

Pakkausformaatin läpimenoajan tehostus

LAB-ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK), Konetekniikka

2023

Riku Järvinen

Tiivistelmä

Tekijä(t) Järvinen, Riku	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Valmistumisaika 2023
	Sivumäärä 21	
Työn nimi Pakkausformaatin läpimenoajan tehostus		
Tutkinto Insinööri (AMK)		
Ohjaavan opettajan nimi, titteli ja organisaatio Pekka Lavikainen, lehtori, Kone- ja tuotantotekniikka		
Toimeksiantajan nimi Oy Hartwall Ab		
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia kehitysideaa tölkipakkauslinjalle. Kehitys tehostaisi 8-pack monipakkauksen tuotantoa poistamalla tarpeen jakaa 8-pack tuotteiden tuotanto kahteen pakkausformaattiin monipakkaus-koneilla. Toimeksiantajana työssä on Hartwall Oy.</p> <p>8-pack pakkausten tölkipakkauslinjalla on hahmotettu pullonkaula ja etsitty ratkaisuja sen poistamiseen. Työssä tutkitaan hyötyjä, joita tuotannon tehostamisella saavutetaan.</p> <p>Työssä havaittiin monia hyötyjä pakkausformaatin tuotantoon. Hyötyihin lukeutuvat esimerkiksi materiaalikulustannusten 10–20 % potentiaalinen säästö sekä läpimenoajan lyheneminen tutkitulla pakkausformaattilla.</p>		
Asiasanat läpimenoaika, pullonkaula, tehostus, tuotanto		

Abstract

Author(s) Järvinen Riku	Type of Publication Thesis, UAS	Published 2023
	Number of Pages 21	
Title of Publication Improving packaging format lead time		
Name of Degree Engineer (UAS)		
Name, title and organization of the supervising teacher Pekka Lavikainen, Senior Lecturer, Mechanical Engineering and Production Technology		
Name, title and organization of the client Oy Hartwall Ab		
Abstract <p>The commissioning company of this thesis was the brewery of Hartwall Oy in Lahti. The purpose of this thesis was to examine an improvement idea for a can packaging production line. The improvement would in theory, enhance the production of the 8-pack multipackage, and remove the need to divide the production of 8-packs into two different formats.</p> <p>A bottleneck was recognized in the production of the 8-pack multipack and solutions for its removal was searched for, also the benefits for the success of this improvements were examined.</p> <p>The benefits include the potential reduction of material costs by 10-20 % and the reduction of lead time in the production of the examined packaging format.</p>		
Keywords bottleneck effect, lead time, improvement, production		

Sisällys

1	Johdanto.....	1
2	Tuotanto	2
2.1	Tuotannosuunnittelu	2
2.2	Lean	2
2.2.1	Läpimenoaika	2
2.2.2	Menetelmiä läpimenoajan lyhentämiseen	3
2.3	Esteiden teoria.....	4
2.3.1	Kapasiteetti.....	5
2.3.2	Pullonkaula.....	5
3	Nykytilanne	7
3.1	Kaksi formaattia.....	7
3.2	Pullonkaula 8-pack tuotannossa	9
3.3	8-pack formaattien kapasiteetit	10
4	Läpimenoajan tehostus.....	12
4.1	Kehitystarve.....	12
4.2	Datan analyysi	12
4.3	Hyödyt	12
5	Mahdollisia ratkaisuja.....	14
5.1	Ostettavat ratkaisut.....	14
5.2	Rakennettavat ratkaisut	15
6	Yhteenveto	20
	Lähteet	21

1 Johdanto

Tässä opinnäytetyössä tutkitaan mahdollista 8-pack juomatölkin monipakkaus-formaatin tehostamista ja sillä saavutettavia hyötyjä. Pakkausformaatit ovat monipakkaus-koneen ohjelmia, jotka määrittelevät pakkauksen menetelmän ja muodon esimerkiksi 6-pack, 8-pack ja 24-pack.

Tehostus saavutetaan mahdollistamalla 8-pack pakkausten tuotanto yhdellä formaatilla, ja samalla poistetaan tarve erilliselle 8-pack formaatille, joka muodostaa pullonkaulan tuotantoon. Pullonkaulalla tarkoitetaan tuotantolinjan konetta tai osuutta, joka hidastaa tuotantoa eniten.

Tällä hetkellä tuotantolinjan pakkaus-koneella tuotetaan 8-pack pakkauksia kahdella eri formaatilla niiden uudelleenpakkaamisen vaatiman suuntauksen vuoksi. Pullonkaulan ratkaisemisesta olisi useita taloudellisia hyötyjä, kuten potentiaaliset säästöt pakkausmateriaaleissa, nopeampi läpimenoaika 8-pack tuotannolla kapasiteetin kasvusta ja häiriöiden vähentymisestä sekä vähentyneet pakkaus-koneen formaatin vaihtotyöstä aiheutuneet seisakit.

Opinnäytetyössä esitetään ratkaisuja, joiden kannattavuutta ja toimivuutta pohditaan nykyiseen tuotantoon verraten. Tutkimuksen tarkoituksena on tarjota yksi ratkaisu tuotannon tehostamiseen.

Opinnäytetyö tehdään Hartwallin Lahden virvoitusjuomatehtaalle. Hartwall on perustettu vuonna 1836 Helsingissä, jolloin se oli Pohjoismaiden ensimmäinen kivennäisvesitehdas. Nykyinen tuotantolaitos on otettu käyttöön vuonna 2003, jolloin kaikki tuotanto lähdevettä lukuun ottamatta keskittyi Lahteen. (Hartwall Oy.)

2 Tuotanto

2.1 Tuotannosuunnittelu

Tuotannosuunnittelun tavoite on suunnitella materiaaleja ja resursseja käytettävän asiakkaiden tarpeiden mukaan. Näin tuotannossa pystytään tuottamaan oikeita tuotteita ajoissa ja tarpeeksi. (Logistiikan maailma.) Tuotannosuunnittelussa suunnitellaan esimerkiksi viikon aikana tuotettavat tuotteet ja niiden määrät sen mukaan, mitä asiakkaat ovat tilanneet. Tuotannosuunnittelu alkaa usein tilauksesta, mutta alan ollessa sesonkipainotteinen tai kysynnän ollessa tasaista, voidaan tuotantoa suunnitella myös luotettavasti etukäteen ennusteiden mukaan.

Opinnäytetyön toimeksiantajan tapauksessa tilaukset tehdään valmiista tuotekannasta. Asiakas valitsee haluamansa tuotteet ja niiden määrät, jolloin tilaus siirtyy tuotannosuunnitteluun. Tilauksen mukaiset materiaalit varmistetaan, sekä tarvittaessa tilataan ulkopuoliselta toimittajalta. Tuotteen valmistus voidaan aloittaa, kun materiaalit on varmistettu.

2.2 Lean

Lean on prosessijohtamisen malli, joka perustuu virtauksen maksimointiin sekä hukan poistamiseen. Lean yhdistetään usein vain hukan poistamiseen, vaikka sen pääasiallinen tarkoitus on läpimenoajan lyhentäminen. Lean -tuotanto pohjautuu Toyotan tuotantofilosofiaan, jossa keskitytään kokonaisuuden optimoimiseen yksittäisten asioiden sijaan. Leanin tavoitteena on tuottaa asiakkaalle parasta arvoa, joka saavutetaan maksimoimalla asiakastytyvyisyys sekä tuottajatytyvyisyys. Työn suorittamiseen kuluvaa aikaa kutsutaan läpimenoajaksi. (Six Sigma.)

2.2.1 Läpimenoaika

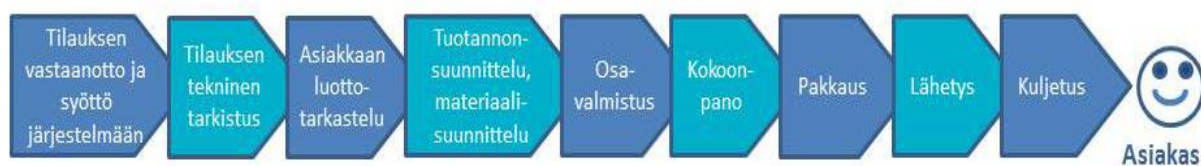
Piiraisen (2014) mukaan läpimeno tarkoittaa pitkän aikavälin keskimääräistä valmistumisnopeutta, jota mitataan kappaleilla tai tapahtumilla aikayksikössä. Läpimeno siis tarkoittaa prosessin ulostuloa. Läpimenoaika tarkoittaa prosessiin kuluvaa aikaa.

Läpimenoaika sisältää arvoa lisäävää, sekä ei-arvoa lisäävää aikaa. Arvoa lisäävä aika sisältää asiat, joista asiakas maksaa suoraan tai epäsuoraan. Ei-arvoa lisäävä aika on vastaavasti asiat, joista asiakas ei ole valmis maksamaan, kuten odottelu ja seisonta tuotannossa. Tuotannossa arvo muodostuu toiminnoissa, kuten työasemilla ja -pisteillä sekä -koneilla. Ei-arvoa lisäävän ajan vähentäminen ei aina johda kuitenkaan läpimenoajan paranemiseen ja tuottavuuden kasvuun. Tuotanto on kokonaisuus, joka sisältää riippuvuussuhteita yksittäisten osien, kuten tuotannon koneiden välillä. (Six Sigma.)

Yritysten pyrkiessä parantamaan tuottavuuttaan on yksi tapa siihen tuotteen läpimenoajan lyhentäminen. Tämä onnistuu luomalla erittely prosessin eri vaiheista. Erittelystä voidaan paremmin hahmottaa ongelmakohtia. Läpimenoajan lyhentäminen kasvattaa arvoa tuottavan ajan osuutta prosessissa. (Logistiikan maailma.)

Läpimenoaikaan (kuva 1.) vaikuttavat tilauksen käsittelyaika, tuotannosuunnittelu, tuotteen valmistus, tuotteen pakkaus sekä kuljetus asiakkaalle.

Esimerkkiyrityksen tilaus-toimitusprosessi (tilausohjautuva tuotanto, MTO)



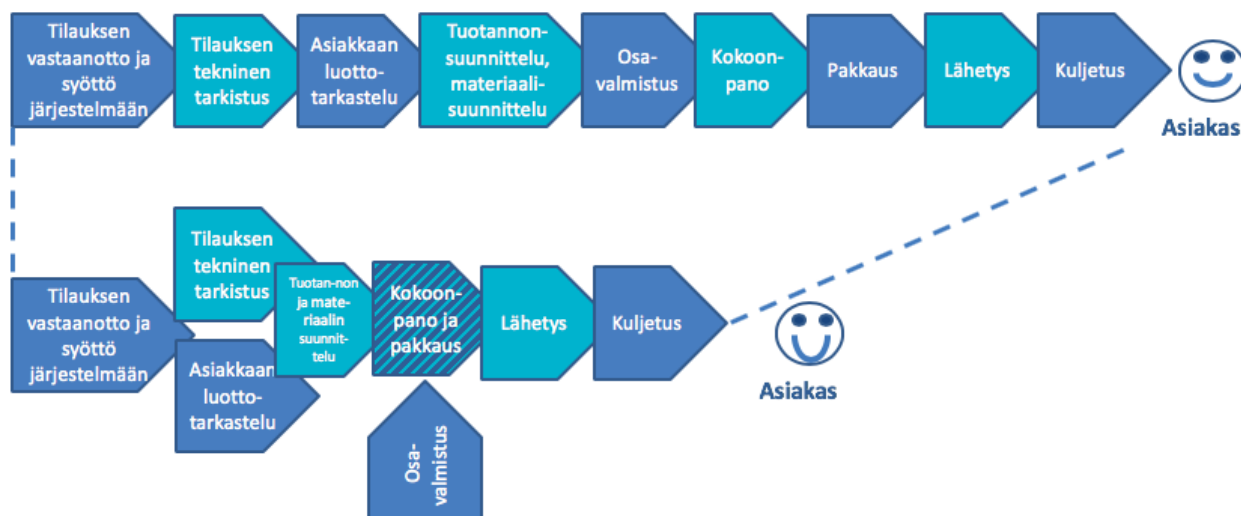
Kuva 1. Esimerkki läpimenoaika vaiheineen (Logistiikan maailma)

Läpimenoajan havainnollistaminen ja erittely osa-alueisiin auttaa kohdistamaan mahdollisia ongelmavaiheita. Kehitystilanteissa erittely auttaa keskittymään oikeaan kohtaan tuotantoketjussa.

2.2.2 Menetelmiä läpimenoajan lyhentämiseen

Läpimenoajan lyhentämistä varten kannattaa se luokitella eri osavaiheisiin. Kuvasta 2 huomataan, kuinka hahmotetusta läpimenoajasta pystytään eristämään ongelmakohtia sekä yhdistelemään erillisiä vaiheita mahdollisuuksien mukaan. Läpimenoajasta voi myös olla mahdollista poistaa kokonaisia osuuksia, siirtymällä erityyppiseen tuotantomalliin. (Logistiikan maailma.)

Kokonaispotentiaali läpisyajan lyhennykselle esimerkkiyrityksessä



Kuva 2. Lyhennetty läpimenoaika (Logistiikan maailma)

Esimerkissä on onnistuttu lyhentämään läpimenoaikaa huomattavasti yhdistelemällä eri tuotannon osuuksia tehtäväksi samanaikaisesti sekä muuttamalla osavalmistus tilauksista aloitettavasta tilauksesta kokoonpantavaan tuotantoon. Tällöin tuotteen osia voidaan valmistaa etukäteen ja aloittaa tuotanto tilauksen saapuessa jo kokoonpanovaiheesta.

Työssä käsiteltävän 8-pack monipakkauksen läpimenoaikaan kuuluvat tilauksen käsittely, mahdollisten materiaalien tilaus, tuotannosuunnittelu, valmistus ja pakkaus, mahdollinen varastointi sekä kuljetus asiakkaalle. Tässä työssä on havaittu pullonkaula tuotteen pakkauksen vaiheessa. Poistamalla pullonkaula saavutetaan läpimenoajan lyheneminen. Pullonkaulaa 8-pack tuotannossa on avattu tarkemmin luvussa 3.2.

2.3 Esteiden teoria

Esteiden teoria eli Theory of Constraints (TOC) on systeemin suorituskykyä rajoittavien esteiden hallinnan ohjausmalli. Mallin mukaan jokaisella systeemillä on vähintään yksi este, eli systeemin suorituskykyä rajoittava tekijä. Estettä kuormittamalla liikaa, alkaa sen eteen kertyä asioita esimerkiksi materiaaleja tai raaka-aineita. Esteestä johtuva asioiden ruuhkaantuminen johtaa usein läpimenoajan pitenemiseen, jolloin myös suorituskyky laskee. (Six Sigma.)

Tällöin esteiden teoriasta voidaan tarkastella kahta asiaa:

- Mikä on läpimenoa rajoittava piste?
- Kuinka rajoittavaa pistettä kuormitetaan?

Esteiden teorian mukaan prosessin läpimeno määräytyy aina pullonkaulan perusteella. Jos parannuksia tehdään muuhun prosessin vaiheeseen kuin pullonkaulaan, on epävarmaa, saadaanko läpimenon kehitystä aikaiseksi. (Six Sigma.)

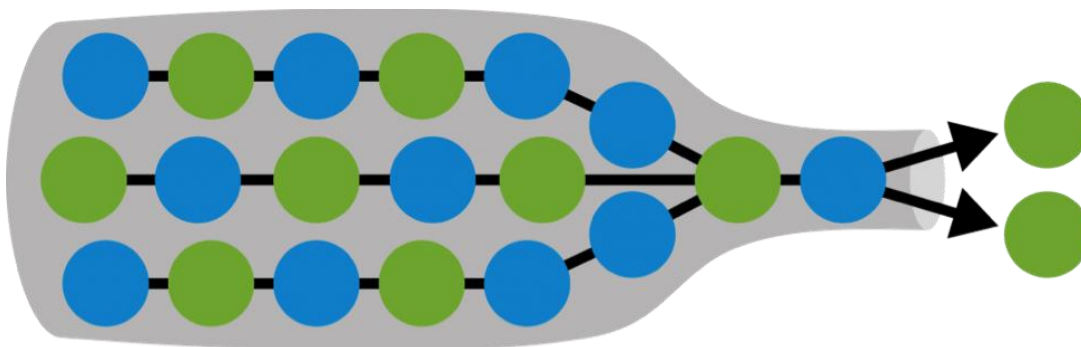
2.3.1 Kapasiteetti

Kapasiteetilla tarkoitetaan tuotantolinjan tai -koneen maksimituotantokykyä tietyssä ajanjaksossa. Tuotantolinjan kapasiteettiin vaikuttavat erillisten tuotantokoneiden omat kapasiteetit sekä tuotantolinjan pullonkaulat.

Kapasiteetti tuotantolinjan koneissa tarkoittaa usein kyseisen koneen maksimituotantonopeutta. Tässä tapauksessa mitataan monipakkaus-koneen tuottamia pakkauksia minuutissa. Tuotantonopeus vaihtelee usein käytössä olevan pakkausformaatin mukaan.

2.3.2 Pullonkaula

Tuotantolinjan kapasiteetti määräytyy pullonkaulan muodostavan koneen tai tuotantolinjan osan kapasiteetin mukaan. Pullonkaula muodostuu, koska tuotantolaitte ei kykene käsittelemään sille tulevaa materiaalia. Kuvassa 3 on havainnollistettu pullonkaulan hidastava vaikutus läpimenoon. Pullonkaulasta mahtuu kerrallaan vain yksi pallo, joten ennen kaulaa muodostuu ruuhka, jossa odotetaan tilaa edetä.



Kuva 3. Havainnollistava kuva tuotannon pullonkaulasta (Creative Safety Supply)

Tuotannossa pullonkaulat nähdään, jos materiaalit alkavat kerääntyä ruuhkaksi ennen koneita. Aina syy ei tosin löydy koneesta. Materiaalit ja tuotteet liikkuvat tuotannossa koneiden ja työpisteiden välillä, jolloin pullonkaulan on mahdollista olla myös vähäinen henkilöstö, kuljettimien ongelmat sekä seisakit. Seisakeiksi luetaan suunnittelemattomat konerikot sekä materiaali-ongelmat.

Joskus tuotantoon halutaan sijoittaa tahallisia pullonkauloja, joilla voidaan säädellä tuotantolinjan tuotantonopeuksia. Tuotantolinjan koneiden nopeudet on hyvä suhteuttaa toisiinsa, jotta yksittäiset tuotantolinjan osat eivät odota materiaalin ruuhkan tai vajeen vuoksi.

Suunnitelluilla pullonkaloilla voidaan säädellä näitä koneiden nopeussuhteita, jotta tuotanto pysyy tasaisena ja juoksevana.

3 Nykytilanne

3.1 Kaksi formaattia

Tuotanto on jaettu 8-packin osalta kahteen formaattiin, koska monipakkauksia pakataan edelleen joko alustapahville tai rullakolle.

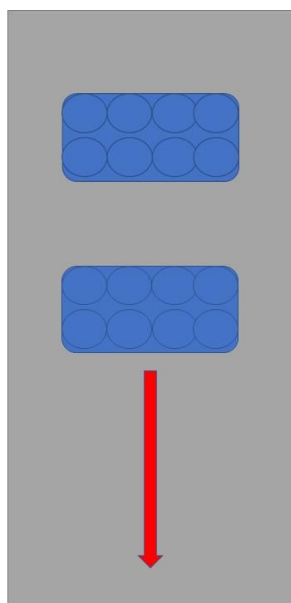
1*8-pack

Tässä formaatissa kone työntää kahdessa rivissä 4:ää tölkkiä, jotka kääritään kutistemuoviin ja saadaan yhtenäinen 8:n tölkin monipakkaus. Kuvassa 4 kuvattuna valmiin 8-pack pakkauksen muoto. Paketti kulkee samansuuntaisesti koko matkan seuraavalle pakkauskoneelle, jossa paketit pakataan 3:n sarjoissa alustapahveille.



Kuva 4. Hartwallin tuottama Aura 8-pack (Hartwall Oy 2023)

Kuvan mukainen pakkaus kulkee pakkauskuljettimilla pitkä sivu edellä (kuva 5), jotta se on mahdollista pakata seuraavalla pakkauskoneella 24:n tölkin alustapahviin. 8-pack pakkauksia pakataan pahviin 3 kappaletta peräkkäin.

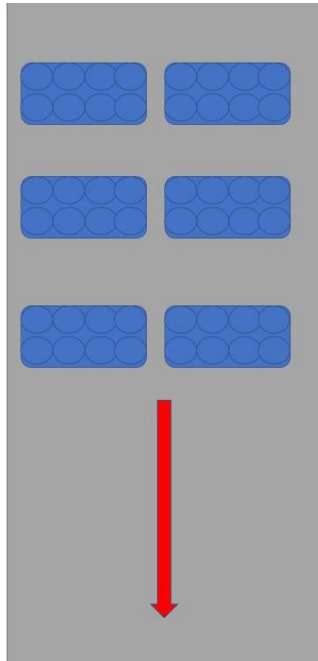


Kuva 5. 1*8-pack pakkausten jono (Riku Järvinen 2023)

Pakkaukset kulkevat tällä formaatilla koko matkan muovipakkaus-koneelta pahvipakkaus-koneelle samansuuntaisesti.

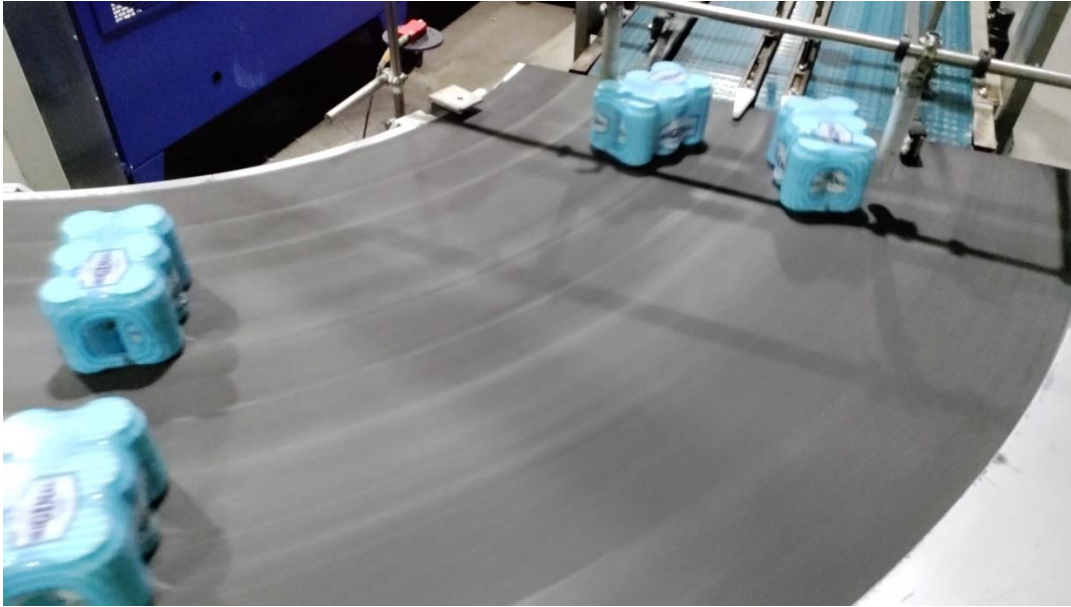
2*8-pack

Toisessa formaatissa muodostetaan vierekkäin kaksi edellä mainittuja 8-pack monipak-kauksia (kuva 6). Tällä formaatilla on huomattavasti suurempi tuotantokapasiteetti, jota olisi tarkoitus hyödyntää kaikessa 8-pack pakkausten tuotannossa.



Kuva 6. 2*8-pack pakkausten muodostus (Riku Järvinen 2023)

Tällä formaatilla pakkaukset käännetään kutistamisen jälkeen pitkittäissuuntaisesti (kuva 7). Pakkausten kääntämisen tarkoitus on suunnata pakkaukset oikein rullakopakkaajaa varten. Kun pakkaukset käännetään, ne eivät käänny vinoon tai jumiudu ratojen kaiteisiin pitkällä kuljettimella.



Kuva 7. Pakkausten törmäyskääntäjät (Riku Järvinen 2023)

Pakkaukset käännetään 6-pack (kuvassa) ja 2*8-pack formaateilla jo ennen varsinaisen pakkaukskuljettimen alkua, jolloin pakkaukset kuljettuvat mahdollisimman pitkän matkan paremmalla suuntauksella. Tämän kääntämisen jälkeen pakkauksia ei voida kuljettaa pahvipakkaukskoneelle, koska pakkaukset ovat kuljettimella väärinpäin.

3.2 Pullonkaula 8-pack tuotannossa

Pullonkaula muodostuu, kun ajetaan 8-pack pakkauksia alustapahville, joka vaatii pakkausten olevan yhdessä jonossa. Kun pakkauksia tuotetaan yhden jonon formaatilla, on pakkauskoneen tuotantonopeus jo lähellä maksimia. Jotta tuotantoa saataisiin tehostettua, on siirryttävä kahden jonon formaattiin. Kuvassa 8 nähdään pakkausten suuntaus 1*8-pack formaatilla. Pakkaukset täytyy syöttää alustapahvipakkaajalle kuvassa näkyvällä suuntauksella, joka johtaa työssä käsiteltävään pullonkaulaan.



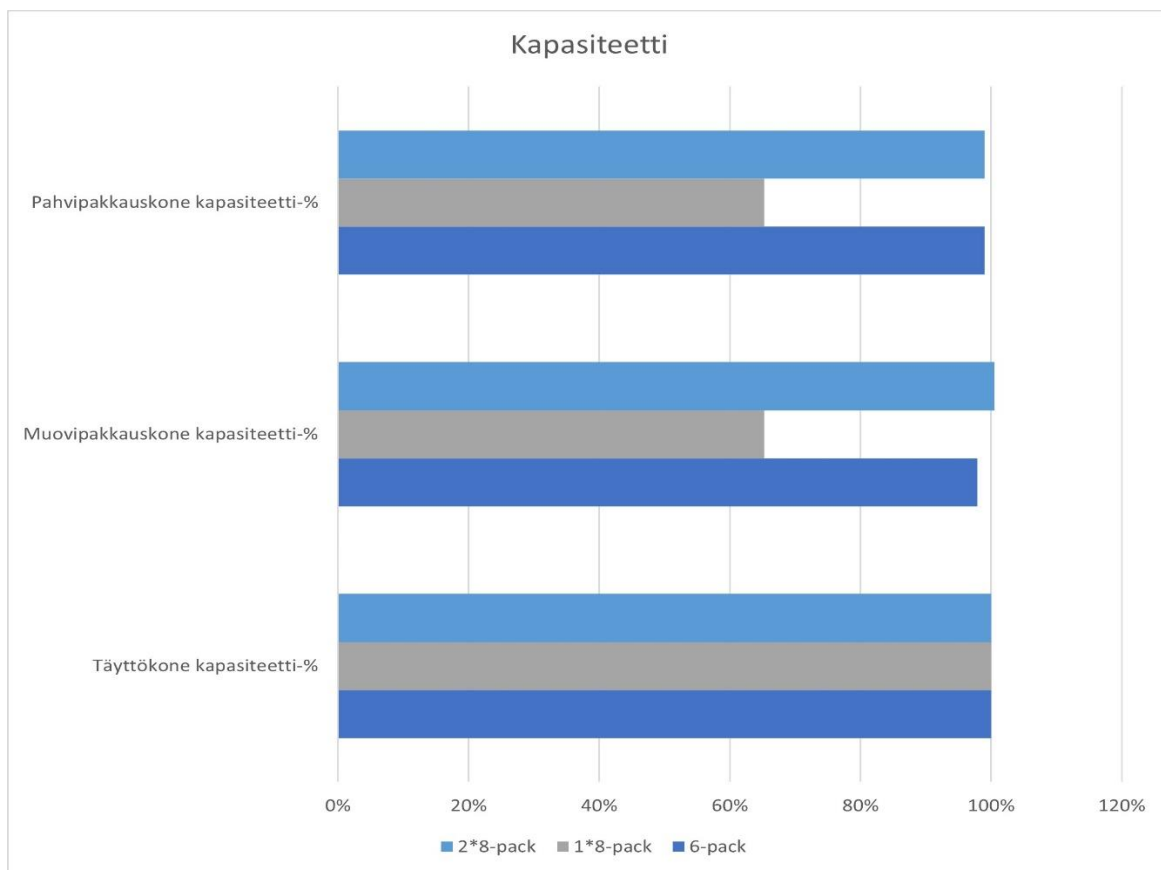
Kuva 8. 1*8-pack formaatin kuljetin tällä hetkellä (Riku Järvinen 2023)

Kuvassa 8 nähdään yksi pakkauskuljettimien osa, jota muuttamalla pullonkaula saataisi ratkaistua, muutoksesta lisää luvussa 5.2. 1*8-pack formaatin pakkausten kuljettamisella on myös ongelmana se, että ne kuljetetaan pitkä sivu edellä, jolloin kuljetinradoilla tapahtuu kääntymisiä, jotka johtavat usein turhiin seisakkeihin.

3.3 8-pack formaattien kapasiteetit

Siitä huolimatta, että 1*8-pack formaatilla on nopeampi sykli pakkauskoneella, ei se silti tuota yhtä paljon pakkauksia kuin kahden jonon formaatti. Yhden jonon formaatilla tuotantokapasiteetti on noin 65 % kahden jonon formaatin tuotantokapasiteetista.

Tölkintäyttökone on tuotantolinjalla kone, joka asettaa usein koko tuotantolinjan kapasiteetin. Kuviosta näemme 1*8-pack formaatin olevan huomattavasti hitaampi kuin 6-pack ja 2*8-pack formaatit tölkintäyttökoneen kapasiteettiin verrattuna. Kuviosta nähdään myös pullonkaulaefektin seuraukset, tuotanto kulkee tölkintäyttökoneen jälkeen muovipakkauskoneelle, josta pakkaukset kuljetetaan pahvipakkauskoneelle.



Kuvio 1. Tuotantolinjan eri formaattien kapasiteetit vertailtuna (Riku Järvinen 2023)

Pahvipakkauskonon kapasiteetti määräytyy siis muovipakkauskonon kapasiteetin mukaan. Kapasiteetti on pienentynyt formaatin rajoittavan nopeuden ja tuotantomäärän vuoksi. Opinnäytetyössä on tutkittu menetelmiä, joilla olisi mahdollista kääntää kahden jonon pakkaukset uudelleen sekä muodostaa niistä yksi jono ennen pahvipakkauskonetta. Onnistuneella menetelmällä saataisiin käyttöön kuviossa kuvattu 2*8-pack formaatin muovipakkauskonon kapasiteetti käyttöön myös alustapahville pakattaviin 8-pack pakkauksiin.

4 Läpimenoajan tehostus

4.1 Kehitystarve

Yritykset pyrkivät jatkuvasti parantamaan tuottavuuttaan, jolloin kehitys on aina toivottua. Yrityksessä oli halu vähentää pakkauskoneiden vaihtotöiden tarvetta formaattien vaihtojen välissä, koska molemmat formaatit tuottavat samaa 8-pack pakettia.

Kehitysajatuksen edetessä ilmeni muitakin hyötyjä vaihtoaikojen vähentymisen lisäksi. Muita hyötyjä olivat potentiaalinen säästö materiaalikustannuksissa sekä teoreettinen tuotantonopeuksien kasvu, jolla saavutetaan läpimenoajan lyheneminen.

4.2 Datan analyysi

Tarkastellessa tuotannon dataa ajalta 1/2022–12/2022 huomattiin, että vaihtoja 1*8-pack ja 2*8-pack formaattien välille ei ollut tarkasteluajana kertynyt kuin kuusi kertaa. Vaihtoaika formaatilta toiselle voi vaihdella 10–20 min välillä. Suhteellisen nopea vaihtoaika kertaantuu vuoden aikana siis vain noin kahden tunnin seisakiksi monipakkauskoneen osalta.

Pakkaukset kääritään kutistemuoviin, jokaisella formaatilla on usein oma kutisteensa, pakkauksen koosta ja tuotteesta riippuen. Kutistemuovia 1*8-pack formaattiin on käytetty tarkasteluajana noin 7000 kg.

Häiriökirjauksista kerätyt tuotantolinjan pysähdysajat 1*8-pack ohjelmilla, sisälsivät useasti kymmeniä minutteja radoilla kääntyneistä pakkauksista johtuvia ongelmia. Joidenkin tuotantoerien ollessa vain muutaman tunnin mittaisia, näkyvät nuo häiriöt jo suurempina ongelmina. Yhtenä esimerkkinä erään tuotantoerän pituus oli noin viisi tuntia, josta oli kirjattu 108 minuuttia häiriöitä kääntyneiden pakkausten vuoksi.

4.3 Hyödyt

Formaattien yhdistäminen vain 2*8-pack tuotantoon siirtäisi 1*8-pack formaattiin tarvittavan muovimäärän erillisistä nimikkeistä 2*8-pack formaatin materiaaleihin. Tämä tuo säästöä poistamalla erillisen materiaalityökalun.

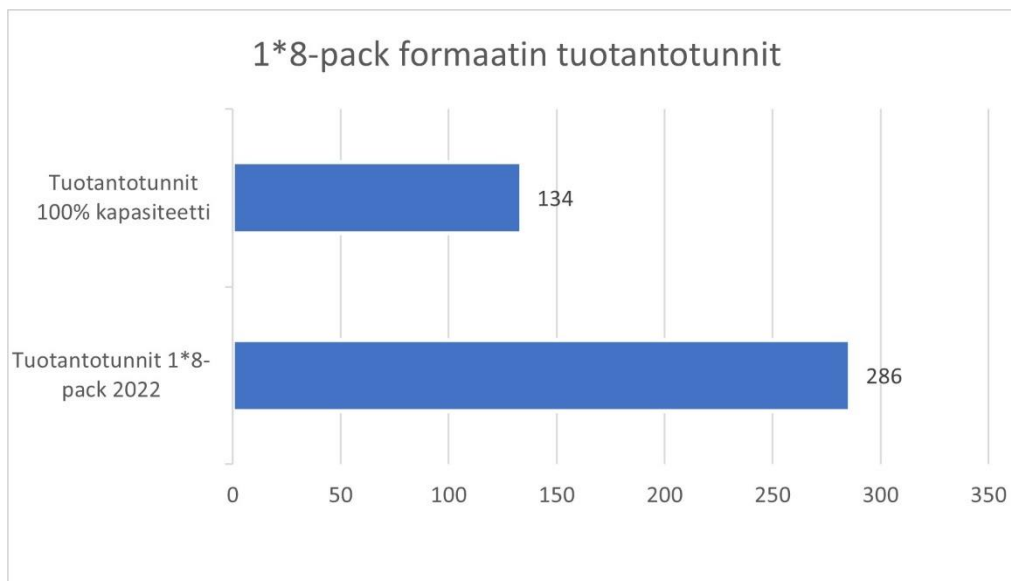
Sipolan (2023) mukaan tilauserän hintaero vaihtelee eräkoon muuttuessa, mutta suurin vaihtelu on erityisesti pienillä määrillä. Potentiaalinen säästö voisi olla noin 10–20 % hankintahinnassa.

Suurin teoreettinen hyöty tulisi tuotantonopeuksien tehostamisesta. Molemmilla pakkauskoneilla 1*8-pack formaatin tuotantonopeus on n. 65 % kapasiteetista. Formaattilla 2*8-pack

monipakkaajan nopeus on lähellä 100 % linjan tuotantokapasiteetista, tällä nopeudella alustapahvipakkaajaa olisi mahdollista ajaa myös 100 % kapasiteetin nopeudella.

Tuotannon kapasiteetin muutos voidaan laskea (kaava 1) laskemalla kapasiteetin muutos ja vertaamalla sitä vanhaan kapasiteettiin. Tuotantonopeus kasvaisi siis teoreettisesti optimaalisella tuotannolla noin 50 %.

$$\frac{(\text{Uusi kapasiteetti} - \text{vanha kapasiteetti})}{\text{Vanha kapasiteetti}} \quad (1)$$



Kuvio 2. 1*8-pack tuotantoon käytetyt tunnit (Riku Järvinen 2023)

Tarkasteluajalla kerätyn datan perusteella 1*8-pack formaatti oli tuotannossa n. 286:n tunnin ajan, 50 % nopeampi tuotanto tarkoittaisi siis noin 134 tunnin säästöä tuotannossa vuoden aikana (Kuvio 2).

1*8-pack formaatin poistaminen tuotannosta lyhentäisi tuotantoaikaa myös häiriöiden vähenemisen kautta. Pakkaukset eivät kääntyisi kuljettimilla helposti, mikä on usein johtanut häiriöihin. Häiriöajat kääntyneistä pakkauksista ovat keskiarvolta noin 15 % häiriöitä sisältäneiden tuotantoerien tuotantoajoista. Häiriöt ovat pahimmillaan vienyt 36 % tuotantoajasta kirjattujen häiriöaikojen mukaan.

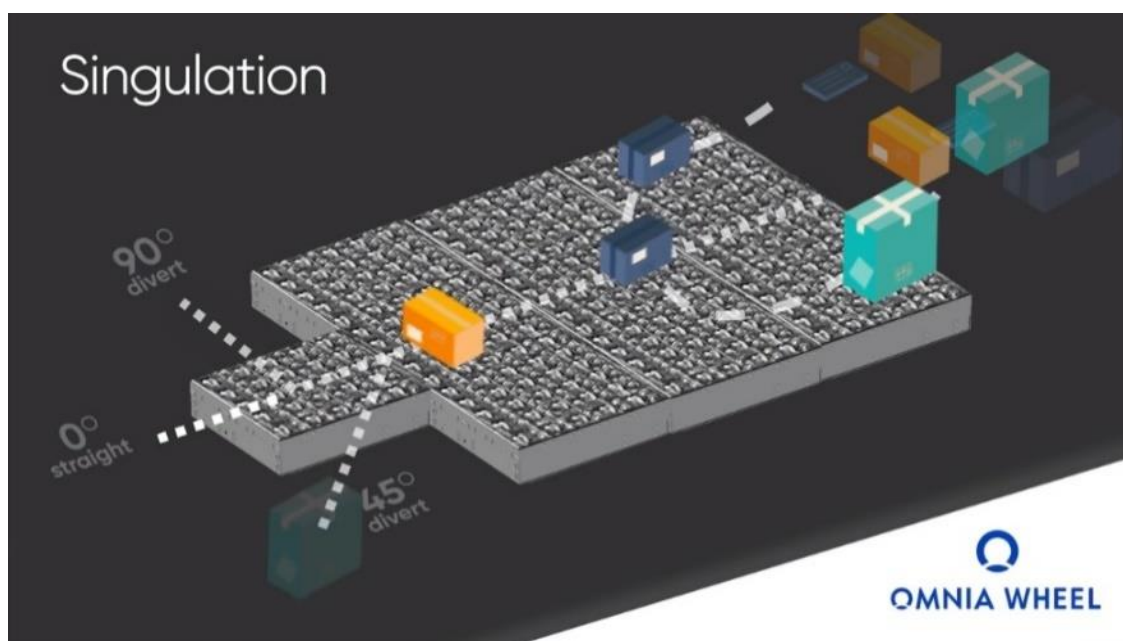
5 Mahdollisia ratkaisuja

5.1 Ostettavat ratkaisut

Tässä luvussa esitellään erilaisia ratkaisuja formaattien yhtenäisen tuotannon mahdollistamiseksi. Ostettavat ratkaisut ovat ulkopuolisen toimijan verkosta löydettyjä tuotteita/palveluja, jotka toimisivat työssä esitetyn ongelman ratkaisuna. Rakennettavilla ratkaisuilla tarkoitetaan ei-valmista kokonaisuutta, joka rakennetaan erinäisistä menetelmän mahdollistavista osista.

Jakomoduurit

Eräs ratkaisu koostuu neliön mallisista moduuleista, joista rakennetaan pöytä. Pöytä pystyy kääntämään, suuntaamaan sekä ohjaamaan erilliset paketit ym. laatikot haluttuihin suuntiin ja asentoihin. Kuvassa 9 esitettävään moduuliin on integroitu renkaita, joissa on renkaiden kehien mukaisia rullia, jotka mahdollistavat pakettien liikuttamisen useaan suuntaan.



Kuva 9. Modulaarinen jakopöytä (Omnia wheel)

Kuvasta 9 nähdään modulaarisen pöydän suuntaus ja jakomahdollisuuksia. Pienet akselit ja renkaat johtavat tosin usein lian ja roskan kertymiseen noihin pieniin paikkoihin mahdollisesti jumittaen osia pöydästä.

Kuvassa 10 näkyy moduulien rakenne, joka mahdollistaa pakkausten liikuttamisen useaan suuntaan. Renkaita on sijoitettu moduuliin vaaka- ja pystysuuntaan, jolloin toiset renkaat mahdollistavat yhteen suuntaan ohjauksen, ja toiset eri suuntaan. Renkaiden pyöriessä yhdessä voidaan niiden nopeuksien suhteilla luoda haluttu suunnanohjaus.



Kuva 10. Moduulin renkaita (Omnia wheel)

Moduuleilla saisi tehtyä useimmat ohjaus- ja kääntöratkaisut tuotantolinjalla, ja mahdollistaisi tässä opinnäytetyössä tutkittavan ratkaisuvaihtoehdon täysin. Luultavasti hinta tulisi esteeksi tässä toteutuksessa.

Servo-ohjattu kääntöyksikkö

Eräs ostettava, valmis ratkaisu on nopealiikkeinen servomootorilla ohjattu häkki, jossa ristinmuotoiset seinät muodostavat aihion. Pakkaukset kuljetetaan ristikon sisään, minkä jälkeen moottorin nopea liike kääntää pakkaukset eri suuntaisiksi. Aihiossa halutut pakkaukset pysyvät servomootorin nopeassa kääntäjässä mukana ja siirtyvät seuraavalle kuljettimelle halutulla tavalla suunnattuna.

Tämän ratkaisun ongelmana ilmenee hankaluus rakentaa kyseinen häkki nykyisen kuljetinradan ylle. Lisäksi täytyy löytää kuljettimella kohta, jossa pakkaukset onnistuttaisiin kääntää häkin häiritsemättä muiden formaattien tuotantoa.

5.2 Rakennettavat ratkaisut

Törmäyskääntäjät

Pullonkaulan ratkaisu törmäyskääntäjillä toisi uusia ongelmia ja epävarmuutta tuotantoon. Törmäyskääntäjät toimivat hyvin tällä hetkellä, koska ne kääntävät pakkaukset sivuttaisuunnasta pitkittäin. Tällöin pakkaukset kääntyvät omalla massallaan ja kuljettimen luomasta työnnöstä. Pakkausten kääntö uudelleen tällä menetelmällä pitkittäisestä sivuttain

on haastavaa sekä epäluotettavaa. Tämän takia törmäyskääntäjä (kuva 11) on epäluotettava tähän suuntaan pakkauksia kääntäessä.

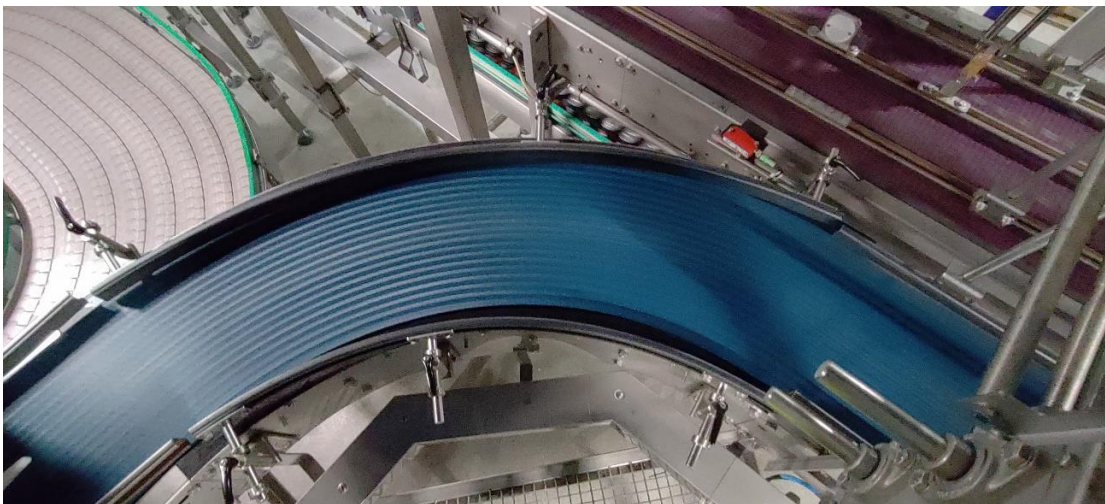


Kuva 11. Törmäyskääntäjä (Nercon)

Kuvan tapaisilla kääntäjillä pakkaukset käännetään tälläkin hetkellä pakkausformaateilla, jotka kääntämistä vaativat. Törmäyskääntäjät vaativat tarkkaa säätöä, jotta tönäisy tapahtuu pakkauksen oikeaan kohtaan, tällöin saadaan haluttu kääntyminen. Mitä lyhyempi törmäyssivu on, sitä tarkemmalle kääntäjä täytyy säätää.

Sivuttaissuuntainen syöttörata

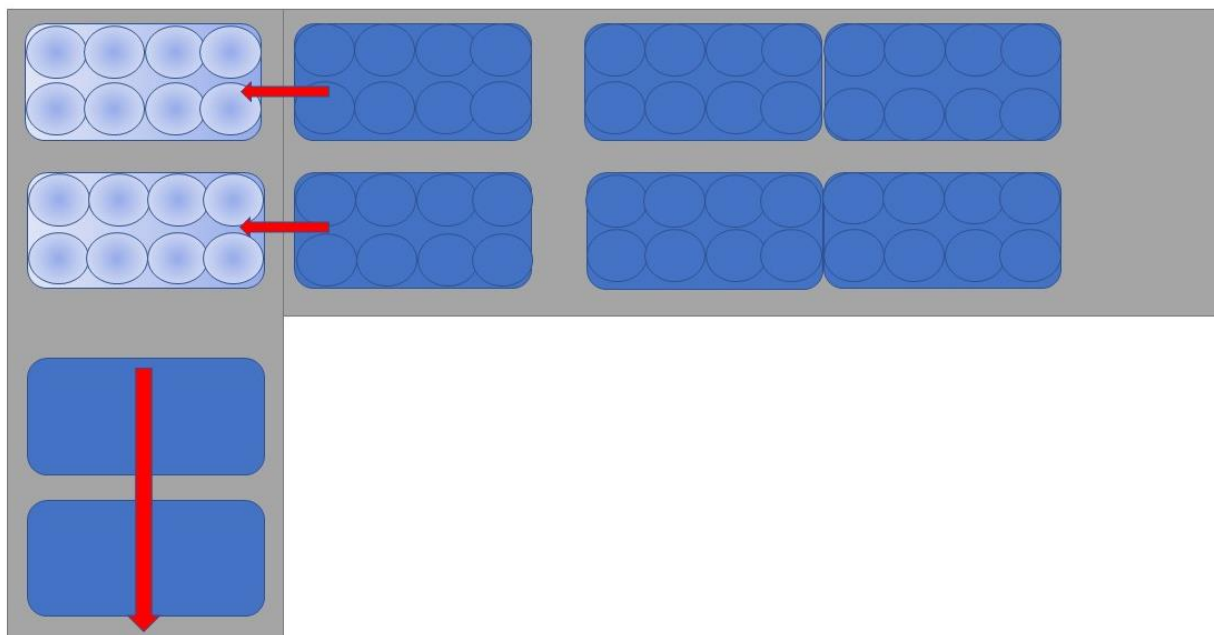
Tämänhetkinen kuljetinrata kuljettaa pakkaukset kulman yli seuraavalle kuljettimelle käännöskuljetinmatolla (kuva 12). Tällä kuljettimella pakkausten suuntaus ei muutu, jolloin ne tulevat seuraavalle monipakkaus koneelle halutussa suunnassa.



Kuva 12. Käännöskuljetin, joka pitää pakkausten suuntauksen samana mutkassa (Riku Järvinen 2023)

Kuvan käännöskuljetinmatto täytyy purkaa, jotta se voidaan korvata sivuttaissuuntaisen siirron mahdollistavilla kuljettimilla. Lisäksi täytyy asentaa valokennot, joiden avulla pakkaukset saataisiin ryhmitettyä sekä ohjattua kuljettimen pysäytys, jotta pakkaukset eivät painaisi toisiaan jumiin käännökseen.

Paras ratkaisu pakkausformaattien yhdistämiseen on korvata nykyinen kurvimatto suorilla radoilla, jotka ovat 90 asteen kulmassa toisiinsa nähden (kuva 13). Tuloradalla pakkaukset olisivat vierekkäin 2*8-pack formaatin mukaisesti, ja ne pysäytettäisiin antureilla ennen radan vaihtoa. Antureilla varmistetaan, että molemmilla kaistoilla on pakkaukset, jolloin ne syötetään samaan aikaan seuraavalle radalle. Tämä rata kuljettaa pakkauksia nyt eri suuntaan ja pakkauksille luodaan haluttu suuntauksen muutos.

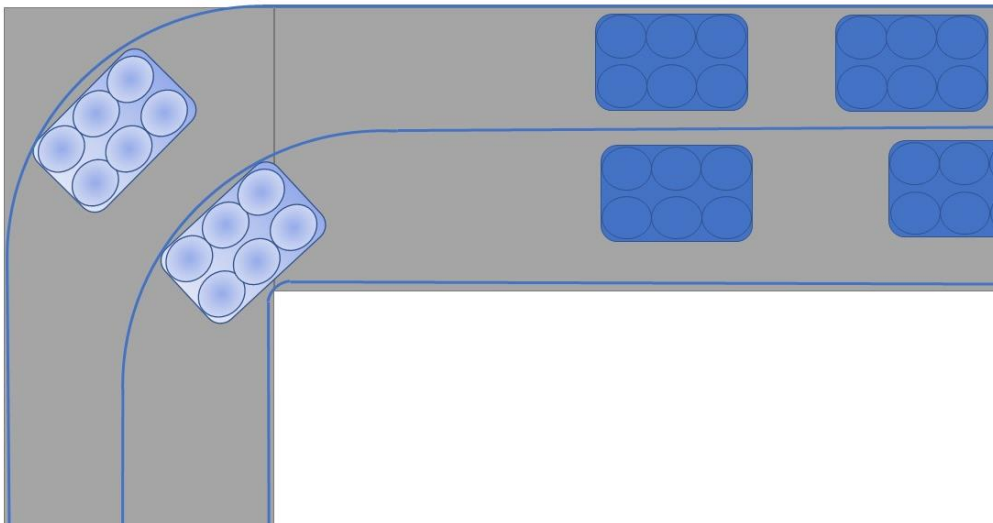


Kuva 13. Havainnollistava piirros kuljetinmuutoksesta (Riku Järvinen 2023)

Kuvasta näemme kuinka pakkaukset ohjautuvat eri suuntaan vievälle kuljettimelle. Kuljettimien kitkaero on otettava kuitenkin huomioon materiaalivalinnassa. Jälkimmäisessä kuljettimessa tulisi olla huomattavasti pienempi kitka, jotta se ei vedä pakkauksia siirtomisvaiheessa vinoon, josta seuraisi taas uusia ongelmia. Ensimmäisen kuljettimen käännöksessä tulisi olla esimerkiksi kumipäällysteistä materiaalia, joka on erittäin kitkaista. Ensimmäisen kuljettimen rata työntäisi pakkaukset tarpeeksi kovalla vauhdilla eteenpäin kahden pakkauksen sarjoissa.

Seuraavaan kuljettimeen tulisi taas valita liukas materiaali, joka kuitenkin kykenee viemään pakkauksia eteenpäin sivukaiteista huolimatta. Itse siirtovaiheiden osuudet käännöksessä voisi jättää suhteellisen lyhyiksi kuljettimissa, ja jatkaa käännöksen jälkeen tavanomaisilla kuljetinmateriaaleilla.

Rataan on tämän jälkeen tehtävä kuitenkin ohjaavat kaiteet (kuva 14), joilla mahdollistetaan taas esimerkiksi 6-pack pakkausten tuotanto.



Kuva 14. Käännöksen ohjaavat kaiteet (Riku Järvinen 2023)

Muutoksen jälkeen tarvitaan käännöksen uudestaan muodostavat kaiteet, jotta samalla tuotantolinjalla tuotettavat 6- ja 4-packit pystytään ajamaan samoja kuljettimia pitkin omalla suuntauksellaan kuten ennenkin.

Käännöksen kaiteet asennetaan kuljettimen käännökseen pakkausformaatin vaihtuessa 2*8-pack ohjelmalta esimerkiksi kuvassa kuvatulle 6-packille. Kaiteiden asettaminen on nopea vaihtotyö, joten se ei hidasta tuotantoa merkittävästi.

6 Yhteenveto

Tämän opinnäytetyön tavoite oli selvittää hyötyjä ja ratkaisuja tuotannon pullonkaulan poistamiseen. Ratkaisuja löytyi useita ja mielestäni paras ratkaisu (Sivuttaissuuntainen syöttö-rata) on esitelty muita tarkemmin. Se olisi mielestäni myös ratkaisuna yksinkertaisin, sekä helpoimmin toteutettavissa.

Hyötyjä tuotannon tehostamiseen löytyi myös useita. Yrityksessä oli halu vähentää pakkauskoneiden vaihtotöiden tarvetta formaattien vaihtojen välissä. Työn aikana kuitenkin suurempia hyötyjä tuli ilmi, jotka ovat varmasti jo huomioon otettavia säästöpotentiaaleiltaan.

Tutkimuksessa selvisi vuodessa säästettävän työtunteja kyseisen 1*8-pack formaatin osalta yli 100 tuntia nopeamman tuotannon ansiosta. Tuotannossa säästettävät tunnit vuodessa olisi jo työntekijöiden palkkojen kautta huomattava säästö. Toki tuo säästetty aika ei luultavasti jäisi ilman tuotantoa. Tuotanto muuttuisi myös hieman sujuvammaksi pakkaus-ten ollessa vähemmän alttiita käännyksille kuljettimilla, joka on usein johtanut mittaviin häiriöaikoihin. Materiaaleissa oli myös säästöpotentiaalia. Säästöä saataisiin siirtämällä materiaalit erillisestä tilauksesta yhteen, isompaan määrään.

Jatkossa toivoisin ajatusta kehitettävän vielä käytännön puolelta yrityksen sisällä, sekä toteuttamisen mahdollisuutta tutkittavan lähemmin. On myös mahdollista, että työssä tutkittu ratkaisu johtaa uusiin tuotantolinjan pullonkauloihin.

Lähteet

Creative Safety Supply, Bottleneck Analysis, Viitattu 18.4.2023 Saatavissa: <https://www.creativesafetysupply.com/articles/bottleneck-analysis/>

Hartwall Oy. Juomamaailma verkkokauppa. Viitattu 24.3.2023 Saatavissa: <https://juomamaailma.fi/fi/aura-4-5-0-33l-can-3x8-pack-case-00000000000011177>

Hartwall Oy. Yritys. Viitattu 6.4.2023 Saatavissa: <https://www.hartwall.fi/yritys/>

Logistiikan Maailma. Reijo Rautauoman säätiö sr. Lämpöajan lyhentäminen. Viitattu 14.3.2023 Saatavissa: <https://www.logistiikanmaailma.fi/tuotanto/prosessien-kehittaminen/lampaisyajan-lyhentaminen/>

Logistiikan maailma. Reijo Rautauoman säätiö sr. Prosessien kehittäminen. Viitattu 1.4.2023 Saatavissa: <https://www.logistiikanmaailma.fi/tuotanto/prosessien-kehittaminen/>

Nercon Conveyors. Product Orientation. Product turning. Viitattu 6.3.2023 Saatavissa: <https://www.nerconconveyors.com/Conveyor-Equipment/Product-Orientation/Product-Turning.html>

Omnia Wheel. Conveyor systems. Viitattu 26.3.2023 Saatavissa: <https://www.omniawheel.com/conveyor-systems>

Omnia Wheel. Omnia wheels. Viitattu 6.4.2023 Saatavissa: <https://www.omniawheel.com/omnia-wheels>

Piirainen, A. 2014, Lean ja hukka – Muda, Mura ja Muri, Quality Knowhow Karjalainen Oy, Viitattu 18.4.2023, Saatavissa: <https://sixsigma.fi/lean-ja-hukka/>

Sipola, A. 2023. Hankintapäällikkö. Hartwall Oy. Sähköpostiviesti. Vastaanottaja Järvinen, R. Lähetetty 16.3.2023

Six Sigma, Mitä on Lean?, Viitattu 18.4.2023, Saatavissa: <https://sixsigma.fi/lean/>

Six Sigma, Esteiden teoria, Viitattu 18.4.2023, Saatavissa: <https://sixsigma.fi/esteiden-teoria-toc/>