

Esko Kyllönen

**PUUELEMENTTILINJAN MUUTOS- JA TEHOSTAMISSUUNNITELMA**

## **PUUELEMENTTILINJAN MUUTOS- JA TEHOSTAMISSUUNNITELMA**

Esko Kyllönen  
Opinnäytetyö  
Kevät 2018  
Rakennustekniikan koulutusohjelma  
Oulun ammattikorkeakoulu

## TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu  
Rakennustekniikan koulutusohjelma, talonrakennus

---

Tekijä: Esko Kyllönen

Opinnäytetyön nimi: Puuelementtilinjan muutos- ja tehostamissuunnitelma

Työn ohjaaja: Martti Hekkanen, OAMK, Jaakko Karhumaa, LapWall Oy

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2018

Sivumäärä: 29 + 2 liitettä

---

Tämän opinnäytetyön tilaaja on Lapwall Oy, Pyhännän yksikkö. Pyhännän tehtaan päätuotteita ovat puurunkoiset seinäelementit, ykköstuotteina lämpimät seinäelementit. Lisäksi tehtaalla valmistetaan huoneistonväliset seinät (HVS), palokatkot, räystäät, kaiteet sekä katot ja välipohjat elementteinä. Asiakkaina pääosin ovat rakennusliikkeet, pienissä määrin myös yksityiset rakentajat. Kohteita on monenlaisia ja -kokoisia, suuria tuotantolaitoksia, puukerrostaloja, palvelutaloja, rivi-, pari- ja omakotitaloja. Päämarkkina-alueena on Suomi, vientiin menee noin viidennes, etupäässä Ruotsiin ja Norjaan. Lapwallilla on tehtaat myös Keuruulla ja Pälkäneellä sekä myyntiorganisaatio Ruotsissa.

Opinnäytetyössä tarkasteltiin Pyhännän yksikön kolmostuotantolinjan tämänhetkistä tilannetta, kapasiteettia sekä kustannustehokkuutta. Tarkastelussa tutkittiin myös linjalla työskentelevien määrää ja liikkuvuutta työpisteiden välillä. Työssä tarkasteltiin työpisteiden työmäärää, työtapoja sekä työntekijöiden tehokkuutta. Myös työnjohdon ja tiiminvetäjien tarpeellisuutta ja heidän roolinsa tärkeyttä arvioitiin. Työssä mietittiin tuotannon suunnittelun ja hienosuunnittelun tämän hetkistä tilaa ja niiden tärkeyttä.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tehdä suunnitelma kolmostuotantolinjan tehostamisesta nykyisten tuotteiden valmistukseen sekä linjan muutossuunnitelma lämpimien seinien valmistukseen. Suunnitelman tarkoituksena on valmistaa linjalla valmistettavaa peruselementtiä kolmannes enemmän ja kustannustehokkaammin kuin tällä hetkellä. Lämpimien seinien valmistus nykyisellä linjalla on työlästä ja tehotonta. Se on tarkoitus saada kaksinkertaistettua tämän suunnitelman avulla.

Tiedot tuotantomääristä ja tehokkuudesta saatiin vuosien varrelta kerätyistä määristä ja laskelmista, yrityksen sisäisestä tiedonkeruusta. Suunnitelmissa otettiin huomioon työnjohdon ja tuotannon työntekijöiden näkemykset.

---

Asiasanat: seinäelementti, kustannustehokkuus, tuotannosuunnittelu, investointi, tuotantomäärä

# SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	5
2	LAPWALL OY .....	6
3	LEAN-JOHTAMISFILOSOFIA .....	7
3.1	Lean-menetelmä .....	7
3.2	Esteiden teoria .....	7
3.3	Vaihtelu .....	8
3.4	5S-menetelmä .....	8
4	JUURISYYANALYYSI .....	10
5	KEHITETTÄVÄN TUOTANTOLINJAN NYKYTILANNE .....	11
5.1	Tuotantoprosessin valmistelu .....	11
5.2	Tuotantoprosessin kulku .....	12
5.2.1	Runkopöytä .....	13
5.2.2	Levyttöytä .....	14
5.2.3	Panelointipöytä .....	15
5.2.4	Yksi- tai kaksipuoleinen työstö .....	16
5.2.5	Elementin viimeistely .....	17
5.2.6	Pakkaus ja kollitus .....	18
6	TUOTANTOLINJAN ONGELMA-ANALYYSI .....	19
6.1	Rungonteko ja villoitus .....	19
6.2	Levytys ja koolaus .....	20
6.3	Ulkoverhouksen asennus .....	20
6.4	Ikkunanasennus ja pakkaus .....	21
7	KORJAUSTOIMENPITEET .....	22
7.1	Rungonteko ja villoitus .....	22
7.2	Levytys ja koolaus .....	24
7.3	Ulkoverhouksen asennus .....	24
7.4	Ikkunanasennus ja pakkaus .....	25
7.5	Yksipuoleiset työstöt .....	26
8	YHTEENVETO .....	27
	LÄHTEET .....	29
	LIITTEET .....	30

# 1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on kehittää ja suunnitella Lapwall Oy:n Pyhännän yksikön yhtä elementin tuotantolinjaa ja miettiä ratkaisut kustannustehokkuuden parantamiseksi. Työssä tutkitaan tämän hetken ongelmat ja ns. kapeikkopaikat eli pullonkaulat. Tavoitteena on nykyisen tuotantolinjan uudelleensuunnittelu ja toteutussuunnitelma, jossa minimoidaan käsityöt työpisteillä ja suunnitellaan linjasta enemmän kokoonpanolinjamainen. Työssä keskitytään pelkkään valmistuslinjaan, runkovalmistuksesta pakointiin, ei osavalmistukseen eikä varastointiin. Lean-ajattelu on tärkeässä roolissa Lapwallilla myös tuotantoprosessissa.

Työssä haetaan ratkaisua työpisteiden vaiheajojen lyhentämiselle. Vaiheajan pituuden merkitys onkin tärkeä asia valmistuslinjan prosessissa. Se antaa suoraan ajan, jonka välein valmis tuote tulee linjalta. Työssä tutkitaan jokaisen työpisteen kuluttama aika ja haetaan ratkaisua sen lyhentämiseen.

Suuressa roolissa ovat tuotannon työntekijät. Työssä tarkastellaan nykyinen henkilömäärä pisteittäin ja arvioidaan, onko määrä oikea nykyisellään. Tutkitaan työntekijöiden liikkuvuutta omalta pisteeltä edelliselle tai seuraavalle pisteelle, sen tarpeellisuutta ja vaikutusta vaiheajoihin. Arvioidaan työnjohdon vaikutusta työntekijöiden opastukseen ja liikutteluun työpisteeltä toiselle. Tutkitaan, mikä on työnjohdon ennakoinnin ja suunnittelun vaikutus ongelmatilanteissa.

Opinnäytetyössä tutkitaan tuotannosuunnittelun hyötyjä ja vaikutuksia linjan virtaamisen nopeuttamisessa. Mietitään, mitä hyötyä saadaan linjakohtaisesta elementtien valmistusjärjestyksen hienosuunnittelusta. Lopputuotteena on valmis suunnitelma tuotantolinjan rakenteen muutoksista ja investoinneista.

## 2 LAPWALL OY

Lapwallin toiminta on alkanut vuonna 2011 ja sen päätoimipaikka on Pyhäntä. Päätoimintana yrityksellä on puuelementtien valmistaminen. Lapwallin alkuperäinen ajatus toiminnalle oli valmistaa puuelementit yhdelle rakennusliikkeelle. Siitä toiminta on laajentunut räjähdysmäisesti. Elementtejä toimitetaan ympäri Skandinaviaa monille eri rakennusfirmoille. Yhtiön LapWall LEKO® elementtoimitusjärjestelmä mahdollistaa kustannustehokkaan tavan rakentaa laadukkaasti rivi-, luhti- ja kerrostalot, hoiva- ja päiväkodit sekä liiketilat ja teollisuusrakennukset. Yhtiön kuivaketju toimii raaka-aineiden varastoinnista aina elementtien toimittamiseen ja asentamiseen työmailla. (1.)

Vuoden 2016 liikevaihto oli noin 30 miljoonaa euroa ja vuoden 2017 liikevaihto on noin 50 miljoonaa euroa. Kasvu on siis hurjaa.

Lapwallilla on tehtaat myös Pälkäneellä ja Keuruulla. Lisäksi on toimipisteet Oulussa ja Vantaalla. Lapwallin tytäryhtiö Lapwall AB toimii Ruotsin ja Norjan markkinoilla. Lapwall AB:n toimipisteet ovat Tukholmassa ja Borlängessä. (1.)

### **3 LEAN-JOHTAMISFILOSOFIA**

Maaillalla on monia oppeja ja filosofioita käytössä tuotantoprosessin parantamiseksi tai kehittämiseksi. Monissa opeissa keskitytään tuotannon johtamisen parantamiseen tai kehittämiseen, toisin sanoen, kuinka tulla parhaaksi. Kirjallisuudesta löytyy myös ohjeita ongelmanratkaisuihin. Näihin asioihin painottuu Lean-ajattelu, josta muutamia ajatuksia seuraavana käsittelem. Tätä Leanin filosofiaa toteutetaan myös Lapwallilla.

#### **3.1 Lean-menetelmä**

Lean on prosessijohtamisen malli. Lean keskittyy virtauksen maksimointiin ja hukkan, esimerkiksi menetetyt ajan vähentämiseen eli prosessin läpimenoajan minimoimiseen. Läpimenoajan lyheneminen on siis nopeuden kasvattamista, joka kuuluu Leanin päätavoitteisiin. Jos läpimenoaika ei saada lyhennettyä, ei kustannustehokkuuskaan todennäköisesti parane. Lean-käsite pitää sisällään monia teorioita ja työkaluja. Usein luullaan, että Leanin työkalut ratkaisisivat ongelmia. Työkalujen tehtävänä on kuitenkin etsiä ongelmakohdat prosessista. Toisin sanoen henkilöstö kaivaa ongelmat esille ja esimies ratkaisee tietotaidollaan ongelmat. Isona etuna on hyvä prosessin tuntemus ja ongelmanratkaisutaito. Jos esimies ei ymmärrä työkalujen roolia, seurauksena on Lean-projektin epäonnistuminen. Leanin ajattelu- ja käyttäytymismalleja ovat jatkuva parantaminen ja sopeutuminen. Tämä taas estää organisaation pysähtyneisyyden. Parannustoiminnan tulee olla jatkuvaa. (2.)

#### **3.2 Esteiden teoria**

Jokaisesta systeemistä löytyy aina vähintäänkin yksi este. Kun tätä kuormitetaan liikaa, esteelle kertyy asioita. Tästä johtuu läpimenoajan kasvaminen ja suorituskyvyn heikkeneminen. Puhutaan pullonkaulasta tai kapeikkopaikasta. Tässä yhteydessä on systeemistä tunnistettava pullonkaula, eli läpimenoa rajoittava paikka, sekä se, millä tavoin tätä paikkaa kuormitetaan. Prosessin läpimenoaika määräytyy pullonkaulan perusteella, toisin sanoen sen työpisteen nopeus eli vaihe aika on sama kuin koko prosessin läpimenoaika. Systeemi on siis epätasapainossa. Prosessissa parannusten on kohdistuttava tähän pullonkaulakohtaan. Parannuksen kohdistuttua muualle kuin pullonkaula kohtaan sen vaikutus on kyseenalaista. On siis tunnistettava todellinen pullonkaula. (3.)

### 3.3 Vaihtelu

Prosesseista löytyy aina vaihtelua, ja sen kasvaminen heikentää tuotannon suorituskykyä. Tämä näkyy välittömästi ja voimakkaasti prosessissa tehoa alentavana. Vaihtelun minimointi ja kontrollointi ovat todella tärkeitä suorituskyvyn parantamisessa. Vaihtelua on kahdenlaista, ennustettavaa (stabiili) ja ei-ennustettavaa (epästabiili). Näistä yleisemmin puhutaan syinä, yleisyys (stabiili) ja erityisyys (ei-stabiili). (4.)

Vaihtelua on kyettävä pienentämään mahdollisimman paljon ja pidettävä se on mahdollisimman pienenä. Tuotannossa vaihtelu pysyy pienempänä tarjoamalla asiakkaille rajoitetut tuotteet, eikä tuoterepertuaarin saa antaa laajeta liiaksi. Tuotannonsuunnittelulla ja hienosuunnittelulla tasataan vaihteluita jakamalla valmistusjärjestys järkeväksi. Jokaisen työvuoron lopussa varmistetaan, että seuraava työvuoro pääsee aloittamaan täysillä ja suunnitellusti. Ei ajeta vuoron loputtua niin sanotusti tuotantoa alas, koska käynnistäminen vie aikaa ja tehokkuus tältä osin laskee. Vuoron lopussa koko linjan kapasiteetti ei ole käytössä, vaan tehdään esim. huolto- ja kunnossapitotöitä. (4.)

### 3.4 5S-menetelmä

5S-menetelmä on yksi monista Lean-johtamisfilosofian työkaluista. Se on alun perin kehitetty Japanissa. 5S on viisiportainen työmenetelmien standardointiin ja työympäristön organisointiin keskittyvä menetelmä, jonka tavoitteina on parantaa työn turvallisuutta ja lisätä tuottavuutta, sekä tunnistaa ja poistaa arvoa lisäämättömiä toimintoja prosessista. Muutoksilla haetaan parempaa laatua ja työturvallisuutta sekä luodaan miellyttävämpi ja tehokkaampi työympäristö. 5S on erittäin tehokas työkalu, se on konkreettinen ja hyvät tulokset näkyvät nopeasti tuotannossa. Yleensä Leanin soveltaminen aloitetaan juuri 5S- menetelmällä. (5.)

5S tulee seuraavista sanoista ja vaiheista:

- Sorteeruus - lajittelu ja tarpeettomista tavaroista luopuminen.
- Systematisointi - järjestyksen ja toimintamallien selkeyttämistä.
- Siivous - työpisteen ja alueen siivous, työvaatteiden puhtaus sekä laitteiden ja koneiden huolto.
- Standardisointi - yhteisistä pelisäännöistä ja toimintatavoista sopiminen.

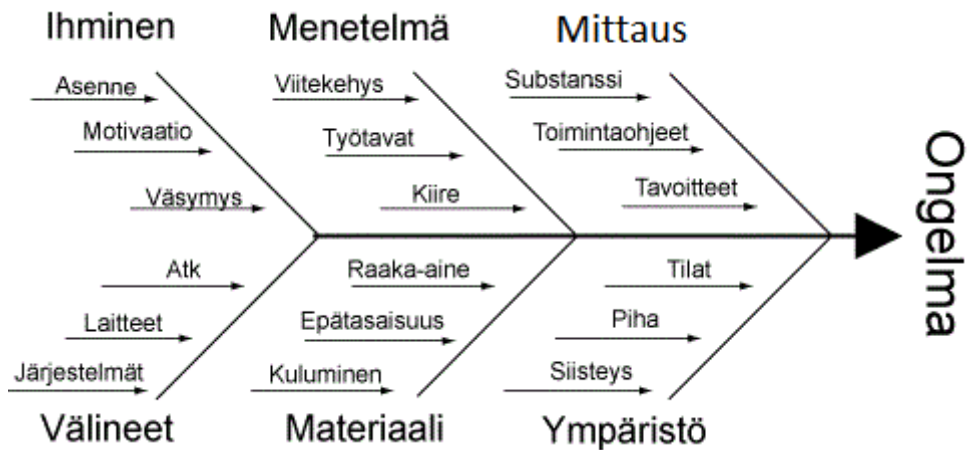


- Seuranta - pidetään kiinni sovituista tavoista ja menetelmistä, seurataan jatkuvasti ja varmistetaan, että 5S tulee normaaliin päivittäiseen rutiiniin. (5.)

## 4 JUURISYYANALYYSI

Kaikissa prosesseissa esiintyy ongelmia, isompia ja pienempiä. Ongelmilla on useita juurisyitä. Löytämällä nämä juurisyöt ja poistamalla ne katoavat ongelmatkin. Juurisyiden tunnistamisessa usein käytetään kalanruotokaaviota eli Ishikawa-diagrammia. Tätä samaista kaaviota sovelletaan myös Lapwallilla tuotannon ongelmien juurisyiden tunnistamisessa.

Kalanruotokaavion päähän määritellään ongelma. Ongelman aiheuttajat ja mahdolliset syyt laiteaan selkärudosta lähteisiin haararuotoihin, yleensä 4–6 tärkeintä tekijäryhmää. Yleisesti on käytössä kuvassa 1 esitetty neljän M:n kategoria: Materials (materiaalit), Machines (koneet), Man (ihmiset) ja Methods (menetelmät). Kategoriaan lisätään vielä yleensä Mother Nature (ympäristö) sekä Measurement (mittaus). Jokaiseen kategoriaan mietitään siihen liittyviä syitä tai tekijöitä. Näitä syitä tai tekijöitä löydetään kysymällä, miksi jokin ongelma syntyy ja mitkä tekijät tai ketkä siihen vaikuttavat. (6.)



KUVA 1. Syy-seurauskaavio, kalanruoto (Ishikawa) (6.)

## 5 KEHITETTÄVÄN TUOTANTOLINJAN NYKYTILANNE

Tällä hetkellä tuotanto tehtaalla pyörii kahdessa vuorossa, aamu- ja iltavuoroissa, viitenä päivänä viikossa (työaikamuoto 2/5). Työvuoron miehitys käsittelyssä olevalla kolmostuotantolinjalla on viisi linjatyöntekijää sekä yksi tiiminvetäjä, yhteensä kuusi henkilöä. Yksi työnjohtaja vastaa kahdesta linjasta, joten tällä linjalla on käytössä puolikas työnjohtaja vuoron aikana.

Tämän hetken tuotantosuunnittelusta linjan valmistukseen tulevat kahta puolta työstöä vaativat elementit, kuten palokatkot (pk), parvekeväliseinät (pvs), osastoidut ja lämpimät palokatkot ja lämpimät varastonseinät. Erikoistilanteissa joudutaan tekemään myös lämmintä ulkoseinäelementtiä (US), joka ei tällä hetkellä ole tämän tuotantolinjan perustuote. Lämmin US-elementti on ykköstuotantolinjan tuote. Sitä kuitenkin joudutaan ottamaan kolmostuotantolinjan tuotantoon, jos ykköslinja on ylikuormitettu tai sattuu häiriötilanteita. Pystyrunkoiset ja erikoisen muotoiset elementit tehdään kolmostuotantolinjalla, mutta nämä tuotteet voivat olla yhden puolen työstöllä. Lämpimän ulkoseinän osuus tämän tuotantolinjan tuotannosta on noin kymmenen prosenttia.

Linja tuottaa yhden työvuoron aikana valmista peruselementtiä noin 60–70 metriä. Se on yhtä työntekijää kohti noin 10 metriä. Lämmin US-elementtiä vuorossa tehdään noin 25–30 metriä, työntekijää kohti noin 4–5 metriä. Työpisteitä linjalla on elementin työstöistä johtuen 4–6 pistettä. Yhden puolen työstöstä jää kaksi työvaihetta pois. Työstöjen määrästä riippuen elementti viipyy jokaisella pistellä tietyn ajan. Tämä tarkoittaa sitä, että aina tämän saman ajan välein valmistuu uusi elementti. Työpisteille runko-, ulkoverhous- ym. osat tulevat valmiina osavalmistuksesta. (7.) (Liite 1.)

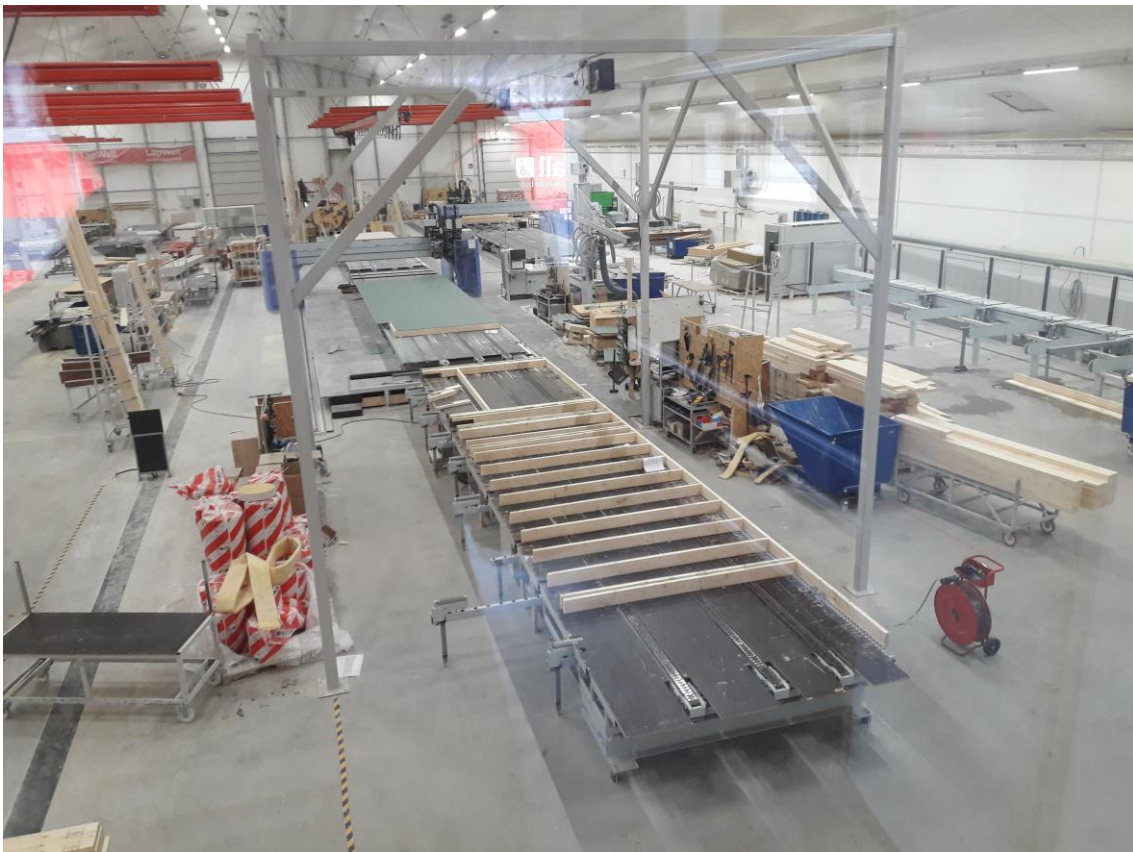
### 5.1 Tuotantoprosessin valmistelu

Tuotannosuunnittelu on järjestelty jokaiselle tuotantolinjalle parhaiten soveltuvat tuotteet. Hankintaosasto on hankkinut valmiiksi tarvittavat materiaalit. Tavoitteena on tuotannosuunnittelun olla valmiina viikoksi eteenpäin. Tuotannosuunnittelusta tulee jo valmiina elementtien tekojärjestys, mutta tarvittaessa työnjohtaja voi muuttaa sitä. Työnjohtaja hakee oman linjansa suunnitelmat ja tarkistaa, ettei niissä ole puutteita tai virheitä. Hän varmistaa tarvittavat materiaalit ja niiden riittävyydet, sekä varmistaa kiinnitystarvikkeet sekä mahdolliset erikoistuotteet. Työnjohtaja toimittaa

osalistat osavalmistukseen ja katsoo tekojärjestyksen osavalmistustyönjohtajan kanssa. Osavalmistus tekee tarvittavat osat, runko-, ulkoverhous-, ym. osat, laittaa ne kärryihin ja vie osajonoon eli osapuskuriin.

## 5.2 Tuotantoprosessin kulku

Työnjohtaja ja tiiminvetäjä ovat jakaneet työntekijät työvuoron alussa pidettävässä tiimipalaverissa, tarvittava määrä jokaiselle työpisteelle. Tiiminvetäjän tehtävänä on peruslinjatyöskentelyn ohessa varmistaa, että kaikilla on edellytys tehdä työtään tehokkaasti. Hänen tehtäviin kuuluu varmistaa, että osat ovat valmiina ja saatavilla. Tiiminvetäjä tilaa myös materiaalit osavalmistukseen sekä järjestellee jätteiden kuljetuksen pois linjalta. Kuvassa 2 on yleiskuva käsiteltävästä tuotantolinjasta.



KUVA 2. Elementin valmistuslinja

## 5.2.1 Runkopöytä

Rungon tekijä hakee oikean osakärryn osajonosta työpisteelle ja jakaa osat pöydälle laserin osoittamille paikoille. Kuvan 2 yläreunassa näkyvän laserin tiedostot tulevat suoraan suunnittelusta. Paperiset tulosteet kulkevat myös mukana koko valmistusprosessin ajan. Ristimitta elementille pysyy pöydässä olevien vasteiden avulla. Rungon kokoaminen tapahtuu manuaalisesti paineilmalla toimivalla runkonaulaimella. Eristetyissä elementeissä runkopisteen toinen työntekijä on leikannut eristevillat valmiiksi ja tuonut ne villakärryllä työpisteen luokse. Villojen asennus tapahtuu samanaikaisesti rungon teon yhteydessä. Tässä vaiheessa porataan reiät ja asennetaan nostoliinat suunnitelluille paikoille. Tällä pisteellä työskentelee yleensä yksi työntekijä ja työläämissä rungoissa ja eristetyissä elementeissä käy toinen henkilö apuna. Tämä toinen henkilö voi olla tiiminvetäjäkin, riippuu linjan muiden pisteiden kuormituksesta. Lopuksi pöydän puristinvasheet löysätään ja elementti siirretään seuraavalle työpisteelle, levytuspöydälle. Kuvassa 3 on keskeneräinen elementinrunko.



KUVA 3. Elementin rungon valmistusta runkopöydällä

## 5.2.2 Levypöytä

Levytyspisteellä työskentelee yksi työntekijä. Myös tällä pisteellä valmis elementin runko kiinnittyy vasteisiin pitäen ristimitan oikeana ja näin elementti on tarkasti oikealla paikalla. Työpisteelle on tuotu valmiiksi tarvittavat levyt, joiden materiaali ja paksuus ovat oikeat, sekä pituus on optimaalinen. Sopivalla pituudella minimoidaan hukkan määrä. Työntekijä asentaa levykeventimellä nostaen levyt suunnitelluille paikoille ja esikiinnittää jokaisen levyn paineilma toimisella hakasnaulaimella. Levyt on laitettava ehdottomasti suunnitellusti, koska lopullisen kiinnityksen ja reunojen sekä aukkojen sahaus hoitaa automaattiportaali. Kiinnitys- ja sahaustiedot portaali saa suunnittelun tekemästä tiedostosta. Kiinnityksen ja sahaus jälkeen kerätään leikkausjätteet omiin kontteihin. Seuraavaksi tällä samalla pisteellä asennetaan myöskin ulkopuolen koolaus. Koolausosat ovat valmiina kärryssä, josta ne asennetaan manuaalisesti käsin ja kiinnitetään myöskin manuaalisesti paineilmanaulaimella. Kuvassa 4 tuulensuojalevyt on asennettu elementtiin. Taustalla näkyy automaattiportaali.



KUVA 4. Tuulensuojalevyt asennettuna levypöydällä

### 5.2.3 Panelointipöytä

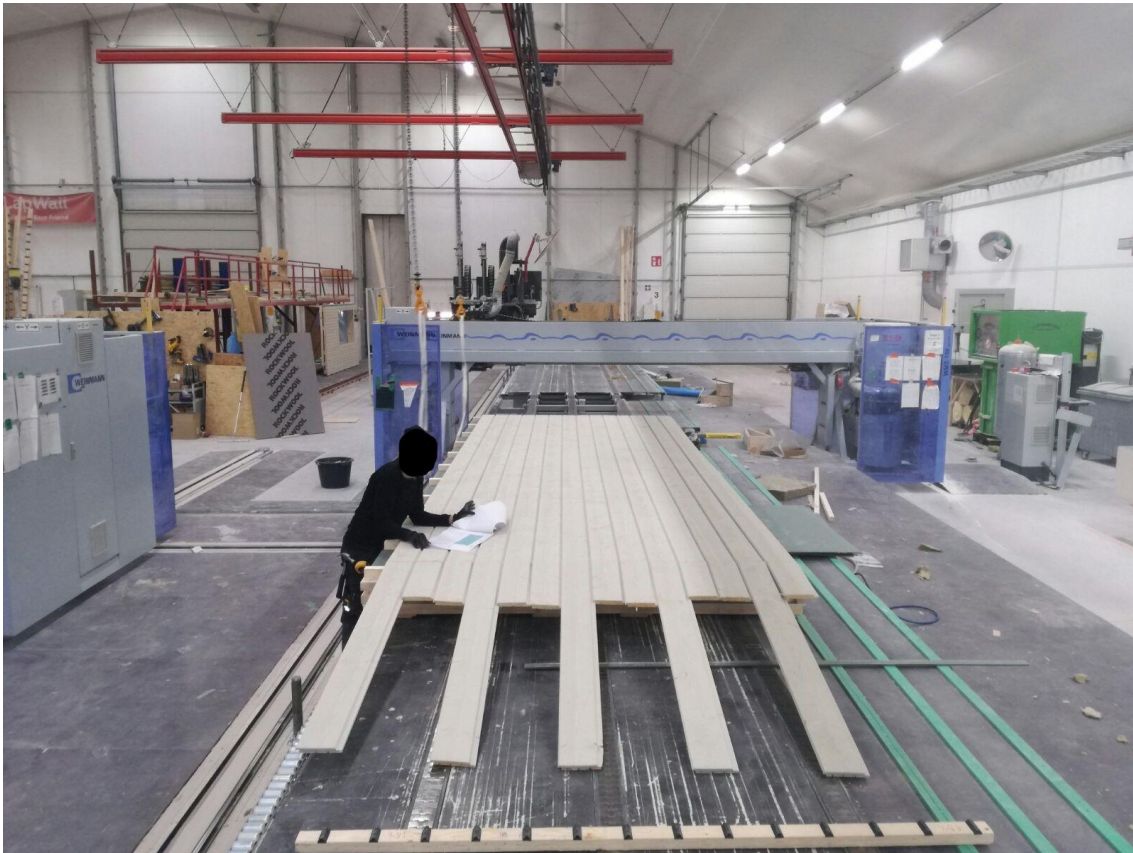
Seuraavana elementti siirretään pöydän kuljettimella panelointipisteelle, jossa asennetaan ulkoverhous joko pysty- tai vaakanelointina. Paneloinnissa yleensä työskentelee yleensä yksi henkilö, mutta haastavissa elementeissä käy toinen apuna hetkellisesti, joka on yleensä loppupään työntekijä paketoinnista. Jälleen elementti ajetaan vasteisiin ja kiinnitetään. Osavalmistus on tehnyt verhouosat valmiiksi ja niputtanut ne oikeassa järjestyksessä kärryyn. Osakärryt on tuotu paneloinnin osajonoon, osapuskuriin. Ensimmäisen paneelin paikka mitataan ja merkataan, ja siitä aloitetaan valmiiden osien latominen. Käsillä ladotut paneelit kammataan ja esikiinnitetään pienikantaisilla-nauloilla. Kampauksella saadaan paneelit tarkasti oikealla jaotuksella elementtiin. Paneelien päätyponttijatkokset tehdään elementin päällä takapuolelta hakasnaulaimella kiinnittäen toisiinsa. Valmiiksi ladotun paneloinnin lopullisen kiinnityksen ja sahausksen tekee sama Weinmannin automaattiportaali, joka teki työt edelliselläkin pisteellä. Portaalin alkaessa työstämään työntekijä seuraa, että aloituskohta on oikea, sekä naulaukset ja sahausket tulevat suunnitellusti. Tämän jälkeen kerätään sahausjätteet pois niille tarkoitettuun konttiin. Kuvassa 5 on ulkoverhouspanelointi käynnissä jossa lopullinen kiinnitys ja sahaus ovat vielä automaattiportaalilla tekemättä.



KUVA 5. Ulkoverhouksen asennus käynnissä panelointipöydällä.

## 5.2.4 Yksi- tai kaksipuoleinen työstö

Yhden puolen työstöjä vaativa elementti on jo tässä vaiheessa valmis. Valmis elementti nostetaan katossa olevalla palkkinosturilla suoraan pakkausradalle, suojataan ja kollitetaan suunnitelman mukaisesti. Yhden puolen työstöinen elementti käy vain kolmella pisteellä. Kahden puolen työstöjä vaativat elementit jatkavat seuraavalle työpisteelle. Paneelipöytä, jolla elementti vielä on, on perhospöytäparin toinen pöytä. Tällä se käännetään seuraavaan työpisteeseen, jota kutsutaan nelospöydäksi. Tällä pöydällä voidaan tehdä eri elementeille monia työvaiheita. Kahta puolta ulkoverhoiltujen elementtien ulkuvuoripanelointi tehdään valmiista osista. Samalla tavalla käsin manuaalisesti ladotaan paneelit elementtiin, kammataan oikealle jaolle ja esikiinnitetään. Tällä pisteellä voidaan myöskin laittaa eristeet ja levytys, esimerkiksi palokatkoihin. Lämpimien ulkoseinäelementtien jatkotyöt, pinninkipalkin asennus, höyrynsulkumuovin laitto sekä sisäpuolen koolaus, tehdään joko tällä tai seuraavalla pisteellä linjan virtauksesta riippuen. Kuvassa 6 elementin toisen puolen ulkoverhous asennus on käynnissä. Taustalla näkyy automaattiportaali.



KUVA 6. Toisenpuolen työstö nelospöydällä käynnissä.



## 5.2.5 Elementin viimeistely

Viimeiselle työpisteelle elementti siirretään jälleen pöydän kuljettimella ja kiinnitetään vasteisiin. Weinmannin automaattiportaali tekee toisen puolen työstön kiinnitykset ja sahaukset valmiista tiedostoista. Myös lämpimän seinän sisäpuolen höyrynsulkumuovi ja koolaus asennetaan vaihtoehtoisesti tällä viimeisellä työpisteellä. Tämä Weinmannin portaali palvelee kahta viimeistä, nelos- ja viitostyöpöytää. Kuvassa 7 elementtiin on asennettu ristiinkoolaus. Kuvassa näkyy elementin nostoihin käytettävä nosturi.



KUVA 7. Koolauksien asentaminen viitospöydällä käynnissä.

## 5.2.6 Pakkaus ja kollitus

Valmis elementti nostetaan nosturilla pakkauslinjalle. Elementille tehdään silmämääräinen laadun- tarkastus ja puutteet korjataan. Tarkastuksen jälkeen elementti suojataan ja kollitetaan pakkaus- suunnitelman mukaisesti. Pakkaaja lisää valmiin elementin tietojärjestelmään. Valmis kolli työnne- tään rullarataa pitkin ulos tuotantohallista, odottamaan kuljetusta varastohalliin. Kuvassa 8 on ele- mentin paketointi käynnissä.



*KUVA 8. Valmiit elementit pakentointipisteen rullaradalla.*

## 6 TUOTANTOLINJAN ONGELMA-ANALYYSI

Tuotantolinjan virtaamiseen vaikuttavia asioita ja seikkoja, eli ongelmia, on selvitelty monilta eri tahoilta. On tarkasteltu vaiheaikamittauksia, joilla on päästy kiinni niin sanottuihin pullonkaulapaikoihin. Selvityksessä on kuunneltu työnjohdon sekä tiiminvetäjien näkemykset ongelmista ja epäkohdista. Myöskin linjatyöntekijöiden ajatuksia on kuunneltu ongelmien paikantamisessa. Näiden asioiden ja näkemysten pohjalta on saatu hyvä kuva siitä, mitä työpisteitä on tarve kehittää ja tehostaa. Kalanruotokaavio ajattelulla suurimmat ongelmat ovat ihmisten asenteissa, motivoinnissa ja ohjauksessa. Toinen iso ongelma on koneet ja laitteet, sekä niiden tehokkuus tai sijoittelu linjalla. Jos kone tai laite on logistisesti väärässä paikassa, niin sitä siirrettäessä voidaan ajatella, että menetelmäkin muuttuu. Muut haarat kalanruodossa ovat jo aika hyvin kunnossa, kuten materiaalit, ympäristö ja mittaus, mutta toki niissäkin on aina parannettavaa, mutta niiden osuus tuotantolinjan virtauksen parantamiseen ei ole merkittävä. Seuraavassa käyn läpi ne työpisteet, joissa suurimmat ongelmat on havaittu.

### 6.1 Rungonteko ja villoitus

Rungonteossa on erittäin tärkeää, että runko-osat ovat oikeassa järjestyksessä ja merkattuina oikein, ettei rungontekijällä mene turhaan aikaa oikeiden osien etsimisessä. Osien väärää järjestystä ei ole usein, mutta sen sattuessa tekoaika kasvaa heti huomattavasti. Osapuskurissakin kärryt on oltava tarkasti oikeassa järjestyksessä.

Suurin ongelma tällä pisteellä on villoitus, etenkin valmiiden villojen toimittaminen asennuspaikalle. Villaosientekopiste on toisessa päässä tuotantohallia. Tämä aiheuttaa turhaa työntekijöiden liikkumista ja ylimääräistä valmiiden villaosien kuljetusta. Tästä johtuen aikaa kuluu turhiin liikkeisiin ja tällä tavalla toteutettu logistiikka syö tehokkuutta. Valmiiden villaosien kuljettaminen kärryillä hallin läpi on hidasta, sekä osien oikeassa järjestyksessä pitäminen on hankalaa ja työlästä. Järjestys on oltava juuri oikea ja erikokoiset villapalaset on erittäin vaikea pinota päällekkäin ja saada pysymään ne kuljetuksen ajan pinossa. Järjestysnumerointia villoihin on käytännössä mahdoton tehdä. Kylmissä seinäelementeissä rungon ehtii tehdä yksi työntekijä, mutta lämpimissä seinissä villan leikkaus ja asennus vaativat toisen työntekijän, joka palvelee toistakin pistettä. Tämä vaihe ei vaadi

täyttä kahta työntekijää. Tiiminvetäjän tehtävä on liikutella työntekijää tarpeen mukaan. Tämän onnistuminen ja ennakointi ovat haastavaa. Villan leikkauspisteen tämänhetkinen paikka johtuu työjärjestyksen muutoksista, koska joskus aiemmin villoitus on tehty linjan loppupäässä.

## **6.2 Levytys ja koolaus**

Levytyspisteen ongelmat ovat pieniä. Elementin valmistuksessa käytetään muutamia eri levytuotteita ja pituuksia. Tärkeää on, että oikea tuote oikean mittaisena on saatavilla ja tuotuna markkatalle paikalle juuri oikeaan aikaan. Jos huomataan siinä vaiheessa, kun pitäisi levyt asentaa rungon päälle, että onkin väärä tai väärän mittainen tuote tarjolla, niin sen vaihtaminen hidastaa huomattavasti virtausta ja kasvattaa vaiheikaa. Tässäkin ennakointi ja oikea ajoitus ovat erittäin tärkeitä.

Koolaus vaiheessa osakärryjen järjestys ja koolausosien oikea järjestys ja numerointi on oltava kunnossa. Oikean osakärryn etsiminen tai osien väärä järjestys aiheuttavat turhaa ajan hukkaa. Epäjärjestyttä osakärryillä tai koolausosilla onkin hyvin harvoin.

## **6.3 Ulkoverhouksen asennus**

Ulkoverhouksen asennuspiste kokonaisuudessaan on välillä jopa pullonkaulana tuotantolinjan virtauksessa. Tällä työpisteellä ongelmia ja hankaluuksia on useita. Valmiiden verhouksosien nostelu käsillä elementin päälle on hidasta ja vaatii turhan monta toistuvaa nosto- ja sivuttaissiirtoliikettä työntekijältä. Nosto on saatava tehtyä koneellisesti yhdellä kertanostolla.

Pitkissä elementeissä verhouksautojen jatkaminen tehdään elementin päällä ladonnan yhteydessä paineilmahakasnaulaimella laudan takapuolelta. Tämä on hidas työvaihe ja on saatava pois tuotantolinjalta jarruttamasta virtausta. Verhouksien jatkaminen on saatava tehtyä jo ennen elementin päälle nostoa, osien valmistusvaiheessa. Verhouksen asennus vaatii osaksi kaksi työntekijää, mutta ei kokoaikaisesti. Käsitöitä on paljon, joten ne on saatava tehtyä nopeasti, että automaattiportaali pääsisi työskentelemään.

## 6.4 Ikkunanasennus ja pakkaus

Ikkunanasennus on haastavaa ja aiheuttaa tuotantolinjan virtauksen hidastumista, jopa pullonkaulan jossakin tapauksissa. Asennus tapahtuu elementin ollessa viitospöydällä lappeellaan, eikä siihen ole hyviä ja helppokäyttöisiä työvälineitä. Pienet ja kevyet ikkunat asennetaan käsin nostamalla. Isot ja raskaat ikkunat asennetaan nosturin avulla vaikeakäyttöisillä liinavirityksillä. Tämä työvaihe vaatii suhteettoman paljon työvoimaa puutteellisten työmenetelmien ja apulaitteiden vuoksi. Työturvallisuus on viritysten takia ontuvaa. Asennusprosessia on muutettava niin, että ikkunoita ei tarvitse nostella käsin ja asennuksen on oltava turvallista kaikissa vaiheissa. Itse ikkunanasennus on saatava pois elementtipöydältä, jottei se hidasta seuraavan elementin siirtoa viitospöydälle ja toisen puolen verhouksen kiinnitystä sekä työstöä automaattiportaalilla.

Jos ikkunoiden asennus tehdään viitospöydän ja pakkauslinjan välissä ongelmana on tilan loppuminen. Pöydän ja pakkaamon välissä ei mahdu asentamaan ikkunoita, vaan pakkauslinjaa on siirrettävä. Pakkauksessa on myös ongelmana raskaiden elementtikollien ulos siirtäminen. Pakkaamon rullaradassa ei ole koneellista siirtoa elementtikolleille, vaan ne joudutaan työntämään miesvoimin ulos odottamaan varastointiin vientiä. Tämä vaatii useita työntekijöitä työntämään kolla ulos, mikä syö työntekijäkapasiteettia viereisiltä työpisteiltä.

## 7 KORJAUSTOIMENPITEET

Suurin tehostamismahdollisuus on työntekijöiden motivoinnissa ja innostamisessa. Jokainen on saatava mukaan ja kaikkien on ymmärrettävä se kuinka tärkeitä asioita ovat hyvän ja innostavan ilmapiirin merkitykset. Jokaisen on tiedettävä mitä tavoitellaan ja kaikin keinoin pyrittävä siihen. Työntekijöiden liikkuvuus omalta työpisteeltä auttamaan hitaampaa työvaihetta tekevää on todella tärkeä asia. Liike tulisi olla edelliselle tai seuraavalle pisteelle, mutta ei sen kauemmas. Seurataan edellistä ja seuraavaa työpistettä automaattisesti ja ollaan välittömästi auttamassa ongelmista olevaa työpistettä. Työnjohdon ja tiiminvetäjän rooli on merkittävässä osassa ohjata ja neuvoa linjatyöntekijöitä. Työvuoron alussa pidettävässä tiimipalaverissa arvioidaan jo valmiiksi millä työpisteellä elementti viipyy tavallista pidempään. Näin ennakoidaan ja suunnitellaan työntekijöiden liikkuvuutta jo valmiiksi. Tämä liikkuvuuden ymmärtäminen ja sen onnistuminen tuokin suuren parannuksen virtaukseen.

Suunnittelun ja tuotantosuunnittelun tekemän valmistusjärjestyksen muuttaminen eli niin sanotun hienosuunnittelun käyttö tällä linjalla ei käytännössä onnistu. Elementit on valmistettava kollisuunnitelman mukaisesti, koska pakkaamossa ei ole välivarastointimahdollisuutta valmiille elementeille, josta voitaisi ottaa haluttu elementti tekeillä olevaan kolliin. Välivaraston rakentamiselle ei tällä hetkellä ole tilaa pakkaamossa. Seuraavassa ongelmatyöpisteiden korjausehdotukset. (Liite 2.)

### 7.1 Rungonteko ja villoitus

Rungon tekemisessä itsessään ei ole ollut suuria ongelmia lukuun ottamatta harvoin tapahtuvaa osien epäjärjestystä. Tämäkin saadaan kuntoon lisäämällä huolellisuutta osavalmistuksessa.

Villaosientekopisteen siirtäminen lähelle asennuspaikkaa tuo suuren hyödyn ja vähentää villojen kuljetusta hallin perältä logistisesti oikealle paikalle. Suunnitelmani on, että rakennetaan villatasanne toiseen kerrokseen runkopöydän alkupäähän osittain runkopöydän päälle. Lattiatilan puutteen vuoksi villaosien valmistus on nostettava ylös, jolloin osien syöttäminen asennukseen oikealle paikalle helpottuu. Tasanteen alla voidaan toimia entiseen tapaan, joten se ei estä rungon valmistusta. Tasanteen ympärille tehdään kaiteet työturvallisuusmääräysten mukaisesti.

Tasanteen uusittu toimintatapa kuvataan seuraavassa. Trukilla tuodaan täydet villalavat tasanteelle, jonne sopii kolme villalavaa. Tämä mahdollistaa eri villavahvuudet tekeillä oleviin elementteihin. Villatasanteelle tulee vannesaha, jolla villa leikataan oikean kokoiseksi osasuunnitelman mukaisesti. Vannesahan jälkeen on piningin kolon teko, joka tehdään suunnitelman mukaisesti. Sen jälkeen osapuskurille jäisi noin 5 metriä tilaa. Osapuskuripöytä valmistetaan liukaspintaisesta vanerista ja laitetaan hieman laskulle helpottamaan villojen työntämistä eteenpäin. Pöydältä villat menevät samalla pukkaamisella kuiluun, joka ohjaa ne runkopöydälle, villojen asennuspaikalle. Kuilun pituus on noin 2 metriä ja koko osapuskuri noin 7 metriä pitkä. Näin villojen kuljetus leikkauspaikalta asennuspaikalle sujuu lähes automaattisesti, ja logistinen ongelma on poistunut.

Villojen pakkausmuoveista ja villan leikkaamisesta tulee paljon jätettä, joka täytyy kierrättää järkevästi. Pakkausmuovit pudotellaan suoraan kuilua myöten lattiatasolla olevaan muovipuristimeen, josta valmiit jätemuovipaalit viedään varastoon ja kierrätykseen. Jätevillat pudotellaan samalla tavalla kuilua myöten lattiatasolla olevaan villasilppuriin, joka silppuaa villan ja pakkaa sen noin kuution kokoisiin suursäkkeihin, jotka toimitetaan eteenpäin puhallusvillaurakoitsijoille. Jätteiden lajittelu ja kuljetus pois villanleikkauspisteeltä sujuu ongelmitta ja pienellä työmäärällä, eikä se lisää elementin valmistuksen läpimenoaikaa. Näin villatasanne pysyy siistinä ja 5S-menetelmä toteutuu ja jätteet saadaan saman tien pois jaloista lopulliseen jätteenkeräyspaikkaan.

Villatasanteen runko ja kaiteet ympärille tehdään teräksestä ja lattia viirapintaisesta vanerista. Ennitetiset koneet siirretään tasanteelle. Vannesaha ja piningin kolon tekosaha nostetaan ylös tasanteelle. Muovipuristin ja villasilppuri asennetaan tasanteen alle lattiatasolle. Käytännössä tämän työpisteen investoinnit ovat villatasanteen materiaaleista ja valmistuksesta aiheutuneet kustannukset.

Henkilömäärä tällä pisteellä on vaihteleva. Tavallista kylmää seinäelementtiä tehtäessä riittää yksi työntekijä rungon valmistukseen. Lämmintä ulkoseinää tehtäessä on oltava rungontekijä sekä villaosien valmistaja, joka käy kaverina asentamassa villoja rungontekijän kanssa. Lämmintä seinää tehtäessä otetaan villanleikkaaja viereiseltä manuaalilinjalta avuksi.

## 7.2 Levytys ja koolaus

Levytys- ja koolauspisteiden ongelmat minimoidaan hyvällä suunnittelulla, ennakkoinnilla ja huolellisuudella. Oikeiden levylaatujen ja pituuksien valmiiksi tilaamisella tarkasti oikeaan aikaan. Koolausosajonon ja osien oikea järjestys kärryssä sekä osien merkkkaus onkin yleensä kunnossa, mutta huolellisuudella ja ennakkoinnilla sitäkin voidaan parantaa. Tällä työpisteellä työskentelee yksi työntekijä, joka ehtii hyvin tehdä työnsä. Tämän tekijän pitääkin olla koko ajan valmiina auttamaan seuraavaa tai edellistä työpistettä, sillä yleensä hänellä jää aikaa omasta työstään.

## 7.3 Ulkoverhouksen asennus

Verhouspisteiden ongelmien poistaminen vaatii linjan viereen katkaisusahan ja jatkospyödän, missä verhoukset jatketaan valmiiksi elementin mittaisiksi. Jatkokset tehdään paneelin takapuolelta hakasnaulaimella. Kaikki elementin verhoukslaudat pinotaan yhteen pinoon jatkettuna oikean mittaisiksi ja tarkasti oikeassa järjestyksessä. Pöydälle tehdään osapuskuri usealle elementille valmiiksi. Jatkospyödän on oltava noin 12 metriä pitkä ja noin metrin leveä.

Valmiit verhousniput nostetaan kattonosturilla elementin päälle nostoon suunnitelluilla nostokäpälillä. Tällä hetkellä kattonostimen ulottuvuus ei riitä ottamaan paneelinippuja jatkospyödältä, vaan nostimen rataa on laajennettava. Nykyisen nostimen toimittajalta on jo valmis suunnitelma ja tarjous radan laajenukselle. Suunnitelmassa rataa laajennetaan kuusi metriä sivusuunnassa. Verhouksien asennuksia tehdään tällä verhouspyöydällä sekä nelospöydällä, joten laajennetulla nosturilla saadaan nostot tehtyä tarvittaessa molemmille pyödyille. Käsin nostelut jäävät kokonaan pois.

Työntekijämäärä pisteellä on yksi henkilö ja tarvittaessa toinen tulee avuksi viereisiltä pisteiltä tai jos verhoiltavia elementtejä on paljon peräkkäin, niin manuaalilinjalta siirtyy lisätyöntekijä avuksi.

Investoinnit verhouspisteelle ovat nosturin laajennus, paneelinjatkospyödän tekeminen vanerista, paneelinipun nostokäpäliät sekä katkaisusaha pöytineen. Katkaisusaha ja pöytä on jo valmiina tehtaalla.



#### 7.4 Ikkunanasennus ja pakkaus

Ikkunan asennusta muutetaan monelta osin. Viitospöydän ja pakkaamon väli on liian ahdas ikkunan asennukselle, joten pakkausrataa ja pakkaustasannetta siirretään pöydästä pois päin 2200 mm, niin että rata tulisi käyntioven kohdalle. Pöydän ja radan väliin tehdään elementille teline ikkunan asennusta varten. Linjalta tuleva elementti nostetaan kattonostimella telineeseen. Nosturin ulottuvuuskin riittää pakkausradalle sen laajennuksen myötä. Ykköslinjalta tuodaan imukuppi-ikkunannostin tälle linjalle ja sinne tilalle hankitaan uusi paremmin soveltuva nostin. Imukuppinnostinta käytetään kattonostimen yhdellä nostimella. Pakkaus tasanteen päähän tehdään ikkunannostimelle telakka, eli kotipesä, johon se laitetaan silloin, kun sitä ei käytetä tai kun kattonostin palvelee muita pisteitä.

Asennus etenee uusitulla linjalla seuraavasti. Ikkunalavat tuodaan trukilla kuten ennenkin päätyovesta viitospöydän sivulle. Lavan paketoimia puretaan sitä mukaa, kun otetaan ikkuna. Paketista irrotettu ikkuna nostetaan uuden nostimen avulla ikkunakärryyn, johon mahtuu kymmenen ikkunaa. Ikkunakärry siirretään viitospöydän päästä lähelle ikkunanasennustelinettä pöydän ja pakkauksen väliin. Kattonostimella nostetaan elementti ikkunanasennustelineeseen, tuetaan huolellisesti ja irrotetaan liinat. Nostimella haetaan telakasta imukuppinnostin, millä noudetaan ikkuna kärrystä ja asennetaan elementtiin. Kun kaikki elementtiin tulevat ikkunat on asennettu, imukuppinnostin vietään telakkaan ja kattonostimella nostetaan valmis elementti pakkausradalle suojattavaksi ja kollitettavaksi. Jos sama toistuu, että seuraavaankin elementtiin asennetaan ikkunat, voi imukuppinnostimen jättää roikkumaan yhteen reunimmaiseen nostimeen näin vähentäen turhia liikkeitä.

Pakkauksen ongelmana on valmiiden kollien siirto ulos hallista odottamaan varastoon vientiä. Tämä on tehtävä miesvoimin. Pakkausrataan on saatava vetävät rullat, josta on valmis suunnitelma. Vetävällä radalla säästetään työntekijää eikä kollin työntämiseen tarvitse tulla avuksi edellisen pisteen työntekijä.

Ikkunanasennus ja pakkaus vaatii kaksi työntekijää. Ilman ikkunoita menevien elementtien pakkauksen hoitaa yksi henkilö.

Investointeja näille pisteille tulee ikkunakärry ja sille nostin. Ikkunakärry on jo tehtaalla ja nostin on rakennettava. Ikkunan asennukseen tuodaan imukuppinnostin ykköslinjalta ja rakennetaan telakka

imukuppinostimelle. Ykköslinjalle hankitaan uusi sinne paremmin soveltuva ikkunannostin. Pakkausradan vetävistä rullista on jo suunnitelmat valmiina.

## 7.5 Yksipuoleiset työstöt

Tehtäessä vain toisen puolen työstöä vaativia elementtejä tämänhetkisellä tuotantolinjalla kaksi viimeistä pöytää, nelos- ja viitospöydät, eivät ole ollenkaan käytössä. Nekin pöydät saadaan tehokkaaseen käyttöön tekemällä nelospöydän eteen rungontekopöytä. Tämä idea onkin ollut jo vähäisessä määrin käytössä, mutta tämän hetkinen runkopöytä on huonosti toimiva ja siinä ei voi tehdä isoja runkoja. Tämän vanhan pöydän tilalle tehdään asianmukainen ja riittävän kokoinen pöytä, josta elementti voidaan sujuvasti siirtää kuljettimella seuraavalle pisteelle. Nelos- ja viitospöydillä on samat ominaisuudet kuin levy- ja paneelipöydillä ja automaattiportaali toimii myös samoin, joten yhden puolen työstöä vaativat elementit voidaan tehdä ongelmitta tällä ”uudella” tuotantolinjalla. Käytännössä olisi kaksi samanlaista valmistuslinjaa yhtä aikaa käytössä, joten valmista tuotettakin tulisi lähes kaksinkertainen määrä. Täydellisesti tämä ratkaisu toimii ainoastaan silloin, kun tehdään pelkästään yhden puolen työstönvaativia elementtejä, joten seassa ei voi olla kahden puolen työstöjä, tai jos on, niin pakkaus ja kollitus vaatii tarkan suunnitelman tekojärjestykselle.

Tehokkaasti nämä kaksi linjaa toimivat seitsemällä linjatyöntekijällä ja yhdellä tiiminvetäjällä.

Investointi tarve olisi uusi runkopöytä, kuljettimella varustettuna, jonka avulla valmis runko saadaan helposti työnnettyä seuraavalle työvaiheelle.

## 8 YHTEENVETO

Työssä selvitettiin keinoja saada kyseisestä elementinvalmistuslinjasta tehokkaampi ja tuottavampi niin perustuotteilla kuin erikoiselementeilläkin. Nykyiseltä linjalta tuleva elementtimäärä ei ole riittävä, mutta löytyi hyviä keinoja ja ratkaisuja, joilla määrä ja tuottavuus saadaan paranemaan. Ratkaisut löytyivät kolmesta haarasta kalanruotokuvioista: ihmiset, koneet ja menetelmät. Investointilaskelmia ei tässä työssä esitellä julkisesti, vaan ne jäävät pelkästään yrityksen käyttöön.

Työntekijöiden motivoiminen ja tsemppaaminen sekä vastuun antaminen ovat tärkeässä roolissa silloin, kun otetaan tehoja irti tekijöistä. Jokaiselle on saatava samanlainen ajatusmaailma iskostettua päähän. On ymmärrettävä tiimityöskentelyn periaatteet ja se, miten tärkeä on jokaisen täysipainos työhönsä ja kuinka auttaa tiimikaveria parhaalla mahdollisella tavalla. On oltava kunnianhimoiset tavoitteet, pyrittävä aina parempaan ja otettava oppia epäonnistumisista, eli kehitettävä itseään jatkuvasti. Työnjohdon rooli onkin tärkeä tämän ajatuksen eteenpäin viennissä. Työnjohdon ja esimiesten antama hyvä palaute onnistumisista ja tavoitteisiin pääsemisistä on erittäin tärkeää ja motivoivaa. Myös työntekijöiden palkitseminen onnistumisista on isossa roolissa motivaation parantamisessa. Vastuuttaminen sopivassa määrin antaa työntekijälle vielä lisää intoa ja työtehokkuus paranee.

Koneiden ja laitteiden muokkaaminen ja siirtäminen oikealle paikalle on välttämätöntä, että ne saadaan vastaamaan nykyistä tarvetta. Villatasanne tehdään linjan alkuun, jolloin villaosat saadaan mahdollisimman lähellä asennuspaikkaa ja turhat kuljetusmatkat pois. Näin logistinen ongelma poistuu.

Panelointipisteelle suunnitellut muutokset ovat ehdottoman tarpeelliset. Paneelin jatkot saadaan tehtyä etukäteen eikä linjalla, kuten nykyisin. Nosturin laajennuksen myötä käsin nostot jäävät pois, mikä säästää työntekijää ja kokonainen valmis osanippu saadaan kerralla elementin päälle mahdollisimman lähelle lopullista asennusta.

Ikkunapisteen ja pakkaamon muutoksilla saadaan helpotettua ja nopeutettua loppupään virtausta. Ikkunoiden asennus ja varsinkin suurten ikkunoiden asennus ovat todellisena pullonkaulana. Asen-

nus on todella haastavaa ja vaatii monta työntekijää. Näillä muutoksilla asennus onnistuu perusmiehityksellä. Kolmostuotantolinjan perustuotteissa ei yleensä ole ikkunoita, mutta lämpimissä US-elementeissä lähes aina. Näidenkin elementtien teon on sujuttava jouhevasti ja virtaus saatava kaksinkertaistettua nykyisestä.

Yhdenpuolen työstöjä tehtäessä toisen runkopöydän käyttöönotto on ehdoton. Tällä toimenpiteellä saadaan käytännössä kaksi tehokasta valmistuslinjaa käyttöön. Kaksi viimeistä pöytää ja automaattiportaali saadaan tuottamaan eivätkä ne ole joutilaana.

Näillä toimenpiteillä ja investoinneilla linjan tuottavuus saadaan kokonaan eri asteelle. Aina kun prosessia muutetaan, vie hetken aikaa sisäistää uusi asia, uusi tilanne, hieman eri järjestys valmistuksessa, ehkä eri työkaveri omalla työpisteellä, apuna käynti toisella pisteellä ym. muutokset. Käytäntö taas muokkaa ja kehittää lisää, joten koskaan prosessit eivät ole valmiit ja aina löytyy kehitettävää sekä aina on pyrittävä parempaan.

## LÄHTEET

1. LapWall Oy:n kotisivut. 2018. LapWall Oy rakennusalan suunnannäyttäjä. Saatavissa: <https://www.lapwall.fi/yritysesittely>. Hakupäivä 25.3.2018.
2. Yleistä Leanista. Mitä Lean on? Six Sigman tiivistelmä Leanista. Qk-Karjalainen Oy. Saatavissa: <http://www.sixsigma.fi/index.php/fi/lean/yleinen/>. Hakupäivä 12.2.2018.
3. Esteiden teoria (TOC). Six Sigma. Qk-Karjalainen Oy. Saatavissa: <http://www.sixsigma.fi/index.php/fi/lean/esteiden-teoria-toc/> Hakupäivä 12.2.2018.
4. Vaihtelu ja PDCA. Six Sigma. Qk-Karjalainen Oy. Saatavissa: <http://www.sixsigma.fi/index.php/fi/lean/vaihtelu-ja-pdca/> Hakupäivä 12.2.2018.
5. 5S-menetelmällä siisteyttä ja järjestystä tuotantotiloihin. 2016. Arrow engineering Oy. Saatavissa: <https://blogi.arroweng.fi/5s-menetelm%C3%A4II%C3%A4-siisteytt%C3%A4-ja-j%C3%A4rjestyst%C3%A4-tuotantotiloihin> Hakupäivä 12.2.2018.
6. Karjalainen, Tanja. 2007. Quality Knowhow Karjalainen Oy. Yhdistä ideointityökaluilla luovan ajattelun eri ulottuvuudet - Aivoriihi, ryhmittelykaavio sekä kalanruokaavio. Saatavissa: <http://www.qk-karjalainen.fi/fi/artikkelit/yhdistae-ideointityoekaluilla-luovan-ajattelun-eri-ulottuvuudet/> Hakupäivä 14.2.2018.
7. Karhumaa, Jaakko. Kehitysinsinööri (DI) LapWall Oy, Pyhännän yksikkö. Kolmoslinjan tämänhetkiset tuotantomäärät. 18.1.2018. pidetyn palaverin pohjalta.

# NYKYISEN TUOTANTOLINJAN LAYOUT

# LIITE 1

