

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Rakennustekniikan koulutusohjelma

Samu Ratilainen, Matti Niemeläinen
PIENOISMALLIT SEKÄ LIITOSMALLIT

Opinnäytetyö
Toukokuu 2014



OPINNÄYTETYÖ
Toukokuu 2014
Rakennustekniikan koulutusohjelma

Karjalankatu 3
80100 JOENSUU
(013) 260 6800

Tekijät
Samu Ratilainen, Matti Niemeläinen

Nimeke
Pienoismallit sekä liitosmallit

Toimeksiantaja: Toni Kekki

Tiivistelmä

Opinnäytetyössä suunniteltiin ja rakennettiin kaksi erilaista pienoismallia hallirakennuksista sekä pohdittiin pienoismallien käyttömahdollisuuksia opetuksen havainnollistamismateriaalina sekä mahdollisesti korvaamaan työmaakäyntejä. Lisäksi tehtiin kolme erilaista liitosmallia sekä kiinnitystarviketaulu.

Pienoismallien suunnittelu tehtiin 3D-mallinnusta apuna käyttäen. Käytännön työt tehtiin käsityönä.

Pienoismallit, liitosmallit sekä kiinnitystarviketaulu asetettiin koulun käytävälle jossa ne ovat nähtävillä. Tarkoituksena on, että ohikulkevat opiskelijat voivat pysähtyä tutkimaan niitä ja opettaja voi myös käyttää niitä opetuksen apuna.

Pienoismalleja voisi käyttää nykyistä enemmän opetuksen apuna. Pienoismallien avulla on mahdollista helpottaa joidenkin uusien asioiden opettamista sekä oppimista.

Kieli
Suomi

Sivuja 19

Asiasanat
pienoismalli, liitosmalli, kiinnitystarvike, opetus, havainnollistaminen



THESIS
May 2014
Degree Programme in Civil Engineering
Karjalankatu 3
FI 80100 JOENSUU
FINLAND
+ 358 13 260 6800

Authors
Samu Ratilainen, Matti Niemeläinen

Title
Miniature Models and Connection Samples

Commissioned by Toni Kekki

Abstract

In this thesis two different miniature models for hall buildings were designed and built and the options to utilize them as illustrative materials to support theoretical teaching was studied. Furthermore, their possibilities to replace some on-site excursions were also discussed. In addition, three different connection samples and a board for fasteners were built.

In the work 3D-modeling was used to design the models and the practical work was carried out as handwork.

The models, samples, and board were put on display in the hallway of the university of applied sciences. This will enable the students to stop by to explore them and the teachers can utilise them as teaching material.

It could be concluded that the miniature models could be more frequently used as teaching materials in the future. By using models it would be possible to make teaching and learning for some subjects easier.

Language
Finnish

Pages 19

Keywords
miniature model, detail, fastener, teaching, illustrate

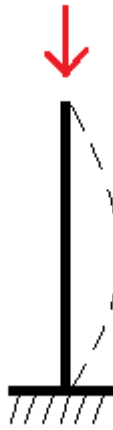
Sisältö

Tiivistelmä
Abstract
Käsitteet

1	Johdanto	6
2	Pienoismallien suunnittelu	6
2.1	Rakenteiden toiminta	6
2.2	Mitat ja mittakaavat	7
2.3	3D-mallinnus	8
2.4	Liitokset ja jäykistykset	9
3	Pienoismallien rakentaminen	10
3.1	Osien valmistus	10
3.2	Pienoismallien kokoaminen	11
4	Pienoismallien käyttö ja mahdollisuudet	12
5	Liitosmallit	15
6	Kiinnitystarviketaulu	17
7	Pohdinta	18

Käsitteet

Levyjäykiste	käytetään seinissä rakennuksen jäykistämiseksi vaakakuormia vastaan, sekä katossa rakennuksen kiertymistä vastaan.
Mastopilari	momenttijäykästi alapäästä tuettu pilari.
Nurjahdus	sauvan suuntaisen voiman aiheuttama. Nurjahtanut sauva esitetty alla olevassa kuvassa katkoviivalla (kuva).



Kuva. Nurjahdus

Nurjahdustuki	kattoristikoiden vinosauvoihin asennettava tuki, sauvoihin jotka tarvitsevat lisätukea nurjahdusta vastaan (yleensä pitkät sauvat).
Tuuliside	kattoristikoihin asennettava tuki tuulta vastaan, estää ristikoiden kaatumisen.

1 Johdanto

Aihe opinnäytetyön tekemiseen saatiin ammattikorkeakoulultamme. Puurakentamisen opettaja tiedusteli ryhmältämme, olisiko jollain kiinnostusta rakentaa pienoismalleja opetuskäyttöön. Tämä helpottaisi huomattavasti mm. kattoristikoiden jäykistysperiaatteiden sekä rakennusten kokonaisstabiliteetin opettamista. Olimme kiinnostuneita aiheesta ja otimme työn tehtäväksemme.

Työhön kuului suunnitella ja valmistaa puumateriaalista levyjäykisteinen halli sekä mastopilarirakenteinen halli. Lisäksi työhön kuului valmistaa kolme erilaista liitosmallia sekä kiinnitystarviketaulu, johon kerättiin erilaisia kiinnitystarvikkeita näytille.

Pienoismallit, liitosmallit sekä kiinnitystarviketaulu asetettiin näytille koulumme käytävälle, jossa ne ovat kaikkien nähtävillä.

2 Pienoismallien suunnittelu

2.1 Rakenteiden toiminta

Levyjäykisteisen hallin toimintaperiaate on pitkälti samankaltainen kuin normaalissa puurunkoisessa omakotitalossa. Seinän runkotolpat siirtävät pystykuormat perustuksien kautta maaperään. Vaakavoimien aiheuttamat rasitukset otetaan vastaan levytyksellä, joka jäykistää rakennuksen kaatumista vastaan. Rakennuksen kiertyminen estetään kattoristikoihin asennetuilla vinojäykisteillä.

Mastojäykistyksessä rakennuksen kantava runko on pilari-palkkirakenteinen. Mastopilarit kiinnitettiin momenttijäykästi perustuksiin, jolloin pilarit ottavat vaakakuormat vastaan ja jäykistävät rakennuksen kaatumista vastaan. Pituussuuntainen jäykistys sekä kiertymisen estäminen toteutettiin vetotangoilla.

Molempien hallien toimintaperiaate on siis pitkälti samantyyppinen. Rakennukseen kohdistuvat vaakakuormat siirretään kuitenkin perustuksille eri tavoin. Lisäksi yksittäisen runkotolpan ja pilarin nurjahdus heikompaan suuntaan estetään eri tavoilla. Levyjäykisteisessä hallissa nurjahdus estetään levytyksellä, kun taas mastopilarihallissa pilareihin kiinnitettävillä ulkoseinäelementeillä.

2.2 Mitat ja mittakaavat

Suunnittelu aloitettiin pohtimalla yhdessä opettajamme kanssa pienoismallien käyttötarkoitusta ja sillä esitettäviä asioita. Kaikki voimia välittävät ja rakennusta jäykistävät osat pyrimme tekemään mahdollisimman todellisen kaltaisiksi. Päätettiin siis, että hallit rakennetaan ns. runkovaiheeseen jäykistyksineen. Tämän pidemmälle niitä ei tehty, jotta ne olisivat mahdollisimman havainnollistavia, eikä mitään rakenneosia jäisi esimerkiksi verhoilumateriaalien alle piiloon.

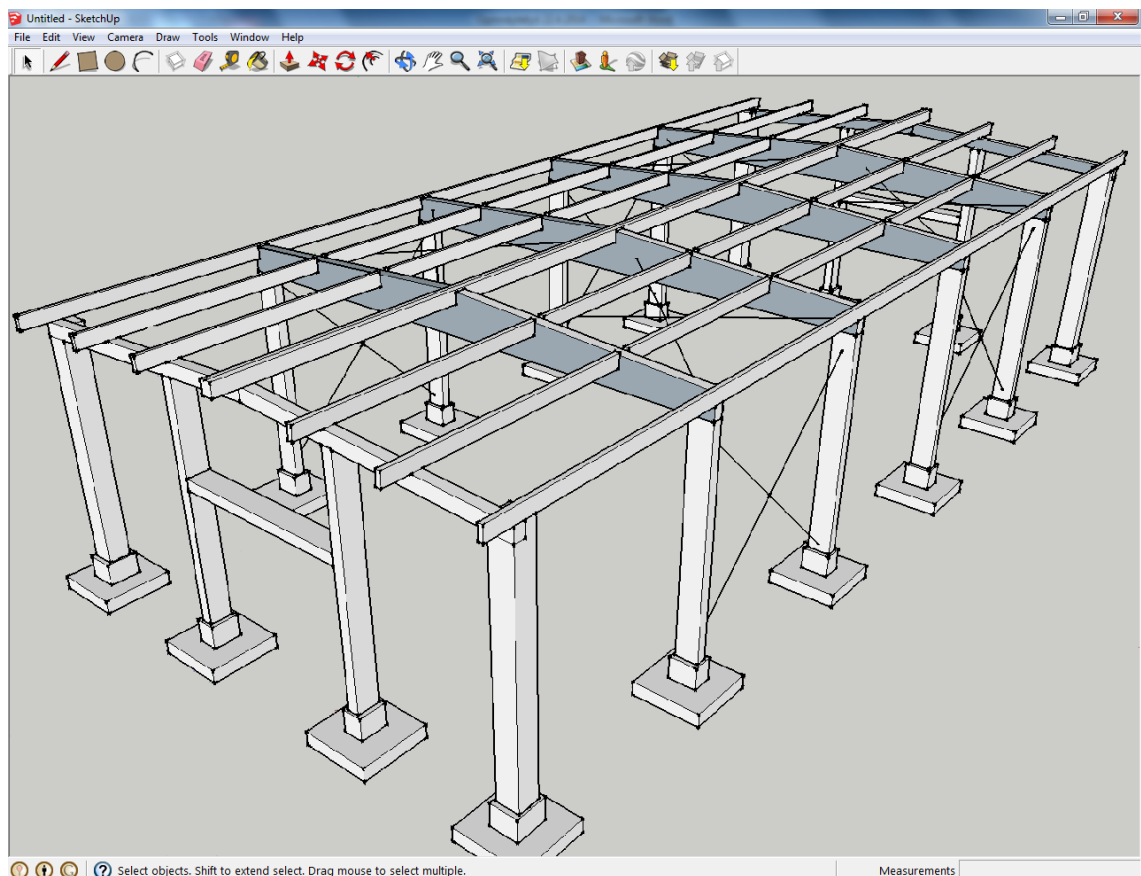
Päätettiin myös hallin tulevat ulkomitat. Lähtökohtana oli, että pienoismallit olisivat siirreltävässä luokkahuoneesta toiseen, mutta eivät olisi kuitenkaan liian pienikokoisia toteutuksen kannalta.

Kun mitat oli päätetty, ryhdyttiin miettimään pienoismalleille sopivaa mittakaavaa, eli minkä kokoinen halli olisi todellisuudessa verrattuna pienoismalliin. Tässä vaiheessa huomattiin, että levyjäykistehallissa runkomateriaalit menisivät liian ohuiksi ja heiveröisiksi valmistuksen, etenkin liitosten kannalta. Asia ratkaistiin sekoittamalla mittakaavat siten, että rakennuksen kokonaismitat ovat eri mittakaavassa kuin rakenteiden paksuudet. Myös runkotolppaväliä harvennettiin jotta pienoismallista tulisi selkeämpi. Mastopilarihallissa rakenteiden paksuudet olivat sen verran suuremmat, että rakenteet pystyttiin toteuttamaan samassa mittakaavassa kuin rakennuksen kokonaismitat.

2.3 3D-mallinnus

Kuvat halleista piirrettiin Google SketchUp 3D -mallinnusohjelmalla. Ohjelma valittiin tähän työhön helppokäyttöisyyden ja hyvän soveltuvuuden takia. Aluksi rakennukset luonnosteltiin, jonka jälkeen pääsimme kokeilemaan mittakaavojen soveltuvuutta. Tässä vaiheessa nähtiin myös, miltä pienoismallit tulevat näyttämään.

Luonnosteluvaiheen jälkeen piirrettiin lopulliset, tarkat kuvat, kuten kuvan 1 mastopilarihalli. Niistä saatiin otettua rakenneosien tarkat mitat ja muodot osien valmistusta varten.



Kuva 1. 3D-kuva mastopilarihallista

2.4 Liitokset ja jäykistykset

Rakenteiden liitoksien kiinnityksiä emme mallintaneet 3D-ohjelmalla, vaan kiinnitykset suunniteltiin erikseen.

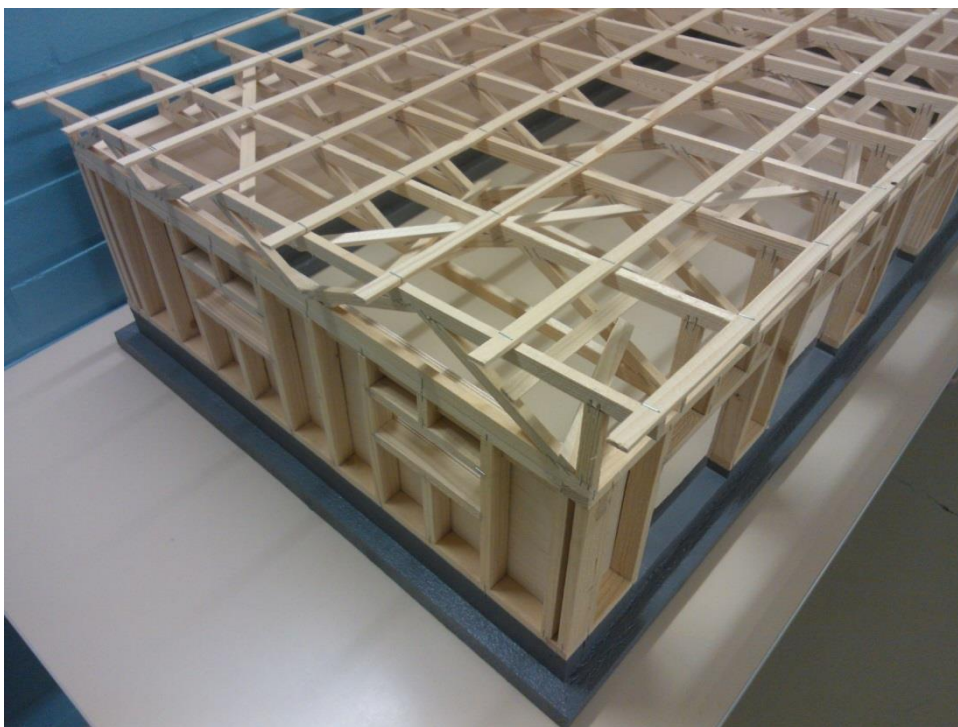
Liitoksia suunniteltaessa pohdimme, minkä liitosten tulisi olla todellisen kaltaisia ja mitkä voisi toteuttaa esimerkiksi vain liimaamalla. Päädyimme tekemään mastopilareiden juurikiinnitykset todellisenkaltaisilla pulttiliitoksilla. Muut liitokset teimme liimaamalla sekä nitomalla.

Mastopilareiden juurikiinnitykset teimme pulttiliitoksin, jotta liitokset voi löysätä. Mastopilarihallin jäykistykseen kuuluvat myös vinojäykistykset hallin molemmissa päissä, seinissä sekä kattorakenteissa. Seinille tulevat vinojäykisteet jäykistävät rakennuksen pituussuunnassa ja kattorakenteisiin tulevat jäykisteet estävät rakennuksen kiertymisen. Vinojäykisteet teimme pienoismalliin kierretangoista, joiden kireyttä pystyy säätämään siipimuttereilla (kuva 2). Juurikiinnitystä ja vinojäykisteitä säätämällä pystyy havainnollistamaan rakennuksen stabiiliteetin muutokset puutteellisen jäykistykseen seurauksena.



Kuva 2. Mastopilarihallin vinojäykisteet ja juurikiinnitykset

Toiseen halliin ruuvattiin sisäseiniin ohuet vanerilevyt kuvaamaan levyjäykistystä. Kiertymistä vastaan halli jäykistettiin kattoristikoihin asennetuilla vinojäykisteillä, joilla sidottiin useampi (vähintään kolme) kattoristikkoa toisiinsa. Kaatumista vastaan kattoristikot tuettiin ns. tuulisteillä. Lisäksi tuimme jokaisen ristikon pisimmän sauvan nurjahdustuella, joka asennettiin sauvan keskelle kulkemaan hallin päästä päähän (kuva 3).



Kuva 3. Katon vinojäykisteet sekä levyjäykistys

3 Pienoismallien rakentaminen

3.1 Osien valmistus

Käytännön työt aloitettiin valmistamalla 3D-kuvista ottamiemme mittojen mukaiset puuosat. Osat valmistettiin sarjatyönä katkaisu- sekä halkaisusirkkeliä

käyttäen. Osien loveamiseen käytettiin myös pienihampaista käsisahaa sekä mattopuukkoa.

Osat pyrittiin tekemään mahdollisimman mittatarkasti, jotta välttyttäisiin ongelmilta kasausvaiheessa (kuva 4). Pienen mittasuhteen vuoksi pienoismallissa mittatarkkuus tulee olla huomattavasti tarkempi verrattuna oikeaan rakentamiseen. Esimerkiksi mikäli pienoismalli on tehty mittakaavassa 1:20, 20 mm:n mittavirhe oikeassa rakennuksessa vastaa pienoismallissa 1 mm mittavirhettä.

Myös sokkelit ja anturat tehtiin puusta, joka maalattiin harmaaksi kuvaamaan betoni-/ harkkorakennetta. Muut puuosat jätettiin pintakäsittelemättä sen vuoksi, että todellisuudessa runkorakenteita ei yleensä pintakäsitellä.

Mastopilarin juurikiinnitystä varten leikattiin pellistä pienet levyt kuvaamaan todellista kiinnikettä.



Kuva 4. Kattoristikon valmistus

3.2 Pienoismallien kokoaminen

Mastopilarihalli pystytettiin vanerilevyn päälle, koska yhtenäistä anturaa ei ollut, vaan pilarit tulivat yksittäisten pilarianturoiden päälle (kuva 5). Pilareiden päälle

asennettiin kattorakenteet, joihin lisättiin lopuksi välituet ja vinojäykisteet (kuva 6). Vinojäykisteet asennettiin myös seiniin, hallin molempiin päihin.

Levyjäykistehalli koottiin ilman pohjalevyä, koska yhtenäinen sokkeli-/anturarakenne piti rakennelman koossa. Näiden päälle pystytettiin runko ja kattorakenteet. Ennen kattoristikoiden asennusta kiinnitettiin kuitenkin jäykistävät levyt pystyrungon sisäpintaan. Lopuksi asennettiin kattoristikoiden tuennat.



Kuva 5. Mastopilarin kiinnitys



Kuva 6. Harjapalkkien asennus

4 Pienoismallien käyttö ja mahdollisuudet

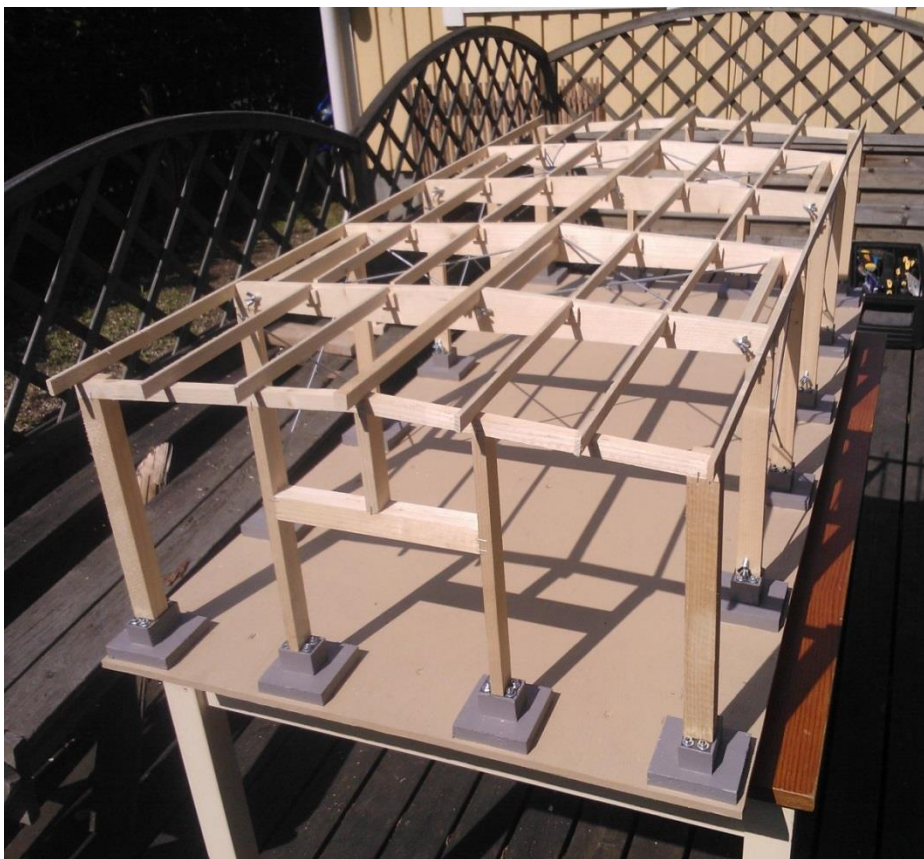
Pienoismallien käyttö opetuksessa on kokemuksiemme mukaan hyvin vähäistä. Mahdollisuuksia pienoismallien hyödyntämiseen opetuksessa olisi paljon. Pienoismalleja käyttämällä voitaisiin nopeuttaa opetusta, verrattuna pelkkään teoriaopetukseen, lisäksi se voi herättää opiskelijoiden mielenkiinnon aihetta kohtaan. Tunnetusti käytännössä koetut asiat myös tallentuvat paremmin muistiin.

Pienoismalleilla voisi korvata myös esimerkiksi työmaavierailuja. Työmaavierailua järjestettäessä pitää ottaa huomioon mm. kyyditykset, suojavaarusteet, mahdollinen huono sää ja oikeassa vaiheessa olevan työmaan löytäminen sekä vierailusta aiheutuva mahdollinen haitta työmaan toiminnalle. Lisäksi työmaavierailu sisältää aina pienen turvallisuusriskin. Toki työmaakäynti voi opettaa enemmän uusia asioita kuin yksittäinen pienoismalli. Esimerkiksi työmaan etenemistä voidaan seurata työmaakäynneillä, mikäli siellä käydään useammin tai työmaalla on eri vaiheessa olevia osastoja.

Yksi tapa käyttää pienoismalleja opetuksessa, olisi laittaa opiskelijat rakentamaan pienoismalleja tulevien opiskelijoiden oppimismateriaaliksi. Tällöin myös pienoismallia rakentavat opiskelijat perehtyisivät asiaan ja oppisivat samalla.

Pienoismallin rakentaminen on paljon aikaa vievää, joten rakentamisessa itsessään ei saada ajansäästöä teoriaopetukseen nähden. Rakennusprosessi on lisäksi työläs mutta työmäärän voi helposti jakaa osiin isollekin ryhmälle.

Nykyisin on mahdollista käyttää 3D-mallinnusta opetuksen havainnollistamiseen, mutta pienoismallit mahdollistavat joitakin asioita joihin 3D-tekniikka ei pysty. Pienoismallin voi esimerkiksi asettaa näyttille tilaan, jossa tietotekniikkaa ei ole käytettävissä. Pienoismalli on käsin kosketeltavissa, lisäksi siinä voi olla liikkuvia osia joita liikuttamalla voi kokeilla ja havaita rakenteen toimintaperiaatteen (kuvat 7 ja 8).



Kuva 7. Valmis mastopilarihalli



Kuva 8. Valmis levyjäykistehalli

5 Liitosmallit

Työhön kuului myös kolmen liitosmallin tekeminen, joita ovat pilarin alapään kiinnitykset momenttijäykästi ja nivelellisesti, sekä CLT-elementin nurkkaliitos.

Pilarin kiinnitykset tehtiin 115mm x 115mm liimapuupilariin. Nivelellisen pilarin kiinnitys aloitettiin valamalla säädettävä pilarikenkä kevytsoraharkkoon kiinni betonimassalla (kuva 9). Tämän jälkeen kiinnitettiin puupilari pilarikenkään ankkurinauloilla.



Kuva 9. Nivelellinen pilarikenkä valettuna harkkoon

Momenttijäykän pilarin kiinnitys tehtiin betoniin. Aluksi tehtiin muotti betonivalua varten. Muottiin asennettiin myös kiinnityspultit, jonka jälkeen muottiin valettiin betonia. Pilarin alapäähän kiinnitettiin liimaruuveilla kiinnikkeet, joissa oli reiät pultteja varten. Betonin kuivuttua pultteihin pyöriteltiin mutterit pilarin kallistuksen säätöä varten. Tämän jälkeen pilari nostettiin pulttien varaan, säädettiin suoraan

ja lukittiin yläpuolisilla muttereilla. Lopuksi valettiin jälkivalu, jolla täytettiin betonin ja pilarikiinnikkeiden välinen rako. Havainnollistavuuden vuoksi jätettiin jälkivalusta yksi nurkka valamatta (kuva 10).



Kuva 10. Momenttijäykkä pilarin kiinnitys

CLT-elementin liitosta varten valmistettiin sahatavarasta ristiin liimaamalla noin yhden neliömetrin kokoinen CLT-elementti. Elementti leikattiin kahteen osaan ja liitettiin pitkillä ruuveilla toisiinsa siten, että niistä muodostui nurkkaliitos. Ennen liitoksen ruuvaamista saumaan asennettiin solumuovieristekaista. Lopuksi viimeistelimme sauman silikonimassalla (kuva 11).



Kuva 11. CLT-elementin nurkkaliitos

6 Kiinnitystarviketaulu

Kiinnitystarviketaulu tehtiin vanerilevystä, joka kehystettiin listoilla ja kiinnitettiin aiemmin tehtyihin pilareihin vaakapalkkien varaan. Tauluun laitettiin 14 erilaista kiinnikettä, sekä lyhyt kuvaus kunkin käyttötarkoituksesta (kuva 12). Kiinnikkeiksi valittiin yleisesti käytettyjä, sekä myös vähemmän tunnettuja kiinnikkeitä. Kuitenkaan ihan tavallisimpia nautoja/ruuveja ym. ei valittu tauluun.

Kiinnitystarviketaulun tarkoituksena on jättää opiskelijoille mielikuva erilaisista olemassa olevista kiinnikkeistä.



Kuva 12. Kiinnitystarviketaulu

7 Pohdinta

Työmme tuloksena syntyi kaksi pienoismallia, kolme liitosmallia ja kiinnitystarviketaulu. Nämä ovat koulumme alakerran käytävällä nähtävillä.

Käytännön työ onnistui mielestämme hyvin, lukuun ottamatta CLT-nurkkaliitosta. Nurkkaliitokseen syntyi kuivumisen seurauksena pieniä rakoja. Tämä olisi ollut estettävissä puutavaran huolellisella kuivattamisella. Raoista ei kuitenkaan ole muuta kuin esteettistä haittaa.

Opinnäytetyömme oli hyvin käytäntöpainotteinen, eikä teoria-aineistoa aiheeseen liittyen löytynyt. Tämän vuoksi lähdeaineistoa ei työssämme ole laisinkaan.