รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การจัดการบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนของโลจิสติกส์ชิ้นส่วนยานยนต์
(Returnable packaging management in automotive parts logistics)

นางสาวจีราดา อนุชิตนานนท์

โครงการวิจัยประเภทงบประมาณเงินรายได้ งานวิจัยพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยี
จากกองทุนเพื่อการวิจัย เงินอุดหนุนทุนการวิจัย

คณะโลจิสติกส์ มหาวิทยาลัยบูรพา

ประจำปี พ.ศ. 2562

สัญญาเลขที่ ล.07/2562

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การจัดการบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนของโลจิสติกส์ชิ้นส่วนยานยนต์

(Returnable packaging management in automotive parts logistics)

นางสาวจีราดา อนุชิตนานนท์

คณะโลจิสติกส์ มหาวิทยาลัยบูรพา

พฤศจิกายน 2563

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยประเภทงบประมาณเงินรายได้ งานวิจัยพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยี จากกองทุนเพื่อการวิจัย เงินอุดหนุนทุนการวิจัย คณะโลจิสติกส์ มหาวิทยาลัยบูรพา ประจำปี พ.ศ. 2562 เลขที่สัญญา ล.07/ 2562

งานวิจัยฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ได้เพราะได้รับความอนุเคราะห์จากการให้ข้อมูลอันเป็นประโยชน์จากคุณชวลิต สุพจนารถ ผู้จัดการแผนกวิจัยและพัฒนา คุณวัลภา โคว้มณี หัวหน้าแผนก New model คุณพิษณุ ฟักปะไพ ผู้ช่วยผู้จัดการแผนก Improvement และคุณคุณสำรวย สำราญวิศวกรบรรจุภัณฑ์ รวมถึงผู้ให้ข้อมูลกับผู้วิจัยแต่มิประสงค์ให้เอยนาม ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอบคุณผู้บริหารคณะโลจิสติกส์ มหาวิทยาลัยบูรพาที่ให้ความอนุเคราะห์สนับสนุนทุนการวิจัย และอำนวยความสะดวกเรื่องอุปกรณ์ อาคาร สถานที่ ตลอดระยะเวลาดำเนินการวิจัย

จีราดา อนุชิตนานนท์

บทสรุปสำหรับผู้บริหาร

ข้าพเจ้านางสาวจีราดา อนุชิตนานนท์ได้รับทุนสนับสนุนโครงการวิจัยจากมหาวิทยาลัยบูรพา ประเภทงบประมาณเงินรายได้ งานวิจัยพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยี จากกองทุนเพื่อการวิจัย เงินอุดหนุนทุนการวิจัย คณะโลจิสติกส์ มหาวิทยาลัยบูรพา ประจำปี พ.ศ. 2562 จัดทำโครงการวิจัยเรื่อง “การจัดการบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนของโลจิสติกส์ชิ้นส่วนยานยนต์” (Returnable packaging management in automotive parts logistics) สัญญาเลขที่ ล.07/2562 ได้รับงบประมาณรวมทั้งสิ้น 150,000 บาท (หนึ่งแสนห้าหมื่นบาทถ้วน) ระยะเวลาการดำเนินงาน 1 ปี 3 เดือน (1 ธันวาคม 2561 ถึง 31 มีนาคม 2563)

งานวิจัยนี้ศึกษาการจัดการบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนของโลจิสติกส์ชิ้นส่วนยานยนต์ ที่มุ่งเน้นการศึกษาในบรรจุภัณฑ์ประเภท multi-way packaging หรือ บรรจุภัณฑ์หมุนเวียนในอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ที่เป็นชิ้นส่วนยานยนต์เพื่อการประกอบรถยนต์ (Original Equipment Manufacturer; OEM) โดยดำเนินการวิจัยจากเอกสารด้วยการสืบค้นจากวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง งานวิจัยก่อนหน้า ตำรา บทความวิจัย และบทความวิชาการต่าง ๆ รวมถึงข้อมูลที่เผยแพร่ทางสื่ออิเล็กทรอนิกส์ของบริษัทผู้ประกอบรถยนต์ และบริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ และข้อมูลจากบริษัทผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ที่อนุญาตให้สามารถนำออกมาได้ ผลจากการศึกษา พบว่า การจัดการบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนของโลจิสติกส์ชิ้นส่วนยานยนต์มี 2 รูปแบบ คือ แบบ Share mode บริษัทผู้ประกอบรถยนต์เป็นผู้จัดการบรรจุภัณฑ์หมุนเวียน และแบบ Dedicate mode บริษัทผลิตชิ้นส่วนเป็นผู้จัดการบรรจุภัณฑ์หมุนเวียน โดยผู้ที่รับเป็นผู้จัดการบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนจะมีหน้าที่ในการจัดซื้อจัดหา และควบคุมสินค้าคงคลังของบรรจุภัณฑ์หมุนเวียน สำหรับอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ในไทยส่วนใหญ่เป็นแบบ Dedicate mode การจัดการบรรจุภัณฑ์หมุนเวียน แบ่งออกได้ 3 ส่วน ได้แก่ การวางแผนความต้องการ การจัดการสินค้าคงคลัง และการออกแบบ โดยส่วนใหญ่ผู้ผลิตชิ้นส่วนจะวางแผนความต้องการบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนโดยพิจารณาจากค่าพยากรณ์ปริมาณการสั่งซื้อชิ้นส่วน และมีการควบคุมสินค้าคงคลัง 2 ประเภท คือ Pipeline inventory จะพิจารณาบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนที่อยู่ในกระบวนการ หรืออยู่ระหว่างการขนส่ง และ Safety inventory พิจารณาทั้งในส่วนของผู้ผลิตชิ้นส่วน และถ้าผู้ประกอบรถยนต์ต้องการ สำหรับการออกแบบบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนส่วนใหญ่จะ จ้างบริษัทภายนอกออกแบบ ปัจจัยสำหรับการออกแบบบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนที่สำคัญ คือความสามารถในการวางเรียงซ้อนเมื่อมีสินค้าเต็มกล่อง (Stackability) และความสามารถในการวางซ้อนกันของกล่องเปล่า (Nestability) เนื่องจากจะทำให้เกิดการใช้พื้นที่ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ และสามารถลดต้นทุนโลจิสติกส์ลงได้

แม้ว่าในโลจิสติกส์ชิ้นส่วนยานยนต์การใช้บรรจุภัณฑ์หมุนเวียนทดแทนการใช้บรรจุภัณฑ์แบบใช้ครั้งเดียว จะช่วยทำให้ลดต้นทุนวัสดุ และต้นทุนการกำจัดขยะบรรจุภัณฑ์ลงได้ แต่ถ้าขาดการบริหารจัดการที่ดีก็จะทำให้ต้นทุนในการจัดการบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนสูงขึ้นได้ เช่น การวางแผนความต้องการบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนมากเกินไป ก็จะทำให้เกิดต้นทุนจมเมื่อบรรจุภัณฑ์นั้นไม่ได้ใช้งาน และมีต้นทุนในการเก็บรักษาบรรจุภัณฑ์ที่ไม่ได้ใช้งาน หรือวางแผนความต้องการน้อยกว่าระดับความต้องการใช้ ก็จะทำให้มีบรรจุภัณฑ์ไม่เพียงพอต่อการใช้งาน ส่งผลให้ไม่สามารถส่งสินค้าได้ทัน และ

ต้องจ่ายค่าปรับให้กับลูกค้า อีกทั้งยังมีต้นทุนเสียโอกาสที่เกิดจากลูกค้าขาดความเชื่อมั่น ดังนั้นการวางแผนความต้องการบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนจึงต้องคำนึงถึงต้นทุนแฝงเหล่านี้ที่อาจจะเกิดขึ้นได้ และอุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์ของประเทศไทย ณ ปัจจุบัน มีข้อจำกัดด้านเทคโนโลยีการผลิตบรรจุภัณฑ์ทำให้บรรจุภัณฑ์หมุนเวียนที่ผลิตขึ้นมาใช้เฉพาะชิ้นงานมีปัญหาด้านความแข็งแรง อายุการใช้งานและสามารถผลิตได้น้อย รวมถึงมีต้นทุนต่อชิ้นค่อนข้างสูง เพราะต้องจ้างบริษัทภายนอกออกแบบให้ หากใช้บรรจุภัณฑ์ที่เป็นมีการออกแบบไว้อยู่แล้ว เช่น กล่องแบบ stackable container ซึ่งปัจจุบันค่อนข้างมีมาตรฐานของกล่องชัดเจน แต่ถ้าเป็นชิ้นงานที่มีขนาดใหญ่ และเสียหายได้ง่าย กล่องประเภทนี้จะไม่สามารถใช้งานได้ จึงต้องมีการออกแบบเฉพาะผลิตภัณฑ์ขึ้น จึงต้องมีการศึกษาแนวทางการพัฒนาเทคโนโลยี หรือนวัตกรรมใหม่ ๆ สำหรับการผลิตบรรจุภัณฑ์ รวมถึงการหาแนวทางการพัฒนาแรงงานด้านการออกแบบพัฒนาและวิจัยบรรจุภัณฑ์หมุนเวียน เพื่อลดต้นทุนโลจิสติกส์ในด้านของวัสดุศาสตร์ สำหรับคิดค้นวัสดุทดแทน เพื่อให้มีน้ำหนักเบา ลดพื้นที่การใช้การ แต่ยังคงรักษาสินค้าภายในได้ และเพื่อลดปัญหาสิ่งแวดล้อม

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาการจัดการบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนของโลจิสติกส์ชิ้นส่วนยานยนต์ ที่มุ่งเน้นการศึกษาในบรรจุภัณฑ์ประเภท multi-way packaging หรือ บรรจุภัณฑ์หมุนเวียนในอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ที่เป็นชิ้นส่วนยานยนต์เพื่อการประกอบรถยนต์ (Original Equipment Manufacturer; OEM) โดยดำเนินการวิจัยจากเอกสารด้วยการสืบค้นจากวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง งานวิจัยก่อนหน้า ตำรา บทความวิจัย และบทความวิชาการต่าง ๆ รวมถึงข้อมูลที่เผยแพร่ทางสื่ออิเล็กทรอนิกส์ของบริษัทผู้ประกอบรถยนต์ และบริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ และข้อมูลจากบริษัทผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ที่อนุญาตให้สามารถนำออกมาได้ ผลจากการศึกษา พบว่า การจัดการบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนของโลจิสติกส์ชิ้นส่วนยานยนต์มี 2 รูปแบบ คือ แบบ Share mode บริษัทผู้ประกอบรถยนต์เป็นผู้จัดการบรรจุภัณฑ์หมุนเวียน และแบบ Dedicate mode บริษัทผลิตชิ้นส่วนเป็นผู้จัดการบรรจุภัณฑ์หมุนเวียน โดยผู้ที่รับเป็นผู้จัดการบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนจะมีหน้าที่ในการจัดซื้อจัดหา และควบคุมสินค้าคงคลังของบรรจุภัณฑ์หมุนเวียน สำหรับอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ในไทยส่วนใหญ่เป็นแบบ Dedicate mode การจัดการบรรจุภัณฑ์หมุนเวียน แบ่งออกได้ 3 ส่วน ได้แก่ การวางแผนความต้องการ การจัดการสินค้าคงคลัง และการออกแบบ โดยส่วนใหญ่ผู้ผลิตชิ้นส่วนจะวางแผนความต้องการบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนโดยพิจารณาจากค่าพยากรณ์ปริมาณการสั่งซื้อชิ้นส่วน และมีการควบคุมสินค้าคงคลัง 2 ประเภท คือ Pipeline inventory จะพิจารณาบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนที่อยู่ในกระบวนการ หรืออยู่ระหว่างการขนส่ง และ Safety inventory พิจารณาทั้งในส่วนของผู้ผลิตชิ้นส่วน และถ้าผู้ประกอบรถยนต์ต้องการ สำหรับการออกแบบบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนส่วนใหญ่จะ จ้างบริษัทภายนอกออกแบบ ปัจจัยสำหรับการออกแบบบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนที่สำคัญ คือความสามารถในการวางเรียงซ้อนเมื่อมีสินค้าเต็มกล่อง (Stackability) และความสามารถในการวางซ้อนกันของกล่องเปล่า (Nestability) เนื่องจากจะทำให้เกิดการใช้พื้นที่ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ และสามารถลดต้นทุนโลจิสติกส์ลงได้

สารบัญเรื่อง

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทสรุปสำหรับผู้บริหาร	ข
บทคัดย่อ	ง
สารบัญเรื่อง	จ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ซ
บทที่ 1 ที่มาและความสำคัญ	
ความสำคัญและที่มาของปัญหาการวิจัย	1
วัตถุประสงค์	2
ขอบเขตของโครงการวิจัย	2
กรอบแนวคิดของโครงการวิจัย	2
ระเบียบวิธีวิจัย	3
ผลที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรม	4
บทบาทและหน้าที่ของบรรจุภัณฑ์	5
บรรจุภัณฑ์โลจิสติกส์	6
ประเภทของบรรจุภัณฑ์โลจิสติกส์	8
การประเมินประสิทธิภาพของบรรจุภัณฑ์	9
นิยามบรรจุภัณฑ์หมุนเวียน	9
การออกแบบบรรจุภัณฑ์หมุนเวียน	10
กระบวนการออกแบบบรรจุภัณฑ์	11
การออกแบบบรรจุภัณฑ์ด้วยเทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ	12
การออกแบบบรรจุภัณฑ์ด้วยเทคนิควิศกรรมคุณค่า	13
เทคโนโลยีในบรรจุภัณฑ์หมุนเวียน	14
บรรจุภัณฑ์หมุนเวียนกับการจำลองสถานการณ์	17
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย	
โซ่อุปทานอุตสาหกรรมยานยนต์	24
บรรจุภัณฑ์กับโลจิสติกส์ชิ้นส่วนยานยนต์	29
บทที่ 4 ผลการดำเนินงานวิจัย	
ผลการศึกษาการจัดการบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนของโลจิสติกส์ชิ้นส่วนยานยนต์	32
โครงสร้างการจัดการบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนของโลจิสติกส์ชิ้นส่วนยานยนต์	58
แนวทางการพัฒนาการจัดการบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนของโลจิสติกส์ชิ้นส่วนยานยนต์	60
บทที่ 5 สรุปและอภิปรายการดำเนินงานวิจัย	
สรุปผลการดำเนินงานวิจัย	63
อภิปรายผลการดำเนินงานวิจัย	68

สารบัญเรื่อง (ต่อ)

	หน้า
ข้อเสนอแนะ	69
บรรณานุกรม	71
รายงานทางการเงิน	74
ประวัตินักวิจัย	75

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 2.1	ดัชนีชี้วัดบรรจุภัณฑ์	9
ตารางที่ 2.2	คุณลักษณะ และลักษณะการทำงานของแต่ละเทคโนโลยี	17
ตารางที่ 3.1	ผู้ประกอบรถยนต์ในประเทศไทย	26
ตารางที่ 5.1	การเปรียบเทียบการจัดการบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนระหว่างรูปแบบ Share mode และ Dedicate mode	64
ตารางที่ 5.2	เปรียบเทียบความสามารถของบรรจุภัณฑ์ของแต่ละประเภทบรรจุภัณฑ์	67

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 2.1 ตัวอย่างบรรจุภัณฑ์เพื่อการขายปลีก	8
ภาพที่ 2.2 ตัวอย่างบรรจุภัณฑ์เพื่อการขายส่ง	8
ภาพที่ 2.3 ตัวอย่างบรรจุภัณฑ์เพื่อการขนส่ง	9
ภาพที่ 2.4 ตัวอย่างบรรจุภัณฑ์ที่มี Stackability และ Nestability	10
ภาพที่ 2.5 ตัวอย่างภาพแสดงพื้นที่ Usable space	10
ภาพที่ 2.6 ตัวอย่างภาพแสดงพื้นที่ Nesting Ratio	11
ภาพที่ 2.7 ตัวอย่างการทำ QFD	13
ภาพที่ 2.8 สรุปงานวิจัยเทคโนโลยีในบรรจุภัณฑ์หมุนเวียน	14
ภาพที่ 3.1 โซ่อุปทานอุตสาหกรรมยานยนต์	24
ภาพที่ 3.2 ตัวอย่างโซ่อุปทานอุตสาหกรรมยานยนต์ของตลาด OEMs	25
ภาพที่ 3.3 ทำเลที่ตั้งของผู้ผลิตชิ้นส่วนในประเทศไทย	27
ภาพที่ 3.4 โครงสร้างอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์	28
ภาพที่ 3.5 ประเภทชิ้นส่วนที่แบ่งตามลักษณะการประกอบรถยนต์	29
ภาพที่ 3.6 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเลือกระบบบรรจุภัณฑ์	30
ภาพที่ 3.7 รูปแบบของบรรจุภัณฑ์ในอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ของไทย	30
ภาพที่ 3.8 กรอบงานวิจัยการจัดการบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนของโลจิสติกส์ชิ้นส่วนยานยนต์	31
ภาพที่ 4.1 การจัดการบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนแบบ Share mode	33
ภาพที่ 4.2 ตัวอย่าง One-way packaging ของ Aluminum coil	34
ภาพที่ 4.3 การจัดการบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนแบบ Dedicate mode	34
ภาพที่ 4.4 ตัวอย่าง Rack สำหรับชิ้นส่วนฝากระโปรงรถยนต์	38
ภาพที่ 4.5 ตัวอย่าง Rack สำหรับชิ้นส่วนชุดพัดลม	38
ภาพที่ 4.6 ตัวอย่าง Rack สำหรับชิ้นส่วนประตูรถยนต์	38
ภาพที่ 4.7 ตัวอย่าง Rack สำหรับชุดพวงมาลัยรถยนต์	39
ภาพที่ 4.8 ตัวอย่าง Stackable rigid wire baskets	39
ภาพที่ 4.9 ตัวอย่าง Rigid steel containers	40
ภาพที่ 4.10 ตัวอย่าง Plastic corrugated container สำหรับชิ้นส่วนขนาดเล็ก	41
ภาพที่ 4.11 ตัวอย่าง Stackable and nestable plastic container	41
ภาพที่ 4.12 ตัวอย่าง Heavy-duty straight wall stacking container	41
ภาพที่ 4.13 ตัวอย่างการห่อกระดาษชิ้นส่วนสายพาน	42
ภาพที่ 4.14 ตัวอย่างการบรรจุชิ้นส่วน O-rings ในถุงพลาสติก	42
ภาพที่ 4.15 ตัวอย่างการบรรจุชิ้นส่วนขนาดเล็กใน Stacking container	43
ภาพที่ 4.16 ตัวอย่าง Fabric dunnage หรือ Bag racks	43
ภาพที่ 4.17 ตัวอย่าง Fabric Dunnage และ PCORR container	44
ภาพที่ 4.18 ตัวอย่าง Rigid dividers สำหรับชิ้นส่วนขนาดเล็ก	44
ภาพที่ 4.19 ตัวอย่าง Rigid dividers สำหรับชิ้นส่วนขนาดกลาง	44

สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
ภาพที่ 4.20 ตัวอย่าง Foam Dunnage	45
ภาพที่ 4.21 ตัวอย่าง Vacuum thermoformed dunnage ของชิ้นส่วนโลหะ	45
ภาพที่ 4.22 ตัวอย่าง Vacuum thermoformed dunnage ของชิ้นส่วนพลาสติก	46
ภาพที่ 4.23 ตัวอย่าง Molded foam dunnage	46
ภาพที่ 4.24 ตัวอย่าง Bag Racks สำหรับชิ้นส่วนยานยนต์ขนาดกลาง	47
ภาพที่ 4.25 ตัวอย่าง PCORR Racks สำหรับชิ้นส่วนยานยนต์ขนาดกลาง	47
ภาพที่ 4.26 ตัวอย่าง ESD Dunnage สำหรับแผงวงจร	48
ภาพที่ 4.27 ตัวอย่าง ESD Dunnage สำหรับชุดควบคุมเครื่องปรับอากาศรถยนต์	48
ภาพที่ 4.28 ตัวอย่าง ESD Dunnage สำหรับชุดสายไฟ	48
ภาพที่ 4.29 ตัวอย่าง Custom stackable racks	49
ภาพที่ 4.30 ตัวอย่าง Collapsible racks	50
ภาพที่ 4.31 ตัวอย่าง Bag rack	50
ภาพที่ 4.32 ตัวอย่าง Rigid steel bin	51
ภาพที่ 4.33 ตัวอย่าง Rigid wire mesh bin	51
ภาพที่ 4.34 ตัวอย่าง Corrugated Steel bin	51
ภาพที่ 4.35 ตัวอย่าง Plastic pallet bin	52
ภาพที่ 4.36 ตัวอย่าง PCORR box	52
ภาพที่ 4.37 ตัวอย่าง Stacking box	53
ภาพที่ 4.38 ตัวอย่าง Stackable and nestable boxes	53
ภาพที่ 4.39 ตัวอย่าง Plastic corrugated dunnage	53
ภาพที่ 4.40 ตัวอย่าง Foam dunnage	54
ภาพที่ 4.41 ตัวอย่าง Laminate dunnage	54
ภาพที่ 4.42 ตัวอย่าง Molded foam dunnage	54
ภาพที่ 4.43 ตัวอย่าง ESD dunnage	55
ภาพที่ 4.44 ตัวอย่าง Vacuum thermoformed dunnage	55
ภาพที่ 4.45 ตัวอย่าง Molded urethane dunnage	56
ภาพที่ 4.46 ตัวอย่าง Polypropylene solid sheet dunnage	56
ภาพที่ 4.47 ตัวอย่าง Machined HDPE plastic dunnage	56
ภาพที่ 4.48 ตัวอย่าง Textile dunnage	57
ภาพที่ 4.49 การไหลของบรรจุภัณฑ์หมุนเวียน	58
ภาพที่ 4.50 โครงสร้างของการจัดการบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนของโลจิสติกส์ชิ้นส่วนยานยนต์	59
ภาพที่ 4.51 สินค้าคงคลังของบรรจุภัณฑ์หมุนเวียน	59
ภาพที่ 4.52 สินค้าคงคลังของบรรจุภัณฑ์หมุนเวียน กรณีมีหลายผู้ซื้อ	61

บทที่ 1
ที่มาและความสำคัญ

ความสำคัญและที่มาของปัญหาการวิจัย

จากสภาพปัญหาสิ่งแวดล้อมที่ทวีความรุนแรงมากขึ้นในปัจจุบัน ทำให้หลายส่วนหันมาตระหนักถึงความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อมมากขึ้น ทำให้ผู้ประกอบการในภาคธุรกิจเริ่มให้ความสำคัญกับปัญหานี้มากขึ้น กระทั่งมีความคิดริเริ่มเกี่ยวกับกระบวนการโลจิสติกส์ที่ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและการหมุนเวียนวัสดุกลับมาแปรรูปใหม่เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่ม อันเป็นเหตุผลหนึ่งที่ทำให้แนวคิดเรื่องกรีนโลจิสติกส์ (Green logistics) โลจิสติกส์ย้อนกลับ (Reverse logistics) และโซ่อุปทานแบบวงปิด (Closed-loop supply chain) ได้รับความสนใจมากขึ้น (จริยา เสกสรร, 2558) กระบวนการสำคัญในโซ่อุปทานแบบวงปิด คือ การจัดการด้านการขนส่ง และการจัดการด้านการบรรจุภัณฑ์ (Casper, R. & Sundin, E., 2018) การจัดการบรรจุภัณฑ์เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการทางโลจิสติกส์บรรจุภัณฑ์จึงมีส่วนสำคัญต่อการลดต้นทุนโลจิสติกส์ เพื่อให้ระบบโลจิสติกส์มีการขับเคลื่อนได้อย่างมีประสิทธิภาพทั้งในด้านเชิงเวลาและต้นทุน (ประจวบ เพิ่มสุวรรณ และพัฒน์ พิสิษฐเกษม, 2555) การนำบรรจุภัณฑ์มาใช้ซ้ำ (Reused packaging) จึงเป็นกิจกรรมที่มีประสิทธิภาพอย่างมากในด้านโลจิสติกส์ย้อนกลับและโซ่อุปทานแบบวงปิด

บรรจุภัณฑ์หมุนเวียน (Returnable packaging) มีบทบาทอย่างมากในอุตสาหกรรมยานยนต์ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา เป็นองค์ประกอบสำคัญของการดำเนินการผลิตแบบลีนในอุตสาหกรรมยานยนต์ บรรจุภัณฑ์หมุนเวียนมีค่าใช้จ่ายน้อยกว่าบรรจุภัณฑ์แบบใช้แล้วทิ้ง เช่น กล่องกระดาษลูกฟูก (Corrugated fiberboard boxes) เป็นต้น (Maleki, R. A., & Meiser, G., 2011) ทำให้สามารถลดค่าใช้จ่ายในการกำจัดและความจำเป็นในการซื้อบรรจุภัณฑ์ซ้ำ เนื่องจากบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนมีอายุการใช้งานนาน และสามารถใช้ซ้ำได้ ส่งผลให้สามารถลดจำนวนบรรจุภัณฑ์ที่ต้องการใช้ได้ นอกจากนี้ยังมีประโยชน์ในการดำเนินงาน เนื่องจากบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนสามารถออกแบบเพื่อทำให้ผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์ง่ายต่อการบรรจุ จัดเก็บ และนำออกจากบรรจุภัณฑ์ และสามารถอำนวยความสะดวกในการใช้ระบบอัตโนมัติ อีกทั้งยังสามารถลดค่าใช้จ่ายในการดำเนินการด้านโลจิสติกส์ เนื่องจากได้รับการออกแบบเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการขนย้ายและจัดเก็บแบบเป็นหน่วยบรรจุภัณฑ์ (Unit load) ในทางกลับกันการใช้บรรจุภัณฑ์หมุนเวียนจะทำให้ต้นทุนโลจิสติกส์เพิ่มขึ้นอย่างมากจากการควบคุมและจัดการการไหลของบรรจุภัณฑ์

บรรจุภัณฑ์หมุนเวียนอาจเป็นทรัพย์สินของ Supplier และถูกบริหารจัดการโดย Supplier หรือเป็นของผู้ซื้อ หรือผู้ให้บริการจัดซื้อจัดหาภายนอก (Third party provider) ในห่วงโซ่อุปทานยานยนต์ส่วนใหญ่ Supplier จะดำเนินการควบคุมบริหารจัดการบรรจุภัณฑ์หมุนเวียน ตั้งแต่ Supplier จนถึงผู้ซื้อที่เป็นปลายน้ำในห่วงโซ่อุปทาน (Downstream) (Mensendiek, A., 2015) อุตสาหกรรมยานยนต์ในปัจจุบันมีแนวโน้มการดำเนินงานแบบระบบทันเวลาพอดี (Just in time) เพิ่มมากขึ้น การตอบสนองความต้องการของลูกค้าให้ได้ทันที จึงต้องมีการวางแผนและการจัดการควบคุมบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนอย่างดีตลอดทั้งวงจรการไหลของบรรจุภัณฑ์หมุนเวียน การควบคุมบริหารจัดการบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนจะต้องพิจารณาในเรื่องของจำนวนบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมที่สามารถตอบสนองความต้องการได้ด้วยต้นทุนที่ต่ำที่สุด รวมถึงการออกแบบบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนให้มี

ความสามารถในการวางเรียงซ้อนกัน (Stackability) และความสามารถในการซ้อนกล่องเปล่า (Nestability) เพื่อลดพื้นที่ที่ใช้ในการจัดเก็บน้อยที่สุด หากวางแผนไม่ดีจะส่งผลให้จำนวนบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนมีมากเกินความจำเป็น กระทบต่อค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บ และการซ่อมบำรุง รวมถึงต้องสูญเสียพื้นที่ในการจัดเก็บโดยเปล่าประโยชน์

ปัจจุบันในหลายๆ บริษัทประสบปัญหากับการจัดการบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนทั้งในด้านของการจัดเตรียมจำนวนบรรจุภัณฑ์ให้เพียงพอต่อความต้องการของลูกค้า ที่ ณ ปัจจุบันมีการปรับเปลี่ยนระบบการผลิตจาก mass production เป็นการผลิตแบบ mass customization ที่เป็นการสั่งตามคำสั่งซื้อของลูกค้า (Make to order) ทำให้ความต้องการในแต่ละครั้งที่สั่งซื้อจึงมีความไม่แน่นอน ส่งผลให้การวางแผนการจัดเตรียมจำนวนบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนให้เพียงพอมีความยากลำบากมากขึ้น และเพื่อตอบสนองระบบ JIT ควบคู่กับระบบ Milk run ตาม cycle time ของการผลิตให้ได้ในสภาวะแวดล้อมที่มีความไม่แน่นอนเข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น สภาพอากาศ ความแออัดของการจราจร สภาพถนน เป็นต้น ส่งผลต่อระยะเวลาในการขนส่ง ดังนั้นเพื่อลดความเสี่ยงที่จะเกิดจากการไม่มีชิ้นส่วนในการผลิตจึงยังคงมี stock สินค้า และจำนวนของบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนที่ใช้แล้วจะเพิ่มขึ้นตามอัตราการ stock สินค้าสำหรับการผลิต ทำให้ต้องมีการจัดสรรพื้นที่ในจัดเก็บบรรจุภัณฑ์ใช้แล้วเพื่อรอส่งกลับให้กับ supplier ตามรอบของ milk run หากมีการบริหารจัดการที่ไม่เหมาะสมจะส่งผลให้ค่าใช้จ่ายในส่วนนี้เพิ่มสูงขึ้น และทำให้สูญเสียพื้นที่โดยไม่จำเป็น งานวิจัยนี้จึงดำเนินการศึกษาแนวทางการจัดการบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนของโลจิสติกส์ชิ้นส่วนยานยนต์ของทั้งผู้ขาย และผู้ซื้อ พิจารณาตั้งแต่การกำหนดกลยุทธ์ การวางแผน และการดำเนินงานในการจัดการบรรจุภัณฑ์หมุนเวียน เพื่อศึกษารูปแบบและแนวทางการพัฒนาการบริหารการจัดการบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนของโลจิสติกส์ชิ้นส่วนยานยนต์ด้วยต้นทุนต่ำที่สุด และมีการใช้ประโยชน์ของพื้นที่ได้เหมาะสมที่สุด (Space utilization)

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษา รวบรวมข้อมูลสถานการณ์ และโครงสร้างการจัดการบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนของโลจิสติกส์ชิ้นส่วนยานยนต์
2. เพื่อศึกษารูปแบบและแนวทางการพัฒนาการบริหารการจัดการบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนของโลจิสติกส์ชิ้นส่วนยานยนต์

ขอบเขตของโครงการวิจัย

งานวิจัยนี้ศึกษารูปแบบการจัดการบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนของโลจิสติกส์ชิ้นส่วนยานยนต์ตั้งแต่ supplier จนถึงผู้ผลิตที่เป็นลูกค้าในอุตสาหกรรมยานยนต์ ศึกษากลยุทธ์กระบวนการบริหารจัดการบรรจุภัณฑ์หมุนเวียน เช่น การพยากรณ์ความต้องการ การวางแผนความต้องการบรรจุภัณฑ์ การควบคุมบรรจุภัณฑ์คงคลัง เป็นต้น และการศึกษานี้ยังครอบคลุมถึงการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการออกแบบบรรจุภัณฑ์ให้สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้า

กรอบแนวคิดของโครงการวิจัย

การศึกษาการจัดการบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนของโลจิสติกส์ชิ้นส่วนยานยนต์ จะพิจารณาตลอดห่วงโซ่อุปทานบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนของโลจิสติกส์ชิ้นส่วนยานยนต์ เพื่อศึกษาเปรียบเทียบกลยุทธ์ของกระบวนการบริหารจัดการบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนของ supplier และของผู้ผลิต ทั้งในกรณีที่ supplier

อาจจะเป็นเจ้าของและดูแลจัดการด้วยตัวเอง หรือผู้ผลิตเป็นเจ้าของ ดังนั้นการศึกษานี้จะพิจารณาตั้งแต่ supplier จนถึงผู้ผลิตในด้านกลยุทธ์ของกระบวนการบริหารจัดการบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนที่ครอบคลุมตั้งแต่วางแผนระบบการจัดการจนถึงการออกแบบบรรจุภัณฑ์ โดยมีเป้าวัตถุประสงค์ของการจัดการบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนเพื่อต้นทุนที่ต่ำที่สุด และมีการใช้ประโยชน์จากพื้นที่มากที่สุด

ระเบียบวิธีวิจัย

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาการวิจัยจากเอกสาร (Documentary research) โดยสืบค้นจากวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องจากงานวิจัยที่ถูกศึกษาก่อนหน้า ตำรา บทความวิจัย และบทความวิชาการต่าง ๆ รวมถึงข้อมูลที่เผยแพร่ทางสื่ออิเล็กทรอนิกส์ของสถานประกอบการผู้ประกอบยานยนต์ ผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ และผู้ผลิตบรรจุภัณฑ์ นำข้อมูลที่ได้มารวบรวมเพื่อวิเคราะห์กรอบการทำงานในการจัดการบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนของโลจิสติกส์ชิ้นส่วนยานยนต์

ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. กรอบการทำงานในการจัดการบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนของโลจิสติกส์ชิ้นส่วนยานยนต์ทั้งในด้านของการ
2. แนวทางการพัฒนาการจัดการบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนของโลจิสติกส์ชิ้นส่วนยานยนต์
3. เกิดความตะหนักและเข้าใจความสำคัญของบรรจุภัณฑ์โลจิสติกส์ และบรรจุภัณฑ์หมุนเวียน

บทที่ 2
ทบทวนวรรณกรรม

มนุษย์ในสมัยก่อน เริ่มรู้จักการนำเอาวัตถุดิบธรรมชาติ มาเป็นอุปกรณ์ช่วยเคลื่อนย้ายเก็บรักษาสิ่งของต่างๆ เรียกว่าเริ่มรู้จักการบรรจุ (Filling) ต่อมามนุษย์เริ่มรู้จักการประดิษฐ์ คิดค้นภาชนะบรรจุด้วยการดัดแปลงคุณสมบัติทางกายภาพของวัสดุธรรมชาติให้มีรูปร่างและหน้าที่ใช้สอยเพิ่มขึ้น คือ การออกแบบบรรจุภัณฑ์ดั้งเดิม (Primitive packaging design) เช่น แก้ว เครื่องปั้นดินเผา เป็นต้น ต่อมาการออกแบบบรรจุภัณฑ์เริ่มเข้ามามีบทบาทต่อการค้า และการบริการ เพื่ออำนวยความสะดวกในการขนส่งสินค้า บรรจุภัณฑ์จึงมีหน้าที่ปกป้องสินค้าให้ปลอดภัยจากความเสียหาย และป้องกันสิ่งปนเปื้อนบรรจุภัณฑ์จึงถูกออกแบบให้มีฝาปิด เช่น ถังไม้ที่มีการปิดผนึก มีฝาจุกปิดขวด เป็นต้น ต่อมามีความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ ศิลปศาสตร์ และเทคโนโลยีการผลิต มีการพัฒนาบรรจุภัณฑ์มากขึ้นแต่ยังมุ่งไปที่การถนอมอาหารเป็นหลัก โดยเฉพาะช่วงการปฏิวัติอุตสาหกรรมตั้งแต่ต้นศตวรรษที่ 17 เป็นต้นมา ทำให้ระบบการผลิตกลายเป็นการผลิตแบบจำนวนมาก (Mass Production) ดังนั้นบรรจุภัณฑ์ในอดีตจึงเกี่ยวข้องกับการเก็บรักษา และบรรจุสินค้าประเภทอาหารมากกว่าสินค้าประเภทอื่นๆ และต่อจากนั้นได้มีการพัฒนาบรรจุภัณฑ์กันมาอย่างต่อเนื่อง มีการพัฒนารูปแบบของบรรจุภัณฑ์ที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น เพื่อตอบสนองเรื่องความสะดวกในการขนส่งสินค้า ความปลอดภัย ความรวดเร็ว การรักษาสินค้าให้มีคุณภาพ และความหลากหลายของสินค้า ทำให้บรรจุภัณฑ์เป็นตัวแสดงสินค้า (The Representation Of Product) เพื่อให้ลูกค้าเห็นเนื้อหาของข้อมูลที่ต้องการจะแสดง และมีภาพลักษณ์ดึงดูดความสนใจ การออกแบบบรรจุภัณฑ์จึงมีพัฒนากรรมวิธีในการผลิตบรรจุภัณฑ์ ผสมผสานกับด้านศิลปะในการออกแบบกราฟิกดีไซน์ ดังนั้นการบรรจุภัณฑ์ (Packaging) คือ กิจกรรมต่างๆ ที่เกิดขึ้นตลอดกระบวนการตลาด ในการใช้วัสดุชนิดใดชนิดหนึ่งมาสร้างสรรค์ภาชนะบรรจุให้กับผลิตภัณฑ์ เพื่อปกป้องความเสียหายของผลิตภัณฑ์ เกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผลในการใช้อุปกรณ์ การขนส่ง การกระจายสินค้า การจัดเก็บ และการจัดจำหน่าย และเพื่อส่งเสริมด้านการตลาด โดยมีค่าใช้จ่ายที่เหมาะสม หรือเกิดกำไรสูงสุด โดยการใช้ทั้งศาสตร์ศิลปะและเทคโนโลยีร่วมกัน (Fleckenstein, T. & Pihlstroem, E., 2015)

จะเห็นได้ว่าบรรจุภัณฑ์เกิดขึ้นมาพร้อมกับการมีสินค้าเกิดขึ้น เริ่มแรกอาจจะมีเป้าหมายเพื่อการห่อหุ้มหรือการบรรจุให้สะดวกต่อการแลกเปลี่ยนหรือจำหน่าย ต่อมาบรรจุภัณฑ์ถูกพัฒนาให้สามารถรักษาหรือปกป้องสินค้าให้ถึงมือลูกค้าได้อย่างปลอดภัย ต่อมาเมื่อมีการแข่งขันที่สูงขึ้น จึงมีการพัฒนาบรรจุภัณฑ์ เพื่อการสื่อสารกับผู้บริโภคมากขึ้นในเรื่องของการสื่อสารรายละเอียดของสินค้าที่บรรจุอยู่ภายใน ตราสินค้า ภาพลักษณ์ของแบรนด์ บรรจุภัณฑ์จึงกลายมาเป็นตัวแสดงแทนสินค้า เพราะลูกค้าจะเห็นบรรจุภัณฑ์ก่อนเห็นตัวสินค้า ทำให้ปัจจุบันการออกแบบบรรจุภัณฑ์มีการแข่งขันกันอย่างรุนแรงทั้งในด้านของการออกแบบรูปลักษณ์ทางกายภาพ และการออกแบบด้านกราฟฟิกดีไซน์ เพื่อสร้างความโดดเด่น ดึงดูดความสนใจ และยกระดับความเชื่อมั่นในแบรนด์ของลูกค้า ทำให้บรรจุภัณฑ์มีบทบาทต่อการกำหนดความอยู่รอด และความก้าวหน้าของตัวสินค้ามากขึ้น ทำให้มุมมองความเข้าใจจากเดิมที่บรรจุภัณฑ์มุ่งเป้าไปที่การขนส่งสินค้าเพียงอย่างเดียว เปลี่ยนมาเป็นบรรจุภัณฑ์ที่มีบทบาท และวัตถุประสงค์ที่แตกต่างกันไป เช่น บรรจุภัณฑ์โลจิสติกส์ เป็นการบรรจุภัณฑ์เพื่อสนับสนุนกิจกรรมด้านโลจิสติกส์ที่มุ่นเน้นกิจกรรมสำหรับการบรรจุ การใส่ การจัดเก็บ และการห่อหุ้มเพื่อการพาณิชย์ และอื่น ๆ เพื่อปกป้องความเสียหายอันจะเกิดจากการขนส่ง การ

จัดเก็บ และการกระจายสินค้า ที่เกิดขึ้นตลอดโซ่อุปทานตั้งแต่ต้นน้ำจนถึงปลายน้ำ หรือบรรจุภัณฑ์เพื่อส่งเสริมการขาย เป็นบรรจุภัณฑ์ที่มุ่งออกแบบให้สร้างความโดดเด่น และแตกต่าง เพื่อให้ดึงดูดความสนใจของลูกค้า เป็นการโฆษณาสินค้าในตัวเอง อีกทั้งในปัจจุบันเราอยู่ในยุคสังคมออนไลน์ (Social media) ทำให้ลูกค้าเข้าถึงสินค้าได้ง่ายขึ้น และในยุคที่ผู้นำทางสังคม เช่น ดารา นักแสดง บุคคลที่ได้รับความนิยมในสังคมออนไลน์ เข้ามามีบทบาทในการตัดสินใจเลือกซื้อสินค้าควบคู่กับความต้องการยกระดับตัวเองในสังคม การออกแบบบรรจุภัณฑ์จึงมีการพัฒนาเพื่อให้สามารถตอบสนองความต้องการในแต่ละยุคสมัยที่เปลี่ยนแปลงไป การออกแบบบรรจุภัณฑ์เพื่อการยกระดับทางสังคมยังทำให้สามารถเพิ่มคุณค่าและมูลค่าของสินค้าได้ด้วย ดังนั้นการออกแบบบรรจุภัณฑ์ต้องสามารถตอบสนองความต้องการที่ทันต่อการเปลี่ยนทางเทคโนโลยี นวัตกรรม และสังคม รวมถึงทางด้านการตลาด และการแข่งขันของคู่แข่งขัน

อีกทั้งการบรรจุภัณฑ์เป็นสหวิทยาการ (Interdisciplinary) ที่มีการผสมผสานศาสตร์ในหลากหลายด้าน เช่น วิศวกรรม ศิลปศาสตร์ วัสดุศาสตร์ สถาปัตยกรรม เคมี การผลิต จิตวิทยา ฯลฯ การสร้างสรรค์พัฒนาให้เกิดวัสดุตั้งต้น นำไปสู่การพัฒนาบรรจุภัณฑ์ที่สอดคล้องกับรูปแบบการขนส่ง สภาพสิ่งแวดล้อม การแข่งขัน และกฎหมายหรือข้อบังคับของแต่ละประเทศ รวมถึงวัฒนธรรมของแต่ละเชื้อชาติ และด้านการส่งเสริมทางการตลาด เนื่องจากในปัจจุบันบรรจุภัณฑ์ที่ดีนอกจากทำหน้าที่ปกป้องสินค้า ยังทำหน้าที่เป็นตัวแสดงแทนสินค้า การออกแบบบรรจุภัณฑ์จึงควรออกแบบให้บรรจุภัณฑ์ดึงดูดความสนใจ และส่งผลให้ลูกค้าตัดสินใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์นั้น ๆ ทำให้การบรรจุภัณฑ์เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการทางการตลาด และบรรจุภัณฑ์ยังเกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม ซึ่งปัจจุบันทั่วโลกให้ความสำคัญในเรื่องการลดปัญหาสิ่งแวดล้อม การออกแบบบรรจุภัณฑ์จึงต้องออกแบบให้เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม โดยเริ่มตั้งแต่กระบวนการเลือกวัสดุที่ใช้ในการผลิต อาจจะเลือกที่สามารถย่อยสลายได้เองตามธรรมชาติ หรือสามารถนำกลับมาใช้ไหม หรือสามารถนำกลับมาผลิตใหม่ได้ หรือสามารถกำจัดซากหรือของเสียได้โดยไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม (ธนิต โสรัตน์, 2558)

บทบาทและหน้าที่ของบรรจุภัณฑ์

การจัดการบรรจุภัณฑ์ (Packaging management) เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการทางโลจิสติกส์ โดยเฉพาะปัจจุบันที่การผลิตสินค้าหรือบริการให้ความสำคัญกับผู้บริโภค และมีแนวโน้มที่จะมีสินค้าชนิดใหม่เกิดเพิ่มขึ้นอยู่ตลอดเวลา การแข่งขันทางธุรกิจมีปริมาณเพิ่มสูงอย่างต่อเนื่อง ทำให้ปัจจุบันบรรจุภัณฑ์มีความสำคัญเป็นอันดับต้นๆ ของกระบวนการผลิต การค้าและการอุตสาหกรรม เนื่องจากเป็นภาพลักษณ์แรกของสินค้าที่ผู้บริโภคได้สัมผัส มีผลต่อการชี้ขาดในการตัดสินใจของผู้บริโภคต่อสินค้า ทำให้การบรรจุภัณฑ์มีบทบาทมากขึ้น (ประจวบ เพิ่มสุวรรณ และพัฒน์ พิสิษฐเกษม, 2555 และ Hellstrom, D., & Olsson, A., 2017) บรรจุภัณฑ์จึงมีบทบาทและหน้าที่ที่สำคัญ ได้แก่ ทำหน้าที่ในการรองรับ (Contain) บรรจุภัณฑ์จะทำหน้าที่ในการรวมหน่วยสินค้าให้อยู่รวมกันเป็นหน่วยรวมใหญ่ (Unitization) การรวมหน่วยให้ใหญ่ขึ้นจะมีประโยชน์ในการขนย้าย จัดเก็บ และการขนส่ง สามารถทำได้สะดวก รวดเร็ว และประหยัดต้นทุน ทำหน้าที่ป้องกัน (Protect) เมื่อสินค้าถูกบรรจุภายในบรรจุภัณฑ์ บรรจุภัณฑ์จะทำหน้าที่ปกป้องตัวสินค้าก่อนที่สินค้าจะได้รับความเสียหายจากแรงกระแทก หรือการสั่นสะเทือนระหว่างกระบวนการขนส่ง หรือจากแรงกดทับระหว่างการจัดเก็บสินค้า ทำหน้าที่รักษา (Preserve) การออกแบบบรรจุภัณฑ์จะคำนึงถึงเรื่องคุณสมบัติทางเคมีของผลิตภัณฑ์ที่บรรจุอยู่ภายใน ถ้าบรรจุภัณฑ์ถูกออกแบบมาไม่ดีตั้งแต่การเลือกวัสดุ อาจจะเป็น

สาเหตุทำให้ผลิตภัณฑ์เน่าเสีย หรือเสื่อมคุณภาพ หรือเกิดการทำปฏิกิริยาอื่น ๆ แล้วส่งผลให้ผลิตภัณฑ์เกิดกลิ่น หรือการแยกตัว เป็นต้น ดังนั้นบรรจุภัณฑ์ที่ดีจะถูกออกแบบมาให้รักษาและคงสภาพของสินค้าภายในให้อยู่ในสภาพเดิมตั้งแต่ออกจากผู้ผลิตจนถึงมือลูกค้า ทำหน้าที่บ่งชี้ (Identify) จากที่กล่าวไปแล้วข้างต้นว่าบรรจุภัณฑ์จะเป็นตัวแสดงแทนสินค้า ก็คือ ผู้บริโภคจะเห็นบรรจุภัณฑ์ก่อนสินค้าที่อยู่ภายใน ดังนั้นบรรจุภัณฑ์จะทำหน้าที่แสดงรายละเอียด หรือข้อมูลต่าง ๆ ที่ผู้ผลิตต้องการสื่อสารให้ลูกค้าเห็นเกี่ยวกับสินค้า มีเป้าหมายทั้งในด้านโลจิสติกส์ การค้าส่ง และการค้าปลีก และในสภาวการณ์ที่มีการแข่งขันบรรจุภัณฑ์จะทำหน้าที่ดึงดูดความสนใจ (Consumer Appeal) ของลูกค้า จากการออกแบบกราฟิกให้มีความโดดเด่นสะดุดตา (Catch the Eye) การสร้างความแตกต่างที่ทำให้เกิดความรู้สึกที่ดีต่อบรรจุภัณฑ์โดยรวม รวมถึงการแสดงเอกลักษณ์เฉพาะสำหรับผลิตภัณฑ์และผู้ประกอบการ เพื่อจูงใจให้ลูกค้าตัดสินใจซื้อ อีกทั้งบรรจุภัณฑ์ยังทำหน้าที่เพิ่มผลกำไรจากการออกแบบที่ดี โดยการออกแบบบรรจุภัณฑ์ให้สวยงาม น่าดึงดูด และเสริมภาพพจน์ของธุรกิจ รวมถึงตอบโจทย์กลุ่มผู้นำสังคม ที่ยอมจ่ายเงินเพิ่มเพื่อซื้อสินค้าที่อำนวยความสะดวก หรือเพื่อแสดงความมีระดับของตัวเอง เช่น ถุงกาแฟ หากเปลี่ยนมาใส่แก้วมีฝาปิด เป็นการเพิ่มมูลค่า และสร้างภาพพจน์ให้กับสินค้า ก็สามารถที่จะขายในราคาที่แพงขึ้นได้ จะเห็นได้ว่าบรรจุภัณฑ์ทำหน้าที่ในการสร้างมูลค่าเพิ่ม (Value added) ให้กับสินค้าอีกด้วย ทำให้สินค้ามีความน่าเชื่อถือมากขึ้น และเป็นการเพิ่มระดับทางสังคมให้กับผู้ซื้อ จึงทำให้ลูกค้าสนใจในสินค้า และบรรจุภัณฑ์ยังทำหน้าที่ส่งเสริมการจำหน่าย (Promotion) การออกแบบบรรจุภัณฑ์ที่แปลกใหม่ โดดเด่น สะดุดตา หรือมีคุณสมบัติพิเศษสามารถดึงดูดความสนใจผู้ซื้อ จะสามารถเสริมสร้างพลังการแข่งขันและส่งเสริมการจำหน่ายได้

บรรจุภัณฑ์โลจิสติกส์ (Packaging Logistics)

บรรจุภัณฑ์เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนย้าย การรวบรวม การเก็บรักษาสินค้า และการกระจายสินค้าในโซ่อุปทานการผลิตตั้งแต่ระดับต้นน้ำ กลางน้ำ จนไปถึงการกระจายและจำหน่ายสินค้าแก่ผู้บริโภคที่เป็นปลายน้ำ ทำให้อุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์เป็นอุตสาหกรรมต่อเนื่องกับอุตสาหกรรมต้นน้ำหลายสาขา เกี่ยวข้องทั้งด้านอุตสาหกรรมการผลิต ด้านโลจิสติกส์ การลำเลียงเก็บรักษาและขนส่ง (ธนิต โสรัตน์, 2558) เพื่อตอบสนองต่อกิจกรรมที่เกิดขึ้น ไม่ว่าจะเป็น การเคลื่อนย้าย จัดเก็บ และการกระจายสินค้าจากแหล่งผลิตไปยังผู้บริโภค ภายใต้การจำกัดของเงื่อนไขเวลาที่จะต้องส่งมอบแบบทันเวลา (just in time) และต้นทุนรวม (total cost) ที่สามารถแข่งขันได้ (ประจวบ เพิ่มสุวรรณ และพัฒน์ พิสิษฐเกษม, 2555) จะเห็นว่าบรรจุภัณฑ์มีความสัมพันธ์และเกี่ยวข้องกับกิจกรรมทางโลจิสติกส์ในฐานะเป็นกลไกทำให้ระบบโลจิสติกส์มีการขับเคลื่อนได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดย ธนิต โสรัตน์ (2558) ได้อธิบายความสำคัญของบรรจุภัณฑ์โลจิสติกส์ (packaging logistics) ไว้ 6 ประการ ดังนี้

1) ความปลอดภัยในการขนส่ง (Safety Logistics) กระบวนการขนส่งเป็นหนึ่งในกิจกรรมโลจิสติกส์ ระหว่างการขนส่งอาจทำให้สินค้าเสียหาย หรือสูญหายได้ การออกแบบบรรจุภัณฑ์โลจิสติกส์จะคำนึงถึงความสามารถในการรักษาสินค้าให้คงสภาพเดิมจากผู้ผลิตถึงผู้บริโภค และออกแบบเพื่อป้องกันการโจรกรรมในสินค้าราคาสูง รวมถึงการบรรจุภัณฑ์สำหรับสินค้าอันตรายให้เป็นไปตามมาตรฐานหรือระเบียบข้อบังคับของประเทศนั้นๆ

2) ปกป้องความเสียหาย (Damage Protection) ในกิจกรรมโลจิสติกส์ การขนย้ายสินค้า การจัดเก็บ และการกระจายสินค้า บรรจุภัณฑ์จะเข้าไปมีบทบาทในด้านการป้องกันความเสียหายที่

อาจจะเกิดขึ้นได้ในระหว่างการขนย้ายสินค้าตั้งแต่ต้นน้ำจนถึงปลายน้ำ ทั้งที่เป็นการขนย้ายระหว่างสมาชิกในโซ่อุปทาน และการขนย้ายสินค้าภายในของสมาชิกเอง เช่น การขนย้ายจากรถบรรทุกเข้าคลังวัตถุดิบ การขนย้ายจากกระบวนการผลิตไปคลังสินค้า เป็นต้น รวมถึงความเสียหายจากกระบวนการจัดเก็บ ทั้งการวางเรียงซ้อนกันของสินค้าในคลังสินค้า หรือการจัดเก็บในชั้นวางสินค้าในร้านค้าส่ง หรือร้านค้าปลีก การออกแบบบรรจุภัณฑ์เพื่อปกป้องความเสียหายจะออกแบบมาให้เหมาะกับคุณลักษณะของสินค้า รูปแบบการขนส่ง การจัดเก็บ และการกระจายสินค้า ในแต่ละสินค้าที่แตกต่างกัน โดยออกแบบให้ตรงตามความต้องการของลูกค้า และเกิดประสิทธิภาพสูงสุด เพื่อความสามารถในการแข่งขัน

3) เพิ่มประสิทธิภาพ และลดต้นทุนการขนส่ง บรรจุภัณฑ์โลจิสติกส์จะทำการรวมหน่วยบรรจุภัณฑ์เข้าด้วยกันให้มีหน่วยใหญ่ขึ้น และ/หรือออกแบบให้บรรจุภัณฑ์มีขนาดมาตรฐานที่เหมาะสมกับประเภทของอุปกรณ์การขนถ่ายสินค้า และสามารถบรรจุสินค้าได้แบบเต็มพื้นที่ (Full space loading) ทำให้สามารถลดจำนวนเที่ยวในการขนส่ง และลดเวลาในการปฏิบัติงาน นำไปสู่การลงต้นทุนการขนส่งได้

4) การใช้พื้นที่ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด การออกแบบบรรจุภัณฑ์โลจิสติกส์จะคำนึงถึงอรรถประโยชน์การใช้พื้นที่ (Space utilization) โดยการออกแบบให้มีขนาดที่พอดีกับสินค้าเพื่อลดพื้นที่ว่างภายในบรรจุภัณฑ์ และออกแบบให้สามารถวางเรียงซ้อนกันได้เมื่อบรรจุสินค้าเต็ม เพื่อประหยัดพื้นที่ในการจัดวางสินค้า

5) การบ่งชี้สินค้า (Goods Identify) หน้าที่ของบรรจุภัณฑ์โลจิสติกส์ นอกเนื่องจากการห่อหุ้ม รวบรวม และป้องกันสินค้าแล้วนั้น ยังทำหน้าที่ในการสื่อสาร และส่งต่อข้อมูลเกี่ยวกับรายละเอียดของตัวสินค้าที่บรรจุอยู่ภายในระหว่างสมาชิกในโซ่อุปทาน อีกทั้งยังมีการนำเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามาช่วยในควบคุมสินค้าคงคลังตั้งแต่กระบวนการตรวจนับ การรับสินค้า และการส่งมอบสินค้า รวมถึงการสั่งสินค้าแบบอัตโนมัติ และการคิดเงินแบบอัตโนมัติ เพื่อลดความผิดพลาดและป้องกันการสูญหายของสินค้า ระบบเทคโนโลยีสารสนเทศจึงถูกนำมาประยุกต์ใช้กันอย่างแพร่หลาย เช่น ระบบบาร์โค้ด (Barcode) ระบบ RFID และระบบ QR code มาใช้ในคลังสินค้า หรือศูนย์กระจายสินค้าสมัยใหม่ รวมทั้งห้างสรรพสินค้า ซุปเปอร์สโตร์ สเปเชี่ยลสโตร์ และคอนวีเนี่ยนสโตร์ ดังนั้นบรรจุภัณฑ์จึงถูกออกแบบมาให้สอดคล้อง และตอบสนองกับเทคโนโลยีดังกล่าวได้

6) ด้านการติดตามสถานะ (Status & Traceability) บรรจุภัณฑ์โลจิสตกิส์จะมีการแสดงข้อมูลเพื่อการตรวจสอบติดตามสินค้า (Tracking) ได้แก่ การระบุเส้นทางการไหลของสินค้าผ่านสมาชิกในห่วงโซ่อุปทาน เช่น Barcode หรือ RFID เพื่อบันทึกรายละเอียดดังกล่าว ทำให้สามารถติดตามสถานะของสินค้า และสามารถตรวจสอบย้อนกลับในกรณีที่มีปัญหากับสินค้า จะทำให้ทราบข้อมูลตัวสินค้าและผู้ที่เกี่ยวข้องกับการส่งมอบสินค้า เป็นการรักษาความปลอดภัยให้กับตัวสินค้าในการป้องกันการโจรกรรม หรือปัญหาอื่นๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นได้กับตัวสินค้า

ประเภทของบรรจุภัณฑ์โลจิสติกส์

บรรจุภัณฑ์อาจจำแนกได้หลากหลายวิธี เช่น การจำแนกตามวัตถุประสงค์ จำแนกตามการจำหน่ายสินค้า จำแนกตามวิธีการบรรจุและวิธีการขนถ่าย จำแนกตามการใช้หรือการออกแบบ และจำแนกตามวัสดุที่ใช้ในการผลิตบรรจุภัณฑ์ เป็นต้น (คำนาย อภิปรัชญาสกุล, 2559) และ กนกวรรรณ สกุลทรงเดช (2559) ได้แบ่งประเภทของบรรจุภัณฑ์ตามการใช้งานในโลจิสติกส์ ดังนี้

1) บรรจุภัณฑ์เพื่อการขายปลีก (Retail package) เป็นบรรจุภัณฑ์ที่มุ่งเป้าเพื่อการส่งมอบผลิตภัณฑ์ให้กับลูกค้าโดยตรง บรรจุภัณฑ์จะเป็นสิ่งแรกที่ผู้บริโภคจะเห็นก่อนผลิตภัณฑ์ บรรจุภัณฑ์จึงถูกออกแบบให้มีความโดดเด่นสะดุดตา เพื่อโฆษณาตัวผลิตภัณฑ์ เป็นการส่งเสริมทางด้านการตลาด หรือเชิงพาณิชย์ และบรรจุภัณฑ์ต้องสามารถปกป้องผลิตภัณฑ์ที่ถูกบรรจุอยู่ภายในได้จนกระทั่งถึงมือผู้บริโภค รวมถึงต้องสะดวกต่อการส่งมอบให้กับผู้บริโภค

ภาพที่ 2.1 ตัวอย่างบรรจุภัณฑ์เพื่อการขายปลีก
(ที่มา: https://www.amazon.com)

2) บรรจุภัณฑ์เพื่อการขายส่ง (Wholesale package) เป็นบรรจุภัณฑ์ที่ทำหน้าที่รวมหน่วยย่อย หรือหน่วยผลิตภัณฑ์เพื่อการค้าปลีกเข้าด้วยกัน ทำให้สะดวก และรวดเร็วในการขนส่งจากโรงงานผู้ผลิตไปยังผู้ซื้อ สะดวกต่อการจัดเก็บสำหรับผู้ขายส่ง หรือศูนย์กระจายสินค้า และสะดวกต่อการแบ่งจัดจำหน่าย โดยอาจแบ่งสินค้าออกเป็นชุด เช่น 6 ชิ้น 12 ชิ้น หรือ 24 ชิ้น บรรจุภัณฑ์จึงควรถูกออกแบบให้สามารถปกป้องสินค้าไม่ให้เสียหายจากการขนย้าย การจัดเก็บ และการหยิบ รวมถึงต้องสะดวกต่อการการส่งมอบ หรือกระจายสินค้าไปสู่ผู้ขายปลีกหรือขายส่งของผู้ผลิต หรือศูนย์กระจายสินค้า (Distribution Center)

ภาพที่ 2.2 ตัวอย่างบรรจุภัณฑ์เพื่อการขายส่ง
(ที่มา: https://www. amazon.com)

3) บรรจุภัณฑ์ชั้นนอกหรือบรรจุภัณฑ์เพื่อการขนส่ง (outer package/transportation package) เป็นบรรจุภัณฑ์ที่ออกแบบเพื่อรวมหน่วยสินค้าให้ใหญ่ขึ้น เพื่อสะดวกต่อการเคลื่อนย้ายและสามารถจัดเรียงบนอุปกรณ์ช่วยการขนย้าย เช่น พาเลท (Pallet) เป็นต้น หรือจัดวางบนอุปกรณ์ขนถ่ายโดยใช้พื้นที่ประหยัดที่สุด โดยบรรจุภัณฑ์จะต้องสามารถป้องกันแรงกระแทก หรือแรงสั่นสะเทือนที่จะส่งผลให้สินค้าที่บรรจุอยู่ภายในเสียหายได้ระหว่างการขนส่ง รวมถึงบรรจุภัณฑ์ต้องสามารถรักษา หรือคงสภาพของสินค้าที่บรรจุอยู่ภายในได้จนกระทั่งถึงลูกค้า

ภาพที่ 2.3 ตัวอย่างบรรจุภัณฑ์เพื่อการขนส่ง
(ที่มา: http://www.achieve-tech.com.cn/)

การประเมินประสิทธิภาพของบรรจุภัณฑ์

การประเมินประสิทธิภาพของบรรจุภัณฑ์ในโซ่อุปทานแบบวงจรปิด Fulconis, F. & Philip, B., (2018) ได้พัฒนา scorecard ของบรรจุภัณฑ์โลจิสติกส์สำหรับโซ่อุปทานแบบวงจรปิด โดยกำหนดเกณฑ์สำหรับดัชนีชี้วัดบรรจุภัณฑ์ได้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 2.1 ดัชนีชี้วัดบรรจุภัณฑ์ (ที่มา: Fulconis, F. & Philip, B., 2018)

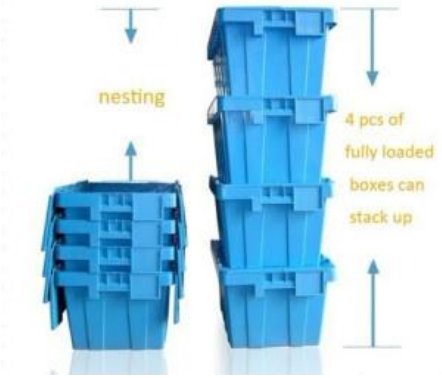
Criteria	Supplier	Transportation distribution and wholesale	Retail	Consumer
Machinability	X			
Product protection	X	X	X	X
Flow information	X	X	X	
Volume and weight efficiency	X	X	X	
Right amount and size		X	X	X
Handleability		X	X	X
Other value-adding properties	X			X
Product information				X
Selling capability			X	X
Safety			X	
Reduced use of resources	X			
Minimal use of hazardous substance	X			X
Minimal amount of waste			X	X
Packaging costs	X			

นิยามบรรจุภัณฑ์หมุนเวียน

บรรจุภัณฑ์หมุนเวียน หรือ บรรจุภัณฑ์ขนส่งแบบใช้ซ้ำหรือหมุนเวียน (Reusable transport packaging หรือ Returnable transport packaging) อาจจะมีการเรียกที่แตกต่างกันออกไป แต่สามารถอธิบายความหมายได้ว่า บรรจุภัณฑ์หมุนเวียน คือ วัสดุที่ใช้บรรจุสินค้าที่ส่งจากผู้ส่งมอบหรือผู้ขายไปยังผู้รับหรือลูกค้า บรรจุภัณฑ์นี้อาจใช้วัสดุ ได้แก่ พลาสติก โลหะ หรือ ไม้ และอาจจะมีรูปแบบที่แตกต่างกัน เช่น กล่อง คอนเทนเนอร์ แพลเล็ท หรือ slip sheets เป็นต้น โดยบรรจุภัณฑ์สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้โดยคงสภาพเดิมไว้ (ก้องฤทธิ์ บุญเลี้ยง และฤภูวัลย์ จันทรสา, 2554)

การออกแบบบรรจุภัณฑ์หมุนเวียน

อุตสาหกรรมยานยนต์ในปัจจุบันมีแนวโน้มการดำเนินงานแบบระบบทันเวลาพอดี (Just in time) เพิ่มมากขึ้น การตอบสนองความต้องการของลูกค้าให้ได้ทันที จึงต้องมีการวางแผนและการจัดการควบคุมบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนอย่างดีตลอดทั้งวงจรการไหลของบรรจุภัณฑ์หมุนเวียน การควบคุมบริหารจัดการบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนจะต้องพิจารณาในเรื่องของจำนวนบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมที่สามารถตอบสนองความต้องการได้ด้วยต้นทุนที่ต่ำที่สุด รวมถึงการออกแบบบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนให้มีความสามารถในการวางเรียงซ้อนกัน (Stackability) และความสามารถในการซ้อนกล่องเปล่า (Nestability) เพื่อลดพื้นที่ที่ใช้ในการจัดเก็บน้อยที่สุด หากวางแผนไม่ดีจะส่งผลให้จำนวนบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนมีมากเกินความจำเป็น กระทบต่อค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บ และการซ่อมบำรุง รวมถึงต้องสูญเสียพื้นที่ในการจัดเก็บโดยเปล่าประโยชน์

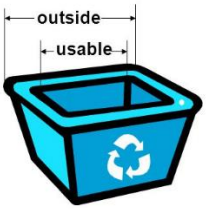


ภาพที่ 2.4 ตัวอย่างบรรจุภัณฑ์ที่มี Stackability และ Nestability
(ที่มา: https://prelead.wordpress.com/)

1) ความสามารถในการวางเรียงซ้อนกัน (Stackability)

คือ การที่ภาชนะเต็มสามารถวางซ้อนกันอยู่ด้านบนของภาชนะเต็มอื่นในการวางแนวพื้นที่เดียวกัน โดยความสามารถในการวางเรียงซ้อนกันจะพิจารณาจากอรรถประโยชน์ของพื้นที่ Space Utilization สามารถคำนวณได้จาก

Container Space Utilization = Usable space (interior) of the container divided by exterior envelope (outside).



ภาพที่ 2.5 ตัวอย่างภาพแสดงพื้นที่ Usable space
(ที่มา: https://slideplayer.com/slide/4082496)

ตัวอย่าง :

Inside dimensions 18” x 11” x 11” (w x d x h)

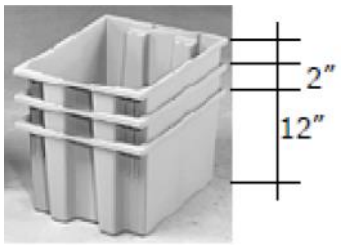
Outside dimensions 20” x 12” x 12”

Container Space Utilization = (18x11x11)/(20x12x12) = 76%

2) ความสามารถในการซ้อนกล่องเปล่า (Nestability)

คือ การออกแบบให้บรรจุภัณฑ์มีรูปร่างของภาชนะบรรจุอนุญาตให้ใส่ภาชนะเปล่าของอีกอันใส่ลงในภาชนะเปล่าประเภทเดียวกันได้ โดยความสามารถในการซ้อนกล่องเปล่าจาก

Container Nesting Ratio = Exterior height divided by the nested height



ภาพที่ 2.6 ตัวอย่างภาพแสดงพื้นที่ Nesting Ratio
(ที่มา: https://slideplayer.com/slide/4082496)

ตัวอย่างการคำนวน :

Outside dimensions 20" x 12" x 12"
Each nested container 20" x 12" x 2"
Container nesting ratio = 12/2 = 6:1

กระบวนการออกแบบบรรจุภัณฑ์

ความคิดสร้างสรรค์และการตัดสินใจการออกแบบบรรจุภัณฑ์เป็นส่วนหนึ่งของภาพรวมในกลยุทธ์และการจัดการ การเชื่อมโยงระหว่างการออกแบบบรรจุภัณฑ์กับการจัดการเป็นการแสดงถึงความแตกต่างระหว่างวิธีการออกแบบกับแนวทางที่เป็นระบบ เช่น การกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ (Quality Function Deployment: QFD) Six sigma หรือ Total quality management (TQM) เป็นต้น (Hellstrom, D., & Olsson, A., 2017) โดยเทคนิค QFD เป็นกระบวนการแนวทางที่เป็นระบบเพื่อการออกแบบ โครงสร้างของขั้นตอนในการออกแบบบรรจุภัณฑ์ประกอบด้วย ขั้นตอนแรก คือ การกำหนดนโยบายหรือวางแผนยุทธศาสตร์ (Policy formulation or strategic planning) เพื่อกำหนดทิศทางและแนวทางในการออกแบบ โดยจะระบุวิสัยทัศน์ พันธกิจ และเป้าวัตถุประสงค์ของการออกแบบในครั้งนี้ จากนั้นจะกำหนดแนวความคิด (Concept Setting) ซึ่งสามารถกำหนดแนวความคิดได้มากกว่า 1 แนวความคิด เพื่อนำแนวความคิดที่ได้จากหลากหลายมุมมองมาทำการคัดกรองความเป็นไปได้ และทำการประเมินแนวความคิด (Evaluating the idea) เพื่อเลือกแนวความคิดที่ตอบโจทย์กับนโยบายขององค์มากที่สุด จากนั้นทำการศึกษาและการวิจัยเบื้องต้น (Preliminary Research) เพื่อรวบรวมทฤษฎี เทคโนโลยี และนวัตกรรมต่างที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ และการผลิต และทำการการศึกษาถึงความเป็นไปได้ของบรรจุภัณฑ์ (Feasibility Study) โดยนำผลการวิจัยเบื้องต้นมาพิจารณาความเป็นไปได้ในการนำมาทำการผลิตสินค้าตามแนวความคิด รวมถึงการประเมินต้นทุนสินค้าจะถูกดำเนินการในขั้นตอนนี้ จากนั้นจะทำการออกแบบ (Packaging Design) อาจจะใช้การ sketch เป็นภาพร่าง หรือการสร้าง mockup จากอุปกรณ์ง่ายๆ หรือโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ให้เห็นรูปร่าง ขนาด วัสดุ และฟังก์ชั่นการทำงานอย่างคร่าวๆ เมื่อได้แบบร่างแล้วจะทำการพัฒนาและแก้ไขแบบ (Design Refinement) ในขั้นตอนนี้จะได้แบบ drawing ทางวิศวกรรมออกมา แล้วนำไปพัฒนาต้นแบบจริง (Prototype Development) เพื่อให้เห็นความสมบูรณ์ของ

สินค้าทั้งทางกายภาพ และความถูกต้องของฟังชั่นก์การทำงานที่เสมือนจริงมากที่สุด จากนั้นจะทำการทดสอบ (Packaging Test) ทั้งในมุมของทางวิศวกรรม และลูกค้า แล้วจึงดำเนินการผลิต (Production) จริง

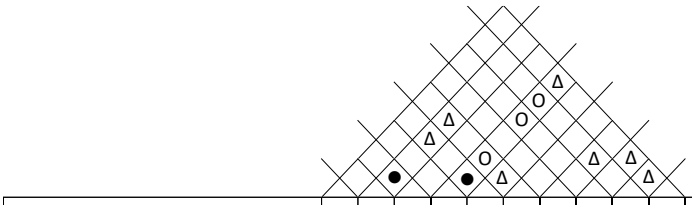
การออกแบบบรรจุภัณฑ์ด้วยเทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ

การกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ (Quality Function Deployment: QFD) เป็นเทคนิคที่ประยุกต์ใช้ในการออกแบบปรับปรุงและพัฒนาผลิตภัณฑ์ ระบบการทำงานของโรงงานและการให้บริการ มีจุดมุ่งหมายหลัก คือ การแปลงความต้องการของลูกค้า (what) ให้เป็นขั้นตอนการผลิต (how) ถูกพัฒนาขึ้นโดย Dr. Yoji Akao ซึ่งนำมาประยุกต์ใช้เป็นครั้งแรกที่อู่ต่อเรือของบริษัท มิตซูบิชิ ประเทศญี่ปุ่น เมื่อปี 1972 และในระหว่างปี 1970s บริษัท โตโยต้าได้นำมาปรับปรุงและประยุกต์ใช้จนกระทั่งแพร่หลายไปถึงผู้ผลิตชิ้นส่วน โดยให้ผู้ผลิตชิ้นส่วนทั้งหมดใช้เทคนิค QFD เพื่อช่วยควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ทำให้ในปัจจุบันนี้เทคนิค QFD ได้ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมต่างๆ ทั่วญี่ปุ่น แม้แต่อุตสาหกรรมบริการก็พบว่า QFD สามารถช่วยให้บริษัทเห็นความสำคัญด้านคุณภาพมากขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์ของการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ คือ เพื่อช่วยให้ออกแบบ และพัฒนาผลิตภัณฑ์ หรือบรรจุภัณฑ์ให้สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้า โดย QFD จะทำให้เห็นภาพรวมการทำงาน ความเชื่อมโยงของเสียงเรียกร้องจากลูกค้า ทำให้ตอบสนองความต้องการได้ดีและรวดเร็วยิ่งขึ้น และสามารถรวบรวม และประเมินผลความพึงพอใจของลูกค้าได้ง่ายและเป็นระบบมากขึ้น ทำให้สามารถลดต้นทุน และระยะเวลาในการออกแบบได้

ซึ่ง QFD จะให้ความสำคัญกับลูกค้า โดยการนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจลูกค้ามาศึกษา และระบุความต้องการที่แท้จริงของลูกค้าออกมา จากนั้นค้นหาวิธีการที่จะทำให้บรรลุความต้องการดังกล่าวอย่างเหมาะสม ทำให้คุณภาพสินค้าตรงกับความต้องการของลูกค้า QFD จะรวบรวมผลทั้งหมดไว้ในที่ที่เดียว และจัดการข้อมูลให้มีโครงสร้างอยู่ในรูปแบบที่รัดกุม ทำให้สามารถนำมาใช้ได้โดยง่าย และเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงคณะทำงาน โครงสร้างข้อมูลเหล่านี้จะทำให้การทำงานดำเนินต่อไปได้โดยไม่หยุดชะงัก นอกจากนี้ QFD ยังยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลง เนื่องจากโครงสร้างของเมทริกซ์เอื้ออำนวยต่อการเพิ่มหรือลดขนาดได้ตามข้อมูลที่ป้อนเข้า ทำให้ลดความล่าช้าจากกระบวนการเปลี่ยนแปลงแบบและการทบทวนแบบ ระยะเวลาในการออกแบบลดลง ทำให้สินค้าสามารถออกสู่ตลาดได้เร็วขึ้น เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดสรรทรัพยากรในองค์กร และเพิ่มความเชื่อมั่นว่าใช้ทรัพยากรไปในการเพิ่มความพอใจของลูกค้า

การทำ QFD จะดำเนินการนำข้อมูลป้อนกลับจากลูกค้ามาลงในโครงสร้างเมทริกซ์ที่เรียกว่า House of quality โดยการนำผลสำรวจจากกลุ่มลูกค้าเป้าหมายมาระบุความต้องการของลูกค้า (Voice of Customer) หรือคุณภาพที่ลูกค้าต้องการ (Required Quality) โดยการสัมภาษณ์ หรือแบบสอบถาม หรือ จากข้อมูลการร้องเรียนของลูกค้า จากนั้นนำมาแปลงเป็นข้อความเชิงบวกที่บอกความต้องการของลูกค้า (Whats) จากนั้นทำการประเมินระดับความสำคัญของความต้องการของลูกค้าในแต่ละข้อ และเรียงลำดับจากความสำคัญมากไปหาน้อย และนำความต้องการของลูกค้าไปเปรียบเทียบกับของบริษัทคู่แข่ง เพื่อให้ทราบความคิดเห็นจากมุมมองของลูกค้า โดยประเมินจุดอ่อนจุดแข็งของตนเองและคู่แข่งแล้วกรอกลงในเมทริกซ์บ้านคุณภาพแยกตามความต้องการของลูกค้าแต่ละข้อ จากนั้นทำการระบุข้อกำหนดทางเทคนิค (Technical Characteristics) หรือองค์ประกอบคุณภาพ (Quality Element) ที่จะตอบสนองความต้องการของลูกค้าในแต่ละข้อ (Hows) และ

กำหนดระดับความสัมพันธ์ของข้อกำหนดทางเทคนิคในแต่ละข้อ เนื่องจากข้อกำหนดทางเทคนิคบางอันจะส่งผลกระทบ หรือมีอิทธิพลร่วมกับกำหนดทางเทคนิคอื่น จากนั้นหาระดับความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการของลูกค้ากับข้อกำหนดทางเทคนิคในแต่ละข้อ จากนั้นระบุข้อกำหนดทางเทคนิคที่จะนำไปใช้ออกแบบผลิตภัณฑ์ในขั้นสุดท้ายอันเป็นเป้าหมายการดำเนินงาน เปรียบเทียบผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงกับต้นทุนโดยประมาณ ด้วยการประเมินจากคะแนน 1- 5 ตัวอย่างแสดงดังภาพที่ 2.7



ความต้องการของลูกค้า	สำคัญความสำคัญ	ประเภทของพลาสติก	อุณหภูมิก่อนเสียรูป	ความหนา	Compression Strength	Tensile Strength	Vibration test (10-1000 Hz)	จำนวนชิ้นงานต่อ 1 Tray	Utilization	สะดวกต่อการใช้งาน	การประเมินความสำคัญ (1ต่ำ 5 สูง) 1	2	3	4	5
บรรจุภัณฑ์แข็งแรง ทนทาน	4	O	●	●	●	●							T	W	
บรรจุภัณฑ์ทนทานต่อการขนส่ง	5		Δ		●	●	●								WT
บรรจุภัณฑ์ปกป้องชิ้นงานได้	5				●	●	●							T	W
บรรจุชิ้นงานได้พอดีกับ lot size	4							●	O				W	T	
บรรจุภัณฑ์สะดวกต่อการใช้งาน	4							Δ	O	●		T		W	
บรรจุภัณฑ์ราคาถูก	5	●		O	O	Δ	Δ							WT	
ผลการปรามิณของบรรจุภัณฑ์ปัจจุบัน		5	5	4	5	5	5	3	3	4					
เกณฑ์ที่ต้องการ		5	5	3	4	4	4	4	4	4					

ภาพที่ 2.7 ตัวอย่างการทำ QFD

การออกแบบบรรจุภัณฑ์ด้วยเทคนิควิศกรรมคุณค่า (Value Engineering)

วิศกรรมคุณค่า คือ วิธีการอย่างเป็นระบบโดยใช้หลักการการวิเคราะห์หน้าที่ ในการกำหนดหรือขจัดค่าใช้จ่ายที่เกินความจำเป็นหรือไม่จำเป็นออกไป เพื่อการลดต้นทุนการผลิตโดยที่ผลิตภัณฑ์นั้นยังคงมีคุณภาพ และความน่าเชื่อถือได้อยู่ เทคนิควิศวกรรมคุณค่าได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้งานอย่างแพร่หลาย เช่น การออกแบบและปรับปรุงผลิตภัณฑ์ การเลือกระบบปรับอากาศสำหรับอุตสาหกรรมที่เหมาะสม การจัดการโครงการสร้างอาคารโรงพยาบาล ขั้นตอนวิศวกรรมคุณค่าที่นำเสนอโดย Arthur Mudge มีขั้นตอนดังนี้ (ก้องฤทธิ์ บุญเลี้ยง และฤภูวัลย์ จันทรสา, 2554)

1) รวบรวมข้อมูล ชนิดและจำนวนของบรรจุภัณฑ์ที่ทำการผลิตอยู่ในปัจจุบัน

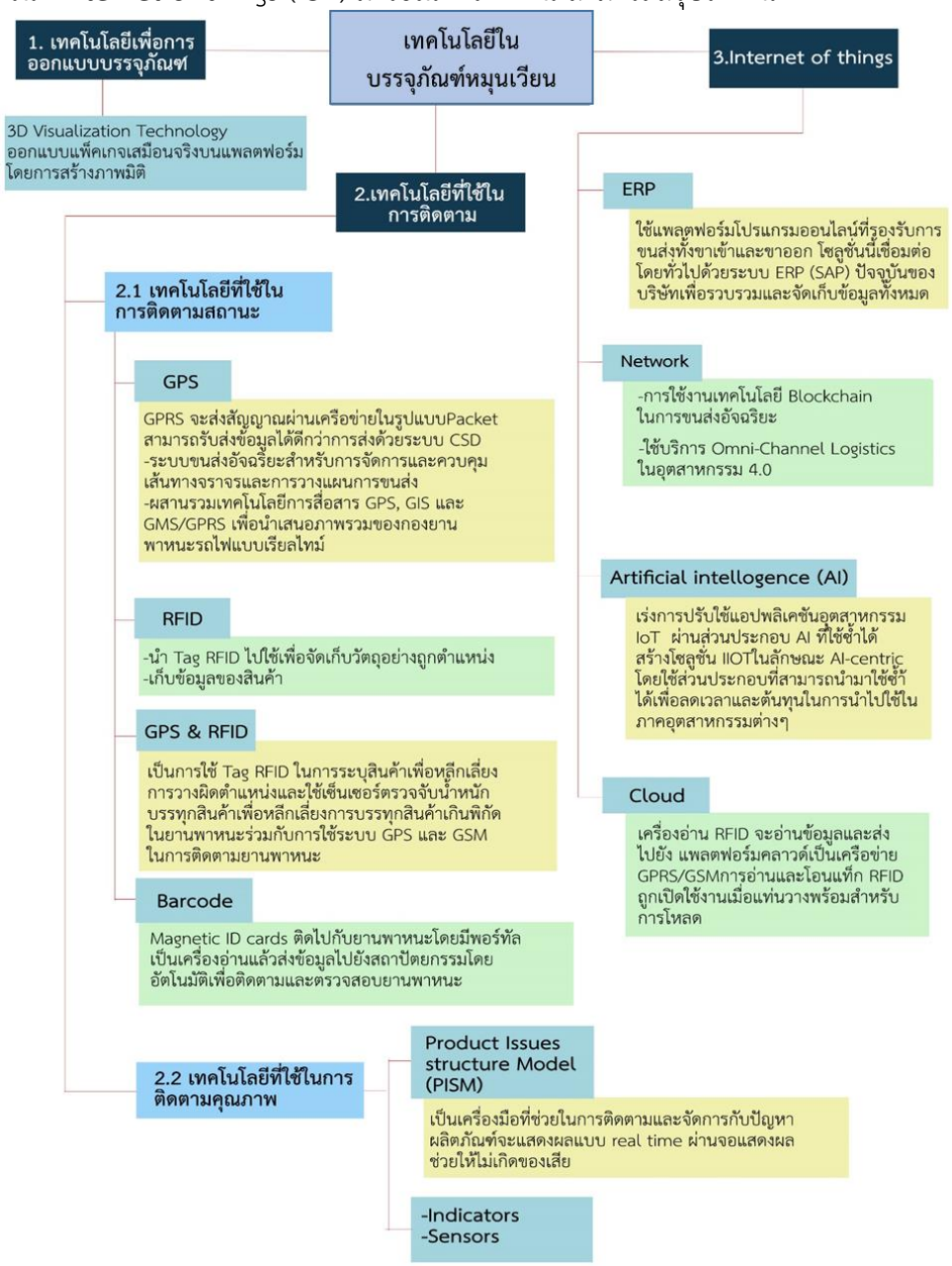
2) คัดเลือกบรรจุภัณฑ์ในกลุ่มที่มีปริมาณการใช้มากและมีมูลค่าสูงที่สุดในปัจจุบันเพื่อนำมาศึกษาเป็นอันดับแรก และจะทำการขยายผลต่อไป

3) ศึกษารูปแบบของบรรจุภัณฑ์หมุนเวียน (Returnable Packaging) ที่จะนำมาทดแทนบรรจุภัณฑ์ในปัจจุบัน และปรับปรุงรูปแบบของบรรจุภัณฑ์แบบหมุนเวียน (Returnable Packaging) เพื่อให้เหมาะสมกับวัตถุดิบที่หาได้ง่ายภายในประเทศและมีต้นทุนที่ต่ำ

4) ประยุกต์วิศวกรรมคุณค่า (Value Engineering) ในการปรับปรุงพัฒนาบรรจุภัณฑ์ให้มีต้นทุนการผลิตที่ลดลงและมีประสิทธิภาพการใช้งานเหมือนเดิมโดยเลือกใช้วัตถุดิบที่หาได้ง่ายในประเทศ

เทคโนโลยีในบรรจุภัณฑ์หมุนเวียน

จากการรวบรวมงานวิจัยจากฐานข้อมูล Science direct จำนวน 13 งานวิจัย สามารถจำแนกประเภทของงานวิจัยได้ 3 กลุ่ม คือ การออกแบบผลิตภัณฑ์ เทคโนโลยีสำหรับการติดตามและการนำ Internet of things (IOT) มาใช้ในการทำงาน สามารถสรุปได้ดังนี้



ภาพที่ 2.8 สรุปงานวิจัยเทคโนโลยีในบรรจุภัณฑ์หมุนเวียน

1) กลุ่มเทคโนโลยีเพื่อการออกแบบบรรจุภัณฑ์ 3D Visualization หรือซอฟต์แวร์ VTR ในการสร้างภาพจำลองตัวบรรจุภัณฑ์แบบ 3 มิติ สามารถทำการปรับแต่งแก้ไขตัวบรรจุภัณฑ์ให้ตรงตามความเหมาะสมในการใช้งานและมีประสิทธิภาพมากที่สุด จนได้ออกมาเป็นบรรจุภัณฑ์อัจฉริยะ (Intelligent Packaging) ที่สามารถตรวจสอบคุณภาพของตัวผลิตภัณฑ์จากภายในโดยไม่ต้องแกะตัวบรรจุภัณฑ์ออก เช่น อุณหภูมิ ระยะเวลาการใช้งาน รอยรั่ว เป็นต้น (Z. Wang, 2017)

2) กลุ่มเทคโนโลยีที่ใช้ในการติดตาม จำแนกได้อีก 2 กลุ่ม คือ เทคโนโลยีที่ใช้ในการติดตามสถานะ และเทคโนโลยีที่ใช้ในการติดตามคุณภาพ มีรายละเอียดดังนี้

- เทคโนโลยีที่ใช้ในการติดตามสถานะ มีการนำ RFID มาใช้เพื่อจัดเก็บวัตถุอย่างถูกตำแหน่งและถูกทิศทาง เมื่อเคลื่อนที่ผ่านเครื่องอ่าน RFID จะสามารถตรวจจับตำแหน่งและการวางแนวของวัตถุได้ (Abdul M. S. and Nur S. Mohd N., 2017) ยังสามารถใช้ RFID ในการเก็บข้อมูลของผลิตภัณฑ์ที่เชื่อมต่อกับเครื่องมือระบุการตรวจสอบการติดตามและการทำนายอายุการเก็บรักษาในอุตสาหกรรมอาหาร (John C., 2019) สำหรับผลิตภัณฑ์ผลิตภัณฑ์อิเล็กทรอนิกสที่มีราคาสูง จะใช้ RFID เก็บข้อมูลรายละเอียดเกือบทุกอย่างที่เกี่ยวกับตัวผลิตภัณฑ์ เช่น รหัสผลิตภัณฑ์ (รหัส EPC) น้ำหนัก รายละเอียดของพาเลท และความเป็นอันตรายของผลิตภัณฑ์ เป็นต้น (Elhadi S., Stéphane G., Ansar-Ul-Haque Y., 2015) สำหรับการใช้ GPS นั้นส่วนใหญ่จะใช้ในการติดตามตำแหน่ง การจัดการและควบคุมเส้นทางจราจรและการวางแผนการขนส่งรวมถึงนโยบายการขนส่งและการวิเคราะห์พฤติกรรมการเดินทาง (Xiaoyun Z., 2015) อีกทั้งยังมีระบบบริการเสริมด้วย General Packet Radio Services (GPRS) จะส่งสัญญาณผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ในรูปแบบ Packet สามารถรับส่งข้อมูลหรือข้อความได้ดีกว่าการส่งด้วยระบบ CSD และใช้ติดตามยานพาหนะที่เชี่ยวชาญในการตรวจสอบยานพาหนะรถไฟ โซลูชันดังกล่าวผสานรวมเทคโนโลยีการสื่อสาร GPS, GIS และ GSM / GPRS เพื่อนำเสนอภาพรวมของกองยานพาหนะรถไฟแบบเรียลไทม์(Liviu J., Anton C., Adrian D., Mircea V., 2010) ซึ่ง RFID และ GPS นั้นสามารถนำมาใช้งานร่วมกันได้หรือที่เรียกว่า Hybrid System (RFID and GPS Tracker) ระบบไฮบริดเป็นการผสมผสานระหว่าง RFID (Radio Frequency Identification) และ GPS (Global Positioning System) โดยใช้แท็ก RFID ในการระบุสินค้า เพื่อหลีกเลี่ยงการวางผิดตำแหน่ง และใช้เซ็นเซอร์ตรวจวัดน้ำหนักบรรทุกสินค้า เพื่อหลีกเลี่ยงการบรรทุกสินค้าเกินพิกัดในยานพาหนะ ร่วมกับการใช้ระบบ GPS และ GSM ในการติดตามยานพาหนะ จะยังส่งรายละเอียดของสินค้าไปยังแหล่ง ข้อมูลแบบเป็นช่วงๆ เพื่อให้มีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น (Prasannaa K.R., Hemalathab M., a, 2012) และเทคโนโลยีอีกตัวในกลุ่มที่ใช้สำหรับติดตามสถานะ คือ Barcode, QR Code หรือ magnetic ID cards ติดไปกับยานพาหนะ โดยมีพอร์ทัลเป็นเครื่องอ่านแล้วส่งข้อมูลไปยังสถาปัตยกรรมโดยอัตโนมัติเพื่อติดตามและตรวจสอบยานพาหนะที่ผ่านเข้าออก (Mouna A. M., Azedine B., Hassan B., Ahmed L., 2019)

- เทคโนโลยีที่ใช้ในการติดตามคุณภาพ ได้แก่ indicators เป็นตัวบ่งชี้อุณหภูมิและความสดทำงานร่วมกับไบโอเซนเซอร์จะใช้กับระบบตรวจจับเชื้อโรคและระบบความปลอดภัย ซึ่งตัว indicators กับไบโอเซนเซอร์ จะใช้งานร่วมกับ PISM เป็นเครื่องมือที่ช่วยในการติดตามและจัดการกับปัญหาผลิตภัณฑ์ จะแสดงผลแบบ real – time โดยมี Data carriers อุปกรณ์ให้บริการข้อมูลช่วยให้การไหลของข้อมูลที่มีประสิทธิภาพภายในห่วงโซ่อาหาร เป็นสื่อสำคัญในการเชื่อมต่ออุตสาหกรรมกับผู้บริโภค (John C., 2562) และยังมีเครื่องมือสร้างภาพจำลองโมเดลเพื่อติดตามผลิตภัณฑ์ มีชื่อว่า

Visual tracking จะสามารถสร้างภาพจำลองขึ้นมาผ่านโมเดล เพื่อให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์มีสภาพเสียหายหรือไม่ (Wei D. , Rong M., Shan L., Bo L., 2012).

3) กลุ่มด้านการนำ Internet of things (IOT) มาใช้ในการทำงาน สามารถแยกย่อยได้เป็นอีก 4 กลุ่มคือ

- กลุ่มแรกสามารถเชื่อมต่อกันเป็นเครือข่าย Network ได้แก่ การใช้งานเทคโนโลยี Blockchain ในการขนส่งอัจฉริยะ เพราะ Blockchain จะเข้ามาช่วยจัดการปัญหาข้อผิดพลาด จัดเก็บข้อมูลธุรกรรมให้มีความปลอดภัยและโปร่งใส ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในห่วงโซ่อุปทานได้เป็นอย่างดี (Riccardo G., Daniele M., Giorgio B., Roberto T., 2019) อีกทั้งมีการนำ Omni-Channel มาใช้ในอุตสาหกรรมบริการ Logistics 4.0 เป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้บริโภคยุคใหม่ IoT เพื่อให้ได้อัตราการเติมเต็มคำสั่งซื้อสูงรูปแบบใหม่และสามารถติดต่อกับลูกค้าได้ในหลายช่องทาง (LV Y., TU L., C.K.M LEE, TANG X., 2018)

- กลุ่มที่สองเป็นกลุ่มที่ใช้ระบบ ERP ใช้แพลตฟอร์มโปรแกรมออนไลน์ (Cloudware) ที่รองรับการขนส่งทั้งขาเข้าและขาออก เชื่อมต่อด้วยระบบ SAP ของบริษัทเพื่อรวบรวมและเก็บข้อมูลทั้งหมดใช้ร่วมกับ AIS (Automatic Identification System) และ GPS สำหรับการติดตาม มีการรวมข้อมูลการติดตามหรือข้อมูลผ่านพอร์ทัลออนไลน์ (Elhadi S., Stéphane G., Ansar-Ul-Haque Y., 2015) กลุ่มที่สาม การใช้ปัญญาประดิษฐ์ (AI) การสร้างโซลูชั่น IoT ในลักษณะ AI-centric โดยใช้ส่วนประกอบที่สามารถนำมาใช้ซ้ำได้เพื่อลดเวลาและต้นทุนในการนำไปใช้ในภาคต่างๆได้แก่ สัญญาอัจฉริยะ, ผู้วางแผน AI, การตรวจสอบสภาพและส่วนประกอบ Analytics (Senthamiz S. A., Ramamurthy B., Aitor H. H., Carlos R. B. A., 2019)

- กลุ่มที่สุดท้ายการใช้แพลตฟอร์มคลาวด์สำหรับจัดเก็บข้อมูลและการประมวลผลเหตุการณ์ตามเวลาจริงด้วยแพลตฟอร์มคลาวด์ แพลตฟอร์มประกอบด้วยตัวจัดการข้อมูล ได้แก่ 1) Data/Event Handler ข้อมูล 2) ฐานข้อมูลที่เก็บข้อมูลบนคลาวด์ ขยายด้วยฐานข้อมูล 3) 3 Directory for web service registering and discovery (UDDI Registry) และ 4) การประมวลผลและการแจ้งเตือนเหตุการณ์ ซึ่งได้ข้อมูลมาจากเครื่องอ่าน RFID ที่ส่งไปยังแพลตฟอร์มคลาวด์ เป็นเครือข่าย GPRS / GSM หรือ Sigfox การอ่านและโอนแท็ก RFID ถูกเปิดใช้งานเมื่อแท่นวางสินค้าพร้อมสำหรับการโหลดและรถขนส่งมาถึงแล้ว (Elhadi S., Stéphane G., Ansar-Ul-Haque Y., 2015)

เทคโนโลยีในบรรจุภัณฑ์ส่วนใหญ่จะเป็นการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการติดตามสถานะ โดยแต่ละเทคโนโลยีจะมีฟังก์ชั่นหน้าที่การทำงานที่แตกต่างกัน สามารถสรุปลักษณะการทำงานของเทคโนโลยี จุดเด่นและจุดด้อยของแต่ละเทคโนโลยีดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 คุณลักษณะ และลักษณะการทำงานของแต่ละเทคโนโลยี

เทคโนโลยี	คุณลักษณะ	ลักษณะการทำงาน
1. Barcode	รหัสหมายเลขประจำตัวสินค้า เป็นเครื่องชี้บอกถึงความแตกต่างของสินค้าชนิดนั้นกับสินค้าอื่น	- สามารถใส่ข้อมูลได้เพียงครั้งเดียว - ไม่สามารถติดตามตำแหน่งได้ – ต้องใช้เครื่องมือในการอ่านข้อมูลในระยะใกล้ - นิยมใช้กับสินค้าที่มีราคาถูก
2. RFID	วัตถุประสงค์หลักเพื่อนำมาใช้ ติดกับวัตถุต่างๆ เพื่อบ่งบอกถึงความเป็นตัวตนเฉพาะเจาะจง หรือเป็นหมายเลขประจำตัว	- สามารถเก็บข้อมูลสถานะที่เกี่ยวกับสินค้าได้หลายครั้ง - สามารถอ่านข้อมูลในระยะไกลได้ - นิยมใช้กับสินค้าที่มีราคาแพง
3. GPS	ระบุตำแหน่งหรือติดตามยานพาหนะ หรือตัวบรรจุภัณฑ์บนพื้นโลก และใช้วางแผนเส้นทางนำทางล่วงหน้า	- สามารถทราบข้อมูลได้แบบเรียลไทม์ - ไม่สามารถเก็บข้อมูลที่เกี่ยวกับสินค้าได้
4. AI	ความฉลาดเทียมที่สร้างขึ้นให้กับสิ่งที่ไม่มีชีวิต หรือ ปัญญาประดิษฐ์ ก็คือโปรแกรมที่เขียนขึ้นมาเพื่อให้คอมพิวเตอร์ทำงานและเรียนรู้สิ่งต่างๆ ได้อย่างอัจฉริยะ สามารถสั่งการได้ด้วยวิธีเดียวกับที่เราสื่อสารระหว่างมนุษย์ด้วยกันเอง อีกทั้งยังคำนวณสิ่งที่มนุษย์ทั่วไปอย่างเราทำไม่ได้ภายในระยะเวลาสั้นๆ	- อ่านใจผู้บริโภคได้ AI จะทำการจัดเก็บข้อมูลและพฤติกรรมของผู้บริโภค ด้วยวิธีการและช่องทางที่หลากหลาย และนำมาประมวลผล - อำนวยความสะดวก และช่วยแก้ปัญหาต่างๆ - การค้นหาด้วยภาพ (Visual Search) - สร้างขั้นตอนการขายที่มีประสิทธิภาพ - Retargeting Potential Customers (กำหนดเป้าหมายลูกค้าที่มีศักยภาพ)

บรรจุภัณฑ์หมุนเวียนกับการจำลองสถานการณ์

บรรจุภัณฑ์หมุนเวียนในอุตสาหกรรมยานยนต์ ที่มีความผันแปรในกระบวนการ ได้แก่ เวลาปฏิบัติงานแบบไม่คงที่ (Stochastic) บรรจุภัณฑ์หมุนเวียนเสียหาย เป็นต้น จึงได้ทำการศึกษาข้อมูลจากเอกสาร งานวิจัยต่างๆ ที่มีการนำแบบจำลองคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ใช้ในคลังสินค้าสำหรับการจัดเก็บบรรจุภัณฑ์หมุนเวียน จากการค้นคว้าพบว่างานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนและการจำลองสถานการณ์โดยตรงยังมีน้อย จึงมีการศึกษางานวิจัยที่มีความใกล้เคียง งานวิจัยที่ศึกษานั้นมาจากฐานข้อมูลของ Science Direct ซึ่งมีเนื้อหาดังต่อไปนี้

1) Monika Buckova, Martin Krajcovic and Milan Edi (2017) ได้ศึกษาเรื่องแบบจำลองคอมพิวเตอร์และการเพิ่มประสิทธิภาพของระยะทางในกระบวนการหยิบตามใบสั่งซื้อ (Order) เพื่อหาวิธีลดระยะทางในกระบวนการหยิบสินค้าตามคำสั่งของลูกค้า โดยใช้วิธี dynamic simulation computer simulation และใช้วิธี simulation experiments ร่วมกับการพิจารณา Genetic algorithms เพื่อหาคำตอบในการแก้ไขปัญหาที่ดีที่สุด ที่จะทำให้บริษัทประหยัดต้นทุนมากที่สุด เนื่องจากการจัดเก็บสินค้าเป็นเรื่องที่สำคัญและมีผลกระทบต่อระดับการให้บริการลูกค้าและส่งผลต่อ

การจัดเก็บเนื่องจากมูลค่าของสินค้า ซึ่งวิธีการและความรวดเร็วในการหยิบสินค้านั้นมีความสำคัญอย่างมากในคลังสินค้า ในปัจจุบันนั้นความรวดเร็วของเทคโนโลยีและการเติบโตของตลาดส่งผลต่อความต้องการของลูกค้าที่มีความเฉพาะเจาะจงมากขึ้น ทำให้ต้องหาเทคโนโลยีหรือวิธีการใหม่ๆเข้ามาช่วยแก้ปัญหาในการหยิบสินค้าในคลัง ซึ่งเป็นกิจกรรมที่ค่อนข้างใช้เวลานาน และทำให้เกิดเป็นต้นทุนค่าเสียเวลาภายในการดำเนินงาน มีวัตถุประสงค์ เพื่อหาวิธีที่ดีสุดในการใช้โปรแกรมเข้ามาช่วยตัดสินใจในการดำเนินงานเพื่อให้กระบวนการมีประสิทธิภาพ สามารถบอกถึงปัญหาและแก้ไขได้อย่างรวดเร็ว ในขณะเดียวกันก็ช่วยลดต้นทุนของคลังสินค้าจากกิจกรรมดังกล่าวได้ วิธีการศึกษาคือ การนำ computer simulation มาใช้แก้ไขด้วยระบบ digital ซึ่งเป็นระบบที่ใช้กันอย่างกว้างขวางในบริษัทมาใช้ การใช้โปรแกรม Technomartix plant simulation 13 (Experiment manager) มาช่วยอธิบายกระบวนการหยิบสินค้าโดยการฝึกพนักงาน เปรียบเทียบกับการใช้ Genetic algorithms ทำให้เห็นความชัดเจนในการแก้ไขปัญหามากขึ้น ผลที่ได้คือ สำหรับปัญหาที่มีการหยิบสินค้าออเดอร์ไม่มากนั้น เราสามารถแก้ไขได้โดยการเปลี่ยนลำดับ โดยไม่ทำซ้ำเป็นวิธี dynamic system และการใช้ Experiment manager จากโปรแกรม Technomartix plant simulation 13 หากเป็นปัญหาที่มีจำนวนมาก การต้องกำหนดเส้นทางการหยิบสินค้าที่สั้นที่สุดและยาวที่สุด เพราะฉะนั้น หนึ่งในเครื่องมือที่มีความเหมาะสมคือการใช้ Genetic algorithms แต่เนื่องจากการประยุกต์ระบบเข้ากับ software นั้นมีค่าใช้จ่ายที่สูง จึ่งทำให้บริษัทต้องพิจารณาถึงความเป็นไปได้ในการนำมาใช้งาน และต้นทุนที่จะเกิดขึ้นในอนาคต

2) Behnam Bahrami, El-Houssaine Aghezzaf and Veronique Limere (2017) ได้ทำการทดลองและวิเคราะห์ประสิทธิภาพของระบบการจัดวางสินค้าแบบ A low-level picker-to-parts ภายในคลังสินค้าที่มีกำหนดวิธีการหยิบสินค้าแบบ Order-Batching โดยมีการใช้ Seed Algorithms ในการสร้าง Order Batch ซึ่งมีกฎการสร้าง 2 กฎได้แก่ กฎ Seed order (SO) ซึ่งมีกฎแยกย่อยอีก 9 กฎ คือ RD, SNPL, SNPL, GNPL, SNPA, GNPA, SLAR, GLAR, SAWS และ GAWS อีกกฎได้แก่ Accompanying rules (AO) ซึ่งมีกฎแยกย่อยอีก 10 กฎ คือ RD, SNAPL, SNAPA, GNIPL, GNIPA, GPLSR, GPASR, GPLCR, GPACRและ GILAAR รวมถึงมีการทดลองและวิเคราะห์เกี่ยวกับการจัดเส้นทางในการหยิบสินค้า (Routing Policy) 2 วิธี ได้แก่ วิธี S-shape routing และวิธี Return method การจัดลำดับสินค้าในการเดินหยิบ(Sorting Method) 3 วิธีได้แก่ วิธี No sorting ,วิธี Random aisle และวิธีCompletely sorted และการกำหนดพื้นที่จัดเก็บสินค้า (Storage Assignment) 2 วิธีการได้แก่ วิธี Random และวิธี Class based ร่วมด้วย โดยใช้การจำลองสถานการณ์ (Simulation) ด้วยซอฟต์แวร์ Flexsim 7.5 ในการศึกษาทดลอง โดยจุดประสงค์ของการทดลองครั้งนี้คือ เพื่อช่วยในการจับภาพผลกระทบของความแตกต่างทั้ง 5 ปัจจัยที่กล่าวมาข้างต้นและกำหนดว่าปัจจัยเหล่านี้จะส่งผลอย่างไรต่อการดำเนินงานภายในคลังสินค้าในแง่ของระยะทางในการเดินรวมทุกเที่ยว (Total travelled distance), จำนวนครั้งในการชนกันของผู้ปฏิบัติงาน (Number Of Collisions) และ Order Lead Timeโดยผลที่ได้จากการทดลองจะนำมาวิเคราะห์ผ่านโปรแกรม ANOVAซึ่งมีข้อสรุปดังนี้ ปัจจัยด้านการใช้ Seed Algorithms ในการสร้าง Batch โดยใช้กฎ Seed order (SO) และกฎAccompanying rules (AO) สามารถสรุปได้ว่ากฎ smallest value based ได้แก่ SNPA และ SNAPA มีประสิทธิภาพมากที่สุด ซึ่งจะพบว่ากฎทั้งสองข้อนี้ (SNPA และ SNAPA) จะให้ความสำคัญกับความถี่ในการเดินผ่านทางเดินหยิบสินค้าแต่ละทางเป็นหลัก ปัจจัยทางด้านการจัดเส้นทางในการหยิบสินค้า(Routing Policy) สรุปผลได้ว่า วิธีการ S-

shape routing มีประสิทธิภาพดีกว่า Return method เพราะวิธีReturn routing ผู้หยิบจะชนกันเมื่อพวกเขา return กลับมาในทางเดินเดียวกันซึ่งทำให้เกิดความล่าช้าเพิ่มขึ้นในการหยิบสินค้า ปัจจัยทางด้านการจัดลำดับสินค้าในการเดินหยิบ (Sorting Method) สรุปผลได้ว่าวิธี Completely sorted มีประสิทธิภาพมากที่สุดจากทั้งสามวิธีเนื่องจากหากเลือกนโยบาย NO SORTING และ Random aisle มาเป็นวิธีในการ Sorting จะทำให้ Order Lead Time และการชนเพิ่มมากขึ้น และปัจจัยทางด้านการกำหนดพื้นที่จัดเก็บสินค้า (Storage Assignment) สรุปผลได้ว่าวิธี Random มีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี Class Based ในการดำเนินงานตาม Class Based เมื่อมีผู้ปฏิบัติงานมากขึ้นในพื้นที่เดียวกันจะมีจำนวนการชนกันเพิ่มมากขึ้นรวมถึง Order Lead Time ด้วย

3) Jean Philippe Gagliardi, Jacques Renaud and Angel Ruiz (2007) ศึกษาวิจัยเรื่องการใช้แบบจำลองเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงานคลังสินค้าในบริษัทผลิตขนมขบเคี้ยวที่ใหญ่ที่สุดในสหรัฐอเมริกา โดยมุ่งเน้นในด้านการดำเนินงานกลยุทธ์ที่ช่วยตัดสินใจในเรื่องของการจัดเก็บสินค้าในชั้นวาง การหยิบสินค้า การเติมเต็มสินค้า ซึ่งสินค้าที่ทำการศึกษาและเก็บข้อมูลนี้มีอัตราการเคลื่อนไหวในคลังสินค้าสูง โดยใช้แบบจำลองสถานการณ์แบบไม่ต่อเนื่อง (Discrete event simulation model) ในการจำลองสถานการณ์การหยิบสินค้าจากพาเลทเข้าสู่สายพานลำเลียง เพื่อหาปริมาณการเติมเต็มและพื้นที่จัดเก็บที่เหมาะสม แบบจำลองสถานการณ์ที่ใช้แบ่งออกเป็น 3 แบบ คือ แบบแรก SPO1 (start picking order 1) การเรียกหยิบออเดอร์ที่ 1 จะมีการตรวจสต็อคทั้งหมดในไลน์แรก แบบที่ 2 SPO2 (start picking order 2)จะเกิดขึ้นเมื่อ SPO1 ถูกเติมเต็มจนครบหมดแล้วและเริ่มทำการตรวจสต็อคในไลน์ใหม่ แบบที่ 3 หากมีการตรวจพบ Stock out ไม่ว่าจะใน SPO1 หรือ SPO2 ในระหว่างการตรวจสต็อคระบบจะทำการเลือกสินค้าบางส่วนไปเก็บเป็นสต็อดและดึงสินค้าในรายการถัดไปมาแทนในไลน์ ระหว่างการทดลองจะมีการจับเวลาและเก็บข้อมูลไปด้วยเป็นเวลา 8 สัปดาห์ ซึ่งมีกฎของการจำลอง 4 ได้แก่ กฎที่ 1 การแชร์ข้อมูลร่วมกันของแยกสินค้าทั้งสี่ตำแหน่ง กฎที่ 2 ความถี่ความต้องการสินค้าที่ได้รับความนิยม กฎที่ 3 ปริมาณความต้องการสินค้าในช่วงแปดสัปดาห์ กฎที่ 4 ปริมาณการหยิบสินค้าตามคำสั่งในแบบจำลอง ผลจากการวิเคราะห์พบว่า สินค้าจะถูกเติมเต็มเข้าชั้นเก็บเมื่อสิ้นสุดสัปดาห์ เวลาเฉลี่ยในการเติมเต็มสินค้าอยู่ที่ 2 นาที ซึ่งก็คือถ้ามีการเก็บสต็อคไว้ที่ 200 สต็อค จะมีเหลือมากกว่า 6.67 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ ซึ่งจากผลการทดลองไม่ได้แสดงให้เห็นถึงความชัดเจนระหว่างกลยุทธ์การจัดสรรพื้นที่ภายใต้การทดสอบ จึงมีการคำนวณช่วงความเชื่อมั่น 95% สำหรับผลลัพธ์ที่ได้สำหรับแต่ละกฎ ปรากฏว่า กฎ 2 มีประสิทธิภาพสูงกว่ากฎอื่น ๆ จากแบบจำลองสถานการณ์เหตุการณ์แบบไม่ต่อเนื่องของการดำเนินงานภายในที่คลังสินค้านี้ สามารถสรุปได้ว่าการแบ่งปันพื้นที่มีผลต่อประสิทธิภาพของระบบแต่ต้องมีการทดลองเพิ่มเติมตามการจำลองแบบความต้องการเพื่อลดความแปรปรวนของผลลัพธ์ นอกจากนี้จำเป็นต้องมีการวิจัยเพิ่มเติมเพื่อให้เข้าใจถึงพลวัตของระบบและโดยเฉพาะอย่างยิ่งการเชื่อมโยงระหว่างคำสั่ง การตัดสินใจเลือกและการเติมเต็ม

4) Shahab Derhami, Jeffrey S. Smith และ Kevin R. Gue (2016) ได้ทำการทดลอง Simulation เพื่อใช้ในการประเมินคลังสินค้าประเภท Block Stacking ในการดำเนินการด้านการใช้ประโยชน์ของพื้นที่ในการจัดเก็บและต้นทุนการขนส่งโดยอาศัยข้อมูลจากรถ AGV ที่ใช้ในการยกสินค้าในพาเลทจากสายการผลิตไปยังที่จัดเก็บและยกพาเลทจากที่จัดเก็บสินค้าไปยังบริเวณ Outbound dock การดำเนินการในคลังสินค้าจะถูกจำลองเป็น 2 ประเภท คือ Production Storage (พาเลทจะถูกยกโดยรถ AGV หรือโฟล์คลิฟต์และวางลงบนพื้นที่ Stack) และ Outbound

Load (เมื่อรถบรรทุกมาถึงบริเวณ Outbound รถ AGVจะถูกส่งไปรับความต้องการในการยกพาเลทจากพื้นที่ Stack และถูกส่งไปที่รถบรรทุก)

โดยการจำลองทั้ง 2 ประเภทประกอบจาก 4 ขั้นตอนคือ ขั้นแรกต้องจัดเตรียมข้อมูล (ทั้งที่เกี่ยวกับคลังสินค้า เช่น จำนวนของ bay หรือ lane และข้อมูลที่เกี่ยวกับ SKU) ขั้นตอนที่ 2 การคำนวณระยะทางที่เป็นเส้นตรงระหว่างตำแหน่งต่างๆในคลังสินค้าที่ยานพาหนะเดินทาง เช่น ระยะทางระหว่าง Storage lanes จนถึง Production line ขั้นตอนที่ 3 การจำลองหลักที่มีการจำลองสถานการย่อยทั้ง 9 สถานการณ์ คือ

สถานการณ์ที่ 1 Pallet-production (พาเลทของ SKU จะถูกผลิตและส่งไปยัง Production line เพื่อใส่ผลผลิตและรอการจัดเก็บ)

สถานการณ์ที่ 2 Pallet-pick-up (AGV มายัง Production line เพื่อยกพาเลทไปจัดเก็บ)

สถานการณ์ที่ 3 Storage-process (AGV หา lane ในการจัดเก็บจากนั้นวางและออกจาก lane)

สถานการณ์ที่ 4 Release-AGV (เมื่อไม่มีการเรียกใช้ AGV จะถูกส่งไปยังที่เก็บ)

สถานการณ์ที่ 5 Park-AGV (AGV รอเรียกใช้งาน)

สถานการณ์ที่ 5 Outbound-pick-up (มีความต้องการยกพาเลทจากที่จัดเก็บมายัง Outbound Dock)

สถานการณ์ที่ 7 Depletion-process (AGVที่รับมอบหมายยกพาเลทไปยัง Outbound Dock)

สถานการณ์ที่ 8 Truck-loading (AGV ยกพาเลทใส่รถจะมีสถานะพร้อมใช้งาน)

สถานการณ์ที่ 9 Warm-up (รีเซ็ตตัวแปรที่ไม่ใช่ตัวแปรควบคุมให้เป็นศูนย์)

เมื่อทำการจำลองเหตุการณ์ดังกล่าวแล้วจะเข้าสู่ขั้นตอนที่ 4 คือ การประเมิน Performent หลังจากจำลองเหตุการณ์ ผลที่ได้จากการประเมินผลจากการจำลองสถานการณ์พบว่าการใช้ปริมาณการจัดเก็บและค่าขนส่งที่เกี่ยวกับความลึกของ Laneโดยคลังสินค้าที่มี Lane ลึกกว่าจะมีการใช้ประโยชน์ของพื้นที่จัดเก็บได้ดีกว่าแต่คลังสินค้าที่มี Laneไม่ลึกจะมีต้นทุนค่าขนส่งถูกกว่า สามารถสรุปได้ว่าการใช้พื้นที่จัดเก็บและค่าใช้จ่ายในการขนส่งจะลดลงตามความลึกของ Bay บทความนี้เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัยที่มีขนาดใหญ่ซึ่งผู้เขียนกำลังดำเนินการในการออกแบบโครงร่าง Stacking

5) Nils Boysen, Stefan Fedtke and Felix Weidinger (2018) ศึกษาเรื่องการเพิ่มประสิทธิภาพการเรียงลำดับอัตโนมัติในคลังสินค้าเพื่อลดการแพร่กระจายของใบสั่งซื้อ เนื่องจากในคลังสินค้าขั้นตอนการรวบรวมใบสั่งซื้อเป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้เมื่อมีการรวบรวมใบสั่งตามนโยบายแบ่งเขตหรือแบทช์ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีจุดมุ่งหมายเพื่อลดการแพร่กระจายของใบสั่ง (เช่นจำนวนกลุ่มลำเลียงจากการสั่งซื้อครั้งแรกจนถึงครั้งสุดท้าย) จึงมีการศึกษาแบบจำลองในกระบวนการรวบรวมเพื่อยืนยันการจัดสรรเป้าหมายและศึกษาถึงผลกระทบของรูปแบบการจัดวางที่แตกต่างกัน ซึ่งมุ่งเน้นไปที่ขั้นตอนการรวบรวมใบสั่ง ซึ่งมีจุดมุ่งหมายเพื่อหลีกเลี่ยงความแออัดของตัวเรียงลำดับการลำดับปัญหาขั้นต่ำที่เกิดขึ้นจากการเรียงลำดับที่ศูนย์ปฏิบัติงานขนาดใหญ่แห่งหนึ่งของร้านค้าปลีกออนไลน์ที่ใหญ่ที่สุดของเยอรมนี (รองเท้าและเสื้อผ้า) ในยุคพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ (E-commerce) หลายๆ ซัพพลายเชนได้พยายามที่จะส่งมอบสินค้าให้ลูกค้าในวันถัดไป หรือแม้กระทั่งการส่งมอบในวันเดียวให้กับลูกค้าของตนเอง ซึ่งจะทำให้เกิดความกดดันเพิ่มขึ้นใน

กระบวนการจัดเก็บ ดั้งนั้นจะต้องมีการจัดเก็บและการเรียกคืนหน่วยเก็บสต๊อค (SKU) อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ ซึ่งจะดำเนินตามนโยบายสองนโยบายต่อไปนี้

- การแบ่งเขต (Zoning) นโยบายการแบ่งเขตคลังสินค้าจะแบ่งพาร์ติชันเป็นโซนที่แยกออกจากกัน ตัวจัดลำดับคำสั่งจะถูกกำหนดโซนและเลือกเฉพาะส่วนของคำสั่งซื้อที่จัดเก็บไว้ในเขตที่กำหนดเท่านั้น ซึ่งวิธีนี้จะทำให้การหยิบสินค้าจะถูกจัดให้เป็นแบบขนานและตัวจัดลำดับคำสั่งจะอยู่ในพื้นที่ขนาดเล็กของคลังสินค้าเท่านั้น
- การ Batching จะช่วยลดระยะเวลาการเดินทางที่ไม่เกิดประโยชน์ซึ่งทำได้ด้วยการรวบรวมคำสั่งซื้อหลายชุดเข้ากับชุดที่เรียกข้อมูลร่วมกันในรอบนั้นๆ หลังจากที่รถบรรทุกมาถึงแล้วผู้ค้าปลีกออนไลน์จะสแกนและแยกรายการที่ได้รับทั้งหมดและจัดเก็บข้อมูลเหล่านั้นแยกตามนโยบายจัดเก็บข้อมูล ของแต่ละชิ้นจะถูกกระจายทั่วทั้งชั้นวางของพื้นที่เก็บสินค้าซึ่งประกอบด้วยชั้นวางที่เรียงซ้อนอยู่ด้านบนของแต่ละชั้นในระบบชั้นลอย (Mezznine system) พื้นที่ใน Picking area จะมีการแบ่งตามโซนที่แตกต่างกัน ซึ่งปกติจะแบ่งตามแบบ business to customer (B2C) การแบ่งแบบนี้จะเน้นไปที่การให้บริการลูกค้าและเน้นหรือเอื้อให้กับธุรกิจค้าปลีกออนไลน์

จำนวนรายการคำสั่งจะมีขนาดเล็กเพื่อให้มีความสอดคล้องกับนโยบายการแบ่งเขตและแบทช์ เมื่อพนักงานได้รับใบรายการ (Pick list) จะมีการใช้ Handheld ในส่วนของพื้นที่ Picking area หลังจากนั้นเมื่อตะกร้า (Bin) ถูกบรรจุเสร็จสมบูรณ์จะถูกนำไปวางบนสายพานลำเลียงส่งไปยังพื้นที่จัดเก็บอัตโนมัติซึ่งมีจุดเชื่อมต่อหลายจุดทั่วพื้นที่เก็บของและนำไปสู่การจัดเก็บ / เรียกคืนระบบอัตโนมัติ (ASRS) เมื่อได้เข้าสู่ ASRS แล้ว กระบวนการรวมการสั่งซื้อจะเริ่มต้นขึ้น ตะกร้าจะถูกดึงมาจาก ASRS อย่างต่อเนื่องและวางบนสายพาน สายพานจะลำเลียงส่งถังไปยังสถานี Induction station ซึ่งคนงานจะแยกชิ้นส่วนของ Item (Separation of items) จากเครื่องคัดแยกสายพานและจะถูกสแกนบาร์โค้ดเพื่อระบุแต่ละรายการ (Item identification) เมื่อ Item เคลื่อนไปตามสายพานไปยัง Crossbelt sorter ทันทีที่การรวบรวมรายการทั้งหมดเป็นไปตามใบสั่งของลูกค้า จะมีสัญญาณไฟสีเขียวให้เอาของลงกล่องได้ ซึ่งพนักงานในส่วนบรรจุ (Packing area) จะเป็นคนแพ็คและเอาลงกล่อง จากนั้นก็จะเคลื่อนไปยังพื้นที่จัดส่ง (Shiping area) ซึ่งจากการศึกษาและดูกระบวนการทำงานนี้ทำให้เห็นว่าร้านค้าปลีกนี้ประสบปัญหาที่เกิดขึ้นโดยเฉพาะในช่วงพีค (Peak Hours) ซึ่งพนักงานจำนวนมากต้องใช้สถานีบรรจุ

การกำหนดรูปแบบและขั้นตอนการ ในส่วนนี้จะแสดงอัลกอริทึมสำหรับการแก้ปัญหา MOSSP ขั้นแรกจะแนะนำโปรแกรมจำนวนเต็มแบบผสม (MIP: Mixed-integer program) ซึ่งสามารถป้อนเข้าสู่ตัวแก้ปัญหาแบบปิดได้ด้วยตัวแก้มาตรฐาน ซึ่งประกอบด้วยฟังก์ชันวัตถุประสงค์ เงื่อนไข และตัวแปร จากนั้นจะมีการนำเสนอขั้นตอนกฎตามลำดับความสำคัญ (Priority rule-based procedure) ที่ง่ายซึ่งช่วยให้เราสามารถหาทางออกได้อย่างรวดเร็ว ส่วนนี้เราจะนำขั้นตอนการตั้งกฎขึ้นพื้นฐานที่มีความสำคัญอย่างง่าย CMOF (close many, open few) ซึ่งจะกำหนดลำดับตะกร้าตามลำดับเพื่อช่วยในการเรียงลำดับตำแหน่งโดยใช้กฎการเลือก หลังจากนั้นจะมีการเขียนโปรแกรมแบบไดนามิก ภาพการศึกษาการจำลองสถานการณ์

ในส่วนนี้เราจะอธิบายถึงการตั้งค่าของการศึกษาแบบจำลองของเราซึ่งจะเลียนแบบกระบวนการรวมภายในคลังสินค้าเพื่อประเมินผลการปฏิบัติงานที่แท้จริงของผลการดำเนินงานที่เกิดขึ้นจากลำดับตะกร้าต่างๆที่ออกจาก ASRS ต้นแบบของการจำลอง คลังสินค้าของผู้ค้าปลีก

ออนไลน์ องค์ประกอบหลักของการจำลองที่จะกำหนดคือรูปแบบของสายพานลำเลียงรวม, การเคลื่อนไหวตามลำเลียงและการเคลื่อนไหวของผู้บรรจุ รูปแบบลำเลียง (Conveyor layout) จะเริ่มจากสถานี Induction station มีสายพานลำเลียงเชิงเส้น(Liner sorting conveyer) ซึ่งเคลื่อนที่ไปตามสถานีบรรจุและสิ้นสุดในสถานีที่เหลือ (Leftover station) ผู้ค้าปลีกออนไลน์ใช้สายพานลำเลียงเชิงเส้น สายพานลำเลียงประกอบด้วยส่วนของเส้นที่เท่ากันทุกขนาดมีขนาด 80 เซนติเมตรและบรรจุชิ้นเดียวเริ่มต้นในส่วนของเส้นที่สามจำนวนที่กำหนดของสถานีบรรจุอยู่ในตำแหน่งที่สองทุกส่วนที่สองทางด้านข้างของลำเลียง การเคลื่อนย้ายรายการ (Item movement) การจำลองได้รับลำดับการจัดเรียงเป็นอินพุต จำลองขั้นตอนการเหนี่ยวนำด้วยการดึงลำดับรายการแบบสุ่มจากแต่ละช่อง การเคลื่อนไหวของคนงาน (Worker movement) ในตอนแรกพนักงานทุกคนจะถูกวางไว้ที่สถานีที่เหลือ Leftover station และทำเครื่องหมายว่า “ใช้ได้” (Available) เมื่อใบสั่งซื้ออยู่ในสถานะ “พร้อมที่จะบรรจุ” (Ready to be pack) ผู้ปฏิบัติงานที่ใกล้เคียงที่สุดจะได้รับมอบหมายให้จัดส่งให้กับสถานีบรรจุภัณฑ์นั้น ๆ หรืออีกวิธีหนึ่งคือผู้ปฏิบัติงานสามารถกลับมาได้ทันทีหลังจากที่ได้บรรจุคำสั่งซื้ออื่นๆ และสั่งให้รอการสั่งซื้อที่ใกล้ที่สุด สำหรับการเคลื่อนย้ายผู้ปฏิบัติงานไปยังสถานีบรรจุที่ได้รับมอบหมายมีการสุ่มดึง (มีการกระจายสม่ำเสมอ) สรุปผลการวิจัย บทความนี้พิจารณาลำดับปัญหาการเรียงลำดับขั้นต่ำ สำหรับการเก็บรวบรวมคำสั่งซื้อที่เก็บรวบรวมภายใต้นโยบายการเลือก Batching และ Zoning Picking และจัดเก็บไว้ใน ASRS อย่างอัตโนมัติจะมีการพิจารณาลำดับการปล่อยตะกร้าในพื้นที่รวม ในรายการพื้นที่รวมจะถูกจัดเรียงโดยอัตโนมัติ ตามคำสั่งซื้อของลูกค้า จากผลการจำลองสถานการณ์ ลำดับการจัดเรียงที่เพิ่มประสิทธิภาพโดยเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 16.08 ถึง 24.24% น้อยกว่าการทำงานของสถานีระหว่าง 33.22 และ 59.04% ของคำสั่งซื้อที่เสร็จสมบูรณ์และระหว่างเวลาในการบรรจุที่มีประสิทธิผลมากขึ้น 10.18 และ 23.89% ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ การแพร่กระจายของคำสั่งซื้อนั้นเป็นไปอย่างเหมาะสม

จากการศึกษางานวิจัย ทั้ง 5 วิจัยข้างต้นสามารถอธิบายได้ว่างานวิจัยส่วนใหญ่ที่มีการนำ Simulationเข้ามาช่วยนั้นมีสาเหตุแบ่งเป็น 3 ด้าน คือ ด้านการเพิ่มประสิทธิภาพซึ่งมีการวิจัยที่ใช้ Simulation ในด้านนี้ คือ งานวิจัยของ Monika Buckova et al. (2017) และงานวิจัยของ Jean Philippe Gagliardi et al. (2007) ด้านที่สองคือการนำ simulation เข้ามาช่วยแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นภายในคลังสินค้าซึ่งงานวิจัยที่ใช้ในด้านนี้ได้แก่งานวิจัยของ Behnam Bahrami et al. (2017) และงานวิจัยของ Nils Boysen et al. (2018) และในด้านสุดท้ายจะเป็นการนำ simulation เข้ามาช่วยประเมินการทำงานภายในคลังสินค้าซึ่งได้แก่งานวิจัยของ Shahab Derhami et al. (2016) และสามารถแบ่งงานวิจัยได้เป็น 3 ประเภท ได้แก่ ข้อมูลประเภท Dynamic ได้แก่งานวิจัยของ Monika Buckovaet al. (2017) ข้อมูลประเภท Stochastic ได้แก่งานวิจัยของ Behnam Bahrami et al. (2017) งานวิจัยของ Jean Philippe Gagliardi et al. (2007) และงานวิจัยของ Nils Boysen et al. (2018) ประเภทสุดท้ายจะเป็นข้อมูลประเภท Deterministic ซึ่งได้แก่งานวิจัยของ Shahab Derhami et al. (2016) งานวิจัยที่มุ่งเน้นการนำ Simulation เข้ามาช่วยในกระบวนการหยิบสินค้า (Picking) สินค้าภายในคลังซึ่งได้แก่งานวิจัยของ Monika Buckova et al. (2017) ซึ่งคล้ายกันกับงานวิจัยของ Behnam Bahrami et al. (2017) งานวิจัยของ Jean Philippe Gagliardi et al. (2007) และงานวิจัยของ Nils Boysen et al. (2018) แต่ก็มีงานวิจัยของ Shahab Derhami et al. (2016) ที่มีการนำเอา simulation มาใช้ในกระบวนการจัดเก็บสินค้า (Storage) ในด้านของวิธีการใช้ Simulation ในงานวิจัยจะเป็นในส่วนของการจำลองเหตุการณ์หรือระบบต่างๆเพื่อให้

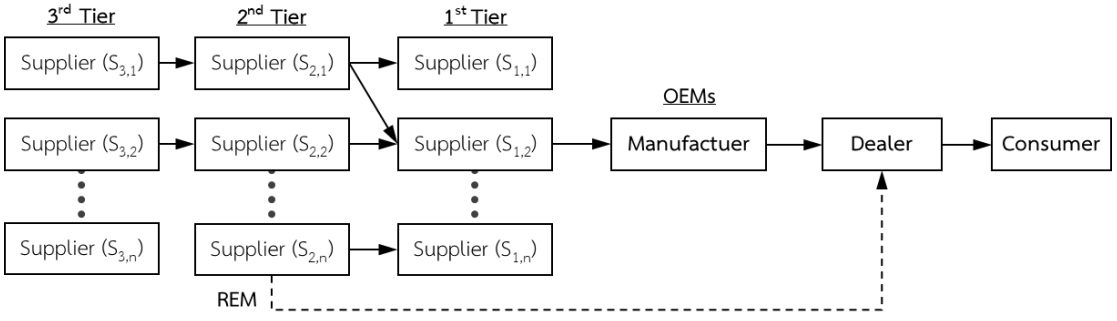
สามารถเห็นถึงปัญหาหรือใช้แสดงผลการแก้ไขปัญหาต่างๆให้เห็นภาพชัดเจนเป็นส่วนใหญ่ซึ่งได้แก่ งานวิจัยของ Behnam Bahrami et al. (2017) งานวิจัยของ Jean Philippe Gagliardi et al. (2007) งานวิจัยของ Shahab Derhami et al. (2016) และงานวิจัยของ Nils Boysen et al. (2018) ซึ่งจะแตกต่างกับงานวิจัยของ Monika Buckova et al. (2017) ซึ่งงานวิจัยของเขาจะแสดงผลที่ได้จากการ Simulation ออกมาในรูปแบบของกราฟเพื่อใช้ในการตัดสินใจเลือกวิธีที่ดีที่สุด ในส่วนของประเภทของคลังสินค้าที่มีการนำ Simulation เข้ามาใช้งานนั้นมีเพียง 2 งานวิจัยที่นำ Simolation มาใช้งานในคลังสินค้าประเภทเดียวกันนั้นคือคลังสินค้าที่มีการจัดเก็บสินค้าแบบ Wide aisle warehouse ได้แก่งานวิจัยของ Monika Buckova et al. (2017) และงานวิจัยของ Behnam Bahrami et al. (2017)

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงานวิจัย

การศึกษาการจัดการบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนของโลจิสติกส์ชิ้นส่วนยานยนต์ มีเป้าหมายเพื่อศึกษา โครงสร้างการจัดการบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนของโลจิสติกส์ชิ้นส่วนยานยนต์ และการพัฒนาการบริหารการจัดการบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนของโลจิสติกส์ชิ้นส่วนยานยนต์ งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยจากเอกสาร (Documentary research) โดยสืบค้นจากวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องจากงานวิจัยที่ถูกศึกษาก่อนหน้า ตำรา บทความวิจัย และบทความวิชาการต่าง ๆ รวมถึงข้อมูลที่เผยแพร่ทางสื่ออิเล็กทรอนิกส์ของสถานประกอบ ได้แก่ บริษัทประกอบยานยนต์ บริษัทผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ และบริษัทผลิตบรรจุภัณฑ์ และขอข้อมูลจากบริษัทผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ที่อนุญาตให้สามารถนำออกมาได้ จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มารวบรวมเพื่อวิเคราะห์กรอบการทำงานในการจัดการบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนของโลจิสติกส์ชิ้นส่วนยานยนต์ มีขั้นตอนการศึกษาดังนี้

โซ่อุปทานอุตสาหกรรมยานยนต์

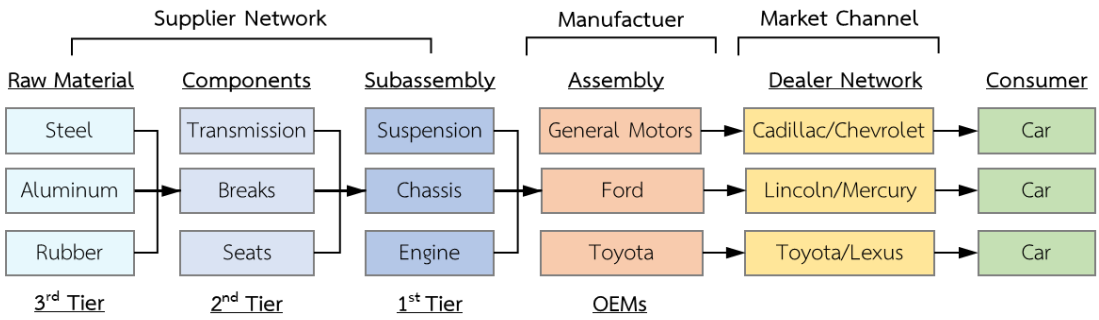
อุตสาหกรรมยานยนต์เรียกได้ว่าเป็นอุตสาหกรรมที่มีการจัดการห่วงโซ่อุปทานที่ใหญ่ที่สุดในโลก ในประเทศไทยอุตสาหกรรมยานยนต์นับเป็นอุตสาหกรรมที่มีความสำคัญในการสร้างรายได้การส่งออก (ภัทร บุญโท, 2560) โครงสร้างของอุตสาหกรรมยานยนต์ไทยประกอบด้วย ผู้ประกอบรถยนต์ (Original Equipment Manufacturer; OEM) ผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ และผู้ผลิตอะไหล่ (Replacement Equipment Manufacturer; REM) ในโซ่อุปทานอุตสาหกรรมยานยนต์จะมีผู้ประกอบรถยนต์หรือ OEMs เป็นศูนย์กลางของการเชื่อมโยงความสัมพันธ์กับผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์แบบลำดับขั้น (Tier) ผู้ที่เกี่ยวข้องหลักในโซ่อุปทานอุตสาหกรรมยานยนต์จะประกอบด้วย 4 กลุ่ม ได้แก่ ผู้ประกอบรถยนต์ ผู้ผลิตชิ้นส่วนลำดับที่ 1 (1^{st} Tier) ผู้ผลิตชิ้นส่วนลำดับที่ 2 (2^{nd} Tier) และผู้ผลิตชิ้นส่วนลำดับที่ 3 (3^{rd} Tier) และสามารถอธิบายโครงสร้างของโซ่อุปทานอุตสาหกรรมยานยนต์ ดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 โซ่อุปทานอุตสาหกรรมยานยนต์

จากภาพที่ 3.1 โซ่อุปทานอุตสาหกรรมยานยนต์ของตลาด OEM จะเริ่มจากการที่ลูกค้าหรือผู้บริโภค (Consumer) จองรถยนต์ผ่านทางตัวแทนจำหน่าย (Dealer) จากนั้นตัวแทนจำหน่ายจะสั่งผลิตไปยังผู้ประกอบรถยนต์ (Manufacturer) และผู้ประกอบรถยนต์จะทำการสั่งซื้อชิ้นส่วนยานยนต์ระบบย่อยจากผู้ผลิตชิ้นส่วน 1st Tier ที่จะเป็นผู้ผลิตหรือผู้จัดหาชิ้นส่วนยานยนต์ระบบย่อย เช่น ระบบกันสะเทือน (Suspension system) ระบบรองรับ (Chassis system) เครื่องยนต์ (Engine) เป็นต้น ให้กับผู้ประกอบรถยนต์ โดยผู้ผลิตชิ้นส่วน 1st Tier จะต้องสามารถดำเนินการผลิต และควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ให้ได้ตามมาตรฐานที่ผู้ประกอบรถยนต์กำหนด รวมทั้งต้องมีความสามารถในการรับรองคุณภาพชิ้นส่วนในกรณีที่พบความบกพร่อง ผู้ประกอบรถยนต์อาจจะมีผู้ผลิตชิ้นส่วน 1st Tier ได้มากกว่าหนึ่งบริษัท ตั้งแต่ผู้ผลิตชิ้นส่วน 1st Tier บริษัทที่ 1 ($S_{1,1}$) จนถึงบริษัทที่ n ($S_{1,n}$) ผู้ผลิตชิ้นส่วน 1st Tier จะรับชิ้นส่วนประกอบ (Components) เช่น เกียร์ เบรค เบาะ เป็นต้น จากผู้ผลิตชิ้นส่วน 2nd Tier ที่ไม่ได้เป็นผู้ที่จัดส่งชิ้นส่วนไปยังผู้ประกอบรถยนต์โดยตรง แต่จะส่งไปประกอบเป็นระบบย่อยของผู้ผลิตชิ้นส่วน 1st Tier และผู้ผลิตชิ้นส่วน 2nd Tier สามารถมีได้หลายบริษัทตั้งแต่ผู้ผลิตชิ้นส่วน 2nd Tier บริษัทที่ 1 ($S_{2,1}$) จนถึงบริษัทที่ n ($S_{2,n}$) และผู้ผลิตชิ้นส่วน 2nd Tier จะสั่งวัตถุดิบ (Raw Material) เช่น เหล็กแผ่น ยาง เป็นต้น จากผู้ผลิตชิ้นส่วน 3rd Tier ได้ตั้งแต่ผู้ผลิตชิ้นส่วน 3rd Tier บริษัทที่ 1 ($S_{3,1}$) จนถึงบริษัทที่ n ($S_{3,n}$) การควบคุมการผลิตและคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในผู้ผลิตชิ้นส่วน 2nd Tier และ 3rd Tier จะถูกดูแลและควบคุมโดยผู้ผลิตชิ้นส่วน 1st Tier เพื่อให้สามารถดำเนินการผลิตได้ตามมาตรฐานที่ผู้ประกอบรถยนต์กำหนด ตัวอย่างเช่น ถ้าผู้ประกอบรถยนต์ขายรถยนต์ในสหภาพยุโรป ที่มีข้อกำหนดเกี่ยวกับการห้ามใช้สารที่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อมเมื่อยานยนต์หมดอายุการใช้งาน หรือ Directive on End of Live Vehicles (ELV) จึงต้องมีการควบคุมชิ้นส่วนที่อาจจะมีสารประกอบที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม หรือ Substance of (Environmental) Concern (SoC) ดังนั้นผู้ผลิตชิ้นส่วน 1st Tier ที่รับชิ้นส่วนยานยนต์จากผู้ผลิตชิ้นส่วน 2nd Tier และ 3rd Tier จึงต้องควบคุม SoC ตั้งแต่ผู้ผลิตชิ้นส่วนที่เป็นต้นน้ำ (Upstream) ด้วยเช่นกัน

นอกจากนี้ผู้ผลิตชิ้นส่วน 2nd Tier ยังเป็นผู้ผลิตชิ้นส่วนทดแทน หรืออะไหล่ให้กับตลาด REM โดยจะส่งตรงให้กับตัวแทนจำหน่าย หรือลูกค้าโดยตรงเพื่อนำไปเป็นอะไหล่ ตัวอย่างโซ่อุปทานอุตสาหกรรมยานยนต์ของตลาด OEMs แสดงดังภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 ตัวอย่างโซ่อุปทานอุตสาหกรรมยานยนต์ของตลาด OEMs
(ที่มา: https://supplychainway.com)

ปัจจุบันประเทศไทยมีผู้ประกอบรถยนต์จำนวน 18 ราย โดยแบ่งเป็นผู้ผลิตรถยนต์ขนาดเล็ก (Light vehicle) 14 ราย ในที่นี้รถยนต์ขนาดเล็กประกอบด้วยรถยนต์ทั้งที่เป็นรถยนต์นั่งส่วนบุคคล และรถบรรทุกส่วนบุคคล และผู้ผลิตรถยนต์ขนาดใหญ่ (Heavy duty vehicle) 4 ราย ข้อมูลจากสมาคมอุตสาหกรรมยานยนต์ไทย ดังตารางที่ 3-1

ตารางที่ 3.1 ผู้ประกอบรถยนต์ในประเทศไทย (ที่มา: สมาคมอุตสาหกรรมยานยนต์ไทย)

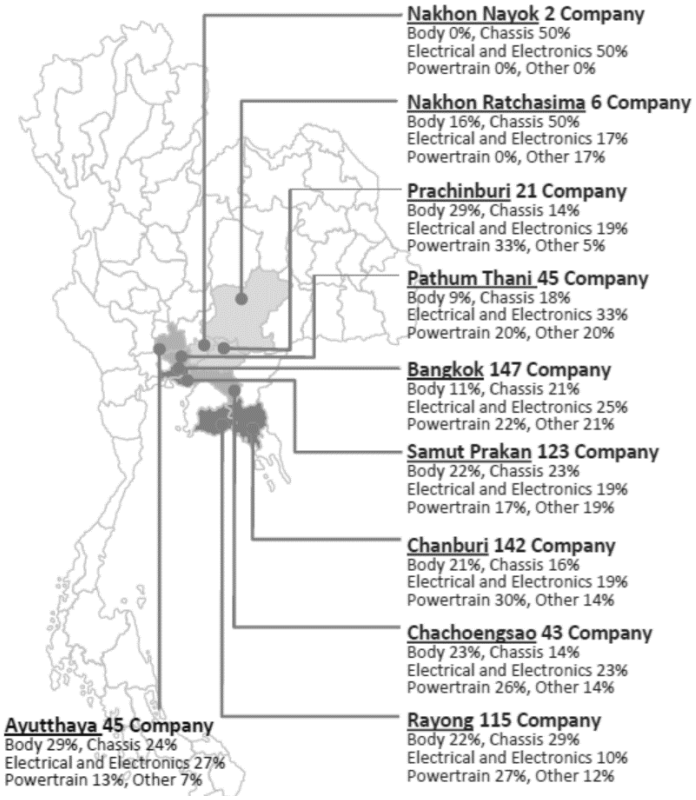
ลำดับที่	ผู้ประกอบการ	ประเภทผู้ผลิตรถยนต์	ตราสินค้า
1	บริษัท นิสสัน มอเตอร์ (ประเทศไทย) จำกัด	ขนาดเล็ก	Nission
2	บริษัท โตโยต้า มอเตอร์ ประเทศไทย จำกัด	ขนาดเล็ก	Toyota
3	บริษัท ไทย-สวีดิช แอสเซมบลีย์ จำกัด	ขนาดใหญ่	Volvo
4	บริษัท ธนบุรีประกอบรถยนต์ จำกัด	ขนาดเล็ก	Mercedes Benz
5	บริษัท มิตซูบิชิ มอเตอร์ส (ประเทศไทย) จำกัด	ขนาดเล็ก	Mitsubishi
6	บริษัท โตโยต้า ออโต้ เวิคส จำกัด	ขนาดเล็ก	Toyota
7	บริษัท เจนเนอรัล มอเตอร์ส (ประเทศไทย) จำกัด	ขนาดเล็ก	Chevrolet
8	บริษัท ฮอนด้า ออโตโมบิล (ประเทศไทย) จำกัด	ขนาดเล็ก	Honda
9	บริษัท เดมเลอร์ คอมเมอร์เชียล วีฮีเคิลส์ (ประเทศไทย) จำกัด	ขนาดใหญ่	FUSO
10	บริษัท ฟอร์ด มอเตอร์ คัมปะนี (ประเทศไทย) จำกัด	ขนาดเล็ก	Ford
11	บริษัท เอสเอไอซี มอเตอร์ - ซีพี จำกัด	ขนาดเล็ก	MG
12	บริษัท บีเอ็มดับเบิลยู แมนูแฟคเจอริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด	ขนาดเล็ก	BMW
13	บริษัท เมอร์เซเดส-เบนซ์ แมนูแฟคเจอริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด	ขนาดเล็ก	Mercedes Benz
14	บริษัท อีซูซุมอเตอร์ (ประเทศไทย) จำกัด	ขนาดเล็ก	Isuzu
15	บริษัท ซูซูกิ มอเตอร์ (ประเทศไทย) จำกัด	ขนาดเล็ก	Susuki
16	บริษัท ออโต้อัลลายแอนซ์ (ประเทศไทย) จำกัด	ขนาดเล็ก	Ford/Mazda
17	บริษัท ฮีโน่มอเตอร์สแมนูแฟคเจอริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด	ขนาดใหญ่	Hino
18	บริษัท วอลโว่ กรุ๊ป (ประเทศไทย) จำกัด	ขนาดใหญ่	Volvo

ทำเลที่ตั้งของโรงงานประกอบรถยนต์จะตั้งอยู่ใกล้กับบริเวณท่าเรือเพื่อการส่งออก โดยผู้ประกอบรถยนต์ประเทศไทย มีการตั้งโรงงานอยู่ในเขตพื้นที่ 7 จังหวัด ได้แก่ สมุทรปราการ ปราจีนบุรี อยุธยา ปทุมธานี ฉะเชิงเทรา ชลบุรี และระยอง ในอุตสาหกรรมยานยนต์ส่วนใหญ่ดำเนินการผลิตด้วยการประยุกต์ระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดี (Just-in-Time: JIT) ควบคู่กับการใช้ระบบ Milk run ในการจัดการขนส่งชิ้นส่วนที่จะเข้าสู่กระบวนการผลิต เป็นการลดความสูญเปล่าที่เกินขึ้นในกระบวนการ ในเรื่องของการรอคอย การจัดเก็บชิ้นส่วน ส่งผลให้สามารถทำงานได้เร็วขึ้น

และลดพื้นที่ในการจัดวางชิ้นส่วน ดังนั้นเพื่อตอบสนองการดำเนินงานของผู้ประกอบรถยนต์จึงทำให้ผู้ผลิตชิ้นส่วนต่างๆ ที่อยู่ในโซ่อุปทาน ควรอยู่ในทำเลที่ตั้งบริเวณละแวกเดียวกันกับผู้ประกอบรถยนต์

อุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์

อุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์เป็นอุตสาหกรรมต่อเนื่องกับอุตสาหกรรมยานยนต์ ที่เป็นส่วนหนึ่งในโซ่อุปทานอุตสาหกรรมยานยนต์ที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากการประกอบรถยนต์หนึ่งคันจะต้องประกอบไปด้วยชิ้นส่วนต่าง ๆ เป็นจำนวนมาก ทำให้ผู้ประกอบรถยนต์ไม่สามารถผลิตชิ้นส่วนเองได้ทั้งหมด และจากสภาวะการเติบโตของตลาดอุตสาหกรรมยานยนต์ ผู้ประกอบรถยนต์มีการขยายตลาดไปทั่วโลก เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน และส่วนแบ่งทางการตลาด หลายบริษัทจึงออกแบบผลิตภัณฑ์บนฐาน (Platforms) เดียวกัน และใช้โมดูล (Module) ที่แทนกันได้ ทำให้สามารถผลิตรถยนต์ได้รวดเร็ว และมีต้นทุนการผลิตต่ำลง ดำเนินการกลยุทธ์เป็นเครือข่ายทั่วโลก มีการถ่ายโอนกิจการและการผลิตไปสู่ Suppliers ของตนมากขึ้นทำให้ส่งผลต่อระดับของปริมาณการผลิต (Production Scale) ที่สูงขึ้นตามมา ซึ่งในปัจจุบันอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ของไทยมีจำนวนผู้ผลิตมากกว่า 1,800 ราย (ที่มา: สถาบันยานยนต์) ทำเลที่ตั้งของผู้ผลิตชิ้นส่วนในประเทศไทยมีการกระจายตัวครอบคลุมตามจังหวัดที่มีฐานการผลิตของบริษัทผู้ประกอบรถยนต์ทั้ง 7 จังหวัด ได้แก่ สมุทรปราการ ปราจีนบุรี อยุธยา ปทุมธานี ฉะเชิงเทรา ชลบุรี และระยอง และยังมีในเขตพื้นที่อื่นๆ ได้แก่ กรุงเทพมหานคร นครนายก นครราชสีมา ดังภาพที่ 3.3

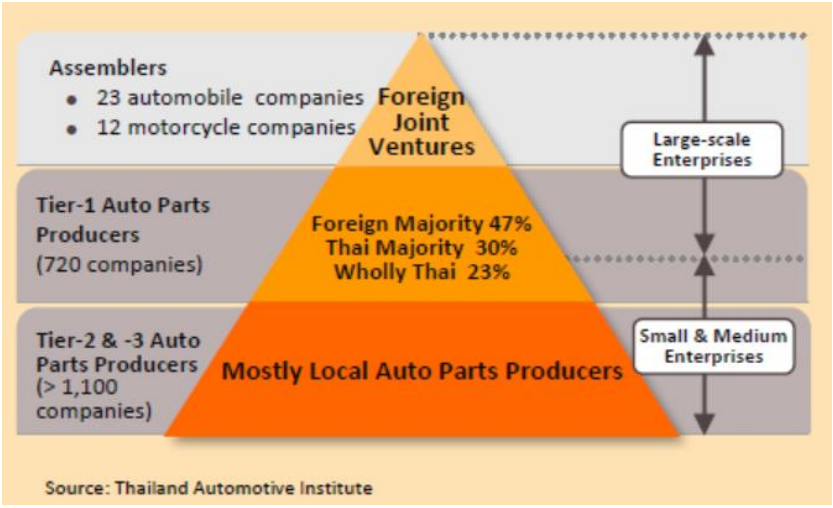


ภาพที่ 3.3 ทำเลที่ตั้งของผู้ผลิตชิ้นส่วนในประเทศไทย
(ที่มา: บทความวิจัยแนวโน้มธุรกิจและอุตสาหกรรม ปี 2562-64 ของธนาคารกรุงศรี)

<u>โครงสร้างอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์</u>

การวิเคราะห์แนวโน้มธุรกิจและอุตสาหกรรม ปี 2562 - 2564 ของธนาคารกรุงศรี ที่ได้นำข้อมูลจากสถาบันยานยนต์ มาสรุปแนวโน้มอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ แบ่งตามกลุ่มอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ตามระดับขั้นของผู้ผลิตชิ้นส่วน ที่นำเสนอโดย วรรณา ยงพิศาลภพ (2562) มีดังนี้

- ผู้ผลิตชิ้นส่วน 1st Tier เป็นผู้ผลิตชิ้นส่วนคุณภาพสูงตามมาตรฐานที่กำหนดโดยบริษัทผู้ประกอบรถยนต์ ปัจจุบันมีจำนวนผู้ประกอบการ 720 ราย เป็นบริษัทต่างชาติร้อยละ 47 บริษัทร่วมทุน ร้อยละ 30 และบริษัทคนไทยร้อยละ 23 ส่วนใหญ่เป็นผู้ผลิตชิ้นส่วนรถยนต์คิดเป็นร้อยละ 54 จากจำนวนผู้ผลิตชิ้นส่วน 1st Tier ทั้งหมด ผู้ผลิตชิ้นส่วนรถจักรยานยนต์ร้อยละ 28 และผู้ผลิตทั้งชิ้นส่วนรถยนต์และจักรยานยนต์ร้อยละ 18
- ผู้ผลิตชิ้นส่วน 2nd Tier และ 3rd Tier ส่วนใหญ่เป็น SMEs ที่มีการลงทุนวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตต่ำกว่าผู้ผลิตชิ้นส่วน 1st Tier จึงเสียเปรียบในการแข่งขัน ปัจจุบันมีผู้ประกอบการมากกว่า 1,100 ราย ผลิตชิ้นส่วน 2 ประเภทหลัก คือ 1) อะไหล่แท้ คือ ชิ้นส่วนที่บริษัทผู้ประกอบรถยนต์ว่าจ้างให้ทำการผลิตตามมาตรฐานที่กำหนด และ 2) อะไหล่เทียม คือ ชิ้นส่วนที่ผลิตขึ้นโดยไม่มีการควบคุมมาตรฐานบริษัทผู้ประกอบรถยนต์



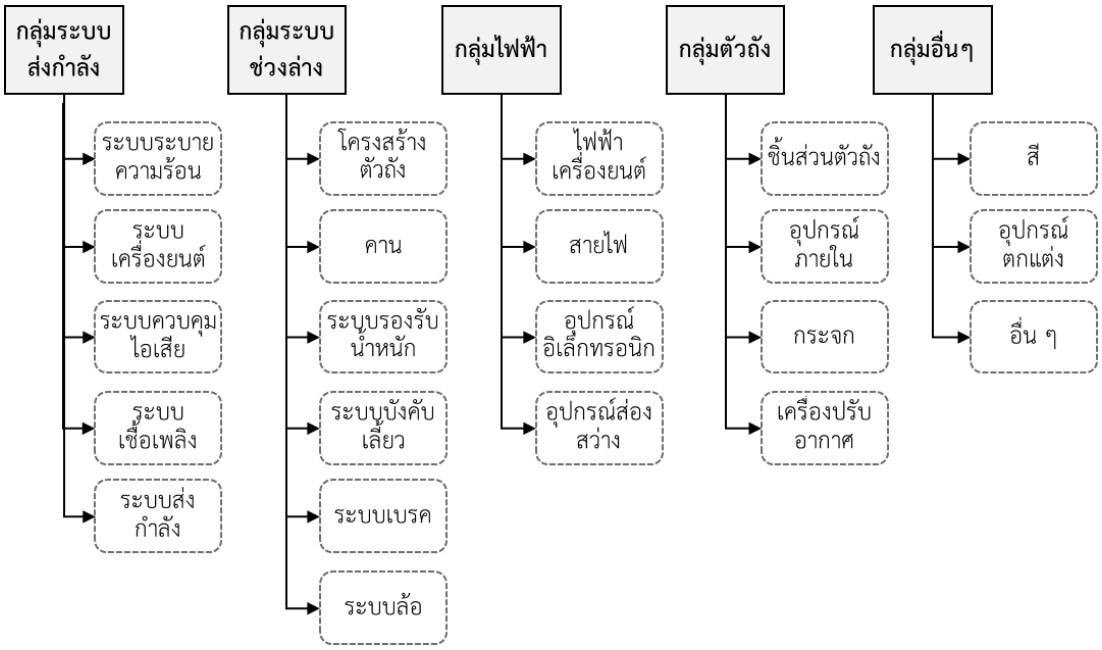
ภาพที่ 3.4 โครงสร้างอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์
(ที่มา: บทความวิจัยแนวโน้มธุรกิจและอุตสาหกรรม ปี 2562-64 ของธนาคารกรุงศรี)

<u>ประเภทกลุ่มอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์</u>

สถาบันยานยนต์จัดกลุ่มประเภทของอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ในประเทศไทยตามลักษณะการประกอบรถยนต์ 5 กลุ่ม ดังนี้

1. กลุ่มระบบส่งกำลัง (Powertrain)
2. กลุ่มระบบช่วงล่าง (Suspension)
3. กลุ่มไฟฟ้า (Electrical and Electronic)
4. กลุ่มตัวถัง (Body)
5. กลุ่มอื่นๆ (Other)

โดยในแต่ละกลุ่มประเภทชิ้นส่วนที่แบ่งตามลักษณะการประกอบรถยนต์ทั้ง 5 กลุ่มนั้น มีรายละเอียดของแต่ละกลุ่มดังแผนภาพข้างล่าง



ภาพที่ 3.5 ประเภทชิ้นส่วนที่แบ่งตามลักษณะการประกอบรถยนต์
(ที่มา: https://www.kasikornbank.com)

บรรจุภัณฑ์กับโลจิสติกส์ชิ้นส่วนยานยนต์

อุตสาหกรรมยานยนต์กิจกรรมโลจิสติกส์เป็นส่วนสำคัญที่จะทำให้ธุรกิจสามารถดำเนินการได้อย่างราบรื่น จะเห็นได้ว่าในโซ่อุปทานอุตสาหกรรมยานยนต์โลจิสติกส์ชิ้นส่วนยานยนต์เข้ามามีบทบาทตั้งแต่ผู้ผลิตชิ้นส่วนจนถึงผู้ประกอบรถยนต์ในส่วนของตลาด OEM ที่เป็นการส่งชิ้นส่วนเพื่อประกอบเป็นรถยนต์ รวมถึงในตลาด REM ที่ผู้ผลิตชิ้นส่วน 1st Tier และ 2nd Tier จะเข้ามามีความสัมพันธ์กับตัวแทนจำหน่ายหรือ ผู้ส่งออกรถยนต์ในฐานนะของผู้ผลิตชิ้นส่วนทดแทน หรืออะไหล่ ดังนั้นจึงอาจแบ่งโลจิสติกส์ชิ้นส่วนยานยนต์ออกได้ 3 ส่วน

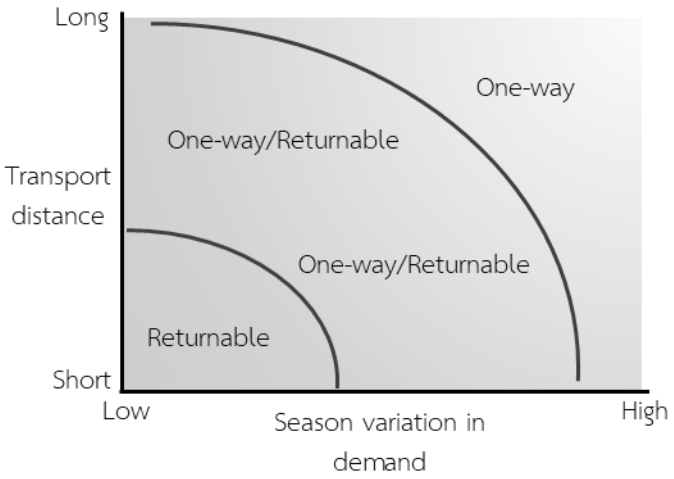
1. ส่วนแรก คือ การส่งออกชิ้นส่วนไปยังต่างประเทศในรูปของชิ้นส่วนครบชุดสมบูรณ์ (Complete Knock-Down: CKD) เพื่อนำไปประกอบเป็นยานยนต์สำเร็จรูป (Complete Built-Up: CBU) หรือนำไปเป็นอะไหล่

2. ส่วนที่สอง คือ การส่งชิ้นส่วนให้กับโรงงานประกอบรถยนต์ภายในประเทศ

3. ส่วนที่สาม คือ การส่งอะไหล่ไปยังตัวแทนจำหน่ายในประเทศ เพื่อใช้ในการซ่อมบำรุง

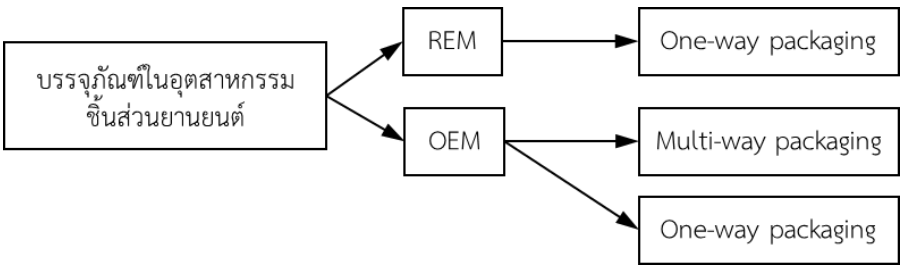
บรรจุภัณฑ์เข้ามามีบทบาทสำคัญมากขึ้นเมื่อมีการขนส่งเกิดขึ้น เนื่องจากหน้าที่สำคัญของบรรจุภัณฑ์ คือการรักษาและคงสภาพของสินค้าให้อยู่ในสภาพเดิมจากผู้ขายจนกระทั่งถึงผู้ซื้อ ระบบบรรจุภัณฑ์โลจิสติกส์ในอุตสาหรรมชิ้นส่วนยานยนต์ สามารถแบ่งได้ 2 ประเภท คือ บรรจุภัณฑ์ใช้ครั้งเดียว (one-way packaging) และบรรจุภัณฑ์หมุนเวียน (multi-way packaging) ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเลือกระบบบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสม ในกรณีที่มีระยะทางไกล และความต้องการมีความ

แปรปรวนตามฤดูกาลสูง ควรเลือกใช้บรรจุภัณฑ์ประเภทบรรจุภัณฑ์ใช้ครั้งเดียว ถ้าเลือกใช้ระบบบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนจะมีค่าใช้จ่ายในการขนส่งกล่องเปล่าสูง ระยะเวลาที่บรรจุภัณฑ์อยู่ในระบบยาวนาน ทำให้มีต้นทุนในการจัดเก็บรักษาบรรจุภัณฑ์สูงขึ้นเช่นเดียวกัน ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเลือกระบบบรรจุภัณฑ์ ดังภาพที่ 3.6



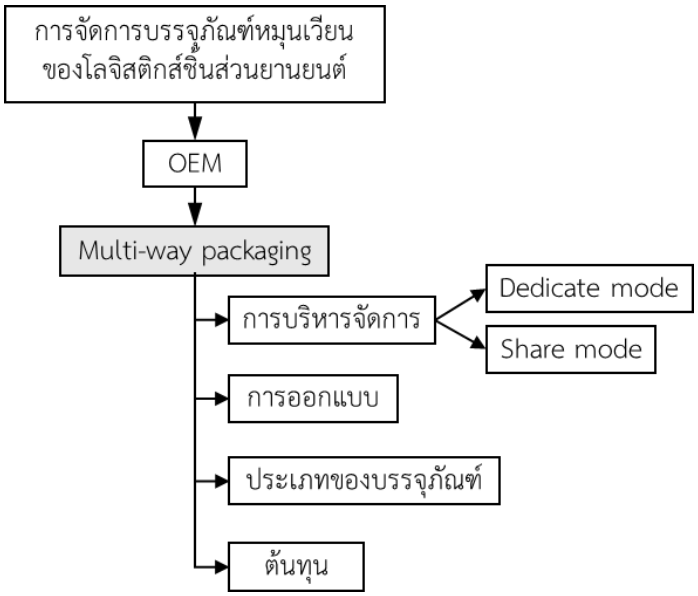
ภาพที่ 3.6 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเลือกระบบบรรจุภัณฑ์

การตัดสินใจเลือกระบบบรรจุภัณฑ์ในโลจิสติกส์ชิ้นส่วนยานยนต์ มุมมองของผู้ผลิตชิ้นส่วนที่ส่งออกชิ้นส่วนไปยังต่างประเทศ เพื่อนำไปประกอบเป็นยานยนต์สำเร็จรูป หรือนำไปเป็นอะไหล่ เนื่องจากมีระยะทางการขนส่งที่ยาวไกล การตัดสินใจเลือกระบบบรรจุภัณฑ์ของผู้ผลิตชิ้นส่วนส่วนใหญ่จึงเป็นบรรจุภัณฑ์ประเภท one-way packaging ในส่วนของการส่งชิ้นส่วนให้กับโรงงานประกอบรถยนต์ภายในประเทศที่มีระยะทางค่อนข้างสั้น และความต้องการมีความแปรปรวนจากฤดูกาลน้อยบรรจุภัณฑ์ประเภท multi-way packaging จึงมีความเหมาะสมมากกว่า เพราะจะช่วยลดต้นทุนโลจิสติกส์ และสำหรับบรรจุภัณฑ์เพื่อบรรจุอะไหล่ส่งไปยังตัวแทนจำหน่ายในประเทศ ส่วนใหญ่เป็นบรรจุภัณฑ์ประเภท one-way packaging เพราะเป็นสินค้ามีความต้องการไม่แน่นอน และอะไหล่เป็นสินค้าที่ขายปลีกให้กับลูกค้าโดยตรง สามารถสรุปรูปแบบของบรรจุภัณฑ์ในอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ของไทยดังภาพที่ 3.7



ภาพที่ 3.7 รูปแบบของบรรจุภัณฑ์ในอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ของไทย

บรรจุภัณฑ์ประเภท one-way packaging ที่ใช้ในอุตสาหกรรมชิ้นส่วนของประเทศไทย ส่วนใหญ่วัสดุของบรรจุภัณฑ์ คือ กล่องกระดาษ หรือกล่องกระดาษลูกฟูก สำหรับบรรจุภัณฑ์ประเภท multi-way packaging วัสดุของบรรจุภัณฑ์จะเป็นวัสดุที่สามารถนำมาใช้ซ้ำได้ และมีอายุการใช้งานนานกว่า one-way packaging ได้แก่ พลาสติก โลหะ หรือไม้ บรรจุภัณฑ์ประเภท multi-way packaging หรือบรรจุภัณฑ์หมุนเวียน และถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายในโซ่อุปทานอุตสาหกรรมยานยนต์ของตลาด OEM ดังนั้นกรอบงานวิจัยการจัดการบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนของโลจิสติกส์ชิ้นส่วนยานยนต์นี้จึงทำการศึกษาบรรจุภัณฑ์ประเภท multi-way packaging หรือ บรรจุภัณฑ์หมุนเวียน โดยมีประเด็นในการศึกษา ดังภาพที่ 3.7



ภาพที่ 3.8 กรอบงานวิจัยการจัดการบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนของโลจิสติกส์ชิ้นส่วนยานยนต์

บทที่ 4
ผลการดำเนินงานวิจัย

ผลการศึกษาเรื่อง “การจัดการบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนของโลจิสติกส์ชิ้นส่วนยานยนต์” ที่มุ่งเน้นการศึกษาบรรจุภัณฑ์ประเภท multi-way packaging หรือ บรรจุภัณฑ์หมุนเวียนในอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ที่เป็นชิ้นส่วนยานยนต์เพื่อการประกอบรถยนต์ (Original Equipment Manufacturer; OEM) โดยศึกษาจากการสืบค้นจากวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง งานวิจัยที่ถูกศึกษาก่อนหน้า ตำรา บทความวิจัย และบทความวิชาการต่าง ๆ รวมถึงข้อมูลที่เผยแพร่ทางสื่ออิเล็กทรอนิกส์ และข้อมูลของบริษัทผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ และบริษัทผู้ประกอบรถยนต์ที่อนุญาตให้สามารถนำออกมาได้ โดยบริษัทผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ที่ทำการเก็บข้อมูลทั้งหมดมี 6 บริษัท ซึ่งตั้งอยู่ในเขตจังหวัดสมุทรปราการ 1 บริษัท ชลบุรี 3 บริษัท และระยอง 2 บริษัท และบริษัทผู้ประกอบรถยนต์จำนวน 2 บริษัท ซึ่งบริษัทผลิตชิ้นส่วนที่ทำการศึกษาเป็นบริษัทที่ผลิตชิ้นส่วนครอบคลุมกลุ่มประเภทของอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ ได้แก่ กลุ่มระบบส่งกำลัง กลุ่มระบบช่วงล่าง กลุ่มไฟฟ้า และกลุ่มตัวถัง ให้กับบริษัทผู้ประกอบรถยนต์ชั้นนำของประเทศ ได้แก่ Toyota Mitsubishi Isuzu Ford และ Susuki ผลการศึกษามีรายละเอียดดังต่อไปนี้

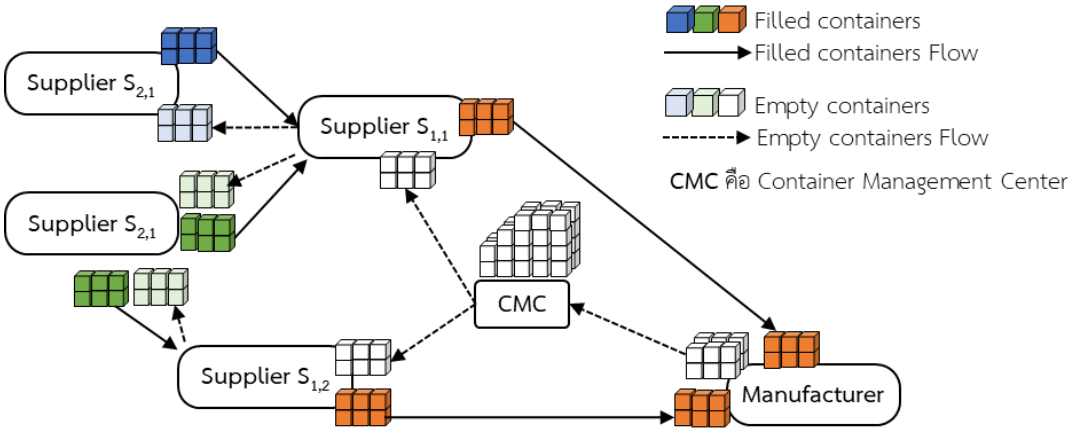
1. ผลการศึกษาการจัดการบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนของโลจิสติกส์ชิ้นส่วนยานยนต์

ผลการศึกษาการจัดการบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนของโลจิสติกส์ชิ้นส่วนยานยนต์นี้ สามารถสรุปผลจากการศึกษาตามประเด็นในการศึกษา ได้แก่ การบริหารจัดการบรรจุภัณฑ์หมุนเวียน การออกแบบบรรจุภัณฑ์หมุนเวียน ประเภทบรรจุภัณฑ์หมุนเวียน และต้นทุนของบรรจุภัณฑ์หมุนเวียน และมีรายละเอียด ดังนี้

1.1 การบริหารจัดการบรรจุภัณฑ์หมุนเวียน

การจัดการบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนของโลจิสติกส์ชิ้นส่วนยานยนต์ จากการศึกษาพบว่าสามารถแบ่งได้ 2 รูปแบบ อันได้แก่

1) Share mode คือ การบริหารจัดการบรรจุภัณฑ์โดยผู้ประกอบรถยนต์ ซึ่งจะทำหน้าที่จัดหา ออกแบบ วางแผนความต้องการ และควบคุมสินค้าคงคลังของบรรจุภัณฑ์หมุนเวียน บรรจุภัณฑ์หมุนเวียนจะเป็นของทางผู้ประกอบรถยนต์ และแบ่งปันบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนให้กับผู้ผลิตชิ้นส่วน 1st Tier ทุกบริษัทของตนเอง



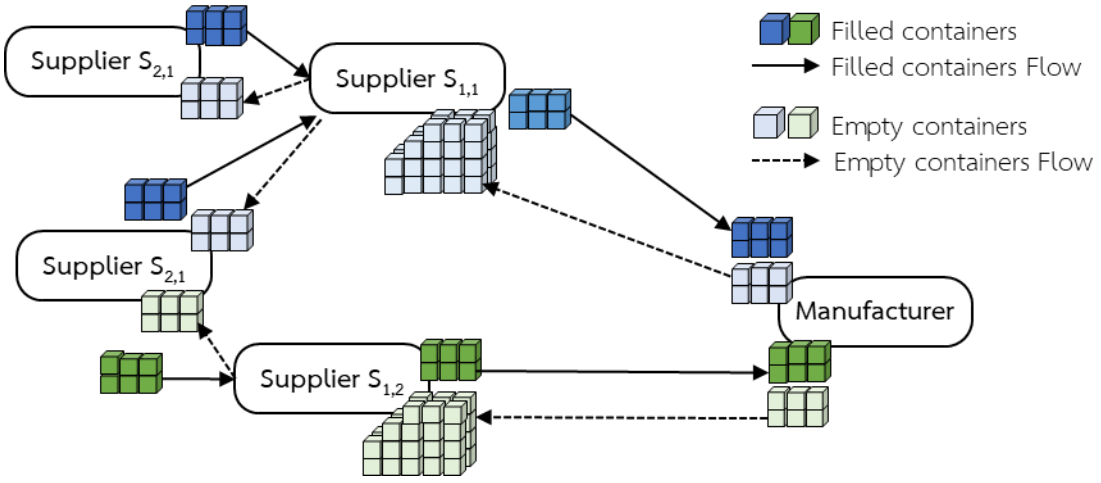
ภาพที่ 4.1 การจัดการบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนแบบ Share mode

จากภาพที่ 4.1 แสดงการไหลของบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนแบบ Share mode ตั้งแต่ผู้ประกอบรถยนต์ (Manufacturer) ผู้ผลิตชิ้นส่วน 1st Tier (Supplier $S_{1,n}$ โดยที่ $S_{1,n}$ คือ Supplier 1st Tier บริษัทที่ n) และผู้ผลิตชิ้นส่วน 2nd Tier (Supplier $S_{2,n}$ โดยที่ 2 คือ 2nd Tier และ n คือ บริษัทที่ n)

การจัดการบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนแบบ Share mode ผู้ประกอบรถยนต์อาจจะมีศูนย์การจัดการบรรจุภัณฑ์ เช่นบริษัท Shanghai General Motor ที่ประเทศจีน มีหน่วยงานที่ทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางในการจัดการบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนของบริษัทที่เรียกว่า Container management Center (CMC) (Zhang, O., et al, 2015) โดย CMC จะทำการส่งกล่องเปล่า (Empty container) ให้กับผู้ผลิตชิ้นส่วน 1st Tier (ตั้งแต่ $S_{1,1}$ ถึง $S_{1,n}$) และปัจจุบันผู้ประกอบรถยนต์ส่วนใหญ่ดำเนินการผลิตแบบทันเวลาพอดี (Just in time; JIT) จึงมีการใช้ระบบการขนส่งแบบ Milk run เพราะฉะนั้นรถ Milk run จะวิ่งรับกล่องเปล่าจาก CMC แล้วส่งกล่องเปล่าให้กับผู้ผลิตชิ้นส่วน 1st Tier และจะรับกล่องที่มีสินค้า (Filled container) มาส่งให้ผู้ประกอบรถยนต์ เพื่อลดจำนวนเที่ยววิ่งรถเปล่าลง ดังนั้นผู้ผลิตชิ้นส่วน 1st Tier จะได้รับกล่องเปล่าจากรถ Milk run ตามแผนการผลิตตามที่ผู้ประกอบรถยนต์สั่งซื้อ และผู้ผลิตชิ้นส่วนจะส่งกล่องที่มีสินค้าจำนวนกล่องเท่ากับจำนวนกล่องเปล่ากลับให้รถ Milk run นำส่งให้ผู้ประกอบรถยนต์ จะเห็นได้ว่า CMC จะต้องมีกล่องเปล่าเป็นสินค้าคงคลังจำนวนมากเพื่อให้เพียงพอต่อการผลิตของบริษัทผู้ประกอบรถยนต์ และต้องเพียงพอกับผู้ผลิตชิ้นส่วน 1st Tier ทั้งหมด ในขณะที่ผู้ผลิตชิ้นส่วน 1st Tier จะมีกล่องเปล่าเป็นสินค้าคงคลังตาม lot size ของแต่ละรอบของเวลานำ (Lead time) เท่านั้น การจัดการบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนสำหรับผู้ผลิตชิ้นส่วน 2nd Tier ในกรณีที่เป็นแบบ Share mode ผู้ผลิตชิ้นส่วน 1st Tier จะทำหน้าที่เปรียบเสมือนเป็น Manufacturer ดังนั้นผู้ผลิตชิ้นส่วน 1st Tier จะเป็นผู้รับผิดชอบการจัดการบรรจุภัณฑ์หมุนเวียน ส่วนผู้ผลิตชิ้นส่วน 3rd Tier นั้นเป็นผู้จัดหาวัตถุดิบเป็นหลัก ดังนั้นบรรจุภัณฑ์ส่วนใหญ่จะเป็น One-way packaging เช่น Aluminum coil จะใช้การห่อด้วยพลาสติก หรือกระดาษ แล้วรัดด้วยสายรัด ดังภาพ 4.2

ภาพที่ 4.2 ตัวอย่าง One-way packaging ของ Aluminum coil
(ที่มา: https://chinaluminium.manufacturer.globalsources.com)

2) Dedicate mode คือ การบริหารจัดการบรรจุภัณฑ์โดยผู้ผลิตชิ้นส่วน ซึ่งผู้ผลิตชิ้นส่วนจะทำหน้าที่จัดหา วางแผนความต้องการ และควบคุมสินค้าคงคลังของบรรจุภัณฑ์หมุนเวียน สำหรับกระบวนการออกแบบบรรจุภัณฑ์ จะมี 2 กรณี คือ ผู้ผลิตชิ้นส่วนออกแบบเอง ผู้ผลิตชิ้นส่วนจะต้องออกแบบให้ได้ตามมาตรฐานบรรจุภัณฑ์ (Packaging standard) ที่ผู้ประกอบรถยนต์กำหนดขึ้น กับอีกกรณี คือ ผู้ประกอบรถยนต์เป็นผู้ออกแบบเอง ผู้ผลิตชิ้นส่วนก็จะต้องดำเนินการจัดหาบรรจุภัณฑ์ให้ได้ตามแบบที่ผู้ประกอบรถยนต์กำหนด ส่วนต้นทุนที่เกิดขึ้นจะถูกนำไปคิดรวมในราคาขายของผลิตภัณฑ์ ที่ขึ้นอยู่กับข้อตกลงกับทางผู้ประกอบรถยนต์ โดยที่บรรจุภัณฑ์หมุนเวียนที่ทางผู้ผลิตชิ้นส่วนจัดหามานั้นจะต้องผ่านการอนุมัติตาม Packaging standard ของแต่ละบริษัทผู้ประกอบรถยนต์



ภาพที่ 4.3 การจัดการบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนแบบ Dedicate mode

จากภาพที่ 4.3 การจัดการบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนแบบ Dedicate mode ผู้ผลิตชิ้นส่วน 1st Tier จะใช้บรรจุภัณฑ์หมุนเวียนของตัวเองที่ได้ตามมาตรฐานบรรจุภัณฑ์ (Packaging standard) ที่ผู้

ประกอบรถยนต์กำหนดในการใส่สินค้า เมื่อถึงรอบกำหนดส่งรถ Milk run จะมารับกล่องที่มีสินค้า (Filled container) ตามจำนวนคำสั่งซื้อ และรถ Milk run จะนำส่งสินค้าให้กับผู้ประกอบรถยนต์ จากนั้นผู้ประกอบรถยนต์จะคืนกล่องเปล่า (Empty container) เท่ากับจำนวนกล่องที่รับเข้ามา รถ Milk run ก็จะวนรถกลับไปยังผู้ผลิตชิ้นส่วน 1st Tier เพื่อรับสินค้ารอบใหม่และส่งคืนกล่องเปล่า จะเห็นได้ว่าผู้ผลิตชิ้นส่วน 1st Tier จะต้องมีกล่องเปล่าเป็นสินค้าคงคลังในปริมาณที่เพียงพอต่อรอบการผลิตของตนเอง และต้องเผื่อสำหรับที่อยู่ระหว่างการขนส่ง รวมถึงที่อยู่ในระหว่างการผลิตของบริษัทผู้ประกอบรถยนต์ (Work in process; WIP) ในขณะที่ผู้ประกอบรถยนต์จะมีกล่องเปล่าเป็นสินค้าคงคลังตาม lot size ของแต่ละรอบของเวลานำ (Lead time) และที่อยู่ระหว่างการผลิต (WIP) เท่านั้น

1.2. เกณฑ์การพิจารณาสำหรับการออกแบบบรรจุภัณฑ์หมุนเวียน

การออกแบบบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนในอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ที่เป็นชิ้นส่วนยานยนต์เพื่อการประกอบรถยนต์ OEM จากการศึกษาพบว่าผู้ผลิตชิ้นส่วนที่มีการจัดการบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนแบบ Dedicate mode นั้น จะทำการออกแบบตามมาตรฐานบรรจุภัณฑ์ (Packaging standard) ของผู้ประกอบรถยนต์ ที่เป็นข้อตกลงร่วมกัน คุณลักษณะทางเทคนิคของบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนในอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ ควรมีเกณฑ์การพิจารณาสำหรับการออกแบบดังนี้

1) การป้องกัน (Protect) เนื่องจากมีการขนส่งเกิดขึ้นระหว่างผู้ผลิตชิ้นส่วนกับผู้ประกอบรถยนต์ ดังนั้นในการออกแบบบรรจุภัณฑ์จึงควรคำนึงถึงเรื่องของการป้องกันสินค้าที่บรรจุอยู่ภายในไม่ให้บุบ สลาย เสียรูป หรือเสียหาย จากกระบวนการขนส่งได้ รวมถึงป้องกันความเสียหายที่อาจจะเกิดการจัดเก็บ ข้อควรพิจารณาในการออกแบบ เช่น

- รูปแบบและระยะทางในการขนส่ง เช่น การขนส่งด้วยรถบรรทุกขนาดเล็ก กับขนาดใหญ่ที่มีความสามารถในการวางเรียงซ้อนที่แตกต่างกัน ในรถบรรทุกขนาดใหญ่จะสามารถเรียงซ้อนได้สูงกว่ารถบรรทุกขนาดเล็ก ทำให้รถบรรทุกขนาดใหญ่มีความเสี่ยงที่จะทำให้สินค้าเสียหายได้ง่ายกว่ารถบรรทุกขนาดเล็ก เพราะฉะนั้นการออกแบบควรคำนึงถึงการทำให้บรรจุภัณฑ์สามารถคงที่อยู่ได้เมื่อมีการวางเรียงซ้อนกัน เพื่อป้องกันสินค้าตกจากที่สูง หรือถ้ามีระยะทางในการขนส่งยาวนานและขนส่งในช่วงฤดูร้อนที่มีอุณหภูมิสูง การขนส่งด้วยรถตู้บรรทุกที่นิยมใช้ในการขนส่งชิ้นส่วนนั้น จะทำให้มีความร้อนสะสม อุณหภูมิภายในตู้จะสูงจนสามารถหลอมพลาสติกที่มีจุดหลอมเหลวต่ำได้ ส่งผลให้ชิ้นส่วนได้รับความเสียหายได้ เป็นต้น
- สิ่งแวดล้อม เช่น หากเส้นทางในการขนส่ง สภาพผิวถนนที่มีหลุม บ่อ ถ้ารถตกหลุมอาจทำให้สินค้ากระแทนตกลงมาได้ หรือถ้าเส้นทางขรุขระจะส่งผลให้สินค้าภายในสั่นทะเทือน ซึ่งอาจจะทำให้สินค้ากระแทกกันเอง หรือกระแทกกับบรรจุภัณฑ์จึงทำให้ผิวชิ้นงานเป็นรอย หรือสภาพสิ่งแวดล้อมของสถานที่จัดเก็บมีความชื้นสูง ในการออกแบบก็ควรพิจารณาวัสดุที่สามารถป้องกันการซึมผ่านของน้ำและอากาศได้ดี เช่น บรรจุภัณฑ์ประเภทพลาสติก หรือเหล็ก เป็นต้น

2) การปกป้องรักษา (Preserve) บรรจุภัณฑ์ต้องสามารถรักษาคุณภาพสินค้าให้คงเดิมได้ตั้งแต่ผู้ผลิตจนถึงลูกค้า ดังนั้นจึงควรพิจารณาคุณลักษณะทางกายภาพของสินค้า ยกตัวอย่างในชิ้นส่วนยานยนต์กลุ่มไฟฟ้า เช่น สายไฟ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เป็นต้น ชิ้นส่วนประเภทนี้ไม่สามารถอยู่ในสภาพแวดล้อมที่มีไฟฟ้าสถิต เพราะจะทำให้ชิ้นส่วนเสียหายได้ ดังนั้นในขั้นตอนการออกแบบต้องคำนึงเรื่องของวัสดุที่ใช้ต้องสามารถป้องกันไฟฟ้าสถิตได้ ในอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์วัสดุที่นิยมใช้บรรจุอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ คือ บรรจุภัณฑ์ที่ผลิตจากพลาสติกประเภท PET หรือ LDPE หรือ HDPE

3) อรรถประโยชน์ของพื้นที่บรรจุ (Container space utilization) การออกแบบควรคำนึงถึงการใช้ประโยชน์จากพื้นที่ให้ได้มากที่สุด ถ้าสามารถใช้พื้นที่ได้อย่างคุ้มค่า หรือสามารถลดพื้นที่ได้ จะทำให้สามารถลดต้นทุนได้ เช่น การลดขนาดกล่องบรรจุภัณฑ์ลงทำให้สามารถเพิ่มพื้นที่การบรรทุกในรถขนส่ง ก็สามารถขนส่งได้ปริมาณมากขึ้น จำนวนเที่ยวรถในการขนส่งลดลง ต้นทุนการขนส่งลดลงนั้นเอง

4) ความสะดวกต่อการใช้งาน เป็นสิ่งสำคัญที่ต้องคำนึงถึงไม่ว่าจะเป็นความง่ายต่อการขนส่ง ง่ายต่อการจัดเก็บ และง่ายต่อการหยิบใช้ เนื่องจากในปัจจุบันอุตสาหกรรมยานยนต์ส่วนใหญ่บริษัทผู้ประกอบรถยนต์มีกระบวนการผลิตเป็นแบบสายการประกอบ (Assembly line) นั่นคือบริษัทจะใช้เวลาในการผลิตเฉลี่ยไม่ถึง 2 นาที หมายความว่าในแต่ละสถานีงานจะต้องมีเวลาในการประกอบไม่เกิน 2 นาที เพราะฉะนั้นจึงต้องออกแบบกระบวนการเพื่อให้พนักงานสามารถทำงานได้อย่างสะดวก และส่วนใหญ่บรรจุภัณฑ์หมุนเวียนที่ส่งมาจากผู้ผลิตชิ้นส่วนจะถูกส่งเข้าสู่สายการประกอบโดยตรง เรียกว่า “Direct to line” เพื่อลดเวลาการทำงานและลดพื้นที่การจัดเก็บในส่วนของคลังสินค้า ทำให้บรรจุภัณฑ์ต้องถูกออกแบบมาให้ง่าย และสะดวกต่อการหยิบ

5) จำนวนชิ้นงานต่อกล่อง ในการออกแบบควรพิจารณาออกแบบให้สอดคล้องกับจำนวนคำสั่งซื้อให้พอดี ไม่ให้เหลือเศษ เช่น ลูกค้าสั่งซื้อชิ้นส่วน 240 ชิ้น ถ้าบรรจุภัณฑ์ 1 กล่องสามารถใส่ชิ้นส่วนได้ 50 ชิ้นต่อกล่อง นั่นคือ ผู้ผลิตชิ้นส่วนจะต้องส่งสินค้าให้ลูกค้าแบบเต็มกล่อง 4 กล่อง และไม่เต็มกล่องหรือกล่องเศษอีก 1 กล่อง ทำให้อาจจะมีปัญหาตามมาถ้าเกิดว่าบริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนไม่มีการบริหารจัดการที่ดีโอกาสที่จะส่งกล่องเศษให้บริษัทอื่นผิดได้ หรืออาจจะทำส่งเกินได้ เนื่องจากส่วนใหญ่บริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนไม่ได้ทำการผลิตให้ผู้ประกอบรถยนต์เพียงบริษัทเดียว พนักงานอาจจะเกิดความสับสนขึ้นได้ระหว่างการปฏิบัติงาน และถ้าออกแบบให้จำนวนชิ้นงานต่อกล่องมีความสอดคล้องกับจำนวนกล่องต่อรถบรรทุกได้จะทำให้ประหยัดพื้นที่ และลดจำนวนรอบในการขนส่งได้

6) การบ่งชี้ ควรออกแบบเพื่อให้สามารถมองเห็นป้าย tag ได้ง่ายและชัดเจน เช่น บรรจุภัณฑ์บางประเภทเมื่อวางบน pallet หรือชั้นวางของแล้วจะทำให้มองไม่เห็นป้ายบ่งชี้สินค้า ทำให้พนักงานต้องเสียเวลาในการยกเพื่อดูว่าเป็นสินค้าอะไร

7) สีของบรรจุภัณฑ์ เนื่องจากในโรงงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่มักจะมีการใช้สีเพื่อบ่งบอกสถานะของผลิตภัณฑ์ เช่น สีแดงหมายถึงสินค้ามีปัญหาด้านคุณภาพ สีเหลืองหมายถึงสินค้ารอการ

พิจารณา เป็นต้น โรงงานจึงทำกล่องสีแดงขึ้นมาเพื่อใส่สินค้ามีปัญหาด้านคุณภาพ ดังนั้นถ้าขั้นตอนการออกแบบไม่ได้พิจารณาเรื่องของสีบรรจุภัณฑ์อาจทำให้เกิดความสับสนในการทำงานได้

8) การยศาสตร์ (Ergonomic) เป็นการพิจารณาในเรื่องของการออกแบบเพื่อให้พนักงานสามารถทำงานได้อย่างสะดวก โดยไม่เกิดการบาดเจ็บจากการทำงาน และไม่ให้เกิดการเมื่อยล้า เช่น น้ำหนัก ควรออกแบบบรรจุภัณฑ์ให้มีน้ำหนักที่เหมาะสม การออกแบบให้บรรจุภัณฑ์สามารถยกได้ง่าย สะดวกต่อการเคลื่อนย้าย เป็นต้น การเมื่อยล้าจากการทำงานจะทำให้พนักงานทำงานได้ช้าลง และมีความเสี่ยงที่จะเกิดอุบัติเหตุได้

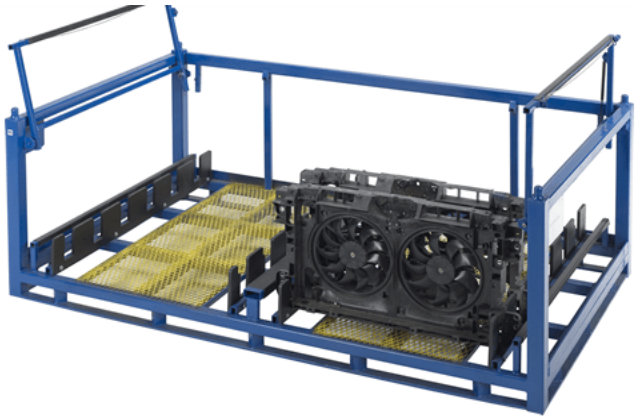
1.3. แนวทางการออกแบบบรรจุภัณฑ์หมุนเวียน

แนวทางการออกแบบบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนในโลจิสติกส์ชิ้นส่วนยานยนต์ จากการรวบรวมสามารถแบ่งกลุ่มรูปแบบของบรรจุภัณฑ์ได้โดยพิจารณาในเรื่องของวัสดุของชิ้นส่วนที่ต้องทำการบรรจุ/ ขนาดของชิ้นส่วน/ น้ำหนักของชิ้นส่วน/ ระดับความเสียหายของชิ้นงาน/ ระดับการควบคุม Dimension ของชิ้นส่วน/ อื่นๆ โดยมีรายละเอียดของแต่ละกลุ่มแยกตามหัวข้อการพิจารณาได้ดังต่อไปนี้

วัสดุโลหะ, พลาสติกแข็ง/ขนาดใหญ่/น้ำหนักหนัก/เสียหายได้ง่าย

ชิ้นส่วนยานยนต์ที่วัสดุเป็นประเภทโลหะ หรือพลาสติกแข็ง ขนาดชิ้นงานมีขนาดใหญ่ และผ่านกระบวนการขึ้นรูปชิ้นงานมาแล้ว หากมีโอกาสที่ชิ้นงานจะเสียหายได้ระหว่างการขนส่ง การจัดเก็บ และการหยิบชิ้นส่วน และส่งผลให้เกิดปัญหาคุณภาพ เช่น หัก บุบ เกิดรอยขีดข่วน เป็นต้น บรรจุภัณฑ์หมุนเวียนที่เลือกมาใช้ควรออกแบบให้มีความแข็งแรง ทนทาน และสามารถรองรับน้ำหนักของชิ้นงานได้ รวมถึงต้องมีการแบ่งแยกชิ้นส่วนฯ แต่ละชิ้นออกจากกัน เพื่อป้องกันการกระแทกกันเองของชิ้นส่วน และเพื่อให้พนักงานสามารถหยิบชิ้นส่วนออกจากบรรจุภัณฑ์ได้ง่าย ดังนั้นบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนส่วนใหญ่ที่ใช้ในอุตสาหกรรมยานยนต์จึงเป็นบรรจุภัณฑ์ประเภท Rack ซึ่งมีโครงสร้างทำจากเหล็ก ซึ่งมีความแข็งแรง และสามารถรองรับน้ำหนักของชิ้นส่วนฯ ประเภทนี้ได้ รวมถึง Rack ที่ออกแบบมานั้นจะแตกต่างกันตามลักษณะเฉพาะของแต่ละชิ้นส่วนฯ ทำให้ชิ้นส่วนฯ ไม่เคลื่อนที่ระหว่างการขนส่ง การออกแบบ Rack จะเพิ่มตัวรองรับชิ้นส่วนฯ เพื่อให้วางชิ้นส่วนได้พอดี โดยวัสดุที่นำมาทำตัวรองรับชิ้นส่วนฯ ส่วนใหญ่จะเป็นโฟมขึ้นรูป ตัวอย่าง Rack ของแต่ละชิ้นส่วน มีดังนี้

ภาพที่ 4.4 ตัวอย่าง Rack สำหรับชิ้นส่วนฝากระโปรงรถยนต์
(ที่มา; http://www.advance-concept.net)



ภาพที่ 4.5 ตัวอย่าง Rack สำหรับชิ้นส่วนชุดพัดลม
(ที่มา; http://www.grandpart.co.th)

ภาพที่ 4.6 ตัวอย่าง Rack สำหรับชิ้นส่วนประตูรถยนต์
(ที่มา; http://www.grandpart.co.th)

ภาพที่ 4.7 ตัวอย่าง Rack สำหรับชุดพวงมาลัยรถยนต์
(ที่มา; www.amatechinc.com)

☐ วัสดุโลหะ, ยาง, หนัง, พลาสติกนิ่ม/ขนาดใหญ่/น้ำหนักหนัก/เสียหายได้ยาก

ชิ้นส่วนยานยนต์ที่วัสดุเป็นประเภทโลหะ ยาง หนัง หรือพลาสติกขึ้นรูปแบบนิ่ม เช่น พรม พลาสติก เป็นต้น ขนาดชิ้นส่วนมีขนาดใหญ่ ชิ้นส่วนอาจเป็นวัสดุที่เสียหายได้ยาก หรือสามารถแก้ไขข้อบกพร่องได้ในกระบวนการถัดไป บรรจุภัณฑ์หมุนเวียนจะมุ่งเน้นไปที่ความแข็งแรง และรับน้ำหนักของชิ้นส่วนได้ โดยยังให้ความสำคัญเรื่องการป้องกันความเสียหายจากการขนส่ง ที่อาจทำให้ชิ้นงานตกหล่นได้ง่าย แต่ไม่ได้มุ่งเน้นที่ป้องกันการกระแทกของชิ้นส่วนกันเอง และยังคำนึงถึงเรื่องของความสามารถในการวางเรียงซ้อนกันเพื่อการใช้พื้นที่ให้เกิดประโยชน์สูงสุด บรรจุภัณฑ์หมุนเวียนสำหรับกลุ่มนี้ส่วนใหญ่นิยมใช้ Stackable rigid wire baskets หรือ Rigid steel containers

ภาพที่ 4.8 ตัวอย่าง Stackable rigid wire baskets
(ที่มา; https://rackandshelf.com/)

ภาพที่ 4.9 ตัวอย่าง Rigid steel containers
(ที่มา; https://rackandshelf.com/)

วัสดุโลหะ/ขนาดเล็ก-กลาง/น้ำหนักน้อย-ปานกลาง/เสียหายยาก

ชิ้นส่วนยานยนต์ที่วัสดุเป็นประเภทโลหะ ขนาดชิ้นงานมีขนาดเล็กจนถึงขนาดกลาง ชิ้นส่วนเสียหายได้ยาก บรรจุภัณฑ์ไม่ได้มุ่งเน้นที่ความสะดวกในการหยิบใช้งาน ถ้าชิ้นส่วนมีน้ำหนักน้อย บรรจุภัณฑ์ที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมยานยนต์นิยมใช้ Plastic corrugated (PCORR) box หรือ container เนื่องจากราคาถูกกว่า Heavy-duty straight wall stacking container แต่มีความแข็งแรงน้อยกว่า และรับน้ำหนักได้น้อยกว่า ในขณะที่ Stackable and nestable plastic container จะประหยัดพื้นที่ในการจัดเก็บได้ดีกว่าทั้งที่มีของเต็มกล่องและกล่องเปล่า และสามารถรับน้ำหนักได้เยอะกว่า PCORR container จึงเหมาะกับชิ้นส่วนที่เป็นวัสดุโลหะที่มีน้ำหนักปานกลางถึงมาก

ภาพที่ 4.10 ตัวอย่าง Plastic corrugated container สำหรับชิ้นส่วนขนาดเล็ก
(ที่มา; https://corrugatedplasticsheet.net, http://pphollowsheet.sell.everychina.com)

ภาพที่ 4.11 ตัวอย่าง Stackable and nestable plastic container
(ที่มา; https://cnguanyu.en.made-in-china.com, https://logimarkt.com)

ภาพที่ 4.12 ตัวอย่าง Heavy-duty straight wall stacking container
(ที่มา; https://www.globalindustrial.com/)

☐ **วัสดุยาง, พลาสติก, หนัง/ขนาดปานกลาง/น้ำหนักน้อย-ปานกลาง/เสียหายยาก**

ชิ้นส่วนยานยนต์ที่วัสดุเป็นประเภทยาง พลาสติก หรือหนัง ขนาดชิ้นงานมีขนาดกลาง ชิ้นส่วน น้ำหนักน้อยจนถึงปานกลาง บรรจุภัณฑ์ไม่ได้มุ่งเน้นที่ความสะดวกในการหยิบใช้งาน บรรจุภัณฑ์ที่นิยมใช้จะคล้ายกับแบบ “วัสดุโลหะ/ขนาดเล็ก-กลาง/น้ำหนักน้อย-ปานกลาง/เสียหายยาก” ก็คือ PCORR box หรือ Stackable and nestable plastic container

☐ **วัสดุยาง, พลาสติก, หนัง/ขนาดเล็ก/น้ำหนักน้อย/เสียหายยาก**

ชิ้นส่วนยานยนต์ที่วัสดุเป็นประเภทประเภทยาง พลาสติก หรือหนัง ชิ้นงานมีขนาดเล็ก มีโอกาสที่จะทำให้ชิ้นส่วนหลุดร่วงออกจากกล่องได้ง่าย และให้สะดวกต่อการควบคุมขนาดของ lot และ lot ที่ผลิต ส่วนใหญ่จะบรรจุชิ้นส่วนในถุงพลาสติก หรือห่อด้วยกระดาษก่อนบรรจุลงใน PCORR box หรือ Stackable and nestable plastic container

ภาพที่ 4.13 ตัวอย่างการห่อกระดาษชิ้นส่วนสายพาน
(ที่มา; http://www.bmtsr.com/)

ภาพที่ 4.14 ตัวอย่างการบรรจุชิ้นส่วน O-rings ในถุงพลาสติก
(ที่มา; http://www.eurotubieuropa.it/)

ภาพที่ 4.15 ตัวอย่างการบรรจุชิ้นส่วนขนาดเล็กใน Stacking container
(ที่มา; https://www.globalindustrial.com/)

☐ วัสดุโลหะ/ขนาดเล็ก-กลาง/เสียหายได้ปานกลาง

ชิ้นส่วนยานยนต์ที่วัสดุเป็นประเภทโลหะ ขนาดชิ้นงานมีขนาดเล็กจนถึงขนาดกลางและมีน้ำหนักไม่เยอะมาก ชิ้นส่วนเสียหายได้ปานกลาง มุ่งเน้นที่ความสะดวกในการหยิบชิ้นงาน บรรจุภัณฑ์หมุนเวียนที่ใช้ในอุตสาหกรรมยานยนต์ส่วนใหญ่จะเป็น Rack หรือ Stacking container หรือ Corrugated plastic container และเพื่อป้องกันชิ้นส่วนกระแทกกันระหว่างการขนส่ง และหยิบง่าย บรรจุภัณฑ์จึงถูกออกแบบให้มี Dunnage หรือ Divider ด้วยเช่นเดียวกัน ตัวอย่างดังภาพด้านล่าง

ภาพที่ 4.16 ตัวอย่าง Fabric dunnage หรือ Bag racks
(ที่มา; https://www.corplex.com/)

ภาพที่ 4.17 ตัวอย่าง Fabric Dunnage และ PCORR container
(ที่มา; https://www.corplex.com/)

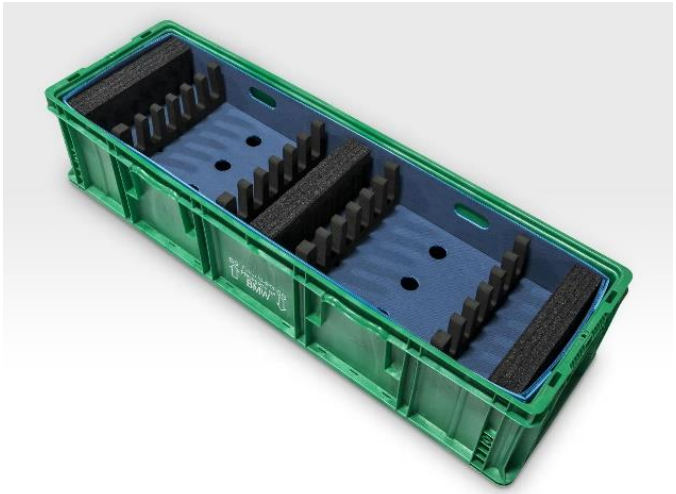
ภาพที่ 4.18 ตัวอย่าง Rigid dividers สำหรับชิ้นส่วนขนาดเล็ก
(ที่มา; https://corrugatedplasticsheet.net, https://nvboxes.co.uk/)

ภาพที่ 4.19 ตัวอย่าง Rigid dividers สำหรับชิ้นส่วนขนาดกลาง
(ที่มา; https://www.dssmith.com/)

☐ วัสดุโลหะ, พลาสติกแข็ง/ขนาดเล็ก-กลาง/เสียหายได้ง่าย

ชิ้นส่วนยานยนต์ที่วัสดุเป็นประเภทโลหะ หรือพลาสติกแข็ง ขนาดชิ้นงานมีขนาดเล็กจนถึงขนาดกลางและมีน้ำหนักน้อยจนถึงปานกลาง ชิ้นส่วนเสียหายได้ง่าย และต้องการความสะดวกในการหยิบชิ้นงาน บรรจุภัณฑ์หมุนเวียนจะออกแบบมาให้ชิ้นส่วนที่บรรจุอยู่ภายในต้อง Fix อยู่กับที่ไม่สามารถขยับ หรือเคลื่อนย้ายได้ระหว่างการขนส่ง จึงนิยมใช้ Foam Dunnage ที่สามารถออกแบบให้

เหมาะกับชิ้นส่วนในแต่ละรูปแบบได้ง่าย และบรรจุใส่ใน RCORR container เพื่อสะดวกต่อการเคลื่อนย้าย และสามารถปกป้องการกระแทกจากการขนส่งได้ รวมถึงยังสามารถวางซ้อนกันได้จึงทำให้ประหยัดพื้นที่

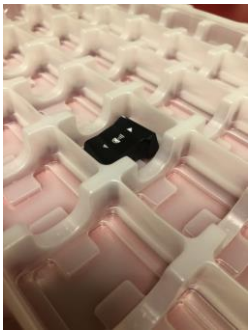


ภาพที่ 4.20 ตัวอย่าง Foam Dunnage
(ที่มา; http://responsepackaging.com/)

☐ วัสดุโลหะ, พลาสติก/ขนาดเล็ก-กลาง/เสียหายได้ง่าย/ความละเอียดสูง

ชิ้นส่วนยานยนต์ที่วัสดุเป็นประเภทโลหะ หรือพลาสติก ชิ้นงานมีขนาดเล็กจนถึงขนาดกลาง ชิ้นส่วนจะเสียหายได้ง่าย และเป็นชิ้นส่วนที่มีความละเอียดสูง คือ จะต้องควบคุม dimension ของชิ้นส่วน หรือชิ้นส่วนที่ผ่านการพ่นสี หรือสกรีนสีมาแล้ว เพื่อป้องกันความเสียหายที่เกิดจากการเคลื่อนย้าย จัดเก็บ และการหยิบ ที่อาจจะทำให้ชิ้นส่วนเกิดการบุบ แตกหัก รอยร้าว รอยขีดข่วน หรือความเสียหายอื่นๆ ที่ไม่เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด บรรจุภัณฑ์จึงต้องออกแบบมาให้วางชิ้นงานได้พอดี และหยิบชิ้นงานได้สะดวก ส่วนใหญ่จึงนิยมใช้ Dunnage ทำจากพลาสติกที่ผ่านกระบวนการขึ้นรูป เช่น Vacuum thermoformed dunnage หรือ Molded foam dunnage materials

ภาพที่ 4.21 ตัวอย่าง Vacuum thermoformed dunnage ของชิ้นส่วนโลหะ
(ที่มา; https://www.gwp.co.uk/, http://www.sarveshwaripackaging.com/)



ภาพที่ 4.22 ตัวอย่าง Vacuum thermoformed dunnage ของชิ้นส่วนพลาสติก

ภาพที่ 4.23 ตัวอย่าง Molded foam dunnage
(ที่มา; https://ssitote.com/)

วัสดุพลาสติก/ขนาดกลาง-ใหญ่/เสียหายได้ง่าย

ชิ้นส่วนยานยนต์ที่วัสดุเป็นประเภทพลาสติก ที่มีขนาดชิ้นงานขนาดกลางจนถึงขนาดใหญ่ ชิ้นส่วนมีโอกาสเสียหายได้ง่ายระหว่างการขนส่ง หรือจากการจัดเก็บ หรือเป็นชิ้นส่วนที่ผ่านกระบวนการทาสี หรือสกรีนมาแล้ว เพื่อป้องกันการเกิดรอยขีดข่วน รอยถลอกจากการเสียดสี บรรจุภัณฑ์หมุนเวียนมักจะทำจากวัสดุอ่อนมีความยืดหยุ่นที่ไม่ทำให้ชิ้นส่วนเกิดความเสียหายระหว่างขนส่ง ตัวอย่างบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนที่ใช้ ได้แก่

ภาพที่ 4.24 ตัวอย่าง Bag Racks สำหรับชิ้นส่วนยานยนต์ขนาดกลาง
(ที่มา; https://rackandshelf.com/)

ภาพที่ 4.25 ตัวอย่าง PCORR Racks สำหรับชิ้นส่วนยานยนต์ขนาดกลาง
(ที่มา; https://rackandshelf.com/)

☐ ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์/ขนาดเล็ก-ใหญ่/เสียหายได้ง่าย

ชิ้นส่วนยานยนต์ประเภทชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ ทั้งขนาดเล็กจนถึงขนาดกลาง ชิ้นส่วนมีโอกาสเสียหายได้ง่ายจากการเคลื่อนย้าย การจัดเก็บ และการหยิบชิ้นส่วน และต้องสามารถป้องกันการเกิดไฟฟ้าสถิต (Electrostatic Discharge: ESD) จึงนิยมใช้ ESD Dunnage ที่ทำจากวัสดุ เช่น เรซินเทอร์โมพลาสติก ลูกฟูกแผ่นทึบโฟม และโฟมขึ้นรูป

ภาพที่ 4.26 ตัวอย่าง ESD Dunnage สำหรับแผงวงจร
(ที่มา; https://ssitote.com/)

ภาพที่ 4.27 ตัวอย่าง ESD Dunnage สำหรับชุดควบคุมเครื่องปรับอากาศรถยนต์

ภาพที่ 4.28 ตัวอย่าง ESD Dunnage สำหรับชุดสายไฟ
(ที่มา; https://www.dssmith.com/)

1.4. ประเภทของบรรจุภัณฑ์หมุนเวียน

บรรจุภัณฑ์หมุนเวียนที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ ส่วนใหญ่ผลิตจากวัตถุดิบ ได้แก่ พลาสติก และโลหะ เนื่องจากวัตถุดิบดิบเหล่านี้มีความแข็งแรง ทนทานต่อการใช้งานและสภาพแวดล้อม ที่สำคัญคือวัตถุเหล่านี้สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้โดยสามารถคงสภาพเดิมได้ แต่รูปแบบของบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนจะแตกต่างกันออกไปตามวัตถุประสงค์ของแต่ละองค์กร โดยบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนในโลจิติกส์ชิ้นส่วนยานยนต์ มีเป้าหมายเพื่อลดต้นทุนในการผลิต และเพื่อปกป้องชิ้นส่วนที่บรรจุอยู่ภายใน ดังนั้นบรรจุภัณฑ์จึงแบ่งได้ 2 ระดับ คือ Container และ Dunnage โดย Container เป็นภาชนะในการรองรับชิ้นส่วน มีหน้าที่ในการรวมหน่วยของชิ้นส่วน เพื่อให้สะดวกต่อการขนส่ง และการจัดเก็บ สำหรับ Dunnage จะทำหน้าที่ในการแบ่ง หรือแยกชิ้นส่วนออกจากกัน หรือทำให้ชิ้นส่วนอยู่กับที่ เพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดจากการกระแทกกันเองของชิ้นส่วน และเพื่อความสะดวกในการหยิบใช้ชิ้นงาน และเพื่อป้องกันความเสียหายจากการหยิบชิ้นส่วน ดังนั้นประเภทของ Container และ Dunnage มีรายละเอียดดังนี้

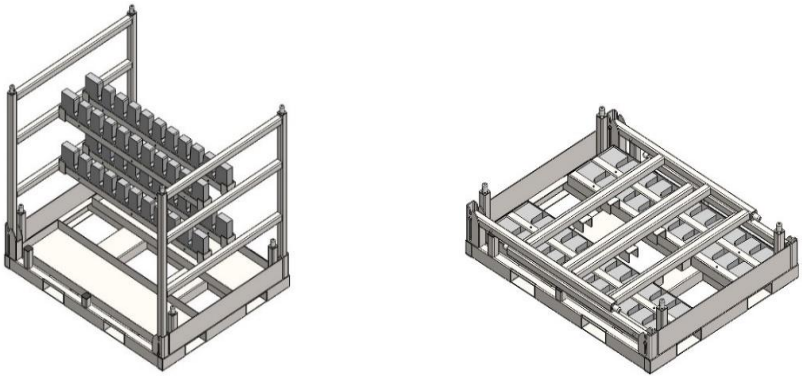
1.4.1 ประเภทของบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนระดับ Container ที่ใช้ในอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ แบ่งได้ 3 รูปแบบ ดังนี้

1) Rack คือ ภาชนะสำหรับใส่ชิ้นส่วนอุตสาหกรรม ส่วนใหญ่ Rack ทำจากโลหะ เพื่อประโยชน์ในการป้องกันการกระแทก และการสั่นสะเทือนจากการเคลื่อนย้าย รวมถึงการรับแรงกดจากการวางเรียงซ้อนกัน ซึ่งเหมาะสำหรับการบรรจุชิ้นส่วนขนาดใหญ่ และสามารถบรรจุได้จำนวนมาก และสามารถรับน้ำหนักได้เยอะ โดย Rack มีการออกแบบรูปแบบได้หลากหลายลักษณะ ดังนี้

- Custom stackable racks เป็นบรรจุภัณฑ์ที่จะแตกต่างกันออกไปตามชิ้นส่วนที่ต้องการบรรจุ โดยจะถูกออกแบบให้เหมาะตามรูปร่างของแต่ละชิ้นส่วน และสามารถวางซ้อนกันได้ ทำให้ประหยัดพื้นที่ในการจัดเก็บ

ภาพที่ 4.29 ตัวอย่าง Custom stackable racks
(ที่มา; http://www.advance-concept.net/)

- Collapsible racks จะมีลักษณะคล้ายกับรูปแบบ Custom stackable racks แต่ Rack ประเภท Collapsible racks จะสามารถพับเก็บได้



ภาพที่ 4.30 ตัวอย่าง Collapsible racks
(ที่มา; https://plexformps.com/)

- Bag rack ถูกออกแบบมาให้มีการแบ่งออกเป็นช่องๆ สำหรับใส่ชิ้นส่วนในแต่ละชิ้น โดยวัสดุที่นำมาใช้จะเป็นวัสดุสิ่งทอ (textile) เช่น ผ้า เส้นใยพลาสติก เป็นต้น และโครง Rack ทำมาจากเหล็ก

ภาพที่ 4.31 ตัวอย่าง Bag rack
(ที่มา; https://rackandshelf.com/)

2) Bin มีลักษณะเป็นถังทรงสี่เหลี่ยมขนาดใหญ่ ในอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์บรรจุภัณฑ์หมุนเวียนรูปแบบนี้ส่วนใหญ่จะทำจากเหล็ก หรือโลหะ หรือพลาสติกที่มีความแข็งแรง สามารถรองรับแรงกระแทกจากการเคลื่อนย้าย และสามารถรับน้ำหนักได้มาก สามารถวางเรียงซ้อนกันได้ทำให้ประหยัดพื้นที่ และมีการกำหนดขนาดมาตรฐาน บรรจุภัณฑ์ Bin ที่ใช้ในโลจิสติกส์ชิ้นส่วนยานยนต์สามารถแบ่งได้ ดังนี้

- Rigid steel bin มีลักษณะเป็นถังโลหะหรือเหล็กสี่เหลี่ยมขนาดใหญ่ ผนังทึบ เหมาะสำหรับใส่ชิ้นส่วนที่มีน้ำหนัก สามารถใส่ชิ้นส่วนได้จำนวนมาก สามารถรองรับน้ำหนักได้เยอะ และสามารถวางซ้อนกันได้

ภาพที่ 4.32 ตัวอย่าง Rigid steel bin
(ที่มา; https://www.davcoindustries.ca/)

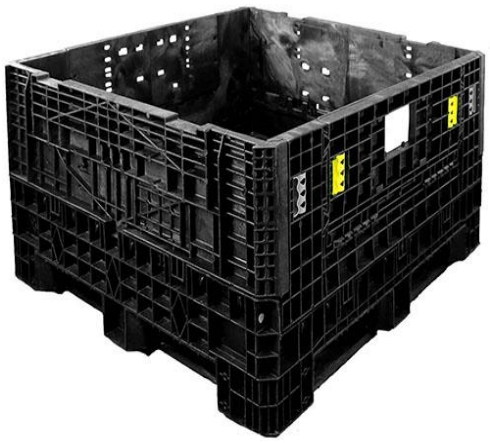
- Rigid wire mesh bin มีลักษณะเป็นถังโลหะหรือเหล็กสี่เหลี่ยมขนาดใหญ่ ใช้เหล็กเส้นหรือโลหะเส้นแล้วสานขึ้นเป็นผนัง สามารถใส่ชิ้นส่วนที่มีน้ำหนักมาก และใส่ได้จำนวนมาก และสามารถวางซ้อนกันได้

ภาพที่ 4.33 ตัวอย่าง Rigid wire mesh bin
(ที่มา; https://www.davcoindustries.ca/)

- Corrugated Steel bin มีลักษณะเป็นถังโลหะหรือเหล็กสี่เหลี่ยมขนาดใหญ่ ผนังเป็นเหล็กขึ้นรูปแบบลอน สามารถใส่ชิ้นส่วนที่มีน้ำหนักมาก และใส่ได้จำนวนมาก และสามารถวางซ้อนกันได้เช่นเดียวกับแบบอื่นๆ

ภาพที่ 4.34 ตัวอย่าง Corrugated Steel bin
(ที่มา; https://www.davcoindustries.ca/)

- Plastic pallet bin มีลักษณะเป็นถังพลาสติกสี่เหลี่ยมขนาดใหญ่ สามารถใส่ชิ้นส่วนที่มีน้ำหนักมากแต่น้อยกว่าแบบที่ 1 ถึง 3 ที่ตัวถังทำจากวัสดุโลหะหรือเหล็กที่มีความแข็งแรงและทนทานมากกว่า แต่ก็มีน้ำหนักของตัวถังสูงกว่าที่ทำจากมาจากวัสดุพลาสติก แต่ Plastic pallet bin ยังคงใส่ชิ้นส่วนได้ในจำนวนมาก และสามารถวางซ้อนกันได้เช่นเดียวกับแบบอื่นๆ



ภาพที่ 4.35 ตัวอย่าง Plastic pallet bin
(ที่มา; https://oneway-solutions.com/)

3) Container หรือ Boxes คือ ภาชนะที่มีลักษณะเป็นกล่อง ซึ่งในโลจิสติกส์ของชิ้นส่วนยานยนต์มักนิยมใช้ Plastic container เนื่องจากราคาถูก และน้ำหนักเบา บรรจุภัณฑ์ประเภทนี้เหมาะสำหรับชิ้นงานที่มีขนาดไม่ใหญ่มาก และน้ำหนักน้อย ลักษณะของบรรจุภัณฑ์ประเภทนี้มีดังนี้

- PCORR box คือ กล่องพลาสติกที่ทำจากพลาสติกแบบลอน ที่เรียกว่า Plastic Corrugated (PCORR) ส่วนใหญ่ออกแบบให้สามารถวางซ้อนกันได้

ภาพที่ 4.36 ตัวอย่าง PCORR box
(ที่มา; https://oneway-solutions.com/)

- Stacking box คือ กล่องพลาสติกที่ออกแบบมาให้มีความแข็งแรง และสามารถวางซ้อนกันได้ (Stackable) บรรจุภัณฑ์แบบนี้จะมีความแข็งแรง และทนทานมากกว่าแบบ PCORR box

ภาพที่ 4.37 ตัวอย่าง Stacking box
(ที่มา; http://www.materialworld.co.th/)

- Stackable and nestable box เป็นบรรจุภัณฑ์ที่ออกแบบมาให้มีความสามารถทั้ง Stackable และ Nestable ก็คือ เมื่อมีชิ้นส่วนเต็มกล่องก็สามารถวางซ้อนกันได้ และสามารถวางซ้อนกันได้เมื่อเป็นกล่องเปล่า โดยที่คำนึงเรื่องการประหยัดพื้นที่มากที่สุด

ภาพที่ 4.38 ตัวอย่าง Stackable and nestable boxes
(ที่มา; www.alibaba.com)

1.4.2. บรรจุภัณฑ์หมุนเวียนแบบ Dunnage ที่ใช้ในอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ มีดังนี้

1) Plastic corrugated dunnage เป็น Dunnage ที่ทำจากพลาสติกลอนลูกฟูก PCORR ซึ่งมีราคาถูกสามารถปรับแต่งตามความต้องการตามรูแบบของชิ้นส่วน

ภาพที่ 4.39 ตัวอย่าง Plastic corrugated dunnage
(ที่มา; https://logimarkt.com/)

2) Foam dunnage เป็น Dunnage ที่ทำจากโฟม โดยการตัดแต่งให้มีขนาดพอดีที่จะรองรับชิ้นส่วนได้พอดี นิยมใช้กับชิ้นส่วนที่เป็นโลหะหรือเหล็ก เพราะโฟมจะรองรับน้ำหนักได้ดีกว่า PCORR Dunnage

ภาพที่ 4.40 ตัวอย่าง Foam dunnage
(ที่มา; https://reusabletranspack.com/)

3) Laminate dunnage เป็น Dunnage ที่ทำจากลามิเนต โดยลามิเนตให้สำผัสที่มีพื้นผิวเรียบ และไม่ขัดสีกับผิวสัมผัส สามารถป้องกันชิ้นส่วนที่ต้องควบคุมคุณภาพในระดับสูง

ภาพที่ 4.41 ตัวอย่าง Laminate dunnage
(ที่มา; https://ssitote.com/)

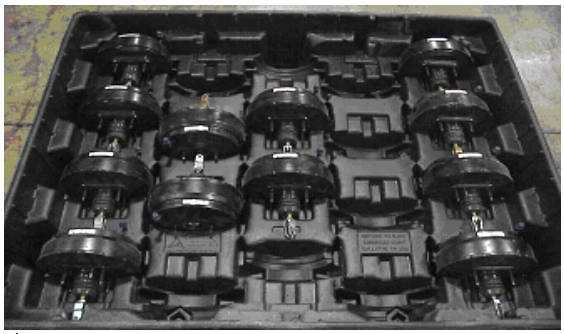
4) Molded foam dunnage เป็น Dunnage ที่ทำโดยการขึ้นรูปโฟมให้มีขนาดและรูปร่างพอดีกับชิ้นส่วน สามารถป้องกันการกันกระแทกได้ดี และชิ้นส่วนสามารถ fix อยู่กับที่ได้พอดี

ภาพที่ 4.42 ตัวอย่าง Molded foam dunnage
(ที่มา; https://www.schaefershelving.com/)

5) ESD dunnage เป็น Dunnage สำหรับชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อป้องกันการเกิดไฟฟ้าสถิต (Electrostatic discharge หรือ ESD) ที่จะทำให้ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์เสียหายได้ ดังนั้นวัสดุที่ทำ Dunnage จะต้องสามารถป้องกันการเกิดไฟฟ้าสถิตได้

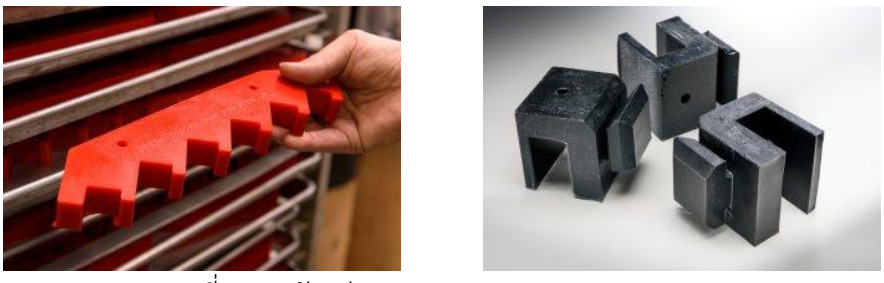
ภาพที่ 4.43 ตัวอย่าง ESD dunnage
(ที่มา; https://www.newmaterials.com/)

6) Vacuum thermoformed dunnage เป็น Dunnage ที่ทำจากกระบวนการขึ้นรูปแบบ Vacuum โดยพลาสติกที่นิยมใช้ขึ้นรูปทำ Dunnage แบบนี้ ได้แก่ high-density polyethylene (HDPE), acrylonitrile butadiene styrene (ABS), high impact polystyrene (HIPS), polyvinyl chloride (PVC), and polypropylene (PP)



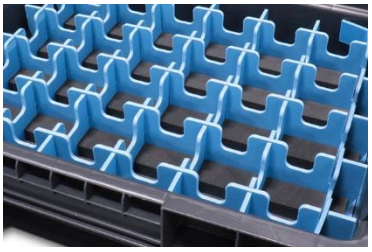
ภาพที่ 4.44 ตัวอย่าง Vacuum thermoformed dunnage
(ที่มา; https://www.custommhs.com/)

7) Molded urethane dunnage เป็น Dunnage ที่ทำจากขึ้นรูปยูรีเทน ซึ่งมีความทนทานต่อแรงกระแทกสูง สามารถปกป้องชิ้นส่วนจากการเครื่องย้าย ตัวอย่างชิ้นส่วน ได้แก่ กระจก ชิ้นส่วนเครื่องยนต์ และแผงตัวถังขนาดใหญ่ เป็นต้น Dunnage รูปแบบนี้มักใช้ใน Custom rack สามารถกำหนดรูปแบบได้ตามที่ต้องการ



ภาพที่ 4.45 ตัวอย่าง Molded urethane dunnage
(ที่มา; https://urethaneusa.com/)

8) Polypropylene solid sheet dunnage เป็น Dunnage ที่ทำจากแผ่นทึบแสงพลาสติกประเภท Polypropylene (PP) โดยผ่านกระบวนการ Die-cut ทำให้สามารถออกแบบได้ตามรูปร่างที่ต้องการ สามารถแบ่งช่องของภาชนะรองรับได้คล้ายกับพลาสติกลอนลูกฟูก แต่ Dunnage แบบนี้วัสดุจะมีน้ำหนักเบา ทนต่อความชื้น และไม่สึกหรอง่ายเหมือนวัสดุลูกฟูก



ภาพที่ 4.46 ตัวอย่าง Polypropylene solid sheet dunnage
(ที่มา; https://ssitote.com/)

9) Machined HDPE plastic dunnage เป็น Dunnage ที่ทำจากพลาสติกประเภท High-density polyethylene (HDPE) สามารถ Machining ได้ตามที่ต้องการ HDPE เป็นวัสดุ dunnage ที่ทนทานซึ่งเหมาะสำหรับชิ้นส่วนเครื่องยนต์ที่ใช้งานหนัก โดยกระบวนการ Machining จะสามารถทำให้ Dunnage มีรูปร่างซับซ้อนได้ดีกว่ากระบวนการอื่นๆ

ภาพที่ 4.47 ตัวอย่าง Machined HDPE plastic dunnage
(ที่มา; https://ssitote.com/)

10) Textile dunnage เป็น Dunnage ที่ทำจากสิ่งทอ เช่น ผ้า เส้นใยพลาสติก เป็นต้น นำมาทำเป็นตัวแบ่งพาร์ติชัน อาจจะอยู่ในรูปแบบกระเป๋า หรือถุง

ภาพที่ 4.48 ตัวอย่าง Textile dunnage
(ที่มา; http://responsepackaging.com/)

1.4 ต้นทุนของบรรจุภัณฑ์หมุนเวียน

ต้นทุนในการบริหารจัดการบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนของโลจิสติกส์ชิ้นส่วนยานยนต์ ในภาพรวมของต้นทุนที่เกิดขึ้นมีดังนี้

1) ต้นทุนวัสดุบรรจุภัณฑ์ เป็นราคาขายของบรรจุภัณฑ์

2) ต้นทุนการเก็บรักษา (Holding costs) จะมีต้นทุนที่เกิดขึ้น 2 ส่วน คือ

2.1) สินค้าคงคลังค้างท่อของบรรจุภัณฑ์ (Pipeline inventory of the packages) เป็นสินค้าคงคลังของบรรจุภัณฑ์ในส่วนที่อยู่ระหว่างการผลิตผู้ผลิตชิ้นส่วนและผู้ประกอบรถยนต์ รวมถึงสินค้าคงคลังอยู่ระหว่างการเดินทางจากผู้ผลิตชิ้นส่วนไปยังผู้ประกอบรถยนต์

2.2) สินค้าคงคลังสำรองของบรรจุภัณฑ์ (Safety inventory of the packages) ที่สินค้าคงคลังเพื่อตอบสนองความไม่แน่นอนของกระบวนการ เช่น บรรจุภัณฑ์ได้รับความเสียหายก่อนหมดอายุการใช้งาน และความผันผวนของคำสั่งซื้อ เป็นต้น โดยปกติผู้ผลิตชิ้นส่วนมิได้ผลิตให้บริษัทผู้ประกอบรถยนต์เพียงบริษัทเดียว เพราะฉะนั้นผู้ผลิตชิ้นส่วนส่วนใหญ่ผลิตแบบ Batch Production ทำให้ต้องมีสินค้าคงคลังสำรองของบรรจุภัณฑ์ เพื่อที่จะทำการผลิตชิ้นส่วนของบริษัทอื่น ส่งผลให้จำนวนบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนในระบบมีไม่เพียงพอต่อความต้องการ จึงต้องมีการสินค้าคงคลังสำรองของบรรจุภัณฑ์

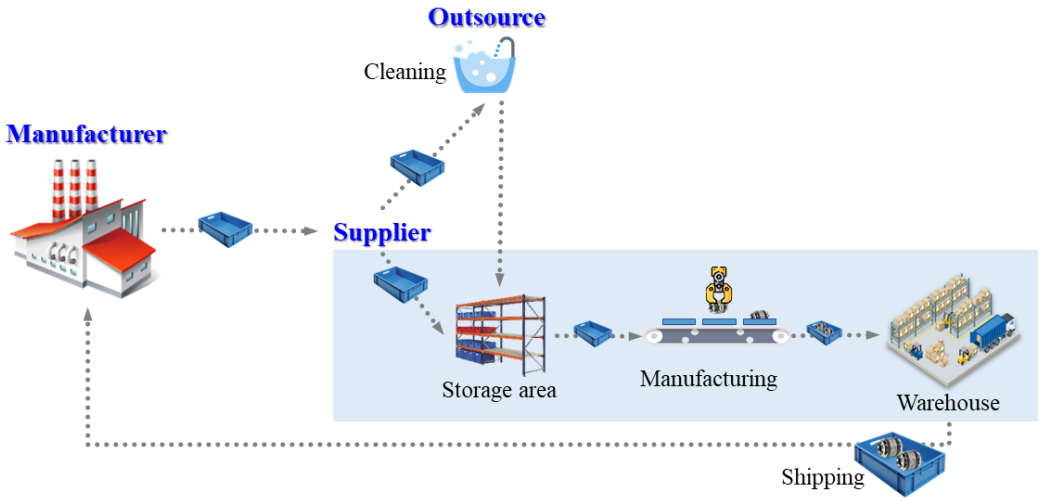
3) ต้นทุนการขนส่ง (Transportation cost) เป็นต้นทุนการขนส่งของบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนเปล่า (Empty container)

4) ค่าเสื่อมราคาของบรรจุภัณฑ์ (Depreciation Cost) ค่าเสื่อมราคาสามารถคำนวนได้จากราคาบรรจุภัณฑ์หารด้วยอายุการใช้งาน

5) ต้นทุนในการทำความสะอาดบรรจุภัณฑ์ เนื่องจากชิ้นส่วนยานยนต์บางชนิด อาจจะทำให้บรรจุภัณฑ์สกปรก เช่น ชิ้นส่วนที่เป็นโลหะต้องทาน้ำมันกันสนิทจึงทำให้บรรจุภัณฑ์เปื้อนคราบน้ำมัน เป็นต้น หรือสกปรกจากกระบวนการอื่นๆ ซึ่งเรื่องความสะอาดของบรรจุภัณฑ์เป็นส่วนหนึ่งในเกณฑ์มาตรฐานบรรจุภัณฑ์ที่โรงงานประกอบรถยนต์ส่วนใหญ่กำหนด

2. โครงสร้างการบริหารการจัดการบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนของโลจิสติกส์ชิ้นส่วนยานยนต์

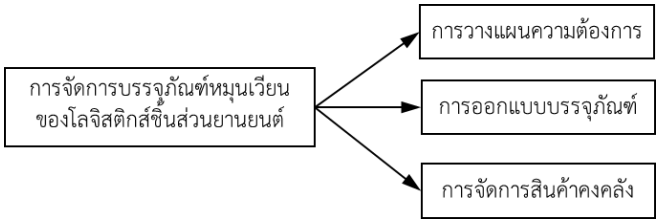
จากการศึกษาเอกสาร และเก็บข้อมูลจากสถานประกอบการสามารถสรุปได้ว่าในการจัดการบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนของโลจิสติกส์ชิ้นส่วนยานยนต์นั้นมีผู้ที่เกี่ยวข้อง คือ ผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ และผู้ประกอบรถยนต์ ทั้ง 2 ส่วนมีความสัมพันธ์กันในโซ่อุปทานอุตสาหกรรมยานยนต์ โดยผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์จะทำการผลิตและจัดส่งชิ้นส่วนให้กับผู้ประกอบรถยนต์ ดังนั้นกิจกรรมโลจิสติกส์จึงเข้ามามีบทบาทในอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ บรรจุภัณฑ์หมุนเวียนเป็นส่วนนึงที่เข้ามามีบทบาทในการลดต้นทุนโลจิสติกส์ของอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ การไหลของบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนจะเริ่มจากผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์จัดซื้อจัดหาบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนเข้ามาจัดเก็บในพื้นที่จัดเก็บเป็นสินค้าคงคลัง และถูกนำเข้าสู่กระบวนการผลิตเพื่อบรรจุชิ้นส่วนลงในบรรจุภัณฑ์หมุนเวียน จากนำจะนำเข้าสู่คลังสินค้าเพื่อรอส่งให้กับผู้ประกอบรถยนต์ จากนั้นจะทำการจัดส่งให้กับผู้ประกอบรถยนต์ตามรอบ Milk run จากนั้นผู้ประกอบรถยนต์จะนำเข้าสู่คลังชิ้นส่วนแล้วจึงทำการ unpack เพื่อนำเข้าไปประกอบเป็นรถยนต์ หรืออาจจะนำเข้าสู่สายการประกอบโดยตรง (Direct to line) กล่องบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนจะเข้าสู่สายการประกอบของผู้ประกอบรถยนต์ และจะส่งคืนให้กับผู้ผลิตชิ้นส่วนตามรอบ Milk run จากนั้นกล่องบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนจะถูกนำไปทำความสะอาดด้วยผู้ผลิตชิ้นส่วน หรือบริษัทจากภายนอก และจะถูกนำกลับเข้ามาจัดเก็บยังคลังอีกครั้ง



ภาพที่ 4.49 การไหลของบรรจุภัณฑ์หมุนเวียน

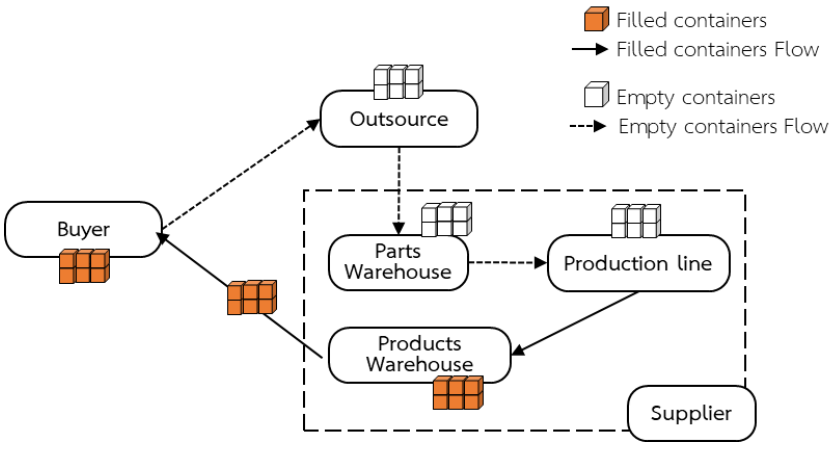
จากภาพที่ 4.49 การไหลของบรรจุภัณฑ์หมุนเวียน การวางแผนความต้องการเพื่อให้เพียงพอต่อการใช้จึงมีความสำคัญ เพราะมิใช่ว่าบรรจุภัณฑ์จะถูกใช้ในกระบวนการขนส่งเท่านั้น บางชิ้นส่วน

บรรจุภัณฑ์หมุนเวียนจะถูกใช้ตั้งแต่เริ่มต้นการผลิตของบริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วน จึงต้องมีการสำรองสินค้าคงคลังของบรรจุภัณฑ์หมุนเวียน เพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการใช้ จากการที่จะเกิดความไม่แน่นอนขึ้นในกระบวนการ เช่น บรรจุภัณฑ์เสียหาย เป็นต้น การจัดการสินค้าคงคลังของบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนจึงต้องคำนึงถึงด้วยเช่นกัน สุดท้ายหากบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนที่ใช้ไม่สามารถรักษาหรือปกป้องชิ้นส่วนได้ หรือทำให้ชิ้นส่วนเกิดข้อผิดพลาด ก็จะทำให้การไหลของผลิตภัณฑ์หยุดชะงักทันที บริษัทผู้ประกอบรถยนต์ส่วนใหญ่จึงมีมาตรฐานบรรจุภัณฑ์สำหรับการออกแบบบรรจุภัณฑ์หมุนเวียน ดังนั้นหากกล่าวถึงโครงสร้างของการจัดการบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนของโลจิสติกส์ชิ้นส่วนยานยนต์ จึงประกอบด้วยการวางแผนความต้องการบรรจุภัณฑ์หมุนเวียน การออกแบบบรรจุภัณฑ์หมุนเวียน และการจัดการสินค้าคงคลังของบรรจุภัณฑ์หมุนเวียน



ภาพที่ 4.50 โครงสร้างของการจัดการบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนของโลจิสติกส์ชิ้นส่วนยานยนต์

1) การวางแผนความต้องการบรรจุภัณฑ์หมุนเวียน ในส่วนนี้บริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนส่วนใหญ่จะการวางแผนความต้องการในการใช้บรรจุภัณฑ์หมุนเวียน โดยพิจารณาจากค่าพยากรณ์ปริมาณการสั่งซื้อเฉลี่ยในแต่ละครั้งให้สอดคล้องกับ Lead time ในแต่ละรอบการจัดส่ง และต้องเผื่อจำนวนบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนที่อยู่ระหว่างกระบวนการผลิต stock ในคลังชิ้นส่วน (Parts Warehouse) และคลังสินค้า (Product Warehouse) อยู่ระหว่างการเดินทาง และที่อยู่ในกระบวนการของผู้ประกอบรถยนต์หรือผู้ซื้อ (Buyer) รวมถึงบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนที่อยู่ในกระบวนการทำความสะอาดของบริษัท Outsource ดังภาพที่ 4.51 เพื่อนำมาคำนวณหาจำนวนบรรจุภัณฑ์ที่ต้องใช้ในแต่ละรุ่นผลิตภัณฑ์



ภาพที่ 4.51 สินค้าคงคลังของบรรจุภัณฑ์หมุนเวียน

จากภาพที่ 4.51 จะเห็นได้ว่าจำนวนของบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนที่ใช้ในระบบ มีตั้งแต่คลังชิ้นส่วน (Parts warehouse) เพื่อจัดเก็บบรรจุภัณฑ์เปล่าสำหรับการผลิตซึ่งจะมี stock บรรจุภัณฑ์เปล่าไว้ผลิต stock สินค้าก่อนนำส่งให้กับผู้ซื้อ และ stock เผื่อบรรจุภัณฑ์เปล่าที่นำส่งไปทำความสะอาด บรรจุภัณฑ์เปล่าที่อยู่ระหว่างการผลิตในสายการผลิต (Production line) บรรจุภัณฑ์ที่มีสินค้าที่อยู่ในคลังสินค้า (Products warehouse) เพื่อเตรียมรอส่งให้กับผู้ซื้อ บรรจุภัณฑ์ที่อยู่ระหว่างการขนส่ง บรรจุภัณฑ์ที่อยู่ที่บริษัทผู้ประกอบรถยนต์ และบรรจุภัณฑ์ที่อยู่ที่บริษัท Outsource เพื่อทำความสะอาด

2) การจัดการสินค้าคงคลังของบรรจุภัณฑ์หมุนเวียน เนื่องจากบริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนส่วนใหญ่มีกระบวนการผลิตเป็นแบบ Job shop ที่ผลิตตามคำสั่งซื้อ โดยผลิตเป็นชุดจำนวนน้อย และผลิตให้กับหลายบริษัทจึงมีการทำ stock ไว้ในกรณีที่มีงานหลายงานจึงต้องจัดเตรียมบรรจุภัณฑ์สำรองให้สำหรับรองรับการผลิตแบบนี้ และจะต้องคำนึงถึงบรรจุภัณฑ์ที่อยู่ระหว่างการเดินทาง และที่อยู่ที่โรงงานผู้ประกอบรถยนต์ รวมถึง safety stock ของบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนสำหรับรองรับความไม่แน่นอนที่อาจจะเกิดขึ้นได้

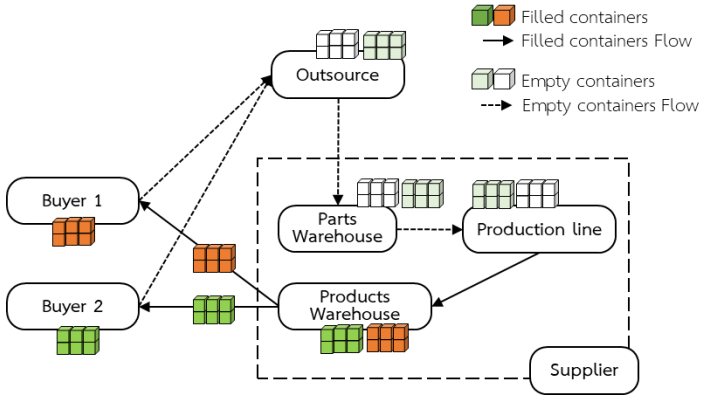
3) การออกแบบบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนสำหรับโลจิสติกส์ชิ้นส่วนยานยนต์ จะเป็นการทำข้อตกลงกันระหว่างบริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนกับบริษัทผู้ประกอบรถยนต์ออกมาเป็น packaging standard ที่บริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนจะต้องดำเนินการให้ได้ตามมาตรฐาน

3. แนวทางการพัฒนาการบริหารการจัดการบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนของโลจิสติกส์ชิ้นส่วนยานยนต์

จากการขอข้อมูลของบริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วน พบว่าบริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนส่วนใหญมีการจัดการบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนของโลจิสติกส์ชิ้นส่วนยานยนต์ในรูปแบบ Dedicate mode คือบริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนเป็นผู้รับผิดชอบในการจัดซื้อ จัดหา และควบคุมดูแลบรรจุภัณฑ์ ก็คือบรรจุภัณฑ์เป็นของบริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วน ถ้าพิจาณาจากมุมมองของบริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วน ซึ่งส่วนใหญ่ยังไม่ได้มีวิธีการจัดการบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนอย่างชัดเจน แต่มุ่งเน้นไปที่ตัวสินค้าเป็นหลักและดำเนินการเพียงการจัดซื้อจัดหามาให้เพียงพอต่อการใช้สำหรับแต่ละรุ่นผลิตภัณฑ์ ดังนั้นในหลายๆ ครั้งมักจะเกิดปัญหาเรื่องของการที่บรรจุภัณฑ์หมุนเวียนไม่เพียงพอต่อการใช้ หรือมีบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนมากเกินความต้องการจากการที่ไม่มีการควบคุมอย่างเป็นระบบ ทำให้ไม่สามารถติดตามสถานะของบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนได้ เมื่อบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนมีไม่เพียงพอ ก็จะดำเนินสั่งซื้อเพิ่มโดยไม่ได้พิจารณาระดับสินค้าคงคลังของบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนที่มีอยู่ในระบบ แนวทางการพัฒนาการจัดการบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนของโลจิสติกส์ชิ้นส่วนยานยนต์ การวางแผนความต้องการบรรจุภัณฑ์หมุนเวียน การออกแบบบรรจุภัณฑ์หมุนเวียน และการจัดการสินค้าคงคลังของบรรจุภัณฑ์หมุนเวียน รายละเอียดดังนี้

1) การวางแผนความต้องการบรรจุภัณฑ์หมุนเวียน

จำนวนของบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนที่ใช้ในระบบ มีตั้งแต่คลังชิ้นส่วนสำหรับในการเก็บบรรจุภัณฑ์เปล่า สายการผลิต คลังสินค้า ผู้ซื้อ บริษัท Outsource และระหว่างการขนส่ง โดยทั่วไปผู้ผลิตชิ้นส่วนจะมีผู้ซื้อมากกว่า 1 เจ้า และรับผลิตในหลายรุ่นผลิตภัณฑ์ ชิ้นส่วนยานยนต์บางรุ่นมีลักษณะคล้ายกัน บริษัทส่วนใหญ่จึงใช้บรรจุภัณฑ์หมุนเวียนประเภทเดียวกันเพื่อลดต้นทุนในการสั่งซื้อบรรจุภัณฑ์ จึงทำให้มีความซับซ้อนและยุ่งยากในการวางแผนความต้องการบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนให้เหมาะสม และมีบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนเป็นสินค้าคงคลังในปริมาณสูงดังภาพที่ 4.52 นั้นคือจะมีต้นทุนในการจัดเก็บรักษามากขึ้นตามปริมาณบรรจุภัณฑ์หมุนเวียน ดังนั้นถ้ามีการวางแผนความต้องการบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนที่เหมาะสม จะทำให้สามารถลดต้นทุนในส่วนนี้ลงได้



ภาพที่ 4.52 สินค้าคงคลังของบรรจุภัณฑ์หมุนเวียน กรณีมีหลายผู้ซื้อ

แนวทางการพัฒนาการวางแผนความต้องการบรรจุภัณฑ์หมุนเวียน อาจจะต้องมีการศึกษาแนวทางการประยุกต์ทฤษฎีการวางแผนความต้องการวัสดุ (Material Resource Planning: MRP) มาใช้ในการวางแผนความต้องการบรรจุภัณฑ์หมุนเวียน โดยมองว่าบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนเป็นวัสดุประเภทหนึ่ง จากนั้นทำการกำหนดหมายเลขรุ่นบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนให้บรรจุภัณฑ์มุนเวียนในแต่ละแบบ ถ้าเป็นในกรณีที่ชิ้นส่วนยานยนต์บางกลุ่มรุ่นมีลักษณะคล้ายกัน ใช้บรรจุภัณฑ์หมุนเวียนรูปแบบเดียวกัน ก็ต้องกำหนดหมายเลขรุ่นบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนเป็นหมายเลขเดียวกัน และระบุหมายเลขรุ่นบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนใน BOM (Bill of Material) จากนั้นใช้ตัวแบบ MRP ในการวางแผน โดย Lead time ของบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนจะเท่ากับรอบเวลาเฉลี่ย (Cycle time) ในการขนส่งบวกกับรอบเวลาเฉลี่ยของกระบวนการทำความสะอาด การใช้ MRP ในการวางแผน จะทำให้ทราบจำนวนบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนที่แท้จริงของแต่ละวันของทุกผลิตภัณฑ์ตามแผนการผลิตแม่บทของบริษัท

2) การจัดการสินค้าคงคลังของบรรจุภัณฑ์หมุนเวียน

บริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนบางส่วนยังมิได้มีการจัดการสินค้าคงคลังของบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนอย่างชัดเจน ซึ่งส่วนใหญ่มุ่งเป้าไปที่วัสดุเป็นหลัก จึงมิได้มีการควบคุมระดับสินค้าคงคลังของบรรจุภัณฑ์หมุนเวียน จึงทำให้บางบริษัทมักจะประสบปัญหาในเรื่องของบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนมีไม่เพียงพอ จากการที่บรรจุภัณฑ์หมุนเวียนเสียหายระหว่างกระบวนการผลิต โดยปกติจะมิได้มีการสั่งซื้อทันทีที่

เสียหาย เนื่องจากยังมีบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนอยู่ในระบบ รวมถึงอาจจะมีการนำไปใช้เพื่อประโยชน์อย่างอื่น เพราะมิได้มีการติดตาม การนับ stock และการควบคุมอย่างจริงจัง ส่งผลให้ต้องสั่งซื้อบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนเข้ามาเพิ่มกลายเป็นการเพิ่มต้นทุนในส่วนนี้

แนวทางการพัฒนาการจัดการสินค้าคงคลังของบรรจุภัณฑ์หมุนเวียน ควรจัดมารตฐานการทำงานขึ้นมา เพื่อทำการควบคุมการใช้งานบรรจุภัณฑ์หมุนเวียน และสร้างความตระหนักให้กับพนักงาน และการประยุกต์เทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการจัดการ เนื่องจากปกติแล้วบริษัทส่วนใหญ่มีการนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้ในการติดตาม และควบคุมระดับสินค้าคงคลังของผลิตภัณฑ์อยู่แล้ว ไม่ว่าจะเป็นระบบ Barcode QR code หรือ RFID เข้าร่วมกับระบบ ERP (Enterprise resource planning) ดังนั้นหากบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนมีการดำเนินการด้วยระบบ ERP ก็จะทำให้เราทราบสถานะของระดับสินค้าคงคลังของบรรจุภัณฑ์หมุนเวียน และนำไปสู่การเพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินงาน และลดต้นทุนในการทำงานซ้ำซ้อน

3) การออกแบบบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนสำหรับโลจิสติกส์ชิ้นส่วนยานยนต์

เนื่องจากในอุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนของประเทศไทย เรายังคงมีปัญหาด้านการขาดบุคลากรด้านการออกแบบพัฒนาและวิจัยบรรจุภัณฑ์หมุนเวียน ทำให้ส่วนใหญ่เรารับแบบมาจากบริษัทแม่ในต่างประเทศ หรือนำเข้าบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนจากต่างประเทศ ซึ่งในปัจจุบันเรามีการพัฒนาเพื่อออกแบบให้เหมาะสมกับการใช้งาน ดังนั้นแบบบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนที่รับมา หรือนำเข้ามาแล้วนำมาใช้ในสถานการณ์ และสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกัน อาจทำให้บรรจุภัณฑ์หมุนเวียนไม่สามารถใช้งานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ และอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ของไทยในปี 2562-2564 คาดว่าจะมีรายได้ (ในรูปเงินบาท) ขยายตัวต่อเนื่อง 3-5% ต่อปี โดยมีปัจจัยหนุนจากความต้องการชิ้นส่วนฯ OEM ทั้งตลาดในประเทศและตลาดส่งออก ที่ยังขยายตัวต่อเนื่อง (วรรณา ยงพิศาลภพ, 2562) ดังนั้นเพื่อเพิ่มขีดความสามารถด้านโลจิสติกส์ชิ้นส่วนยานยนต์ จึงควรสร้างความร่วมทั้งในส่วนงานของภาครัฐและเอกชนในส่งเสริมพัฒนาฝีมือแรงงานด้านการออกแบบบรรจุภัณฑ์หมุนเวียน โดยคุณลักษณะทางเทคนิคที่สำหรับสำหรับการออกแบบ คือ การออกแบบบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนที่สามารถประหยัดพื้นที่ได้ (Space utilization) เพื่อลดต้นทุนโลจิสติกส์ การพัฒนาและวิจัยวัสดุทดแทน และมีน้ำหนักเบา เพื่อลดปัญหาสิ่งแวดล้อม และเพื่อความยั่งยืน รวมถึงการออกแบบและพัฒนาบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนให้สามารถใช้งานได้ในหลายรุ่นผลิตภัณฑ์ เพื่อเพิ่มความยืดหยุ่นในการดำเนินการจัดการบรรจุภัณฑ์หมุนเวียน และลดปัญหาการกำจัดบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนที่ไม่ได้ใช้แล้วจากการเปลี่ยนรุ่นผลิตภัณฑ์ตามวงจรชีวิตของผลิตภัณฑ์รถยนต์

บทที่ 5
สรุปและอภิปรายการดำเนินงานวิจัย

สรุปผลการดำเนินงานวิจัย

การศึกษาเรื่อง “การจัดการบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนของโลจิสติกส์ชิ้นส่วนยานยนต์” มีเป้าหมายเพื่อศึกษาโครงสร้างการจัดการบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนของโลจิสติกส์ชิ้นส่วนยานยนต์ และการพัฒนาการบริหารการจัดการบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนของโลจิสติกส์ชิ้นส่วนยานยนต์ โดยมุ่งเน้นการศึกษาในบรรจุภัณฑ์ประเภท multi-way packaging หรือ บรรจุภัณฑ์หมุนเวียนในอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ที่เป็นชิ้นส่วนยานยนต์เพื่อการประกอบรถยนต์ (Original Equipment Manufacturer; OEM) งานวิจัยนี้ดำเนินการศึกษาจากการสืบค้นจากวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง งานวิจัยที่ถูกศึกษาก่อนหน้า ตำรา บทความวิจัย และบทความวิชาการต่าง ๆ รวมถึงข้อมูลที่เผยแพร่ทางสื่ออิเล็กทรอนิกส์ และข้อมูลของบริษัทผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ที่อนุญาตให้สามารถนำออกมาได้ โดยบริษัทผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ที่ทำการเก็บข้อมูลเป็นบริษัทที่ผลิตชิ้นส่วนครอบคลุมกลุ่มประเภทของอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ ได้แก่ กลุ่มระบบส่งกำลัง กลุ่มระบบช่วงล่าง กลุ่มไฟฟ้า และกลุ่มตัวถัง ให้กับบริษัทผู้ประกอบรถยนต์ชั้นนำของประเทศ ได้แก่ Toyota Mitsubishi Isuzu Ford และ Susuki จากการศึกษา พบว่า การจัดการบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนของโลจิสติกส์ชิ้นส่วนยานยนต์สามารถแบ่งได้ 2 รูปแบบ ได้แก่

1) แบบ Share mode ผู้รับผิดชอบบรรจุภัณฑ์หมุนเวียน คือ บริษัทผู้ประกอบรถยนต์ ซึ่งจะหน้าที่จัดหา ออกแบบ วางแผนความต้องการ ควบคุมสินค้าคงคลัง และค่าใช้จ่ายด้านบรรจุภัณฑ์หมุนเวียน หรืออีกนัยนึงก็คือบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนเป็นทรัพย์สินของผู้ประกอบรถยนต์

2) แบบ Dedicate mode ผู้รับผิดชอบบรรจุภัณฑ์หมุนเวียน คือ ผู้ผลิตชิ้นส่วน ที่จะทำการจัดซื้อจัดหาเอง หรือก็คือ บรรจุภัณฑ์หมุนเวียนเป็นทรัพย์สินของผู้ผลิตชิ้นส่วน การออกแบบบรรจุภัณฑ์ จะมี 2 รูปแบบ คือ ผู้ผลิตชิ้นส่วนออกแบบเอง การออกแบบต้องให้เป็นไปตามมาตรฐานบรรจุภัณฑ์ (Packaging standard) ที่ผู้ประกอบรถยนต์กำหนดขึ้น และผู้ประกอบรถยนต์เป็นผู้ออกแบบเอง ผู้ผลิตชิ้นส่วนก็จะต้องดำเนินการจัดหาบรรจุภัณฑ์ให้ได้ตามแบบที่ผู้ประกอบรถยนต์กำหนด ผู้ผลิตชิ้นส่วนจะรับผิดชอบค่าใช้จ่ายด้านบรรจุภัณฑ์หมุนเวียน และจะนำไปคิดเป็นต้นทุนบรรจุภัณฑ์ที่จะถูกนำไปคิดรวมในราคาขายของผลิตภัณฑ์

จากการจัดการบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนของโลจิสติกส์ชิ้นส่วนยานยนต์ทั้ง 2 รูปแบบ สามารถเปรียบเทียบการจัดการบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนระหว่างรูปแบบ Share mode และ Dedicate mode ได้ดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 การเปรียบเทียบการจัดการบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนระหว่างรูปแบบ Share mode และ Dedicate mode

ลำดับที่	รายการ	Share mode	Dedicate mode
1	การจัดการสินค้าคงคลัง	Manufacturer	Supplier
2	ศูนย์กลางในการจัดการบรรจุภัณฑ์หมุนเวียน	มี	ไม่มี
3	ค่าใช้จ่ายด้านบรรจุภัณฑ์หมุนเวียน	Manufacturer	Supplier
4	การออกแบบบรรจุภัณฑ์	Manufacturer	Manufacturer
5	การวางแผนความต้องการบรรจุภัณฑ์หมุนเวียน	ง่าย	ยาก
6	ความยืดหยุ่น	ต่ำ	สูง
7	ระดับสินค้าคงคลัง	ต่ำ	สูง
8	การควบคุมระดับสินค้าคงคลัง	ง่าย	ยาก
9	การสนับสนุนระบบ Milk run	สนับสนุน	สนับสนุน
10	การตอบสนองระบบ JIT	ดี	ไม่ดี
11	การควบคุมด้วยสายตา	ดี	ไม่ดี

การจัดการบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนทั้งแบบ Share mode และแบบ Dedicate mode จะมีความแตกต่างกันในเรื่องของการจัดการสินค้าคงคลังของบรรจุภัณฑ์หมุนเวียน แบบ Share mode ผู้ประกอบรถยนต์ (Manufacturer) จะเป็นผู้บริหารจัดการเอง โดยมีศูนย์กลางในการจัดการบรรจุภัณฑ์หมุนเวียน สามารถใช้บรรจุภัณฑ์หมุนเวียนแบบ Common ในกรณีที่บริษัทมีชิ้นส่วนคล้ายกัน เพื่อลดต้นทุนการสั่งซื้อบรรจุภัณฑ์เมื่อสั่งซื้อเป็นจำนวนมาก และการมีศูนย์กลางฯ ทำให้วางแผนความต้องการในการใช้บรรจุภัณฑ์หมุนเวียนได้ง่าย เพราะศูนย์กลางฯ จะทราบแผนการผลิตจากผู้ประกอบรถยนต์ที่แน่นอน ทำให้ลดความคลาดเคลื่อนจากความไม่แน่นอนในการพยากรณ์ความต้องการของผู้ประกอบรถยนต์ได้ ส่งผลให้ระดับสินค้าคงคลังต่ำ และควบคุมระดับสินค้าคงคลังได้ง่าย ในขณะที่ Dedicate mode มีความไม่แน่นอนและมีความผันผวนของความต้องการสูง ทำให้การควบคุมระดับสินค้าคงคลังทำได้ยาก เนื่องจากแบบ Dedicate mode ผู้ผลิตชิ้นส่วน (Supplier) จะเป็นผู้บริหารจัดการบรรจุภัณฑ์เองทั้งหมด ถ้าไม่มีการสื่อสารระหว่างผู้ประกอบรถยนต์กับผู้ผลิตชิ้นส่วนที่ดี หรือผู้ผลิตชิ้นส่วนไม่มีกระบวนการพยากรณ์ และ/หรือการแผนการผลิตที่เหมาะสม รวมถึงการควบคุมคุณภาพที่ดี จะทำให้มีระดับสินค้าคงคลังสูงจากงานในกระบวนการสูง (WIP) และเมื่อมี WIP สูง การตอบสนองระบบ JIT จึงทำได้ไม่ดี แต่จะมีความยืดหยุ่นในการจัดการและการวางแผนมากกว่าแบบ Share mode ในกรณีที่มีความไม่แน่นอนเกิดขึ้น เช่น บรรจุภัณฑ์ได้รับความเสียหาย เวลาปฏิบัติงานไม่คงที่ เครื่องจักรเสีย เป็นต้น แต่แบบ Share mode บรรจุภัณฑ์จะถูกส่งมา

ตามแผนรอบ Milk run หากมีความไม่แน่นอนเกิดขึ้นผู้ผลิตชิ้นส่วนจะดำเนินการแก้ปัญหาได้ยากกว่า ตัวอย่างเช่น ในกรณีที่บรรจุภัณฑ์เสียหายระหว่างกระบวนการ ถ้าจัดการแบบ Share mode ผู้ผลิตชิ้นส่วนจะไม่มีบรรจุภัณฑ์สำหรับใส่ผลิตภัณฑ์ในรอบถัดไป ทำให้การจัดส่งสินค้าให้กับผู้ประกอบรถยนต์ล่าช้า ผู้ประกอบรถยนต์ก็จะไม่มีชิ้นส่วนสำหรับการผลิตในรอบนั้นๆ แผนการผลิตก็จะคลาดเคลื่อนไปจากเดิม แต่ถ้าแบบ Dedicate mode ผู้ผลิตชิ้นส่วนสามารถนำบรรจุภัณฑ์ที่มีใน Stock หรือ นำบรรจุภัณฑ์ของลูกค้ารายอื่นมาใช้ทดแทนก่อนได้เลย และถ้าเกิดปัญหาคุณภาพขึ้น แบบ Dedicate mode สามารถควบคุมด้วยสายตาได้ดีกว่าแบบ Share mode เนื่องจากโดยปกติบรรจุภัณฑ์ของแต่ละผู้ผลิตชิ้นส่วนจะบ่งชี้ด้วยสีของบรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกัน หากเกิดปัญหาคุณภาพขึ้นจะทำให้สะดวกต่อการควบคุม โดยการคัดแยกบรรจุภัณฑ์ของผู้ผลิตชิ้นส่วนที่มีปัญหาออกด้วยสีของบรรจุภัณฑ์ และผู้ประกอบรถยนต์ยังสะดวกต่อการบริหารจัดการในการส่งคืนบรรจุภัณฑ์ตามรอบรถ Milk run จากสีของบรรจุภัณฑ์ที่แยกตามผู้ผลิตชิ้นส่วน

การออกแบบบรรจุภัณฑ์หมุนเวียน จะทำการออกแบบตามมาตรฐานบรรจุภัณฑ์ (Packaging standard) ของผู้ประกอบรถยนต์ ที่เป็นข้อตกลงร่วมกัน คุณลักษณะทางเทคนิคของบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนจะมีเกณฑ์การพิจารณาสำหรับการออกแบบ ได้แก่ การรักษาความปลอดภัยให้กับสินค้าที่บรรจุอยู่ภายใน การคงสภาพของสินค้าให้คงเดิมตั้งแต่ผู้ผลิตจนถึงลูกค้า การใช้ประโยชน์จากพื้นที่บรรจุให้คุ้มค่า ความสะดวกต่อการใช้งานไม่ว่าจะเป็นความง่ายต่อการขนส่ง ง่ายต่อการจัดเก็บ และง่ายต่อการหยิบใช้ จำนวนชิ้นงานต่อกล่องควรออกแบบไม่ให้มีชิ้นงานเศษ การบ่งชี้ ควรออกแบบเพื่อให้สามารถมองเห็นป้าย tag ได้ง่ายและชัดเจน การเลือกใช้สีของบรรจุภัณฑ์ และการยศาสตร์ (Ergonomic) เพื่อให้พนักงานสามารถทำงานได้อย่างสะดวกโดยไม่เกิดการบาดเจ็บจากการทำงาน

จากผลการศึกษาแนวทางการออกแบบบรรจุภัณฑ์หมุนเวียน สามารถแบ่งบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนตามลักษณะของรูปทรงบรรจุภัณฑ์ได้ 3 รูปแบบ คือ 1) Rack 2) Bin และ 3) Box โดยวัสดุทำบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนส่วนใหญ่ที่ใช้ในโลจิสติกส์ชิ้นส่วนยานยนต์ ได้แก่ โหละหรือเหล็ก พลาสติก และวัสดุสิ่งทอ เป็นต้น ทำให้ความสามารถของบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนในแต่ละประเภทมีความสามารถที่แตกต่างกันในหลายด้าน ได้แก่ ขนาดของชิ้นส่วน น้ำหนักของชิ้นส่วน การป้องกันแรงกระแทกจากการเคลื่อนย้าย การป้องกันการกระแทกกันเองของชิ้นส่วน การแบ่งแยกชิ้นส่วน การทำให้ชิ้นส่วนพอดีกับบรรจุภัณฑ์ไม่ให้เคลื่อนที่ ความสะดวกต่อการหยิบใช้งาน จำนวนต่อภาชนะ Stackable และ Nestable จากการศึกษาจะเห็นได้ว่าบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนประเภท Rack และ Bin จะสามารถบรรจุชิ้นส่วนที่มีขนาดปานกลางจนถึงขนาดใหญ่ ซึ่งสามารถรับชิ้นส่วนที่มีน้ำหนักมากได้ ซึ่ง Rack และ Bin ส่วนใหญ่ทำจากเหล็กทำให้สามารถป้องกันต่อแรงกระแทกที่จะมากระทำอันเกิดจากการเคลื่อนย้ายได้ดี แต่ไม่สามารถป้องกันการกระแทกกันเองของชิ้นส่วนภายในบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนได้ แต่ถ้าหากบรรจุภัณฑ์มีการใส่หรือประกอบ Dunnage เข้ากับ Rack และ Bin จะทำให้บรรจุภัณฑ์สามารถป้องกันการกระแทกกันเองของชิ้นส่วนระหว่างการขนส่งได้ดี และ Dunnage จะสามารถแบ่งแยกชิ้นส่วนได้ดี ถ้าหากเลือก Dunnage ที่เหมาะสมกับชิ้นส่วนจะสามารถ Fix ชิ้นส่วนให้อยู่กับ

ที่ได้ ทำให้สามารถป้องกันความเสียหายจากการเคลื่อนย้าย ทั้งแรงกระแทกจากภายนอก การสั่นสะเทือนจากการเคลื่อนย้าย การกระแทกกันเอง และการจัดเก็บได้ดีกว่าแบบไม่มี Dunnage และเมื่อมีการแบ่งแยกชิ้นส่วนออกจากกันก็จะทำให้สะดวกต่อการหยิบชิ้นส่วนมากกว่าแบบไม่มี Dunnage แต่แบบมี Dunnage จะทำให้จำนวนชิ้นส่วนที่สามารถบรรจุได้ต่อภาชนะลดลง ทำให้ค่าอรรถประโยชน์การใช้สอยพื้นที่ (Space utilization) ของบรรจุภัณฑ์ลดลงด้วยเช่นเดียวกัน

สำหรับบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนแบบ Box จะรับน้ำหนักได้น้อยกว่าแบบ Rack และ Bin จึงเหมาะกับชิ้นส่วนขนาดเล็กถึงขนาดกลางที่มีน้ำหนักน้อย วัสดุที่ใช้ทำบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนประเภทนี้มักจะนิยมใช้พลาสติกซึ่งมีต้นทุนถูกกว่าเหล็กหรือโลหะ และถูกออกแบบให้มีความสามารถในการวางเรียงซ้อนกัน และมีขนาดเหมาะสมกับการวางเรียงบนอุปกรณ์ช่วยขนย้าย หรืออุปกรณ์รวมหน่วยย่อยให้ใหญ่ขึ้น (Unitization) เช่น Pallet เป็นต้น เพื่อประหยัดพื้นที่ในการจัดวาง และเช่นเดียวกับ Rack และ Bin ถ้ามี Dunnage จะสามารถป้องกันการเสียหายได้มากกว่าแบบไม่มี Dunnage และส่วนใหญ่บรรจุภัณฑ์หมุนเวียนแบบ Rack และ Bin จะมีความสามารถด้าน Stackable แต่ความสามารถด้าน Nestable จะออกแบบได้ยาก ในขณะที่บรรจุภัณฑ์หมุนเวียนแบบ Box สามารถออกแบบให้มีความสามารถทั้งด้าน Stackable และ Nestable ได้ง่ายและดีกว่าแบบ Rack และ Bin รวมถึง Dunnage แบบ Vacuum thermoformed dunnage ที่ส่วนใหญ่จะออกแบบให้มีความสามารถทั้งด้าน Stackable and nestable จึงทำให้บรรจุภัณฑ์ประเภทนี้สามารถประหยัดพื้นที่ในการจัดวางบนอุปกรณ์ขนย้าย และพื้นที่ในการจัดเก็บทั้งที่บรรจุภัณฑ์บรรจุชิ้นส่วนเต็มและบรรจุภัณฑ์เปล่า สามารถสรุปการเปรียบเทียบความสามารถของบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนแยกตามแต่ละประเภทบรรจุภัณฑ์ได้ดังตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.2 เปรียบเทียบความสามารถของบรรจุภัณฑ์ของแต่ละประเภทบรรจุภัณฑ์

ประเภทของบรรจุภัณฑ์	ความสามารถของบรรจุภัณฑ์									
	ขนาดของชิ้นส่วน	น้ำหนักของชิ้นส่วน	ป้องกันแรงกระแทกจากการเคลื่อนย้าย	ป้องกันการกระแทกกันเองของชิ้นส่วน	การแบ่งแยกชิ้นส่วน	การ fix ชิ้นส่วนไม่ให้เคลื่อนที่	สะดวกต่อการหยิบใช้งาน	จำนวนต่อภาชนะ	Stackable	Nestable
Rack										
Custom stackable racks	กลาง-ใหญ่	มาก	ดีมาก	น้อย	-	-	ปานกลาง	ดีมาก	มี	ไม่มี
Collapsible racks	กลาง-ใหญ่	มาก	ดีมาก	น้อย	-	-	ปานกลาง	ดีมาก	มี	มี
Bag rack	กลาง-ใหญ่	มาก	ดีมาก	ดี	ดีมาก	-	ดีมาก	ดี	มี	ไม่มี
Rack & Dunnage	กลาง-ใหญ่	มาก	ดีมาก	ดีมาก	ดีมาก	ดีมาก	ดีมาก	ปานกลาง	มี	ไม่มี
Bin										
Rigid steel bin	กลาง-ใหญ่	มาก	ดีมาก	น้อย	-	-	ปานกลาง	ดีมาก	มี	ไม่มี
Rigid wire mesh bin	กลาง-ใหญ่	มาก	ดีมาก	น้อย	-	-	ปานกลาง	ดีมาก	มี	ไม่มี
Corrugated Steel bin	กลาง-ใหญ่	มาก	ดีมาก	น้อย	-	-	ปานกลาง	ดีมาก	มี	ไม่มี
Plastic pallet bin	กลาง-ใหญ่	มาก	ดีมาก	น้อย	-	-	ปานกลาง	ดีมาก	มี	ไม่มี
Bins & Dunnage	กลาง-ใหญ่	มาก	ดีมาก	ดีมาก	ดีมาก	ดีมาก	ดีมาก	ปานกลาง	มี	ไม่มี
Box										
PCORR box	เล็ก-กลาง	น้อย	ปานกลาง	น้อย	-	-	ปานกลาง	ปานกลาง	มี	ไม่มี
Stacking box	เล็ก-กลาง	น้อย	ดี	น้อย	-	-	ปานกลาง	ปานกลาง	มี	ไม่มี
Stackable and nestable box	เล็ก-กลาง	น้อย	ดี	น้อย	-	-	ปานกลาง	ปานกลาง	มี	มี
Dunnage box	เล็ก-กลาง	น้อย	ดี	ดีมาก	ดีมาก	ดีมาก	ดีมาก	น้อย	มี	ไม่มี

ต้นทุนในการบริหารจัดการบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนของโลจิสติกส์ชิ้นส่วนยานยนต์ ได้แก่ ต้นทุนวัสดุบรรจุภัณฑ์ เป็นราคาขายของบรรจุภัณฑ์ ต้นทุนการเก็บรักษา (Holding costs) จะแบ่งเป็นสินค้าคงคลังค้างท่อของบรรจุภัณฑ์ (Pipeline inventory of the packages) และสินค้าคงคลังสำรองของบรรจุภัณฑ์ (Safety inventory of the packages) ต้นทุนการขนส่งของบรรจุภัณฑ์เปล่า ค่าเสื่อมราคาของบรรจุภัณฑ์ ต้นทุนในการทำความสะอาดบรรจุภัณฑ์ เป็นต้น

การจัดการบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนของโลจิสติกส์ชิ้นส่วนยานยนต์ จะกล่าวถึงกระบวนการวางแผนความต้องการ การออกแบบ และการจัดการสินค้าคงคลังของบรรจุภัณฑ์หมุนเวียน ผลจากการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า การวางแผนความต้องการบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนจะพิจารณาจากค่าพยากรณ์ปริมาณการสั่งซื้อเฉลี่ยในแต่ละครั้งให้สอดคล้องกับ Lead time ในแต่ละรอบการจัดส่ง และต้องเผื่อจำนวนบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนที่อยู่ระหว่างกระบวนการผลิต ที่อยู่ระหว่างการเดินทาง และ Safety stock ของบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนสำหรับความไม่แน่นอนที่อาจจะเกิดขึ้นได้ การจัดการสินค้าคงคลังของบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนจะเกี่ยวข้องกับสินค้าคงคลังค้างท่อของบรรจุภัณฑ์ และสินค้าคงคลังสำรองของบรรจุภัณฑ์ ส่วนการออกแบบนั้นจะมุ่งเน้นการออกแบบให้ได้ตามความต้องการของผู้ซื้อ และได้ตามมาตรฐานบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนที่ทางผู้ซื้อเป็นคนกำหนด และปัจจัยสำหรับการออกแบบบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนที่สำคัญ คือ ความสามารถในการวางเรียงซ้อนเมื่อมีสินค้าเต็มกล่อง (Stackability) และความสามารถในการวางซ้อนกันของกล่องเปล่า (Nestability) เนื่องจากจะทำให้เกิดการใช้พื้นที่ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ และสามารถลดต้นทุนโลจิสติกส์ลงได้

อภิปรายผลการดำเนินงานวิจัย

อุตสาหกรรมการผลิตทั้งในอุตสาหกรรมยานยนต์ อิเล็กทรอนิกส์ และอาหาร บรรจุภัณฑ์หมุนเวียน (Returnable packaging) มีบทบาทอย่างมาก เป็นองค์ประกอบสำคัญของการดำเนินการผลิตแบบลีนในอุตสาหกรรมการผลิต (Maleki, R. A., & Meiser, G., 2011) บรรจุภัณฑ์หมุนเวียนมีค่าใช้จ่ายน้อยกว่าบรรจุภัณฑ์แบบใช้แล้วทิ้ง (One-way packaging) เช่น กล่องกระดาษลูกฟูก (Corrugated fiberboard boxes) เป็นต้น ทำให้สามารถลดค่าใช้จ่ายในการกำจัดและความจำเป็นในการซื้อบรรจุภัณฑ์ซ้ำ เนื่องจากบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนมีอายุการใช้งานนาน และสามารถใช้ซ้ำได้ ส่งผลให้สามารถลดจำนวนบรรจุภัณฑ์ที่ต้องการใช้ได้ นอกจากนี้ยังมีประโยชน์ในการดำเนินงาน เนื่องจากบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนสามารถออกแบบเพื่อทำให้ผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์ง่ายต่อการบรรจุ จัดเก็บ และนำออกจากบรรจุภัณฑ์ และสามารถอำนวยความสะดวกในการใช้ระบบอัตโนมัติ อีกทั้งยังสามารถลดค่าใช้จ่ายในการดำเนินการด้านโลจิสติกส์ เนื่องจากได้รับการออกแบบเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการขนย้ายและจัดเก็บแบบเป็นหน่วยบรรจุภัณฑ์ (Unit load) อีกทั้งบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนยังตอบกับข้อกฎหมายและประโยชน์ทางด้านสิ่งแวดล้อม ในทางกลับกันการใช้บรรจุภัณฑ์หมุนเวียนจะทำให้ต้นทุนโลจิสติกส์เพิ่มขึ้นอย่างมากจากการควบคุม และจัดการการไหลของบรรจุภัณฑ์ อันได้แก่ การทำความสะอาดบรรจุภัณฑ์ใช้แล้ว การซ่อมแซมเมื่อเสียหาย การจัดเก็บรักษา การควบคุมระดับคงคลัง และบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนยังมีโอกาสสูญหายจากการขโมยได้ ดังนั้นการบริหารจัดการบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนจึงมีความสำคัญ (Zhang, O., Segerstedt, A., Tsao, Y., Liu, B., 2015)

สำหรับอุตสาหกรรมยานยนต์เรียกได้ว่าเป็นอุตสาหกรรมที่มีการจัดการห่วงโซ่อุปทานที่ใหญ่ที่สุดในโลก โครงสร้างของอุตสาหกรรมยานยนต์ไทยประกอบด้วย ผู้ประกอบรถยนต์ (Original Equipment Manufacturer; OEM) ผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ และผู้ผลิตอะไหล่ (Replacement Equipment Manufacturer; REM) ในโซ่อุปทานอุตสาหกรรมยานยนต์จะมีผู้ประกอบรถยนต์หรือ OEMs เป็นศูนย์กลางของการเชื่อมโยงความสัมพันธ์กับผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์แบบลำดับขั้น (Tier) ผู้ที่เกี่ยวข้องหลักในโซ่อุปทานอุตสาหกรรมยานยนต์จะประกอบด้วย 4 กลุ่ม ได้แก่ ผู้ประกอบรถยนต์ ผู้ผลิตชิ้นส่วนลำดับที่ 1 (1^{st} Tier) ผู้ผลิตชิ้นส่วนลำดับที่ 2 (2^{nd} Tier) และผู้ผลิตชิ้นส่วนลำดับที่ 3 (3^{rd} Tier) อุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์เป็นอุตสาหกรรมที่ต่อเนื่องมาจากอุตสาหกรรมยานยนต์ ในอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ ผู้ผลิตชิ้นส่วนกับผู้ประกอบรถยนต์ก็มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกัน และมีกิจกรรมต่างๆ ทางโลจิสติกส์เกิดขึ้นตลอดโซ่อุปทาน บรรจุภัณฑ์หมุนเวียนเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้กิจกรรมการขนส่งในโลจิสติกส์ชิ้นส่วนยานยนต์มีประสิทธิภาพมากขึ้น หากมีการบริหารจัดการที่เหมาะสม ไม่ว่าจะเป็นเรื่องของการปกป้องรักษา และคงสภาพของสินค้าให้ปลอดภัยจนกว่าจะถึงลูกค้า การลดต้นทุนโลจิสติกส์ และลดการทำลายสิ่งแวดล้อมโดยการเลือกใช้บรรจุภัณฑ์ที่สามารถใช้ซ้ำได้ ในอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ของตลาด OEM บรรจุภัณฑ์จะมี 2 แบบ คือ บรรจุภัณฑ์ใช้ครั้งเดียว (Disposable หรือ One-way packaging) และบรรจุภัณฑ์หมุนเวียน (Returnable หรือ Multi-way packaging) จากงานวิจัยของ Diogo A. L. S., (2013) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบบรรจุภัณฑ์ใช้ครั้งเดียวกับบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนในโลจิสติกส์ย้อนกลับของประเทศบราซิล พบว่า บรรจุภัณฑ์หมุนเวียน เป็นประโยชน์ในกิจกรรมโลจิสติกส์ทั้งในทางเทคนิค เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นไปในทางทิศเดียวกันกับงานวิจัยของ ภัทร บุญโท (2560) ที่ได้กล่าวว่า การใช้บรรจุภัณฑ์หมุนเวียนเป็นแนวทางในการดำเนินงาน ที่สามารถลดผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อม เพื่อการพัฒนาไปสู่ความยั่งยืนในการดำเนินธุรกิจต่อไปได้ในระยะยาว ในอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ในประเทศไทย บริษัทส่วนใหญ่มีการใช้บรรจุภัณฑ์หมุนเวียนกันอย่างแพร่หลาย ทำให้การบริหารการจัดการบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนของโลจิสติกส์ชิ้นส่วนยานยนต์จึงเป็นส่วนสำคัญที่จะทำให้การดำเนินงานเป็นไปอย่างราบรื่น และสามารลดต้นทุนทางโลจิสติกส์ได้ ในการดำเนินของผู้ผลิตชิ้นส่วนยังคงขาดการวางแผนที่ดีทำให้เกิดปัญหาในเรื่องของการที่ไม่สามารถตอบสนองความต้องการบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนได้อย่างเพียงพอ และเรายังขาดองค์ความรู้การพัฒนาและวิจัยเกี่ยวกับวัสดุทดแทนของ บรรจุภัณฑ์หมุนเวียน รวมถึงเทคโนโลยีในการออกแบบและการพัฒนาบรรจุภัณฑ์หมุนเวียน แรงงานและนักวิจัยในด้านนี้ยังมีจำนวนน้อย

ข้อเสนอแนะ

1) ในโลจิสติกส์ชิ้นส่วนยานยนต์การใช้บรรจุภัณฑ์หมุนเวียนทดแทนการใช้บรรจุภัณฑ์แบบใช้ครั้งเดียว จะช่วยทำให้ลดต้นทุนวัสดุ และต้นทุนการกำจัดขยะบรรจุภัณฑ์ลงได้ แต่ถ้าขาดการบริหารจัดการที่ดีก็จะทำให้ต้นทุนในการจัดการบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนสูงขึ้นได้ เช่น การวางแผนความต้องการบรรจุภัณฑ์หมุนเวียนมากเกินไป ก็จะทำให้เกิดต้นทุนจมเมื่อบรรจุภัณฑ์นั้นไม่ได้ใช้งาน และมีต้นทุนในการเก็บรักษาบรรจุภัณฑ์ที่ไม่ได้ใช้งาน หรือวางแผนความต้องการน้อยกว่าระดับความต้องการใช้ ก็จะทำให้มีบรรจุภัณฑ์ไม่เพียงพอต่อการใช้งาน ส่งผลให้ไม่สามารถส่งสินค้าได้ทัน และต้องจ่ายค่าปรับ

ให้กับลูกค้า อีกทั้งยังมีต้นทุนเสียโอกาสที่เกิดจากลูกค้าขาดความเชื่อมั่น ดังนั้นการวางแผนความต้องการบรรจุภัณฑ์หมุนเวียน จึงต้องคำนึงถึงต้นทุนแฝงเหล่านี้ที่อาจจะเกิดขึ้นได้

2) เนื่องจากอุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์ของประเทศไทย ณ ปัจจุบัน มีข้อจำกัดด้านเทคโนโลยีการผลิตบรรจุภัณฑ์ ทำให้บรรจุภัณฑ์หมุนเวียนที่ผลิตขึ้นมาใช้เฉพาะชิ้นงานมีปัญหาด้านความแข็งแรง อายุการใช้งาน และสามารถผลิตได้น้อย รวมถึงมีต้นทุนต่อชิ้นค่อนข้างสูง เพราะต้องจ้างบริษัทภายนอกออกแบบให้ หากใช้บรรจุภัณฑ์ที่เป็นมีการออกแบบไว้อยู่แล้ว เช่น กล่องแบบ stackable container ซึ่งปัจจุบันค่อนข้างมีมาตรฐานของกล่องชัดเจน แต่ถ้าเป็นชิ้นงานที่มีขนาดใหญ่ และเสียหายได้ง่าย กล่องประเภทนี้จะไม่สามารถใช้งานได้ จึงต้องมีการออกแบบเฉพาะผลิตภัณฑ์ขึ้น จึงต้องมีการศึกษาแนวทางการพัฒนาเทคโนโลยี หรือนวัตกรรมใหม่ ๆ สำหรับการผลิตบรรจุภัณฑ์ รวมถึงการหาแนวทางการพัฒนาแรงงานด้านการออกแบบพัฒนาและวิจัยบรรจุภัณฑ์หมุนเวียน เพื่อลดต้นทุนโลจิสติกส์ ในด้านของวัสดุศาสตร์ สำหรับคิดค้นวัสดุทดแทน เพื่อให้มีน้ำหนักเบา ลดพื้นที่การใช้การ แต่ยังคงรักษาสินค้าภายในได้ และเพื่อลดปัญหาสิ่งแวดล้อม

บรรณานุกรม

1. ก้องฤทธิ์ บุญเลี้ยง และฤภูวัลย์ จันทรสา, 2554: การพัฒนาบรรจุภัณฑ์แบบหมุนเวียนสำหรับชิ้นส่วนยานยนต์ด้วยเทคนิควิศวกรรมคุณค่า, การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ ประจำปี 2554. หน้า 1950-1955
2. จริยา เสกสรร, 2558: ตัวแบบโซ่อุปทานแบบวงปิด, วารสารไทยการวิจัยดำเนินงาน, 3 (2). หน้า 9-16
3. ธนิต โสรัตน์, 2558: การออกแบบบรรจุภัณฑ์ (Packaging Design) เพื่อสนับสนุนประสิทธิภาพด้านโลจิสติกส์และส่งเสริมการตลาด, บทความ, www.tanitsorat.com
4. ประจวบ เพิ่มสุวรรณ และพัฒน์ พิสิษฐเกษม, 2555: จะจัดการบรรจุภัณฑ์โลจิสติกส์อย่างไรให้มีประสิทธิภาพ, วารสารนักบริหาร, 32 (1). หน้า 130-137
5. ภัทร บุญโท, 2560: การศึกษาองค์ประกอบแนวปฏิบัติที่ดีของโลจิสติกส์เชิงสิ่งแวดล้อมในอุตสาหกรรมยานยนต์ประเทศไทย, วิทยานิพนธ์. วิทยาลัยนวัตกรรม มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์: กรุงเทพ
6. วรรณา ยงพิศาลภพ, 2562: แนวโน้มธุรกิจ/อุตสาหกรรม ปี 2562-64 อุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์, บทความ. ธนาคารกรุงศรี
7. Abdul M. S. and Nur S. Mohd N., 2017: Position and Orientation Detection of Stored Object Using RFID Tags, Procedia Engineering, 184, pp. 708-715
8. Bahrami, B., Aghezzaf, E., & Limere, V., 2017: Using Simulation to Analyze Picker Blocking in Manual Order Picking Systems, Procedia Manufacturing, 11, pp. 1798–1808
9. Benedetto G., Guoqing Z., Arianna A., 2019: Automotive Returnable Container Management with RFID: A Simulation Approach, IFAC-PapersOnLine, 52 (13). pp. 325-330
10. Boysen, N., Fedtke, N., & Weidinger, F., 2018: Optimizing automated sorting in warehouses: The minimum order spread sequencing problem, European Journal of Operational Research, 270, pp. 386-400
11. Buckova, M., Krajcovic, M. & Edi, M., 2017: Computer simulation and optimization of transport distances of order picking processes, Procedia Engineering, 192, pp. 6 –74
12. Casper, R. & Sundin, E., 2018: Reverse Logistic Transportation and Packaging Concepts in Automotive Remanufacturing, Procedia Manufacturing, 25. pp. 154–160
13. Dang, Sh. & Chu, L., 2016: Evaluation framework and verification for sustainable container management as reusable packaging, Journal of Business Research, 69 (50). pp. 1949-1955

14. Derhami, S., Smith, J S., & Gue, K R., 2016: A Simulation Model to Evaluate the Layout for Block Stacking Warehouses, In Progress in Material Handling Research: 2016
15. E. U. Chowdhury, A. Morey, 2019: Intelligent Packaging for Poultry Industry, Journal of Applied Poultry Research, 28 (4), pp. 791-800
16. Fernando C., Yago L. l., Diego P. L., Alejandro S., 2017: Pose estimation and object tracking using 2D images, Procedia Manufacturing, 11, pp. 63-71
17. Fulconis, F. & Philip, B., 2018: Packaging scorecard for closed-loop logistics systems: a sustainable development perspective, Procedia - Social and Behavioral Sciences, 238, pp. 19 – 28
18. Gagliardi, J P., Renaud, J., & Ruiz, A., 2007: A simulation model to improve warehouse operations, Proceedings of the 2007 Winter Simulation Conference
19. Geraldes, C. A. S., Carvalho, M. S., & Pereira, G., 2011: Simulation in the warehouse design and management context: a survey, European Simulation and Modelling Conference, Modelling and Simulation 2011
20. K. R. Prasanna, M. Hemalatha, 2012: RFID GPS and GSM based logistics vehicle load balancing and tracking mechanism, Procedia Engineering, 30, pp. 726-729
21. Liviu J., Anton C., Adrian D., Mircea V., 2010: Trackview – Fleet Tracking Solution Using Global Positioning System, 43 (8), pp. 238-243
22. LV Y., TU L., C.K.M LEE, TANG X., 2018: IoT based Omni-Channel Logistics Service in Industry 4.0., 2018 IEEE International Conference on Service Operations and Logistics, and Informatics (SOLI), Singapore, 2018, pp. 240-243
23. Maleki, R. A., & Meiser, G., 2011: Managing Returnable Containers Logistics - A Case Study Part II - Improving Visibility through Using Automatic Identification Technologies, International Journal of Engineering Business Management, 3 (2). pp. 45-54
24. Mensendiek, A., 2015: Scheduling with returnable containers , Journal of Scheduling, 18 (6), pp. 593–605
25. Mouna A. M., Azedine B., Hassan B., Ahmed L., 2019: A scalable real- time tracking and monitoring architecture for logistics and transport in RoRo terminals, Procedia Computer Science, 151, pp. 218-225
26. Riccardo G., Daniele M., Giorgio B., Roberto T., 2019: Synchromodal logistics: An overview of critical success factors, enabling technologies, and open research issues. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review. 129, pp. 92-110

27. Senthamiz S. A., Ramamurthy B., Aitor H. H., Carlos R. B. A., 2019: "Accelerating Industrial IoT Application Deployment through Reusable AI Components," 2019 Global IoT Summit (GIoTS): Denmark, pp. 1-4.
28. Wang Z., 2017: Virtual Package Design and Realization Based on 3D Visualization Technology, Procedia Engineering, 174, pp. 1336-1339
29. Wei D. , Rong M., Shan L., Bo L., 2012: Research on Collaborative Product Design Issue Tracking Management Model, Physics Procedia, 25, pp. 666-671
30. Xiaoyun Z., 2015: Road Network and GPS Tracking with Data Processing and Quality Assessment, Thesis, Dalarna University: Sweden
31. Z. David R. G., Ahmed N., David D., 2015: Using Internet of Things Technologies for a Collaborative Supply Chain: Application to Tracking of Pallets and Containers, Procedia Computer Science, 56, pp. 550-557
32. Zhang, O., Segerstedt, A., Tsao, Y., Liu, B., 2015: Returnable packaging management in automotive parts logistics: Dedicated mode and shared mode, International Journal of Production Economics, 168, pp. 134-144

รายงานทางการเงิน

ประเภทโครงการวิจัย ทุนอุดหนุนการวิจัย งบประมาณเงินรายได้ ส่วนงานคณะโลจิสติกส์ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2562

งบประมาณวิจัย งบประมาณที่ได้รับ 150,000 บาท (หนึ่งแสนห้าหมื่นบาทถ้วน)

หน่วยงานรับผิดชอบโครงการวิจัย คณะโลจิสติกส์ มหาวิทยาลัยบูรพา

ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี 3 เดือน (ตั้งแต่ 1 มกราคม 2562 ถึง 31 มีนาคม 2563)

ลำดับที่	รายการ	จำนวนเงิน
1	ค่าตอบแทนบุคลากร - ค่าตอบแทนสำหรับนักวิจัย (10,500 บาท/เดือน) เวลารวม 12 เดือน	126,000
2	ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน - ค่าใช้จ่ายในการสืบค้นข้อมูล เก็บรวบรวมข้อมูล และศึกษาวิจัย - ค่าสาธารณูปโภค - ค่าใช้จ่ายอื่น ๆ	 6,000 3,000 7,000
3	ค่าวัสดุ - ค่าวัสดุสำนักงาน และวัสดุคอมพิวเตอร์ - ค่าเข้าเล่ม และจัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์ พร้อม CD จำนวน 3 ชุด	 5,000 3,000
		150,000