

Opinnäytetyö (AMK)

Kone- ja tuotantotekniikka

Koneautomaatio

2015

Teemu Tanninen

# TYÖNSUUNNITTELUN KEHITTÄMINEN



TURUN AMMATTIKORKEAKOULU  
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Kone- ja tuotantotekniikka | Koneautomaatio

5.12.2015 | 34

Sakari Koivunen

Teemu Tanninen

## TYÖNSUUNNITTELUN KEHITTÄMINEN

Tämän työn tarkoituksena oli kehittää turkulaisen alihankintakonepajan Stairon Oy:n työnsuunnittelua. Työssä käydään läpi Staironin nykyinen työnsuunnittelumalli ja esitetään vaiheittain prosessin eri osa-alueet ja niiden parannusehdotukset. Pääpaino työssä oli kehittää koko työnsuunnitteluprosessia ja saavuttaa yhtenäisemmät merkintä- ja toimintatavat yritykseen ja sitä kautta luoda selkeämpi ja tehokkaampi työprosessi.

Työhön kerätty aineisto ja informaatio kerättiin kuuden kuukauden työskentelyjaksolla Stairon Oy:ssa, jonka aikana työnsuunnittelun prosessimallin kehitysideoita käytiin työntekijöiden ja toimihenkilöiden kanssa läpi.

Lopputulokseksi saatiin kattava kuvaus työnsuunnitteluprosessista, joka pitää sisällään työnsuunnittelun sekä siihen liittyvän informaatiokulun. Työnsuunnitteluprosessiin lisättiin työnsuunnittelun laadunvalvonta, joka vähentää valmistus- ja tilausvirheiden määrää. Työn aikana myös yhtenäistettiin merkintätapoja, jotka selkeyttävät tuotannonohjausta. Tämän lisäksi työn aikana saatiin luotua eräälle vakiotuotteelle työnsuunnittelua helpottavia työpohjia ja taulukoita joiden ansiosta työnsuunnitteluun käytettävä aika vähenee merkittävästi.

ASIASANAT:

(työnsuunnittelu)

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Mechanical and Production Engineering | Machine automation

5 December 2015 | 34

Sakari Koivunen

Teemu Tanninen

## DEVELOPING THE WORK PLANNING

The purpose of this thesis was to develop the work planning of a Turku-based subcontracting workshop Stairon Ltd. The project covers Stairon's current work planning model and introduces the phases of the process with suggestions for improvement. The main focus of the thesis was to develop the entire work planning process and to achieve a uniform labelling and operating system for the company and thereby to create a clearer and more efficient work process. Data and information was collected during a six-month long work period at Stairon Ltd, where the development ideas for the work planning process model were discussed with the workers and clerical workers.

As a result, a comprehensive description of the work planning process, which includes work planning and the related information flow, was created. The work planning process was added to the work planning quality control, which reduces the number of errors in the manufacturing and orders. During the work, the notations were also unified, which clarifies the production control. In addition, templates and tables that facilitate the planning of work were created to a specific standard product.

KEYWORDS:

(work planning)

# SISÄLTÖ

<b>1 JOHDANTO</b>	<b>1</b>
<b>2 TYÖNSUUNNITTELUN VAIHEET</b>	<b>2</b>
2.1 Käytävissä olevien resurssien kartoittaminen	5
2.2 Nimikkeiden luominen	7
2.3 Projektikansioiden yhdenmukaistaminen	11
<b>3 TYÖN AIKATAULUTUS</b>	<b>13</b>
3.1 Works Balancer apuvälineenä	13
3.2 Työvaiheiden ajoitukset	14
<b>4 TYÖNSUUNNITTELUN LAADUNVALVONTA</b>	<b>19</b>
4.1 Suunnitelmien tarkastaminen	19
4.2 Tuotannosta kerätty informaatio	20
4.3 Havaittujen virheiden korjaaminen	20
<b>5 VIESTINTÄ</b>	<b>21</b>
<b>6 TYÖNSUUNNITTELUN TEHOSTAMINEN</b>	<b>24</b>
6.1 Vakiotuotteiden kartoitus	24
6.2 Tuotekohtaisten arkistojen luominen	24
<b>7 TYÖN YHTEENVETO JA KEHITYSIDEAT</b>	<b>26</b>
<b>LÄHTEET</b>	<b>27</b>

## KUVAT

Kuva 1. Stairon Oy:n vuoden 2011 työsuunnittelun prosessikaavio.	4
Kuva 2. Lean-toimininnanohjausjärjestelmän nimikkeen tiedot-lomake.	8
Kuva 3. Nimikkeen ohjaustavan valinta.	9
Kuva 4. Täydennysmenetelmän valintaikkuna.	10
Kuva 5. LBV-äänenvaimentimen projektikansio.	12
Kuva 6. Works Balancer-aloitusikkuna.	14
Kuva 7. Työvaiheen tiedot lomake.	15
Kuva 8. Lähetyslistalomake.	18
Kuva 9. Organisaatiotason viestinnän kaavio (Shukla 2010, 10).	21
Kuva 10. Kuva valmiista äänenvaimennin kansioista.	25

# 1 JOHDANTO

Opinnäytetyön toimeksianto tuli Turkulaiselta Stairon Oy:ltä. Stairon on alihankintakonepaja, joka valmistaa pääosin tuotteita paperi- ja meriteollisuuteen, joten tuotteiden vaatimustaso on korkea valmistuksen sekä materiaalien kannalta.

Tuotteiden osavalmistus ja kokoonpano tapahtuu Turun toimipisteessä Pansiossa, jossa työskentelee 80 henkilöä. Yrityksellä on myös toimipiste Salossa, jossa tehdään tuotteiden jälkikäsittelyä. Salossa työskentelee kaksi henkilöä.

Staironilla on käytössä toiminnanohjausjärjestelmänä Tieto Oyj kehittämä Lean ja tästä versiona 6.1. Lean-toiminnanohjausjärjestelmä toimii tärkeimpänä työkaluna Staironin työnsuunnittelussa, ja sen avulla hallitaan töiden työvaiheita, materiaalien tilauksia ja materiaalin käyttöä. Tästä syystä työssä käydään myös läpi toiminnanohjausjärjestelmän ominaisuuksia.

Työn tavoitteena on kehittää Stairon Oy:n työnsuunnittelua ja vakiinnuttaa selkeät toimintatavat suunnittelun eri osa-alueisiin. Toimintatavan vakiinnuttamisen tulisi nopeuttaa työnsuunnitteluprosessia ja vähentää suunnitteluvirheiden määrää.

Työn aikana on tarkoitus kiinnittää huomiota työnsuunnittelun käyttämiin merkintä tapoihin, aikataulutukseen, tiedon kulkuun ja työnsuunnittelun laadun valvontaan. Lopuksi pyritään kartoittamaan vakiotuotteet ja tekemään niille työtä helpoittavia suunnittelupohjia.

Opinnäytetyön aiheita ja osioita tarkasteltiin eri projektien ohessa, joten työn luonne oli hyvin käytännönläheistä. Työhön liittyvät kehitysideoita tulivat joko suoraan tuotannosta tai toisilta toimihenkilöiltä, joiden kanssa ongelmia ja mahdollisuuksia käsiteltiin. Työ rajattiin käsittelemään valmistusta työnsuunnittelun näkökulmasta ja työssä käsitellään vain pintapuolisesti myynnin tekemiä tarjouslaskentaan liittyviä laskelmia ja osaluetteloita, oston tekemiä tarjouskyselyitä ja tuotannon työnjohdon tehtäviä. Toiminnanohjausjärjestelmää käsitellään työssä vain yhtenä työkaluna, minkä vuoksi sen toimintoihin ei syvennyttä.

## 2 TYÖNSUUNNITTELUN VAIHEET

Työnsuunnitteluprosessin tulisi alkaa jo kaupan tarjousvaiheessa, jolloin mahdollisiin tuotteen erityisominaisuuksiin ja osiin ehditään jo hyvissä ajoin varautua. Tässä vaiheessa ei kuitenkaan tehdä vielä materiaalilauksia eikä varata resursseja työtä varten. Varsinaisesti työnsuunnittelu alkaa kaupan varmistumisen jälkeen, jolloin työstä tulisi pitää aloituspalaveri. Palaverissa käydään läpi tuote, kaupassa sovitut ehdot sekä sovitaan projektin vastuuhenkilöt.

Seuraavana vaiheena on tuotteen/tuotteiden valmistuspiirustuksiin ja osaluetteloihin tutustuminen, jonka aikana kartoitetaan tarkemmin mitä työmenetelmiä ja resursseja projekti vaatii. Tämän jälkeen työnsuunnittelija luo yrityksen tietokantaan projektille kansion, jonne tallennetaan projektin kaikki asiakkaalta saadut piirustukset ja luettelot. Asiakkaalta saadun materiaalin lisäksi kansioon tulisi lisätä kaikki projektin kannalta tärkeät dokumentit, kuten suunnittelijan itse tekemät listat ja polttomallit.

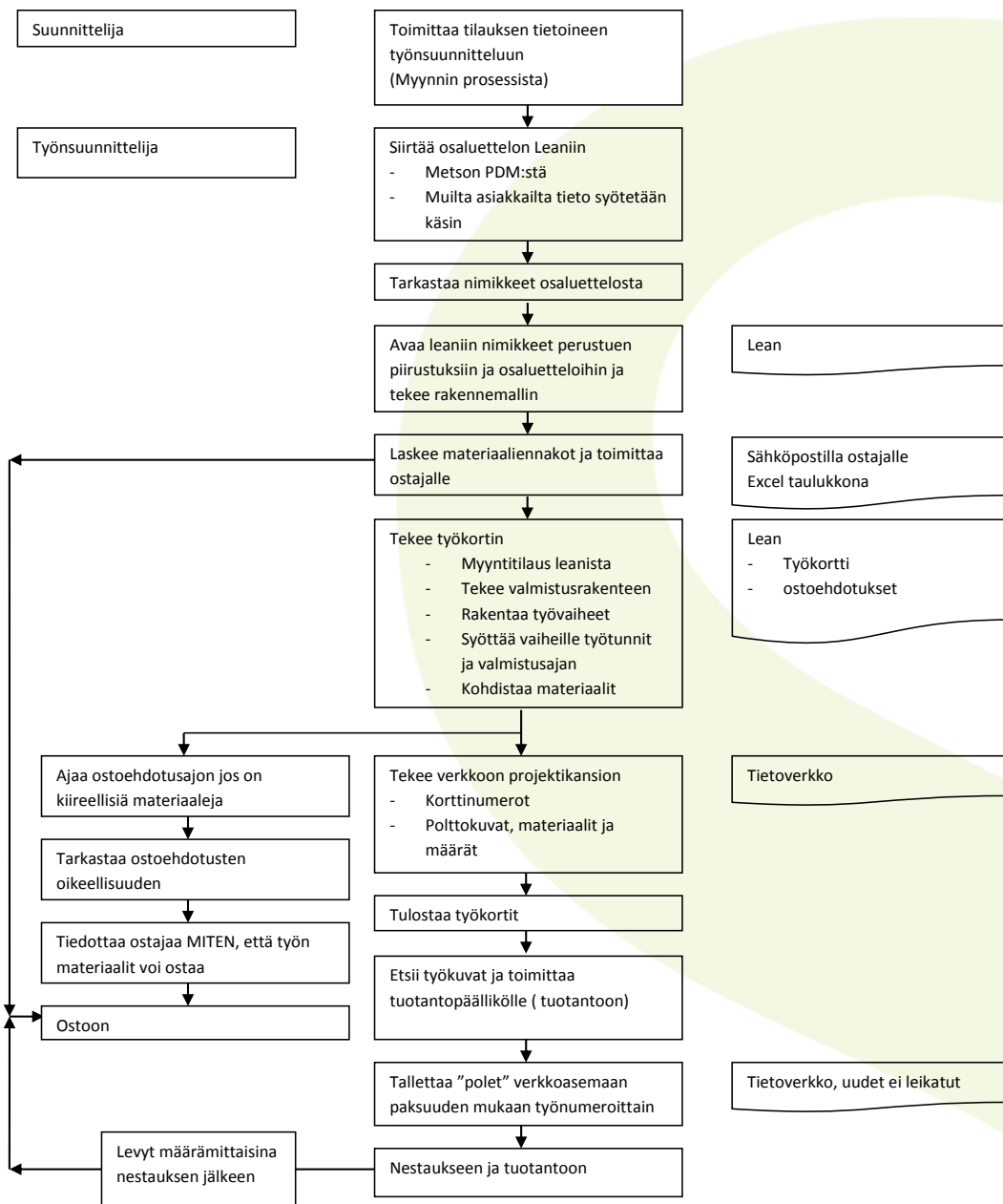
Työnsuunnittelijan tulisi myös projektin aloitusvaiheessa selvittää valmistukseen käytettävissä olevat resurssit yhdessä tuotannon vastuuhenkilöiden kanssa. Tässä vaiheessa kaikki valmistettavan tuotteen osat, joita ei pystytä valmistamaan omassa tuotannossa työkuorman tai puuttuvan laitteiston takia tulisi selvittää, jotta osat saataisiin mahdollisimman aikaisin hankittua talon ulkopuolelta ja välttyttäisiin viivästyksiltä.

Edellä mainittujen vaiheiden jälkeen projektille luodaan työkortit, joiden avulla materiaali- ja työkustannukset kohdistuvat oikein. Kortteihin luodaan työvaiheet, joihin tuotteen osat jaotellaan valmistustavan mukaan. Kortit pitävät sisällään työhön kuluvat materiaalit/osat sekä suunnitellut työvaiheet. Toiminnanohjausjärjestelmä luo työkortteihin automaattisesti viivakoodit työvaiheille ja tiedot päivittyvät työn edetessä leimausten avulla. Ostetut ja alihankitut osat merkataan kokoonpanotyöhön, ellei niille tehdä tuotannossa jatkojalostusta. Valmiit työkortit vapautetaan tuotantoon, ja samanaikaisesti osista tehdään oston ostoehdotus.

Tämän jälkeen työsuunnittelijan tehtävänä on valvoa yhdessä tuotannon vastuhenkilöiden kanssa projektin etenemistä ja varmistaa, että työlle ei tule keskeytyksiä ennakoimalla materiaalivirtaa ja resurssien käyttöä.

Kuvassa 1 on näkyvissä vuonna 2011 tehty Stairon Oy:n työsuunnitteluprosessikaavio, jonka pohjalta työtä on lähdetty tekemään. Prosessikaavio alkaa työsuunnittelun osalta tilauksen siirtämisellä toiminnaohjausjärjestelmään, jonka jälkeen tapahtuu nimikkeiden tarkastaminen ja rakennemallien luominen. Tämän jälkeen prosessi etenee materiaalitarvelaskentaan, joka toimitetaan ostajalle sen valmistuttua. Näiden toimintojen jälkeen prosessikaavio etenee projektikansioiden luomiseen, joihin tallennetaan kaikki valmistuksen kannalta tärkeät tiedot. Lopuksi tulostetaan työkortit, jonka jälkeen kaikki valmistuksen kannalta tärkeä dokumentit toimitetaan tuotantopäällikölle.





Kuva 1. Stairon Oy:n vuoden 2011 työsuunnittelun prosessikaavio.

Martti Airas ja Risto Penttilä toteavat teoksessaan Yrityksen tuotannonohjaus, että ”työsuunnittelun tulee estää sellaisten töiden aloittaminen, joiden tarveaineissa, työkaluissa tai valmistusohjeissa on puutteellisuuksia” (Airas & Penttilä 1985, 44). He mainitsevat, että ilman edellä mainittuja edellytyksiä työt vievät käytössä olevaa kapasiteettia turhaan. Tämä tukee ajatusta siitä, että huolellinen selvitys työsuunnittelun eri vaiheissa mahdollistaa työn aloittamisen ja sen loppuun viemisen tehokkaasti. Lisäksi he mainitsevat, että käytettävä tieto tulee

olla reaaliaikaista. ”Väärä tai vanhentunut tieto voi johtaa siihen, että työnsuunnittelu tekee työn ajoitussuunnitelman väärin, varaa väärän kapasiteetin ja vapauttaa työn alkamaan liian aikaisin. Tällöin koko suunnittelu voi menettää merkityksensä ja se joudutaan myöhemmin uusimaan” (Airas & Penttilä 1985, 44-45).

## 2.1 Käytävissä olevien resurssien kartoittaminen

Osa työn toimeksiantoa on kartoittaa mahdollisia toimittajia ja heidän mahdollisuuksiaan valmistaa osia ja tuotteita. Tämän avulla saadaan tehostettua tarjouskyselyvaihetta, koska tiedetään jo valmiiksi useampi mahdollinen valmistaja ja heidän resurssinsa. Tämän lisäksi kartoitusvaiheessa määritellään yrityksen omat resurssit, mikä toimii apuvälineenä yrityksen vanhoille sekä uusille työntekijöille töiden valmistusta suunnitellessa.

### 2.1.1 Yrityksen omat resurssit

Hitsauksessa ja kokoonpanotyössä Stairon on omavarainen. Osaamista löytyy teräksien ja alumiinien valmistuksesta, joista esimerkkinä austeniittinen teräs EN 1.4547. Tämän myötä hitsaustyötä ei tarvitse ulkoistaa.

Osavalmistuksen puolella Staironilla on itsellään laaja valikoima laitteita, joilla pystyy esi- ja jälkikäsittämään osia ja tuotteita. Näiden koneiden ansiosta Stairon pystyy tekemään suurimman osan tilausten vaatimista esikäsittelytöistä. Tärkeimmät käytävissä olevat laitteet ovat:

#### 1. Finn Power L6+LU -Laserleikkauskone:

Leikattavan levyn suurin koko on 1524 x 3048 mm, ja pöydän kantavuus on 800 kg. Suurin leikkausnopeus on 60 m/min. Laserilla voidaan leikata hiiliterästä 20 mm:n ainevahvuuteen asti, ruostumattomia teräslaatuja 12 mm:n vahvuuteen ja alumiinia 8 mm:n ainevahvuuteen asti. Pienin leikatun levyn paksuus on 0,5 mm.

2. Amada / Coma lävistyspuristin:  
Työstettävän levyn suurin koko on 1500 x 4000 mm. Suurin työstettävä aineenvahvuus ruostumattomissa teräslaaduissa on 3 mm ja alumiineisissa 4 mm.
3. Ursviken GSA 440 -levyleikkuri:  
Suurin leikattava levykoko on 2000 x 4400mm. Leikkurilla voidaan leikata maksimissaan 10 mm:n vahvuista hiiliterästä ja 8 mm:n vahvuista ruostumatonta/haponkestävää terästä.
4. Amada HFE M2 100-3 särmäyspuristin:  
Suurin taivutettava leveys on 3110 mm. Maksimi puristusvoima on 1000 kN.
5. Amada HFE M2 220.4 -särmäyspuristin:  
Suurin taivutettava leveys on 4000 mm. Maksimi puristusvoima on 2200 kN.
6. Jaromet NCJ45-40 -särmäyspuristin:  
Maksimi puristusvoima on 4000 kN.
7. Elgamill-tasojyrsin:  
Työstö alue on 12170 x 1659 x 978 mm.
8. Amada HA-250W -automaattisaha:  
Pystyy leikkaamaan suurimmillaan 254 mm halkaisijaltaan olevia pyöreitä kappaleita ja suurimmillaan 304,8 x 254 mm:n kokoisia nelikulmaisia kappaleita.
9. Schenkck CAB 690-H -tasapainotuskone.

### 2.1.2 Ulkoa ostettavat palvelut ja osat

Ulkoa ostettavista palveluista luetteloitiin yrityksiä, jotka ovat toimittaneet Staironille alihankintaleikkeitä ja osia. Luettelossa on eritelty yritysten tarjoamat palvelut, materiaalit, joita he voivat käsitellä, ja materiaalien ainevahvuudet. Kaikkia tietoja ei ollut saatavilla jokaisen yrityksen kohdalla. Yritykset, joilta tiedot kerättiin, olivat:

1. Be Group.
2. Flinkenberg.
3. HT laser.
4. Sate Steel.
5. Suomen Vesileikkaus.

## 2.2 Nimikkeiden luominen

Nimikkeiden luominen järjestelmään on työsuunnittelun yksi tärkeimmistä vaiheista. Nimikkeen luontitapa vaikuttaa siihen, miten nimike ohjautuu järjestelmässä ja miten sitä voi käyttää työsuunnittelussa.

Esimerkki:

- Nimikkeen yksiköksi on merkattu kappalemäärä
- osan pituus on 500 mm
- haluttu määrä osia on kaksi kappaletta

Tässä tapauksessa kaksi oikeaa tietoa, eli kappaleen pituus ja haluttu kappalemäärä sekoittuvat järjestelmässä väärän yksikön takia, ja lopputuloksena järjestelmä pyytää ostoa tilaamaan osia 1000 kappaletta.

Tämän vuoksi on hyvä rajata tuotteet selkeästi niiden luonteen mukaan. Kaikki osat, joiden tilavuudelle, pinta-alalle tai pituudelle tehdään muutoksia valmistuksessa, tulisi nimikkeiden yksiköissä olla käytettävä suure. Osat, joiden mitat pysyvät vakioina, tulisi merkata taas kappalemäärän mukaan. Esimerkkinä pultit ja laakerit.

Ohjaustapaa muuttamalla voidaan vaikuttaa siihen, miten nimike kättyy järjestelmässä. Nimike voi olla valmistettava tuote, joka käyttää muita nimikkeitä osinaan, tai se voi olla ostettava osa tai käytettävä materiaali. Nimikkeiden, joita käytetään useaan työhön, kuten esimerkiksi levyjä ja tankoja, olisi hyvä olla varasto-ohjautuvia, jolloin järjestelmässä näkyisi jäljellä oleva saldo, mikä helpottaa taas oston toimintaa materiaalia tilattaessa. Nimikkeen ohjaustavan va-

linta vaikuttaa myös siihen, miten nimikkeen tiedot tulostuvat raporteissa. Esimerkiksi alihankittavien nimikkeiden osuus näkyy tulosteissa omana rivinä, jolloin voidaan tarkastella työn jälkilaskelmissa alihankintaan kulunutta summaa helpommin.

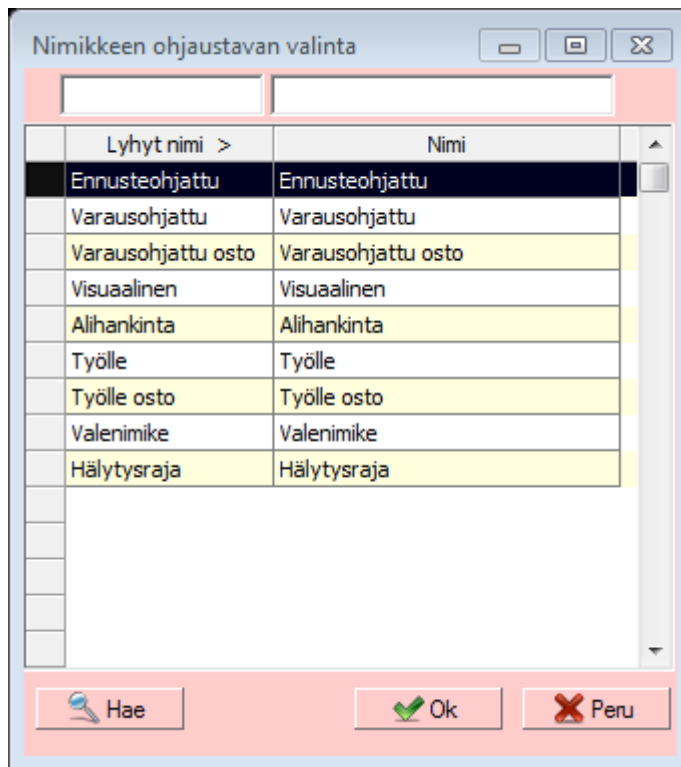
Kuvassa 2 näkyy esimerkki nimikkeen tiedot-lomakkeesta, jossa näkyy nimikkeen perustiedot ja määritetyt ohjaustavat. Esimerkissä on luotu nimike 3 mm haponkestävälle teräslevylle ja määritelty tälle halutut ohjaustavat ja perustiedot.

The screenshot shows a software window titled "Nimike STAI TEST61 - Lean System". The interface is in Finnish and contains a form for defining a material item. The form is organized into several sections:

- Top Bar:** Includes menu options like "Lomake", "Työkalut", "Näytä", "Ikkuna", and "Ohje". Below the menu are icons for "Uusi", "Tallenna", "Poista", "Pyyhi", and "Hinnat".
- Item Information:** Fields for "Nimike" (Item name), "Nim.tunnus" (Item code: STA0001006), "Nimi 1" (Name 1: LEVY 3,00), "Nimi 2" (Name 2: 1.4432+2B EN 10028-7), "Lyhyt nimi" (Short name), "Tyyppi" (Type: Levyt), "Tila" (Status: Aktiivinen), and "Tuoteryhmä" (Product group).
- Control Parameters:** A grid of fields for "Ohjaustapa" (Control method: Varausohjattu ost), "Käsittelytapa" (Processing method: Vstoitava,keräily), "Täyd.menet." (Completion method: Osto), "RR-koodi" (RR code), "Jäljitys" (Tracking: Mahdollinen), and "Jälj. tunnusarja" (Tracking number).
- Classification and Other Data:** Fields for "ABC-luokka", "Rak.malli", "Vaihemalli", "Tjan tunnus" (513789), "Laatuluokka" (QB), and "Hukka-%" (10).
- Warehouse and Unit Data:** A section with tabs for "Varasto" (Warehouse), "Muut tiedot" (Other info), "Suunnittelutiedot" (Design info), "Lisätiedot" (Additional info), and "Nimikkeen luokittelu" (Item classification). It includes fields for "Oletusvarasto" (W04), "Varastopaikka" (H5), "Kyks" (m2), "Hank.yksikkö" (kg), "Myks" (kg), and "Tilavuus".

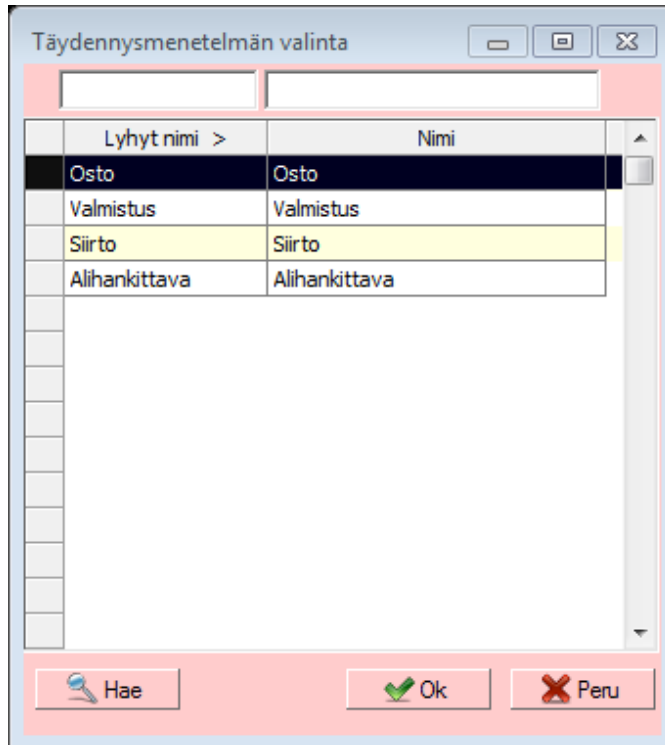
Kuva 2. Lean-toimininnanohjausjärjestelmän nimikkeen tiedot-lomake.

Nimikkeen ohjaustapoja on olemassa Leanissä yhdeksän kappaletta, mutta Stairon käyttää niistä kuutta. Käytössä on seuraavat ohjaustavat: varausohjattu, visuaallinen, alihankinta, työlle, työlle osto ja valenimike. Kuvassa 3 näkyvät kaikki käytettävissä olevat ohjaustavat.



Kuva 3. Nimikkeen ohjaustavan valinta.

Toinen nimikkeen käyttäytymiseen vaikuttava tekijä on täydennysmenetelmä, josta esimerkki kuvassa 4. Täydennysmenetelmä kertoo onko nimike ostettava osa, valmistettava tuote vai alihankittava osa/tuote.



Kuva 4. Täydennysmenetelmän valintaikkuna.

### 2.2.1 Lisätietokenttien merkinnät

Lisätietomerkintöjen tulisi olla työkorteissa mahdollisimman selkeitä ja informatiivisia. Lisätietoja osista voi kirjoittaa erilliselle tekstiriville tai materiaalirivin infokenttään. Lisätiedoilla voi ilmoittaa ostolle, jos osissa on jotain erityispiirteitä hankintojen kannalta tai merkinnöillä voi ohjata tuotantoa. Tämän takia tuotannossa tapahtuville vaiheille tulisi kehittää yksi ja selkeä tapa merkintöihin, jotta mahdollisilta virheiltä välttyttäisiin.

Infokenttään tuleva teksti vakio-ohjauksille tulisi olla mahdollisimman lyhyt joh-tuen kentän rajallisesta merkkimäärästä, joka on 18. Infokenttään pystytään kirjoittamaan suurempikin merkkimäärä, mutta ainoastaan 18 ensimmäistä merkkiä näkyy työkorttitulosteessa. Tällöin lisätiedoille ja erikoishuomautuksille jää enemmän tilaa.

Alla on listaus yleisimmistä työvaiheista ja niiden ohjausmerkinnöistä:

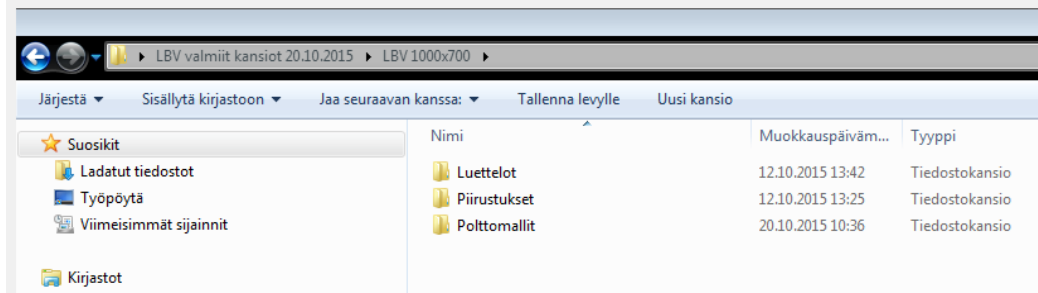
1. Laserleikkaus	Ls
2. Leikkaus	L
3. Särmäys	S
4. Lävistys	C
5. Mankelointi	M
6. Saumahitsaus	Sm
7. Sahaus	Sa
8. Koneistus	K
9. Hitsaus/kokoonpano	H
10. Pienosavalmistus	P

### 2.3 Projektikansioiden yhdenmukaistaminen

Projektikansioiden tulisi sisältää kaikki projektin valmistamisen kannalta tärkeät dokumentit. Täydellistä yhdenmukaistamista ei voida kansioihin tehdä johtuen projektien erillisestä luonteesta, mutta perusasiat kuten valmistuspiirustukset ja osaluettelot tulisi niissä olla.

Kun kaikki projektin kannalta tärkeä tieto on selkeästi nimettynä ja tallennettuna yhdessä paikassa niin projektin hallinta on huomattavasti helpompaa ja nopeampaa. Tämä auttaa myös mahdollisten loma- ja sairaspöissaolojen aikana, koska lomatuuraajat löytävät helpommin tarvittavan tiedon. Kuvassa 5 näkyy esimerkki kansion perusrungosta, joka pitää sisällään välttämättömimmät tiedot valmistuksen kannalta.





Kuva 5. LBV-äänenvaimentimen projektikansio.

## 3 TYÖN AIKATAULUTUS

Aikataulun tekeminen ja siinä pysyminen on jokaisessa yrityksessä ja jokaisella henkilöllä aina tärkeä osa tekemistä ja valmistusta tuotteesta tai toimenkuvasta riippumatta. Työnsuunnittelijan tehtävänä on tehdä projektipäällikön laatiman aikataulun pohjalta aikataulutusta järjestelmään eri työvaiheille. Projektin luonteesta riippuen aikataulutusta tehdään joko karkealla tasolla tai osakohtaisesti suunniteltuna. Hyvin tehty selkeä ja realistinen aikataulu helpottaa projektipäällikön ja työnohtajien tuotannon ohjaamista.

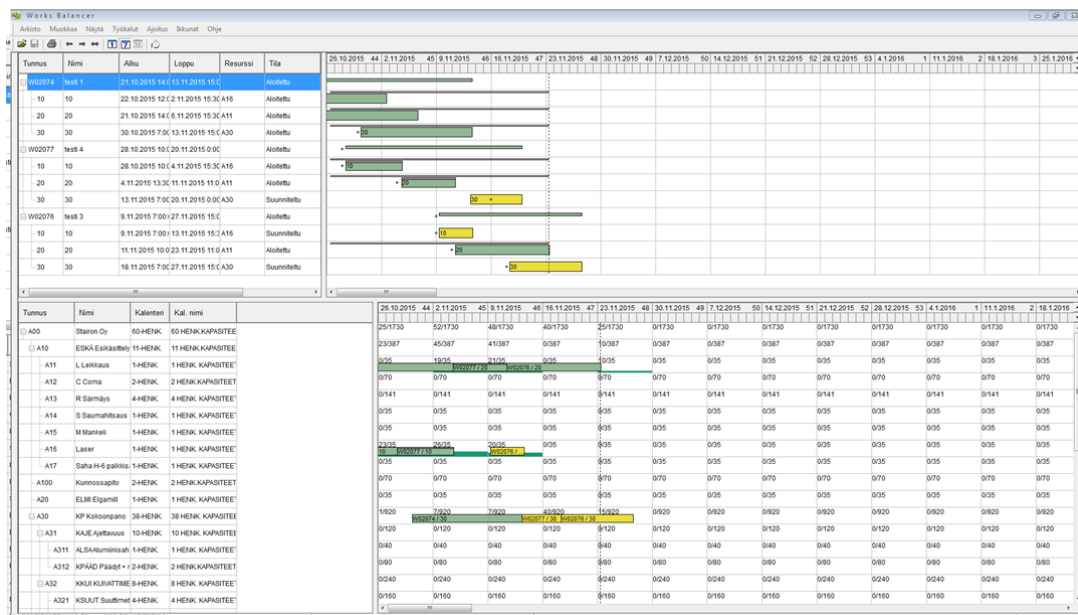
Töiden ajoittamisesta Martti Airas ja Risto Penttilä toteaa kirjassaan, että ajoittamisen on perustuttava reaalille mahdollisuuksille työn suorittamisesta. He puhuvat samassa yhteydessä siitä, että työnsuunnittelun tietojärjestelmän tulee tukea töiden aloitettavuuden tarkastustoimintaa. Tiedon tulisi olla reaaliaikaista varausten, kerättyjen määrien, ennakoitujen ostotilausten ja työn alla olevien osavalmisteiden sekä vavarastosaldojen suhteen. Näiden tietojen lisäksi voidaan myös tutkia varatun kapasiteetin eli kuormituksen määrää ja harkita tältä pohjalta työn ajoitusta. Vaikka työn suorittamisesta luvattuna aikana aiheutuu ylikuormaa, on ajoitussuunnittelu tehtävä. (Yrityksen tuotannonohjaus s44)

### 3.1 Works Balancer apuvälineenä

Lean toiminnanohjausjärjestelmässä on mahdollista käyttää työkaluna Works Balancer lisäosaa, jossa kortitetut työt näkyvät aikajanana. Töiden näkymää voi laajentaa alasvetovalikosta, josta saadaan myös näkyviin vaiheisiin kuuluva aika aikajanana. Työvaiheita sekä itse työtä pystyy aikatauluttamaan Works Balancer:ssä ja tallennetut muutokset päivittävät myös koko järjestelmää tallentamisen jälkeen. Töiden uusi aikatauluttaminen onnistuu helposti siirtämällä työn aikajanaa hiiren vasemmalla painikkeella. Työn aikajanaa voi siirtää kokonaan tai sen pituutta voi muuttaa kummastakin päästä. Tietoja pystyy myös vaihtamaan avattavasta kalenterista, jos hiirellä siirtely tuntuu liian karkealta. Lisäosan oikea

toimiminen vaatii työnsuunnittelijalta kuitenkin työvaiheisiin oikeat perustiedot, jotta työkalua kannattaa edes käyttää ja se toimisi oikein.

Kuvassa 6 näkyy Works Balancer lisäosan aloitusikkuna, jossa ylemmässä osiossa näkyy kolme eri projektia. Vihreällä näkyvät palkit ovat aloitettuja töitä ja niiden työvaiheita ja keltaiset palkit ovat suunniteltuja työvaiheita. Ikkunan alaosassa näkyy samat työt jaettuna resursseittain. Esimerkkikuvassa näkymä on asetettu viikkonäkymäksi.



Kuva 6. Works Balancer-aloitusikkuna.

### 3.2 Työvaiheiden ajoitukset

Töitä voi ajoittaa järjestelmään joko pelkästään työkorttikohteisesti tai pilkkomalla pienempiin osiin eri työvaiheille. Pienet työt joissa on enintään kaksi eri työvaihetta voidaan valmistaa pelkästään yhdellä aikaikkunalla, jonka sisään kuuluu molemmat työvaiheet. Esimerkkinä tästä on laserleikattu levyosa, joka leikkauksen jälkeen pakataan ja lähetetään eteenpäin. Suuremmat työt joissa on useampi eri työvaihe tulisi aikatauluttaa tarkemmin ja luoda työvaiheille omat

aikaikkunat, jonka aikana kyseinen työvaihe tulisi valmistua. Ajoitusta tehdessä tulee huomioida käytettävissä olevat resurssit ja mahdolliset päällekkäiset työt, jotta aikataulusta tulee realistinen. Työvaiheiden ajoituksen yhteydessä olisi hyvä, jos työsuunnittelija lisäisi myös työvaiheille suunnitellut työtunnit ja lisäisi vaiheen tiedot-lomakkeelle myös suunnitellun valmistusmäärän. Tällöin suunnitellut tunnit näkyvät myös Works Balancer ikkunassa ja töiden aikataulua on helpompi hallita. Työvaiheen tiedot lomakkeesta on esimerkki kuvassa 7.

Kuva 7. Työvaiheen tiedot lomake.

### 3.2.1 Valmistus

Valmistuksen aikataulu tulee suunnitella siten, että työn alkaessa on tuotannolla käytössä kaikki tarvittava materiaali valmistamista varten. Jos valmistuksen kannalta tärkeitä materiaaleja ei ole niin työn aikataulu kärsii siitä heti. Kaksi

kriittisintä vaihetta on esikäsittely ja loppukokoonpano. Esikäsittelyn aikana tapahtuvat myöhästymiset näkyvät koko projektissa ja tämän takia tarvittava materiaali tulisi olla käytössä heti työn alkaessa. Loppukokoonpano on yleensä riippuvainen muun tuotannon lisäksi ostettavista asennuskomponenteista, joiden tulisi olla talossa ennen loppukokoonpanon alkamista. Kriittisimpien osien saatavuus tulee tarkistaa jo projektin alussa, jotta työn valmistuminen ei kärsi pitkien toimitusaikojen takia.

### 3.2.2 Osto

Oston kanssa työsuunnittelijan tulisi olla projektin alussa tiiviisti yhteistyössä, jotta kaikki projektin kannalta kriittisimmät osat saadaan tilattua ja sovittua niille projektin kannalta järkevä saapumispäivä. Joidenkin osien pitkä toimitusaika voi myös samalla vaikuttaa projektin aikataulutukseen ja työjärjestykseen. Projektin kannalta järkevät saapumispäivät selkeyttävät varastotyötä ja osia ei tarvitse turhaan säilyttää pitkiä aikoja omassa hyllyssä vaan ne saadaan mahdollisimman pian käyttöön saapumisen jälkeen.

### 3.2.3 Alihankinta

Alihankittavat osat osavalmisteet tulee selvittää projektin aloitusvaiheessa ja tehdä yhdessä työnjohdon kanssa päätös siitä, että mitkä kaikki osat on järkevää tilata alihankinnasta. Luonnollisia valintoja on osat joita Stairon ei pysty itse valmistamaan, tai osan valmistaminen tarvitsee erikoisosaamista, jota talosta ei löydy. Kiireisenä aikana jolloin osavalmistuksen kuormitus on suuri niin projektin etenemisen kannalta voi olla viisasta hankkia osavalmisteita myös ulkopuolelta vaikka ne voitaisiinkin itse tehdä. Tällöin voidaan varmistua aikataulussa pysyminen ja samalla kevennetään oman tuotannon liian suureksi kasvanutta kuormaa.

### 3.2.4 Jälkikäsittely

Jälkikäsittelylle tulee varata myös selkeä aika, jolloin jälkikäsittely tehdään. Tällöin jälkikäsittelylle voidaan tehdä tilaus tarpeeksi ajoissa ja sopia tuotteiden kuljetukset. Suurien tuotteiden kohdalla aikatauluun tulee myös huomioida lastausajat.

### 3.2.5 Pakkaus ja lähetys

Tuotteiden pakkaamiselle ja lähettämiseksi on hyvä varata myös riittävästi aikaa projektin loppuun, jotta voidaan varmistua lähtevästä tavarasta ja oikeanlaisista lähetyslistoista. Valmiiden tuotteiden pakkaaminen ja lähettäminen tulee suunnitella hyvissä ajoin ennen lähetystä. Tarvittavat mittatilatut lavat tulee olla ennen tuotteen valmistumista saatavilla, jotta pakkaaminen voidaan aloittaa heti valmistumisen jälkeen. Tarvittavat kollitiedot tulee olla mahdollisimman pitkälle täytetty ennen pakkausta, jolloin pakkaajat osaavat pakata oikeat tuotteet oikeisiin lavoihin/kontteihin. Ennen tuotteen lähettämistä tulisi projektipäällikön, työnjohtajan tai team:n vetäjän varmistaa lähtevä tavara ja oikeanlainen tuotteen merkitseminen. Kuvassa 8 näkyy esimerkki täytettävästä lähetyspohjasta johon kyseiset tiedot voidaan täyttää.

**stairon**

**Pakkauslista**

1. Aktiviteetti: \_\_\_\_\_

2. Pakkauspäivä: \_\_\_\_\_

3.

	Num	Nimi	Piirustus	Paino	KPL
Koli 1	1				
	2				
	3				
	4				
	5				

Paino yhteensä: \_\_\_\_\_

Koli 2	1				
	2				
	3				
	4				
	5				

Paino yhteensä: \_\_\_\_\_

Koli 3	1				
	2				
	3				
	4				
	5				

Paino yhteensä: \_\_\_\_\_

4. Pakkauksen osien merkkaus

Rahti kirjattulostettu

Pakkaustiedot kiinnitetty kolleihin

5. Lähetysten tarkastaja: \_\_\_\_\_

Kuva 8. Lähetyslistalomake.

## 4 TYÖNSUUNNITTELUN LAADUNVALVONTA

Kuten muitakin tuotannos osa-alueita, niin tulisi myös työnsuunnittelun laatua valvoa. Työnsuunnittelussa suurimmat kompastuskivet ovat inhimilliset kirjoitusvirheet, jonka takia yleensä osien kappalemäärät muuttuvat vääriksi tai kuvanumerot eivät ole oikein. Toinen paljon virheitä aiheuttava tekijä on vanhentuneet tai väärät tiedot. Valmiiksi työsuunnitellut työkortit ja aikataulut olisi hyvä tarkistaa ennen kuin työ vapautetaan tuotantoon, jotta heti alussa saadaan mahdollisimman paljon virheitä eliminoitua. Myös työn valmistuksen aikana on hyvä kerätä tietoa joko kirjallisesti tai suullisesti tuotannosta, jotta mahdollisiin ongelmakohtiin voidaan puuttua mahdollisimman nopeasti. Kerätyn informaation pohjalta tulisi virheet korjata mahdollisimman pian ja toimittaa korjatut versiot eteenpäin. Mahdollisista aikataulumuutoksista tulee keskustella työnjohdon ja oston kanssa, jotta virheiden negatiivinen vaikutus saadaan mahdollisimman pieneksi.

Projektin laadun ja ohjauksen varmistus julkaisussa kerrotaan, että jokaiseen projektin vaiheeseen tulisi sisältyä systemaattinen, kriittinen ja dokumentoitu tulosten tarkastelu. ”Katselmuksessa tulisi tunnistaa ja ennakoida ongelma-alueet ja puuttelisuudet sekä panna alulle korjaavat toimenpiteet sen varmistamiseksi, että tulokset täyttävät asiakkaan vaatimukset”. Julkaisussa myös todetaan, että ”eniten laatuun pystytään vaikuttamaan projektin alussa tehdyillä päätöksillä ja virheettömyydellä”. (Projektin laadun ohjaus ja varmistus)

### 4.1 Suunnitelmien tarkastaminen

Työnsuunnittelun laadun takaamisessa tulisi tarvittava tarkastelu tehdä ennen suunnittelun aloittamista, jotta löydetään mahdolliset virheet ja puutokset kuvista ja osaluetteloista. Ilman huolellista läpikäyntiä suunnittelussa olevat virheet siirtyvät työnsuunnittelun kautta tuotantoon. Toinen kriittinen kohta on valmiiksi työnsuunniteltujen työkorttien tarkastus. Tässä vaiheessa voidaan vielä korjata kirjoitusvirheet ja löytää mahdolliset puutokset työkorteista. Jälkitarkastuksen



tulisi suorittaa joku muu henkilö kuin työsuunnittelija itse, jotta ongelmakohdat löytyisi varmemmin. Siinä tapauksessa, jos tuotetta on valmistettu ennenkin niin olisi tarkastajan hyvä olla sellainen henkilö, joka tuntee jo tuotteen entuudestaan.

#### 4.2 Tuotannosta kerätty informaatio

Tuotannosta kerätty informaatio on yksi tärkeimmistä työkaluista työsuunnittelussa. Valmistusta hankaloittavat tekijät ilmaantuu viimeistään työn aloituksen jälkeen. Tapa jolla tiedot ongelmista siirtyy työsuunnittelijalle on vapaa, kunhan tieto välittyy mahdollisimman nopeasti. Tiedot ongelmista olisi hyvä kuitenkin siirtää puhtaaksikirjoitettuun muotoon jossain vaiheessa projektia, jotta seuraavalla kerralla samankaltaista tuotetta tehdessä on ongelmakohdat tiedossa.

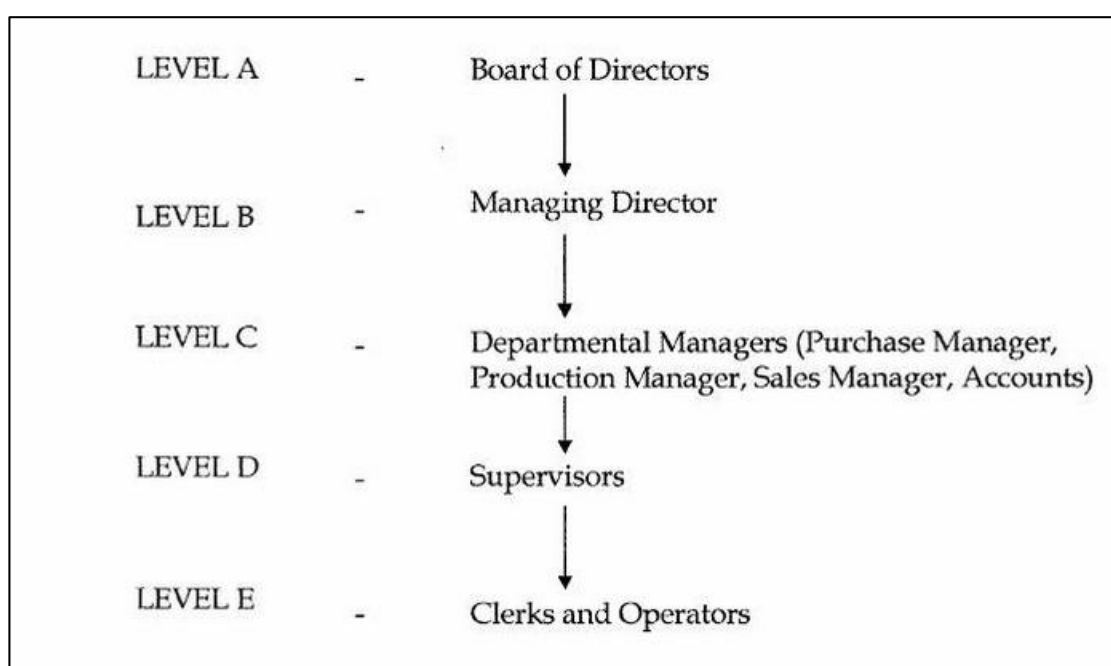
Saadut tiedot voi olla myös kehitysideoita työprosessiin ja hyväksi todetut ehdotukset tulisi myös kirjoittaa muistiin ja mahdolliset muutosehdotukset hyväksyttää asiakkaalla. Tällöin saadaan työprosessia tehostettua ja annettua samalla asiakkaalle hyvä kuva valmistuksesta, koska heidän tuotteen valmistusta pyritään tehostaa.

#### 4.3 Havaittujen virheiden korjaaminen

Havaitut virheet tulee korjata mahdollisimman nopeasti, jotta virheistä aiheutuisi mahdollisimman vähän haittaa valmistukseen ja siitä koituisi mahdollisimman vähän lisäkustannuksia. Pienemmät virheet saadaan korjattua pelkästään tekemällä muutoksia alkuperäisiin työkortteihin, mutta suuremmista virheistä tulee tehdä susityökortti, jonka avulla virheen takia aiheutuneet lisätyöt ja lisäkustannukset saadaan helpommin kohdistettua työlle. Virheet tulisi myös käydä läpi työntekijöiden ja työstä vastaavan työnjohtajan kanssa, jotta ongelmakohta on kaikkien tiedossa ja siitä ei aiheutuisi enään enempää haittaa projektille myöhemmissä vaiheissa.

## 5 VIESTINTÄ

Teoksessa Professional Communication jaotellaan viestinnän tasot kolmeen eri kategoriaan. Kategoriat ovat ihmisten välinen kommunikaatio, organisaation kommunikaatio ja massa viestintä. Tässä kappaleessa käydään läpi keskimäistä viestinnän tasoa, eli organisaation kommunikaatiota. Teoksessa on esitettyä kuvan 9 mukainen hierarkiakaavio viestinnästä. (Shukla 2010, 10.)



Kuva 9. Organisaatiotason viestinnän kaavio (Shukla 2010, 10).

Näiden organisaatiotasojen sisällä on vielä kolme erilaista viestintää, jotka ovat sisäistä, ulkoista ja henkilökohtaista viestintää. Sisäinen viestintä sisältää seuraavat kohdat:

1. Henkilöstön ohjeistus.
2. Suunnitelmien ja ongelmien selvitys.
3. Ohjauksen ja opetuksen antaminen.

4. Ongelmien poistaminen.
5. Järjestyksen ylläpito.

Toinen kohta eli ulkoinen viestintä pitää taas sisällään organisaatioiden välisen viestinnän, viestinnän johdon kanssa ja viestinnän asiakkaiden kanssa. Kirjassa painotetaan, että tämän tason viestintä vaatii jo enemmän osaamista ja huomiota kuin sisäinen viestintä.

Viimeisenä kohtana on henkilökohtainen viestintä, jolla tarkoitetaan kommunikaatiota eri tahojen välillä, joka ei liity organisaation toimintaan. Henkilökohtaisella viestinnällä voidaan kuitenkin parantaa henkeä ja nostaa sitä tuloksia. (Shukla 2010, 10-12.)

Työnsuunnittelun ja johdon välinen viestintä perustuu pääosin töiden raportointiin. Johdon tehtävänä on varmistaa, että työnsuunnittelulla on tarvittava tieto suunniteltavista töistä. Lisäksi johto määrittää käytettävissä olevat henkilöstöressurit työn suorittamiseen. Työnsuunnittelun tehtävä on ilmoittaa johdolle aloituskelpoiset työt ja tarvittaessa raportoida töiden edistymistä.

Myynnin tulee toimittaa työnsuunnitteluun myynnin aikana sovitut ehdot ja ennen myyntiä tehdyt laskelmat työtunneista ja materiaaleista. Työnsuunnittelun tulee siirtää myynnin tekemät tuntilaskelmat työvaiheisiin, jotta suunniteltuja ja toteutuneita työtunteja pystytään helpommin seuraamaan ja vertaamaan toisiinsa. Työn päätyttyä suunniteltujen ja toteutuneiden työtuntien ollessa kaukana toisistaan tulee selvittää, että onko tuntilaskelmissa virheitä tai onko tuotannon jossain osa-alueessa ongelmia.

Työnsuunnittelun tulee välittää ostoon tarvittavat tiedot ostettavista komponenteista ja materiaaleista. Valmistuksen kannalta kriittiset osat tulisi jo ennen työn aloittamista pystyä katsomaan oston kanssa läpi. Tavoitteena on, että työ ei keskeytyisi puuttuvien osto-osien tai materiaalien takia. Työnsuunnittelun tulisi myös pystyä ilmoittamaan osille tarvepäivämäärät, jotta oston olisi helpompi jakaa omaa kuormaansa. Ostoon tulisi kerätä ostetuista materiaaleista materiaalitodistukset ja lisätä ne tarvittaessa projektikansioon. Lisäksi ostoon tulisi informoida työnsuunnittelua, jos toimittaja ei pysty toimittamaan osia haluttuun tarve-

päivämäärään mennessä. Tällöin työnsuunnittelu ja työnjohto pystyy ennakoimaan mahdollisia keskeytyksiä tuotannossa ja pystyy siirtämään resursseja töille joita pystytään jatkamaan.

Työn ollessa suunniteltu ja aloituskelpoinen tulee työnsuunnittelun informoida tästä työnjohtoa, jotta työnjohto pystyy aloittamaan tuotannon. Työnjohdon tulisi taas pystyä ilmoittamaan kaikista työtä hidastavista tekijöistä, tai jos työtä ei voida jatkaa. Tällöin tulee työnjohdon ja työnsuunnittelun yhdessä selvittää ja toteuttaa korjaavat toimenpiteet, jotta työt saadaan aikataulussa valmistettua.

Tuotannolta saatu informaatio töistä ja niiden valmistumisesta on todennäköisesti tärkein työkalu työnsuunnittelussa ja töiden hallinnassa. Mahdolliset suunnitteluvirheet ja kehittämisideat tulevat viimeistään töiden alkamisen jälkeen ilmi. Tämä tieto tulisi pystyä käyttämään hyödyksi ja tarpeen mukaan jatkojalostaa eteenpäin. Työnsuunnittelun tehtävänä on taas tuottaa tuotannolle mahdollisimman selkeät ohjeistukset ja tiedot töistä, jotta työntekeminen olisi mahdollisimman helppoa.

## 6 TYÖNSUUNNITTELUN TEHOSTAMINEN

Työnsuunnittelun tehostaminen onnistuu parhaiten jo ennestään tunnettujen tuotteiden kohdalla. Tällöin valmistuksen eri vaiheet, tarvittavat resurssit ja näihin kulunut aika on jo ennestään tunnettu. Tällöin valmistuksessa olevia pullonkauloja pystytään ennakoimaan ja varaamaan näihin kohtiin enemmän aikaa tai resursseja. Uusien tuotteiden kohdalla tällaista mahdollisuutta ei ole ja vertailukohtana pystytään käyttämään ainoastaan samankaltaisia töitä, joista saadaan suuntaviivat valmistukseen. Hyvin hallinnassa oleva projektinhallinta ja hyvä kommunikaatio eri elimien välillä toimii jo itsessään tehokkaana työvälineenä eri töiden valmistuksessa.

### 6.1 Vakiotuotteiden kartoitus

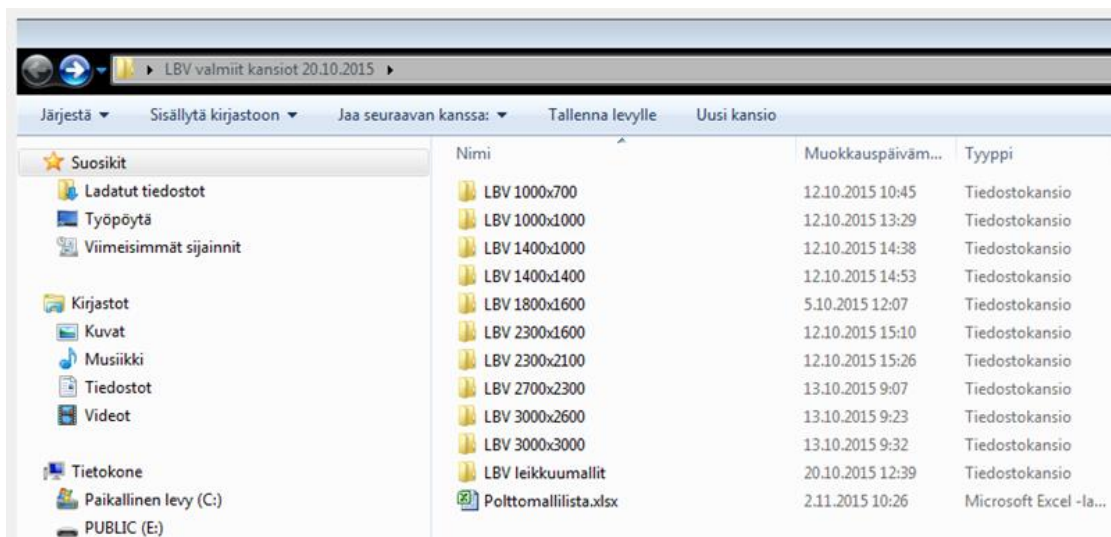
Työnsuunnitteluprosessin tehostaminen vakiotuotteiden kohdalla on varmasti helpointa. Silloin kun tuotteiden valmistus on jo ennestään tuttua ja valmistukseen käytetty aika sekä resurssit ovat hyvin tiedossa niin pystytään tuotteille luomaan valmiita kehyksiä, joiden pohjalta työsuunnitteluprosessi nopeutuu merkittävästi. Tästä syystä kannattaa vakiotuotteet kartoittaa ja selvittää niistä mahdolliset yhtäläisyydet, sekä luoda työtä helpottavia taulukoita.

Ennen kuin aloitetaan tekemään valmiita suunnittelupohjia tuotteille niin tulee selvittää, että mitä luetteloita ja työsuunnittelun apuvälineitä on jo olemassa ja kannattaako enään näiden lisäksi tehdä lisätyötä ja onko tehty työ tarkoituksen mukaista.

### 6.2 Tuotekohtaisten arkistojen luominen

Niiden vakiotuotteiden kohdalla joille on luotu uusia taulukoita ja piirustuksia, kannattaa luoda kansio yrityksen tietokantaan, josta tieto on kaikkien saatavilla.

Yhtenä osiona opinnäytetyötä kävin läpi Valmetin LBV-äänenvaimentimien valmistuspiirustukset ja suunnittelutaulukot, joista tein valmiit suunnittelupohjat Staironin tietokantaan. Kansion alla on eriteltynä jokainen eri koko omissa kansioissaan ja näihin kansioihin on kerätty kyseisen vaimenninkoon piirustukset, osaluettelot ja polttomallit. Kuvassa 10 näkyy kyseisen kansion sisältö. Näiden lisäksi kokosin Exel-taulukon kaikista polttomalleista johon lisäksi lisäsin poltto-osien mitat, jotta mitat on nopeampi siirtää työkortille työsuunnitteluvaiheessa. Apuvälineenä kansioiden tekemiseen toimi Valmetin luoma Excelpohja, josta sai osien perustiedot eri äänenvaimentimille.



Kuva 10. Kuva valmiista äänenvaimennin kansioista.

Samankaltaisen taulukon polttomalleista tein myös BVN-äänenvaimennin mallille, mutta kyseisestä mallista ei kannattanut lähteä luomaan erillisiä kansioita, koska äänenvaimenninmallille on jo valmiiksi olemassa kattava ja helppokäyttöinen suunnittelupohja.

LBV- ja BVN-äänenvaimentimien eritelistöistä tein myös yhteenvedon, josta näkyy jokaiseen malliin kuuluva kokonaiseristemäärä. Tämä lista helpottaa eristeiden ostoa materiaalien tilausvaiheessa.

## 7 TYÖN YHTEENVETO JA KEHITYSIDEAT

Työn aikana pääsin kosketuksiin Stairon Oy valmistuksen jokaiseen osa-alueeseen ja sain hyvän yleiskuvan yrityksen tavasta toimia valmistuksen eri vaiheissa. Työsuunnittelun kehityksen kannalta työssä saatiin tehtyä vasta yleiskatsaus työsuunnitteluprosessiin, ja yksittäisiin osa-alueisiin ei päästy vielä syventymään. Suurimpana kehitystoimena ovat valmiit projektikansiot äänen- vaimentimille ja yhtenäisempien merkintätapojen luominen työsuunnitteluun.

Kehitysideoita työn aikana tulikin sitä enemmän. Suurimpana näistä on työsuunnittelun ja myynniin välisen yhteistyön lisääminen tarjouslaskentavaiheessa, jonka avulla saataisiin tarkempia laskelmia myytävistä tuotteista ja luotaisiin hyvä pohja tuotteiden työsuunnitteluvaiheelle. Tällä tavalla informaation siirtyminen olisi huomattavasti tehokkaampaa, jolloin virheiden määrä vähentyisi. Toisena kehitettävänä kohteena olisi oston ja työsuunnittelun välinen vuoro- vaikutus. Tähän olisi hyvä kehittää yksi selkeä toimintamalli, jolla tiedonsiirtymien varmistettaisiin, jolloin kummallakaan osapuolella ei olisi epätietoisuutta ostettavien osien tarpeesta tai tilasta.

## LÄHTEET

Airas, M. & Penttilä, R. 1985. Yrityksen tuotannonohjaus. Lappeenranta: Etelä-Saimaan Kustannus Oy.

Projektin laadun ohjaus ja varmistus. Viitattu 3.12.2015

[http://195.148.217.80/public/KosonenH/projekti\\_aikuis\\_2013/Laatu/Projektin%20laadun%20ohjaus%20ja%20varmistus.pdf](http://195.148.217.80/public/KosonenH/projekti_aikuis_2013/Laatu/Projektin%20laadun%20ohjaus%20ja%20varmistus.pdf)

Shukla, S. 2010. Professional Communication. Lucknow: Word-Press.