ja arviointi,  
muutostyöt,  
tämän päivän materiaalit ja tekniikka,  
dokumentointi,  
seuranta ja kunnossapito sekä  
opetus ja koulutus.

## GUIDELINES FOR THE ON-SITE ASSESSMENT OF HISTORIC TIMBER STRUCTURES

Taavi Tenhu

Käsiteltävä standardiluonnos on laadittu Euroopan standardointikomitea CEN:n teknisen komitean TC-346 Conservation of Cultural Heritage alaisuudessa vuonna 2016. Lopullinen standardi on tarkoitus hyväksyä vuonna 2018. Yleisesti kulttuuriperinnön konservointityön direktiiveillä tavoitellaan yleisiä tieteellisiä lähestymistapoja ja yhteensopivia työskentelymalleja. Standardi ei ole sinällään pakollinen toimintamalli vaan laatutason ja yhteensopivuuden lisäämiseen tähtäävä yhteinen toimintatapa. Konservointia ohjaava standardi ei ole niin epätavallinen kuin miltä se ensikuulemalta vaikuttaa: samassa komiteassa on parhaillaan tekeillä useita muitakin kulttuuriperinnön suojelun työprosesseja ohjaavia standardeja, kuten arkkitehtonisten pintojen konservointia käsittelevä luonnosvaiheen standardi.

Käsiteltävä standardi keskittyy pitkälti määrittelemään yleisesti hyväksytyjä työtapoja puisen rakennusperinnön kantavien puurakenteiden arvioimiseksi. Tavoitteena on historiallisten rakenteiden jatkuvan, turvallisen käytön mahdollistaminen mahdollisimman alkuperäisinä määrittelemällä työprosessi nykyti-

lanteen todentamiseksi ja mahdollisesti tarvittavien muutosten arvioimiseksi. Standardia voidaan soveltaa kantaviin puurakenteisiin, kuten kattorakenteiden puisiin osiin, pois lukien rakenteellisia levy- tai liittorakenteita (mm. erilaisia muuraukset) sisältävät rakenteet, kevyet katokset ja hirsirakennukset.

Arviointityö on jaettu standardissa kahteen osaan. Ensimmäinen osa (*preliminary assessment*) on alustava tutkimus, jonka perusteella saadaan kokonaiskuva vallitsevasta tilanteesta ja voidaan arvioida ja suunnitella mahdollisesti tarvittavia jatkotutkimuksia. Standardin keskeinen tausta-ajatus on, että ajansaatossa kestävyytensä osoittaneiden rakenteiden voidaan ilman tarkempaa tutkimusta todeta olevan kestäviä jatkossakin. Mikäli havaitaan muutoksia tai käyttö tai ulkoiset olosuhteet ovat muuttuneet, tehdään alustava tutkimus ja sen lopputuloksena yhteenveto (*preliminary report*), joka pitää sisällään kuusi vaihetta.:

## GUIDELINES FOR THE ON-SITE ASSESSMENT OF HISTORIC TIMBER STRUCTURES

- a. mitoitetut piirustukset rakenteesta selittein, joiden myötä rakenteen toiminnan pääpiirteet ja ongelmakohdat selviävät,
- b. dokumentin havaituista ongelmista ja haasteista,
- c. tiedot niistä rakenteista, joita ei ole voitu tutkia,
- d. laskelmat rakenteeseen kohdistuvista kuormista,
- e. eri rakenteellisten osien luonnehdinnan ja rakenteen toiminnan kannalta kriittisten kohtien sijainnin,
- g. tulkinnan havaittujen vaurioiden syistä ja rakenteen yleisestä toiminnasta/toimivuudesta sekä arvion käytettävyydestä ja turvallisuudesta

Työprosessin toisessa vaiheessa, yksityiskohtaisessa tutkimuksessa (*detailed survey*), toteutetaan alustavan tutkimuksen määrittelemät jatkotutkimukset, joiden perusteella voidaan palata alustavaan työsuunnitelmaan ja täydentää siinä tehtyjä rakenteen analyyskejä. Yksityiskohtainen tutkimus on luonteeltaan tarkempi ja rajatumpi kuin kokonaisvaltaiseen arvioon tähtäävä alustava tutkimus ja sen pohjalta pystytään suunnittelemaan käytännön restaurointitoimenpiteitä ja tarvittavia lisäselvityksiä.







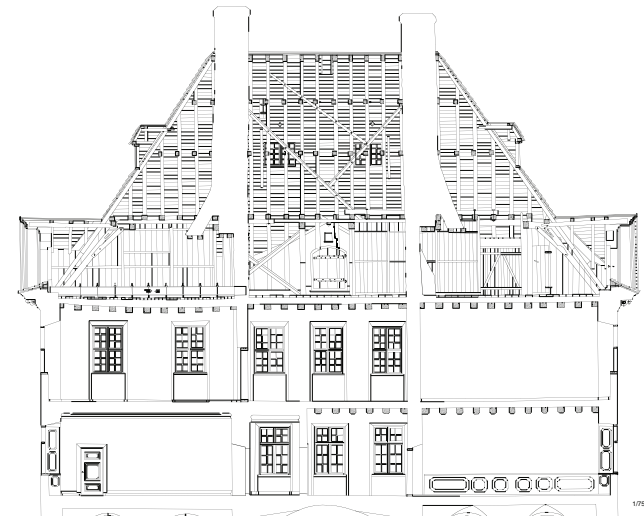
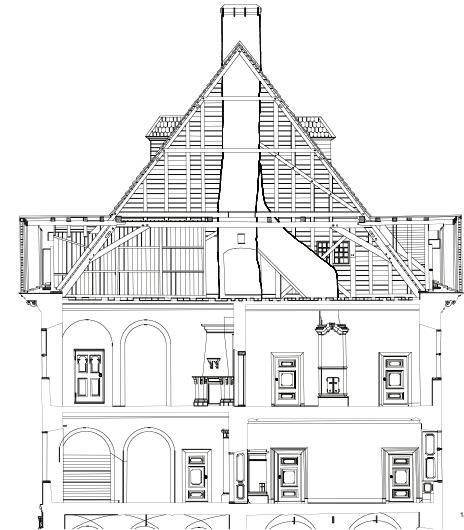
Louhisaaren kartanon päärakennuksen  
kattorakenteen alustava rakennetutkimus

MARTINO DE ROSSI, KRISTIINA KUUSILUOMA & PAULIINA SAARINEN



# SISÄLLYSLUETTELO

1. Alkusanat 101
2. Rakennusosien nimet 103
3. Kattorakenteiden kuvaus 107
4. Rakenteiden liittyminen muureihin 119
5. Räystäsrakenne 127
6. Yläpohjan rakenne 133
7. Vaurioiden kuvaus 143
8. Rakentamisjärjestys 147



*Jorma R. Peltosen mittauspiirustukset Louhisaaren kartanosta vuodelta 1962. MV RHO.*

*Viereisellä sivulla: Louhisaaren kartanon juhlasalin kattomaalaukset.*



# 1. ALKUSANAT

Työryhmän tehtävänä oli Louhisaaren kartanon päärakennuksen kattorakenteiden alustava tutkimus. Työssä tuli seurata eurooppalaisen standardiluonnoksen *Guidelines for the On-Site Assessment of Historic Timber Structures* alustavalle katselmukselle (*preliminary assessment*) asetettuja vaatimuksia (ISO 13822).

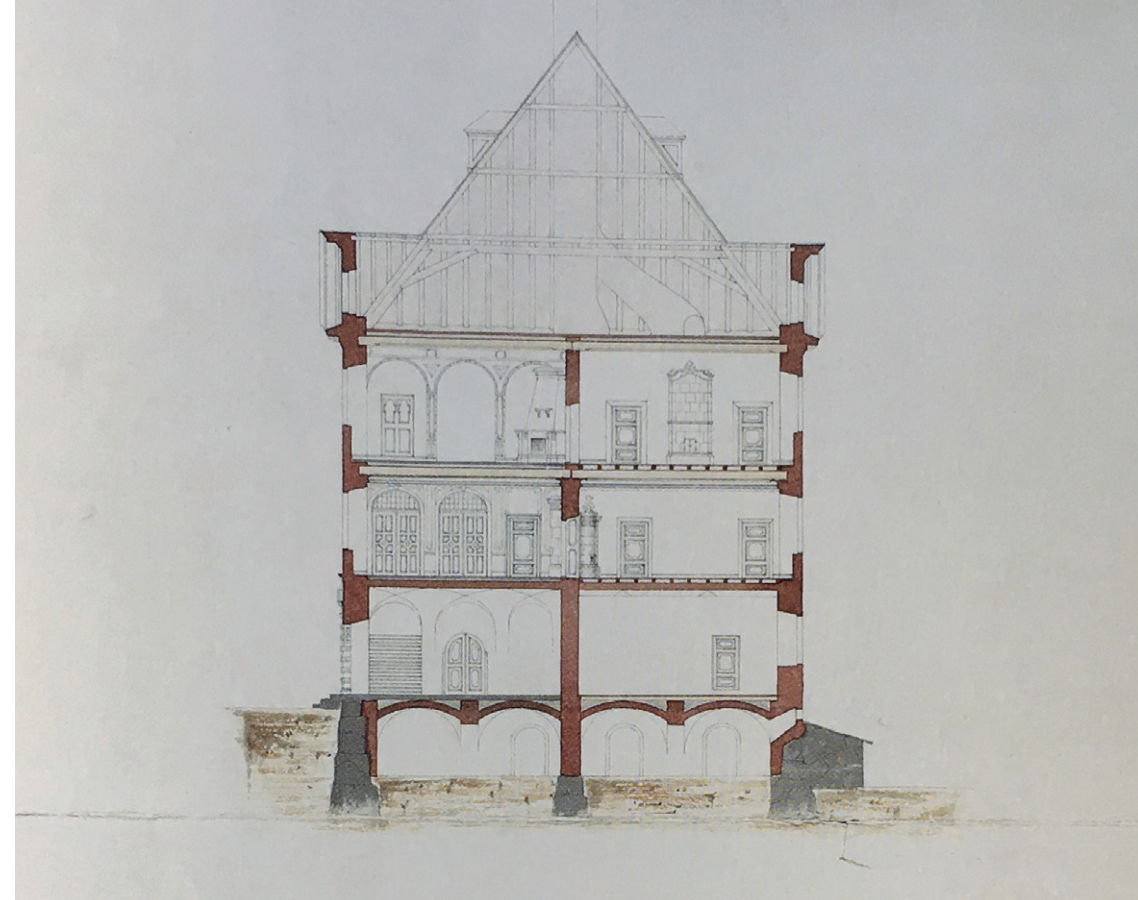
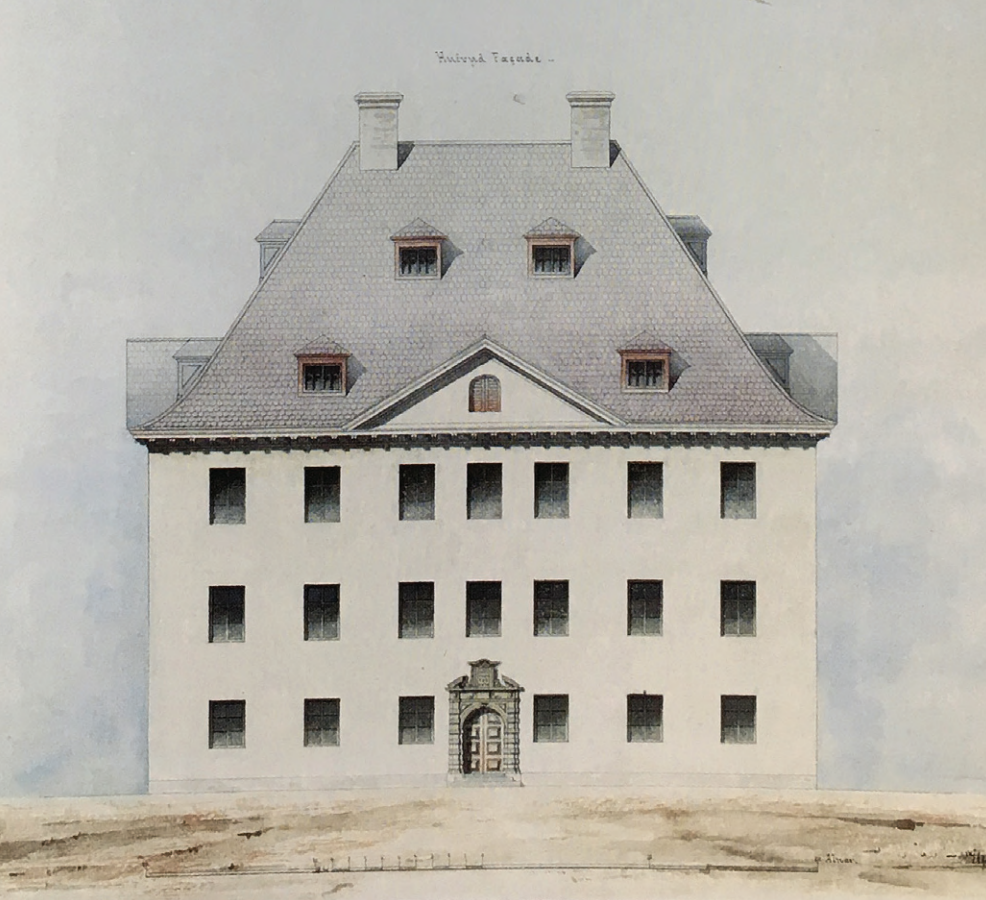
Rakenteiden aistinvaraisen havainnoinnin lisäksi rakenteita avattiin kahdesta kohdasta räystäsrakenteen selvittämiseksi. Avaukset suoritettiin kohdissa, joissa oli varhaisempi kosteusvaurio. Samalla saatiin lisätietoa myös yläpohjan rakenteesta. Tämän raportin tarkoituksena on kuvata tehdyt löydökset. Jatkotoimenpide-ehdotuksia ei tehdä, mutta toivon mukaan raportista on hyötyä, kun mietitään toimenpiteitä ja jatkotutkimuksia, joihin seuraavaksi tulisi ryhtyä.

Suurvalta-ajalla Suomessa rakennettiin hyvin vähän. Louhisaaren kartanon kattorakenteen lisäksi Suomessa tunnetaan vain kaksi muuta pukkirakenteeseen perustuvaa kattorakennetta: Askaisten kirkko (1653) ja Uudenkaupungin vanha kirkko (1629). Yhteistä näille kaikille kolmelle rakennukselle on myös se, että suunnittelijoiden ja rakentajien tiedetään tulleen muualta Euroopasta.

Ruotsissa pukkirakenne on huomattavasti yleisempi ja Louhisaaren vesikattorakenteen lähin sukulainen löytyykin Uppsalasta Ruotsista, jossa Skoklosterin vuonna 1676 valmistuneessa

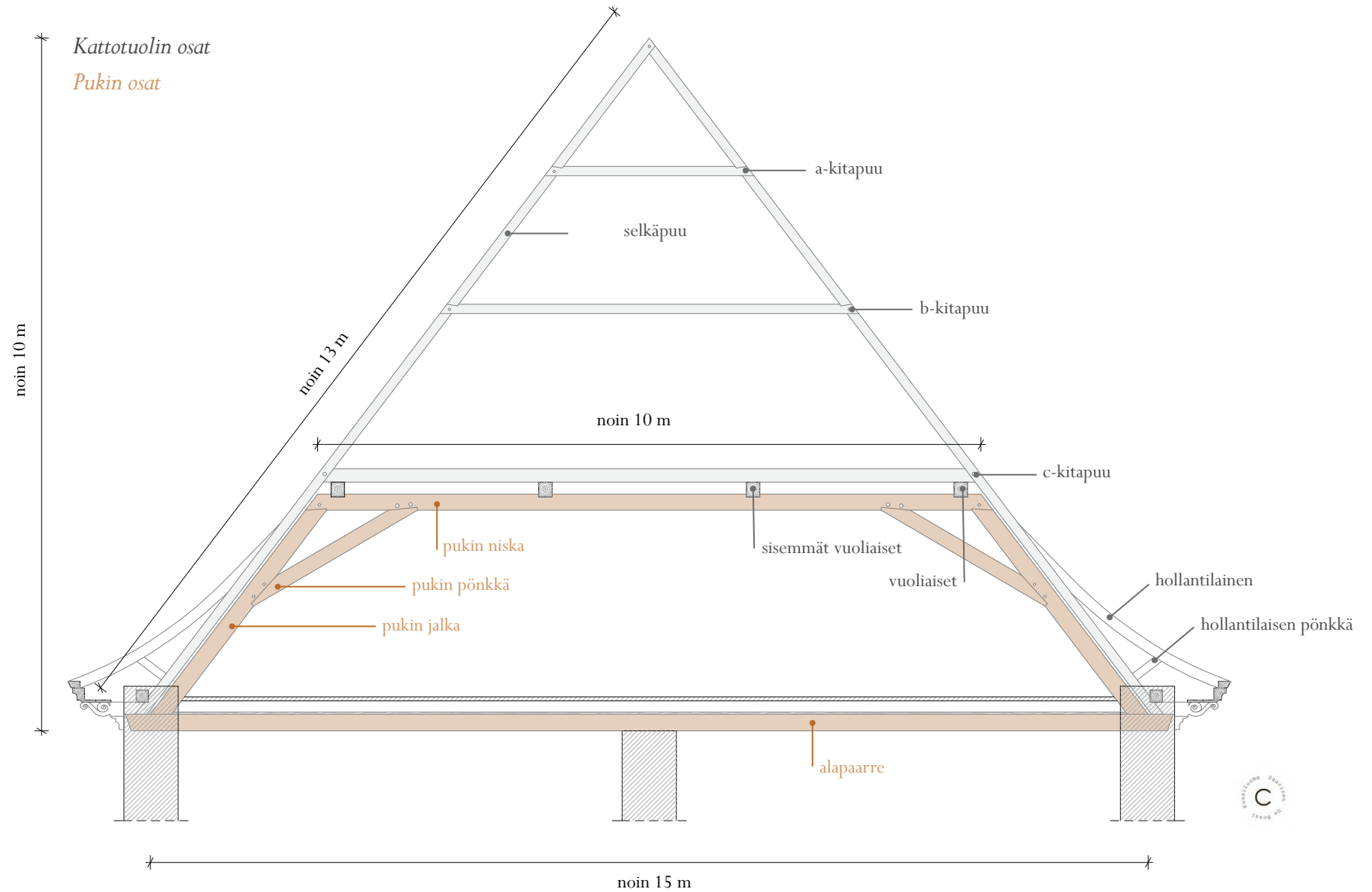
linnassa on yksi Ruotsin suurimmista historiallisista puukattorakenteista.

Pukkikattotuolirakenne on ollut paikallinen poikkeus keskiajalta 1900-taitteeseen Suomessa käytetyssä konttikattotuolirakenteessa. Alkuperäisen puurakenteen säilyminen Louhisaaren kartanon vesikatossa räystäsrakenteita myöten tekee Louhisaaren kartanosta Pohjois-Euroopan mittakaavassa korvaamattoman harvinaisuuden. Vesikattorakenteen selviäminen kokonaisuudessaan antaaakin paljon uutta tietoa suurvalta-ajan rakennuskulttuurista.



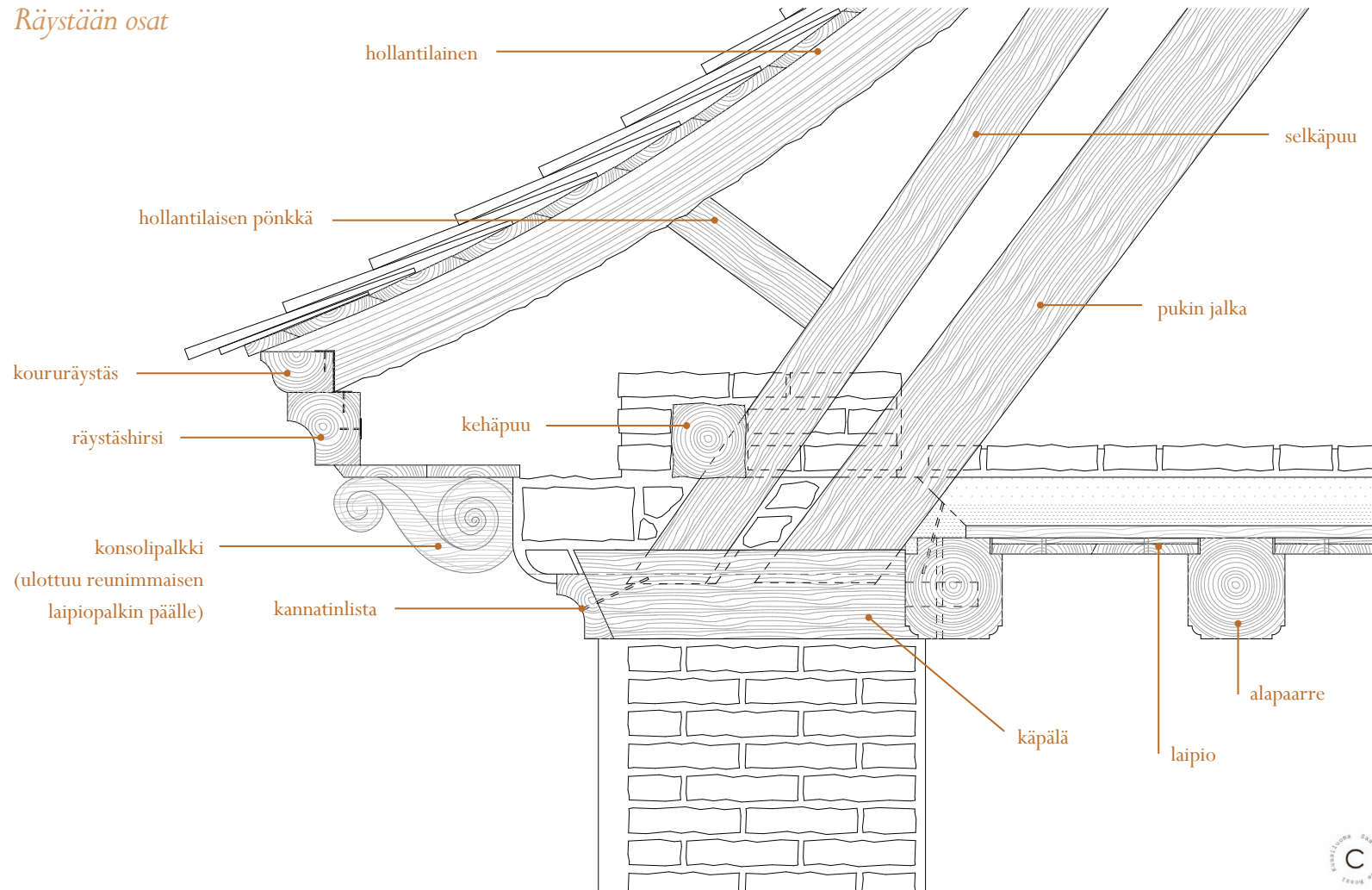
Evert Lagerspetzin mittauspiirustussarjaan (1872) kuuluvissa julkisivupiirroksessa ja poikkileikkauksessa näkyvät kartanon päärakennuksen vesikattorakenne. Vesikatto on huomattavan korkea hollantilaistyylinen aumakatto, jonka lappeet kaartuvat räystäältä ulospäin. Jokaisella sivulla on päätykolmio ja kattolyhtyjä kahdessa kerroksessa. MV KA.

## 2. RAKENNUSOSIEN NIMET



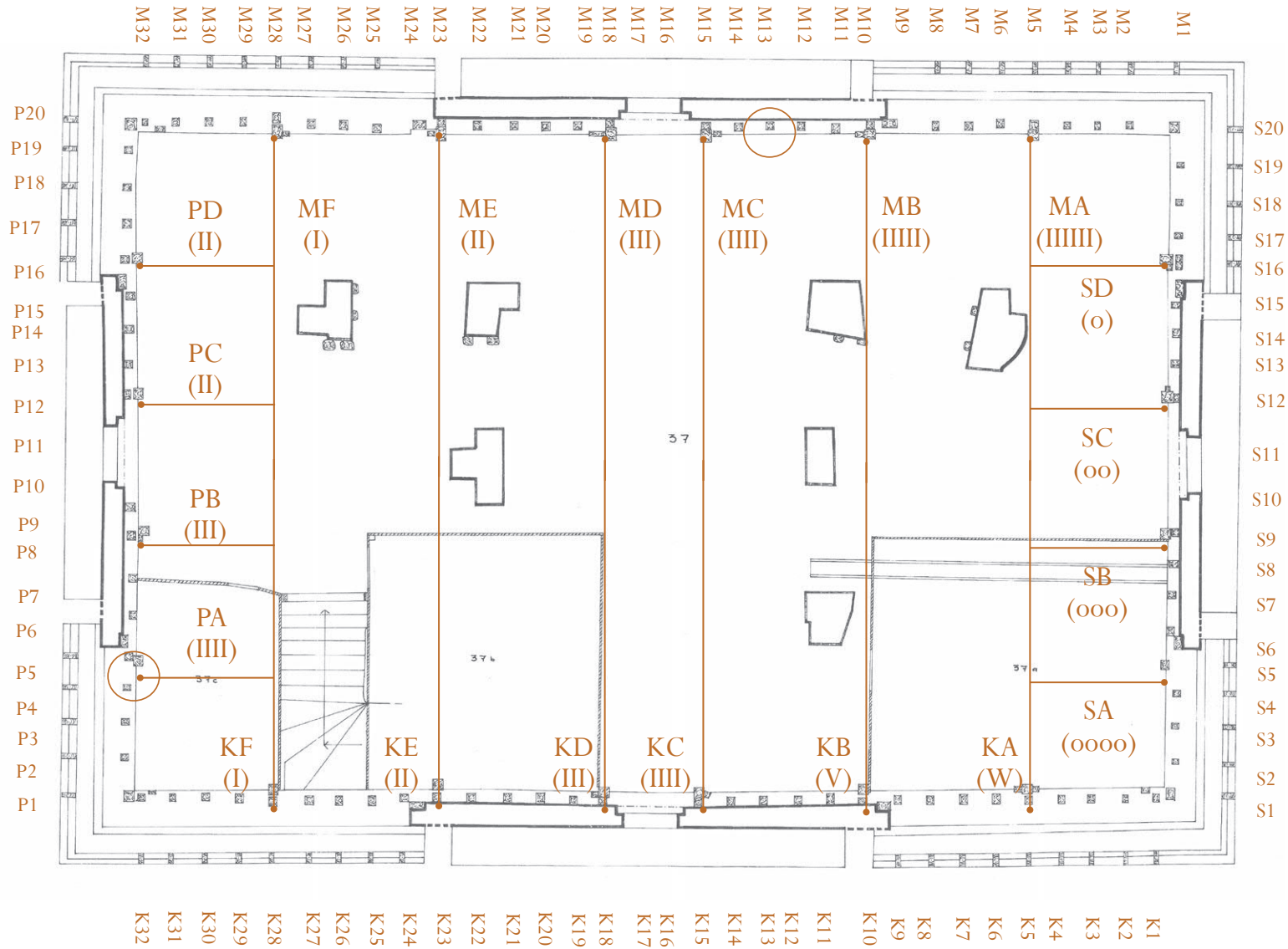


## Räystään osat



(meri) | M | lounas

(puutarha) | P | kaakko



(sauna) | S | luode

(kunniapiha) | K | koillinen

Pukin niskojen ja selkäpuiden nimeäminen. Sulkeissa on esitetty pukkeihin kaiverretut alkuperäiset merkinnät. Avausten sijainnit ovat ympyröity.

sisempi vuoliainen

kattotuolin alin kitapuu (c)

pukin niska

vuoliainen

ikkunan kohdalta  
katkaistu selkäpuu

pukin pönkkä

selkäpuu

saksipuu

pukin jalka



### 3. KATTORAKENTEIDEN KUVAUS

Louhisaaren kartanossa on suuri kylmä ullakko, joka on erotettu muista sisätiloista palopermannolla. Katemateriaalina on ollut valmistumisesta asti paanu. Tämänhetkinen paanukate on tehty 1960-luvulla kreosoottikyllästetyillä sahatuilla paanuilla.

Pukkirakenne saksipuineen muodostaa suorakulmaisen jäykän kehikon, johon kattotuolit tukeutuvat. Korkeaa kattorakennetta on jäykistetty selkäpuihin kiinnitetyin vinotuin. Pukin jalat ja kattotuolin selkäpuut nousevat tiilimuurista.

Liitokset ovat tapitettuja yksi- tai kaksileikkeisiä lapaliitoksia tai olkatappiliitoksia. Piippuja kiertävät vekselipalkit on kiinnitetty alimpiin kitapuihin rautapulteilla.

Sekä pukkirakenteen että kattotuolirakenteen liitokset ovat erityisen hyvin tehtyjä ja ne ovatkin lähes kaikki yhä 350-vuoden ikäisinä erinomaisessa kunnossa.



Vasemmalla: Yleiskuva ullakon rakenteista.

Muurista nousevat kattotuolin selkäpuu ja pukin jalka.

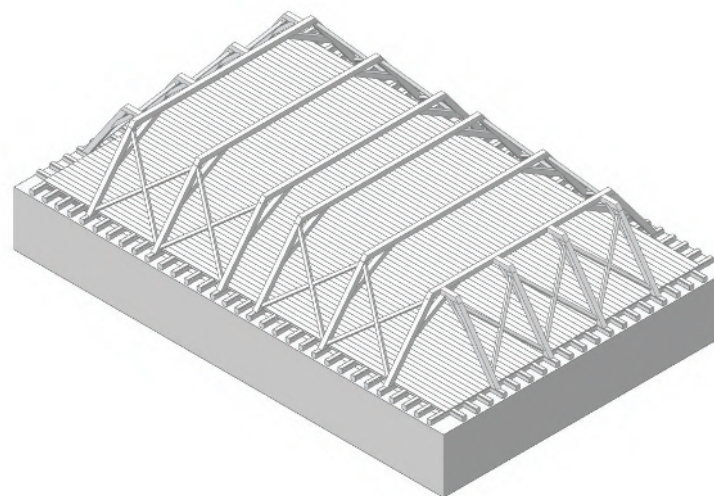
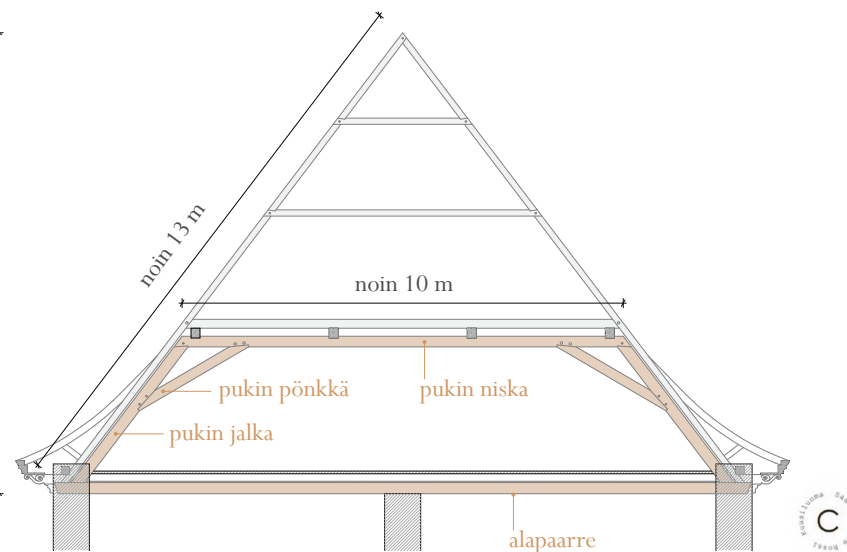


## Pukkirakenne

Pukkirakenne koostuu pitkällä julkisivuilla kuudesta tiilimuurista nousevasta pukinjalkaparista, jotka kannattelevat pukin niskaa. Päätyjulkisivun neljä päätypukkia on niskastaan liitetty uloimpaan pukkiiin. Pukin jalan ja niskan liitos on tuettu vinoin pönkin. Vierekkäiset pukit on yhdistetty toisiinsa saksipuilla. Rakenteen vetotankona on päistään muurin sisään muurattu alapaarre, johon pukin jalat kiinnittyvät. Pitkällä julkisivulla vierekkäisten pukkien etäisyys toisistaan on noin 4 metriä, keskiakselilla noin 1,8 metriä. Päätypukit ovat noin 3,2 metrin välein.

Pitkän julkisivun pukkien liitokset ovat tapitettuja kaksileikkeisiä lapaliitoksia. Pönkkien liitokset on tapitettu kahdella tappilla, niskan ja jalan liitos yhdellä. Päätypukkien niskat liittyvät uloimpaan pukin niskaan tapitetulla olkatappiliitoksella, päädyn pönkissä on monimutkainen tapitettu lapaliitos. Saksipuut kiinnittyvät tapitetulla kaksileikkeisellä lapaliitoksella pukin jalan ylä- ja alaosaan.

Vasemmalla: Kaakkoissivun pukki KB. Palopermannolla olevat teräspalkit on asennettu 1960-luvulla juhlasalin katon alapaarteiden lisätuennaksi.





Pukin niskapuiden päällä lepäivät vuoliaiset on kolottu pukin niskapuihin. Liitosta ei ole tapitettu.

Pukkien jalat, niskat, pönkät sekä alapaarteet ovat veistopintaista 10” x 10” (n.25 cm) mäntyparrua. Samaa puutavaraa ovat myös vesikaton nurkkien jiiripuut. Saksipuissa on käytetty 7” x 7” -puutavaraa.

Pukin jalassa, niskassa ja pönkässä on nähtävissä rakenteen molemmin puolin rakennusaikaiset nimikoinnit. Rakennusosat on valmistettu ennalta ja koottu uudelleen vintillä. Kiinnostava yksityiskohta on saksien liitosten kolot. Ne on tehty nimikoinnin jälkeen, sillä kolot ovat osuneet paikoin nimikointitekstin kohdalle. Tällöin nimikointi on kuitenkin kaiverrettu uudelleen saksien viereen. Saksiliitoksille on tehty kolot myös vintin keskiakseleilla sijaitsevien päätykolmioiden oviaukkojen kohdalle. Niissä ei kuitenkaan ainakaan enää ole saksipuita.



*Yllä: Lounaispäädyn päätypukkien PB (II) ja PC (III) välissä ei ole saksipuita, päätykolmion oven takia. Saksipuiden liitoskohdat on kuitenkin valmiiksi veistetty.*

*Alla: Pukin MD (III) saksipuun kolous on osunut vanhan nimikoinnin kohdalle, jonka seurauksena nimikointi on kaiverrettu uudelleen. Liitoksessa on tappi, vaikka saksipuut puuttuvat.*



Päätypukin pönkän monimutkainen liitos.



Päätypukin liittyminen uloimman pukin niskaan. Pukkien liitokset on veistetty huomattavan tarkasti: rakenteessa ei näy vääntyneitä eikä auenneita liitoksia.



Uloimmassa pukissa MF (I) näkyy pönkän liitoksen yläpuolella kaksi kuoppaa. Kuopat saattavat olla porausta varten veistettyjä alkukuoppia, jotka ovatkin osuneet väärään kohtaan.





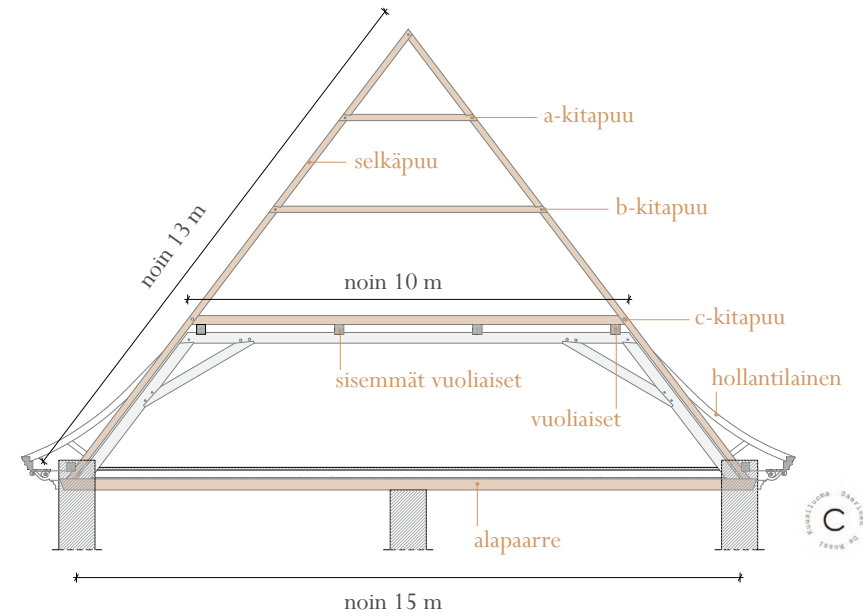


## Kattotuolirakenne

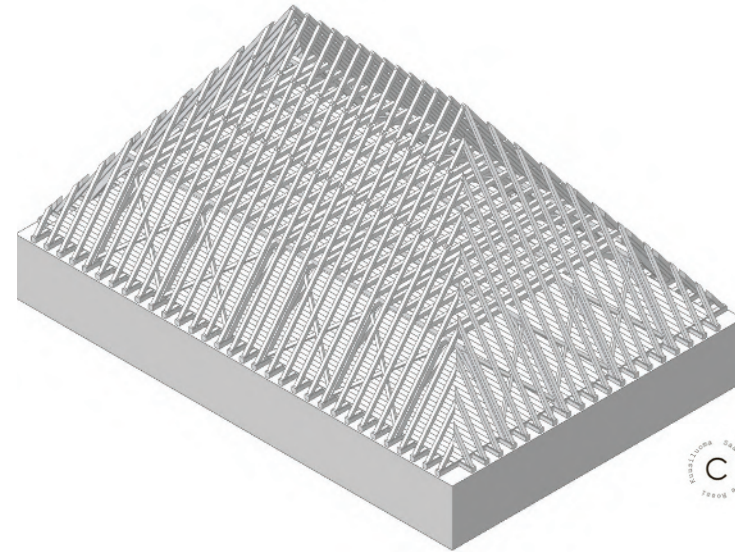
Kattotuolit koostuvat selkäpuuparista, kolmesta kitapuusta sekä alapaarteesta. Selkäpuiden ja alapaarteiden päät on muurattu ulkoseinien sisään.

Kitapuut ottavat vastaan selkäpuihin kohdistuvaa puristusta, alapaarre taas vetoa. Kattotuolirakenne on jäykistetty kytkemällä kattotuolit toisiinsa vinotuin.

Kattotuolipareja on noin 80 cm välein. Ne asettuvat pukin jalkojen kanssa siten, että samaan alapaarteeseen on kiinnitetty myös kattotuolin selkäpuut. Pukin jalat ja kattotuolin selkäpuut eivät kosketa toisiaan. Alin kitapuu lepää vuoliaisten päällä, jotka taas on kolottu pukin niskoihin. Selkäpuun päällä kiertää muurin sisällä kehäpuu, johon selkäpuut on lovettu.



Vasemmalla: Näkymä alimpien kitapuiden päältä kuvattuna.



Kattotuolien puutavara on veistettyä 7" x 7" -kokoista. Alapaarteet ovat pukin kanssa samaa, kymmentuumaista veistoparua. Selkäpuut ja ylimmät kitapuut (a ja b) on liitetty toisiinsa yksileikkeisellä, tapitetulla lapaliitoksella. Alin kitapuu (c) on liitetty selkäpuuhun kaksileikkeisellä lapaliitoksella. Arvelemme, että myös selkäpuu on liitetty alapaarteeseen myös kaksileikkeisellä lapaliitoksella. Tämä perustuu Skoklosterin esimerkkiin ja havaintoihin pahoin lahonneesta selkäpuusta rakenneavauksessa (*pers. comm.* Mattias Hallgren). Liitokset on veistetty huomattavan tarkasti, ja ne ovat hyvässä kunnossa.

Selkäpuihin on naulattu luonnonväävät hollantilaiset, jotka muodostavat katon kaarevan muodon. Hollantilaiset nousevat räystäspuulta ja ne on tuettu puolivälin kohdalta pönkällä selkäpuuhun.

Yllä: Näkymä ylimpien kitapuiden (a) päältä kuvattuna. Kattotuolien kaikki liitokset on tapitettu luoteesta päin.

Alla: Selkäpuun ja alimman kitapuun kaksileikkeinen lapaliitos poikkeaa ylempien kitapuiden lapaliitoksista ja paljastaa näin rakentamisjärjestyksen. Selkäpuut on saatu rakennusvaiheessa ripustettua alimpaan kitapuuhun, ja ylempät kitapuut on kiinnitetty selkäpuiden pystytyksen jälkeen.



*Uloimpia vuoliaisia on tarvittaessa veistetty kitapuiden alta.*



*Kattolyhtyjen rakennustelineet on jätetty paikoilleen. Selkäpuita ei ole katkaistu kattolyhtyjen kohdalta. Kuvassa näkyy myös vinotukia, joilla kattorakennetta on jäykistetty.*



Vasemmalla yllä: Vesikaton nurkissa on kymmentuumaiset jiiripuut, joihin selkäpuut tukeutuvat.

Vasemmalla alla: Kattotuoleissa on pukkirakenteen tavoin veistomerkinät, joiden avulla kattotuolit on koottu uudelleen pukkien päällä. Toisin kuin pukeissa, kattotuolien veistomerkinät eivät ole numerojärjestyksessä.

Yllä: Vinotukiin on hakattu kolot nauloille, jotta naulojen pituus on saatu tehokkaammin hyödynnettyä.



Alimmat kitapuut on ripustettu vekselipalkeista tyypillisillä 1600-luvun kiilapulteilla.



3. Kattorakenteiden kuvaus



KC

## 4. RAKENTEIDEN LIITTYMINEN MUUREIHIN

Alkuperäinen tutkimussuunnitelma oli selvittää kattorakenteen rakenneratkaisu ja toiminta näkyviltä osilta kartanon vintiltä havainnoimalla. Tutkimuksen edetessä selvisi, että kattorakenteen kokonaisuuden ja kunnon selvittämiseksi muurirakennetta olisi avattava.

Rakennetta avattiin vintillä kahdesta kohdasta: kaakkoispäädystä ikkunajiirin vierestä sekä lounaan suuntaisella pitkällä sivulla ikkunajiirin vierestä. Kaakkoispäädyn rakenneavausta päästiin tutkimaan myös rakenteen alapuolelta, portaan viereisestä varastohuoneesta. Rakenneavaukset tehtiin kohtiin, joissa rakenne oli vaurioitunut tai paikalla näkyi aiemman avauksen jälkiä.

Avaukset tehtiin siten, että ne eivät vaurioittaneet rakenteen kestävyyttä. Avauskohtia ei suljettu vaan ne jätettiin auki, jotta tutkimusta voidaan jatkaa ilman uusien kaivausten tekoa. Irrotetut tiilet aseteltiin avauskohdan viereen odottamaan palauttamista.

Avauksissa saatiin selvitettyä kattorakenteiden liittyminen toisiinsa sekä yläpohjan rakenne ja kannatus. Tutkimukseen käytettävissä olleen ajan niukkuus rajoitti rakenneavausten laajuutta. Tutkimatta jäivät selkä- ja niskapuun liitostapa kápälään tai alapaarteeseen sekä räystäskonsolin suhde alapaarteeseen pit-

*Vasemmalla: Pukin jalka ja selkäpuu nousevat suoraan tiilimuurista.*

källä julkisivulla. Myös mahdollisen jalasparrun etsiminen olisi vaatinut suurempia avauksia kuin mitä tutkimuksessa nyt voitiin tehdä.

Avauskohtien puutavara oli huomattavan lahovaurioitunutta. Tutkimus saattaa antaa lahovauriosta todellista huolestuttavamman kuvan, sillä avausten paikoiksi valittiin kohdat, joissa jo ennen avausta näkyi kosteusvaurioita.



*Muurin sisältä löytyi pieni pala tummanpunaista kangasta sekä puinen korkki, johon oli kierretty lankaa tiivisteeksi.*





Kuva päätypukista PA ennen rakenteen avausta. Pukin jalan kohdalla oli vanha vesivaurio jonka takia puuosat sekä tiilimuuraus olivat vaurioituneet.



räystäskonsolin viistottu pääty

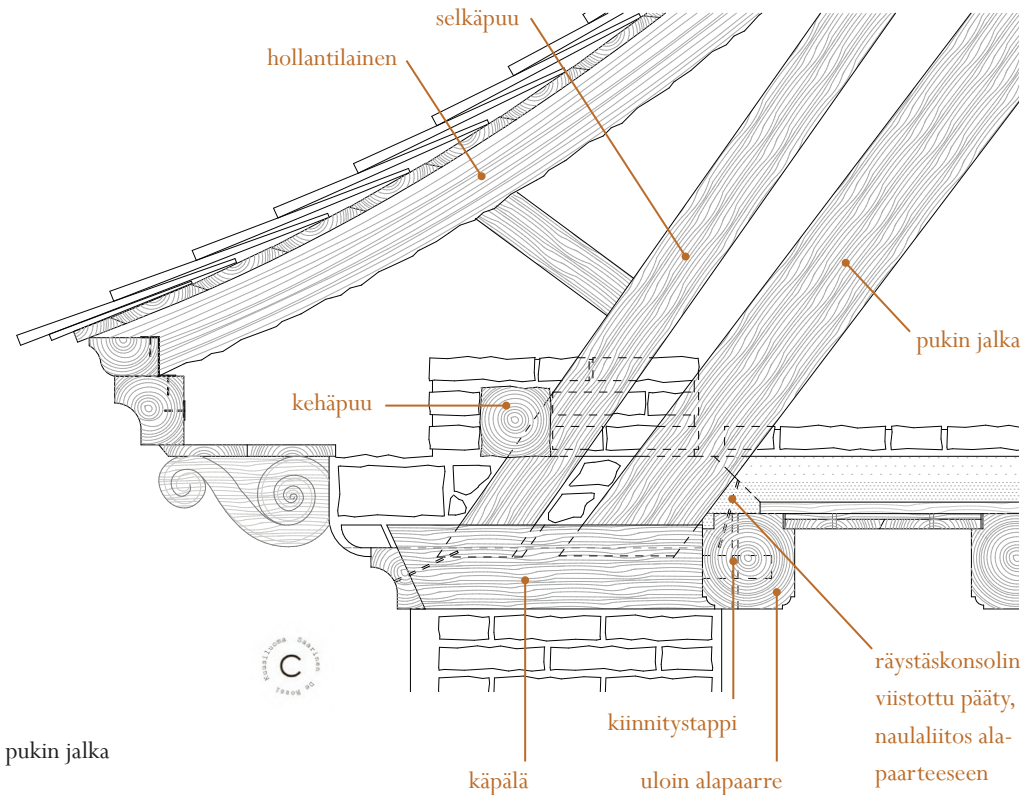
naula, jolla räystäskonsoli on kiinnitetty uloimpaan alapaarteeseen



uloimman alapaarteen tappi, jolla kápälä on kiinnitetty alapaarteeseen

yläpohjan laudoitus

Päädyn avauksessa näkyy oikealla alapaarre ja sen tappiliitos kápälään, kohta havainnoitiin myös alakerrasta kosteusvauriokohdasta. Vasemmalla puolella näkyy räystäskonsolin viistottu ja alapaarteeseen naulattu pää. Oikealla pukin PA jalka.





Yllä: Selkäpuuta pitkin otetussa kuvassa näkyy muurauksen sisällä oleva kehäpuu, johon on veistetty kolo selkäpuuta varten. Oikealla näkyvä puu on ikkunarakenteeseen liittyvä vinotuki.

Yllä vasemmalla: Näkymä rakenneavaukseen. Muuriin uppoavan pukin jalan edessä näkyy räystääskonsolin viistottu pää.

Vasemmalla: Rakenneavauksen vasemmalla puolella, lähellä tiilimuurin nurkkaa näkyi muurin ulkoseinässä rautakaaret, jotka sijaintinsa ja muotonsa puolesta voisivat olla muuriankkurin osia.





Näkymä päädyn rakenneavaukseen.



Päädyn rakenneavaus, muuri ja räystäsväljäältä katsottuna.

käpälän ja alapaarteen liitoksen tappi



alapaarre



käpälä

alapaarre



tappi



Porrashuoneeseen liittyvä varastotila avauksen alla. Seinän vieressä näkyy alapaarteen käpälän liitoksen tappi.

Rakennetta tutkittiin kosteusvaurioituneesta kohdasta, josta oli mahdollista kurkistaa muurin sisään.

Kuvassa näkyy muurin sisään kätkeytyvä käpälä.

Päätypukin käpälän liitosten arveltiin olevan samanlaisia kuin päätypukin yläosan niskapuun liitokset.



Lounasjulkisivun tutkimuskohta oli jo valmiiksi vaurioituneessa kohdassa.



Lounaisjulkisivun avauksessa näkyy muurista kohtisuoraan tuleva alapaarre yläreunan kolouksineen.



## 5. RÄYSTÄSRAKENNE

Käytössä olleen nostokorin sekä kiikareiden avulla räystäsrakenteita päästiin valokuvaamaan ja havainnoimaan lähempää, mutta huomattavan räystäskorkeuden takia tutkimukset jouduttiin tekemään vain visuaalisesti tarkastellen. Sisäportaan nurkkahuoneen ikkunasta kurottamalla päästiin räystäskonsoleista ottamaan suuntaa-antavia mittoja.

Katon räystäitä kannattelevat räystäskonsolit ovat pukkirakenteen kanssa samaa kymmenentuumaista veistoparrua. Konsolit ovat noin 160 cm pitkiä. Pääty on koristeellinen *barbacane*. Sana on italiaa ja merkitsee sanatarkasti käännettynä partakoiraa. Räystäskonsoli kannattelee koko räystästä: räystäslautoja, julkisivussa koristeellisesti koverrettuja räystäshirttä ja koururäystästä.

Julkisivussa räystäskonsolin alapuolella oleva kannatinlista on myös puuta ja todennäköisesti naulattu kiinni räystäskonsoleihin. Räystäskonsoli on muurattu tiilimuurin sisään ja se ulottuu tiilimuurin läpi aina uloimman alapaarteen päälle asti. Päätyräystäällä konsoli on naulattu tiilimuurin puoleisesta päästä kiinni alapaarteeseen. Räystäskonsolin päällä muurin sisällä lepää kehäpuu.

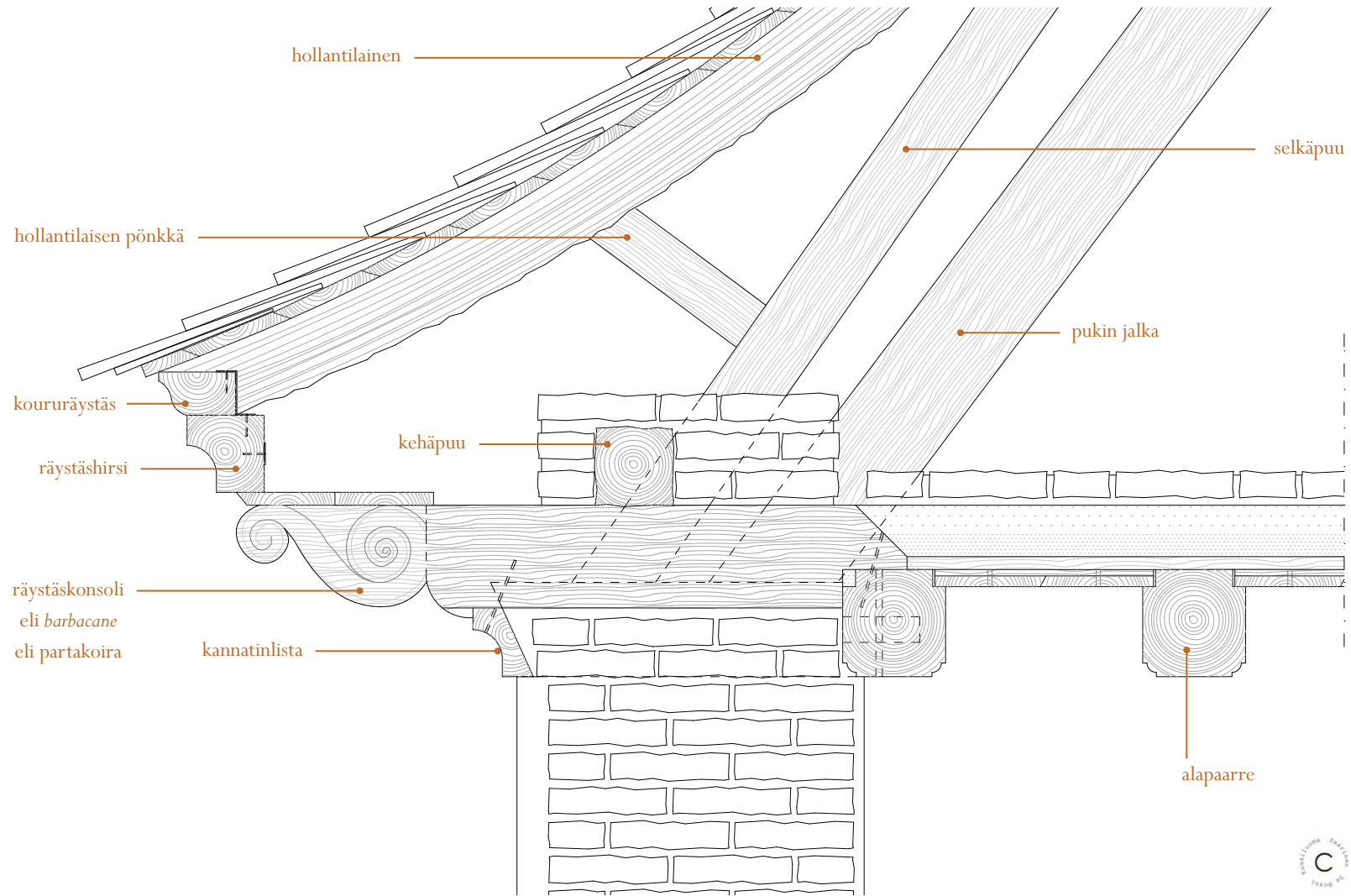
Vasemmalla: Räystäskonsolit kannattelevat massiivisia räystäitä, joihin myös hollantilaiset tukeutuvat. Räystäskonsoleita on yhteensä 110 kappaletta, 34 kappaletta pitkällä sivulla ja 21 kappaletta päätyräystäällä.



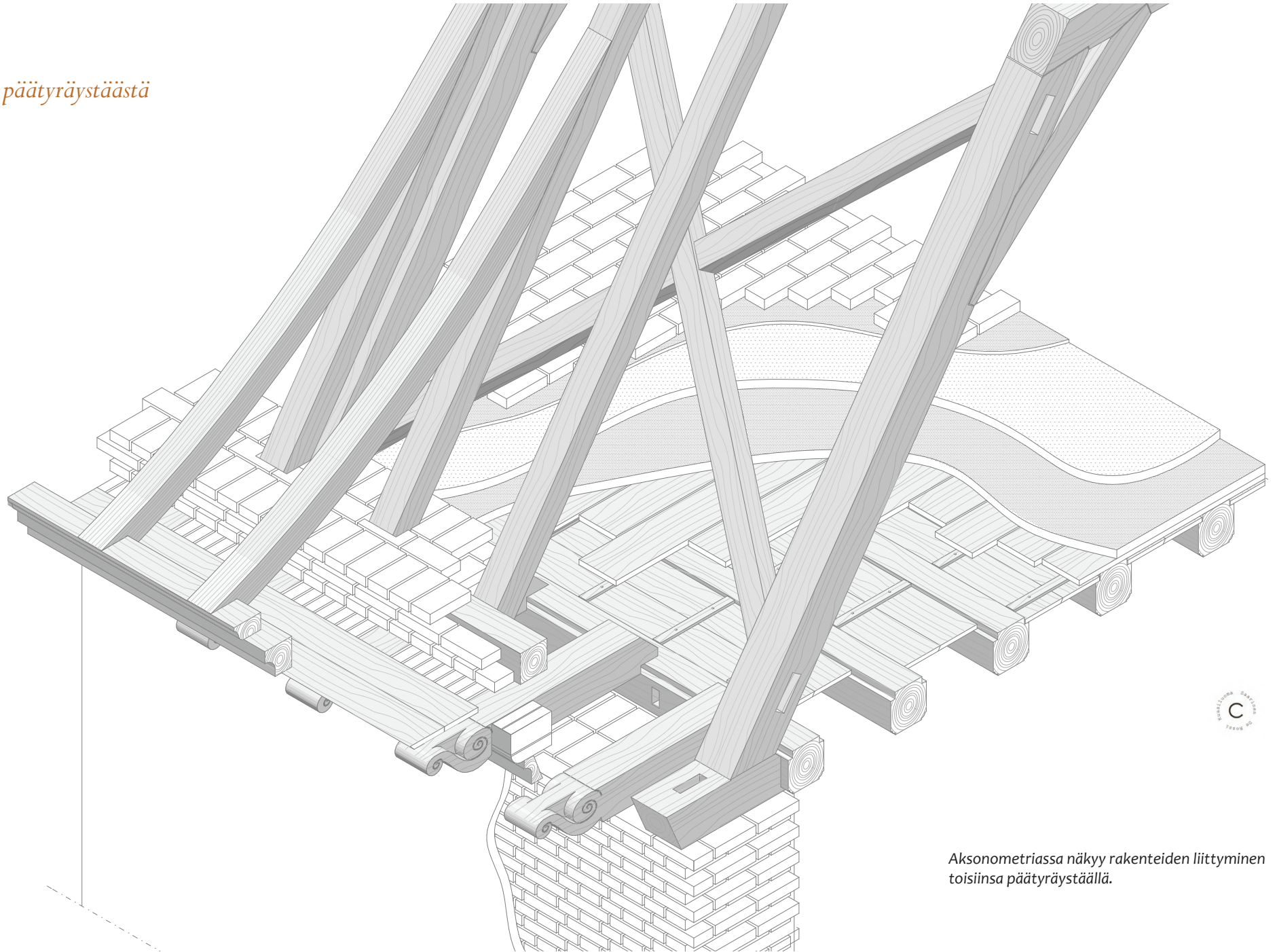
Vuonna 1963 otetussa lähikuvassa näkyy räystään puurakenne. Räystä on muuten kokonaan puurakenteinen, mutta konsoleiden välit on muurattu tiilestä. MV RHO.



## Päätyräystään osat



*Aksonometria päätyräystästä*



Aksonometriassa näkyy rakenteiden liittyminen toisiinsa päätyräystäällä.



Hollantilainen nojaa alapäästään koururäystääseen. Tarvittaessa hollantilainen on tuettu selkäpuusta pönkällä.



Osa jäleistä kaarevista hollantilaisista on korvattu kapeammalla puutavaralla. Luonnonväärit eli luonnollisesti kaareutuvasta puusta valmistetut hollantilaiset lepäävät massiivisen 7" x 7" räystäähirren päällä loveutuen koururäystääseen.



Räystäslautojen raosta näkyy konsolipalkki.



Räystäskonsolin päällä lepäävät räystäslaudat. Räystäshirsiä ja koururäystäspuita on sidottu yhteen metallisin kiinnikkein.



## 6. YLÄPOHJARAKENNE

Louhisaaren kattorakenteen veistetyt 10” x 10” kokoiset alapaarteet kannattelevat rakennuksen yläpohjaa. Alapaarteiden yläkulmiin on lovettu noin 4 cm syvät ja 3 cm korkeat hyllyt, joiden päällä laipiolaudat lepäävät. Osa alapaarteiden välisestä laipiolaudoituksesta koostuu vain yhdestä yli 50 cm leveästä laudasta, mutta valtaosassa lautoja on kaksi rinnakkain. Rinnakkaiset laipiolaudat on vinosaumattu ja ne on kiinnitetty toisiinsa yläpuolella olevien poikkisuuntaisten listojen avulla (Lounatvuori 2005). Listat on kiinnitetty laipiolautoihin puunauloin, joista osa on myöhemmin korvattu rautanauloilla. Alapaarteiden päällä on kohtisuoraan ladottu laudoitus, jonka pinta on tervattu.

Yläpohjan eristekerroksina on alhaalta päin lukien ensin noin tuuman verran savea, jonka päälle on levitetty 4” paksuinen hiekan ja oljen seos. Olki-hiekan päällä on ohut laasti ja lappeellaan lepäävät tiilet. Alapaarteiden päällä oleva laudoitus sekä tiivis savi muodostavat erinomaisen tiiviin rakenteen, joka estää eristehiekan varisemisen salitiloihin. Hiekan variseminen on yleinen ongelma hiekkaeristetyissä yläpohjissa, eikä sitä varsinkaan edustustiloihin toivottu.

Yläpohjassa ei ole muita kantavia rakenteita kuin kattotuolien suuntaiset, ylimmän kerroksen saleissa näkyvät alapaarteet sekä

*Oikeanpuoleisessa kuvassa alapaarteiden välissä on yksi leveä laipiolauta, vasemmanpuoleisessa välissä laipiolautoja on kaksi vierekkäin. Alapaarteet on kiertynyt.*

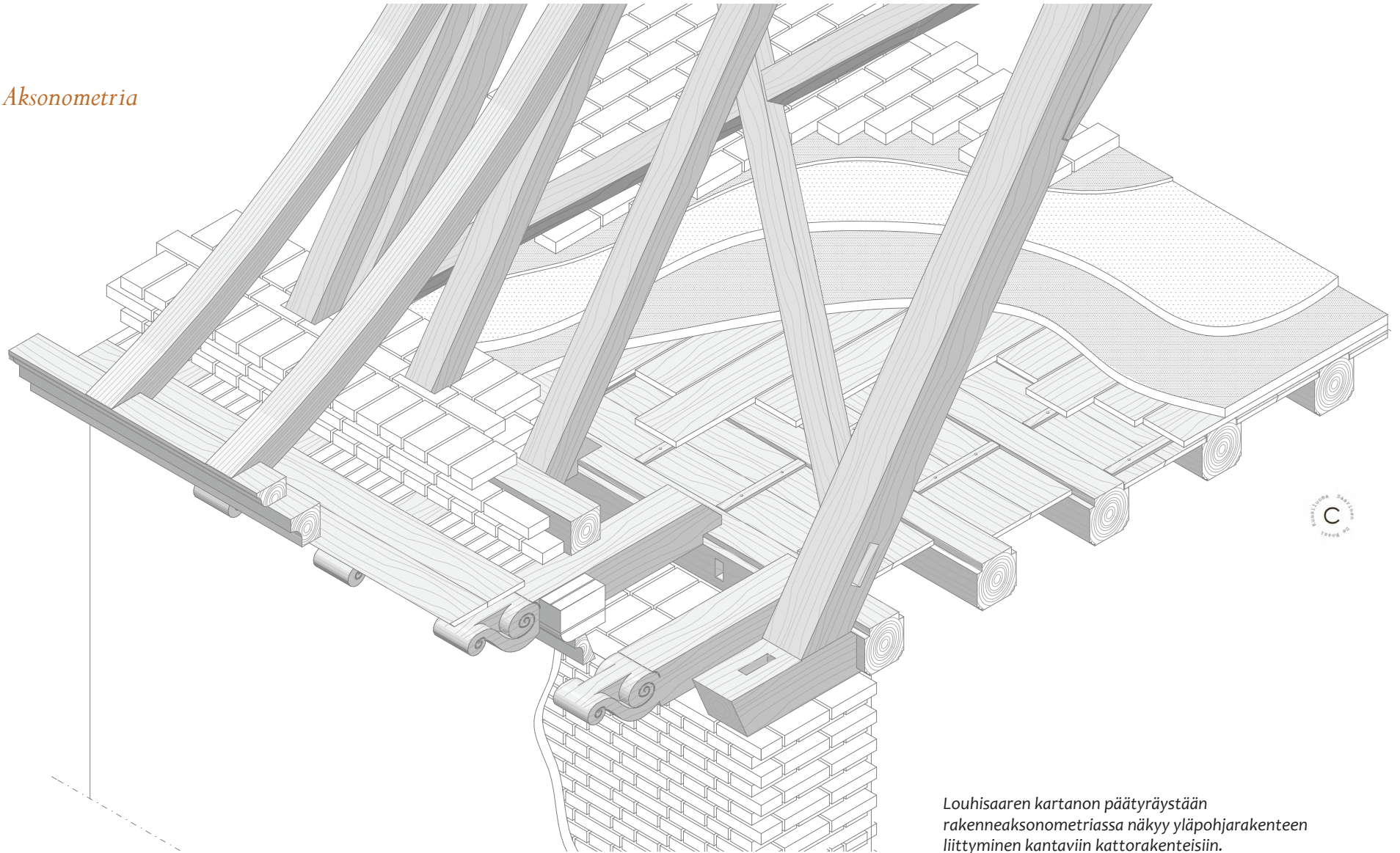
niiden päällä lepäävä laudoitus. Vintillä kävellessä yläpohja tuntuu hieman joustavan.

Alapaarteiden jänneväli erityisesti juhlasalissa on suuri, yli 10 metriä. 1700-luvun lopulta alkaen salin keskellä on ollut alapaarteita tukeva palkki. Vuoden 1963 restauroinnissa palkki poistettiin ja korvattiin kahdella vintille asetetulla teräspalkilla, joista alapaarteet on ripustettu (Museoviraston Louhisaaren käsiarkistosta tehty kooste, s.78).

Alapaarteisiin ja niiden hyllyillä lepäävien lautojen alapintoihin on maalattu kolmannen kerroksen salien koristemaalaukset.

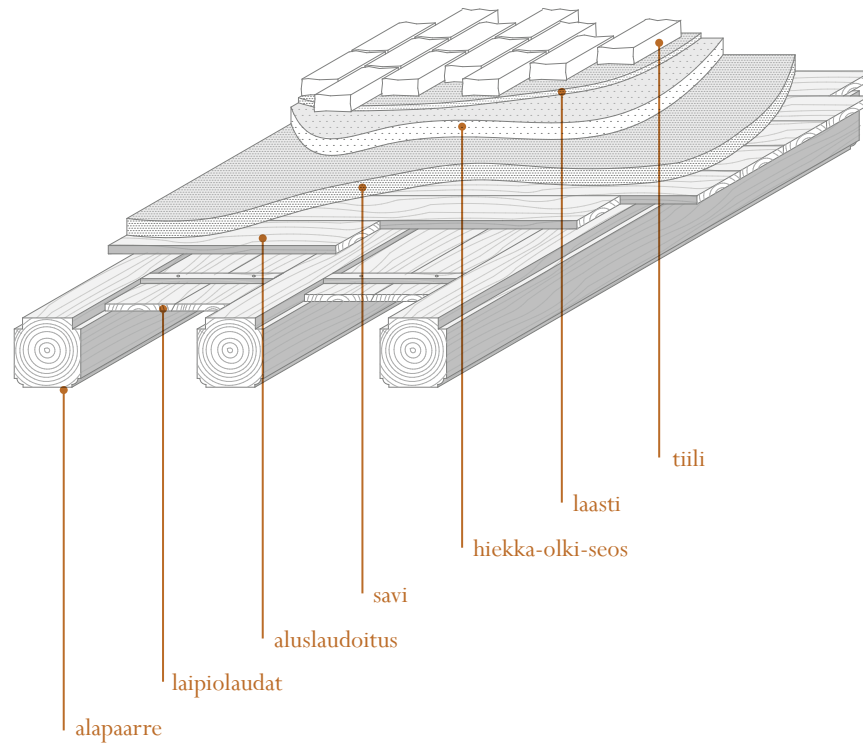


## Aksonometria



Louhisaaren kartanon päätyräystään rakenneaksonometriassa näkyy yläpohjarakenteen liittyminen kantaviin kattorakenteisiin.

## Yläpohjan rakenneosat



Yläpohjan osat aksometrisessa kaaviokuvassa ja valokuvassa.







Tiilimuurin reunaan vasten katkaistut alapaarteet näkyvät porrashuoneen seinässä.



Alapaarteiden yläreunoissa on 3 x 4 cm urat, joissa laipiolaudoitus lepää.



Yläpohjan maalaamatonta laipiolaudoitusta portaan varastossa.



*Laipiolaudoituksen listarakenteen liitoksen pieniä puunauloja.*



*Laipion puunaulan halkaisija on vain noin 5 mm.*



*Kuvien tilat eivät ole Louhisaaren kartanossa päällekkäin, mutta ne havainnollistavat kattorakenteen kokonaisuutta, jossa alapaarteet ovat osana pukki- ja kattotuolirakennetta.*

## Mahtipalkki

Vintillä on iso nelikulmaiseksi veistetty puupalkki, joka on huomattavasti vesikaton rakentamisessa käytettyä puutavaraa suurempi. Palkin mitat ovat 12"x12" (29 x 29 cm), kun pukkirakenteeseen käytetty puumateriaali oli kymmenentuumaista. Pituutta vintin mahtipalkilla oli yli viisi metriä ja se on päästään kirveellä katkaistu. Mitään tehtävää palkille ei vintiltä löytynyt, mutta on vaikea kuvitella, että painava palkki olisi tuotu vintille ilman syytä. Yksi arvaus on, että tätä puutavaraa olisi käytetty muurin sisällä jalasparruna.







## Jälkiä menneisyydestä

Louhisaaren juhlasalin katossa on Louhisaaren kartanoa esittävä maisemamaalaus. Maalauksessa kartanon katon harjalla on majakkaa muistuttava torni ja erillisiä piippuja näkyy ainakin viisi, ehkä jopa kuusi. Kattolyhtyaukotus näyttää vastaavan nykytilannetta. Erilliset piiput sen sijaan on myöhemmin yhdistetty kahdeksi savupiipuksi katon harjalle. Katkaistut kattorakenteet ullakolla paljastavatkin, että Louhisaaren kartanon kartanoa ovat muinoin koristaneet keskeistorni ja nurkkahormit.

*Yllä: Maalauksessa näkyvät nurkkien piippujen jäljet löytyvät kattorakenteista. Selkäpuut, kitapuut ja katon jiiripuu on katkaistu tai lovettu piipun kohdalta. Työvälineenä on käytetty kirvestä. Selkäpuut on paikkattu jatkopaloin hormien purkamisen yhteydessä.*

*Kesk.: Keskimmäisten kattotuolien jokaisen kitapuun keskelle (a-c) on lovettu noin 110 cm pitkä kolous: kitapuut ovat väistäneet keskellä kattoa olleen tornin rakenteita. Kuvassa näkyvät kitapuiden b ja c loveukset.*

*Alla: Ylimpien kitapuiden (a) tornirakennetta varten tehdyt loveukset.*

*Viereinen sivu: Louhisaaren kartanoa esittävä maalaus juhlasalin katossa.*

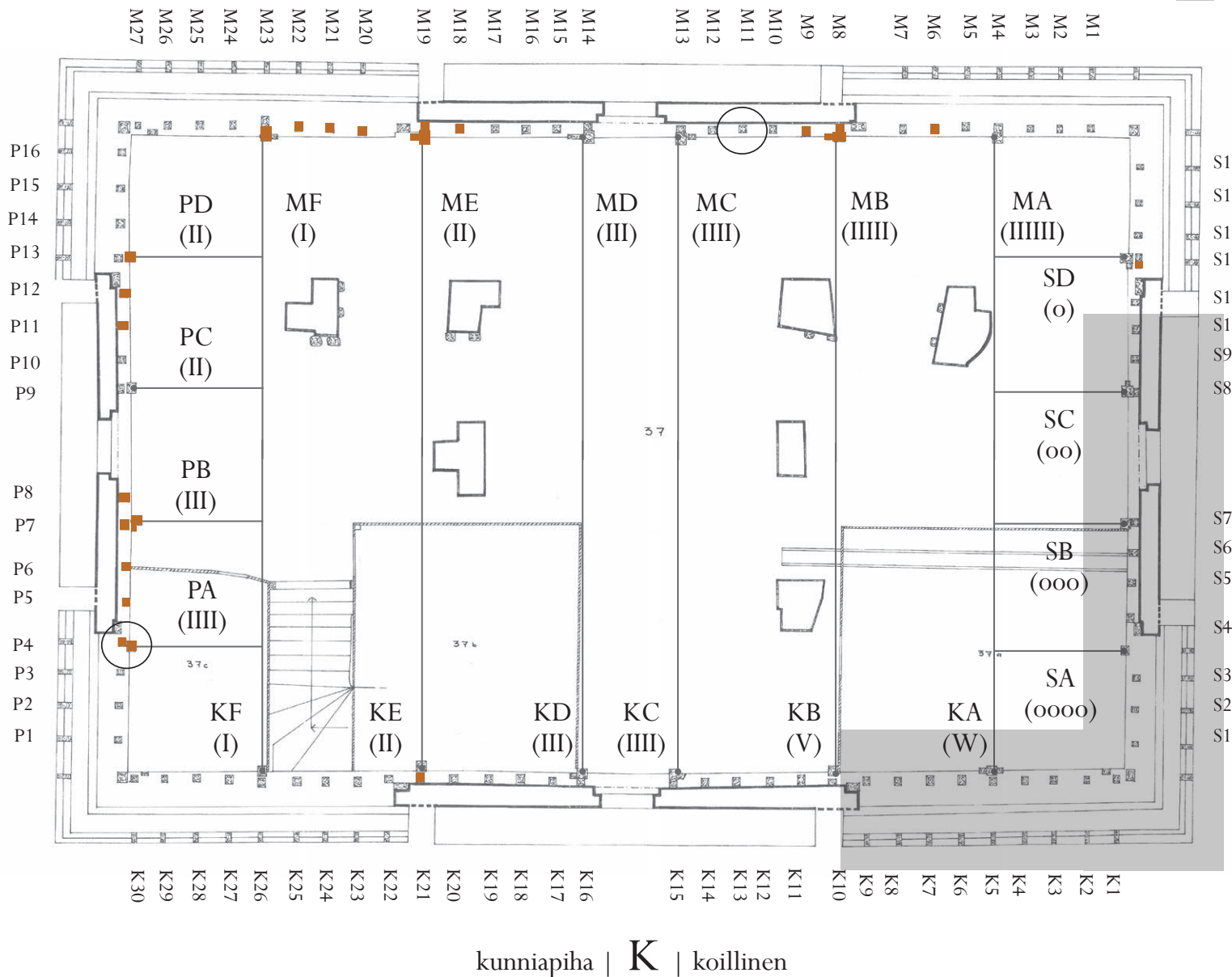
## 6. Yläpohjarakenne



meri | M | lounas

Näkyvä lahovaurio  
Alue, jota ei tutkittu

puutarha | P | kaakko



sauna | S | luode

kunniapiha | K | koillinen

Pukkien ja selkäpuiden nimeäminen. Sulkeissa on esitetty pukkeihin kaiverretut alkuperäiset merkinnät. Suoritetun avausten sijainnit ovat ympyröity.

## 7. VAURIOIDEN KUVAUS

Louhisaaren kartanon kattorakenteet liitoksineen ovat laadukkaasta puutavarasta hyvin valmistettuja ja ne ovatkin pääosin hyvässä kunnossa.

Katselmuksesta selvisi, että eniten lahovaurioita esiintyy kattorakenteen ja muurin liitoksissa. Tämän lisäksi myös vesikaton aukotusten ympärillä näkyi vanhoja vuotokohtia. Rakenteen yläosassa havaittiin lahovaurio vain yhdessä kohdassa. Meren puolella lahovaurioiden määrä on suurempi, ja muutoin lahovaurioita esiintyy enemmän pukeissa ja kattotuoleissa vesikaton aukotusten läheisyydessä. Tiilimuurista nousevissa rakenteissa näkyi myös vanhoja korjausjälkiä.

Selkäpuiden, pukin jalkojen, saksipuiden ja vinotukien päät ovat tiilimuurin sisällä, joten lahovaurioiden kokonaislaajuutta ei päästy näkemään. Vaurioiden kartoittaminen vaatii ulkoseinien yläosan muurauksen purkamista.

Kattorakenteessa on myös vanhojen piippujen läpivienneistä aiheutuneita kolouksia ja korjausjälkiä, jotka eivät merkittävästi heikennä rakennetta. Juhlasalin katon päällä ei ollut lupa kävellä, joten sen alueelta selkäpuiden ja pukkien alaosia ei voitu tarkastaa.



Selkäpuun lahovaurio.





Pukkeja yhdistävä saksipuu on lahovaurioitunut viereisestä kattolyhdystä vuotaneen veden takia. Lounaissivulla on kolme lahovaurioitunutta saksipuuta.



Koko kattorakenteen ainut yläosan lahovaurio koillisen puolen selkäpuun ja ylimmän kitapuun (a) liitoksessa.



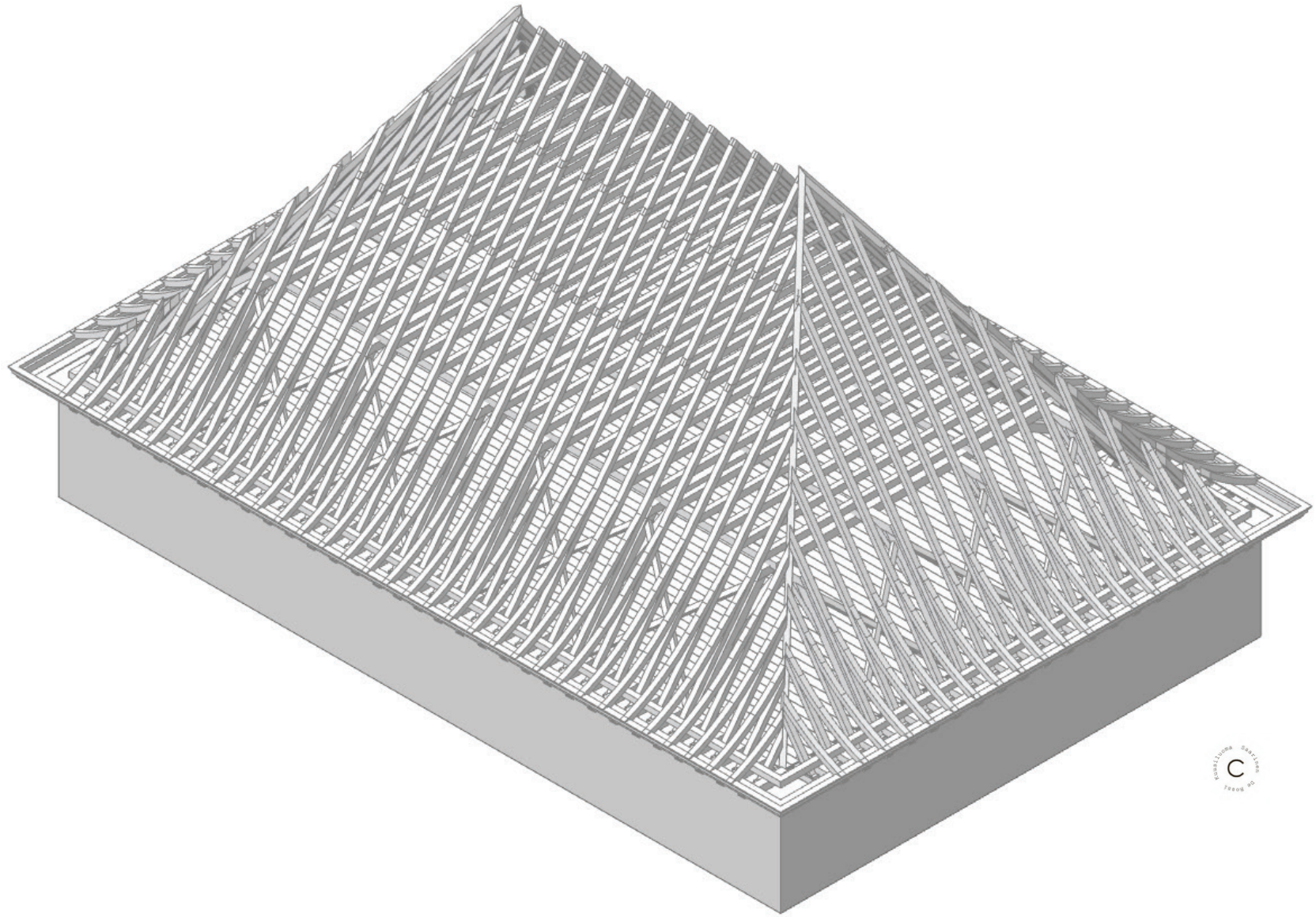
Selkäpuun vanha korjaus.



Selkäpuun lahovaurio. Myös takana näkyvä keskiakselin päätykolmioon liittyvä puuosa on alapäästään lahonnut.



Kuvassa oikealla näkyy muurin sisäisestä liitoskohdastaan täysin lahonnut saksipuu ja kattotuolin selkäpuu. Myös muurin sisällä olevassa kehäpuussa oli selkäpuun kohdalla lahovauriota.



## 8. RAKENTAMISJÄRJESTYS

Kattorakenteen osat, pukit ja kattotuolit, on veistetty ja koottu maassa, jonka jälkeen ne on nimikoitu liitosmerkinnöin. Liitosmerkit on veistetty siististi liitoksen läheisyyteen puutavaran molemmin puolin. Nimikoidut kattorakenteet on purettu takaisin osiin ja kuljetettu tasakerran päälle, jossa pukki ja kattotuolit on koottu uudelleen ja yhdistetty.

Sekä pukit että kattotuolit on tapitettu luoteesta päin. Pukin tapeista osa on katkaistu, osa jätetty pitkiksi. Kattotuolien lapaliitokset ovat selkäpuiden luoteisella sivulla. Liitosten tapeista valtaosa on jätetty pitkiksi. Tappien reikien porausta varten on alkukohtaan veistetty kulmikas aloituskohta.

Pitkän sivun pukit on nimikoitu juoksevana numerointina I–IIIIII -merkein kaakosta alkaen. Päädyn pikkupukit on nimikoitu myös I–IIII lounaasta alkaen. Kattotuolit (16 kpl) on nimikoitu I–XIII -merkein, mutta ne eivät ole numerojärjestyksessä.



Kattorakenteen liitosmerkkejä.



Kattotuolin selkämpuiden ja alimpien kitapuiden liitoksia. Osa tapeista on katkaistu, osa ei.



Kattotuolissa tapinreian porausta varten tehty alku on nelikulmainen.



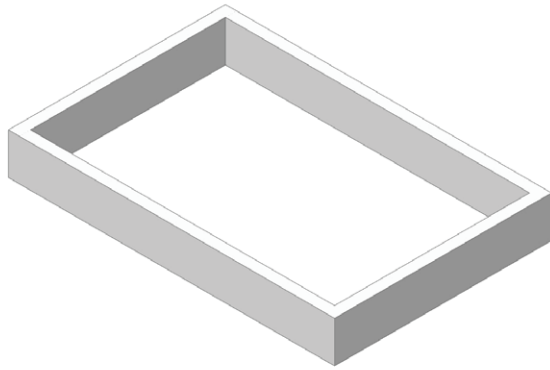
Pukissa porauksen alkukohta on pyöreämpi.



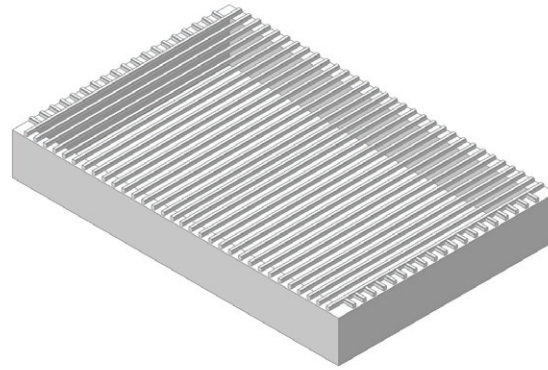
Päätypukki PC. Taustalla näkyy ullakon komero, jossa on tutkimuksen kohteena oleva päätypukki PA.



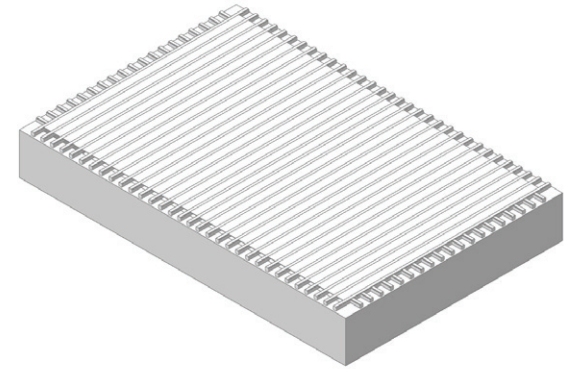
Päätypukki PC:n liitos pukkiin F (vanha numerointi I).



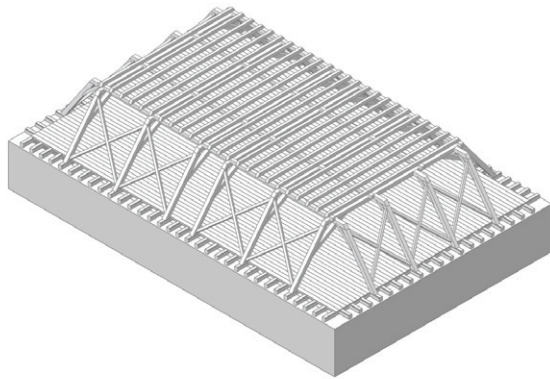
1. Muurit.



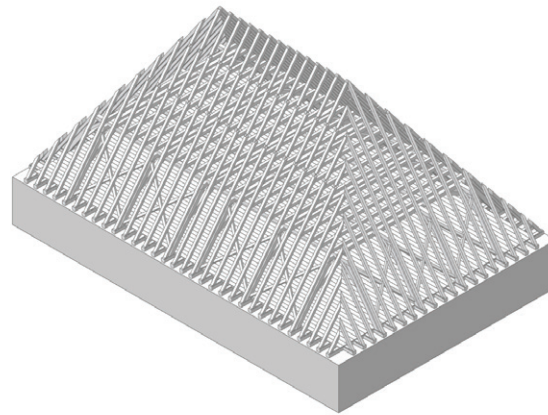
2. Alapaarteet.



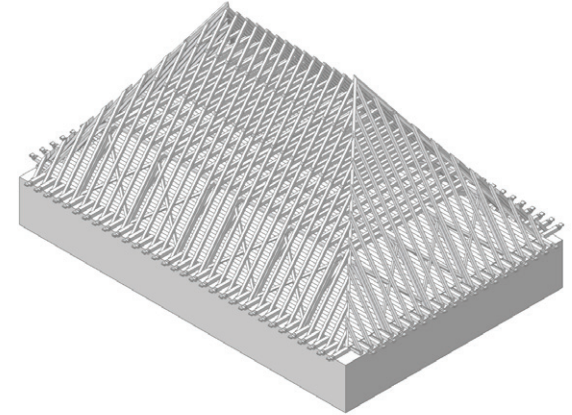
3. Laipiolaudoitus. Alapaarteiden väleihin niiden suuntainen laudoitus. Alapaarteiden päälle ristikkäinen laudoitus.



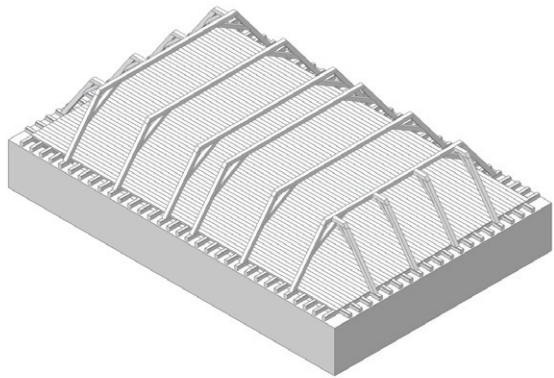
7. Alimmat kitapuut (c) vuoliaisten päälle.



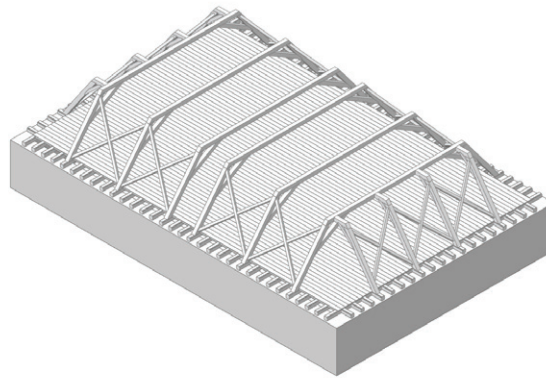
8. Selkämpuiden pystyttäminen ja ylimpien kitapuiden (a ja b) kiinnittäminen lapaliitoksiin.



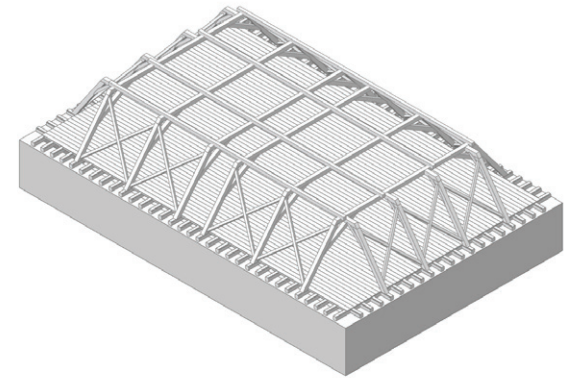
9. Räystäskonsolien asettaminen räystäälle.



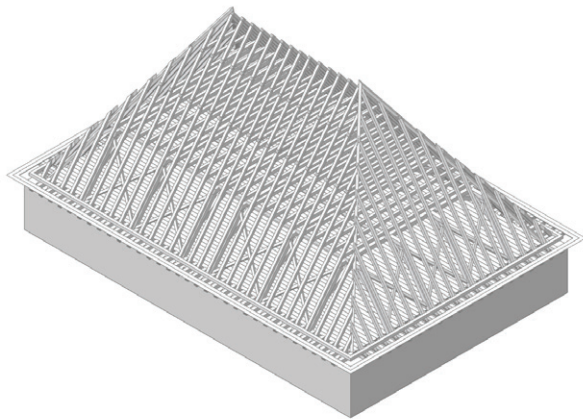
4. Pukkirakenne.



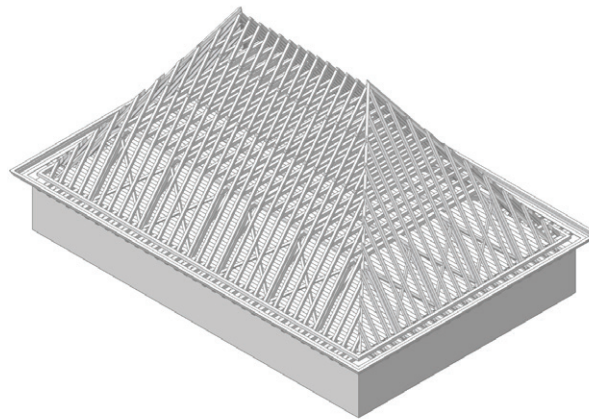
5. Pukkirakenteen jäykistys saksipuvin.



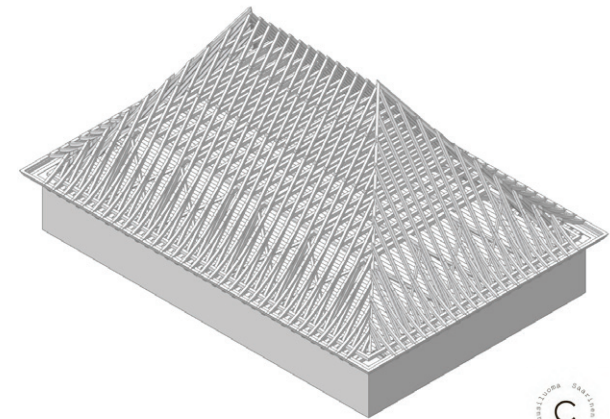
6. Vuoliaisten asettaminen pukkien päälle.



10. Kehäpuu räystäskonsolien ja kääpien päälle, räystäslauditus.



11. Räystäshirren ja koururäystään asentaminen.



12. Hollantilaisten asentaminen.



## LÄHTEET

### *Painetut lähteet*

Lounatvuori, Irma ja Knapas Marja Terttu, 2005 (toim.). *Louhisaaren kartano, suku ja rälssi - säteri ja kirkko*. Museovirasto, Helsinki.

### *Internet-lähteet*

Museovirasto 2009 a. Valtakunnallisesti merkittävät rakennetut kulttuuriympäristöt RKY. Sarvilahden kartano ympäristöineen. [http://www.rky.fi/read/asp/r\\_kohde\\_det.aspx?KOHDE\\_ID=118](http://www.rky.fi/read/asp/r_kohde_det.aspx?KOHDE_ID=118) (7.12.2017).

Museovirasto 2009 a. Valtakunnallisesti merkittävät rakennetut kulttuuriympäristöt RKY. Louhisaaren kartano ja Askaisten kirkko. [http://www.rky.fi/read/asp/r\\_kohde\\_det.aspx?KOHDE\\_ID=1750](http://www.rky.fi/read/asp/r_kohde_det.aspx?KOHDE_ID=1750) (4.10.2017).

### *Selvitykset, asiakirjat ja muistiot*

ISO 13822, *Guidelines for the on-site assessment of historic timber structures* 4.12.2016

Zetterberg, Pentti 1998. *Askaisten Louhisaaren kartanon päärakennuksen ja kahden sivurakennuksen iänmäärittäminen, dendrokronologiset ajoitukset FIT6701-FIT6730*. Dendrokronologian laboratorion ajoituseloste. Joensuun yliopisto, Karjalan

tutkimuslaitos, ekologian osasto, dendrokronologian laboratorio.

Lounatvuori, Irma 2002. Huonekohtaisia tietoja suunnitelluista ja toteutetuista restaurointitöistä. Kopioitu MV RHO:n arkistossa olevista restaurointityöryhmän muistioista ja pöytäkirjoista.

### *Suulliset lähteet*

Hallgren, Mattias 2017. *Louhisaaren kartanon rakennushistoria ja restaurointi*. Luento *Perinteiset vesikattorakenteet Suomessa* -seminaarissa 11.9.2017 ja haastattelu 15.11.2017.

Nieminen, Merja 2017. Arkkitehti. *Louhisaaren kartanon rakennushistoria ja restaurointi*. Luento *Perinteiset vesikattorakenteet Suomessa* -seminaarissa 12.9.2017.

### *Kuvalähteet*

Valokuvat ja kuvien käsittely tekijöiden, ellei toisin mainittu.

Jorma R. Peltonen, 1962. mittauspiirustukset Louhisaaren kartanosta (MV RHO).

Museovirasto, kuva-arkisto (MV KA).

P-O. Welin 1963. Museovirasto, Rakennushistorian osasto (MV RHO).



## KATTOTUOLIEN OSIEN NIMET RANSKAKSI

Panu Savolainen

*Ferme* (f.) = kattotuoli

*Ferme* on ranskan kielessä alkuaan adjektiivi, ja se tulee latinan adjektiivista *firmum*, joka merkitsee myös ranskassa vankkaa, horjumatonta, lujaa jne. *Ferme* merkitsee ranskan substantiivina paitsi kattotuolia myös muun muassa maatilaa tai tilanvuokraa ja teatterin kulissia

1. *Panne sablière* (f.) = jalasparru/hirsi

*Panne*, latinan sanasta *patena*, merkitsee vaakatasoista metalli- tai puutankoa. Sana on homonyymi, merkityksensä myös pysähdys tai rikki oleminen (en panne, lat. *penna*). *Sablière* on johdos sanasta *sable* eli hiekka (lat. *sabulum*), ja nimi tulee todennäköisesti alkuaan siitä, että tämä rakenteen osa on hiekkakiveä (tai muurinharjan hiekkaa) vasten.

2. *Blochet* (m.) = käpälä

Johdos ranskan sanasta *bloc* (joka puolestaan germaaninen laina sanasta *bloch*). Merkitsee kattotuolin osan ohella möykkyä ja puupölkkyä sekä kasaa, tukkua jne.

3. *Jambe de force* (f.) = konttipuu

Kirjaimellisesti ”voimajalka”.

4. *Entrait* (m.) tai vetoa vastaan ottava *tirant* (m.) = alapaarre

Mahdollisesti latinan sanasta *trabs*. Tarkka etymologia ja merkitys ei ole selvillä. *Tirant* on gerundi verbistä *tirer* (vetää).

5. *Arbalétrier* (m.) = selkäpuu

Sanasta *arbalète* eli jousi (lat. *arcuballista*). *Arbalétrier* merkitsee jousentekijää ja jousimiestä sekä tervapääskyä.

*Chevron* (m.) = vuoliainen

Laroussin sanakirjan mukaan kansanlatinan vastaavasta sanasta *caprione*. *Chevron* merkitsee myös vuohen (*chèvre*) villaa. *Chevron* tarkoittaa myös merkkiä ’>’ sekä kersantin ja kersantin sotilasarvon johdannaisten sotilasunivormun olkapäälle kiinnitettävää arvomerkkiä.

6. *Entrait retroussé* (m.) = on alin kitapuu konttikattotuolissa (jos ei ole alapaarretta)

*Entrait* (ks. edellä) tarkoittaa alapaarretta. *Retroussé* on partisiipin perfektin verbistä *retrousser*, mikä merkitsee ylösnostamista tai ylös käärimistä (esim. hihat).

7. *Faux entrain* (m.) = alapaarteen tai alimman kitapuun yläpuolinen kitapuu.

*Entrain* (ks. edellä) tarkoittaa alapaarretta. *Faux* merkitsee valheellista tai väärää (=valealapaarre/valekitapuu).

8. *Echarpe* (f.) = saksipuu

Merkitsee vinoa suuntaa, kädenkannatinta, olkapäältä vyötäisille poikittain sidottua vyöhyttä jne. *Changer d’écharpe* merkitsee mm. puolueen vaihtamista. Kantagermaanin sanasta *skerpa* (saks. *scherbe*).

9. *Aisselier* (m.) = pönkkä

Vanhasta ranskan lankkua merkitsevistä sanasta *aisselle* tai sitten mm. kainalokuoppaa ja lehtihankaa merkitsevistä sanasta *aisselle* (lat. *axilla*).

10. *Contrefiche* (f.) = vastapönkkä

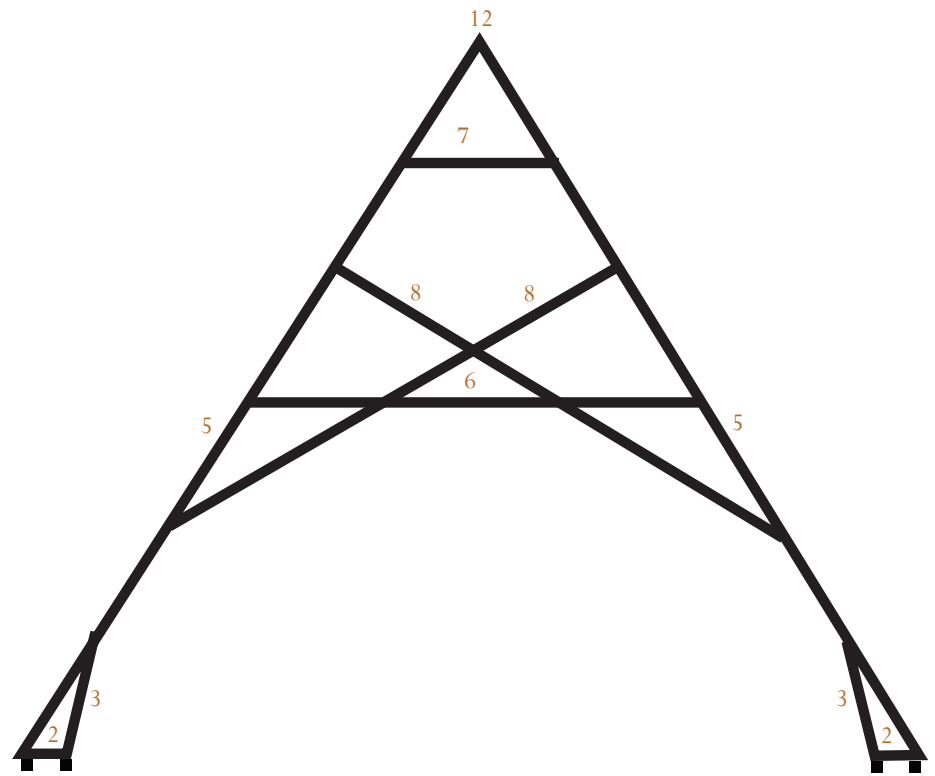
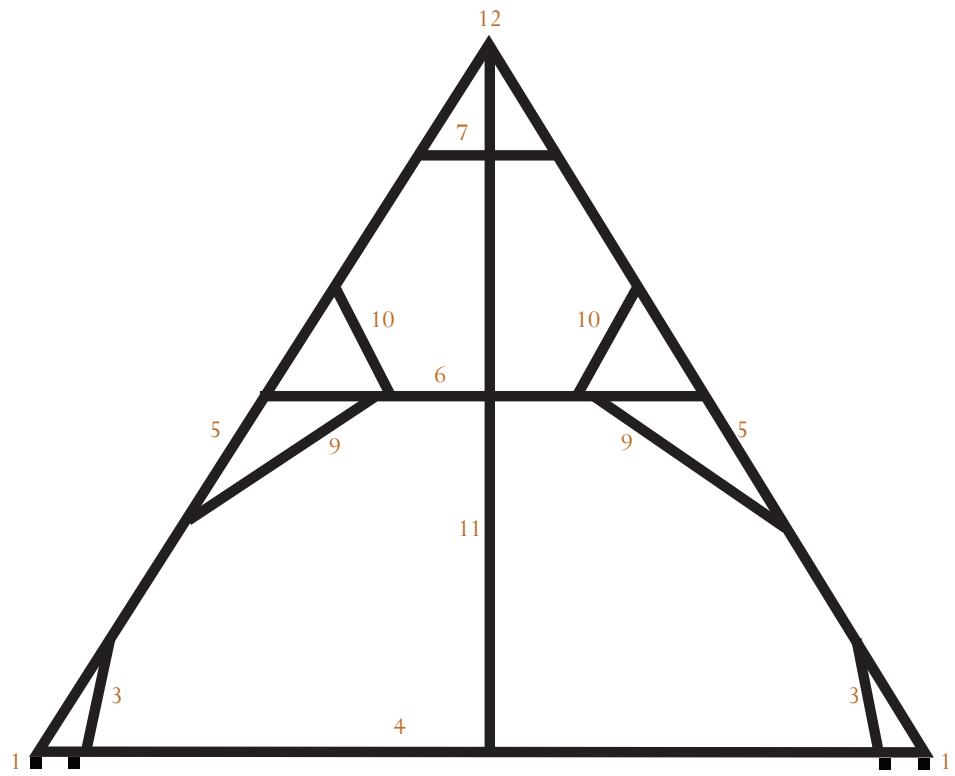
*Contre* (=vasta, vastaan). *Fiche* merkitsee esineenä puu- tai rautapuikkoa, kiellentappia jne. Mahdollisesti kattorakennetta merkitsevä sana on johdos latinan verbistä *figere* (korjata).

11. *Poinçon* (m.) = pystysauva

*Poinçon* on kattotuolin keskellä harjalta alapaarteeseen kulkeva pystysuuntainen jäykistävä sauva. Merkitsee naskalia, leimasinta, kairaa jne. Alun perin latinan sanasta *punctionem*, joka on verbin *punctio* (läpäistä, rei’ittää, pistää) taivutusmuoto.

12. *Panne Faîtière* (f.) = harjaruode

*Panne*, latinan sanasta *patena*, merkitsee vaakatasoista metalli- tai puutankoa. *Faîtière* sanan *faîte* johdos. *Faîte* merkitsee harja, puunlatvaa, vuorenhuippua jne. Muinaisyläsaksan sanasta *firste*.



## KATTOTUOLIEŃ OSIEN NIMET ITALIAKSI

*Martino De Rossi*

*Capriata* (f.) = kattotuoli

Johdos latinan sanasta *capra* (vuohi), muuntunut rakennetekniseen merkitykseen.

1. *Catena* (f.) = alapaarre

Kirjaimellisesti ”ketju”. Käsittää kaksi puosaa, jotka on kiinnitetty toisiinsa vinolla hammaslapaliitoksella ja metallisilla pannoilla.

2. *Controcattena* (f.) = kitapuu

Katso *Catena*. Kirjaimellisesti ”vastaketju”.

3. *Puntone* (m.) = selkäpuu

Kirjaimellisesti ”pönkittäjä”. Pääosin puristusta vastaanottava rakennosa.

4. *Contropuntone* (m.) vinotuki/nyde/vitaposki

Katso *Puntone*.

5. *Saetta* (f.) = vinotuki/nyde/vitaposki

Kirjaimellisesti ”salama”.

6. *Frontone* (m.)

Kirjaimellisesti ”otsa”.

7. *Colonnello/monaco* (m.) = konttipuu

Kirjaimellisesti ”eversti” tai ”munkki”. Latinan sanasta *columna*, pylväs. Nimitys munkki tuli käyttöön vasta 1900-luvulla. Kreikaan sanasta *monachos*, johdos sanasta *monos*, yksin.

8. *Corrente* (m.) = vaakasauva/pitkittäinen juoksu/ankkurihirsi (mikäli ankkuroitu päästä muuriin)

Kirjaimellisesti ”juokseva”.

9. *Barbacane* (m.) = hylly

Kirjaimellisesti ”partakoira”. Puinen tai kivinen ”hylly”, joka kasvat-  
taa kattotuolin muurille tulevan puristuspinnan pinta-alaa.

10. *Dormiente* (m.) = jalasparru

Kirjaimellisesti ”nukkuva”. Puinen tai kivinen rakennusosa, joka siir-  
tää kattotuolin puristuksen muureille.

### **Kuvan kattotuoli**

*Capriata complessa o “Palladiana”, sec. XVI, Venetsia, Arsenale, Tesa 113*

pituus: n. 25 m (70 Venetsian jalkaa)

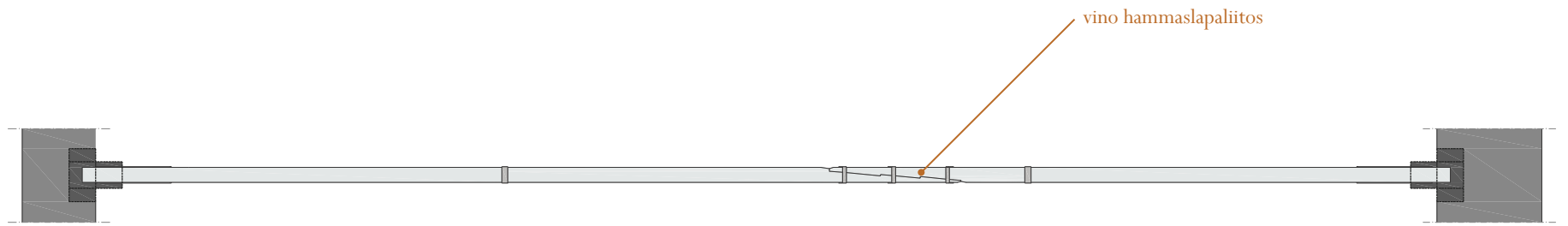
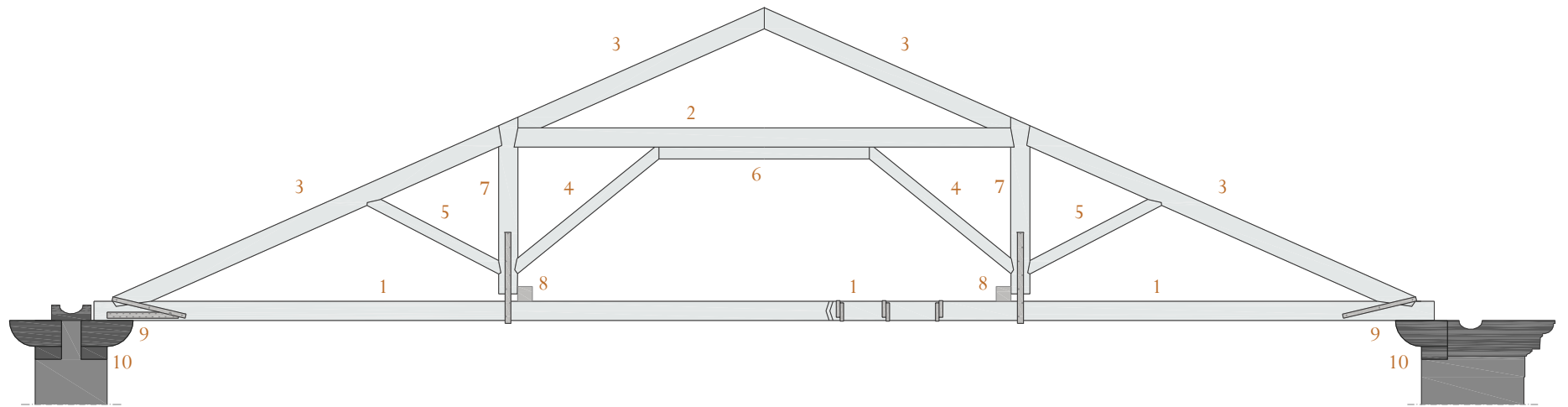
korkeus: n. 5,2 m (15 Venetsian jalkaa)

puiden mitat: n. 26 x 35 cm (1 x 3/4 Venetsian jalkaa)

1 Venetsian jalka = n. 34,8 cm

Piirustukset: Martino De Rossi (IUAV), 2010

Nimitykset: Mario Piana, *Le misure delle capriate lagunari dei secoli XIV-  
XVI*, IUAV 1998



## KATTOTUOLIEN OSIEN NIMET VENÄJÄKSI

*Valeryia Pulko*

Стропила [stropila, mon.]

Kattotuolit. Sana on peräisin muinaisvenäjän kielestä ja tarkoittaa kattoa ja ullakkoa.

Стропильная нога [stropilnaja noga]

Selkäpuu, suora käännös on ”kattotuolin jalka”.

Затяжка [zatjazka]

Kitapu, suora käännös on ”kirstyspuu”, (RIL) sidepalkki, sidetanko, kirstystanko.

Ригель [rigel]

Kitapu, lainasana saksan kielen sanasta Riegel, ”salpa”, (RIL) sideorsi, sidetanko, poikkipalkki.

Лежень [ležen]

Jalasparrun tapainen puu kattotuolin keskellä ja makaa väliseinän päällä; sanan voi kääntää ”puu, joka vain makaa”. (RIL) pitkittäispuu.

Мауерлат [mauerlat]

Jalasparru, suora lainaus saksan kielen sanasta Mauerlatte.

Балка перекрытия [balka perekrytija]

Alaraarre tai vetopuu, suora käännös on ”välipohjan palkki”.

Стойка [stoika]

Ripustussauva, sanan voi kääntää ”pystysuuntainen tuki” tai ”seisova tuki”.

Прогон [progon]

Ankkurihirsi, sana on vanha ja sillä on monta merkitystä kuten ”maksu hevoskyydistä tai junamatkasta 1800-1900-luvulla”, ”karjakuja”, ”ajo”, ”teatterin läpimenoarjoitus”, ”portaikko”. (RIL) vuoliainen, pääpalkki, katto-orisi.

Ветровая балка [vetrovaja balka]

Reivipu, tai vinopuu, suorakäännös on ”tuulipuu”.

Конёк крыши [konjok kryši]

Katon huippu, suora käännös on ”katon heppa/hevonen”, (RIL) katonharja (huom. että venäläisessä kansanrakentamisessa harjahirren päähän veistettiin mieluusti heppa).

Коньковый прогон [konkovyi progon]

Kurkihirsi, sanaparin voi kääntää ”hevosen ulkoilupolku” (vrt. edellinen heppa).

Обрешётка [obrešotka]

Naulapu tai ruodepuu, suorakäännös on ”verkko” (RIL) ruodelaudoitus.

Кобылка [kobyłka]

Selkäpuun jatkos ja räystään osa, suorakäännös on ”tamma”. (RIL) vasikka, poikittainen apukannake räystään tuentaan.

Лобовая доска [lobovaja doska]

Räystään etuosaa, suora käännös on ”otsapu”, etulauta.

Подкос [podkos]

Kattotuolin vinopuu tai pönkkä, suorakäännös on ”vinosauva”. (RIL) vinoside, vinotuki.

Шпала [špala]

Tassu, suora käännös on ”ratapölkky”.

Бабка [babka]

Keskimmäinen ripustussauva, suora käännös on ”mummo”.







# Vertaispukkirakenteet Suomessa

HERTTA HJELT, AAMU KOIVISTOINEN, MIMMI KOPONEN, REETTA LEHTIRANTA, PAULIINA SAARINEN & PEKKO SANGI

## SISÄLLYS

1. Pukkirakenteen kehitys 162
2. Louhisaaren kartanon kattorakenne 164
3. Uudenkaupungin vanha kirkko 166
4. Uudenkaupungin vanhan kirkon kattorakenteen rakenneperiaate 173
5. Askaisten kirkko 186
6. Askaisten kirkon kattorakenteen rakenneperiaate 189

## 1. PUKKIRAKENTEEN KEHITYS

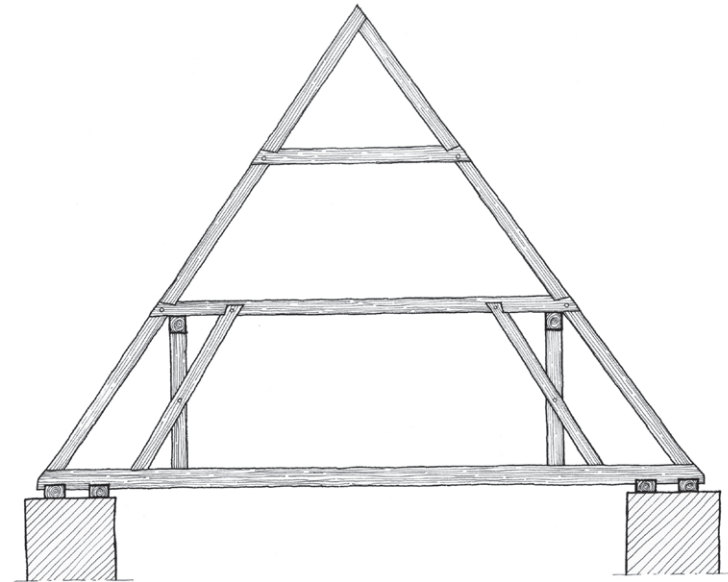
Keski-Euroopassa kattotuolirakenteet kehittyivät nopeasti sydänkeskiajalla, kun kasvavissa ja tiivistyvissä kaupungeissa kaivattiin tehokkaampia rakennuksia. Kattorakenteita kehitettiin, jotta ullakot saatiin käyttöön joko varastointiin tai asumiseen. Rakennustekniikan kehityksen myötä ullakotilaan muodostui useita asuinkerroksia. (Zwenger 2000, 176, 180.) Hirsiristikkorakenne oli vallitseva tapa tehdä taloja, ja kyseisessä rakennustekniikassa käytetyt tappiliitokset siirtyivät myös kattorakenteisiin. Tekniikan kehittämiseen ajoi puumateriaalin rajoitettu saatavuus, jolloin rakenteiden toimintaan jouduttiin kiinnittämään enemmän huomiota kuin massiivirunkorakenteissa. (Zwenger 2000, 43.) Uusien rakenteiden työstäminen ja kokoaminen vaativat myös massiivirunkorakenteita enemmän työkaluja sekä ammattitaitoa, mutta niistä oltiin valmiita maksamaan lisätilan tuoman taloudellisen hyödyn takia. Rakennusosia esivalmistettiin muualla kuin rakennuskohteessa ja osien numeroinnilla varmistettiin niiden yhteensopivuus. (Harris 2001, 15, Zwenger 2000, 85.)

Kattotuolin yksinkertaisin muoto on yläosastaan tapitetusta selkäpuuparista ja niitä yhdistävästä alapaarteesta muodostuva kolmio (Zwenger 2000, 180, 186). Selkäpuiden kasvaessa pituutta tarvittiin lisärakenteita estämään niiden taipumista. Yksinkertainen keino tukea rakennetta oli lisätä kitapuita, mutta jännävälän kasvaessa etenkin alimpien kitapuiden omapaino alkoi tuottaa vetoa selkäpuiden liitoksiin. Rakenteen vahvistamiseksi alimman kitapuun ja selkäpuun liitoksen kohdille tuotiin tukipuut, jolloin muodostui kaksitukinen piirukatto (engl. ver-

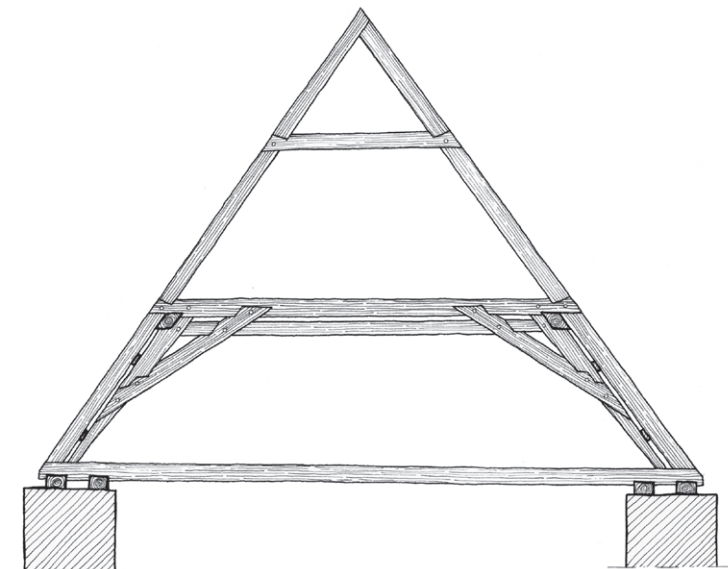
tical queen post roof, saks. stehender Stuhl). (Rieth et al. 1997, 67; Zwerger 2000, 184.)

Rakenne toimi, mutta pystytukien välittämät kuormat tuli huomioida rakenteessa, mikä merkitsi tarvetta alapuoliselle tuelle. Tukien lukumäärä kasvoi mennessä kerroksesta alaspäin ullakolla. Tarve hävisi, kun pystytuet käännettiin selkäpuiden suuntaiseksi ja kuormat ohjattiin suoraan alemman kerroksen tuelle. Vinoja tukia piti pystyssä ja yhdisti yläpaarre ja niiden liitosta tuki diagonaalinen pönkkäpuu (Zwerger 2000, 184–185; Rieth et al 1997, 65.) Rakenne muodosti yhdessä alapaarteen kanssa *pukin*, joka toimii riippuunsa tavoin (engl. inclined queen post roof/queen strut roof, saks. liegender Stuhl). Pukin vinotukia yhdisti sekä yläpuolelle asetettu ankkurihirsi/sideorssi että sakset tai pönkkäpuun kaltaiset vinotuet ankkurihirteen. Selkäpuiden sekä pukin vinotukien alapään aiheuttaman työntövoiman takia niiden päät tuli asettaa tarpeeksi kauas pääkattopalkin päistä, jolloin ne asettuivat seinän sisäreunaan. Tällöin räystään ylitys tuli järjestää erillisen taitteen, niin kutsutun hollantilaisen katon avulla (kuva seuraavalla sivulla). (Zwerger 2000 180, 184–185.)

Pukkeja voitiin asettaa päällekkäin, jolloin syntyi asuinkeroksia ilman tilojen käyttöä haittaavia kattorakenteen osia. Rakenteeseen voitiin myös yhdistää vanhempaa mallia kaksitukisesta katosta tai yksittäistä tukipuuta (engl. king post roof, saks. einfaches Hängewerk/Hängebock), joka otti vetoa alimman pukin ylä- tai alapaarteelta tai erilaisena rakennetyyppinä välitti kuormia alaspäin, mikäli alapuolelle pystytettiin tuomaan tukea (Zwerger 2000, 185–186.) Askaisten kirkossa pukkirakenteeseen on yhdistetty kontit sekä selkäpuita yhdistävät sakset.



Kaksitukisen piirukaton rakenneperiaate.



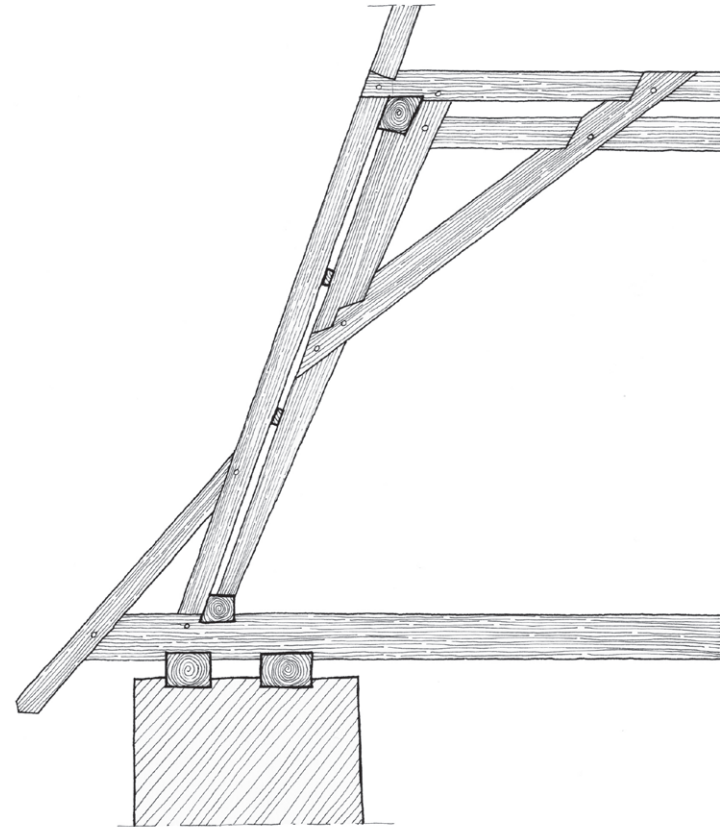
Pukkirakenteen periaate.

## 2. LOUHISAAREN KARTANON KATTORAKENNE - KESKIEUROOPPALAINEN TUULAHDUS RUOTSIN SUURVALTA-AJAN SUOMESSA

Tutkittaessa 1600-luvun suomalaisia kattorakenteita selvisi, että lähdemateriaali katemateriaaleista ja kattomuodoista on suppeaa eikä kattorakenteista mainita mitään. Kirkkojen kattorakenteiden rakennustekniikka ja materiaalit pysyivät pitkälti samoina keskiajalta 1800-luvulle (Pihkala 2009, 39, 98). Asuinrakennuksissa maaseudulla ja kaupunkien laidoilla vuoliaiskattorakenne oli käytössä 1800-luvun lopulla ja paikoin vielä 1900-luvun alkupuolella.

Kattotuolirakenteita tavataan 1600-luvulla kirkkorakennusten ulkopuolella kartanoissa, sota- ja virkamiestaloissa sekä mahdollisesti kaupungeissa (Niiranen 1981, 33-36), jonne Henrik Lilius kirjoittaa porvareiden rakennuttaneen korkeita aumakattoja (Lilius 1988, 77). Kattorakenteiden tekniikkaa hän ei tuo esiin ja mainitsee 1600-luvun asuntoarkkitehtuurin tutkimuksen perustuvan pääasiassa asiakirjoihin. Kattotuolirakenteet yleistyivät asuinrakennuksissa 1700- ja 1800-lukujen kuluessa ja tällöin pääosin kirkoista tunnettuna ruotsalaisena konttikattotuolina (Niiranen 1981, 34).

Louhisaaren pukkikattorakenteen esikuvat tulevat Ruotsista, josta tuotiin myös rakennustöihin osallistunut muurarimestari ja kirvesmies Jacob (Härö 1988, 219; Gardberg 2002, 138). Rakenne esiintyy vuonna 1649 julkaistussa Johannes Wilhelm-*sin* teoksessa *Achitectura Civilis*. Teoksessa esitetään pukkirakenne myös yhdistettynä muihin kattorakenneratkaisuihin (Wilhelm 1649, 35-46). Saksassa pukkikattorakennetta esiintyi jo 1400-luvulla (Dachtragwerke).



Hollantilainen räystäsrakenne.

Samana aikakautena vertailukohteita löydetään myös lähempää Louhisaaren kartanoa. Askaisten kirkon rakennutti Louhisaaren rakennuttaja Herman Klaunpoika Fleming, ja se valmistui vuonna 1653. Kirkossa ja kartanossa työskenteli luultavasti sama muurarimestari, ja niiden kattotuolirakenteissa on selviä yhtenäisyyksiä (Gardberg 2002, 137). Noin kolmekymmentä vuotta aiemmin valmistuneen Uudenkaupungin vanhan kirkon kattorakenne tarjoaa toisen suomalaisen vertaiskohteen. Kirkkoa ei ole rakennettu samoilla taloudellisilla resursseilla kuin myöhempää Askaisten kirkkoa ja rakennushistorian moninaisuus herättääkin kysymyksen, miksi juuri kyseiseen pukkikattorakenteeseen ollaan aikanaan päädytty (Simelius 1929, 4). Parhaimmat vertailukohteet Louhisaarelle löytyvät Tukholmasta, jonne rakennettiin samaan aikaan useita kaupunkipalatsseja. Niissä toteutettiin saman tekniikan mukaisia kattorakenteita (Härö 1988, 219; Hallgren 2017).

### 3. UUDENKAUPUNGIN VANHAN KIRKKO

Vehmaan kihlakunnan talonpojat olivat jo 1600-luvun alussa valmistaneet pitkään puuesineitä, erityisesti puuastioita. Tuotannon historian uskotaan ulottuvan pitkälle keskiaikaan. Alueen asukkaita kutsuttiinkin tämän vuoksi vakkasuomalaisiksi. Tuotannon vaikutukset ulottuivat myös Ruotsiin, sillä meriyhteydet Vehmaasta olivat erinomaiset. Talonpojilla oli sekä oikeus myydä vapaasti tuottamiaan hyödykkeitä että matkustaa vapaasti.

Talonpoikien käymä kauppa häiritsi porvareita, joita koskivat kaupunkien raskaat verovelvollisuudet. Pitkään Turun, Rauman ja Porin kaupungit pyrkivät vaikeuttamaan vakkasuomalaisen kukoistavaa kaupankäyntiä. Edellä mainittujen kaupunkien edustajat esittivät vuoden 1616 valtiopäivillä, että talonpoikien harjoittama maakauppa siirrettäisiin Raumalle. Kuningas määräsi esityksen toteutettavaksi.

Toukokuussa 1616 kuningas kuitenkin poikkesi vakkasuomalaisen markkinoille. Nähdessään miten laajaa ja vilkasta kaupankäynti oli, hän päätti Männäisten kylälle perustettavasta kaupungista. Kaupunkiin kuuluisivat Uudenkirkon, Lapin, Vehmaan, Taivassalon ja Laitilan pitäjät. Näin kaupankäynnistä tuli laillista mutta toisaalta myös veronalaista.

Männäisten talonpoikaiskylän heikon sijainnin vuoksi pitäjän kirkkoherra Niilo Eerikinpoika ja nimismies Iisakki Niilonpoika esittivät Turun maaherra Johan de la Gardielle, että parempi paikka kaupungille olisi Mäyhölässä. Sieltä löytyi esimerkiksi kaupungille soveltuva satama. Maaherra totesi, että Mäyhölä oli kaupungille oivallinen sijainti, ja siihen tuli liittää vielä Pietolan ja Ruokolan kylät. Lopulta Uusikaupunki perustettiin vuonna 1617.

#### Kirkon suunnittelu ja rakentaminen

Uudenkaupungin raastuvanoikeuden pöytäkirjan ensimmäinen maininta kirkosta on maaliskuulta 1619. Siinä todetaan Vehmaan kihlakunnan voudin Johan Eerikinpojan kanssa sovitun puukirkon rakennusmateriaalien toimituksesta. Alun perin tarkoituksena oli siis rakentaa puukirkko, sillä se olisi ollut kivikirkkoa edullisempi. Uusikaupunki sai oman kirkkoherran vuonna 1622, ja jo ennen sitä oli saarnaajan virkaa toimittanut ”herra Henrik”. On arveltu, että ennen varsinaisen kirkon rakentamista kaupungissa sijaitsi jonkinlainen väliaikainen saarnatupa. Sen sijainnista ei kuitenkaan ole löytynyt merkintöjä.

Kirkko päätettiin rakentaa silloisen rakennuskannan läheisyyteen pienelle kummulle. Kaupungin ensimmäisen kivikirkon peruskivi on merkitty lasketuksi 12.6.1623. Vuonna 1629 valmistunut kirkko oli yksinkertainen, suorakaiteen muotoinen ja siinä oli maalattia. Kirkkoon oli suunniteltu holvattu välikatto, mutta varojen puutteessa se jäi tekemättä. Ovia oli viisi: länsipäädyn iso-ovi, eteläpuolen pikkuovi, eteläinen ovi, pohjoisovi sekä pappien- eli sakastinovi. Ovet olivat lähes samoilla paikoilla kuin nykyisen kirkon ovet. Ikkunoita kirkossa oli vain kahdeksan, kaksi jokaisella sivulla. Alun perin kirkossa ei ollut kellotapulia. Raastuvanoikeuden pöytäkirjasta 23.10.1643 todetaankin, että nahkuri Tuomas Eerikinpoika Ruokola alkaisi kerätä kelloihin rahaa porvareilta. Kello haettiin Tukholmasta. Helmikuun 27. 1644 kirkkoherra Elias Niilonpoika pyysi apua kellon nostamiseen ylös. Maininnan ”ylös” arvellaan tarkoittavan jonkinlaista

hirsivipua, sillä tapulia tai tornia ei ollut. Vuoden 1661 kirkon kaluluettelossa mainitaan myös toinen, pienempi kello, jonka kerrotaan haetun Tukholmasta vuonna 1651.

Kirkon maalattiaa päätettiin tasoittaa vuonna 1645. Vuonna 1647 päätettiin, että kirkkoon tulisi hankkia kivilattia, ja kivet määrättiin porvareiden hankittaviksi. Kiviä ei juurikaan saatu, joten kivilattia löytyy kirkossa vain kuorista.

Elokuussa 1640 kehoitettiin porvareita tuomaan lautoja ja nauloja, jotta kirkolle vihdoinkin saataisiin välikatto, ja vuonna 1643 toteutettiin tasainen välikatto. Koska kirkkotila oli jo itsessään hyvin matala, välikaton valmistuttua tila oli vain 4 kyynärän (n. 240 cm) korkuinen. Matalan välikaton ja pienten harvalukuisten ikkunoiden vuoksi kirkossa poltettiin päivisin kynttilöitä.

Toukokuun 27. 1646 raastuvanoikeuden pöytäkirjassa on päätös puisen kellotapulien rakentamisesta kirkon pohjoispuolelle. Rakennusmestariksi otettiin Erik Simonsson ja hänelle kaksi apumiestä. Kaupungin porvarit määrättiin kukin tuomaan ”1 lauta ja 6 naulaa”.

Kirkkoa ympäröi alkuvaiheessa puinen aita itä- ja eteläpuolelta. Vuonna 1654 maistraatti käski ”koko porvaristoa hyvään aikaan tuomaan heidän kivensä kirkko-aitausta varten”. Nämä kivet riittivät kuitenkin vain puisen aidan jalaksi, ja vuonna 1682 käskettiin joka talon tuoda aitausta varten kaksi hirttä ja kaksi lautaa. Lisäksi vuonna 1648 raastuvan kokouksessa päätettiin, että jokainen porvari on velvollinen tuomaan vetisen maan täytteeksi 10 kuormallista hiekkaa. Maantäyttötyö kesti vuosikymmeniä, sillä vielä vuonna 1752 kirkkoherra Joh. Hoeckert kirjoitti maantäytön tapahtuvan joka kolmas vuosi.

## Kirkko rapistuu

Huonokuntoinen tapuli korvattiin vuonna 1691 toisella puisella kellotapulilla, joka sijaitsi kirkon koillispuolella.

Kirkkorakennuksen seinät alkoivat pullistella, sillä kahden muurauksen välissä oleva maatyte oli irtokiveä ja multaa, eikä näin sitonut muureja lainkaan toisiinsa. Myös perustukset olivat huonokuntoiset, erityisesti itä- ja eteläpuolella, jossa ei ollut kalliota perustusten alla. Perustukset ja muuri halkeilivat, ja multa valui ulos. Vuonna 1697 paikalle kutsuttiin muurimestari Hieronimus Turusta tarkistamaan rakennusten kuntoa. Muurimestarin lausunto oli, että koko kirkko tulisi purkaa ja rakentaa uudelleen. Tätä varten päätettiin pyytää kuninkaalta kolehtia, joka myönnettiin vuonna 1699. Vuonna 1700 alkoi kuitenkin Suuri Pohjan sota, joten kolehtia ja rakennusprojektia siirrettiin eteenpäin parempien aikojen toivossa. Lopulta oli kuitenkin pakko tarttua toimeen, sillä itäpäädyn muurin halkeama alkoi olla todella vaarallinen. Niinpä vuonna 1704 päätettiin hankkia kalkkia Ahvenanmaalta ja vetää kiviä Sundholman maalta, jotta kesällä 1705 päästäisiin töihin. Kolehti kerättiin vuonna 1706. Kirkon katto nostettiin pylväiden varaan, jotta sitä ei tarvitsisi siirtää. Kirkon tilien mukaan vuonna 1705 tehtiin paljon töitä kirkon eteen. Sitä jatkettiin 1708 ja 1712. Eteläinen sivuseinä ja vaarallinen itäpääty saatiin valmiiksi, ja katon ollessa edelleen tukien varassa muut seinät jatkettiin laudoituksella korjattujen korkuisiksi. Isoviha kuitenkin pysäytti rakennustyöt, kun venäläiset joukot ottivat kaupungin haltuunsa vuoden 1713 lopulla. Seurakunnan papit ja useimmat porvarit pakenivat Ruotsiin, ja ottivat mukaansa kirkon kellot ja muuta kirkon arvoitaimistoa.

Kaupungin ollessa vieraan vallan hallussa kirkon länsipuoli erotettiin venäläisten toimesta lautaseinällä jauhomakasiiniksi.



Toisella puolella he antoivat seurakunnan pitää jumalanpalveluksiaan. Seurakuntalaiset lahjoittivat paljon irtaimistoa kirkolle, sillä venäläiset olivat ryöstäneet suuren osan.

## Rauhan aika alkaa

Vuonna 1721 alkoi rauhan aika. Kirkko oli kärsinyt vaurioita, mutta rahan puutteessa vain suurimmat niistä pystyttiin korjaamaan. Seurakunta pyysikin lupaa kerätä kolehti kaikissa valtakunnan kirkkoissa. Lupa saatiin vuonna 1728, ja kirkon tilien mukaan vuosina 1731–1737 Ruotsin valtakunnan hiippakunnista saapui suuria summia rahaa seurakunnalle. Vuonna 1728 purettiin ja muurattiin uudelleen pohjoinen sivuseinä. Osa siitä ja länsipääty oli tukeilla korotettu muiden seinien korkuisiksi aina vuoteen 1764.

Vuonna 1731 purettiin kirkon tasainen laipio. Koska tiiliholviin ei ollut varaa, päädyttiin tekemään uusi välikatto puusta. Matti Stark Eurasta teki suunnitelman ja kustannusarvion uudelle katonlehdelle. Rakennustyön suoritti Matti Puki vuonna 1731. Samalla rakennettiin kirkon länsipäätyyn lehteri, jotta saatiin lisää istumatilaa. Kirkkoon tehtiin lisää ikkuna-aukkoja muun muassa alttaripäätyyn. 1730-luvulla ostettiin kirkolle Tukholmasta kolmas kello, hankittiin uusi alttaritaulu ja uusittiin penkkejä. Rovastintarkastuksessa vuonna 1734 kirkosta lausuttiinkin, että se on sisältä ihanasti rakennettu, ”härligen bebyggd”. Vuonna 1770 laipio maalattiin ruokokoristein ja tähdin.

Vuonna 1752 kirkon koillisnurkkaan rakennettiin sakaristo, joka aikaisemmin oli kirkkosalissa lautaseinillä erotettuna. Ve-

näläiset olivat tuhonneet kirkkotarhan kivimuurin, ja se saatiin palautettua vasta 1746.

Kirkon nykyinen tapuli päätettiin rakentaa vuonna 1774, kun puinen tapuli alkoi rapistua. Rakennusmestarina toimi Mikael Blomgren. Seurakuntalaiset toivat rakennustarvikkeita, mutta siitä huolimatta seurakunta velkaantui huomattavasti tapulin rakennushankkeesta.

Kirkossa oli eteläsivulla asehuone, joka purettiin vuonna 1752. Sen tilalle rakennettiin puinen eteinen, joka purettiin niin ikään 1836 huonon kuntosuorituksen vuoksi, samoin kuin vastaava eteläsivulla. Eteiset päätettiin rakentaa uudelleen tiilistä, mutta suunnitelma ei ilmeisesti koskaan toteutunut, sillä eteisistä ei ole nykyään jälkeäkään.

Näiden vaiheiden jälkeen, 150 vuoden kuluttua rakentamisen aloittamisesta, kirkko oli vihdoinkin saavuttanut nykyisen muotonsa.

## Uusi kirkko

Uusikaupunki kasvoi suurella vauhdilla, ja niin teki myös seurakunta. Kirkon laajentamisesta on ensimmäinen pohdinta merkitty piispantarkastuksen pöytäkirjassa jo vuonna 1784. Piispa J. J. Haartman mainitsee siinä seurakunnan aikomuksesta korottaa kirkon seinämuureja, jotta kirkkoon saataisiin sivulehterit. Vuonna 1808 Uuteenkaupunkiin yhdistettiin Uusikirkko, ja tällöin myös kirkonkokoukset yhdistyivät. Kirkko kävi ahtaaksi ja oli muutenkin korjaustoimenpiteiden tarpeessa esimerkiksi laudasta tehdyn sisäkaton osalta.

1800-luvun alussa seurakunta rakensi pappilaa, joten kirkon korjaukset saivat odottaa 1840-luvulle asti. 11.1.1846 kirkkokokouksessa tehtiin päätös kirkon laajentamisesta. Samana vuonna kaupungissa oli suuri tulipalo, joka pysäytti kirkonlaajennusaikeet. Vuonna 1851 asiaan palattiin tilaamalla rakennuskomitealta selvitys kirkon tilasta ja korjausmahdollisuuksista. Oli herännyt epäilyksiä siitä, onko kirkon laajentaminen ja korottaminen mahdollista. Tutkimuksissa selvitettiin esimerkiksi, kestäisikö nykyinen muuri suurempaa painoa. Tutkimusten tuloksia ei ole kirjattu pöytäkirjoihin. Uudenkaupungin uuden kirkon arkkitehti G. T. Chiewitz antoi myös arvionsa vanhan kirkon tilasta. Seurakunnan kirkkokokouksen pöytäkirjassa todetaan 28.5.1854, että vanhan kirkon korjaamisen sijasta päätetään rakentaa uusi kirkko. Tämä vahvistettiin vielä vuonna 1855 kirkkokokouksessa, jossa todettiin vanhan kirkon rakenteet liian heikoiksi laajennuksille, ja päätettiin rakentaa uusi kirkko G. T. Chiewitzin piirustusten mukaan. Vuonna 1859 seurakunta haki valtiolta lainaa uuteen kirkkoon maininnalla ”seurakunta vasta v. 1853 lääninarkkitehti Chiewitz’in kautta tuli vakuutetuksi siitä, että vanhaa kirkkoa on mahdoton lisätä ja korottaa”. Chiewitzin perusteluita vanhan kirkon hylkäämiselle ei ole kirjattu.

Vuonna 1859 vanhan kirkon rakenteita katselmoitiin ja tarkastuspöytäkirjaan kirjattiin, kuinka muurissa oli runsaasti halkeamia, kattotuolit ovat lahonneet pohjoispuolella, paanuista tehty ulkokatto kaipasi korjaustoimenpiteitä, sisäkatto oli painunut alaspäin ja lehteri oli laho. Tämä raportti joudutti uuden kirkon rakennussuunnitelmia, ja vuoden 1864 uudenvuodenpäivänä oli vanha kirkko viimeisen kerran käytössä. Uusi kirkko vihittiin käyttöön 6.1.1864.



*Uudenkaupungin vanha kirkko vuonna 1917, Uudenkaupungin museo.  
Kuva: Uudenkaupungin museon valokuvakokoelma.*

Kirkkokokouksessa 20.3.1864 pohdittiin vanhan kirkon kohtaloa ja päätettiin huutokaupata kirkon katto ja puuosat. Muurit annettaisiin kaupungin haltuun. Asiaa päätettiin kuitenkin tutkia vielä myöhemmin uudelleen, sillä päätös arvelutti seurakuntalaisia. Kirkko jäi paikalleen ja meni yhä huonompaan kuntoon, ja sen irtaimistoa ryhdyttiin lahjoittamaan ja myymään.

## Museosta kesäkirkoksi

Vasta vuonna 1893 alettiin pohtimaan korjaustoimenpiteitä, kun vanha kirkko sai neiti Matilda Lindrothin testamentissa lahjoituksen uuteen kattoon. Myös muita lahjoituksia tuli pian sen jälkeen, ja vuonna 1895 katto saikin uuden ”galvaniseeratua plootua” olevan katteen. Samassa yhteydessä lattiaa uusittiin, sillä vuonna 1893 osa sukuhautojen hautakivistä oli muinaismuistoyhdistyksen toimesta nosteltu vasten sakariston ja kirkon seiniä.

Kaupunginvaltuuston päätöksellä vuonna 1895 perustettiin Uudenkaupungin kulttuurihistoriallinen museo. Kirkon sakaristosta poistettiin penkit, ja se toimi museoesineiden suojana. Sakaristo kävi nopeasti pieneksi, ja vuonna 1904 kaupungin valtuusto pyysi seurakunnalta lupaa ”Uudenkaupungin museon laajentamiseksi maanviljelysmuseo-osastolla”, ja näin koko kirkko muuttui museoksi. Kirkkotapuli oli vuosina 1890-1936 palotornina.

Kirkko toimi museona yli 70 vuoden ajan. 1970-luvulla museon esineistö siirrettiin toisaalle ja kirkko päätettiin korjata. Se vihittiin uudelleen jumalanpalveluskäyttöön vuonna 1976 ja on toiminut siitä lähtien kesäkirkkona.

## Uudenkaupungin kirkon kunto

Kirkon kattorakennetta on ensisilmäyksellä vaikea hahmottaa kokonaisuudessaan, koska alkuperäisten kattorakenteiden seassa risteilee mahdollisesti työmaavaiheen ja eri-ikäisten korjausten rakenteita. Kattorakenne on suhteellisen hyvässä kunnossa. Eniten lahovaurioita on pohjoislappeella kääpälien ja selkävuiden liitoksissa.

Uudenkaupungin vanhan kirkon kattorakenne eroaa Askaisen kirkon kattorakenteesta muun muassa siten, että materiaaleissa tai rakentamisessa ei olla oltu niin tarkkoja kuin Askaisissa. Puumateriaalia on käsitelty eri tasoisesti ja pukkien välimatkat heittelevät jonkin verran. Tämä on johtanut siihen, että rakenteita on jouduttu myöhemmin tukemaan erilaisilla apurakenteilla.

Paikoin pukkien välimatka on ollut liian pitkä ja katon vuoliaseen on kohdistunut liian suuria kuormia. Tätä kuormitusta on myöhemmin yritetty vähentää lisäämällä tukipiste puuholvin tukirakenteisiin, mutta uusi pilari on laitettu holvin alapalkin jatkoskohdan päälle siten, että se ei ole lähelläkään holvin pilareita. Tilannetta kannattaa seurata.

Eriytyinen yksityiskohta rakenteessa on mahdollisesti tykin kuulan aiheuttama vaurio rakennuksen länsipäädystä.



*Yllä: Pohjoislappeen lahovaurio.*

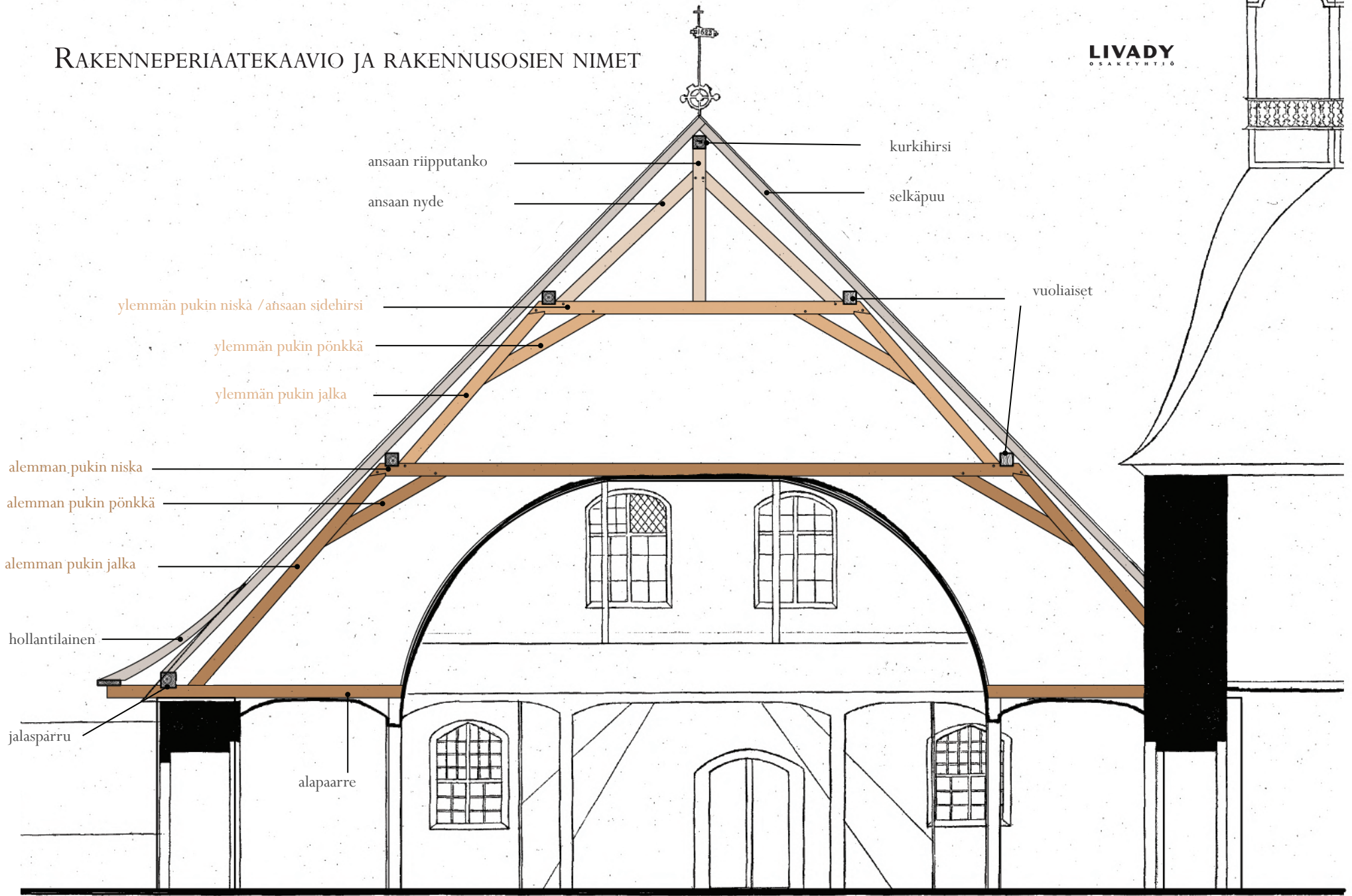
*Oikealla: Mahdollisesti tykinkuulan aiheuttama vaurio.*

### 3. Uudenkaupungin vanhan kirkko



# RAKENNEPERIAATEKAAVIO JA RAKENNUSOSIEN NIMET

LIVADY  
OSAKEYHTIÖ



## 4. UUDENKAUPUNGIN VANHAN KIRKON KATTORAKENTEN RAKENNEPERIAATE (Pauliina Saarinen)

Uudenkaupungin vanhassa kirkossa on verrattain loiva satulakatto, jonka alkuperäinen katemateriaali on ollut paanu. Tällä hetkellä kirkossa on peltikate, mutta paanukatteen aluslaudoitusta on vielä jäljellä aluskatteena. Kattorakenne perustuu kahteen päällekkäiseen pukkirakenteeseen, joiden päällä on kurkihirttä kannatteleva ansas. Selkäpuut tukeutuvat vuoliaisten välityksellä pukkirakenteeseen ja harjalla kurkihirteen. Kattorakenne on veistetty männystä, ja liitosten tapit ovat tammea. Pukkirakenteen liitokset ovat yhdellä tapilla tapitettuja lovitappiliitoksia.

Kirkon luonnonkivimuuriin on muurattu harjan suuntaan nähden kohtisuorat alapaarteet, joista nousevat alempien pukkien jalat. Jalasparrut toimivat samalla alempien pukkien vetotankoina. Pukin jalka kannattelee niskaa, ja niiden liitos on tuettu vinolla pönkällä. Niskojen päällä lepäävät harjansuuntaiset vuoliaiset. Vierekkäisten pukkien jalkojen väliset saksipuut jäykistävät pukkirakenteen kehikoksi. Alapaarteiden päällä muurin ulkoreunalla on jalasparru, josta kattotuolien selkäpuut nousevat kohti harjaa.

Joka neljäs pukki kannattelee niskansa päällä ylempää pukkia, jonka jalat nousevat alemman pukin niskasta heti vuoliaisen sisäpuolelta. Alemman pukin niska toimii samalla ylempään pukin vetotankona. Myös ylempään kerroksen vierekkäiset pukit

*Viereisellä sivulla: Rakenneperiaatekaavio on piirretty J. Rinteen mittaussiirustuksen (1910) päälle. MV.*

*Oikealla: Uudenkaupungin kirkon sakasti ja tapuli.*



seuraava ylempi pukki

ylemman pukin pönkkä

ylempien pukkien saksipuut

ylemman pukin jalka

alempi vuoliainen

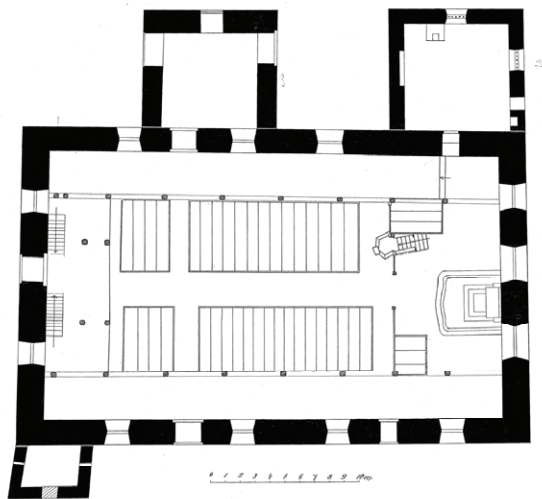
holvin laipiolaudoitus

alemman pukin pönkkä

alemman pukin niska

alemman pukin jalka





on yhdistetty toisiinsa saksipuilla. Alemman pukin tavoin ylemmän pukin niskan päissä lepäävät harjansuuntaiset vuoliaiset.

Kaksikerroksisen pukkirakenteen päällä on riippuansarakenne. Ylemmän pukin niska toimii riippuansaan sidehirtenä. Sidehirrestä nousevat ansaan nyteet, jotka kannattelevat riipputankoa ja sitä kautta kurkihirttä. Nyteet ohjaavat riipputangon yläpäähän kautta tulevat, kurkihirteen suuntautuvat kuormat sidehirren päätyihin, josta ne ohjautuvat pukkien kautta muureille. Riipputangon tehtävä ei ole ottaa kuormia vastaan; sen alaosan liitos sidehirteen vain vakauttaa rakennetta. (Sjöström 1891, 41.)

Keskilaivan puuholvin ylimmät laipiolaudat on kiinnitetty alemman pukkikerroksen niskojen alapintaan. Holvin kaareva muoto on saatu aikaan luonnonväärillä soiroilla. Sivulaivojen laipiolaudat taas on naulattu alapaarteiden alapintaan.

Uudenkaupungin vanhan kirkon katon varhaisemmasta vaiheesta on säilynyt yksi hollantilaispuu myöhemmin rakennetun

*Vasemmalla: Yleiskuva ullakon etelälapeen rakenteista.*

*Yllä: Uudenkaupungin vanhan kirkon pohjapiirros. Sakasti kuvassa oikeassa ylänurkassa. MV.*



sakastin kohdalla. Luonnonväärä hollantilainen ulottuu räystäskonsolin kannatteleman järeän lankun päältä selkäpuun kylkeen. Kirkon loivaan satulakattoon hollantilaispuut ovat aikanaan luoneet lappeilta ulospäin kaartuvat, niin kutsutut hollantilaistyyliset räystäät.

Uudenkaupungin vanhan kirkon vesikattorakenne on erittäin kiinnostava kokonaisuus, joka muutaman tunnin kenttätutkimuksessa avautui vain päällisin puolin. Vesikattorakenne itsessään on ainutlaatuinen Suomessa. Rakenteessa on runsaasti jälkiä erilaisista työmenetelmistä ja toistaiseksi epäselviksi jääneistä muutosvaiheista. Rakenne tarjoaisikin runsaasti aineksia lisätutkimukseen.

*Yllä: Pukin jalka nousee suoraan alapaarteesta. Alapaarteiden päissä näkyy jalasparru, johon selkäpuut nojaavat. Alapaarteiden alapinnassa on kirkkosalin sivulaivan laipiolaudoitus.*





Näkymä katon harjalta. Selkäpuut tukeutuvat kurkihirteen, jota kannattelee ansaan riipputanko ja sen välityksellä ansaan nyteet.



Nyteet on kiinnitetty riipputankoon lovitappiitoksella. Riipputangon ja kurkihirren liitos on myös loviliitos.



Ohuet tammitappit on jätetty pitkiksi.



Yllä: Tapin kannassa erottuvat tammen ydinsäteet ja putkiloista koostuva kevätpuu.

Oikealla: Alemman pukin selän ja ylemmän pukin jalan liitostappi on myös tammea. Pukin jalan takana olevaa vuoliaista ei ole kiinnitetty pukin niskaan.







Vasemmalla: Keskilaivan holvissa on neljä vetotankoa, jotka on ripustettu holvin keskeltä. Keskilaivan laipiolaudat on holvin keskiosassa kiinnitetty alemman pukin niskan alapintaan.

Yllä: Keskilaivan kaarevan holvin laipiolaudat on kiinnitetty luonnonväriin soiroihin.

Yllä oikealla: Sivulaivan laipiolaudat on kiinnitetty jalasparruihin. Pukin jalka nousee suoraan alapaarteesta.

Oikealla: Keskilaivan holvin päätyjen kaareva muoto on toteutettu luonnonväerien soirojen avulla.





Yllä: Sakastin kohdalla räystääkonsoleiden päällä lepävä lankku saattaa olla alkuperäinen räystäslankku. Lankku on huomattavan järeä, paksuutta sillä on yli 10 cm.

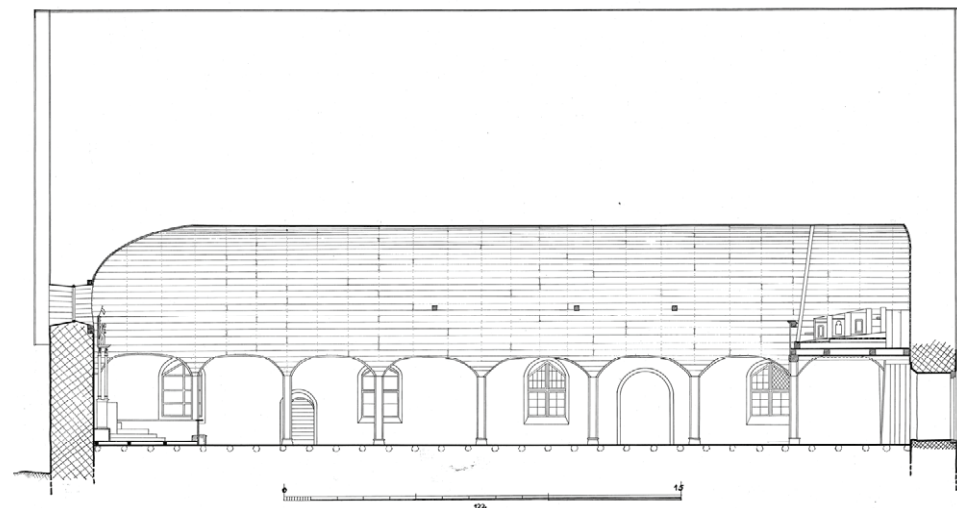
Vasemmalla: Selkäpuussa, jossa hollantilainen on säilynyt, on myös vanhoja katelautoja vielä paikallaan.



Hollantilainen on kiinnitetty selkäpuuhun naulaamalla.



Hollantilainen tukeutuu alapäästä järeeän lankkuun, joka lepää räystääskonsolin päällä.



UUSIKAUPUNKI kko  
MITTAUSPIIRUSTUS 1955  
R. Nyholm ja R. Hänninen

Vasemmalla: Uudenkaupungin vanhan kirkon vesikattorakenne on erittäin kiinnostava kokonaisuus, joka muutaman tunnin kenttätutkimuksessa avautui vain päällisin puolin. Rakenteessa on runsaasti jälkiä erilaisista työmenetelmistä ja toistaiseksi epäselviksi jääneistä muutosvaiheista, kuten esimerkiksi kuvassa näkyvät lovet selkäpuissa.

Yllä: Uudenkaupungin vanhan kirkon pituusleikkaus vuodelta 1955. MV.



*Yllä: Vesikattorakenteen muuttamisen yhteydessä katkaistut räystääskonsolit näkyvät kirkon eteläjulkisivussa.*

*Oikealla: Osa Uudenkaupungin vanhan kirkon pohjoisjulkisivua.*

#### 4. Uudenkaupungin vanhan kirkon kattorakenteen rakenneperiaate







*Huomattava määrä tukisauvoja ja paikalle jätettyjä rakennustelineitä tekevät Uudenkaupungin vanhan kirkon vintin tunnelmasta erityisen.*



## 5. ASKAISTEN KIRKKO

1600-luvun kirkkojen joukossa Askaisten kirkko on poikkeuksellinen tiilestä tehtyine muureineen ja holveineen. Kirkon nykyinen ulkoasu on vuodelta 1653 ja sen on rakennuttanut Louhisaaren silloinen omistaja kenraalikuvernööri Herman Fleming. Kirkko on rakennettu aikana, jolloin aatelille oli erityisen tärkeää pyrkiä säädylleensä ominaisiin hyveisiin, kuten uskonnon harjoittamiseen. Kartanon barokkisommitelmaan kuuluva noin kolmen kilometrin pituinen koivukuja johtaa kirkon ovelta kartanoon. Huomattava Flemingien, heidän voutiensä ja Mannerheimien lahjoittama esineistö sekä useat Flemingien hautausvaakunat koristavat kirkkosalia. Flemingit Askaisten kirkon rakennuttajina ansaitsivat ”jus patronatus”-oikeuden, jonka johdosta muun muassa kirkon korjaukset tehtiin heidän alaisuudessaan. (Knapas 2005, 148, 150–152; Riska 1961, 117–118.)

Kirkossa ja kartanossa on paljon yhtäläisyyksiä: Molempien satulakatto kaartuu hollantilaiseen tapaan, kattotuolien osien nimeämisessä on käytetty samaa numerointijärjestelmää, tiilet ovat samankokoisia ja muurauslaasti samantyyppistä. Louhisaaren päärakennuksen pohjakerroksen kahdeksanjakoiset ruoteetomat tähtiholvit ovat tyyliltään samanlaisia kuin Askaisten kirkon holvit. Holvaustapa viittaisi ruotsalaiseen rakennusmestari Hans Fersteriin, jonka kaksi kisälliä ja oppipoika olivat ainakin Louhisaaren kartanon työmaalla. Sekä kartanon, että kirkon rakennustyömaille tuli myös muita ammattilaisia Tukholmasta keksiksi. (Knapas 2005, 151.)

Askaisten kirkon kattotuolit ovat todennäköisesti alkuperäiset ja ne ovat säilyneet hyvin. Pieniä korjauksia on tehty vuonna



1897, minkä lisäksi vintille on tehty kulkusiltoja. Th. Lindquist ja R. Nyholm ovat tehneet mittauspiirustukset kirkosta kattorakenteineen vuosina 1955 ja 1960 (Riska 1961, 117–118).

## Kattorakenne ja sen vauriot

16. syyskuuta 2017 Askaisten kirkkoon tehdyn silmämääräisen tarkastelun perusteella selkäpuut on tehty kuusipuusta. Pukit ovat lähes poikkeuksetta (toisin kuin muut rakenneosat) kelo-mäntyä. Liitosten tapit ovat joko kuusta tai mäntyä.

Vaurioita on syntynyt rakenteisiin laajalti. Hyönteiset ovat tuhonneet etenkin itäpäädyn kattotuolien 1–7 puuta räystäään läheisyydessä. Myös osa kitapuista on kärsinyt merkittäviä hyönteisvaurioita jopa metrin matkalta. Linnut ovat päässeet pesimään kattorakenteisiin ja kuolleita lintuja on ullakolla paljon. Liitoksissa on jonkin verran kiertymiä ja tappien katkeamisia, mutta rakenteen kokonaistoiminnan kannalta välittömiä korjaustarpeita ei näyttäisi olevan. Vettä ei näytä päässeen rakenteisiin muualta kuin hormien ja katon liitoskohdista.

Huomionarvoista on myös se, että tiiliholvi on murtunut pystysuunnassa lähes koko matkaltaan kirkon länsipäädyssä. Murtuma oli nähtävissä kirkkosalin katossa. Tiilen materiaalisien ominaisuuksien ja halkeaman suunnan vuoksi vaurio ei ole kriittinen, sillä halkeama on holvin voimien suuntainen. Halkeaman seuraaminen on kuitenkin suositeltavaa esimerkiksi vintin puolelle tehtävän kipsisillan avulla.

Näkyvissä olleet jo tehdyt korjaukset olivat lähinnä hajonneiden tappien vaihtamisia uusiin tappeihin sekä liitosten tuke- mista laudoilla ja/tai nauloilla. Tätä silmämääräistä tarkastelua huomattavasti tarkempi vauriotarkastelu ja -kartoitus, raken- neosien luettelointi sekä rakenteissa mahdollisesti tapahtuvien muutosten seuranta on suositeltavaa.

*Hyönteisten tekemää tuhoa Askaisten kirkon kattorakenteissa.*

*Lahovaurio.*



# RAKENNEPERIAATEKAAVIO JA RAKENNUSOSIEN NIMET

LIVADY  
OSAKEYHTIÖ

## ASKAINEN kko LEIKK. ITÄÄN 1955.

R. Nyholm ja *H. Lindqvist*



vuoliainen

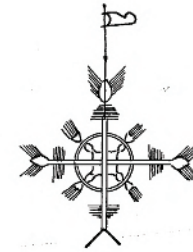
hollantilainen

kattotuolin konttipuu

selkäpuu

saksi

ylempi kitapuu



alempi kitapuu

pukin niska

pukin ylempi pönnkä

pukin alempi pönnkä

pukin jalka

jalasparru

pukin alapaarre

Rakenneperiaatekaavio on piirretty mittauspiirustuksen (1955) päälle. MV.

## 6. ASKAISTEN KIRKON KATTORAKENTEEN RAKENNEPERIAATE

(Pauliina Saarinen)

Askaisten kirkon kattorakenne perustuu konttikattotuoleja kannattelevaan pukkirakenteeseen. Tiilimuurin sisäreunaan on muurattu jalasparru, jonka päällä pukin alapaarteet ja konttikattotuolien kypälät lepäävät.

Kelomännystä veistetyissä pukeissa on kaksi pönkkää. Rakenteen vetotankona toimii tiilholvien välissä kulkeva pukin alapaarre. Holvien kohdalla olevissa pukeissa alapaarre on kat-

kaistu. Vierekkäiset pukit on yhdistetty toisiinsa saksipuilla. Pukin liitokset ovat yhdellä tapilla tapitettuja lovitappiliitoksia, poikkeuksen tekee alemman pönkän ja pukin niskan tapitettu lapaliitos.

Konttikattotuoleissa on kaksi kitapuuta ja joka toisessa kattotuolissa saket. Kattotuolit on veistetty kuusesta. Selkämpuiden ulkopintaan on kiinnitetty hollantilaiset.





Näkymä alempien kitapuiden päältä. Kattotuolirakennetta on jäykistetty diagonaalein.



Kattotuolien käpälät lepäävät jalasparrun päällä.



Hollantilainen, kattotuolin selkäpuu ja pukin jalka. Pukin jalka on liitetty alapaarteeseen lapaliitoksella. Kattotuolirakenne on pukkirakenteesta irrallinen ja tukeutuu siihen vain vuoliaisten välityksellä.



Vesikattorakenteen osat on nimikoitu.



Joka neljännen kattotuolin kohdalla on pukkirakenne. Rakennuksen päissä uloimman pukkirakenteen ulkopuolella on vielä yksi kattotuoli. Uloin kattotuoli on kiinnitetty päätymuuriin ankkuriraudoin.



Alapaarteet on sidottu tiilimuriin julkisivussa näkyvin ankkuriraudoin. Myös uloimman kattotuolin ankkuriraudat näkyvät päätymuurissa.



## LÄHTEET

### *Painetut lähteet*

- Cajander, K. A. 1889. *Uudenkaupungin muinaisia*.  
Cederberg, J. A. 1886. *Historiallisia Kokoelmia osa I*.  
Gardberg, Carl 2002. *Kivistä ja puusta – Suomen linnoja, kirkkoja ja kartanoita*. Otava, Keuruu.  
Harris, Richard 2001. *Timber Framed Buildings*. Shire Publications Ltd. Merlin's Bridge.  
Hoeckert, Johan 1753. *Kuvaus Uudestakaupungista vuodelta 1753*.  
Härö, Elias 1988. *Kartanoarkkitehtuuri, ARS, Suomen taide 2*. Otava, Keuruu.  
Kaukovalta, Kyösti 1961. *Uudenkaupungin historia Osat 1 ja 2*.  
Knapas, Marja Terttu 2005. Askaisten kirkko ja Louhisaaren omistajat. Teoksessa: Lounatvuori, Irma, Knapas, Marja Terttu (toim.): *Louhisaaren kartano, Suku ja rälssi – säteri ja kirkko*. Museovirasto, Helsinki.  
Lilius, Henrik 1988. *Kaupunkirakennustaide 1743-1775, ARS, Suomen taide 2*. Otava, Keuruu.  
Moilanen, Reino, Ossa, Mikko. Seitsemän kirkkoa, WSOY, Porvoo ja Helsinki, 1971.  
Niiranen, Timo 1981. *Miten ennen asuttiin*. Otava, Keuruu.  
Pihkala, Antti 2009. *Paanukatot Suomen kirkoissa ja tapuleissa – Tutkimus paanukatteiden rakennushistoriasta ja restaurointikäytännöistä keskiajalta nykypäivään*. Oulun yliopiston arkkitehtuurin osasto.

- Rieth, Renate; Huber, Rudolf 1997. *Glossarium artis 10; Holzbaukunst - Architecture en Bois - Architecture in Wood*. K.G. Saur, München.  
Riskä, Tove. Suomen kirkot – Finlands kyrkor – Turun arkkihiippakunta II osa, Suomen Muinaismuistoyhdistys, Helsinki, 1961.  
Simelius, Y.H. 1929/2012. *Uudenkaupungin vanha kirkko 1629-1929*. Uudenkaupungin sanomalehti- ja kirjapaino Oy. Uusikaupunki.  
Sjöström, Alfred 1891. *Maatalousrakennuksia, ohjeita maanviljelys-rakennusten tekemiseen etenkin vähemmällä maatiloilla*. Kuopio, O. W. Backman 'in kirjapaino.  
Tomminen, Hannu 1987. *Malkakatosta peltiin. Talo kautta aikojen*. Gummerus Oy, Jyväskylä.  
Zwerger, Klaus 2000. *Wood and Wood Joints – Building traditions of Europe and Japan*. Birkhäuser, Leipzig.  
Wilhelm, Johannes 1649. *Achitectura Civilis*.

### *Internet-lähteet*

- Eissing, Thomas. Dachtragwerke. Universität Bamberg. Saatavilla: <http://docplayer.org/50325841-Dachtragwerke-dr-ing-thomas-eissing-universitaet-bamberg.html> (27.10.2017).  
Museovirasto 2009. Valtakunnallisesti merkittävät rakennetut kulttuuriympäristöt RKY. Louhisaaren kartano ja Askaisten kirkko. [http://www.rky.fi/read/asp/r\\_kohde\\_det.aspx?KOHDE\\_ID=1750](http://www.rky.fi/read/asp/r_kohde_det.aspx?KOHDE_ID=1750) (9.10.2017).

Museovirasto. Louhisaaren rakennushistoria. <http://www.kansallismuseo.fi/fi/louhisaari/historia> (9.10.2017).

### *Suulliset lähteet*

Hallgren, Matthias 2017. *Slottsrenovering i nytt ljus. Restaurering av takkonstruktionen på Skoklosters slott 2009-2016*. Luento Perinteiset vesikattorakenteet Suomessa -seminaarissa 13.9.9.2017.

### *Kuvalähteet*

Valokuvat ja kuvien käsittely tekijöiden.

Uudenkaupungin museo.

Museovirasto (MV).



# ARTICLES

# LASER SCANNING SURVEYS OF WOODEN HERITAGE AND TIMBER ROOF STRUCTURES AND THEIR POST-PRODUCTION. METHODS FOR DETAILED 2D AND 3D REPRESENTATIONS

SARA PORZILLI

## Abstract

This contribution aims to share research experiences related to wooden heritage located in different European and Mediterranean areas. Today this vast and unique wooden world heritage strongly needs to be surveyed and catalogued. The research experiences described below offer a wide viewpoint on how survey operations can be performed and the numerous outputs and benefits that can be achieved from this type of digital survey method. The evolution of new sophisticated techniques of detection can today overcome difficulties and be a useful addition to the everyday efforts we make in order to safeguard the condition and preservation of our built heritage.

## Introduction

Laser scanning technology nowadays represents one of the most efficient type of survey for measuring and documenting wooden heritage and timber structures in general. Historic wooden architecture is characterised by complex constructive

systems made of by unique pieces and detailed parts (for example corners and carved ornaments) which appear difficult to measure with a high accuracy using normal, simple measuring tools. Research activities<sup>1</sup> and specific studies<sup>2</sup> have confirmed that different cultures all over the world hold their own “chapters” of historic wooden architecture, different in its constructive systems and compositional results but also rich in common features. For this reason we can assume that wooden architecture represents one of the oldest building systems adopted all over the world by people who developed specific construction techniques while respecting local tradition. From a theoretical point of view, Vitruvius’ concept of the “primitive hut”<sup>3</sup> as the origin of all of classical architecture has increased and enriched this topic with fascinating additional shades and aspects. Today wooden heritage is still present and exists in many different countries, but it is under constant risk of disappearing or being irremediably damaged if specific conservation strategies are not taken into account. Fires and abandonment are the main factors jeopardising the preservation of this specific architecture. Every year too many wooden buildings still disappear because of such events. For these main reasons today this vast and unique wooden world heritage strongly needs to be surveyed and catalogued, using the most recent and updated technologies available. During the past two years the History of Architecture and Restoration Studies Unit of the University of Oulu has been increasing knowledge and the

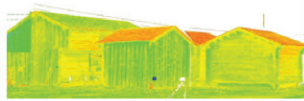
digital archive related on this topic along with the “Preserving Wooden Heritage” European Marie Skłodowska Curie Project. This project started out from the evident and urgent necessity to keep and *preserve wooden architecture by developing systematic specific technical intervention procedures based on scientific surveys*, including 2D/3D representations for diagnostic analysis and cataloguing of the elements with census activities. According to the preface of the *Conservation of Historic Timber Structures manual*<sup>4</sup> “There are no standard technical solutions which can be applied universally. Our experience is that repair approaches must be geared towards the specific cultural, architectural and environmental challenges in the country or region where the historic timber structure is located. With this background, one of our most important tasks [...] has been the development of the Principles for the Preservation of Historic Timber Structures”. The PresWoodenHeritage Project has the important challenge and purpose of operating within the ICOMOS Principles for *defining new technical methods, procedures and protocols fundamental for technicians and operators involved in different types of activities: restoration, documentation, re-assessment and re-designing necessities, re-use, accessibility projects and preservation needs*. Alongside the technical and operational aspect, the experiences illustrated here have also involved a theoretical and academic approach for the advancement of the state of the art related to the new integrated digital survey systems for improving 2D and 3D post-production methods. There is a possibility of obtaining new and updated procedures for systematic analysis in respect of the Research-Theory-Practice triangular approach.

## Four wooden case studies

This contribution describes four specific case studies located in different regions of the Mediterranean and Europe, as a demonstration of the wide presence of wooden heritage all over the world. The case studies are: the Lamminaho Farm House in Vaala region (Finland), the Pogost Complex on Kizhi Island with its rural settlements (Republic Of Karelia – Russia),<sup>5</sup> the timber trusses and wooden ceiling at the Uffizi Museum (Firenze – Italy) and the ancient roof structure of the Nativity Church in Bethlehem (Palestine). Even if these cases are noticeably different from each other in terms of the nature of the object investigated and its location, they have all contributed to increasing knowledge and “technical consciousness” on how to conduct surveys and document wooden heritage (Figure 1).

The historic *Lamminaho Farm House* in Vaala region (Finland) preserves and documents the original features of a traditional historic wooden complex dating between the 18th and 19th centuries. Lamminaho represents a unique very well-preserved example of wooden heritage, a place where restoration and repair interventions have been undertaken respecting the *genius loci*,<sup>6</sup> by using traditional techniques so that the authenticity and spirit of the place have not been compromised. Today responsible experts<sup>7</sup> are promoting the idea of using this place as an open-air museum which is an authentic testimony of a real Finnish farm house. For this reason, the National Board of Antiquities and Senate Properties have commissioned an important survey not only of the architecture but also of the whole environmental area in order to gain a complete framework of the actual situation of the place. The main aim has been to set up a documentary corpus for supporting all the different technical actions. This project

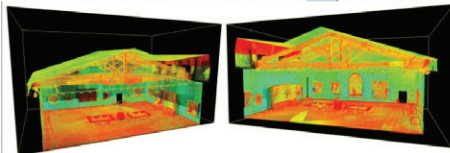
Lamminaho farm house  
VAALA - FINLAND



Pogost Complex on Kizhi  
Island and its rural settlements  
REP. OF CARELIA - RUSSIA



Uffizi Museum  
FIRENZE - ITALY



Nativity Church  
BETHLEHEM - PALESTINE

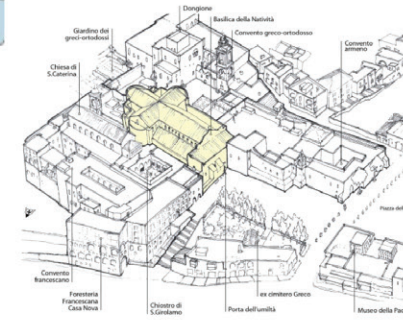


Fig. 1 Location of the four case studies.

has contributed to increasing the important practical strategies for carrying out laser scanning surveys of wide areas, taking measurements of both the environment and the architecture.

The second case study, the *Pogost Complex* and the rural settlements on *Kizhi Island*, has made a precious contribution to understanding how to handle a wide amount of data, and how to represent wooden historic structures in 2D and 3D for technological assessment analysis. The complexity of the architecture of the Church of the Transfiguration and the

presence of a dense metallic structure supporting the wooden ones transformed this survey into an interesting and challenging experience.<sup>8</sup>

The third case study is located in Italy at the historic *Uffizi Museum*. The project has been part of a wider research project carried out from 2010 by the Department of Architecture DIDA in Firenze jointly with the Civil Engineering and Architecture Department DICAR of Pavia.<sup>9</sup> The reason for these activities has been the need for the museum managers to enlarge the

museum spaces and develop detailed monitoring analysis for specific wooden structures. In this case, the timber trusses in the Botticelli Room and the timber ceiling above the Lorenese Staircases (Firenze – Italy) are shown. Thanks to these cases it has been possible to develop interesting methods for monitoring structures subjected to specific consolidation work during long periods in order to obtain metrical information related to their consequential assessments.

The last case study is represented by the unique example of the roof structure of the *Nativity Church* in Bethlehem. The survey project<sup>10</sup> requested by Piacenti s.p.a., responsible for the restoration of the whole architectural complex, has been an important opportunity to document this precious timber roof structure and conduct some experiments using the newest photo-modelling software.

## Research approach and development of the survey activities

All four research cases presented here arose from the idea that accurate surveying operations nowadays constitute the fundamental basis for designing any kind of architectural project and critical analysis. Innovative methods for surveying architecture and its environment allow technicians to acquire exact knowledge of the current status of the object studied and give exact information to produce effective intervention strategies. True metrical information and data are fundamental to understanding the formation and development of an architectural entity, village, or city, as well as for planning

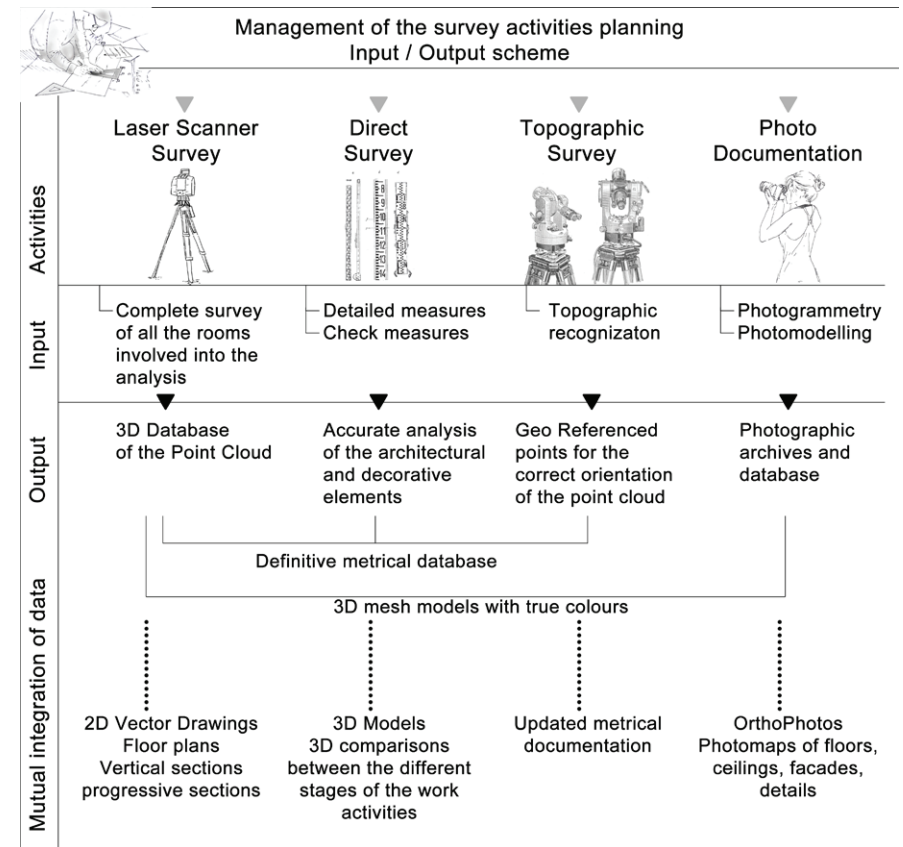


Fig. 2 Integrated research work needs detailed organisation of the different activities carried out. Using schemes and diagrams it is possible to handle and understand suitable solutions for achieving the best results from each work operation



conservation and restoration projects starting from the present state of a building. In order to get the maximum information from a survey campaign, an integrated<sup>11</sup> research project requires detailed organisation of the different activities carried out combined with an indicative time line. Using schemes and diagrams, it is possible to develop suitable solutions for achieving the best results from each operation (Figure 2). In addition to a laser scanner survey, general and detailed photo documentation, a direct recognition of the main measurements by using simple tools and often preceding archive research are undertaken, too. For the Lamminaho and Uffizi Projects it was necessary, for example, to fix exact time schedules to coordinate and fix periodic monitoring scans in order to obtain the most relevant data comparisons. This information then constituted the overlaying data documents.

In order to obtain a precise combination of the different survey phases it is necessary to use the same target system.<sup>12</sup> For this reason it is important to understand in advance if a survey project needs this kind of operation, because it will be necessary to keep the same targets strongly fixed in their positions during the whole period of survey activity.

Again during the preliminary phase it is important to list which types of data need to be obtained. Analysis and survey activities produce a large volume of updated documentation, characterised by different types of data, including:

- Metric databases (point clouds) obtained from laser scanner survey
- Photo Documentation for general observations, for photo-mapping of facades and sections, for photo-modelling operations

- Vector bidimensional drawings obtained from the elaboration of the point clouds, in particular: general plans, vertical and horizontal sections, progressive sections, comparisons of data obtained during different detection phases with dimensioning of height differences
- Three-dimensional models (for the specific case of the Uffizi Museum) obtained through the elaboration of the point clouds, overlapping the different steps to understand the minimum movements of the structures and conduct static assessment of floors, vaults and wooden structures

For the Lamminaho project two different types of laser scanner and software were used and tested (the first campaign in 2015 was performed with a Leica GeoSystem and the second in 2017 performed with a Zoller + Fröhlich laser scanner) (Figure 3). This possibility offered interesting comparisons of the data acquired and better understanding of different procedures. During the second campaign a massive project was developed in addition to the first one, by making more than 90 scans in order to survey all the external and inner parts in detail. These scans were registered with Z+F Laser Control Software which allows one to see all the scans from a top view mode directly on the map generated and gives you the possibility to recognise each singular scan position and navigate within it (with a double click on the blue sphere).

The fruitful synergy between technicians and experts from the university and partner companies<sup>13</sup> added value to the research experiences, increasing our positive results. The most complex aspect of this research has been the ability to perform a laser scanner survey which described all the architectural

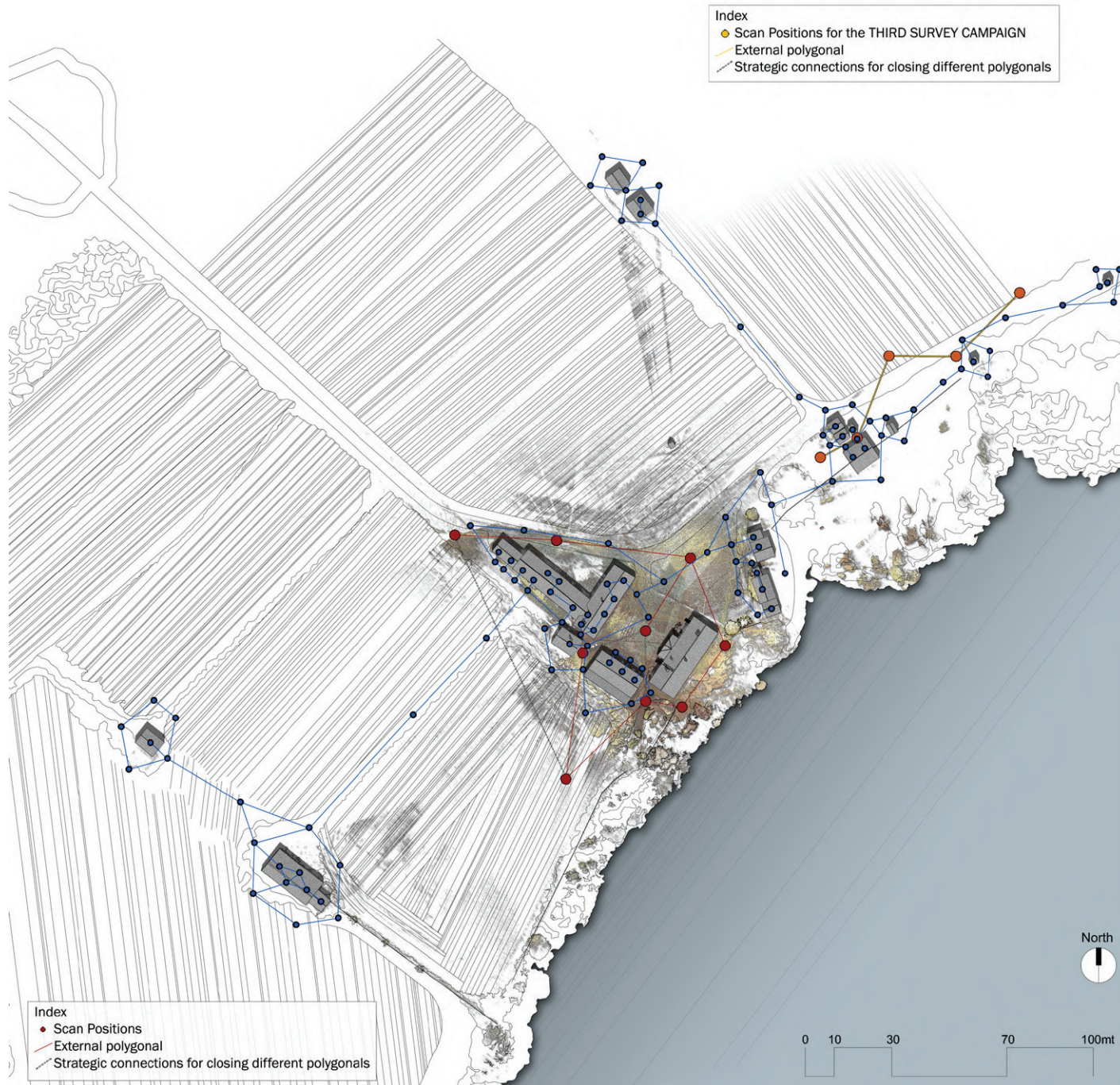


Fig. 3 Representation of the scan positions. The first survey campaign (2015) is shown in red, the second campaign (2016) in yellow and the third campaign (2017) in blue.

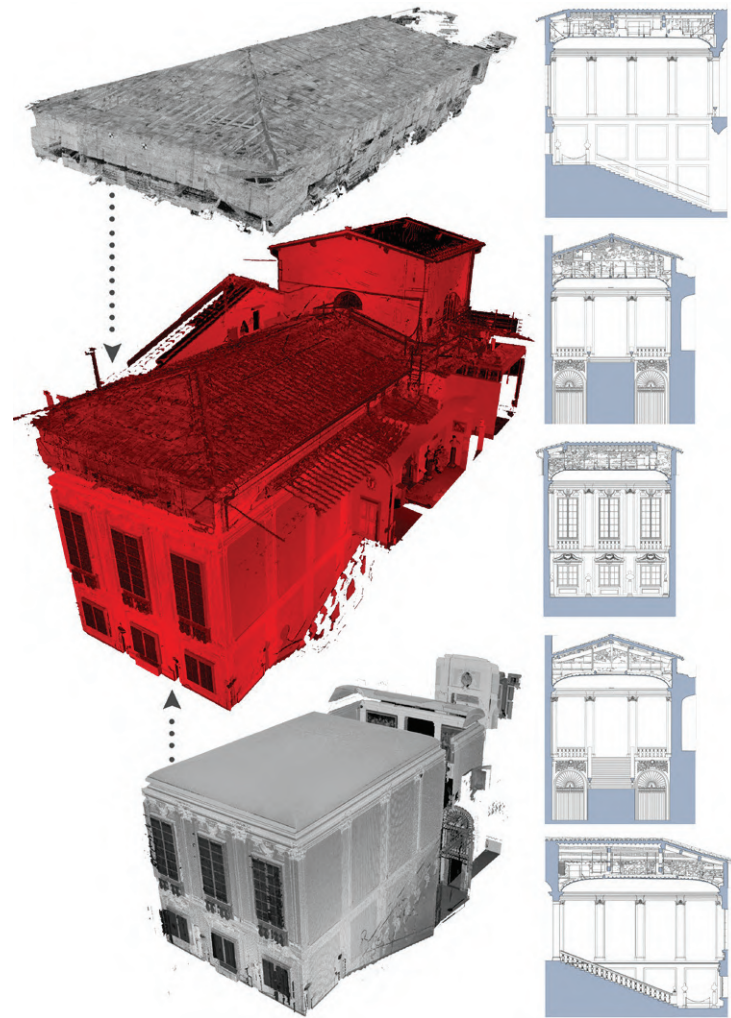
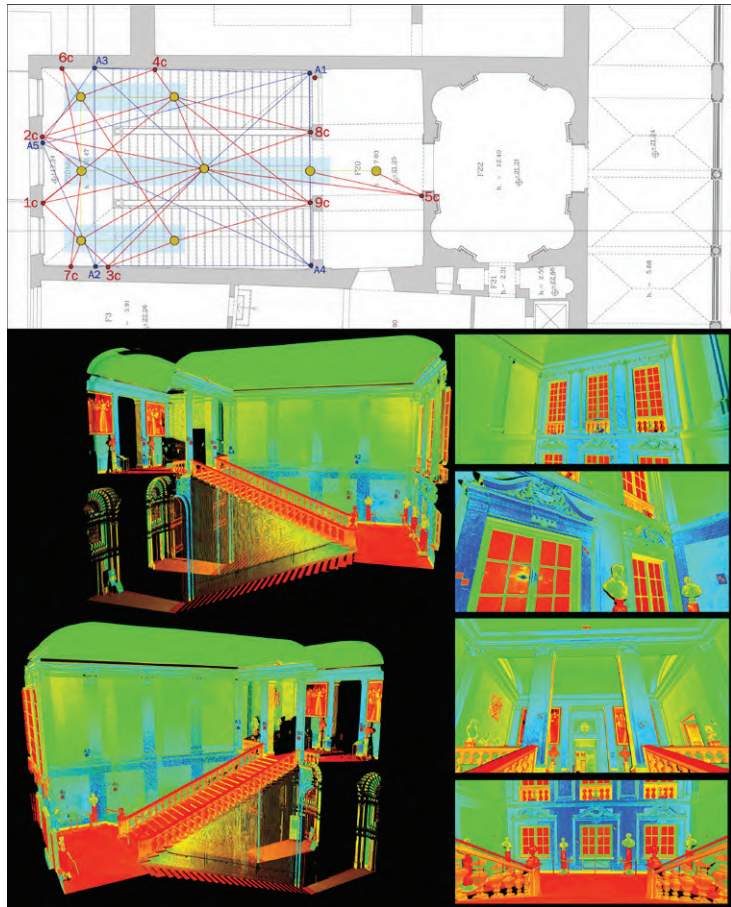
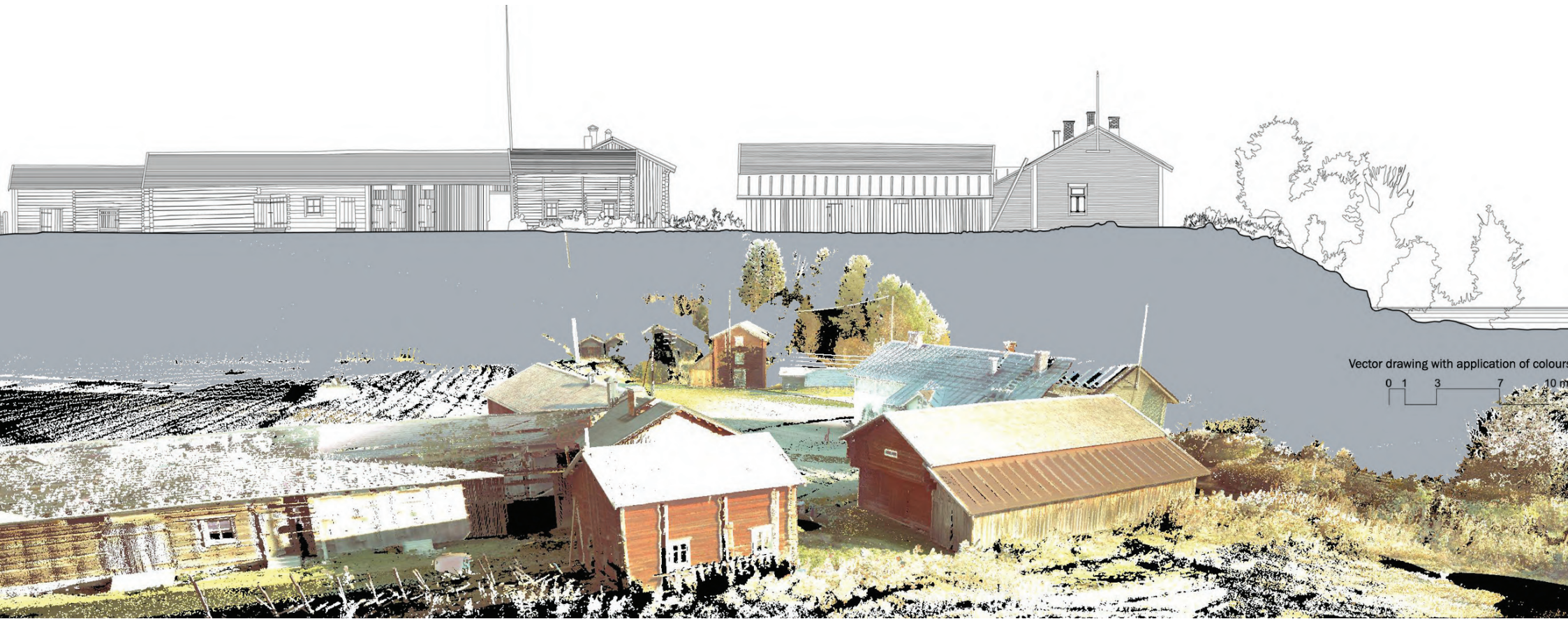


Fig. 4-5 Reference system with fixed targets for the registration of point clouds. views of point clouds of the access staircase, the survey was conducted for the study of the vault.



*Fig. 6 General view of the point cloud of Lamminaho and an environmental section redrawn in AutoCAD software to get the real dimensions of the river bank and an understanding of the relations between the buildings.*

structures completely, obtaining a full survey and investigation of all the necessary parts and surfaces. For the Lamminaho, Pogost Complex and Nativity Church projects, all the external and inner parts were surveyed in high and super-high resolution.<sup>14</sup> For the Uffizi project, the necessity to study both the external and internal parts of the wooden structures meant the survey campaign was enlarged into other areas and rooms not directly involved in the analysis but fundamental for elaborating the triangulation of the points and closing the polygonal paths. By

closing the polygonals and using a system of scan positions it is possible to obtain more accurate results and achieve better compensation for geometrical error (Figures 4 and 5).

In order to reduce errors in the scans used to make the correct connections as much as possible, ultra-high resolution scans were conducted. For all four cases the precise organisation of the scan positions was defined in advance in order to set the practical activities and quantify the amount of work necessary in the field. This procedure is recommended because it gives

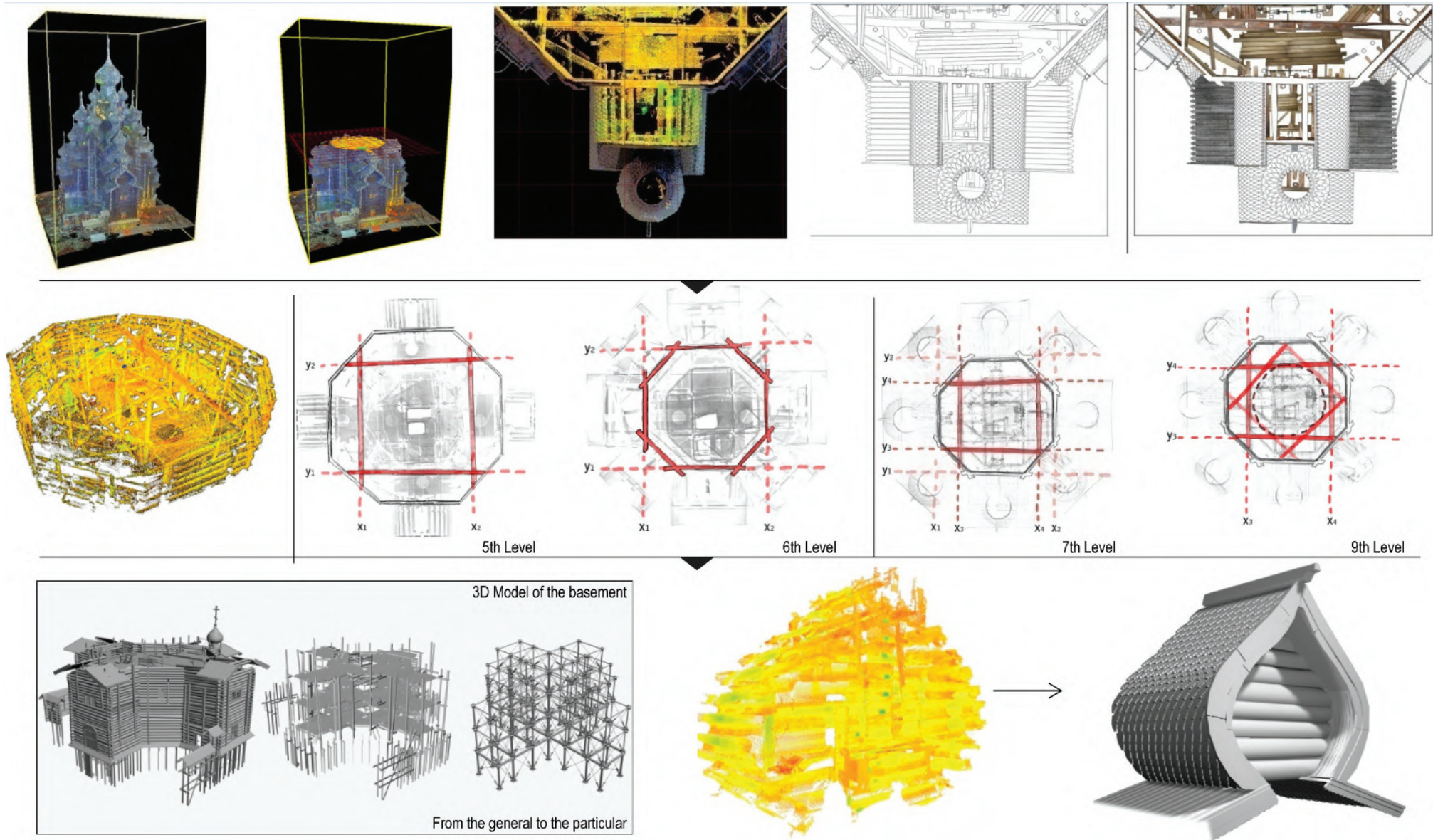


Fig. 7 General view of the data processing phase for the Church of the Transfiguration in Russia. The analysis started from the laser scanner survey. All the vector drawings were produced from the point cloud. From the vector drawings a 3D model of the basement and some specific parts were produced, for example the traditional vaults covered by scandols.

a real and practical understanding of the work and obligates the surveyor to elaborate in advance all the necessary work strategies useful for carrying out the research and obtaining the results. The organisation of the scan positions is generally determined by specific factors, for example:

- The presence of obstructions which obligate the surveyor to move the instruments into different positions in order to avoid the possibility of missing data
- The necessity to create the right connections between external and internal areas
- The necessity to survey the object investigated with the highest resolution, avoiding when possible shadows and holes in the point clouds (for example with the case of the ceiling structure in the Uffizi Museum and the timber roof structure of the Nativity Church).

Alongside the technical and operational aspects, all these experiences involved a theoretical and academic approach to the advancement of the new integrated digital survey systems. During these research experiences 2D and 3D post-production methods were improved in order to obtain the newest and most updated procedures for systematic analysis.

## Post-production phase and representation of data

The most complex aspect of these research activities was the ability to perform a laser scanner survey which described all the

architectural structures completely, obtaining a full survey and investigation of all the upper and lower parts of arches, external and inner parts, wooden details and ornaments of the timber structures. For each case study detailed 2D CAD drawings were produced, using different metric scales according to their purposes, as well as 3D models and/or simulations and photomaps to represent the architecture in its real aspect. It can be useful to summarise in detail the main purpose of each project and the technical materials produced:

Lamminaho Project: Documentation of the entire area in terms of both architectural and environmental aspects for preservation and restoration activities. Materials produced: elaboration of environmental sections (metric scale 1:50) for an updated recognition of the landscape; updated measures of the river bank area; analysis of the relations between buildings and open areas. For each building we produced: floor plans, technical drawings of the facades, longitudinal and/or transversal sections in 1:50 scale. Each façade has a real photomap elaborated in 1:20 metric scale (Figure 6).

Pogost Complex Project: Analysis and understanding of the architectural structure of the Church of the Transfiguration. Documentation of the island and its rural settlements for landscape analysis and for dissemination useful for touristic purposes. Material produced: Environmental sections in 1:50 scale, floor plans, longitudinal and transversal sections with a 1:5 scale of resolution, 3D model of the first octagonal basement and different tests of modelling straight from the point cloud information. Photomaps of each CAD drawing (plans, sections and facades) completed the documentation using photo documentation made up during the survey campaign (Figure 7).

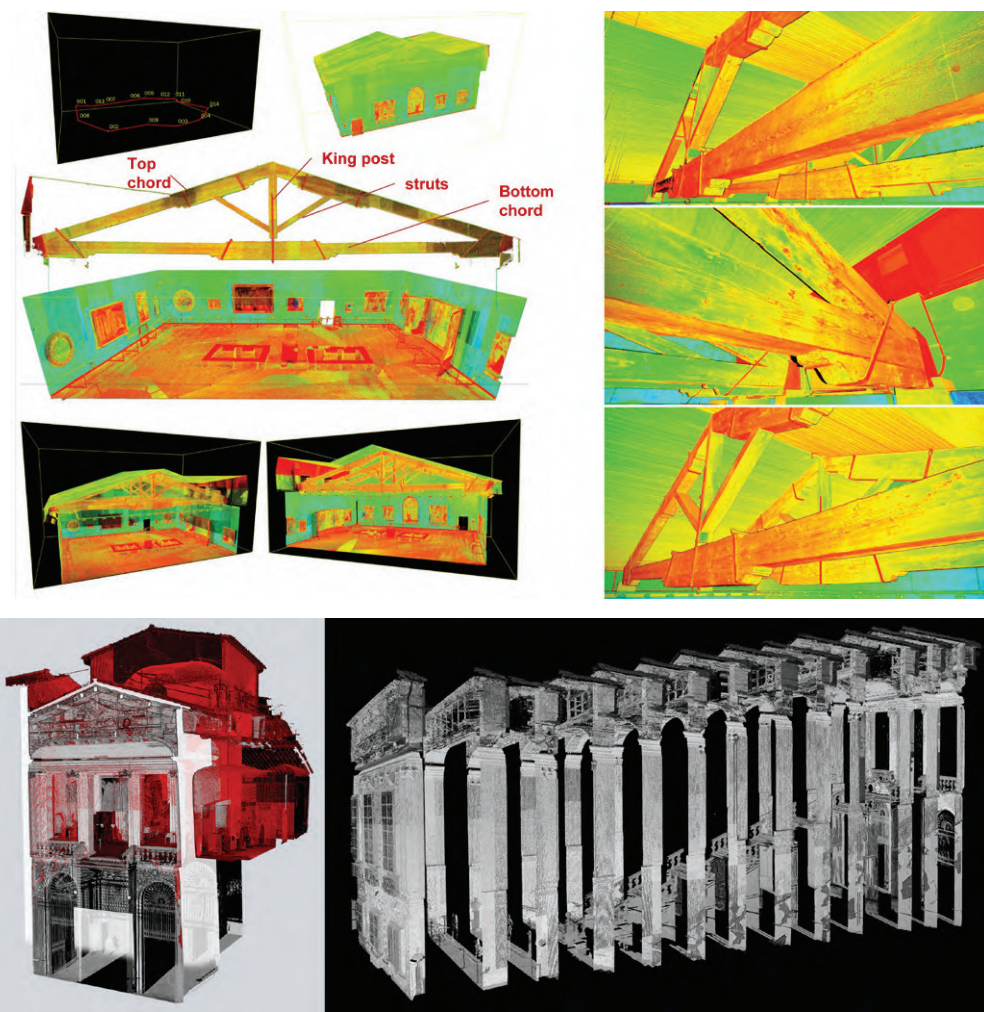


Fig. 8-9 Above: images of Botticelli's Room with the wooden trusses of the roof. Detailed scans were done in order to collect the exact dimensions of each element. Below: The Lorenese Staircases with extrados and intrados areas. Many progressive sections were produced to study the wooden ceiling.

Uffizi Project: Morphological analysis and monitoring activities of specific structural elements. Detailed progressive sections both in longitudinal and transversal orientation. With this series of sections made every 5-20 cm it was possible to gain detailed control of the architectural assessment of the ceiling and wooden trusses investigated. The metric scale is 1:5 cm because of the necessity to achieve the highest level of detail possible (Figures 8 and 9).

Nativity Church Project: Documentation and representation of the church with real photomaps for restoration activities on the timber structures and plaster walls. Materials elaborated: CAD drawings of floor plans, sections, facades in 1:25 scale. General plans for understanding the volumetric entity of the architectonic complex. Photomaps of all the inner and external walls. Experiments in photo-modelling the mosaic and timber surfaces to understand the level of detail achieved with this process (Figures 10 and 11).

In the post-production phase, after the survey operations in the field, it is important to check each ScanWorld and clean them one by one from different types of noise and useless element scanned, for example objects in the field, furniture, the presence of people passing in front the laser while it is working and massive vegetation that may cover the main object being analysed. In addition to this, it is possible to use the Cyclone software<sup>15</sup> with a layers list for isolating specific elements and to be able to have a more cleaned organisation of the data within the point cloud file. In the Cyclone software, the surveyor defines the cut-planes for making the sections. When the section is elaborated on the point cloud it is possible to create orthoimages and export them in a .bmp file. These images will be loaded into a CAD file and moved in their specific reference

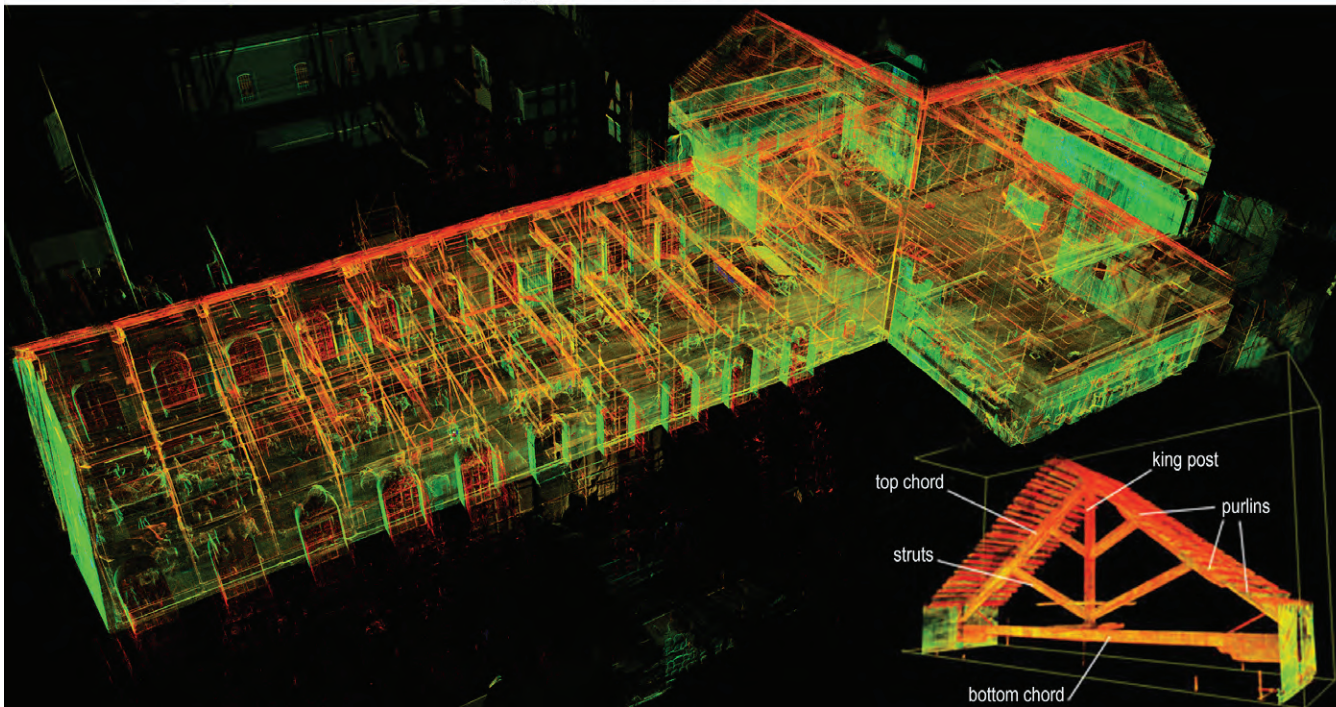
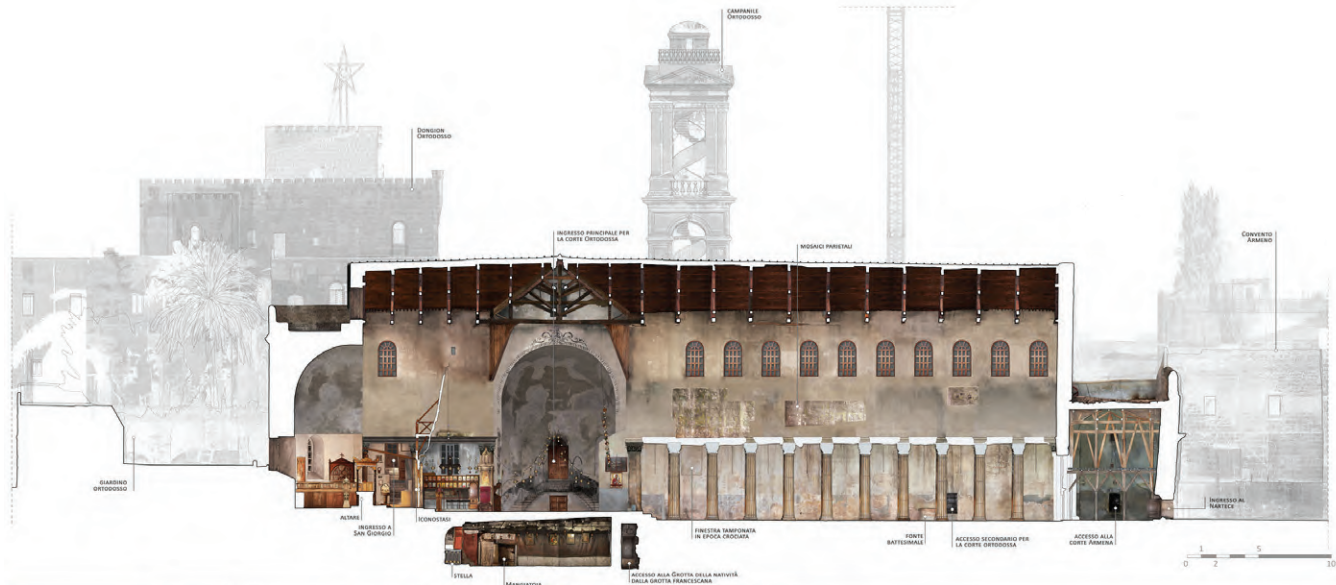


Fig. 10-11 Above: Longitudinal section of the Nativity Church with application of real photomaps to analyse damage. Below: detailed view from the point cloud of the wooden roof structure of the Nativity Church with a zoom on atypical timber truss.



positions thanks to the coordinates assigned by the software while exporting the orthoimage. When all the orthoimages of a section are loaded into the CAD file it is possible to start drawing the section. In addition, a technical layer list is set and defined in AutoCAD according to the main rules for the representation of the architecture and environment.<sup>16</sup> All the material produced needs to be archived with specific organisation in order to give different operators and technicians the possibility to handle the quantity of data and navigate within the database. For this reason, laboratories, units and departments should define and agree specific storage systems for their research work. It is interesting to notice that even if each case study had a specific output and purpose, all of them started from accurate survey operations. The challenging aspect of this method and procedure is being able to cover many necessities even in different scientific areas: landscape analysis, architecture, engineering, dissemination and sociological needs (for touristic reasons for example) and historical and archival needs. It is certainly possible to assume that a laser scanning survey may be necessary not only for the main reason for which it was requested but also for future reasons that may arise. The research experiences illustrated in this contribution have definitely underlined and confirmed that today our world heritage should have as a rule metric documentation performed through a laser scanner survey, in order for this to be available for any future need.

## Conclusions on the research experiences

This research proves that the laser scanner survey represents a fundamental documentary base that any heritage site should have. From a laser scanner, in fact, many different types of project can be formulated with intentions ranging from the simple updating of cartography and technical drawings, up to restoration and consolidation projects, and also projects related to more educational aims for dissemination purposes such as touristic info and virtual navigations (Figure 12).

The results of these research activities have highlighted that the development of intervention strategies for the preservation of cultural heritage must today be based on updated documentation. It is evident that the careful acquisition of data has a fundamental role in validating each decision in any sector of detection. The importance of the documentation becomes even higher considering conservation in its widest sense, thinking about “physical characteristics” and “immaterial intrinsic elements”, in consideration always of the principle of the “minimum intervention and maximum retention of materials”.<sup>17</sup> Today the main urgent needs are related to the ascertainment that:

- The use of cheap and nontraditional materials is altering and undermining the structural image of wooden heritage
- A renewed necessity for skilled carpenters needs to be resolved in order to keep specific knowledge alive and available for the future
- Traditional materials, crafts and craft techniques must be disseminated and spread using training programmes



*Fig. 12 A virtual reconstruction of the wooden village of Yamka on Kizhi Island, Karelia, Russia. The 3D model has been realised starting from the real dimensions obtained from the laser scanner survey. Real photomaps were used to map the buildings. This 3D model could be used for virtual navigation within an exhibition or directly on the Web.*

and specific studies addressing the sustainability of traditional materials and craftsmanship.<sup>18</sup>

- Related to practical strategies with laser scanners and monitoring assessments, it would be useful to leave in place the surveyed documentary targets in order to obtain the same metrical joint system throughout the years. Periodical surveys can aid the technical and deep understanding of timber structures in order to check their state of maintenance and operate with fast, safe coherent actions when needed

The loss of knowledge of this wide wooden heritage, the disappearance of the traditional cultural identity, the memory of these places and the loss of knowledge of craft techniques are seriously compromising the conservation of wooden traditional architecture. The elaboration of new typologies of analysis and intervention strategies for wooden heritage represents a strong, highly urgent necessity. Companies, academic units, and state entities should start to invest in this sector, asking for updated documentation and financing courses for carpenters and craft technicians in order to keep this precious part of our history of architecture alive and available for the next generations.<sup>19</sup>

## Endnotes

- 1 The main bibliography is listed below.
- 2 The synthesis of the studies conducted is represented by my Ph.D. final work published with Firenze University Press editor. S. Porzilli, *Rilevare l'architettura in legno. Protocolli metodologici per la documentazione delle architetture tradizionali lignee*:

*i casi studio dei villaggi careliani in Russia*. Firenze: Firenze University Press. pp. 269. ISBN 978-88-6453-354-4.

- 3 Marco Vitruvio Pollione, *De Architectura Libri X*, Franca Bossalino, Edizioni Kappa, Roma, 2002, pp. 74-75.
- 4 Knut Einar Larsen, Nils Marstein, *Conservation of Historic Timber Structures. An Ecological Approach*. Oslo, 2016.
- 5 This project was carried out between 2009 and 2011 by the University of Florence, Italy – Department of Architecture DIDA. The Project Coordinators were: Prof. S. Bertocci and Prof. S. Parrinello. In this case the drawings and results come from the Master's Thesis work of Sara Porzilli and Aurora Sorini, who graduated in July 2011, entitled *La Pogost dell'isola di Kizhi, rilievo laser scanner per l'analisi della struttura architettonica della Chiesa della Trasfigurazione* (English: *The Pogost Complex on Kizhi Island: laser scanner survey for the architectural structural analysis of the Church of the Transfiguration*).
- 6 C. Norberg-Schulz, *Genius loci. Paesaggio ambiente, architettura, collana Documenti di architettura*, trad. it. di A. M. Norberg-Schulz, Electa, Milano, 1992.
- 7 Museovirasto - National Board of Antiquities (NBA) which has its main office in Helsinki (Finland) represents the main management of the Lamminaho Farm House. Senatti Properties is the second partner which has financed the activities.
- 8 Manager and coordinator of survey operations: Prof. S. Parrinello, University of Pavia, Italy. Surveyors involved in the survey of the Pogost Complex: Sara Porzilli and Aurora Sorini responsible for post-production and results.
- 9 Research activity carried out at the University of Florence jointly with the University of Pavia, Italy. Manager and coordinator for DIDA: Prof. S. Bertocci. Manager and coordinator for DicAr: Prof. S. Parrinello. Technical coordinator and surveyor for the results shown: Ph.D. Arch. Sara Porzilli. Other collaborators: Ph.D. Arch. Francesca Picchio, Pietro Becherini.
- 10 Project carried out by the University of Florence, Italy and University of Pavia, Italy. Scientific managers of the survey project for DIDA: Prof. S. Bertocci. Manager and coordinator for DicAr Prof. S. Parrinello. Restoration Company responsible for the work on site: Piacenti s.p.a. Technical Coordinator: Ph.D. Arch. Sara Porzilli. Surveyors: Pietro Becherini, Monica Bercigli, Matteo Bigongiari, Francesca Picchio, Sara Porzilli, Mattia Ventimiglia.
- 11 The term “integrated” is specifically intended for those research projects where different types of survey activities are carried out concurrently.
- 12 “Target” is a technical term that indicates a specific point (sometimes with specific reflective surfaces) used for combining different scans. Thanks to these points it is possible to connect point clouds obtained from different scan positions using geometrical algorithms.
- 13 For the Lamminaho project the company Mitta Oy from Finland, and the “Survey Lab” located in Oulu arranged the technical equipment and software used for processing the data. They also supported the post-production operations.

- 14 These terms come from the technical characteristics of laser scanners. They are related to the resolution of the point cloud in relation to the distance between the laser position and the object surveyed.
- 15 Cyclone is the official software from Leica GeoSystem used for handling point clouds: <https://leica-geosystems.com/>.
- 16 S. Bertocci & M. Bini, *Manuale di rilievo architettonico e urbano*, Città Studi edizioni, Torino, Italia, 2012.
- 17 Knut Einar Larsen & Nils Marstein, *Conservation of Historic Timber Structures*, pp. 10-11.
- 18 These principles are already underlined and treated in the ICOMOS International Wood Committee's Principles. This contribution aims to underline and confirm these urgent necessities with practical examples.
- 19 Lars Petterson, *Suomen Kansanomaisen rakennustaide*, Oma Maa 4, WSOY, 1958.



## HISTORIC BUILDINGS FROM A CARPENTER'S PERSPECTIVE

MATTIAS HALLGREN

Old methods are often simpler, cheaper and as safe as modern ways. Through the reconstruction project of the Södra Råda medieval wooden church, we have gained new knowledge about traditional working methods and are applying them more and more in our everyday job as carpenters. For example, we use a stick of burnt birch and a flax string instead of modern colourful chalk lines, or advanced traditional lifting devices when placing heavy logs. We have learned to reveal traces in old buildings that tell us about the handling of materials, scaffoldings and tools. This helps us understand how they were built.

It is important to learn from the old buildings what materials and techniques have lasted over time. The result of different combinations is often revealed when a building is examined or “opened up” during restoration. It is very important to understand and notice this and create good documentation that can be used as a reference.





## Craftsmanship in a new light

Six conclusions that historical buildings have taught us through our examinations:

1. The craftsmen's traces tell us about traditions, technique and society.
2. You should have a multidisciplinary scientific perspective in the search for forgotten craft traditions.
3. During the Middle Ages, peaking after the Black Death in 1350, Continental craft methods pushed aside a "Swedish" building tradition.
4. New antiquarian values can be found in historical wooden constructions.
5. Old buildings are good references for more than architecture. Examination before and during restoration will not only give a deeper understanding of the building's history, but also of forestry, local sawmills, forged iron, brickyards, trading in materials and so on.
6. Reconstructions give an opportunity to regain forgotten knowledge. Testing your theories on a 1:1 scale at the worksite gives you understanding and a reference for how problems are solved.

## Structures, materials and building methods

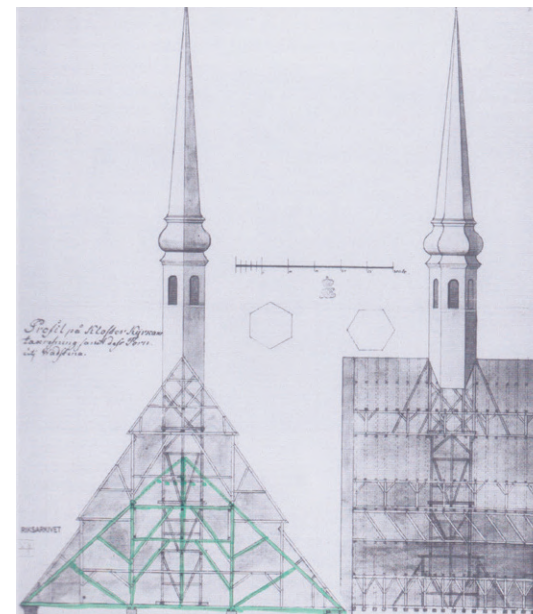
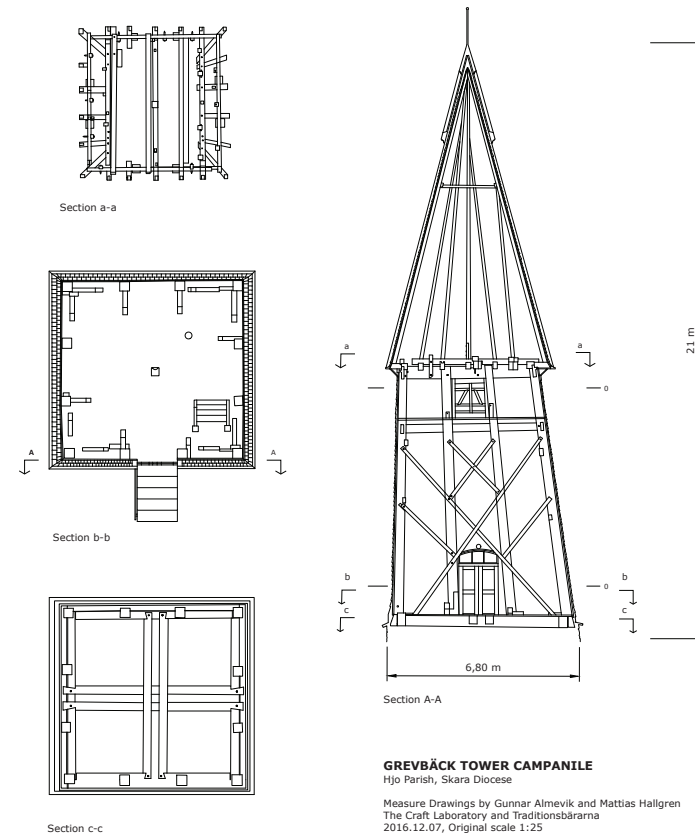
### *A different logic*

In 2016, I undertook a project through the Craft Laboratory at the University of Gothenburg focusing on the Grevbäck campanile, built 1303 by craftsmen using “Swedish” building techniques, not Continental methods. This old method of construction followed a different logic. It could be described as “organic”, with natural skewnesses and irregularities as the norm, not symmetry and straight angles like we are used to today.

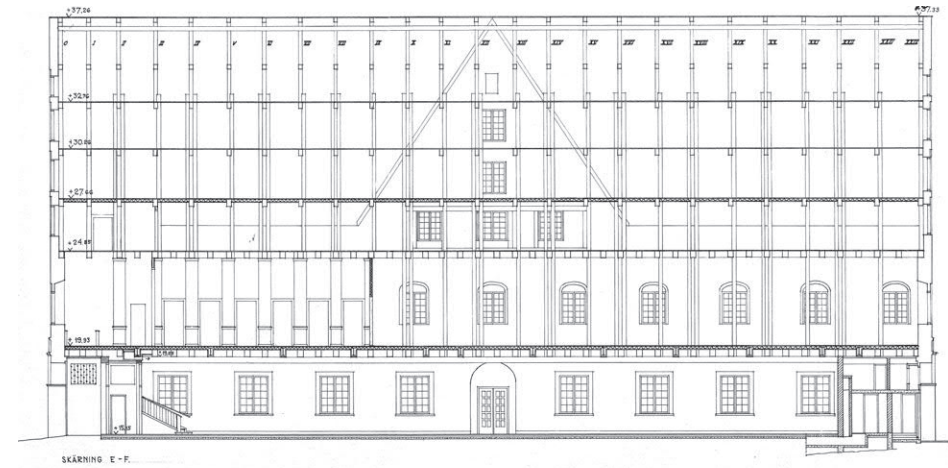
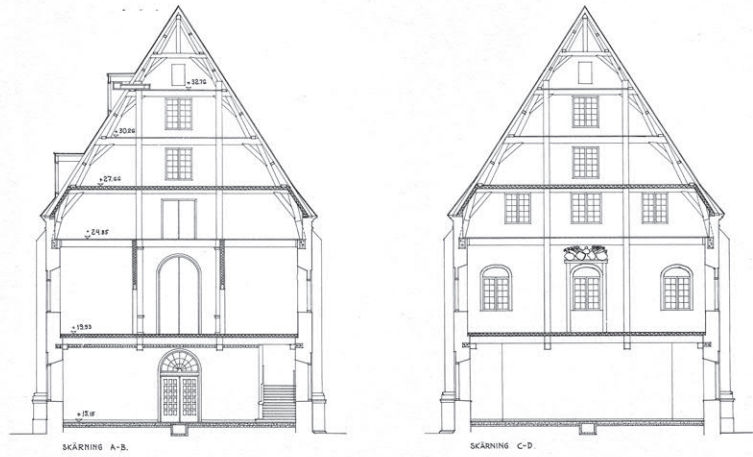
### *Carpenter's marking*

During the late 14th century, traces of prefabrication in woodworking can be seen in churches. Each piece of the roof trusses is marked with a series of unique numbers, a “carpenter’s marking”. Symbols like I, V, X are combined with “dots” and “flags” with numerous variations of “abbreviations”. The symbols should be added together and the sum will be the same when reading from any direction. Many variations of marking systems are seen over time and geographically. A wide spectrum of different marking systems can be seen in Vadstena Abbey, with roof construction from 1410, enlarged in 1455 to be the largest roof ever built in Sweden. It was disassembled and rebuilt in 1770. In 1810, the roof was enlarged slightly again.

Historic buildings from a carpenter's perspective







*Kronhuset, Göteborg, built in 1654 in the same technique as Louhisaaren kartano*

The roof construction is built with five inner frames on top of each other, that also hold up the lowest floor over the great hall with vertical beams and forged iron. The roof construction's outer rafter is leaning against the inner frame. Originally the building had tiles, but now it has copper sheets. The framework in the attic is prefabricated and has the "carpenter's marking" typical of the 17th century. The same symbols and marking system are also found in the roof at Louhisaaren kartano.

## Contemporary methods and tools of forestry

Work: making rafters for the roof for the reconstruction of Södra Råda old church. Dated 1310, burnt down in 2001. Cleaving a tree into four rafters. We have also succeeded in cleaving 8 rafters 13m long out of one pine tree. The Hardemo church tower stood as a model.





*Tool traces — the soul of the building. What can they tell us about technique, craftsmen and society?*

“Decision anxiety”: three different radii were scribed before they decided how to cut the shape for the threefold inner roofing at Tensta Church, Uppland. We have studied the medieval roof construction as a reference for the Södra Råda project, where we are going to reconstruct a similar threefold inner roof.

Archaeologists often find timber with eye-cuts in one end of the log. They were cut in the forest, for transportation to a worksite, collecting point or sawmill. This has been a common way of transporting timber for many thousands of years until 1950, when machines took over from horse labour. Sometimes you can find eye-cut timber in buildings.

In our full scale work for the Södra Råda church reconstruction project, we are working with timber, boards and beams in the forest with only traditional tools. This has given us new knowledge about woodworking from 1100 to 1350. Our reference is all the other medieval buildings and roof constructions from the same era that we have examined. During several years of alternating between woodwork and examination, our understanding of carpentry has increased, especially when it comes to producing cleaved 1” boards for the church roofing. Normally, we can get four boards out of one log, but we have also tried eight boards with success. The technique we use is controlled cleaving (<https://timmermanskonst.wordpress.com/2015/03/07/klamphuggning-som-i-ingatorp-och-klyvning-av-trobrador-till-sodra-rada-2015/>).



### *Traces from cranesaw and sawmills*

By looking closely at the marks from the sawblade, it is possible to tell if it is hand sawn or made in a sawmill. If it is handmade, the patterns vary and are often slightly curved on one side of the board. There are sometimes traces of splitting when the wedge was hammered in, behind the sawblade, when steering after the chalk line.

The waterwheel powered single bladed sawmills from the 18th century can still be seen in action here and there in Sweden. The first sawmills appear in Swedish written references between the 14th and 15th century. One of them, a larger sawmill, was located in Forsvik Grönhult (my own place) in 1447, where boards for the Vadstena Abbey project were made.

We know from written references that boards and planks for Skokloster Castle were bought from Finland in the 1660s because they had better, more modern sawmills than in Sweden.

We can identify this by looking at the boards in the attic at Skokloster. Some boards are very “furry” in comparison to other, more smooth ones that were probably from Finland!



Cranesaw



One-bladed sawmill





### *Iron and forging*

During restoration it is very common for us to re-use larger iron nails. Old nails are often made of low-coal iron that only gets rusty on the surface, while on the inside they are like new. We suspect that people have always re-used nails. Modern nails are worn out after 100 years of use, compared to old nails that we can often re-use after 200-700 years! On flat-rolled iron you can sometimes find quality stamps and a manufacturer's stamp that gives you information about where the iron came from.



### *Examination, static calculations and damage inventory at Skokloster Castle 2009-2017*

The roof construction was in really bad shape at the start of the damage inventory. As carpentry specialists together with the architect, the construction engineer and Statens Fastighetsverk, we examined the building's roof and towers to get a complete picture of the damage situation.

Major work had been done in 1960-1970, to save the roof from falling in. Lots of timber was changed in the roof eaves, where the wood meets the brick wall. They used impregnated planks in the repair, nailed together, and removed the bricks that had been covering the beams on the wall. These repairs will last forever! But some of the roof trusses holding the open tile lath were in bad shape and in of restoration. The quality of the lath was partly good where the tiles had held the water outside. The rest of the lath was really weak after hundreds of years of leaking tiles.

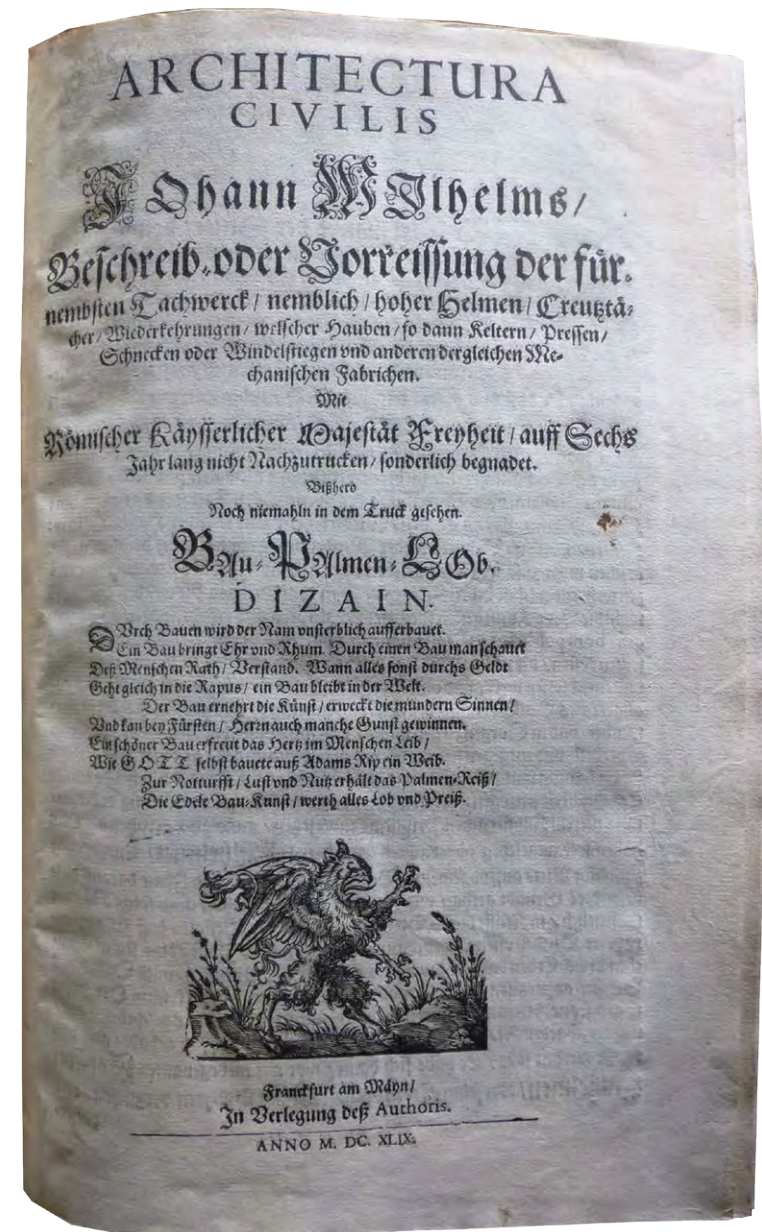
Mattias Hallgren



The horizontal beams connecting the inner frames together were broken where they meet in the inner corner of the castle. The reason was that originally, the carpenters had not connected the two roof constructions correctly in the inner corners. They left several important pieces out when assembling the roof. They left the roof trusses hanging on the inner frame, with all its inner rafters cut off. This caused problems and stress to the frame construction from day one. In 1960, the roof collapsed and a rescue operation was undertaken. The result of that operation was now, 70 years later, in need of a radical update. The castle needed a roof that could last for 360 more years, like it should have been done, according to the book *Architectura Civilis* from 1649, which is still in the castle's library.

Another reason for the big restoration in 2009-2017 was that the 5" hand-forged nails holding the tile lath had reached their maximum lifetime. The lath was starting to come loose, with the tiles sliding down.

Originally they made a bad choice when they nailed all the lower outer rafters onto the roof trusses with 10" nails. These were nailed in the centre of the rafters, where the dry cracks later appeared. That made them loosen and slowly slide down, bringing half the outer roof with them!



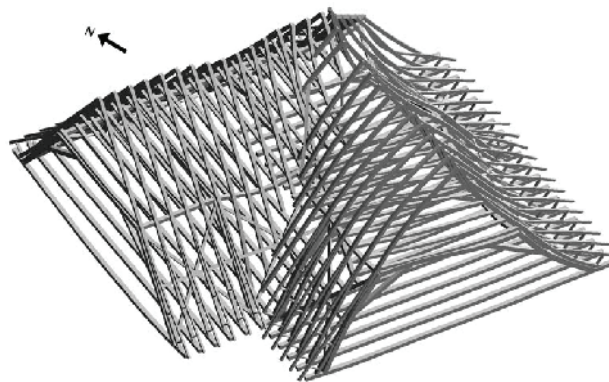
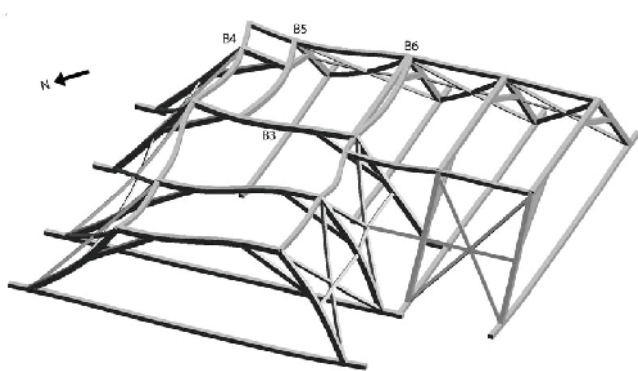


A third reason was that the castle originally had twelve dormer windows that were removed at some time. We know it was a fine carpenter, not a timber carpenter, who built the windows. He did not respect or understand the other's work so he cut the rafters off in line with the windows. This was obviously common practice, because we can see this in almost all similar roof constructions from 1640 to 1750.

All this poorly done work and the deformation of the roof had broken two of the castle's chimneys. These were repaired later.

My colleague Mattias Malmros, Carl Thelin from Tyréns, and I examined and discussed the damaged roof construction to collect information for Carl's static calculations. Then Carl presented a proposal with static drawings and calculations with pictures. He did a good job trying to get everyone to understand his plan and it worked out well.

The conclusion of Carl's proposal was that by restoring the roof with original material and techniques, adding a "new" inner corner construction with *Architectura Civilis* as reference, we could guarantee the roof would last for another 360 years, even through war, financial crises and climate changes.







I made all the calculations in my work plan, where each 1/4 phase of the project had around 75 entries. We worked on a rolling basis against my calculation of the estimated time and materials. We had meetings every two weeks along the way. The time and cost came very close to my calculation every year. That was probably why Statens Fastighetsverk trusted my open calculations, compared to the general contractor, who worked against a fixed price.

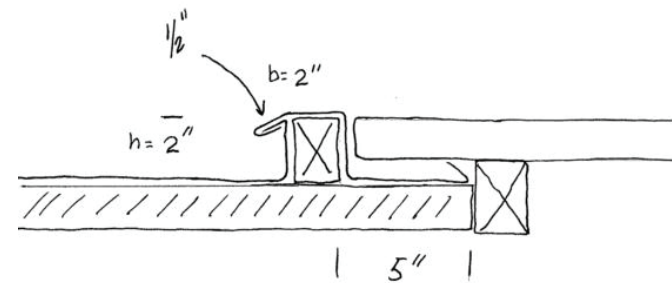
### *Planning, calculating and budgeting for the restoration of Skokloster's roof construction*

In 2009, we did a pilot restoration on the worst section of the roof, on the north outer side. This was the location of one of the former dormer windows, where the roof truss had 4m cut off. The aim of the pilot project was to find the best solution for the major restoration, and also to measure how much time it would take and really identify all the roof's weaknesses. Was it possible to repair the roof, or should it be completely replaced?

The specification document for contracting a general contractor for the restoration was worked out by Statens Fastighetsverk, Anna Blomberg the castle architect, together with Carl Thelin and me (according to my knowledge about restoration and Skokloster Castle)

The document also included installation of a sheet metal roof. That part was worked out by me and Stefan Lardner, a plater expert. All measures were set in inches, not millimetres. One major reason for the water leakage has been bad metalwork over the years.

All the craft specialists worked as contractors directly under Statens Fastighetsverk, through my one-person company.



I hand-picked all the craftspeople and created a schedule according to each one's speciality and when their work was needed in the project. It was hard to coordinate it with their availability to work, especially with people coming from all over Sweden, Norway and Germany. In 2015-2016, there were 23 woodworking specialists and two blacksmiths. Only two were women. I wish there were more women interested in carpentry.

Nya innerhörnet				Reparationer taklaget			
N01	Etablera allt, verktyg, upplägg av material	32	32	R01	Etablera allt, verktyg, upplägg av material	24	30
N02	Avetablering	32	35	R02	Avetablering	24	29
N03	Ävlasta L-rem + lyft takstolar i öst	16	18	R03	Påsadlingar som behövs kärlek, 48 st, dra upp och nya spikar	48	63,5
N04	Sträva upp östra o norra takfallet tillfälligt under arbete med L-rem	16	4	R04	Påsadlingar norr 8 st helt lass som repareras med begat virke	16	22
N05	Demontera stråvor i takstolar	6	10	R05	Nya högben, påsadling, kryss vid äldre takkupa	60	75
N06	Demontera tryckt lagningsvirke	16	18	R06	Nock i öst + norr. Ny rundslana?	GE	68
N07	Trycka tillbaka östra fallet om möjligt	8	5	R07	Reparation av bef takluckor	GE 8	30
N08	Ny bock: tillverka, tass mot bef bjälklag, montering på plats.	84	95	R08	Reparation av takkupa mot borggården östra inre fallet	GE	21
N09	Nya L-remmar öst och norr	40	51	R09	Långrem i östra yttre fallet reparation. Röttskada/knänkskada	36	4
N10	Sänka ner takstolar och shimsa höjden för en rak nock	8	6	R10	Yttre gradsparre mot torn, nockplanka, anpassa mot läkt i öst	GE	21
N11	Demontera bef hanbjälkar för ny diagonal-Hane	8	10	R11	Hängseljörn på varannan takstol, 25 st att montera	50	1
N12	Ny Dia-hane lyfts in och passa in	18	21	R12	Röttskador mot tornet. Byte brädor och påsadlingsändar	GE	49
N13	Malla för gradsparre, kapa H-ben och påsadlingar	18	27	R13	Vinkelrännor mot tornet, brädor och läkt med plåtit	GE	45
N14	Gradsparre lyfts in	10	19	R14	Läta lilla taket mot tornet + kolla nocken	GE	12
N15	Hanbjälkar anpassas till ni Diagonalen ca 20 knutar huggs ihop	68	81	R15	Skorsten i norra fallet, läkt och nockås	GE 8	21
N16	Högben till gradsparre. Knutas och spikas	80	78	R16	Översyn av alla knutar ca 125 st, dymlingar, spikar, rensning av bruk	60	64
N17	Påsadlingar till gradsparre spikas	16	25	R17	Snedstråvor på högben, översyn, kompletteringar, spikning	10	24
N18	Släppa tillfällig strävning av östfallet	6	6	R18	Takfot infästning mot takstolar, järn och spikar, översyn	20	30
N19	Vinkelräna: brädor och list till plåt	GE	59	R19	Klossar mellan högben o påsadling	16	22
N20	Plåtarbeten assisterande snickare övrigt	GE 8	9	R20	Ny läkt allt. Ca 2200m / 5m bitar= 440st x 1h st =	GE 8	14
N21	Takluckor 3 st nya	GE	12	R21	Tillfällig läkt att klättra på (spaxas)	10+	19
N22	Säkerhets linor / wajer, infästningar montera	GE	2	R22	Reparation av knutar på bockar som glidit isär	16	25
N23	Grovstädning ute / inne	GE	10	R23	Reparation av hanbjälkar där de trillat ner eller är bortplockade	16	32
N24	Nytt virke inlyft, bärhjälp mm		35	R24	Reparation av nockknutar	16	35
N25	Gammalt virke utflyt, bärhjälp mm	GE 8	14	R25	Reparation av Trappan upp till hanbjälklaget	8	13
N26	Golvtegel åter kring bockens tass	GE		R26	Reparation av takfotsbrädor – plåtit	GE	79

Skokloster slott etapp 3																								
Version- 1:5 2016 03 19																								
X= rep, X= ofs, X=nya, X= reservgubb																								
V e c k a:		1	2	3	4	5	7	9																
N a m n:																								
Mattias Hallgren	x	i	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
Mats Renström										x	x	x	x	x	x	x								
Fredd																								
Kai tysk ev 5 dag/ vecka				x	x	/	x	x	/	x	x								x	x	x			
Högfuran Johan -Nya																				x	x			
Daniel Åkerman - OFS				x	x	x	x	x	x															
Anders Bekkos - OFS				x	x	x	x	x	x															
Nisse trä o bygg																				x	x			
Tobias Ed Lokstall - Nya																					x			
Bengt Bygden																					x			
Mattias Malmros - Nya																					x			
Niklas Alexandersson																					x			
Kalle Melin																								
Thomas Hagaeus 4 dagar/v																					x			
Alex Nordin 3 dagar/v																					x			
Leonard Nordin jr																					x			
Johanna Röros																					x			
Stefan Jonasson																					x			
Jörgen Rånge king of rockn' roll																					x			
TimmerBjörn Frodin																					x			
Gunnar Zakrisson - Nya																					x			
Anders Wier småland - Nya																					x			
Maria Aspen																					x			
Summa folk:	1			1	7	7		7	7	7	7	7	6	7	7	8		9	7	7	7	4	4	1

### *Hands on at Skokloster Castle 2009-2016*

We have gained a great deal of new information and knowledge while examining, planning and working all these years. Because we all are interested in history, we have been asking the people working at the Skokloster Museum a lot of questions, looking in archives and examining their tool collection very closely. One important book that brought us much information is *Skokloster, ett slottsbygge under stormaktstiden*, written by Erik Andrén in 1948.

The book is a resumé of the correspondence between the landlord CG Wrangel and the engineer on site. It includes purchase lists for materials and calculations. It also contains a “diary” of the work at the castle over the years. The book gave us valuable clues and ideas of how the building process changed along the way, according to CG Wrangel’s orders. The book has been very valuable for us, when searching the castle’s attic for traces that can reveal “new” information about aborted and changed building plans. I have written more about this in my work reports (links in the end of the article).

Together with the castle architect, I decided that every part of the “roof landscape” should be restored with the same tools and techniques that each unique piece had been made with. The surfaces of all the wooden pieces that we added to the roof were left with traces from the modern sawmill, but all joints were of a 17th century design. In that way, it would be possible to distinguish the original roof from what we had added in the 21st century.

One central thread running through the restoration project has been our passion for using, and trying to understand, traditional tools and methods. Over and over again, we are

reminded of how effective and easy the work becomes when we use the “old way” of solving practical problems. What we have, but they did not have, is electrical lifting winches and battery drilling machines. Sometimes we also use rigging devices like ropes and blocks, if it best suits the situation. We used only traditional tools first, to get a fresh reference for the tool traces, before modern, more effective, tools were used to save time, for example when cutting a beam with a battery chainsaw and finishing it with an axe.

Our most important instrument is the visual “sense of proportion”. Our aim was not to make the castle perfect, straight and level, but to understand and shape our beams and rafters like our colleagues did 350 years earlier. It is very important to first examine and understand what you are about to restore. Interesting tool traces, red pencil lines from the original layout or sketches made by discussing carpenters, might “decide” where you will make your cut in the old wood.

One of the most challenging and fun thing to build was the “new” inner half-frame, supporting the collapsing roof. The design was taken from *Architectura Civilis 1649* and modified by the castle architect, the constructor Carl Thelin and us. The problem was to add something new between two crooked, stressed roofs that were on different levels. We had to bend and push the surrounding roof trusses to their maximum to make them fit. The upper and lower horizontal pieces in the half-frame had 21 different angles and surfaces that had to connect perfectly. We only had one piece of wood for each purpose, so no mistakes must be made. A visual sense of proportion, guiding strings and template planks were used to get fixing points for taking all the measures and angles. Before the half-frame was put in, the whole roof construction was pushed back close to its

original position, with help of many lever jacks. We wanted the static points in the construction to work as correctly as possible after the restoration.

Another “new” thing we added was a dragon beam, a horizontal diagonal collar beam that brings the outer corner pressure down to the new half-frame on the wall. Here we also incorporated pre-pressure into the static points in the collar beams, so the roof trusses could work as a flexible unit outside the inner frame. That way, the inner frame will support the flexible outer roof construction in hard weather.

It has been a good opportunity for everyone in this project to learn more about history, building methods and how different materials last over time; valuable knowledge that can be applied in other restoration projects in the future.

## Reports

2014 - <http://media.traditionsbararna.se/2014/10/Sko-rep-2014-hantverks-dok-redigerat-0813-mini.pdf>

2015 - <http://media.traditionsbararna.se/2015/08/Hantverks-dok-2015-bildbilaga-mini.pdf>

and <http://media.traditionsbararna.se/2015/08/Sko-H-dok-2015-pdf-mini.pdf>

2016 - <http://media.traditionsbararna.se/2016/11/Slottsrenovering-i-nytt-ljus-2009-2016.pdf>

and <http://media.traditionsbararna.se/2016/11/Byggnadens-sjal-MH1.pdf>



# LITTEET

## Liite 1. Louhisaaren kaakkoisen sivurakennuksen katon kuormat

Kuormitukset on laskettu Eurokoodin normeja noudattaen. Sääarkisto ei ylety 250 vuoden taakse ja tilastollisesti arviointi ei olisi luotettavampaa kuin eurokoodin mukaisten kuormien käyttö. Pitkän käyttöiän tuomat muutokset kuormitukseen on otettu huomioon kertoimilla.

### 1.1 Katon omapaino

Kattotuolien jakoväli on noin

$$kk_{kattotuoli} := 1 \cdot m$$

Savitiilikatteen omapaino

$$g_{tiilikate} := 45 \cdot \frac{kg}{m^2} \cdot 10 \cdot \frac{m}{s^2} \cdot kk_{kattotuoli} = 0.45 \frac{kN}{m}$$

Lautekatteen paksuus

$$b_{lautekate} := 3 \cdot cm$$

Puun tiheys

$$\rho_{puu} := 5 \cdot \frac{kN}{m^3}$$

Lautekatteen omapaino

$$g_{lautekate} := b_{lautekate} \cdot \rho_{puu} \cdot kk_{kattotuoli} = 0.15 \frac{kN}{m}$$

Katon omapaino

$$g_{katto} := g_{lautekate} + g_{tiilikate}$$

$$g_{katto} = 0.6 \frac{kN}{m}$$

### 1.2 Kattotuolin osien omapainot

Kattotuolien osien omapainot eivät ole mukana kuormitustapausten laskemisessa. Ne on kuitenkin huomioitu FEM-laskentamallissa oman osansa kohdassa. Poikkileikkauksien mitat ovat keskiarvo todellisista miitoista. Puun vaihtelevaa laatua ei otettu huomioon laskuissa.

Selkäpuun mitat ovat noin

$$b_{selkäpuu} := 15 \text{ cm}$$

$$h_{selkäpuu} := 13 \cdot cm$$

Selkäpuun omapaino

$$g_{selkäpuu} := b_{selkäpuu} \cdot h_{selkäpuu} \cdot \rho_{puu} = 0.098 \frac{kN}{m}$$

Kitapuun mitat ovat noin

$$b_{kitapu} := 13 \text{ cm}$$

$$h_{kitapu} := 13 \cdot cm$$

Selkäpuun omapaino

$$g_{kitapu} := b_{kitapu} \cdot h_{kitapu} \cdot \rho_{puu} = 0.085 \frac{kN}{m}$$

### 1.3 Lumikuorma

Lumikuorma on laskettu eurokoodin mukaan (RIL201-1-2011, ss. 87-103)

Maanpinnan lumikuorman ominaisarvo  $s_K := 2 \cdot \frac{kN}{m^2}$

Katon kaltevus noin  $\alpha := 45$

Harjakaton kaltevuudesta johtuva muotokerroin  $\mu_1 := 0.8 \cdot \frac{(60 - \alpha)}{30} = 0.4$

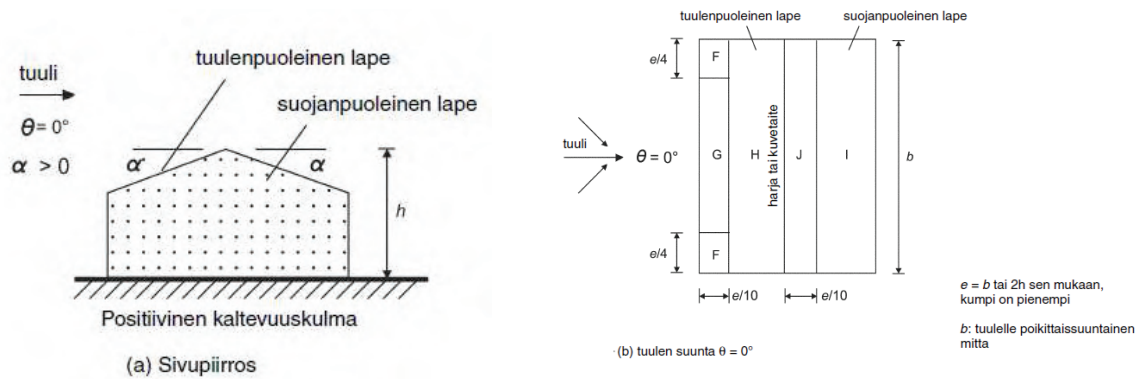
Lumikuorman arvo 1m kattotuolijaolla  $s_{lumi} := \mu_1 \cdot s_K \cdot 1 \text{ m}$   $s_{lumi} = 0.8 \frac{kN}{m}$

### 1.4 Tuulikuorma

Eurokoodin mukaan koko Suomen alueella tuulennopeuden perusarvo on 21 m/s. (RIL201-1-2011, s 125) Oletetaan, että Louhisaaren kartanon rakennukset kuluuvat maastoluokaan II.

Kyseessä on B mitoitustapaus eli rakennuksen tai rakenteen osapintojen ja niiden kiinnitysten mitoitus paikalliselle tuulenpaineelle.

Sivurakennuksen katto on jaettu normien mukaisesti viiteen osaan, joissa ulkopuolinen tuulenpaine vaikuttaa eri paineilla. Kuvassa on esitetty osien nimeäminen, jonka mukaan tuulikuormat on nimetty.





Nopeuspaineen ominaisarvo maastoluokassa II, korkeudella noin 15m ja 1m kattotuolijaolla.

$$q_p := 0.72 \cdot \frac{kN}{m^2} \cdot 1 \text{ m} = 0.72 \frac{kN}{m}$$

Eri vyöhykeiden tulikuormat

$c_{pe.F} := 0.7$	$w_{e.F} := q_p \cdot c_{pe.F}$	$w_{e.F} = 0.504 \frac{kN}{m}$
$c_{pe.G} := 0.7$	$w_{e.G} := q_p \cdot c_{pe.G}$	$w_{e.G} = 0.504 \frac{kN}{m}$
$c_{pe.H} := 0.6$	$w_{e.H} := q_p \cdot c_{pe.H}$	$w_{e.H} = 0.432 \frac{kN}{m}$
$c_{pe.I} := -0.2$	$w_{e.I} := q_p \cdot c_{pe.I}$	$w_{e.I} = -0.144 \frac{kN}{m}$
$c_{pe.J} := -0.3$	$w_{e.J} := q_p \cdot c_{pe.J}$	$w_{e.J} = -0.216 \frac{kN}{m}$

## 1.5 Kuormitusyhdistelmät

Tutkittiin neljä eri kuormitustapausta.

- I. Katon omapaino (pysyvä yhdistelmä)
- II. Katon oma paino ja sen lisäksi epäsymmetrinen lumikuorma vasemmalle lappeelle (keskipitkä yhdistelmä)
- III. Katon oma paino ja sen lisäksi symmetrinen lumikuorma molemmille lappeille (keskipitkä yhdistelmä)
- IV. Katon oma paino ja sen lisäksi epäsymmetrinen tuuli- ja lumikuorma vasemmalle (hetkellinen yhdistelmä)

Aikavaikutus kerroin käytöialle 250v

$$k_{mod} := 1.2$$

Muuttuvien kuormien

pitkäaikaisarvon ydistelykertoimet:

keskipitkä lumi  $\psi_2 := 0.2$

hetkellinen lumi  $\psi_3 := 1$

hetkellinen tuuli  $\psi_4 := 1$

I. Pysyvä yhdistelmä

$$q_{pysyvä} := g_{katto}$$

$$q_{pysyvä} = 0.6 \frac{kN}{m}$$

(omapaino)

II. ja III kuormitusyhdistelmien arvo on sama, mutta vaikutus alue on eri

Keskipitkä lumikuorma  $q_{keskipitkä.lumi} := k_{mod} \cdot \psi_2 \cdot s_{lumi} = 0.192 \frac{kN}{m}$

Keskipitkä yhdistelmä

$$q_{keskipitkä} := g_{katto} + q_{keskipitkä.lumi}$$

$$q_{keskipitkä} = 0.792 \frac{kN}{m}$$

(omapaino+lumi)

IV. Hetkellinen yhdistelmä

Hetkellinen lumikuorma  $q_{hetkellinen.lumi} := k_{mod} \cdot \psi_3 \cdot s_{lumi} = 0.96 \frac{kN}{m}$

Hetkelliset tuulikuormat

$$q_{hetkellinen.tuuli.F} := k_{mod} \cdot \psi_4 \cdot w_{e.F} = 0.605 \frac{kN}{m}$$

$$q_{hetkellinen.tuuli.I} := k_{mod} \cdot \psi_4 \cdot w_{e.I} = -0.173 \frac{kN}{m}$$

$$q_{hetkellinen.tuuli.G} := k_{mod} \cdot \psi_4 \cdot w_{e.G} = 0.605 \frac{kN}{m}$$

$$q_{hetkellinen.tuuli.J} := k_{mod} \cdot \psi_4 \cdot w_{e.J} = -0.259 \frac{kN}{m}$$

$$q_{hetkellinen.tuuli.H} := k_{mod} \cdot \psi_4 \cdot w_{e.H} = 0.518 \frac{kN}{m}$$

Hetkelliset yhdistelmät

$$q_{hetkellinen.F} := g_{katto} + q_{hetkellinen.lumi} + q_{hetkellinen.tuuli.F}$$

$$q_{hetkellinen.I} := g_{katto} + q_{hetkellinen.lumi} + q_{hetkellinen.tuuli.I}$$

(omapaino+lumi+tuuli)

$$q_{hetkellinen.F} = 2.165 \frac{kN}{m}$$

$$q_{hetkellinen.I} = 1.387 \frac{kN}{m}$$

$$q_{hetkellinen.G} := g_{katto} + q_{hetkellinen.lumi} + q_{hetkellinen.tuuli.G}$$

$$q_{hetkellinen.J} := g_{katto} + q_{hetkellinen.lumi} + q_{hetkellinen.tuuli.J}$$

$$q_{hetkellinen.G} = 2.165 \frac{kN}{m}$$

$$q_{hetkellinen.J} = 1.301 \frac{kN}{m}$$

$$q_{hetkellinen.H} := g_{katto} + q_{hetkellinen.lumi} + q_{hetkellinen.tuuli.H}$$

$$q_{hetkellinen.H} = 2.078 \frac{kN}{m}$$

## Liite 2. Liitoksien kestävyyslaskelmat

### 2.1 Puolilohenpyrstöliitos (esimerkkinä on liitos 11E-e)

Kestävyyslaskelma on tehty käyttäen esimerkkinä Porvon tuomiokirkon korjaus ja restaurointi -erikoistyön liitteen 13 laskelmaa.

Puun lujuusluokka on C24, joten käytetään kyseisen lujuusluokan taulukkoarvoja (Puurakenteiden suunnittelu, lyhennetty suunnitteluohje, 3. painos s. 17).

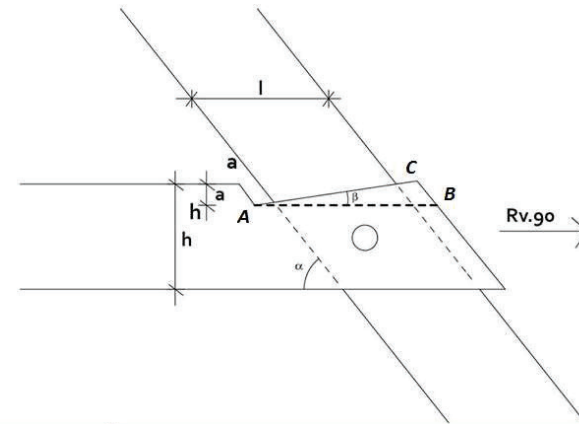
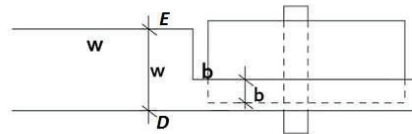
Ominaislujuudet:

Leikaus  $f_{v.90.k} := 4 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$

Puristus  $f_{c.0.k} := 21 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$   $f_{c.90.k} := 2.5 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$

Veto  $f_{t.0.k} := 14 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$   $f_{t.90.k} := 0.4 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$

Liitoksen demensiot



Puun paksuus

$$w := 130 \cdot \text{mm}$$

Lohenpyrstön loven korkeus

$$a := 40 \cdot \text{mm}$$

Loveamatta jätetyn osan paksuus

$$b := 50 \cdot \text{mm}$$

Kitapuun ja jalasparrun välinen kulma

$$\alpha := 45 \cdot \text{deg}$$

Puun korkeus

$$h := 150 \cdot \text{mm}$$

Liitoksen loven vaakasuora pituus

$$l := 210 \cdot \text{mm}$$

Paksuuden arvoina on käytetty tehollisia arvoja.

Liitoksen loveuksen kulma

$$\beta := 10 \cdot \text{deg}$$

Liitoksen pyrstön pinta ei ole halkaistu, joten halkeilukertoimen arvo on  $c_{cr} := 1$

Lasketaan leikkauslujuus ottaen huomioon halkeilukerroin. Leikkausvoima vaikuttaa pinnalla AB

$$R_{leikkaus} := b \cdot l \cdot c_{cr} \cdot f_{v.90.k} \quad R_{leikkaus} = 42 \text{ kN}$$

Porvon tuomiokirkon korjaus ja restaurointi -erikoistyön puutapin leikkauskapasiteetilaskelman mukaan (liitte 9) halkaisijalta 38 mm puutapin vetolujuus on 22 kN. Tässä tapauksessa puutapin halkaisija on 39 mm, joten käytetään samaa arvoa.

$$R_{veto.tappi} := 22 \cdot \text{kN}$$

Mitoitusehto puristuksessa kulmassa  $\varphi := \alpha + \beta = 55 \text{ deg}$  syynsuuntaan Puurakenteiden suunnittelu, lyhennetty suunnitteluohje, 3. painos s. 24 mukaan on

$$\sigma_{c.\alpha.d} \leq \frac{f_{c.0.k}}{\frac{f_{c.0.k}}{k_{c.90} \cdot f_{c.90.k}} \cdot \sin(\varphi)^2 + \cos(\varphi)^2}, \text{ missä } k_{c.90} := 1$$

$$\sigma_{c.\alpha.d} := \frac{f_{c.0.k}}{\frac{f_{c.0.k}}{k_{c.90} \cdot f_{c.90.k}} \cdot \sin(\varphi)^2 + \cos(\varphi)^2} \quad \sigma_{c.\alpha.d} = 3.52 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Muunnoskerroimella otetaan huomioon kuormien keston ja kosteusvaikutuksen  $k_{mod} := 1.1$  (hetkellinen aikaluokka)

Vetovoima vaikuttaa pintaan AC. Puolipyrstö kestää vetoa

$$R_{veto} := \sigma_{c.\alpha.d} \cdot l \cdot b \cdot \cos(\beta) \cdot k_{mod} \quad R_{veto} = 40.041 \text{ kN}$$

Sen lisäksi tappi otta myös vetoa vastaan noin 22 kN

$$R_{veto.tot} := R_{veto} + R_{veto.tappi} \cdot k_{mod} \quad R_{veto.tot} = 64.241 \text{ kN}$$

Puristusvoima vaikuttaa pintaan DE. Puolipyrstö kestää puristust

$$R_{puristus} := h \cdot w \cdot \sigma_{c.\alpha.d} \cdot k_{mod} \quad R_{puristus} = 75.51 \text{ kN}$$

Vetolujuuden ja puristuslujuuden suhde  $\frac{R_{veto.tot}}{R_{puristus}} = 0.851$

## 2.2 Tappiliitos (Esimerkkinä on liitos 10E-e)

Kestavuuslaskelma on tehty käyttäen esimerkkinä Porvon tuomiokirkon korjaus ja restaurointi -erikoistyön liitteen 13 laskelmaa. Puun lujuusluokka on C24, joten käytetään kyseisen lujuusluokan taulukkoarvoja (Puurakenteiden suunnittelu, lyhennetty suunnitteluohje, 3. painos s. 17).

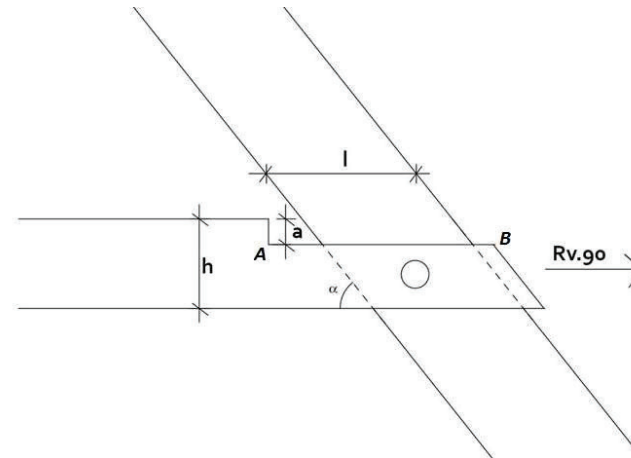
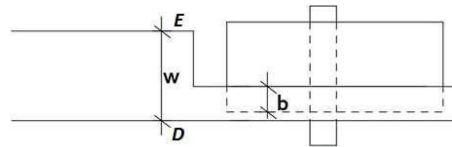
Ominaislujuudet:

Leikaus  $f_{v.90.k} := 4 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$

Puristus  $f_{c.0.k} := 21 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$        $f_{c.90.k} := 2.5 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$

Veto  $f_{t.0.k} := 14 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$        $f_{t.90.k} := 0.4 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$

Liitoksen demensiot



Puun paksuus  $w := 80 \cdot \text{mm}$   
 Lohenpirstön loven korkeus  $a := 5 \cdot \text{mm}$   
 Loveamatta jätetyn osan paksuus  $b := 50 \cdot \text{mm}$   
 Kitapuun ja jalasparrun välinen kulma  $\alpha := 45 \cdot \text{deg}$

Puun korkeus  $h := 140 \cdot \text{mm}$   
 Liitoksen loven vaakasuora pituus  $l := 170 \cdot \text{mm}$   
 Paksuuden arvoina on käytetty tehollisia arvoja.  
 Liitoksen loveuksen kulma  $\beta := 0 \cdot \text{deg}$

Liitoksen pyrstön pinta ei ole halkaistu, joten halkeilukertoimen arvo on  $c_{cr} := 1$

Lasketaan leikkauslujuus ottaen huomioon halkeilukerroin. Leikkausvoima vaikuttaa pinnalla AB

$$R_{leikkaus} := b \cdot l \cdot c_{cr} \cdot f_{v.90.k} \quad R_{leikkaus} = 34 \text{ kN}$$

Porvon tuomiokirkon korjaus ja restaurointi -erikoistyön puutapin leikkauskapasiteetilaskelman mukaan (liitte 9) halkaisijalta 38 mm puutapin vetolujuus on 22 kN. Tässä tapauksessa puutapin halkaisija on 33 mm, joten käytetään arvoa 20 kN. Käytetään sen kanssa myös varmuuskerrointa

$$R_{veto.tappi} := 20 \cdot \text{kN}$$

Mitoitusehto puristuksessa kulmassa  $\varphi := \alpha + \beta = 45 \text{ deg}$  syynsuuntaan Puurakenteiden suunnittelu, lyhennetty suunnitteluohje, 3. painos s. 24 mukaan on

$$\sigma_{c.\alpha.d} \leq \frac{f_{c.0.k}}{\frac{f_{c.0.k}}{k_{c.90} \cdot f_{c.90.k}} \cdot \sin(\varphi)^2 + \cos(\varphi)^2}, \text{ missä } k_{c.90} := 1$$

$$\sigma_{c.\alpha.d} := \frac{f_{c.0.k}}{\frac{f_{c.0.k}}{k_{c.90} \cdot f_{c.90.k}} \cdot \sin(\varphi)^2 + \cos(\varphi)^2} \quad \sigma_{c.\alpha.d} = 4.468 \frac{N}{mm^2}$$

Muunnoskerroimella otetaan huomioon kuormien keston ja kosteusvaikutuksen  $k_{mod} := 1.1$  (hetkellinen aikaluokka)

Koska liitos toimii tappiiliitoksen tavoin ja sillä ei ole vetovoiman vastaan otettava pinta, ainoastaan tappi ottaa vetoa vastaan noin 20 kN

$$R_{veto.tot} := R_{veto.tappi} \cdot k_{mod} \quad R_{veto.tot} = 22 \text{ kN}$$

Puristusvoima vaikuttaa pintaan DE. Puolilohenpyrstö kestää puristusta

$$R_{puristus} := h \cdot w \cdot \sigma_{c.\alpha.d} \cdot k_{mod} \quad R_{puristus} = 55.047 \text{ kN}$$

Vetolujuuden ja puristuslujuuden suhde

$$\frac{R_{veto.tot}}{R_{puristus}} = 0.4$$

### Liite 3. Tiiliskivien puristuskestävyys

Taulukossa alla on esitetty koekappaleiden dimensioita

KOEKPL №	HAKJ AISIJA (mm)	KORKEUS (mm)	PAINO (mm)
I-1	49,8	56,5	146,1
I-2	49,8	56,5	184,1
I-3*	49,9	55	174
II-1	49,8	55,1	180,3
II-2	49,8	56,7	183,9
II-3	49,8	47,6	154,8
II-4	49,8	54	177,6
* Puristus pinta on vajaa			

Width mm	50	100	150	200	≥ 250
Height <sup>a</sup> mm					
40	0,80	0,70	-	-	-
50	0,85	0,75	0,70	-	-
65	0,95	0,85	0,75	0,70	0,65
100	1,15	1,00	0,90	0,80	0,75
150	1,30	1,20	1,10	1,00	0,95
200	1,45	1,35	1,25	1,15	1,10
≥ 250	1,55	1,45	1,35	1,25	1,15

NOTE Linear interpolation between adjacent values of shape factor is permitted.  
<sup>a</sup> height after surface preparation.

Puristuslujuuden arvoissa on otettu huomioon poikkileikkauskerroin standardin SFS-EN 772-1 liitteen A mukaan

Tiilen I koekappaleiden mitatut puristuskujuudet

$$\sigma_{I.1} := 0.85 \cdot 9.28 \cdot \frac{N}{mm^2} = 7.888 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{I.2} := 0.85 \cdot 6.19 \cdot \frac{N}{mm^2} = 5.262 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{I.3} := 0.85 \cdot 4.12 \cdot \frac{N}{mm^2} = 3.502 \text{ MPa}$$

$$\text{Keskiarvo tiilen I puristuslujuudelle } \sigma_I := \frac{\sigma_{I.1} + \sigma_{I.2} + \sigma_{I.3}}{3} = 5.551 \text{ MPa}$$

$$\text{Keskiarvo tiilen II puristuslujuudelle } \sigma_{II} := \frac{\sigma_{II.1} + \sigma_{II.2} + \sigma_{II.3} + \sigma_{II.4}}{4} = 5.758 \text{ MPa}$$

Tiilen II koekappaleiden mitatut puristuskujuudet

$$\sigma_{II.1} := 0.85 \cdot 4.45 \cdot \frac{N}{mm^2} = 3.783 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{II.2} := 0.85 \cdot 6.04 \cdot \frac{N}{mm^2} = 5.134 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{II.3} := 0.80 \cdot 9.40 \cdot \frac{N}{mm^2} = 7.52 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{II.4} := 0.85 \cdot 7.76 \cdot \frac{N}{mm^2} = 6.596 \text{ MPa}$$

Näiden tuloksien perustella voidaan arvoidaan tiilien keskimääräiseksi puristuslujuudeksi kahden tilen keskiarvo

$$\sigma_{keskiarvo} := \frac{\sigma_I + \sigma_{II}}{2} = 5.654 \text{ MPa} \qquad \sigma_{min} := \sigma_{I.3} = 3.502 \text{ MPa}$$

Tiilimuurille tulee katotuolien kohdalla laskentamallin mukaan noin  $N_{pysyva} := 4.3 \cdot \text{kN}$  pysyvää kuormitusta ja noin  $N_{hetk} := 13 \cdot \text{kN}$  hetkellistä kuormitusta.

Kuorma jakautuu selkäpuun ja jalasparrun liitosalueelle  $A_{kuormitus} := 150 \cdot \text{mm} \cdot 130 \cdot \text{mm} \cdot \cos(45 \cdot \text{deg}) = 13788.582 \text{ mm}^2$

Kuormat aiheuttavat seuraavat jännitykset katotuolien alla olevaan muuriin. Jännitykset ovat myös korotettu leikkauskertoimella standardin SFS-EN 772-1 liitteen A mukaan

$$\sigma_{pysyva} := \frac{N_{pysyva}}{A_{kuormitus}} \cdot 1.35 = 0.421 \text{ MPa}, \text{ mikä on noin 8 kertaa pienempi kuin } \sigma_{min}$$

$$\sigma_{hetk} := \frac{N_{hetk}}{A_{kuormitus}} \cdot 1.35 = 1.273 \text{ MPa}, \text{ mikä on noin 3 kertaa pienempi kuin } \sigma_{min}$$

Mualla kuin katotuolin kohdalla tiilimuriin kohdistuu vain jalasparrun omapaino, joka lähtökohtaisesti on paljon pienempi kuin katotuolien käyttöä siirtävät katon kuormat.

Jalasparrun korkeus

$$h_{jal} := 150 \cdot \text{mm}$$

Jalasparrun leveys

$$b_{jal} := 400 \cdot \text{mm}$$

Puun tiheys

$$\rho_{puu} := 5 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

Jalasparrun omapaino on

$$G_{jalasparru} := h_{jal} \cdot b_{jal} \cdot \rho_{puu} = 0.3 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

100 mm pitkälle tiilimuurin alueelle ( $l := 100 \cdot \text{mm}$ ) tulee seuraavaa jännitys:

$$\sigma_{jalasparru} := \frac{G_{jalasparru}}{l} = 0.003 \text{ MPa}, \text{ mikä on moninkertaisesti pienempi kuin } \sigma_{min}$$



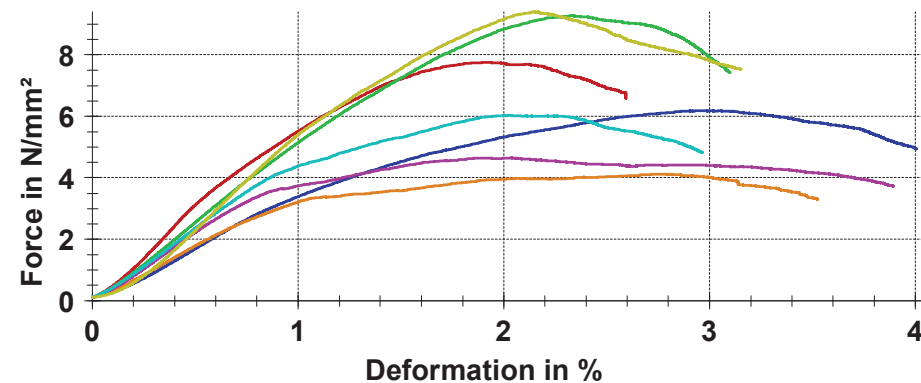
## Tiilen puristuslujuus

Heading : Tiilen puristuslujuus Specimen type : Sylinteri =50 mm, H=48 - 57 mm  
 Customer : Aalto University / ENG / Valeria Pulko Tester : Veli-Antti Hakala ja Jukka Piironen  
 Test standard : SFS-EN 772-1+A1 Machine data : Zwick RK 250/50, 50 kN  
 Material : Poltettu tiili  
 Pre-load : 200 N  
 Test speed : 0,5 mm/min

### Test results:

Nr	Specimen identifier	F <sub>max</sub> kN	σ <sub>M</sub> N/mm <sup>2</sup>	t(σ <sub>M</sub> ) s	dL at F <sub>max</sub> mm	Date
1	II-4	15,1	7,76	124,98	1,0	24.10.2017
2	I-1	18,1	9,28	141,42	1,2	24.10.2017
3	I-2	12,1	6,19	202,00	1,7	24.10.2017
4	I-3	8,02	4,12	181,64	1,5	24.10.2017
5	II-1	9,06	4,65	135,18	1,1	24.10.2017
8	II-2	11,8	6,04	138,38	1,1	24.10.2017
9	II-3	18,3	9,40	122,74	1,0	24.10.2017

### Series graph:



### Statistics:

Series	F <sub>max</sub> kN	σ <sub>M</sub> N/mm <sup>2</sup>	t(σ <sub>M</sub> ) s	dL at F <sub>max</sub> mm
n = 7				
x	13,2	6,78	149,48	1,2
s	4,10	2,10	30,28	0,3
v	31,06	31,06	20,26	20,33



