# การพัฒนาวิธีการทางคอมพิวเตอร์สำหรับปัญหาการจัดเรียงสินค้าเข้าตู้คอนเทนเนอร์

# Development of Computer Methods for the Problem of Arranging Products into Containers

สรรวิทย์ เชื้อพิสุทธิ์กุล* ปฏิพัทธ์ หงษ์สุวรรณ และ บัญญัติ พันธ์ประสิทธิ์เวช

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการและการจัดการ คณะวิศวรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยศิลปากร พระราชวังสนามจันทร์
E-mail: sanwit.uds@gmail.com, Hongsuwan_p@silpakorn.edu, panprsitvech_b@silpakorn.edu

**บทคัดย่อ**

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดปัญหาเวลาในการจัดเรียงสินค้าเข้าตู้คอนเทนเนอร์เพื่อการส่งออกต่างประเทศ โดยปัญหาเกิดจากสินค้ามีขนาดที่แตกต่างกัน และเงื่อนไขในการจัดวางที่แตกต่างกัน ขนาด น้ำหนัก เงื่อนไขการจัดเรียงที่แตกต่างกัน ทำให้การจัดเรียงต้องใช้ประสบการณ์ในการทำงานสูง และใช้เวลามากในการจัดเรียง การศึกษานี้จึงทำการพัฒนาโปรแกรมการจัดเรียงสินค้าเข้าตู้คอนเทนเนอร์บนโปรแกรมไมโครซอฟท์ เอ็กเซล โดยใช้ทฤษฎีการจัดการข้อมูลแบบลิงค์ลิสต์ (Memory Management with Linked Lists) และเงื่อนไขการจัดเรียงสินค้าตัวอย่างในอุตสาหกรรมยานยนต์เพื่อเป็นข้อมูลในการพัฒนาโปรแกรม ผลการศึกษาพบว่า เมื่อทำการจัดเรียงด้วยโปรแกรมจัดเรียงสินค้าเข้าตู้คอนเทนเนอร์ที่พัฒนาขึ้น สามารถลดเวลาในการจัดเรียงสินค้าลงได้เฉลี่ย 75% จากเวลาในการทดลองก่อนการปรับปรุงเฉลี่ย 1739 วินาที เหลือ 431 วินาที

**คำสำคัญ:** การจัดเรียงสินค้า ทฤษฎีการจัดการข้อมูลแบบลิงค์ลิสต์

**Abstract**

This study aims to reduce the time of arranging products into containers for export abroad. The problem is caused by products of different sizes. And different placement conditions, size, weight, different arrangement conditions Making the arrangement require a high work experience And spent a lot of time arranging This study, therefore, developed a program to arrange the product into a container on the Microsoft Excel program using Memory Management with Linked Lists theory and sample arrangement conditions in the automotive industry. For information on program development. The study indicated that when arranging with the program; arrange the products into the developer container. Can reduce the time of arranging products by an average of 75% from the time of the experiment before the average improvement 1739 seconds, remaining 431 seconds

**Keywords:** Product sorting Memory Management with Linked Lists theory

*Corresponding author, e-mail: sanwit.uds@gmail.com

## 1. ที่มาและความสำคัญ

ปัจจุบันอุตสาหกรรมยานยนต์มีสภาวะการแข่งขันที่สูงขึ้นเป็นอย่างมาก การที่จะทำให้ธุรกิจสามารถเผชิญหน้ากับการแข่งขันที่ทวีความเข้มข้นเป็นอย่างมาก กระบวนการในการขนส่งชิ้นส่วนยานยนต์และการบรรจุภัณฑ์จึงมีบทบาทมากยิ่งขึ้นเรื่อยๆ เพราะเป็นกิจกรรมที่ทำหน้าที่ในการรวบรวม และคุ้มครองชิ้นส่วนยานยนต์จากแหล่งผลิตไปส่งให้ถึงมือลูกค้า จุดประสงค์ของการจัดการการขนส่งและบรรจุภัณฑ์โลจิสติกส์ให้มีประสิทธิภาพก็เพื่อให้กิจกรรมโลจิสติกส์ในฐานะเป็นกลไกที่จะทำให้ระบบโลจิสติกส์มีการขับเคลื่อนได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยการขนส่ง หรือการกระจายสินค้าให้เหมาะสม (James, A.T. and Jerry, D.S. ,1998) โดยคำนึงถึงต้นทุนในการขนส่ง และความปลอดภัยของสินค้า ดังนั้นการจัดเรียงสินค้าเพื่อจัดส่งจึงมีความสำคัญต่อกระบวนการขนส่งที่มีประสิทธิภาพ ส่งผลถึงจำนวนรอบของการจัดส่ง การจัดเรียงที่คำนึงถึงความปลอดภัยของสินค้า ส่งผลให้การจัดส่งสินค้าได้ตามกำหนดและมีคุณภาพเป็นที่พอใจของลูกค้า

การจัดเรียงสินค้าเป็นกระบวนการในการจัดการบรรจุภัณฑ์ให้มีประสิทธิภาพ และส่งผลต่อระยะเวลาในการจัดส่งความปลอดภัยของสินค้า (Amy, Z.Z., Micheal, M. and Nicholas, F., 2002) ดังนั้นงานวิจัยฉบับนี้จึงจัดทำขึ้นเพื่อลดปัญหาเวลาในการจัดเรียงสินค้าชิ้นส่วนยานยนต์เข้าตู้คอนเทนเนอร์เพื่อการส่งออกต่างประเทศกรณีศึกษาอุตสาหกรรมยานยนต์ โดยปัญหาเกิดจากชิ้นส่วนยานยนต์มีขนาดที่แตกต่างกัน และเงื่อนไขในการจัดวางที่แตกต่างกัน ขนาด น้ำหนัก เงื่อนไขการจัดเรียงที่แตกต่างกัน ทำให้การจัดเรียงต้องใช้ประสบการณ์ในการทำงานสูง และใช้เวลามากในการจัดเรียง การศึกษานี้จึงมุ่งเน้นการออกแบบและพัฒนาโปรแกรมที่สามารถนำมาช่วยในการจัดวางสินค้าในตู้คอนเทนเนอร์ตามเงื่อนไขต่างๆของสินค้า ซึ่งจะช่วยลดเวลาและความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นจากการจัดเรียงสินค้าที่ไม่ถูกต้อง

## 2. วัตถุประสงค์

เพื่อทำการพัฒนาโปรแกรมการจัดเรียงชิ้นส่วนยานยนต์เข้าตู้คอนเทนเนอร์บนโปรแกรมไมโครซอฟท์ เอ็กเซล โดยใช้ทฤษฎีการจัดการข้อมูลแบบลิงค์ลิสต์ (Memory Management with Linked Lists) ตามเงื่อนไขในการจัดวางที่แตกต่างกัน

## 3. ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การจัดเรียงสินค้าเข้าตู้คอนเทนเนอร์ เป็นงานประจำที่เกิดขึ้นและก่อให้เกิดต้นทุนที่สำคัญในอุตสาหรรมการขนส่ง ปัญหานี้ถือเป็นปัญหาที่ยากแก่การหาคำตอบที่ดีที่สุด การวางแผนการจัดกล่องสินค้าเข้าตู้คอนเทนเนอร์โดยการจัดด้วยพนักงานมีการใช้ระยะเวลาที่นาน ในบางครั้งก่อให้เกิดปัญหาในการจัด ซึ่งส่งผลต่อต้นทุนการขนส่งที่สูงขึ้น จึงมีการคิดค้นพัฒนาวิธีการทางคอมพิวเตอร์สำหรับการจัดเรียงสินค้าทั้งหมดลงตู้คอนเทนเนอร์ โดยปัญหาการจัดเรียงสินค้าเข้าตู้คอนเทนเนอร์(Cutting and Packing Problem) จัดเป็นปัญหาการตัดและการบรรจุ ซึ่งมีรูปแบบโครงสร้างและปัญหาที่ซับซ้อน Dyckhoff (1990) จึงได้ทำการแบ่งประเภทที่ชัดเจนตามขนาดของสินค้า Pisinger(2002) ได้อธิบายการประยุกต์ใช้วิธีการทางฮิวลิสติกส์ต่างๆ ที่เข้ามาช่วยแก้ปัญหา

งานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดการประยุกต์ใช้ทฤษฎีการจัดการข้อมูลแบบลิงค์ลิสต์ พิเชษฐ์ (2544) เป็นวิธีการตรวจสอบพื้นที่ของหน่วยความจำวิธีหนึ่ง คือการใช้ลิงค์ลิสต์เก็บข้อมูลพาร์ติชั่นในหน่วยความจำทั้งที่ว่าง หรือถูกใช้งานอยู่ โดยทำการพิจารณาค้นหาตำแหน่งที่ว่างเพื่อทำการจัดเรียงให้เหมาะสม สามารถแบ่งได้เป็น 5 วิธีดังนี้

3.1 First-Fit เป็นวิธีการที่ง่ายที่สุด เริ่มต้นเนื้อที่ว่างจากต้นลิสต์ก่อนเสมอ โดยไปค้นทีละตำแหน่งและจะนำตำแหน่งที่ว่างและมีขนาดพอต่อบรรจุภัณฑ์ไปทำงานก่อน

3.2 Next-Fit เป็นวิธีการจัดใกล้เคียงกับแบบ First-Fit แต่จะแตกต่างที่การหาที่ว่างจะเริ่มต้นจากตำแหน่งที่หยุดลงจากการค้นหาครั้งก่อนหน้านั้นจนเจอตำแหน่งที่มีที่ว่างพอสำหรับบรรจุภัณฑ์

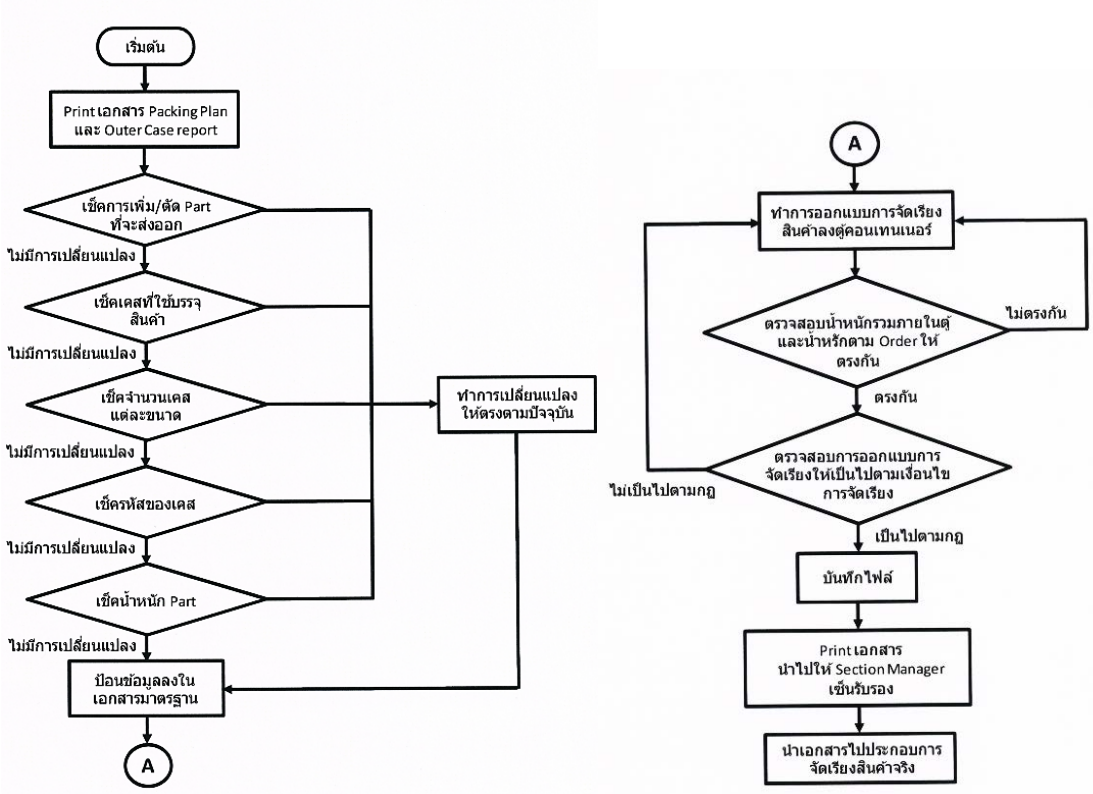
3.3 Best-Fit เป็นวิธีการหาที่ว่างโดยการค้นหาทั้งลิสต์ เพื่อหาเนื้อที่ว่างที่มีขนาดเท่ากัน หรือมีขนาดใกล้เคียงกับขนาดของบรรจุภัณฑ์จริง มีข้อเสียคือใช้เวลานานเพราะต้องนำทุกตำแหน่ง ไปเปรียบเทียบกับบรรจุภัณฑ์เพื่อหาขนาดที่เหมาะสม และทำให้เกิดช่องว่างเล็กๆภายในเป็นจำนวนมาก วิธีแก้ไขให้การค้นหาเร็วขึ้นคือการเรียงลิสต์บรรจุภัณฑ์ตามลำดับจากขนาดเล็กไปขนาดใหญ่ ถ้าพบตำแหน่งที่ว่างที่บรรจุภัณฑ์สามารถลงได้ ให้ทำการเลือกตำแหน่งได้ทันที ทำให้ประหยัดเวลาในการเปรียบเทียบในทุกบรรจุภัณฑ์

3.4 Worst-Fit เป็นวิธีที่แก้ปัญหาที่เกิดจากวิธี Best-Fit ในส่วนของการเกิดช่องว่างเล็กๆภายในเป็นจำนวนมาก โดยเริ่มต้นเนื้อที่ว่างค้นทั้งลิสต์ และหาตำแหน่งที่ว่างที่มีขนาดใหญ่ที่สุดในลิสต์เพื่อใส่บรรจุภัณฑ์ใหม่

3.5 Quick-Fit มีลิงค์ลิสต์มากกว่า 1 ลิสต์ โดยแต่ละลิสต์จะประกอบไปด้วยตำแหน่งที่มีขนาดเท่ากันซึ่งพาร์ติชั่นส่วนนั้นจะว่างหรือไม่ก็ได้

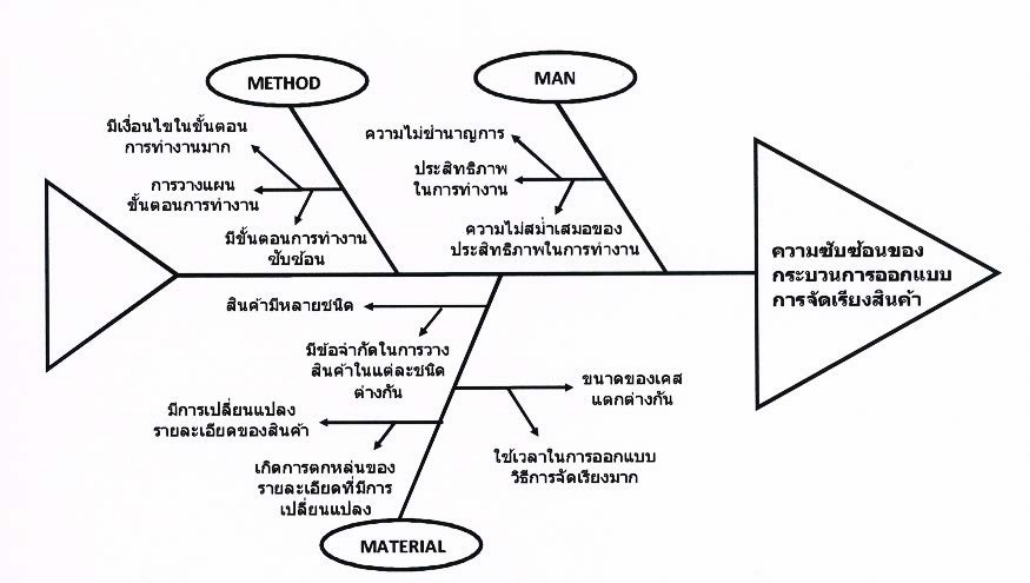
## 4. วิธีดำเนินการวิจัย

4.1 ระบุปัญหา เนื่องจากปัจจุบันการจัดเรียงสินค้าเข้าตู้คอนเทนเนอร์เป็นการจัดโดยพนักงานที่มีประสพการณ์การจัดเรียงสินค้า ซึ่งจะมีขั้นตอนในการจัดเรียงหลายขั้นตอนทำให้เกิดปัญหาในการจัดเรียงสินค้าผิดพลาด ทำให้เกิดความล่าช้าในการแก้ปัญหา โดยขั้นตอนในการจัดเรียงสินค้าแสดงในรูปที่ 1




**รูปที่ 1** ขั้นตอนการการจัดเรียงสินค้าเข้าตู้คอนเทนเนอร์

จากกระบวนการจะพบว่ามีขั้นตอนในการทำงานการตรวจสอบข้อมูลที่ซับซ้อนหลายขั้นตอน ต้องทำการป้อนข้อมูลอินพุตหลายค่า และข้อมูลแต่ละครั้งมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ทำให้เกิดความผิดพลาดทั้งการป้อนข้อมูลผิดพลาด และการเปลี่ยนแปลงข้อมูลที่ไม่ถูกต้อง จากปัญหาความซับซ้อนในกระบวนการจัดเรียงสินค้าสามารถทำการวิเคราะห์เพื่อหาสาเหตุของปัญหาได้ดังรูปที่ 2



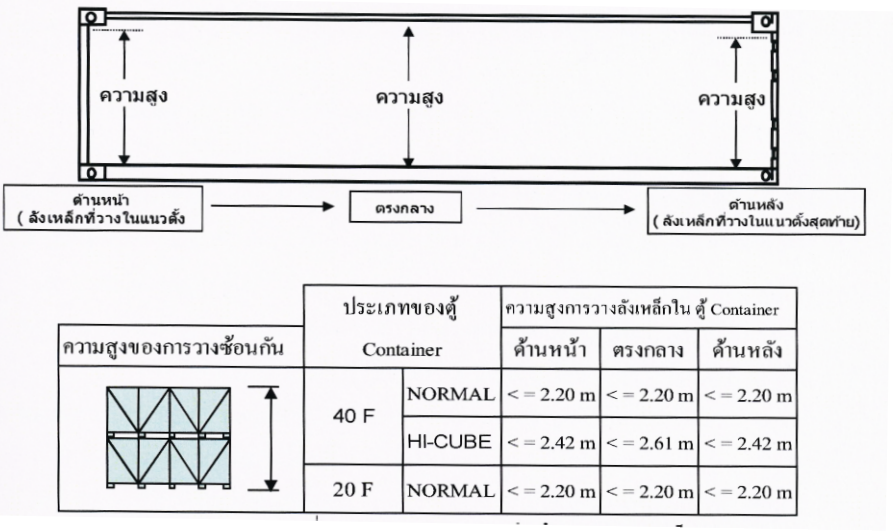

**รูปที่ 2** แผนภูมิก้างปลาของการวิเคราะห์สาเหตุ

โดยสาเหตุมาจากเงื่อนไขต่างๆที่ใช้ในการจัดเรียงสินค้า ขนาดของบรรจุภัณฑ์ ข้อจำกัดในการจัดเรียง และการเปลี่ยนแปลงรายละเอียดสินค้าซึ่งสามารถกำหนดเป็นเงื่อนไขในการพิจารณาเพื่อจัดเรียงสินค้าแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ 1. ขนาดของคอนเทนเนอร์ 2. บรรจุภัณฑ์ที่ทำการจัดเรียง 3. การวางเรียงซ้อนในแนวตั้ง

4.1.1 ขนาดของคอนเทนเนอร์ กรณีศึกษานี้ทำการเลือกคอนเทนเนอร์ที่มีการใช้งานบ่อยที่ สุด 2 ขนาดคือ ขนาด 40 ฟุต ความยาว 12 เมตร กว้าง 2.35 เมตร สูง 2.38 เมตร สามารถรับน้ำหนักได้สูงสุด 30,780 กิโลกรัม และขนาด 20 ฟุต ความยาว 5.9 เมตร กว้าง 2.35 เมตร สูง 2.39 เมตร สามารถรับน้ำหนักได้สูงสุด 24,000 กิโลกรัม

4.1.2 บรรจุภัณฑ์ที่ทำการจัดเรียง แบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือลังเหล็กขนาด 7 โมดูล ยาว 1700 มม. และลังเหล็กขนาด 8 โมดูล ยาว 1492 มม.

4.1.3 การวางเรียงซ้อนในแนวตั้ง มีเงื่อนไขคือเคสที่บรรจุชิ้นส่วนพ่นน้ำมันกันสนิมต้องอยู่ด้านล่างสุด เคสที่มีเสาเท่ากันจึงวางซ้อนทับกันได้ เคสที่มีน้ำหนักมากต้องอยู่ด้านล่างเสมอ การวางซ้อนจะต้องพิจารณาจากเงื่อนไขของการจัดเรียงตามชนิดของตู้คอนเทนเนอร์ดังรูปที่ 3




| ความสูงของการวางซ้อนกัน | ประเภทของตู้ Container | | ความสูงการวางลังเหล็กใน ตู้ Container | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | ด้านหน้า | ตรงกลาง | ด้านหลัง |
|  | 40 F | NORMAL | < = 2.20 m | < = 2.20 m | < = 2.20 m |
| | | HI-CUBE | < = 2.42 m | < = 2.61 m | < = 2.42 m |
| | 20 F | NORMAL | < = 2.20 m | < = 2.20 m | < = 2.20 m |

**รูปที่ 3** ระยะความสูงในตู้คอนเทนเนอร์ และการจัดเรียงต้องยึดหลักการสมดุลย์น้ำหนักในทุกๆด้าน

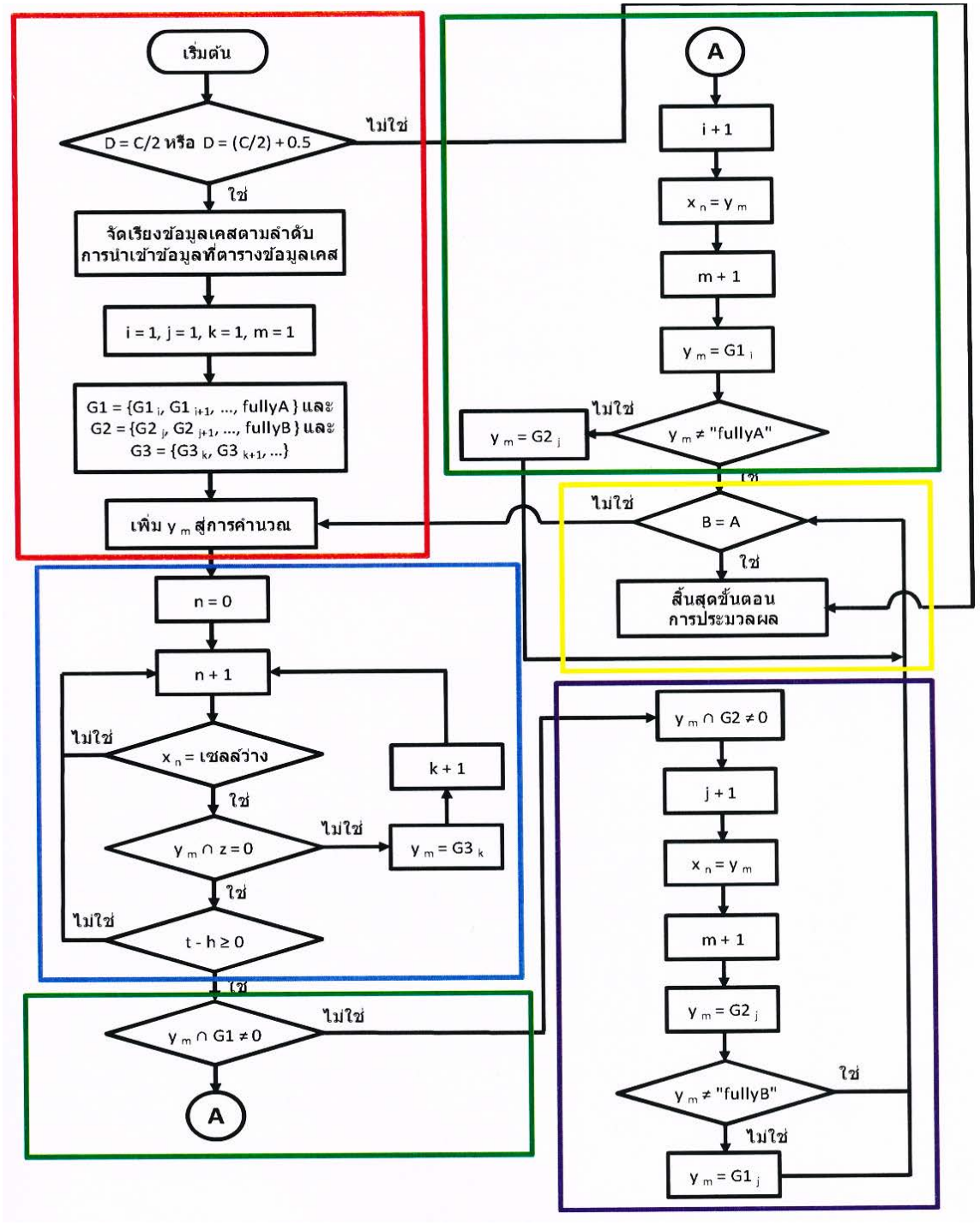
4.2 การดำเนินการวิจัย

ทำการออกแบบขั้นตอนการประมวลผล ดังรูปที่ 4 ขั้นตอนการประมวลผลการจัดเรียงสินค้าด้วยโปรแกรม สามารถแยกออกเป็น 4 ส่วนดังนี้

4.2.1 ขั้นตอนการเตรียมความพร้อม ก่อนการประมวลผลการจัดเรียง เป็นการตรวจสอบขนาดของ เคสบรรจุภัณฑ์ที่นำมาบรรจุสินค้าเป็นเคสที่มีขนาดตามที่กำหนด (D=C/2 หรือ D=C/2 + 0.5) ถ้าไม่ถูกต้องให้สิ้นสุดการประมวลผลของโปรแกรม การแยกประเภทสินค้าที่อยู่ภายในเคสบรรจุภัณฑ์จะแยกตามกลุ่ม (i = 1, j = 1,k = 1,m = 1) เป็นการจัดเรียงเคสตามลำดับการนำเข้าข้อมูล เนื่องจากมีการจัดกลุ่มการส่งสินค้าร่วมกันจึงจัดให้อยู่ในคอนเทนเนอร์เดียวกัน และระบุข้อมูลรายละเอียดของเคสกลุ่มของเคสที่สามารถวางซ้อนกันได้ (G1,G2,G3) โดยภายในกลุ่มเดียวกันจะสามารถวางซ้อนทับกันได้ และเมื่อครบจะปรากฏ FullyA และ FullyB เพื่อขึ้นเคสของกลุ่มถัดไป

4.2.2 ขั้นตอนการกำหนดเงื่อนไขการจัดเรียง โดยดำเนินการตามเงื่อนไขของการจัดเรียงแบบ Best-Fit ในทฤษฎีการจัดข้อมูลแบบลิงค์ลิสต์ โดยจะทำการพิจารณาพื้นที่ว่างที่เหมาะสมของเคสบรรจุภัณฑ์แต่ละตัว ($X_n$ = เซลล์ว่าง) ทำการตรวจสอบเงื่อนไขการจัดเรียงที่ $Y_m \cap Z = 0$ ถ้าเป็นไปตามเงื่อนไขจะพิจารณา $Y_m = G3_k$ ทำการตรวจสอบเงื่อนไขการจัดเรียง $t - h \geq 0$ เพื่อทำการจัดเรียงตามการจัดเรียงแบบ Best-Fit

4.2.3 ขั้นตอนการพิจารณาเคสบรรจุภัณฑ์ประเภทน้ำหนักมากและประเภทชิ้นส่วนพ่นน้ำมันกันสนิม เพื่อไม่ให้เกิดการเรียงซ้อนทับไม่ถูกต้อง โดยพิจารณาจากกลุ่มที่แยกประเภท (G1,G2,G3) ทำการตรวจสอบ $Y_m \cap G1 \neq 0$ หากไม่ใช่จะทำการตรวจสอบ $Y_m \cap G2 \neq 0$ ต่อไป โดยการตรวจสอบจะทำให้ทราบว่าเคสบรรจุภัณฑ์อยู่ในกลุ่มใด หากเป็นกลุ่ม 1 (G1) ประเภทน้ำหนักมาก จะกำหนดค่า i = i + 1 แต่หากเป็นกลุ่ม 2 (G2) ประเภทน้ำหนักชิ้นส่วนพ่นน้ำมันกันสนิม จะกำหนดค่า j = j + 1 ทำการกำหนดเคสบรรจุภัณฑ์ที่พิจารณาถัดไปถ้าเคสที่พิจารณาก่อนหน้าเป็นเคสของกลุ่มที่ 1 (G1) จะได้ $Y_m = G1_{ij}$ โดยมีเงื่อนไขว่า $Y_m \neq$ “fullyA” แต่หากเคสที่พิจารณาก่อนหน้าเป็นเคสของกลุ่มที่ 2 (G2) จะได้ $Y_m = G2_{ij}$ โดยมีเงื่อนไขว่า $Y_m \neq$ “fullyB”

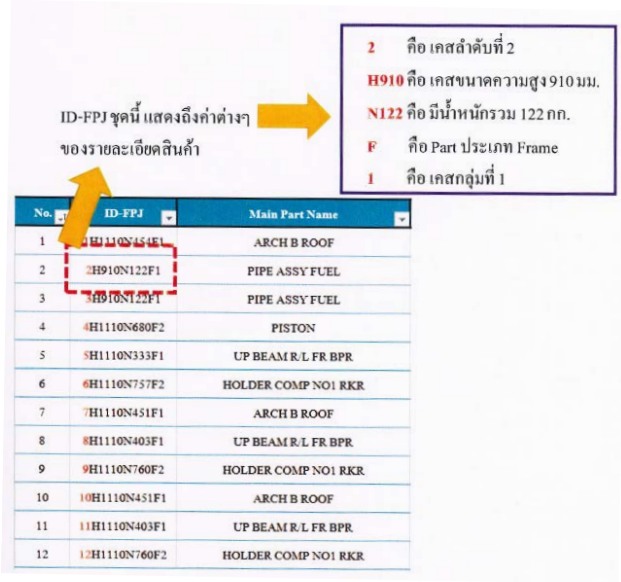



**รูปที่ 4** ขั้นตอนการประมวลผลการจัดเรียงสินค้า

4.2.4 ขั้นตอนสิ้นสุดการประมวลผล โปรแกรมจะทำการตรวจสอบจำนวนเคสบรรจุภัณฑ์ที่ต้องการจัดเรียง (B) เท่ากับจำนวนเคสบรรจุภัณฑ์ที่ได้ทำการจัดเรียงแล้ว (A) ตรวจสอบ B = A ขั้นตอนการประมวลผลจัดเรียงเสร็จสมบูรณ์

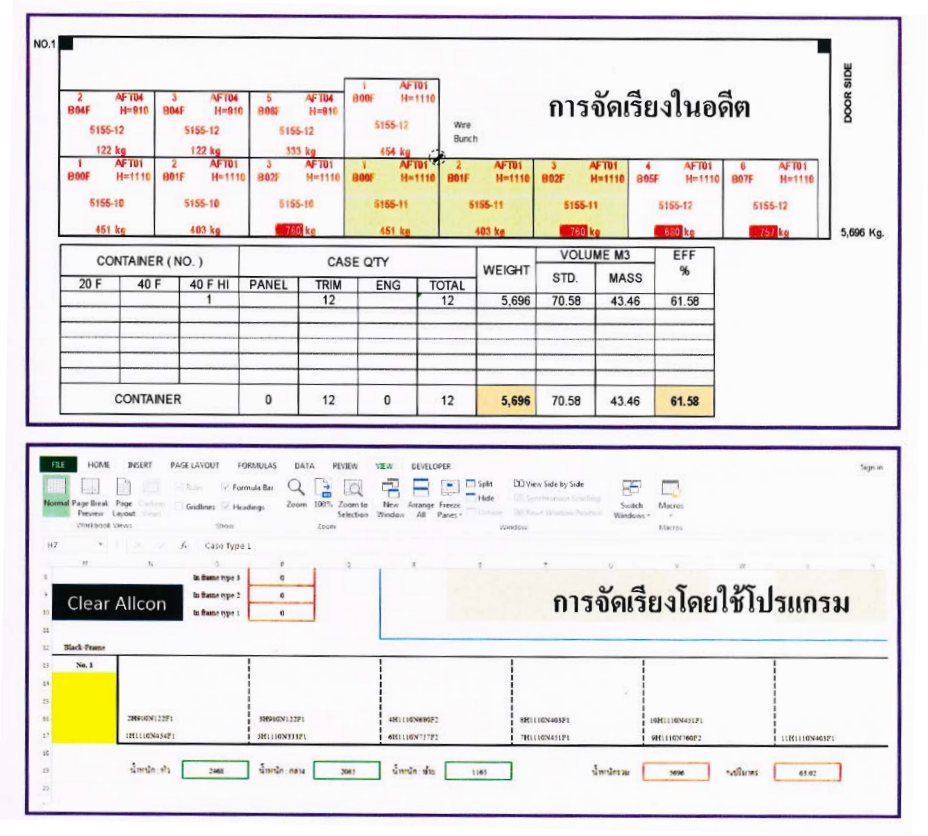
## 5. ผลและวิจารณ์

จากตัวอย่างการทดลองข้อมูลชิ้นส่วนยานยนต์จะแสดงให้ทราบถึงเงื่อนไขและความแตกต่างของชิ้นส่วน เช่นชิ้นส่วนรหัส 2H910N122F1 เป็นชิ้นส่วนประเภท Frame มีน้ำหนัก 122 กิโลกรัม สูง 910 มิลลิเมตร อยู่ในกลุ่มเคสบรรจุภัณฑ์ G2 ดังรูปที่ 5 และเมื่อทำการนำข้อมูลตัวอย่างทำการจัดเรียงเข้าตู้คอนเทนเนอร์จะสามารถจัดเรียงสินค้าได้อย่างรวดเร็วและถูกต้องมากขึ้น




| No. | ID-FPJ | Main Part Name |
|---|---|---|
| 1 | 1H1110N454F1 | ARCH B ROOF |
| 2 | 2H910N122F1 | PIPE ASSY FUEL |
| 3 | 3H910N122F1 | PIPE ASSY FUEL |
| 4 | 4H1110N680F2 | PISTON |
| 5 | 5H1110N333F1 | UP BEAM R/L FR BPR |
| 6 | 6H1110N757F2 | HOLDER COMP NO1 RKR |
| 7 | 7H1110N451F1 | ARCH B ROOF |
| 8 | 8H1110N403F1 | UP BEAM R/L FR BPR |
| 9 | 9H1110N760F2 | HOLDER COMP NO1 RKR |
| 10 | 10H1110N451F1 | ARCH B ROOF |
| 11 | 11H1110N403F1 | UP BEAM R/L FR BPR |
| 12 | 12H1110N760F2 | HOLDER COMP NO1 RKR |

**รูปที่ 5** ข้อมูลชิ้นส่วนยานยนต์




**รูปที่ 6** ผลการจัดเรียงสินค้าเปรียบเทียบก่อนและหลังปรับปรุง

**Flow Process Chart**

| No.1 | สรุปผล | | |
|---|---|---|---|
| Page 1/1 | กิจกรรม | ปัจจุบัน | หลังปรับปรุง |
| Activity : Vanning Layout | Operation | 7 | - |
| | Transport | 0 | - |
| Location : Office IOD | Delay | 0 | - |
| | Inspection | 8 | - |
| Date : Jul, 22, 2015 | Storage | 1 | - |
| | Total time (min) | | |

| Description | Time (sec) | Symbol | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| เช็คการเพิ่ม/ตัด Part ที่จะส่งออก | 129 | | | | | | |
| ทำการ Input ข้อมูล | 201 | | | | | | |
| เช็ค Case ที่ใช่ | 82 | | | | | | |
| ทำการ Input ข้อมูล | 36 | | | | | | |
| เช็ค QTY Case | 31 | | | | | | |
| ทำการ Input ข้อมูล | 5 | | | | | | |
| เช็ค Case Number | 96 | | | | | | |
| ทำการ Input ข้อมูล | 64 | | | | | | |
| เช็คน้ำหนัก Part ที่มีการเปลี่ยนแปลง | 157 | | | | | | |
| ทำการ Input ข้อมูล | 79 | | | | | | |
| เปลี่ยนแปลงข้อมูลใน Case ให้ตรงกับ ข้อมูลที่ได้ Input ลงไป | 235 | | | | | | |
| ทำการออกแบบการจัดเรียงลง Contianer | 263 | | | | | | |
| ตรวจเช็คน้ำหนักรวมที่ตู้ Contianer กับ น้ำหนักที่ได้รับ Order มาให้ตรงกัน | 24 | | | | | | |
| ตรวจสอบการออกแบบให้เป็นไปตามกฎ | 132 | | | | | | |
| ตรวจสอบรายละเอียดอื่นๆ ให้เรียบร้อย | 75 | | | | | | |
| Save file | 10 | | | | | | |
| **Total** | 1619 | 7 | 0 | 0 | 8 | 1 | |

**Flow Process Chart**

| No.1 H | สรุปผล | | | |
|---|---|---|---|---|
| Page 1/1 | กิจกรรม | ปัจจุบัน | หลังปรับปรุง | เพิ่มขึ้น/ลดลง |
| Activity : Vanning Layout | Operation | 7 | 8 | +1 |
| | Transport | 0 | 0 | 0 |
| Location : Office IOD | Delay | 0 | 0 | 0 |
| | Inspection | 8 | 1 | -6 |
| Date : Jul, 22, 2015 | Storage | 1 | 1 | 0 |
| | Total time (min) | | | |

| Description | Time (sec) | Symbol | | | | | Remarks |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| เปิดโปรแกรม | 5 | | | | | | |
| ทำการ Add Container | 3 | | | | | | |
| กรอกข้อมูลรายละเอียดสินค้า | 231 | | | | | | |
| กดปุ่ม Add ID-FPJ | 3 | | | | | | |
| ทำการ Pick Out สำหรับเคสประเภท 4 หรือ 5 | 0 | | | | | | |
| กดปุ่ม Sort Case เพื่อจัดเรียงสินค้า | 4 | | | | | | |
| กดปุ่ม Sort Type ทำการสลับสินค้า ให้ตรงตามเงื่อนไขการจัดเรียง | 4 | | | | | | |
| ตรวจสอบความถูกต้อง และทำการแก้ไข หากพบข้อผิดพลาดในการจัดเรียง | 98 | | | | | | |
| ทำการ Input ข้อมูลใส่ Format | 0 | | | | | | |
| Save file | 10 | | | | | | |
| **Total** | 358 | 8 | 0 | 0 | 1 | 1 | |

**รูปที่ 7** ตัวอย่างการเปรียบเทียบกระบวนการก่อนและหลังปรับปรุง

เมื่อทำการทดลองจัดเรียงสินค้าตัวอย่างกรณีศึกษาด้วยวิธีการทางคอมพิวเตอร์ในการจัดเรียงสินค้าเข้าตู้คอนเทนเนอร์ส่งออกต่างประเทศ 10 เส้นทาง โดยทำการทดลองทั้งสิ้นเส้นทางละ 30 คอนเทนเนอร์ พบว่าก่อนการปรับปรุงมีกระบวนการทั้งสิ้น 16 กิจกรรม มีเวลาในการจัดเรียงสินค้าเฉลี่ย 1,739.55 วินาที ต่อคอนเทนเนอร์ เมื่อทำการนำโปรแกรมมาใช้ในการจัดเรียงสินค้าพบว่ามีกระบวนการจัดเรียงสินค้าลดลงเหลือ 10 กิจกรรม โดยมีกิจกรรมตรวจสอบและแก้ไขลดลง 6 กิจกรรม มีเวลาในการจัดเรียงสินค้าเฉลี่ย 431.33 วินาที ลดลงเฉลี่ย 1,308.22 วินาทีต่อคอนเทนเนอร์ และเมื่อทำการวัดประสิทธิภาพการใช้พื้นที่ในคอนเทนเนอร์มีค่าการจัดเรียงที่ไม่แตกต่างกัน โดยมีประสิทธิภาพการใช้พื้นที่เพิ่มขึ้น 0.54 เปอร์เซนต์

## 6. สรุปผล

จากการทดสอบ การพัฒนาวิธีการทางคอมพิวเตอร์สำหรับปัญหาการจัดเรียงสินค้าเข้าตู้คอนเทนเนอร์ ด้วยทฤษฎีการจัดการข้อมูลแบบลิงค์ลิสต์ (Memory Management with Linked Lists) และเงื่อนไขการจัดเรียงสินค้าตัวอย่างในอุตสาหกรรมยานยนต์ เพื่อเป็นข้อมูลในการพัฒนาโปรแกรม ผลการศึกษาพบว่าการจัดการข้อมูลแบบ Best-Fit สามารถจัดเรียงสินค้าได้ถูกต้องมากที่สุด เนื่องจากเป็นวิธีการหาที่ว่างโดยการค้นหาทั้งลิสต์ เพื่อหาเนื้อที่ว่างที่มีขนาดเท่ากัน หรือมีขนาดใกล้เคียงกับขนาดของบรรจุภัณฑ์จริง สามารถใช้พื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด มีข้อเสียคือใช้เวลานานเพราะต้องนำทุกตำแหน่ง ไปเปรียบเทียบกับบรรจุภัณฑ์เพื่อหาขนาดที่เหมาะสม ทำให้เกิดความผิดพลาดในการตัดสินใจน้อยกว่าส่งผลให้ไม่สูญเสียเวลาในการแก้ไขการจัดเรียง และเมื่อทำการจัดเรียงในหลายๆ รูปแบบของสินค้าและตู้คอนเทนเนอร์ด้วยโปรแกรมจัดเรียงสินค้าเข้าตู้คอนเทนเนอร์ที่พัฒนาขึ้น สามารถลดเวลาในการจัดเรียงสินค้าลงได้เฉลี่ย 75% จากเวลาในการทดลองก่อนการปรับปรุงเฉลี่ย 1,739.55 วินาที เวลาในการทดลองหลังการปรับปรุงเฉลี่ย 431.33 วินาที

**7. เอกสารอ้างอิง**

James, A.T. and Jerry, D.S. (1998) ***The Warehouse Management Handbook*** **second edition**, Tompkins press.

Amy, Z.Z., Micheal, M. and Nicholas, F., 2002, "Designing an efficient warehouse layout to facilitate the order-filling process: An industrial distributor's experience", **Journal of Production and Inventory Management,** Vol. 43, No. 3-4, pp. 83-88.

Dyckhoff,H.,1990. "A Typology of cutting and packing Problem." **European Journal of Operational Research**, 44, 145 - 159

Pisinger,D. ,2002. "Heuristics for the Container loading problem." **European Journal of Operational Research**, 141, 382 - 392

พิเชษฐ์ ศิริรัตนไพศาลกุล. (2544**). การจัดการหน่วยความจำหลักในระบบปฏิบัติการ.** กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น. หน้า 190 -204