



# Elementtitehtaan tuotannonoh- jausjärjestelmän kehittäminen

Tomi Mäkimarttunen

Opinnäytetyö  
Huhtikuu 2020

Rakennusalan työnjohdon tutkinto-ohjelma

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Rakennusalan työnjohdon tutkinto-ohjelma

MÄKIMARTTUNEN, TOMI

Elementtitehtaan tuotannonohjausjärjestelmän kehittäminen

Opinnäytetyö 45 sivua, joista liitteitä 13 sivua  
Huhtikuu 2020

---

Elementtitehtaiden tuotannonohjauksessa on otettava huomioon aikataulutus, kannattavuus, kapasiteetit, laatuvaatimukset ja materiaalihankinnat. Nämä ovat avainasemassa onnistuneeseen tuotantoon. Näitä asioita hallinnoidakseen elementtitehtaan tuotannonohjausjärjestelmän on vastattava tuotannon tarpeisiin.

Opinnäytetyö on tehty VaBe Oy:lle yhteistyössä Elematic Oy:n ja Digiprofit Oy:n kanssa.

Pilottivaiheessa olevat Plant Control- ja WallMES-järjestelmät yhdessä digitaalisen tiedonkeruujärjestelmän kanssa muodostavat nykyaikaisen tuotannonohjausjärjestelmän, jota tässä opinnäytetyössä kehitetään VaBe Oy:n tarpeisiin. Työn tavoitteena on kerätä tarvittavat lähtötiedot ja selvittää tehtaan prosessit järjestelmän toimittajalle.

Tuloksena on tehtaan prosessikartta, monia järjestelmän käyttöönottoon vaikuttavia lähtötietoja sekä tehtaan prosessin seurantaan ja laatudokumentointiin tarvittavat lomakkeet.

Opinnäytetyö tukee järjestelmän sujuvaa käyttöönottoa. Koska kyseessä on uusi järjestelmä, tulee kehitystyön jatkoa käyttöönoton jälkeenkin.

## **ABSTRACT**

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

**MÄKIMARTTUNEN TOMI**

Development of a Production Control System for a Prefabricated Concrete Element Factory

Bachelor's thesis 45 pages, appendices 13 pages  
April 2020

---

Many things has to be taken into account in the production control of prefabricated concrete element factories. Schedules, profitability, capacities, quality requirements and material procurement are key to a successful production. In order to manage these issues, it is profitable to invest in a production control system for the prefabricated concrete element plant.

The thesis was done for VaBe Oy in cooperation with Elematic Oy and Digiprofit Oy.

The Plant Control and Wallmes systems, which are in pilot phase, forms a modern production control system together with a digital data collection. In this thesis the system is being developed for the need of VaBe Oy. The purpose of the work is to collect the necessary initial data and to find out the factory processes for the system supplier.

The result is a factory process map, initial data to introduce the system, and the forms needed to monitor plant processes and the quality at the factory.

The thesis supports the smooth implementation of the system. As this is a new system, development work must continue even after its introduction.

---

Key words: production control system, MES

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	6
1.1	Tausta .....	6
1.2	Tavoite .....	7
1.3	Rajaukset .....	7
2	TUOTANNONOHJAUS.....	8
3	VABE OY TUOTANNON NYKYTILA .....	10
3.1	Tuotannonohjausjärjestelmien nykytila .....	14
3.2	Tehtaan prosessikuvaus .....	15
3.2.1	Myynti .....	15
3.2.2	Tuotannonsuunnittelu .....	16
3.2.3	Esivalmistelu .....	16
3.2.4	Elementin valmistus.....	17
3.2.5	Purku ja viimeistely.....	17
3.2.6	Varastointi ja kuormien suunnittelu.....	18
4	UUSI TUOTANNONOHJAUSJÄRJESTELMÄ.....	19
4.1	Plant Control .....	19
4.2	WallMES .....	22
4.3	Kynäjärjestelmä.....	24
5	JÄRJESTELMÄN RÄÄTÄLÖINTI JA TIEDONKERUU .....	25
5.1	Räätälöinti .....	25
5.2	Lomakkeet .....	27
5.2.1	Prosessinseurantalomake .....	27
5.2.2	Tarkastuslomake .....	29
5.2.3	Varastolomake.....	29
5.3	Raportointi.....	30
5.4	Tarvittavat tietoliikennetkaisuut.....	30
6	POHDINTA .....	31
	LÄHTEET.....	32
	LIITTEET .....	33
	Liite 1. Tehtaan prosessikaavio .....	33
	Liite 2. Laskentaohje.....	34
	Liite 3. Elementeistä käsin syötettävät tiedot .....	35
	Liite 4. Tarkastuskortti.....	36
	Liite 5. Suunnitelma uusista lomakkeista 1 (4).....	37
	Liite 6. Lomakkeet 1 (4) .....	41
	Liite 7. Elementtityypit ja vaikeuskertoimet .....	45

## ERITYISSANASTO

CRP tulee sanoista Capacity Requirements Planning. Tarkoituksena on laskea maksimaalinen työmäärä, jonka yritys voi tehdä tietyssä ajassa. Huomioiden haasteet, kuten viivästykset, materiaalien hankinnat jne.

MRP tulee sanoista Material Requirements Planning. Tarkoituksena on tuotantoaikataulun ja osaluetteloiden perusteella laskea materiaалintarve valmistusta varten. Tarvetta verrataan varastoon, jolloin tiedetään tarvittavien hankintojen määrä. Huomioidaan myös toimitusajat ja vasta tämän jälkeen varmistetaan tuotantoaikataulu.

ERP tulee sanoista Enterprise Resource Planning. Tällaisessa järjestelmässä yhdistyvät taloushallinnon ohjelmistot ja tuotannonohjausohjelmistot. MRP kuuluu olennaisena osana ERP-järjestelmään.

MES tulee sanoista Manufacturing Execution Systems. Tämä on käytännön vaatimuksista syntynyt tuotannonohjausohjelmisto. ERP-järjestelmästä MES-tasolle siirretään tilaukset ja MES tasolla voidaan optimoida valmistusjärjestystä. MES-tasolta tilaukset siirtyvät tuotantoon siinä muodossa kuin tuotanto ne vaatii. Tuotannossa kerätään takaisin tietoa tuotantomääristä, laadusta ja raaka-aineista. Näistä voidaan raportoida MES tasolla ja osa tiedoista siirtyy ERP-tasolle, jossa seurataan koko yrityksen tulosta.

# 1 JOHDANTO

Työn tarkoituksena on kehittää tuotannonohjausjärjestelmää elementtitehtaan käyttöön. Opinnäytetyön tekijä vastaa elementtitehtaan puolesta projektista. Projekti tehdään VaBe Oy:lle ja tuotannonohjausjärjestelmän toteuttaa Elematic Oy. Lisäksi paperidokumentaation helpottamisen toteuttaa Digiprof IT.

Plant Control on täysin uusi ohjelmisto, jota pilotoidaan tehtaalla keväällä 2020. Opinnäytetyön tuloksena syntyy Plant Control-tuotannonohjausjärjestelmään tarvittavia lähtötietoja, prosessikuvaus, sekä lomakepohjat, joilla prosessia dokumentoidaan järjestelmään.

Tuotannonohjaukseen VaBe Oy:ssä kuuluu tuotannon ajoitus, varastojen hallinta ja tuotantokapasiteetin tehokas käyttö. Lisäksi uudella järjestelmällä on tarkoitus hallita myös informaatiovirtaa dokumentoimalla projektien vaiheita tarkemmin. Tämä mahdollistaa tuotteiden reitin seuraamisen tehtaalla ja sen tarvitseman ajan.

Opinnäytetyö koostuu tehtaan prosessin kuvauksesta ja tämän prosessin eri vaiheiden huomioon ottamisesta Plant Control-tuotannonohjausjärjestelmässä. Opinnäytetyön perusteella räätälöidään järjestelmä toimimaan tehtaan toiveiden mukaisesti.

## 1.1 Tausta

Opinnäytetyö tuli ajankohtaiseksi VaBe Oy:n tavoitteesta kehittää tehtaan toiminnasta yhä tehokkaampaa, nykyaikaisempaa ja kannattavampaa. Tavoitteeseen pääsemiseksi hyvä tuotannonohjaus on avainasemassa. Tuotannonohjauksen tarkoituksena on ohjata tuotantoa, jotta pystytään täyttämään tilattujen tuotteiden valmistamisen vaatimukset laadullisesti, toimitusajallisesti ja kannattavasti.

Projekti alkoi toukokuussa 2019 tuotannonohjausjärjestelmän toimittajan valitsemisella ja parhaimman kokonaisuuden tarjosi Elematic Oy. Tämän jälkeen projektia lähdettiin toteuttamaan useilla palavereilla ja sähköpostitse.

## 1.2 Tavoite

Opinnäytetyön tavoitteena on kerätä lähtötietoja järjestelmän toimittajalle, dokumentoida tehtaan prosessi ja suunnitella räätälöinnit ohjelmistoon tehtaan prosessin mukaisesti tukien tulevaa käyttöönottoa.

Uuden tuotannonohjausjärjestelmän tavoitteena on nopeuttaa, selkeyttää ja tuoda lisää työkaluja tuotannonohjaukseen. Tuotannon, materiaali- ja informaationvirtojen helpompi hallinta synnyttää parempaa laatua, tuotannon tehokkuutta ja ennustettavuutta.

Järjestelmän tavoitteena on tuoda seuraavia etuja tuotannonohjaukseen

- elementtikuvien automaattinen tallennus suoraan suunnitteluohjelmasta (Tekla Structures)
- materiaalien automaattinen laskenta kuvista
- optimaalinen elementtien sijoittelu tuotantoon automaattisesti
- aikataulujen hallinta
- tuotannon vaiheiden seuraaminen lomakkeiden avulla
- raportointi suoraan järjestelmästä mm. karkeakuormitukset, tuotetut neliömäärät, euromäärät jne.
- kuormien suunnittelu
- laatudokumentointi
- varastojenhallinta.

## 1.3 Rajaukset

Rajaan opinnäytetyössäni kaupanteko- ja sopimusvaiheen kokonaan pois työstä, lukuun ottamatta tarvittavia lähtötietoja, joita järjestelmään tulee syöttää. Rajaan myös tarvittavan infrastruktuurin yksityiskohtaisen käsittelyn työstä.

## 2 TUOTANNONOHJAUS

Tässä luvussa käsitellään tuotannonohjausta, pitäytyen kuitenkin elementtitehtaan näkökulmassa. Lisäksi käsitellään muutamia eri käsitteitä, joiden periaatteita uusi järjestelmä noudattaa.

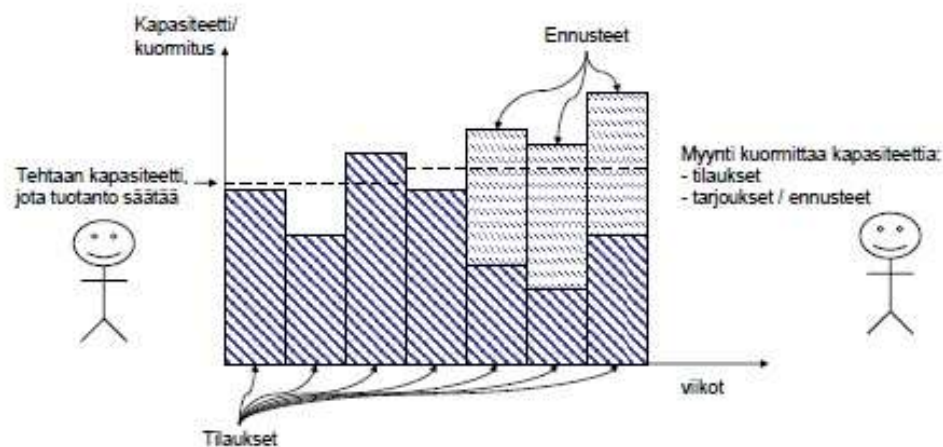
Tuotannonohjauksen perustavoitteena on asiakkaiden tarpeiden mukaisesti ohjata tehtaan kapasiteettien ja materiaalien tarpeita. Tavoitteena on mahdollistaa tuotannon tehokkuus, laatu ja asiakkaiden tarpeet kustannustehokkaasti. (Rautaouma säätiö, 2014).

Tuotannonohjaus tai -suunnittelu voidaan jakaa kahteen eri osa-alueeseen, karkeaan ja hienoon. Tilauksien, ennusteiden ja muun markkinatiedon pohjalta syntyy tehtaalle tarve. Näiden perusteella luodaan tehtaan karkeakuormitus. (Rautaouma säätiö, 2014).

### Karkeasuunnittelu

Karkeakuormituksen tärkein tehtävä on järjestää edellytykset tuotannon järkevälle toteutukselle. Tällä pyritään varmistamaan, että tilauskanta on oikeassa suhteessa tehtaan kapasiteettiin. (Hemilä, Pötry, Häkkinen 2009, 27).

Karkeakuormitus esitetään taulukkona, josta näkee tehtaan maksimikapasiteetin ja tilausten määrän. Tästä luodaan ennustetta tehtaan toiminnasta (kuvio 1).



KUVIO 1. Karkeakuormitus (Häkkinen K. 2009, 28)



Karkeasuunnittelutasolla sovitaan kysyntä ja tarjonta sekä varmistetaan edellytykset tuotannon tarkemmalle suunnittelulle ja toteutukselle. Karkeasuunnittelun aikajänne on yleensä kuukausista vuoteen. Elementtitehtaan näkökulmasta karkeakuormitus tehdään käytännössä siten, että tilaukset laitetaan tyypeittäin karkeasti toimitusviikoille. Tämä luo pohjan hienosuunnittelulle.

### **Hienosuunnittelu**

Hienosuunnittelun aikajänne on muutamista päivistä joihinkin viikkoihin. Hienosuunnittelussa suunnitellaan tuotannon ajoitus ja valvonta, materiaalihankinta, varastojen hallinta, sekä tuotantokapasiteetin tehokas hyödyntäminen. Aikataulutukseen perustuvassa tuotannossa olennaisin toiminto on materiaalitarvelaskenta (MRP) ja kapasiteettitarvelaskenta (CRP). Kriittisiä tietoja ovat varastosaldot, tuoterakenteet, hankinta- ja valmistusajat jne. Näiden tuloksena syntyy hienokuormitus eli yksityiskohtainen aikataulutus, joka ottaa reaaliaikaiset kapasiteetti- ja materiaalirajoitteet huomioon. (Hemilä, Pötry, Häkkinen 2009, 28).

### **Toteutustaso**

Toteutustasolla valmistetaan elementit ja kerätään niistä toteumatietoja, jotka pyritään kohdentamaan tietyille työvaiheelle. Kerättäviä tietoja ovat esimerkiksi aloitus- ja lopetusajat, jäljitettävyystiedot käytetyistä betonilaaduista ja laatuun liittyvät tiedot, kuten poikkeamat ja varastointitiedot. Tietotekniikan avulla kannattaa pyrkiä eroon manuaalisesta tiedonkeruusta ja ylimääräisestä tietojen siirrosta paperilta järjestelmään. Tällä on suuri vaikutus käytettävän datan määrään ja laatuun. (Hemilä, Pötry, Häkkinen 2009, 30).

### 3 VABE OY TUOTANNON NYKYTILA

VaBe Oy on Valkeakoskella sijaitseva elementtitehdas. Tuotantotilaa on 5500 m<sup>2</sup>. Yritys on valmistanut elementtejä 25 vuoden ajan koko ajan laajentuen, työllistäen yli 120 henkeä. Liikevaihtoa yrityksellä on noin 17 miljoona euroa. Koko toiminta on sertifioitu. Vuodesta 2011 VaBe Oy on ollut täysin perheomisteinen yhtiö. Yrityisperheeseen kuuluvat myös VaBe talot, joka palvelee pienrakentajia, VaBe Baltic Oü joka sijaitsee Virossa ja valmistaa erityyppisiä puutuotteita. Uutena yrityksenä yrityisperheeseen kuuluu VaBe suunnittelu, joka tarjoaa rakenne- ja elementtisuunnittelua. Lisäksi VaBe Oy omistaa osan intialaisesta VME precast Pvt, Ltd:stä, joka toimii Intiassa ja suunnittelee, valmistaa ja asentaa elementtejä Intiassa. (www.vabe.fi, 2020).

VaBe Oy valmistamia tuotteita ovat väliseinät, niin kiertomuottilinjastolla, kuin patterilinjastolla. Sisäkuorielementit kylminä ja eristettyinä, sekä ohut- että paksurapattuina. Erityyppiset laatat, kuten massiivi- ja luhtikäytävälaatat ja hissi-kuppielementit. Julkisivulinjastolla valmistuvat sandwich- ja kuorielementit, joiden pinnat voivat olla maalausalustakäsiteltyjä, väribetonilla valettuja tai pesupintaisia. Myös graafiset, muotti-, muottimatriisi-, tiili- ja laattapintaiset elementit kuuluvat tuotantoon. Julkisivulinjastolla valmistetaan myös parveke-elementit, -pielet, pilarit ja sokkelit. (www.vabe.fi, 2020).

Tuotantolinjoja on neljä. Seuraavassa kuvaus niistä ja lähtötiedoiksi järjestelmään tästä kappaleesta kuuluvat eri tuotantolinjojen teräsmuottien koot.

Tuotantolinjalla numero yksi valmistetaan sisäkuori-, laatta- ja väliseinäelementtejä. Teräsmuottipöytiä on 6 kappaletta ja niiden koot ovat lueteltu taulukossa 1. Teräsmuotit ovat hydraulisesti nousevia elementtien purun helpottamiseksi (kuva 1).

Historiallisista syistä valualustojen numerot eivät mene loogisesti.

Taulukko 1. Tuotantolinja 1 pöytäkoot

1.Tuotantolinja						
Pöytä		Korkeus		Leveys	m2	Huom!
1		3960		8900	35,244	
2		3580		8600	30,788	
3		4130		9000	37,17	
4		3750		8900	33,375	
5 (8)		3980		8600	34,228	
6 (9)		4130		15000	61,95	
Yht:					232,755	



KUVA 1. Teräsmuottipöytä (Tomi Mäkimarttunen)

Tuotantolinjalla numero kaksi valmistetaan pääasiassa väliseiniä, mutta myös sisäkuorielementtejä. Tuotantolinja on ns. kiertomuottilinjasto ja poikkeaa muista linjoista. Teräsmuotteja on 22 kappaletta ja niiden koot on esitetty taulukossa 2.

Kiertomuottilinjasto mahdollistaa vuorossa valamisen, koska valetut muotit voidaan nostaa pinoon kuivumaan (kuva 2.)

Taulukko 2. Tuotantolinja 2 pöytäkoot

2.Tuotantolinja						
Pöytä		Korkeus		Leveys	m2	Huom!
1 - 22		3300		9300	30,69	
Yht:					675,18	



KUVA 2. Kiertomuottilinjastolla valualustat voidaan pinota (Tomi Mäkimarttunen)

Tuotantolinja numero kolme on patterilinjasto. Patterilinjastolla tarkoitetaan pysyvässä olevaa muotistoa (kuva 3). Patterilla valetaan isoja, pääasiassa kehysraudoitettuja väliseiniä. Patterilinjastolla on 5 väliä ja niiden koot on esitetty taulukossa 3.

Taulukko 3. Tuotantolinja 3 patterivälien koot.

3.Tuotantolinja						
Väli		Korkeus		Leveys	m2	Huom!
1 - 5		3600		7960	28,656	
yht:					143,28	



KUVA 3. Patterimuotilla elementit valetaan pystyssä (Tomi Mäkimarttunen)

Tuotantolinja numero neljä on julkisivulinjasto. Teräsmuotteja on 6 kappaletta ja ns. lattiamuotteja 2. Muottien koot on esitetty taulukossa 4.

Taulukko 4. Tuotantolinja 4 pöytäkoot

4.Tuotantolinja						
Pöytä		Korkeus		Leveys	m2	Huom!
1		3300		14000	46,2	
2		3960		14000	55,44	
3		3960		14000	55,44	
4		3300		14000	46,2	
5		3500		8000	28	Lattiamuotti
6		4500		8000	36	
7		4500		8000	36	
8		5500		6000	33	Lattiamuotti
Yht:					336,28	

Yhdessä päivässä valmistettavien elementtien teoreettinen maksiminelimäärä tehtaalla on 1387 m<sup>2</sup>. Tuotantoa on kuutena päivänä viikossa. 1- ja 4 -tuotantolinjoilla tehdään 10h työpäiviä, 2.tuotantolinjalla kahdessa vuorossa 8h /vuoro.

### 3.1 Tuotannonohjausjärjestelmien nykytila

VaBe Oy:n nykyisiä tuotannonohjausjärjestelmiä on kolme, Lemonsoft, Excel ja Sharepoint-pilvipalvelu. Lemonsoft-ohjelmistolla toteutetaan työajanseuranta, kannustepalkkioiden laskenta ja elementtien tallennus järjestelmään. Excel-taulukossa on laadittu jokaisen tuotantolinjan tuotanto-ohjelma. Exceliä käytetään myös elementteihin tarvittavien materiaalien tallennukseen kohteittain. Sharepointiin tallennetaan jokaisen projektin tiedot ja se toimii yleisenä tiedonjakokanavana.

Nykyisen tuotannonohjauksen heikkoutena on järjestelmien hajautus eri alustoille ja automaation puute. Esimerkiksi elementtikuvien tallennus on manuaalista työtä, ne käydään lävitse käsin ja tarvittavat tiedot kirjataan järjestelmään. Myös materiaalilaskenta on käsin tehtävää työtä ja tallennettava erikseen. Kun hankintasuunnitelma on tehty ja projektin aikataulut ovat selvillä, ohjelmoidaan elementit tuotantolinjoille ja ohjelmat jaetaan halleihin. Elementtien ohjelmoinnissa valualustoille tarvitsee ottaa huomioon pöytien tehokas käyttö, aikataulut, tehtaalla budjetit ja käytössä olevan työvoiman kapasiteetti. Tästä kokonaisuudesta syntyy vaikeasti hallittava kokonaisuus, jossa projektin tiedot ovat hajallaan useassa järjestelmässä.

## 3.2 Tehtaan prosessikuvaus

Tässä kappaleessa käydään lävitse tehtaan prosessit ja koitetaan tuoda esille asioita, joita järjestelmään täytyy saada kirjattua. Prosessikartta on esitetty liitteessä 1. Seuraavissa kappaleissa tarkastellaan prosessikartan mukaisesti, mitä kussakin vaiheessa tapahtuu ja mitä asioita järjestelmään syötetään, sekä mitä asioita syötetyllä tiedolla tehdään.

### 3.2.1 Myynti

Kun elementtikauppa on tehty, aloitetaan uusi projekti tuotannonohjausjärjestelmässä. Myyntiosaston tehtävänä on luoda projektikortti uudelle kohteelle. Projektikortissa kerrotaan perustiedot kohteesta. Perustietoihin kuuluvat yhteystenkilöiden yhteystiedot, mitä elementtejä kauppa koskee ja alustava aikataulu. Alustavan aikataulun pohjalta luodaan karkeakuormitus.

Myyntivaiheessa elementit hinnoitellaan pääryhmittäin tyyppikuvien mukaisesti. Elementtien hinta määräytyy neliöiden mukaan. Nykyaikaiset elementtitalot voivat olla monimuotoisia ja sisältää paljon ovi- ja/tai ikkuna-aukkoja. Laskutettavien neliöiden laskentasääntö on tärkeä lähtötieto myös tuotannonohjausjärjestelmään. Ikkuna- ja oviaukot vähennetään laskutettavista neliöistä, kuitenkin aukkovähennys voi olla maksimissaan 30 % laskutettavista neliöistä. Laskentaohjeen pääpiirteet ovat seuraavat:

- Pinta-ala lasketaan kertomalla elementin pituus korkeudella.
- Alle 1000mm korkeat elementit lasketaan aina 1000mm korkeina.
- Jos elementissä on kääntyvä pää, elementtiin lasketaan mukaan kääntyvän pään osuus. Esimerkkinä 200 mm vahva pielielementti 2000 mm x 3000 mm, jossa toinen pääty jää näkyviin on laskutettavat neliöt on 6,6 m<sup>2</sup>.
- Alle 1 m<sup>2</sup> aukkoja ei vähennetä neliöistä
- Aukkovähennys maksimissaan 30 % laskutettavista neliöistä.

(Lehtinen A., 2020)

Tarkemmat laskentasäännöt ovat liitteessä 2.

### 3.2.2 Tuotannosuunnittelu

Tuotannosuunnitteluprosessi tehtaalla koostuu elementtikuvien tarkastuksesta ja tallennuksesta, yksittäisten elementtien hinnoittelusta, materiaalihankinnasta, tuotantolinjojen kuormituksesta ja tuotanto-ohjelman teosta muottikohtaisesti tuotantolinjoille.

Kun elementtisuunnitelmat saapuvat tehtaalle, niiden tuotantokelpoisuus tarkastetaan. Tämän jälkeen elementtien tiedot tallennetaan järjestelmään. Järjestelmään tallentaminen on manuaalista työtä. Elementtisuunnitelmat tallennetaan valmistukseen elementtien koko tiedot, pintakäsittelyt ja muut valmistukseen vaikuttavat tiedot. Tiedot on esitetty liitteessä 3, tätä liitettä käytetään uuden järjestelmän tietueiden pohjana.

Materiaalihankinnat ovat valmistuksen kannalta kriittisiä, ilman materiaaleja ei elementtejä voida valmistaa. Tästä johtuen jokaisesta elementistä on materiaalitiedot tallennettava ja luotava hankintasuunnitelma aikataulujen mukaisesti. Materiaalitiedot tallennetaan Excel-pohjaan ja materiaalit hankitaan tuotantoaika-  
taulun mukaisesti.

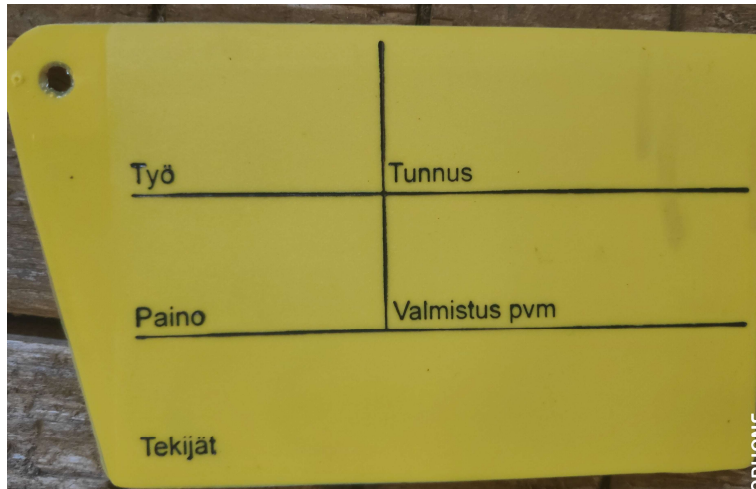
Tuotanto-ohjelma tehdään Excelillä päiväkohtaisesti ja muoteittain eri tuotantolinjoille. Tuotannon esimiehet täyttävät valukirjan, jossa kerrotaan päivän valettavat elementit ja se tuodaan tuotannosuunnitteluun, jossa ohjelma päivitetään vastaamaan toteutunutta.

### 3.2.3 Esivalmistelu

Prosessin seuraavassa vaiheessa ohjelma luovutetaan työnjohdolle, joka jakaa esivalmistelutehtävät eteenpäin. Esivalmisteluvaiheessa elementteihin tehdään raudoitteet valmiiksi mittojen mukaan, valmistetaan tarvittavat muotit, sekä keräillään muut materiaalit tarvittaessa valmiiksi. Kun raudoitukset ja erikoismuotiosat ovat valmiina, merkitään niiden valmius elementtikuvaan.



Elementtiin kiinnitettävä tunnuslappu (kuva 4.) kirjoitetaan raudoittamossa, jonka jälkeen se seuraa elementtiä aina työmaalle asti. Valmistuksen aikana tunnuslappuun lisätään valupäivä ja tekijä(t).



KUVA 4. Elementin tunnuslappu. (Tomi Mäkimarttunen)

### 3.2.4 Elementin valmistus

Valmistuksessa seurataan pääsääntöisesti annettua tuotanto-ohjelmaa. Työnjohto jakaa tehtävät ja elementtityöntekijä kuittaa prosessin seuranta lomakkeelta elementin aloitetuksi. Elementtityöntekijä kasaa muotin, raudoittaa ja valaa elementin. Työnjohto tilaa betonin annettujen laatujen mukaisesti. Elementin valmistuksen ohessa ennen valua, täytetään osa tarkastuskorttia (liite 4) joka toimii elementin laatudokumenttina.

### 3.2.5 Purku ja viimeistely

Betonin saavuttaessa purkulujuuden, muotit voidaan purkaa ja elementit viimeistellä. Viimeistelijä tarkastaa elementin ja merkitsee tarkistetut asiat tarkastuskorttiin (liite 4). Mikäli viimeistelijä havaitsee laatupoikkeamia elementissä, ne merkataan korttiin ja korjataan heti, mikäli mahdollista, ja ilmoitetaan esimiehille. Mikäli elementti on kunnossa, se voidaan varastoida.

### 3.2.6 Varastointi ja kuormien suunnittelu

Kun elementti siirtyy varastoon, varastomiehet määrittävät elementille varastopaikan ja kirjaavat sen lapulle. Päivän päätteeksi lappu tuodaan varastomestarille, joka merkitsee varastopaikat järjestelmään. Varastomestari pystyy myös tarkistamaan ristiin valukirjojen kanssa, että kaikilla elementeillä on varastopaikka.

Kuormien suunnittelun tekee suunnittelija, joka työmaan tilauksen pohjalta tarkastaa, että elementit ovat valmistettu. Kuormat suunnitellaan mahdollisimman täysiksi painojen ja kokojen mukaan. Elementtien tiedot löytyvät järjestelmästä. Tuloksena on kuormakirja.

## 4 UUSI TUOTANNONOHJAUSJÄRJESTELMÄ

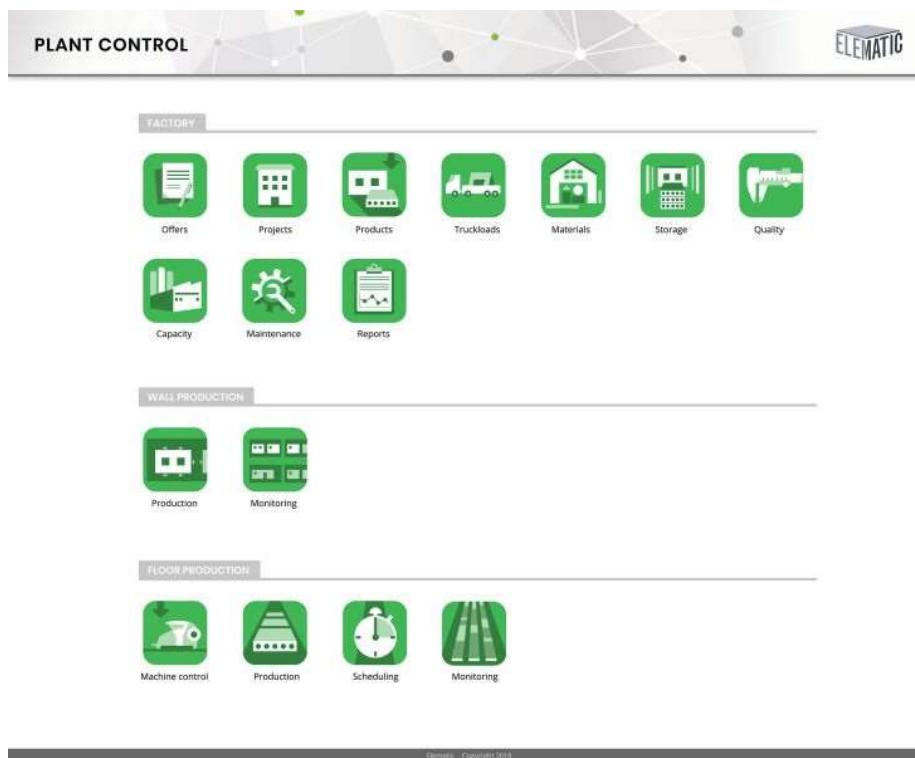
Tehtaan uusi tuotannonohjausjärjestelmä Elematic Oy:n Plant Control on ERP-järjestelmä, joka koostuu erilaisista moduuleista. Moduuleita on myynnille, materiaaleille, valmistukselle, varastoinnille ja kuormansuunnittelulle. Järjestelmä sisältää myös WallMES-järjestelmän, joka nimensä mukaisesti on MES-järjestelmä. Seuraavissa kappaleissa käyn lävitse Plant Controllerin toimintaa, eri moduuleita ja WallMES-tuotannonohjausta. Järjestelmän vaatimat tiedot syötetään joko tietokoneelta käsin tai Bluetooth-kynäjärjestelmän avulla lomakkeisiin kirjoittaen. (www.elematic.com, 2019).

### 4.1 Plant Control

Plant Control on ERP – tuotannonohjausjärjestelmä, joka on suunniteltu elementtitehtaiden tarpeisiin. Ajatuksena on yhdellä ohjelmalla hallinnoida tehtaan prosesseja. Ohjelmistoa käytetään web-selaimessa ja se on erittäin helppokäyttöinen. Plant Control koostuu moduuleista (kuva 5), joilla on erilaisia käyttötarkoituksia, moduulit näkyvät päänäkymässä ja avautuvat klikkauksella omiksi sivuiksi (kuva 6). (www.elematic.com, 2019).



KUVA 5. Plant Control moduulit (www.elematic.com, 2019)



KUVA 6. Päänäkymä (www.elematic.com, 2019)

Tarjoukset- (eng. offers) moduulissa voidaan tehdä tarjousvaiheeseen kuuluvia asioita, kuten hinnan laskenta, tarjouksen laskenta ja itse tarjous. Hyväksytyt tarjoukset perusteella luodaan uusi projekti. (www.elematic.com, 2019).

Projektit- (eng. projects) moduulissa hyväksytyistä tarjouksista luodaan projekti. Projektille annetaan nimi, työnnumero, yhteystiedot ja muut projektille tarvittavat lähtötiedot. Projektit-moduuli kerää myös tietoa projektiin liittyvistä kustannuksista, materiaalien mukaisesti. Yksi tärkein täytettävä kohta on arvioitu toimitusaika. Näistä arvioiduista ajoista ja arvioiduista tai tarkoista määristä järjestelmä luo karkeakuormituksen. (www.elematic.com, 2019).

Tuotteet- (eng. products) moduulissa kohteen suunnitelmat tuodaan järjestelmään. Järjestelmä tukee elementtietojen tuomista BIM-järjestelmistä (Tekla Structures) sähköisesti. Tietojen syöttö manuaalisesti elementtikuvia lukien on myös mahdollista. Tuotteet -moduulissa myös kerätään dataa elementtien valmistumisesta ja säilötään laatudokumentteja. (www.elematic.com, 2019).

Kuljetukset- (eng. truckloads) moduulissa suunnitellaan kuormat. Kuormat on mahdollista suunnitella jaksoittain eri laitureilta lähteviksi, elementit ovat vapaasti annettujen painorajojen puitteissa laittaa kuormiin. Järjestelmä tukee myös visuaalista suunnittelua, jakaen kuorma mahdollisimman tasaisesti painon mukaan molemmille puolille rekkaa. Tuloksena on kuormakirja. (www.elematic.com, 2019).

Materiaalit- (eng. materials) moduulissa nimensä mukaisesti käsitellään valmistukseen tarvittavia materiaaleja ja niiden varastoja. Järjestelmä laskee automaattisesti elementtitietojen perusteella valmistukseen tarvittavat materiaalit ja pitää yllä varastoa. Varastosaldot vähenevät automaattisesti valmistuksen mukaisesti ja näin ajantasaiset varastosaldot ovat aina nähtävillä. Moduuliin on mahdollista tallentaa materiaalien hinnat, jolloin inventaariot helpottuvat huomattavasti. Myös karkeakuormituksen perusteella voidaan ennustaa varastojen kokoa ja tulevien materiaalihankintojen kustannuksia. (www.elematic.com, 2019).

Varasto- (eng. storage) moduulissa hallitaan elementtivarastoa. Varastoa hallitaan visuaalisella käyttöliittymällä, josta näkee varastossa olevat elementit kohteittain. Elementtien varastopaikat tuodaan järjestelmään varastolomakkeella. Kuormakirjat siirtyvät tänne ja niiden perusteella elementit lähetetään kohteisiin. (www.elematic.com, 2019).

Laatu- (eng. quality) moduulilla hallitaan tehtaan laatutasoa. Moduulilla voidaan hallita laatudokumentteja, tehdä korjauslistoja ja hallita näiden kuluvia työtunteja. Myös laaturaportointi on mahdollista tehdä tässä moduulissa. (www.elematic.com, 2019).

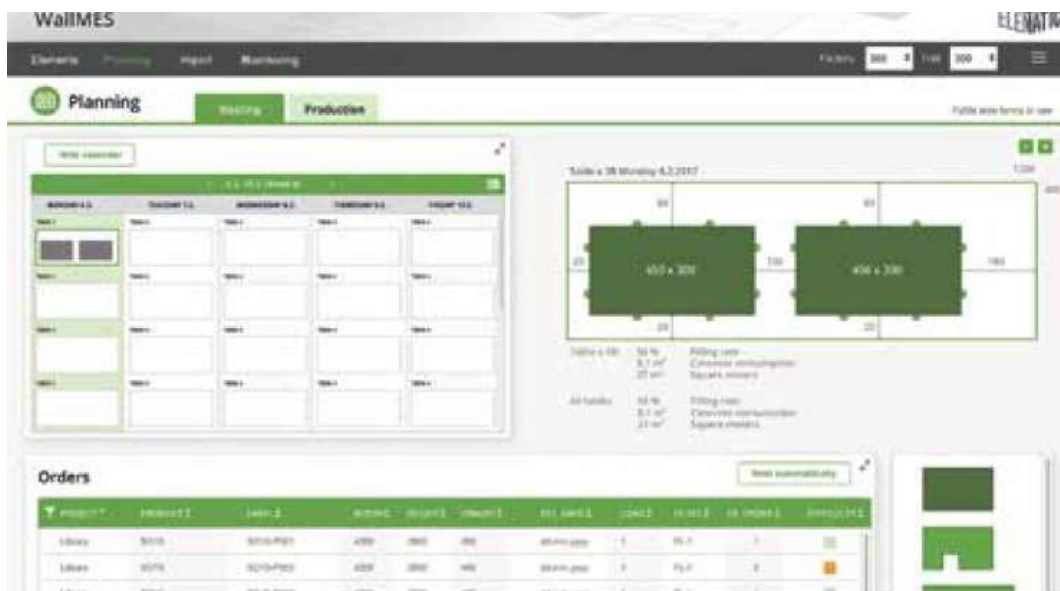
Kapasiteetti- (eng. capacity) moduulissa hallinnoidaan tehtaan kapasiteettia ja analysoidaan tehtaan kapasiteetin tarvetta ja käyttöastetta tuotantolinjoittain. Myös ennusteiden luominen karkeakuormituksen perusteella on mahdollista. (www.elematic.com, 2019).

Huollot- (eng.maintenance) moduulissa hallitaan tehtaan laitteita ja niiden huoltoja. Voidaan luoda ennaltaehkäiseviä huoltosuunnitelmia kriittisille laitteille ja tarkastella näiden huoltohistoriaa. (www.elematic.com, 2019).

Raportointi- (eng. reports) moduulissa, nimensä mukaisesti raportoidaan tehtaan tuloksista. Raportteja voidaan muokata, jotta tärkeät tiedot saadaan näkyville. Järjestelmä tukee pdf- ja Excel -pohjaisia raportteja. (www.elematic.com, 2019).

## **4.2 WallMES**

WallMES on tuotannonohjausjärjestelmä, eli järjestelmä järjestelmän sisällä, jossa on useita työkaluja tuotannosuunnitteluun ja -valvontaan seinäelementti-tehtailla. Käyttöliittymä on visuaalinen (kuva 7), jossa elementit suunnitellaan valmistukseen päiväkohtaisesti valualustoille. Tuotanto on myös mahdollista suunnitella automaattisesti, jolloin järjestelmä laittaa elementit alustoille. Manuaalisesti ne siirretään hiirellä oikealle alustalle. Järjestelmä helpottaa huomattavasti tuotannosuunnittelua, kuvia ei välttämättä tarvitse avata ja tutkia miten elementit alustoille mahtuvat. Järjestelmä piirtää havainnekuvan elementistä annettujen tietojen perusteella, jolloin voidaan visuaalisesti suunnitella teräsmuottipöydän käyttöastetta ja varmistaa että elementit varmasti mahtuvat pöydille. Elementtiluettelo on helposti järjestettävissä, työnnumeron, tyyppin, koon, painon tai minkä tahansa luettelon otsikon mukaisesti. Järjestyksen voi myös tehdä rajauksin, esimerkiksi 8-10tn painavat elementit saadaan näkyviin kirjoittamalla rajaus hakutoimintoon. (www.elematic.com, 2019)

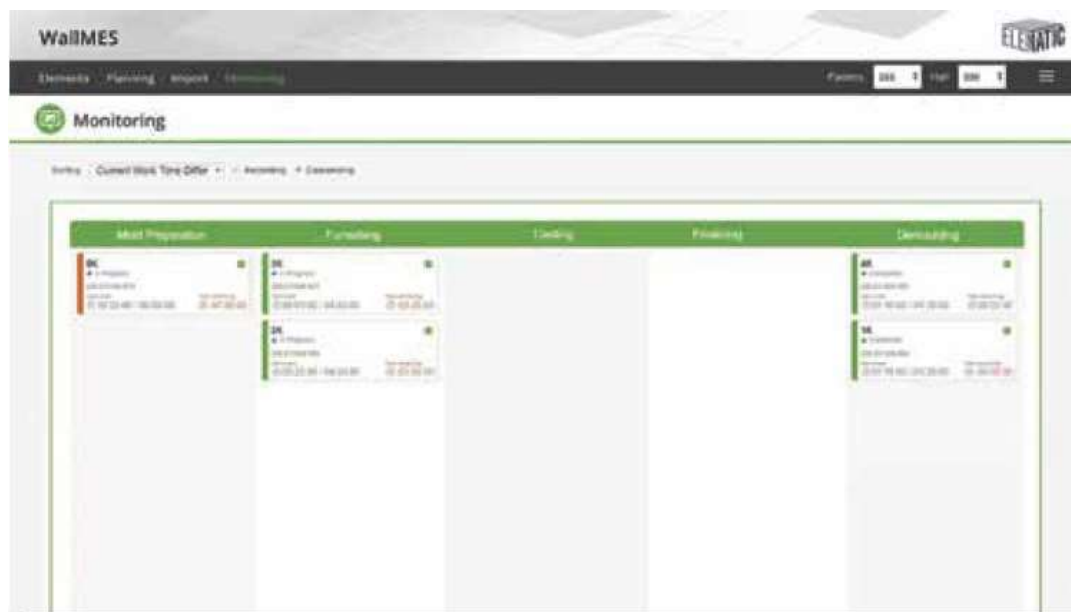


KUVA 7. WallMES etusivu. (www.elematic.com, 2019)

WallMES seuraa tarvittavia työtunteja elementtien valmistukseen ja vertailee niitä käytössä olevaan kapasiteettiin. Myös alusta ja tuotantolinja kohtaiset käytöaste ja betoninkulutuksen tunnusluvut ovat saatavilla (www.elematic.com, 2019).

Tuotanto-ohjelmat ja näihin kuuluvat materiaalilistat ovat helposti tulostettavissa suoraan järjestelmästä.

Tuotannonseuranta- (eng. monitoring) moduulista voi seurata prosessin etenemistä ja osatyövaiheisiin kuluneita työaikoja (kuva 8.) Näitä voi verrata suunniteltuihin osatyövaiheikoihin helposti ja reaaliaikaisesti. Tarvittaessa myös odotusaikoja voidaan mitata. Tuotannonmittarit ja tuotantohistoria voidaan raportoida. (www.elematic.com, 2019).



KUVA 8. WallMES tuotannonseuranta. (www.elematic.com, 2019)

### 4.3 Kynäjärjestelmä

Digiprofit Oy tuottaa tuotannonohjausjärjestelmän tiedonkeruun kynäjärjestelmällä. Kynä järjestelmä koostuu Bluetooth-kynästä ja laadukkaasta, vedenkestävästä paperista. Paperille tulostetaan lomakkeet ja pisteistä muodostuva koordinaatisto. Kynä koostuu tavallisesta mustepäästä ja infrapunakamerasta. Kameran avulla kynä lukee pisteistä muodostuvaa koordinaatistoa ja tallentaa kirjoitetut tiedot järjestelmään Bluetooth-yhteyden avulla. Mikäli kynä ei saa yhteyttä järjestelmään, se tallentaa tiedot omaan muistiinsa. Tiedot voi purkaa omassa telakassaan ilman Bluetooth-yhteyttä. Kynäjärjestelmä poistaa kaksinkertaisen tietojensyötön tarpeen ja tieto tallentuu keräämisen yhteydessä suoraan järjestelmään. (www.digiprofit.fi, 2019).



## 5 JÄRJESTELMÄN RÄÄTÄLÖINTI JA TIEDONKERUU

Seuraavissa kappaleissa käydään lävitse lähtötietojen pohjalta ohjelman räätälöintiä tehtaan prosessin tarpeisiin. Tästä tärkeimpänä uusien lomakkeiden luonti. Lomakkeita on kolme, prosessinseuranta, tarkastuskortti ja varastolomake. Näiden avulla järjestelmässä seurataan prosessin eri vaiheita, luodaan laatujärjestelmän mukainen laatudokumentti ja pidetään yllä varastoja.

Järjestelmän toimittajat jalkautettiin kierrokselle tehtaalle ja prosessi käytiin kartan mukaisesti lävitse. Näin prosessi on selkeä ja räätälöinti voidaan aloittaa prosessikuvauksen perusteella. Prosessikuvauksen perusteella mietitään mitä tietoja järjestelmällä halutaan kerätä, minkälainen infrastruktuuri tehtaalle täytyy rakentaa ja miten järjestelmä saadaan toimimaan tämän prosessin mukaisesti.

Kun tehtaan prosessi on selvillä, selvitetään mitä asioita tuotannosta halutaan mitata tai dokumentoida. Täytettävien lomakkeiden tulee seurata prosessia ja saattaa järjestelmän tietoon asioita, joista on hyötyä joko tuotannon seuraamiseen, tehokkuuteen tai laatuun. Ajatuksena on seurata tuotantoa tehtyjen merkintöjen kautta ja tuottaa, sekä arkistoida tarvittava laatudokumentti jokaisesta elementistä.

### 5.1 Räätälöinti

Myynnin tehtävä uudessa järjestelmässä on luoda uusi projekti moduulissa. Moduuliin tallennetaan perustiedot kohteesta, kuten aiemminkin. Karkeaa aikataulusta on päivitettävä, mikäli muutoksia tulee, näin tehtaan karkeakuormitus pysyy ajan tasalla. Käytännössä myynnin näkökulmasta prosessi pysyy hyvin samankaltaisena. Ohjelmistoon lisättävä laskentaohje aukkojen hinnoitteluun. Aukkojen laskenta määritellään sopimuksessa.

Uudella järjestelmällä on mahdollista tallentaa elementtien tiedot suoraan Teklasta. Tämä tuo suurta helpotusta elementtitietojen tallentamiseen manuaalisesti. Mikäli elementtien tietoja ei ole mahdollista saada suoraan Teklasta, täytyy järjestelmään luoda manuaalinen mahdollisuus tallentaa elementtien tiedot.

Elementeistä täytyy tallentaa kaikki oleellinen valmistukseen vaadittava tieto. Näistä tiedoista koottiin luettelo, joka on kokonaisuudessaan esitetty liitteessä 3. Olennaisia asioita on elementtien mittatiedot ja painot. Nämä vaikuttavat oleellisesti siihen, missä elementit voidaan valmistaa, miten niitä voidaan nostaa ja kuljettaa. Lisäksi muita tärkeitä valmistukseen vaikuttavia tietoja ovat betonilaadut sisältäen rasitusluokat, pintakäsittelyt ja tarvittavat materiaalit. Lisäksi elementistä tallennetaan muita tietoja, kuten koska ja missä valmistettu, varastopaikat, hinnat ja revisiotiedot. Tallennuksen yhteydessä tulostetaan myös prosessinseuranta- ja tarkastuslomakkeet elementtikuvan yhteyteen.

Uudesta järjestelmästä materiaalit saa suoraan elementtiedoista. Yhdessä tuotanto-ohjelman kanssa saadaan laadittua hankintasuunnitelma.

Yksi olennaisista järjestelmän käyttökohteista on tuotanto-ohjelman laadinta. WallMES piirtää annettujen elementtietojen pohjalta karkean mallin elementeistä ja annettujen muottien mukaan järjestää ne automaattisesti tuotantolinjoille. Tämä säästää suuresti aikaa, koska elementtikuvia ei ohjelmoinnin takia tarvitse avata, eikä manuaalisesti varmistua siitä, että elementit mahtuvat muoteille. Lähtötietona järjestelmä vaatii tuotantolinjoittain muottien koot, jotka ovat esitetty jo aikaisemmissa luvuissa. Tuotanto-ohjelma laaditaan siten, että tarvittavat neliöt korreloivat tilauksien kanssa ja yrityksen budjetoimat euromäärät täyttyvät. Tämä luo tarpeen lisätä elementtien hintatiedot näkyviin suoraan WallMES-järjestelmään, jotta tuotantolinjakohtaista budjettia pystytään tarkastelemaan koko ajan.

Yksi tehtaan pullonkaloista on raudoituksien ja muottiosien valmistaminen oikea-aikaisesti tuotantolinjoille. Koska raudoitteiden ja muottiosien valmistus merkittiin aikaisemmin vain elementtikuvaan, tarkoitti se, että vain elementtikuvasta pystyi näkemään ovatko raudoitteet jo valmiina. Uudessa järjestelmässä prosessinseurantalomakkeeseen tehdään raudoituksille ja muottiosille oma merkintä, josta selviää mihin elementteihin tehtaan tuotannossa raudoitteet ja muottiosat ovat jo valmiina. Merkinnät näkyvät osatyövaiheena WallMES-tuotannonseurantamoduulissa. Näin tuotantolinjojen esimiehet voivat ruudulta tarkastaa, onko tarvittavat osat elementteihin jo tehty. Myös esikasaus on osatyövaihe, jota voidaan seurata järjestelmästä. Lomakkeita tarkastellaan tarkemmin seuraavissa luvuissa.

## 5.2 Lomakkeet

Projektialavereissa päädyttiin tulostamaan jokaisen elementtikuvan mukaan kolmesivuinen lomake. Ensimmäisellä sivulla seurataan tehtaan sisäistä prosessia esivalmistuksen ja osittain valmistuksen osalta. Seuraavilla sivuilla seurataan myös valmistuksen etenemistä ja tehdään tarvittavia mittauksia. Nämä mittaukset dokumentoidaan ja ne ovat samalla tehtaan laatudokumentti. Pohjana lomakkeille käytettiin tehtaan edellistä laatulomaketta, joka on esitetty liitteessä 4. Liitteessä 5 on esitetty suunnitelma lomakkeesta ja liitteessä 6 on esitetty ensimmäinen versio valmiista lomakkeesta. Lomakkeet täytetään Bluetooth-kynällä ja tiedot tallentuvat automaattisesti järjestelmään. Lomake on suunniteltu yhdessä VaBe Oy:n toimihenkilöiden ja Digiprofit Oy:n kanssa.

Lomakkeeseen tulostetaan elementin tyyppi, elementtitunnus, työnnumero, kohteen nimi ja kannustekerroin. Elementtityypit tässä järjestelmässä pohjautuvat tehtaan omaan listaukseen. Jokaiselle elementtityypille on annettu oma vaikeuskertoimensa. Elementin neliöt kerrottuna vaikeuskertoimella antavat kannustene-liöt, jonka perusteella elementtityöntekijöille maksetaan kannustepalkkio. Tämän lisäksi elementtityyppeä käytetään lomakkeen esitietojen tulostukseen. Elementtityypit ja vaikeuskertoimet on esitetty liitteessä 7.

### 5.2.1 Prosessinseurantalomake

Prosessinseurantalomakkeella (liite 6) seurataan elementtien esivalmistusta. Tavoitteena on saada tietoa esivalmistuksen kestosta, kohdentaa työntekijöille maksettavaa kannustepalkkiota oikeudenmukaisemmin ja saada tietoa milloin esivalmistus on valmis. Toisin sanoen tavoitteena on varmistaa, että kun elementti on suunniteltu valmistettavaksi, siihen on tarvittavat raudoitteet ja muottiosat valmiina.

Tältä osin lomake on hyvin yksinkertainen. Jokaisella tehtaan työntekijällä on oma kolminumeroinen henkilökoodi, joka syötetään lomakkeen ”tekijä” kohtaan. Tämä yksilöi raudoitteiden, muotin tai esikasauksen tekijän. Kun osatyövaihe aloitetaan, lomakkeen kohtaan ”aloitus” merkitään rasti. Merkinnästä tallentuu

automaattisesti aikatieta järjestelmään. Ja kun osatyövaihe, esimerkiksi elementin raudoitteet, ovat valmiina, merkitään rasti kohtaa ”lopetus”. Myös tästä tallentuu automaattisesti aika tietojärjestelmään. Näillä kolmella merkinnällä järjestelmässä on tieto, kuka on tehnyt osatyövaiheen, kauanko osatyövaiheen teko kesti ja onko osat valmiina.

Kun elementtiä aletaan valmistamaan, merkitsee elementtityöntekijä ” elementin kasaus”-kohtaan omat tietonsa. Tällöin nähdään koska elementtiä on aloitettu valmistamaan. Kun muotti on kasattu pöydälle, elementtityöntekijä suorittaa ensimmäiset mittaukset elementistä. Lomakkeeseen tulostetaan automaattisesti elementtien tiedoista elementin korkeus, leveys ja karkeakuva elementistä. Tällä pyritään estämään valmistusvirheitä muotin kasauksessa. Kun elementtiin on asennettu suunnitellut raudoitteet, nosto-, teräs- ja sähköosat, ne merkataan asennetuiksi ja tarkastetuiksi. Lisäksi raudoituksista tarkastetaan jatkospituudet ja suojabetonointi, jotta ne ovat suunnitelmien mukaiset. Nämä tarkastukset tehdään jokaiselle elementille.

Koska elementeillä on monia käyttötarkoituksia, on niihin suunniteltu käyttötarkoitusten perusteella erilaisia valmisosia. Valmisosia on nykypäivän elementeissä erittäin paljon ja niiden luettelointi on haastavaa. Ja koska valmisosia on lukematon määrä, niiden yksilöiminen tarkastuslomakkeelle on haastavaa. Kuitenkin voidaan todeta eri elementtityypeille yksilöllisiä valmisosia. Esimerkiksi parveke-elementeissä ei tyypillisesti ole eristeitä, mutta ne täytyy kiinnittää taloon esimerkiksi kannatinputkilla, parvekesaranoilla tai ulokeraudoitteilla. Sandwich elementeille tyypillistä on, että ne sisältävät eristeen, ansaat ja julkisivupinnan.

Lomakkeeseen esitulostetun elementtityyppi -numeron perusteella lomakkeisiin tulostetaan elementtityypille tyypilliset valmisosat, joita elementtityöntekijä asennuksen jälkeen tarkastaa ja merkitsee lomakkeeseen. Näin lomakkeesta saadaan tiiviimpi ja paremmin käyttöön soveltuva. Tavoitteena on, ettei tarvitse tehdä turhia merkintöjä. Ensimmäinen versio tuotetyypeittäin muuttuvasta tarkastuslomakkeen osasta on esitetty liitteessä 5.

Mikäli tehdään suunnitelmasta poikkeavia ratkaisuja, on ne merkittävä poikkeamiksi ja lyhyesti selitettävä siihen varattuun ruutuun.

Kun elementti on todettu valukelpoiseksi, työnjohtaja kuittaa valuluvan elementille.

### **5.2.2 Tarkastuslomake**

Tarkastuslomaketta (liite 6) täyttävät elementtityöntekijät, työnjohto ja viimeistelijät. Lomake alkaa betonilujuuksien ja rasitusluokkien täytöllä. Pääasiassa käytetyt lujuudet ja rasitusluokat on esitulistettu lomakkeeseen. Tilaa on myös merkitä harvinaisemmin käytetyt lujuudet. Elementeissä käytetty betoni on pystyttävä jäljittämään siihen erään, josta elementti on valmistettu. Tehtaalle betonin toimittaa Rudus Oy ja heidän kuormakirjansa kolme viimeistä numeroa yhdessä päivämäärän kanssa, ovat riittävä tieto yksilöimään elementissä käytetty betonierä. Näin jäljitettävyyttä säilyy.

Kun betoni on saavuttanut purkulujuuden, muotit puretaan ja elementti siirtyy viimeisteltäväksi. Viimeistelijä merkitsee itsensä elementille ja aloittaa viimeistely-, sekä tarkastustyöt. Jokainen elementti mitataan sekä tarkastetaan pintojen laatu ja teräsosien sijainnit. Tehdyt mittaukset kirjataan tarkastuslomakkeeseen. Lisäksi merkitään mahdolliset valun jälkeiset varustelut, kuten suojatutit s-pisteiden päihin tai että kaidepuut ovat asennettu asianmukaisesti.

Kun viimeistelijä on todennut elementin varastovalmiiksi, tekee työnjohto vielä oman tarkastuksen ja toteaa elementin valmiiksi tai merkitsee lomakkeeseen, mikäli korjattavaa vielä on. Ennen kuin korjaus on kuitattu, elementti ei saa lähteä työmaalle.

### **5.2.3 Varastolomake**

Seuraavana päivänä elementin valuista, tulostetaan varastolomake, josta näkee valetut elementit. Kun elementti on viety varastoon, varastopaikka merkitään lomakkeeseen ja tieto tallentuu järjestelmään. Mikäli elementille ei päivän tule varastopaikkaa, elementti tulostetaan seuraavana päivänä lomakkeelle uudelleen, niin pitkään kunnes varastopaikka määritellään. Muita tarvittavia tietoja lomak-

keeseen on elementin koko tiedot ja tieto siitä, onko elementti viimeistelty ja valmis. Myös sisäkierteisten nosto-osien tulostus lomakkeeseen helpottaa varastomiesten valmistautumista nostoihin.

### **5.3 Raportointi**

Tehtaalla viikkopalavereissa läpikäytävät raportit tulostetaan suoraan järjestelmästä. Näissä tarkastellaan koko tehtaan onnistumista rahallisesti ja neliömääräisesti. Raporteissa esitetään tuotannon onnistuminen rahassa suhteessa budjettiin, neliömäärät suhteessa budjetoituihin neliömääriin. Myös euroa/työtunti, neliötä/työtunti ovat keskeisiä tunnuslukuja tehtaan tuotannosta. Lisäksi viikoittain raportoidaan valmistettujen elementtien keskikoot, keskineliöhinnat ja sairauslomaprocentti. Kun koko tehtaan tunnusluvut ovat selvillä, raportoidaan tuotantolinjakohtaisesti samat asiat. Tällöin toimihenkilöt pystyvät näkemään visuaalisesti tehtaan tuotannon ja osoittamaan mahdolliset häiriöt tuotannossa. Nämä raportit tulostetaan uudesta järjestelmästä.

### **5.4 Tarvittavat tietoliikenne ratkaisut**

Tehtaalle on rakennettava tietoliikenneverkko, jotta tietojen keruu onnistuu ja on myös asennettava oma palvelin, jossa järjestelmä toimii. Kynäjärjestelmän tallentamat tiedot on mahdollista purkaa telakan kautta järjestelmään. Kuitenkin työn sujuvoittamiseksi tehtaalle rakennetaan verkko, joka tukee Bluetooth-tekniikkaa.

Verkko tehtaalla rakennetaan siten, että jokaisella tuotantolinjalla kynää pystytään käyttämään muotin vieressä. Elementtivarastossa kynän tiedot luetaan telakan avulla. Pullonkaulauksi tiedonkeruussa saattaa muodostua kynien riittävä määrä. Jokaisella tuotantolinjalla on samanaikaisesti työssä noin 30 henkeä. Raudoittamoon ja muottiverstaalle annetaan omat kynät, koska käyttöä niille siellä on koko työvuoron ajan. Tuotantolinjoille on suunniteltu 6kpl kyniä / linja. Näin varmistetaan että jokaisella teossa olevalla teräsmuottipöydällä on yksi kynä käytössään, toisin sanoen yksi kynä per 3 elementtityöntekijää. Lisäksi työnjohdolle tulee omat kynänsä.

## 6 POHDINTA

Uuden tuotannonohjausjärjestelmän käyttöönotto elementtitehtaalle on suuri projekti. Lähtötietoja ja erilaisia toimintamalleja on useita ja niiden huomioon ottaminen on haastava tehtävä. Lähtökohtaisesti koko prosessin laaja tuntemus on avainasia onnistuneeseen siirtymiseen uuteen järjestelmään. Työstä teki hankalan pilottivaiheen järjestelmän lähtötietojen vähäisyys ja järjestelmän testauksen vähäisyys tehtaalla. Kuitenkin järjestelmän käyttöönoton näkökulmasta työn lähtötiedot ja räätälöintivaihe tukevat sujuvaa käyttöönottoa hyvin.

Opinnäytetyö antaa mahdollisuuden ottaa järjestelmä käyttöön tehtaalla, mutta kehittämisen täytyy jatkua jokaisella osa-alueella päivittäisessä työssä käyttöönoton jälkeenkin. Koska kyseessä on uusi järjestelmä, tulee tehtaalla kerätä tietoa järjestelmän puutteista ja raportoida niitä toimittajalle puutteiden korjaamiseksi.

## LÄHTEET

Digiprofit Oy. n.d. Tiedonkeruu. Luettu 10.4.2020. <http://www.digiprofit.fi/index.php?page=tiedonkeruu>

Elematic Oy. 2019. Plant Control brochure. <https://www.elematic.com/en/solutions-and-machinery/renewing-existing-production/eliplan/plant-control/>

Hemilä J. Pötry J. Häkkinen K. 2009. Tuotannonohjaus ja tietojärjestelmät:kokeuksia sekä kehittämisperiaatteita, Helsinki. VTT

Lehtinen A. Myyntipäällikkö. 2020 Sähköpostihaastattelu 14.2.2020. Haastattelija Mäkimarttunen T. Valkeakoski

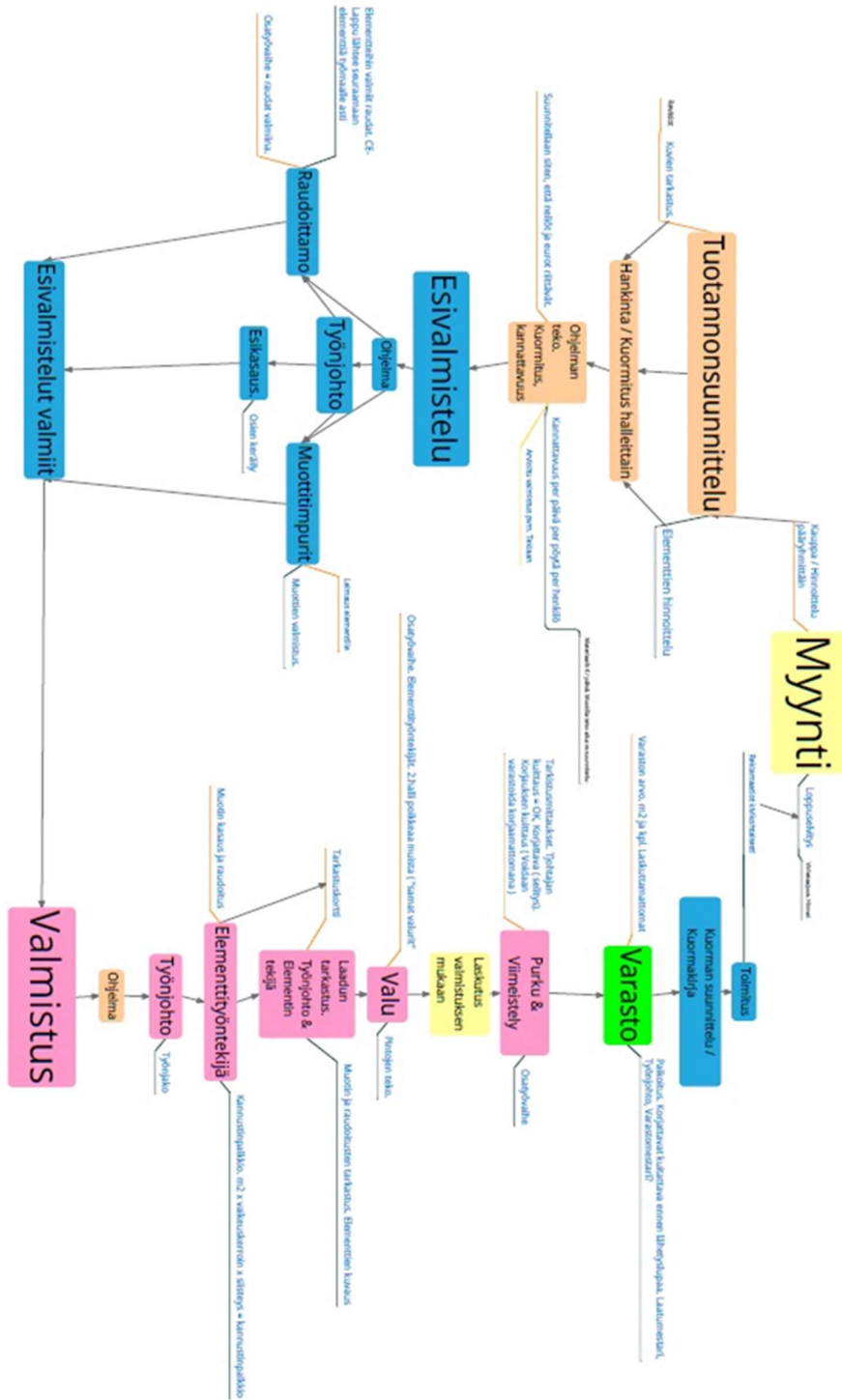
Rautaouma R. säätiö. 2014., Tuotannonsuunnittelu- ja -ohjaus, <http://www.logistiikanmaailma.fi/tuotanto/tuotannonsuunnittelu-ja-ohjaus/>

VaBe Oy. 2020. VaBe Oy. Luettu 12.3.2020. [www.vabe.fi](http://www.vabe.fi)



LIITTEET

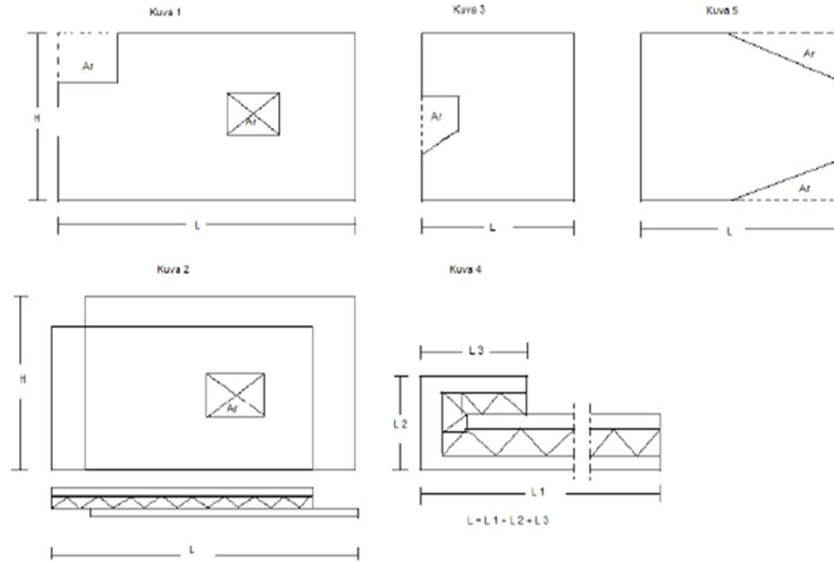
Liite 1. Tehtaan prosessikaavio



## Liite 2. Laskentaohje

### Betonelementtien määrälaskentaohje

Levyelementtien määrät mitataan neliömetreinä ( $A = H * L$ ). Levyelementtien pinta-alat lasketaan äärimittojen mukaan (kuva 1, 2, 3 ja 5), käännyvät piletit lasketaan pinta-alaan (kuva 4). Mikäli elementti sisältää useampaa kuin yhtä yksikköhintaa, määräytyy hinta kalleimman mukaan. Elementtien pienin veloittava yksikkö on 3 m<sup>2</sup> tai 3 jm. Sokkeleiden ja seinäelementtien minimilaskutus korkeus on 1m. Smyygejä ei neliöidä, jos smyygeissä on laatta tai ne pinnoitetaan, veloitetään niistä erillinen lisähinta. Rappauselementeissä smyygit laskutetaan elementin neliöhinnalla (lasketaan eristeen paksuisena). Aukkovähennys lasketaan valoaukon mukaan siten, että alle 1 m<sup>2</sup> ovi- ja ikkuna-aukkoja ei vähennetä ja vähennyksen osuus pinta-alasta on enintään 30 %. Pilarit ja palkit mitataan juoksumetreinä edellistä soveltaen minimiveloitus on 3 jm/kpl.



Tehdas pidättää oikeuden tarkastaa monimuotoisten elementtien hinnat loppuselityksen yhteydessä.

Lähde: VaBe Oy Yksikköhintaluettelo, toiminta- ja määrälaskentaohje 2018-3

### Liite 3. Elementeistä käsin syötettävät tiedot

Listaus elementistä syötettävistä tiedoista uuteen järjestelmään. Mikäli kuvia ei saada suoraan teklasta.

Tiedot joita syötetään

- mittatiedot: Pituus\*korkeus ja vahvuus ( Max Korkeus, Max leveys, mikäli rautoja tms. ulokkeita )
- paino
- m<sup>2</sup> ( aukkovähennykset, nettoneliöt tai umpeen tai 30% vähennys ) laskentasääntöjen mukaan.
- betonilaatu (esim. C35/35 Xc4, Xf3)
- a' hinta / neliö
- laskutus valmistuksen mukaan prosentteina
- summa (laskenta lähtötiedoista)
- valmistus päivämäärä
- kuva saapunut (pvm, toimitustapa @,itse tulostus, posti)
- revisio (määrä ja päivämäärä, rev.määrät) "tehtaan revisio"
- lähetysnumero
- lähetys Pvm
- Tuotantolinja jossa valmistettu tai valmistetaan, myös alihankintaan oma tieto
- varastopaikka
- huomioita
- kilot raudoista, verkot
- kaikki erikoisosat talteen (weldat, nostolenkit kaput, eristeet jne.) osien hinnoittelu, ostohinnat
- pintakäsittely - molemminpuolin
- kerroin elementtityypeittäin.

Vertailu tyyppikuviin vs. toteutuneisiin. Osat jne. " Lisälaskutus ruutu, mikäli osia ei tyyppikuvissa.

Tuntivertailu? Ohjetyöaika vs. toteutunut. Vain elementtityöntekijän osalta.

## Liite 4. Tarkastuskortti

**VaBe**  
Käytävä Betoni

**ELEMENTIN TARKASTUSKORTTI** v.3.2 9.11.2017 Tulostettu 13.9.2018

Käytä kuulakärkikynnää.

Työnro	Elementti-tunnus	Pöytäno / Halli	Valupäivä	Kellonaika	Tarkastuspäivä
Tekijät			Työnjohtaja	Betonikuorman nro	
			Valutyöntekijät		

Tarkastettavat asiat ennen valutyn alkua ja sen aikana (Työnjohtaja antaa valuluvan kun tarkistettu):

Betonilaatu: Lujuus, rasitusluokka ja käyttöikä	SUUNNITELTU			TOTEUTETTU 100V.			SEMENTTILAATU
	C25/30 <input type="checkbox"/>	XC1 <input type="checkbox"/>	XF1 <input type="checkbox"/>	C25/30 <input type="checkbox"/>	XC1 <input type="checkbox"/>	XF1 <input type="checkbox"/>	Rapid <input type="checkbox"/>
	C28/35 <input type="checkbox"/>	XC2 <input type="checkbox"/>	XF2 <input type="checkbox"/>	C28/35 <input type="checkbox"/>	XC2 <input type="checkbox"/>	XF2 <input type="checkbox"/>	Plus <input type="checkbox"/>
	C30/37 <input type="checkbox"/>	XC3 <input type="checkbox"/>	XF3 <input type="checkbox"/>	C30/37 <input type="checkbox"/>	XC3 <input type="checkbox"/>	XF3 <input type="checkbox"/>	Pika <input type="checkbox"/>
	C32/40 <input type="checkbox"/>	XC4 <input type="checkbox"/>		C32/40 <input type="checkbox"/>	XC4 <input type="checkbox"/>		Valko <input type="checkbox"/>
C35/45 <input type="checkbox"/>	XC3,4 <input type="checkbox"/>	50v <input type="checkbox"/>	C35/45 <input type="checkbox"/>	XC3,4 <input type="checkbox"/>			
Muu: C /	XC	100v <input type="checkbox"/>	C /	XC			

Huom! Erikoisteräsovat: asennuksessa mittatoleranssit Toleranssiluokka 1  2  (TARKASTAJAN MITTATOLERANSSIT)

Työnjohtajan valulupa klo			
Varustelu ennen valua		Varustelu valun jälkeen	
<input type="checkbox"/> OK Nosto-osat	<input type="checkbox"/> OK Muotin tuenta	<input type="checkbox"/> OK Suojatutit	
<input type="checkbox"/> OK Raudoitus	<input type="checkbox"/> OK Eristeet	<input type="checkbox"/> OK Muovitukset	
<input type="checkbox"/> OK Jatkojohdot	<input type="checkbox"/> OK Ansaat	<input type="checkbox"/> OK Kaidepuut	
<input type="checkbox"/> OK Vajjerilenkin aputeräket	<input type="checkbox"/> OK Sähköt	<input type="checkbox"/> OK Muut	
<input type="checkbox"/> OK Vemot	<input type="checkbox"/> OK Sewatekit	<input type="checkbox"/> OK	
<input type="checkbox"/> OK Lepotasokannakkeet	<input type="checkbox"/> OK Turvaosat	<input type="checkbox"/> OK	
<input type="checkbox"/> OK Kaideholkit	<input type="checkbox"/> OK Betonipeite	<input type="checkbox"/> OK	
<input type="checkbox"/> OK Muut teräsovat	<input type="checkbox"/> OK	<input type="checkbox"/> OK	

Elementin kuvaus ja päämitat.  Elementti käännetty muotilla - saa tehdä vain suunnittelijan luvalla!

Kuvaan piirretään myös aukot ja tarkistettut mitat.

		Sisäkuori /	Eriste /	Ulkokuori
	L	/	/	/
	Mitattu	/	/	/
	H	/	/	/
	Mitattu	/	/	/
	D	/	/	/
Mitattu	/	/	/	

OK  Mittavirhe

Mittauksen suorittaja	Vaarnalenkit
	Suunniteltu VS-SLIM <input type="checkbox"/> VS-80 <input type="checkbox"/> VS-100 <input type="checkbox"/> VS-120 <input type="checkbox"/> VSH-140 <input type="checkbox"/> PASI- <input type="checkbox"/>
	Toteutettu VS-SLIM <input type="checkbox"/> VS-80 <input type="checkbox"/> VS-100 <input type="checkbox"/> VS-120 <input type="checkbox"/> VSH-140 <input type="checkbox"/> PASI- <input type="checkbox"/>

Valmiin elementin tarkastus

Betonin lujuus	purettaessa	Mpa	<input type="checkbox"/> Taulukko	<input type="checkbox"/> Kimmovasara
	kuormattaessa	Mpa	<input type="checkbox"/> Taulukko	<input type="checkbox"/> Kimmovasara
<input type="checkbox"/> OK Muottipinta	<input type="checkbox"/> Korjattavaa, mitä			Korjaaja
<input type="checkbox"/> OK Hiertopinta	<input type="checkbox"/> Korjattavaa, mitä			
<input type="checkbox"/> OK Sähköputket	<input type="checkbox"/> Korjattavaa, mitä			
<input type="checkbox"/> OK Vemot	<input type="checkbox"/> Korjattavaa, mitä			
<input type="checkbox"/> OK Varaukset	<input type="checkbox"/> Korjattavaa, mitä			
<input type="checkbox"/> OK Tartunnat	<input type="checkbox"/> Korjattavaa, mitä			
<input type="checkbox"/> OK Viisteet, kynäpyöritykset	<input type="checkbox"/> Korjattavaa, mitä			
<input type="checkbox"/> OK Tunnuslappu	<input type="checkbox"/> Korjattavaa, mitä			

Suunnitteluvirheiden selvittelyyn käytetty aika \_\_\_\_\_ hlömin yht (työnjohto \_\_\_\_\_, työntekijät \_\_\_\_\_, koneet \_\_\_\_\_)

Selvittelyn aihe, valun viivästyminen, yms:

Muita huomioita:

Arto Seppälä   
Miikka Lehtinen   
Tiina Samula

**POCOPHONE**  
SHOT ON POCOPHONE F1

Tarkastusvaltuutetun allekirjoitus \_\_\_\_\_ Nimenselvennys \_\_\_\_\_

fdhdf

Lähde: VaBe Oy

Prosessin seuranta				// Jokaisen elementin mukana kullekin dokumentti		
Työnumero	Kohteen nimi	Elem.tyyppi		Kerrain		
<b>Raudoittamo</b>						
	Koodi	aloitus	lopetus	Tekijä 2 Tekijä 4	Koodi	aloitus lopetus
	Tekijä 1 Tekijä3 MEP. Käyt.					
<b>Muottitimpurit</b>						
	Koodi	aloitus	lopetus	Tekijä 2	Koodi	aloitus lopetus
	Tekijä 1 Tekijä3					
<b>Esikasaus</b>						
	Koodi	aloitus	lopetus			
	Tekijä 1					
<b>Elementin kasaus</b>						
	Koodi	aloitus	lopetus	Tekijä 2 Tekijä 4	Koodi	aloitus lopetus
	Tekijä 1 Tekijä3					
<b>Muotilla tehtävät mittaukset</b>						
// Tähän kuten palaverissa sovittiin: Naamakuva ohjelmasta, mikäli mahdollista Tarviko olla näin iso kuva? Tiivistämistä ajatellen, jos saataisiin työstettyä kahteen sivuun koko hommaa? Jos ei niin sitten tietysti näin						
	Mitat suunniteltu	Muotti	Kuva tähän?			
kork. lev. jne.						
<b>Muotilla tehtävät tarkastukset</b>						
	Nosto-osat Turva-osat Raudoitukset Jatkospituudet	Vemot Tuenta Varaukset Betoniperte	selitys poikkeamille			
			Työnjohdon kulitus poikkeamille			
<b>Elementityypin mukaan tehtävät tarkastukset // Valtava boksi,</b>						
					Halli 4	pöytä 7
	Valulupa					

Tarkastuslomake							
Työnumero	Kohteen nimi	Elem. tyyppi		Kerroin			
Betonileadut	Toteutunut:	uk	sk	Rasitukset		Sementti	
Kuormakirjan num.				xc1	xf1	Rapid	
Tähän suunnitellut	Lujuus:			xc2	xf2	Plus	
Laadut??	C30/37			xc3	xf3	Pika	
uk:	C37/45			xc4		Valko	
sk:	C45/55			Muut:			
	Muut:						
<b>Viimeistelijät</b>							
	Koodi	aloitus	lopetus		Koodi	aloitus	lopetus
Tekijä 1				Tekijä 2			
<b>Valmiin elementin tarkastukset</b>							
Mittaukset tähän. Ristimitas ei koko elementistä. Aukoista ristimitan erotus.							
Elementtityypin mukaan tehtävät tarkastukset // Vaihduks boks,							
<b>Varustelu valun jälkeen</b>							
vaipnut				Väbe- Taki			
muut				muut			
kaldepuut				//tähän täytyy vielä panostaa ja keksii asiat			
Työjohtajan kuitaus väriaktiivimiksi							
Työjohtajan kuitaus							
	koodi	Ok	Korjettavaa	HUOM!			
Työjoht.							

## Vaihtuvat "boxit" Proessin seurantaan. Elem. Tyypin mukaan

Välitehnyt	OK	Ei Ole	Pölkkeä
Välitehnyt			
Kalduhokit			
Tedlokat			
Sähköt			
Seuotit			

Parvekkeet ja maaselit	OK	Ei Ole	Pölkkeä
Ulkeraudoitteet (putket, sähkö.)			
Pu-uot			
Välteet			
Vedurat			
Kalvat			
Lajotit			

Sähköt	OK	Ei Ole	Pölkkeä
Erize			
Kalduhokit			
Tedlokat			
Sähköt			

Piletit ja kuoret	OK	Ei Ole	Pölkkeä
Pu			
Tedlokat			
Uot			

Sandwich-elementit	OK	Ei Ole	Pölkkeä
Erize			
Kalduhokit			
Tedlokat			
Sähköt			
Välteet / kynäpöytätyöt			
Anaot			
Ulkopinta ( tilat, urat jne. )			

Muut, ( Piletit kullut, tu OK	Ei Ole	Pölkkeä
Pölkkeä		
Kone2000		

Tyyppin mukaan muuttuva Tarkastuslomake sivuun

Väliseinät	OK	Ei Ole	Poikkeava
Väliseinät Väliseinäkittit Kaidehokit Teräsovat Sähköt Sewatekit			

Parvekkeet ja ma	OK	Ei Ole	Poikkeava
Ulokeraudoitteet (putket, sähkök.) P4x -osat Viisteet Vesiuorat Kaivot Lepotasot			


Sisäkuoret	OK	Ei Ole	Poikkeava
Eriste Kaidehokit Teräsovat Sähköt			

Pielet ja Kuoret	OK	Ei Ole	Poikkeava
P4x Teräsovat Urat			

Sandwich -elementit	OK	Ei Ole	Poikkeava
Eriste Kaidehokit teräsovat sähköt viisteet / kynäpyöristykset ansaat Ulkopinta (bileet, urat jne.)			

Muut. (Pilarit kalliut, OK	OK	Ei Ole	Poikkeava
Pilarikengät Kone2000			





## PROSESSIN SEURANTA

FAARMASTE ESTROISTA.

sivu 1

---

Tutkimus:

Käsiteltävä aine:

Päivämäärä/kuukausi:

Päivämäärä/tunti:

Välitehtävä:

---

**SAUKOITUSVAIHE**

Koodi:		Koodi:	
Tekijä 1:	A L A L	Tekijä 2:	A L A L
Tekijä 2:	A L A L	Tekijä 4:	A L A L
MSP Myc:	A L A L		

VALMIS  
V

---

**LUOKAN KÄYTTÖVAIHE**

Koodi:		Koodi:	
Tekijä 1:	A L A L	Tekijä 2:	A L A L
Tekijä 2:	A L A L		

VALMIS  
V

---

**NEURONIKKAUS**

Koodi:	
Tekijä 1:	A L A L

VALMIS  
V

---

**HEIKKILÄISYYSVAIHE**

Koodi:		Koodi:	
Tekijä 1:	A L A L	Tekijä 2:	A L A L
Tekijä 2:	A L A L	Tekijä 4:	A L A L

VALMIS  
V

---

**MIEHÄKUNNAN KÄYTTÖVAIHE**

a1 =   
 a2 =

	c1	c2	
b1			b2

a1 = <input style="width: 40px;" type="text"/> <input style="width: 40px;" type="text"/>	a2 = <input style="width: 40px;" type="text"/> <input style="width: 40px;" type="text"/>
a2 = <input style="width: 40px;" type="text"/> <input style="width: 40px;" type="text"/>	a3 = <input style="width: 40px;" type="text"/> <input style="width: 40px;" type="text"/>
b1 = <input style="width: 40px;" type="text"/> <input style="width: 40px;" type="text"/>	a (yhteensä) = <input style="width: 40px;" type="text"/> <input style="width: 40px;" type="text"/>

---

WATERLOO

 This document is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike license. For more information, see the license at <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

2 (4)

**VaBe**  
VARMASTI OSTONISTA.

**PROSESSIN SEURANTA**

sivu 2

---

Pöytänumero:     
 Kuitteen nimi:     
 Pöytänumero:     
 Pöytänumero:     
 Työkalun nimi:

---

**VAIKKEIDEN SEURANTA**

-> Nöyrytykset <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	-> Viat <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
-> Turvaukset <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	-> Muutkin laitteet <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
-> Käsitölkäykset <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	-> Yhteistyökäsit <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
-> Jäsenkäsittelijät <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	-> Betsuipolttimet <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

Pöytänumero:

Työkalujen kuitteen nimitykset:

---

**VAIKKEIDEN SEURANTA**     **PARVEKOKKEET JA MASSIVIT**

-> Parvekokkeet <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	-> Väliuutimet <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	-> Parvekokkeet <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	-> Väliuutimet <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
-> Parvekokkeet <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	-> Käsitölkäykset <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	-> Väliuutimet <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	-> Käsitölkäykset <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
-> Pöytä - kokkeet <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	-> Yhteistyökäsit <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	-> Väliuutimet <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	-> Käsitölkäykset <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
-> Yhteistyökäsit <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	-> Leikkurit <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	-> Väliuutimet <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	-> Käsitölkäykset <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

Pöytänumero:

Työkalujen kuitteen nimitykset:

---

**VARUSTUS:**

Työkalun nimi:     
 Koodi:       
 Aika:  X    
 Työkalun nimi:     
 Koodi:       
 Pöytänumero:

---

**VALMISTUS:**

Koodi: <input style="width: 30px;" type="text"/> <input style="width: 30px;" type="text"/> <input style="width: 30px;" type="text"/>	Aika (A) ja laatu (L): <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Koodi: <input style="width: 30px;" type="text"/> <input style="width: 30px;" type="text"/> <input style="width: 30px;" type="text"/>	Aika (A) ja laatu (L): <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Työkalu 1		Työkalu 2	
Työkalu 3		Työkalu 4	

**VALMISTUS**

---

**VALMISTUS:**

Koodi: <input style="width: 30px;" type="text"/> <input style="width: 30px;" type="text"/> <input style="width: 30px;" type="text"/>	Aika (A) ja laatu (L): <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Koodi: <input style="width: 30px;" type="text"/> <input style="width: 30px;" type="text"/> <input style="width: 30px;" type="text"/>	Aika (A) ja laatu (L): <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Työkalu 1		Työkalu 2	
Työkalu 3		Työkalu 4	

**VALMISTUS**

Tämä dokumentti on luokiteltu salaiseksi. Sen sisältö on tarkoitettu vain henkilökunnan käyttöön. Kaikki tiedot on pidettävä salaisena.



# TARKASTUKSET

sivu 3

<b>Tuotteen nimi</b>	<b>Tuotteen kuva</b>	<b>Pakkausmuoto</b>	<b>Pakkausmäärä</b>	<b>Väliteollisuus</b>																						
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>																						
<b>REKONLAATU</b>																										
<b>Rekonstruoidun laadun LPC</b>	<b>Lajus LPC</b>	<b>Lajus BPC</b>	<b>Reititelmä</b>	<b>Sementti</b>																						
<input type="text"/>	C03037 <input type="checkbox"/>	C03037 <input type="checkbox"/>	X021 <input type="checkbox"/> XF1 <input type="checkbox"/>	Regio <input type="checkbox"/>																						
<b>Rekonstruoidun laadun BPC</b>	C03045 <input type="checkbox"/>	C03045 <input type="checkbox"/>	X022 <input type="checkbox"/> XF2 <input type="checkbox"/>	Plus <input type="checkbox"/>																						
<b>Korotuskerroksen numeroinen 2. väliosa:</b>	C03055 <input type="checkbox"/>	C03055 <input type="checkbox"/>	X023 <input type="checkbox"/> XF3 <input type="checkbox"/>	Plus <input type="checkbox"/>																						
1. korotuskerros <input type="text"/>			X024 <input type="checkbox"/>	Valko <input type="checkbox"/>																						
2. korotuskerros <input type="text"/>	<b>Määrä</b> <input type="text"/>	<b>Määrä</b> <input type="text"/>	<b>Määrä</b> <input type="text"/>	<b>Määrä</b> <input type="text"/>																						
<b>YHTEYSTIEDOT</b>																										
<b>Koodi:</b>	<b>Mittaus (A) ja kappale (S):</b>	<b>Koodi:</b>	<b>Mittaus (A) ja kappale (S):</b>	<b>VALMIS</b>																						
Tekijä 1: <input type="text"/>	A L A L	Tekijä 2: <input type="text"/>	A L A L	<input type="checkbox"/>																						
<b>ALUEIDEN MITOITUS (KOKO)</b>																										
<b>Aukon reitittämisen arvo (mm):</b>	<table border="1" style="width:100%; height:100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td colspan="2" style="text-align:center;">a1</td></tr> <tr><td style="width:50%;"></td><td style="width:50%;"></td></tr> <tr><td style="width:50%;"></td><td style="width:50%;"></td></tr> <tr><td style="width:50%;"></td><td style="width:50%;"></td></tr> <tr><td style="width:50%;"></td><td style="width:50%;"></td></tr> <tr><td style="width:50%;"></td><td style="width:50%;"></td></tr> <tr><td style="width:50%;"></td><td style="width:50%;"></td></tr> <tr><td style="width:50%;"></td><td style="width:50%;"></td></tr> <tr><td style="width:50%;"></td><td style="width:50%;"></td></tr> <tr><td style="width:50%;"></td><td style="width:50%;"></td></tr> <tr><td colspan="2" style="text-align:center;">a2</td></tr> </table>				a1																				a2	
a1																										
a2																										
1. aukko <input type="text"/>																										
2. aukko <input type="text"/>																										
3. aukko <input type="text"/>																										
<b>Pöytä:</b> <input type="text"/>	<b>Muuri:</b> <input type="text"/>																									
a1 = <input type="text"/>	a2 = <input type="text"/>																									
a2 = <input type="text"/>	a (jakkola) = <input type="text"/>																									
a3 = <input type="text"/>																										
<b>Aukon reitittämisen arvo (mm):</b>	<table border="1" style="width:100%; height:100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td colspan="2" style="text-align:center;">a1</td></tr> <tr><td style="width:50%;"></td><td style="width:50%;"></td></tr> <tr><td style="width:50%;"></td><td style="width:50%;"></td></tr> <tr><td style="width:50%;"></td><td style="width:50%;"></td></tr> <tr><td style="width:50%;"></td><td style="width:50%;"></td></tr> <tr><td style="width:50%;"></td><td style="width:50%;"></td></tr> <tr><td style="width:50%;"></td><td style="width:50%;"></td></tr> <tr><td style="width:50%;"></td><td style="width:50%;"></td></tr> <tr><td style="width:50%;"></td><td style="width:50%;"></td></tr> <tr><td style="width:50%;"></td><td style="width:50%;"></td></tr> <tr><td colspan="2" style="text-align:center;">a2</td></tr> </table>				a1																				a2	
a1																										
a2																										
1. aukko <input type="text"/>																										
2. aukko <input type="text"/>																										
3. aukko <input type="text"/>																										
<b>Pöytä:</b> <input type="text"/>	<b>Muuri:</b> <input type="text"/>																									
a1 = <input type="text"/>	a2 = <input type="text"/>																									
a2 = <input type="text"/>	a (jakkola) = <input type="text"/>																									
a3 = <input type="text"/>																										

Pöytä: 2,000 x 600 x 800 mm | Muuri: 2,000 x 600 x 800 mm | Koko: 2,000 x 600 x 800 mm | Koko: 2,000 x 600 x 800 mm

This document is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike license. For more information, please visit: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

4 (4)



## TARKASTUKSET

sivu 4

Työnumero:	Kohteen nimi:	Elementtiruutu:	Elementtityyppi:	Valtuutettiin:
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<b>VALMIIN ELEMENTIN TARKASTUKSET</b>		<b>PARVEKKEET JA MASSIIVIT</b>		
→ Parvekeputket	<input type="checkbox"/> ok <input type="checkbox"/> - <input type="checkbox"/> ps	→ Vesikurat	<input type="checkbox"/> ok <input type="checkbox"/> - <input type="checkbox"/> ps	<input type="checkbox"/> ok <input type="checkbox"/> - <input type="checkbox"/> ps
→ Parvekesararat	<input type="checkbox"/> ok <input type="checkbox"/> - <input type="checkbox"/> ps	→ Kalvot	<input type="checkbox"/> ok <input type="checkbox"/> - <input type="checkbox"/> ps	<input type="checkbox"/> ok <input type="checkbox"/> - <input type="checkbox"/> ps
→ P4x -osat	<input type="checkbox"/> ok <input type="checkbox"/> - <input type="checkbox"/> ps	→ Varaukset	<input type="checkbox"/> ok <input type="checkbox"/> - <input type="checkbox"/> ps	<input type="checkbox"/> ok <input type="checkbox"/> - <input type="checkbox"/> ps
→ Virsteet	<input type="checkbox"/> ok <input type="checkbox"/> - <input type="checkbox"/> ps	→ Lapotukset	<input type="checkbox"/> ok <input type="checkbox"/> - <input type="checkbox"/> ps	<input type="checkbox"/> ok <input type="checkbox"/> - <input type="checkbox"/> ps
Saihy poikkeamille:				
<input type="text"/>				
Työnjohtajan kuittaus poikkeamille:				
<input type="text"/>				
<b>VARUSTELU VALUN JÄLKEEN</b>				
→ Suojatuffi	<input type="checkbox"/> ok <input type="checkbox"/> - <input type="checkbox"/> ps	→ Vabe -tuki	<input type="checkbox"/> ok <input type="checkbox"/> - <input type="checkbox"/> ps	
→ Muovit	<input type="checkbox"/> ok <input type="checkbox"/> - <input type="checkbox"/> ps	→ Muut	<input type="checkbox"/> ok <input type="checkbox"/> - <input type="checkbox"/> ps	
→ Kaldepuut	<input type="checkbox"/> ok <input type="checkbox"/> - <input type="checkbox"/> ps	→ ...kesken...	<input type="checkbox"/> ok <input type="checkbox"/> - <input type="checkbox"/> ps	
<b>TYÖNJOHDON KUITTAUS</b>				
Työnjohtaja:	koodi: <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	OK: <input checked="" type="checkbox"/>	Korjattavaa: <input type="text"/>	HUOMI: <input type="text"/>

## Liite 7. Elementtityypit ja vaikeuskertoimet

## Vaativuuskertoimet:

Väliseinä kehysraudoin	1,0
Väliseinä kehysraudoin (sähköjä > 5)	1,5
Väliseinä raudoitettu	1,8
Maanpaineseinä tai tukimuuri	2,0
VSS-seinä	2,2
Massiivilaatta	2,4
Sisäkuorielementti "kylmä"	1,8
Sisäkuorielementti, eristetty	2,1
Sisäkuorielementti, eristetty+skramlat	2,2
VaBe-rankaelementti (SK)	2,8
Ohutrappauselementti	2,7
Paksurappauselementti	3,0
Sokkeli "kylmä"	1,5
Sokkeli SW	3,3
SW-elementti, muottipinta tai maalausaluusta	3,0
SW-elementti, väribetoni tai laattapinta	3,4
SW-elementti, uritettu pinta	3,6
Parvekelaatta, kiila	2,7
Parvekelaatta, kuppi	3,0
Parvekepieli, kehysraudoin	1,5
Parvekepieli, raudoitettu 2,0	
Parvekepieli tai -kaide, väri-/ura-/laattapinta, kehysraudoin	2,0
Parvekepieli tai -kaide, väri-/ura-/laattapinta, raudoitettu	2,5
Kuorielementti	1,5
Kuormielementti, väri-/ura-/laattapinta	2,2
Pilari, pyöreä	2,5
Pilari, neliskanttinen	3,0
Teräsbetonipalkki	2,5
Hissikuilin kuppi	3,5