

Juuso Pernu

TUOTTEEN VALMISTUSPROSESSIN KEHITTÄMINEN

TUOTTEEN VALMISTUSPROSESSIN KEHITTÄMINEN

Juuso Pernu
Opinnäytetyö
Kevät 2024
Konetekniikan tutkinto-ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Konetekniikan tutkinto-ohjelma, tuotantotekniikka

Tekijä: Juuso Pernu
Opinnäytetyön nimi: Tuotteen valmistusprosessin kehittäminen
Työn ohjaaja: Matti Rahko
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2024
Sivumäärä: 23

NPI-prosessi on tehokas tapa viedä tuote ideasta tuotantoon asti siten että siitä saada kannattavaa. Opinnäytetyön toimeksiantajalla Screentec Oy:llä oli prototuotannossa oleva tuote, joka oli menossa tuotantoon. Tuotteelle oli alkamassa NPI-projekti ja sen tuotantoprosessia piti saada tehostettua eli valmistuskustannuksia matalammaksi.

Opinnäytetyössä tutkittiin Screentec Oy:ssä tuotantoon siirtyneen asiakkaan tuotteen tuoteprosessia. Tarkoituksena oli tutkia tuotantoprosessia NPI 1 -vaiheessa suunnittelijan näkökulmasta ja tehdä siinä selvitetty mahdolliset muutokset ja kehitysajat NPI 2 -vaiheessa.

Tuote oli käynyt läpi jo ensimmäisen prototuotantovaiheen ja on siirtynyt prototuotannossa NPI 1 -vaiheeseen. Yhdeksi kehityskohteeksi NPI 2 -vaiheessa on määritelty jo tuotteen siirtäminen arkkipainoprosessista rullapainoprosessiin. Työssä tutkittiin tuotteen rakennetta, valmistusprosesseja ja työskentelytapoja ja kehitettiin niitä saaden tuotteen lopullisia valmistuskustannuksia matalammiksi. Työn teoriaosuudessa perehdyttiin NPI-prosessiin yleisesti ja kerrottiin sen tavoitteista, sekä perehdyttiin yleisimpiin NPI-prosessissa oleviin työvaiheisiin.

Lopputulokseksi saatiin onnistunut valmistusprosessin kehitys ja tuotteen valmistus saatiin siirrettyä arkkipainoprosessista rullapainoprosessiin. Lisäksi kehityskohteita löydettiin tuoteprosessin koostamisvaiheista, joita kehitettiin tekemällä kasaamistyökaluja sen nopeuttamiseksi. Kehityskohteita pystyttiin hyödyntämään myös muihin yrityksessä valmistuksessa oleviin tuotteisiin. NPI-prosessi saatiin vietyä onnistuneesti läpi ja osoitettua sen hyötyä yritykselle.

NPI-prosessi, tuotannollistaminen, prosessin kehittäminen

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Mechanical Engineering, Production engineering

Author(s): Juuso Pernu
Title of thesis: Development of the product manufacturing process
Supervisor(s): Matti Rahko
Term and year when the thesis was submitted: Spring 2024
Number of pages: 23

The NPI (New Product Introduction) process is an efficient way to take a product from the idea stage to production, ensuring profitability. The thesis assignment for Screentec Oy involved a product in the prototype stage that was transitioning to production. The NPI project was set to begin for the product, and the goal was to streamline its production process, specifically reducing manufacturing costs.

The thesis examines the production process of a customer's product that has transitioned to production at Screentec Oy. The objective is to study the production process in the NPI 1 stage from the designer's perspective and make any identified changes and development ideas in the NPI 2 stage.

The product has already gone through the initial prototyping phase and has moved from prototyping to the NPI 1 stage. One of the development targets in the NPI 2 stage is defined as transferring the product from sheet printing to roll-to-roll printing. The thesis investigates the product's structure, manufacturing processes, and working methods, making improvements to reduce the final product's manufacturing costs.

The theoretical part of the thesis provides an overview of the NPI process in general, outlining its objectives, and delving into the common stages within the NPI process.

The end result was the successful development of the manufacturing process and the transfer of product manufacturing from the sheet printing process to roll-to-roll printing. Additionally, other areas for improvement in the product process were identified, speeding up production and enabling similar approaches to be utilized in the future for other products manufactured by the company. The NPI process was successfully implemented, demonstrating its benefits for the company.

NPI-process, industrialization, process improvement

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
1.1	Taustaa	6
1.2	Tutkittava tuote.....	6
1.3	Kohdeyrityksen esittely.....	7
2	NPI-PROSESSI	8
2.1	NPI-prosessin hyödyt	8
2.2	NPI-prosessin vaiheet	9
2.2.1	Suunnitelman tekeminen ja toteutettavuus	9
2.2.2	Kehitys ja tuotantoa edeltävä testaus	10
2.2.3	Tuotteen valmistus ja arviointi.....	10
3	TUOTTEEN VALMISTUSPROSESSI NPI 1 -VAIHEESSA.....	12
3.1	Valmistusprosessi NPI 1 -vaiheessa	12
3.2	Tuotantoajat ensimmäisessä protoerässä	12
3.3	Huomatut tarpeet ja muutokset	13
4	TUOTANTOPROSESSI NPI 2 -VAIHEESSA	16
4.1	Muutokset toiseen tuotantoeraan	16
4.2	Valmistusprosessin seuranta toisessa protoerässä.....	16
4.3	Valmistusajat toisessa protoerässä	16
5	TULOKSET	20
6	YHTEENVETO	22
	LÄHTEET	23

1 JOHDANTO

1.1 Taustaa

Tässä opinnäytetyössä tutkitaan Screentec Oy:ssä prototuotannossa olevan tuotteen NPI-prosessia. Prototuotanto on tuotantoa, jossa parannellaan ja varmistetaan yksityiskohtia sekä pyritään kehittämään tuotannon valmistusprosessista kustannustehokas. Työssä tutkitaan tuotteen NPI-prosessia suunnittelijan näkökulmasta ja havaitut muutokset ja kehitysideat toteutetaan seuraavassa valmistuserässä.

Tuote on käynyt läpi jo ensimmäisen prototuotantovaiheen, ja se on siirtymässä toisesta protoerästä kolmanteen protoerään ennen tuotannollistamista. Yhdeksi kehityskohteeksi on määritelty tuotteen siirtäminen arkkipainoprosessista rullapainoprosessiin. Arkkipaino ei ole niin automatisoitu prosessi kuin rullapaino, joten määrällisesti isompien valmistuserien kannalta sen valmistus olisi järkevämpää rullapainossa. Työssä tutkitaan tuotteen rakennetta, valmistusprosesseja ja työskentelytapoja ja pyritään kehittämään niitä, jotta saadaan lopullisia tuotteen valmistuskustannuksia pienemmäksi.

1.2 Tutkittava tuote

Tutkittava tuote on lääkinällinen elektrodi ulkomaalaiselle asiakkaalle. Sen valmistuksessa käytetään useaa eri valmistusprosessia. Tuotteen painossa käytetään tällä hetkellä arkkipainoprosessia. Tuotteen kokoamisvaihe on lähes kokonaan käsin tehtävää sisältäen kaapeleiden kiinnityksen sekä loppukokoamisen. Lopuksi tuote vielä leikataan laserilla ja pakataan käsin asiakkaan määritelmällä tavalla. Tuote koostuu PET-muovista, johon painetaan hopeaa toiselle puolelle sekä grafiikkaa toiselle puolelle, liimakerroksista sekä kaapeleista. Hopea toimii tuotteessa johtimena, eli se mahdollistaa kontaktialueesta saadun signaalin siirtymisen liimattujen johtojen kautta itse laitteeseen, joka analysoi saatua signaalia.

1.3 Kohdeyrityksen esittely

Screentec Oy on vuonna 1989 perustettu painetun elektroniikan sopimusvalmistaja. Yritys työllistää yli 50 henkilöä ja sen toimipiste sijaitsee Oulussa. Se aloitti valmistamalla käyttöliittymiä vaativiin olosuhteisiin, joita käytetään esimerkiksi liikenteessä, sairaaloissa, ajoneuvoissa ja teollisuudessa. Tänä päivänä Screentec on laajentanut painetun elektronisen osaamistaan valmistaen kertakäyttöisiä lääkinnällisiä elektrodeja asiakkaille diagnostisiin sekä terapeuttisiin tarkoituksiin. (Screentec 2023.)

2 NPI-PROSESSI

NPI-prosessilla tarkoitetaan monivaiheista prosessia, jossa tuote viedään ideasta tuotantoon asti. Lyhenne NPI tulee sanoista New Product Introduction. NPI-prosessi koostuu useasta vaiheesta, mutta eri NPI-prosessien vaiheet voivat vaihdella idean mukaan. Jokaisen NPI-prosessin tarkoituksena on viedä tuote tuotantoon ja markkinoille taloudellisesti järkevästi minimoiden samalla riskejä. Tuotannon kannalta tällä tarkoitetaan tuotannon nopeuttamista ja hävikin vähentämistä. (Pacific Research 2023.)

NPI-prosessi on laaja kokonaisuus, jonka läpikäymiseen vaaditaan osaamista usealta osa-alueelta. NPI-prosessin läpikäymisestä vastaa projektipäällikkö. Lisäksi projektiryhmään kuuluu edustajia eri osastoilta esimerkiksi suunnittelusta, myynnistä ja tuotannosta. Tavoitteena on kuitenkin pitää projektiryhmä tarpeeksi pienenä, jotta osastoiden välinen tieto pysyy kontrollissa. Projektipäällikön on pystyttävä hallitsemaan yhtäaikaaisesti laajaa kokonaisuutta, joka sisältää tuotekonseptin sekä suunnittelun ja tuotannon vaiheet. (Salmela 2023.)

NPI-prosessi olisi hyvä aloittaa jo ennen kuin tuote on edes siirtynyt suunnitteluvaiheesta eteenpäin. Mitä aikaisemmin projektisuunnitelman tekee, sitä tehokkaamman NPI-prosessista saa. Projektisuunnitelmalla pyritään varmistamaan NPI-prosessin läpikäynti laadukkaasti aikataulussa, jotta asetetut tavoitteet ja tehtävät saadaan varmemmin hoidettua. Täten tuote pystytään viemään taloudellisesti kannattavana markkinoille tuoden lisäarvoa yritykselle sekä asiakkaalle. NPI-prosessin voi kuitenkin aloittaa missä vaiheessa tahansa uuden tuotteen valmistusta. Yleensä NPI-prosessi aloitetaan ensimmäisen prototyyppisarjan jälkeen, jolloin on huomattu, onko tuotteelle markkinoita ja onko se tuottaminen kannattavaa. (Arena solutions 2023.)

2.1 NPI-prosessin hyödyt

NPI-prosessi avulla pyritään mahdollistamaan tuotteen julkistaminen markkinoille ideasta tuotteeksi asti varmistaen sen onnistumisen määräajassa ja saaden siitä tuotannollisesti kannattavaa. NPI-prosessin etuja ovat esimerkiksi:

1. Nopea markkinoille vieminen: Tuote siirtyy onnistuneesti vaiheesta toiseen ilman katkoksia. Projektitiimi varmistaa idean etenemisen ideasta prototyyppiksi ja prototyyppistä tuotteeksi asti.
2. Pienemmät valmistuskustannukset: Projekti varmistaa käytettävien materiaalien hyödyn, varmistaa tuotannon tehokkuuden ja tarkastaa tuoterakenteen, ettei mistään näistä aiheudu ylimääräisiä kustannuksia.
3. Tuotteen laadun varmistaminen: Usean henkilön tuoterakenteen ja valmistusprosessin tarkastelu ja seuranta lisää tuotteen laatua ja varmistaa sen jatkuvuuden.
4. Tehokkaampi tuotanto: NPI-prosessi varmistaa, että tuotantoprosessin työvaiheista saadaan sujuvia ja tehokkaita. Tuotantoprosessin lähemmällä tarkastelulla jo tuotteen prototuotannon aikana mahdollistetaan kehityskohteiden havaitseminen ja niihin voidaan reagoida ennen tuotteen lopullista valmistusprosessia. (Versae 2021.)

2.2 NPI-prosessin vaiheet

NPI-prosessi koostuu useasta eri vaiheesta, ja vaiheet ovat yksilöllisiä eri projektien välillä. Projektisuunnitelmalla pyritään valitsemaan juuri tietylle NPI-prosessille tarvittavat vaiheet, jotta siitä saataisiin tehokkaamman. NPI-prosesseilla voi olla myös erilaisia tavoitteita, jotka ohjaavat projektin suuntaa. On olemassa erilaisia tekijöitä, jotka ohjaavat tavoitteita, esimerkiksi resursseja, budjettia ja aikataulua. Jokainen NPI-prosessi sisältää kuitenkin perusvaiheet, joiden pohjalta se viedään loppuun. (Pacific Research 2023.)

2.2.1 Suunnitelman tekeminen ja toteutettavuus

NPI-prosessi alkaa suunnitelman tekemisestä, jolla pyritään tunnistamaan tarvittavat vaatimukset ja asettamaan tavoitteet sen läpikäymiselle. Tässä vaiheessa valitaan projektitiimi ja määritetään roolit projektin jäsenille. Projektille tehdään aikataulu, asetetaan tavoitteet ja määritetään budjetti. Projektisuunnitelma ohjaa NPI-prosessia ja auttaa samalla projektin jäseniä sen aikana saavuttamaan määritellyjä tavoitteita aikataulussa. (Pacific Research 2023.)

Toteutettavuusvaiheella pyritään arvioimaan projektin onnistuminen. Projektitiimi tarkastaa ja arvioi tuotteen rakenteen ja valmistusprosessin ja pyrkii varmistamaan sen onnistumisen. Tässä vai-

heessa määritetään alustava tuoterakenne ja tehdään prosessikaavio sen etenemisestä. Toteutettavuusvaiheessa voidaan tehdä myös ensimmäiset yksittäiset prototyypit tuotteesta ja arvioida niiden avulla projektin mahdollisuuksia sekä tehdä vielä tarvittavia muutoksia. (Pacific Research 2023.)

2.2.2 Kehitys ja tuotantoa edeltävä testaus

Kehitysvaiheessa valmistetaan ensimmäiset protosarjat ja testataan niiden toimivuutta. Lisäksi tarkastellaan prototuotannon tuotantoprosessia ja etsitään mahdollisia kriittisiä valmistuksessa olevia kehityskohteita. Prototyyppejä arvioidaan ja tutkitaan mahdollisia rakennemuutoksia varten, jotka tekisivät tuotannosta taloudellisesti järkevämpää. Kehitysvaiheessa arvioidaan kaikki tuotteen rakenteeseen ja valmistukseen liittyvät vaiheet, esimerkiksi piirustukset, materiaalista, laitteet ja tuotannon työvaiheet. (Pacific Research 2023.)

Vahvistusvaiheessa tehdään kehitysvaiheessa huomatu tarpeet ja muutokset. Tarvittavat työkalut, materiaalit ja resurssit tehdään ja tilataan valmiiksi tuotantoa varten. Vahvistusvaiheella pyritään varmistamaan ja saamaan tuotteen valmistukseen vaadittavat asiat mahdollisimman tarkasti valmiiksi ennen lopullista suurempaa tuotantoa. Tämän vaiheen aikana valmistetaan myös pienempiä testisarjoja ottaen huomioon aikaisemmat muutostarpeet ja varmistaen niiden toimivuus. Lopullinen tuoterakenne, materiaalit sekä valmistusprosessi määritetään alustavasti valmiiksi ennen seuraavaan vaiheeseen menemistä. (Pacific Research 2023.)

2.2.3 Tuotteen valmistus ja arviointi

Tuotteen valmistus on toteutusvaihe, jossa valmistetaan lopputuote suunnitellulla valmistusprosessilla. Vaiheessa seurataan valmistusprosessia ja tehdään laadunvalvontaa sekä dokumentaatiota. Tärkeää tässä vaiheessa on tehdä riittävää ja säännöllistä dokumentaatiota tuotantoprosessista, jotta mahdollisilta ongelmilta vältytään ja niihin pystytään reagoimaan helpommin tuotteen tuotannon alkuvaiheilla. Tässä NPI-prosessin vaiheessa tuote myös viedään markkinoille. (Pacific Research 2023.)

Arviointivaihe on NPI-prosessin viimeinen vaihe. Se suoritetaan yleensä 30–60 päivää tuotannon aloituksen jälkeen. Tavoitteena on tarkastella NPI-prosessissa saatuja tuloksia sekä tuotantoprosessin kyvykkyyttä. Tässä vaiheessa kerätään sekä tarkastetaan asiakaspalautteita, joiden pohjalta analysoidaan projektin onnistumista ja kehityskohteita. Lisäksi NPI-prosessin lopuksi on tärkeää käydä projektitiimin kanssa koko projekti läpi, jotta sieltä löydetään onnistumiset sekä kehityskohteet, joita voidaan mahdollisesti hyödyntää seuraavissa NPI-prosesseissa. NPI-prosessit ovat yleensä yrityksen sisällä keskenään samantyyllisiä, joten tarpeeksi huolellisen arvioinnin avulla saa paljon apua seuraaviin NPI-prosesseihin. (Versae 2021.)

3 TUOTTEEN VALMISTUSPROSESSI NPI 1 -VAIHEESSA

3.1 Valmistusprosessi NPI 1 -vaiheessa

NPI 1 -vaiheessa eli ensimmäisessä protovalmistuserässä erä koko oli 200 kappaletta. Tuotteen valmistuksessa oli kahdeksan eri työvaihetta NPI 1 -vaiheessa. Tuotteelle oli esivalmisteltu käytettävät materiaalit ensimmäiseen vaiheeseen valmiiksi. Tässä vaiheessa kappale valmistetaan arkipainoprosessilla, eli tuotetta painetaan yksittäisiä arkkeja. Jokaisella arkilla on neljä tuotetta. Lisäksi tuotteeseen käytettävät kaapelit on kääritty valmiiksi tuotantoa varten.

Ensimmäinen työvaihe on tuotteen pohjasubstraattiin tehtävä kaksipuoleinen arkipaino, jossa painetaan 50µm PET –muoviin eli kestopuoviin toiselle puolelle hopeaa ja toiselle grafiikka. Painoprosessi sisältää materiaalin esikutistuksen, painoseulan teon, sekä itse painamisen molemmille puolille. Toisessa työvaiheessa painettuun pohjaan leikataan laserilla läpivientireiät kaapeleiden kiinnitystä varten, sekä leikataan kohdistusreiät, joita voidaan hyödyntää kasaamisvaiheissa. Kolmas työvaihe on ensimmäinen kasaamisvaihe, jossa pohjasubstraattiin kiinnitetään käsin jokaiseen arkkiin liima sekä irrotettava suojakalvo. Neljännessä työvaiheessa arkkeihin kiinnitetään kaapelit. Kaapelit pujotetaan käsin esileikatuista läpivienneistä ja teipataan kiinni arkkiin suojateipillä. Tämän jälkeen viidennessä työvaiheessa kaapelit liimataan johtavalla liimalla kiinni. Arkki menee lopuksi uunin läpi, jotta liima kovettuu. Kuudes työvaihe on toinen kasaamisvaihe, jossa arkille liimataan käsin harsoliima, joka peittää kaapeleiden kiinnityskohdan. Seitsemäntenä työvaiheena arkilta irtaillaan tuotteet laserilla. Viimeisenä työvaiheena yksittäiset tuotteet pakataan pakkausaluusta ja pussiin.

3.2 Tuotantoajat ensimmäisessä protoerässä

Opinnäytetyössä otettiin jokaiseen työvaiheeseen menevä aika arkille ja pakkauksessa yksittäiselle kappaleelle, josta pystyttiin laskemaan tuotteen valmistukseen kuluva aika (taulukko 1). Lisäksi prototyöntekijöitä haastateltiin, ja heiltä kysyttiin mielipiteitä työvaiheista.

TAULUKKO 1. Ensimmäisen valmistuserän tuotantoajat

Työvaihenumero	Työvaiheet	aika/arkki	aika/kpl	s/tuote
Esivalmisteltu valmiiksi	Kaapelien kääriminen	2,664	0,666	40,0
1.	Paino (arkkipaino)	6	1,5	90,0
2.	Esileikkuu	0,5	0,125	7,5
3.	Kasaus 1	1	0,25	15,0
4.	Kaapeleiden esikiinnitys	9	2,25	135,0
5.	Kaapeleiden liimaus	2	0,5	30,0
6.	Kasaus 2	1,5	0,375	22,5
7.	Irtileikkuu	2,5	0,625	37,5
8.	Pakkaus		0,75	45,0

NPI 1 -vaiheessa huomattiin, että olisi järkevää optimoida tuotteen paino rullapainoon. Tällä saataisiin nopeutettua painoprosessia ja isompien valmistusmäärien painaminen olisi paljon nopeampaa. Arkkien esileikkaus sekä ensimmäinen ja toinen kasausvaihe, joissa kiinnitettiin liimat arkkiin, olivat nopeita, joten niiden toteutuksessa ei tullut vastaan ongelmia.

Suurimmat haasteet aiheutti kaapeleiden kiinnitys. Kaapeleiden pujotus ja teippaaminen esileikatun arkkiin oli todella hidasta. Ajallisesti tämä vei melkein saman ajan kuin muut työvaiheet.

Loppuleikkuussa huomattiin ongelmia. Tuotteen toleranssin olivat todella tiukat ja sen takia laserleikkauksessa hopea alkoi räiskymään ja poltti osaan tuotteista ruman jäljen, joten sen seurauksena osa tuotteista meni pilalle. Lisäksi kappaleen kohdistus laserleikkurille oli haastavaa tiukkojen toleranssien takia.

3.3 Huomatut tarpeet ja muutokset

Tuotetta tehtiin alun perin neljä kappaletta arkilla. Valmistuksen aikana huomattiin kuitenkin, että optimi arkille olisi viisi kappaletta. Tämä ei lisäisi kasausvaiheisiin yhtään työaikaa ja tekisi tuotannosta tehokkaampaa. Myös kuuden kappaleen arkkeja kokeiltiin, mutta se aiheutti haasteita arkien käsittelyssä ja olisi hidastanut useampaa työvaihetta.

Tuotteen paino on hidasta arkkipainolla, kun painettavaan määrät kasvavat suuremmiksi. Tuotteen siirtäminen arkkipainosta rullapainoon puolittaisi painoon menevän työajan. Ainoana lisänä rulla pitää arkittaa painon jälkeen.

Tuotteelle on tehtävä rakennemuutos, jotta loppuleikkauksessa aiheutuneet ongelmat saataisiin korjattua. Tuotteen ulkomittaa kasvatetaan 200 µm molemmista päistä, joissa hopeaa on. Tällä pyritään ehkäisemään hopean räiskymistä ja tekemään kohdistuksesta helpompaa (kuva 1).



KUVA 1. Loppuleikkauksessa tuleva palojälki

Suurimpana haasteena oleva kaapelien kiinnitys tapahtui yhden työntekijän voimin. Kaapeleiden teippaaminen vei 11 minuuttia arkilta, mutta liiman laitto oli nopeampaa ja vei vain 2,5 minuuttia arkilta. Lisäksi uuniin sai syötettyä uuden arkin 2,5 minuutin välein. Tämä työvaihe päätettiin jakaa kahteen osaan seuraavaan erään. Ensimmäisessä työvaiheessa kaapelit pujotetaan ja teipataan valmiiksi. Tämän jälkeen toinen työntekijä pystyisi vain liimaamaan kaapelit ja uuni saataisiin mak-

simikäyttöön. Uuden arkin pystyi syöttämään vähintään 2,5 minuutin välein, joten tällöin myös uunista saataisiin maksimihyöty irti. Huomattiin myös, että kaapeleiden kiinnityksessä olisi hyvä olla apuväline, joka helpottaisi kaapeleiden teippaamista.

4 TUOTANTOPROSESSI NPI 2 -VAIHEESSA

4.1 Muutokset toiseen tuotantoerään

NPI 2 -vaiheessa eli toisessa protovalmistuserässä tuotteen erä koko oli 1000 kpl. Tuote valmistetaan käyttäen muutoksia, jotka tulivat esiin NPI 1 -vaiheessa. Muutoksia työvaiheissa ovat arkkipainoprosessin vaihtuminen rullapainoprosessiin, sekä kaapeleiden kiinnityksen jakaminen kahden erilliseen työvaiheeseen. Tuotteita on lisäksi arkilla nyt 5 kappaletta aikaisemman 4 kappaleen sijaan. Kaapeleiden kiinnitykseen valmistettiin 20 aputyökalua nopeuttamaan tuotantoa.

4.2 Valmistusprosessin seuranta toisessa protoerässä

Rullapainoprosessi sisälsi samat työvaiheet kuin arkkipainoprosessi, mutta lisäksi rulla piti leikata arkeiksi arkkileikkurilla painon jälkeen. Arkin esileikkaus sekä liiman ja irrotettavan suojakalvon kiinnitys pysyi samana. Kaapeleiden kiinnitys tapahtui kahdessa osassa. Ensimmäisessä vaiheessa kaksi työntekijää pujotti ja teippasi kaapelit valmiiksi käyttäen valmistettuja aputyökaluja. Tämän jälkeen niihin laitettiin erillisenä työvaiheena liima. Arkkiin kiinnitettiin samalla tavalla har-soliima peittämään kaapeleiden kiinnityskohta. Lopuksi tuotteet leikattiin yksittäiskappaleiksi arkilta sekä pakattiin pakkauslustaan ja pussiin.

4.3 Valmistusajat toisessa protoerässä

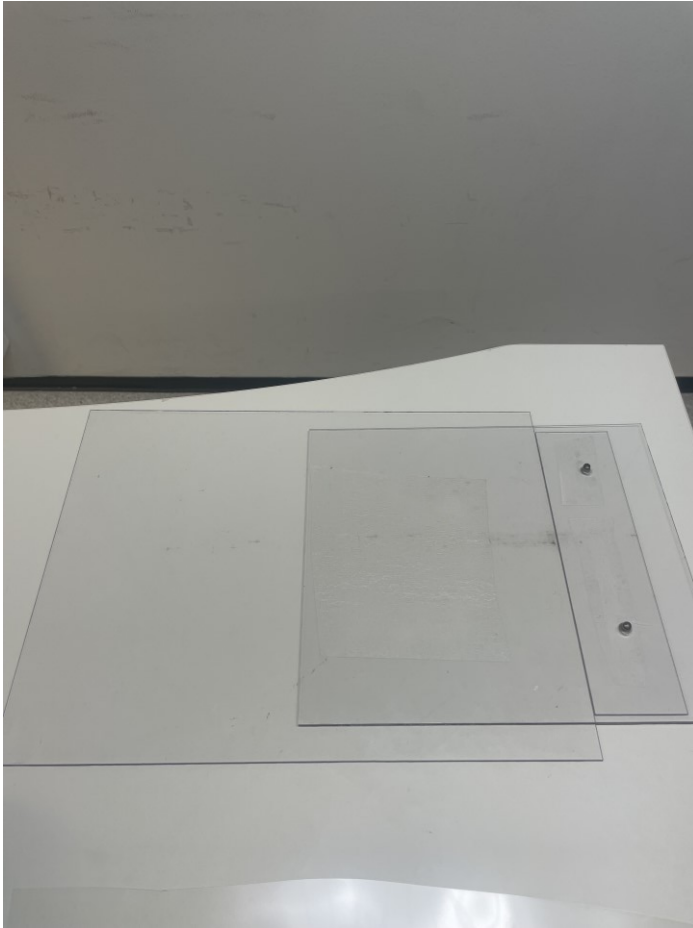
Toisessa protoerässä otettiin jokaiseen työvaiheeseen menevä aika arkille ja pakkauksessa yksittäiselle kappaleelle, niin kuin ensimmäisessä erässä. Lisäksi prototyöntekijöitä haastateltiin ja heiltä kysyttiin mielipiteitä työvaiheista muutosten jälkeen.

TAULUKKO 2. Toisen valmistuserän tuotantoajat

Työvaihenumero		aika/arkki	aika/kpl	s/tuote
Esivalmisteltu valmiiksi	Kaapelien kääriminen	2,664	0,5328	32,0
1.	Paino (rullapaino)	2,5	0,5	30,0
2.	Esileikkuu	0,5	0,1	6,0
3.	Kasaus 1	1	0,2	12,0
4.	Kaapeleiden esikiinnitys	9,5	1,9	114,0
5.	Kaapeleiden liimaus	2	0,4	24,0
6.	Kasaus 2	1,5	0,3	18,0
7.	Irtileikkuu	2,25	0,45	27,0
8.	Pakkaus		0,75	45,0

Toisessa protoerässä painoon käytetty aika saatiin puolitettua rullapainoprosessin avulla. Vaikka lopuksi rulla piti leikata arkeiksi, nopeutti se painoon käytettävää aikaa huomattavasti. Ajallisesti muutoksia ei tullut esileikkuussa eikä kummassakaan kasausvaiheessa.

Kaapeleiden kiinnitys nopeutui sen tapahduttua kahdessa eri vaiheessa. Vaikka arkilla oli neljän kappaleen sijaan viisi kappaletta, meni kaapeleiden pujottamiseen ja teippaamiseen aikaa vain 9,5 minuuttia työkaluja apuna käyttäen. Myös liiman laitto helpottui aputyökalun avulla ja arkki saatiin valmistettua samaan aikaan kuin vanha 4 kappaleen arkki, vaikka siinä oli yksi tuote enemmän.



KUVA 2. Työkalu kaapeleiden kiinnitykseen

Tuotteen loppuleikkaus nopeutui ja helpottui ulkomittojen kasvatuksen myötä. Yhden arkin loppuleikkaukseen meni aikaa 2 minuuttia 15 sekuntia. Lisäksi hopea ei enää aiheuttanut ongelmia leikkuussa ja viallisten tuotteiden määrä väheni lähes nollaan.

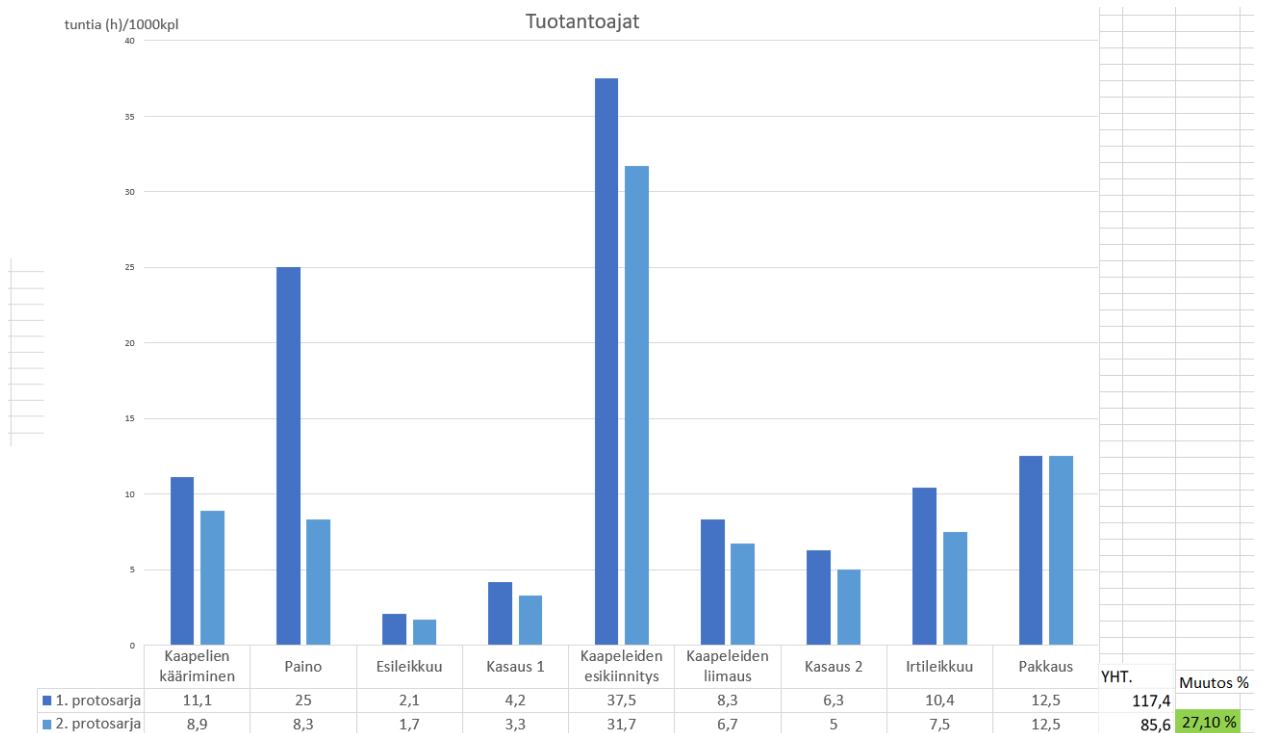


KUVA 3 Hyväksytty jälki loppuleikkauksen jälkeen

5 TULOKSET

Ensimmäisen ja toisen valmistuserän mittaustuloksista tehtiin taulukko ja niille laskettiin menevä aika 1000 kappaleen valmistukseen. Ensimmäisen tuotantoerän valmistusaika 1000 kappaleen määrällä olisi ollut 117,4 tuntia eli lähes 17 työpäivää. Tästä ajasta yli kolmasosa meni kaapeleiden kiinnityksessä. Kaapeleiden kiinnitys tällä tavalla oli kokonaan uusi valmistustapa yrityksessä, joten siihen menevään aikaan ei osattu varautua. Lisäksi painoon menevä aika oli todella suuri muihin tehtaalla painettaviin suurempiin valmistuseriin johtuen arkipainosta.

TAULUKKO 3. Ensimmäisen ja toisen erän tuotantoajat



Toisessa tuotantoerässä tehtiin muutoksia ja se näkyi selvästi painoon menevässä ajassa. Sitä saatiin vähennettyä yli puoleen aikaisemmasta. Lisäksi kaapeleiden kiinnitystä saatiin nopeutettua kiinnitykseen tehdyn jiggin avulla. Kaikki työvaiheet, joissa käytettiin tuotetta vielä arkkikoossa, no-
peutuivat myös, koska aikaisemman neljän tuotteen sijaan arkilla oli nyt viisi tuotetta. Toisen pro-
toerän laskennallinen kokonaisaika 1000 kappaleen valmistukseen oli enää 85,5 tuntia eli 13 työ-
päivää.

Ensimmäisessä protoerässä loppuleikkauksesta syntyi todella suuri määrä viallisia tuotteita. Laskennallisesti koko tuotantoprosessista hyväksyttyjä tuotteita saatiin valmistettua vain noin 75 %. Kuitenkin toiseen protoerään tehty muutos loppuleikkaukseen paransi saatavuutta todella paljon ja loppuleikkauksessa tulleet virheet saatiin lähes kokonaan pois. Laskennallisesti 1000 kappaleesta loppuleikkauksessa syntyi vain 20 kappaletta viallisia tuotteita. Koko tuotantoprosessista saatiin toimiva ja viallisten tuotteiden osuus koko valmistuserästä oli enää alle 3 %.

Tulokset osoittivat, että tuotteen valmistusprosessiin saatiin tehtyä parannuksia, mutta kaapeleiden kiinnitys ei ole vielä nopeutunut tarpeeksi. Tuloksiin vaikuttaa myös se, että tällä hetkellä tuotetta valmisti kasaussvaiheissa vain yksi työntekijä, joten eri työntekijöiden kasaamisaika voi vaihdella. Kuitenkin hänen mielestään tuotteeseen saatiin tehtyä onnistuneita parannuksia, jotka helpottivat ja nopeuttivat työntekoa.

6 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tarkoituksena oli nopeuttaa tuotteen valmistusprosessia ja saada optimoitua tuotteen painoprosessi rullapainoon. Tuotteen valmistuksessa oli kokonaan uutena tapana kaapeleiden kiinnitys, jota ei ollut aikaisemmin tehty yrityksessä. Tämä aiheutti hieman haasteita myös itselle kehittää siitä nopeampaa ja helpompaa.

Opinnäytetyö osoittaa, että suurempien erien valmistus on huomattavasti nopeampaa ja edullisempaa rullapainoprosessia hyödyntäen. Jatkossa yrityksen kannattaa siirtää mahdollisimman nopeasti suurempien erien tuotteet rullapainoon, jotta tuotantokustannuksissa säästettäisiin. Tuotteen valmistusprosessia saatiin nopeutettua, mutta siinä on vielä kehitettävää jatkossa.

Excel-taulukot auttoivat hahmottamaan todellista aikaa, jota tuotteen valmistusprosessin eri vaiheissa kului. Niiden pohjalta oli myös helppoa verrata molempien protoerien välisiä eroja. Lisäksi työntekijöiden haastattelu oli todella hyödyllistä ja heiltä sai hyvää palautetta valmistusprosessista. NPI-prosessi toi selkeyttä tuotteen valmistusprosessin kehittämiseen ja selkeytti aikataulua. Ainoaksi ongelmaksi aiheutui todella lyhyt väli ensimmäisen ja toisen tuotantoerän toimituksissa, joten kaikkia kehitysideoita ei ehditty testata.

Tulevaisuudessa kaapeleiden kiinnitykseen voisi miettiä esimerkiksi erilaisia liittimiä, jotka nopeuttaisivat prosessia huomattavasti. Tuotteen alkutuotannon työvaiheiden eli esimerkiksi painon oltassa rullaprosessina se mahdollistaisi tulevaisuudessa ensimmäisen leikkausvaiheen sekä kasausvaiheen viemisen rullaprosessiin, jolla saataisiin vieläkin nopeutettua tuotantoa. Tällä hetkellä myös tuotteessa käytettävät kaapelit piti kääriä valmiiksi ennen niiden kiinnittämistä. Jatkossa voisi miettiä, olisiko kaapeleita mahdollista tilata valmiiksi käärittynä, jotta myös tästä ylimääräisestä työvaiheesta päästäisiin eroon.

Opinnäytetyöstä oli hyötyä sekä minulle että yritykselle. NPI-prosessin onnistunut tulos antoi positiivisen signaalin sen käyttöön tulevaisuudessakin yhä useammille tuotteille. Lisäksi tuotteen valmistusprosessia saatiin tehostettua ja tuotantoa jatkossa kannattavaksi, koska valmistuskustannukset saatiin matalammiksi. Yritykselle on tulossa NPI-prosessiin toinen saman tuoteperheen tuote, joten opinnäytetyössä tehtyjä havaintoja ja toisen valmistuserän jälkeen huomattuja kehityskohteita pystytään hyödyntämään jatkossa.

LÄHTEET

Arena solutions 2023. New product introduction. Hakupäivä 11.11.2023. <https://www.arenasolutions.com/resources/glossary/new-product-introduction/>

Pacific Research 2023. Understanding the new product introduction NPI-Process. Hakupäivä 10.11.2023. <https://www.pacific-research.com/understanding-the-new-product-introduction-npi-process-prl/>

Salmela, Ilkka. NPI-insinööri. Screentec Oy. Haastattelu 15.9.2023.

Screentec Oy 2023. Meistä. Hakupäivä 10.11.2023. <https://screentec.com/fi/meista/>

Versae 2021. New product introduction. Hakupäivä 11.11.2023. <https://versae.com/new-product-introduction-npi/>