



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Joni Snellman

Varaosien yksittäisvolyymipakkausten harmonisointi

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Hyvinvointi- ja terveysteknologia

Insinöörityö

16.5.2019

Tekijä Otsikko	Joni Snellman Varaosien yksittäisvolyymipakkausten harmonisointi
Sivumäärä Aika	25 sivua 16.5.2019
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Tietotekniikka
Ammatillinen pääaine	Hyvinvointi- ja terveysteknologia
Ohjaajat	Juha Havukumpu, lehtori Toni Hirvonen, Spare Parts Manager, Kavo Kerr Group Oy
<p>Insinööriyössä oli tavoitteena kehittää Kavo Kerr Group Oy:lle uusi pakkausmenetelmä, jonka avulla varaosien ja tarvikkeiden pakkausta saadaan tehokkaammaksi, yhtenäisemmäksi ja ekologisemmaksi. Tavoitteena oli myös hyödyntää yrityksen jo omistamaa MiniPack® Torre Pratika 56 CS -pakkauskonetta.</p> <p>Projektin aikana kehitettiin jo käytössä olevaan pahvilaatikkoon tiukasti istuva pakkausalusta, johon tuotteet kiinnitetään lämmön avulla kutistettavalla muovikalvolla. Alustasta valmistettiin kahdeksan erilaista prototyyppiä, joiden toimintaa vertailtiin toimivuuden, tuotteiden suojauksen ja hinnan perusteella. Prototyypeille suoritettiin koeajoja pakkaus koneella, jolloin alustoihin kiinnitettiin useita erilaisia tuotteita. Näistä valittiin edellä mainittujen kriteereiden perusteella paras alusta.</p> <p>Projektin lopputuloksena oli prototyyppi, jonka toiminta on alustavasti testattu ja todettu toimivaksi. Kehitettyä pakkausalustaprototyyppiä käyttämällä voidaan optimitilanteessa vähentää pakkaukseen käytettävää aikaa noin minuutilla pakkausta kohden. Alustaa käyttämällä myös pakkausmateriaalin määrä vähenee huomattavasti. Uudistettu pakkausmenetelmä säästää 1,215 € laatikkoa kohden, siihen tarvittavat hankinnat on maksettu takaisin 288 laatikon jälkeen. Uusi menetelmä läpäisee lainsäädännön ja yrityksen asettamat laatuvaatimukset pakkaukselle.</p> <p>Projektin tuloksista voidaan havaita, että pakkausmenetelmän vaihdolla voidaan saavuttaa merkittävää taloudellista hyötyä ja keventää pakkaajien työmäärää. Menetelmän käyttöönotto vaatii vielä auditoinnin ulkopuolisen yrityksen toimesta, joka varmistaa menetelmän luotettavuuden.</p>	
Avainsanat	varaosa, pakkausmateriaali, pakkausmenetelmä, pakkaus

Author Title	Joni Snellman Streamlining single packaged spare parts
Number of Pages Date	25 pages 16 May 2019
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Degree Programme Information and Communication Technology
Professional Major	Health Informatics
Instructors	Juha Havukumpu, Senior lecturer Toni Hirvonen, Spare Parts Manager, Kavo Kerr Group Oy
<p>The aim of the thesis was to create a new packaging system for Kavo Kerr Group Oy. With the help of the new system, packaging spare parts and tools was supposed to become more efficient, coherent and ecological. The aim of the project was also to make use of the MiniPack® Torre Pratika 56 CS packaging machine already owned by the company.</p> <p>During the project the existing packaging was iterated so that the already in-use cardboard box was fitted with a tightly sitting packaging tray. The items were then attached to the base with a plastic sheet that would shrink under heat. Eight different prototypes of the base were made and their functionality was compared by their usefulness, price and ability to protect the products being delivered. All prototypes were tested with a multitude of different products, fitted to it by the packaging machine. Out of the tests the best was chosen based on their performance in the aforementioned criteria.</p> <p>The result of the project was a working prototype that had been tested for its functionality and found useful. By using the new packaging base prototype, packaging times can be cut by one minute in optimal conditions. With the packaging base the amount of used material per package also decreases. Therefore the new packaging system saves 1,215€ per box and would pay itself back after 288 boxes. The new system is law-abiding and passes the company's quality requirements for packages.</p> <p>The results of the project show that by changing the packaging system the company can achieve significant economical advantage and lighten the workload of the employer. In order to deploy the new system it still requires an external audit to insure the process' reliability.</p>	
Keywords	spare-parts, packaging material, packaging method, package

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Taustaa	2
2.1	Kavo Kerr Group Oy	2
2.2	Spare Parts - minitehdas	2
2.3	Lean	2
3	Pakkaaminen	4
3.1	Pakkauksen tehtävät	4
3.2	Pakkauskehitysprosessi	6
3.2.1	Määrittelyvaihe	6
3.2.2	Ideointivaihe	7
3.2.3	Toteutettavuusarviointi	7
3.2.4	Pakkauskehitysprojekti	8
3.2.5	Lanseeraus	10
3.2.6	Seuranta	10
3.3	Elektroniikan suojaus	11
3.4	Kutistemenetelmään perustuva pakkaus	11
3.5	Pakkauksen kriteerit	12
3.5.1	Yrityksen oma laatupolitiikka	12
3.5.2	Standardit ja direktiivit	13
3.5.3	Mekaanisen rasituksen kesto	14
3.6	Pakkausmenetelmät	16
3.6.1	Nykyinen menetelmä	16
3.6.2	Vakioituun alustaan perustuva menetelmä	17
3.7	Kustannukset	18
4	Käytettävyydestä	19
4.1	Pakkaus koneeseen liittyvät haasteet	19
4.2	Laatikkoon ja pakkaus alustaan liittyvät haasteet	19
5	Yhteenveto	23
	Lähteet	25

1 Johdanto

Tämän insinööriyön tavoitteena on tehostaa Kavo Kerr Group Oy:n (jäljempänä yritys) myymien varaosien ja tarvikkeiden pakkausmenetelmää. Kavo Kerr on lääketieteellisen kuvantamisen pioneereja ja yksi alan markkinajohtajista. Yritys toimittaa myymiensä laitteiden varaosat ja tarvikkeet Tuusulassa sijaitsevalta tehtaaltaan.

Nykyisin käytössä oleva pakkausmenetelmä ei kykene vastaamaan yhä kasvaviin tilausmääriin, joten uudistusta tarvitaan. Insinööriyö toteutetaan projektina, jossa pyritään kehittämään entistä yhtenäisempi, ekologisempi ja tehokkaampi pakkausmenetelmä, jota voidaan käyttää yrityksen yleisimmin myytäviin tuotteisiin, joita lähetetään Eurooppaan, Lähi-itään ja Aasiaan. Tässä pyritään hyödyntämään yrityksen jo omistamaa, joulukuussa 2018 käyttöönotettua MiniPack® Torre Pratika 56 CS -pakkauskonetta.

Vanha menetelmä perustuu pahvista valmistettavaan "ruttuun", jossa kaksi pahvia rutistetaan yhteen. Näin muodostuu ilmava pahvitäyte, jolla suojataan pahvilaatikkoon pakattavia tuotteita. Uudessa menetelmässä pyritään korvaamaan pahvitäyte kiinnittämällä tuotteet pahviseen alustaan muovisella kutistekalvolla.

Alustan tehtävänä on pitää tuotteet kuljetuksen aikana paikoillaan laatikossa. Mikäli suunnittelu onnistuu, riittää pakkaamiseen pelkkä laatikkoon asetettava pakkausalusta, eivätkä tuotteet tarvitse enää erillistä lisäsuojaa pahvirutusta. Mikäli lisäsuojaa tarvitaan, voidaan laatikkoon lisätä myös erilaisia iskuja vaimentavia täytteitä, kuten vanhan menetelmän kaltaista pahvitäytettä tai kuplamuoveja.

Pakkauskonteen teoreettinen kapasiteetti on 2400 pakkausta minuutissa, mikä tarjoaa suuren potentiaalin tehokkaaseen pakkaamiseen. Samassa ajassa, kun pakkauskonteen läpi ajatut tuotteet ovat valmiita pakattavaksi, on vanhalla menetelmällä pakkaava työntekijä vasta tehnyt pakkaamiseen käytettävät pahvitäytteet. Laite käärii tuotteet kutistekalvoon, joka kiristetään tiukalle pakkauskoneseen liitetyn uunin avulla. Kyseisellä menetelmällä pakkausmateriaalia tarvitaan vain murto-osa vanhaan tapaan verrattuna, jolla saavutetaan myös edullisempi hinta.

2 Taustaa

Tässä luvussa esitellään tarkemmin insinööriyön tilannutta yritystä Kavo Kerr Group Oy:tä. Luvussa käsitellään myös yrityksen Spare Parts -osaston toimintaa, sekä avataan yrityksen toimintaa ohjaavaa lean-menetelmää.

2.1 Kavo Kerr Group Oy

Kavo Kerr on hammaslääketieteellisen kuvantamisen pioneereja maailmalla, ja on ensimmäinen yritys maailmassa, joka toi markkinoille panoraamaröntgenlaitteen. Laitte julkaistiin markkinoille vuonna 1961 ja sen nimi oli ORTHOPANTOMOGRAPH. Nykyisin yritys myy, valmistaa ja kehittää suun kuvantamiseen käytettäviä laitteita sekä myy niiden tarvitsemia varaosia ja tarvikkeita kaikkialle maailmaan. Useiden omistajavaihdosten jälkeen yritys saavutti nykyisen muotonsa vuonna 2009. Tällöin Danaher Corporation osti yrityksen toiminnot Altor Equity Partners -sijoitusyhtiöltä. Nykyisen nimensä Kavo Kerr Group Oy yritys sai vuonna 2016. [1.] Insinööriyön aihe syntyi, kun yrityksen sisällä havaittiin pakkausmenetelmän vaativan kehitystä.

2.2 Spare Parts - minitehdas

Yritys vastaa myymiinsä laitteisiin tarvittavien varaosien sekä tarvikkeiden toimituksista ympäri maailmaa. Tätä tarkoitusta hoitaa Tuusulan tehtaassa sisällä toimiva minitehdas Spare Parts. Sen tehtävänä on vastata asiakkailta tuleviin tilauksiin keräämällä tilatut tuotteet varastosta, jonka jälkeen ne pakataan ja lähetetään määräaikojen puitteissa. Kaiken kaikkiaan varaosia ja tarvikkeita tilataan vuositasolla noin 30 000 tilausriviä. Yksi rivi voi sisältää yhdestä useaan sataan tuotetta.

2.3 Lean

Kavo Kerr kuuluu Suomen benchmark-yrityksiin, kun puhutaan lean-menetelmän käytöstä. Yritys oli mukana perustamassa Finn Lean -yhdistystä, jonka tarkoituksena on koota yhteen kaikki lean-menetelmästä kiinnostuneet yritykset esittelemällä toimintaa ja jakamalla tietoa menetelmän filosofiasta.

Alun perin lean otettiin yrityksessä käyttöön jo vuosina 2007-08. Danaher Corporation ostettua toiminnot itselleen vuonna 2009 otettiin käyttöön Danaherin luoma DBS (Danaher Business System). DBS on Danaherin kehittämä versio lean-menetelmästä, joka tarjoaa raamit, joiden sisällä Danaherin omistamien yritysten tulee toimia. DBS tarjoaa yrityksilleen työkaluja, joilla niiden toiminnan eri osa-alueita pystytään mittaamaan. Spare Partsin kannalta hyödyllisimmät mittarit ovat:

- + turvallisuus
- Q laatu
- D toimitukset
- I varasto
- P tuottavuus,

Varaosien toimitusketjussa lean-menetelmä näkyy useissa eri tilanteissa. Lean taskukirjan mukaan työskentely-ympäristön turvallisuuden takaaminen on toiminnan kehittämisen lähtökohta. Taskukirjan mukaan työskentelymenetelmiä ja ergonomiaa kehittämällä parannetaan työn tuottavuutta ja edistetään työssä jaksamista. [2, s. 12.] Tämä näkyy yrityksen päivittäisessä toiminnassa esimerkiksi työkalujen ja -tilojen tarkoituksenmukaisena järjestyksenä. Näin saadaan vähennettyä työntekijöiden ottamia askelia, eikä työvälineitä tarvitse etsiä. Tärkeänä osana työpisteiden suunnittelua ja kehittämistä huomioidaan työntekijöiden mielipiteet ja kokemukset, sillä heillä on usein paras käytettävissä oleva tieto työpisteiden toimivuudesta. Työntekijöiden luovuus pyritään käyttämään tehokkaasti tuotannon ja yrityksen toiminnan kehittämiseen.

Yrityksen varaosaketju noudattaa leanin ideologiaa imuohjauksesta, joka tarkoittaa, että tuotteet kerätään varastosta vasta, kun tilaus tuotteesta on tehty ja prosessin seuraava vaihe on valmis vastaanottamaan tuotteen. Tällöin tuotteet eivät joudu odottamaan varastoissa prosessien välillä niin pitkiä aikoja kuin aikaisemmin, mikä kasvattaa tuotteiden läpivirtausaikaa.

3 Pakkaaminen

Tässä luvussa käydään läpi yleisesti pakkauksen tärkeimmät tehtävät ja avataan uudelle pakkausmenetelmälle asetettuja vaatimuksia ja uuden menetelmän tuomia vaikutuksia tuotantolinjan toimintoihin. Samalla pohditaan erilaisia pakkausmateriaaleja, -menetelmiä, niiden ominaisuuksia ja niille asetettuja vaatimuksia.

Kun mietitään tuotteiden toimitusketjua, huomataan nopeasti, ettei pelkästään hyvä tuote riitä, se vaatii kumppanikseen myös toimivan pakkauksen. Toimiva Pakkaus -kirjan mukaan pakkauksen perustehtävä on suojata tuotetta, eikä siitä voida tinkiä [3, s. 9.]. Suojaamisen lisäksi hyvä pakkaus tuo lisäarvoa tuotteelle ja parhaassa tapauksessa nostaa yrityksen imagoa. Samalla onnistunut pakkaussuunnittelu pienentää pakkaukseen käytettyjä kustannuksia. Pakkauksien peruseriaatteet eivät tule muuttumaan seuraavina vuosina radikaalisti, joten on tärkeää löytää yrityksen tuotteille sellainen pakkausmenetelmä, jota voidaan hyödyntää pitkään.

3.1 Pakkauksen tehtävät

Toimiva pakkaus -kirjassa hyvän pakkauksen vaatimuksina esitetään seuraavat asiat:

- **tuotteen suojaaminen ympäristöltä**
- **ympäristön suojaaminen tuotteelta**
- pakatun tuotteen ominaisuuksien säilyttäminen
- **tehokkaan tuotannon ja jakelun mahdollistaminen**
- hygienian parantaminen
- käyttäjän/kuluttajan turvallisuuden parantaminen
- **yrityskuvan muodostaminen ja tuotteen markkinointi**
- **tuotteesta, sen pakkauksesta ja niiden käytöstä kertominen**
- **käyttömukavuuden lisääminen**
- **tuotehävikin vähentäminen**
- **kierrätettävyyden tai hyödynnettävyyden energiana mahdollistaminen**
- **kestävän kehityksen periaatteiden noudattaminen**
- **edullisuus.** [3, s. 12.]

Edellä olevasta luetelmasta on korostettu lihavoimalla tämän projektityön kannalta olennaiset vaatimukset pakkaukselle. Tässä projektissa pakattavat tuotteet ovat sellaisia, että niiden ominaisuudet eivät muutu herkästi. Hygienian kannalta tilanne ei muutu pakkausmenetelmää vaihtaessa, sillä yrityksen tuotteet pakataan omiin muovipusseihinsa ennen laatikkoon pakkaamista. Pakkaukset ovat kooltaan ja painoltaan kevyitä, joten ne eivät myöskään aiheuta vaaraa kuluttajille.

Toimiva pakkaus -kirjan mukaan pakkauksen tehtävänä on suojata tuotetta ympäristöltä fysikaalisia, kemiallisia ja biologisia rasituksia vastaan. Kirjan mukaan fysikaalista rasitusta aiheuttavat kuljetuksen ja käsittelyn aikaiset iskut ja värähtelyt sekä ilmankosteus ja pöly. Kemiallisina rasituksina kirja esittelee valon ja hapen vaikutukset tuotteisiin ja biologisia muutoksia aiheuttaa mikrobiologiset muutokset, tuhoeläimet sekä vieraat hajut ja maut. [3, s. 11.]. Projektin tuotteet joutuvat useimmiten kokemaan fysikaalisia rasituksia, sillä niiden kuljetus tapahtuu useilla erilaisilla kulkuvälineillä. Kemialliset ja biologiset vaikutukset eivät ole tuotteille kovinkaan suuri uhka, sillä tuotteet eivät pilaannu tai muuta muotoaan kovinkaan herkästi.

Yksi yrityksen tavoitteista projektille on tuotannon tehokkuuden kasvattaminen yksinkertaistamalla ja nopeuttamalla pakkaamista. Tämä lisää leanin mukaista virtausta ja samalla saavutetaan Lean taskukirjassa esitettyjä etuja: toimitusaikojen lyhentäminen, pakkausmateriaaleihin sitoutuneen pääoman vähentäminen, laadun kehittyminen, tuottavuuden kasvattaminen ja toiminnan systemaattisuuden kasvattaminen [2, s. 21.].

Tuotteiden pakkaustyyllillä luodaan mielikuvaa itse tuotteesta ja sitä myyvistä yrityksistä. ”Pakkaustyyllillä luodaan mielikuva itse tuotteesta. Pakkauksessa tyylin tulisi aina ilmentää itse tuotetta, siten että jo pakkauksen ulkonäkö antaisi vahvan tuntuman siitä, millainen tuote siellä on sisällä.” [3, s. 11.] Pakkauksessa olisi siis pyrittävä siihen, että pakkauksen ulkonäkö lähettäisi vahvan viestin sen sisällä olevasta tuotteesta. Hyvä pakkaus toimii hyvänä mainoksena, se muistetaan mainosta pidempään. Projektin aikana kehitettävä pakkausmenetelmä pyrkii pakkaamaan tuotteet vanhaa menetelmää tyylikkäämmin. Tyylikkyyden lisäksi pyritään parantamaan asiakkaan kokemuksia tuotteen käytettävyydestä.

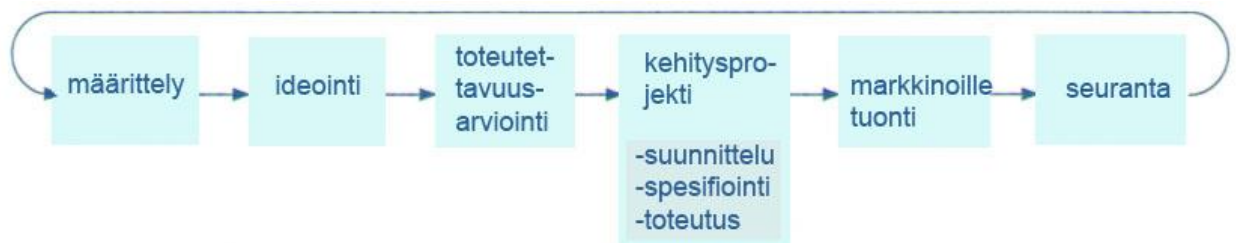
Yritysten välisessä kaupankäynnissä pakkauksen merkitys yrityksen imagon luojana ei ole yhtä merkittävää kuin kuluttajamarkkinoilla. Kavo Kerr ei myy tuotteitaan suoraan

kuluttajille, vaan kaikki tuotteiden tilaajat ovat yrityksiä. Pakkaustyylin tulee silti olla kunnossa ja kuvastaa yrityksen tuotteiden laatua myös yritysten välisillä markkinoilla.

Nykyaikana, kun ihmisten tietoisuus ympäristöasioista kasvaa jatkuvasti, pakkausta suunniteltaessa on tärkeää ottaa huomioon myös sen ympäristövaikutukset. Kuten Toimiva pakkaus -kirjassa todetaan: Pakkausten suunnittelussa ympäristöä tarkastellaan yhtenä pakkaukselle vaatimuksia asettavana tekijänä. Pakkausten hyötykäyttöön kuuluu sen hyödyntäminen sekä materiaalina, että energiana [3, s. 275-276.]. Tämän insinööriyön projektissa nämä tarkoittavat, että yhtenä arviointikriteerinä tulee huomioida pakkauksessa käytettyjen materiaalien hyötykäyttö sekä ympäristöystävällisyys niiden koko elinkaaren aikana.

3.2 Pakkauskehitysprosessi

Projektissa kehitetään yrityksen käytössä olevaa pakkausmenetelmää tekemällä pakkauskehitysprojekti, joka on osa pakkauskehitysprosessia. Prosessin vaiheet esitellään kuvassa 1. Projektin tarkoituksena on kehittää vaihtoehtoinen pakkausmenetelmä, joka nojaa osaltaan uuteen pakkausmateriaaliin ja -tapaan. Tässä luvussa esitellään tarkemmin pakkauskehitysprosessin vaiheiden sisältöä ja niitä peilataan nyt tehtävään projektiin.



Kuva 1. Pakkauskehitysprosessin vaiheet

3.2.1 Määrittelyvaihe

Prosessin ensimmäisessä vaiheessa määritellään projektin tavoite ja nimetään tarpeellisen asiantuntemuksen omaava projektiryhmä. Tässä projektissa ryhmään kuuluu kaksi henkilöä sekä pienemmissä rooleissa muutamia asiantuntijoita Kavo Kerr

Oy:itä ja Pakkaus Öhmanilta. Ennen työn aloittamista määritellään lyhyesti nykytilanne ja tärkeimmät tekijät tavoitteen saavuttamiseksi. Toimiva pakkaus -kirjassa määrittelyvaiheen tehtäviin kuuluu määrittellä projektin tavoitteet, aikatauluttaa projekti ja nimetä kriittiset osatekijät [3, s. 41.]. Tämän projektin tavoitteiksi on määritelty kehittää nopeampi, helpompi, tehokkaampi ja ekologisempi pakkausmenetelmä. Projektin kriittisiä osatekijöitä ovat prototyyppien kehitys ja niiden testaus.

Projekti on aikataulutettu päättyväksi toukokuun 2019 alkupuolella. Projekti rajataan koskevaksi vain Eurooppaan, Lähi-itään ja Aasiaan lähetettäviin paketteihin. Amerikkaan lähetettävät tilaukset ovat usein merkittävästi suurempia ja ne joudutaan pakkaamaan eri menetelmällä, joten siihen ei paneuduta tässä projektissa.

3.2.2 Ideointivaihe

Ideointivaiheessa kerätään yhteen erilaisia vaihtoehtoja ja tapoja toteuttaa projekti. Toimiva pakkaus -kirjassa muistutetaan, että mikä tahansa pakkausta käyttävä taho voi olla potentiaalinen idealähde [3, s. 41.]. Pakkauksen kanssa on tekemisissä useat eri tahot pakkaamisen ja avatun paketin välillä, joten heiltä kaikilta saattaa löytyä uusia näkökulmia ongelman ratkaisemiseksi. Ideoita verrataan karkeasti edellisessä luvussa asetettuihin tavoitteisiin ja mahdottomat ideat suljetaan pois. Projektissa ideoita on saatu pääasiassa yrityksen työntekijöiltä, työn ohjaajalta sekä insinööryön tekijältä.

3.2.3 Toteutettavuusarviointi

Toteutettavuusarviointivaiheessa ideoinnin tuloksia verrataan asetettuihin tavoitteisiin ja arvioidaan, ovatko ne taloudellisesti ja teknisesti mahdollisia toteuttaa. Kirjan Toimiva pakkaus mukaan toteutettavuusarvioinnin jälkeen päätetään, käynnistetäänkö varsinainen pakkauskehitysprojekti vai ei [3, s. 41.]. Hankkeen toteutettavuudesta voidaan kerätä lisätietoja suorittamalla pieniä koeajoja ja testauksia. Alusta alkaen oli selvää, että yritys haluaa ottaa pakkauskoneen käyttöön osana tuotantoa, koska pakkauskoneen käyttösuhde on nykyisellään varsin pieni. Varsinainen toteutettavuusarviointi ei ole tässä projektissa tarpeen.

3.2.4 Pakkauskehitysprojekti

Kun työ on päätetty toteuttaa, siirrytään varsinaiseen pakkauskehitysprojektiin. Koska työn toteutusta ohjaa käytössä olevan pakkauskoneen ominaisuudet, kehitysprojektiin saadaan tarkasti rajattu kokonaisuus. Pakkauskehitysprojekti voidaan jakaa kolmeen osaan: suunnitteluvaiheeseen, spesifointivaiheeseen ja toteutusvaiheeseen.

Suunnitteluvaihe

Projektin toteuttamista ja kustannuksia arvioidaan tarkemmin suunnitteluvaiheessa. Se on tärkein osa pakkauskehitysprojektia. Tämä antaa käyttöön karkean arvion projektin kustannuksista, aikataulusta sekä tarvittavista työvälineistä. Toimiva pakkaus -kirjassa jaotellaan pakkauskehityksen lähtökohdat seuraavasti:

- kuluttaja- ja asiakastarpeet
- tuoteominaisuudet
- logistiikkatarpeet
- pakkausmateriaali ja -koneet
- ympäristövaikutukset. [3, s. 42.]

Kuluttaja- ja asiakastarpeet eivät ole tässä työssä niin olennaisia, sillä tuotteiden kohderyhmä säilyy ennallaan, eikä heidän suunnastaan ole esiintynyt merkittävää kritiikkiä vanhaa pakkausmenetelmää kohtaan. Uusi menetelmä on kuitenkin asiakkaan kannalta parempi, sillä pienentynyt pakkausmateriaalin määrä on helpompi hävittää kierrättämällä, pakkauksen käytettävyys paranee.

Tuotteiden ominaisuudet ovat yksi tärkeimmistä lähtökohdista pakkauskehitysprojektissa. Kirjassa Toimiva pakkaus jaotellaan ominaisuuksista kertovat tuotetarpeet fyysiseen ja kemialliseen olemukseen sekä vaurioherkkyyteen. Vaurioherkkyys voi liittyä joko fyysiseen tai kemialliseen olemukseen. Pakkaukselta vaadittavat suojausominaisuudet ja pakkausmateriaalivaihtoehdot valitaan näiden tuoteominaisuuksien perusteella. Tuoteominaisuudet rajaavat myös käytettävissä olevia pakkaustekniikoiden valintaa. Projektissa käsiteltävät tuotteet ovat ominaisuuksiltaan pääosin kiinteitä, sekä kestävät kuljetusten aiheuttamaa rasitusta suhteellisen hyvin. Ainoastaan elektroniikkaa sisältävät tuotteet ovat herkkiä iskuille.

Kehitysprojektissa on tärkeää huomioida koko pakkauksen elinkaari raaka-aineista hävitettävyyteen ja pakkausjätteiden hyödynnettävyyteen. Kustannustehokkuuden kannalta on tärkeää ottaa huomioon logistiset näkökohdat valittaessa pakkausmenetelmää, mitoitus tulee pyrkiä standardoimaan ja moduloimaan. [3, s. 42.] Projektin aikana suunniteltu alusta sopii pienimpään yrityksen käytössä olevaan laatikkoon, mikä on suunniteltu sopivaksi myös kansainvälisille kuormalavoille.

Pakkausta ei voida suunnitella pelkästään tuotteiden näkökulmasta, vaan on huomioitava myös pakkauskoneen ominaisuudet ja koneen tehokas hyödyntäminen. Toimiva pakkaus -kirjan mukaan suunnittelussa täytyy huomioida linjakokonaisuus eli koko tuotantoketju pakkausmateriaalin käsittelystä, tuotteen prosessointiin ja pakatun tuotteen käsittelyyn. Käytännössä tämä tarkoittaa, että suunnittelussa pyritään löytämään keinoja pakkausmateriaalin varastojen vähentämiseen, pakkausmateriaalin liiallisen prosessoinnin vähentämiseen, esimerkiksi vaihtamalla pakkausmateriaali vähemmän käsittelyä vaativaan vaihtoehtoon. Samalla myös pyritään helpottamaan ja nopeuttamaan tuotteiden pakkaamista laatikkoon.

Kaikkien edellä mainittujen lisäksi suunnittelussa täytyy tarkastella pakkausten ympäristövaikutuksia yhteiskuntavelvoitteiden täyttämisen ja kuluttajahyväksynnän kautta. Ympäristövaikutuksista on säädetty tarkemmin lainsäädännössä, jota käsitellään kohdassa 3.5.2.

Pelkkä jätteen määrän vähentäminen ei ole itseisarvo vaan sitä tärkeämpää on jätteen ympäristövaikutusten vähentäminen. Ympäristövaikutukset eivät rajoitu siihen, kun pakkausjäte on kierrätetty, vaan pakkausmateriaalit tuottavat päästöjä koko elinkaarensa ajan. Näihin päästöihin vaikuttavat Pakkaus -kirjassa esitellyt neljä asiaa: raaka-aineen määrä, energian kulutus, päästöt ilmaan ja veteen sekä kiinteän jätteen määrä [4, s. 8.]. Tämän takia pakkausmateriaalien vertailu keskenään on haastavaa. Haastavuuden takia projektissa ei paneuduta erityisen tarkasti vertailemaan pakkausmateriaalien elinkaarien ympäristövaikutuksia.

Spesifiointivaihe

Toimiva pakkaus -kirjan mukaan spesifiointivaiheessa suunnitteluvaiheen työ kootaan yhteen ja tehdään tarvittavat päätökset, jotta projektille pystytään laatimaan yksiselitteinen pakkausspesifikaatio [3, s. 43.]. Projektissa tämä tarkoittaa, että uudelle pakkausmenetelmälle on luotava tarkat määreet, jotta mahdolliset hankinnat pystytään tekemään niiden pohjalta.

Toteutusvaihe

Toteutusvaiheen kesto ja muoto vaihtelevat pakkauskehitysprojektien välillä riippuen niiden suuruudesta ja toteutustavasta. Pakkauskone on projektin alkaessa jo tuotantokäytössä, joten se ei aiheuta toimenpiteitä. Uuden menetelmän validointi tullaan suorittamaan ulkopuolisessa yrityksessä, mutta ennen sitä on kuitenkin testattava uusi pakkausmenetelmä oikeassa tuotantoympäristössä ja luotava työohjeet uutta menetelmää varten. Testauksen yhteydessä tulee varmistua, että uuden menetelmän suorituskyky on riittävä tuotantokäyttöön sekä, jotta pakkausmateriaaleja toimittava yrityksellä on riittävät valmiudet materiaalien toimitukseen.

3.2.5 Lanseeraus

Kun pakkauskehitysprojekti on valmis ja uusi menetelmä otetaan käyttöön, nähdään sen todellinen onnistuminen. Samalla nähdään mahdolliset ongelmat, jotka eivät tulleet testauksen yhteydessä tai joita ei osattu ottaa suunnittelu vaiheessa huomioon. Kuten myös Toimiva pakkaus -kirjassa mainitaan, tässä vaiheessa esiin tulleet virheet ovat kalliita korjata [3, s. 44.]. Pakkausalustan osalta lanseeraus tullaan suorittamaan projektin ulkopuolella, kun se on läpäissyt validoinnin onnistuneesti.

3.2.6 Seuranta

Lanseerauksen jälkeen analysoidaan tulos aiemmin esitettyjen +QDIP-mittareiden avulla. Seurannassa käytetään tarkastamiseen Spare Partsin tuotannon ja logistiikan tunnuslukuja, kuten tuotantonopeus, tuotanto- ja pakkauslinjan käyttöaste sekä toimitusvarmuus. Jälkiseurannan merkitystä ei sovi unohtaa, sillä sen avulla voidaan jatkokehittää pakkausta tai itse pakkauskehitysprosessia.

3.3 Elektroniikan suojaus

Yrityksen myymien varaosien joukossa on jonkin verran elektroniikkaa, kuten piirilevyjä ja pienempiä komponentteja, jotka vaativat pakkaukselta erityistä suojaa. Elektroniikan suojauksessa kiinnitetään huomiota aiemmissa luvuissa esitettyjen asioiden lisäksi ESD-suojaamiseen. ESD-suojaamisella tarkoitetaan tuotteiden suojaamista sähköstaattiselta purkaukselta. Asiasta on määritelty tarkemmin standardissa IEC61340-5-3, jossa säädetään ESD-pakkausmateriaalien ominaisuudet.

Projektin aikana kehitettyä pakkausmenetelmää ei tässä vaiheessa suunnitella käytettäväksi ESD-suojausta vaativiin tuotteisiin, sillä projektin kannalta sen vaatima työmäärä suhteutettuna saavutettuun hyötyyn on liian suuri.

3.4 Kutistemenetelmään perustuva pakkaus

Koska projektin tavoitteena on käyttää yrityksen jo omistamaa pakkauskonetta, perehdytään sen mahdollisuuksiin ja haasteisiin tarkemmin. Pakkauskoneen toiminta perustuu kerran taitettuun kutistekäärekalvoon, joka kutistetaan lämmön avulla tiukasti pahvista valmistettavan alustan ympärille. Tässä työssä suoritettujen testaukset on suoritettu PVC-muovisella kalvolla, mutta laitteessa on mahdollista käyttää myös biohajoavasta muovista valmistettavaa kalvoa.

Menetelmän haasteita ovat joidenkin tuotteiden vaihteleva lämmönsieto ja se, ettei muovi ei saa sulaa kiinni tuotteisiin. Spare Parts Manager Toni Hirvosen mukaan projektin piiriin kuuluvien tuotteiden uskotaan kestävän lämpöä riittävän hyvin [5], joten siitä ei tarvitse tässä projektityössä välittää. Muovin kiinni sulamista voidaan Toimiva pakkaus -kirjan mukaan välttää käyttämällä monikerrosmuovia, jonka lähinnä tuotetta oleva kerros ei ole yhtä lämpöherkkä ulompien kerrosten kanssa [3, s. 213.]. Tätä voidaan välttää myös valitsemalla valmistajan suosittama kalvo, jonka ominaisuudet on optimoitu silmällä pitäen laitteen ominaisuuksia.

Projektissa kutistemenetelmää hyödynnetään yhdessä aaltopahvista valmistetun alustan kanssa. Alustan ulkoasua voidaan tarvittaessa muokata vastaamaan yrityksen toiveita. Näin ollen saadaan luotua imagon kannalta positiivinen kuva tuotteesta.

3.5 Pakkauksen kriteerit

Pakkausten suunnittelu ei rajoitu pelkästään luvussa 3.4.2 esitettyihin asioihin, vaan sitä ohjaa myös useat erilaiset standardit, regulaatiot ja asetukset sekä yrityksen itselleen asettamat laatuksiteerit. Näiden asettamat rajoitukset vaihtelevat maa- ja maanosakohtaisesti. Tämän projektin aikana pyritään kehittämään sellainen pakkausmenetelmä, jota voidaan käyttää Eurooppaan, Lähi-itään sekä Aasiaan lähetettävissä pakkauksissa.

3.5.1 Yrityksen oma laatuksiteerit

Yrityksen pakkaussuunnitteluohje on tehty silmällä pitäen alalla vallitsevia standardeja ja Euroopan unionin asettamia lakeja. Noudattamalla Pakkaussuunnitteluohjeessa annettuja testauksen vaatimusmäärittelyjä täytetään ISO13485:2016- ja FDA21CFR820.130-standardit. Näitä standardeja noudattamalla voidaan pakkaukset toimittaa suurimpaan osaan maailmaa. Tämän projektin kannalta jälkimmäinen ei kuitenkaan ole tarpeellinen, sillä se koskee vain Amerikkaan lähetettäviä paketteja.

Pakkaussuunnitteluohje ei anna sääntöjä pakkausten ympäristöystävällisyydelle, mutta suosittelee vahvasti pakkaamaan tuotteet mahdollisimman tehokkaasti ja näin minimoimalla pakkausjätteen määrää. Ohjeistuksena on käyttää pakkausmateriaalien valinnassa mahdollisimman vähän energiaa kuluttavaa tekniikkaa sekä suosia tuotteita, joiden kierrättäminen on tehokasta. Pakkaamisen yhteydessä pyritään merkitsemään materiaalit siten, että loppukäyttäjällä on mahdollisimman helppoa lajitella jätteet oikein. [6, s. 7.]

Vältettävien pakkausmateriaalien listalle ohjeessa on annettu PVC-muovit, erilaisten materiaalien yhdistelmät (aaltopahvin ja siihen laminoidun muovin yhdistelmä) sekä polystyreeni (Styrox-muovit). Näiden tilalla suositellaan käytettäväksi kuplamuoveja tai vaahtomuovia. [6, s. 7.] Projektissa pakkauskoneessa käytettiin kutistekalvona PVC-muovia, mutta sen korvaaminen biohajoavalla muovilla on mahdollista.

Yrityksen Yleinen pakkausohje PaloDEX Group Oy määrää tuotteet pakattavaksi kierrätettävään pakkausmateriaaliin, joka suojaaa tuotetta siten, että sisältö pysyy vahingoittumattomana, vaikka pakkaukseen käytettävä laatikko saisisikin iskuja matkan

aikana. Tuotteet voidaan suojata tarvittaessa pakkaamalla ne omaan pienempään laatikkoon kuplamuoviin käärittynä. Tämä pienempi laatikko taas puolestaan pakataan varsinaiseen pakkauslaatikkoon. [7.]

3.5.2 Standardit ja direktiivit

Pakkausta ja pakkaukseen käytettäviä materiaaleja säädelään useissa eri standardeissa ja direktiiveissä, joissa lähes kaikissa on samankaltaisia vaatimuksia. Tähän lukuun on koottu niistä kaikista projektin kannalta kriittisimmät vaatimukset.

EU-direktiivissä 94/62/EC pyrkii vähentämään pakkausjätteen syntymistä, kannustamaan kierrätykseen ja uudelleenkäyttöön sekä muihin keinoihin hyödyntää jätettä [8.]. Projektissa on siis otettava huomioon eri valinnoista syntyvä pakkausjätteen määrä. Valtioneuvoston asetuksessa 518/2014 liitteen kaksi 2.mom [9.] määrittelee perusvaatimukset pakkausten ja pakkausjätteen ympäristövaikutuksista seuraavasti:

Valtioneuvoston asetus pakkauksista ja pakkausjätteestä 518/2014

Liite 2, 2.mom:

Pakkaus on suunniteltava, valmistettava ja pidettävä kaupan siten, että sen uudelleen käyttäminen tai hyödyntäminen, mukaan lukien kierrätys, on mahdollista ja että pakkausjätteen tai sen käsittelyssä syntyvien jäännösten loppukäsittelystä aiheutuvat haitalliset vaikutukset ympäristöön jäävät mahdollisimman vähäisiksi.

ISO-standardin 13485 vuodelta 2016 mukaan organisaation tulee suojella tuotetta muutoksilta, kontaminaatiolta ja vahingoittumiselta niissä olosuhteissa ja niiltä vaaroilta, joita tuotteen oletetaan kohtaavan tuotannon, varastoinnin, käsittelyn ja jakelun aikana. [10.]

Yrityksen pakkaussuunnitteluohjeeseen on koottu IEC60721-3-2 direktiivissä esitetyt testausvaatimukset [6; 11], jotka jokaisen yrityksen pakkauksen tulee kestää ilman, että sen sisällä olevat tuotteet vahingoittuvat. Kun pakkaus on läpäissyt testit onnistuneesti, voidaan se ottaa tuotantokäyttöön. Testausvaatimukset ovat alla taulukossa 1.

Taulukko 1. Direktiivissä esitetyt vaatimukset pakkauksen kestävyydelle

Test Ab Cold: The packaged device shall withstand Low air temperature test - 25°C, 16h
Test Bb Dry heat: The packaged device shall withstand High air temperature, air in unventilated enclosures test; +55°C, 16h
Test Na Change of temperature: The packaged device shall withstand Change of temperature, Air/Air test; -25°C to +25°C, five cycles
Test Db: The packaged device shall withstand Damp heat, cyclic: +25°C-+40°C, >90%, 2 cycles, 24h
Cab: The packaged device shall withstand Relative humidity, not combined with rapid temperature changes test; +30°C, 85%, 96h
Test Ea: The packaged device shall withstand Shock test; for small packages 300m/s ² , 6ms, 100 pulses, 3 axis +/- direction
Test Ec: The packaged device shall withstand Topple test; one topple around each bottom edge (back and forth)
The packaged device shall withstand static load test Compression and stacking; Safety factor 4
All packaging material shall be marked with material identification in packaging material or label

3.5.3 Mekaanisen rasituksen kesto

Koska tavaroita kuljettavissa ajoneuvoissa tehokas tilankäyttö on tärkeää kuljetuskapasiteetin maksimaaliseksi hyödyntämiseksi, lisää se riskiä siitä, että pakkauksiin kohdistuu matkojen aikana useita erilaisia mekaanisia rasituksia. Rasitukset kohdistuvat varsinkin pieniin laatikoihin, joita tämä insinööriyö erityisesti käsittelee.

Pienten laatikoiden päälle pinotaan usein muita laatikoita, joiden paino niiden tulee kestää. Päälle pinoaminen ei kuitenkaan ole suurin haaste, mitä pakkaukset joutuvat kestävänsä matkalla asiakkaalle. Toimiva pakkaus kirja listaa kuljetuksien aikana pakkauksiin kohdistuvat yleisimmät kuljetusvaara ja niille tyypillisimmät olosuhteet (taulukko 2):

Taulukko 2. Kuljetuksen aikaiset vaarat

Perusvaara	Tyypillisiä olosuhteita
Isku	Putoaminen käsin tapahtuvan käsittelyn aikana, pakkausta heitetään, pyöritetään, tai se kaatuu, mekaaniset iskut lajittelulinjoilla, kuljettimissa ja tehtäessä yksikkökuormaa. Kuljetusvälineeseen kohdistuvat iskut (ratateiden vaihteet, kuopat ja kaarteet)
Värähtely	Tiestön kunto (raiteiden liitokset, betonilaattojen saumat), jousituksen aiheuttama värähtely, epätasapainossa olevat renkaat
Staattinen puristuminen	Varastointipinoaminen, sitominen
Dynaaminen puristuminen	Ruuhkat kuljettimissa
Puhkominen	Välineiden väärinkäyttö, koukut, lastin siirrot
Kohonnut lämpötila	Korkea huoneenlämpö, suora auringonpaiste, säilytys lähellä lämmönlähdettä
Alhainen lämpötila	Kylmä ilmasto, lämmittämättömät kuljetusvälineet
Alhainen ilmanpaine	Paineettomat lentokoneen säilytystilat
Valo	Suora auringonpaiste tai voimakkaat lamput
Kosteus, vesi	Korkea suhteellinen kosteus, sade suojaamattomalle rahdille, kosteuden tiivistyminen, pohjavesi ja merivesi
Biologiset vaarat	Bakteerit, homeet, hiivat, hyönteiset ja jyrsijät
Aika	Pitkäaikainen varastointi, fysikaaliset, kemialliset ja entsyymaattiset muutokset tuotteissa
Pilaantuminen	Pöly, lika, ruoste, läheisten tuotteiden vuotaminen, muut ulkoiset materiaalit, vahingonteko
Näpistely	Voi tapahtua milloin ja missä tahansa

Kun taulukon sisältöön tutustutaan tarkemmin, voidaan havaita, kuinka monenlaisia riskejä pakkauksiin kohdistuu logistiikkaketjun aikana. Projektissa kehitetyn alustan tarkoituksena on rajoittaa tuotteisiin kohdistuvia iskuja ja värähtelyä. Iskujen rajoittaminen onnistuu kiinnittämällä tuotteet riittävän tiukasti kiinni alustaan, jolloin

alusta imee osan liike-energiasta itseensä. Pahvista valmistettu alusta imee myös värähtelyä itseensä, mikä vähentää tuotteisiin kohdistuvaa liikettä.

Pakkauslaatikon tehtävänä on huolehtia, ettei erilaiset puristumat ja muodonmuutokset merkittävästi heikennä paketissa olevien tuotteiden suojaa. Projektin aikana kehitettävän alustan tulee pitää tuotteet paikoillaan edellä mainituissa tilanteissa. Samalla laatikko paljastaa helposti, onko pakettia mahdollisesti avattu, puhkottu tai muutoin kaltoinkohdeltu. Laatikko suojaa tuotteita valolta ja sen aiheuttamilta muutoksilta.

Biologisilta ja ilmastollisilta vaaroilta (lämpötilojen vaihtelut, ilmanpaineen muutokset, kosteus, bakteerit, homeet, pilaantuminen ja ajan vaikutukset) suojaudutaan jatkossakin pakkaamalla riskialttiit tuotteet ilmatiiviisiin pusseihin ennen pakkaamista alustalle. Tämä tapa on ollut käytössä jo aiemmin eikä siihen ole tarvetta tehdä muutoksia. Pakkaukseen voidaan tarvittaessa lisätä kosteudenpoistajia poistamaan ilmankosteutta.

3.6 Pakkausmenetelmät

3.6.1 Nykyinen menetelmä

Nykyisin laatikoiden pakkaaminen tapahtuu seuraavanlaisesti: työntekijä kerää tilaukset varastosta, pussittaa tuotteet sekä toimittaa pussitetut tuotteet hyllyyn odottamaan pakkaajaa. Pakkaaja aloittaa oman työnsä ottamalla pussitetut tuotteet hyllystä. Samalla hän valitsee niille oikean kokoisen laatikon. Tämän jälkeen pakkaaja valmistaa laatikon pohjalle täytteet, asettaa tuotteet laatikkoon ja valmistaa tuotteiden päälle uuden kerroksen täytettä. Tämän jälkeen hän sulkee laatikon, kiinnittää sen kylkeen tarvittavat asiakirjat ja siirtää laatikon lähtevien tilausten hyllyyn. Optimitilanteessa tuote siirtyy keräilyhyllystä odottamaan noutoa noin neljässä minuutissa. Tämä vaihtelee kuitenkin riippuen tuotteista ja pakkaajasta. Esimerkkinä aikaan vaikuttavasta seikasta on se, kuinka nopeasti pakkaaja löytää keräilyhyllyssä olevan pussitetun tuotteen.

Tällä hetkellä tuotteet pakataan laatikkoon suojaamalla ne pahvista valmistettavan täytteen avulla. Täyte valmistetaan rutistamalla kaksi päällekkäin kulkevaa pahvia yhteen. Tällöin syntyy noin 15 cm * 5 cm paksua täytettä, jonka pituuden pakkaaja voi valita itse tarpeen mukaan. Pahvit toimitetaan 180 metrin rullassa, josta täytettä valmistava laite leikkaa halutunmittaisia pätkiä. Pienin käytettävä pala on kuitenkin noin

30 cm pitkä. Pakkaustäytettä tulee pienimpään laatikkoon hieman alle kaksi metriä. Useimmiten laatikko täytetään usealla pienellä pätkällä.

3.6.2 Vakioituun alustaan perustuva menetelmä

Mikäli projektissa kehitettävä, vakioituun alustaan perustuva menetelmä saadaan tuotantokäyttöön, muuttaa se pakkausprosessia seuraavalla tavalla: Sen sijaan, että keräilijä toimittaa tilatut tuotteet hyllyyn pussituksen jälkeen, hän vie pussitetut tuotteet suoraan alustan päällä pakkauskoneelle ja ajaa ne siitä läpi. Tämän jälkeen hän vie koneen alustaan kiinnittämät tuotteet hyllyyn odottamaan pakkaajaa. Pakkaajan tehtävänä on vain asettaa alusta laatikkoon ja sulkea laatikko. Keräilijä voi tarvittaessa syöttää koneeseen useita tuotteita yhdelle alustalle tai useita alustoja peräkkäin. Uudessa menetelmässä keräilijän työmäärä saattaa hieman lisääntyä, sillä hänen vastuulleen siirtyy myös tuotteiden pakkaaminen alustalle ja niiden ajaminen pakkauskoneen läpi. Kokonaistyömäärä kuitenkin vähenee prosessin aikana, varsinkin pakkaajan työmäärä pienenee merkittävästi.

Alustat valmistetaan aaltopahvista ja ne tilataan alihankkijalta valmiiksi mittojen mukaan valmistettuna. Alustan paksuuden tulee olla noin sentin, jotta se toimii pakkauskoneessa optimaalisesti. Pakattavat tuotteet asetetaan alustan päälle ja yhdessä ne ajetaan pakkauskoneeseen. Pakkauskone käärii alustan ja tuotteet löyhään pussiin, minkä jälkeen ne siirtyvät uuniin. Uuni lämmittelee kalvoa, minkä johdosta se kutistuu tiukasti alustan ja tuotteiden ympärille. Uunin lämpö sitoutuu lähes kokonaan kalvoon, eikä näin aiheuta muutoksia pakattaviin tuotteisiin.

Kun valmis paketti saapuu uunista, ottaa keräilijä sen vastaan ja siirtää sen hyllyyn odottamaan pakkaajaa. Pakkaaja noutaa tuotteen hyllystä, asettaa sen laatikkoon, sulkee laatikon, liimaa tarvittavat asiakirjat laatikon kylkiin ja vie valmiin laatikon lähtevien hyllyyn. Menetelmän arvioidaan vähentävän pakkaukseen käytettävää aikaa noin minuutilla, sillä uudessa menetelmässä on yksi välivaihe vähemmän, valmiiksi pakatut tuotteet ovat pakkaajalle helpommin löydettävissä.

3.7 Kustannukset

Kun pakkausmenetelmää valitaan, on sen aiheuttamat kustannukset suuressa roolissa. Pakkauksen aiheuttamat suorat kustannukset ovat helposti laskettavissa ja ne on esitetty taulukossa 3. Uuden menetelmän kustannukset on laskettu käyttäen käytettävyydestä parhaaksi osoittautuneen prototyyppi kahdeksan hintaa. Hinta on saatu alustojen valmistajalta. Prototyypeistä kerrotaan tarkemmin luvussa neljä.

Taulukko 3. Pakkausmenetelmien suorat kustannukset

	Vanha	Uusi
Käytettävä materiaali	Pahvi	Pahvi + kutistekalvo
Käytettävän materiaalin määrä	n. 1,8m	Kalvo 35cm Pahvi 30,5*21,5cm
Materiaalin hinta (€/m tai €/kpl)	0,77€/m	Kalvon hinta(€/m) 0,07€ Pahvi(€/kpl) 0,16€
Hinta per laatikko (€)	1,40€	Pahvi 0,16€ Kalvo 0,025€, Yht. 0,185€
Muut kulut		Stanssityökalu 350€

Taulukkoon on tiivistetty vanhan eli ennen projektia käytössä olleen menetelmän kulut sekä projektin aikana kehitetyn menetelmän kulut. Taulukossa ei kuitenkaan ole huomioitu uuden menetelmän tuomia epäsuoria kuluja, joita ovat esimerkiksi pakkaus koneen hankintahinta tai laitteen ylläpidosta aiheutuvat kustannukset. Nämä kulut jätetään huomioimatta, koska laite on ollut yrityksen omistuksessa joulukuusta 2018 ja sitä käytetään myös muissa tehtävissä.

Uuden menetelmän käyttöönotto vaatii 350 € stanssityökalun, jonka avulla alihankkija valmistaa alustaa. Stanssityökalun takaisinmaksuaika on 288 alustaa, mikä tullaan saavuttamaan muutamassa viikossa nykyisellä tilausmäärällä. Uuden menetelmän suunnitteluun tai järjestelmän modifiointiin käytettäviä kuluja ei eritellä tarkemmin, sillä ne sisältyvät tämän projektin piiriin. Uuden menetelmän auditointi suoritetaan

ulkopuolisella yrityksellä, mikä aiheuttaa hieman kuluja, kun uusi menetelmä otetaan käyttöön.

4 Käytettävyysestaus

4.1 Pakkauskoneeseen liittyvät haasteet

Kokeillessa erilaisia alustavaihtoehtoja kävi nopeasti selväksi, että toimivan menetelmän kehittäminen on haastavaa. Koska varaosat ja tarvikkeet ovat mitoiltaan hyvin erilaisia, on haastavaa löytää pakkauskoneen ja siihen liittyvän uunin oikeat asetukset. Korkeiden tuotteiden pakkauksiin paloi usein reikiä, jolloin muovikäreen joutuu poistamaan ja tekemään pakkauksen uudestaan.

Yksi isoimmista ongelmista on Pratika 56 CS -pakkauskoneen automaattinen paketin tunnistus, joka perustuu lasersensorin mittaamaan korkeuteen. Sensori tunnistaa luotettavasti vain senttiä korkeammat esineet, jotka tulevat liukuhihnalta sen alle. Alun perin alusta suunniteltiin tehtäväksi kaksiaaltoisesta pahvista, mutta sen korkeus oli vain seitsemän millimetriä. Tämän takia alustan rakennetta joudutaan korottamaan joko reunuksilla tai tekemällä siitä koko alalta korkeampi. Laite ei myöskään tunnista alle sentin paksuisen alustan päättymiskohtaa luotettavasti, jonka takia laite saattoi katkaista kalvon liian aikaisin tai vastaavasti liian myöhään. Liian aikaisin katkaistu kalvo vahingoittaa tuotetta ja liian myöhään leikattu kalvo ei kiristy uunissa toivottuun kireyteen ja paketista tulee epäasiallisen näköinen, myös tuotteiden suojasta tulee huonompi.

Ensimmäisistä onnistuneista koeajoista lähtien on ollut selvää, että mikäli edellä mainitut haasteet onnistutaan ratkaisemaan, tulee pakkauksesta tiivis ja siihen kiinnitetyt osat pysyvät hyvin paikoillaan.

4.2 Laatikoon ja pakkausalustaan liittyvät haasteet

Ongelmia, jotka liittyivät itse laatikkoon, alustaan tai tuotteiden pitämiseen laatikossa paikoillaan esiintyi määrällisesti vähän, mutta laadullisesti ne ovat vakavampia kuin pakkauskoneeseen liittyvät ongelmat. Kuten tässä työssä on aiemmin käsitelty, yksi

pakkauksen tärkeimmistä tehtävistä on suojata tuotetta. Alustan suunnittelulla/muotoilulla on suuri rooli tuotteiden suojaamisessa. Huono alustan suunnittelu sallii tuotteiden liikkumisen laatikon sisällä, mikä altistaa ne muun muassa iskuille.

Alustan suunnittelussa suurimpana haasteena on pitää alusta paikoillaan laatikossa. Tätä varten alusta suunnitellaan täsmälleen laatikon kokoiseksi, jolloin tiukan sovitteen luoma kitka pitää alustan paikoillaan. Tämä luo painetta laatikon sivusaumalle, ja mikäli se antaa periksi esimerkiksi kosteuden vaikutuksesta, riskinä on laatikon aukeaminen kyseisestä kulmasta. Aukeamisriski on kuitenkin parempi kuin se, että tuotteet pääsisivät liikkumaan pakkauksessa ja altistuisivat enemmän esimerkiksi kuljetuksen rasituksille. Pakkaukselle tehtävät testit (esitetty taulukossa 1) paljastavat hyvin, kuinka todennäköistä laatikon rikkoutuminen on.

Alustan koon lisäksi projektissa pyritään löytämään paras materiaali ja alustan muotoilu, jotta pakkauskone kiinnittäisi tuotteet mahdollisimman hyvin pakkauksen toimivuuden kannalta. Tämä toteutettiin kehittämällä useita erilaisia prototyyppialustoja, joita testataan erilaisten tuotteiden kanssa pakkauskoneella. Prototyyppijä kehitettiin yhteensä kahdeksan ja ne on listattu alla:

1. kaksiaaltainen pahvi
 - 7mm paksu pahvialusta, joka on leikattu laatikon mittojen mukaan
2. yksiaaltainen pahvi
 - 3mm paksu pahvialusta, joka on leikattu laatikon mittojen mukaan
3. yksiaaltainen pahvi ohuella vaahtomuovipehmikkeellä
 - sama pahvi kuin kohdassa kaksi, johon on liimattu ohut kerros vaahtomuovia
4. yksiaaltainen pahvi paksulla vaahtomuovilla
 - sama pahvi kuin kohdassa kaksi, johon on liimattu kolme senttiä paksu kerros vaahtomuovia
5. kaksiaaltainen pahvi, jonka päällä paksu vaahtomuovi
 - sama pahvi kuin kohdassa yksi, johon liimattu kolme senttiä paksu kerros vaahtomuovia
6. kaksiaaltainen pahvi, jossa sentin levyinen, samanlaisesta pahvista valmistettu kehys

- sama pahvi kuin kohdassa yksi, jonka päälle liimattu samanlaisesta pahvista sentin levyinen kehys
7. yksiaaltoinen pahvi, jonka päädyissä laatikon korkuiset seinät
 - sama pahvi kuin kohdassa kaksi, jossa molemmissa päissä pystyyn taitettavat seinät
 8. kaksiaaltoisia pahveja kaksi kappaletta päällekkäin
 - kaksi kertaa sama pahvi kuin kohdassa yksi, kaksiaaltoiset pahvit liimattu yhteen

Prototyypeille suoritettiin koeajoja pakkauskoneessa, minkä avulla pyrittiin löytämään niiden hyvät ja huonot puolet. Testejä suoritettiin laittamalla erilaisia tuotteita prototyypialustojen päällä pakkauskoneeseen. Tämän jälkeen arvioitiin pakkausten laatua ja tuotteiden suojaa. Seuraavissa kappaleissa prototyypivaihtoehtoja kuvaillaan tarkemmin ja käsitellään niiden ominaisuuksia.

Prototyypit yksi ja kaksi olivat yksinkertaisia toteuttaa, sillä ne ovat vain laatikon muotoon leikattuja pahveja, joiden korkeudet ovat 7 mm ja 3 mm. Niiden valmistaminen on halpaa, ja ne ovat rakenteeltaan jäykkiä, mikä lisää tuotteiden suojaa. Mikäli pakkauskone tunnistaa ne oikein, tulee paketista tukeva ja tuotteet pysyvät hyvin paikoillaan alustassa. Tällaisenaan näitä prototyyppejä ei kuitenkaan voi käyttää, sillä laite ei tunnista alustoja luotettavasti niiden mataluuden vuoksi ja hukkaan menneen muovin määrä kasvaa suureksi, sekä tuotteet saattavat vahingoittua. Epäonnistuneen pakkauksen poistaminen pakkauskoneesta kestää noin minuutin ja tämän toimenpiteen aikana laitetta ei voi käyttää.

Prototyypissä kolme ohuempaan pahvialustaan lisättiin erittäin ohut vaahtomuovi, joka imee mahdolliset iskut itseensä viemättä liikaa tilaa laatikosta. Prototyypissä kaksi käytettävän pahvin kanssa paksuus jää kuitenkin noin seitsemään millimetriin, mikä on alle laitteen vaatiman minimikorkeuden. Paksumpi, prototyypissä yksi käytetty pahvi korjaa tämän ongelman, mutta samalla nostaa jo valmiiksi pelkkää pahvialustaa korkeampaa hintaa. Tällaisen yhdistelmän valmistaminen on kallista, sillä tavallisen stanssityökalun lisäksi tarvitaan toinen työkalu vaahtomuovin leikkaamista varten. Tämän jälkeen osat pitää liimata kiinni toisiinsa. Kokonaishinta tulee olemaan nykyisin käytössä olevaa menetelmää kalliimpi, mikä ei innosta ottamaan tällaista alustaa käyttöön.

Paksumpien vaahtomuovien käyttöä testattiin prototyypeissä neljä ja viisi. Kyseisen vaahtomuovin korkeus oli noin kolme senttiä, mikä vie 12,5 mm korkeasta laatikosta liikaa tilaa. Toiminnallisuudeltaan alustat neljä ja viisi olivat hyviä, suoja iskuja vastaan on äärimmäisen hyvä ja vaahtomuovin tuoma kitka auttaa tuotteita pysymään paikoillaan. Vaahtomuovi puristaa alustaa kiinni laatikon seiniin, mikä rajoittaa myös pystysuuntaista liikettä tehokkaasti. Pahvilaadun valinnalla ei ole merkitystä alustan toimintaan. Tällaisen alustan hinta nousee vielä lisää verrattuna edellisessä kappaleessa esiteltyyn.

Kuudennessa prototyypissä liitettiin prototyypissä yksi käytetyn alustan päälle sentin levyiset kehykset, joiden tehtävä on antaa sivuttaissuuntaista tukea tuotteille ja samalla auttaa pakkauskonetta tunnistamaan alustan alku ja loppu. Alusta oli varsin toimiva, mutta idea joudutaan hylkäämään, koska tällaisen alustan valmistaminen maksaa liikaa. Hintaa tulee kahdesta erilaisesta stanssityökalusta, joista toisella leikataan alustan kokoisia paloja ja toisella, senttiä pienemmällä leikataan kehys. Tämän lisäksi kehys täytyy liimata kiinni alustaan. Monimutkainen prosessi nostaa tällaisen alustan hintaa reilusti.

Seitsemäs prototyyppi on valmistettu samanlaisesta pahvista kuin kohdassa kaksi, mutta molempiin päihin lisättiin laatikon korkuiset seinät, joiden tehtävänä on pitää alusta paikoillaan laatikossa. Ongelmia tällaisessa alustassa oli paljon: käytettävissä oleva kalvo ei kyennyt kutistumaan tarpeeksi, jotta se voisi pitää tuotteet kiinni alustassa ja kalvoon paloi myös helposti reikiä lämmityksen yhteydessä. Seinät eivät pysyneet kalvon puristuksissa pystyssä, vaan ne taittuivat tuotteiden päälle uunissa. Taittumisen takia reunat eivät enää osuneet laatikon kanteen, ja alusta pääsi liikkumaan laatikossa.

Kahdeksannessa prototyypissä pyrittiin korjaamaan kohtien yksi ja kaksi korkeusongelmaa liimaamalla kaksi kaksiaaltoista pahvia yhteen, jotta alustan korkeudeksi tulisi laitteen vaatima yksi senttimetri. Alusta toimi testien aikana luotettavasti, pakkaus kone tunnistoi alustan hyvin ja leikkasi kalvon oikein poikkeuksetta. Alustan hinta pysyy edullisena, sillä se voidaan tilata suoraan valmistajalta oikean paksuisena.

Käytettävyydestä kahdeksasta prototyypistä parhaaksi osoittautui viimeisin, eli kahdeksas. Se täyttää uudelle pakkausmenetelmälle asetetut tavoitteet, yhtenäistämällä

ja tehostamalla pakkaustapahtumaa, pienentämällä pakkauksen kustannuksia ja suojaamalla tuotetta riittävästi. Tarvittaessa lisäsuojaa voidaan laatikkoon laittaa vanhan pakkausmenetelmän mukaisia pahvitäytteitä. Vaahtomuovi pehmusteena toimii hyvin, mutta erilaisia materiaaleja yhdistävien alustojen hinta on liian korkea ja kierrättäminen oikeaoppisesti vaikeaa. Riittävä suojaustaso saavutetaan jo pelkällä pahvilla, joten vaahtomuovi ei tarjoa merkittävää arvonlisäystä suhteessa korkeampaan hintaan.

5 Yhteenveto

Insinööriyön tavoitteena oli löytää Kavo Kerr Group Oy:n myymille varaosille ja tarvikkeille tehokkaampi pakkausmenetelmä. Uuden pakkausmenetelmän tarkoituksena on nopeuttaa pakkaamista yhtenäistämällä ja tehostamalla pakkaustapaa. Samalla sen tulee pienentää pakkaamiseen käytettäviä kustannuksia, tuotteiden suojauksesta tinkimättä.

Insinööriyön aikana suoritettiin pakkauskehitysprojekti, jonka tavoitteena oli kehittää pienimpään käytössä olevaan pakkauslaatikkoon sopiva pakkausalusta. Projektin aikana kehitettiin erilaisia prototyypialustoja, joista valittiin paras. Projektin lopputuloksena saatiin aikaiseksi prototyypialusta, joka toimii sille tehdyissä testeissä luotettavasti ja jonka hinta on riittävän alhainen. Lopullinen varmuus alustan toimivuudesta saadaan, kun se validoidaan ulkopuolisella yrityksellä. Tämän yhteydessä saadaan tieto siitä että, onko pelkällä alustalla mahdollista rajoittaa tuotteiden pystysuuntaista liikettä laatikossa riittävästi.

Parhaaksi valitun alustan hinta tarkastettiin niiden toimittajalta vertaillen projektissa parhaaksi valitun ja nykyään käytössä olevan menetelmän suoria kustannuksia. Uusi menetelmä todettiin huomattavasti edullisemmaksi. Säästöä kertyi laatikkoa kohden 1,215 euroa.

Projektille asetetut tavoitteet saavutettiin hyvin, sillä prototyypeillä suoritetuilla testeillä alustan käyttäminen on helppoa ja tuotteet pysyvät laatikossa hyvin paikoillaan. Mikäli pakkaukseen tarvitsee pakata jotain herkästi särkyvää, suojataan se esimerkiksi kuplamuovilla ennen pakkaamista alustalle. Menetelmä on nopea käyttää, sillä

suurimman työn tekee pakkauskone, pakkausvaiheista lähtee yksi työvaihe kokonaan pois, mikä vähentää pakkaajan työmäärää.

Insinööriyön aikana saatiin paljon lisää tietoa pakkauskoneen toiminnasta ja sen rajoitteista. Projekti oli ensimmäinen kerta, kun yrityksessä perehdyttiin tutkimaan pakkauskoneen laajempaa käyttöä varaosien ja tarvikkeiden pakkaamisessa. Projektin aikana paljastunut pakkauskoneen asettama minimikorkeus oli uutta tietoa kaikille, sillä tästä ei ollut mainintaa pakkauskoneen käyttöohjeissa.

Projektityössä ei käsitellä pakkauskehitysprojektin viimeisiä vaiheita eikä uutta alustaa lanseerata vielä käyttöön. Ennen lanseerausta projektityössä parhaaksi valittu alusta validoidaan ulkopuolisella yrityksellä, mikäli se todistetaan toimivaksi, voidaan se ottaa osaksi pakkausprosessia. Tässä insinööriyössä esitetyt asiat ovat kuitenkin hyvä lähtökohta uuden pakkausmenetelmän käyttöönottoon, sillä työn tulokset osoittavat selkeästi, että uudella menetelmällä on potentiaalia pakkaamisen tehostamisessa.

Lähteet

1. Historiaamme. Verkkoaineisto. < <https://www.kavokerr.com/fi-fi/historiaamme>>. Luettu 11.3.2019.
2. Kouri, Ilkka. 2009. Lean taskukirja. Teknologiainfo Teknova Oy. Helsinki: Kopio-Niini Oy.
3. Järvi-Kääriäinen, Terhen & Ollila, Margareetta. 2007. Toimiva pakkaus. Helsinki: Pakkausteknologia-PTR.
4. Karjalainen, Loa; Ramsland, Tuula. 1992. Pakkaus. Pakkausteknologiaryhmä r.y.
5. Hirvonen Toni. 2019. Spare Parts Manager, Kavo Kerr Group Oy. Tuusula. Keskustelu. 9.4.2019.
6. Pakkaussuunnitteluohje. 2018. Yrityksen sisäinen dokumentti. PaloDEx Group Oy.
7. Yleinen pakkausohje. 2016. Yrityksen sisäinen dokumentti. PaloDEx Group
8. EU Directive 94/62/EC Packaging and packaging waste. 1994.
9. Valtioneuvoston asetus pakkauksista ja pakkausjätteestä. 2014. 518/2014.
10. ISO13485:2016. Medical devices – Quality management system – Requirements for regulatory purposes. 2016.
11. IEC60721-3-2. Classification of groups of environmental parameters and their severities. 2018.