



Tomas Wargh

## **Kevyen teollisuuden hallin rakentaminen**

## **Kevyen teollisuuden hallin rakentaminen**

Tomas Wargh  
Opinnäytetyö  
Syksy 2013  
Rakennusalan työnjohdon koulutusohjelma  
Oulun seudun ammattikorkeakoulu

# TIIVISTELMÄ

Oulun seudun ammattikorkeakoulu  
Rakennusalan työnjohdon koulutusohjelma, Talonrakentaminen

---

Tekijä: Tomas Wargh  
Opinnäytetyön nimi: Kevyen teollisuuden hallin rakentaminen  
Työn ohjaaja: Lehtori Urpo Luukkonen, Oulun seudun ammattikorkeakoulu  
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Syksy 2013 Sivumäärä: 25 + 2 liitettä

---

Opinnäytetyön aiheena on kevyen teollisuuden hallin rakentaminen. Työn tavoitteena on tutustuttaa lukija erilaisiin rakennevaihtoehtoihin koskien hallirakennuksia. Työn tekijä pyrkii oppimaan uutta hallin rakentamisesta rakentamisen ja työnjohdon näkökulmasta.

Työssä tarkastellaan hallien runkomateriaaleja ja niiden ominaisuuksia rakentamisen, käytön ja ulkonäön näkökulmasta. Lisäksi työssä kerrotaan yksityiskohtaisesti puurunkoisen hallin rakentamisesta elementtiteutuksena. Opinnäytetyön kirjoittaja on työskennellyt useilla hallityömailla, ja hän tietää aiheesta paljon. Kirjoittaja myös perehtyy aiheeseen tarkemmin tutkien saatavilla olevia materiaaleja.

Työssä todetaan, että kaikki hallirakennukset ovat monelta osin hyvin samanlaisia. Hallirakentamisessa tarveselvityksen tärkeys korostuu, koska runkomateriaaleista on vaikea löytää oikeaa, parhaiten tilanteeseen sopivaa, ratkaisua. Hallirakennuksen tilaajan kannattaa luoda pitkäntähtäimen suunnitelmia rakennuksen suunnitteluvaiheessa saadakseen itselleen tarpeellisen ja toimivan rakennuksen, kustannuksiin katsomatta.

---

Asiasanat: Hallirakentaminen, rakennusosaelementit, puurunko

# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
SISÄLLYS	4
1 JOHDANTO	5
2 HALLIN RAKENNEVAIHTOEHDOT	6
2.1 Puurunkoinen halli	6
2.2 Betonirunkoinen halli	8
2.3 Teräsrunkoinen halli	8
2.4 Pelti-eriste-peltielementit	9
3 PUURUNKOISEN HALLIN RAKENTAMINEN ELEMENTTI-TOTEUTUKSENA	10
3.1 Elementtien paikalleenmittaus	11
3.2 Rakennusmateriaalien työstöt	12
3.3 Seinäelementtien valmistus	12
3.4 Kattoelementtien valmistus	14
3.5 Elementtien asennus	16
3.5.1 Seinäelementit	16
3.5.2 Kattoelementit	17
3.6 Sisäpuolen työt	18
3.6.1 Jäykistävät väliseinät	18
3.6.2 Sisäkaton teko	19
3.6.3 Ulkoseinien teko	19
3.6.4 Väliseinätyöt	20
3.7 Ulkopuolen työt	20
3.7.1 Kattotyöt	20
3.7.2 Ulkoverhoustyöt	21
3.8 Lopettavat työt	22
3.9 Työryhmät	22
4 YHTEENVETO	23
LÄHTEET	24
LIITE 1 Rakennuksen leikkauspiirustus	
LIITE 2 Rakennuksen pohjapiirustus	

# 1 JOHDANTO

Kevyelle ja raskaalle teollisuudelle ei ole olemassa täsmällisiä määritelmiä. Yleensä raskaaksi teollisuudeksi mielletään sellaiset alat kuin laivanrakennus, paperituotanto ja kaikenlaisten isojen koneiden ja laitteiden valmistaminen. Vastaavasti kevyttä teollisuutta on vaatteiden, huonekalujen ja pienielektroniikan tuotanto. Kevyessä teollisuudessa käytetään paljon raaka-aineiden sijasta puolivalmisteita ja lopputuotteiden hinta kiloa kohden on suuri. (1.)

Kevyt teollisuus tarvitsee käyttöönsä hallirakennuksia. Tässä opinnäytetyössä tarkastellaan kyseisten hallien rakennevaihtoehtoja ja keskitytään tarkemmin puurunkoisen hallin rakentamiseen elementtitoteutuksena. Olen ollut työntekijänä neljällä eri hallityömaalla, joissa jokaisessa oli rakenteilla puurunkoinen 600 - 1000 m<sup>2</sup> kokoinen halli. Kahdella edellä mainituista työmaista työskentelin rakentamisvaiheen alusta loppuun asti. Idea opinnäytetyöhöni perustuu näihin työkokemuksiin.

Opinnäytetyön tavoite on tutustuttaa lukija erilaisiin hallien runkomateriaalivaihtoehtoihin ja niiden toimivuuteen rakentamisen, käytön ja ulkonäön näkökulmasta. Lukijalle kerrotaan tarkemmin puurunkoisen hallin rakentamisesta. Kirjoittajan oma tavoite on oppia perusteita hallin rakentamisesta, niin rakentamisen, kuin työnjohdon näkökulmasta. Työ myös opettaa kirjoittamaan asiatekstiä työelämää varten

Opinnäytetyössä keskitytään pieniin kevyen teollisuuden halleihin, jotka ovat runkorakenteeltaan yksinkertaisia. Työssä tarkastellaan jo valmiin puurunkoisen hallin rakentamista. Hallin pinta-ala on noin 950 m<sup>2</sup>. Sen pituus on noin 65 m, leveys noin 15 m ja sisäkorkeus 4,5 m. Halli on jaettu väliseinillä 19 osaan. Jokaiseen osaan tulee kylmä- ja lämminvesi sekä voimavirta järeämpiä sähkölaitteita varten. Pintamateriaaleina ovat pinnoitettu betonilattia, maalattu kartonkipintainen kipsilevykatto ja profiilipeltiseinät.

## 2 HALLIN RAKENNEVAIHTOEHDOT

Kevyenteollisuudenhallien runkomateriaali on puuta, betonia tai terästä. Betoni- ja teräsrungot mahdollistavat oikein rakennettuina suuren ja paljon kuormitusta kestävänn rakennuksen. Puurakenteet ovat huomattavasti kevyempi ja halvempi vaihtoehto. Kevyenteollisuus käyttää paljon hyödykseen puurunkoisia halleja, koska puurakenteiden kestävyys riittää kevyen teollisuuden tarpeisiin.

Runkomateriaalin valintaan päädytään jo suunnitteluvaiheessa, jolloin selvitetään mihin rakennusta käytetään. Rakennus voi esimerkiksi vaatia erityislaitteita sisältävän tuotantotilan sekä tilavuudeltaan suuren varastotilan. Kaikki rakennuksen tarpeet pitää tietää jo etukäteen, jolloin voidaan suunnitella rakennuksesta tarkoitukseen sopiva.

### 2.1 Puurunkoinen halli

Kevyessä teollisuudessa puurunkoiset hallit ovat yleisimmin käytetty vaihtoehto. Seinärunko koostuu 600 mm välein olevista runkotolpista tai pilarien ja palkkien yhdistelmästä. Pilari-palkki-periaatteella rakennetut hallit ovat huomattavasti suurempia pinta-alaltaan ja korkeudeltaan. Aiemmin mainittu tapa, jota käytetään myös pientalorakentamisessa, luo pienempiä halleja.

#### Pilari-palkki -runko

Pilari-palkki-periaatteella toteutetun hallin seinärunko koostuu suurista pilareista. Pilareiden yläpäästä lähtee vastakkaisille pilareille kattokannattajia. Kattokannattajavaihtoehtoja on useita. Yleisimpiä kattokannattajia ovat harjapalkki ja ristikkopalkki. Palkin poikkileikkauksen suuruus vaikuttaa palkin kestävyys. Useimmat harjapalkit ovat 10 - 30 metriä jänneväliltään, kun taas ristikkopalkit voivat olla jopa 65 metriä pitkiä. Harjapalkilla rakennetun rakennuksen jänneväliä voidaan kasvattaa riittävillä välituilla. (2.)

Rakennuksen runko rakennetaan pystyttämällä ensin pilarit. Pilarien pystytyksen jälkeen asennetaan kattorakenteet. Työmaalla pitää olla ennen asennuksen aloittamista riittävä nostokalusto nostoja varten. Pilarit asennetaan paikoilleen ja

kiinnitetään alapäästä perustuksiin joko pulttaamalla tai hitsaamalla. Kattorakenteiden asennus aloitetaan rakennuksen päädyistä. Kattokannattajat kiinnitetään pilareihin naulalevyillä. Naulalevyjen lisäksi kannattaja tuetaan sivuttaissuunnassa ennen kuin se irrotetaan nostolaitteesta. Rakennuksen päädyistä katsottuna toisen ja kolmannen pilarin päälle asennetaan niin sanotut tuuliristikot. Tuuliristikoiden tehtävänä on siirtää tuulikuormat pilarien kautta perustuksille. Rungon valmistuttua tehdään rakennuksen ulkoverhous.

Pilari-palkki-periaatteella rakennettu halli tarjoaa todella paljon sisätilaa. Halli soveltuu hyvin niin varastotilaksi, kuin tuotantotilaksi. Hinta-tilavuus suhteeltaan halli on todella hyvä ratkaisu kevyenteollisuuden käyttöön.

### **Perinteinen runko**

Niin sanotun perinteisen rungon seinärunko koostuu 600 mm välein olevista runkotolpista, joiden väliin tulee lämmöneriste. Kattorakenteina käytetään naulalevyristikoita, jotka sallivat maksimissaan jopa 32 metrin jännevälin. Hallirakentamisessa perinteisen rungon käyttö on suhteellisen edullista ja se onnistuu ilman järeämpää nostokalustoa.

Rungon rakentaminen on lähes samanlaista kuin pientalorakentamisessa. Ensin pystytetään seinärunko. Seinärunko voidaan tehdä elementtitoteutuksena tai perinteisellä menetelmällä. Seinärungon valmistuttua tehdään kattorunko. Naulalevyristikot nostetaan yleensä nostokonetta käyttäen katolle, ja kiinnitetään asianmukaisesti. Runkotöiden jälkeen vesikatto tehdään valmiiksi ensiksi, jotta rakennus saadaan suojaan sateelta. Vesikaton alla on hyvä suorittaa rakennuksen muut työvaiheet.

### **Ulkoverhous**

Hallin ulkoverhous voidaan tehdä esimerkiksi puulla tai pellillä. Puu- ja peltiverhous mahdollistavat useita erilaisia ulkoverhoustapoja. Ulkoverhouslaudat voidaan asentaa pystyyn tai vaakaan, ja väriskaala on todella suuri. Ulkoverhouspelti voidaan toteuttaa profiilipellillä tai sileällä pellillä. Myös peltimateriaalien väriskaala on valtava.

Kattomateriaali voi olla esimerkiksi huopaa tai peltiä. Kattorakenteiden valinta vaikuttaa lopulliseen kattokaltevuuteen.

## **2.2 Betonirunkoinen halli**

Betonirunkoiset hallit ovat pilari-palkki-periaatteella toteutettuja. Betonista valmistetut kattokannattajat mahdollistavat todella suuria jännevälejä, mistä johtuen myös rakennuksen tilavuus muodostuu todella suureksi. Betonirakenteet on myös helppo mitoittaa kestämään rakenteisiin kiinnitettäviä työkoneita ja laitteita. Sisäkatossa saattaa esimerkiksi olla kiskot, joiden varassa kulkee tavaransiirtolaite. Kiskot ja laite voivat yhdessä painaa useamman tonnin. Raskasteollisuus käyttää siksi halliensa runkomateriaalina pääsääntöisesti betonia.

Betonirunkoisen hallin runkotyöt ovat jokseenkin samanlaiset verrattuna puurunkoisen hallin runkotoihin. Ensin asennetaan pilarit, jonka jälkeen kattokannattajat. Betoniset rakennusosat painavat kuitenkin huomattavasti enemmän, kuin puiset rakennusosat, mistä johtuen nostokaluston pitää olla järeämpää luokkaa. Betoniosien kiinnitys toisiinsa hoidetaan yleensä juotosvalulla, hitsaamalla tai pulttaamalla.

Betonirunkoisessa hallissa on useita hyviä puolia. Betonirunko on paloturvallinen ja todella kestävä. Betoni on kotimainen tuote ja sen äänieristävyys on huippuluokkaa. Pitkän elinkaarensa ansiosta betonihalli on järkevä investointi, joka säilyttää tai jopa parantaa arvoaan. Ulkopuolen elementtien ei tarvitse olla pelkästään harmaata betonia. Niitä voidaan harjata, rapata tai maalata miellyttävän näköisiksi. Graafisella betonilla hallin julkisivu voi olla suoranainen taide-teos. (3.)

## **2.3 Teräsrunkoinen halli**

Teräsrunko on kevyt, mutta kestävä. Runkorakenteet koostuvat pystypilareista ja teräsristikoista, jotka liitetään toisiinsa joko pulttaamalla tai hitsaamalla. Myös teräsrunko mahdollistaa tilavien hallien rakentamisen. Teräsrakenteet voidaan rakentaa kestämään myös raskaita työvälineitä ja koneita, mistä johtuen teräsrunkohalleja käytetään myös raskasteollisuudessa.



Teräsrungon rakentaminen on myös lähellä puu ja betonirungon asentamista. Osat nostetaan käyttäen nostokalustoa, ja liitoskohdat kiinnitetään toisiinsa. Teräsrungon liitokset ovat yleensä joko pultti- tai hitausliitoksia. Nostokaluston ei tarvitse olla ihan yhtä järeää, kuin betonisten rakennusosien asennuksessa.

Teräsrunkoisen rakennuksen voi verhoilla useilla eri materiaaleilla. Eniten käytetty ulkoverhousmateriaali on pelti. Ulkoverhous onnistuu tarvittaessa myös puu- tai tiiliverhouksena. Teräsrunkoja verhoillaan usein myös valmiilla muovipeitteillä, jotka kiinnitetään runkoon useista kohdista.

## **2.4 Pelti-eriste-peltielementit**

Pelti-eriste-peltielementit ovat nykyaikainen tapa verhota hallirakennus. Elementit sisältävät polyuretaanieristeen, jonka molemmille puolille on liimattu profiloitu sinkitty pelti. Polyuretaanieriste on tällä hetkellä paras eristävä materiaali rakennusalaalla. Polyuretaani on umpisolumateriaali, joten se ei ime kosteutta itseensä ja se on myös paloturvallinen. Profiilipelti on hieno pintamateriaali ja se on helppo pitää puhtaana.

Elementtejä valmistetaan ulko- ja väliseiniin. Ulkoseinissä eristepaksuus on yleensä huomattavasti suurempi, kuin väliseinäelementeissä. Toisin kuin ulkoseinät, väliseinät eivät tarvitse erillistä runkoa elementtejä varten.

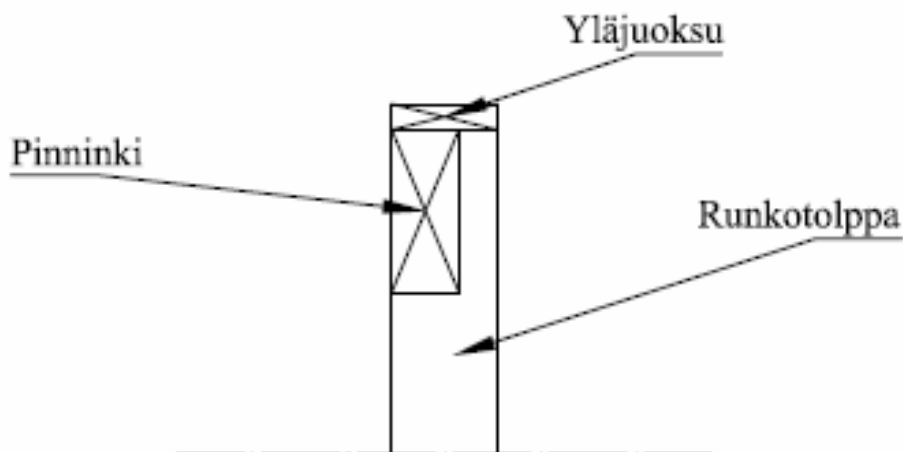
Pelti-eriste-pelti elementit on helppo asentaa. Elementti vain nostetaan paikalleen ja kiinnitetään runkoon. Eniten elementtejä käytetään teräsrunkoisissa hallirakennuksissa. Elementit ovat yleensä valmiiksi pontattuja, joka tekee asennuksesta helppoa sekä luo tiiviin rakenteen.

### 3 PUURUNKOISEN HALLIN RAKENTAMINEN ELEMENTTITO- TEUTUKSENA

Lähtötilanteessa työmaalla oli tehty perustustyöt ja tarvittavat maarakennustyöt. Lattia oli valettu ja pinnoitettu. Tarvittavat materiaalit oli tilattu elementtirakentamista varten. Tontilla oli vapaata tilaa runsaasti.

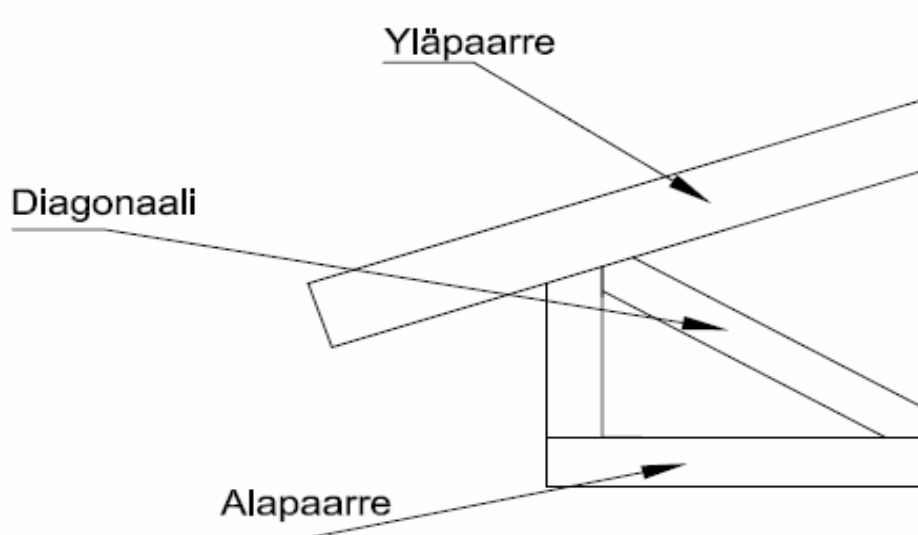
Rakennus sisältää 19 väliseinillä jaettua osaketta. 18 osakkeista on pieniä, noin 30 m<sup>2</sup> kokoisia, yksityisten ihmisten omistamia varasto- ja harrastustiloja. Rakennuksen pohjoispäädyssä on noin 340 m<sup>2</sup> kokoinen yrityksen varasto- ja toimistotila. Pohjoispäädyssä on ainoastaan toimistotilojen ja varaston välinen väliseinä. Jokaiseen osakkeeseen on yksi nosto-ovi, jossa on myös normaali käyntiovi helpompaa kulkemista varten. Rakennus on 65363 mm pitkä ja 15981 mm leveä. Sisäkorkeus on 4500 mm ja rakennuksen kerrosala on noin 1045 m<sup>2</sup>. (Liite 1, Liite 2.)

Seinärunko koostuu 48 mm paksuista ja 198 mm leveistä höylätyistä lankuista. Lankut ovat seinässä 600 mm välein ja ne kiinnitetään päistään naulaamalla ala- ja yläpuuhun. Pystypuita kutsutaan runkotolpiksi ja ala- ja yläpuita juoksuiksi. Jokaisen runkotolpan yläpäässä on 300 mm korkea ja 126 mm syvä lovi. Lovessa on syrjällään kaksi yhteen naulattua, 63 mm paksua ja 300 mm leveää, kertopuuta. Kyseistä kertopuuta sanotaan pinninkipuiksi (kuva 1).



KUVA 1. Seinärungon yläpää

Kattorakenteet koostuvat 900 mm välein olevista harjaristikoista, joita kutsutaan kattotuoleiksi tai kattoristikoiksi. Kattotuolit koostuvat lankuista, jotka on kiinnitetty toisiinsa naulalevyillä. Ylä- ja alalankkua kutsutaan paarteiksi ja niiden välissä olevia lankkuja diagonaaleiksi (kuva 2). Yläpaarten kaltevuus suhteessa alapaarteeseen määrää lopullisen katon kaltevuuden. Katto jäykistetään ylä- ja alapaarteeseen sekä diagonaaleihin kiinnitettävillä laudoilla. Laudat ovat 22 mm paksuja ja 100 mm leveitä. Laudat ovat joko kohtisuoraan tai viistosti lankkuihin nähden. Kattotuolit lepäävät harjansuuntaisesti olevien seinien yläjuoksujen päällä. Rakennuksen päädyissä seinärunko ulottuu aina harjalle saakka ja se kiinnitetään reunimmaisen kattotuolin kylkeen.



KUVA 2. Kattotuoli toiselta räystäältä

### 3.1 Elementtien paikalleenmittaus

Elementtirakenteisissa seinissä elementtien välissä on sauma, joka eristetään lasivillakaistalla kylmäsillan muodostumisen estämiseksi. Villa kiinnitetään asennusvaiheessa elementin päähän niittaamalla. Mitoitusvaiheessa jokaiselle saumalle lasketaan eristysvaraa noin 1 – 1,5 cm. Toisin sanoen, elementtien yhteenlaskettu pituus on joitakin senttimetrejä lyhyempi, kuin sokkelin pituus.

Rakennuksen pohjapiirustuksesta katsottiin rakennuksen pitkien sivujen kokonaismitat ja jaettiin ne elementteihin siten, että jokaisessa elementissä oli kaksi

nosto-ovivaraus. Pitkien sivujen elementtien yhteismääräksi saatiin 14, eli seitsemän elementtiä molemmille sivuille. Päätyseinät jaettiin elementeiksi siten, että molempiin päätyihin tehtiin kolme elementtiä. Pitkien sivujen elementtien keskimitaksi tuli noin 9 metriä ja päätyelementtien noin 5 metriä.

Ala- ja yläjuoksut levitettiin vierekkäin sokkelin päälle runkotolppien paikkojen merkkeistä varten. Kohtien mittaamisessa käytettiin pitkää mittaa ja juoksuihin merkattiin jokaisen runkotolpan paikka. Runkotolpat sijoitettiin 600 mm välein toisistaan. Juoksut numeroitiin helpottamaan elementtien valmistamista ja asentamista oikeassa järjestyksessä.

### **3.2 Rakennusmateriaalien työstöt**

Työmaalla esityöstettiin rakennusmateriaaleja ennen varsinaisen rakennustyön aloittamista. Runkotolpat katkaistiin oikean mittaisiksi ja niihin tehtiin yläpään kolo pinninkiä varten. Nosto-ovien pieliin tehtiin valmiiksi niin sanotut tuplatolpat, eli kaksi runkotolppaa naulattiin yhteen ja väliin asetettiin villakaista. Ala- ja yläjuoksut asetettiin valmiin sokkelin päälle runkotolppajon merkkeistä sekä katkaisua varten.

Pohjamaalatut räystääsaluslaudat ja otsalaudat maalattiin kertaalleen, samoin kuin kattoristikoiden näkyviin jäävät osat räystään kohdalta. Lautojen maalausta varten tehtiin teline, joka teki maalaamisesta miellyttävää ja helppoa, ergonomisen työasennon myötä.

Kaikki valmiit osat ladottiin siististi nippuihin elementtityön kannalta järkevään paikkaan. Niput peitettiin suojamuoveilla ja huolehdittiin, että muovit pysyivät paikoillaan.

### **3.3 Seinäelementtien valmistus**

Seinäelementit valmistettiin työmaalla. Elementtejä varten tehtiin alkeellinen elementtipöytä. Runkotolpat oli etukäteen sahattu oikean mittaisiksi, ja yläpäihin oli tehty kolo pinninkipuuta varten.

Runkotolpat ladottiin elementtipöydän päälle siten, että pinninkipuuta varten tehty kolo jäi yläpuolelle. Aikaisemmin valmistettu alajuoksu asetettiin runko-

tolppien alapäähän siten, että se oli oikeinpäin, runkotolppajakoa ajatellen. Pinnikipuut katkaistiin oikean mittaisiksi ja asetettiin runkotolppien yläpäässä oleviin koloihin. Runkotolpat naulattiin kiinni alajuoksuun etukäteen merkityille paikoille ja pinninki naulattiin kiinni molemmissa päädyissä oleviin runkotolppiin. Nosto-ovien pielitolpiksi laitettiin aikaisemmin työstetyt tuplatolpat.

Tässä kohtaa tarkistettiin elementin ristimita. Ristimita tarkistettiin ja mahdollisesti korjattiin siten, että elementti mitattiin ristikkäisistä nurkista. Molempien ristikkäisten mittojen tuli olla sama. Ristimitan tarkistus tehtiin siksi, että elementin alajuoksu ja reunimmainen runkotolppa olisivat keskenään 90° kulmassa, joka mahdollistaa elementtien asentamisen vierekkäin. Ristimitan tarkistuksen jälkeen pinninki naulattiin ja ruuvattiin kunnolla kiinni jokaiseen runkotolppaan.

Nosto-ovien kohdalle kiinnitettiin oven niin sanottu yläpuu 3500 mm korkeuteen. Oven yläpuun yläpuolelle laitettiin lyhyet runkotolpan osat, jotka sopivat yhteen runkotolppajaon kanssa.

Elementteihin asennettiin valmiiksi tuulensuojalevyt. Tuulensuojalevynä toimi 9 mm paksu kartonkipintainen kipsilevy. Kipsilevyjen leveys oli 1200 mm, eli ne ylsivät aina ensimmäisen tolpan keskeltä kolmannen tolpan keskelle. Levyt ruuvattiin kiinni runkotolppiin käyttäen 32 mm pitkiä tarkoitukseen sopivia ruuveja. Ennen levyjen asennusta, molemmista päistä katsottuna kolmanteen runkotolppaan, porattiin reikä nostoliinaa varten. Reikä porattiin noin 500 mm päähän ylhäältä katsottuna. Reikiin pudotettiin valmiiksi nostoliinat.

Elementtiin kiinnitettiin valmiiksi koolauslaudat ulkoverhouspellin kiinnitystä varten. Koolauslaudat asennettiin vaakatasoon, koska ulkoverhouspellit olivat pystysuuntaisia.

Rakennukseen oli suunniteltu kolme poikkisuuntaista jäykistävää väliseinää. Väliseinien puurungot tehtiin myös valmiiksi. Väliseinien korkeus oli 150 mm korkeampi, kuin ulkoseinien korkeus. Väliseinien yläpää oli suunniteltu kiinnitettäväksi kattoristikon alapaarten kylkeen kulmaraudoilla. Kulmaraudat olivat sellaisia, että rakenne pääsi liikkumaan pystysuunnassa, mutta ei vaakasuunnassa. Väliseinät tehtiin kolmessa osassa samalla menettelyllä, kuin ulkoseinät.

Elementtien päälle levitettiin muovi suojaamaan materiaaleja kosteudelta. Seuraava elementti rakennettiin edellisen päälle hyödyntäen sen muodostamaa valmista tasoa. Elementtejä koottiin päällekkäin seitsemän kappaletta eli yhden pitkän sivun elementtien verran. Elementit järjestettiin siten, että päällimmäisenä oli asennusjärjestyksessä ensimmäinen elementti.

### **3.4 Kattoelementtien valmistus**

Kattoristikot tulivat työmaalle tehtaalta. Niitä oli noin 80 kappaletta. Katto rakennettiin viidessä osassa ja jokaisessa osassa oli noin 15 kattoristikkoa. Katot rakennettiin työmaa-alueelle.

Rakentaminen aloitettiin siten, että maahan laitettiin 198 mm leveät ja 48 mm paksut lankut. Lankut laitettiin siten, että niiden välinen etäisyys oli sama kuin rakennuksen jänneväli, eli pituus seinän päältä toiselle. Lankut laitettiin vaakatasoon käyttäen apuna tasolaseria. Lankkuihin merkattiin kattoristikoiden paikat, jotka katsottiin ristikkokaaviosta. Lankkuihin kiinnitettiin myös valmiiksi kulma-raudat. Kattoristikot kannettiin neljän työntekijän voimin paikoilleen ja kiinnitettiin toisiinsa noin metrin mittaisilla laudoilla kolmesta eri kohdasta. Ensimmäinen ristikko tuettiin vinotuella sen kaatumisen estämiseksi. Tässä vaiheessa kulma-raudat naulattiin kiinni ristikon alapaarten kylkeen.

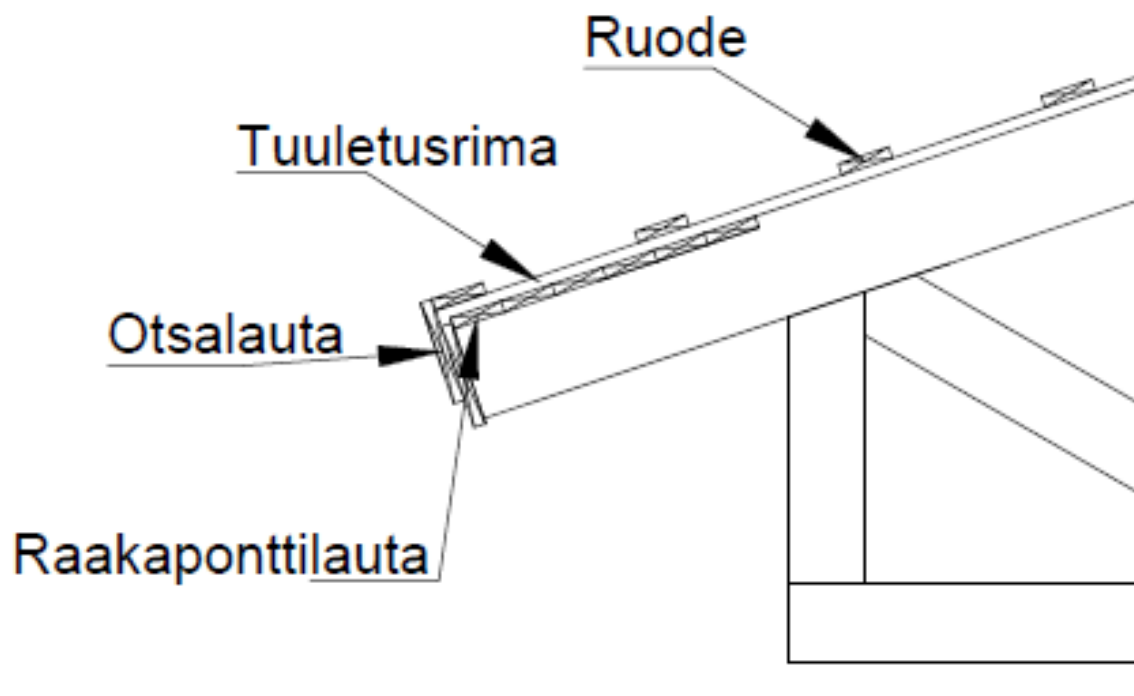
Yläpohjan jäykistäminen tehtiin laudoilla, jotka naulattiin kattoristikon pysty- ja diagonaalisauvoihin sekä paarteisiin. Laudat jatkettiin läpi elementin, ja ne ovat joko kohtisuorassa tai viistosti lankkuihin nähden. Elementin läpi rakennettiin kulkusilta.

Kattoristikoiden kantaan asennettiin tuulensuojalevy ja pystykoolaukset vaakaan asennettavaa ulkoverhouspeltiä varten. Räystääsaluslautoina käytettiin raakaponttilautoja, jotka naulattiin ristikon yläpaarten yläpuolelle niille valmiiksi tehtaalla kolottuun syvennykseen. Ensimmäinen otsalauta kiinnitettiin tässä vaiheessa ristikon päähän.

Seuraavana työvaiheena oli aluskatteen, tuuletusrimojen ja ruoteiden asennus. Aluskatteen asentaminen aloitettiin muutaman senttimetrin päästä räystäältä. Aluskate asennetaan siten, että se vedetään vaakaan elementin päästä toiseen.

Kate limitetään valmistajan ohjeiden mukaisesti siten, että ylempi aluskatekaista asettuu alemman kaistan päälle. Siten estetään mahdollisen veden valuminen yläpohjan rakenteisiin. Limityspituus on noin 15 cm, riippuen aluskatteen valmistajasta. Aluskatteen kiinnitykseen käytettiin niittejä.

Aluskatteen päälle, jokaisen ristikon kohdalle, naulattiin tuuletusrimat. Tuuletusrimoina käytettiin 22 mm paksua ja 48 mm leveää rimaa. Tuuletusrima mahdollistaa nimensä mukaisesti tuuletuksen aluskatteen yläpuolisille rakenteille. Tuuletusrimojen päälle kiinnitettiin vaakasuuntaisesti olevat ruoteet. Ruoteina käytettiin 22 mm paksua ja 100 mm leveää lautaa. Ruoteet naulattiin 300 mm välein toisistaan ylöspäin mentäessä. Ruoteiden asennuksen jälkeen toinen otsalauta kiinnitettiin räystäälle siten, että sen ylemmän syrjän pinta oli samassa tasossa alimman ruodelaudan yläpinnan kanssa (kuva 3).



KUVA 3. Räystäään laudat

Elementin päädyissä aluskatteeseen jätettiin liitosvaraa seuraavaan elementtiin noin kaksi metriä. Myöskään jokaista ruodelautaa ei jatkettu elementin pätyyn saakka, vaan jätettiin kahden ristikon päähän päädystä. Suunnittelijan mukaan

ruoteiden antama jäykistys ei ole riittävä, jos kaikki saumat ovat samassa kohdassa, räystäältä harjalle mentäessä. Liitoskohtaan tarvittavat ruodelaudat nostettiin elementin kyytiin odottamaan asentamista. Näin säästettiin ylimääräinen tavaran vieminen katolle.

Rakennuksen päätyjä kutsutaan usein päätykolmioksi. Päätykolmiot tehtiin valmiiksi reunimmaisiiin kattoelementteihin. Päätykolmiot tehtiin siten, että elementin reunimmaisen kattotuolin kylkeen tehtiin seinärungolle jatkoa. Päätykolmion seinärunko kiinnitettiin kattotuolin kylkeen naulaamalla. Rungon ulkopintaan kiinnitettiin tuulensuojalevy ja koolaukset. Päätyräystäät tehtiin niin sanotuista päätyvasoista. Päätyvasat tehtiin 48 mm paksusta ja 198 mm leveästä lankusta. Yhden vasan pituus on 400 mm ja niitä tuli 900 mm välein. Vasa asennettiin päätykolmion seinärungon yläpään kylkeen.

### **3.5 Elementtien asennus**

Elementtiasennus aloitettiin seinäelementtien asennuksella. Nostoihin käytettiin kapasiteetiltaan tarpeeksi suurta autonosturia. Nosturi sijoitettiin sopivalle paikalle, tuettiin tukijaloilla ja aloitettiin elementtien nosto. Nosturia siirrettiin, kun sen kantama ei enää riittänyt. Nosturi ja kuljettaja tilattiin paikalliselta yritykseltä.

#### **3.5.1 Seinäelementit**

Elementti nostettiin sokkelin yläpuolelle oikealle kohdalle. Ennen sen laskemista paikalleen, elementin alajuoksun alle niitattiin solukumikaista, joka estää mahdollisen kylmäsilan ja kapillaarisen vedennousun alemmista rakenteista. Solukumikaistan asennuksen jälkeen elementti laskettiin sokkeliin kiinni. Elementin alapää kiinnitettiin sokkeliin pikanauloilla. Ennen nosturin koukkujen irrottamista, elementti tuettiin vinotuilla kahdesta tai kolmesta kohdasta. Vinotuen paikka elementissä oli yleensä nosto-oven pielitolpassa ja toinen pää kiinnitettiin lattiaan kiinnitettyyn lankkuun. Seinä saatiin asettumaan pystysuoraan käyttämällä asennuksessa apuna vatupassia. Vasta sitten, kun elementti oli kiinnitetty asianmukaisesti, käytiin irrottamassa nosturin koukut nostoliinoista. Ennen seuraavan elementin asentamista, aiemmin asennetun elementin päähän kiinnitettiin lasivillakaista. Seuraava elementti asennettiin samalla tavalla kuin edellinen,



sillä poikkeuksella, että se kiinnitettiin myös edellisen elementin päähän ruuveilla.

Kun seinäelementit oli asennettu, asennettiin jäykistävien väliseinien rungot. Väliseinät kiinnitettiin pikanauloilla alapäästä lattiaan. Seinän yläpää tuettiin vinotuilla.

Toisen pitkän sivun seinä linjattiin suoraksi asennuksen jälkeen. Seinän molempiin päihin yläjuoksun kylkeen naulattiin naula siten, että noin 50 mm naulan kannan puoleisesta päästä jäi näkyviin. Naulojen väliin kiristettiin linjalanka. Seinä linjattiin suoraksi asettamalla seinä siten, että joka kohdassa yläjuoksun ja langan väliin jäi sama pituus.

### **3.5.2 Kattoelementit**

Kattoelementtien asennusta varten tilattiin kolme saksilavanostinta. Nostimet ajettiin seinien viereen siten, että ne olivat asennettavan kattoelementin kolmella nurkalla. Ennen elementin asennusta seinän yläjuoksun päälle kiinnitettiin lasivillakaista.

Kattoelementtien nostoa varten käytettiin nostopalkkeja. Nostopalkit tehtiin naulaamalla yhteen kaksi kertopuupalkkia. Palkkeja tehtiin neljä kappaletta.

Nostot toteutettiin nelipistenostoina. Elementin aluskatteeseen tehtiin neljä reikää, kaksi molemmille lappeille. Lappeilla olevat nostokohdat sijoitettiin pituussuunnassa kolmannespisteiden kohdalle. Jokaisesta reiästä pudotettiin nostoliina, joka kiinnitettiin elementin yläpohjaan vietyyn nostopalkkiin. Nostoliinat sijoitettiin palkkien puoliväliin. Kun elementtiä alettiin nostaa, palkit nousivat ylöspäin ja kiilautuivat kattotuolien yläpaarteiden ja diagonaalien väliin jakaen kuorman usealle kattotuolille. Nostoketjujen pituuksia säädettiin siten, että elementti kulki ilmassa vaakatasossa.

Elementtiasennus aloitettiin toisesta päädyistä. Elementti asennettiin päätyseinän ja aikaisemmin linjatun seinän mukaan. Elementti kiinnitettiin ruuvaamalla seinän yläjuoksuun. Elementin kiinnityksen jälkeen, nostoliinat ja palkit irrotettiin elementistä ja siirrettiin seuraavaan elementtiin. Seuraava elementti asennettiin

noin 1800 mm päähän edellisestä elementistä. Väliin nostettiin yksi erillinen ristikko. Yksittäinen ristikko asennettiin väliin helpottamaan elementtien liittämistä toisiinsa.

Elementtien asennuksen jälkeen liitoskohdat tehtiin valmiiksi. Ristikot kiinnitettiin paikalleen suora- ja vinotuilla, jotka oli viety valmiiksi kattoelementin yläpohjaan. Aluskate vietiin yksittäisen ristikon yli seuraavaan kattotuoliin ja kiinnitettiin niittaamalla. Aluskatteen päälle naulattiin tuuletusrimat ja ruoteet. Räystäälle naulattiin raakaponttilaudat ja otsalaudat. Ristikon kantaan kiinnitettiin tuulen-suojalevy ja koolaukset. Toisen pitkän sivun seinäelementit pyrittiin liikuttamaan samaan tasoon kattoelementin kanssa. Muutaman millimetrin mittapoikkeamat sallittiin.

Lopuksi vielä varmistettiin elementtien kiinnitykset yläpohjassa, räystäällä ja katolla. Kattoelementteihin lisättiin myös muutama vinotuki alhaaltapäin siten, että tuen toinen pää oli kattoristikon alapaarteen kyljessä ja toinen runkotolpassa. Vinotuet kiinnitettiin rakennuksen jäykistyksen varmistamiseksi.

### **3.6 Sisäpuolen työt**

Sisäpuolella oli vielä paljon työtä. Jäykistävät väliseinät piti kiinnittää yläpohjaan. Ulkoseinät piti eristää, muovittaa ja levyttää. Maalaamisen hoiti aliurakoitsija. Sisäkatto piti muovittaa, koolata ja levyttää. Väliseinät, jotka koostuivat pelti-eriste-pelti-elementeistä, piti asentaa paikalleen. LVIS-työt teki aliurakoitsija.

#### **3.6.1 Jäykistävät väliseinät**

Jäykistävien väliseinien kiinnitys yläpohjaan tehtiin ensimmäisenä sisäpuolen työvaiheena. Seinät sijoituivat yläpuolella olevan kattoristikon viereen. Seinät olivat noin 150 mm korkeammat, kuin huonekorkeus, joten ne pystytettiin kiinnittämään kattoristikon alapaarteen kylkeen. Kiinnitykseen käytettiin kulmarautoja, jotka sallivat rakenteen pystysuuntaisen liikkeen, mutta eivät vaakasuuntaisia. Seinien tehtävänä oli ottaa vastaan juuri vaakasuuntaisia kuormia. Kattoristikoiden alapaarteet olivat esijännitetyjä, joten kosteus- ja lämpöolosuhteiden muutokset vaikuttivat niiden pituuteen. Pituuden muuttuessa alapaarre liikkui joitakin millimetrejä pystysuunnassa, joten kulmaraudat olivat tilanteeseen sopivia.

Jäykistävien väliseinien päälle asennettiin 1000 mm leveä höyrynsulkumuovikaista, jotta rakennus saatiin tiiviiksi myös niiltä osin. Ylimääräinen osa jätettiin katkaisematta, jotta se voitaisiin teipata myöhemmin asennettavaan muoviin.

Jäykistävät väliseinät levytettiin molemmilta puolilta ja niihin asennettiin eristeet.

### **3.6.2 Sisäkaton teko**

Sisäkaton ensimmäinen työvaihe oli höyrynsulkumuovin asentaminen. Muovi asennettiin käyttäen apuna saksilavanostinta. Muovi kiinnitettiin kattoristikoiden alapaarteisiin niittaamalla. Seinien vieressä muovi vietiin noin 300 mm seinälle, jotta myöhemmin muodostuva sauma saataisiin teipattua tiiviiksi. Kaikki kattoon tulevat muovin saumat teipattiin tarkoitukseen sopivalla höyrynsulkuteipillä.

Heti, kun höyrynsulkumuovia oli vähän asennettu, aloimme kiinnittää sisäkaton koolauksia paikalleen. Koolauslaudat olivat 22 mm paksua ja 100 mm leveää. Laudat kiinnitettiin 400 mm välein toisistaan. Lautoja ruvettiin naulaamaan heti, koska tuuli saattoi irrottaa jo asennetun höyrynsulkumuovin.

Kun koolauslaudat oli asennettu, voitiin aloittaa kattojen levytysvaihe. Levyt olivat 13 mm vahvaa kartonkipintaista kipsilevyä. Kipsilevyjä asennettiin kaksi päällekkäin, riittävän palonkestävyysluokan saavuttamiseksi. Levyt asennettiin saksilavanostimesta.

### **3.6.3 Ulkoseinien teko**

Ensimmäinen vaihe ulkoseinien teossa oli seinien eristäminen. Eristemateriaalina oli lasivilla. Lasivillalevyt sopivat leveydeltään suunniteltuun runkotolppajakoon. Joissakin kohdissa runkotolppien väli oli pienempi, jolloin jouduttiin leikkaamaan villa sopivan levyiseksi. Eristeen paksuus oli 100 mm, joten niitä laitettiin kaksi päällekkäin. Pinninkipuun kohdalla eristettä tuli seinään vähemmän. Vaakasuuntaiset saumat porrastettiin, jotta välttyttiin kahden sauman päällekkäisyydeltä. Ulkoseinien eristämisyksivaiheessa käytettiin saksilavanostinta, jolla työ sujui jouhevasti ja turvallisesti. Villaa leikattiin tarkoitukseen sopivalla villaveitsellä.

Kun eristämistyö oli saatu käyntiin, voitiin aloittaa myös höyrynsulkumuovin asennus. Höyrynsulkumuovi kiinnitettiin runkotolppiin niittaamalla. Pysty ja vaakasaumat teipattiin tarkoitukseen sopivalla höyrynsulkuteipillä. Katosta seinälle kääntyvä muovi teipattiin huolellisesti alhaaltapäin tulevaan muoviin. Muovin asennus oli tarkkaa työtä, koska mahdolliset reiät saattavat aiheuttaa rakenteille huomattavia kosteusvaurioita.

Viimeisenä työvaiheena oli seinien levytys. Levyt olivat 13 mm paksua erikois-kovaa kipsilevyä. Levyt ruuvattiin seiniin ruuveilla. Levytysvaiheessa käytettiin saksilavanostinta työn tuottavuuden ja turvallisuuden takaamiseksi.

### **3.6.4 Väliseinätyöt**

Väliseinät olivat valmiita elementtejä. Elementit oli toimitettu työmaalle aikaisemmin. Elementit koostuivat kahdesta peltilevystä, jotka oli liimattu niiden välissä olevaan kovaan eristeeseen.

Ensin lattiaan ja kattoon merkattiin seinien paikat. Merkkauksen jälkeen lattiaan ja kattoon kiinnitettiin muoviset kulmalistat, joita vasten elementit asennettaisiin. Elementti nostettiin kahden työntekijän voimin pystyyn. Kun elementti oli pystyssä, kattoon kiinnitettiin toinen kulmalista, jotta elementti ei pääsisi kaatumaan. Lopuksi elementti kiinnitettiin vielä listoihin tarkoitukseen sopivilla ruuveilla.

### **3.7 Ulkopuolen työt**

Rakennuksen ulkopuolelta puuttuivat pintamateriaalit ja pellitykset. Seinien ja katon pintamateriaalit olivat profiloitua peltiä. Muut pellitykset olivat maalattua sileää peltiä. Pellit toimitettiin työmaalle, ja niiden nostoihin ja siirtoihin tilattiin autonosturi. Peltien leikkaamiseen käytettiin peltisaksia ja niin sanottua nakertajaa. Nakertaja oli sähkökäyttöinen työkalu, jolla peltien leikkaaminen sujua helposti. Ulkoverhoustyö oli tarkkaa ja vaativaa työtä.

#### **3.7.1 Kattotyöt**

Kattopellit nostettiin katolle käyttäen apuna autonosturia. Katolle tehtiin taso, jolle pellit nostettiin. Tasolta pellit oli helppo kääntää oikeille paikoilleen ja ruu-

vata kiinni ruodelautoihin. Ruuvit olivat kateruuveja, joissa kannan alapuolella on tiiviste, joka tekee ruuvinreiästä vesitiiviin. Ruuvaukseen käytettiin akkukäyttöisiä ruuvinvääntimiä.

Rakennus oli niin pitkä, että kattopeltien asennuksessa oli oltava todella huolellinen. Suuresta pituudesta johtuen, mitoitus ja merkkaukset oli tehtävä huolellisesti, jotta pellit eivät ala niin sanotusti vääntymään. Räystäällä pellin reunan piti kulkea samansuuntaisesti otsalaudan kanssa ja katonharjalla harjalinjan suuntaisesti.

Peltivalmistaja toimitti peltien mukana kiinnitysohjeen. Kiinnitysohjeessa oli ilmoitettu hyväksytyt ruuvimallit ja kiinnityskuviointi. Ruuvinkantajonot kulkivat katolla räystäältä harjalle viistoon, yhden aallonpohjan oikealle ja yhden ruodevälän ylöspäin. Viereinen viistojono alkoi kolme aallonpohjaa oikealle edellisestä.

Peltien asennusten jälkeen asennettiin pääty- ja harjapellitykset. Kiinnittämiseen käytettiin kateruuveja. Pellitykset limitettiin noin 200 mm.

### **3.7.2 Ulkoverhoustyöt**

Ulkoverhoustöihin kuului ulkovuoripeltien ja muiden peltien asennusta sekä näkyvien puuosien paikkamaalaamista. Ensin asennettiin ulkovuoripellit paikalleen. Pellit leikattiin sopivan levyisiksi ja ruuvattiin paikalleen kateruuveilla. Peltien limityksessä piti ottaa huomioon alle jäävän pellin vesiura. Vesiuran tehtävä on estää veden pääsy sauman kohdalta rakenteeseen.

Muita peltejä olivat tippa- ja pielipellit. Pellit kiinnitettiin ruostumattomilla pienillä nauloilla. Peltien tehtävänä oli peittää rakenteita ja työmaalla leikattuja rakennusosien reunoja, esim. nakertajalla leikatut pellin päät.

Lopuksi vielä jokaisen kattoristikon väliin seinän yläpäässä kiinnitettiin niin sanottu pululauta. Laudan tehtävänä on estää lintujen ja muiden eläinten pääsy yläpohjan rakenteisiin.

### **3.8 Lopettavat työt**

Kun rakennus oli valmistunut täysin ulkoapäin, suoritettiin lopullinen siivous. Kaikki jäljelle jääneet käyttökelpoiset rakennusmateriaalit koottiin siisteiksi nipuiksi ja peiteltiin huolellisesti suojamuovilla. Kaikki rakennusjätteet kerättiin sekajätelavalle.

Sisäpuolella jokainen halli tyhjennettiin mahdollisista rakennusjätteistä. Lopuksi hallit imuroitiin ja pestiin.

### **3.9 Työryhmät**

Työ tehtiin pääsääntöisesti neljän työntekijän voimin. Työtä tehtiin kahtena työparina. Työparit vaihtelivat työntekijöiden erikoisosaamisten mukaan. Työmaalla oli kaksi kokeneempaa kirvesmiestä, joista toinen toimi työnjohtajana rakennustöiden ohessa.

Rakennus työmaalla toimitaan usein työpareina, koska on huomattu, että silloin työ on tehokasta. Työpareista toinen yleensä johtaa työntekoa. Jotkut työvaiheet onnistuvat joiltakin työpareilta nopeammin, yhteisen sävelen löytyessä.

## 4 YHTEENVETO

Hallirakentaminen on kasvanut kahden viimeisen vuoden aikana huomattavasti Suomessa. Hallirakennusten määrän kasvusta johtuen on tärkeää tietää olennaisia asioita esimerkiksi hallin runkomateriaaleista ja julkisivuista. Opinnäyte-työ pyrki avaamaan hallirakentamisen tarpeita ja perusasioita eri runkoratkaisujen näkökulmasta. Työn toisessa osassa annettiin seikkaperäinen kuvaus puurunkoisen hallin rakennustöistä kirvesmiehen osalta.

Työn yhtenä tavoitteena oli perehtyä hallirakentamiseen rakentamisen, käytön ja ulkonäön näkökulmasta. Rakentamisen monimuotoisuuden todettiin olevan suhteellisen pienen skaalan sisällä. Runkomateriaalista riippuen rakentaminen oli melko nopeaa ja tarvitsi nostokalustoa. Hallirakennusten erot käytön suhteen olivat melko pieniä, muutamia poikkeuksia lukuun ottamatta. Hallien julkisivuvaihtoehdot eivät poikenneet paljoakaan toisistaan.

Rakennusten samankaltaisuudesta johtuen on vaikeaa päättää, mikä olisi paras runkomateriaali kevyenteollisuuden hallille. Päätöstä tehdessä on keskityttävä todella tarkasti rakennuksen ja rakennuttajan tarpeisiin, koskien rakennusta ja sen tilaratkaisuja. Monissa tapauksissa halvin rakenneratkaisu vie voiton, vaikka kattavaa tarveselvitystä ei ole tehty. Omasta mielestäni järkevää olisi tehdä pitkäntähtäimen suunnitelmia, kun on kysymyksessä niinkin suuri hanke kuin hallirakennus. Pitkän elinkaaren omaava rakennus säilyttää arvonsa tai jopa kasvattaa sitä. Esteettisesti kaunis ympäristö myös tehdasalueilla on tärkeä osa yhteiskunnan viihtyvyyttä.

Tutustuminen erilaisiin runkomateriaalivaihtoehtoihin loi ideoita rakentamiseen tulevaisuudessa omalla kohdallani. Eri materiaalit ja niiden ominaisuudet opettavat ymmärtämään myös muita rakenneratkaisuja ja niiden hyötyjä. Työnjohtajana tai rakentajana toimiessani arvostan asioiden selkeyttä ja pyrin ottamaan asioista selvää. Lukemalla rakentamiseen liittyviä artikkeleja tai kirjoja voi avartaa rakennusmaailmaansa todella paljon. Rakennusosalalla työskentelevien johtajien olisi hyvä päivittää tietämystään rakentamisesta kaiken aikaa.

## LÄHTEET

1. Otso Kivekäs. Saatavissa:

<http://otsokivekas.fi/2010/08/meilla-suomessa-on-raskaan-teollisuuden-hallitsema-elinkeinoelama/> Hakupäivä 1.11.2013.

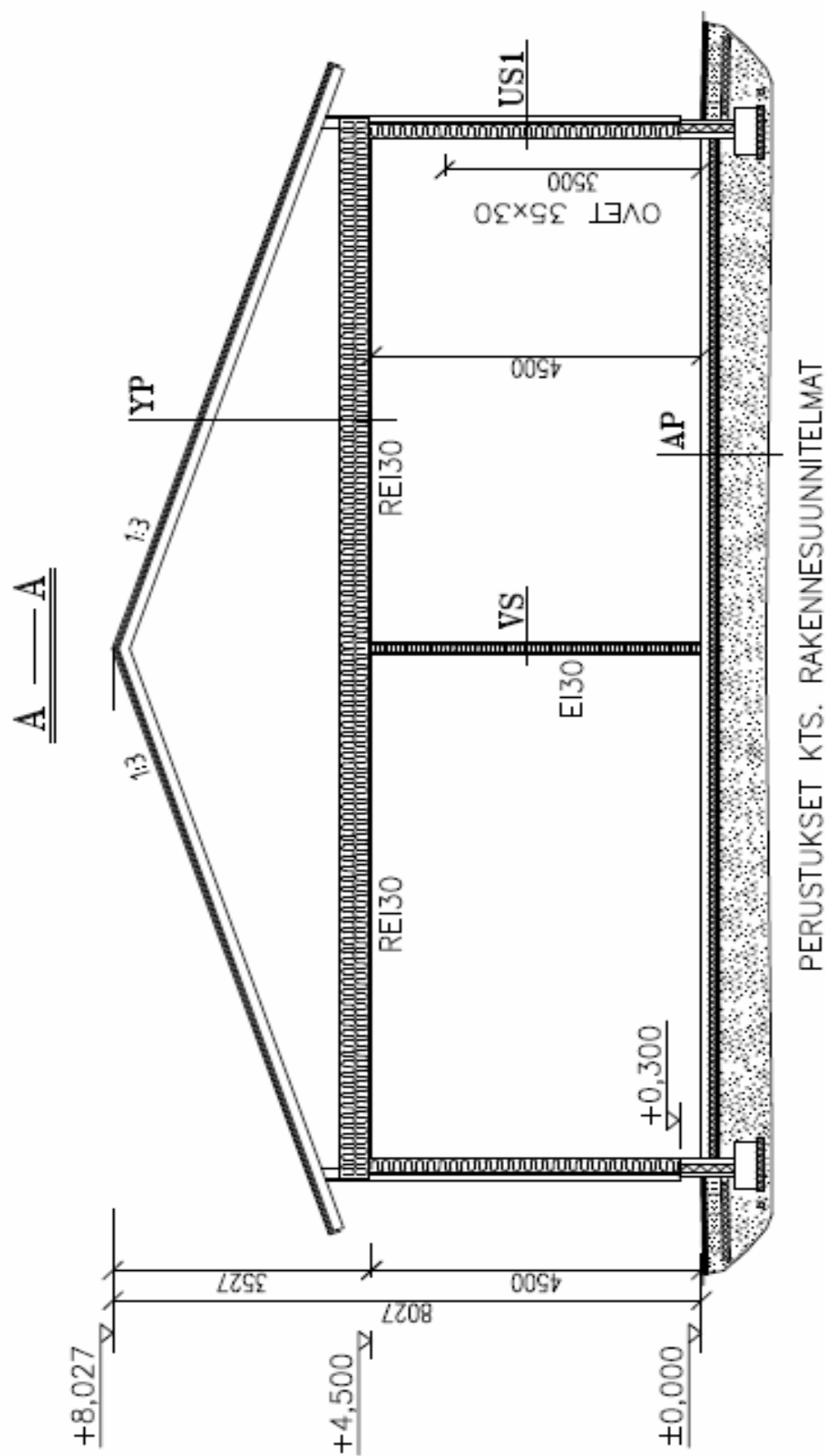
2. Puuhallin rakenteet. Saatavissa:

<http://www.puuinfo.fi/sites/default/files/content/rakentaminen/suunnitteluohje-et/puuhallin-rakenteet-esisuunnittelu-ja-valintaperusteet/090202-puuhallin-rakennesuunnittelu.pdf> Hakupäivä 7.11.2013.

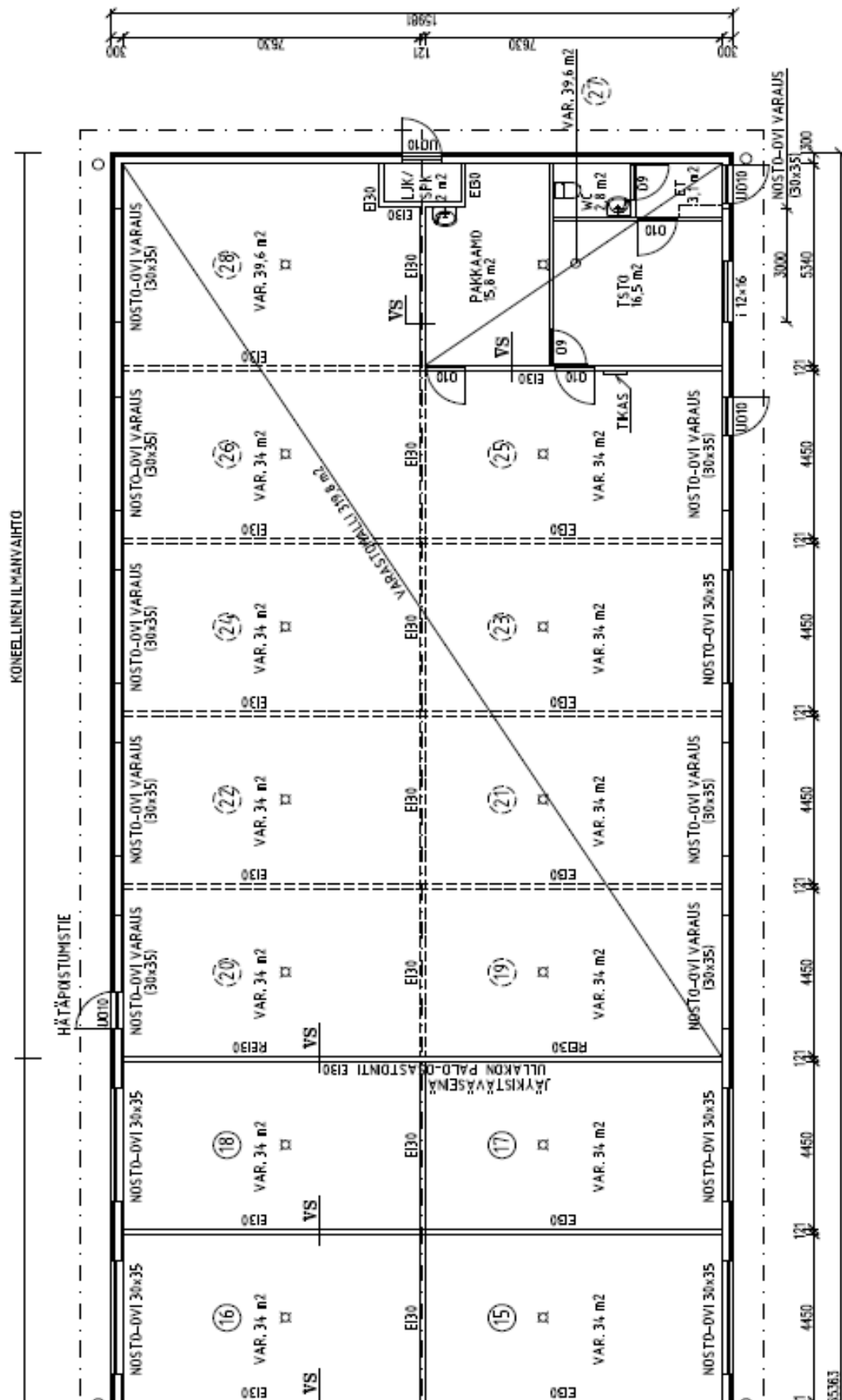
3. BM-hallit. Betonimestarit. Saatavissa:

<http://www.betonimestarit.fi/fi/page/322> Hakupäivä 7.11.2013.





## Rakennuksen pohjoispääty



## Rakennuksen eteläpääty

