การปรับปรุงระบบจัดเก็บและเรียกคืนวัสดุอัตโนมัติในร้านค้าปลีกวัสดุก่อสร้าง

นางสาวนฤมล ชัชวาลย์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย
The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the University Graduate School.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2558
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Improving an automated storage and retrieving system in a construction material retailer

Miss Narumon Chatchawan

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering Program in Industrial Engineering
Department of Industrial Engineering
Faculty of Engineering
Chulalongkorn University
Academic Year 2015
Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การปรับปรุงระบบจัดเก็บและเรียกคืนวัสดุอัตโนมัติในร้านค้าปลีกวัสดุก่อสร้าง
โดย	นางสาวนฤมล ชัชวาลย์
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.โอฬาร กิตติธีรพรชัย

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์ เตชวรสินสกุล)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร.ปารเมศ ชุติมา)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.โอฬาร กิตติธีรพรชัย)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.วิภาวี ธรรมาภรณ์พิลาศ)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ดร.นันท์ บุญยฉัตร)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

นฤมล ชัชวาลย์ : การปรับปรุงระบบจัดเก็บและเรียกคืนวัสดุอัตโนมัติในร้านค้าปลีกวัสดุก่อสร้าง (Improving an automated storage and retrieving system in a construction material retailer) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผศ. ดร.โอฬาร กิตติธีรพรชัย, 100 หน้า.

การเติบโตของธุรกิจอสังหาริมทรัพย์และการเพิ่มค่าแรงขั้นต่ำในประเทศส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของธุรกิจค้าปลีกวัสดุก่อสร้าง เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าวร้านค้าปลีกจึงนำระบบจัดเก็บและเรียกคืนวัสดุอัตโนมัติขนาดเล็ก หรือ Miniload AS/RS ซึ่งเป็นเครนอัตโนมัติทำงานในช่องว่างระหว่างชั้นเก็บตระกร้าบรรจุสินค้าและมีระบบสายพานลำเลียงใช้ลำเลียงตะกร้าสินค้าไปยังสถานีหยิบสินค้าเพื่อลดการเดินทางของพนักงาน ด้วยลักษณะการทำงานดังกล่าวประสิทธิภาพของระบบจัดเก็บและเรียกคืนวัสดุอัตโนมัติจึงขึ้นอยู่กับนโยบายที่ใช้ในการดำเนินการและธรรมชาติของการค้าปลีก ในงานวิจัยฉบับนี้นำเสนอกรณีศึกษาของบริษัทค้าปลีกวัสดุก่อสร้างซึ่งได้ประยุกต์นำระบบจัดเก็บและเรียกคืนวัสดุอัตโนมัติขนาดเล็กมาใช้ จากการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นพบว่าอรรถการใช้ประโยชน์ของตระกร้าเก็บสินค้าต่ำเนื่องมาจากรูปแบบการหยิบและการจัดเก็บสินค้าที่ใช้ในปัจจุบัน และอีกหนึ่งปัญหาคือการเกิด Blocking ของตะกร้าจัดเก็บสินค้าบนสายพานของระบบ Miniload ทำให้ตะกร้าสินค้าคงค้างอยู่บนสายพานทำให้เกิดการว่างงานของพนักงานขึ้น ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงเลือกนำแบบจำลองสถานการณ์มาใช้เพื่อทดสอบผลกระทบของรูปแบบการดำเนินการ เช่น รูปแบบการหยิบสินค้า การจัดเก็บสินค้า ลำดับในการหยิบสินค้า และทำการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อเวลารอของตะกร้าสินค้าบนสายพาน ผลของการทดลองช่วยบริษัทกรณีศึกษาเลือกรูปแบบการดำเนินการที่เหมาะสม ทำให้มีพื้นที่จัดเก็บสินค้าในระบบจัดเก็บและเรียกคืนวัสดุอัตโนมัติเพิ่มขึ้น 4% และลดเวลาการทำงานของเครนอัตโนมัติลงได้ 48% เมื่อเปรียบเทียบกับรูปแบบการดำเนินการในปัจจุบัน รวมไปถึงลดเวลารอเฉลี่ยของตะกร้าสินค้าจาก 56.92 วินาทีต่อตะกร้า เป็น 43.59 วินาทีต่อตะกร้า คิดเป็น 23.42% และยังสามารถกระจายงานให้พนักงานได้เท่าเทียมกัน

ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

ปีการศึกษา 2558

5770206521 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING
KEYWORDS: MINILOAD AS/RS / WAREHOUSE MANAGEMENT / SIMULATION

NARUMON CHATCHAWAN: Improving an automated storage and retrieving system in a construction material retailer. ADVISOR: ASST. PROF. ORAN KITTITHREERAPRONCHAI, Ph.D., 100 pp.

The growths in real estate sector and the increases of minimum wage in Thailand have transformed construction material business. To counter these issues, many retailers have recently adopted automated material handling equipment, called Miniload Automated Storage and Retrieval System (AS/RS), a set of industrial automated cranes operating within high-density storage racks and narrow aisles for totes. Equipped with guided conveyors for transfer totes, the AS/RS eliminates traveling of pickers by automatically transport selected products inside totes to workstations. As a result, the efficiency of system depends on operating policies as well as the business nature of a retailer. In this article, the business nature of a construction material retailer that has recently implemented a Miniload AS/RS was analyzed. The primary analysis showed that the inefficient utilization of totes causing by storage and retrieval policies. Another problem is ‘Blocking’ of baskets on conveyors. ‘Blocking’ problem makes the baskets remain on conveyors which causes unutilized picker. As a result, a simulation is selected to experiment with the effects of various configuration settings, such as order batching, storage assignment, retrieval sequencing and study factors that affect the baskets’ waiting time. The results of experiment suggest the most suitable settings of the system that increase cubic space utilization 4% and reduce travel time of automated cranes 48% compare with current operating policies. Including it reduce the baskets’ waiting time from 56.92 seconds to 43.59 seconds (23.42%) and average the utilization of the workstation to the same level.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Department: Industrial Engineering Student's Signature .....
Field of Study: Industrial Engineering Advisor's Signature .....
Academic Year: 2015

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้ได้เสร็จสมบูรณ์และผ่านไปได้ด้วยดี ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.โอฬาร กิตติธีรพรชัย อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่มอบโอกาสให้ข้าพเจ้าได้มีโอกาสทำงานวิจัยเล่มนี้ คอยให้คำชี้แนะ มอบความรู้ มอบประสบการณ์ที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัย ตลอดจนคำแนะนำและติชมต่างๆ ในส่วนของแนวทางในการดำเนินงานวิจัย ทำให้งานวิจัยนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ลำดับต่อไป ขอขอบพระคุณศาสตราจารย์ ปารเมศ ชุติมา ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.วิภาวี ธรรมาภรณ์พิลาศ กรรมการการสอบวิทยานิพนธ์ และ ดร.นันท์ บุญยฉัตร กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิจากภายนอก ที่ให้เกียรติมาเป็นประธานและกรรมการในการสอบวิทยานิพนธ์ ตลอดจนให้คำแนะนำ ตรวจสอบ ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณคณะอาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยทุกท่าน ที่ได้มอบความรู้และคำแนะนำ ทำให้ข้าพเจ้าสามารถทำงานวิจัยนี้ให้สำเร็จไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณผู้บริหารและพนักงานของบริษัทกรณีศึกษา ที่ให้ข้าพเจ้าได้มีโอกาสเข้าไปเรียนรู้การปฏิบัติงานจริง คอยแนะนำ ให้คำปรึกษา ตลอดจนเอื้อเฟื้อข้อมูลสำหรับการทำงานวิจัยในครั้งนี้อีกด้วย

ขอขอบคุณ เพื่อน พี่ น้อง นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา ห้อง HSA และ ห้อง ORC ทุกท่านที่คอยให้คำปรึกษา คำแนะนำ และเป็นกำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ คุณป้า พี่สาว และทุกคนในครอบครัวที่คอยให้กำลังใจ และคอยสนับสนุนในทุกๆอย่าง ทำให้ข้าพเจ้ามีความอดทน มีแรงกายแรงใจ มุมานะพยายามจนสำเร็จการศึกษา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญ ..... ช
สารบัญรูป ..... ญ
สารบัญตาราง ..... ฐ
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา 3
1.1.1 การจัดประเภทวัสดุคงคลังและคลังสินค้า 4
1.1.2 ระบบจัดเก็บและเรียกคืนวัสดุอัตโนมัติ 7
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 15
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย 15
1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ 16
1.5 ประโยชน์ของงานวิจัย 16
1.6 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย 17
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 18
2.1 การบริหารและจัดการคลังสินค้า (Warehouse operation) 18
2.1.1 การรับสินค้า (Receiving) 19
2.1.2 การจัดเก็บสินค้า (Put-away) 19
2.1.3 การหยิบสินค้า (Picking) 19
2.1.4 การจัดส่งสินค้า (Shipping) 19
2.2 รูปแบบการจัดเก็บและหยิบสินค้า (Storing and Picking) ภายในคลังสินค้า 20

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

หน้า

2.3 ระบบจัดเก็บและเรียกคืนวัสดุอัตโนมัติ (Automated storage and retrieval systems) 22
2.4 แบบจำลองสถานการณ์ 25
บทที่ 3 บริษัทกรณีศึกษาและรวบรวมข้อมูล 28
3.1 ศูนย์กระจายสินค้าของบริษัทค้าปลีกวัสดุก่อสร้าง 29
3.2 การดำเนินการภายในคลังสินค้าเบ็ดเตล็ด 32
3.2.1 ฝ่ายรับสินค้า 34
3.2.2 ฝ่ายจ่ายสินค้า 36
3.3 ข้อมูลการกระจายสินค้าเบ็ดเตล็ด 38
3.4 ปัญหาที่พบในระบบ Miniload และแนวทางแก้ไข 42
3.4.1 รูปแบบนโยบายในการจัดเก็บสินค้าเบ็ดเตล็ด (Storage Assignment Policy) 42
3.4.2 รูปแบบนโยบายการจัดใบเบิกสินค้าเบ็ดเตล็ด (Order Batching Policy) 44
3.4.3 รูปแบบนโยบายในการจัดลำดับและการเลือกหยิบสินค้า (Retrieval sequencing policy) 46
3.4.4 การเกิด Blocking ในสถานีงานจ่ายสินค้า 48
บทที่ 4 การสร้างแบบจำลองสถานการณ์ 52
4.1 แบบจำลองสถานการณ์ระบบจัดเก็บและเรียกคืนวัสดุอัตโนมัติ 52
4.1.1 แบบจำลองสถานการณ์ของ Miniload AS/RS 52
4.1.2 แบบจำลองระบบสายพานลำเลียงของ Miniload 68
4.2 ตรวจสอบความถูกต้องของผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลอง 77
4.3 วิเคราะห์ผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลอง 80
4.3.1 แบบจำลองสถานการณ์ของ Miniload AS/RS 80
4.3.2 แบบจำลองระบบสายพานลำเลียงของ Miniload 88
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 92

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หน้า

5.1 สรุปผลการวิจัย 92
5.2 ข้อเสนอแนะ 95
รายการอ้างอิง 97
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 100

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญรูป

รูปที่ 1.1 ข้อมูลโครงการที่อยู่อาศัยสร้างเสร็จในเขตกรุงเทพฯและปริมณฑล 5 จังหวัด ในปี 2536-2556 แยกประเภทที่อยู่อาศัย 1

รูปที่ 1.2 อัตราค่าจ้างขั้นต่ำในปีพ .ศ.2544-2556 2

รูปที่ 1.3 สัดส่วนจำนวน SKU ของสินค้าแต่ละประเภทที่จัดเก็บในปัจจุบัน 4

รูปที่ 1.4 แผนผังของศูนย์กระจายสินค้าแยกเป็นแต่ละพื้นที่จัดเก็บสินค้าของบริษัทกรณีศึกษา ..5

รูปที่ 1.5 สัดส่วนจำนวนปัญหาที่พบแยกเป็นแต่ละประเภทสินค้า เดือนมีนาคม 6

รูปที่ 1.6 ระบบจัดเก็บและเรียกคืนวัสดุอัตโนมัติ Miniload AS/RS 7

รูปที่ 1.7 ขนาดของตะกร้าที่จัดเก็บสินค้าแต่ละชั้นของ Miniload 8

รูปที่ 1.8 ระบบจัดเก็บและเรียกคืนวัสดุอัตโนมัติของบริษัทกรณีศึกษา 9

รูปที่ 1.9 สัดส่วนการใช้พื้นที่จัดเก็บของ Miniload ในเดือนสิงหาคม 2558 10

รูปที่ 1.10 ตัวอย่างรูปแบบกระบวนการหยิบสินค้าเบ็ดเตล็ดออกจากระบบ Miniload 11

รูปที่ 2.1 ระบบจัดเก็บและเรียกคืนวัสดุอัตโนมัติ Miniload AS/RS 23

รูปที่ 2.2 แผนผังแบบจำลองสถานการณ์ 26

รูปที่ 3.1 ตำแหน่งศูนย์กระจายสินค้าและร้านสาขาของบริษัทค้าปลีกวัสดุก่อสร้างกรณีศึกษา ..28

รูปที่ 3.2 คลังสินค้าเบ็ดเตล็ดในปัจจุบันของบริษัทค้าปลีกวัสดุก่อสร้างกรณีศึกษา 33

รูปที่ 3.3 ขั้นตอนการทำงานรับสินค้าของบริษัทค้าปลีกวัสดุก่อสร้างกรณีศึกษาในปัจจุบัน 35

รูปที่ 3.4 กระบวนการจ่ายสินค้าเบ็ดเตล็ดของบริษัทค้าปลีกวัสดุก่อสร้างกรณีศึกษาในปัจจุบัน 37

รูปที่ 3.5 ปริมาณ DO ในแต่ละวันของสินค้าเบ็ดเตล็ด เดือนพฤษภาคม 2558 39

รูปที่ 3.6 ปริมาณ DO ในแต่ละวันของสินค้าเบ็ดเตล็ด เดือนมิถุนายน 2558 39

รูปที่ 3.7 จำนวน Order line ในแต่ละวันของสินค้าเบ็ดเตล็ด เดือนมิถุนายน 2558 40

รูปที่ 3.8 ปริมาณ DO ของสินค้าเบ็ดเตล็ด เดือนพฤษภาคม 2558 41

รูปที่ 3.9 ตำแหน่งของสินค้าเบ็ดเตล็ดที่จัดเก็บแบบสุ่มบน Miniload 43

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รูปที่ 3.10 Order Line สินค้าเบ็ดเตล็ด 3 เดือนย้อนหลังแยกเป็นแต่ละสาขา 45

รูปที่ 3.11 ข้อมูล Line per order ของสินค้าเบ็ดเตล็ดในเดือนเมษายน พฤษภาคม และมิถุนายน.....46

รูปที่ 3.12 รูปแบบการหยิบตามคำสั่งรอบเดียว Single Command Cycle และการหยิบตามคำสั่งเป็นคู่ Dual Command Cycle 47

รูปที่ 3.13 จำนวนตะกร้าสินค้าในแต่ละรอบการหยิบของสถานีงานที่ 1 และ 2 เรียงตามเวลา.49

รูปที่ 3.14 บริเวณจุดที่ทำให้เกิด Blocking บนสายพานลำเลียงของระบบ Miniload.....50

รูปที่ 4.1 แผนภาพการทำงานการจัดส่งสินค้าเบ็ดเตล็ดของบริษัทค้าปลีกวัสดุก่อสร้างกรณีศึกษา.....53

รูปที่ 4.2 แผนภาพการดำเนินงานของแบบจำลอง Miniload 55

รูปที่ 4.3 แผนภาพการดำเนินงานของแบบจำลอง Miniload (ต่อ).....56

รูปที่ 4.4 Selective high density rack ของระบบจัดเก็บและเรียกคืนวัสดุอัตโนมัติ 57

รูปที่ 4.5 เครนอัตโนมัติ Storage & Retrieval Machine : SRM.....58

รูปที่ 4.6 การจัดเก็บสินค้าเบ็ดเตล็ดแบบ Class Based Storage 59

รูปที่ 4.7 การแบ่งกลุ่มสินค้าโดยวิธีการวิเคราะห์คลัสเตอร์แบบไม่เป็นขั้นตอน K-mean 60

รูปที่ 4.8 การจัดเก็บสินค้าเบ็ดเตล็ดแบบ Turnover Based Storage 60

รูปที่ 4.9 วิเคราะห์ข้อมูลการกระจายสินค้าในอดีตของบริษัทค้าปลีกวัสดุก่อสร้างกรณีศึกษา ...61

รูปที่ 4.10 ขนาด Storage rack ของ Miniload AS/RS.....66

รูปที่ 4.11 การเกิด Blocking ของตะกร้าสินค้าเบ็ดเตล็ดบนระบบจัดเก็บและเรียกคืนวัสดุอัตโนมัติ 69

รูปที่ 4.12 กระบวนการไหลขั้นตอนต่างๆ ของระบบจัดเก็บและเรียกคืนวัสดุอัตโนมัติ 70

รูปที่ 4.13 กระบวนการไหลทั้งหมดของขั้นตอนต่างๆ ในแบบจำลองระบบสายพานลำเลียง.....71

รูปที่ 4.14 กระบวนการไหลของแบบจำลองส่วนที่ 1 72

รูปที่ 4.15 กระบวนการไหลของแบบจำลองส่วนที่ 2 73

รูปที่ 4.16 กระบวนการไหลของแบบจำลองส่วนที่ 3 74

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 4.17 ภาพการทำงานของแบบจำลอง 74

รูปที่ 4.18 ผลการวิเคราะห์การทดสอบความถูกต้องของแบบจำลองระบบจัดเก็บ.....78

รูปที่ 4.19 ผลการวิเคราะห์การทดสอบความถูกต้องของแบบจำลองระบบสายพานลำเลียง 78

รูปที่ 4.20 ผลการวิเคราะห์ Travel time เปรียบเทียบผลการปรับปรุงนโยบายต่างๆ 81

รูปที่ 4.21 ผลการวิเคราะห์ Travel time เปรียบเทียบรูปแบบการเลือกหยิบตะกร้า 82

รูปที่ 4.22 ผลการวิเคราะห์ Travel time เปรียบเทียบรูปแบบการจัดเก็บสินค้าเบ็ดเตล็ด 83

รูปที่ 4.23 แผนภาพ Boxplot เปรียบเทียบรูปแบบการจัดเก็บสินค้าเบ็ดเตล็ด.....84

รูปที่ 4.24 ผลการวิเคราะห์ Travel time เปรียบเทียบรูปแบบการจัดใบเบิกสินค้า.....85

รูปที่ 4.25 ผลการวิเคราะห์ Travel time เปรียบเทียบรูปแบบการจัดใบเบิกสินค้าเบ็ดเตล็ด ...87

รูปที่ 4.26 ผลการวิเคราะห์ปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อเวลารอเฉลี่ยของตะกร้าสินค้าเบ็ดเตล็ด 88

รูปที่ 4.27 กราฟการวิเคราะห์ปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อเวลารอเฉลี่ยของตะกร้าสินค้าเบ็ดเตล็ด 89

รูปที่ 4.28 เปรียบเทียบเวลารอของตะกร้าสินค้าในสถานการณ์ปรับปรุงที่พิจารณา.....90

รูปที่ 4.29 เปรียบเทียบ %Utilization ของสถานีงานทั้งสองในแต่ละสถานการณ์ 91

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

ตารางที่ 1.1 ตัวอย่างข้อมูลค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณชิ้นสินค้าเบ็ดเตล็ดที่มีการจัดเก็บในระบบจัดเก็บและเรียกคืนวัสดุอัตโนมัติมากกว่าหนึ่งตำแหน่งตะกร้า .12

ตารางที่ 1.2 ตัวอย่างสินค้าท่อน้ำทิ้งกระปุกที่มีการจัดเก็บในระบบจัดเก็บและเรียกคืนวัสดุอัตโนมัติ 14

ตารางที่ 3.1 ประเภทสินค้าและระบบที่ใช้ในการเติมเต็มสินค้าของร้านสาขา.....31

ตารางที่ 4.1 ตัวอย่างความถี่ของการกระจายสินค้าของสินค้าเบ็ดเตล็ดแต่ละรายการ 62

ตารางที่ 4.2 สถานการณ์ของนโยบายทั้ง 4 รูปแบบที่ใช้ในแบบจำลอง.....67

ตารางที่ 4.3 ปัจจัยและระดับปัจจัยที่ทำการพิจารณาในการส่งผลต่อเวลารอของตะกร้าสินค้า.75

ตารางที่ 4.4 สถานการณ์ของนโยบายทั้ง 18 รูปแบบที่ใช้ทดสอบในแบบจำลองระบบสะพานลำเลียง.....77

ตารางที่ 4.5 ข้อมูลสินค้าเข้าออก อรรถประโยชน์ของพื้นที่และเวลาการทำงานของเครน-อัตโนมัติที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์ต่อกะ 80

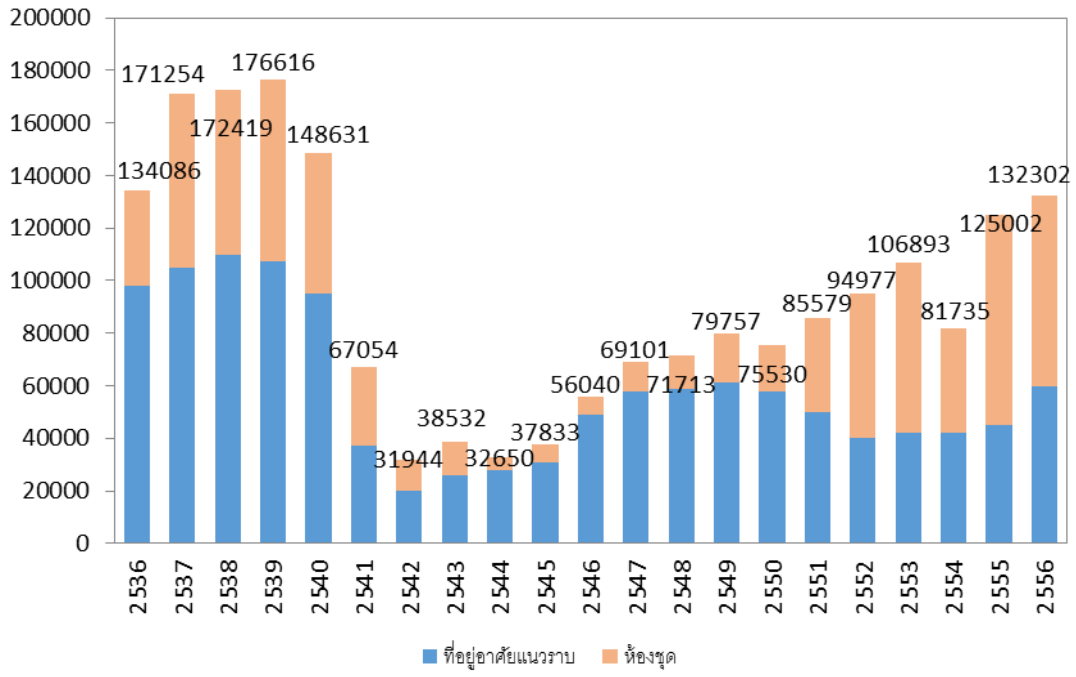
ตารางที่ 4.6 ข้อมูล SKU ของสินค้าเบ็ดเตล็ดที่มีการกระจายสินค้าไปยังร้านสาขาในแต่ละช่วงเวลา.....86

ตารางที่ 4.7 สถานการณ์การปรับปรุงเวลารอเฉลี่ยของตะกร้าสินค้าในแบบจำลองสายพานลำเลียง.....90

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 1
บทนำ

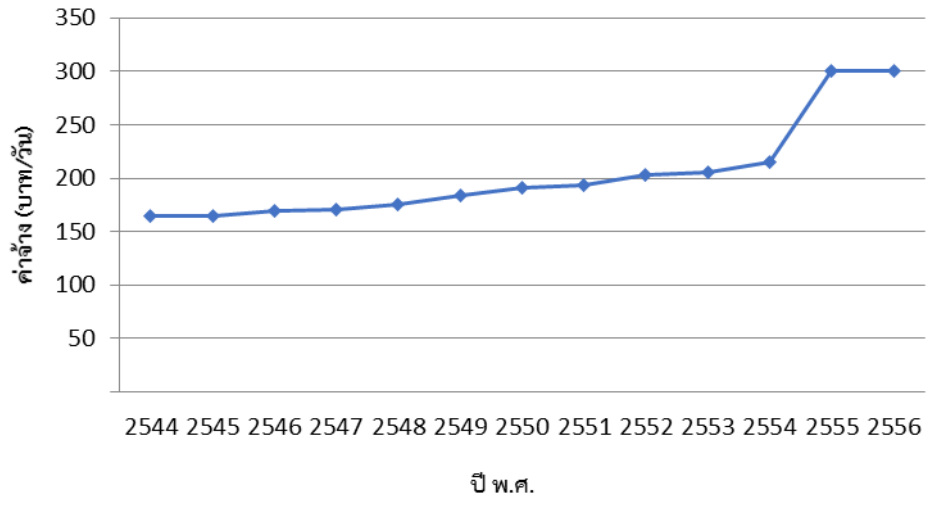
ในปัจจุบัน ธุรกิจก่อสร้างและอสังหาริมทรัพย์มีแนวโน้มขยายตัวเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากการเข้าสู่ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน (AEC: Asean Economics Community) ในช่วงปลายปี 2558 ทำให้ความต้องการทางด้านอสังหาริมทรัพย์ในไทยเพิ่มมากขึ้น ทางผู้ประกอบการจึงต้องพัฒนาศักยภาพของธุรกิจให้ดีขึ้นจากเดิมเพื่อรองรับกับการแข่งขัน อีกทั้งยังได้รับปัจจัยสนับสนุนจากรัฐบาลซึ่งลงทุนโครงสร้างพื้นฐานวงเงิน 2 ล้านล้านบาท ที่มีกรอบระยะเวลาลงทุน 7 ปี (2557-2563) เพื่อพัฒนาด้านคมนาคมขนส่ง ไม่ว่าจะเป็นรถไฟในเมือง รถไฟทางคู่ระหว่างเมือง หรือรถไฟเชื่อมโยงกับประเทศในภูมิภาคอาเซียน ซึ่งการลงทุนส่วนใหญ่จะเป็นการดำเนินการลงทุนในระบบราง [1] โดยเฉพาะการขยายแนวรถไฟฟ้าให้ครอบคลุมพื้นที่ในเขตกรุงเทพมหานครและบริเวณปริมณฑล ทำให้เกิดการขยายตัวในด้านการลงทุนก่อสร้างอสังหาริมทรัพย์ตามแนวรถไฟฟ้าเป็นจำนวนมาก [2] ดังรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 ข้อมูลโครงการที่อยู่อาศัยสร้างเสร็จในเขตกรุงเทพฯและปริมณฑล 5 จังหวัด (สมุทรปราการ ปทุมธานี นนทบุรี นครปฐม สมุทรสาคร) ในปี 2536-2556 แยกประเภทที่อยู่อาศัย [2]

จากรูปที่ 1.1 พบว่าจำนวนโครงการที่อยู่อาศัยสร้างเสร็จในเขตของกรุงเทพฯและบริเวณปริมณฑล มีจำนวนลดลงในปี 2541 เกิดจากสถานการณ์น้ำท่วมในปี 2540 จากนั้นมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ โดยในปี 2551 ถึงปี 2556 พบว่ามีแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของจำนวนที่อยู่อาศัยประเภทห้องชุดมากกว่าที่อยู่อาศัยแนวราบ เนื่องมาจากการพัฒนาสาธารณูปโภคของทางภาครัฐและพฤติกรรมของผู้บริโภคที่เปลี่ยนแปลงไป โดยประชาชนต้องการความสะดวกสบายในการเดินทางมากขึ้น นอกจากนี้จำนวนประชากรทั่วราชอาณาจักรไทยยังมีแนวโน้มเพิ่มจำนวนมากขึ้นในอนาคต เนื่องจากที่อยู่อาศัยตอบสนองความต้องการปัจจัย 4 พื้นฐานในการดำรงชีวิต ดังนั้นปริมาณของความต้องการด้านที่อยู่อาศัยจึงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแปรผันตามจำนวนประชากรที่มีการเพิ่มมากขึ้นด้วย

นอกจากนี้ในการดำเนินธุรกิจที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้างและอสังหาริมทรัพย์ต้องใช้แรงงานคนจำนวนมาก จากผลสำรวจของสำนักงานสถิติพบว่าประเทศไทยมีสัดส่วนและจำนวนผู้สูงอายุที่มีอายุมากกว่า 65 ปีขึ้นไปมีการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว [3] โดยในปี 2537 มีจำนวนผู้สูงอายุคิดเป็นร้อยละ 6.8 ของประชากรทั้งประเทศ และในปี 2545 2550 2554 และ2557 เพิ่มขึ้นจากเดิมเป็นร้อยละ 9.4 ร้อยละ 10.7 ร้อยละ 12.2 และร้อยละ 14.9 ตามลำดับ จากการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างประชากรอย่างรวดเร็วส่งผลให้เกิดปัญหาในความไม่สอดคล้องกันระหว่างอุปสงค์และอุปทานตลาดแรงงานในระยะยาว ซึ่งภาคธุรกิจอุตสาหกรรมได้รับผลกระทบอย่างมากเพราะมีความต้องการกลุ่มแรงงานอายุน้อยในช่วง 20 - 30 ปี อีกทั้งค่าตอบแทนของแรงงานยังมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากข้อมูลอัตราค่าจ้างขั้นต่ำของกระทรวงแรงงาน [4] ดังรูปที่ 1.2



รูปที่ 1.2 อัตราค่าจ้างขั้นต่ำในปีพ.ศ. 2544-2556

จากรูปที่ 1.2 พบว่าค่าจ้างขั้นต่ำมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น และมีการเพิ่มขึ้นอย่างก้าวกระโดดในปี พ.ศ. 2555 เนื่องจากมีการกำหนดนโยบายค่าแรงขั้นต่ำ 300 บาททั่วประเทศไทย ซึ่งกระทบกับผู้ประกอบธุรกิจเป็นอย่างมาก จากข้อมูลการขาดแคลนแรงงานในสภาพการณ์ปัจจุบัน ทำให้ภาคอุตสาหกรรมหันมาสนใจลงทุนนำเทคโนโลยีและเครื่องจักรต่างๆ เข้ามาใช้กันมากขึ้น เช่น การนำเอาระบบอัตโนมัติเข้ามาทดแทนแรงงานคน ซึ่งคุ้มค่ากับการลงทุนในระยะยาว เนื่องจากค่าแรงของคนงานที่มีแนวโน้มสูงขึ้นในปัจจุบัน อีกทั้งในการทำงานของเครื่องจักรยังมีความถูกต้อง และแม่นยำมากกว่าแรงงานคน ดังเช่นบริษัทกรณีศึกษา

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

บริษัทกรณีศึกษาดำเนินธุรกิจค้าปลีกวัสดุก่อสร้าง มีสินค้ามากกว่า 100,000 รายการ ทั้งที่ผลิตภายในประเทศไทยและนำเข้าจากต่างประเทศ ปัจจุบันแบ่งประเภทของสินค้าเป็น 3 ประเภทหลัก ได้แก่

1. **สินค้ากระเบื้องเซรามิก** มีความหลากหลายของสินค้าทั้งลวดลายและขนาด มียอดขายประมาณ 60% ของยอดขายทั้งหมด ปัญหาส่วนใหญ่ที่พบคือเฉดสีของกระเบื้อง เนื่องจากกระเบื้องคนละล็อตจะมีเฉดสีที่แตกต่างกันถึงแม้จะเป็นรหัสสินค้าเดียวกัน และสินค้ากระเบื้องยังเป็นสินค้าที่แตกหักง่าย

2. **สินค้าสุขภัณฑ์** มียอดขายประมาณ 20% ของปริมาณยอดขายรวมทั้งหมด เป็นสินค้าขนาดใหญ่และมีน้ำหนักมาก ส่วนมากบริษัทจึงเป็นผู้รับดำเนินการและผิดชอบในการจัดส่งสินค้าไปยังลูกค้า เช่น ชักโครก อ่างล้างหน้า เป็นต้น

3. **สินค้าเบ็ดเตล็ด (Fitting)** มีความหลากหลายของขนาดสินค้า ปัจจุบันมีสินค้าในกลุ่มนี้ 22,000 รายการ มียอดขายสินค้าเบ็ดเตล็ด 20% ของยอดขายสินค้าทั้งหมด เป็นสินค้ามีกำไรต่อหน่วยสูง มีความต้องการอย่างสม่ำเสมอและเติบโตอย่างต่อเนื่อง เช่น ก๊อกน้ำ/ฝักบัว อะไหล่ห้องน้ำ ฟิตติ้งเฟอร์นิเจอร์ต่างๆ เป็นต้น

รูปที่ 1.3 สัดส่วนจำนวน SKU ของสินค้าแต่ละประเภทที่จัดเก็บในปัจจุบัน

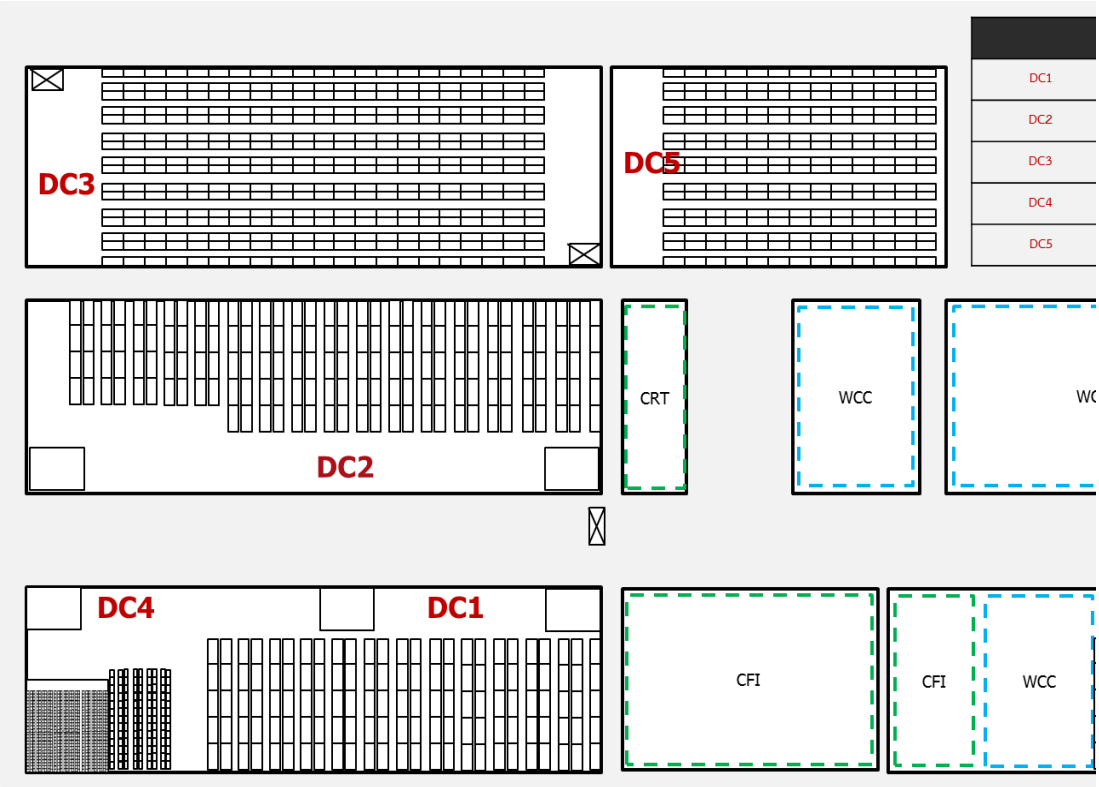
1.1.1 การจัดประเภทวัสดุคงคลังและคลังสินค้า

บริษัทค้าปลีกวัสดุก่อสร้างกรณีศึกษา ได้แบ่งประเภทของสินค้าเป็น 2 ประเภทตามลักษณะการกระจายของสินค้าและปริมาณของยอดขายคือ

สินค้า Standard เป็นประเภทสินค้าขายดี มีความต้องการจากกลุ่มลูกค้าในปริมาณมากและสม่ำเสมอ สาขาจะมีการเติมสินค้าอัตโนมัติผ่านระบบ Auto Replenishment ในตอนเที่ยงคืนของทุกวันตามค่า Min-Max ของสินค้าชนิดนั้นๆ

สินค้า Regular เป็นสินค้าขายได้ ส่วนใหญ่บริษัทจะไม่จัดเก็บสินค้าประเภทนี้ไว้ในคลัง แต่จะมีการสั่งสินค้าประเภทนี้ไปยังโรงงานเมื่อมีความต้องการของสินค้าจากกลุ่มลูกค้า

ในปัจจุบันบริษัทค้าปลีกวัสดุก่อสร้างกรณีศึกษามีการสร้างศูนย์กระจายสินค้า เพื่อทำหน้าที่รับสินค้าจากโรงงานซับพลายเออร์และกระจายสินค้าต่างๆ ไปยังร้านสาขา/ลูกค้า ดังรูปที่ 1.4



รูปที่ 1.4 แผนผังของศูนย์กระจายสินค้าแยกเป็นแต่ละพื้นที่จัดเก็บสินค้าของบริษัทกรณีศึกษาในปัจจุบัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

DC1 จัดเก็บสินค้าประเภทกระเบื้องในประเทศ 10,000 locations จัดเก็บบน Selective Pallet Racking (33 row x 42 bay x 6 level)

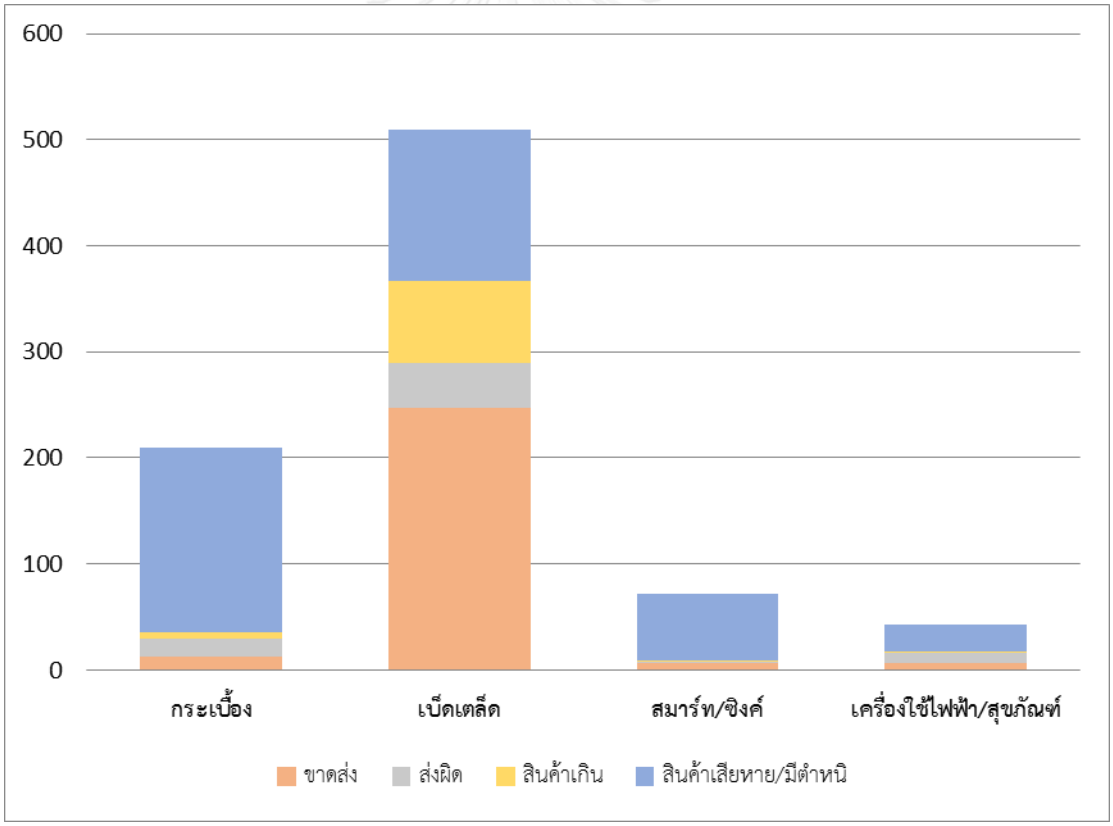
DC2 จัดเก็บสินค้าประเภทสุขภัณฑ์และเครื่องใช้ไฟฟ้า 4,200 locations จัดเก็บบน Selective Pallet Racking (35 row x 22 bay x 6 level)

DC3 จัดเก็บสินค้าประเภทกระเบื้องนำเข้า (สินค้า Consignment) 33,000 locations ใช้ระบบจัดเก็บ Very narrow aisle rack system (VNA) สูง 14 เมตร (30 row x 83 bay x 11 level)

DC4 จัดเก็บสินค้าประเภทเบ็ดเตล็ด ใช้ระบบจัดเก็บ Miniload AS/RS 15,200 locations (8 bank x 100 bay x 19 level) และมีชั้นวางใช้สำหรับการจัดเก็บสินค้าขนาดใหญ่

DC5 จัดเก็บกระเบื้อง (อยู่ในระหว่างการก่อสร้าง) 35,000 locations ใช้ระบบจัดเก็บและหยิบอัตโนมัติ (AS/RS) สูง 19 เมตร (30 row x 35 bay x 15 level) SRM: 15 Cranes

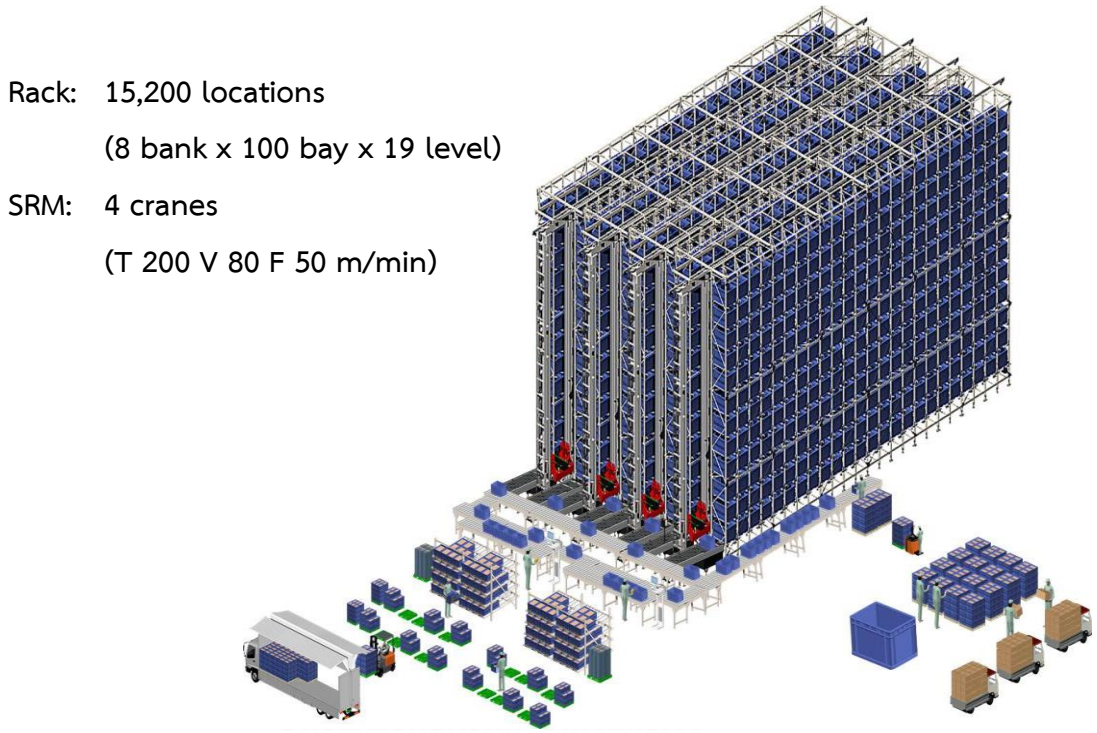
จากรูปที่ 1.4 มีการแยกพื้นที่ที่ใช้ในการจัดเก็บตามแต่ละชนิดของสินค้า โดยกระบวนการทำงานหลักในคลังสินค้าต่างๆ แบ่งออกเป็น 4 ส่วนคือ การรับสินค้า จัดเก็บสินค้า หยิบสินค้า และจัดส่งสินค้า โดยกิจกรรมการหยิบสินค้าเป็นกิจกรรมที่มีสัดส่วนในการใช้คนงานจำนวนมากที่สุด จากการวิเคราะห์ข้อมูลของบริษัทค้าปลีกวัสดุก่อสร้างกรณีศึกษาพบว่า ในอดีตบริษัทประสบปัญหาสินค้าที่จัดเก็บภายในคลังสินค้ากับข้อมูลสินค้าที่จัดเก็บในระบบไม่ตรงกันจากการตรวจสอบของฝ่ายตรวจสอบคุณภาพ (Quality Control) ปัญหาสินค้าขาด/เกินในการกระจายสินค้าต่างๆ ไปยังร้านสาขา ดังรูปที่ 1.5



รูปที่ 1.5 สัดส่วนจำนวนปัญหาที่พบแยกเป็นแต่ละประเภทสินค้า เดือนมีนาคม

(ที่มา: *Monthly report March 2015)*

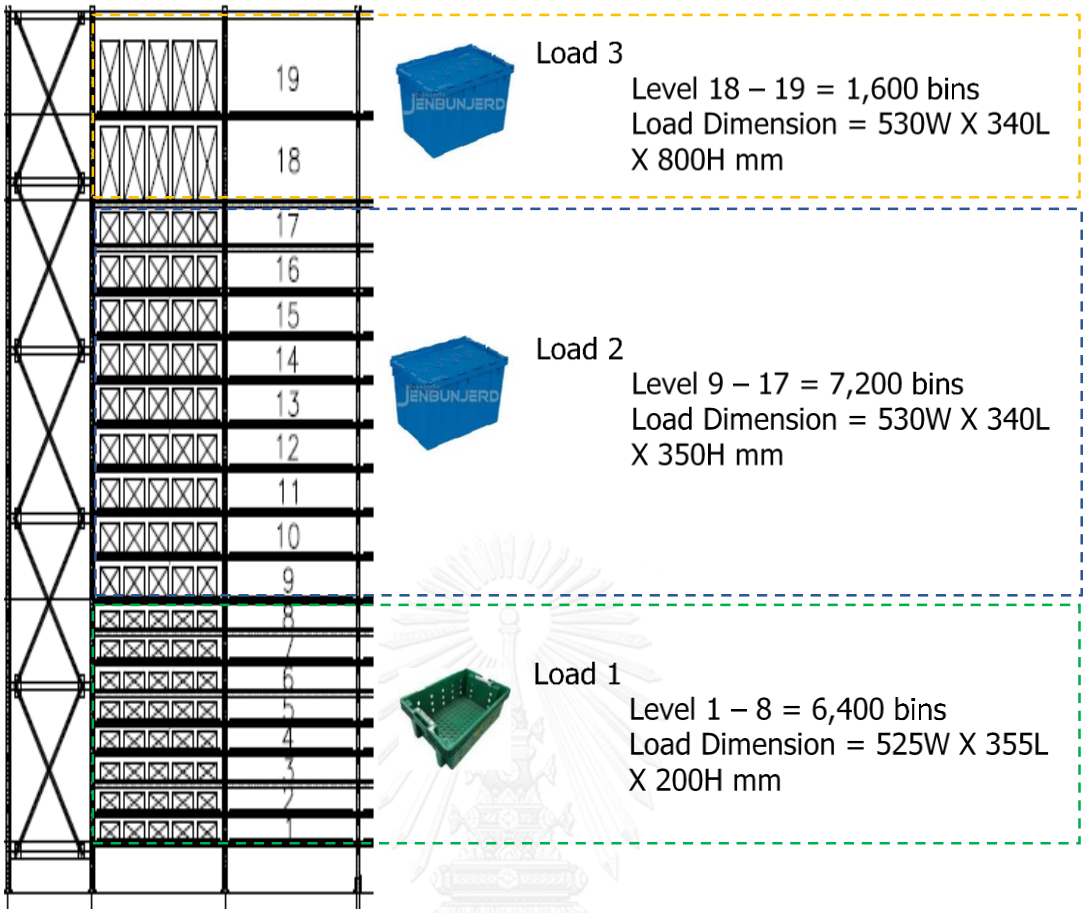
จากรูปที่ 1.5 พบว่าจำนวนปัญหาส่วนใหญ่มาจากสินค้ากลุ่มเบ็ดเตล็ดที่มีปัญหาหายบ่อย และยังมีปัญหาการส่งสินค้าไม่ครบไปยังสาขา เนื่องจากสินค้าเบ็ดเตล็ดเป็นสินค้าที่มีขนาดเล็กและมีจำนวนมากจึงต้องใช้แรงงานคนจำนวนมากเพื่อใช้ในการจัดเก็บ-หยิบสินค้า บริษัทค้าปลีกวัสดุก่อสร้างกรณีศึกษาจึงได้ลงทุนนำระบบการจัดเก็บและเรียกคืนวัสดุอัตโนมัติ Miniload AS/RS (Automated Storage/Retrieval System) เพื่อนำมาใช้แก้ปัญหาสินค้าที่หายบ่อยและจำนวนแรงงานคนที่ไม่เพียงพอในการดำเนินการภายในคลังสินค้าเบ็ดเตล็ด ดังรูปที่ 1.6



รูปที่ 1.6 ระบบจัดเก็บและเรียกคืนวัสดุอัตโนมัติ (Miniload AS/RS)

1.1.2 ระบบจัดเก็บและเรียกคืนวัสดุอัตโนมัติ

อ้างอิงจากรูป Miniload AS/RS ของบริษัทกรณีศึกษาที่ใช้ในปัจจุบัน สามารถทำการจัดเก็บตะกร้าสินค้าได้ทั้งหมด 15,200 locations ระบบจัดเก็บและเรียกคืนวัสดุอัตโนมัติมีขั้นตอนการดำเนินงานโดยจะเริ่มจากการที่โรงงานมาส่งสินค้ายังศูนย์กระจายสินค้า ฝ่ายข้อมูลรับจะทำการจัดสินค้าลงในตะกร้าสีฟ้าและสีเขียวสำหรับจัดเก็บสินค้าซึ่งมีด้วยกัน 2 ขนาดแบ่งตามความสูง ดังรูปที่ 1.7



รูปที่ 1.7 ขนาดของตะกร้าที่จัดเก็บสินค้าแต่ละชั้นของ Miniload

จากนั้นตะกร้าจะถูกลำเลียงบนสายพานผ่านสถานีวัดขนาดและความสูงของตะกร้า โดยน้ำหนักและความสูงของตะกร้าต้องไม่เกินค่าที่ในระบบระบุไว้ จากนั้นระบบ Miniload จะกำหนดตำแหน่งที่จะนำวัสดุเข้าไปจัดเก็บ Stacker crane ทำหน้าที่หยิบสินค้าเข้าไปเก็บยังตำแหน่งที่ระบบระบุ เมื่อมี Demand ของสินค้า ฝ่ายจ่ายสินค้าเบ็ดเตล็ดจะทำการ Set Batch ของ Delivery Order รวมเป็นของแต่ละสาขา แล้วจึงส่งข้อมูลให้ระบบ Miniload หาตำแหน่งที่วัสดุนั้นจัดเก็บอยู่และทำการหยิบสินค้าเรียงตาม Batch เมื่อจัดสินค้าแต่ละ Batch ในตะกร้าเสร็จแล้วจึงจัดสินค้าลงบนพาเลทเพื่อรอกระจายสินค้าเบ็ดเตล็ดไปยังแต่ละสาขาต่อไป

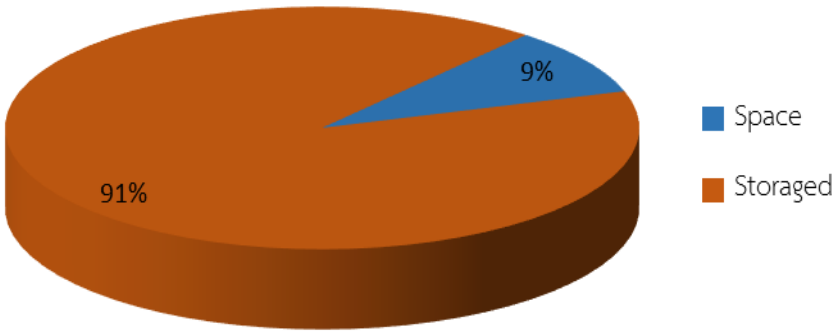
เนื่องด้วยระบบจัดเก็บและเรียกคืนวัสดุอัตโนมัติเป็นระบบใหม่ที่เพิ่งทำการติดตั้ง ดังรูปที่ 1.8 ในการดำเนินงานบางขั้นตอนจึงปฏิบัติงานตามความคุ้นเคยและใช้พนักงานในการตัดสินใจโดยส่วนมาก ได้แก่

- ฝ่าย Planning มีหน้าที่ในการเลือกชนิดของสินค้าเพื่อสร้าง DO จากความต้องการของสินค้า PO-STO ที่ส่งมาจากสาขา เพื่อส่งข้อมูลไปยังฝ่ายคลังสินค้าเบ็ดเตล็ด
- ในกระบวนการตัดสินใจเลือกขนาดตะกร้าที่ใช้จัดเก็บสินค้าเบ็ดเตล็ดเข้าระบบ Miniload ขึ้นอยู่กับการตัดสินใจของพนักงาน
- การจัด Batch size ในการหยิบสินค้าออกจาก Miniload มีการจัด Batch size ตามใบเบิกของสินค้าที่ส่งไปยังแต่ละสาขา (1 Batch/1 สาขา)

รูปที่ 1.8 ระบบจัดเก็บและเรียกคืนวัสดุอัตโนมัติของบริษัทกรณีศึกษา

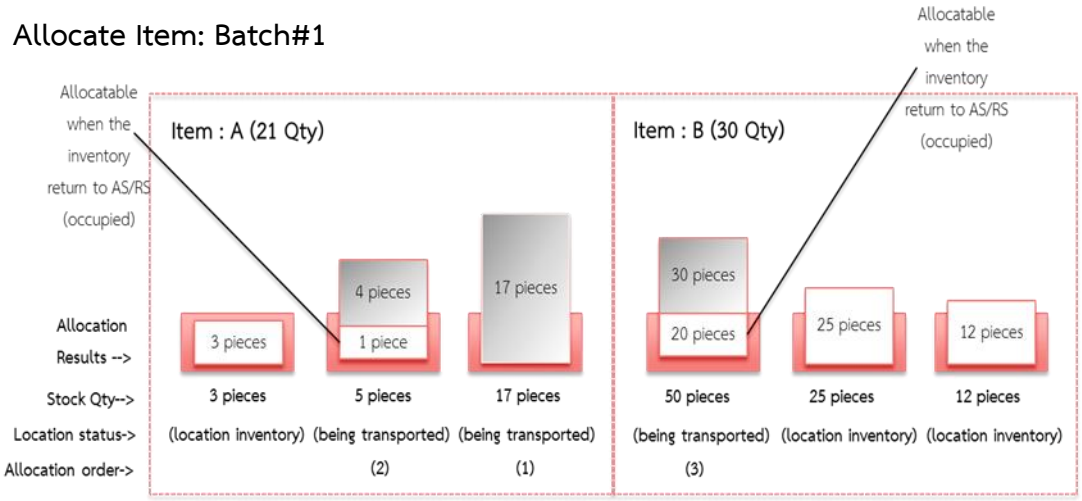
รูปแบบนโยบายที่ใช้ในการจัดเก็บสินค้าเบ็ดเตล็ดของระบบการจัดเก็บและเรียกคืนวัสดุอัตโนมัติในปัจจุบัน คือการจัดเก็บแบบ Random storage คือการจัดเก็บแบบสุ่ม ระบบ Miniload สามารถจัดเก็บสินค้าที่ตำแหน่งใดก็ได้ใน Storage rack มีอัตราใช้ประโยชน์ของพื้นที่สูง แต่มีสินค้าเคลื่อนไหวช้าบางรายการถูกจัดเก็บอยู่ด้านหน้า ทำให้เวลาที่เครนอัตโนมัติใช้เพิ่มขึ้นเนื่องจากสินค้า

เบ็เตล็ดที่มีการเคลื่อนไหวเร็วถูกจัดเก็บไว้ทางด้านหลัง เมื่อวิเคราะห์ปริมาณพื้นที่จัดเก็บที่ใช้ในปัจจุบันของ Miniload ดังรูปที่ 1.9



รูปที่ 1.9 สัดส่วนการใช้พื้นที่จัดเก็บของ Miniload ในเดือนสิงหาคม 2558

จากรูปสัดส่วนการใช้พื้นที่จัดเก็บของ Miniload ในเดือนสิงหาคมของบริษัทค้าปลีกวัสดุก่อสร้างกรณีศึกษา พบว่าจากจำนวน Location จัดเก็บทั้งหมด 15,200 locations ปัจจุบันจัดเก็บสินค้าอยู่ 13,800 locations คิดเป็น 91% ของพื้นที่ทั้งหมดและยังมีแนวโน้มที่จะใช้พื้นที่ในการจัดเก็บสินค้าเบ็ดเตล็ดเพิ่มมากขึ้น ทำให้พื้นที่ในการจัดเก็บสินค้าเบ็ดเตล็ดของ Miniload ไม่เพียงพอ โดยพื้นที่ 13,800 locations ที่ใช้จัดเก็บสินค้าเบ็ดเตล็ด มีชนิดของสินค้าเบ็ดเตล็ดที่จัดเก็บเพียง 8,000 SKUs ซึ่งปัญหาที่พบคือ การมีจำนวนสินค้าชนิดเดียวกันแต่จัดเก็บอยู่หลายตำแหน่งตะกร้าประมาณ 2,000 SKUs มีปริมาณ 25% ของสินค้าเบ็ดเตล็ดที่จัดเก็บทั้งหมด เนื่องมาจากรูปแบบของกระบวนการในการตัดสินใจหยิบสินค้าออกจากระบบ Miniload ที่ใช้ในปัจจุบันของบริษัทค้าปลีกวัสดุก่อสร้างกรณีศึกษา ดังรูปที่ 1.10



รูปที่ 1.10 ตัวอย่างรูปแบบกระบวนการหยิบสินค้าเบ็ดเตล็ดออกจากระบบ Miniload

จากรูป 1.10 บริษัทค้าปลีกวัสดุก่อสร้างกรณีศึกษาใช้กระบวนการเลือกหยิบสินค้าเบ็ดเตล็ดออกจากระบบ Miniload โดยเลือกตะกร้าที่มีการจัดเก็บจำนวนชิ้นสินค้าเบ็ดเตล็ดใกล้เคียงกับความต้องการสินค้าเบ็ดเตล็ดใน DO นั้นมากที่สุด เป็นสาเหตุให้เหลือสินค้าเป็นเศษอยู่ที่ตำแหน่งตะกร้าอื่นๆ เช่น เมื่อมีความต้องการของสินค้าเบ็ดเตล็ด A จำนวน 21 ชิ้น แต่สินค้า A มีการจัดเก็บอยู่ 3 ตำแหน่งตะกร้าจำนวน 3 ชิ้น 5 ชิ้นและ 17 ชิ้น Miniload จะเลือกหยิบตะกร้าที่มีจำนวนชิ้นสินค้าจัดเก็บ 17 ชิ้นและ 5 ชิ้นตามลำดับ จึงเหลือเศษสินค้า 3 ชิ้นและ 1 ชิ้นที่สองตำแหน่งตะกร้า ดังนั้นจึงวิเคราะห์ข้อมูลหาค่าต่ำสุด (Min) ค่าสูงสุด (Max) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และค่าเฉลี่ย (Mean) ของสินค้าที่มีการจัดเก็บในระบบจัดเก็บและเรียกคืนวัสดุอัตโนมัติมากกว่าหนึ่งตำแหน่งตะกร้าเพื่อดูลักษณะของข้อมูล ได้ผลการวิเคราะห์จำนวนชิ้นของสินค้าเบ็ดเตล็ดที่จัดเก็บในแต่ละตะกร้า ดังตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 ตัวอย่างข้อมูลค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณชิ้นสินค้าเบ็ดเตล็ดที่มีการจัดเก็บในระบบจัดเก็บและเรียกคืนวัสดุอัตโนมัติมากกว่าหนึ่งตำแหน่งตะกร้า

จำนวนตะกร้า	Article ID	Article Description	Type	Class	MaxQty	AvgQty	SdQty
20	14278	A-8007 สะดืออ่างล้างหน้าแบบตัวล็อก	STANDARD	A	24	17.50	6.18
16	115638	ตะแกรงกันกลิ่นเหลี่ยม 2 CT651Z2P(HM)	STANDARD	A	30	23.19	5.23
20	64956	Z-402CR (HM) สายน้ำดีถัก 16 โครเมี่ยม	STANDARD	A	25	11.85	3.90
18	1032113	A-3926-10 ก๊อกน้ำเย็นยืนอาบแบบฝังผนัง	STANDARD	A	12	8.39	3.36
33	10603	ท่อน้ำทิ้งกระปุก CT-680 (HM)	STANDARD	A	14	10.03	3.10
44	1016674	สายฉีดชำระ LB3001โครมขาว-	STANDARD	A	24	11.68	2.90
32	59371	ตะแกรงกันกลิ่น 4CT-640Z3P (HM) โครเมี่ยม	STANDARD	B	14	10.28	2.80
53	121033	ดาวน์ไลท์ รุ่น 59790 เงิน	STANDARD	C	18	4.43	2.13
39	1043103	CT1134Aวาล์วเปิดปิดน้ำเย็นก้านโยก	STANDARD	A	6	4.69	1.13
46	1046689	CT457XNS ฟลัชวาล์วโถสุขภัณฑ์มีล็อคในตัว	STANDARD	A	6	3.24	1.06
20	107160	ฟลัชวาล์วท่อตรง CT-457NS โครเมี่ยม	STANDARD	C	6	2.90	0.97
17	1021722	ตะแกรงกันกลิ่น CT649H(HM)	STANDARD	A	6	4.18	0.95
22	81672	หลอดนีออนกลม FC 32W/DL/SET	STANDARD	C	8	7.41	0.59
19	1046731	CT457XDUFฟลัชวาล์วโถปัสสาวะชาย	STANDARD	B	4	2.95	0.52

จากตารางที่ 1.1 มีการกำหนดจำนวนชิ้นสูงที่สุดของสินค้าเบ็ดเตล็ดที่จะทำการจัดเก็บในตะกร้าได้จากตะกร้าที่มีจำนวนชิ้นสินค้าจัดเก็บมากที่สุดของสินค้าเบ็ดเตล็ดแต่ละ SKU และสนใจสินค้าที่มีการเบี่ยงเบนของข้อมูลสูง มีการจัดเก็บหลายตะกร้า มีค่าเฉลี่ยที่คำนวณได้น้อยกว่าค่าสูงสุดของสินค้านั้นมากๆ จากการวิเคราะห์จำนวนชนิดสินค้าเบ็ดเตล็ดทั้งหมด 8,000 SKUs ที่จัดเก็บอยู่บน Miniload มีจำนวนสินค้า SKU เดียวกันแต่จัดเก็บอยู่หลายตำแหน่งตะกร้าประมาณ 2,000 SKUs เป็นสินค้าประเภท Standard ถึง 80% เนื่องด้วยสินค้า Standard เป็นประเภทสินค้าขายดี ลูกค้ามีความต้องการสินค้าในจำนวนมากและสม่ำเสมอ สาขาจะสามารถสั่งสินค้าได้ 2 รูปแบบคือ พนักงานสาขาส่งคำสั่งเบิกสินค้ามายังศูนย์กระจายสินค้าโดยตรง และสาขามีการเติมสินค้าโดยอัตโนมัติผ่านระบบ Auto Replenishment ในตอนเที่ยงคืนของทุกวัน ตามค่า Min-Max ของสินค้า SKU นั้นๆ ตัวอย่างเช่น สินค้าท่อน้ำทิ้งกระปุก CT-680 (HM) เมื่อสิ้นวันมีจำนวนคงเหลือที่สาขา 23 ชิ้น สินค้าชนิดนี้มีค่า Min=58 ชิ้น และค่า Max=98 ชิ้น ระบบจะมีคำสั่งเบิกสินค้าอัตโนมัติมายังศูนย์กระจายสินค้า 75 ชิ้นเพื่อเติมสินค้าให้เต็มเท่าค่า Max ของสินค้าชนิดนั้นๆ จากนั้นจึงทำการตรวจสอบข้อมูลแต่ละตะกร้าที่จัดเก็บสินค้าท่อน้ำทิ้งกระปุก ดังตารางที่ 1.2

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 1.2 ตัวอย่างสินค้าท่อน้ำทิ้งกระปุกที่มีการจัดเก็บในระบบจัดเก็บและเรียกคืนวัสดุอัตโนมัติมากกว่าหนึ่งตำแหน่ง (ที่มา: Stock record เดือนสิงหาคม บริษัทกรณีศึกษา)

Article no.	Article Desc	QTY	Type (Standard/Regular)	Class	Min	Max
10603	ท่อน้ำทิ้งกระปุก CT-680	10	STANDARD	A	53	98
10603	ท่อน้ำทิ้งกระปุก CT-680	10				
10603	ท่อน้ำทิ้งกระปุก CT-680	10				
10603	ท่อน้ำทิ้งกระปุก CT-680	3				
10603	ท่อน้ำทิ้งกระปุก CT-680	14				
10603	ท่อน้ำทิ้งกระปุก CT-680	10				
10603	ท่อน้ำทิ้งกระปุก CT-680	14				
10603	ท่อน้ำทิ้งกระปุก CT-680	10				
10603	ท่อน้ำทิ้งกระปุก CT-680	10				
10603	ท่อน้ำทิ้งกระปุก CT-680	2				
10603	ท่อน้ำทิ้งกระปุก CT-680	10				
10603	ท่อน้ำทิ้งกระปุก CT-680	14				
10603	ท่อน้ำทิ้งกระปุก CT-680	10				
10603	ท่อน้ำทิ้งกระปุก CT-680	10				
10603	ท่อน้ำทิ้งกระปุก CT-680	14				
10603	ท่อน้ำทิ้งกระปุก CT-680	10				
10603	ท่อน้ำทิ้งกระปุก CT-680	10				
10603	ท่อน้ำทิ้งกระปุก CT-680	14				
10603	ท่อน้ำทิ้งกระปุก CT-680	14				
10603	ท่อน้ำทิ้งกระปุก CT-680	10				
10603	ท่อน้ำทิ้งกระปุก CT-680	14				
10603	ท่อน้ำทิ้งกระปุก CT-680	11				
10603	ท่อน้ำทิ้งกระปุก CT-680	10				
10603	ท่อน้ำทิ้งกระปุก CT-680	10				
10603	ท่อน้ำทิ้งกระปุก CT-680	10				
10603	ท่อน้ำทิ้งกระปุก CT-680	4				

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

จากตารางที่ 1.2 มีจำนวนสินค้าท่อน้ำทิ้งกระปุกที่จัดเก็บใน Miniload 298 ชิ้น โดยจำนวนชิ้นสินค้าสูงสุดที่ทำการจัดเก็บในตะกร้าได้คือ 14 ชิ้น เมื่อคำนวณแล้วจะต้องมีการจัดเก็บสินค้าท่อน้ำทิ้งกระปุกในตะกร้าเพียง 22 ตะกร้าเท่านั้น แต่จากข้อมูลมีการเก็บสินค้าจำนวนมากถึง 33 ตะกร้า จากข้อมูลพบว่า มีจำนวนสินค้าจัดเก็บไม่เต็มตะกร้าเป็นเศษอยู่จำนวนมาก เพราะสินค้าท่อน้ำทิ้งกระปุกเป็นสินค้าประเภท Standard มีความต้องการจากลูกค้าสม่ำเสมอและจำนวนมาก จึงมีการเบิกสินค้าครั้งละจำนวนมากๆ ทำให้เหลือสินค้าเป็นเศษอยู่แต่ละตำแหน่งตะกร้า ส่งผลให้มีการใช้พื้นที่จัดเก็บมากเกินความจำเป็นและทำให้พื้นที่จัดเก็บไม่เพียงพอในอนาคต อีกทั้งปัจจุบันการดำเนินงานของบริษัทค้าปลีกวัสดุก่อสร้างกรณีศึกษายังไม่มีการรวมจำนวนสินค้าชนิดเดียวกันแต่จัดเก็บอยู่คนละตำแหน่งตะกร้าไว้ด้วยกัน (Consolidate) ทำให้มีแนวโน้มการใช้พื้นที่จัดเก็บเพิ่มมากขึ้นและไม่เพียงพอกับสินค้าที่จะจัดเก็บ จากการใช้นโยบายรูปแบบการหยิบและจัดเก็บสินค้าเบ็ดเตล็ดที่ไม่สอดคล้องกับการทำงานในปัจจุบันของบริษัทค้าปลีกวัสดุก่อสร้างกรณีศึกษา ทางผู้วิจัยจึงสนใจปรับปรุงกระบวนการทำงานของระบบจัดเก็บและเรียกคืนวัสดุอัตโนมัติของสินค้าประเภทเบ็ดเตล็ดเพื่อให้เหมาะสมและมีอรรถประโยชน์ของพื้นที่เพิ่มมากขึ้น โดยมุ่งเน้นไปยังการปรับปรุงกระบวนการในการหยิบและจัดเก็บสินค้าประเภทเบ็ดเตล็ดที่มีขนาดกลางจนถึงขนาดเล็กที่สามารถจัดเก็บในระบบ Miniload ได้ ซึ่งรูปแบบนโยบายที่ใช้ในการจัดเก็บสินค้าเบ็ดเตล็ดจะส่งผลต่อเวลาที่ใช้ในการหยิบสินค้าของระบบ Miniload ทำให้ปริมาณสินค้าเข้าออกต่อวัน (Throughput) เพิ่มขึ้น อีกทั้งยังสามารถปรับปรุงการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์สูงสุด (Utilization)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

ปรับปรุงอรรถประโยชน์การใช้พื้นที่จัดเก็บของระบบจัดเก็บและเรียกคืนวัสดุอัตโนมัติของอุปกรณ์ Miniload AS/RS (Automated Storage/Retrieval System) ของบริษัทค้าปลีกวัสดุก่อสร้างกรณีศึกษา

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1. ศึกษาข้อมูลของกลุ่มสินค้าประเภทเบ็ดเตล็ด (Fitting) ของบริษัทในกรณีศึกษา โดยพิจารณาเฉพาะกลุ่มสินค้าเบ็ดเตล็ดขนาดกลางและขนาดเล็กที่จัดเก็บในระบบ Miniload เท่านั้น

2. ครอบคลุมกิจกรรมตั้งแต่ การรับสินค้าจากโรงงานซับพลายเออร์ การจัดเก็บสินค้า การหยิบสินค้าเพื่อกระจายไปยังร้านสาขาและจัดส่งไปยังลูกค้า
3. ไม่ครอบคลุมกิจกรรมภายในร้านสาขา ฐานข้อมูล และระบบเทคโนโลยีสารสนเทศ (IT) ภายในคลังสินค้าเบ็ดเตล็ดของบริษัทค้าปลีกวัสดุก่อสร้างกรณีศึกษา
4. การปรับปรุงระบบจัดเก็บและเรียกคืนวัสดุอัตโนมัติ หมายถึง การปรับปรุงด้านอรรถประโยชน์การใช้พื้นที่ ชั่วโมงการทำงานของคนและอุปกรณ์ Miniload AS/RS

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

- รูปแบบการหยิบและจัดเก็บสินค้าเบ็ดเตล็ดของระบบจัดเก็บและเรียกคืนวัสดุอัตโนมัติที่เหมาะสม
- สามารถมีอรรถประโยชน์การใช้พื้นที่ ลดชั่วโมงการทำงานของคนและของอุปกรณ์ Miniload AS/RS ของบริษัทค้าปลีกวัสดุก่อสร้างกรณีศึกษา
- เป็นแนวทางการพัฒนาแบบจำลองสถานการณ์เมื่อประเภท (Standard/Regular) และ Class (A/B/C) ของสินค้าเบ็ดเตล็ดเปลี่ยนไป

1.5 ประโยชน์ของงานวิจัย

รูปแบบนโยบายของระบบจัดเก็บและเรียกคืนวัสดุอัตโนมัติ Miniload AS/RS สำหรับสินค้าเบ็ดเตล็ดที่เหมาะสมของบริษัทค้าปลีกวัสดุก่อสร้างกรณีศึกษา

1.6 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

1. ศึกษาองค์กร รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องและระบุปัญหาในประเด็นต่างๆ ต่อไปนี้
    - ศึกษาเกี่ยวกับธุรกิจค้าปลีกวัสดุก่อสร้าง
    - ศึกษาเกี่ยวกับตลาดแรงงานในปัจจุบัน
2. ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
    - ศึกษารูปแบบการหยิบและจัดเก็บสินค้าที่ใช้ภายในคลังสินค้า
    - ศึกษาการเขียนแบบจำลองสถานการณ์ระบบจัดเก็บและเรียกคืนวัสดุอัตโนมัติ
3. ประชุมวางแผนการวิเคราะห์ในส่วนความต้องการและผลที่คาดว่าจะได้รับร่วมกับบริษัทค้าปลีกวัสดุก่อสร้างกรณีศึกษา
4. วิเคราะห์ข้อมูลสินค้าประเภทเบ็ดเตล็ด (Fitting) โดยแยกวิเคราะห์เฉพาะสินค้าเบ็ดเตล็ดขนาดเล็กและขนาดกลางที่จัดเก็บในระบบ Miniload ได้
5. ระบุปัญหาอ้างอิงจากกระบวนในการทำงานปัจจุบัน
6. กำหนดแนวทางเลือก Scenario ที่ใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพของระบบจัดเก็บและเรียกคืนวัสดุอัตโนมัติ รวมทั้งระบุตัวชี้วัดที่ใช้ในการวัดผลของแบบจำลองสถานการณ์
7. ทดลองทางเลือกรูปแบบของระบบจัดเก็บและเรียกคืนวัสดุอัตโนมัติโดยใช้แบบจำลองสถานการณ์ Simulation Model
8. วิเคราะห์ผลลัพธ์ที่ได้และความถูกต้องแบบจำลองโดยการเปรียบเทียบกับสถานการณ์จริง (Validation)
9. เสนอผลการวิเคราะห์ร่วมกับองค์กร
10. สรุปผลการดำเนินการวิจัย
11. จัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การบริหารและจัดการคลังสินค้า (Warehouse operation)

ศูนย์กระจายสินค้าเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของห่วงโซ่อุปทาน (Supply chain) โดยมีหน้าที่หลักในการจัดเก็บสินค้าและกระจายสินค้าภายในห่วงโซ่ เป็นการเพิ่ม Service level ของลูกค้า เนื่องจากช่วยลดความเสี่ยงในเรื่องความผันผวนจากความต้องการสินค้า นอกจากนี้ยังใช้เป็นพื้นที่สำหรับรวมรวมสินค้าที่มาจากโรงงานซับพลายเออร์ก่อนทำการจัดส่งไปยังลูกค้า เป็นการลดในส่วนค่าขนส่งของห่วงโซ่อุปทาน จากเดิมที่โรงงานซับพลายเออร์แต่ละโรงงานต้องทำการจัดส่งสินค้าไปยังลูกค้าแต่ละรายเอง เมื่อมีศูนย์กระจายสินค้าโรงงานซับพลายเออร์จะทำการจัดส่งสินค้าที่คลังสินค้าเพียงแห่งเดียว จากนั้นศูนย์กระจายสินค้าจะทำหน้าที่รวบรวมสินค้าที่มาจากหลายโรงงานซับพลายเออร์และทำการจัดส่งสินค้าไปยังลูกค้า เนื่องจากในปัจจุบันธุรกิจต่างๆ มีการแข่งขันกันสูง หลายบริษัทจึงต้องมีการปรับปรุงในส่วนการออกแบบและการจัดการระบบโครงข่ายของการกระจายสินค้าอย่างต่อเนื่องโดยการปรับปรุงประสิทธิภาพทางด้านต่างๆ ของบริษัท เช่น การนำระบบอัตโนมัติเข้ามาใช้ทดแทนการขาดแคลนแรงงานคน หรือการนำระบบ IT เข้ามาใช้ในคลังสินค้าเพื่อให้ง่ายต่อการจัดการคลังสินค้าและควบคุมปริมาณของสินค้าคงคลัง เป็นต้น ด้วยเหตุผลดังกล่าวนี้ทำให้มีนักวิจัยสนใจศึกษาการออกแบบและวางแผนระบบจัดการคลังสินค้า [5,6] โดยระบุวัตถุประสงค์หรือส่วนที่ต้องการปรับปรุง จากนั้นจึงใช้เทคนิคการหาค่าที่ดีที่สุด (Optimization) หรือแบบจำลองสถานการณ์ (Simulation model) ในการหาคำตอบ เช่น การลดเวลาการทำงานในคลังสินค้าโดยการระบุรูปแบบในการจัดเก็บสินค้าที่เหมาะสม [7] การศึกษาความสัมพันธ์ของการเคลื่อนย้ายสินค้าและข้อจำกัดของพื้นที่ กระบวนการรับสินค้า จัดเก็บสินค้า รวมไปถึงการจัดส่งสินค้า โดย Heragu *et al.* [8] ได้ศึกษาการกำหนดขนาดของพื้นที่จัดเก็บสินค้าโดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ และใช้วิธีการฮิวริสติก (Heuristic) ในการหาค่าต่ำสุดของจำนวนวัสดุขนถ่ายสินค้า (Material Handling) เพื่อให้มีค่าใช้จ่ายในจัดเก็บสินค้าที่น้อยที่สุด ในส่วนการจัดสรรพื้นที่ในการจัดเก็บสินค้า มีผู้วิจัยจำนวนมากสนใจการปรับปรุงนโยบายในการดำเนินการและวางแผนการขยายพื้นที่จัดเก็บสินค้าในอนาคตเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของคลังสินค้า [9]

กิจกรรมการดำเนินการหลักภายในคลังสินค้า [10] แบ่งออกได้เป็น 4 กิจกรรมหลัก ได้แก่ การรับสินค้า จัดเก็บสินค้า หยิบสินค้า และจัดส่งสินค้า

2.1.1 การรับสินค้า (Receiving)

คือการรับสินค้าจากโรงงานซับพลายเออร์เข้าสู่คลังสินค้าโดยจะรวมถึงการจัดตารางเวลารถเข้าคลังสินค้า ระบุบริเวณจุดที่ใช้ในการรับสินค้า ระบุปริมาณสินค้า จำนวณคนงานและอุปกรณ์ที่ต้องใช้ นอกจากนี้ยังรวมถึงการตรวจสอบสภาพและจำนวนของสินค้า และการตรวจสอบเอกสารจากโรงงานซับพลายเออร์ว่ามีการส่งสินค้าตรงตามความต้องการหรือไม่

2.1.2 การจัดเก็บสินค้า (Put-away)

คือการย้ายสินค้าบริเวณหน้าท่ารับสินค้าไปยัง ณ บริเวณพื้นที่จัดเก็บสินค้า เช่น ชั้นวางสินค้า โดยจะมีการตรวจสอบและบันทึกข้อมูลสินค้าที่รับเข้าพร้อมทั้งระบุตำแหน่งที่ทำการจัดเก็บสินค้าเพื่อให้ง่ายต่อการหยิบเมื่อมีความต้องการสินค้าจากกลุ่มลูกค้า

2.1.3 การหยิบสินค้า (Picking)

คือการนำสินค้าออกจากพื้นที่จัดเก็บเมื่อมีความต้องการสินค้าจากลูกค้า โดยพนักงานจะทำการตรวจสอบตำแหน่งการจัดเก็บสินค้าชนิดนั้น และมีการเลือกสินค้าพร้อมทั้งทำการหยิบสินค้าในจำนวนเท่ากับตามความต้องการของลูกค้าเพื่อส่งให้ฝ่ายจัดส่งต่อไป

2.1.4 การจัดส่งสินค้า (Shipping)

คือการนำสินค้าออกจากพื้นที่เตรียมการขนส่ง (Consolidate area) ขนย้ายสินค้าไปยังรถขนส่ง เริ่มตั้งแต่การรวบรวมและตรวจสอบสินค้าให้ตรงตามความต้องการของกลุ่มลูกค้า จากนั้นจึงขนถ่านสินค้าลงบนรถบรรทุกสินค้า รวมไปถึงการวางแผนการขนส่งหรือรวมคันรถ

โดยกิจกรรมการหยิบสินค้าเป็นกิจกรรมที่ใช้ชั่วโมงแรงงานมากที่สุด โดยมีค่าใช้จ่ายในส่วนนี้มากถึง 60% ของค่าใช้จ่ายในการดำเนินการคลังสินค้าทั้งหมด เนื่องจากมีขั้นตอนในการทำงานมากที่สุด เช่น การเดิน การหาสินค้า การหยิบสินค้า การนับจำนวนสินค้า การจัดเตรียมเอกสาร เป็นต้น

หลายบริษัทจึงมีการนำระบบอัตโนมัติเข้ามาใช้ภายในคลังสินค้า รวมไปถึงระบบจัดเก็บและเรียกคืนวัสดุอัตโนมัติ (Miniload AS/RS)

2.2 รูปแบบการจัดเก็บและหยิบสินค้า (Storing and Picking) ภายในคลังสินค้า

เนื่องจากกิจกรรมการหยิบสินค้าเป็นกิจกรรมที่มีสัดส่วนในการใช้ชั่วโมงแรงงานมากที่สุด รูปแบบที่ใช้ในการจัดเก็บสินค้าจึงส่งผลต่อเวลาที่ใช้ในการหยิบสินค้า ทำให้ปริมาณสินค้าเข้าออกต่อวัน (Throughput) เพิ่มขึ้น ประสิทธิภาพของระบบจัดเก็บและเรียกคืนวัสดุอัตโนมัติก็จะเพิ่มขึ้นด้วย Hausman *et al.* [6] ได้ศึกษาเกี่ยวกับระบบจัดเก็บและเรียกคืนวัสดุอัตโนมัติรูปแบบ Single Command Cycles คือการที่เครนอัตโนมัตินำสินค้าที่สถานีหยิบและฝากวัสดุเข้าไปเก็บยังโครงสร้างที่เก็บวัสดุแล้วกลับมาที่จุดเดิม กำหนดรูปแบบที่ใช้ในการจัดเก็บ 3 รูปแบบคือ

1) Randomized Storage จัดเก็บแบบสุ่ม โอกาสที่จะจัดเก็บวัสดุในแต่ละตำแหน่งเท่ากัน โดยนำกฎ Closest Open Location มาใช้ร่วมด้วย คือการจัดเก็บวัสดุที่ตำแหน่งด้านหน้าก่อนซึ่งใกล้กับสถานีหยิบและฝากวัสดุ มีอัตราใช้ประโยชน์ของพื้นที่สูง
2) Full Turnover-Based Storage จัดเก็บโดยกำหนดตำแหน่งของการจัดเก็บตามความต้องการและอัตราการหมุนเวียนของสินค้านั้น สินค้าที่มีความถี่ในการกระจายสินค้ามากจะถูกจัดเก็บไว้ตำแหน่งด้านหน้า ส่วนสินค้าที่มีความถี่ในการกระจายสินค้าต่ำจะถูกเก็บไว้ห่างออกไป
3) Class-Based Storage จัดเก็บโดยกำหนดตำแหน่งการจัดเก็บของกลุ่มสินค้า โดยแบ่งตามอัตราการหมุนเวียนของกลุ่มสินค้านั้น แตกต่างจาก Full Turnover-Based Storage เนื่องจากจะระบุการจัดเก็บเป็นกลุ่มของสินค้า ซึ่งภายในพื้นที่จัดเก็บของกลุ่มสินค้านั้นจะเป็นการจัดเก็บแบบสุ่ม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

พบว่ารูปแบบ Class-Based Storage และ Full Turnover-Based Storage สามารถลดเวลาที่ใช้ในกระบวนการหยิบสินค้าได้ ซึ่งรูปแบบการจัดเก็บสินค้าตามปริมาณความต้องการไว้ด้านหน้าสามารถทำได้ง่ายกว่า ต่อมา Graves *et al.* [11] ได้ศึกษาผลกระทบของระบบจัดเก็บและเรียกคืนวัสดุอัตโนมัติรูปแบบ Dual Command Cycles คือการที่เครนอัตโนมัตินำสินค้าที่สถานีหยิบ

และฝากวัสดุเข้าไปเก็บยังโครงสร้างที่เก็บวัสดุแล้วไปยังตำแหน่งของวัสดุที่ต้องการหยิบออก เพื่อหยิบวัสดุออกมาจากโครงสร้างที่เก็บวัสดุแล้วจึงกลับมาที่ตำแหน่งเดิม พบว่าสามารถลดเวลาการทำงานลงได้ถึง 30% Van den Berg and Gademann [12] ประมาณความต้องการของสินค้าด้วยการใช้ดัชนี cube-per-order (COI Index) ดัชนี COI จะใช้อัตราการเข้าออกของสินค้าในการพิจารณาแบ่งกลุ่มของสินค้าแต่ละ SKU

Dedicated Storage เป็นการระบุตำแหน่งถาวรของการจัดเก็บวัสดุแต่ละประเภท การเติมสินค้าแต่ละประเภทจะถูกเติมที่ตำแหน่งจัดเก็บเดิม ซึ่งจำนวนตำแหน่งที่ใช้สำหรับเก็บสินค้าแต่ละชนิดจะคำนึงจากปริมาณสินค้าคงคลังเฉลี่ยของสินค้าชนิดนั้น Lee and Schaefer [13] มีข้อเสียคือต้องใช้พื้นที่จำนวนมากเพื่อให้เพียงพอต่อการจัดเก็บและมีอรรถการใช้ประโยชน์ของพื้นที่ต่ำ เมื่อสินค้าไม่มีพื้นที่จัดเก็บจะไม่สามารถจัดเก็บที่ตำแหน่งอื่นได้ แต่มีข้อดีคือสามารถระบุตำแหน่งจัดเก็บของสินค้าที่มีน้ำหนักสูงไว้ตำแหน่งล่างสุดของโครงสร้างที่เก็บวัสดุได้ ในการนำไปใช้โดยส่วนมากจะกำหนดพื้นที่รูปแบบการจัดเก็บแบบ Dedicated Storage แต่ในกรณีที่ตำแหน่งที่ระบุไม่เพียงพอ จะสามารถจัดเก็บที่ตำแหน่งถัดไปตามการจัดเก็บแบบ Class-based storage ได้

การหยิบสินค้าตามการรวมใบเบิกสินค้า (Order Picking) คือการหยิบสินค้าออกจากโครงสร้างที่เก็บวัสดุตามความต้องการของกลุ่มลูกค้า โดยหยิบสินค้าตามจำนวนที่ระบุในใบเบิกสินค้า เวลาในการหยิบสินค้าจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับรูปแบบที่ใช้ในการจัดเก็บสินค้า การหยิบสินค้าที่มอบหมายให้ผู้หยิบสินค้ารับผิดชอบแต่ละใบสั่งซื้อเพียงคนเดียว มีข้อดีคือสินค้าในแต่ละใบสั่งซื้อจะมีพนักงานรับผิดชอบของแต่ละใบเบิกสินค้า ช่วยลดปัญหาเรื่องสินค้าขาด/เกิดหรือมีข้อผิดพลาดได้ แต่มีข้อเสียคือ ใช้เวลาในการดำเนินการนานและพนักงานจำนวนมาก ในกรณีที่มีคำสั่งซื้อเข้ามาในเวลาเดียวกันครั้งละมากๆ เพื่อลดเวลาที่ใช้ในการหยิบสินค้า Petersen *et al.* [14] นำใบสั่งซื้อมารวมกันเป็นกลุ่มเรียกว่าการหยิบแบบ Batch Picking นิยมใช้ในคลังสินค้าที่มีขนาดใหญ่ที่มีรายการสินค้าในแต่ละใบสั่งซื้อไม่มากและมีการให้ความสำคัญกับเวลา โดยมีนโยบายการหยิบแบบ First-Come-First-Served (FCFS) กำหนดขนาดสูงสุดที่จะจัดกลุ่มใบสั่งซื้อรวมถึงปริมาณสินค้าในแต่ละใบสั่งซื้อ เมื่อมีใบสั่งซื้อเข้ามาจะต้องเลือกระหว่างการลดเวลารอเพื่อรวมกลุ่มใบสั่งซื้อหรือการลดเวลาที่ใช้ในการหยิบสินค้าอย่างใดอย่างหนึ่ง การจัดเก็บสินค้าโดยแยกพื้นที่ในการจัดเก็บแยกเป็นแต่ละประเภทสินค้าและใช้รูปแบบการหยิบแบบ Zone picking โดยมอบหมายพนักงานไว้แต่ละพื้นที่จัดเก็บสินค้า มีข้อเสียคือ เมื่อได้จำนวนสินค้าครบตามใบสั่งซื้อแล้ว ต่อมาคือการดำเนินการในส่วนของการหยิบสินค้าที่เก็บอยู่แต่ละพื้นที่มารวมกันที่จุดหนึ่งก่อนส่งมอบให้ลูกค้า อีกรูปแบบหนึ่งคือ รูปแบบการหยิบสินค้าแบบ Wave picking ซึ่งเป็นการหยิบสินค้าแบ่งเป็นแต่ละช่วงเวลา ใช้ในกรณีที่ใบสั่งซื้อมีเวลาส่งมอบที่แตกต่างกัน โดยจะรวมกลุ่มใบสั่งซื้อและทำการหยิบสินค้าเป็นช่วงเวลา

2.3 ระบบจัดเก็บและเรียกคืนวัสดุอัตโนมัติ (Automated storage and retrieval systems)

ระบบจัดเก็บและเรียกคืนวัสดุอัตโนมัติเป็นหนึ่งในอุปกรณ์ขนถ่ายที่ถูกใช้ในศูนย์กระจายสินค้าและกระบวนการในการผลิตแบบอัตโนมัติ [15] เริ่มถูกนำมาใช้ในปี 1950 สามารถใช้ในการผลิตของโรงงานที่ทันสมัยสำหรับจัดเก็บสินค้าที่อยู่ระหว่างการผลิต มีข้อดีคือสามารถควบคุมปริมาณของสินค้าคงคลัง ช่วยลดต้นทุนประสิทธิผลทางด้านเวลา การใช้พื้นที่จัดเก็บและอุปกรณ์ได้อย่างคุ้มค่า เป็นการรวมกันของอุปกรณ์ขนถ่ายสำหรับกระบวนการจัดเก็บและหยิบสินค้าควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติด้วยความแม่นยำและความเร็ว โดยลดการใช้แรงงานคน ระบบจัดเก็บและเรียกคืนวัสดุอัตโนมัติประกอบไปด้วย

1. โครงสร้างที่เก็บวัสดุ (Racks)
2. เครนอัตโนมัติ (Stacker crane)
3. สถานีหยิบและฝากวัสดุ (Input/output station)
4. ระบบสายพานลำเลียง (Conveyor)
5. คอมพิวเตอร์สั่งการ (Central supervisory computer)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 2.1 ระบบจัดเก็บและเรียกคืนวัสดุอัตโนมัติ (Miniload AS/RS)
(ที่มา: DAIFUKU)

Groover [16] แบ่งประเภทของระบบจัดเก็บและเรียกคืนวัสดุอัตโนมัติตามขนาดและปริมาณของวัสดุที่จัดเก็บ ออกเป็น 6 ประเภทคือ

1) Unit-load AS/RS เป็นระบบอัตโนมัติขนาดใหญ่ ขนถ่ายวัสดุที่จัดเก็บบนแท่นวางวัสดุหรือกล่องที่มีขนาดมาตรฐาน ควบคุมด้วยระบบคอมพิวเตอร์ ใช้เครนอัตโนมัติในการจัดเก็บและหยิบวัสดุผ่านสายพานลำเลียง
2) Deep-lane AS/RS เป็นระบบจัดเก็บที่มีความหนาแน่นมาก มีปริมาณสินค้าคงคลังสูง แต่จำนวนของชนิดสินค้าน้อย ใน 1 ช่องจัดเก็บจะมีความลึกทำให้สามารถจัดเก็บสินค้าได้จำนวนมากกว่า 1 หน่วย
3) Miniload AS/RS เป็นระบบที่ใช้จัดเก็บวัสดุที่มีขนาดเล็ก จัดเก็บในกล่องหรือตะกร้าที่มีขนาดมาตรฐาน ลักษณะการทำงานคล้ายกับ Unit-load AS/RS ยกเว้นลักษณะของวัสดุ

ที่จัดเก็บในกล่องจะเป็นชิ้นสามารถหยิบออกเป็นบางชิ้นหรือทั้งหมด ส่วน Unit-load AS/RS จะจัดเก็บเป็นหีบห่อ

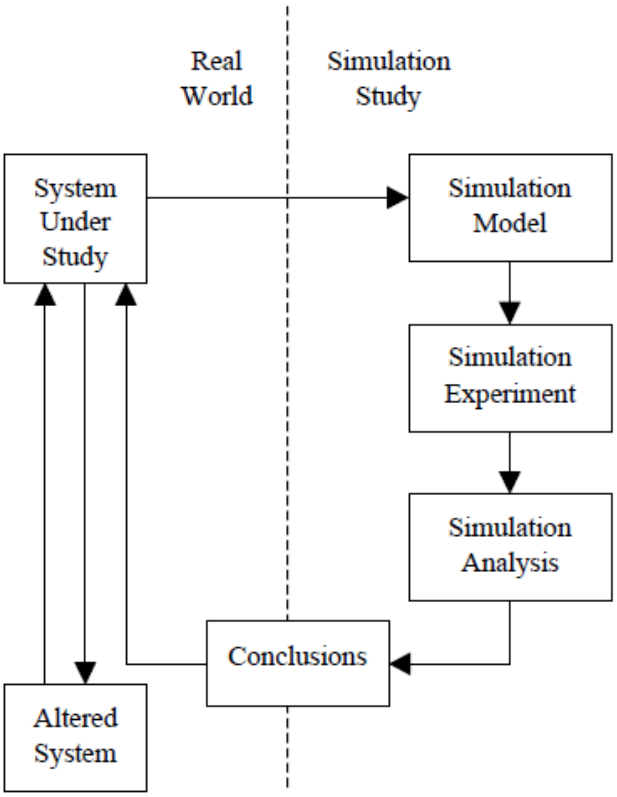
4) Man-on-board AS/RS หรือเรียกว่า Man board ในระบบนี้คนงานจะควบคุมอยู่บนเครนอัตโนมัติ สามารถหยิบวัสดุแต่ละชิ้นจากตำแหน่งที่จัดเก็บได้โดยตรง
5) Automated item-retrieval system ถูกออกแบบสำหรับวัสดุเฉพาะที่เป็นชิ้นขนาดเล็กจัดเก็บในกล่อง ออกแบบชั้นวางให้จัดเก็บวัสดุทางด้านหลังและรับวัสดุออกทางด้านหน้าไปตามสายพานลำเลียง
6) Vertical lift storage modules (VLSM) แตกต่างจากระบบจัดเก็บและเรียกคืนวัสดุอัตโนมัติทั่วไปที่ออกแบบตามแนวขวาง แต่ระบบ VLSM จะออกแบบให้มีความสูงทั่วไปตั้งแต่ 10 เมตร สามารถจัดเก็บวัสดุได้ปริมาณมากแต่ใช้พื้นที่น้อย

ลักษณะการทำงานของระบบจัดเก็บและเรียกคืนวัสดุอัตโนมัติ ในขั้นตอนเริ่มต้นวัสดุจะถูกจัดเก็บบนแท่นวางสินค้า (Pallet) หรือตะกร้า (Basket) จากนั้นจะถูกลำเลียงบนสายพานผ่านสถานีวัดขนาดและความสูงของตะกร้า โดยน้ำหนักและความสูงของตะกร้าต้องไม่เกินค่าที่ระบบระบุไว้ จากนั้นคอมพิวเตอร์สั่งการจะกำหนดตำแหน่งที่จะนำวัสดุเข้าไปจัดเก็บ เครนอัตโนมัติทำหน้าที่หยิบสินค้าเข้าไปเก็บยังตำแหน่งที่ระบบระบุผ่านช่องทางเดินซึ่งเกิดจากช่องว่างระหว่างโครงสร้างที่เก็บวัสดุ เมื่อมีความต้องการของสินค้า คอมพิวเตอร์สั่งการจะหาตำแหน่งที่วัสดุนั้นจัดเก็บอยู่ เครนอัตโนมัติจะทำหน้าที่หยิบสินค้าออกจากโครงสร้างที่เก็บวัสดุ ระบบสายพานลำเลียงจะลำเลียงวัสดุไปยังสถานีหยิบและฝากวัสดุ คนงานจะทำหน้าที่หยิบวัสดุออก จากนั้นระบบสายพานจะลำเลียงวัสดุเข้าไปเก็บยังโครงสร้างที่เก็บวัสดุตามเดิม

2.4 แบบจำลองสถานการณ์

การนำแบบจำลองสถานการณ์ (Simulation Model) มาประยุกต์ใช้เพื่อศึกษาการไหลของกิจกรรมในรูปแบบต่างๆ โดยการใช้โปรแกรมซอฟแวร์คอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยจำลองสถานการณ์จริง เนื่องจากในการทำงานต่างๆ หากทำการทดลองหรือปรับเปลี่ยนกระบวนการทำงานอาจส่งผลต่อการทำงานในปัจจุบันและทำให้เกิดค่าใช้จ่ายที่เพิ่มมากขึ้น Maria[17] ได้ระบุขั้นตอนการสร้างแบบจำลองสถานการณ์มีขั้นตอนดังนี้

1) การระบุปัญหา
2) การกำหนดปัญหา ระบุขอบเขต วัตถุประสงค์ ตัวชี้วัดของปัญหาที่จะทำการศึกษา
3) การเก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์หา Pattern ของข้อมูลเพื่อใช้เป็นข้อมูลรับเข้า (Input Data) ของแบบจำลอง
4) การสร้างแบบจำลอง เขียนแผนภาพการไหล (Flow diagram) ของระบบจากนั้นจึงนำมาแปลงเป็นแบบจำลองสถานการณ์
5) การตรวจพิสูจน์แบบจำลอง (Validate) เปรียบเทียบผลที่ได้จากแบบจำลองกับระบบจริง
6) การเขียนแบบจำลอง
7) การระบุตัวชี้วัดประสิทธิภาพที่ใช้สำหรับการวัดผลของแบบจำลอง
8) การสร้างเงื่อนไขที่ใช้สำหรับการทดลอง เช่น การตั้งค่าเริ่มต้น การกำหนดจำนวนครั้งทำซ้ำของการทดสอบ การระบุขนาดของตัวอย่างที่ใช้ทดสอบ เป็นต้น
9) การทดสอบแบบจำลอง
10) การวิเคราะห์และแปลผลการทดลอง
11) ข้อเสนอแนะในการนำแบบจำลองไปใช้ต่อยอดในอนาคต



รูปที่ 2.2 แผนผังแบบจำลองสถานการณ์ [17]

Kelton *et al.* [18] ได้จำแนกประเภทของแบบจำลองสถานการณ์ (Simulation Classification) ออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. จำแนกตามกาลเวลา จำแนกได้เป็นแบบจำลองคงที่และแบบจำลองเชิงพลวัต (Static and Dynamic Model)
   1.1 แบบจำลองคงที่ คือ เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในระบบการดำเนินงานคงที่กับเวลาเสมอ เป็นการตัดสินใจตามช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง
   1.2 แบบจำลองเชิงพลวัต คือ การเปลี่ยนแปลงของเวลาจะมีผลกระทบต่อเหตุการณ์ต่างๆ หรือตัวแปรที่กำลังสนใจ โดยกระบวนการตัดสินใจในส่วนแรกจะมีผลต่อการตัดสินใจในช่วงเวลาถัดไป

2. จำแนกตามความต่อเนื่อง โดยแบ่งตามสถานการณ์ความน่าจะเป็นของแบบจำลอง (Probabilistic Simulation)
   2.1 Continuous distribution คือ สภาวการณ์ของระบบที่มีการเปลี่ยนแปลงได้อย่างต่อเนื่องตลอดเวลา
   2.2 Discrete distribution คือ สภาวการณ์ของระบบที่มีการเปลี่ยนแปลงได้ ณ จุดหนึ่งจุดใดของเวลา ระบุค่าของตัวแปรได้ชัดเจน

3. จำแนกตามมิติความแน่นอนของข้อมูล (Deterministic and Stochastic Model)
   3.1 Deterministic คือ เหตุการณ์จะเกิดขึ้นภายใต้กฎเกณฑ์ที่แน่นอนและมีการกำหนดเวลาที่แน่นอน ซึ่งข้อมูลที่นำเข้าจะเป็นค่าคงที่ คำตอบที่ได้จะรองรับต่อการเกิดการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลได้ในระดับหนึ่ง
   3.2 Stochastic คือ เวลาจะมีผลกระทบมาจากความน่าจะเป็นหรือความแปรปรวนจากการมาของเวลาที่ไม่คงที่ ซึ่งข้อมูลที่นำเข้าจะเป็นข้อมูลเชิงสถิติ คำตอบที่ได้จะสามารถรองรับต่อการเกิดการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลอยู่ในช่วงของการพิจารณาได้ [19]

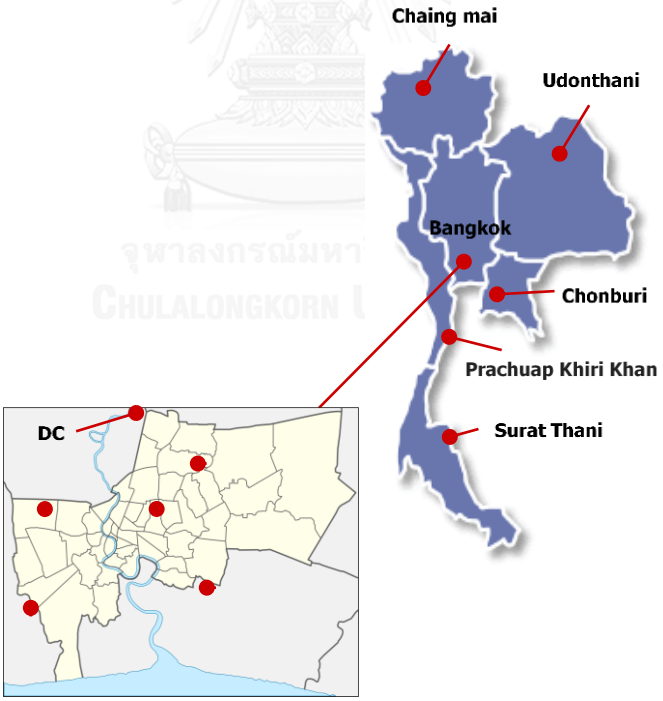
การจำลองสถานการณ์ (Simulation) ช่วยให้สามารถวิเคราะห์สภาพที่เป็นอยู่ในปัจจุบันของระบบ และช่วยวิเคราะห์หาแนวทางเลือก (Scenario) ที่เหมาะสม ก่อนนำไปใช้กับการปฏิบัติงานจริง ช่วยให้ประหยัดทั้งค่าใช้จ่ายและเวลา นอกจากนี้ยังทำให้ลดความเสี่ยงที่จะเกิดความผิดพลาดได้อีกทางด้วย ในการแก้ปัญหากระบวนการภายในคลังสินค้าในส่วนการดำเนินงานจึงมักนำแบบจำลองสถานการณ์เข้ามาเป็นเครื่องมือช่วยในการช่วยวิเคราะห์และแก้ไขปัญหา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 3
บริษัทกรณีศึกษาและรวบรวมข้อมูล

หลังจากได้ทราบถึงความสำคัญและที่มาของปัญหา งานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องมาแล้วในส่วนก่อนหน้า ในส่วนนี้จะอธิบายเกี่ยวกับบริษัทค้าปลีกวัสดุก่อสร้างกรณีศึกษา เพื่อให้ทราบถึงประเภทของสินค้า ลักษณะการดำเนินงานของธุรกิจ รวมถึงการดำเนินการภายในศูนย์กระจายสินค้า โดยจะเน้นในส่วนของคลังจัดเก็บสินค้าเบ็ดเตล็ดและระบบจัดเก็บและเรียกคืนวัสดุอัตโนมัติ

บริษัทกรณีศึกษาดำเนินธุรกิจค้าปลีกวัสดุก่อสร้าง ปัจจุบันมีคลังสินค้าเพียง 1 แห่งตั้งอยู่ที่ อ.รังสิต จ.ปทุมธานี เพื่อกระจายสินค้าไปยังร้านสาขาต่างๆ 10 สาขา โดยเป็นสาขาที่อยู่ในจังหวัดกรุงเทพฯและปริมณฑล 5 สาขา และกระจายไปตามหัวเมืองในต่างจังหวัดอีก 5 สาขา คือ สาขาเชียงใหม่ อุดรธานี สุราษฎร์ธานี ประจวบคีรีขันธ์ ชลบุรี ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 ตำแหน่งศูนย์กระจายสินค้าและร้านสาขาของบริษัทค้าปลีกวัสดุก่อสร้างกรณีศึกษา

เนื่องจากบริษัทเล็งเห็นถึงการขยายตัวของโครงการบ้านจัดสรรภายในจังหวัดกรุงเทพฯ และปริมณฑล รวมถึงตามหัวเมืองในภูมิภาคต่างๆ ปัจจุบันบริษัทค้าปลีกวัสดุก่อสร้างกรณีศึกษาได้มีการขยายสาขาเพิ่มมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยรูปแบบของธุรกิจค้าปลีกวัสดุก่อสร้างจะมุ่งเน้นการกระจายตัวสู่ชุมชน ทำให้ลูกค้าสะดวกสบายและสามารถเข้าถึงได้ง่าย เป็นการสร้าง Brand Loyalty ได้อีกด้วย จากการขยายสาขาที่เพิ่มมากขึ้น ทำให้บริษัทกรณีศึกษาจำเป็นต้องมีปรับปรุงและขยายศูนย์กระจายสินค้าให้มีความทันสมัยอยู่ตลอดเวลาเพื่อให้สามารถรองรับจำนวนสินค้าจากโรงงานซัพพลายเออร์ที่เพิ่มมากขึ้น และการจัดการปริมาณของสินค้าคงคลังให้อยู่ในระดับจัดเก็บที่เหมาะสมโดยที่คลังสินค้าสามารถรองรับได้ นอกจากนี้ศูนย์กระจายสินค้ายังทำหน้าที่กระจายสินค้าไปยังร้านสาขาและจัดส่งไปยังบ้านลูกค้าให้ทันตามเวลาที่กำหนด

3.1 ศูนย์กระจายสินค้าของบริษัทค้าปลีกวัสดุก่อสร้าง

บริษัทค้าปลีกวัสดุก่อสร้างกรณีศึกษามีจำนวนสินค้ากว่า 100,000 รายการ ทั้งที่นำเข้าจากต่างประเทศและผลิตภายในประเทศ ในอดีตแต่ละร้านสาขามีหน้าที่ในการจัดการบริหารคลังสินค้าและการรับสินค้าจากโรงงานซัพพลายเออร์กว่า 200 ราย จึงเกิดความยุ่งยากในการจัดการปริมาณระดับของสินค้าคงคลัง ผู้บริหารของบริษัทกรณีศึกษาจึงมีแนวคิดสร้างศูนย์กระจายสินค้าขึ้นมา เพื่อทำหน้าที่ในการกระจายสินค้าให้กับร้านสาขาต่างๆ ช่วยลดภาระงานของร้านสาขาที่ต้องแบกรับสินค้าคงคลังลดลงจากเดิมร้อยละ 30 และยังลดขั้นตอนในการจัดส่งสินค้าของโรงงานซัพพลายเออร์ให้ส่งที่ศูนย์กระจายสินค้าเพียงแห่งเดียว ช่วยให้ร้านสาขามีพื้นที่จัดเก็บสินค้าได้หลากหลายสามารถรองรับความต้องการจากลูกค้า ระบบที่ปรับปรุงนี้ช่วยให้ร้านสาขาสามารถจัดการสินค้าพอเหมาะในแต่ละวัน โดยร้านสาขามีการเติมเต็มสินค้ารวดเร็วและคลังสินค้าสามารถกระจายสินค้าให้สาขาได้ภายใน 24 ชั่วโมง

ในกระบวนการทำงานของคลังสินค้าปัจจุบัน บริษัทค้าปลีกวัสดุก่อสร้างกรณีศึกษามีระบบการเติมเต็มสินค้าของร้านสาขา แบ่งเป็น 3 รูปแบบดังนี้

1) **การเติมเต็มสินค้าแบบสองระดับ (min-max)** เมื่อระดับสินค้าในแต่ละประเภทของร้านสาขาต่างๆ ลดน้อยลงจนมีจำนวนเท่ากับหรือน้อยกว่าระดับจุดสั่งซื้อ (Minimum หรือ

Reorder Point) ระบบจะทำการแจ้งเตือน จากนั้นฝ่ายจัดซื้อของแต่ละร้านสาขาจะทำการสั่งสินค้าเพิ่ม เพื่อเติมสินค้าให้อยู่ในระดับสูงสุด (Maximum) และศูนย์กระจายสินค้าจะทราบปริมาณของสินค้าคงคลัง (Inventory) ของแต่ละร้านสาขาเช่นกัน ดังนั้นเมื่อสินค้า SKU ใดมีปริมาณของสินค้าอยู่ต่ำกว่าหรือเท่ากับระดับสั่งซื้อ (Minimum) ของสินค้า SKU นั้นๆ ศูนย์กระจายสินค้าจะมีการกระจายสินค้าให้ร้านสาขานั้นๆ อัตโนมัติทันที โดยระบบการเติมเต็มสินค้ารูปแบบนี้จะใช้กับสินค้าขายดีประเภท Standard เท่านั้น เนื่องจากเป็นประเภทสินค้าที่มีมีความต้องการอย่างต่อเนื่อง และเคลื่อนไหวเร็ว

2) **การเติมเต็มสินค้าตามความต้องการสินค้าของร้านสาขา** โดยฝ่ายจัดซื้อในแต่ละร้านสาขาจะเป็นผู้กำหนดปริมาณของสินค้าที่ทำการสั่งซื้อในแต่ละครั้ง เนื่องจากสินค้าที่ใช้ระบบการเติมเต็มรูปแบบนี้เป็นสินค้าที่มีความต้องการรูปแบบเฉพาะกลุ่มหรือเป็นสินค้าที่ลูกค้ามีความต้องการในบางช่วงเวลาเท่านั้น บริษัทกรณีศึกษาจึงกำหนดให้แต่ละร้านสาขาเป็นผู้กำหนดจำนวนสินค้าในการสั่งสินค้ามายังคลังสินค้าแต่ละครั้ง โดยสินค้าที่มีการเติมเต็มรูปแบบนี้จะเป็นสินค้าประเภท Regular

3) **การเติมเต็มสินค้าตามความต้องการสินค้าของลูกค้า** ศูนย์กระจายสินค้าจะไม่ทำการ stock สินค้าประเภทนี้ แต่จะมีการสั่งสินค้าต่อเมื่อมีความต้องการจากลูกค้า โดยฝ่ายจัดซื้อในแต่ละร้านสาขาจะเป็นผู้ดำเนินการสั่งซื้อ เนื่องจากสินค้าประเภทนี้เป็นสินค้าที่มีราคาสูง มีขนาดใหญ่ ยากต่อการจัดเก็บ หรือเป็นสินค้าประเภทสั่งผลิต บริษัทค้าปลีกวัสดุก่อสร้างกรณีศึกษาจึงกำหนดให้ร้านสาขาเป็นผู้รับผิดชอบและดำเนินการในการสั่งสินค้าประเภทนี้

งานวิจัยนี้จะให้ความสนใจสินค้าประเภท Standard และ Regular เท่านั้นเนื่องจากเป็นประเภทสินค้าที่มีการจัดเก็บภายในศูนย์กระจายสินค้า ส่วนสินค้าสั่งผลิตจะทำการส่งผ่านศูนย์กระจายสินค้าไปยังกลุ่มลูกค้าโดยตรง โดยสามารถสรุปประเภทสินค้าและระบบที่ใช้ในการเติมเต็มสินค้าดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ประเภทสินค้าและระบบที่ใช้ในการเติมเต็มสินค้าของร้านสาขา

ประเภทสินค้า	**ระบบการเติมเต็มสินค้า**
สินค้า Standard	แบบสองระดับ (min-max)
สินค้า Regular	แบบ Retailer Request
สินค้าสั่งผลิต	แบบ Deposit

นอกจากบริษัทค้าปลีกวัสดุก่อสร้างกรณีศึกษาจะมีการแบ่งประเภทของสินค้าตามลักษณะของสินค้าและความต้องการของสินค้าแล้ว ยังมีการแบ่งหมวดสินค้า ABC ตามปริมาณความต้องการสินค้า เพื่อใช้สำหรับการกำหนดปริมาณของสินค้าแต่ละ SKU ในการจัดเก็บภายในศูนย์กระจายสินค้า และยังใช้กำหนดโซนในการจัดเก็บสินค้า เพื่อให้มีความรวดเร็วในการหยิบสินค้ากระจายไปยังร้านสาขาและลูกค้า โดยแบ่งกลุ่มของสินค้าเป็น 4 หมวด ดังนี้

หมวด A: สินค้าที่มีความเคลื่อนไหวเร็ว (Fast moving) เป็นสินค้าขายดี มีความถี่ในการสั่งสินค้าบ่อย การเติมสินค้าจะเติมในปริมาณมาก หากเป็นสินค้าเบ็ดเตล็ดจะมีการเติมสินค้าเป็นโหล/กล่อง

หมวด B: สินค้าที่มีความเคลื่อนไหวปานกลาง (Medium moving) เป็นสินค้าขายดีรองลงมา มีความถี่ในการสั่งค่อนข้างบ่อย มีการเติมสินค้าเป็นโหล/กล่อง

หมวด C: สินค้าที่มีความเคลื่อนไหวช้า (Slow moving) มีความถี่ในการสั่งไม่บ่อยนัก มีลักษณะการเติมสินค้าเป็นชิ้น

ในปัจจุบันบริษัทกรณีศึกษามีการนำเทคโนโลยีการจัดการคลังสินค้าเข้ามาใช้ภายในศูนย์กระจายสินค้า อาทิเช่น โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในการจัดการและบริหารคลังสินค้า (Warehouse Management Systems: WMS) โดยระบบจะเชื่อมต่อตั้งแต่การจัดซื้อ จัดหา การคืนสินค้า และการจัดส่งสินค้า ใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัยโดยใช้งานร่วมกับ Barcode ออกแบบระบบให้มีความสอดคล้องกับการทำงานและกิจกรรมต่างๆ ที่เกิดขึ้นในคลังสินค้า เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพและความสามารถในการบริการจัดการคลังสินค้า บริษัทยังนำระบบ ERP (Enterprise Resource

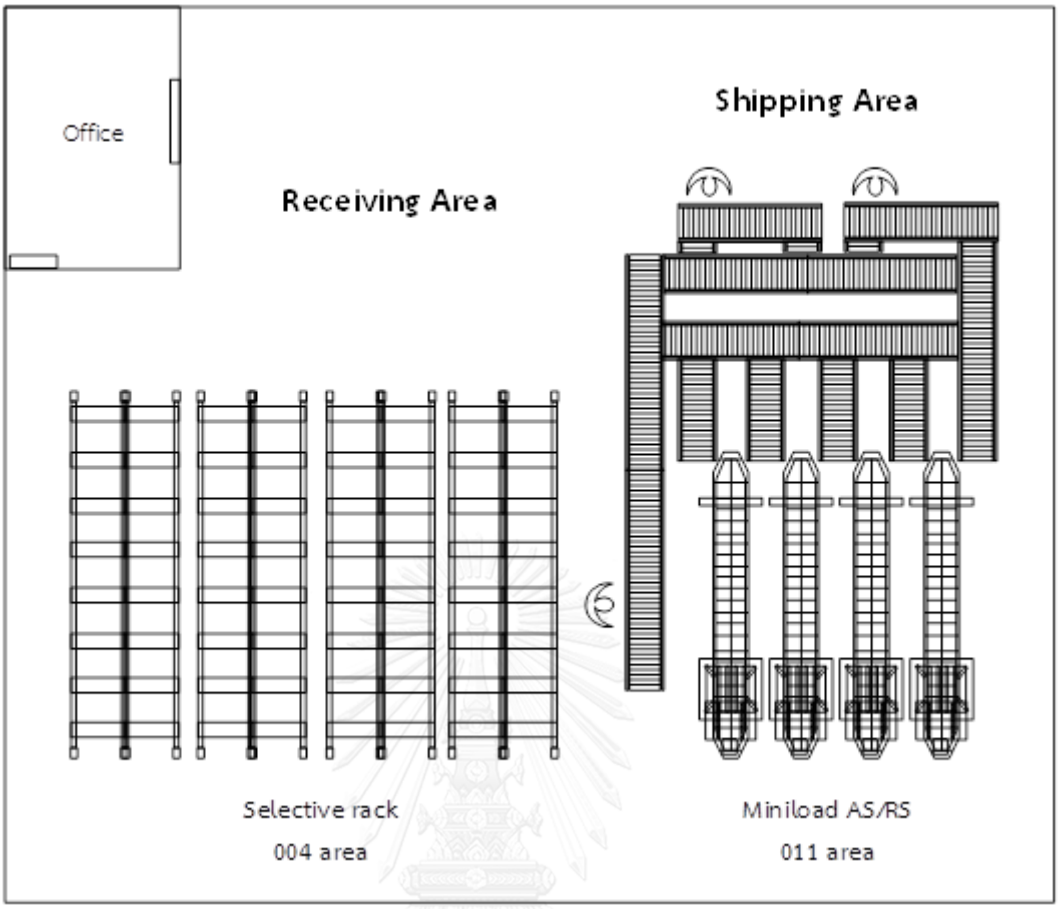
Planning) ของบริษัท SAP ซึ่งเป็นระบบงานที่ออกแบบมาเพื่อรองรับการทำงานรูปแบบ Real-time เพื่อให้มีการเข้าถึงข้อมูลอย่างรวดเร็ว ถูกต้อง และแม่นยำ สามารถตรวจสอบข้อมูลการเคลื่อนไหวของสินค้าแต่ละรายการย้อนหลังได้ นอกจากนั้นยังนำระบบ Business Intelligence มาใช้ในการดึงข้อมูลในระบบมาทำการวิเคราะห์และรายงานผลอีกด้วย

ศูนย์กระจายสินค้าของบริษัทค้าปลีกวัสดุก่อสร้างกรณีศึกษาในปัจจุบัน มีการแยกพื้นที่ในการจัดเก็บตามชนิดของสินค้า เนื่องจากสินค้าเบ็ดเตล็ดเป็นสินค้าที่มีจำนวนมากและมีขนาดเล็ก จึงต้องใช้แรงงานคนในการจัดเก็บ-หยิบสินค้า บริษัทค้าปลีกวัสดุก่อสร้างกรณีศึกษาจึงได้ลงทุนนำระบบจัดเก็บและเรียกคืนวัสดุอัตโนมัติ (Automated Storage and Retrieval System: Miniload) เพื่อนำมาใช้แก้ปัญหาสินค้าที่หายบ่อยและจำนวนแรงงาน ในการจัดการบริหารคลังสินค้าเบ็ดเตล็ด

3.2 การดำเนินการภายในคลังสินค้าเบ็ดเตล็ด

สินค้าเบ็ดเตล็ดเป็นสินค้าที่มีกำไรต่อหน่วยสูง โดยมีขนาดสินค้าตั้งแต่เล็กมาก เช่น ก๊อกน้ำ ม้วนเทป แผงสวิตส์ไฟ จนถึงขนาดใหญ่มาก เช่น ชุดฝักบัว บานประตู คิ้ว ปั้มน้ำ ทำให้ปัจจุบันบริษัทค้าปลีกวัสดุก่อสร้างกรณีศึกษามีการแบ่งพื้นที่จัดเก็บสินค้าเป็น 2 ส่วน ดังรูปที่ 3.2

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



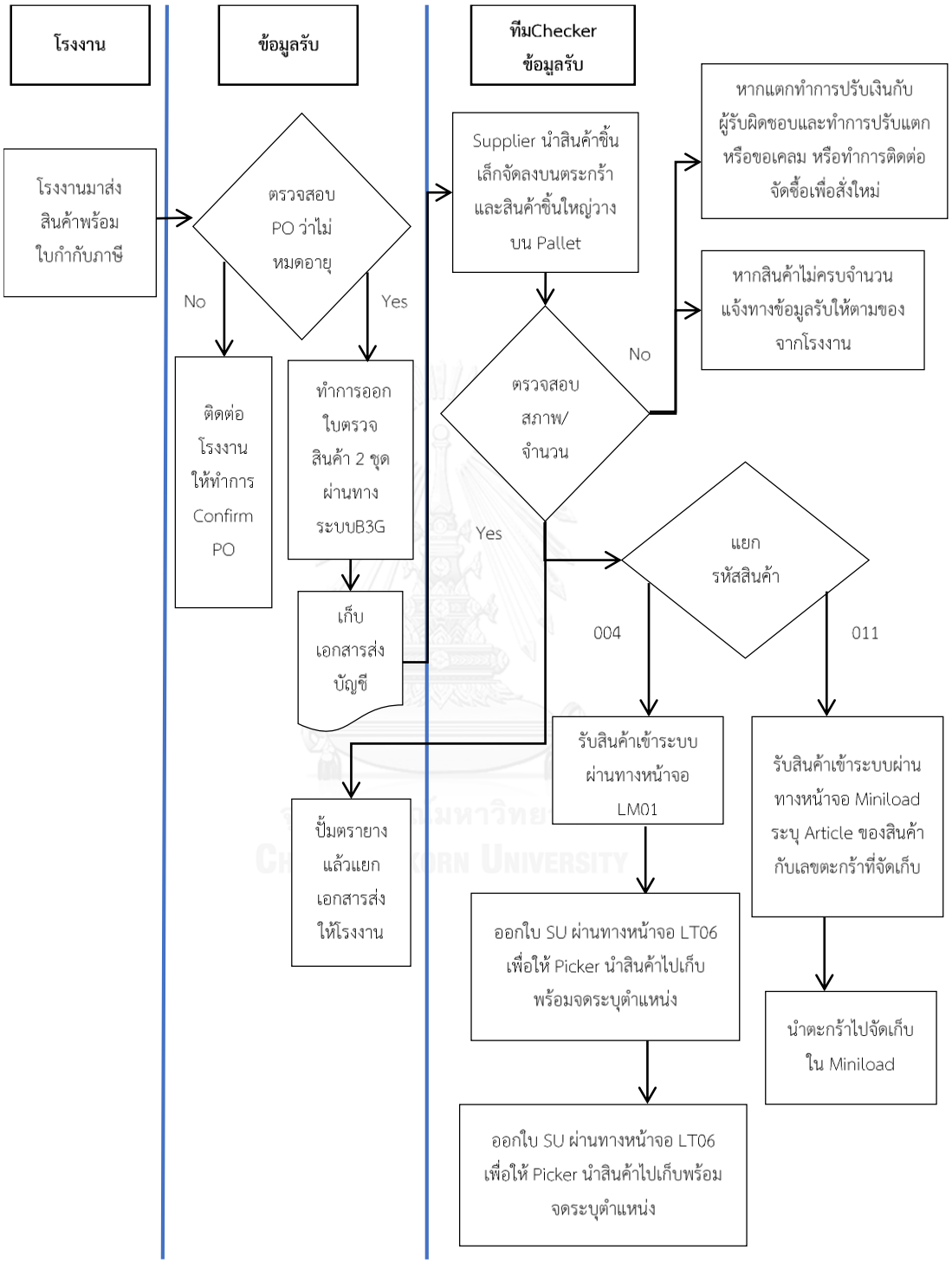
รูปที่ 3.2 คลังสินค้าเบ็ดเตล็ดในปัจจุบันของบริษัทค้าปลีกวัสดุก่อสร้างกรณีศึกษา

สินค้ารหัส 004 เป็นสินค้าขนาดใหญ่ มีการจัดเก็บบนชั้นสำหรับวางสินค้า (Selective rack) คลังสินค้าเบ็ดเตล็ดในส่วนนี้ดำเนินการผ่านระบบ WMS ร่วมกับ Barcode ในการจัดเก็บและหยิบสินค้า ส่วนสินค้ารหัส 011 เป็นสินค้าขนาดเล็ก สามารถใส่ตะกร้า (Tote) และนำไปจัดเก็บภายในระบบจัดเก็บและเรียกคืนวัสดุอัตโนมัติหรือ Miniload ได้ โดยการแบ่งส่วนการทำงานจะมีการแบ่งการการดำเนินการแยกเป็นแต่ละกลุ่มของสินค้า เริ่มจากการรับสินค้าเบ็ดเตล็ดจากโรงงานซับพลายเออร์เพื่อจัดเก็บในคลังสินค้าและการเบิกสินค้าเบ็ดเตล็ดเพื่อจ่ายไปยังลูกค้า/ร้านสาขา ประกอบด้วยทีม Checker ทำหน้าที่ตรวจสอบสินค้าที่รับจากโรงงานซับพลายเออร์ รวมถึงทำการจัดเก็บสินค้าเบ็ดเตล็ดเข้าคลัง และทีม Picker จะทำหน้าที่หยิบสินค้าจากคลังให้ตรงตามใบ Delivery Order (DO) จัดสินค้าให้ตรงตามใบ DO แต่ละใบเพื่อเตรียมจัดส่งสินค้าไปยังกลุ่มลูกค้า/ร้านสาขา โดยจะแบ่งแต่ละส่วนของการทำงานออกเป็นฝ่ายต่างๆ ดังนี้

3.2.1 ฝ่ายรับสินค้า

เมื่อโรงงานซับพลายเออร์นำสินค้าและใบตรวจสอบการรับของสินค้าเบ็ดเตล็ดมายังฝ่ายรับสินค้า พนักงานจากโรงงานซับพลายเออร์จะจัดวางสินค้าเบ็ดเตล็ดขนาดเล็กลงในตะกร้าสำหรับจัดเก็บใน Miniload โดยแบ่งเป็นตะกร้าสีฟ้าและสีเขียวตามขนาดของตะกร้า ส่วนสินค้าขนาดใหญ่จะจัดเรียงไว้บนพาเลท จากนั้นทีม Checker จะตรวจสอบสภาพและจำนวนสินค้าถูกต้องตาม PO และสินค้ามีสภาพดีหมด ซึ่งกระบวนการในการจัดเก็บสินค้าจะแตกต่างกันตามขนาดของสินค้า ดังรูปที่ 3.3 สรุปขั้นตอนการทำงานกระบวนการรับสินค้าเบ็ดเตล็ดของบริษัทค้าปลีกวัสดุก่อสร้างกรณีศึกษาในปัจจุบัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 3.3 ขั้นตอนการทำงานรับสินค้าเบ็ดเตล็ดของบริษัทค้าปลีกวัสดุก่อสร้างกรณีศึกษาในปัจจุบัน

กลุ่มสินค้าเบ็ดเตล็ดขนาดใหญ่ (รหัส 004) : พนักงานรับสินค้าเบ็ดเตล็ดเข้าระบบ WMS และนำสินค้าไปบริเวณจุดพักเพื่อรอจัดเก็บเข้าคลังสินค้าเบ็ดเตล็ด โดยทางทีม Checker จะเก็บสินค้าเบ็ดเตล็ดบนชั้นวางสินค้า selective rack เป็นโซนขึ้นอยู่กับชนิดของสินค้าเบ็ดเตล็ด โดยมักจะเก็บสินค้าประเภทหลอดไฟให้อยู่รวมกัน เนื่องจากเป็นสินค้าที่แต่หักง่าย จากนั้นจึงจดระบุตำแหน่ง Location จัดเก็บและรหัสของสินค้าเบ็ดเตล็ดเพื่อส่งให้ฝ่ายรับสินค้าบันทึกข้อมูลเข้าระบบ

กลุ่มสินค้าเบ็ดเตล็ดขนาดเล็ก (รหัส 011) : พนักงานรับสินค้าเบ็ดเตล็ดเข้าระบบ WMS ผ่านทางซอฟแวร์ของ Miniload ซึ่งจะระบุรหัสของสินค้าและตัวเลขรหัสตะกร้าจัดเก็บ เพื่อระบุว่าสินค้าชนิดนั้นจัดเก็บอยู่ที่ตะกร้าใด จากนั้นจึงนำสินค้าไปยังบริเวณรอจัดเก็บใน Miniload โดยระบบจะทำการค้นหาตำแหน่งว่างในการเก็บสินค้าเบ็ดเตล็ดแบบสุ่มและทำการจัดเก็บตำแหน่งด้านหน้าที่ว่างก่อน ซึ่งปัจจุบันทางบริษัทค้าปลีกวัสดุก่อสร้างกรณีศึกษากำหนดนโยบายให้แต่ละตะกร้าไม่สามารถทำการจัดเก็บสินค้าเบ็ดเตล็ดคนละรหัสสินค้าได้

3.2.2 ฝ่ายจ่ายสินค้า

กระบวนการดำเนินงานเริ่มจากฝ่าย CS/Planning ของบริษัทค้าปลีกวัสดุก่อสร้างกรณีศึกษาจะส่งข้อมูลการเบิกสินค้าเบ็ดเตล็ดของร้านสาขา/ลูกค้ามายังฝ่ายจ่ายสินค้า 3 รอบต่อวันคือรอบเช้าเที่ยง และบ่าย 3 โมง ฝ่ายจ่ายสินค้าจะแบ่งการทำงานเป็น 2 ส่วนตามกลุ่มชนิดของสินค้า ซึ่งจะให้ Priority ของบิลเบิกสินค้าเบ็ดเตล็ดแต่ละประเภทแตกต่างกัน โดยจะให้ความสำคัญกับบิลขึ้นค้าง บิลด่วนระหว่างวัน บิลด่วน 9.00 และ DC ส่งต่อก่อน ในกรณีที่มีบิล DC Express และบิลของสาขาเชียงใหม่จะให้ความสำคัญมากที่สุด ทำให้เกิดการแทรกงานขึ้น โดยความหมายของตัวย่อของแต่ละบิลเบิกสินค้าเบ็ดเตล็ดคือ

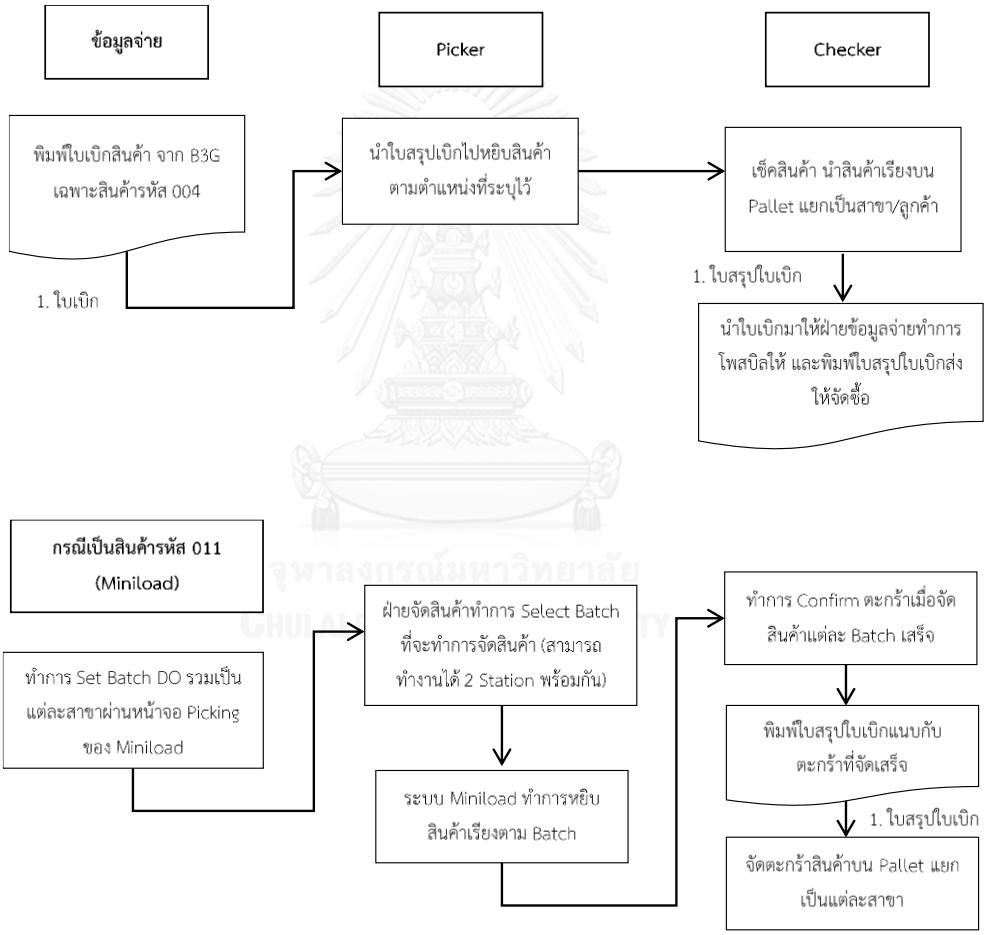
DC ส่งต่อ	: คือการที่ลูกค้าสั่งสินค้าที่ร้านสาขา แต่คลังสินค้าเบ็ดเตล็ดจะทำการส่งสินค้าตรงไปยังบ้านลูกค้าโดยไม่ผ่านร้านสาขา โดยวันที่ส่งจะขึ้นอยู่กับลูกค้ากำหนด
ขึ้นค้าง	: สินค้าจะต้องส่งถึงร้านสาขาในตอนเช้าของวันรุ่งขึ้น
ด่วนระหว่างวัน	: สินค้าจะต้องส่งถึงร้านสาขาภายในวัน

ด่วน 9 โมงเช้า : สินค้าจะต้องส่งถึงร้านสาขาก่อน 9 โมงเช้าของวันรุ่นขึ้น

ใช้ในกิจการ : สินค้าจะใช้ภายในร้านสาขาเป็นสินค้าตัวโชว์

DC Express : ลูกค้าเข้ามารับสินค้าเองที่คลังสินค้า

เมื่อจัดสินค้าตาม DO เสร็จแล้ว พนักงานจะนำสินค้าไปรวมกันที่ฝ่ายจัดส่งเพื่อรอจัดสินค้าขึ้นรถต่อไป ดังรูปที่ 3.4 สรุปขั้นตอนในการทำงานการจ่ายสินค้าเบ็ดเตล็ดของบริษัทค้าปลีกวัสดุก่อสร้างกรณีศึกษาในปัจจุบัน



รูปที่ 3.4 กระบวนการจ่ายสินค้าเบ็ดเตล็ดของบริษัทค้าปลีกวัสดุก่อสร้างกรณีศึกษาในปัจจุบัน

กลุ่มสินค้าเบ็ดเตล็ดขนาดใหญ่ (รหัส 004) : ฝ่ายจ่ายสินค้าจะพิมพ์ใบเบิกสินค้า (Picking slip) เพื่อส่งให้พนักงานนำไปหยิบ/จัดสินค้า เมื่อพนักงานตรวจสอบว่าสินค้าที่หยิบออกมาจากคลังสินค้าเบ็ดเตล็ดตรงกับรายชื่อสินค้าในแต่ละ DO แล้ว จึงนำ Stage ระบุชื่อสาขา/ลูกค้า ไปแปะที่พาเลทสินค้าที่จัดเสร็จแล้ว จากนั้นจึงพิมพ์ใบสรุปใบเบิกเพื่อส่งให้ฝ่ายจัดซื้อต่อไป

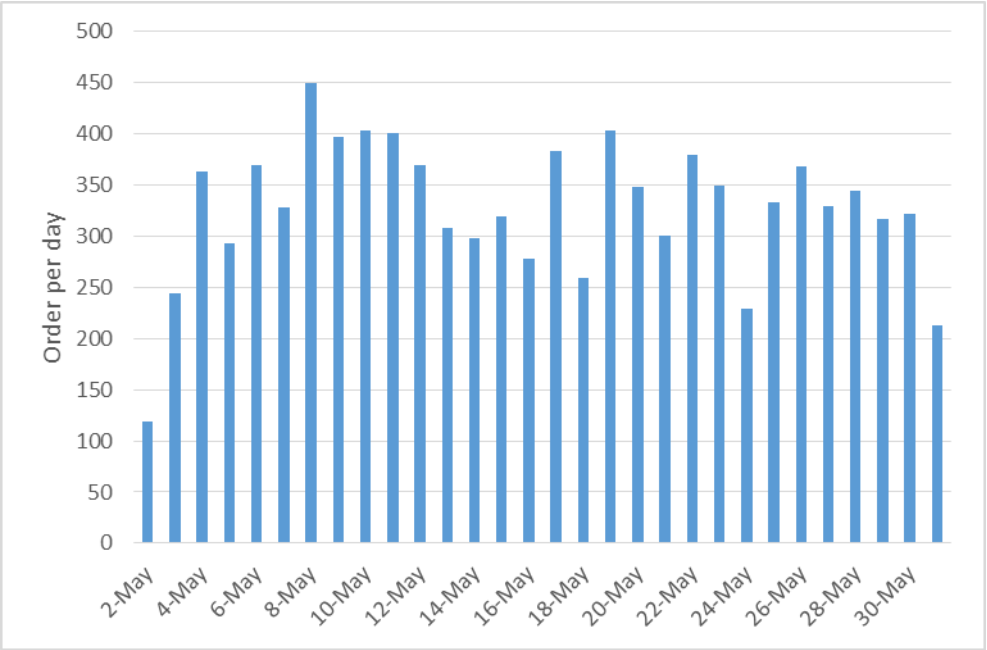
กลุ่มสินค้าเบ็ดเตล็ดขนาดเล็ก (รหัส 011) : ฝ่ายจ่ายสินค้าจะใช้หน้าจอ Picking ของ Miniload ในการดำเนินการ โดยทำการ Set Batch DO รวมเป็นของแต่ละสาขาแล้วจึงส่งข้อมูลให้ฝ่ายจัดสินค้าทำการ Select Batch ที่จะทำการจัดสินค้า จากนั้นระบบ Miniload จะทำการหยิบสินค้าเรียงตาม Batch ที่ฝ่ายจัดสินค้า Select มา ฝ่ายจัดสินค้าสามารถทำงานได้ 2 สถานีงานพร้อมกัน โดยแบ่งภาระงานตามสาขาที่รับผิดชอบเพื่อให้ง่ายต่อการจัดสินค้า และเมื่อจัดสินค้าเบ็ดเตล็ดแต่ละ Batch เสร็จแล้วฝ่ายจัดสินค้าจึงทำการยืนยันตะกร้า พิมพ์ใบสรุปใบเบิกแนบกับตะกร้านั้นเพื่อจัดสินค้าลงบน Pallet แยกตามสาขาต่อไป

สำหรับสินค้าประเภทเบ็ดเตล็ดจะมีการส่งสินค้าไปยังสาขาเพียง 1 ครั้งต่อวันในเวลา 17.00 น. โดยจะต้องจัดสินค้าให้เสร็จและส่งใบสรุปใบเบิกไปยังฝ่ายจัดซื้อภายใน 15.00 น. ของวันนั้นๆ ซึ่งสินค้าที่ทำการจัดบน Pallet หลังจากนี้จะทำการส่งสินค้าใน 5 โมงเย็นของวันถัดไป

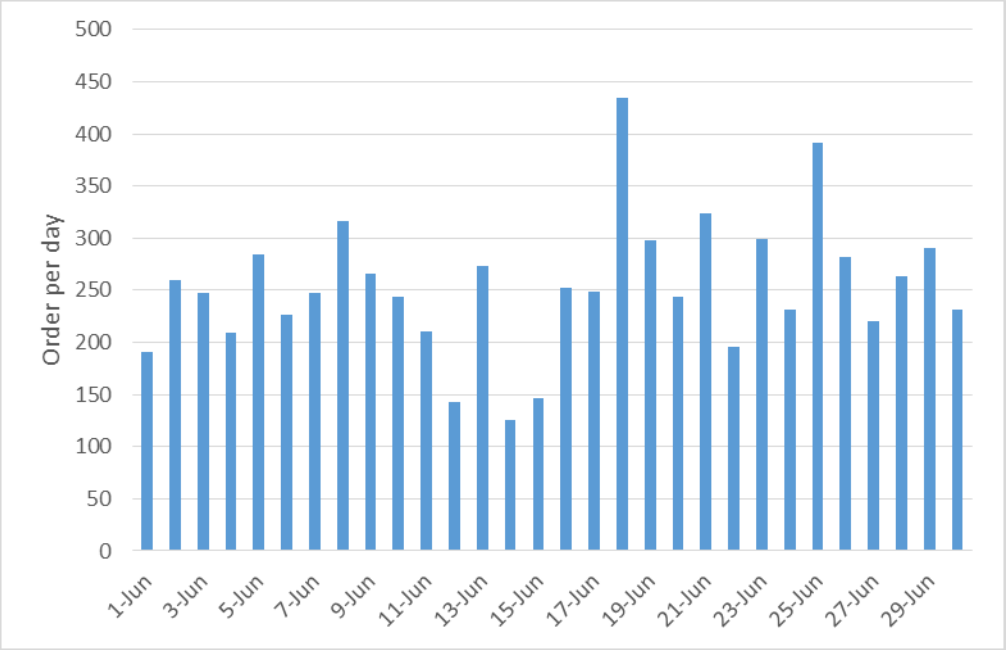
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.3 ข้อมูลการกระจายสินค้าเบ็ดเตล็ด

จากนโยบายรูปแบบการดำเนินงานของบริษัทค้าปลีกวัสดุก่อสร้างกรณีศึกษาในปัจจุบันจะมีการส่งสินค้าเบ็ดเตล็ดไปยังร้านสาขาเพียง 1 รอบต่อวัน โดยฝ่าย CS/Planning ของบริษัทจะทำการส่งข้อมูลใบเบิกสินค้าเบ็ดเตล็ดของร้านสาขา/ลูกค้ามายังแผนกจ่ายสินค้า 3 รอบต่อวันคือรอบเช้าเที่ยง และบ่าย 3 โมง จึงนำข้อมูลการกระจายสินค้าเบ็ดเตล็ดมาวิเคราะห์ รูปที่ 3.5 และ 3.6 แสดงจำนวน DO ในแต่ละวันของสินค้าเบ็ดเตล็ดในเดือนพฤษภาคมและเดือนมิถุนายน

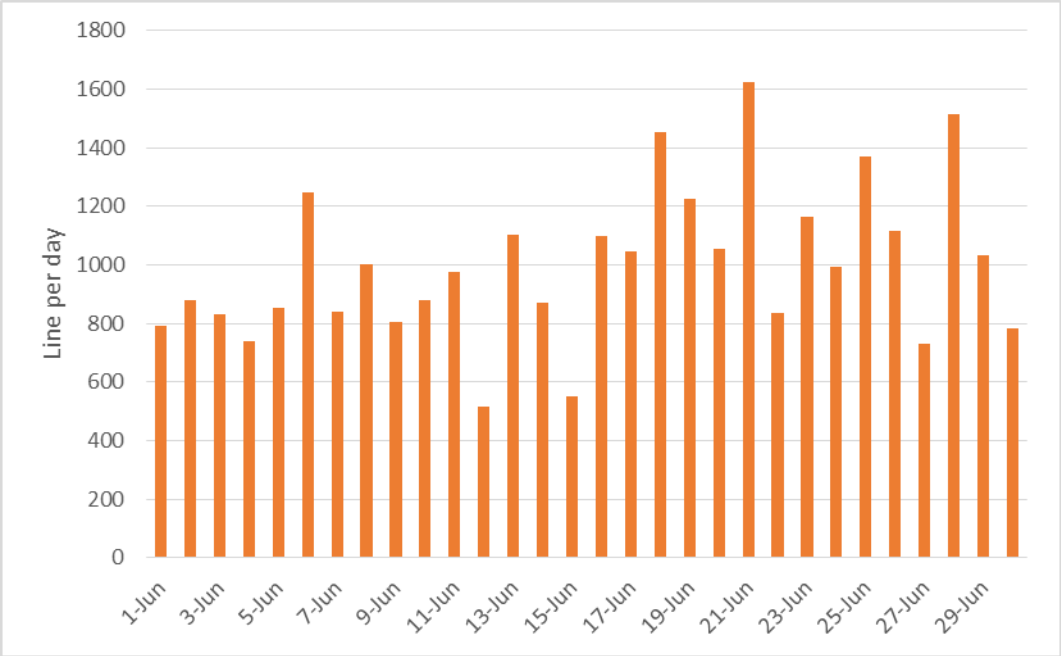


รูปที่ 3.5 ปริมาณ DO ในแต่ละวันของสินค้าเบ็ดเตล็ด เดือนพฤษภาคม 2558



รูปที่ 3.6 ปริมาณ DO ในแต่ละวันของสินค้าเบ็ดเตล็ด เดือนมิถุนายน 2558

จากการวิเคราะห์จำนวน DO ในแต่ละวันของบริษัทค้าปลีกวัสดุก่อสร้างกรณีศึกษาในเดือนพฤษภาคม และเดือนมิถุนายนพบว่า ไม่มี Pattern การกระจายสินค้าเบ็ดเตล็ดของสาขาในแต่ละวัน และในบางสัปดาห์มีจำนวน DO ที่ใกล้เคียงกันแต่ละวัน เนื่องจากใบเบิกสินค้าเบ็ดเตล็ดหรือ DO ในแต่ละใบจะมีจำนวน Line ของสินค้าไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับฝ่าย CS/Planning ซึ่งมีหน้าที่สรุปใบเบิกสินค้าจากข้อมูลใบเบิกสินค้าทั้งหมดและส่งไปยังแต่ละคลังสินค้า โดยจะสรุปใบเบิกสินค้าแยกเป็นแต่ละสาขา/กลุ่มสินค้า ดังนั้นผู้วิจัยจึงเปลี่ยนรูปแบบในการวิเคราะห์ โดยจะวิเคราะห์ข้อมูลการกระจายสินค้าเบ็ดเตล็ดเป็น Order line per day ดังรูปที่ 3.7 จำนวน Order line per day ของสินค้าเบ็ดเตล็ดในเดือนมิถุนายน

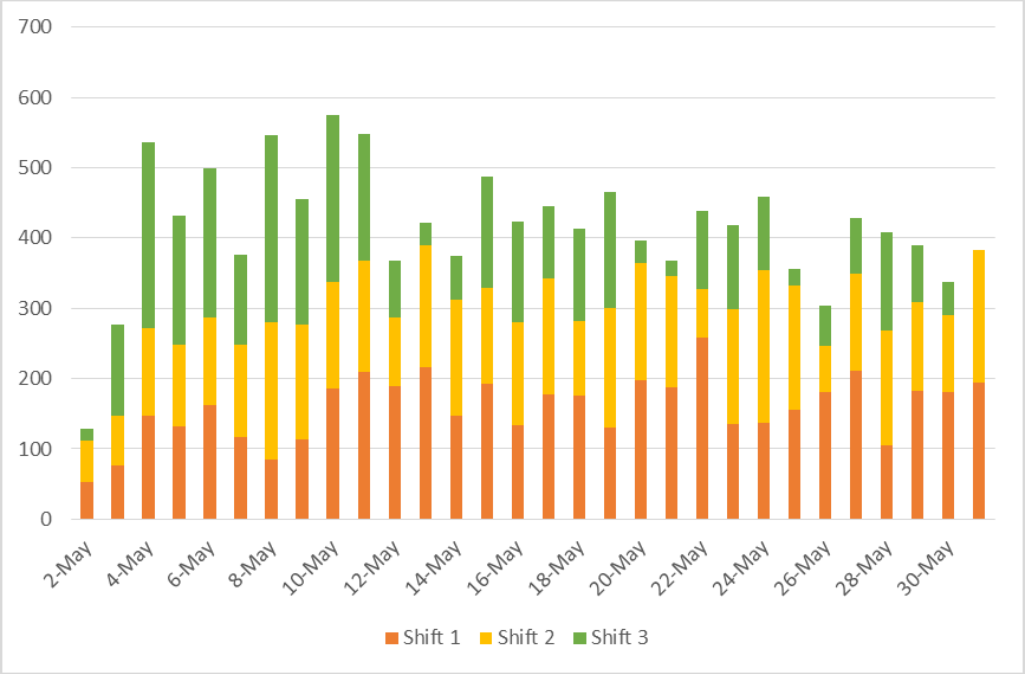


รูปที่ 3.7 จำนวน Order line ในแต่ละวันของสินค้าเบ็ดเตล็ด เดือนมิถุนายน 2558

จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ยังคงไม่มี Pattern การกระจายตัวของข้อมูลสินค้าเบ็ดเตล็ดในแต่ละวัน เนื่องจากสินค้าเบ็ดเตล็ดมีความหลากหลาย บริษัทกรณีศึกษาได้แบ่งประเภทของสินค้าเบ็ดเตล็ดออกเป็น 2 ประเภทตามปริมาณของยอดขายคือ สินค้า Standard และสินค้า Regular ซึ่งสินค้า Standard ร้านสาขาจะมีการเติมสินค้าอัตโนมัติผ่านระบบ Auto Replenishment ในตอนเที่ยงคืนของทุกวันตามค่า Min-Max ของสินค้าชนิดนั้นๆ แต่สินค้าเบ็ดเตล็ดจะแตกต่างกับสินค้าชนิดอื่นเนื่องจากในแต่ละสาขาจะมีโซน DIY คือลูกค้าสามารถหยิบสินค้าจากชั้นวางสินค้าเบ็ดเตล็ดโดยไม่ต้องทำการสั่งสินค้ามายังคลังสินค้า เนื่องจากส่วนใหญ่เป็นสินค้าเบ็ดเตล็ดขนาดเล็กพนักงานจะทำ

หน้าที่เติมสินค้าบนชั้นวางให้เต็ม ในบางครั้งจึงมีการสั่งสินค้าเบ็ดเตล็ดเพิ่มเติมจากระบบ Auto replenishment ทำให้ความต้องการสินค้าเบ็ดเตล็ดที่เกิดขึ้นไม่ใช่ความต้องการของกลุ่มลูกค้าจริงๆ ในส่วนนี้จึงทำให้ไม่มี Pattern ในการสั่งสินค้าเบ็ดเตล็ดของร้านสาขาในแต่ละวัน

จากนั้นนำข้อมูลการกระจายของสินค้าเบ็ดเตล็ดมาวิเคราะห์ในส่วนของรอบการสั่งสินค้าในแต่ละช่วงเวลา 3 ช่วงเวลาคือรอบเช้า เที่ยง และบ่าย 3 โมง ดังรูปที่ 3.8 ปริมาณ DO ของสินค้าเบ็ดเตล็ดเดือนพฤษภาคม โดยแยกเป็นแต่ละช่วงเวลาในแต่ละวัน



รูปที่ 3.8 ปริมาณ DO ของสินค้าเบ็ดเตล็ด เดือนพฤษภาคม 2558

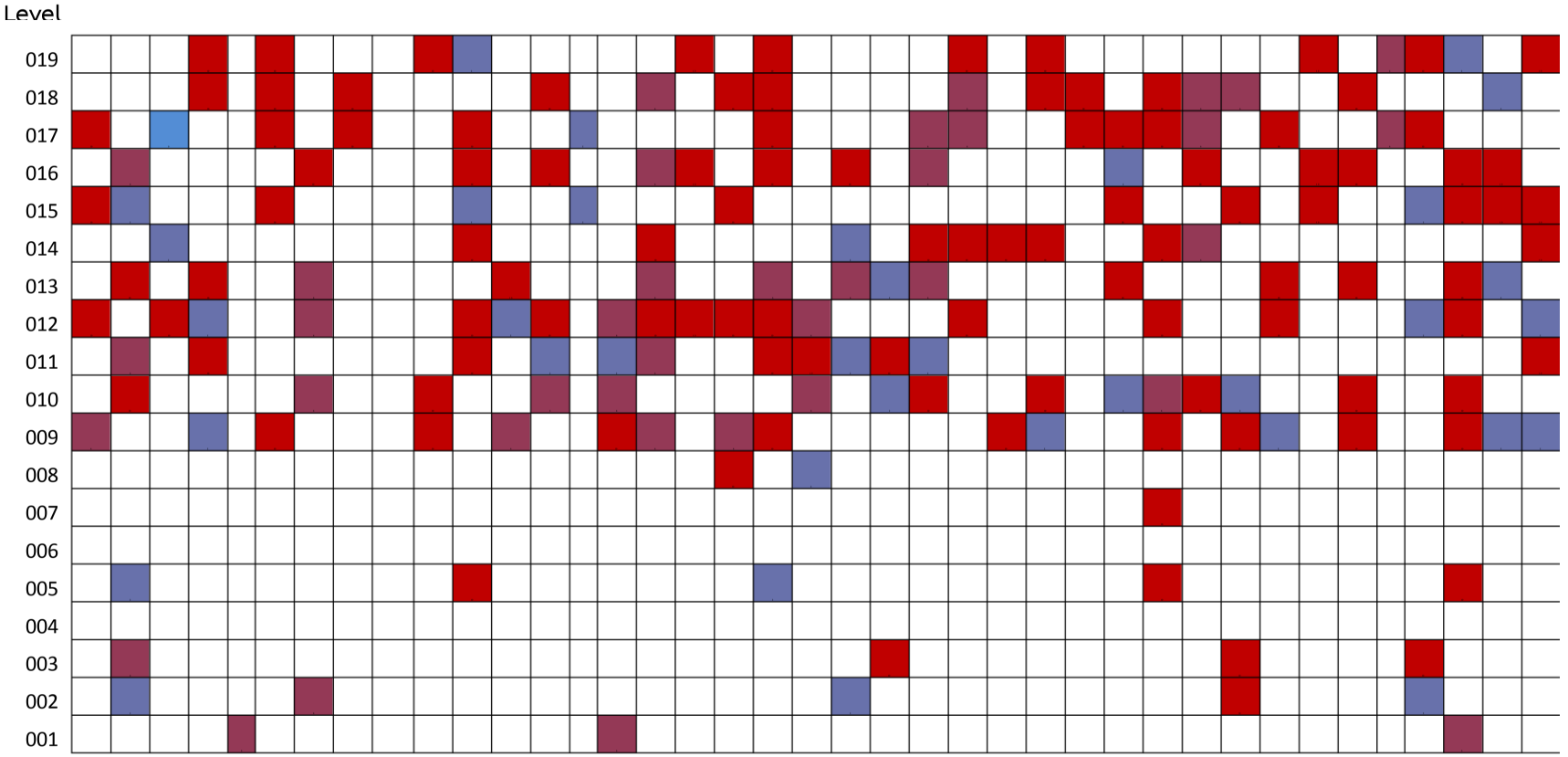
จากการวิเคราะห์จำนวน DO ในแต่ละช่วงเวลาใน 1 วันพบว่า ในแต่ละช่วงเวลามีจำนวน DO ที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับกระจายสินค้าเบ็ดเตล็ดและจำนวนงานในแต่ละวัน เนื่องจากสาขาจะมีการเติมสินค้าอัตโนมัติผ่านระบบ Auto Replenishment ในตอนเที่ยงคืนของทุกวันตามค่า Min-Max ของสินค้าชนิดนั้นๆ จำนวน DO จึงมีการจ่ายงานในรอบเช้ามากที่สุด วันที่ปริมาณงานมากจะทำให้งานไปกระจุกตัวอยู่ในช่วงเวลาหลังบ่ายสามโมงเย็นจำนวนมาก เป็นสาเหตุให้พนักงานต้องทำงานเกินเวลา มีการจ้าง OT เกิดขึ้นและมีค่ารายจ่ายในส่วนของคนงานเพิ่มสูงขึ้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะปรับปรุงนโยบายรูปแบบการดำเนินการของ Miniload เพื่อลดปริมาณโอที และเพิ่มจำนวน Throughput per day

3.4 ปัญหาที่พบในระบบ Miniload และแนวทางแก้ไข

ในปัจจุบันบริษัทค้าปลีกวัสดุก่อสร้างกรณีศึกษาได้มีการลงทุนนำระบบจัดเก็บและเรียกคืนวัสดุอัตโนมัติมาใช้แก้ปัญหาสินค้าที่หายบ่อยและจำนวนแรงงานที่ไม่เพียงพอในการดำเนินการสินค้าเบ็ดเตล็ด โดยนโยบายรูปแบบที่ใช้ในการหยิบและจัดเก็บสินค้าเบ็ดเตล็ดในปัจจุบันเป็นนโยบายรูปแบบที่ไม่ซับซ้อน ง่ายต่อการทำความเข้าใจ เพื่อให้พนักงานสามารถทำงานได้สะดวกและสามารถเรียนรู้กระบวนการทำงานในรูปแบบใหม่ได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งประสิทธิภาพของระบบจัดเก็บและเรียกคืนอัตโนมัติจะขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของนโยบายที่ใช้กับพฤติกรรมของสินค้าเบ็ดเตล็ด นโยบายที่บริษัทค้าปลีกวัสดุก่อสร้างกรณีศึกษาใช้ในปัจจุบัน แบ่งได้ 3 รูปแบบคือ

3.4.1 รูปแบบนโยบายในการจัดเก็บสินค้าเบ็ดเตล็ด (Storage Assignment Policy)

ปัจจุบันบริษัทค้าปลีกวัสดุก่อสร้างกรณีศึกษาใช้รูปแบบการเก็บสินค้าเบ็ดเตล็ดแบบสุ่ม กล่าวคือเมื่อโรงงานซับพลายเออร์ นำสินค้ามาส่งยังศูนย์กระจายสินค้า พนักงานจะทำการแยกขนาดสินค้าเบ็ดเตล็ดขนาดกลางและขนาดเล็กที่สามารถจัดเก็บบน Miniload ได้ จากนั้นจะทำการจัดสินค้าลงในตะกร้า พนักงานจะนำตะกร้าไปวางบนสายพานบริเวณจุดรับวัสดุ จากนั้นตะกร้าจะถูกลำเลียงบนสายพานผ่านสถานีวัดขนาดและความสูงของตะกร้า โดยน้ำหนักและความสูงของตะกร้าต้องไม่เกินค่าที่ระบบระบุไว้ จากนั้นคอมพิวเตอร์สั่งการจะกำหนดตำแหน่งที่จะนำวัสดุเข้าไปจัดเก็บแบบสุ่ม เมื่อนำข้อมูล Stock ในปัจจุบันไปวิเคราะห์พบว่ามีสินค้าประเภท Standard และ Regular จัดเก็บปนกันดังรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.9 ตำแหน่งของสินค้าเบ็ดเตล็ดที่จัดเก็บแบบสุ่มบน Miniload

สีแดง: สินค้าประเภท Standard class A หรือ B
สีม่วง: สินค้าประเภท Standard class C
สีน้ำเงิน: สินค้าประเภท Regular

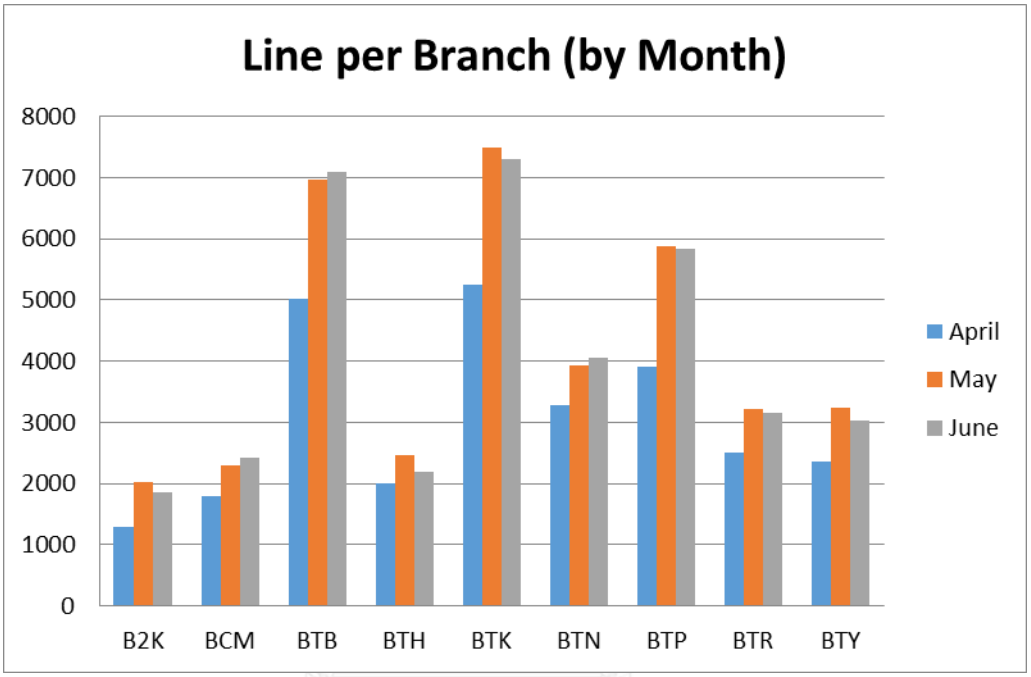
จากการวิเคราะห์พบว่ามีสินค้าประเภท Standard และ Regular มีการจัดเก็บปนกันอยู่ใน Storage rack ของ Miniload ทำให้จำนวน Throughput ของกะเช้าในแต่ละวันมีจำนวนไม่เท่ากัน เนื่องจากเวลาในการทำงานไม่เท่ากัน ส่งผลให้ต้องเพิ่มจำนวน OT พนักงานทำงานนอกเวลาในวันที่มีการเบิกสินค้าเบ็ดเตล็ดจากสาขาในปริมาณมาก เกิดค่าใช้จ่ายที่เพิ่มมากขึ้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะปรับปรุงในส่วนของรูปแบบนโยบายการจัดเก็บสินค้าเบ็ดเตล็ด เนื่องจากสินค้าประเภท Standard Class A/B เป็นสินค้าขายดี มีความถี่ในการหยิบสูง จึงควรจัดเก็บสินค้าประเภทนี้ไว้บริเวณด้านหน้า Storage rack จะทำให้สามารถลดเวลาการทำงานของเครนอัตโนมัติได้ ส่งผลให้เวลาที่ใช้ในการทำงานลดลง การจ้างงานนอกเวลาก็จะลดลงตามไปด้วย ส่วนสินค้าประเภท Standard class C และ Regular เป็นสินค้าขายได้ มีการสั่งในปริมาณความถี่น้อย จึงควรมีการแบ่งโซนจัดเก็บไว้ตรงกลางและด้านหลัง Storage rack

3.4.2 รูปแบบนโยบายการจัดใบเบิกสินค้าเบ็ดเตล็ด (Order Batching Policy)

เมื่อฝ่าย CS/Planning ของบริษัทค้าปลีกวัสดุก่อสร้างกรณีศึกษาได้รับข้อมูลการเบิกสินค้าจากสาขาและคำสั่งซื้อจากลูกค้าแล้ว จะส่งข้อมูลใบเบิกสินค้าเบ็ดเตล็ดของร้านสาขา/ลูกค้ามายังแผนกจ่ายสินค้า 3 รอบต่อวันคือรอบเช้า เที่ยง และบ่าย 3 โมง เมื่อฝ่ายจ่ายสินค้าได้รับข้อมูลใบเบิกสินค้าเบ็ดเตล็ดจะแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ส่วนตามตำแหน่งที่จัดเก็บสินค้าเบ็ดเตล็ด โดยส่วนแรกเป็นสินค้าเบ็ดเตล็ดขนาดใหญ่รหัส 004 ที่จัดเก็บบนชั้นวางสินค้า และส่วนที่สองเป็นสินค้าเบ็ดเตล็ดขนาดกลางถึงขนาดเล็กรหัส 011 ที่มีการจัดเก็บบน Storage rack ในระบบ Miniload โดยการวิเคราะห์ข้อมูลในงานวิจัยจะพิจารณาเฉพาะสินค้าเบ็ดเตล็ดขนาดเล็กและขนาดกลางที่สามารถจัดเก็บบน Storage rack ในระบบ Miniload เท่านั้น

หลังจากฝ่ายจ่ายสินค้าได้รับข้อมูลใบเบิกสินค้าเบ็ดเตล็ด จะทำการจัดใบเบิกสินค้าก่อนป้อนข้อมูลให้ระบบ Miniload ทำการหยิบสินค้า ในปัจจุบันบริษัทใช้รูปแบบนโยบายการจัดใบเบิกสินค้าเบ็ดเตล็ดโดยแยกเป็นแต่ละสาขา กล่าวคือใน 1 batch จะประกอบด้วยหลายใบเบิกสินค้าที่มาจาก

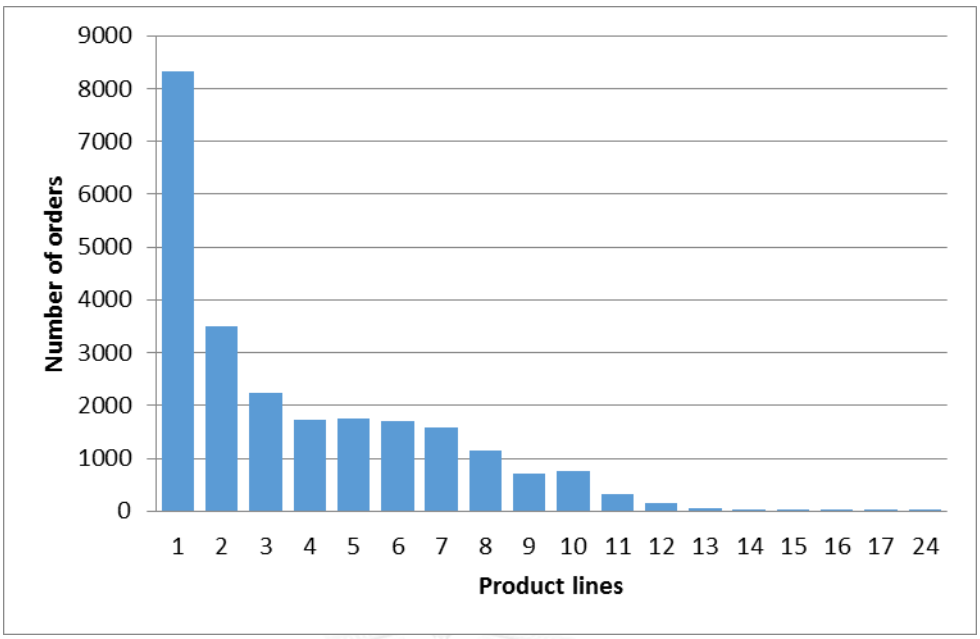
สาขาเดียวกันซึ่งทำให้ง่ายต่อกระบวนการทำงานของพนักงานในการจัดสินค้าเบ็ดเตล็ด แต่เพิ่มระยะเวลาทำงานของเครนอัตโนมัติในการหยิบสินค้าเบ็ดเตล็ด จึงนำข้อมูลการกระจายสินค้าเบ็ดเตล็ดของบริษัทค้าปลีกวัสดุก่อสร้างกรณีศึกษา 3 เดือนย้อนหลังมาวิเคราะห์โดยแบ่งเป็น Order Line ของสินค้าแต่ละสาขาดังรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.10 Order Line สินค้าเบ็ดเตล็ด 3 เดือนย้อนหลังแยกเป็นแต่ละสาขา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากรูปที่ 3.10 พบว่าในแต่ละเดือนส่วนมากเป็นการเบิกสินค้าของสาขาในจังหวัดกรุงเทพฯ และปริมณฑล คือสาขาสุวรรณภูมิ (BTB) สาขาเกษตรนวมินทร์ (BTK) และสาขาปิ่นเกล้า (BTP) เนื่องจากมียอดขายสูง และสาขาในหัวเมืองต่างจังหวัดเช่น สาขาเชียงใหม่ (BCM) สาขาหัวหิน (BTH) เนื่องจากเป็นสาขาเปิดใหม่ มีแนวโน้มการเบิกสินค้าในปริมาณไม่มากนัก โดยในแต่ละวัน แต่ละสาขาจะมีการเบิกสินค้าชนิดเดียวกันประมาณ 30% ของการเบิกสินค้าเบ็ดเตล็ดในวันนั้นทั้งหมด จึงนำข้อมูลการเบิกสินค้าเบ็ดเตล็ด 3 เดือนย้อนหลังมาวิเคราะห์ Line Per Order ซึ่งคือจำนวน SKU ของแต่ละชนิดสินค้าใน 1 Order ดังรูปที่ 3.11



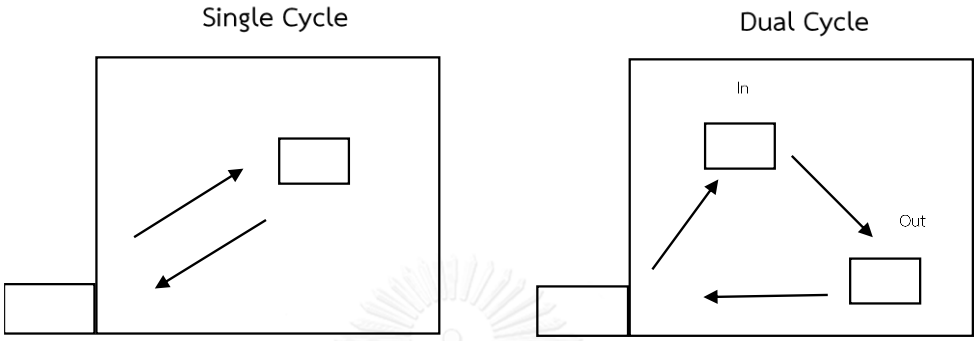
รูปที่ 3.11 ข้อมูล Line per order ของสินค้าเบ็ดเตล็ดในเดือนเมษายน พฤษภาคม และมิถุนายน

จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าใน 1 order การเบิกสินค้าเบ็ดเตล็ดประกอบไปด้วยปริมาณชนิดสินค้า (Line) ตั้งแต่ 1 ถึง 24 line per order โดยส่วนมากจะมีเพียง 1 Line per order ประมาณ 35% ของปริมาณ order ทั้งหมด งานวิจัยนี้จึงสนใจที่จะปรับปรุงนโยบายการจัดกลุ่มใบเบิกสินค้า (Order batching) โดยการรวมใบเบิกสินค้าที่มีการเบิกสินค้าเบ็ดเตล็ดชนิดเดียวกันไว้ด้วยกัน เพื่อเป็นการลดปริมาณงานของเครนอัตโนมัติในการหยิบสินค้าออกจาก Miniload ลดเวลาที่ใช้ในการทำงานและจำนวน OT นอกเวลา

3.4.3 รูปแบบนโยบายในการจัดลำดับและการเลือกหยิบสินค้า (Retrieval sequencing policy)

เมื่อฝ่ายจ่ายสินค้าทำการจัดกลุ่มใบเบิกสินค้า (Order batching) แล้วจึงส่งข้อมูลให้ระบบ Miniload หาตำแหน่งที่วัสดุนั้นจัดเก็บอยู่และทำการหยิบสินค้า ซึ่งรูปแบบการจัดลำดับการหยิบสินค้าที่บริษัทค้าปลีกวัสดุก่อสร้างกรณีศึกษาใช้ในปัจจุบันคือ First Come First Serve (FCFS) เมื่อระบบ Miniload ได้รับข้อมูล batch ในการหยิบสินค้า จะทำการหยิบกลุ่มใบเบิกสินค้า batch แรกที่

ถูกป้อนข้อมูลเข้าไปก่อนตามลำดับ โดยเครนอัตโนมัติมีรูปแบบในการหยิบ 2 แบบคือ การหยิบตามคำสั่งรอบเดียว (Single Command Cycle) และการหยิบตามคำสั่งเปนคู (Dual Command Cycle) ดังรูปที่ 3.12



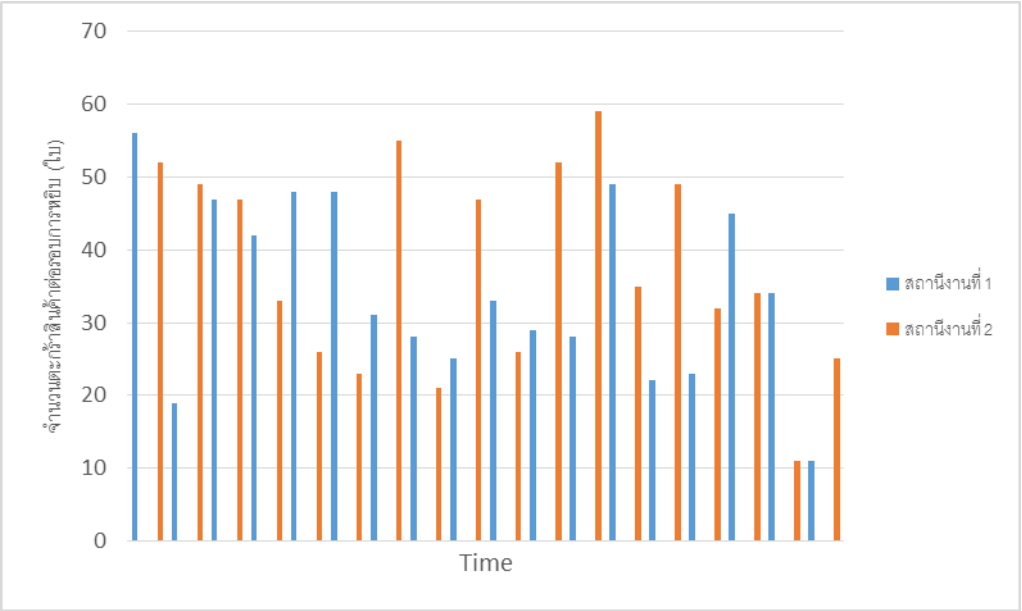
รูปที่ 3.12 รูปแบบการหยิบตามคำสั่งรอบเดียว (Single Command Cycle) และการหยิบตามคำสั่งเปนคู (Dual Command Cycle)

เมื่อเครนทำการหยิบตะกร้าสินค้าออกจากชั้นวางแล้ว ตะกร้าจะถูกลำเลียงผ่านสายพานไปยังสถานีงาน โดยพนักงานจะทำการสแกนบาร์โคดที่ตะกร้าและหยิบสินค้าปริมาณเท่าที่ระบบแสดง หากจำนวนสินค้าเบ็ดเตล็ดในตะกร้าหมดพอดี พนักงานจะหยิบตะกร้าสินค้าเบ็ดเตล็ดออกจาก Miniload แต่กรณีที่มีสินค้าเหลืออยู่ในตะกร้า ตะกร้าจะถูกลำเลียงผ่านสายพานไปยังบริเวณด้านหน้าเครน เครนจะนำตะกร้ากลับเข้าไปเก็บยังตำแหน่งเดิม รูปแบบการหยิบตามคำสั่งรอบเดียว คือ การที่เครนนำตะกร้าสินค้าเข้าไปเก็บและกลับมายังจุด Input-Output ด้านหน้าก่อนแล้วจึงไปหยิบตะกร้าที่มีคำสั่งหยิบออกมา ซึ่งต่างกับรูปแบบการหยิบตามคำสั่งเป็นคู่ (Dual Command Cycle) เมื่อเครนนำตะกร้าสินค้าเข้าไปเก็บแล้วจะหยิบตะกร้าสินค้าตำแน่งที่มีความต้องการในใบเบิกสินค้าเบ็ดเตล็ดถัดไปแล้วจึงกลับมายังจุด Input-Output ด้านหน้า เมื่อจัดสินค้าแต่ละ Batch ในตะกร้าเสร็จแล้วจึงนำตะกร้าสินค้าจัดลงบนพาเลทพื่อรอกระจายสินค้าไปยังแต่ละสาขาต่อไป งานวิจัยนี้สนใจที่จะใช้รูปแบบการหยิบแบบ Nearest neighbor (NN) ปรับปรุงนโยบายรูปแบบการหยิบตามคำสั่งเป็นคู่ กล่าวคือ เมื่อเครนอัตโนมัตินำตะกร้าสินค้าเข้าไปเก็บแล้วจะทำการเลือกตะกร้าสินค้าที่มีความต้องการในใบเบิกสินค้าเบ็ดเตล็ดลำดับถัดไปโดยจะเลือกตะกร้าที่อยู่ในตำแหน่งใกล้ตำแหน่งที่เครนอยู่ในปัจจุบันมากที่สุด ทำให้เป็นการลดเวลาในการทำงานของเครนและเพิ่มปริมาณ Throughput ต่อวัน

ในส่วนของรูปแบบนโยบายในการเลือกหยิบสินค้าเบ็ดเตล็ดในปัจจุบันของบริษัทค้าปลีกวัสดุก่อสร้างกรณีศึกษาคือ เมื่อมีคำสั่งเบิกสินค้าเบ็ดเตล็ด แต่สินค้านั้นมีการจัดเก็บอยู่หลายตำแหน่งตะกร้า ระบบจะเลือกหยิบตะกร้าที่จัดเก็บสินค้าเบ็ดเตล็ดจำนวนใกล้เคียงกับความต้องการสินค้าเบ็ดเตล็ดใน DO นั้นมากที่สุด (Pick at most) ทำให้เหลือสินค้าเป็นเศษอยู่ที่ตำแหน่งตะกร้าอื่นๆ จากข้อมูลพบว่า มีการจัดเก็บสินค้าเบ็ดเตล็ดไม่เต็มตะกร้าเป็นเศษเป็นจำนวนมาก เนื่องจากสินค้าขายดีส่วนมากจะเป็นสินค้าประเภท Standard มีความต้องการจากลูกค้าในปริมาณมากและสม่ำเสมอ จึงมีการเบิกสินค้าเบ็ดเตล็ดคราวละมากๆ ทำให้เหลือสินค้าเบ็ดเตล็ดเป็นเศษอยู่แต่ละตำแหน่งตะกร้า ส่งผลให้มีการใช้พื้นที่จัดเก็บมากเกิน และทำให้พื้นที่จัดเก็บไม่เพียงพอในอนาคต อีกทั้งปัจจุบันบริษัทค้าปลีกวัสดุก่อสร้างกรณีศึกษายังไม่มีการรวมจำนวนสินค้าชนิดเดียวกันแต่จัดเก็บอยู่คนละตำแหน่งตะกร้าไว้ด้วยกัน (Consolidate) ทำให้มีแนวโน้มการใช้พื้นที่จัดเก็บเพิ่มมากขึ้นและไม่เพียงพอกับสินค้าที่จะจัดเก็บ งานวิจัยนี้จึงสนใจปรับปรุงรูปแบบการดำเนินงานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของ Miniload โดยการกำหนดนโยบายที่เหมาะสมสำหรับจัดเก็บและเรียกคืนสินค้าเบ็ดเตล็ด

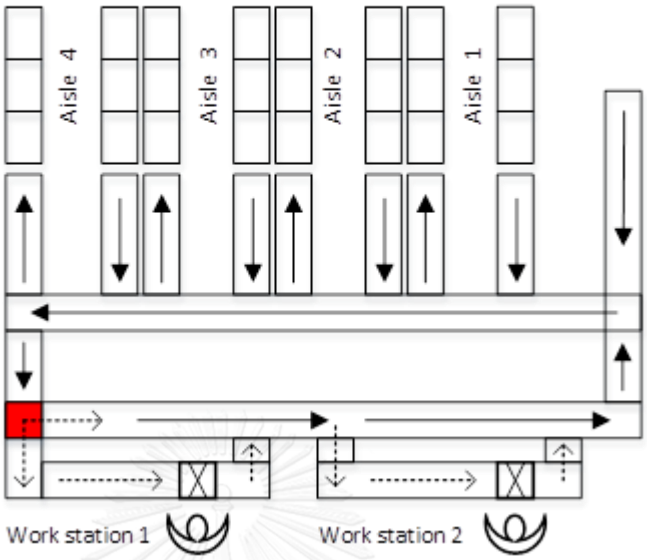
3.4.4 การเกิด Blocking ในสถานีงานจ่ายสินค้า

นอกจากนี้จากการศึกษาการทำงานภายในคลังสินค้าเบ็ดเตล็ดพบปัญหาการดำเนินการอีกหนึ่งปัญหาคือการเกิด Blocking ของตะกร้าสินค้าบนสายพานของระบบจัดเก็บและเรียกคืนวัสดุอัตโนมัติ ทำให้ตะกร้าคงค้างอยู่บนสายพานและเกิดการว่างงานของพนักงานบริเวณสถานีงานขึ้น เนื่องจากเมื่อเครนอัตโนมัติทำการหยิบตะกร้าสินค้าเบ็ดเตล็ดออกจาก Miniload แล้ว ตะกร้าจะถูกลำเลียงผ่านสายพานไปยังสถานีงานทั้งสองสถานีงานซึ่งสามารถทำงานได้พร้อมกัน ปัจจุบันบริษัทค้าปลีกวัสดุก่อสร้างกรณีศึกษาแบ่งงานให้พนักงานทั้งสองสถานีงานเป็นรอบการหยิบ ซึ่งถูกกำหนดด้วย 6 ใบ ในใบเบิกสินค้าเบ็ดเตล็ดก็จะประกอบด้วยสินค้าเบ็ดเตล็ดหลาย SKU แต่เนื่องจากตะกร้าสินค้าสามารถเก็บสินค้าเบ็ดเตล็ดได้เพียง 1 SKU จึงทำให้ควบคุมจำนวนของตะกร้าสินค้าในแต่ละใบเบิกสินค้าไม่ได้ ส่งผลให้จำนวนตะกร้าสินค้าในแต่ละรอบการหยิบไม่เท่ากัน ดังรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.13 จำนวนตะกร้าสินค้าในแต่ละรอบการหยิบของสถานีงานที่ 1 และ 2 เรียงตามเวลา

จากการวิเคราะห์จำนวนตะกร้าสินค้าในแต่ละรอบการหยิบของสถานีงาน 1 และ 2 โดยเรียงตามเวลาใน การทำงาน 1 วัน พบว่าจำนวนตะกร้าสินค้าในแต่ละรอบการหยิบมีการกระจายตัวอย่างมากและปริมาณงานที่มอบให้สถานีงาน 1 และ 2 มีความแตกต่างกันมากเมื่อเปรียบเทียบในช่วงเวลาเดียวกัน จากเส้นทางการลำเลียงตะกร้าบนสายพานมีลักษณะการใช้เส้นทางลำเลียงตะกร้าร่วมกันระหว่างสถานีงานที่ 1 และ 2 จึงทำให้เกิดการ Blocking ของตะกร้าสินค้าบริเวณจุดเลี้ยวของสายพานก่อนไปยังสถานีงานดังรูปที่ 3.14



รูปที่ 3.14 บริเวณจุดที่ทำให้เกิด Blocking บนสายพานลำเลียงของระบบ Miniload

จากรูปทางเส้นทางลำเลียงตะกร้าของสายพานจากตำแหน่งด้านหน้า Storage rack จัดเก็บสินค้าไปยังสถานีงาน 1 และ 2 บริเวณสีแดงคือจุดที่เป็นสาเหตุให้เกิด Blocking เนื่องจากเมื่อมีภาระงานที่สถานีงาน 1 มากเกินไปจนมีคิวรอของตะกร้าถึงบริเวณจุดสีแดง ทำให้ตะกร้าสินค้าเบ็ดเตล็ดไม่สามารถลำเลียงไปสถานีงานที่ 2 ได้ ทำให้เกิดการว่างงานของพนักงานบริเวณสถานีงานและทำให้มีเวลารอเกิดขึ้น ผู้วิจัยจึงสนใจปรับปรุงการกำหนดปริมาณงานของสถานีงานทั้งสองให้เหมาะสม เพื่อลดการเกิด Blocking บนสายพานของระบบ โดยศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อเวลารอของตะกร้าสินค้าบนสายพานลำเลียงของระบบ Miniload

ในส่วนถัดไปจะเป็นการสร้างแบบจำลองสถานการณ์สำหรับจำลองการทำงานของระบบ Miniload ในปัจจุบันของบริษัทค้าปลีกวัสดุก่อสร้างกรณีศึกษา เพื่อปรับปรุงนโยบายในการจัดเก็บสินค้า (Storage assignment policy) การจัดใบเบิกสินค้า (Order batching policy) และรูปแบบในการจัดลำดับการหยิบสินค้า (Retrieval sequencing policy) รวมไปถึงรูปแบบในการเลือกหยิบตะกร้าสินค้าโดยแบ่งแบบจำลองออกเป็น 2 ส่วน ในส่วนแรกจะเป็นการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ของกระบวนการกระจายสินค้าเบ็ดเตล็ดในปัจจุบัน โดยวัดผลการทดลองจากการเปรียบเทียบปริมาณ

สินค้าเบ็ดเตล็ดเข้าออกต่อวัน อรรถประโยชน์ของพื้นที่จัดเก็บ และเวลาที่เครนอัตโนมัติใช้ในการหยิบและจัดเก็บสินค้าเบ็ดเตล็ด ในแบบจำลองส่วนที่สอง จำลองระบบสายพานลำเลียงเพื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อเวลารอของตะกร้าสินค้า โดยการเปรียบเทียบเวลารอเฉลี่ยของตะกร้าสินค้าที่อยู่บนสายพานลำเลียง และ %Utilization ของพนักงานทั้งสองสถานีงาน เพื่อรูปแบบการดำเนินการและแนวทางการแบ่งภาระงานที่เหมาะสมแก่พนักงานทั้งสองสถานีงาน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 4
การสร้างแบบจำลองสถานการณ์

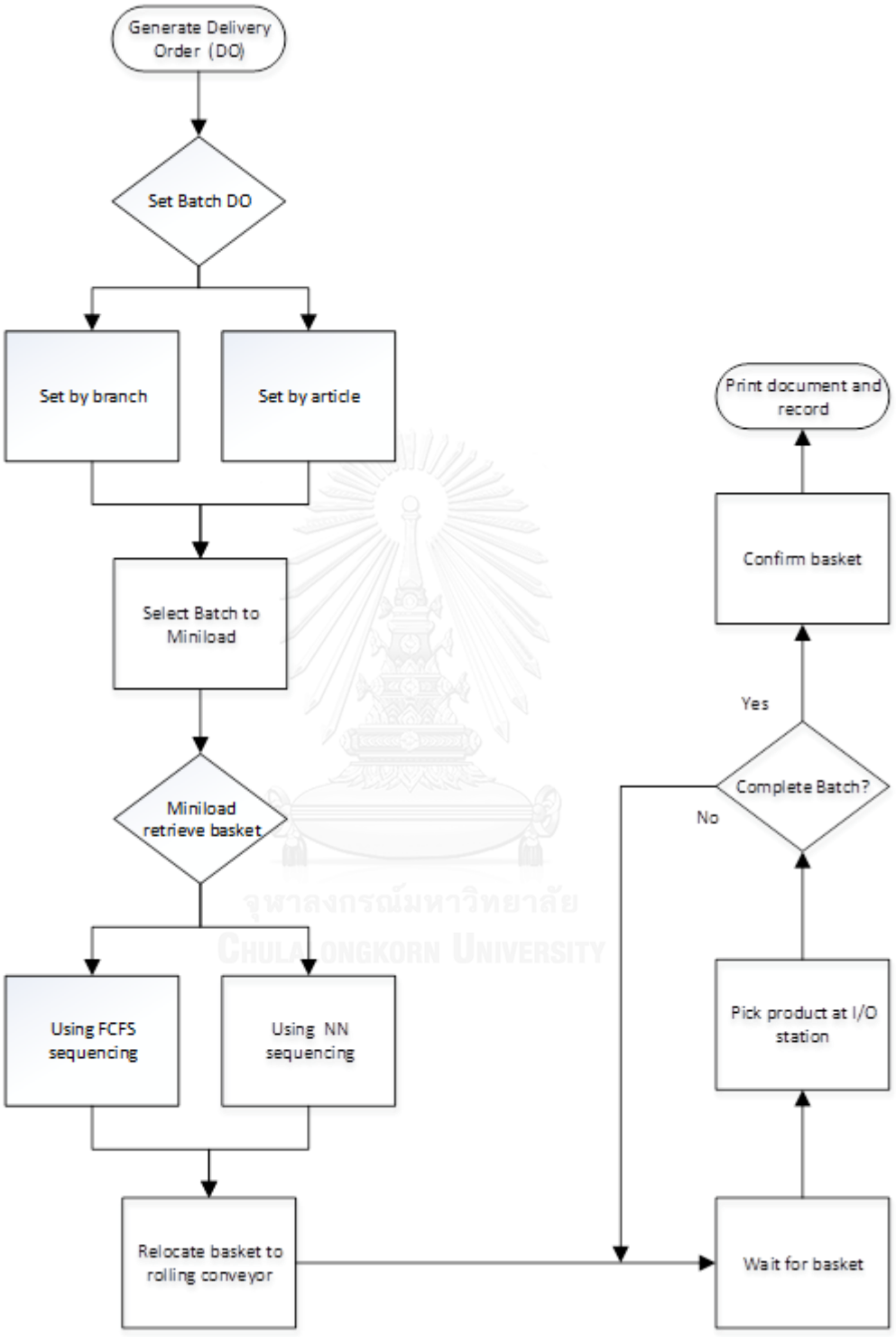
จากปัญหานโยบายการดำเนินการระบบ Miniload ของบริษัทค้าปลีกวัสดุก่อสร้างกรณีศึกษาในปัจจุบันและแนวคิดการแก้ไขปัญหาแต่ละนโยบายที่ได้กล่าวในบทก่อนหน้า ในส่วนของบทนี้จะนำเสนอการสร้างแบบจำลองสถานการณ์เพื่ออ้างอิงกระบวนการทำงานจริงของ Miniload ในปัจจุบัน โดยมีการสร้างแบบสถานการณ์ (Scenario) เพื่อใช้ทดสอบนโยบายการดำเนินการที่เหมาะสมของบริษัทค้าปลีกวัสดุก่อสร้างกรณีศึกษา และนำผลการทดสอบที่ได้มาคำนวณทางสถิติเพื่อวิเคราะห์รูปแบบของระบบการจัดเก็บและเรียกคืนวัสดุอัตโนมัติที่มีประสิทธิภาพสูงที่สุด

4.1 แบบจำลองสถานการณ์ระบบจัดเก็บและเรียกคืนวัสดุอัตโนมัติ

การศึกษากระบวนการทำงานของคลังสินค้าเบ็ดเตล็ดบริษัทค้าปลีกวัสดุก่อสร้างกรณีศึกษาพบว่าระบบจัดเก็บและเรียกคืนวัสดุอัตโนมัติที่ไม่มีประสิทธิภาพเกิดจากนโยบายการทำงานที่บริษัทค้าปลีกวัสดุก่อสร้างกรณีศึกษาใช้ในปัจจุบัน เช่น รูปแบบในการจัดลำดับการหยิบและจัดเก็บสินค้า การรวมใบเบิกสินค้าก่อนส่งข้อมูลให้ระบบ Miniload หยิบสินค้าเบ็ดเตล็ด นอกจากนั้นยังรวมไปถึงการกำหนดปริมาณงานให้แก่พนักงานที่สถานีงานทั้งสองไม่เหมาะสมซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดการ Blocking ของตะกร้าสินค้าเบ็ดเตล็ดบริเวณสายพานของระบบ ดังนั้นในการสร้างแบบจำลองจึงมีการแบ่งแบบจำลองออกเป็น 2 ส่วน โดยในส่วนแรกจะเป็นการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ของกระบวนการกระจายสินค้าเบ็ดเตล็ดในปัจจุบันของบริษัทค้าปลีกวัสดุก่อสร้างกรณีศึกษา และส่วนที่สองเป็นการจำลองระบบสายพานลำเลียงเพื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อเวลารอของตะกร้าสินค้าเบ็ดเตล็ด

4.1.1 แบบจำลองสถานการณ์ของ Miniload AS/RS

ในส่วนแรกเป็นการสร้างแบบจำลองระบบจัดเก็บและเรียกคืนวัสดุอัตโนมัติ อ้างอิงจากการกระจายสินค้าเบ็ดเตล็ดในปัจจุบันของบริษัทค้าปลีกวัสดุก่อสร้างกรณีศึกษา ดังรูปที่ 4.1

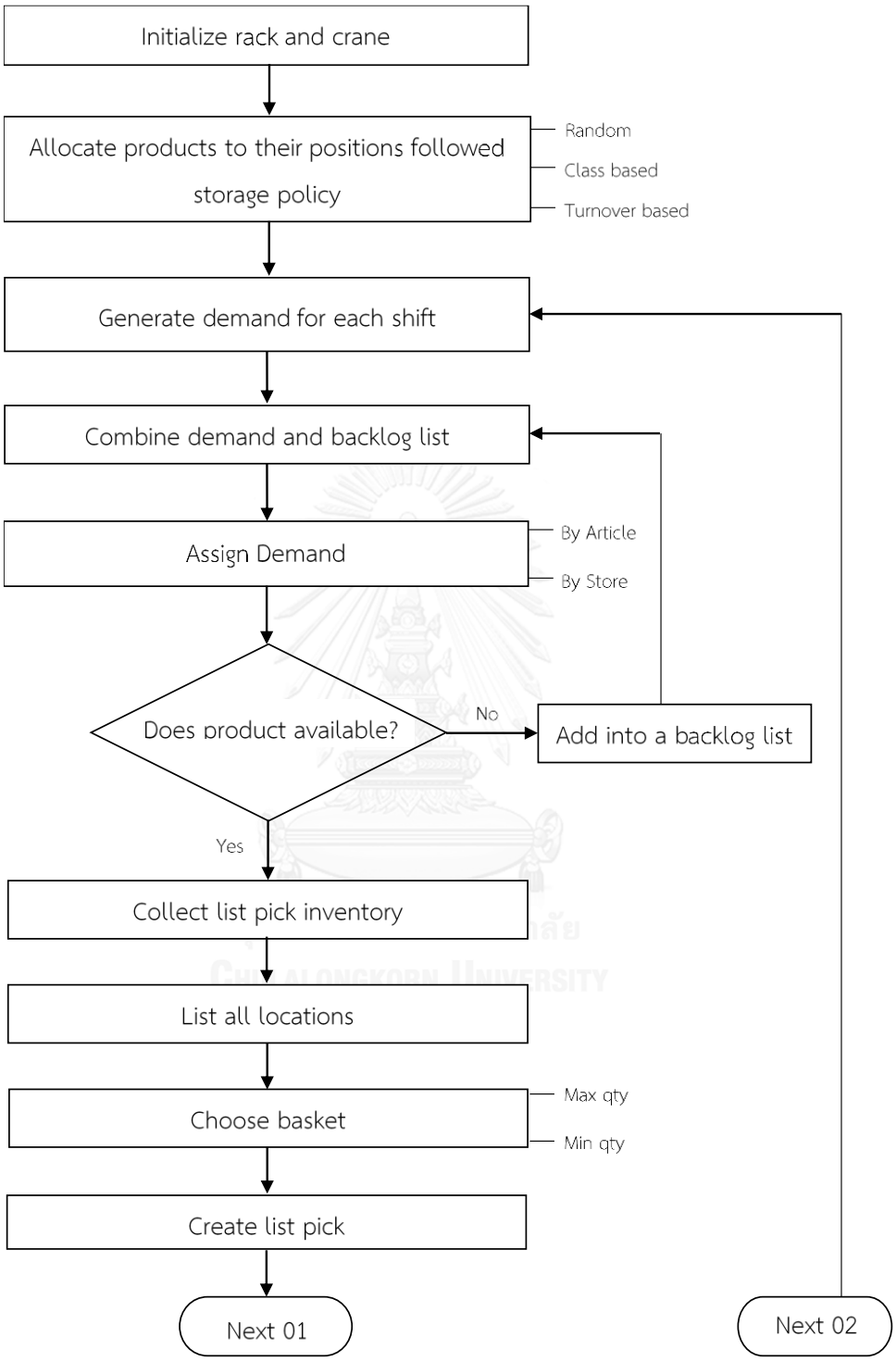


รูปที่ 4.1 แผนภาพการทำงานการจัดส่งสินค้าเบ็ดเตล็ดของบริษัทค้าปลีกวัสดุก่อสร้างกรณีศึกษา

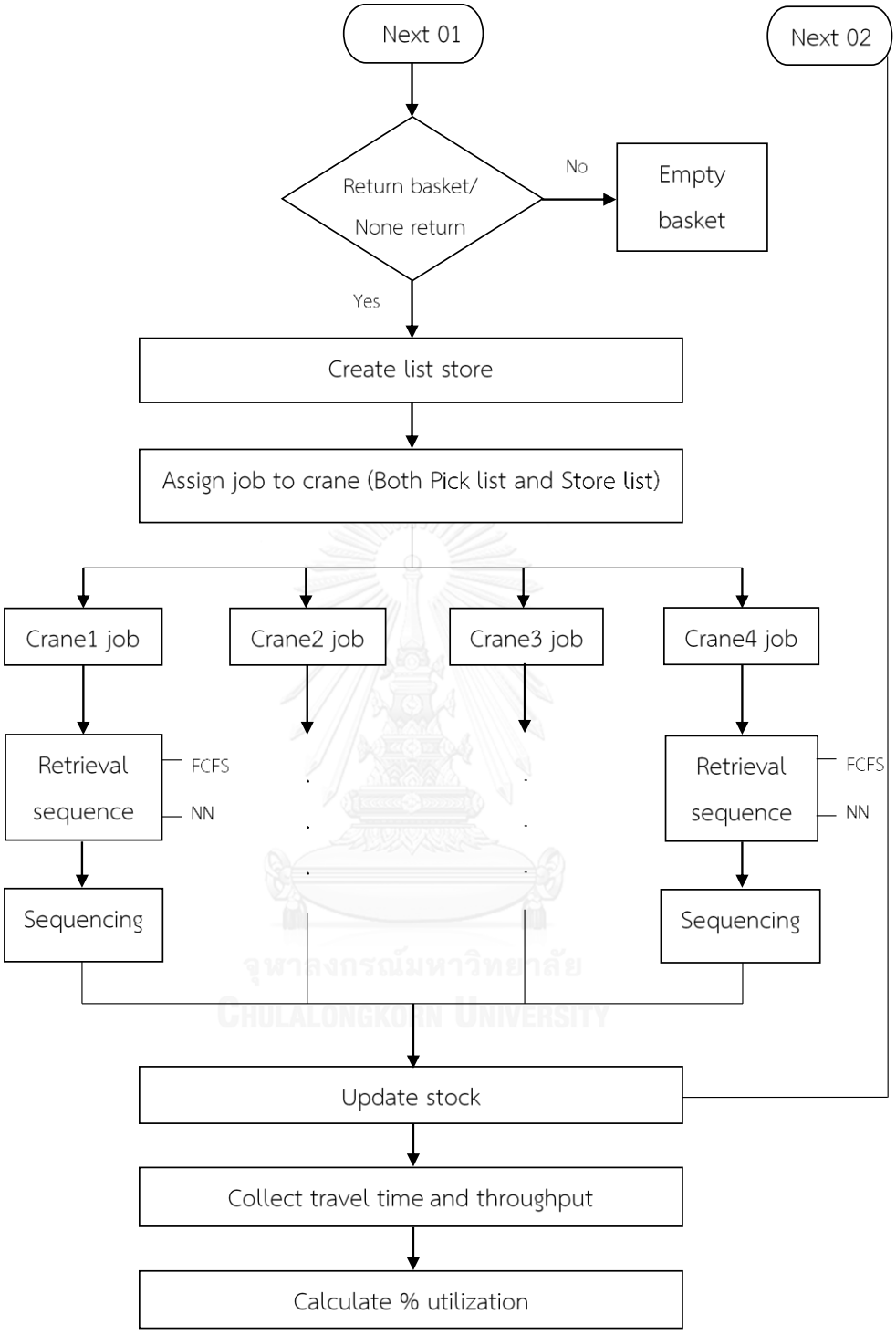
การจัดส่งสินค้าเริ่มจากทางทีม CS/Planning จะส่งข้อมูลการรับสินค้าเบ็ดเตล็ดของร้านสาขา/ลูกค้ามายังแผนกจ่ายสินค้า ฝ่ายจ่ายสินค้าจะทำการ Set Batch DO ซึ่งสามารถเลือกทำได้ 2 รูปแบบคือ รวมเป็น DO ของแต่ละร้านสาขา หรือรวมเป็นแต่ละชนิดสินค้าเบ็ดเตล็ด จากนั้นฝ่ายจัดสินค้าทำการ Select Batch ที่จะทำการจัดสินค้าเบ็ดเตล็ด ระบบจัดเก็บและเรียกคืนวัสดุอัตโนมัติจะทำการหยิบสินค้าเรียงตาม Batch ที่ฝ่ายจัดสินค้าเลือกมา โดยลำดับในการหยิบสินค้าจะขึ้นอยู่กับการกำหนดรูปแบบลำดับในการหยิบ ตะกร้าสินค้าจะถูกลำเลียงบนสายพานมายังจุด I/O station ฝ่ายจัดสินค้าเบ็ดเตล็ดจะทำการหยิบสินค้าเบ็ดเตล็ดออกจากตะกร้าตามจำนวนชิ้นที่ระบุในใบเบิก หากมีสินค้าเหลืออยู่ในตะกร้า สายพานลำเลียงจะนำตะกร้าสินค้ากลับเข้าไปจัดเก็บใน Storage rack ของระบบ Miniload และเมื่อจัดสินค้าแต่ละ Batch เสร็จแล้วฝ่ายจัดสินค้าจึงทำการ Confirm ตะกร้า พิมพ์ใบสรุปใบเบิกแนบกับตะกร้านั้นเพื่อจัดสินค้าลงบนพาเลทแยกตามสาขาเพื่อเตรียมจัดส่งต่อไป

แบบจำลองในส่วนนี้สนใจกระบวนการทำงานของระบบจัดเก็บและเรียกคืนวัสดุอัตโนมัติ เริ่มตั้งแต่รับข้อมูล DO จากฝ่าย Planning เข้ามาจนถึงเครนอัตโนมัติทำการหยิบและจัดเก็บตะกร้าสินค้า (Retrieving basket) โดยวิเคราะห์ผลจากการเปรียบเทียบเวลาการทำงานของเครนและจำนวน Throughput ในแต่ละรูปแบบของสถานการณ์ (Scenario) จากนั้นจึงสร้างแบบจำลองของระบบจัดเก็บและเรียกคืนวัสดุอัตโนมัติโดยอ้างอิงจากการทำงานในปัจจุบันของบริษัทค้าปลีกวัสดุก่อสร้างกรณีศึกษา โดยเริ่มตั้งแต่มีคำสั่งเบิกสินค้าเข้ามาจนถึงเครนอัตโนมัติทำการหยิบตะกร้าสินค้าและนำตะกร้าที่มีสินค้าเหลือกลับเข้าไปจัดเก็บใน storage rack ของระบบ Miniload ดังรูปที่ 4.2 และ 4.3

Chulalongkorn University



รูปที่ 4.2 แผนภาพการดำเนินงานของแบบจำลอง Miniload

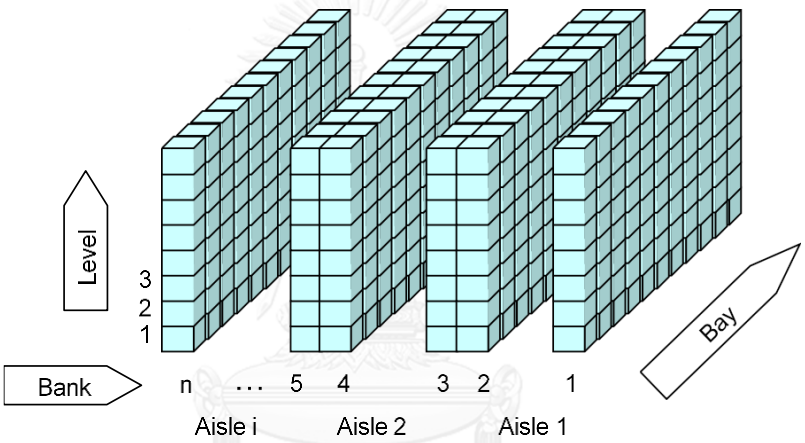


รูปที่ 4.3 แผนภาพการดำเนินงานของแบบจำลอง Miniload (ต่อ)

อ้างอิงจากแผนภาพการดำเนินงานของแบบจำลองถัดมาเป็นการวิเคราะห์รายละเอียดต่างๆ ของแบบจำลองระบบจัดเก็บและเรียกคืนวัสดุอัตโนมัติในแต่ละส่วนโดยเริ่มจาก

1) Miniload AS/RS

การสร้าง Storage rack ของระบบจัดเก็บและเรียกคืนวัสดุอัตโนมัติในแบบจำลอง โดยใช้โปรแกรม R/R studio Version 0.99.491 ในการสร้างแบบจำลองของ Miniload ประกอบไปด้วย Selective high density rack จำนวน 8 bank แต่ละ Rack มีทั้งหมด 19 level และแต่ละ level มี 100 bay รวมแล้วมีพื้นที่จัดเก็บทั้งหมด 15,200 location ดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 Selective high density rack ของระบบจัดเก็บและเรียกคืนวัสดุอัตโนมัติ

ซึ่งลักษณะของการจัดเก็บสินค้าเบ็ดเตล็ดกำหนดให้ 1 ตะกร้าจัดเก็บสินค้าเบ็ดเตล็ดได้เพียง 1 SKU เท่านั้น และตั้งสมมติฐานให้สินค้าจัดเก็บได้ทุกตำ Location ในแต่ละ level โดยไม่มีข้อจำกัดในด้านความสูงของสินค้า เนื่องจาก 99% ของสินค้าแต่ละ SKU จัดเก็บได้ทั้งตะกร้าสีฟ้า (ความสูง 350 mm) และตะกร้าสีเขียว (ความสูง 200 mm) จากนั้นจึงวิเคราะห์ในส่วนการทำงานของเครน (Storage & Retrieval Machine: SRM) อ้างอิงจากกระบวนการทำงานจริงในปัจจุบันของบริษัทค้าปลีกวัสดุก่อสร้างกรณีศึกษา ดังรูปที่ 4.5

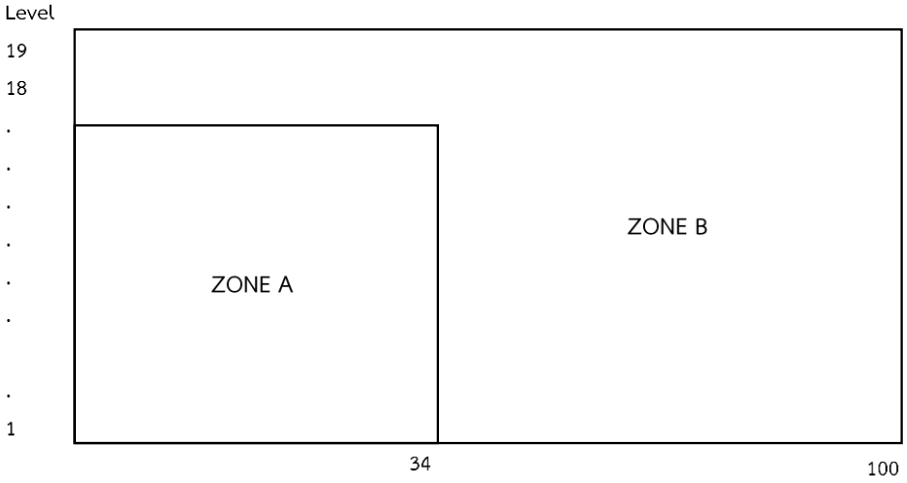
Horizontal speed	200 (200) m/min.
Vertical speed	80 (100) m/min.
Shuttle-fork speed	40 (50) m/min.
Transport Speed (Conveyor)	20 m/min. 500 boxes/hour

รูปที่ 4.5 เครนอัตโนมัติ (Storage & Retrieval Machine : SRM)

ความเร็วของเครนอัตโนมัติที่ใช้ในปัจจุบันเคลื่อนที่ในแนวนอน 3.33 เมตรต่อวินาที และแนวตั้ง 1.33 เมตรต่อวินาที โดยสามารถเคลื่อนได้ในสองทิศทางพร้อมกัน ความเร็วในการหยิบและจัดเก็บตะกร้าสินค้า 0.67 เมตรต่อวินาที โดยข้อมูลในส่วนนี้จะนำไปคำนวณเวลาการทำงานของเครนอัตโนมัติในแบบจำลอง

2) รูปแบบการจัดเก็บสินค้า (Storage Assignment)

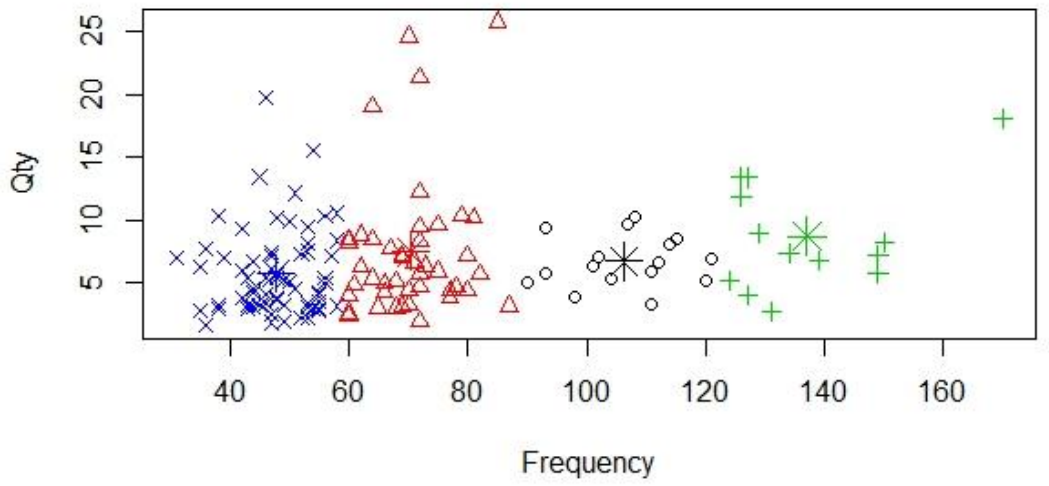
หลังจากทำการจำลองระบบจัดเก็บและเรียกคืนวัสดุอัตโนมัติแล้ว จากนั้นจึงกำหนดรูปแบบการจัดเก็บสินค้าเบ็ดเตล็ดที่ใช้ในแบบจำลอง ซึ่งในปัจจุบันบริษัทค้าปลีกวัสดุก่อสร้างกรณีศึกษากรณีศึกษาใช้นโยบายการจัดเก็บแบบสุ่ม มีการเก็บสินค้าประเภท Standard และ Regular ปนกัน สินค้าประเภท Standard เป็นสินค้าขายดี มีความถี่ในการหยิบสูง จึงควรจัดเก็บสินค้าประเภทนี้ไว้บริเวณด้านหน้า Storage rack ส่วนสินค้าประเภท Regular เป็นสินค้าขายได้ จึงควรมีการแบ่งโซนจัดเก็บไว้ตรงกลางและด้านหลัง Storage rack งานวิจัยนี้จึงเสนอการปรับปรุงโดยใช้รูปแบบการจัดเก็บแบบแบ่งตามการแบ่งกลุ่มของสินค้า อ้างอิงจากประเภทสินค้าเบ็ดเตล็ดของบริษัทค้าปลีกวัสดุก่อสร้างกรณีศึกษาในปัจจุบัน สามารถแบ่งโซนพื้นที่การจัดเก็บออกเป็น 2 ส่วน เริ่มจากการวิเคราะห์จำนวนของสินค้าประเภท Standard และ Regular เพื่อกำหนดโซนพื้นที่จัดเก็บให้มีจำนวน Location เพียงพอต่อปริมาณสินค้า ดังรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 การจัดเก็บสินค้าเบ็ดเตล็ดแบบ Class Based Storage

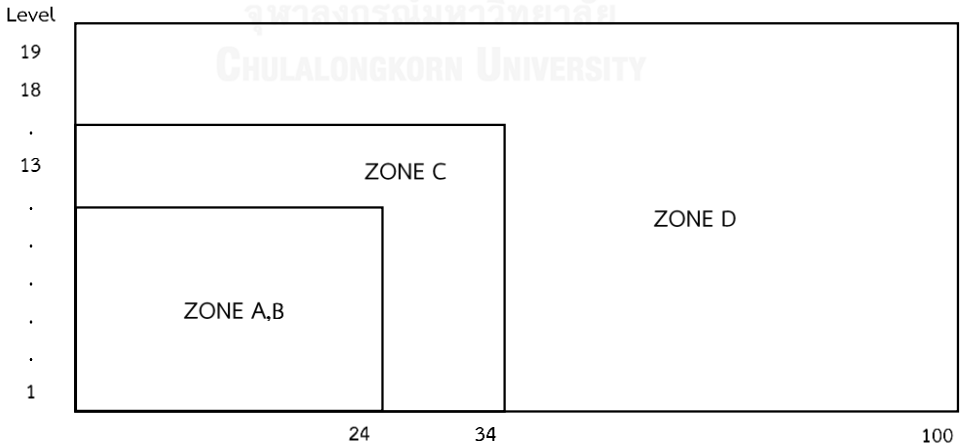
จากรูปที่ 4.6 โซน A จัดเก็บสินค้าประเภท Standard ตั้งแต่ bay ที่ 1 ถึง 34 และ level 1 ถึง 17 ส่วนโซน B จะจัดเก็บสินค้าประเภท Regular ตั้งแต่ bay 35 จนถึง 100 เนื่องจากความเร็วของเครนอัตโนมัติในการเคลื่อนที่ด้านแนวนอนและแนวตั้งที่ไม่เท่ากัน การกำหนดโซนในการจัดเก็บสินค้าเบ็ดเตล็ดจึงคำนวณตามเวลาที่เครนใช้ในการเดินทางในโซนนั้นๆ เช่น โซน A เวลาในการเคลื่อนที่ของเครนไปตำแหน่งบนสุด (Level 17) จะเท่ากับเวลาที่เครนใช้ในการเคลื่อนที่ไปตำแหน่งขวาสุด (Bay 34) และเนื่องจาก Level ที่ 18 และ 19 เป็น Level ที่มีการจัดเก็บสินค้าความสูงพิเศษ จึงไม่นำมาพิจารณาการแบ่งโซนในการจัดเก็บสินค้าเบ็ดเตล็ด

นอกจากนี้งานวิจัยยังสนใจปรับปรุงนโยบายการจัดเก็บสินค้าเบ็ดเตล็ดแบบ Turnover based storage กล่าวคือ จัดเก็บสินค้าเบ็ดเตล็ดโดยแบ่งกลุ่มสินค้าเบ็ดเตล็ดตามความถี่และจำนวนในการกระจายสินค้า โดยการนำข้อมูลการกระจายสินค้าย้อนหลัง 3 เดือน (เดือนเมษายน พฤษภาคม และมิถุนายน 2558) ของสินค้าเบ็ดเตล็ดที่จัดเก็บบน Storage rack ของระบบ Miniload มาแบ่งกลุ่มสินค้าโดยใช้วิธีการวิเคราะห์คลัสเตอร์แบบไม่เป็นขั้นตอน (K-mean) เป็นเทคนิคการจัดกลุ่มที่ใช้กับข้อมูลขนาดใหญ่ตั้งแต่ 200 ข้อมูลขึ้นไป โดยจะต้องทำการกำหนดจำนวนกลุ่ม ในงานวิจัยนี้กำหนดค่า k=4 โดยเทคนิค K-mean จะมีการทำงานแบบรอบกระทำซ้ำ (Iteration) โดยแต่ละรอบจะมีการรวมข้อมูลให้ไปอยู่ในกลุ่มหนึ่งกลุ่มใด โดยเลือกกลุ่มที่ข้อมูลนั้นมีระยะห่างจากค่ากลางของกลุ่มน้อยที่สุด แล้วจึงคำนวณค่ากลางของกลุ่มใหม่ จะทำเช่นนี้จนกระทั่งค่ากลางของกลุ่มไม่เปลี่ยนแปลงหรือครบจำนวนรอบที่กำหนดไว้ ดังรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 การแบ่งกลุ่มสินค้าเบ็ดเตล็ดโดยวิธีการวิเคราะห์คลัสเตอร์แบบไม่เป็นขั้นตอน (K-mean)

หลังจากแบ่งกลุ่มสินค้าเบ็ดเตล็ดโดยวิธีการวิเคราะห์คลัสเตอร์แบบไม่เป็นขั้นตอน (K-mean) โดยแบ่งสินค้าเป็น 4 กลุ่มตามจำนวนและความถี่ในการกระจายสินค้าเบ็ดเตล็ดแล้ว จึงทำการแบ่งโซนพื้นที่การจัดเก็บสินค้าเบ็ดเตล็ดออกเป็น 4 โซน โดยใช้วิธีการเดียวกับการแบ่งโซนจัดเก็บสินค้าเบ็ดเตล็ดของรูปแบบ Class Based Storage และกำหนดโซนพื้นที่จัดเก็บให้มีจำนวน Location เพียงพอต่อปริมาณสินค้าเบ็ดเตล็ดทั้ง 4 กลุ่มสินค้า ดังรูปที่ 4.8

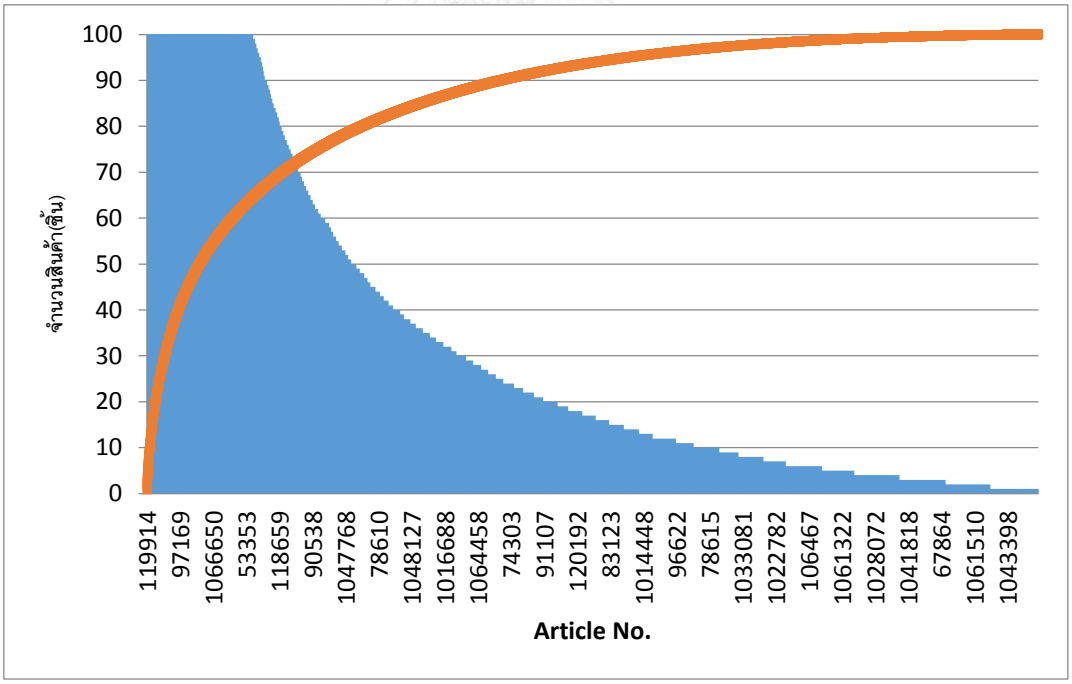


รูปที่ 4.8 การจัดเก็บสินค้าเบ็ดเตล็ดแบบ Turnover Based Storage

เนื่องจากพื้นที่การจัดเก็บในแต่ละโซนมีจำกัด ในกรณีที่พื้นที่จัดเก็บในโซนนั้นๆเต็ม สินค้าสามารถจัดเก็บพื้นที่บริเวณใกล้เคียงในโซนถัดไปได้ โดยโซน A,B เริ่มตั้งแต่ bay ที่ 1 ถึง 24 และ level 1 ถึง 13 โซน C ตั้งแต่ bay ที่ 24 ถึง 34 และ level 13 ถึง 18 ส่วนโซน D ตั้งแต่ Bay 35 เป็นต้นไป

3) ข้อมูลนำเข้าแบบจำลองสถานการณ์ Miniload (Order arrival)

ส่วนถัดมาเป็นการวิเคราะห์ข้อมูลนำเข้าโดยกำหนดการเข้ามาของใบเบิกสินค้าเบ็ดเตล็ด (Order arrival) ในแบบจำลองเป็น Batch ตามรอบของเวลาการทำงานจริง 3 รอบต่อวันคือ รอบแรกเวลา 8 โมงเช้า รอบสองเวลาเที่ยงวัน และรอบสุดท้ายเวลา 3 โมงเย็น จากการวิเคราะห์ข้อมูลการกระจายสินค้าเบ็ดเตล็ดในอดีตของบริษัทค้าปลีกวัสดุก่อสร้างกรณีศึกษาพบว่าไม่มี Pattern ในการกระจายสินค้าประเภทเบ็ดเตล็ด และมีเพียงสินค้าน้อยรายการที่มีข้อมูลการจัดส่งทั้ง 3 เดือน ดังรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.9 วิเคราะห์ข้อมูลการกระจายสินค้าในอดีตของบริษัทค้าปลีกวัสดุก่อสร้างกรณีศึกษา

จากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูลนำเข้าแบบจำลอง จากข้อมูลสินค้าเบ็ดเตล็ดเป็นสินค้ามีความหลากหลายมากกว่า 100,000 รายการ จากการวิเคราห์ข้อมูลความถี่ในการกระจายสินค้าของสินค้า

เบ็ดเตล็ดแต่ละรายการย้อนหลัง 3 เดือนพบว่า มีเพียงสินค้าเบ็ดเตล็ดบางรายการที่มีการเคลื่อนไหวทุกเดือน ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ตัวอย่างความถี่ของการกระจายสินค้าของสินค้าเบ็ดเตล็ดแต่ละรายการ

ArticleNo	Article Description	Type	Class	April	May	June
6326	GS1050618 น๊อตยึดหม้อน้ำ	STANDARD	B	2.75	2	3
6790	สายฉีดชำระ BW01-11 ขาว	STANDARD	B	2	2.75	2.75
99765	ขอแขวนผ้า HK-103 รุ่น EXCELLE	REGULAR	C	0.5		
10603	ท่อน้ำทิ้งกระปุก CT-680 (HM)	STANDARD	A	2.5	3	3.75
10605	ท่อน้ำทิ้งกระปุก CT-681 สำหรับโถปัสวะชาย	STANDARD	A	2.75	2.25	2.75
14278	A-8007 สะดืออ่างล้างหน้าแบบตัวล็อก	STANDARD	A	2.75	3.5	4.25
14282	A-4400-SP สต็อปวาล์วโถสุขภัณฑ์ ขนาด 1/2"	STANDARD	A	2	3	2.25
99736	ก๊อก(ผสม)ยืนอาบ BS-116 โครเมียม	REGULAR	C		0.25	0.25
15660	สายน้ำดีสแตนเลสถัก 16 นิ้ว รุ่น SF-40	STANDARD	A	2.75	2.25	2.75
15661	สายน้ำดีสแตนเลสถัก 18 นิ้ว รุ่น SF-45	STANDARD	A	3	4	3.25
89911	สายฉีดชำระ OS-808 ขาว	STANDARD	B	1.5	1.25	2.25
89732	ที่ใส่กระดาษชำระแบบมีฝาปิด PIXO FS07 ขาว	STANDARD	A	0.75	2	1.75
89539	ฝักบัวมือ FIVE 28796 โครเมี่ยม	STANDARD	A	1	2.25	1.5
89167	ฝารองนั่ง PIXO TR02-WT ขาว	STANDARD	A	1	2.25	1.75
99399	ก๊อกผสมอ่างล้างหน้าALLURE 321	REGULAR	C	0.5		0.25
87890	AC10 สต็อปวาล์ว 2 ทาง โครเมี่ยม	STANDARD	C	1.5	2.25	1.25
87889	สต็อปวาล์ว AC09 โครเมี่ยม	STANDARD	B	1.5	2.25	2.75
87569	ก๊อก(ผสม)ยืนอาบ 33590001 โครเมี่ยม	STANDARD	C	1.5	2.5	2
87559	ก๊อกผสมอ่างล้างหน้า 33558001 โครเมี่ยม	STANDARD	C	1	2.25	1.25
87249	ก้านฝักบัวMODERN 40 ซม .28361 โครเมี่ยม	STANDARD	A	1.25	2.25	3.25
86475	ชุดสายฉีดชำระทรงเอียง HO-0040ES *สแตนเลส	STANDARD	B	1.25	3.25	2.75

จากตารางวิเคราะห์ความถี่ของการกระจายสินค้าเบ็ดเตล็ดจากข้อมูลในการกระจายสินค้าย้อนหลัง 3 เดือน (เดือนเมษายน พฤษภาคม และมิถุนายน 2558)

- ผู้วิจัยได้แบ่งกลุ่มสินค้าโดยเลือกสนใจสินค้าเบ็ดเตล็ดที่มีการส่งสินค้าทุกเดือนอย่างน้อยเดือนละ 2 ครั้ง มีจำนวน 780 SKU จากทั้งหมด 9,696 SKU ซึ่งคิดเป็น 40% ของ Transection ทั้งหมด
- จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าไม่มี Pattern การเข้ามาของใบเบิกสินค้าเบ็ดเตล็ดของแบบจำลองจึงใช้ข้อมูลการกระจายสินค้าเบ็ดเตล็ดย้อนหลัง 3 เดือนของสินค้าเบ็ดเตล็ด 780 รายการหลังจากตัด Outlier แล้วนำไปสร้าง Empirical Distribution โดยสนใจทั้งชนิดสินค้า ความถี่และจำนวนของการเบิกสินค้าเบ็ดเตล็ดแต่ละรายการเพื่อใช้เป็นข้อมูลนำเข้าของแบบจำลอง
- เริ่มจากการนำข้อมูลการกระจายสินค้าเบ็ดเตล็ดย้อนหลัง 3 เดือนของสินค้าเบ็ดเตล็ดทั้ง 780 รายการมาแบ่งเป็นแต่ละช่วงเวลา 3 กะต่อวันอ้างอิงจากการทำงานของบริษัทค้าปลีกวัสดุก่อสร้างกรณีศึกษาในปัจจุบันคือรอบเช้า เที่ยง และบ่าย 3 โมง
- จากนั้นนำจำนวนชิ้นและความถี่ในการเบิกสินค้าเบ็ดเตล็ดแต่ละชนิดในแต่ละกะของแต่ละวันไปคำนวณความน่าจะเป็น (Probability) ของการเข้ามาของใบเบิกสินค้าแต่ละ SKU ในแต่ละกะของแบบจำลอง

โดยการเข้ามาของใบเบิกสินค้าเบ็ดเตล็ดจะเป็นแบบ wave order สามรอบต่อวันอ้างอิงจากการทำงานของบริษัทค้าปลีกวัสดุก่อสร้างกรณีศึกษาในปัจจุบันคือรอบเช้า เที่ยง และบ่าย 3 โมง และสนใจว่าแต่ละความต้องการสินค้าเบ็ดเตล็ดที่เข้ามาในแบบจำลองเป็นสินค้า SKU ใดและเป็นสินค้าประเภทใด

4) การจัดใบเบิกสินค้าเบ็ดเตล็ด (Order batching)

เมื่อทำการวิเคราะห์ในส่วนของข้อมูลนำเข้าของแบบจำลองแล้ว ในส่วนต่อไปจึงจัดใบเบิกสินค้าเบ็ดเตล็ด โดยปัจจุบันบริษัทใช้รูปแบบการจัดใบเบิกสินค้าเบ็ดเตล็ดโดยแยกเป็นแต่ละสาขา กล่าวคือใน 1batch จะประกอบด้วยหลายใบเบิกสินค้าเบ็ดเตล็ดที่มาจากสาขาเดียวกันซึ่งทำให้เป็นการง่ายในการทำงานของพนักงานในส่วนของการทำการจัดส่งสินค้าเบ็ดเตล็ด แต่เป็นการเพิ่มระยะเวลาที่เครนอัตโนมัติใช้ในการหยิบสินค้าเบ็ดเตล็ด และจากการวิเคราะห์ข้อมูลการเบิกสินค้าเบ็ดเตล็ดพบว่าในแต่ละรอบของการส่งข้อมูลใบเบิกสินค้าเบ็ดเตล็ดพบชนิดสินค้าเบ็ดเตล็ดที่มีส่งมากกว่า 1 สาขา งานวิจัยได้เสนอนโยบายรูปแบบการจัดใบเบิกสินค้าเบ็ดเตล็ดโดยแยกเป็นแต่ละ

ชนิดสินค้า คือใน 1 batch จะประกอบด้วยหลายใบเบิกสินค้าเบ็ดเตล็ดที่มาจากต่างสาขาแต่เป็นการเบิกสินค้าชนิดเดียวกัน ระบบจะทำการรวมปริมาณสินค้าเบ็ดเตล็ดใน batch นั้นๆ แล้วทำการตัดสินใจหยิบสินค้าเบ็ดเตล็ดรอบเดียว โดยจะมีการจัดใบเบิกสินค้า 3 รอบต่อวันอ้างอิงจากช่วงเวลาในการส่งข้อมูลใบเบิกสินค้าจากฝ่าย Planning ซึ่งเป็นการลดเวลาการทำงานของเครนเนื่องจากไม่ต้องหยิบสินค้าเบ็ดเตล็ดชนิดเดียวกันหลายรอบ แต่จะเป็นการเพิ่มภาระงานของพนักงานในการจัดสินค้าเบ็ดเตล็ดแยกส่งไปแต่ละสาขาที่จุด I/O station

5) การเลือกหยิบตะกร้าสินค้าเบ็ดเตล็ด (Tote picking)

เมื่อจัดใบเบิกสินค้าเบ็ดเตล็ดแล้ว ในส่วนถัดไปแบบจำลองจะทำการตรวจสอบสินค้าแต่ละ SKU ว่าสินค้าคงคลัง ณ ขณะนั้นเพียงพอกับความต้องการของสินค้าเบ็ดเตล็ดในใบเบิกสินค้าหรือไม่ หากมีสินค้าเบ็ดเตล็ดไม่เพียงพอข้อมูลจะถูกจัดเก็บใน Backlog list และถ้ามีปริมาณสินค้าเบ็ดเตล็ดเพียงพอ แบบจำลองจะเก็บข้อมูลใน Inventory list จากนั้นจะนำสินค้าเบ็ดเตล็ดใน Inventory list ไปหาตำแหน่งตะกร้าทั้งหมดที่เก็บสินค้า SKU นั้นอยู่ ซึ่งนโยบายที่ใช้ในการเลือกหยิบสินค้าเบ็ดเตล็ดในปัจจุบันคือ เมื่อมีคำสั่งเบิกสินค้าเบ็ดเตล็ดแต่สินค้านั้นมีการจัดเก็บอยู่หลายตำแหน่งตะกร้า ระบบจะเลือกหยิบตะกร้าที่มีจำนวนชิ้นสินค้าเบ็ดเตล็ดใกล้เคียงกับความต้องการสินค้าเบ็ดเตล็ดใน DO นั้นมากที่สุด ทำให้เหลือสินค้าเบ็ดเตล็ดเป็นเศษอยู่ที่ตำแหน่งตะกร้าอื่นๆ งานวิจัยนี้จึงปรับปรุงรูปแบบการเลือกหยิบตะกร้าสินค้าเบ็ดเตล็ด โดยจะเลือกหยิบตะกร้าสินค้าเบ็ดเตล็ดที่เก็บสินค้าจำนวนชิ้นน้อยที่สุดก่อนเพื่อเป็นการแก้ปัญหาการมีตะกร้าเก็บสินค้าตามตำแหน่งต่างๆ ใน Storage rack

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

6) การจัดลำดับการหยิบสินค้าเบ็ดเตล็ด (Retrieval sequencing)

เมื่อระบบเลือกตะกร้าสินค้าเบ็ดเตล็ดที่จะทำการหยิบแล้วเก็บข้อมูลใน Pick list โดยหากตะกร้าไหนมีการหยิบสินค้าออกไม่หมด ยังคงมีสินค้าเหลืออยู่ในตะกร้านั้น ระบบจะเก็บข้อมูลตะกร้านั้นเพิ่มใน Store list เพื่อให้เครนนำตะกร้าสินค้าเข้าไปเก็บที่ตำแหน่งเดิม จากนั้นจึงทำการแบ่งงานให้แต่ละเครนอัตโนมัติตามแต่ละ Aisle ซึ่งในแบบจำลองจะใช้ทั้งหมด 4 เครนตามจำนวนเครนของบริษัทค้าปลีกวัสดุก่อสร้างกรณีศึกษา โดยรูปแบบการจัดลำดับที่บริษัทค้าปลีกวัสดุก่อสร้างกรณีศึกษาใช้ในปัจจุบันคือ First Come First Serve (FCFS) เครนจะเลือกหยิบและจัดเก็บสินค้าเบ็ดเตล็ดตามลำดับงานที่ป้อนข้อมูลเข้าระบบ โดยมีรูปแบบในการหยิบ 2 รูปแบบ คือ การหยิบตามคำสั่งรอบเดียวและการหยิบตามคำสั่งเปนคู่ ในงานวิจัยนี้จึงปรับปรุงการจัดลำดับสินค้าในส่วนการหยิบตามคำสั่งเป็นคู่ โดยระบบจะทำการจับคู่งานที่อยู่ใน Pick list และ Store list ของแต่ละเครนโดยเลือก

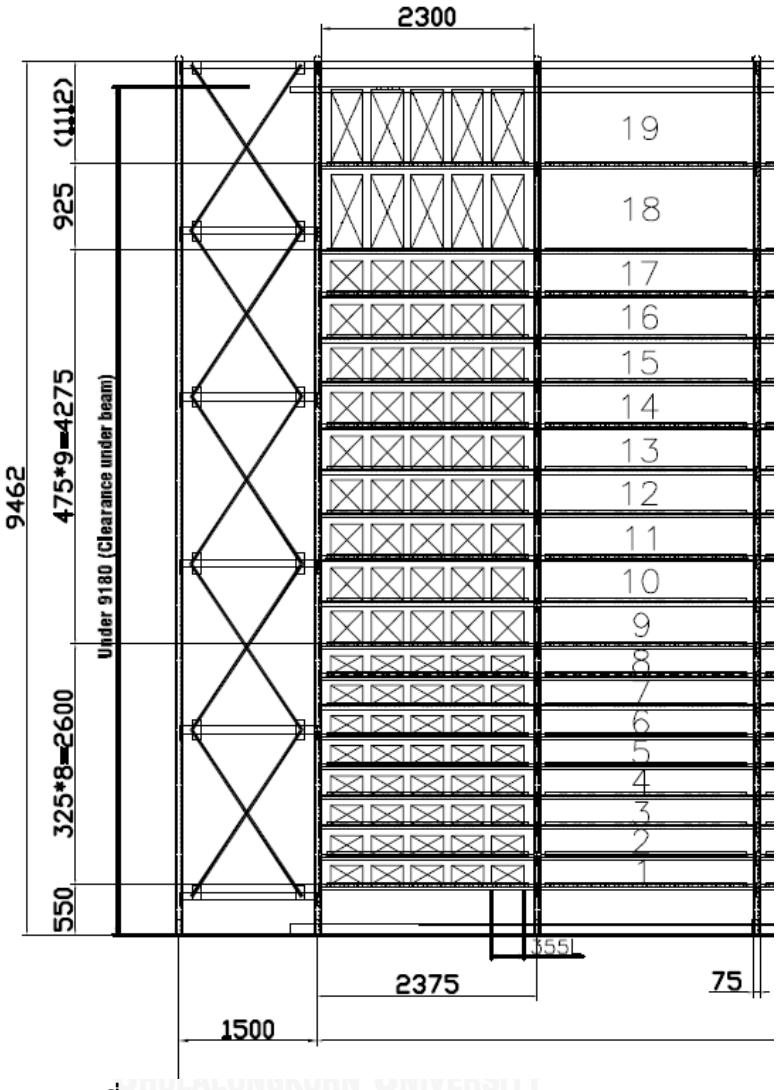
จากคู่ของงานที่มีระยะระหว่างตำแหน่งตะกร้าห่างกันน้อยที่สุด เพื่อที่เครนอัตโนมัติจะนำตะกร้าสินค้าเบ็ดเตล็ดที่อยู่ใน Store list เข้าไปเก็บแล้วจะทำการเลือกตะกร้าสินค้าเบ็ดเตล็ดที่มีความต้องการใน Pick list โดยจะเลือกตะกร้าที่อยู่ในตำแหน่งใกล้ตำแหน่งที่เครนอยู่ในปัจจุบันมากที่สุด (Nearest neighbor) เป็นการลดระยะทางและเวลาในการทำงานของเครน

7) การเติมเต็มสินค้าเบ็ดเตล็ดคงคลัง (Inventory management)

การเติมเต็มสินค้าเบ็ดเตล็ดคงคลังเมื่อสิ้นวันของแบบจำลองระบบจัดเก็บและเรียกคืนวัสดุอัตโนมัติจะมีการเติมเต็มสินค้าเบ็ดเตล็ดแบบสองระดับ (min-max) เมื่อสิ้นวันระบบจะสรุปข้อมูลชนิดและจำนวนสินค้าเบ็ดเตล็ดทั้งหมดที่จัดเก็บอยู่ใน Storage rack ของระบบ Miniload หากระดับสินค้าเบ็ดเตล็ดในแต่ละ SKU ที่จัดเก็บใน Miniload ลดน้อยลงจนมีจำนวนเท่ากับหรือน้อยกว่าระดับจุดสั่งซื้อ (Minimum point) ระบบจะทำการเติมสินค้าเบ็ดเตล็ดให้อยู่ในระดับสูงสุด (Maximum) โดยจะทำการจัดเก็บสินค้าเบ็ดเตล็ดที่เติมใหม่ตามการจัดเก็บสินค้าเบ็ดเตล็ดที่กำหนดให้แบบจำลองในตอนเริ่มต้น โดยจำนวนชิ้นสินค้าเบ็ดเตล็ดสูงสุดที่จัดเก็บในตะกร้าได้จะอ้างอิงข้อมูลในอดีตของบริษัทค้าปลีกวัสดุก่อสร้างกรณีศึกษา

8) การออกแบบผลลัพธ์ของแบบจำลอง (Output model)

เมื่อสิ้นสุดแบบจำลองในแต่ละวัน ระบบจะทำการเก็บข้อมูลจำนวนสินค้าเข้า-ออก (Throughput) ในวันนั้น โดยจะเก็บข้อมูลแยกเป็น 3 กะใน 1 วัน และสรุปจำนวนตำแหน่งที่ใช้เก็บสินค้าในตอนสิ้นวันของแต่ละวันเพื่อนำไปคำนวณอรรถประโยชน์ของพื้นที่จัดเก็บ (Utilization) ในส่วนเวลาการทำงานของเครน (Travel time) จะคำนวณจากความเร็วของเครนอัตโนมัติที่ใช้ในปัจจุบันและระยะห่างแต่ละตำแหน่งของ Storage rack จัดเก็บสินค้า จากรูปที่ 4.10 โดยคำนวณจากเวลาการเคลื่อนที่ไปด้านแกน x หรือแกน y ที่มากที่สุด max (T_x,T_y)



รูปที่ 4.10 ขนาด Storage rack ของ Miniload AS/RS

ในส่วนของรูปแบบ Scenario ที่ใช้ทดสอบในแบบจำลอง ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์และนำนโยบายทั้ง 4 รูปแบบมาเปรียบเทียบร่วมกัน โดยเริ่มพิจารณานโยบายรูปแบบเลือกหยิบตะกร้าสินค้าเบ็ดเตล็ด เนื่องจากบริษัทค้าปลีกวัสดุก่อสร้างกรณีศึกษาใช้รูปแบบการหยิบตะกร้าสินค้าเบ็ดเตล็ดที่มีจำนวนชิ้นสินค้าเบ็ดเตล็ดใกล้เคียงกับความต้องการสินค้าใน DO นั้นมากที่สุดกรณีที่สินค้าชนิดเดียวกันมีการจัดเก็บอยู่หลายตำแหน่งตะกร้า ทำให้มีสินค้าเบ็ดเตล็ดเป็นเศษจัดเก็บอยู่ตามตำแหน่งตะกร้าต่างๆ ผู้วิจัยจึงกำหนดให้สถานการณ์ทั้งหมดที่ต้องการทดสอบใช้รูปแบบการหยิบตะกร้าสินค้าเบ็ดเตล็ดที่มีจำนวนชิ้นสินค้าน้อยที่สุดก่อน ดังนั้นจึงเหลือจำนวน Scenario ที่ต้องทดสอบในแบบจำลองทั้งหมด 12 Scenario ในงานวิจัยนี้จึงออกแบบสถานการณ์เป็นคู่เพื่อเปรียบเทียบผลลัพธ์

ของแต่ละนโยบายที่ใช้ในแบบจำลอง เช่น สถานการณ์ที่ 1 และสถานการณ์ที่ 2 ใช้นโยบายการเลือกหยิบตะกร้าสินค้า การจัดลำดับการหยิบสินค้า และการรวมใบเบิกสินค้าที่เหมือนกัน แตกต่างกันเพียงการจัดเก็บสินค้าเบ็ดเตล็ด จากนั้นจึงนำผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองทั้ง 2 สถานการณ์ไปวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อทดสอบความแตกต่างของผลลัพธ์ที่ได้ จึงออกแบบการทดสอบโดยกำหนดรูปแบบของสถานการณ์ทั้ง 6 ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 สถานการณ์ของนโยบายทั้ง 4 รูปแบบที่ใช้ในแบบจำลอง

Scenario	Basket picking (P)	Order batching (B)	Storage Assignment (S)	Retrieval Sequencing (R)
0*	P0	B0	S0	R0
1	P1	B0	S0	R0
2	P1	B0	S1	R0
3	P1	B0	S2	R0
4	P1	B0	S0	R1
5	P1	B1	S2	R0
6	P1	B1	S1	R1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 4.2 สถานการณ์ที่ 0 คือนโยบายที่บริษัทค้าปลีกวัสดุก่อสร้างกรณีศึกษาใช้ในปัจจุบัน มีการจัดใบเบิกสินค้าตามสาขา จัดเก็บสินค้าแบบสุ่ม และลำดับในการหยิบสินค้าแบบ FCFS กรณีที่สินค้า SKU นั้นมีการจัดเก็บอยู่หลายตำแหน่งตะกร้า จะการเลือกหยิบตะกร้าสินค้าเบ็ดเตล็ดที่มีจำนวนสินค้าใกล้เคียงกับความต้องการสินค้าเบ็ดเตล็ดใน DO นั้นมากที่สุด และสถานการณ์ที่ 1-6 แทนนโยบายต่างๆ ที่ใช้ปรับปรุงการทำงานในปัจจุบันของบริษัทกรณีศึกษา ดังนี้

P0: การหยิบตะกร้าสินค้าที่จัดเก็บจำนวนชิ้นสินค้าเบ็ดเตล็ดมากที่สุด (At most)

P1: การหยิบตะกร้าสินค้าที่จัดเก็บจำนวนชิ้นสินค้าเบ็ดเตล็ดน้อยที่สุด (At least)

B0: การจัดใบเบิกสินค้าเบ็ดเตล็ดตามสาขา (Batch by Store)

B1: การจัดใบเบิกสินค้าเบ็ดเตล็ดตามชนิดสินค้า (Batch by article)

S0: การเก็บสินค้าเบ็ดเตล็ดแบบสุ่ม (Random storage)

S1: การเก็บสินค้าเบ็ดเตล็ดแบ่งตามประเภทสินค้า (Class based storage)

S2: การเก็บสินค้าเบ็ดเตล็ดแบ่งตามแบ่งตามความถี่และจำนวนในการกระจายสินค้า (Turnover based storage)

R0: การจัดลำดับเลือกหยิบสินค้าเบ็ดเตล็ดแบบ FCFS

R1: การจัดลำดับเลือกหยิบสินค้าเบ็ดเตล็ดแบบ NN

และในสถานการณ์ที่ 1-6 เมื่อสินค้าเบ็ดเตล็ด SKU นั้นมีการจัดเก็บอยู่หลายตำแหน่งตะกร้าระบบจะเลือกหยิบตะกร้าสินค้าเบ็ดเตล็ดที่จัดเก็บสินค้าจำนวนชิ้นน้อยที่สุดก่อน เป็นการปรับปรุงในด้านการใช้พื้นที่จัดเก็บที่เหมาะสม

แบบจำลองของระบบจัดเก็บและเรียกคืนวัสดุอัตโนมัติจะสิ้นสุดเมื่อเครนอัตโนมัติหยิบสินค้าออกมาจาก Storage rack ในส่วนถัดไปจะเป็นในส่วนของแบบจำลองสถานการณ์ของระบบสายพานลำเลียง โดยแบบจำลองเริ่มจากตะกร้าสินค้าถูกลำเลียงบนสายพานจนถึงจุด I/O station จนถึงพนักงานทำการหยิบสินค้าออกจากตะกร้าเพื่อเตรียมจัดส่งให้สาขาต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

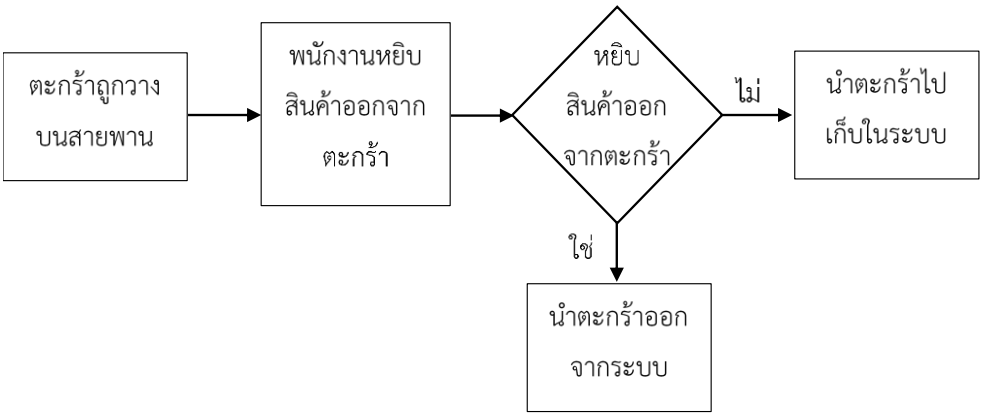
4.1.2 แบบจำลองระบบสายพานลำเลียงของ Miniload

ส่วนที่สองเป็นการจำลองระบบสายพานลำเลียงเพื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อเวลารอของตะกร้าสินค้าเบ็ดเตล็ด เนื่องจากนโยบายการกำหนดปริมาณงานให้แก่พนักงานที่สถานีงานทั้งสองไม่เหมาะสมซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดการ Blocking ของตะกร้าสินค้าเบ็ดเตล็ดบริเวณสายพานของระบบ Miniload ดังรูปที่ 4.11

รูปที่ 4.11 การเกิด Blocking ของตะกร้าสินค้าเบ็ดเตล็ดบนระบบจัดเก็บและเรียกคืนวัสดุอัตโนมัติ

เนื่องจากการเกิด Blocking ของตะกร้าสินค้าเบ็ดเตล็ดบนสายพานของระบบจัดเก็บและเรียกคืนวัสดุอัตโนมัติ ทำให้ตะกร้าคงค้างอยู่บนสายพานและเกิดการว่างงานของพนักงานขึ้น เพื่อนำเสนอแนวทางการแบ่งภาระงานที่เหมาะสมแก่พนักงานทั้งสองสถานีงาน งานวิจัยนี้จึงสร้างแบบจำลองระบบสายพานลำเลียงตะกร้าสินค้าเบ็ดเตล็ด โดยมีตัวแปรที่สนใจทดสอบในแบบจำลอง คือ ใบเบิกสินค้าต่อรอบการหยิบ ลำดับการจ่ายงานให้สถานีงาน และความแตกต่างของใบเบิกสินค้าต่อรอบการหยิบของสถานีงานทั้งสอง

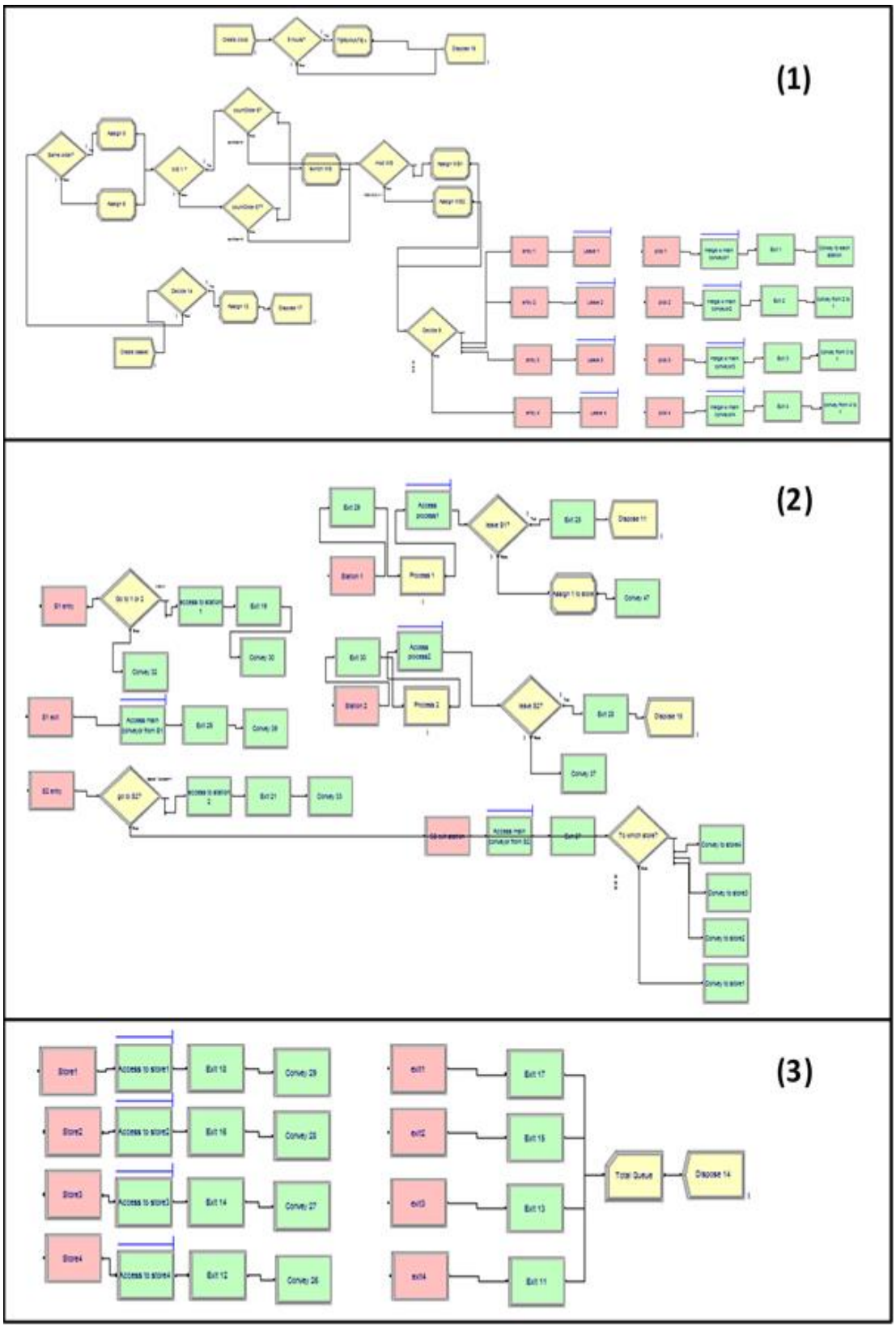
การสร้างแบบจำลองระบบสายพานลำเลียงตะกร้าสินค้าเบ็ดเตล็ดของระบบจัดเก็บและเรียกคืนวัสดุอันโนมัติได้ใช้โปรแกรม Arena Simulation ในการสร้างแบบจำลองของระบบ โดยทำการทดลองทั้งหมด 90 replication และมีการเก็บค่าผลลัพธ์ของแบบจำลองที่สำคัญทั้งหมด 4 ค่าได้แก่ เวลาทั้งหมดที่ตะกร้าสินค้าเบ็ดเตล็ดอยู่ในระบบ เวลารอเฉลี่ยของตะกร้าสินค้าเบ็ดเตล็ด %Utilization ของสถานีงานที่ 1 และ %Utilization ของสถานีงานที่ 2 โดยแบบจำลองมีกระบวนการไหลของขั้นตอนต่างๆ ดังรูปที่ 4.12



รูปที่ 4.12 กระบวนการไหลขั้นตอนต่างๆ ของระบบจัดเก็บและเรียกคืนวัสดุอัตโนมัติ

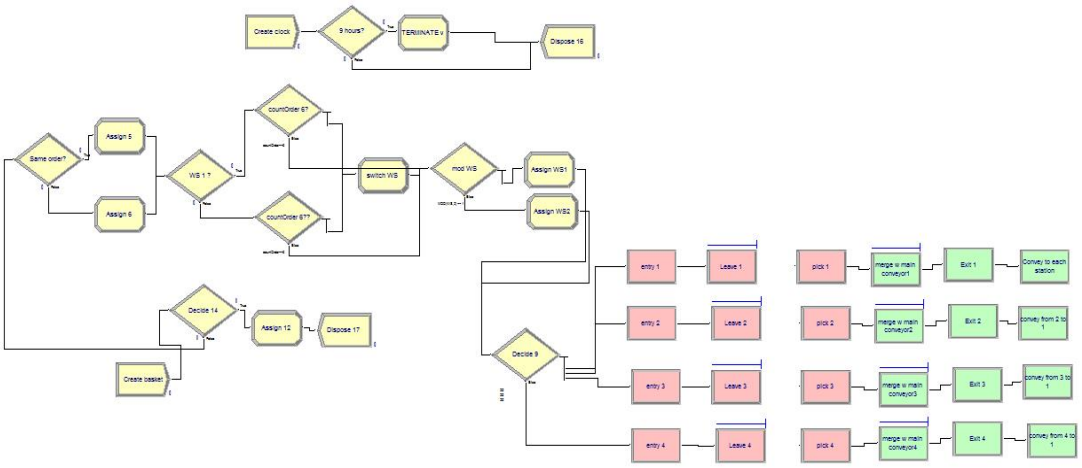
จากรูปที่ 4.12 ในแบบจำลองระบบสายพานลำเลียงกำหนดให้พนักงานทำงานช่วงเวลา 8.30-19.30 น. อ้างอิงจากการทำงานในปัจจุบันของบริษัทค้าปลีกวัสดุก่อสร้างกรณีศึกษา แบบจำลองในส่วนนี้สนใจการทำงานของระบบสายพานลำเลียง เริ่มตั้งแต่เครนอัตโนมัติทำการหยิบตะกร้าสินค้าเบ็ดเตล็ดออกจาก Storage rack ของระบบ Miniload ตะกร้าสินค้าเบ็ดเตล็ดจะถูกลำเลียงผ่านสายพานไปยังสถานีงานทั้งสองสถานีงานซึ่งสามารถทำงานได้พร้อมกัน จากนั้นพนักงานจะทำการหยิบสินค้าเบ็ดเตล็ดออกจากตะกร้า ตะกร้าที่ยังคงเหลือสินค้าอยู่จะถูกลำเลียงผ่านสายพานกลับเข้าไปเก็บยัง Storage rack ของระบบ Miniload

ส่วนถัดมาเป็นการวิเคราะห์ข้อมูลนำเข้าโดยกำหนดการเข้ามาของตะกร้าสินค้าในแบบจำลอง จากการวิเคราะห์ข้อมูลการกระจายสินค้าเบ็ดเตล็ดโดยเลือกวันที่มี Throughput per day มากที่สุดมาคำนวณ Interarrival time ของการเข้ามาของตะกร้าสินค้า เพื่อใช้เป็นตัวแทนของข้อมูลนำเข้าแบบจำลอง โดยไม่สนใจว่าตะกร้านั้นๆ จะจัดเก็บสินค้าเบ็ดเตล็ด SKU ใด ซึ่งแตกต่างจากแบบจำลองในส่วนแรกซึ่งสนใจว่าแต่ละความต้องการสินค้าเบ็ดเตล็ดที่เข้ามาในแบบจำลองเป็นสินค้า SKU ใดและเป็นสินค้าประเภทใด กระบวนการไหลของขั้นตอนต่างๆ ในแบบจำลองระบบสายพานลำเลียง ประกอบด้วยส่วนหลัก 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนแรกตะกร้าสินค้าเบ็ดเตล็ดถูกวางบนสายพาน ต่อมาเป็นส่วนการหยิบสินค้าเบ็ดเตล็ดออกจากตะกร้า และส่วนสุดท้ายคือส่วนตะกร้าสินค้าถูกนำไปจัดเก็บในระบบ ดังรูปที่ 4.13



รูปที่ 4.13 กระบวนการไหลทั้งหมดของขั้นตอนต่างๆ ในแบบจำลองระบบสายพานลำเลียง

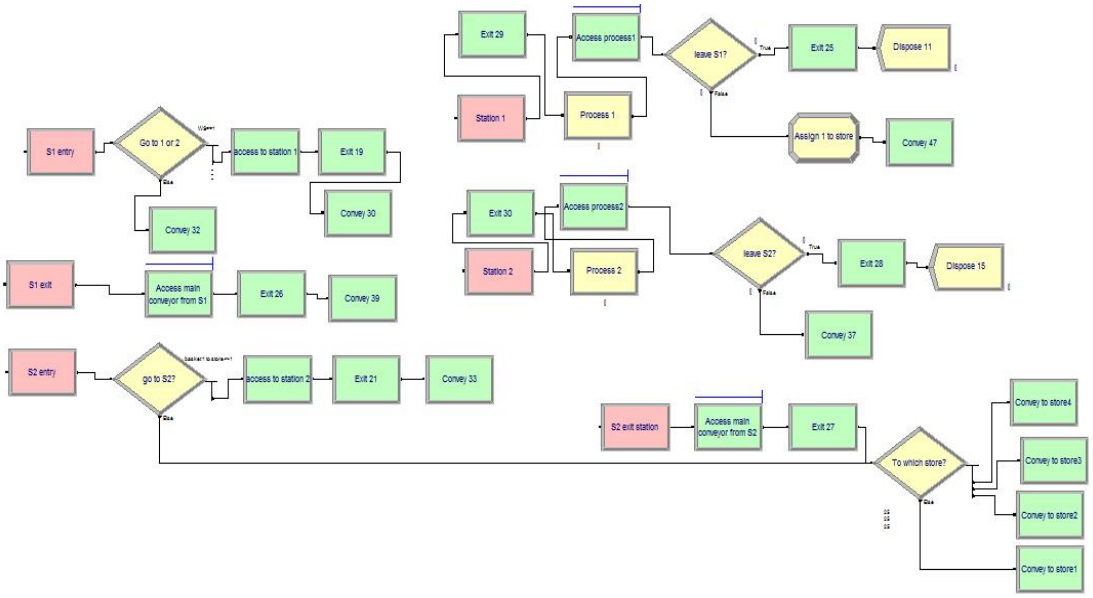
- **ส่วนตะกร้าสินค้าเบ็ดเตล็ดถูกวางบนสายพาน**



รูปที่ 4.14 กระบวนการไหลของแบบจำลองส่วนที่ 1

จากรูปที่ 4.14 กระบวนการไหลเริ่มจากตะกร้าสินค้าถูกสร้างขึ้นที่โมดูลย์ Create basket โดยสมการการกระจายตัวของข้อมูลตะกร้าสินค้า ได้แก่ 0.999 + 222 * BETA(0.972 , 8.46) ซึ่งเป็นผลที่ได้มาจากการคำนวณข้อมูล Interarrival time การเข้ามาของตะกร้าสินค้า จากนั้นตะกร้าสินค้าจะถูกลำเลียงไปที่โมดูลย์ Same order? เพื่อทำการ assign order ให้กับตะกร้าสินค้า โดยมีตัวแปรสุ่มคือ มีโอกาส 80% ที่ตะกร้าสินค้านั้นจะเป็นตะกร้าสินค้าใน order เดิมกับตะกร้าสินค้าใบที่แล้ว และมีโอกาส 20% ที่ตะกร้าสินค้านั้นจะเป็น order ใหม่ จากนั้นตะกร้าสินค้าลำเลียงผ่านสายพานไปที่โมดูลย์ WS1? เพื่อทำการ assign สถานีงานที่ตะกร้าสินค้าจะถูกลำเลียงไป เมื่อทำการ assign order และสถานีงานเสร็จสิ้นแล้ว ที่โมดูลย์ Decide 9 ตะกร้าสินค้าจะถูกเครนอัตโนมัติเลือกวางลงบนสายพานทั้ง 4 สายพานโดยมีโอกาสแต่ละเครนเท่าๆกัน จากนั้นตะกร้าสินค้าจะถูกลำเลียงผ่านสายพานไปยังโมดูลย์ S1 entry เป็นอันจบการทำงานของแบบจำลองส่วนที่ 1

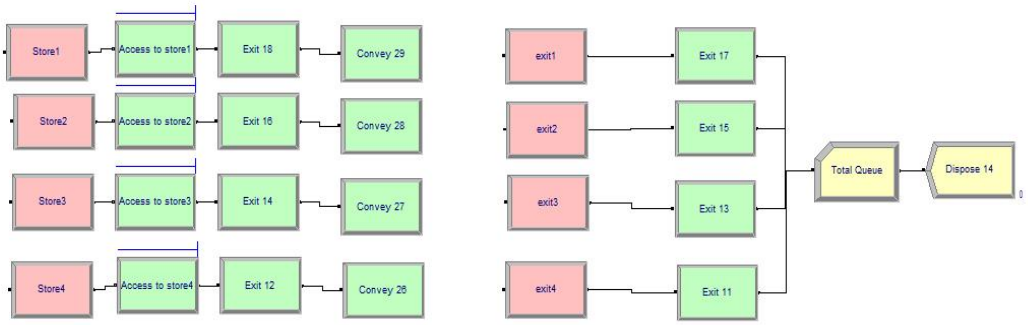
- **ส่วนการหยิบสินค้าเบ็ดเตล็ดออกจากตะกร้า**



รูปที่ 4.15 กระบวนการไหลของแบบจำลองส่วนที่ 2

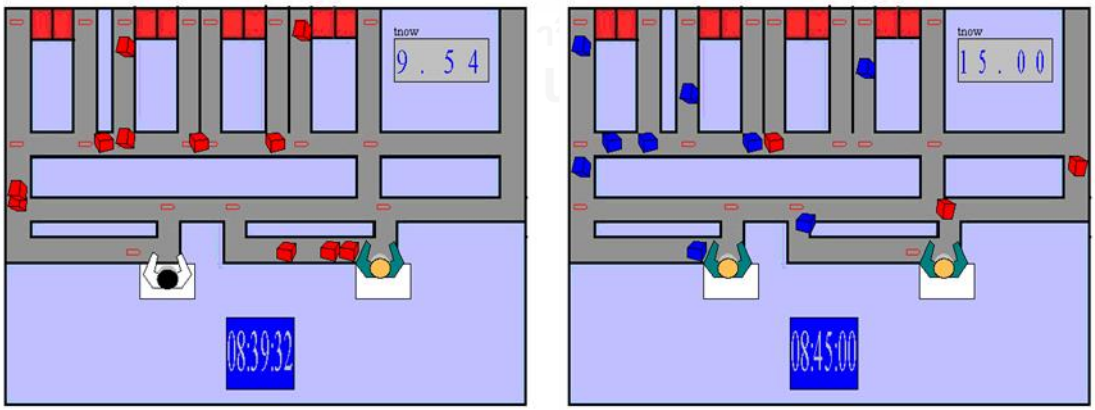
กระบวนการไหลเริ่มจากตะกร้าสินค้าที่ถูกส่งมาจากส่วนที่ 1 ลำเลียงผ่านสายพานมายังโมดูลย์ S1 entry ระบบจะทำการอ่านค่าสถานีงานของตะกร้าสินค้าที่ถูก assign มา หากเป็นตะกร้าสินค้าของสถานีงานที่ 1 ระบบจะนำตะกร้าสินค้าลำเลียงผ่านสายพานไปยังสถานีงานที่ 1 ต่อไป หากเป็นตะกร้าสินค้าของสถานีงานที่ 2 ระบบจะนำตะกร้าสินค้าลำเลียงผ่านสายพานไปยังโมดูลย์ S2 entry เพื่อนำตะกร้าสินค้าไปยังสถานีงานที่ 2 โดยทั้งสองสถานีงานจะมีพนักงานคอยหยิบสินค้าออกจากตะกร้าสินค้า หากพนักงานหยิบสินค้าเบ็ดเตล็ดจนหมดตะกร้า ตะกร้านั้นจะถูกนำออกจากระบบทันที หากยังมีสินค้าเบ็ดเตล็ดเหลืออยู่ในตะกร้า ตะกร้านั้นจะถูกลำเลียงผ่านสายพานไปยังส่วนที่ 3 ต่อไป

- **ส่วนตะกร้าสินค้าเบ็ดเตล็ดถูกนำไปจัดเก็บในระบบ**



รูปที่ 4.16 กระบวนการไหลของแบบจำลองส่วนที่ 3

จากรูปที่ 4.16 กระบวนการไหลเริ่มจากตะกร้าสินค้าที่มีสินค้าเหลืออยู่ในตะกร้าจากทั้งสองสถานีงาน ถูกลำเลียงผ่านสายพานไปยังแต่ละเครนอัตโนมัติ โดยมีโอกาสไปแต่ละเครนเท่าๆกัน จากนั้นเครนอัตโนมัติจะนำตะกร้าสินค้าไปจัดเก็บใน Storage rack ของระบบ Miniload เป็นอันจบกระบวนการทำงานของแบบจำลองส่วนที่ 3



รูปที่ 4.17 ภาพการทำงานของแบบจำลอง

เมื่อทำการวิเคราะห์ในส่วนต่างๆของแบบจำลองระบบสายพานลำเลียงแล้ว จากนั้นจึงทำการกำหนดระดับของปัจจัยที่ทำการศึกษา คือ จำนวนใบเบิกสินค้าเบ็ดเตล็ดต่อรอบการหยิบ ลำดับการจ่ายงานให้สถานีงาน และความแตกต่างของใบเบิกสินค้าต่อรอบการหยิบของสถานีงานทั้งสอง ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ปัจจัยและระดับปัจจัยที่ทำการพิจารณาในการส่งผลต่อเวลารอของตะกร้าสินค้า

ระดับของปัจจัย	**ปัจจัยที่พิจารณา**		
	จำนวนใบเบิกสินค้าเบ็ดเตล็ดต่อรอบการหยิบ (A)	**ลำดับการจ่ายงาน (B)**	**ความแตกต่างระหว่างจำนวนใบเบิกสินค้าต่อรอบการหยิบของสถานีงานทั้งสอง (C)**
0	6 ใบเบิกสินค้า	สถานีงานที่ 2 ก่อน	0
1	4 ใบเบิกสินค้า	สถานีงานที่ 1 ก่อน	1
2	2 ใบเบิกสินค้า	-	-1

จากตารางที่ 4.3 แสดงปัจจัยและระดับปัจจัยที่ทำการพิจารณาในการส่งผลต่อเวลารอของตะกร้าสินค้า มีรายละเอียดดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

1) จำนวนใบเบิกสินค้าเบ็ดเตล็ดต่อรอบการหยิบ (A)

ปัจจุบันจำนวนใบเบิกสินค้าต่อรอบการหยิบของบริษัทค้าปลีกวัสดุก่อสร้างกรณีศึกษาถูกกำหนดเป็น 6 ใบเบิกสินค้า ในการทดสอบปัจจัยที่ส่งผลต่อเวลารอของตะกร้าสินค้าเบ็ดเตล็ดจึงกำหนดจำนวนใบเบิกสินค้าเบ็ดเตล็ดต่อรอบการหยิบ ดังนี้

A_0: 6 ใบเบิกสินค้าต่อรอบการหยิบ

A_1: 4 ใบเบิกสินค้าต่อรอบการหยิบ

A_2: 2 ใบเบิกสินค้าต่อรอบการหยิบ

2) ลำดับการจ่ายงานให้สถานีงาน (B)

ในปัจจุบันบริษัทค้าปลีกวัสดุก่อสร้างกรณีศึกษาไม่มีนโยบายในการกำหนดลำดับการจ่ายงานแก่พนักงานทั้งสองสถานีงาน โดยการจ่ายงานจะขึ้นอยู่กับพนักงานสถานีงานใดเป็นฝ่ายเลือกงานที่รออยู่ในระบบ Miniload ก่อน การทดสอบปัจจัยที่ส่งผลต่อเวลารอของตะกร้าสินค้าจึงทดลองจัดลำดับการจ่ายงานให้สถานีงาน ดังนี้

B_0: จ่ายงานให้สถานีงานที่ 2 ก่อน

B_1: จ่ายงานให้สถานีงานที่ 1 ก่อน

3) ความแตกต่างระหว่างจำนวนใบเบิกสินค้าต่อรอบการหยิบของสถานีงานทั้งสอง (C)

ปัจจุบันบริษัทค้าปลีกวัสดุก่อสร้างกรณีศึกษาได้กำหนดจำนวนใบเบิกสินค้าต่อรอบการหยิบให้สถานีงานทั้งสองเท่ากัน เพื่อทดสอบปัจจัยที่ส่งผลต่อเวลารอของตะกร้าสินค้า ในแบบจำลองระบบสายพานลำเลียงจึงกำหนดระดับของปัจจัยจำนวนใบเบิกสินค้าต่อรอบการหยิบของสถานีงานทั้งสองเป็น

C_0: ไม่มีความแตกต่างของจำนวนใบเบิกสินค้าต่อรอบการหยิบของสถานีงานทั้งสอง

C_1: จำนวนใบเบิกสินค้าต่อรอบการหยิบของสถานีงานที่ 1 มากกว่าจำนวนใบเบิกสินค้าต่อรอบการหยิบของสถานีงานที่ 2 อยู่ 1 ใบเบิกสินค้า

C_2: จำนวนใบเบิกสินค้าต่อรอบการหยิบของสถานีงานที่ 1 น้อยกว่าจำนวนใบเบิกสินค้าต่อรอบการหยิบของสถานีงานที่ 2 อยู่ 1 ใบเบิกสินค้า

จากการกำหนดปัจจัยและระดับของปัจจัยที่ทำการศึกษาเพื่อทดสอบปัจจัยที่มีผลต่อเวลารอของตะกร้าสินค้า พบว่าสามารถแบ่งการทดสอบในแบบจำลองระบบสะพานลำเลียงออกเป็น 18 สถานการณ์ ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 สถานการณ์ของนโยบายทั้ง 18 รูปแบบที่ใช้ทดสอบในแบบจำลองระบบสะพานลำเลียง

ปัจจัย A	ปัจจัย B					
	0			1		
	ปัจจัย C			ปัจจัย C		
	0	1	2	0	1	2
0	S_0	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5
1	S_6	S_7	S_8	S_9	S_{10}	S_{11}
2	S_{12}	S_{13}	S_{14}	S_{15}	S_{16}	S_{17}

โดย S_0 อ้างอิงกระบวนการทำงานในปัจจุบันของบริษัทค้าปลีกวัสดุก่อสร้างกรณีศึกษา

เมื่อทำการวิเคราะห์รายละเอียดของแบบจำลองทั้ง 2 ส่วน คือ การสร้างแบบจำลองสถานการณ์ของระบบจัดเก็บและเรียกคืนวัสดุอัตโนมัติในปัจจุบันของบริษัทค้าปลีกวัสดุก่อสร้างกรณีศึกษา และแบบจำลองระบบสายพานลำเลียงเพื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อเวลารอของตะกร้าสินค้าแล้ว ในส่วนถัดไปจะเป็นการตรวจสอบความถูกต้องของผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลอง เพื่อนำแบบจำลองไปประยุกต์ใช้ในการปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบ Miniload ต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.2 ตรวจสอบความถูกต้องของผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลอง

ก่อนการนำแบบจำลองมาประยุกต์ใช้ จำเป็นต้องตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองก่อน ส่วนแรกเป็นการตรวจสอบแบบจำลองของระบบจัดเก็บและเรียกคืนวัสดุอัตโนมัติ โดยการตรวจสอบจะกำหนดนโยบายตามที่บริษัทค้าปลีกวัสดุก่อสร้างกรณีศึกษาใช้ในปัจจุบัน จากนั้นนำข้อมูลมาทดสอบโดยใช้ t-test เพื่อเปรียบเทียบการเข้ามาของความต้องการสินค้าเบ็ดเตล็ดในแต่ละกะของแบบจำลองกับระบบที่เกิดขึ้นจริง ดังรูปที่ 4.18

Two-Sample T-Test and CI: Real, Simulation

```
Two-sample T for Real vs Simulation

               N   Mean  StDev  SE Mean
Real          90  133.5   29.2      3.1
Simulation    90  127.1   20.2      2.1


Difference = μ (Real) - μ (Simulation)
Estimate for difference:  6.39
95% CI for difference:  (-0.99, 13.77)
T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = 1.71  P-Value = 0.089  DF = 178
```

รูปที่ 4.18 ผลการวิเคราะห์การทดสอบความถูกต้องของแบบจำลองระบบจัดเก็บและเรียกคืนวัสดุอัตโนมัติ

จากรูปที่ 4.18 พบว่าการเข้ามาของความต้องการสินค้าเบ็ดเตล็ดในแต่ละช่วงเวลาจากแบบจำลองไม่แตกต่างจากระบบที่เกิดขึ้นจริงอย่างมีนัยสำคัญ จึงสามารถนำแบบจำลองของระบบจัดเก็บและเรียกคืนวัสดุอัตโนมัติมาประยุกต์ใช้กับงานวิจัยได้ จากนั้นจึงตรวจสอบการเข้ามาของตะกร้าสินค้าในแต่ละช่วงเวลาของแบบจำลองกับสถานการณ์จริง ดังรูปที่ 4.19

Two-Sample T-Test and CI: Real, Simulation (S0)

```
Two-sample T for Real vs Simulation (S0)

               N   Mean  StDev  SE Mean
Real          36  40.97  13.40     2.23
Simulation    36  37.81   4.99     0.83


Difference = μ (Real) - μ (Simulation S0)
Estimate for difference:  3.17
95% CI for difference:  (-1.78, 8.11)
T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = 1.30  P-Value = 0.202  DF = 70
```

รูปที่ 4.19 ผลการวิเคราะห์การทดสอบความถูกต้องของแบบจำลองระบบสายพานลำเลียง

จากรูปที่ 4.19 พบว่าการเข้ามาของตะกร้าในแต่ละช่วงเวลาจากแบบจำลองไม่แตกต่างจากการเข้ามาของตะกร้าในแต่ละช่วงเวลาของระบบที่เกิดขึ้นจริงอย่างมีนัยสำคัญ จึงสามารถนำแบบจำลองการจัดเก็บและเรียกคืนสินค้าอัตโนมัติและแบบจำลองระบบสายพานลำเลียงมาประยุกต์ใช้กับงานวิจัยได้

จากนั้นจึงทำการทดสอบจำนวนการทดลองซ้ำของแบบจำลองนั้นเพียงพอที่ระดับความเชื่อมั่น 95% หรือไม่ โดยการนำผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองมาคำนวณหาค่าความแม่นยำสัมพัทธ์ (Relative precision: %r.p.) ดังสมการ

$$\%r.p. = \frac{t_{\propto/2,n-1} S/\sqrt{n}}{\bar{x}} 100\%$$

n	จำนวนครั้งในการรันแบบจำลอง (Replication Run)
α	ระดับนัยสำคัญ (Significant level)
S	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)
$\bar{x}$	ค่าเฉลี่ยผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลอง (Average)

โดยการตรวจสอบจะกำหนดนโยบายตามที่บริษัทค้าปลีกวัสดุก่อสร้างกรณีศึกษาใช้ในปัจจุบัน จากนั้นนำผลลัพธ์เวลาที่เครนอัตโนมัติทำงานและเวลารอของตะกร้าสินค้าในแบบจำลองมาทดสอบ โดยคำนวณค่าเฉลี่ยเวลาที่เครนอัตโนมัติทำงานได้ 3338.68 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 228.60 และเวลารอของตะกร้าสินค้าเฉลี่ย 0.5692 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.0567 ทำให้สามารถคำนวนค่า %r.p.= 1.43 และ 2.09 ตามลำดับ ซึ่งถือว่าอยู่ในขอบเขตที่สามารถยอมรับได้ ดังนั้นการรันแบบจำลองการจัดเก็บและเรียกคืนสินค้าอัตโนมัติและแบบจำลองระบบสายพานลำเลียงที่ 90 replication จึงสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับงานวิจัยได้

ในส่วนถัดไปจะเป็นการวิเคราะห์ผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองของระบบจัดเก็บและเรียกคืนวัสดุอัตโนมัติ และแบบจำลองของระบบสายพานลำเลียง เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของ Miniload โดยการวิเคราะห์รูปแบบการดำเนินการที่เหมาะสมของบริษัทค้าปลีกวัสดุก่อสร้างกรณีศึกษา

4.3 วิเคราะห์ผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลอง

4.3.1 แบบจำลองสถานการณ์ของ Miniload AS/RS

ในส่วนแบบจำลองสถานการณ์ของ Miniload AS/RS หลังจากทำการวิเคราะห์ข้อมูลนำเข้าของแบบจำลองและกำหนดสถานการณ์ (Scenario) ต่างๆ ที่ใช้ทดสอบในแบบจำลอง ดังตารางที่ 4.2 จากนั้นใช้โปรแกรม R/R studio Version 0.99.491 สร้างแบบจำลองของ Miniload โดยทำการทดลองทั้งหมด 90 Replication และทำการวัดผลโดยเก็บข้อมูลสินค้าเข้า-ออก (Throughput) ในวันนั้น โดยจะเก็บข้อมูลแยกเป็น 3 กะใน 1 วัน และสรุปจำนวนตำแหน่งที่ใช้จัดเก็บสินค้าในตอนสิ้นวันของแต่ละวันเพื่อนำไปคำนวณอรรถประโยชน์ของพื้นที่ (Utilization) และเวลาการทำงานของเครน (Travel time) ดังตาราง 4.5

ตารางที่ 4.5 ข้อมูลสินค้าเข้า-ออก อรรถประโยชน์ของพื้นที่และเวลาการทำงานของเครนอัตโนมัติที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์ต่อกะ

Scenario	% utilization	Throughput	Average travel time (sec.)
0	94.06	297	3338.68 ± 228.60
1	90.27	380	4242.63 ± 470.74
2	90.47	380	1837.41 ± 153.53
3	90.23	380	2195.08 ± 220.09
4	90.27	380	3508.53 ± 300.25
5	90.23	353	1965.16 ± 178.42
6	90.23	353	1643.28 ± 133.38

จากตารางที่ 4.5 ผลลัพธ์ของแบบจำลองการทำงานของระบบจัดเก็บและเรียกคืนวัสดุอัตโนมัติ โดย Scenario 0 จะอ้างอิงกระบวนการทำงานในปัจจุบัน จากนั้นจึงวิเคราะห์ผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองโดยเปรียบเทียบการดำเนินการในปัจจุบัน และผลการปรับปรุงนโยบายต่างๆ (Scenario 6) ดังรูปที่ 4.19

```
Method

Null hypothesis         All means are equal
Alternative hypothesis  At least one mean is different
Significance level      α = 0.05

Equal variances were assumed for the analysis.


Factor Information

Factor    Levels  Values
Scenario       2  0, 6


Analysis of Variance

Source    DF    Adj SS    Adj MS  F-Value  P-Value
Scenario   1  38179981  38179981   927.82    0.000
Error     58   2386715     41150
Total     59  40566696
```

รูปที่ 4.20 ผลการวิเคราะห์ Travel time เปรียบเทียบผลการปรับปรุงนโยบายต่างๆ ของบริษัทค้าปลีกวัสดุก่อสร้างกรณีศึกษา (S0-S6)

จากรูปที่ 4.20 พบว่า Travel time ของเครนอัตโนมัติสถานการณ์ 0 และ 6 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ กล่าวคือ การปรับปรุงรูปแบบนโยบายต่างๆ ของบริษัทค้าปลีกวัสดุก่อสร้างกรณีศึกษาสามารถลดเวลาการทำงานของเครนอัตโนมัติ และลดจำนวนตะกร้าที่จัดเก็บสินค้าเป็นเศษอยู่ตำแหน่งต่างๆ จากนั้นจึงวิเคราะห์ผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองโดยเปรียบเทียบผลของแต่ละสถานการณ์แบ่งเป็นนโยบายต่างๆ ดังนี้

1) การเลือกหยิบตะกร้าสินค้าเบ็ดเตล็ด (Tote picking)

จากการเปรียบเทียบสถานการณ์ที่ 0 เลือกหยิบตะกร้าสินค้าที่มีจำนวนสินค้าเบ็ดเตล็ดใกล้เคียงกับความต้องการสินค้าใน DO นั้นมากที่สุด และสถานการณ์ที่ 1 เลือกหยิบตะกร้าสินค้าที่มีจำนวนสินค้าน้อยที่สุดก่อน พบว่าสถานการณ์ที่ 1 มีอรรถประโยชน์การใช้พื้นที่น้อยกว่าสถานการณ์ที่ 0 และเมื่อวิเคราะห์ข้อมูลการจัดเก็บสินค้าเมื่อสิ้นสุดแบบจำลองพบว่าสินค้าที่มีลักษณะจัดเก็บเป็นเศษมีจำนวนลดลง จึงนำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ทางสถิติดังรูปที่ 4.21

```
Method

Null hypothesis         All means are equal
Alternative hypothesis  At least one mean is different
Significance level      α = 0.05

Equal variances were assumed for the analysis.


Factor Information

Factor      Levels  Values
Scenario         2  0, 1


Analysis of Variance

Source      DF    Adj SS    Adj MS  F-Value  P-Value
Scenario     1  12256567  12256567    89.52    0.000
Error       58   7941319    136919
Total       59  20197886
```

รูปที่ 4.21 ผลการวิเคราะห์ Travel time เปรียบเทียบรูปแบบการเลือกหยิบตะกร้า (S0-S1)

จากผลการวิเคราะห์ Travel time ของเครนอัตโนมัติสถานการณ์ 0 และ 1 พบว่ามีความแตกต่างกันที่ความเชื่อมั่น 95% เนื่องจากรูปแบบการหยิบตะกร้าสินค้าที่มีจำนวนสินค้าน้อยที่สุดทำให้จำนวน Throughput ต่อกะเพิ่มขึ้นส่งผลให้เวลาที่เครนอัตโนมัติใช้ในการทำงานเพิ่มขึ้นด้วย และเมื่อวิเคราะห์อรรถประโยชน์การใช้พื้นที่พบว่า รูปแบบการหยิบตะกร้าสินค้าที่มีจำนวนสินค้าน้อยที่สุดทำให้ใช้พื้นที่จัดเก็บสินค้าลดลงจากเดิม 94.06% เป็น 90.27% คิดเป็น 3.8% และยังมีตะกร้าสินค้าที่เก็บสินค้าเป็นเศษลดลง

2) การจัดเก็บสินค้าเบ็ดเตล็ด (Storage assignment)

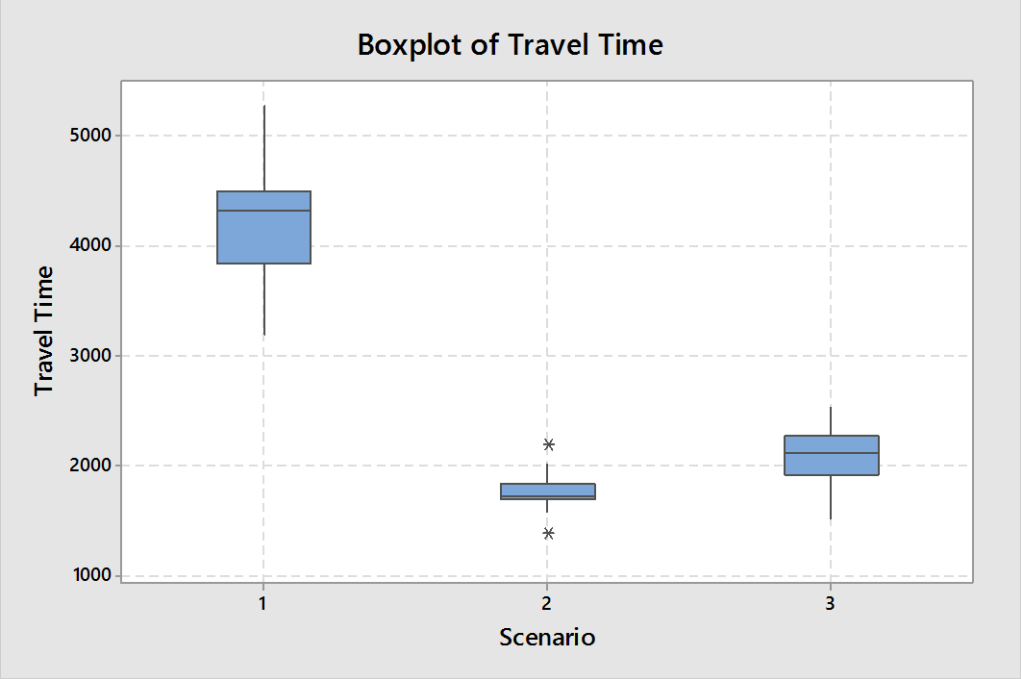
ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่างสถานการณ์ที่ 1 จัดเก็บสินค้าแบบสุ่มอ้างอิงจากรูปแบบการดำเนินงานของบริษัทค้าปลีกวัสดุก่อสร้างกรณีศึกษาในปัจจุบัน และแนวทางการปรับปรุง สถานการณ์ที่ 2 จัดเก็บสินค้าแบบแบ่งเป็นประเภทสินค้า และสถานการณ์ที่ 3 แบ่งตามความถี่และจำนวนในการกระจายสินค้าเบ็ดเตล็ด พบว่าสถานการณ์ที่ 2 มีเวลาที่เครนอัตโนมัติใช้ในการทำงานน้อยที่สุดที่จำนวน Throughput ที่เท่ากัน จากนั้นจึงนำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ทางสถิติ ดังรูปที่ 4.22

```
Method

Null hypothesis         All means are equal
Alternative hypothesis  At least one mean is different
Significance level      α = 0.05

Equal variances were assumed for the analysis.


Factor Information

Factor        Levels  Values
Scenario           3  1, 2, 3


Analysis of Variance

Source        DF     Adj SS    Adj MS  F-Value  P-Value
Scenario       2  110160066  55080033   562.79    0.000
Error         87    8514667     97870
Total         89  118674733
```

รูปที่ 4.22 ผลการวิเคราะห์ Travel time เปรียบเทียบรูปแบบการจัดเก็บสินค้าเบ็ดเตล็ด (S1-S2-S3)

จากผลการวิเคราะห์ Travel time เครนอัตโนมัติของสถานการณ์ 1 2 และ 3 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่น 95% โดยการจัดเก็บสินค้าแบบแบ่งเป็นประเภทสินค้าให้ผลเวลาเครนอัตโนมัติทำงานน้อยที่สุด สามารถลดเวลาการทำงานของเครนอัตโนมัติลงได้ 56.7% เมื่อเปรียบเทียบกับสถานการณ์ที่ 1 การจัดเก็บสินค้าแบบสุ่ม เนื่องจากสินค้าเบ็ดเตล็ดประเภท Standard เป็นสินค้าขายดี มีความถี่ในการหยิบสูง เมื่อนำมาจัดเก็บไว้ตำแหน่งด้านหน้า Storage rack ของระบบ Miniload ทำให้เป็นการลดเวลาการทำงานของเครน ในส่วนรูปแบบการจัดเก็บแบบแบ่งตามความถี่และจำนวนในการกระจายสินค้า เครนอัตโนมัติใช้เวลาในการทำงานมากกว่าการจัดเก็บสินค้าแบบแบ่งเป็นประเภทสินค้า สินค้าเบ็ดเตล็ดเป็นสินค้าที่มีความหลากหลายทำให้ชนิดสินค้าขายดีในแต่เดือนแตกต่างกัน แบบจำลองใช้ข้อมูลการกระจายสินค้าย้อนหลัง 3 เดือนในการแบ่งกลุ่มสินค้าเบ็ดเตล็ดตามความถี่และจำนวนในการกระจายสินค้าโดยเทคนิคคลัสเตอร์ ประเภทสินค้าที่ได้จึงมีความเฉพาะเจาะจงไม่สามารถใช้ได้กับการกระจายสินค้าในทุกเดือน จะต้องมีการปรับปรุงข้อมูลการแบ่งประเภทสินค้าโดยรูปแบบดังกล่าวให้มีความทันสมัยอยู่ตลอดเวลา อีกทั้งการแบ่งประเภทสินค้าโดยวิธีนี้ต้องทราบข้อมูลการกระจายสินค้าในอดีตจึงสามารถทำได้

จากนั้นนำข้อมูลเวลาการทำงานของเครนอัตโนมัติไปวิเคราะห์แผนภาพ Box and Whisker plots เพื่อแสดงค่ากลางของข้อมูล การกระจายตัวของข้อมูล และปริมาณสัดส่วนข้อมูลที่มากกว่าหรือน้อยกว่าค่ากลาง ดังรูปที่ 4.23



รูปที่ 4.23 แผนภาพ Boxplot เปรียบเทียบรูปแบบการจัดเก็บสินค้าเบ็ดเตล็ด (S1-S2-S3)

จากรูปที่ 4.23 พบว่าลักษณะการจัดเก็บสินค้าเบ็ดเตล็ดแบบสุ่มมีค่าเฉลี่ย Travel time ของเครนอัตโนมัติสูงกว่า และมีการกระจายตัวของข้อมูลมากกว่าการจัดเก็บอีก 2 รูปแบบ ในส่วนการจัดเก็บสินค้าเบ็ดเตล็ดแบบแบ่งเป็นประเภทสินค้าให้ผลค่าเฉลี่ยเวลาเครนอัตโนมัติทำงานน้อยที่สุด เมื่อวิเคราะห์อรรถประโยชน์การใช้พื้นที่ พบว่าการหยิบตะกร้าสินค้าที่มีจำนวนสินค้าเบ็ดเตล็ดน้อยที่สุดได้ผลลัพธ์อรรถประโยชน์การใช้พื้นที่ร้อยละ 90 และมีตะกร้าสินค้าที่เก็บสินค้าเป็นเศษลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับการดำเนินการของบริษัทค้าปลีกวัสดุก่อสร้างกรณีศึกษาในปัจจุบัน

3) การจัดใบเบิกสินค้าเบ็ดเตล็ด (Order batching)

จากการเปรียบเทียบสถานการณ์ที่ 3 ใช้นโยบายการจัดใบเบิกสินค้าเบ็ดเตล็ดโดยแยกเป็นแต่ละสาขาอ้างอิงจากการจัดใบเบิกสินค้าในปัจจุบันของบริษัทค้าปลีกวัสดุก่อสร้างกรณีศึกษา และสถานการณ์ที่ 5 ปรับปรุงการจัดใบเบิกสินค้าเบ็ดเตล็ดโดยแยกเป็นแต่ละชนิดสินค้า คือใน 1 batch

จะประกอบด้วยหลายใบเบิกสินค้าที่มาจากต่างสาขาแต่เป็นการเบิกสินค้าชนิดเดียวกัน พบว่าการจัดใบเบิกสินค้าโดยแยกเป็นแต่ละชนิดสินค้าสามารถลดเวลาการทำงานของเครนอัตโนมัติเนื่องจากไม่ต้องหยิบสินค้าชนิดเดียวกันหลายรอบ จากนั้นจึงนำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ทางสถิติ ดังรูปที่ 4.24

```
Method

Null hypothesis         All means are equal
Alternative hypothesis  At least one mean is different
Significance level      α = 0.05

Equal variances were assumed for the analysis.


Factor Information

Factor      Levels  Values
Scenario         2  2, 5


Analysis of Variance

Source      DF   Adj SS  Adj MS  F-Value  P-Value
Scenario     1   253188  253188     6.31    0.015
Error       58  2327831   40135
Total       59  2581019
```

รูปที่ 4.24 ผลการวิเคราะห์ Travel time เปรียบเทียบรูปแบบการจัดใบเบิกสินค้า (S3-S5)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

จากรูปที่ 4.24 พบว่ารูปแบบในการจัดใบเบิกสินค้าแบบแยกเป็นแต่ละสาขาและแยกเป็นแต่ละชนิดสินค้า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่น 95% การจัดใบเบิกสินค้าโดยแยกเป็นแต่ละชนิดสินค้าสามารถลดระยะเวลาการทำงานของเครนอัตโนมัติลงได้ 10.5% เนื่องจากปริมาณสินค้าเบ็ดเตล็ด SKU หนึ่งๆ ที่มีการส่งไปหลายสาขาใน 1 วันมีจำนวนประมาณ 16.42% เมื่อเทียบกับข้อมูลการกระจายสินค้าเบ็ดเตล็ดทั้งหมด ดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ข้อมูล SKU ของสินค้าเบ็ดเตล็ดที่มีการกระจายสินค้าไปยังร้านสาขาในแต่ละช่วงเวลา

	Shift	Day	Week
1 Branch	17474	13927	2957
2 Branch	2249	2953	2638
3 Branch	413	655	1708
4 Branch	128	225	824
5 Branch	51	99	376
6 Branch	18	44	130
7 Branch	6	18	59
8 Branch	4	8	21

จากข้อมูลในตารางที่ 4.6 เนื่องจากการทำงานของแบบจำลองมีการเข้ามาของความต้องการสินค้าเบ็ดเตล็ดเป็นกะ 3 รอบใน 1 วัน ส่งผลให้ผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองมีเวลาการทำงานของเครนที่แตกต่างกันเมื่อปรับปรุงรูปแบบในการจัดใบเบิกสินค้า เนื่องจากเป็นการลดเวลาการทำงานของเครนไม่ต้องหยิบสินค้าชนิดเดียวกันหลายรอบ และเมื่อวิเคราะห์ผลลัพธ์ Throughput ที่ได้จากแบบจำลองพบว่าการจัดใบเบิกสินค้าแบบแยกเป็นแต่ละชนิดสินค้าเบ็ดเตล็ดส่งผลให้จำนวน Throughput ลดลง 7% เมื่อเทียบกับจำนวน Throughput ของสถานการณ์ที่ 0 ซึ่งอ้างอิงการทำงานปัจจุบันของบริษัทค้าปลีกวัสดุก่อสร้างกรณีศึกษา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4) การจัดลำดับการหยิบสินค้าเบ็ดเตล็ด (Retrieval sequencing)

จากการเปรียบเทียบสถานการณ์ที่ 1 ใช้นโยบายการจัดลำดับการหยิบสินค้าแบบ FCFS อ้างอิงจากการจัดลำดับการหยิบสินค้าในปัจจุบันของบริษัทค้าปลีกวัสดุก่อสร้างกรณีศึกษา และสถานการณ์ที่ 4 ปรับปรุงการจัดลำดับการหยิบสินค้าแบบ NN คือเมื่อเครนอัตโนมัตินำตะกร้าสินค้าเข้าไปเก็บแล้วจะทำการเลือกตะกร้าสินค้าที่มีความต้องการในใบเบิกสินค้าเบ็ดเตล็ดลำดับถัดไปโดยจะเลือกตะกร้าที่อยู่ในตำแหน่งใกล้ตำแหน่งที่เครนอยู่ในปัจจุบันมากที่สุด พบว่าระยะเวลาการทำงานของเครนอัตโนมัติลดลง จึงนำผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองไปวิเคราะห์ทางสถิติ ดังรูปที่ 4.25

```
Method

Null hypothesis         All means are equal
Alternative hypothesis  At least one mean is different
Significance level      α = 0.05

Equal variances were assumed for the analysis.


Factor Information

Factor      Levels  Values
Scenario         2  1, 4


Analysis of Variance

Source      DF    Adj SS   Adj MS  F-Value  P-Value
Scenario     1   8083587  8083587    51.86    0.000
Error       58   9040634   155873
Total       59  17124221
```

รูปที่ 4.25 ผลการวิเคราะห์ Travel time เปรียบเทียบรูปแบบการจัดใบเบิกสินค้าเบ็ดเตล็ด (S1-S4)

จากรูปที่ 4.25 พบว่าการจัดลำดับการหยิบสินค้าแบบ FCFS และ NN แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่น 95% การจัดลำดับการหยิบสินค้าแบบ NN สามารถลดเวลาการทำงานของเครนอัตโนมัติลงได้ 17.3% เนื่องจากทั้งสองสถานการณ์ใช้รูปแบบการจัดเก็บตะกร้าสินค้าแบบสุ่ม คือตะกร้าสินค้าจะถูกจัดเก็บกระจายตัวในตำแหน่งใดก็ได้บน Storage rack ของระบบ Miniload ทำให้ระยะห่างระหว่างตะกร้าสินค้าที่จัดเก็บค่อนข้างมาก เมื่อทำการปรับปรุงรูปแบบการจัดลำดับการหยิบสินค้าแบบ NN เครนอัตโนมัติจะนำตะกร้าสินค้าเข้าไปเก็บแล้วจะทำการเลือกตะกร้าสินค้าที่มีความต้องการในใบเบิกสินค้าเบ็ดเตล็ดลำดับถัดไปโดยจะเลือกตะกร้าที่อยู่ในตำแหน่งใกล้ตำแหน่งที่เครนอยู่ในปัจจุบันมากที่สุด ทำให้ระยะทางที่เครนอัตโนมัติใช้เดินทางลดลง ส่งผลให้การปรับปรุงรูปแบบการจัดลำดับการหยิบสินค้าช่วยลดเวลาการทำงานของเครนได้

เมื่อเปรียบเทียบนโยบายการปรับปรุงทั้ง 4 รูปแบบพบว่า รูปแบบแรกที่ควรเลือกปรับปรุง คือการเลือกหยิบตะกร้าที่มีจำนวนสินค้าน้อยที่สุดก่อนกรณีสินค้านั้นๆ มีการจัดเก็บอยู่หลายตำแหน่งตะกร้า เนื่องจากเป็นการลดจำนวนตะกร้าสินค้าที่มีการเก็บสินค้าเป็นเศษอยู่ที่ตำแหน่งต่างๆ จากนั้นจึงปรับปรุงรูปแบบการจัดเก็บสินค้าแบบแบ่งตามประเภทสินค้า คือทำการจัดเก็บสินค้าประเภท Standard ไว้ด้านหน้า Storage rack ของระบบ Miniload และจัดเก็บสินค้าประเภท Regular ในโซนถัดมาเนื่องจากสามารถลดเวลาการทำงานของเครนอัตโนมัติได้ถึง 56.7% เมื่อเปรียบเทียบกับการจัดเก็บแบบสุ่ม นอกจากนี้ยังเลือกการจัดลำดับการหยิบสินค้าแบบ NN เนื่องจากช่วยลดเวลาการ

ทำงานของเครนได้ และรูปแบบการรวมใบเบิกสินค้าโดยแยกเป็นแต่ละชนิดสินค้า ช่วยลดเวลาการทำงานของเครน แต่เป็นการเพิ่มเวลาให้พนักงานในส่วนการจัดสินค้าลงบนพาเลทเพื่อทำการจัดส่งไปยังร้านสาขา

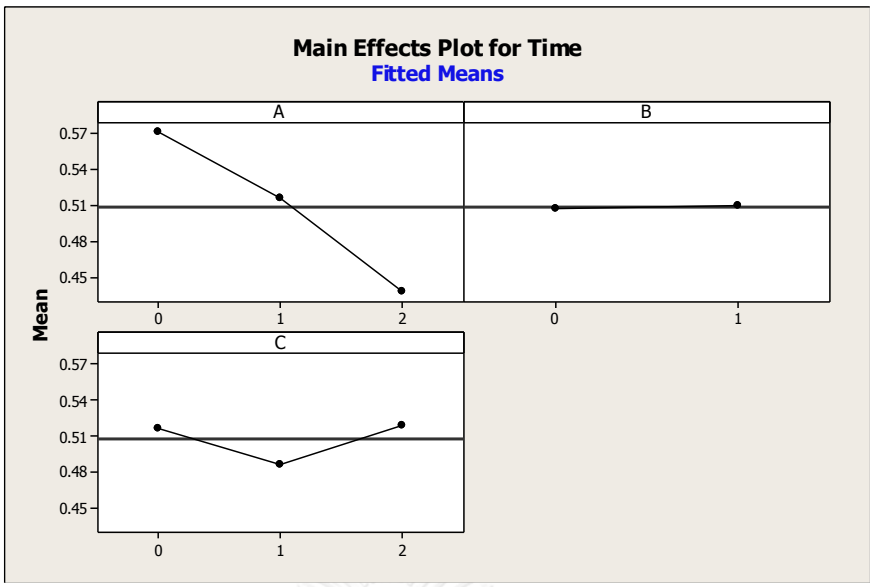
4.3.2 แบบจำลองระบบสายพานลำเลียงของ Miniload

ในสร้างแบบจำลองระบบสายพานลำเลียงตะกร้าสินค้า มีตัวแปรที่สนใจทดสอบในแบบจำลองคือ ใบเบิกสินค้าต่อรอบการหยิบ ลำดับการจ่ายงานให้สถานีงาน และความแตกต่างของใบเบิกสินค้าต่อรอบการหยิบของสถานีงานทั้งสอง และมีการเก็บค่าผลลัพธ์ของแบบจำลองที่สำคัญทั้งหมด 4 ค่าได้แก่ เวลาทั้งหมดที่ตะกร้าสินค้าอยู่ในระบบ เวลารอเฉลี่ยของตะกร้าสินค้า %Utilization ของสถานีงานที่ 1 และ %Utilization ของสถานีงานที่ 2 ในการวิเคราะห์ปัจจัยหลักแต่ละตัวว่าส่งผลต่อเวลารอเฉลี่ยของตะกร้าสินค้าอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ จึงใช้วิธีการทางสถิติ ANOVA ในการวิเคราะห์ผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลอง ดังรูปที่ 4.26 และ 4.27

Analysis of Variance for Time, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
A	2	0.535440	0.535440	0.267720	151.69	0.000
B	1	0.000413	0.000413	0.000413	0.23	0.629
C	2	0.039993	0.039993	0.019997	11.33	0.000
A*B	2	0.000590	0.000590	0.000295	0.17	0.846
A*C	4	0.008582	0.008582	0.002146	1.22	0.306
B*C	2	0.002657	0.002657	0.001329	0.75	0.473
Error	166	0.292974	0.292974	0.001765		
Total	179	0.880651				

รูปที่ 4.26 ผลการวิเคราะห์ปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อเวลารอเฉลี่ยของตะกร้าสินค้าเบ็ดเตล็ด



รูปที่ 4.27 กราฟการวิเคราะห์ปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อเวลารอเฉลี่ยของตะกร้าสินค้าเบ็ดเตล็ด

ใบเบิกสินค้าต่อรอบการหยิบ (A)

จากรูปที่ 4.26 เมื่อทำการวิเคราะห์ปัจจัยหลักพบว่า ที่ความเชื่อมั่น 95% จำนวนใบเบิกสินค้าต่อรอบการหยิบที่แตกต่างกันส่งผลต่อเวลารอเฉลี่ยของตะกร้าสินค้าเบ็ดเตล็ดอย่างมีนัยสำคัญ (P-value = 0.000)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ลำดับการจ่ายงาน (B)

เมื่อทำการวิเคราะห์ปัจจัยหลักพบว่า ที่ความเชื่อมั่น 95% ลำดับการจ่ายงานไม่ส่งผลต่อเวลารอเฉลี่ยของตะกร้าสินค้าอย่างมีนัยสำคัญ (P-value = 0.629) ดังรูปที่ 4.27

ความแตกต่างระหว่างใบเบิกสินค้าต่อรอบการหยิบของสถานีงานทั้งสอง (C)

จากรูปที่ 4.26 เมื่อทำการวิเคราะห์ปัจจัยหลักพบว่า พบว่าที่ระดับปัจจัยของความแตกต่างระหว่างจำนวนใบเบิกสินค้าต่อรอบการหยิบของสถานีงานทั้งสองที่ระดับปัจจัยที่ 1 ส่งผลต่อเวลารอเฉลี่ยของตะกร้าสินค้าอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่น 95% (P-value = 0.000)

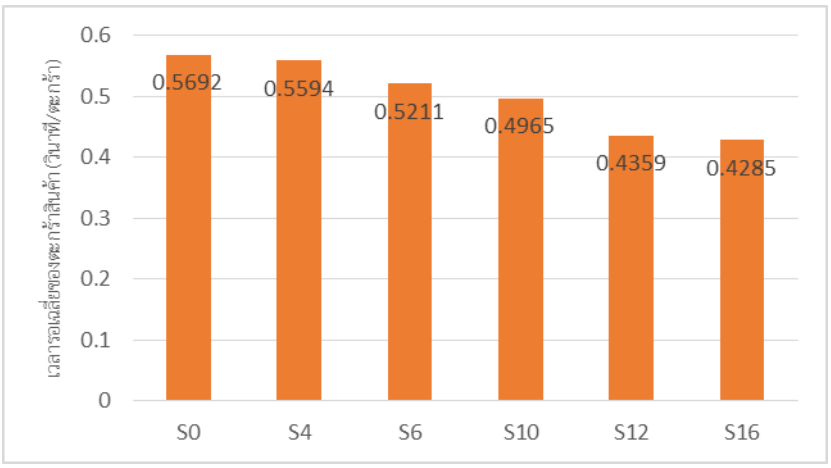
จากผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อเวลารอเฉลี่ยของตะกร้าสินค้า สามารถสรุปได้ว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อเวลารอของตะกร้าสินค้าจะมีทั้งหมด 2 ปัจจัย ได้แก่ ใบเบิกสินค้าต่อรอบการหยิบและความแตกต่างระหว่างใบเบิกสินค้าต่อรอบการหยิบของสถานีงานทั้งสอง เมื่อตัดปัจจัยที่ไม่ส่งผลต่อเวลารอของตะกร้าสินค้าออกไปแล้ว จึงทำการเสนอสถานการณ์ปรับปรุงทั้งหมด 5 สถานการณ์ โดย S_0 อ้างอิงการทำงานในปัจจุบันของบริษัทค้าปลีกวัสดุก่อสร้างกรณีศึกษา ดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 สถานการณ์การปรับปรุงเวลารอเฉลี่ยของตะกร้าสินค้าในแบบจำลองสายพานลำเลียง

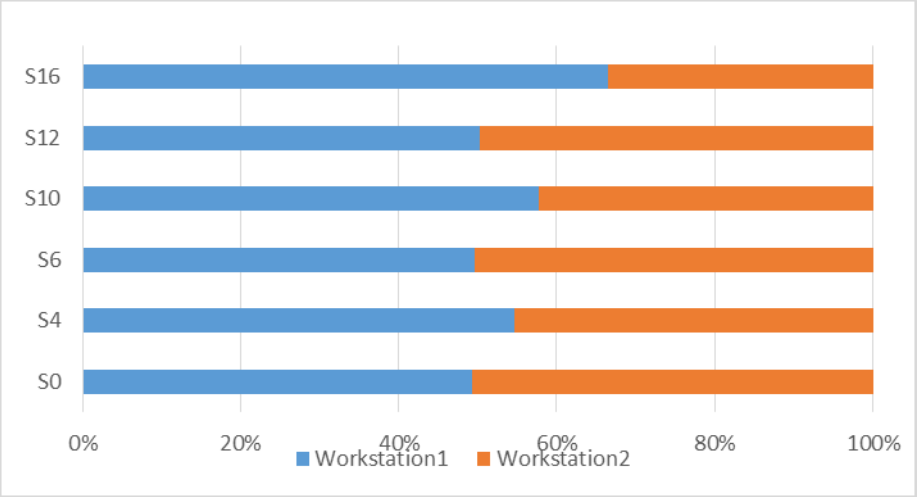
สถานการณ์การปรับปรุง	จำนวนใบเบิกสินค้าต่อรอบการหยิบ	ความแตกต่างระหว่างจำนวนใบเบิกสินค้าต่อรอบการหยิบของสถานีงานทั้งสอง
S_0 (สถานการณ์ปัจจุบัน)	6	0
S_4	6	1
S_6	4	0
S_{10}	4	1
S_{12}	2	0
S_{16}	2	1

จากนั้นจึงวิเคราะห์ผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองโดยเปรียบเทียบผลของทั้ง 2 ปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อเวลารอเฉลี่ยของตะกร้าสินค้าและ % Utilization ของพนักงานในแต่ละสถานีงาน ดังรูปที่ 4.28 และ 4.29

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 4.28 เปรียบเทียบเวลารอของตะกร้าสินค้าในสถานการณ์ปรับปรุงที่พิจารณา



รูปที่ 4.29 เปรียบเทียบ % Utilization ของสถานีงานทั้งสองในแต่ละสถานการณ์การปรับปรุงที่พิจารณา

จากรูปที่ 4.28 พบว่าสถานการณ์ปรับปรุงที่ใช้ทดสอบในแบบจำลองระบบสายพานลำเลียงทั้งหมดสามารถลดเวลารอของตะกร้าสินค้าได้ และจากรูปที่ 4.29 พบว่า % Utilization ของสถานีงานทั้งสองในสถานการณ์ปรับปรุง S_4 , S_{10} และ S_{16} ไม่สมดุลกันซึ่งอาจทำให้เกิดการว่างงานของพนักงานขึ้น ส่วนในสถานการณ์ปรับปรุง S_0 , S_6 และ S_{12} % Utilization ของพนักงานที่สถานีงานทั้งสองมีค่าคงที่ มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย

จากผลงานวิจัยจึงเสนอแนวทางการลดเวลารอเฉลี่ยของตะกร้าสินค้าโดยการจ่ายงานให้ทั้งสองสถานีงานเท่ากันและลดใบเบิกสินค้าต่อรอบการหยิบลง จากเดิมที่ถูกกำหนดด้วย 6 ใบเบิกสินค้าต่อรอบการหยิบเป็น 2 ใบเบิกสินค้าต่อรอบการหยิบ จากการนำแนวทางแก้ไขที่เสนอไปทดสอบในแบบจำลองระบบสายพานลำเลียง พบว่าสามารถช่วยลดเวลารอเฉลี่ยของตะกร้าสินค้าได้จากเดิม 56.92 วินาทีต่อตะกร้า เป็น 43.59 วินาทีต่อตะกร้า คิดเป็น 23.42% นอกจากนี้แนวทางการปรับปรุงที่เสนอนั้นยังสามารถทำให้ %Utilization ของพนักงานมีค่าใกล้เคียงกัน ทำให้สามารถกำหนดภาระงานให้พนักงานได้เท่าเทียมกันอีกด้วย

เมื่อวิเคราะห์ผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองโดยเปรียบเทียบระหว่างการดำเนินการในปัจจุบันและผลการปรับปรุงนโยบายต่างๆ ของบริษัทค้าปลีกวัสดุก่อสร้างกรณีศึกษาแล้ว ในส่วนถัดไปเป็นการสรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

บริษัทกรณีศึกษาดำเนินธุรกิจค้าปลีกวัสดุก่อสร้าง ปัจจุบันแบ่งประเภทของสินค้าออกเป็น 3 ประเภทหลัก ได้แก่ สินค้ากระเบื้องเซรามิก สินค้าสุขภัณฑ์ และสินค้าเบ็ดเตล็ด โดยมีคลังสินค้าเพียง 1 แห่งตั้งอยู่ที่ อ.รังสิต จ.ปทุมธานี เพื่อกระจายสินค้าไปยังร้านสาขาต่างๆ 10 สาขา เนื่องจากสินค้าเบ็ดเตล็ดเป็นสินค้าขนาดเล็กและมีจำนวนมาก จึงต้องใช้แรงงานคนจำนวนมากในการจัดเก็บและหยิบสินค้า บริษัทค้าปลีกวัสดุก่อสร้างกรณีศึกษาได้มีการลงทุนนำระบบจัดเก็บและเรียกคืนวัสดุอัตโนมัติ (Miniload AS/RS) มาใช้แก้ปัญหาสินค้าที่หายบ่อยและจำนวนแรงงานที่ไม่เพียงพอในการจัดการสินค้าเบ็ดเตล็ด ซึ่งประสิทธิภาพของระบบจัดเก็บและเรียกคืนวัสดุอัตโนมัติจะขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของนโยบายที่ใช้กับพฤติกรรมของสินค้า จากปัญหานโยบายการดำเนินการของระบบจัดเก็บและเรียกคืนวัสดุอัตโนมัติภายในคลังสินค้าเบ็ดเตล็ดที่ไม่มีประสิทธิภาพในปัจจุบันของบริษัทค้าปลีกวัสดุก่อสร้างกรณีศึกษา ก่อให้เกิดปัญหาในการดำเนินการคือ

(1) แนวโน้มการใช้พื้นที่จัดเก็บมากเกินความจำเป็นส่งผลให้จำนวนพื้นที่จัดเก็บสินค้าไม่เพียงพอในอนาคต ซึ่งเป็นผลมาจากจากการใช้รูปแบบการหยิบและจัดเก็บสินค้าที่ไม่สอดคล้องกับกระบวนการทำงานของบริษัทค้าปลีกวัสดุก่อสร้างกรณีศึกษาในปัจจุบัน

(2) เกิดปัญหาการ Blocking ของตะกร้าสินค้าบนสายพานของระบบจัดเก็บและเรียกคืนวัสดุอัตโนมัติ ทำให้ตะกร้าสินค้าคงค้างอยู่บนสายพานและเกิดการว่างงานของพนักงานขึ้น

งานวิจัยนี้จึงสนใจปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบจัดเก็บและเรียกคืนวัสดุอัตโนมัติ โดยใช้แบบจำลองสถานการณ์ในการทดสอบนโยบายที่เหมาะสมในการดำเนินงานของบริษัทค้าปลีกวัสดุก่อสร้างกรณีศึกษา และทดสอบปัจจัยที่ส่งผลต่อเวลารอของตะกร้าสินค้า โดยการแบ่งแบบจำลองสถานการณ์ออกเป็นสองส่วน คือ

ในส่วนแรกเป็นแบบจำลองสถานการณ์ของระบบจัดเก็บและเรียกคืนวัสดุอัตโนมัติ เริ่มต้นจากการวิเคราะห์ข้อมูลนำเข้าของแบบจำลอง โดยสนใจว่าแต่ละความต้องการสินค้าที่เข้ามาในแบบจำลองเป็นสินค้า SKU ใดและเป็นสินค้าประเภทใด จากนั้นใช้โปรแกรม R/R studio Version 0.99.491 ในการสร้างแบบจำลองของระบบจัดเก็บและเรียกคืนวัสดุอัตโนมัติ โดยทำการทดลองทั้งหมด 90 Replication เพื่อทดสอบนโยบายในการดำเนินการของระบบจัดเก็บและเรียกคืนวัสดุอัตโนมัติ 4 นโยบายคือ การจัดใบเบิกสินค้า การจัดเก็บสินค้า และการจัดลำดับการหยิบสินค้า รวม

ไปถึงปรับปรุงการเลือกหยิบตะกร้าสินค้าในกรณีที่สินค้าชนิดเดียวกันมีการจัดเก็บอยู่หลายตำแหน่งตะกร้า แล้วจึงกำหนดสถานการณ์ต่างๆ ที่ใช้ทดสอบในแบบจำลอง และทำการวัดผลโดยเก็บข้อมูลสินค้าเข้า-ออกในวันนั้น โดยจะเก็บข้อมูลแยกเป็น 3 กะใน 1 วัน และสรุปจำนวนตำแหน่งที่ใช้จัดเก็บสินค้าในตอนสิ้นวันของแต่ละวันเพื่อนำไปคำนวณอรรถประโยชน์ของพื้นที่ และเวลาการทำงานของเครน

จากผลงานวิจัยเมื่อเปรียบเทียบนโยบายการปรับปรุงทั้ง 4 รูปแบบพบว่า รูปแบบแรกที่ควรเลือกปรับปรุงคือการเลือกหยิบตะกร้าที่มีจำนวนสินค้าน้อยที่สุดก่อนกรณีสินค้านั้นๆ มีการจัดเก็บอยู่หลายตำแหน่งตะกร้า เนื่องจากเป็นการลดจำนวนตะกร้าสินค้าที่มีการเก็บสินค้าเป็นเศษอยู่ที่ตำแหน่งต่างๆ จากนั้นจึงปรับปรุงการจัดเก็บสินค้าแบบแบ่งตามประเภทสินค้า คือทำการจัดเก็บสินค้าประเภท Standard ไว้ด้านหน้า Storage rack ของระบบ Miniload และจัดเก็บสินค้าประเภท Regular ในโซนถัดมา นอกจากนี้ยังเลือกการจัดลำดับการหยิบสินค้าแบบ NN เนื่องจากช่วยลดเวลาการทำงานของเครนอัตโนมัติได้ และรูปแบบการรวมใบเบิกสินค้าโดยแยกเป็นแต่ละชนิดสินค้า ช่วยลดเวลาการทำงานของเครนอัตโนมัติ จึงนำแนวทางการปรับปรุงทั้ง 4 รูปแบบไปทดสอบกับแบบจำลองพบว่า สามารถลดพื้นที่จัดเก็บสินค้าลงได้ 577 locations คิดเป็น 4.04% และลดจำนวนตะกร้าที่จัดเก็บสินค้าเป็นเศษอยู่ตำแหน่งต่างๆ นอกจากนี้ยังสามารถลดระยะเวลาการทำงานของเครนอัตโนมัติลงได้ 47.8% เมื่อเปรียบเทียบกับการอ้างอิงจากการทำงานของบริษัทค้าปลีกวัสดุก่อสร้างกรณีศึกษาในปัจจุบัน

ส่วนที่สองเป็นแบบจำลองระบบสายพานลำเลียง เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อเวลารอของตะกร้าสินค้าโดยแบบจำลองในส่วนนี้จะสนใจจำนวนตะกร้าที่เข้ามาในแต่ละช่วงเวลา โดยไม่สนใจว่าตะกร้านั้นๆ จะจัดเก็บสินค้าชนิดใด ซึ่งแตกต่างจากแบบจำลองในส่วนแรกซึ่งสนใจว่าแต่ละความต้องการสินค้าที่เข้ามาในแบบจำลองเป็นสินค้า SKU ใดและเป็นสินค้าประเภทใด แบบจำลองส่วนที่สองจึงใช้โปรแกรม Arena vesion 14.70.00004 ในการจำลองการลำเลียงตะกร้าบนสายพานของระบบจัดเก็บและเรียกคืนสินค้าอัตโนมัติ โดยมีปัจจัยหลักที่ทำการทดสอบคือ ใบเบิกสินค้าต่อรอบการหยิบ ลำดับการจ่ายงานให้สถานีงาน และความแตกต่างของใบเบิกสินค้าต่อรอบการหยิบของสถานีงานทั้งสอง และมีการเก็บค่าผลลัพธ์ของแบบจำลองที่สำคัญทั้งหมด 4 ค่าได้แก่ เวลาทั้งหมดที่ตะกร้าสินค้าอยู่ในระบบ เวลารอเฉลี่ยของตะกร้าสินค้า %Utilization ของสถานีงานที่ 1 และ %Utilization ของสถานีงานที่ 2 จึงนำผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองไปวิเคราะห์ปัจจัยหลักแต่ละตัวว่าส่งผลต่อเวลารอเฉลี่ยของตะกร้าสินค้าอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ พบว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อเวลารอของตะกร้าสินค้า คือ ใบเบิกสินค้าต่อรอบการหยิบและความความแตกต่างระหว่างใบเบิกสินค้าต่อรอบการหยิบของสถานีงานทั้งสอง

จากผลการวิจัยจึงเสนอแนวทางการลดเวลารอเฉลี่ยของตะกร้าสินค้าโดยการจ่ายงานให้ทั้งสองสถานีงานเท่ากันและลดใบเบิกสินค้าต่อรอบการหยิบลง จากเดิมที่ถูกกำหนดด้วย 6 ใบเบิกสินค้าต่อรอบการหยิบ เป็น 2 ใบเบิกสินค้าต่อรอบการหยิบ จากการนำแนวทางแก้ไขที่เสนอไปทดสอบในแบบจำลองระบบสายพานลำเลียง พบว่าช่วยลดเวลารอเฉลี่ยของตะกร้าสินค้าได้จากเดิม 56.92 วินาที/ตะกร้า เป็น 43.59 วินาทีต่อตะกร้า คิดเป็น 23.42% นอกจากนี้แนวทางการปรับปรุงที่เสนอนั้นยังสามารถทำให้ %Utilization ของพนักงานมีค่าใกล้เคียงกัน และสามารถกำหนดภาระงานให้พนักงานได้เท่าเทียมกันอีกด้วย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาระบบจัดเก็บและเรียกคืนวัสดุอัตโนมัติในงานวิจัยนี้ยังมีข้อจำกัดอีกหลายประการ เพื่อทำให้แบบจำลองระบบจัดเก็บและเรียกคืนวัสดุอัตโนมัติสอดคล้องกับการดำเนินงานจริงในปัจจุบัน รวมไปถึงการขยายประเด็นของการศึกษางานวิจัยพัฒนาต่อยอดในอนาคต สามารถสรุปข้อเสนอแนะต่างๆ ได้ดังนี้

งานวิจัยนี้แบ่งการวิเคราะห์ระบบจัดเก็บและเรียกคืนวัสดุอัตโนมัติโดยแบ่งแบบจำลองสถานการณ์เป็น 2 ส่วนได้แก่ แบบจำลองในส่วนการทำงานของเครนอัตมัติในการหยิบและจัดเก็บสินค้า และแบบจำลองในส่วนของสายพานลำเลียงตะกร้าสินค้าไปยังสถานีงาน แบบจำลองในส่วนการทำงานของเครนอัตโนมัติเป็นการวิเคราะห์การเข้ามาของใบเบิกสินค้าโดยสนใจ SKU และประเภทของสินค้านั้น โดยทำการทดสอบกับ SKU สินค้าเพียง 780 รายการเนื่องจากเป็นรายการสินค้าที่มีการสั่งอย่างน้อย 2 ครั้งใน 1 เดือน หากสามารถใช้ข้อมูลการกระจายสินค้าในอดีตทั้งหมดของบริษัทค้าปลีกวัสดุก่อสร้างกรณีศึกษาเป็นข้อมูลนำเข้าของแบบจำลอง โดยทำการจับกลุ่มของสินค้าแต่ละรายการโดยพยายามใช้ลักษณะการขายในการแบ่งกลุ่มข้อมูลเพิ่มเติมแทนการสนใจ SKU ของสินค้าที่เข้ามาในแบบจำลอง จะทำให้ผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองมีความแม่นยำมากขึ้น เนื่องจากข้อมูลสินค้าเบ็ดเตล็ดในปัจจุบันมีมากกว่า 100,000 รายการ การสนใจชนิด SKU ของสินค้าทั้งหมดทุกรายการเพื่อใช้เป็นข้อมูลนำเข้าของแบบจำลองเป็นไปได้ยาก

เนื่องจากข้อจำกัดของข้อมูลที่ได้รับมาจากบริษัทกรณีศึกษาทำให้มีข้อมูลไม่เพียงพอกับการออกแบบแบบจำลองโดยใช้โปรแกรมเดียวได้ ในการต่อยอดในอนาคตหากสามารถใช้ผลลัพธ์ของแบบจำลองในส่วนแรกเป็นข้อมูลนำเข้าในแบบจำลองในส่วนที่สองได้ จะทำให้ผลลัพธ์ของแบบจำลองที่ได้มีความคลาดเคลื่อนน้อยลง และเนื่องจากข้อจำกัดของข้อมูลทำให้แบบจำลองของระบบสายพานลำเลียงในงานวิจัยนี้ไม่ได้พิจารณาถึงจำนวณตะกร้าสินค้าต่อหนึ่งใบเบิกสินค้า ในการแบ่งรอบการหยิบสินค้าควรพิจารณาที่จำนวนตะกร้าสินค้ามากกว่าจำนวนใบเบิกสินค้า เนื่องจากในการทำงานจริงไม่สามารถควบคุมจำนวนตะกร้าต่อหนึ่งใบเบิกสินค้าได้ ดังนั้นในการจ่ายงานให้พนักงานทั้งสองสถานีงานควรทำการ Balance ตะกร้าสินค้าในแต่ละรอบการหยิบก่อนจึงจ่ายงานให้แก่พนักงานทั้งสองสถานีงาน

เมื่อเปรียบเทียบนโยบายการปรับปรุงทั้ง 4 รูปแบบพบว่า รูปแบบแรกที่ควรเลือกปรับปรุงคือการเลือกหยิบตะกร้าที่มีการจัดเก็บสินค้าจำนวนน้อยที่สุดก่อนกรณีสินค้านั้นๆ มีการจัดเก็บอยู่หลายตำแหน่งตะกร้า เนื่องจากลดจำนวนตะกร้าสินค้าที่มีการเก็บสินค้าเป็นเศษอยู่ที่ตำแหน่งต่างๆ จากนั้นจึงปรับปรุงการจัดเก็บสินค้าแบบแบ่งตามประเภทสินค้า คือทำการจัดเก็บสินค้าประเภท Standard ไว้ด้านหน้า Storage rack ของระบบ Miniload และจัดเก็บสินค้าประเภท Regular ใน

โซนถัดมา นอกจากนี้ยังเลือกการจัดลำดับการหยิบสินค้าแบบ NN เนื่องจากช่วยลดเวลาการทำงานของเครนได้ และรูปแบบการรวมใบเบิกสินค้าโดยแยกเป็นแต่ละชนิดสินค้า ช่วยลดเวลาการทำงานของเครนเช่นกัน แต่เป็นการเพิ่มเวลาให้พนักงานในส่วนการจัดสินค้าลงบนพาเลทเพื่อทำการจัดส่งไปยังร้านสาขาถึง 8 วินาทีต่อ 1 Batch เมื่อมีการพิจารณาเวลาในส่วนนี้เพิ่มเติมพบว่าการปรับปรุงการรวมใบเบิกสินค้าสามารถลดระยะเวลาการทำงานของคลังสินค้าเบ็ดเตล็ดได้เพียงเล็กน้อย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รายการอ้างอิง

1. ศูนย์วิเคราะห์เศรษฐกิจและกลยุทธ์ทิสโก้ โครงการลงทุนโครงสร้างพื้นฐาน *2* ล้านล้านบาท. 2013.
2. ฝ่ายวิชาการธนาคารอาคารสงเคราะห์และศูนย์ข้อมูลอสังหาริมทรัพย์ ตลาดที่อยู่อาศัยและตลาดสินเชื่อที่อยู่อาศัยปี *2555* และแนวโน้มปี *2556*.
3. สำนักงานสถิติแห่งชาติ รายงานการสำรวจประชากรสูงอายุในประเทศไทย พ.ศ. *2557*.
4. อัตราค่าจ้างขั้นต่ำ ตามพระราชบัญญัติคุ้มครองแรงงาน พ.ศ.*2541* ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติคุ้มครองแรงงาน (ฉบับที่ *3)* พ.ศ. *2551*.
5. Schwarz L.B., Graves S.C., and Hausman W.H., *Scheduling policies for automatic warehousing systems: simulation results.* AIIE Transactions, 1978. **10**(3): p. 260–270.
6. Hausman W.H., Schwarz L.B., and Graves S.C., *Optimal storage assignment in automatic warehousing systems.* Management Sciences, 1976. **22**(6): p. 629-638.
7. Pandit R. and Palekar U.S., *Response time considerations for optimal warehouse layout design.* Journal of Engineering for Industry, 1993. **115**(3): p. 322–328.
8. Heragu S.S., et al., *Mathematical model for warehouse design and product allocation.* International Journal of Production Research, 2005. **43**(2): p. 327–338.
9. Gu J.X., Goetschalckx M., and McGinnis L.F., *Research on warehouse design and performance evaluation: A comprehensive review.* European Journal of Operational Research, 2010. **177**(1): p. 1–21.
10. Gwynne R., *Warehousing Management*. 2011, Philadelphia, USA Kogan Page Limited.
11. Graves S.C., Hausman W.H., and Schwarz L.B., *Storage-retrieval interleaving in automatic warehousing systems.* Management Sciences, 1997. **23**(9): p. 935-945.

Chulalongkorn University

12. Van den Berg J.P. and Gademann A., *Simulation study of an automated storage/retrieval system.* International Journal of Production Research, 2000. **38**(6): p. 1339-1356.
13. Lee H.F. and Schaefer S.K., *Sequencing methods for automated storage and retrieval systems with dedicated storage.* Computers & Industrial Engineering, 1997. **32**(2): p. 351-362.
14. Petersen C.G., Aase G.R., and Heiser D.R., *Improving order-picking performance through the implementation of class-based storage.* International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, 2014. **34**(7): p. 534 - 544.
15. Vasili M.R., Tang S.H., and Vasili M., *Automated Storage and Retrieval Systems: A Review on Travel Time Models and Control Policies*, in *Warehousing in the Global Supply Chain*. 2012, Springer.
16. Groover M.P., *Automated Storage Retrieve Systems Production*, in *Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing*. 2001, Prentice Hall Press Upper Saddle River: NJ, USA.
17. Maria A., *Introduction to modeling and simulation.* Proceedings of the 29th conference on Winter simulation IEEE Computer Society, 1997: p. 7-13.
18. Kelton W.D., Sadowski R.P., and Sturrock D.T., *Simulation with Arena 3rd ed., International Edition*. 2004, McGraw-Hill: The McGraw-Hill Company, Inc.
19. Birge J.R. and Louveaux F., *Introduction to StrochasticProgramming*. 2011: Springer Science & Business Media.

ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวนฤมล ชัชวาลย์ เป็นบุตรคนเดียวของนายศักดิ์ชัย ชัชวาลย์ และนางประทุม ชัชวาลย์ เกิดเมื่อวันที่ 3 มิถุนายน พ.ศ.2534 ได้สำเร็จการศึกษาระดับประถมศึกษาจากโรงเรียนดรุณวิทย์ศึกษา ระดับมัธยมศึกษาต้นและมัธยมศึกษาปลายจากโรงเรียนสารวิทยา จากนั้นได้สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีคณะวิทยาศาสตร์ ภาควิชาเคมี จากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และได้เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมมหาบัณฑิตสาขาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปี 2557

ขณะศึกษาอยู่ที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย บทความของผู้เขียนวิทยานิพนธ์ได้ถูกตีพิมพ์ในเอกสารการประชุมวิชาการ ดังนี้

Narumon Chatchawan, Oran Kittithreerapronchai, Improving of an automated storage and retrieval system in a construction material retailer. 3rd International Conference on Business, Science and Technology (ICBST 2016) Ho Chi Minh, Vietnam.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University