การออกแบบบริเวณหยิบชิ้นส่วนยานยนต์ที่มีความเคลื่อนไหวสูงในโรงงานประกอบรถยนต์

Design of Fast-Moving Area for Automotive Assembly Plant

บริรักษ์ ยงประเสริฐ และ โอฬาร กิตติธีรพรชัย
ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Email: borirak_y@hotmail.com, oran.k@chula.ac.th

บทคัดย่อ

กิจกรรมที่ใช้ชั่วโมงแรงงานมากที่สุดในคลังสินค้าคือการหยิบสินค้าซึ่งเวลาส่วนใหญ่ของพนักงานหยิบสูญเสียไปกับขั้นตอนการค้นหาสินค้าและการเดินทางไปยังพื้นที่เก็บสินค้า วิธีการหนึ่งที่สามารถลดความสูญเสียดังกล่าวคือการประยุกต์ใช้บริเวณหยิบสินค้าที่มีความเคลื่อนไหวสูง (Fast-Pick Area, FPA) ซึ่งเป็นการรวบรวมสินค้าที่มีความถี่ในการหยิบสูงมาจัดเก็บในบริเวณพิเศษโดยสินค้าแต่ละชนิดถูกเก็บในปริมาณจำกัด ลักษณะเด่นของวิธีการนี้คือสินค้าที่มีการหยิบบ่อยถูกจัดเก็บในบริเวณที่สะดวกในการหยิบ-จ่ายสินค้าซึ่งเป็นการลดระยะเวลาในการค้นหาสินค้าและการเดินทาง ข้อด้อยของ FPA คือต้องคำนึงถึงลักษณะสินค้า ความถี่ในการเติมสินค้า แผนผังคลังสินค้าและนโยบายการเก็บคลังสินค้า เพื่อแสดงหลักการคณะผู้วิจัยได้ศึกษาการจัดการคลังชิ้นส่วนยานยนต์ขนาดเล็กในโรงงานประกอบรถยนต์และออกแบบบริเวณ FPA โดยใช้แบบจำลองของไหล ผลการวิเคราะห์แบบจำลองพบว่าการใช้ FPA สามารถลดเวลาการหยิบชิ้นส่วนยานยนต์ลง 3,711 ชั่วโมง หรือเทียบเท่าจำนวนพนักงานเต็มเวลา 1.58 คน นอกจากนี้แบบจำลอง FPA ยังเสนอให้จัดเก็บชิ้นส่วนยานยนต์ 75-78 รายการจากชิ้นส่วนยานยนต์ทั้งหมด 1,031 รายการ โดยใช้พื้นที่ 11.32% ของพื้นที่จัดเก็บชิ้นส่วนยานยนต์ทั้งหมดในคลังชิ้นส่วนยานยนต์

คำสำคัญ

การจัดการคลังสินค้า การออกแบบบริเวณสินค้าที่มีความเคลื่อนไหวสูง อุตสาหกรรมประกอบรถยนต์

Abstract

Among warehouse activities, order picking is the most labor intensive activity as pickers spend majority of their times for searching and traveling inside the warehouse. One concept to reduce these non-value added tasks is to implement Fast–Pick Area (FPA), a dedicated storage area where a group of high picking-frequency items is assigned and stored in a convenience area. Items stored in FPA benefit from their storage locations in which put-away and retrieval activities required minimal traveling and searching times. Nevertheless, this implementation requires careful consideration of characteristics of items, restocking frequency, layout of FPA, and storage policy. To illustrate the concept, we

studied the order picking activity in a small automotive-part warehouse and designed a FPA using fluid model. The analysis of the model shows that the FPA can reduce picking time 3,711 hours or 1.58 Full-Time Equivalent. The result suggests that the FPA requires 11.32% of total storage area and contains 75-78 items of total 1,031 items.

Keywords

warehouse management, fast-moving item, design of fast pickarea, automotive industry

1. บทนำ

กิจกรรมหลักภายในคลังสินค้าประกอบด้วย การรับสินค้า (Receiving) การเก็บสินค้า (Put-away) การหยิบสินค้า (Picking) และการส่งสินค้า (Shipping) จากการสำรวจพบว่ากิจกรรมการหยิบสินค้าเป็นกิจกรรมที่ใช้ชั่วโมงแรงงานมากที่สุดในคลังสินค้า ซึ่งเป็นสัดส่วน 55% ของกิจกรรมทั้งหมดในคลังสินค้า อันเนื่องมาจากข้อจำกัดด้านอุปกรณ์ขนถ่ายสินค้าและลักษณะการสั่งสินค้าของลูกค้าซึ่งมีความถี่สูง แต่มีจำนวนน้อยเมื่อเทียบกับการรับสินค้า หากพิจารณาถึงกิจกรรมย่อยในการหยิบสินค้าจะพบว่าเวลาส่วนใหญ่ของพนักงานสูญเสียไปกับขั้นตอนการเดินทางไปยังพื้นที่จัดเก็บสินค้าและการค้นหาสินค้าถึง 55% และ 15% ตามลำดับ [1] ผู้บริหารคลังสินค้าจึงพยายามลดความสูญเสียดังกล่าวโดยใช้เทคโนโลยีอุปกรณ์ หรือการจัดการวิธีการหยิบสินค้าเข้าช่วย เช่น การลงทุนในระบบจัดการคลังสินค้า (Warehouse Management System, WMS) อุปกรณ์ขนถ่ายสินค้าอัตโนมัติ และการปรับให้มีการหยิบแบบรวมกลุ่ม (Batch Picking) เป็นต้น วิธีการหนึ่งที่มีการลงทุนต่ำและสามารถช่วยลดการค้นหาสินค้าและการเดินทางได้ คือการรวบรวมสินค้าที่มีจำนวนการหยิบสูงมาอยู่รวมกันในบริเวณพิเศษ ซึ่งสินค้าแต่ละชนิดถูกเก็บในปริมาณจำกัด หรือบริเวณหยิบสินค้าที่มีความเคลื่อนไหวสูง (Fast–Pick Area, FPA) ลักษณะเด่นของวิธีการนี้คือสินค้าที่มีการหยิบบ่อยถูกจัดเก็บในบริเวณที่สามารถหยิบ-จ่ายสินค้าได้สะดวก ซึ่งเป็นการลดระยะเวลาในการค้นหาสินค้าและการเดินทาง โดยการหยิบสินค้าใน FPA มีลักษณะคล้ายคลึงการหยิบสินค้าแบบแบ่งเขต (Zone Picking) กล่าวคือทั้งสองบริเวณมีการแยกพื้นที่จัดเก็บเฉพาะสำหรับสินค้ากลุ่มหนึ่งออกจากบริเวณจัดเก็บสินค้าทั่วไป ข้อดีของ Zone Picking คือเวลาการเดินของพนักงานน้อยลง พนักงานมีความคุ้นเคยกับสินค้าในบริเวณที่ตนรับผิดชอบ [2] ข้อแตกต่างระหว่าง Zone Picking และ FPA คือพนักงานบริเวณ FPA จะรับผิดชอบเฉพาะการหยิบสินค้าในบริเวณ ไม่ต้องรับผิดชอบในการจัดเก็บ โดยรายการสินค้าที่ถูกจัดเก็บที่บริเวณ FPA มักจะถูกจัดเก็บในบริเวณจัดเก็บสินค้า เนื่องจากบริเวณ FPA มีพื้นที่จำกัด และบริเวณ FPA มักมีการเปลี่ยนแปลงรายการสินค้าที่ถูกจัดเก็บตามความเหมาะสม และตามการเคลื่อนไหว อาทิเช่น ตามฤดูกาล เป็นต้น

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ก่อนที่จะกล่าวถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จำเป็นที่ต้องทำความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดกลุ่มเก็บสินค้าในคลังสินค้า โดยการจัดกลุ่มเก็บสินค้ามีประเด็นในการ

พิจารณาหลายประเด็น อาทิเช่น ความรวดเร็วในการหยิบสินค้า ความสะดวกในการค้นหาและควบคุมด้วยการมอง (Visual Control) ปริมาณสินค้าที่สามารถเก็บได้ และความปลอดภัยในการเก็บสินค้า เป็นต้น สินค้าแต่ละประเภท และแต่ละอุตสาหกรรมอาจมีการจัดกลุ่มสินค้าที่เหมาะสมแตกต่างกัน กระนั้นนักวิจัยสามารถแบ่งกลุ่มสินค้า ตามลักษณะการใช้พื้นที่ [3] ได้เป็น 3 แบบ ได้แก่

- การเก็บแบบกำหนดพื้นที่ (Dedicated Storage) เป็นการจัดเก็บโดยที่สินค้าแต่ละชนิดจะถูกกำหนดให้จัดเก็บในบริเวณที่กำหนดไว้ล่วงหน้า และมักจะมีการเก็บสินค้าต่อเนื่องกันไม่ปะปนกับสินค้าประเภทอื่น ลักษณะการเก็บแบบ Dedicated Storage สามารถพบได้ทั่วไปโดยเฉพาะคลังสินค้าที่ไม่มีการประยุกต์ใช้ระบบ WMS
- การจัดเก็บแบบสุ่ม (Random Storage หรือ Shared Storage) เป็นการเก็บสินค้าที่ไม่ได้ระบุพื้นที่เก็บสินค้าล่วงหน้า สินค้าหลายชนิดอาจอยู่ปะปนกัน จุดเด่นสำคัญของการเก็บสินค้าแบบดังกล่าวคือพื้นที่เก็บสินค้ามีการใช้ประโยชน์สูงสุดซึ่งทำให้การประยุกต์ใช้การเก็บแบบ Random Storage จำเป็นต้องมีระบบ WMS เพื่อระบุตำแหน่งของสินค้า เนื่องจากพนักงานไม่สามารถจดจำตำแหน่งของสินค้าทุกรายการที่จัดเก็บคละกันได้
- การจัดเก็บแบบแบ่งกลุ่ม (Class-Based Storage) เป็นการเก็บสินค้าแยกตามกลุ่มสินค้าตามเกณฑ์ซึ่งคลังสินค้าเป็นผู้กำหนด อาทิเช่น สินค้าขนาดเล็ก สินค้าที่มีมูลค่าสูง สินค้าสารเคมีอันตราย เป็นต้น จากนั้นจึงจัดเก็บสินค้าแต่ละกลุ่มไว้ในแต่ละบริเวณที่กำหนด

ในด้านงานวิจัยที่เกี่ยวข้องบริเวณ FPA มีการพัฒนาในด้านทฤษฎีและนำไปประยุกต์ใช้อย่างหลากหลาย โดยสิ่งสำคัญในการออกแบบและจัดทำบริเวณ FPA คือ การคัดเลือกสินค้าและจัดสรรพื้นที่ของสินค้าแต่ละชนิดภายในบริเวณ FPA ซึ่ง Hackman และ Rosenblatt [4] ได้นำเสนอวิธีการจัดสรรพื้นที่ที่เหมาะสมที่สุด (Optimal Allocation) โดยใช้แบบจำลองของไหล (Fluid Model) เพื่อลดต้นทุนการหยิบและการเติมสินค้า การออกแบบโดยใช้แบบจำลองดังกล่าวจะกล่าวในรายละเอียดในหัวข้อที่ 3 ต่อไป ต่อมาหลักการการจัดสรรดังกล่าวได้ถูกวิเคราะห์และเปรียบเทียบโดย Bartholdi และ Hackman [5] กับวิธีการที่นิยมอีก 2 วิธีการได้แก่ การจัดสรรพื้นที่เท่ากัน (Equal Space Allocation) และการจัดสรรพื้นที่ตามความถี่ในการหยิบ (Equal Frequency Allocation) พบว่าวิธีการจัดสรรพื้นที่ที่เหมาะสมที่สุดให้ผลดีกว่าวิธีการที่นิยมทั้งสองวิธีนี้ และการจัดสรรพื้นที่เท่ากันให้ผลเช่นเดียวกับการจัดสรรพื้นที่ตามความถี่ในการหยิบภายใต้แบบจำลองของไหล นอกจากนี้นักวิจัยทั้งคู่ยังได้ขยายผลการวิจัยเพื่อครอบคลุมกรณีที่สินค้าถูกควบคุมปริมาณด้วยวิธีจุดสั่งซื้อ (Re-Order Point) จากนั้นมีหลายงานวิจัยซึ่งนำหลักการ FPA ไปประยุกต์ใช้และขยายผลต่อ อาทิเช่น ในศูนย์กระจายสินค้าป้องกันประเทศ (Defense Distribution Center) [6] และประยุกต์เข้ากับระบบการหยิบสินค้าอัตโนมัติที่ซับซ้อน (Complex Automated Order Picking System) [7] เป็นต้น

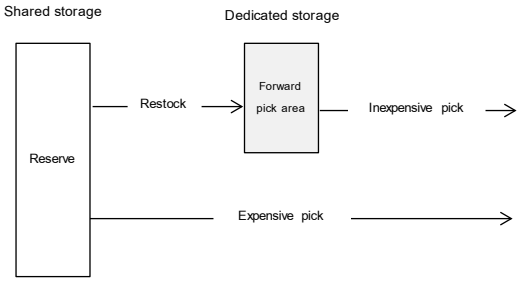
การประยุกต์บริเวณ FPA ในประเทศไทยยังอยู่ในวงจำกัด งานวิจัยซึ่งเกี่ยวข้องกับการปรับปรุงคลังสินค้าในประเทศไทยมุ่งเน้นไปทางด้านการออกแบบคลังสินค้า ด้านการกำหนดตำแหน่งจัดเก็บสินค้า โดยพิจารณาจากข้อมูลการเคลื่อนไหวของสินค้าเข้า-ออก และออกแบบวิธีการปฏิบัติงานให้สอดคล้องกับตำแหน่งซึ่งในแต่ละอุตสาหกรรมจะมีลักษณะการปรับปรุงที่แตกต่าง อาทิเช่น อุตสาหกรรมหม้อแปลงไฟฟ้าสำเร็จรูป [8] อุตสาหกรรมเครื่องปรับอากาศ [9]

และอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ [10] ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงศึกษาการจัดการคลังชิ้นส่วนยานยนต์ขนาดเล็กในโรงงานประกอบรถยนต์ และจากการศึกษาการทำงานพบว่าคลังสินค้าดังกล่าวสามารถประยุกต์บริเวณ FPA เพื่อลดเวลาการทำงานในการตรวจสอบตำแหน่งจัดเก็บ การค้นหาและการเดินทางไปหยิบชิ้นส่วนได้

3. ทฤษฎีการออกแบบบริเวณ FPA ด้วยแบบจำลองของไหล

บริเวณ FPA คือบริเวณจัดเก็บสินค้าที่รวบรวมสินค้าที่มีความถี่ในการหยิบสูงและขนาดเล็กมาจัดเก็บไว้บริเวณเดียว ใกล้กับบริเวณจัดส่งสินค้าซึ่งสะดวกในการหยิบสินค้าดังแสดงในภาพที่ 1

ภาพที่ 1 การหยิบสินค้าทั่วไปและการหยิบสินค้าจากบริเวณ FPA [1]



จากภาพที่ 1 พบว่าบริเวณ FPA เป็นบริเวณการจัดเก็บแบบ Dedicated Storage ใน Forward Pick Area ซึ่งมักตั้งอยู่ในบริเวณใกล้จุดจัดส่งสินค้า เนื่องจากช่วยลดระยะทางในการหยิบและหาสินค้ามากกว่าการหยิบสินค้าที่ถูกจัดเก็บแบบทั่วไปซึ่งเป็นการจัดเก็บสินค้าแบบ Random Storage แต่การประยุกต์ใช้ FPA มีข้อด้อย คือต้องเคลื่อนย้ายสินค้าจากบริเวณ Reserve Pick Area มายัง Forward Pick Area หรือ Double Handling ซึ่งเพิ่มชั่วโมงแรงงานในการหยิบสินค้า ลักษณะการเทียบเคียง (Trade-off) ระหว่างเวลาที่ลดจากการหยิบสะดวก ค่าใช้จ่ายในการหยิบสินค้า และชั่วโมงแรงงานที่เพิ่มขึ้นจากการ Double Handling ได้ถูกจำลองและวิเคราะห์โดยใช้แบบจำลองของไหล ดังต่อไปนี้ [4]

$$B = \sum_{i \in F} \left[s\, p_i - c_r \frac{f_i}{v_i} \right] \quad (1)$$

โดย

B = ค่า Net Benefit หรือเวลาที่ลดลงจากการประยุกต์บริเวณ FPA

S = ค่าใช้จ่ายคิดเทียบเป็นเวลาในการหยิบสินค้าที่ลดลงเมื่อนำสินค้านั้นๆมาจัดเก็บในบริเวณ FPA

P_i = จำนวนครั้งการหยิบสินค้าในช่วงระยะที่พิจารณาของรายการสินค้า i

C_r = ค่าใช้จ่ายคิดเทียบเป็นเวลาในการนำสินค้ามาเติมในบริเวณ FPA

f_i = ปริมาณการสั่งซื้อทั้งหมดในช่วงระยะที่พิจารณาของรายการสินค้า i

v_i = ปริมาณการจัดเก็บสินค้า i ในบริเวณ FPA

F = เซ็ตของสินค้าที่ถูกจัดเก็บในบริเวณ FPA

ค่า Net Benefit ในสมการที่ 1 คือผลรวมของผลลัพธ์ในการลดค่าใช้จ่ายซึ่งได้จากผลต่างระหว่างค่าใช้จ่ายที่ลดลงจากการนำสินค่ามาจัดเก็บในบริเวณ FPA ที่คำนวณจาก sp_i และค่าใช้จ่ายในการเติมสินค้าที่คำนวณจาก $c_r \frac{f_i}{v_i}$ โดย $\frac{f_i}{v_i}$ คือจำนวนครั้งในการนำสินค้ามาเติมในบริเวณ FPA และ เซ็ต F สามารถคำนวณจากการพิจารณาค่า Net Benefit ที่ให้ผลลัพธ์เวลาลดลงมากที่สุด โดยทดลองในแต่ละสินค้าเรียงลำดับตามค่า r_i ซึ่งเป็นอัตราส่วนระหว่างจำนวนครั้งการหยิบสินค้า และรากที่สองของปริมาณการขาย

(2)

$$r_i = \frac{p_i}{\sqrt{f_i}}$$

โดย

r_i = ประสิทธิภาพแรงงาน (Labor Efficiency) ของรายการสินค้า

ค่า r_i นั้นจะบ่งบอกถึงการเคลื่อนไหวของสินค้า โดยสินค้าที่มีค่ามากแสดงว่าสินค้าชนิดนั้นเหมาะที่จะนำมาจัดเก็บในบริเวณ FPA โดยปริมาตรจัดสรรที่เหมาะสมสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 3

(3)

$$v_i = \frac{\sqrt{f_i}}{\sum_i \sqrt{f_i}} V$$

เมื่อ V คือปริ บริเวณ FPA

ข้อจำกัดสำคัญของการออกแบบบริเวณ FPA โดยใช้แบบจำลองของไหล (Fluid Model) คือสินค้าแต่ละรายการจะถูกสมมุติว่าเป็นเสมือนของไหลที่ผ่านเข้ามาในคลังสินค้า จำนวนครั้งที่เติมสินค้าเป็นสัดส่วนของความต้องการสินค้าต่อปริมาณสินค้าใน FPA และแบบจำลองยังสมมุติว่าสินค้าจะถูกหยิบจนหมดก่อนมีการเติมครั้งต่อไป ดังนั้นการออกแบบบริเวณ FPA โดยวิธีดังกล่าวจึงมีข้อจำกัดระหว่างธรรมชาติของของไหลกับสินค้าที่จัดเก็บในคลังสินค้า เนื่องจากในการจัดวางสินค้าจริงจะมีพื้นที่ว่างเกิดขึ้นจากลักษณะบรรจุภัณฑ์ของสินค้าและการจัดเก็บซึ่งแตกต่างจากคุณสมบัติของของเหลว ดังนั้นค่าที่ได้จากการคำนวณจึงเป็นเพียงค่าประมาณไม่ใช่ค่าที่แท้จริง ทั้งนี้สินค้าที่ไม่เหมาะกับการจัดเก็บแบบ FPA คือสินค้าที่มีขนาดใหญ่ สินค้าที่มีความเคลื่อนไหวน้อย โดยสินค้าดังกล่าวควรจัดเก็บในบริเวณจัดเก็บสินค้าทั่วไป นอกจากนี้ค่า อาจเปลี่ยนแปลงตามขนาดของบริเวณ FPA ฉะนั้นในการออกแบบบริเวณ FPA จำเป็นต้องมีการวิเคราะห์พารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องเสมอ

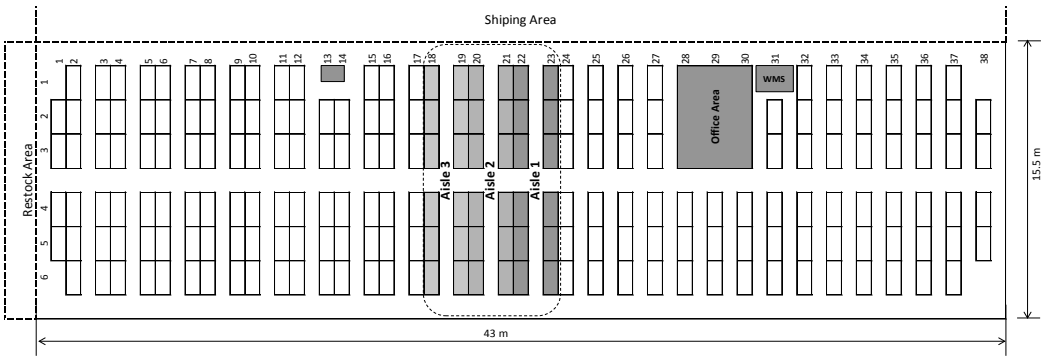
4. คลังชิ้นส่วนของโรงงานประกอบรถยนต์กรณีศึกษา

คลังชิ้นส่วนในกรณีศึกษาเป็นคลังจัดเก็บชิ้นส่วนยานยนต์สำหรับการผลิตซึ่งนำเข้าจากผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์จากต่างประเทศ ภายในคลังมีการแบ่งพื้นที่จัดเก็บจำแนกตามรุ่นรถยนต์ ลักษณะและขนาดของบรรจุภัณฑ์ โดยในการศึกษานี้เป็นการศึกษาการหยิบและการจัดเก็บชิ้นส่วนยานยนต์ประเภทกล่องขนาดเล็ก

4.1 ชิ้นส่วนยานยนต์ขนาดเล็ก

หลังจากสแกนรับชิ้นส่วนยานยนต์จากตู้คอนเทนเนอร์เข้าระบบสารสนเทศ เพื่อให้ระบบจัดทำป้ายข้อมูลติดลงบนบรรจุภัณฑ์แล้ว พนักงานเติมสินค้าจะนำชิ้นส่วนจะจัดเก็บแบบสุ่มบนชั้นวางที่มีพื้นที่ว่างอยู่ โดยแผนผังชั้นวางแสดงดังในภาพที่ 2

ภาพที่ 2 แผนผังชั้นวางในบริเวณชิ้นส่วนยานยนต์

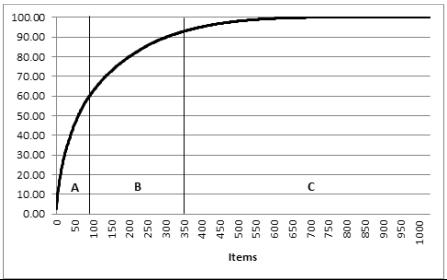


ขนาดเล็กและบริเวณ FPA

ปัจจุบันการจัดเก็บไม่พิจารณาความถี่ในการหยิบและชิ้นส่วนยานยนต์ถูกจัดเก็บคละกันไป ดังนั้นหลังจากที่ตรวจสอบรายการสินค้าและจัดเตรียมพาเลทแล้ว พนักงานหยิบต้องตรวจสอบตำแหน่งจัดเก็บของชิ้นส่วนยานยนต์ในระบบ WMS ก่อนเดินทางค้นหาหยิบชิ้นส่วนยานยนต์ตามตำแหน่งที่ระบุไว้และจัดเตรียมชิ้นส่วนยานยนต์เข้าสู่สายการประกอบต่อไป จากสภาพดังกล่าวทางโรงงานประกอบรถยนต์กรณีศึกษาจึงมีความสนใจที่ประยุกต์บริเวณ FPA ซึ่งจากการปรึกษากับผู้จัดการคลังชิ้นส่วนยานยนต์ของโรงงานประกอบรถยนต์กรณีศึกษาแล้วเห็นว่าพื้นที่ใกล้สำนักงาน (ดังแสดงเป็นพื้นที่แรงเงาในภาพที่ 2) เป็นบริเวณที่สะดวกที่สุดในคลังสินค้าดังกล่าว

4.2 การวิเคราะห์ ABC และปริมาณผลผลิต

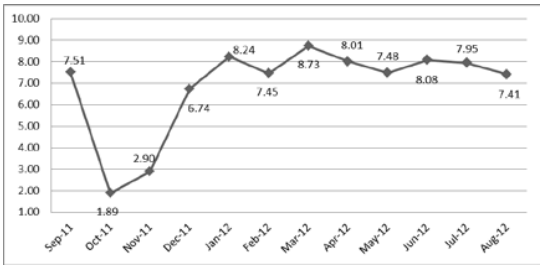
เนื่องจากคลังชิ้นส่วนยานยนต์ของโรงงานประกอบรถยนต์กรณีศึกษามีชิ้นส่วนยานยนต์ทั้งหมด 1,031 รายการ และแต่ละรายการมีความถี่การหยิบที่แตกต่างกันไป ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงประยุกต์นำเอาการวิเคราะห์ ABC ในการแบ่งกลุ่มชิ้นส่วน ดังแสดงความถี่สะสมในภาพที่ 3



ประเภท	ความถี่ในการหยิบ (ครั้ง/ปี)	จำนวน (รายการ)	คิดเป็นสัดส่วน
A	มากกว่า1000	88	8.5%
B	200-1000	258	25%
C	ต่ำกว่า200	685	66.5%

ภาพที่ 3 กราฟแสดงร้อยละความถี่สะสมของการหยิบชิ้นส่วนยานยนต์ขนาดเล็ก

ผลการจัดกลุ่มชิ้นส่วนยานยนต์ตามความถี่ในการหยิบพบว่าชิ้นส่วนยานยนต์ในกลุ่ม A และ B มีความถี่ในการหยิบใช้ครอบคลุมการหยิบกว่า 91% ของทั้งคลังชิ้นส่วนยานยนต์ และจากลักษณะการกระจายตัวดังกล่าวคณะผู้วิจัยจึงมีความสนใจศึกษาการจัดทำบริเวณจัดเก็บชิ้นส่วนยานยนต์ที่มีการเคลื่อนไหวสูงในคลังชิ้นส่วนของโรงงานประกอบรถยนต์กรณีศึกษาโดยการคัดแยกชิ้นส่วนยานยนต์ที่มีความถี่ในการหยิบสูงมาเก็บในบริเวณพิเศษที่สะดวกต่อการหยิบเพื่อลดเวลาการเดินทางและค้นหาของพนักงานหยิบ สำหรับชิ้นส่วนยานยนต์ในกลุ่ม C คณะผู้วิจัยจะได้นำเสนอข้อมูลต่อโรงงานประกอบรถยนต์กรณีศึกษาเพื่อพิจารณาถึงความเหมาะสมของนโยบายการจัดเก็บชิ้นส่วนยานยนต์ในกลุ่มนี้ต่อไป เนื่องจากเป็นกลุ่มที่มีความเคลื่อนไหวน้อยแต่มีจำนวนมากคิดเป็น 66.5% ของชิ้นส่วนยานยนต์ขนาดเล็กทั้งหมด เมื่อวิเคราะห์ผลผลิต (Productivity) โดยพิจารณาค่าจำนวนรายการต่อชั่วโมงแรงงาน (Line per Man-hour) ระหว่างเดือนตุลาคม–พฤศจิกายน 2554 ดังแสดงในภาพที่ 4



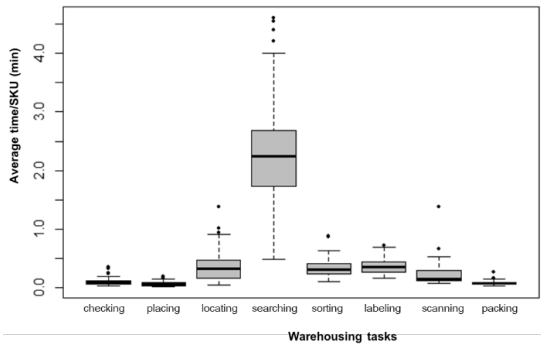
ภาพที่4 จำนวนครั้งในการหยิบต่อคนงานต่อชั่วโมง (Lines per Man-hour)

จากภาพที่ 4 ค่าจำนวนเฉลี่ยรายการต่อชั่วโมงแรงงานเท่ากับ 7.76 และมีค่าความแปรปรวนเท่ากับ 0.31 เมื่อเปรียบเทียบค่าดังกล่าวกับค่าจำนวนเฉลี่ยรายการต่อชั่วโมงแรงงานมาตรฐานที่ได้จากการ

สำรวจโดย Frazelle และ Hackman [11] พบว่าโรงงานประกอบรถยนต์กรณีศึกษา มีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐาน (Sub-Par) เนื่องจากค่าจำนวนเฉลี่ยรายการต่อชั่วโมงแรงงานมาตรฐาน (Par) อยู่ในช่วง 10-20 ครั้งต่อคนงานต่อชั่วโมง ทั้งนี้คณะผู้วิจัยจึงศึกษาเวลาการทำงานย่อยของขั้นตอนการหยิบเพื่อหาสาเหตุ

4.3 การศึกษาเวลาในการทำงาน

การศึกษาเวลาการทำงานของพนักงานหยิบชิ้นส่วนยานยนต์ทำเพื่อระบุสาเหตุของค่าจำนวนเฉลี่ยรายการต่อชั่วโมงแรงงาน โดยเก็บข้อมูลจากการหยิบชิ้นส่วนยานยนต์ทั้งหมด 5,142 รายการจากคำสั่งหยิบ 100 ครั้ง สามารถจำแนกออกเป็นเวลาการทำงานย่อยดังแสดงในภาพที่ 5



ภาพที่ 5 แผนภูมิแสดงร้อยละของเวลาการทำงานของพนักงานหยิบ

จากภาพที่ 5 พบว่าพนักงานใช้เวลาส่วนใหญ่กว่า 59% หรือเป็นเวลาเฉลี่ย 2.21 นาทีจากเวลางานทั้งหมดในการค้นหาและเดินทาง (traveling searching) ไปยังพื้นที่จัดเก็บชิ้นส่วนยานยนต์ซึ่งเป็นการใช้เวลาอันไม่ก่อให้เกิดงาน ดังนั้นหากสามารถปรับปรุงระยะเวลาการเดินทางและค้นหาให้ลดลงได้จะส่งผลให้ประสิทธิภาพการทำงานของพนักงานในคลังชิ้นส่วนยานยนต์เพิ่มมากขึ้น จากการวิเคราะห์ข้อมูลในหัวข้อ 4.2 – 4.3 คณะผู้วิจัยจึงมุ่งเน้นการปรับปรุงเวลาในการหยิบ โดยนำแนวทางการออกแบบบริเวณ FPA มาใช้ โดยมุ่งหวังให้พนักงานหยิบใช้เวลาในการเดินทางและค้นหาของลดลง ดังจะกล่าวในหัวข้อถัดไป

5. การเตรียมข้อมูลและการออกแบบบริเวณ FPA

การออกแบบบริเวณ FPA ในคลังชิ้นส่วนยานยนต์ของโรงงานประกอบรถยนต์กรณีศึกษาซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 2 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

5.1 การกำหนดขนาดพื้นที่บริเวณ FPA

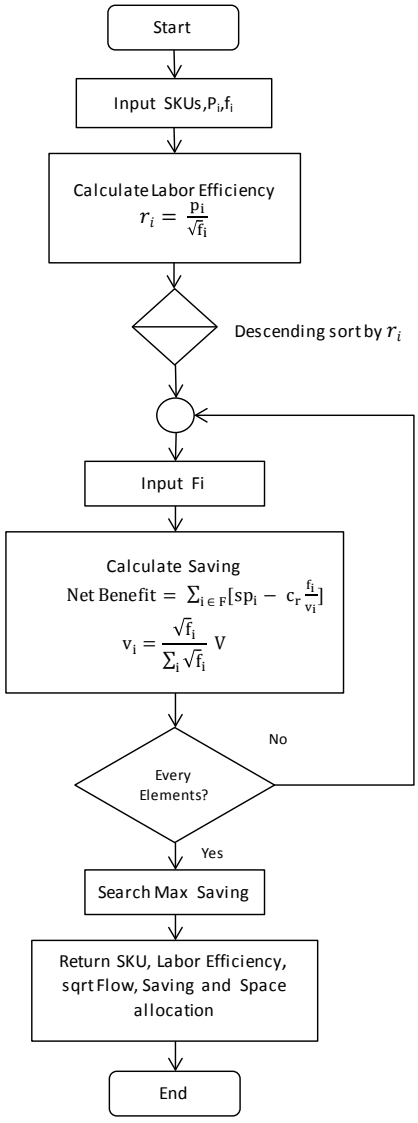
การศึกษานี้กำหนดขนาดของ FPA โดยประชุมปรึกษากับผู้จัดการคลังชิ้นส่วนยานยนต์และวิศวกรที่ดูแลการปฏิบัติงาน โดยพิจารณาจากความสะดวกในการหยิบ และจุดที่พนักงานหยิบใช้ระบบสารสนเทศในการตรวจสอบตำแหน่งจัดเก็บชิ้นส่วนยานยนต์ก่อนการปรับปรุง ซึ่งที่ประชุมมีมติว่าพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการประยุกต์บริเวณ FPA คือแถวที่ 18-23 (หรือบริเวณที่แรเงาในภาพที่ 2) ในพื้นที่ดังกล่าวประกอบไปด้วย 3 แถว (Aisle) ได้แก่แถวที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ

ในการทดลองทางคณะผู้วิจัยได้พิจารณา กรณี Base Case (A0) ซึ่งตั้งสมมุติฐานว่าบริเวณ FPA ใช้พื้นที่เฉพาะแถวที่ 1 ถึง 2 นอกจากนี้บรรจุภัณฑ์ของชิ้นส่วนมีขนาดใกล้เคียงกันและใช้ปริมาตรการจัดเก็บประมาณ 80% ของปริมาตรช่องเก็บ จากการคำนวณพบว่าพื้นที่ดังกล่าวมีปริมาตร 42.6540 ลูกบาศก์เมตร หรือคิดเป็นพื้นที่ 11.32% ของพื้นที่จัดเก็บชิ้นส่วนยานยนต์ โดยคณะผู้วิจัยได้วิเคราะห์ความไวต่อไปเพื่อศึกษาผลกระทบของการเพิ่มหรือลดพื้นที่ FPA

5.2 การคัดเลือกชิ้นส่วนยานยนต์

คณะผู้วิจัยได้คัดเลือกชิ้นส่วนยานยนต์สำหรับนำมาจัดเก็บในบริเวณ FPA โดยพิจารณาจาก (1) ชิ้นส่วนยานยนต์ที่มีการหยิบในช่วงที่ศึกษาอยู่มีทั้งสิ้น

702 รายการจากชิ้นส่วนยานยนต์ทั้งหมด 1,031 รายการ โดยได้ตัดรายการที่ไม่มีการหยิบในช่วงเวลาที่ศึกษาออก (2) ค่าประสิทธิภาพแรงงานของชิ้นส่วนยานยนต์ซึ่งคำนวณได้จากสมการที่ 2 และ 3 ใช้คำนวณค่า Net Benefit จากสมการที่ 1 ร่วมกับการหาค่าแบบเชิงเส้น (Linear Search) ซึ่งมีรูปแบบการคำนวณดังแสดงในภาพที่ 6



ภาพที่ 6 ผังแสดงการคัดเลือกชิ้นส่วนยานยนต์สำหรับจัดเก็บในบริเวณ FPA [1]

5.3 ผลการออกแบบบริเวณ FPA

ในกรณี Base Case (A0) เมื่อใช้ค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการศึกษาเวลาในการทำงานภายในคลังกรณีศึกษา (เช่นเดียวกับในหัวข้อที่ 4.3) ซึ่งค่าเวลาเฉลี่ยที่ประหยัดได้ (Saving time, s) และเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการเติมชิ้นส่วนยานยนต์บนชั้นวาง (Restock time, c_r) เท่ากับ 1.81 นาที และ 14.95 นาที ตามลำดับ พบว่ามีสินค้าจำนวน 77 รายการถูกจัดสรรปริมาตรในบริเวณ FPA และสามารถช่วยลดเวลาการทำงานลงได้ 3,711 ชั่วโมง หรือคิดเป็นจำนวนพนักงานเต็มเวลา (Full Time Equivalent, FTE) ที่ลดลงเท่ากับ 1.58 คน อนึ่งปริมาตรที่จัดสรรให้กับชิ้นส่วนยานยนต์แต่ละรายการสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 3

6. การวิเคราะห์ความไว

เพื่อความมั่นใจในการออกแบบทางณะผู้วิจัยจึงวิเคราะห์ความไว (Sensitivity Analysis) ของพารามิเตอร์ที่ใช้ในการคำนวณดังต่อไปนี้

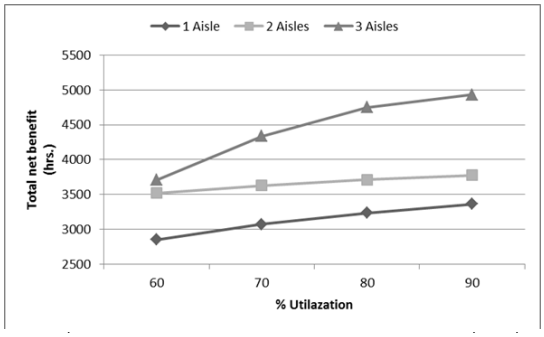
6.1 ปริมาตรของบริเวณ FPA

ปริมาตรของบริเวณ FPA เป็นค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญที่สุดในการออกแบบ เพราะผู้ออกแบบต้องเป็นผู้กำหนดด้วยตัวเอง ในการศึกษานี้พื้นที่และปริมาตรของบริเวณ FPA ได้จากการประชุม และการประมาณอัตราการใช้ปริมาตรของชิ้นส่วน ซึ่งมีข้อมูลสนับสนุนน้อย เมื่อเทียบกับค่าพารามิเตอร์อื่นๆ นอกจากนี้ขนาดของบริเวณ FPA ก็มีความสัมพันธ์กับค่าเวลาเฉลี่ยที่ประหยัดได้ หากบริเวณ FPA มีขนาดเล็ก เวลาที่พนักงานหยิบใช้ในการค้นหาและเดินทางก็จะลดลงแต่ก็จะมีปริมาตรเล็ก สามารถจัดเก็บชิ้นส่วนได้น้อยรายการ ในทางตรงกันข้ามหากบริเวณ FPA มีขนาดใหญ่ก็จะสามารถเก็บชิ้นส่วนได้หลายรายการ และแต่ละรายการก็จะได้รับการจัดสรรปริมาตรการเก็บเพิ่มขึ้น แต่เวลาที่พนักงานหยิบต้องใช้ก็จะเพิ่มขึ้นทำให้

ประโยชน์ของบริเวณ FPA ลดลง การวิเคราะห์ปริมาตรของบริเวณ FPA แสดงในตารางที่ 1 และ ภาพที่ 7

ตารางที่ 1 แสดงผลของปริมาตรการจัดเก็บบนชั้นวางที่ต่างกัน

Case	Aisle	% Utilization	V (m.)	Saving time (mins.)	Restock (mins.)	Net Benefit (hrs.)	Items	FTE
A0	1&2	80	42.654	1.81	14.95	3711	77	1.58
A1	1	60	15.9952	1.85	14.95	2854	75	1.22
A2	1	70	18.6611	1.85	14.95	3071	77	1.31
A3	1	80	21.327	1.85	14.95	3234	77	1.38
A4	1	90	23.9928	1.85	14.95	3361	77	1.43
A5	1&2	60	31.9905	1.81	14.95	3520	77	1.5
A6	1&2	70	37.3222	1.81	14.95	3629	77	1.55
A7	1&2	90	47.9857	1.81	14.95	3777	78	1.61
A8	1,2&3	60	47.9857	1.78	14.95	3705	78	1.58
A9	1,2&3	70	55.9833	1.78	14.95	4337	119	1.85
A10	1,2&3	80	63.9809	1.78	14.95	4749	171	2.02
A11	1,2&3	90	71.9785	1.78	14.95	4932	171	2.1



ภาพที่ 7 แสดงผลของ total net benefit เมื่อเพิ่มหรือลดปริมาณการจัดเก็บบนชั้นวาง

จากตารางที่ 1 พบว่ากรณี A0– A11 มี Net Benefit มากกว่าศูนย์ทุกกรณี หรือการประยุกต์บริเวณ FPA สามารถช่วยลดเวลาการทำงาน เมื่อเทียบกับคลังชิ้นส่วนยานยนต์เดิม โดยผลการคำนวณในหัวข้อที่ 5.2 จำนวนรายการชิ้นส่วนยานยนต์ที่ถูกคัดเลือกนำมาจัดเก็บในบริเวณ FPA มีตั้งแต่ 77-171 รายการ หากเพิ่มขนาดของบริเวณ FPA ไม่ว่าเป็นการเพิ่มจำนวนแถว และ/หรือจัดเก็บให้มีประสิทธิภาพการจัดเก็บเพิ่มขึ้น (%Cubic Utilization) จะได้ผลลัพธ์ที่ให้ค่า Net Benefit เพิ่มขึ้น และเป็นที่น่าสนใจว่าจำนวนรายการชิ้นส่วนยานยนต์มีการเกาะกลุ่มกันเป็นช่วงๆ กล่าวคือระหว่าง 75-78 รายการ 119 รายการ และ 171 รายการ ลักษณะเช่นนี้เป็นที่ต้องการในการออกแบบ เพราะหมายถึงการออกแบบและจัดสรรปริมาตรมีความคงทนในการออกแบบ (Design Robustness) และยังช่วยอธิบายค่า Net Benefit ที่เพิ่มสูงขึ้นอย่างก้าวกระโดดในภาพที่ 7 เมื่อบริเวณ FPA ครอบคลุมตั้งแต่แถวที่ 1 ถึง 3 และในการวิเคราะห์ชิ้นส่วนแต่ละรายการยังพบว่ารายการที่มีขนาดกล่องเล็กจะมีโอกาสในการถูกคัดเลือกเข้ามาจัดเก็บในบริเวณ FPA สูงกว่ารายการที่มีกล่องขนาดใหญ่

6.2 พารามิเตอร์ในออกแบบอื่นๆ

นอกเหนือจากขนาดของบริเวณ FPA แล้วค่าพารามิเตอร์อื่นๆที่คณะผู้วิจัยวิเคราะห์ความไวได้แก่ ค่าเวลาเฉลี่ยที่ประหยัดได้ (s) เวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการเติมชิ้นส่วนยานยนต์ (c_r) และจำนวนครั้งที่หยิบชิ้นส่วนยานยนต์ (p_i) โดยพิจารณาเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์แต่ละตัว 6 ระดับได้แก่ -50%, -25%, -10%, +10%, +25%, +50% ของค่าพารามิเตอร์ในกรณี Base Case ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงผลการวิเคราะห์ความไว

Case		Saving time (mins.)	Restock (mins.)	Total net benefit (hrs.)	Items	FTE
A0	Base case	1.81	14.95	3711	77	1.58
B1	Saving time -50%	0.91	14.95	1570	77	0.67
B2	Saving time -25%	1.36	14.95	2640	77	1.13
B3	Saving time -10%	1.63	14.95	3283	77	1.4
B4	Saving time +10%	1.99	14.95	4140	78	1.76
B5	Saving time +25%	2.26	14.95	5473	119	2.33
B6	Saving time +50%	2.72	14.95	7285	171	3.11
C1	Restock time -50%	1.81	7.48	5268	171	2.25
C2	Restock time -25%	1.81	11.21	4441	119	1.89

ตารางที่ 2 แสดงผลการวิเคราะห์ความไว (ต่อ)

C3	Restock time -10%	1.81	13.46	3770	78	1.61
C4	Restock time +10%	1.81	16.45	3654	77	1.56
C5	Restock time +25%	1.81	18.69	3568	77	1.52
C6	Restock time +50%	1.81	22.43	3425	77	1.46
D1	# of picks -50%	1.81	14.95	1570	77	0.67
D2	# of picks -25%	1.81	14.95	2640	77	1.13
D3	# of picks -10%	1.81	14.95	3283	77	1.4
D4	# of picks +10%	1.81	14.95	4140	78	1.76
D5	# of picks +25%	1.81	14.95	5473	119	2.33
D6	# of picks +50%	1.81	14.95	7285	171	3.11

ตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่าค่า Net Benefit เปลี่ยนแปลงตามค่าพารามิเตอร์ โดยค่า Net Benefit แปรผันตรงกับค่าเวลาเฉลี่ยที่ประหยัดได้ (S) และจำนวนครั้งที่หยิบชิ้นส่วนยานยนต์ (P_i) แต่แปรผกผันกับเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการเติมชิ้นส่วนยานยนต์ (C_r) ซึ่งสอดคล้องกับสมการที่ 1 เมื่อวิเคราะห์ผลจะพบว่าจำนวนรายการชิ้นส่วนอะไหล่ที่เหมาะสมซึ่งถูกจัดเก็บในบริเวณ FPA มีการกระจายเป็นช่วงเช่นเดียวกับการวิเคราะห์ความไวของขนาดของบริเวณ FPA ดังที่แสดงในหัวข้อที่ผ่านมา

7. ข้อสรุปและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยชิ้นนี้ได้ศึกษาการทำงานและข้อมูลการหยิบในคลังสินค้าชิ้นส่วนยานยนต์ขนาดเล็กของโรงงานประกอบรถยนต์กรณีศึกษาซึ่งมีค่าจำนวนรายการต่อชั่วโมงแรงงาน (Line/Man-hour) ต่ำกว่ามาตรฐาน จากการศึกษาเวลาพบว่าพนักงานหยิบใช้เวลาส่วนใหญ่ในการเดินทางและค้นหาชิ้นส่วน ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงนำเสนอและออกแบบบริเวณ FPA เพื่อจัดเก็บชิ้นส่วนยานยนต์ที่มีการเคลื่อนไหวสูงจากการปรึกษากับผู้จัดการคลังสินค้าพบว่าพื้นที่บริเวณใกล้สำนักงาน โดยใช้ชั้นวางสินค้าจำนวน 2 แถวคิดเป็น 11.32% ของพื้นที่คลังสินค้าทั้งหมด บริเวณ FPA ดังกล่าวสามารถจัดเก็บสินค้าได้ 77 รายการและสามารถลดชั่วโมงแรงงานลงได้ 3,711 ชั่วโมง เมื่อวิเคราะห์ความไวของพารามิเตอร์ที่ใช้ในการออกแบบพบว่าบริเวณ FPA มีความคงทนสูง

ผลการออกแบบ FPA ยังมีข้อจำกัดระหว่างธรรมชาติของของไหลกับสินค้าจริงที่จัดเก็บในคลังสินค้า เนื่องจากในการจัดวางสินค้าจริงจะมีพื้นที่ว่างเกิดขึ้นจากลักษณะบรรจุภัณฑ์ของสินค้า ลักษณะของชั้นวางและการจัดเก็บซึ่งแตกต่างจากคุณสมบัติของของไหล ดังนั้นค่าที่ได้จากการคำนวณจึงเป็นเพียงค่าประมาณซึ่งไม่ใช่ค่าที่แท้จริง และเนื่องจากค่าประมาณที่ได้เป็นค่าจากการพิจารณาข้อมูลในอดีตจึงควรต้องมีการพิจารณาสินค้าที่จะนำมาจัดเก็บใน FPA อยู่เสมอเนื่องจากสินค้าอาจหมดความนิยม และมีสินค้าชนิดอื่นที่ได้รับความนิยมมาทดแทน ทั้งนี้เพื่อให้ได้เฉพาะสินค้าที่มีความนิยมในช่วงเวลานั้นๆมาใช้ในการคำนวณ สามารถลดระยะเวลาที่พิจารณาจาก 12 เดือนเป็น ทุกๆ 3 เดือน หรืออาจพิจารณาค่าในอดีตกับค่าพยากรณ์ความต้องการใช้สินค้าในอนาคตควบคู่กันไปเป็นต้น งานวิจัยนี้เป็นเพียงการนำเสนอการออกแบบบริเวณ FPA ซึ่งผู้สนใจอาจวิจัยอื่นเพิ่มเติมอาทิเช่น การศึกษารูปแบบการกระจายของชิ้นส่วนยานยนต์ในคลังชิ้นส่วนยานยนต์ และทำแบบจำลองการไหลของชิ้นส่วนยานยนต์ในคลังชิ้นส่วนยานยนต์เป็นต้น

8. เอกสารอ้างอิง

[1] Bartholdi, J. and Hackman, S (2010). Warehouse and Distribution Science, Available via http://www.warehouse-science.com/.Accessed July 5. 2012

[2] Frazelle, E.H. (2002). World-class Warehousing and Material Handling. New York:McGraw Hill.

[3] Hausman W.H., Schwarz L.B., and Graves S.C., (1976). Optimal storage assignment in automatic warehousing systems. Management Science, 22(6): 629-638.

[4] Hackman S.T. and Rosenblatt, M.J., (1990). Allocating items to an automated storage and retrieval system. IIE Transaction, 22(1): 7-14.

[5] Bartholdi, J.J and Hackman, S.T. (2008). Allocating space in a forward pick area of a distribution center for small parts. IIE Transactions, 40(11): 1046-1053

[6] Burks E.H. and Rush M.P., (2003). Implementing a fast-pick area at Defense Distribution Center Sanjoaquin (DDJC). Monterey. Available viahttp://hdl.handle.net/10945/1139. Accessed December 5, 2012

[7] Liu, P. et al (2011). Fluid-based slotting optimization for automated order picking system with multiple dispenser types. Chinese Journal of Mechanical Engineering, 24(4): 529

[8] ปณิกาไชยตะมาตร์(2543). การปรับปรุงประสิทธิภาพการจัดการการคลังสินค้า. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ, คณะวิศวกรรมศาสตร์,จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

[9] นำพล ตั้งทรัพย์(2538). การปรับปรุงการใช้ประโยชน์จากคลังพัสดุของอุตสาหกรรมเครื่องปรับอากาศ. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ, คณะวิศวกรรมศาสตร์,จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

[10] ธีรพจน์ จรสโรจน์กุล(2542). การปรับปรุงเส้นทางการขนถ่ายวัสดุในคลังสินค้าและการจัดส่งสินค้าในอุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ .วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ, คณะวิศวกรรมศาสตร์,จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

[11] Frazelle, E.H. and Hackman, S. (1992). A review for management: Warehousing-How to benchmark Warehouse Operations.Georgia:Material Handling Research Center, Georgia Institute of Technology.