บทความวิจัย

การออกแบบและเปรียบเทียบพื้นที่หยิบความเร็วสูงสำหรับผลิตภัณฑ์แสงสว่าง

จินตชาติ ชาติพาณิชย์* และ โอฬาร กิตติธีรพรชัย
ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน โทรศัพท์ 08 3248 6173 อีเมล: Jintachart.C@gmail.com
DOI: 10.14416/j.kmutnb.2020.02.002
รับเมื่อ 23 กันยายน 2562 แก้ไขเมื่อ 22 ตุลาคม 2562 ตอบรับเมื่อ 30 ตุลาคม 2562 เผยแพร่ออนไลน์ 5 กุมภาพันธ์ 2563
© 2020 King Mongkut's University of Technology North Bangkok. All Rights Reserved.

บทคัดย่อ

จากสภาพความไม่แน่นอนของความต้องการลูกค้าและเวลาการนำเข้าสินค้า ทำให้ศูนย์กระจายสินค้าเป็นกลยุทธ์ที่สำคัญในการควบคุมการไหลของสินค้าภายในห่วงโซ่อุปทาน ดังนั้นศูนย์กระจายสินค้าจึงมีความจำเป็นต้องเข้าใจและใช้ประโยชน์จากรูปแบบของความต้องการเพื่อให้สามารถตอบสนองต่อความต้องการที่รวดเร็วและควบคุมต้นทุนการดำเนินการ ดังเช่นศูนย์กระจายสินค้าประเภทไฟฟ้าแสงสว่างกรณีศึกษาซึ่งจัดเก็บและกระจายสินค้าที่ขนาดแตกต่างกัน อีกทั้งยังแตกหักง่ายต้องระมัดระวังในการขนย้าย ด้วยสภาพและธรรมชาติของสินค้าข้างต้นทำให้กิจกรรมหยิบสินค้าเป็นกิจกรรมที่มีชั่วโมงแรงงาน-คนมากที่สุด นอกจากนี้การวิเคราะห์ข้อมูลในเบื้องต้นพบว่า คำสั่งซื้อส่วนใหญ่มีจำนวนรายการสินค้ามากแต่กระจุกเพียงบางแบรนด์เท่านั้น ดังนั้นงานวิจัยฉบับนี้จึงนำเสนอพื้นที่จัดเก็บเฉพาะสินค้าเคลื่อนไหวเร็ว (Fast Picking Area; FPA) สำหรับสินค้าที่มีการหยิบความถี่ในการหยิบสูงและมีขนาดเล็กเพื่อลดเวลาการเดินทางและเวลาการค้นหา การออกแบบพื้นที่ FPA อาศัยแนวคิดของไหลซึ่งลำดับสินค้า จากสัดส่วนระหว่างจำนวนครั้งที่หยิบและรากที่สองของปริมาตรของสินค้า การประเมินการออกแบบและกำหนดค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องของพื้นที่ FPA ทำโดยสร้างแบบจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โล (Monte Carlo) เพื่อวิเคราะห์กิจกรรมที่เกิดขึ้นและเวลาที่ใช้ไปในการดำเนินงานภายในศูนย์กระจายสินค้าแสงสว่างทั้งหมดแห่งนี้

คำสำคัญ: การบริหารคลังสินค้า พื้นที่หยิบความเร็วสูง แบบจำลองสถานการณ์ แบบจำลองของไหล

การอ้างอิงบทความ: จินตชาติ ชาติพาณิชย์ และ โอฬาร กิตติธีรพรชัย, "การออกแบบและเปรียบเทียบพื้นที่หยิบความเร็วสูงสำหรับผลิตภัณฑ์แสงสว่าง," *วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ*, ปีที่ 30, ฉบับที่ 2, หน้า 259–268, เม.ย.–มิ.ย. 2563.

วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ปีที่ 30, ฉบับที่ 2 เม.ย.–มิ.ย. 2563
The Journal of KMUTNB., Vol. 30, No. 2, Apr.–Jun. 2020

Research Article

The Designing and Comparing of Fast Picking Area for Lighting Products

Jintachart Chartpanich* and Oran Kittithreerapronchai
Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand

* Corresponding Author, Tel. 08 3248 6173, E–mail: Jintachart.C@gmail.com DOI: 10.14416/j.kmutnb.2020.02.002
Received 23 September 2019; Revised 22 October 2019; Accepted 30 October 2019; Published online: 5 February 2020
© 2020 King Mongkut's University of Technology North Bangkok. All Rights Reserved.

Abstract

Faced with a fluctuation of demands and a long import lead time, a distribution center has proved to be a strategic infrastructure in a supply chain that regulates a product flow. To ensure a quick response time and affordable operating cost, personnel in a distribution center must understand its distributing patterns and explore them to be able to rapidly respond to customer needs. Meanwhile the operating costs would be handled effectively. An example is demonstrated in a case study lighting product distribution center. Lighting products are varied in sizes and shapes. Some products are fragile and require delicate handling, resulting in the necessity of maximum number of working hours and the greatest number of workers. On the basis of the historical shipping data, a preliminary analysis reveals that just a few brands are generally chosen by customers. Therefore, the aim of this article is to propose a dedicated zone for these popular items, the so-called Fast Pick Area (FPA) to reduce response time, minimizing search for the storage location. By the simplification of relationship between number of visits and cubic volume of each item, candidate items are ranked and storage location can be allocated in an FPA. To evaluate the FPA as well as designed parameters, the procedures are embedded into a Monte Carlo simulation model of entire lighting production distribution.

Keywords: Warehouse Management, Fast Pick Area, Simulation Model, Fluid Model

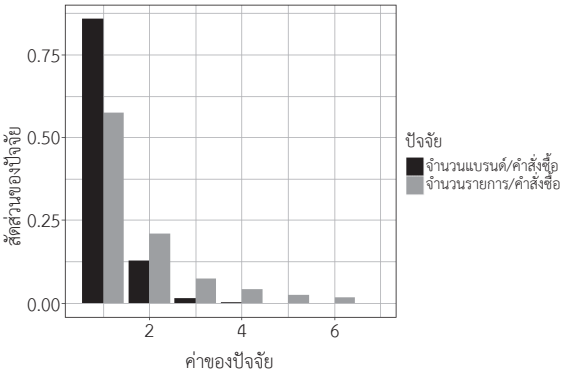
Please cite this article as: J. Chartpanich and O. Kittithreerapronchai, "The designing and comparing of fast picking area for lighting products," *The Journal of KMUTNB*, vol. 30, no. 2, pp. 259–268, Apr.–Jun. 2020 (in Thai).

1. บทนำ

จากสภาพความไม่แน่นอนของความต้องการลูกค้าและเวลาการนำเข้าสินค้าทำให้ศูนย์กระจายสินค้าเป็นกลยุทธ์ที่สำคัญในการควบคุมการไหลของสินค้าเพราะนอกจากสร้างอำนาจในการต่อรองจากการประหยัดเชิงขนาด (Economies of Scale) แล้ว ยังช่วยรับมือกับความต้องการที่ผันผวนภายในห่วงโซ่อุปทานดังเห็นจากกลุ่มสินค้าอุปโภคบริโภคและธุรกิจการค้าโมเดิร์นเทรด เพื่อให้สามารถตอบสนองต่อความต้องการที่รวดเร็วและควบคุมต้นทุนการดำเนินการ ผู้จัดการศูนย์กระจายสินค้าจึงมีความจำเป็นต้องเข้าใจและวิเคราะห์ข้อมูลที่บันทึกในระบบจัดการคลังสินค้า (Warehouse Management System; WMS) [1] เพื่อใช้ประโยชน์จากรูปแบบและพฤติกรรมของลูกค้าที่พบในการตัดสินใจด้านทรัพยากรเพื่อบริหารเวลาและแรงงานของกิจกรรมต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ในบรรดากิจกรรมหลักของคลังสินค้า กิจกรรมหยิบสินค้าเป็นกิจกรรมที่มีชั่วโมงแรงงาน-คนมากที่สุด คิดเป็น 55% ของเวลาทั้งหมด [2] โดยการเดินทางและการค้นหาสินค้าเป็นขั้นตอนที่ไม่สร้างมูลค่า (Non-Value Added Activity) ในการหยิบสินค้า ดังนั้นการพัฒนาคลังสินค้าส่วนใหญ่จึงเริ่มจากการหาวิธีลดเวลาในกิจกรรมการหยิบก่อนแล้วจึงพิจารณาพัฒนากิจกรรมส่วนอื่นต่อไป [3] ดังเช่นตัวอย่างศูนย์กระจายสินค้ากรณีศึกษาซึ่งจัดเก็บและกระจายสินค้าที่เกี่ยวข้องกับธุรกิจไฟฟ้าแสงสว่างกว่า 2000 รายการ เช่น หลอดไฟ สวิตช์ไฟ โคมไฟ และสายไฟฟ้า เป็นต้น สินค้าดังกล่าวมีขนาดและลักษณะทางกายภาพแตกต่างกัน อีกทั้งบางประเภทยังแตกหักเสียหายง่ายต้องการความระมัดระวังในการขนย้าย

ศูนย์กระจายสินค้ากรณีศึกษาตั้งอยู่ที่จังหวัดปทุมธานี ทำหน้าที่กระจายสินค้าให้กับลูกค้าทั่วประเทศ จากการสอบถามปัญหาและวิเคราะห์ข้อมูลในเบื้องต้นพบว่า กิจกรรมการหยิบสินค้าขาดประสิทธิภาพ เนื่องจากโดยเฉลี่ยแต่ละคำสั่งซื้อใช้เวลา 10 นาที ซึ่งเกิดจากการจัดวางที่ไม่เหมาะสม นอกจากนี้คำสั่งซื้อส่วนใหญ่มีจำนวนรายการสินค้าเฉลี่ย 2 รายการต่อคำสั่งซื้อ แต่ความต้องการสินค้ากระจุกเพียง 1–2 แบรนด์เท่านั้น ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 จำนวนรายการสินค้าและจำนวนแบรนด์สินค้าต่อคำสั่งซื้อ

ด้วยรูปแบบการจัดเก็บในปัจจุบันที่ไม่สอดคล้องกับธรรมชาติการสั่งซื้อสินค้า ทำให้พนักงานต้องเสียเวลาไปกับการเดินและการหยิบกล่องสินค้าออกจากพาเลท ทำให้ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะลดเวลาโดยอาศัยวิธีการออกแบบพื้นที่จัดเก็บสินค้าเคลื่อนไหวเร็ว หรือ Fast Picking Area (FPA) [4] ซึ่งเป็นรูปแบบเฉพาะของนโยบายการหยิบแบบโซน (Zone Picking) สำหรับสินค้าที่มีการหยิบความถี่ในการหยิบสูงและมีขนาดเล็ก

ก่อนที่จะถึงการวิเคราะห์ข้อมูลความต้องการสินค้า การวิเคราะห์ความเหมาะสมในการประยุกต์และการออกแบบพื้นที่ FPA ในส่วนที่ 2 มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมภายในคลังสินค้าและการประยุกต์พื้นที่ FPA

1.1 กิจกรรมภายในคลังสินค้า

หน้าที่ของคลังสินค้าคือการรับสินค้าในหน่วยจัดเก็บขนาดใหญ่จากผู้ผลิตเพื่อส่งมอบให้กับลูกค้าในหน่วยจัดเก็บที่เล็กย่อยลงมา ซึ่งกระบวนการดำเนินงานดังกล่าวภายในคลังสินค้าสามารถแบ่งย่อยออกมาเป็นกิจกรรมหลักได้ 4 กิจกรรม ดังต่อไปนี้ [5], [6]

1.1.1 กิจกรรมการรับสินค้า

การรับสินค้า (Receiving) เป็นกิจกรรมแรกในคลังสินค้าที่มีเป้าหมายเพื่อแจ้งสถานะและสภาพของสินค้าถูกต้อง

กิจกรรมการรับสินค้ามีความสำคัญมากสุด เนื่องจากเป็นตัวกำหนดปริมาณงานของกิจกรรมอื่น

1.1.2 กิจกรรมการจัดเก็บสินค้า

การจัดเก็บสินค้า (Put-Away) เป็นกิจกรรมกำหนดตำแหน่งการจัดเก็บสินค้าหลังจากกิจกรรมการรับสินค้าเสร็จสิ้น มีความสัมพันธ์โดยตรงกับกิจกรรมการหยิบ ตำแหน่งการจัดเก็บอาจขึ้นอยู่กับขนาดกายภาพ ความถี่ในการหยิบ และข้อจำกัดอื่นๆ เช่น อุณหภูมิ มูลค่า บรรจุภัณฑ์ และความชื้น เป็นต้น

1.1.3 กิจกรรมการหยิบสินค้า

การหยิบสินค้า (Picking) เป็นกิจกรรมที่ผู้จัดการคลังสินค้ามักให้ความสนใจเป็นพิเศษ เนื่องจากมีผลกระทบโดยตรงกับประสิทธิภาพของแรงงาน อุปกรณ์ขนถ่ายสินค้า และระยะเวลาการส่งสินค้า โดยทั่วไปกิจกรรมการหยิบสินค้าเริ่มจากพนักงานรับใบพิกลิสต์ (Picklist) ซึ่งระบุรายการตำแหน่งและจำนวนความต้องการ จากนั้นพนักงานจึงเดินทางไปยังตำแหน่งจัดเก็บสินค้าเพื่อหยิบสินค้าตามจำนวน เมื่อพนักงานเดินและหยิบสินค้าครบทุกรายการแล้วจึงนำสินค้ามายังพื้นที่จัดเรียงสินค้า โดยรูปแบบการหยิบที่สำคัญมีดังต่อไปนี้

- การหยิบรายคำสั่งซื้อ (Single Order Picking) เป็นวิธีการหยิบที่พนักงาน 1 คน รับผิดชอบ 1 คำสั่งซื้อ ในแต่ละรอบการหยิบ
- การหยิบรายกลุ่ม (Batch Picking) เป็นรูปแบบการหยิบที่รวมคำสั่งซื้อหลายคำสั่งซื้อเข้าด้วยกันเพื่อให้พนักงานหยิบ 1 คน ทำการหยิบสินค้าในรอบเดียว
- การหยิบรายโซน (Zone Picking) เป็นวิธีการหยิบซึ่งแบ่งพื้นที่ในคลังสินค้าออกเป็นโซน โดยในแต่ละโซนจะมีพนักงานรับผิดชอบต่อการหยิบสินค้าในรายการคำสั่งซื้อซึ่งจัดเก็บอยู่ในโซนที่ตนเองรับผิดชอบ เมื่อหยิบสินค้าเสร็จสิ้นทุกโซนแล้วจึงนำสินค้าทั้งหมดมาจัดเรียงรวมตามคำสั่งซื้อเพื่อเตรียมส่งมอบต่อไป

1.1.4 กิจกรรมการส่งสินค้า

การส่งสินค้า (Shipping) เป็นกิจกรรมสุดท้ายก่อนสินค้าไปถึงมือลูกค้าโดยมีเป้าหมายเพื่อตรวจสอบสินค้าก่อนเตรียมนำขึ้นรถบรรทุกขนส่ง

สำหรับผู้อ่านที่สนใจกิจกรรมและแนวคิดในการปรับปรุงกิจกรรมภายในคลังสินค้าเพิ่มเติมสามารถศึกษา [3]–[6] ได้เพิ่มเติม

1.2 การออกแบบพื้นที่ FPA

อาศัยแนวคิดการหยิบโดยแบ่งพื้นที่ของคลังออกเป็นส่วนย่อยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพจากการลดระยะทางการเดินของพนักงาน พื้นที่ FPA เป็นพื้นที่จัดเก็บส่วนหน้า (Forward Area) ใช้จัดเก็บสินค้าเพียงบางรายการจำนวนไม่มากนักเพื่อตอบสนองการความต้องการสินค้าที่น้อยกว่าพาเลท เช่น ชิ้น หรือกล่อง และมักถูกออกแบบในพื้นที่ที่สะดวกที่สุดของคลังสินค้าพร้อมติดตั้งอุปกรณ์ช่วยในการหยิบสินค้าเพื่อลดเวลาที่พนักงาน เนื่องด้วยพื้นที่ของสินค้าแต่ละรายการในพื้นที่ FPA มีจำนวนจำกัด ทำให้ต้องมีการเติมสินค้า (Replenish) จากบริเวณจัดเก็บสำรอง (Reserve Area) ทำให้การเลือกสินค้าและการจัดสรรพื้นที่สำหรับแต่ละสินค้าต้องคำนึงถึงเทรด-ออฟ (Trade-off) ระหว่างประสิทธิภาพการหยิบและความถี่ในการเติมสินค้าในพื้นที่ FPA โดยขั้นตอนการออกแบบสามารถแบ่งเป็น 3 ขั้น ดังต่อไปนี้

1.2.1 การจัดลำดับความสำคัญของสินค้า

อาศัยแนวคิดแบบจำลองของไหล (Fluid Model) [4], [6] ดัชนีความหนืด (Viscosity Index: υ_i) ซึ่งจะเป็นอันดับความสำคัญของสินค้าภายใน FPA สามารถคำนวณได้จากจำนวนครั้งการหยิบสินค้า (Number of Picks: p_i) และปริมาตรสินค้าที่ไหลออกต่อปี (Flow: f_i) ดังแสดงสมการที่ (1)

$$\upsilon_i = \frac{p_i}{\sqrt{f_i}} \tag{1}$$

สมการที่ (1) ชี้ให้เห็นว่าสินค้าที่มีความถี่ในการหยิบสูงและมีปริมาตรน้อยควรจัดเก็บและหยิบจากพื้นที่ FPA โดยสมการให้ความสำคัญกับจำนวนครั้งการหยิบสินค้ามากกว่าปริมาตรรวมเนื่องจากแนวคิดการจัดสรรปริมาตรจัดเก็บ

1.2.2 การจัดสรรปริมาณจัดเก็บของสินค้าในพื้นที่ FPA

การจัดสรรปริมาณจัดเก็บของสินค้าในพื้นที่ FPA มีเป้าหมายเพื่อลดจำนวนครั้งในการเติมสินค้าจากพื้นที่สำรอง

โดยปริมาตรจัดเก็บของสินค้า i ในพื้นที่ v_i หากพื้นที่ FPA ทั้งหมดมีปริมาตร V ขึ้นอยู่กับปริมาตรสินค้าที่ไหลออกที่จัดเก็บในพื้นที่ FPA ดังแสดงในสมการที่ (2)

$$v_i = \frac{\sqrt{f_i}}{\sum_{j=\mathcal{F}} \sqrt{f_j}} V \tag{2}$$

เมื่อ $\mathbb{F}$ คือเซตของรายการสินค้าที่จัดเก็บอยู่ในพื้นที่ FPA ที่มาของสมการที่ (2) ได้จากการพิสูจน์แบบอุปมัยทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Induction Proof) ในกรณีที่มีสินค้า $n-1$ รายการในพื้นที่ FPA และแนวคิดการวิเคราะห์ค่าเทรด-ออฟแบบเส้นตรงของการเลือกสินค้าในพื้นที่ FPA

1.2.3 การเลือกสินค้าเข้าไปอยู่ในพื้นที่ FPA

การเลือกสินค้าเข้าไปในพื้นที่ FPA อาศัยการทดสอบค่าเทรด-ออฟของเวลาที่ลดลงในการหยิบสินค้าเทียบกับเวลาการเติมสินค้าที่เพิ่มขึ้นแต่ละรายการ โดยอาศัยสมมุติฐานว่าความสัมพันธ์เวลาที่ลดลงในการหยิบแปรผันตรงกับจำนวนครั้งที่หยิบด้วยสัมประสิทธิ์ s และเวลาการเติมที่เพิ่มขึ้นแปรผันตรงกับจำนวนครั้งที่เติมด้วยสัมประสิทธิ์ c_r โดยค่าเทรด-ออฟของสินค้า i ที่จัดสรรปริมาตรในพื้นที่ FPA เท่ากับ v_i มีค่าดังแสดงในสมการที่ (3)

$$c(v_i) = \begin{cases} s \cdot p_i - c_r \left(\frac{f_i}{v_i} \right) & , i \in \mathcal{F} \\ 0 & , \text{otherwise} \end{cases} \tag{3}$$

ค่า $\frac{f_i}{v_i}$ ในสมการที่ (3) คือจำนวนครั้งของการเติมสินค้าตามแบบจำลองของไหลซึ่งสามารถคำนวณได้จากสัดส่วนระหว่างปริมาตรการไหลออกและปริมาตรที่จัดให้ในพื้นที่ FPA ของสินค้า i หากสินค้าไม่ถูกจัดสรรปริมาตรในพื้นที่ FPA ค่าดังกล่าวก็จะเป็นศูนย์ การคัดเลือกสินค้าเข้าสู่พื้นที่ FPA ทำโดยพิจารณาผลรวมสูงสุดของค่าเทรด-ออฟตามลำดับดัชนีความหนืด

1.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ FPA

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่ FPA ที่กล่าวถึงของบริรักษ์ [7] อยู่ในประเภทของอุตสาหกรรมยานยนต์โดยเป็นคลังสินค้าที่จัดเก็บชิ้นส่วนยานยนต์โดยมีจำนวนรายการสินค้าที่ต้องรับผิดชอบทั้งสิ้น 1,031 รายการ ในขณะที่การใช้แบบจำลองของไหลแนะนำให้บรรจุสินค้าเพียง 75–78 รายการไว้ในพื้นที่ FPA โดยมีค่าเวลาเฉลี่ยที่ประหยัดได้ (Saving Time) และเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการเติมชิ้นส่วนยานยนต์ (Re-stock Time) เท่ากับ 1.81 นาที และ 14.95 นาที ตามลำดับ ส่งผลให้สามารถลดเวลาในการทำงานลงได้ 3,711 ชั่วโมง คิดเทียบเท่ากับจำนวนพนักงานเต็มเวลา (Full Time Equivalent; FTE) ที่ลดลง 1.58 คน

อย่างไรก็ตาม งานวิจัยในชิ้นนี้ได้จำลองและวิเคราะห์ผลเฉพาะกิจกรรมที่เกิดขึ้นในส่วนของพื้นที่ FPA เท่านั้น ในขณะที่ในโลกความเป็นจริงการจำลองสถานการณ์ภายในคลังสินค้าควรคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นในส่วนของพื้นที่จัดเก็บสำรองด้วย

1.4 แบบจำลองสถานการณ์ของกิจกรรมในคลังสินค้า

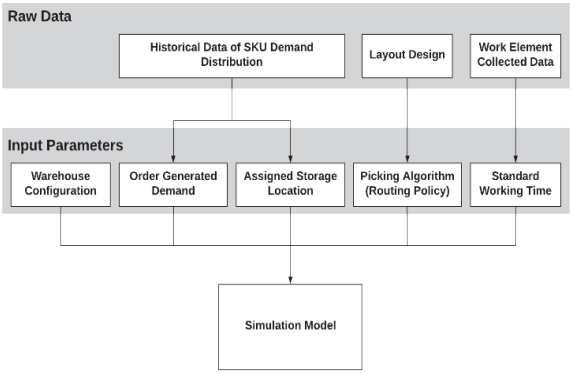
การออกแบบคลังสินค้านิยมใช้แบบจำลองสถานการณ์เพื่อวัดและประเมินผล เนื่องจากการทดสอบเมื่อคลังสินค้าเสร็จสมบูรณ์แล้วยุ่งยากในการแก้ไขปรับเปลี่ยนหรือสร้างค่าใช้จ่ายในปริมาณสูง [8] อย่างไรก็ดี แบบจำลองสถานการณ์ของคลังสินค้ามักมีลักษณะเฉพาะของปัญหาเนื่องจากความแตกต่างของคลังสินค้าทั้งด้านโครงสร้างอาคาร ทรัพยากรแรงงานและอุปกรณ์ขนถ่ายสินค้าและข้อกำหนดต่างๆ รวมไปถึงนโยบายการจัดเก็บ

แม้ว่าแบบจำลองสถานการณ์จะมีลักษณะเฉพาะของปัญหา แต่แนวคิดพื้นฐานในการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ของคลังสินค้าและข้อมูลนำเข้าที่มีลักษณะร่วมกันดังสามารถสรุปได้ในรูปที่ 2

ค่าผลลัพธ์ของแบบจำลองสถานการณ์ที่ได้จะถูกนำมาวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อให้มั่นใจว่าผลลัพธ์ของการออกแบบน่าเชื่อถือภายใต้ความเชื่อมั่นที่กำหนดต่อไป

2. การดำเนินงานวิจัย

ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลในคลังสินค้า อาทิ ขั้นตอนการทำงาน



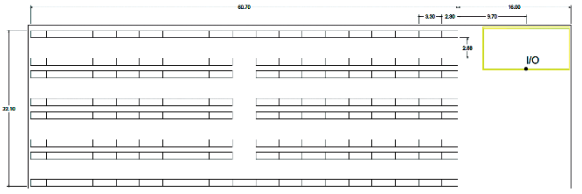
รูปที่ 2 ขั้นตอนการสร้างแบบจำลอง

ของพนักงานในคลังสินค้า การไหลของข้อมูลและตัวสินค้าและระบบ ERP ซึ่งการวิเคราะห์รูปแบบการสั่งซื้อของลูกค้าและประเภทสินค้านำไปสู่การแบ่งกลุ่มลูกค้าและแนวทางการออกแบบพื้นที่ FPA และสรุปผลการจำลอง

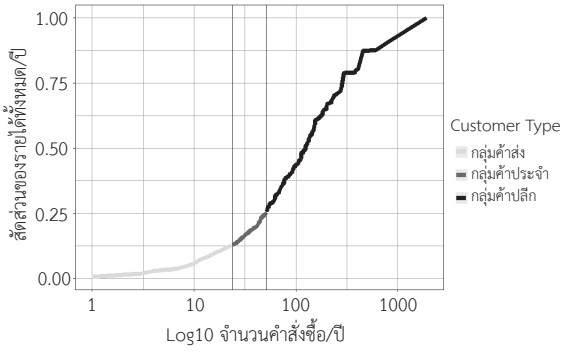
2.1 ข้อมูลทั่วไปของศูนย์กระจายสินค้ากรณีศึกษา

ศูนย์กระจายสินค้ากรณีศึกษาแบ่งพื้นที่ออกเป็น 2 ส่วน โดยส่วนหน้าของศูนย์กระจายสินค้าจัดทำเป็นสถานที่จัดแสดงสินค้า (Showroom) สำหรับลูกค้า และด้านหลังเป็นพื้นที่จัดเก็บสินค้าโดยศูนย์กระจายสินค้าจัดเก็บสินค้าด้วยพาเลทแร็คแบบลึก 1 พาเลท (Single Deep Selective Rack) จำนวน 8 แร็ค สามารถจัดเก็บสินค้าได้ 5 ชั้น (Level) แบ่งเป็นช่องทางเดินหลัก (Aisle) 5 ช่อง และมีช่องจัดเก็บ (Bay) 19 ช่อง โดยช่องที่ 10 จะมีลักษณะเป็นทางเชื่อม (Passage Way) พาเลทแร็คมีความสามารถจัดเก็บรวมได้ 2164 พาเลท และอุปกรณ์ขนถ่ายวัสดุภายในศูนย์กระจายสินค้าประกอบด้วย รถฟอร์คลิฟท์ไฟฟ้า (Forklift) ขนาด 6000 ปอนด์ จำนวน 2 คัน เพื่อใช้ขนย้ายสินค้าในแนวดิ่งและขนย้ายพาเลท และรถลากพาเลทไฟฟ้า (Electric Pallet Jack) จำนวน 3 ตัว เพื่อใช้ขนย้ายสินค้าไม่เต็มพาเลทในแนวราบ ดังแสดงในรูปที่ 3

ในส่วนของการจัดเก็บสินค้าของคลังสินค้าของบริษัทกรณีศึกษา สินค้าจะถูกจัดเก็บโดยนโยบายการจัดเก็บแบบสุ่ม (Random Storage) และการหยิบสินค้าใช้นโยบายการหยิบตามคำสั่งซื้อ (Single Order Picking) โดยพนักงานหนึ่งคนจะหยิบสินค้าตามใบพิกลิสต์ที่ได้รับมอบหมายและนำมาวางรอไว้บริเวณพื้นที่หน้าท่า (Staging Area) เพื่อรอการตรวจสอบเพื่อส่งมอบให้ลูกค้าต่อไป



รูปที่ 3 แผนผังคลังสินค้าในปัจจุบัน



รูปที่ 4 การแบ่งประเภทของลูกค้าจากความถี่ในการสั่งซื้อ

2.2 วิเคราะห์ปัญหาและวิธีแก้ไข

หลังจากกล่าวถึงลักษณะการทำงานและลักษณะกายภาพของศูนย์กระจายสินค้ากรณีศึกษาแล้ว ผู้วิจัยแบ่งรูปการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่

2.2.1 การวิเคราะห์กลุ่มลูกค้า

ปัจจุบันศูนย์กระจายสินค้ามีคำสั่งซื้อรวม 44,541 คำสั่งซื้อต่อปี จากลูกค้าจำนวนทั้งสิ้น 2,130 ราย และโดยมีสัดส่วนมูลค่าการขายดังแสดงในรูปที่ 4

โดยผู้วิจัยสามารถแยกประเภทตามความถี่ในการสั่งซื้อออกได้เป็น 3 ประเภท ดังแสดงในตารางที่ 1 ได้แก่

- กลุ่มค้าส่ง เป็นลูกค้าที่มีความถี่ในการสั่งมากกว่าหรือเท่ากับ 52 ครั้งต่อปี ปัจจุบันมีจำนวนทั้งสิ้น 218 ราย
- กลุ่มค้าประจำ เป็นลูกค้าที่มีความถี่ในการสั่งระหว่าง 24–51 ครั้งต่อปี ปัจจุบันมีจำนวนทั้งสิ้น 229 ราย

• กลุ่มค้าปลีก เป็นลูกค้าที่มีความถี่ในการสั่งน้อยกว่าหรือเท่ากับ 23 ครั้งต่อปี มีจำนวนทั้งสิ้น 1,683 ราย

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานแยกตามกลุ่มลูกค้า

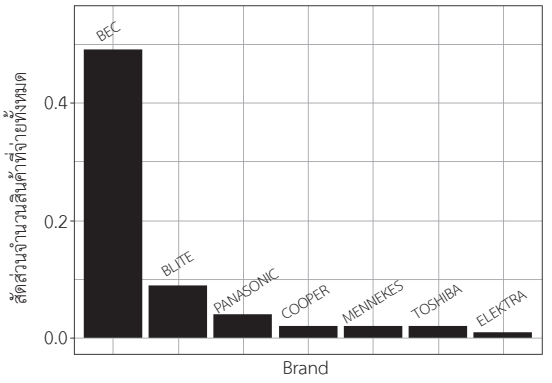
	กลุ่มค้าส่ง (≥52)	กลุ่มค้าประจำ (24–51)	กลุ่มค้าปลีก (≤23)
จำนวนรายการ	129 ± 151	36 ± 8	5 ± 6
สินค้า (พันชิ้น)	23.7 ± 57.1	3.8 ± 3.9	0.4 ± 1.5
มูลค่า (พันบาท)	2023.7 ± 5078.0	328.0 ± 268.3	44.4 ± 134.0

จากตารางที่ 1 สามารถสรุปได้ว่ากลุ่มค้าส่งสร้างรายได้เป็น 86.6% ของรายได้ทั้งหมดที่เกิดขึ้น ในขณะที่กลุ่มค้าประจำและกลุ่มค้าปลีกซึ่งมีจำนวนรวมมากกว่า 80% ของลูกค้าทั้งหมด สร้างรายได้เพียง 13.4% ของรายได้ทั้งหมด จากตารางที่ 1 เป็นที่น่าสังเกตว่าค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มค้าส่งและกลุ่มค้าปลีกมีค่าสูงเมื่อเทียบค่าเฉลี่ยของตน เนื่องจากมีบางคำสั่งซื้อเป็นงานโครงการ

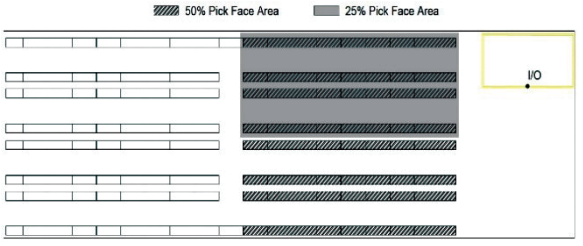
2.2.2 การวิเคราะห์รูปแบบการสั่งซื้อ

จากข้อมูลพบว่า มีสินค้าทั้งสิ้น 2,264 รายการ จากผู้ผลิตจำนวน 48 แบรนด์ โดยคำสั่งซื้อลูกค้าส่วนใหญ่กระจุกตัวเพียง 1–2 แบรนด์ ดังแสดงในรูปที่ 1 เมื่อพิจารณาในชื่อแบรนด์พบว่า 80% ของคำสั่งซื้อ กระจุกตัวใน 7 แบรนด์หลัก แสดงในรูปที่ 5

หากพิจารณาจำนวนรายในแต่ละคำสั่งซื้อ (Line-Per-Order) จะพบว่า คำสั่งซื้อ 90% มีจำนวนรายการเพียง 1–5 รายการ เท่านั้น ดังแสดงในรูปที่ 1 จากลักษณะจำนวนคำสั่งซื้อที่มาก แต่กระจุกตัวในบางกลุ่มสินค้าและมีจำนวนรายการในแต่ละคำสั่งซื้อไม่มาก ทำให้ผู้วิจัยมีความเห็นว่าการประยุกต์นำพื้นที่ FPA ซึ่งรวมเอาสินค้าที่มีกิจกรรมการหยิบสูงมารวมในพื้นที่เฉพาะน่าจะช่วยลดเวลาการหยิบสินค้าลง คำถามสำคัญในการออกแบบพื้นที่ FPA คือขนาดของพื้นที่และการจัดสรรปริมาตรให้กับแต่ละสินค้าในพื้นที่ FPA ซึ่งจะกล่าวถึงในส่วนถัดไป



รูปที่ 5 สัดส่วนการขายของแบรนด์สินค้า



รูปที่ 6 แผนผังการจัดสรรพื้นที่สำหรับ FPA ในคลังสินค้า

2.3 การออกแบบขนาดพื้นที่ FPA

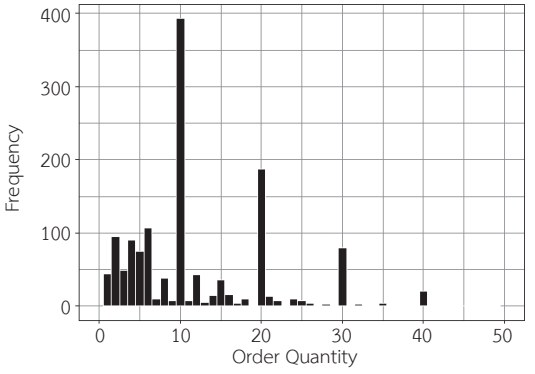
ขนาดของพื้นที่ FPA เป็นปัจจัยสำคัญในการออกแบบ เพราะแนวคิดดังกล่าวเป็นการเทรด-ออฟ ระหว่างเวลาที่ลดลงจากกิจกรรมการหยิบกับเวลาที่เพิ่มขึ้นจากกิจกรรมการเติมสินค้า เนื่องด้วยผู้จัดการศูนย์กระจายสินค้าไม่ต้องการลงทุนด้านอุปกรณ์จัดเก็บและหยิบสินค้าเพิ่มเติม ทางผู้วิจัยจึงพิจารณาใช้พื้นที่ชั้นล่างของแร็คเป็นพื้นที่หยิบส่วนหน้าและพิจารณาขนาดพื้นที่ FPA เป็น 4 ระดับ เรียงตามขนาดของพื้นที่ได้ดังแสดงในรูปที่ 6

• ระดับ A0: ไม่มีพื้นที่ FPA สินค้าจะถูกจัดเก็บตามความถี่เช่นเดียวกับปัจจุบัน

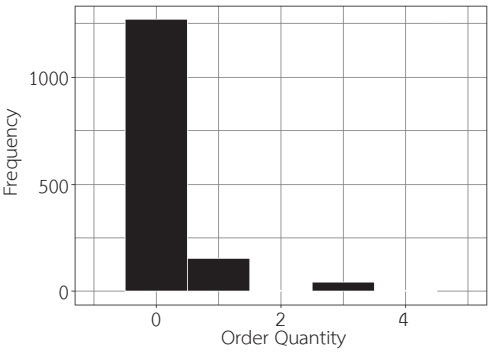
• ระดับ A1: กำหนดให้พื้นที่ทั้งหมดของแร็คชั้นล่างเป็นพื้นที่ FPA

• ระดับ A2: กำหนดให้พื้นที่ 50% ของแร็คชั้นล่างหรือบริเวณหน้าท่าก่อนช่องทางเชื่อมทั้งหมดเป็นพื้นที่ FPA

• ระดับ A3: กำหนดให้พื้นที่ 25% ของแร็คชั้นล่างบริเวณหน้าท่าก่อนช่องทางเชื่อมเป็นพื้นที่ FPA



รูปที่ 7 การกระจายตัวของปริมาณการสั่งซื้อ



รูปที่ 8 การกระจายตัวของเวลานำการสั่งซื้อ

ด้านการจัดสรรปริมาตรและเลือกสินค้าในพื้นที่ FPA ใช้นโยบายและการคำนวณเช่นเดียวกับ Bartholdi และ Hackman [9] โดยพิจารณาแบรนด์ของสินค้าประกอบการกำหนดตำแหน่ง

2.4 ข้อมูลและพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรม

ก่อนการสร้างแบบจำลองจำเป็นต้องเตรียมข้อมูลและวิเคราะห์พารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมการหยิบและการเติมสินค้าทั้งในและนอกพื้นที่ FPA

2.4.1 ข้อมูลความต้องการสินค้า

เมื่อนำตัวอย่างข้อมูลปริมาณความต้องการและเวลานำของคำสั่งซื้อสินค้าในแต่ละกลุ่มมาวิเคราะห์เพื่อกำหนดการกระจายตัวดังแสดงในรูปที่ 7 และรูปที่ 8 ตามลำดับ

การกระจายตัวของปริมาณความต้องการและเวลานำไม่สอดคล้องกับการกระจายมาตรฐาน ดังนั้นผู้วิจัยจึงประยุกต์การกระจายจากกลุ่มตัวอย่าง (Empirical Distribution) ของทั้งปริมาณการสั่งและเวลานำของการสั่ง เมื่อนำข้อมูลมาทดสอบด้วยคอลโมโกรอฟ-สมีร์นอฟ (Kolmogorov-Smirnov Test) พบว่า ไม่สามารถปฏิเสธสมมุติฐานด้วยความเชื่อมั่น 75%

2.4.2 เวลาการทำงานและนโยบายการเติมสินค้า

เวลาการทำงานอ้างอิงจากกิจกรรมในปัจจุบันและใช้เวลามาตรฐานการทำงานของพนักงานภายในคลังสินค้าของ Napolitano [10] ซึ่งกำหนดอัตราการเคลื่อนที่ของรถฟอร์คลิฟท์และความเร็วในการเดินของพนักงานตามระยะทางในแนวระนาบและแนวดิ่ง ระยะทางของแต่ละกิจกรรมใช้การคำนวณระยะทางเป็นแบบเส้นตรงตั้งฉากตามแนวระนาบ (Rectilinear Distance) โดยเริ่มต้นงานในแต่ละรอบ ณ บริเวณหน้าท่าที่จุด I/O (Input Output) และสิ้นสุดงานที่จุดเซ็นทรอยด์ (Centroid) ของตำแหน่งจัดเก็บสินค้านั้น

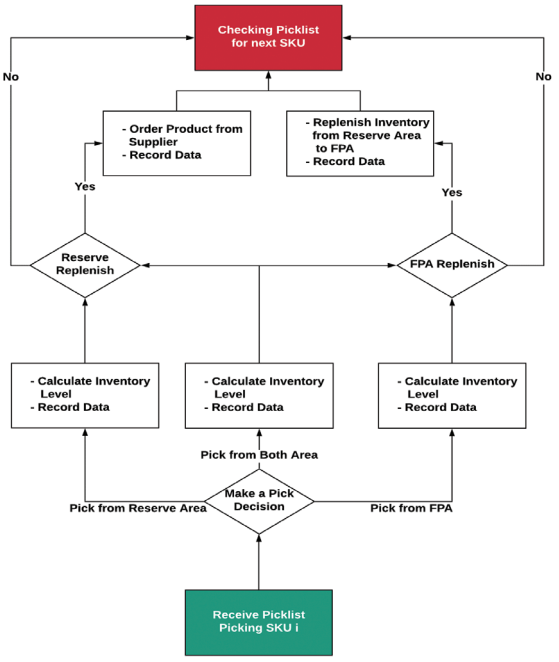
การเติมสินค้าในพื้นที่ FPA เกิดขึ้นเมื่อสินค้ามีปริมาณต่ำกว่าจุดเติมเต็ม (Reorder Point; ROP) ของสินค้าแต่ละชนิด หากตั้งสมมุติฐานว่าความต้องการของสินค้าเป็นอิสระต่อกันและนโยบายแบบ Stochastic [11] ค่า ROP ของสินค้า i ซึ่งมีระยะเวลานำคงที่ L_i เมื่อปริมาณความต้องการเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานคือ x_i และ σ_i ตามลำดับ สามารถคำนวณได้จากสมการที่ (4)

$$ROP_i = x_i \cdot L_i + z_\alpha \sigma_i \sqrt{L_i} \quad (4)$$

เมื่อค่า z_α คือค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการแจกแจงปกติแบบมาตรฐาน (z-Score of Standard Normal Distribution) ที่ระดับค่าความเชื่อมั่น α โดยผู้วิจัยกำหนดค่าความเชื่อมั่นที่ 80% ($z_{\alpha=0.8}$ = 0.84)

2.5 แบบจำลองสถานการณ์

ผู้วิจัยนำข้อมูลสินค้า พารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้อง และลักษณะการทำงานของทั้งในและนอกพื้นที่ FPA สร้างเป็นแบบจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โล (Monte-Carlo Simulation) ด้วยโปรแกรม R/RStudio [12] เป็นโปรแกรมโอเพนซอร์ส (Open Source) ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลทาง



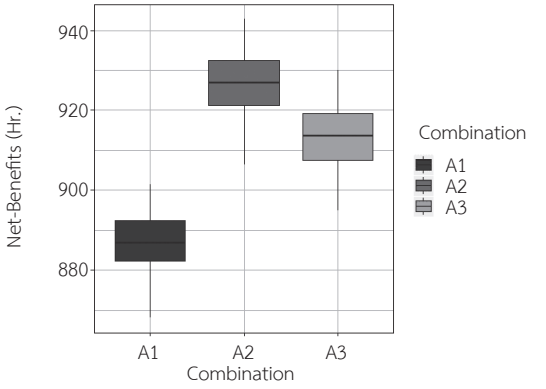
รูปที่ 9 วิธีการตัดสินใจการหยิบของพนักงานในแบบจำลอง

สถิติดังแสดงการทำงานของแบบจำลองในรูปที่ 9

โดยค่าจากจำลองสถานการณ์ที่จะถูกนำมาวิเคราะห์เพื่อประเมินการออกแบบ ได้แก่ เวลาหยิบสินค้า และเวลาเติมสินค้าในพื้นที่ FPA รวมถึงเวลาหยิบสินค้าจากพื้นที่จัดเก็บสำรอง

3. ผลการวิจัย

อาศัยข้อมูลการความต้องการสินค้า แบบจำลองสถานการณ์จำลองการหยิบสินค้าตลอด 1 ปี โดยผู้วิจัยกำหนดให้มีการทำซ้ำจำนวน 100 ครั้ง (Replication) ต่อระดับพื้นที่ FPA ดังแสดงในตารางที่ 2 และรูปที่ 10



รูปที่ 10 เปรียบเทียบเวลาที่ลดลงการประยุกต์พื้นที่ FPA

ผลลัพธ์จากแบบจำลองสถานการณ์สรุปว่า การประยุกต์พื้นที่ FPA ซึ่งใช้พื้นที่ชั้นล่าง 50% ซึ่งตรงกับสมมุติฐานของผู้วิจัยโดยกำหนดให้มีจำนวนสินค้าทั้งสิ้น 289 รายการ จาก 2,263 รายการ มีความเหมาะสมที่สุดและสามารถช่วยลดเวลาการทำงานรวมของคลังสินค้าได้ 833 ชั่วโมง หรือคิดเป็นจำนวนพนักงานเต็มเวลา (Full Time Equivalent; FTE) ที่ลดลงเท่ากับ 0.5 คน ซึ่งมีค่าเวลาเฉลี่ยที่สามารถลดได้และเวลาในการเติมสินค้าในพื้นที่ FPA เท่ากับ 1.75 นาที และ 6.9 นาที ตามลำดับ

4. สรุป

งานวิจัยชิ้นนี้ศึกษาข้อมูลของคลังสินค้าผลิตภัณฑ์แสงสว่างกรณีศึกษาและนำเสนอการออกแบบพื้นที่ FPA เพื่อจัดเก็บสินค้าที่มีความเคลื่อนไหวสูง โดยการออกแบบพบว่าหากใช้พื้นที่ชั้นล่างของคลังสินค้าครึ่งหนึ่ง จะสามารถจัดเก็บสินค้าได้ทั้งสิ้น 289 รายการ และสามารถลดชั่วโมงการทำงาน

ตารางที่ 2 เวลาเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานในแต่ละกิจกรรมแยกตามขนาดของพื้นที่ FPA

ระดับ	สัดส่วนชั้นล่าง	พื้นที่ FPA		การหยิบจากทั้ง 2 บริเวณ	การหยิบนอกพื้นที่ FPA	รวม
		การหยิบ	การเติม			
A0	-				7233.0 ± 30.9	7233.0 ± 30.9
A1	100%	350.5 ± 3.2	19.1 ± 0.4	6.7 ± 0.5	5692.0 ± 28.3	6068.3 ± 28.3
A2	50%	292.4 ± 2.6	33.0 ± 0.7	7.5 ± 0.6	6068.0 ± 30.0	6400.8 ± 30.0
A3	25%	269.7 ± 2.4	62.8 ± 1.2	12.9 ± 1.0	5684.6 ± 28.3	6029.9 ± 28.3

ลงได้ 833 ชั่วโมง ในระหว่างการวิจัยพบว่า ข้อมูลลักษณะกายภาพของสินค้ามีส่วนสำคัญในการออกแบบพื้นที่ FPA นอกจากนี้ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะที่สำคัญ 2 ประการ สำหรับงานวิจัยในอนาคต

- ลักษณะทางกายภาพของตัวสินค้าที่จัดเก็บ เนื่องจากการจัดวางสินค้าจริงอาจเหลือพื้นที่ว่างซึ่งเกิดจากลักษณะของบรรจุภัณฑ์ ลักษณะของชั้นวางและการจัดเก็บซึ่งส่งผลให้ค่าที่ได้เป็นค่าประมาณ
- การออกแบบพื้นที่ FPA อาศัยข้อมูลในอดีต ซึ่งสินค้าที่เคยได้รับความนิยมอาจจะหมดความนิยมลงได้ ดังนั้นผู้วิจัยแนะนำให้มีการปรับปรุงข้อมูลทุก 3 หรือ 6 เดือน หรืออาจจะพิจารณาจากการวางจำหน่ายสินค้าตัวใหม่ เป็นต้น

งานวิจัยนี้ให้ความสนใจเกี่ยวกับออกแบบบริเวณ FPA ด้วยสมมุติฐานของแบบจำลองของไหล ซึ่งผู้ที่มีความสนใจอาจวิจัยเปรียบเทียบกับแนวคิดอื่นๆ ที่เป็นที่นิยม เช่น ดัชนีปริมาตรลูกบาก์ศต่อคำสั่งซื้อ (Cubic Per Order Index; COI) เป็นต้น

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณธนัช จตุภัทรฉัตร คุณนาวิน พุ่มบัว และบริษัทกรณีศึกษาที่คอยให้ความสนับสนุนทั้งด้านข้อมูลความรู้คำปรึกษาเกี่ยวกับคลังสินค้าและการสร้างแบบจำลองส่งผลให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงได้

เอกสารอ้างอิง

[1] O. Kittithreerapronchai and N. Phumchusri, “Warehouse management system,” *Journal of Engineering*, vol. 5, no. 2, pp. 49–62, 2013 (in Thai).

[2] E. Frazelle. *World-Class Warehousing and Material Handling*. New York: McGraw-Hill Education, 2002.

[3] J. Gu, M. Goetschalckx, and L. McGinnis, “Research on warehouse operation: A comprehensive review,” *European Journal of Operation Research*, vol. 177, pp. 1–21, 2007.

[4] J. J. Bartholdi and S. T. Hackman, (2017, August). *Warehouse & Distribution Science*. (Release 0.98) [Online]. Available: https://www.warehouse-science.com/book/editions/wh-sci-0.98.1.pdf

[5] J. Gu, M. Goetschalckx, and L. McGinnis, “Research on warehouse operation: A comprehensive review,” *European Journal of Operation Research*, vol. 203, pp. 539–549, 2010.

[6] O. Kittithreerapronchai, “Improve picking activity,” *Warehouse and Warehousing Management*. Bangkok: Industrial Engineering Chulalongkorn University, 2018 (in Thai).

[7] B. Yongprasert and O. Kittithreerapronchai, “Design of fast-moving area for automotive assembly plant,” *Kasetsart Engineering Journal*, vol. 91, pp. 71–81, 2015 (in Thai).

[8] J. Gagliardi, J. Renaud, and A. Ruiz, “A simulation model to improve warehouse operations,” in *Proceedings of the 2007 Winter Simulation Conference*, 2007, pp. 2012–2018.

[9] J. J. Bartholdi and S. T. Hackman, “Allocating space in a forward pick area of a distribution center for small parts,” *IIE Transactions*, vol. 40, no. 11, pp. 1046–1053, 2008.

[10] M. Napolitano, “Warehouse time standards,” in *The Time, Space & Cost Guide to Better Warehouse Design*, 2nd ed. New York: Distribution Center Management, 2003, pp. 18–35.

[11] P. Chaovalitwongse, “Probabilistic inventory model,” *Determining Inventory Policy Theories and a Systematic Thinking Approach*. Bangkok: Chulalongkorn University Press, 2018 (in Thai).

[12] O. Jones, R. Maillardet, and A. Robinsin, *Introduction to Scientific Programming and Simulation Using R*. Parkville, Australia: University of Melbourne, 2014.