



Vaakavalettujen betoniväliseinien muottilaitatekniikan kehittäminen

Petri Huhtasalo

OPINNÄYTETYÖ
Kesäkuu 2022

Rakennusalan työnjohdon koulutusohjelma
Rakennusmestari (AMK)

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakennusalan työnjohdon koulutusohjelma
Rakennusmestari (AMK)

HUHTASALO, PETRI:
Vaakavalettujen betoniväliseinien muottilaitatekniikan kehittäminen

Opinnäytetyö 32 sivua
Kesäkuu 2022

Betonisten väliseinäelementtien valmistus on todella kilpailtua valmistajien suuren määrän vuoksi. Tehtaan kateprosentti jää kovassa kilpailussa yleensä pieneksi, jonka takia tuotannon pitää olla tehokasta ja toteutua suunnitellusti. Materiaaleissa viime aikoina toistuvasti tapahtuneet hintojen nousut sekä saatavuuden ongelmat ovat vaikeuttaneet halutun katteen saavuttamista. Väliseinätuotannossa muottimateriaalien kulutus on suurta, joka luo tarpeen sen pienentämiselle.

Tässä opinnäytetyössä vertailtiin kahta erilaista muottilaitajärjestelmää, niiden materiaalien menekkiä sekä kustannuksia, kiinnitystekniikkaa ja niiden investoinnin vaatimia kustannuksia sekä muottilaitojen kestävyyttä ja kierrätettävyyttä. Tavoitteena oli selvittää saavutetaanko uuden laitajärjestelmän käyttöönnotolla säästöjä tai muita etuja.

Vertailun laskennassa käytettiin kuvitteellista väliseinää, jonka tarvitsemien muottilaitojen ja -magneettien materiaalikustannukset laskettiin. Laitojen kestävyyttä ja kierrätettävyyttä vertailtiin kokemusperäisesti.

Opinnäytetyön tulosten pohjalta voidaan todeta, että 30 mm:n vanerilaita muottimagneetteineen on järkevä vaihtoehto vaakana valettujen väliseinien tuotannossa. Se on perustamiskustannuksiltaan selvästi perinteistä järjestelmää halvempi, kestävämpi ja joustavampi. Järjestelmän käytöllä saavutettava parannus siisteyden ja järjestyksen ylläpidossa, kasvattaa työssä viihtyvyyttä ja sitä kautta tuottavuutta. Laitajärjestelmän käytön laajentamista koskemaan tehtaan tuottamia muitakin tuotteita, kuin vain väliseiniä on suositeltavaa.

Asiasanat: väliseinäelementti, muottilaitajärjestelmä, kustannus

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Construction Site Management

HUHTASALO, PETRI:
Development of Formwork Technology for Horizontal Partition Concrete Casting.

Thesis 32 pages
June 2022

The production of concrete partition elements is really competitive due to the large number of manufacturers. In a fierce competition, the factory's margin percentage is usually low, which is why production must be efficient and implemented as planned. Recent price rises and material availability problems in materials have made it difficult to achieve the desired margin. In partition wall production, the consumption of mold materials is high, which creates a need to reduce it.

This thesis compared two different formwork systems, the sale and cost of their materials, the fastening technology and the costs required for their investment, and the durability and recyclability of the formwork. The aim was to find out whether the introduction of the new outboard system would lead to savings or other benefits.

An imaginary partition was used to calculate the comparison, and the material costs of the molds and magnets needed were calculated. The durability and recyclability of the facilities were compared empirically.

Based on the results of the thesis, it can be stated that a 30 mm plywood board with mold magnets is a sensible alternative in the production of horizontally cast partitions. It is clearly cheaper, more sustainable and more flexible than the traditional system in terms of set-up costs. The improvement achieved in the use of the system in maintaining cleanliness and order increases the comfort at work and thus productivity. Extending the use of the flange system to products produced by the factory other than partitions is recommended.

Key words: partition element, formwork system, cost

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	5
2	ELEMENTTITEOLLISUUDEN KEHITTYMINEN.....	6
2.1	Nopeammin ja halvalla	6
2.1.1	Harmaata ja tylsää.....	7
2.2	Standardoimisen merkitys	7
2.2.1	Mittajärjestelmien yhtenäistäminen.....	8
2.3	Betoni elementti systeemi (BES).....	8
2.4	Rakennusalan ruuhkavuodet	9
2.5	Julkisivut	10
2.6	Elementtien elinkaariajattelu	10
2.7	Betoninormit.....	11
2.8	Toleranssit	11
2.9	Betonipinnat	12
3	Betoniväliseinien valmistus vaakavaluna	13
3.1	"Perinteisen järjestelmän" muottilaidan valmistus	13
3.1.1	Aukkomuotin valmistus väliseinään	14
3.1.2	Laitamagneetit.....	14
3.2	Uuden, kokeiltavan laitajärjestelmän muottilaidan valmistus.....	15
3.2.1	Aukkomuotin valmistus.....	15
3.2.2	Laitamagneetti.....	17
3.3	Muottien rakentaminen.....	18
3.4	Magneettien käyttö.....	20
3.5	Magneettien irrotus elementtien purunyhteydessä.....	23
4	Järjestelmien vertailua	24
4.1	Laitamateriaalien menekin ja hinnan vertailua	24
4.2	Käytetyn työajan vertailu	26
4.3	Muottiosien varastoinnin vertailu	27
4.4	Muottilaitojen kestävyys ja kierrätettävyys	28
5	POHDINTA	31
	LÄHTEET	34

1 JOHDANTO

Elementtitekniikan käyttöönotto Suomen asuinrakentamisessa oli monen tekijän summa. Tie ensimmäisestä elementtikokeilusta tekniikan laajempaan käyttöön oli pitkä. Sodan jälkeisen jälleenrakentamisen ja maaltamuuton aiheuttamat asuntopulat pakottivat rakennusalan siirtymään kohti teollisempaan rakentamista.

Mittajärjestelmien ja standardien yhtenäistäminen, muottitekniikan kehittyminen ja työmaiden koneellistuminen olivat tärkeitä välivaiheita asuinrakentamisteollisuuden kehityksessä. Elementtirakentamisen ristiriidat sekä julkinen kritiikki tulivat vaikuttamaan positiivisesti myöhempään rakentamisen ratkaisuihin ja toimintamalleihin.

Väliseinien valmistamista vaakavaluna ei aina pidetä hirveän kannattavana. Tähän vaikuttavat monet eri asiat, kuten esimerkiksi markkina tilanne, tehdyn elementtikaupan sisältö, materiaalien hinnat, yrityksen kulurakenne ja valmistukseen kuluva aika.

Muottilaitojen materiaaleilla on oma osuutensa väliseinien neliöhinnassa. Tästä syystä muottilaitoja pyritään käyttämään niin pitkään, kuin se on laadullisesti järkevää. Puutavaran hintakehitys ja osittaiset saatavuusongelmatkin, ovat johtaneet tarpeeseen kehittää muottilaitatekniikkaa ja hakea sitä kautta säästöjä sekä myös tehostaa toimintaa.

Tämän opinnäytetyön tarkoitus on verrata kahden erilaisen muottilaitatyypin materiaalikustannuksia, muottilaitojen kiinnitystekniikkaa ja niiden hankintakustannuksia sekä arvioida muottilaitojen kestävyyttä ja kierrätettävyyttä. Yhteistyökumppanina opinnäytetyössäni toimi Suoraman Elementin, Lempäälän tehdas.

2 ELEMENTTITEOLLISUUDEN KEHITTYMINEN

Suomessa betonista valmistettuja valmisosia on käytetty asuin- ja infrarakentamisessa jo vuosikymmeniä. Ensimmäiset muualla kuin lopullisella paikallaan valmistetut valmisosat olivat teollisuusrakentamisessa käytettyjä pilarielementtejä. Ensimmäiset asuntorakentamisessa kokeillut elementit olivat niin sanottuja täydentäviä rakennusosia, joista ensimmäisenä markkinoille tuli porrassyöksy. Niiden liikuttelu ja asentaminen oli kuitenkin hankalaa riittävän tehokkaan nostokaluston puuttuessa.

Asuinrakennustyömaiden koneellistumisen myötä torninosturit yleistyivät kaupunkikuvassa. Niiden kapasiteettien nousu edesauttoi elementtitekniikan käyttöönottoa. Rakentaminen muuttui yhä teollisempaan suuntaan antaen näin asuntotuotannolle mahdollisuuden vastata kasvavaan tarpeeseen uusista asunnoista. Elementtejä käyttämällä rakentamisessa saavutettiin merkittävää ajallista hyötyä perinteisiin rakentamistapoihin verrattuna.

2.1 Nopeammin ja halvalla

Nostokaluston yleistyessä ja niiden kapasiteettien noustessa alkoi asuntorakentamisessa käytettävien betonielementtien kirjo pikkuhiljaa kasvaa. Alkuun kerrostaloissa käytettiin paljon nauhaelementtejä julkisivuissa, jotka olivat suhteellisen kevyitä ja helppoja valmistaa. Ne olivat kuitenkin työmaan kannalta hankalia. Niiden tilalle yleistyi kuitenkin pian ruutuelementti, joka oli työmaaprosessiin paremmin sopiva elementtityyppi.

Torninosturin sijoittaminen kiskoineen lähelle rakennuksen ulkoseinää asetti omat rajoitteensa arkkitehtisuunnittelulle. Nosturi sijoitettiin rakennuksen sille puolella, jolla raskaimmat elementit sijaitsivat. Arkkitehtien mielestä rakennus piti usein suunnitella apuvälineiden, eikä asukkaiden ehdoin. He kokivat tämän rajoittavan arkkitehtien suunnitteluvapautta, jonka seurauksena kiinnostus elementtirakennusten suunnitteluun väheni.

Ruutuelementit olivat osa kehitettyä BES-järjestelmää (Betoni Elementti Systeemi). Ne jäivät kuitenkin pienelle huomiolle sen keskittyessä enemmän rakennuksen runkoratkaisuihin. Järjestelmä oli yksinkertainen, mikä osaltaan vei pohjan tarpeelta kehittää uusia julkisivuelementtejä. Sillä oli myös negatiivisia vaikutuksia arkkitehtien ja suunnittelijoiden väliseen vuorovaikutukseen. Heidän työpanoksensa erkanivat ja suunnittelijoiden välinen yhteistyö väheni. Käytettäviin julkisivuratkaisuihin alkoivat tämän seurauksena vaikuttaa rakennuttajan tarpeet; paljon, nopeasti ja halvalla.

2.1.1 Harmaata ja tylsää

Ruutuelementtien saama arvostelu niiden tylsyydestä oli osaltaan seurausta rakennustoiminnan tehostamisesta, joka tehtiin työmaaprosessien näkökulmasta. Siinä rakennuksen ulkonäköseikat jäivät vähemmälle huomiolle.

Erilaisia julkisivuelementtejä oli rakennuksessa yleensä kolmea erilaista tyyppiä; ikkuna-, ikkunaovi- sekä päätyseinäelementti. Värinä oli aluksi betonin harmaa, pintana harjattu tai sileä julkisivu. Pesubetonipinta alkoi yleistymään 1960-luvun loppupuolelta alkaen.

Rakennettavilla alueilla rakennukset olivat toistensa kopioita, jolloin rakennusliikkeet pystyivät hyödyntämään samoja suunnitelmia useassa eri rakennuksessa. Samanlaisen elementin valmistettavat kappalemäärät nousivat näin useisiin kymmeniin. Tehtaassa samanlaista elementtiä saatettiin valmistaa joka päivä, jopa vuoden ajan.

2.2 Standardoimisen merkitys

Betoniteollisuuden järjestöjen standardointityön aloittaminen oli merkityksellistä alan kehityksen kannalta. Valmistajien suuri määrä sekä vakioitujen tuotteiden ja ratkaisuiden puute kasvatti niin suunnittelu- kuin tuotantokustannuksiakin. Muun muassa sauma-, kiinnitys- ja rakennedetaljien standardoinneilla oli vaikutusta siihen, että alalla siirryttiin käyttämään teräsmuotteja.

Standardoinnista ei ollut hyötyä pelkästään elementtiteollisuudelle, vaan se loi tarpeen aivan uusille teollisuudenaloille. Kun elementtien rakenteet, liitokset, kiinnitysosat ja elementtien käsittelytavat oli vakioitu syntyi Suomeen yhteiset markkinat tarvikkeista, joita aiemmin oli valmistettu tehtaiden omissa työpajoissa.

2.2.1 Mittajärjestelmien yhtenäistäminen

Asunnontuottajilla oli keskenään erilaisia elementtiratkaisuja käytössä, minkä lisäksi perustana olleissa mittajärjestelmissä eli moduuleissa oli vaihtelevuutta. Vakioinnin puute mitoissa, vaihtuvat muotit sekä vaihtelevat kiinnitys- ja aukkodetaljit nostivat kustannuksia. Myös tilaajan kustannukset nousivat kohdekohtaisen detaljisuunnittelun seurauksena korkeiksi. Alan kova kilpailu heikensi tehtaiden kannattavuutta.

Ongelmaan haettiin ratkaisua mittajärjestelmien yhtenäistämisestä, jossa mittajärjestelmä perustuisi moduulille. Moduulia käytettiin suunnittelussa ilmaisemaan rakenneosien mittaa ja sen kerrannaisilla saatiin ilmaista rakenneosien mittasuhteet rakennuksessa.

Mittajärjestelmien yhtenäistämellä elementtituotantoa saatiin helposti tehostettua ja koko rakentamisprosessista saataisiin teollisempaa.

2.3 Betoni elementti systeemi (BES)

Alkuun elementtirakentaminen Suomessa oli perustunut ulkomaisten mallien soveltamiseen. Mitta- ja elementtijärjestelmiä ei ollut kehitetty juuri näihin oloihin, eikä alan tutkimus ollut riittävää. Tästä syystä ei kaikkia taloudellisuuden ja tuottavuuden vaatimuksia ei saatu täytettyä rakentamisessa.

Alalle haluttiin oma avoin kerrostaloelementtijärjestelmä, jossa voitaisiin hyödyntää moduulin sekä liitos- ja rakennedetaljien tuomia etuja. Hanketta varten perustettiin erityinen BES-toimikunta, jonka tekemän tutkimuksen tavoitteita kuvattiin seuraavasti;

Tavoitteena on kehittää asuntotuotantoa varten betonisiin rakennuselementteihin perustuva elementtijärjestelmä, jonka suunnittelussa otettaisiin huomioon mm. maamme erikoislaatuiset olosuhteet ja elementtiteollisuutemme sekä urakoitsijakuntamme teknillinen valmiusaste. Tällöin kehitetty järjestelmä olisi nopeasti yleisesti käyttöön otettavissa ja edesauttamassa asuntotuotantomme huojentumista (Tehdään elementeistä, 2009, 95).

BES-toimikunta teki kansainvälisestikin kiitosta saaneen laajan tutkimuksen maailmalla käytössä olevista elementtijärjestelmistä. Tutkimuksen pohjalta toimikunta ehdotti muissa pohjoismaissa jo käytössä olevaa kantavat seinät-systeemiä sopivimmaksi rakentamisjärjestelmäksi suomalaiseen asuntotuotantoon.

Kantavat seinät-järjestelmässä kantavat seinät olivat rakennuksessa poikittaissuuntaan asetettuja sandwich-betonielementtejä rakennuksen päädyissä. Rakennuksen sisällä huoneistoja erottivat kantavat väliseinät. Välipohjina toimivat ontelolaatat ja ulkoseininä ei-kantavat sandwich-elementit. Parvekkeet oli sijoitettu seinärungon ulkopuolelle omiksi vapaasti seisoviksi torneiksi.

2.4 Rakennusalan ruuhkavuodet

Rakennusala kärsi työvoimapulasta 1970-luvun alkupuolella. Osaavan työvoiman puute synnytti kilpailua ja nostatti palkkoja. Elementtiteollisuudelle rakentamisen korkeasuhdanne oli myönteinen ongelma, vaikka kysyntä ylitti kuumimpina aikoina teollisuuden valmistuskapasiteetin.

Elementtiteollisuuden ylikuormitustilanne johti kiireeseen ja vaikeutti aikatauluissa pysymistä. Tehtaat pyrkivät lyhentämään muottikiertoa jouduttamalla betonin kovettumista lämmön avulla. Myös elementtien jälkihoito laiminlyötiin, eikä betonin lisähuokoistuksen vaikutuksia pakkasrapautumisen ehkäisyyn ja betonin pitkäaikaiskestävyyteen vielä tunnettu. Näistä puutteista johtuvia vaurioita julkisivuissa korjattiin tulevana vuosikymmeninä.

2.5 Julkisivut

Julkisivuelementtien kehitys pysähtyi lähes kokonaan 1970-luvun ajaksi. Vasta seuraavan vuosikymmenen alkupuolella aloitetussa julkisivututkimushankkeessa pyrittiin selvittämään, olisiko mahdollista suunnitella entistä monimuotoisempia julkisivuelementtejä betonista ja miten ne voitaisiin toteuttaa järkevästi teollisessa tuotannossa, maltillisin kustannuksin.

Tutkimuksen lopputulokset suunnattiin tuotekehitysyhteistyön taustamateriaaliksi, suunnittelijoiden ja teollisuuden käyttöön. Tutkimuksen ilmestymisen haluttuna seurauksena kanssakäyminen suunnittelijoiden ja tehtaiden välillä lisääntyi toivotusti. Tämä osaltaan kiihdytti uusien tuotteiden kehittelyä ja testausta. Väribetonin käyttö alkoi yleistymään ja tuotantolaitoksissa tehtiin investointeja muotti-, materiaali- ja pintakäsittelytekniikkaan.

2.6 Elementtien elinkaariajattelu

Elinkaariajattelussa huomioidaan koko rakennuksen elinikä aina suunnittelun, rakentamisen, käytön, kunnossapidon, korjausten, purun, uudelleen käytön kautta jätteen käsittelyyn saakka. Tavoitteena oli optimoida rakennuksen koko elinkaaren laatu laajentamalla perinteisiä vaatimuksia ja tuomalla ympäristö sekä kulttuuriset tekijät mukaan ajatteluun.

Betonelementtien osalta ympäristöarvoja alettiin pohtia EY:n hyväksymän rakennustuotedirektiivin hyväksymisen jälkeen vuonna 1988. Direktiivissä edellytettiin, että tuotteiden ympäristö- ja terveysvaikutukset oli otettava huomioon tuotteen koko elinkaaren ajalla.

Betonirakenteiden käyttöikäsuunnittelun kehittäminen aloitettiin ja 2000-luvulla se laajennettiin koskemaan kaikkia rakenteita sekä teknisiä laitteita. Betonista tuli ensimmäinen rakennusmateriaali, jonka käyttöikä voitiin suunnittelussa

määritellä. Suomen betoniteollisuus oli myös ensimmäinen Euroopan tasolla, joka laati tuotteilleen ympäristöselosteen.

2.7 Betoninormit

Suomen Betoniyhdistys on julkaissut betoninormeja vuodesta 1977 alkaen. Ensimmäinen julkaisu oli nimeltään by 10 Betoninormit ja uusia betoninormeja julkaistaan aika ajoin aina kun alan standardit, lainsäädäntö tai ohjeistukset ovat muuttuneet. Viimeisin julkaisu on by 65 Betoninormit 2021. (by 65 Betoninormit 2021, 2021, 3.)

Betoninormeihin on koottu betonirakentamista ohjaavat keskeiset ohjeet ja määräykset lainsäädännössä esitettyjen vaatimusten täyttämiseksi. Vaikka ohjeet on laadittu erityisesti ohjaamaan työmaatoimintoja, voidaan niitä käyttää apuna myös rakennesuunnittelussa ja betonin valmistamisessa. (by 65 Betoninormit 2021, 2021, 8.)

Betoninormeissa on annettu ohjeet työmaatoimintojen lisäksi myös muun muassa betonin laadunvalvontaan tehtaalla sekä käytettävien materiaalien vaatimuksiin. Kiwa Inspecta käy määräajoin tarkastuskäynneillä tehtailla valvomassa betoninormeissa esitettyjen vähimmäisvaatimusten toteutumisen tuotannossa.

2.8 Toleranssit

Toleranssi käsitteenä tarkoittaa mitan sallittua vaihtelua elementin valmistuskuvassa annetusta perusmitasta, eli äärimitasta. Suomessa valmistettavissa ulkoseinäelementeissä käytetään kahta kansallista mittatarkkuusluokkaa, normaaliluokkaa (N) ja erikoisluokkaa (E). Tuotestandardi SFS-EN 14992 määrittelee kaksi mittatarkkuusluokkaa seinäelementeille, A ja B-luokan. Normaaliluokan seinäelementti täyttää standardin luokan B vaatimukset. (Betonielementtien toleranssit 2011, 2011, 5).

Betoniteollisuus ry on julkaissut Betonielementtien toleranssit 2011-kirjan, jossa on kerrottu valmistettavien betonituotteiden valmistustoleranssit.

2.9 Betonipinnat

Vuosien varrella on betonijulkisivuihin tullut monia uusia vaihtoehtoja kehittyneen teknologia myötä. Samalla jotkin ratkaisut ovat ajansaatossa poistuneet käytöstä.

Suomen Betoniyhdistys on julkaissut betonipintojen luokitusohjeita jo vuodesta 1973 lähtien ja päivittänyt ohjetta tarpeen mukaan. Tuorein julkaisu on by 40 Betonirakenteiden pinnat/Luokitusohjeet 2021, jossa tarkoituksena on käsitellä betonirakenteiden eri pintojen laatutekijöitä ja niiden raja-arvoja sekä esitellä niitä mahdollisuuksia, joita nykyaikaiset betonipinnat tarjoavat rakennusten ja niiden pintojen tekemiseen. (by 40 Betonirakenteiden pinnat/Luokitusohjeet 2021, 2021, 5.)

3 Betoniväliseinien valmistus vaakavaluna

3.1 ”Perinteisen järjestelmän” muottilaidan valmistus

Tyypilliset muottilaidat väliseinätuotannossa, vaakavaluna valettaessa, ovat rakenteeltaan vaneri-puu-vaneri-tyyppisiä, sopivan paksuisiksi ja pituisiksi tehtyjä rakennelmia. Vanerina toimii 12 mm:n filmivaneri ja runkopuuna on kertopuuta.

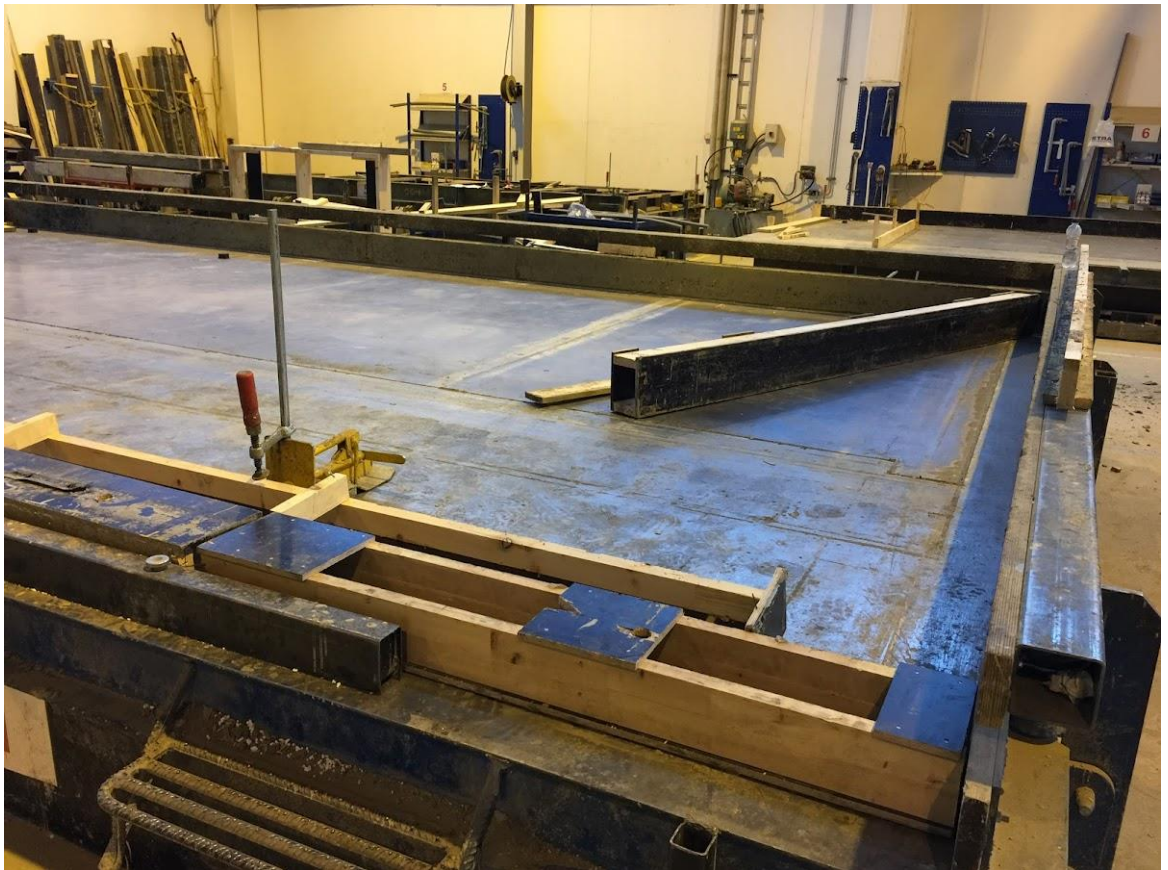
Kertopuu on kooltaan 42*66* 6000 mm, josta katkotaan sopivan mittaiset rangat laidan runkoa varten. Rankojen väliin tehdään sopivan mittaiset välipalikat, jotta laidan rungosta saadaan hieman matalampi kuin mitä väliseinän paksuus on.

Väliseinät ovat pääsääntöisesti vakiintuneet paksuuden osalta 200 mm:n, joten rungosta tehdään esimerkiksi 190 mm paksu. Puut naulataan kiinni toisiinsa paineilmakäyttöisellä rullanaulaimella, jossa on 60 mm pitkiä kampanauloja.

Vanerista sahataan riittävän monta 200 mm leveää soiroa, jotta laitarungot saadaan peitettyä toiselta puolelta kokonaan vanerilla. Vaneri asetetaan rungon yläreunan kanssa tasan, mutta päädyissä hieman yli rungosta ja naulataan kiinni rullanaulaimella. Lopuista soiroista tehdään 200*200 mm paloja, jotka asetetaan myös rungon yläreunan tasalle välipalikoiden kohdalle ja naulataan kiinni.

Jos valmistettavan elementin pääty tai päädyt ovat niin sanotusti näkyvää pintaa, kitataan naulan kantojen tekemät kuopat vanerista. Ylälaitaan porataan aukot nostolenkeille ja reiät tartuntatapeille sekä sähköputkille. Laita on valmis muotille asennettavaksi.

Kuvassa 1 on käytössä olleita muottilaitoja, joista voi nähdä rakenteen valmiina. Kuvan laidat ovat mainitusta poiketen rungoltaan liimapuuta eivätkä kertopuuta, mutta periaate on sama. Kertopuun saatavuusongelmien takia runkopuuna on välillä käytetty myös kuvassa nähtävää liimapuuta.



KUVA 1. Perinteisiä muottilaitoja.

3.1.1 Aukkomuotin valmistus väliseinään

Valmistus tapahtuu samalla tavalla, kuin laidan valmistus. Aukon pystysivujen laitoihin pitää alareunaan tehdä kolo kuljetustukiteräkselle ja ylälaidan runko pitää tehdä lyhyemmäksi, jotta se mahtuu pystylaitojen väliin. Naulan kantojen tekemät kolot kitataan, jotta laidat irtoaisivat paremmin ja syntynyt aukko olisi siistimpi.

3.1.2 Laitamagneetit

Markkinoilta löytyy erilaisia laitamagneetteja erilaisilla kiinnitystavoilla. Työpaikassani Suoraman Elementissä on käytössä muun muassa Teräs-Kari Oy:n kauppaamia, AM-1101B tyyppisiä magneetteja (KUVA 2). Hankintahinta kyseiselle magneetille on 270 €/kpl. Magneetteja asennetaan vähintään 1,5 m:n välein, jolloin saavutetaan riittävä tuenta valupainetta vastaa. Magneetissa on

vaakasuuntaisen varren päässä epäkeskolevy, jolla kahvasta vääntämällä saadaan sopiva puristuskireys laidan runkoon.

AM-1101B Laitamagneetti

- Magneetin vetovoima n. 2000kg
- Pituus: 430mm
- Leveys: 140mm
- Korkeus: 175mm (Etulevy)



KUVA 2. Laitamagneetti (www.teras-kari.fi)

3.2 Uuden, kokeiltavan laitajärjestelmän muottilaidan valmistus

Uudessa laitajärjestelmässä ei ole puista runkoa, vaan laidan muodostaa pelkästään 30 mm paksu filmivaneri. Vaneri on tilattu valmiiksi sahattuna haluttuihin soiroihin, jolloin säästytään raskaiden vanerilevyjen käsittelyltä.

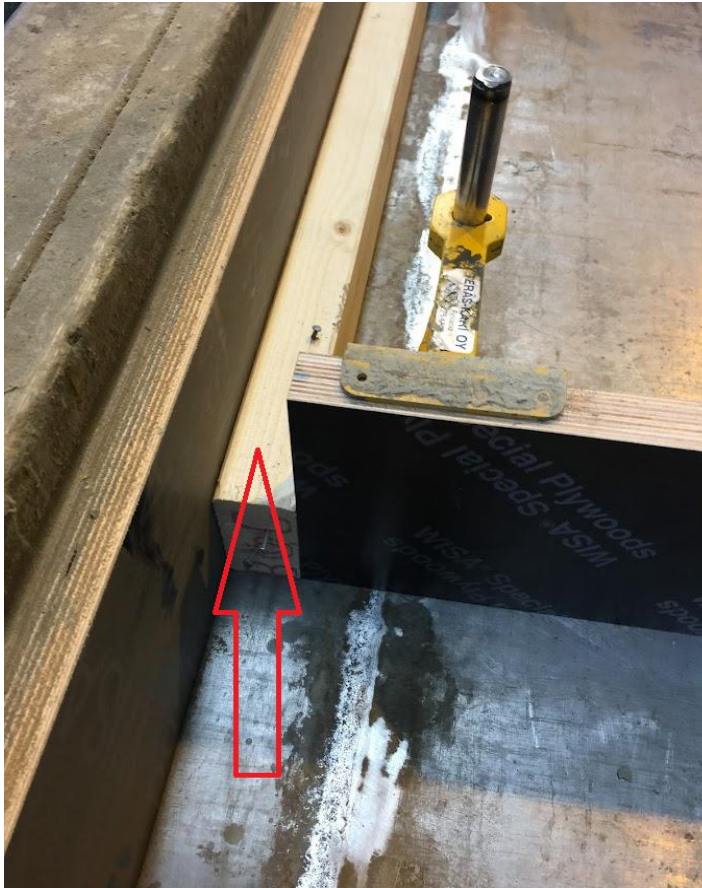
Vanerisoivot katkaistaan haluttuun mittaan kuitenkin siten, että katkaistuja soiroja olisi mahdollisimman vähän. Muotin rakentaminen ilman liiallisia vanerin katkomisia vaatii koulutusta ja tekijältä ymmärrystä sekä käsitystä laitavanerin käytön hyödyistä.

Nostolenkkien, tappien sekä sähköputkien läpiviennit toteutetaan samalla tavalla kuin vanhassakin laitatyypissä.

3.2.1 Aukkomuotin valmistus

Aukon vanereiden sahausta aloitettaessa on muistettava, että aukon pystysivujen vanereista täytyy vähentää alareunaan tulevan kuljetustukipuun paksuus pois, kuvan 3 tapauksessa 48 mm. Puun asentaminen muottiin valmiiksi ennen valua vähentää purusta ja viimeistelystä yhden työvaiheen pois ja samalla aukon alareunaan jää aukko kuljetustukiteräkselle.

Yläreunan vanerista vähennetään 2 * vanerin paksuus pois mitasta, jolloin se voidaan asentaa pystyvanereiden väliin aukon yläreunaan. KUVA 3 ja 4 osoittavat, kuinka aukkomuotti lähtee alalaidasta kuljetustukipuulla. Aukkojen vanerit merkattiin kirjoittamalla takapuolelle rasvaliidulla "OVIAUKKO älä katkaise", jotta säästyttäisiin niiden turhalta katkomiselta.



KUVA 3. Aukkomuotin lähtö alalaidasta. Alalaita vasemmalla. Nuolella merkattu aukko kuljetustukiteräkselle.



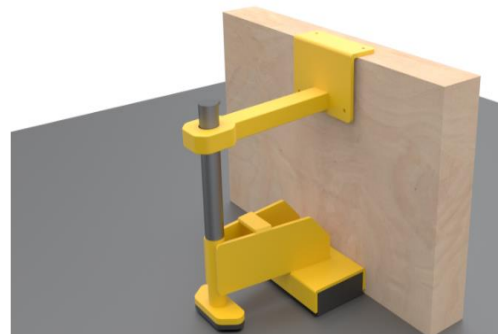
KUVA 4. Oviaukon kulkutukipuu, nuolella merkattu aukko kulkutukiteräkselle.

3.2.2 Laitamagneetti

Laitamagneettina tässä muottilaitamallissa käytetään Teräs-Kari Oy:n tapillista laitamagneettia AM-1106 (KUVA 5). Hankintahinta kyseisellä magneetilla on 180 €/kpl ja kappalemääräinen tarve elementtiä kohden on suurin piirtein samaa luokkaa, kuin ”vanhassa järjestelmässä”.

AM-1106 Laitamagneetti

- Tuen säätöväli 130-280mm
- Helppo käyttää
- Magneetin vetovoima n. 1000kg



KUVA 5. Laitamagneetti (www.teras-kari.fi)

Asennettaessa vanerilaita tukeutuu magneetin alareunaan ja yläreuna lukitaan kääntyvällä varrella paikoilleen. Varsi painaa vaneria alaspäin ja estää muotin ja vanerin välistä tulevat vuodot.

3.3 Muottien rakentaminen

Muottien rakentamisessa ei vertailtaessa nähty merkittävää ajallista eroa kumpaankaan suuntaan. Suurimpana erona oli tarvittavien muotinosien kappalemäärä uudessa järjestelmässä. Vanerisoirojen pituus on 3–3,5 m, jolloin leveän väliseinämuotin ylälaidan valmistukseen pitää käyttää mahdollisesti, jopa kolmeakin soiroa. Myös korkeissa väliseinissä sivulaitoja voi joutua jatkamaan. Perinteisessä järjestelmässä ylälaita on yleensä valmiiksi tehty riittävän pitkänä, yhtenäisenä laitana ja sivulaidat on tehty elementin korkuisiksi.

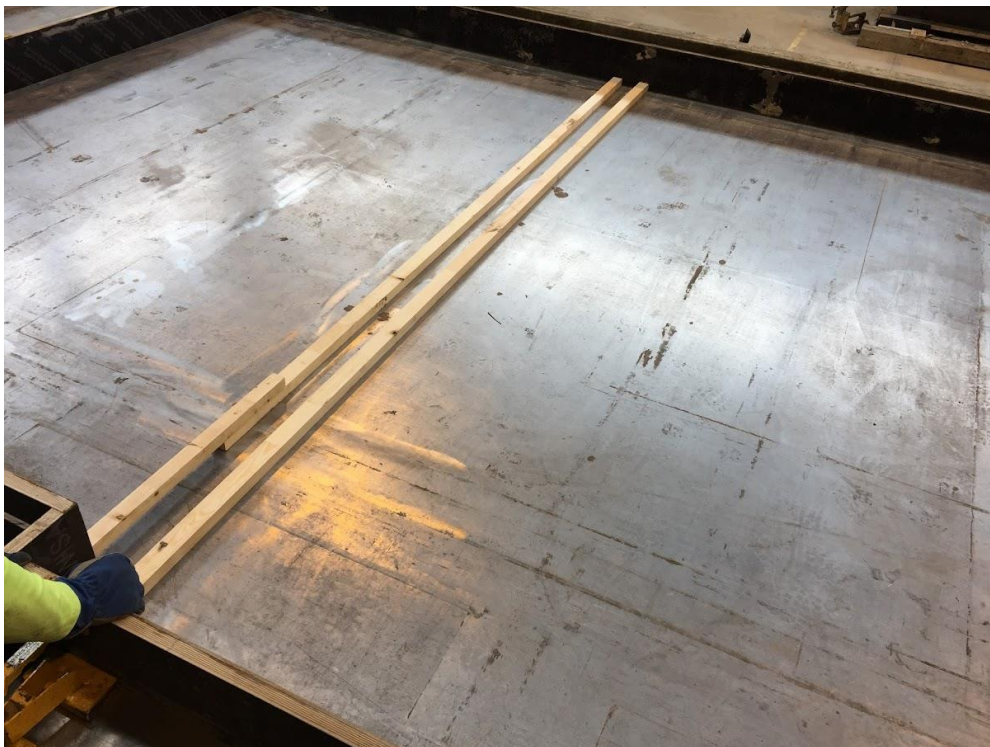
Edellytyksenä muotin rakentamiselle riippumatta valmistettavasta elementtityypistä on se, että muottipöydästä löytyy ainakin yksi suorakulma muottipöydän kiinteistä laidoista, josta muottia lähdetään rakentamaan. Erityisen tärkeää tämä on käytettäessä uusia vanerilaitoja, koska ilman yhtenäistä pitkää ylälaitaa on laitojen liikuttelu muotin ristimitaan saamiseksi hankalaa.

Helpoimmaksi ja ehdottomasti nopeimmaksi tavaksi uudessa järjestelmässä muottilaitojen paikalleen laittamisessa oli käyttää apuna mittatikkuja. Siinä katkaistaan sopivan kokoinen puusoiro samaan mittaan, kuin mitä elementin korkeus on. Mittatikku laitetaan kiinni alalaitaan ja ylälaidan vanerisoiro laitetaan mittatikkuun vasten ja kiinnitetään tikun kohdalta magneetilla. Tikku irrotetaan ja siirretään noin 1,5 m:n päähän ja toistetaan edellä mainitut toimenpiteet. Kuvissa 6 ja 7 on esitetty mittatikun käyttöä. Kuvassa 8 on esitetty oviaukon muotin tekemistä mittatikkuja apuna käyttäen.

Ajallisesti mitattuna, mittatikkujen käytöllä saavutettiin suuri ajallinen hyöty muottia kasatessa. Karkeasti arvioituna, käytettäessä mittatikkuja muotin kasaamiseen käytettiin puolet vähemmän aikaa, kuin kasatessa se ilman niitä.



KUVA 6. Mittatikkujen käyttö



KUVA 7. Mittatikkujen käyttö.



KUVA 8. Oviaukkomuotti kiinnitettyä

3.4 Magneettien käyttö

Laitamagneetteja tarvitaan muottipöydälle kasatun muotin tukemiseen valupainettavastaan sekä puristamaan muottilaidat pöytää vasten valupurseiden estämiseksi. Magneetteja asennetaan tarvittava määrä, kuitenkin vähintään 1,5 m:n välein. Edellä mainituista laitamagneeteista vanerilaidoissa käytettävää AM-1106-tyyppistä magneettia voi käyttää myös perinteisen muottilaidan tukemiseen tietyin varauksin.

Laitamagneettien kiinnitys paikalleen siten, etteivät magneetti, laita tai molemmat liikkuisi paikaltaan on joskus haastavaa. Kiinnityksen jälkeen laita ja magneetti pakotetaan paikoilleen, yleensä lyömällä vasaralla tai lekalla. Tämä ei tietenkään ole suotavaa, mutta magneetin irrotus ja uudelleen kiinnitys ei aina paranna tilannetta.

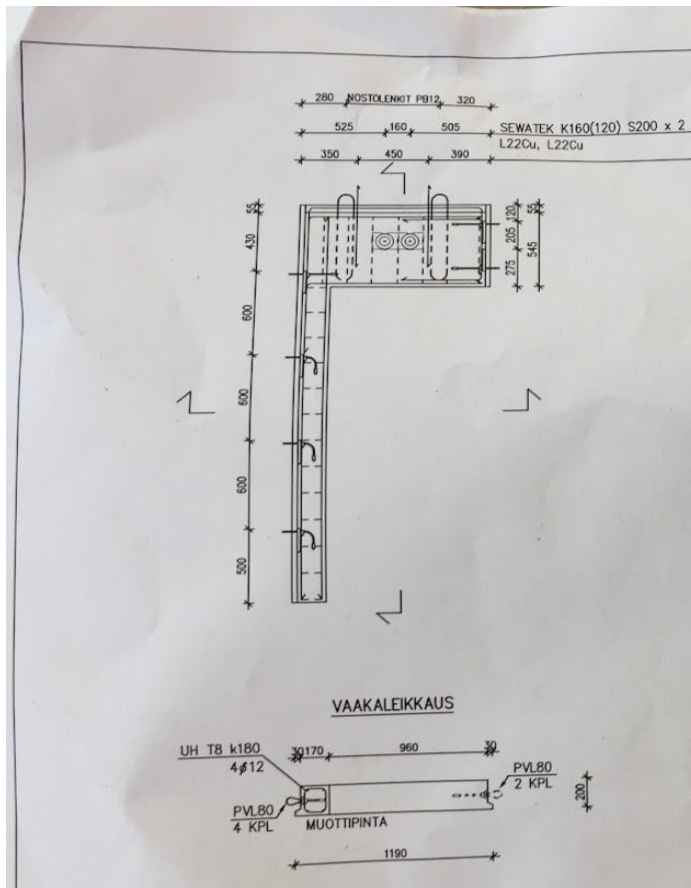
Laitamagneeteilla voidaan kiinnittää laitojen ja aukkojen lisäksi, myös joitain isompia varauksia ja läpivientejä. Kuvassa 9 on näytetty yhden varauksen kiinnitys AM-1106-tyyppisellä magneetilla.



KUVA 9. Läpivientivarauksen kiinnitys magneetilla

Toisinaan väliseiniin joudutaan laittamaan puisia muotinosia elementin mukana työmaalle. Nämä puuosat ovat yleensä elementin monimuotoisuudesta johtuvia elementin kuljetustukia, joita ilman sitä ei voisi varastoida tai kuljettaa turvallisesti. Kuvassa 10 on esitetty niin sanotun kirveselementin valmistuskuva, josta puuttuu kuljetustuki. Tämä on todella yleinen puute elementtien valmistuskuvissa.

Kuvassa 11 on esitetty saman elementin muotti, johon asennettu suunnittelijan hyväksymä kuljetustukiaukko, jonka kiinnitys elementtiin tapahtuu vemoilla ja pulteilla.



KUVA 10. Valmistuskuva, kirveselementin nimi tulle sen muodosta.



KUVA 11. Kuljetustukiaukko kiinnitettynä muottipöytään

3.5 Magneettien irrotus elementtien purunyhteydessä

Elementtien purku muottipöydiltä aamuisin on nopeatempoinen ja fyysisesti raskas toimenpide. Laitamagneettien irrotus muottipöydästä on ehkä koko työvaiheen fyysisesti rasittavin ja ergonomialtaan huonoin työvaihe. Magneettien irrotus vaatii voimaa ja kummassakaan magneettityypissä ei ole mitään erillistä työkalua, jolla irrotuksen voisi ergonomisesti suorittaa.

Perinteisen laitamallin magneetissa on kahva, josta vetämällä sen saa irti muottipöydästä. Magneetin irrottamisessa työntekijä joutuu olemaan hieman kyyryssä saadakseen siihen riittävästi voimaa. Työntekijän selkä ja käsivarsi joutuvat kovalle rasitukselle.

Tapillisen muottilaitamagneetin vetovoima on puolet pienempi, joten sen irrottaminenkin on helpompaa. Magneetin irrottaminen tapahtuu purkuraudalla kampeamalla muottipöydän ja magneetin rungon välistä. Fyysisesti irrottaminen ei vaadi paljoa voimaa, mutta magneetteja irrottaessa ja kerätessä joutuu kyykistelemään paljon. Teoriassa, elementin voisi nostaa muotista magneetteja irrottamattakin löysäämällä ja kääntämällä varsi sivuun purun ajaksi, mutta käytännössä näin ei tehdä. Muottipöytä on helpompi siivota, kun siinä ei ole mitään kiinni ennen seuraavan muotin rakentamista.

4 Järjestelmien vertailua

Laskelmat tehtiin kuvitteelliselle väliseinälle sen muottilaitojen valmistukseen tarvittavien materiaalien laskennalliseen määrään perustuen. Laskelmat ovat suuntaa antavia. Työmenekin osuus arvioitiin kokemuspohjaisesti.

Magneettien kustannus laskennassa on mukana osoittamassa niiden vaatiman investoinnin suuruusluokkaa aloitettaessa väliseinien tuotantoa nollasta.

4.1 Laitamateriaalien menekin ja hinnan vertailua

Laskennassa käytetty kuvitteellinen väliseinä oli kooltaan 5650*2985*200, joka sisälsi yhden oviaukon kooltaan 1020*2120*200. Alalaitana toimii muottipöydän alalaita, joten siihen ei ole laskettu materiaalia.

Materiaalihinnat sain työnantajaltani ja ne olivat sen hetkisiä yrityksen omia hankintahintoja materiaaleille. Laskennassa käytetyt hinnat on listattu alla:

- kertopuu 42*66 1,9 €/jm
- filmivaneri 12 mm 12,2 €/m²
- filmivaneri 30 mm soiroina 22,6 €/m²
- magneetti AM-1101B 270 €/kpl
- magneetti AM-1106 180 €/kpl

Taulukossa 1 on esitetty laskelma kuvitteellisen esimerkkiseinän vanhassa muottilaitajärjestelmässä puu- ja vanerimateriaalin menekistä sekä niiden hinnasta. Taulukossa on mainittu myös kokemusperäinen arvio magneettien määrän tarpeesta.

TAULUKKO 1. Esimerkkiseinän muottikustannukset vanhassa järjestelmässä

Vanha laitajärjestelmä, materiaali menekki ja hinnat			
Laidat ja oviaukko			
kertopuu 42*66 yht. jm	35,97	jm	
kertopuu hinta 1,9€/jm	68,35	€	
vaneri 12mm yht. jm	21,02	jm	
vaneri 12mm yht m ²	4,20	m ²	
vaneri 12mm hinta 12,2€/m ²	51,26	€	
puutavaran hinta yht. €	119,62	€	
Magneetit			
tarve kpl	20	kpl	
hinta 270€/kpl	5400	€	
muotin materiaali kustannus yht.	5519,62	€	

Taulukossa 2 on esitetty saman kuvitteellisen väliseinän muottimateriaalimenekit ja -kustannukset sekä magneettien tarve ja niiden hankintakustannus uudelle muottilaitajärjestelmälle.

TAULUKKO 2. Esimerkkiseinän muottikustannukset uudessa järjestelmässä

Uusi järjestelmä, materiaali menekit ja hinnat			
Laidat ja oviaukko			
vaneri 30*3000*200 yht. jm	17,1	jm	
vaneri 30*3000*200 yht. m ²	3,4	m ²	
vaneri hinta 30mm 22,6€/m ²	77,17	€	
magneetit			
tarve kpl	20	kpl	
hinta 180€/kpl	3600	€	
muotin materiaali kustannus yht.	3677,17	€	

Materiaalien menekkiä vertailtaessa uuden järjestelmän muottilaitana käytettävä 30 mm:n vaneri ei kuluta puutavaraa ollenkaan. Tästä syntyy merkittäviä säästöjä yritykselle vuositason tasolla. Myös vanereiden määrässä juoksumetreissä mitattuna on jonkin verran eroa uuden järjestelmän hyväksi. Ero syntyy lähinnä perinteisen laidan taustalle naulattavista vanerin paloista.

Vertailtaessa muottilaitajärjestelmien puun ja vanerin hintoja keskenään tulee uudella laitajärjestelmällä tehty muotti esimerkkitapauksessa materiaalien osalta 44,24 € halvemmaksi. Kun verrataan vielä tarvittavien magneettien ensihankintakustannuksia keskenään alkaa kustannusero olemaan merkittävä, 1842,44 €:n suuruinen uuden järjestelmän hyväksi. Kokonaisuudeltaan uusi järjestelmä tulisi aloituskustannuksiltaan esimerkkitapauksessa 1884,88 € halvemmaksi.

4.2 Käytetyn työajan vertailu

Työntekijän muotin kasaukseen käyttämän työajan vertailussa ei havaittu sellaista eroa, jolla olisi merkittävää vaikutusta esimerkiksi tehokkuuteen. Muotin osien valmistuksessa taas työajan säästö on merkittävä.

Muottilaitojen valmistukseen esimerkkitapauksessa perinteisessä järjestelmässä kuluu puutyöverstaan timpurilta noin 45–75 minuuttia. Uudessa järjestelmässä esimerkkitapauksen muottilaitojen valmistus ei käytännössä vie ollenkaan timpureiden aikaa. Käytettävät vanerit tulevat tehtaalle valmiiksi sahattuina sopivan korkuisina soiroida. Muottia kasaava työntekijä hakee ja katkaisee itse tarvitsemansa soirot. Kummassakin tapauksessa muottia kasaava työntekijä tekee itse laitoihin tarvittavat reiät nostolenkeille, tapeille, sähköille ja muille läpivienneille.

Puutyöverstaalla muottilaitojen valmistuksesta säästetty aika on edesauttanut merkittävästi tuotantoa pysymään kiinni kireissä tuotanto- ja toimitusaikatauluissa. Säästetty aika on käytetty tehtaalla valmistettavien muiden

tuotteiden, kuten kuppiparvekkeiden ja julkisivuelementtien muotinosien valmistukseen.

4.3 Muottiosien varastoinnin vertailu

Vanhan perinteisen muottilaitajärjestelmän muottien käyttökelpoiset muotinosat varastoidaan muottipöydän läheisyydessä olevaan seinään kiinnitettyyn hyllyyn vaakatasoon. Muottia kasaava työntekijä etsii tarvittaessa hyllystä tarvitsemansa laidan tai käy tilaamassa uuden puutyöverstaalta.

Ongelmia tuottavat hyllyihin kertyvät ylimääräiset laidat sekä varsinkin pitkät laidat, jotka eivät mahdu hyllyyn. Pitkät laidat täytyy varastoida lattialle hyllyn alle, jolloin ne helposti alkavat keräämään roskaa ja muuta tavaraa ympärilleen. Hyllyt myös täyttyvät melko nopeasti muotinosista ja niitä pitää aika ajoin tyhjentää ylimääräisistä. Tällöin on vaarana, että ros kiin viedään myös käyttökelpoisia muotin osia.

Uutta laitajärjestelmää on kokeiltu vasta yhdellä muottipöydällä, mutta suunnitteluvaiheessa mietittiin myös laitojen varastointi kokonaan uudella tavalla. Muotin laidat suunniteltiin varastoitavaksi pystyyn niitä varten valmistettuun telineeseen, jolloin ne vievät vähän lattiapinta-alaa ja sopivan korkuisen laidan löytyminen on helpompaa. Telineessä on jokaisen välin edessä ketju, jolla estetään laitojen tahaton kaatuminen telineestä. Lattiaan on asennettu potkulista, jolloin laidat eivät pääse valumaan telineestä.

Telineessä varastoidaan muottilaitojen lisäksi, myös käytettävät mittatikut. Pystyssä varastoinnissa sopivan mittatikan löytäminen on melko helppoa tikkuun merkatun mitan, sekä telineen mahdollistavan tikkujen selaamisen ansiosta.

Muottilaitojen varastointi pystyssä siihen tehdyssä telineessä parantaa ja helpottaa siisteyden sekä järjestyksen ylläpitämistä. Tämä toteamus saatiin lähes samanlaisena kaikilta tutkimukseen osallistuneilta henkilöiltä. Telineettä ei voi yli täyttää, koska edessä oleva ketju pitää olla suljettuna koko ajan. Pystyssä

varastointi on selkeämpi tapa varastoida laitoja ja se vapauttaa seinäpinta-alaa muiden mahdollisten tarvikkeiden varastointiin muotilla.

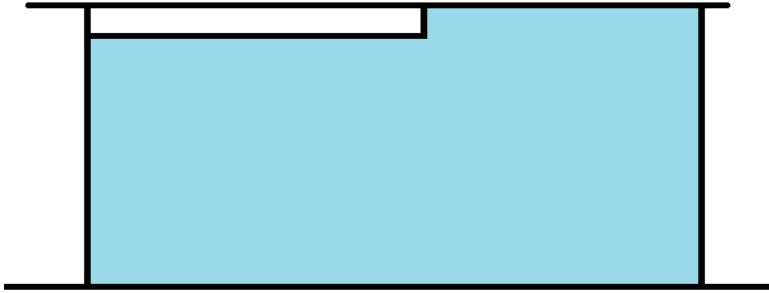
4.4 Muottilaitojen kestävyys ja kierrätettävyys

Filmivaneri on kestävä ja säilyy pinnaltaan hyvänä melko pitkään. Kestävyyden kannalta ongelmallisemmiksi muodostuvat muottien ylälaidat. Niihin tehtävät kolot ja reiät heikentävät laitaa ja vaneri alkaa käytössä pikkuhiljaa kuoriutua pinnasta paloina pois. Jos ylälaidasta läpi tulevat tartuntatapit asennetaan ennen valua erisuuntiin vinoon toisiinsa nähden ei laita todennäköisesti lähde ehjänä irti purettaessa.

Puurunkoinen laita on yleensä tämän tapauksen jälkeen korjauskelvoton ja se on uusittava. 30 mm:n vanerilaita sen sijaan kestää yllättävän hyvin myös tällaiset tapaukset rikkoutumatta. Tässä suhteessa se on kestävyydeltään parempi vaihtoehto.

Kun laitana on pelkkä paksu vaneri ja sen käytössä ollut pinta on mennyt huonoksi voi vanerin kääntämällä toisin päin lisätä sen käyttöikää. Toisella puolella on vielä hyvin käyttökelpoinen ehjä pinta. Puurunkoisen muottilaidan kääntäminen ja käyttöä jatkaminen tällä tavoin ei onnistu, koska laita on avoin takapuolelta.

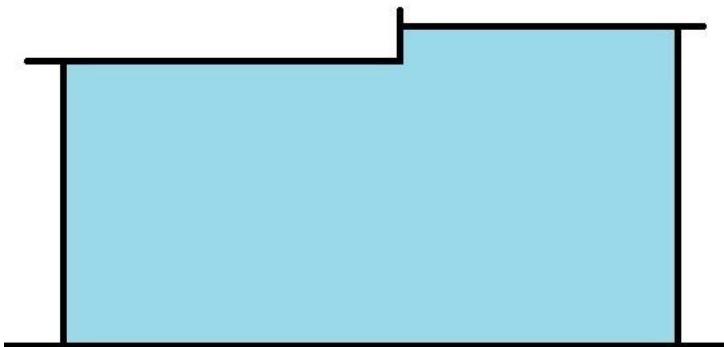
Muottilaitojen kierrätyksellä tarkoitetaan tässä tutkimuksessa sitä, kuinka hyvin laitoja voidaan käyttää hylkäämisen sijaan muina muotinosina. Puurunkoisilla muottilaidoilla tehdyn muotin kasauseriaate on esitetty kuvassa 12. Siinä mustat viivat kuvaavat laitoja ja sininen väri kuvaa betonia. Ylälaidan tulee olla riittävän pitkä, jotta se ylettyy sivulaitojen yli. Sivulaitojen täytyy olla elementin korkuisia. Yläreunan madallus tehdään omalla yleensä tätä varten puutyöverstaalla valmistetulla muotinosalla.



KUVA 12. Puurunkoisten muottilaitojen käytön periaate muottia tehdessä

Madallusosan jatkokäytön mahdollisuudet puurunkoisessa laitajärjestelmässä ovat kiinni siitä onko valmistukseen vielä tulossa samanlaisia tai mahdollisesti lyhyempiä madalluksia. Tällöin osaa katkaisemalla voidaan saada käyttöikää lisättyä. Jos osaa ei voi enää käyttää siitä tulee roska ja se poistetaan.

Pelkkää vaneria käytettäessä yhtenäistä ylälaitaa ei ole vaan elementin yläreunan laita tehdään sopivista paloista. Liian pitkät laidan palat eivät haittaa, jos muotilla on tilaa. Kuvassa 13 on esitetty yksi periaate vanerilaitojen käyttämisestä muotin rakennuksessa. Mustat viivat kuvaavat laitoja ja sininen väri kuvaa betonia. Yläreunan madalluksen valmistamiseen voidaan käyttää vanerin paloja, joita syntyy vanereita lyhennettäessä.



KUVA 13. Vanerilaitojen käytön periaate muottia tehdessä

Kun erillistä muotinosaa esimerkiksi madalluksen tekemiseen ei ole voidaan sen tekemiseen käytettyjä erikokoisia osia kierrättää ja käyttää tarpeen mukaan seuraavassa muotissa.

Kummankin järjestelmän muotinosia voidaan kierrättää muissa muoteissa, mutta vanerilaitajärjestelmän mahdollisuudet ovat tässä suhteessa paljon laajemmat.

5 POHDINTA

Ajatus tämän opinnäytetyön aiheeseen sain työskennellessäni aiemman työnantajan palveluksessa. Siellä näin hormielementtien valmistuksessa käytettävän paksusta vanerista tehtyjä muottilaitoja, tosin täysin erilaisella magneettikiinnityksellä. Ajatus väliseinien ja parvekelaattojen valmistuksesta pelkällä vanerilaidalla jäi hautumaan ja vaihtaessani työnantajaa ehdotin paksujen vanerilaitojen käytön kokeilua väliseinien valmistuksessa opinnäytetyöni aiheena. Tarkoituksena oli tutkia, saavutetaanko pelkää vanerista muottilaitaa käyttämällä rahallista säästöä muottilaitakustannuksissa, kuinka hyvin vanerilaita sopii väliseinätuotantoon ja kuinka se kestää käytössä.

Saavutetut kustannussäästöt laitajärjestelmien välillä koostuivat pääasiassa perinteisen laidan puurungon hankinta kustannuksista. Vaikka 30 mm:n vanerin neliöhinta on korkea, tarvitaan sitä vähemmän kuin 12 mm:n vaneria.

Tämän lisäksi voidaan välillisenä säästönä pitää vanerilaitajärjestelmän käyttöönoton vaikutuksia puutyöverstaalle. Kireissä tuotantoaikatauluissa täydellä tuotannolla on välttämätöntä pysyä suunnitellussa tuotantosuunnitelmassa, eikä myöhästymisiin tai isojen muottitöiden aiheuttamiin tuotannon siirtoihin ole juuri varaa. Väliseiniä valmistavat työntekijät muokkaavat itse vanereista sopivia osia muottiin, jolloin puutyöverstaan ei tarvitse keskittyä niihin. Puutyöverstaan työtaakan helpottaminen vanerilaitoja käyttämällä mahdollistaa paremman tuotantosuunnitelmassa pysymisen. Vapautunut työaika voidaan käyttää vaativimpien tuotteiden muottitöiden tekemiseen ennakoidusti esimerkkinä kupilliset parvekelaatat, joissa vesiurien ja kupin valmistus kallistuksineen vie paljon aikaa.

Vaikka kustannuslaskelmassa oli laskettu kummankin laitajärjestelmän valmistuskustannukset magneetteineen pitää kuitenkin muistaa, ettei magneetteja tarvitse ostaa joka muottiin erikseen. Magneettien hankintainvestointi on rahallisesti iso eikä sitä yleensä tehdä yhdellä kertaa. Pienissä erissä tilaaminen (10–15 kpl/kk) kasvattaa määrää tasaisesti ja pitää

kustannukset maltillisina. Muottimagneetit kestävät kuitenkin käytössä oikein käytettynä satoja valukertoja

Vanerilaitajärjestelmä sopii erittäin hyvin väliseinien tuotantoon sen joustavuuden ansioista. Muotin osia voi helposti jatkaa ja niistä pystyy rakentamaan monimuotoisiakin muotteja, jopa ilman erikseen valmistettuja muotinosia. Pystyyn varastoituna ne vievät vähän tilaa ja sopivan laidan löytäminen telineestä on helppoa, kun laidat ovat pituuden mukaan järjestettyinä.

Vanerilaidan kestävyys tuotannossa osoittautui yllättäen todella hyväksi. Karkealla arvioinnilla vaneri kesti keskimäärin yli kaksi kertaa kauemmin käytössä, kuin perinteinen laita. Vanerilaidat säilyttivät myös hyvin muotonsa eivätkä juurikaan imeneet käytössä kosteutta itseensä. Pinnan mentyä huonoksi käännettiin vaneri vain toisinpäin ja jatkettiin tuotantoa. Kun vanerilaita alkoi olla käyttöikänsä päässä hyödynnettiin sitä vielä mahdollisuuksien mukaan pienenpien muotinosien valmistuksessa.

Vanerilaidoissa käytettävät magneetit osoittautuivat helpoiksi käyttää. Niiden siirtäminen kiinnitettynä ei vaatinut isoja työkaluja, eikä niiden irrottamiseen tarvittu paljoa voimaa. Ne myös puristivat vanerilaidat tiiviisti muottipöytää vasten, jolloin valupurseita ei päässyt syntymään. Ainoa magneettien laajempaa käyttöä rajoittava tekijä oli niiden maksimi tuentakorkeus 280 mm. Tämä on kuitenkin juuri riittävä korkeus tällä hetkellä tuotannossa oleviin massiivi- ja parvekelaattoihin, joiden valmistusta tullaan tulevaisuudessa kokeilemaan tällä laitajärjestelmällä.

Positiivisena asiana tutkimusta tehdessäni oli nähdä vanerilaitojen käytön vaikutus siisteyden ja järjestyksen ylläpitoon. Hyvä siisteys- ja järjestystaso ovat tärkeitä tekijöitä tehokkaan tuotannon toteutuksessa. Laitojen varastoinnin muuttaminen pystyasentoon vapautti lattiapinta-alaa ja selkeytti varastointia. Ylimääräisiä muotinosia ei enää kertynyt seinustoille ja laitateline sekä sen ympäristö oli helpompi pitää puhtaana ja hyvässä järjestyksessä.

Muottipöydällä työskennelleet työntekijät ovat olleet tyytyväisiä järjestelyyn. Heille on syntynyt uuden laitajärjestelmän käyttöönoton myötä positiivinen

asenne tekemiseen sekä tahtotila, jossa muottipöytä ja sen ympäristö halutaan pitää kunnossa. Toivonkin, että heidän asenteensa tarttuu myös muihin hallin työntekijöihin, kun vanerilaidan käyttöä tulevaisuudessa laajennetaan.

LÄHTEET

Betoniteollisuus ry, 2011, Betonielementtien toleranssit 2011. Helsinki: Betoniteollisuus ry

Suomen Betoniyhdistys, 2021. by 40 Betonirakenteiden pinnat/Luokitusohjeet 2021. Helsinki: BY-koulutus Oy

Suomen Betoniyhdistys, 2021. by 65 Betoninormit 2021. 5. päivitetty painos. Helsinki: BY-Koulutus Oy

Hytönen, Y & Seppänen, M. 2009. Tehdään elementeistä. Suomalaisen elementtirakentamisen historia. SBK-säätiö.