สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยบูรพา
ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี 20131

การประเมินโครงการจุดเปลี่ยนถ่ายตู้คอนเทนเนอร์ในท่าเรือแหลมฉบัง

นันทิชา ร่มเงิน

12 พ.ย. 2558
359313

งานนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน
คณะโลจิสติกส์ มหาวิทยาลัยบูรพา
สิงหาคม 2558
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

อาจารย์ผู้ควบคุมงานนิพนธ์และคณะกรรมการสอบปากเปล่างานนิพนธ์ ได้พิจารณางานนิพนธ์ของ นันทิชา ร่มเงิน ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

อาจารย์ผู้ควบคุมงานนิพนธ์

.....ที่ปรึกษาหลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร.ณกร อินทร์พยุง)

คณะกรรมการสอบปากเปล่า

.....ประธานกรรมการ
(ดร.พีรพล สิทธิวิจารณ์)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ณกร อินทร์พยุง)

คณะโลจิสติกส์อนุมัติให้รับงานนิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน ของมหาวิทยาลัยบูรพา

.....คณบดีคณะโลจิสติกส์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มานะ เชาวรัตน์)
วันที่ 17 เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2558

กิตติกรรมประกาศ

งานนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความอนุเคราะห์และความกรุณาอย่างยิ่งจาก คณาจารย์ทุกท่านในคณะโลจิสติกส์ มหาวิทยาลัยบูรพา ที่ได้กรุณาประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ต่าง ๆ ที่มีคุณค่าให้แก่ผู้วิจัย โดยเฉพาะอย่างยิ่ง รองศาสตราจารย์ ดร.ณกร อินทร์พยุง อาจารย์ที่ปรึกษาของผู้วิจัยที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำแนวทางในการทำงานวิจัยที่ถูกต้อง ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างมาก จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ใน โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ เจ้าหน้าที่ ของบริษัท ยูเซ็น โลจิสติกส์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการตอบข้อซักสอบถามและให้สัมภาษณ์เพื่อเป็นข้อมูลในการวิจัย ซึ่งด้วยความช่วยเหลือและการให้คำแนะนำจากทุก ๆ ท่าน ทำให้งานนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ดี

คุณค่าและประโยชน์จากการศึกษาครั้งนี้ ขอน้อมรำลึกถึงพระคุณบิดา มารดา ตลอดจนบูรพาจารย์และผู้มีพระคุณที่ให้การชี้แนะอบรมสั่งสอน ตลอดจนให้ความช่วยเหลือในการศึกษาครั้งนี้ ทำให้งานนิพนธ์ฉบับนี้ประสบความสำเร็จได้ด้วยดีหากงานวิจัยฉบับนี้ผิดพลาดประการใด ขออภัยมา ณ ที่นี้

นันทิชา ร่มเงิน

56920254: สาขาวิชา: การจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน; วท.ม. (การจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน)
คำสำคัญ: การวางผังโรงงาน/ การจัดสมดุลการผลิต

นันทิชา ร่มเงิน: การประเมินโครงการจุดเปลี่ยนถ่ายตู้คอนเทนเนอร์ในท่าเรือแหลมฉบัง (EVALUATION PROJECT OF YARD TO TRANSFER CONTAINER TRUCK WITHIN LAEM CHABANG PORT). อาจารย์ผู้ควบคุมงานนิพนธ์: ณกร อินทร์พยุง, D.Eng. 71 หน้า. ปี พ.ศ. 2558.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเสนอแนวทางในการบรรเทาปัญหาจราจรติดขัดในท่าเรือแหลมฉบัง เนื่องจากปัญหานี้เป็นปัญหาที่สร้างความเสียหายให้กับทั้งผู้ประกอบการ พนักงาน รวมไปถึงภาพลักษณ์ของท่าเรือแหลมฉบัง ที่ปัจจุบันเป็นท่าเรือหลักในการขนส่งระหว่างประเทศ ซึ่งอาจส่งผลให้ต่างประเทศขาดความเชื่อมั่นในการลงทุนหรือใช้บริการ จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเร่งแก้ไขปัญหาดังกล่าว โดยได้ทำการเสนอในเรื่องการให้บริการขนส่งสินค้าไปที่เทอร์มินอล โดยทำการเปลี่ยนถ่ายสินค้าที่จุดเปลี่ยนถ่ายสินค้าเพื่อลดเวลาในการรอคอยให้กับพนักงาน ซึ่งบางครั้งต้องรอนานถึง 6 ชั่วโมง ทำให้เสียเวลาและเสียรายได้เป็นอย่างมาก ได้ใช้หลักการในการวางผังโรงงานและการจัดสมดุลการผลิตมาใช้ในงานวิจัย งานวิจัยนี้จะสามารถรองรับผู้ใช้บริการได้ 2,000 คันต่อวัน หรือ 20% ต่อวันทำให้ปัญหาการจราจรติดขัดเบาบางลงได้

56920254: MAJOR: LOGISTICS AND SUPPLY CHAIN MANAGEMENT; M.Sc. (LOGISTICS AND SUPPLY CHAIN MANAGEMENT)

KEYWORDS: PLANT LAYOUT/ LINE BALANCING

NUNTICHA ROMNGOEN:(EVALUATION PROJECT OF YARD TO TRANSFER CONTAINER TRUCK WITHIN LAEM CHABANG PORT).ADVISOR:NAKORN INPRAYUNG, D. Eng71 P. 2015

Objective of this study for mitigate traffic within LaemChabang Port due to this problem affect to entrepreneur and operator are damage including image of LaemChabang Port that important port to International Shipping may be foreign will be lack of reliability. Therefore we should be resolve this problem by urgently .This study offer to service shipping to terminal by transfer goods on transfer area for reduce waste time ,sometime there is waste time 6 hours , This study used plant layout and line balancing for guideline, Research results can support container around 2,000 car per day or 20% per day.

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

สารบัญ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ช

สารบัญภาพ ..... ฌ

บทที่

1 บทนำ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 3

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย 3

ขอบเขตของการวิจัย 3

ข้อจำกัดของการวิจัย 3

นิยามศัพท์เฉพาะ 3

2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 4

การวางผังโรงงาน 4

การจัดสมดุลสายการผลิต 14

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 18

3 วิธีการดำเนินวิจัย 20

4 ผลการวิจัย 24

ศึกษาปัญหาจราจรติดขัดในท่าเรือ 24

การวิเคราะห์รูปแบบที่จะใช้ในการวางผังโรงงาน 24

การออกแบบผังโรงงานตามแนวคิดของมูเทอร์ 25

5 สรุป และข้อเสนอแนะ 69

บรรณานุกรม 70

ประวัติย่อของผู้วิจัย 71

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

4-1 สัญลักษณ์ที่สำคัญที่ใช้ในการเขียนแผนภาพการไหล 26

4-2 สัญลักษณ์ที่ใช้ในแผนภาพความสัมพันธ์ 31

4-3 งานย่อยที่เกิดขึ้นในโครงการ 33

4-4 เวลาการทำงานของแต่ละงานย่อย 40

4-5 ลำดับงานก่อนหลังของงานย่อย 42

4-6 การเปรียบเทียบรอบเวลาการผลิตระหว่างแต่ละงานย่อยกับเวลาการผลิตที่ต้องการ 46

4-7 การจัดกลุ่มของงานย่อย 49

4-8 อัตราการผลิตของแต่ละย่อยในหน่วยนาที 52

4-9 จำนวนงานย่อยที่ต้องการของงานย่อยที่มีเวลาการผลิตเกินเวลาการผลิตที่ต้องการ 53

4-10 จำนวนทรัพยากรที่ใช้ใน 1 หน่วยการผลิต 54

4-11 จำนวนทรัพยากรที่จำเป็นต้องใช้ในโครงการ 56

4-12 สรุปจำนวนทรัพยากรที่ต้องใช้ในโครงการ 58

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2-1	ขั้นตอนการวางผังโรงงานตามแนวคิดมูเทอร์	10
2-2	การไหลภายในสถานีงาน (Flow within workstation)	11
2-3	รูปแบบการไหลแสดงลำดับการไหลในแบบแนวราบ	12
2-4	ตัวอย่างแผนภูมิความสัมพันธ์ของกิจกรรม	13
3-1	ตำแหน่งพื้นที่จะทำโครงการ	20
3-2	ขนาดพื้นที่ที่จะทำโครงการ	21
3-3	ความยาวของพื้นที่ในแต่ละด้าน	22
3-4	วิธีดำเนินงาน	23
4-1	แบบแปลนคร่าว ๆ ของโครงการ	27
4-2	สัญลักษณ์ในแบบแปลนของโครงการ	28
4-3	แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ของแต่ละแผนก	31
4-4	แผนภูมิความสัมพันธ์ของแต่ละหน่วยงาน	32
4-5	ขั้นตอนการหนุนหมอนรองล้อ	34
4-6	ขั้นตอนการตรวจสอบจุดที่จะทำการถอดหางรถพ่วง	35
4-7	ขั้นตอนการหมุนขาช้างลง	35
4-8	การปลดสายลมและสายไฟของรถพ่วง	36
4-9	การปลดล้อคสลักที่แป้นหน้าวัว	36
4-10	การขับรถเคลื่อนออกไปหลังจากเก็บหมอนรองล้อออก	37
4-11	การถอยรถหัวลากให้สลักพ่วงตรงกับร่องของจานพ่วง	38
4-12	การหมุนขาช้างขึ้น	38
4-13	การต่อสายลม และสายไฟ	39
4-14	การเปิดวาล์วท้ายหัวรถพ่วง	39
4-15	กราฟเปรียบระหว่างเวลาในการผลิตของแต่ละงานย่อยกับเวลาการผลิตที่ต้องการ	41
4-16	แผนภูมิแสดงลำดับการทำงาน	44
4-17	แผนภูมิแสดงการจัดกลุ่มของงานย่อย	48

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

4-18 กราฟเปรียบเทียบเวลาของแต่ละงานย่อยกับเวลาการผลิตที่ต้องการหลังจากจัดกลุ่มงานย่อย 50

4-19 รถพ่วงที่ทางโครงการให้บริการ 58

4-20 ขนาดมาตรฐานตามที่กฎกระทรวงฉบับที่ 4 ออกตามความในพระราชบัญญัติการขนส่งทางบก พ.ศ. 2522 59

4-21 แผนผังของจุดจอดรถหัวลาก 60

4-22 แผนผังของจุดจอดหางเปล่า 62

4-23 แผนผังจุดถอดหางลูกค้า 64

4-24 แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ของเนื้อที่ 66

4-25 แผนผังโรงงานอย่างละเอียด 67

4-26 ขนาดของแผนผังอย่างละเอียด 68

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันเป็นที่ทราบกันดีว่าการขนส่งทางทะเลเป็นการขนส่งที่สามารถขนส่งสินค้าได้ในปริมาณที่มาก และยังมีต้นทุนการขนส่งที่ต่ำที่สุด เมื่อเทียบกับการขนส่งในรูปแบบอื่น และสำหรับประเทศไทยแล้วการค้าระหว่างประเทศการขนส่งทางทะเลเป็นการขนส่งที่มีบทบาทมากที่สุด ดังนั้นหากประเทศไทยต้องการพัฒนาการค้าขายในระหว่างประเทศแล้วก็ต้องรีบเร่งพัฒนาการขนส่งให้เทียบเท่ากับนานาประเทศโดยเฉพาะการขนส่งทางทะเล (มารีนเนอร์ไทย ดอทคอม, ม.ป.ป.)

ท่าเรือแหลมฉบังเป็นท่าเรือที่มีความสำคัญมากเป็นประตูการค้าหลักของประเทศไทย ซึ่งนับวันจะทวีความสำคัญและมีบทบาทมากขึ้นในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ โดยมีภาระหน้าที่หลักในการให้บริการด้านเรือและสินค้า เป็นผู้ให้บริการขนส่งซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในกระบวนการโลจิสติกส์ ที่มีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศ โดยวิสัยทัศน์ของท่าเรือแหลมฉบัง คือ การมุ่งสู่การเป็น “ศูนย์กลางการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ และโลจิสติกส์ของอาเซียน” ซึ่งจะต่อยอดสอดคล้องกับวิสัยทัศน์ของการท่าเรือแห่งประเทศไทยท่าเรือแหลมฉบังเป็นประตูการค้าที่สำคัญที่สุดของประเทศและเป็นส่วนหนึ่งในโครงการพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลภาคตะวันออก (Eastern seaboard) ตลอดจนเป็นท่าเรือแหลมฉบังเป็นท่าเรือที่มี 1) พื้นที่แนวหลังท่าในระดับ (Primary port hinterland area) ครอบคลุมในพื้นที่ภาคตะวันออก กรุงเทพฯ ปริมณฑล และภาคกลาง และ 2) พื้นที่แนวหลังท่าในระดับรอง (Secondary port hinterland area) ครอบคลุมพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้ ซึ่งการพัฒนาท่าเรือแหลมฉบังให้คงความเป็นประตูการค้าที่สำคัญที่สุดของประเทศไทย (Main port) และเป็นประตูการค้าสู่ประเทศเพื่อนบ้าน อาทิ สปป. ลาว ซึ่งไม่มีทางออกสู่ทะเล และต้องพึ่งพาการขนส่งผ่านประตูการค้าในประเทศที่ติดทะเล ได้แก่ ไทย กัมพูชา และเวียดนาม (Freight Max, 2558)

ตลอดจนโครงการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานในไทยและประเทศเพื่อนบ้าน ซึ่งมีการพัฒนาบางประเภทที่เป็นลักษณะที่เอื้อต่อการเสริมการเติบโตของท่าเรือแหลมฉบัง อาทิ โครงการท่าเรือน้ำลึกและเขตเศรษฐกิจทวายในประเทศเมียนมาร์ที่จะเชื่อมโยงการขนส่งระหว่างทะเลฝั่งอ่าวไทยกับทะเลอันดามัน และโครงการพัฒนาทางหลวงพิเศษเชื่อมโยงภายในประเทศ การรวมตัวเป็นประชาคมเศรษฐกิจอาเซียนและคู่เจรจาของอาเซียนทำให้มีปริมาณการไหลเวียนของสินค้าภายใน

ภูมิภาคเพิ่มมากขึ้น ขณะเดียวกัน การพัฒนาบางประเภทก็เป็นลักษณะที่สร้างอุปสรรคต่อการเติบโตของท่าเรือแหลมฉบัง อาทิ การย้ายฐานการผลิตของอุตสาหกรรมบางประเภท การขยายการลงทุนของท่าเรือแหลมฉบังในประเทศเพื่อนบ้านที่อาจดึงสินค้าผ่านท่าบางส่วนจากท่าเรือแหลมฉบัง เช่น ท่าเรือสีหนุวิลล์ (กัมพูชา) ท่าเรือโฮจิมินต์ ท่าเรือไฮฟอง ท่าเรือดานัง (เวียดนาม) และท่าเรือคลาง ท่าเรือปีนัง และท่าเรือตันจงเปเลปาส (มาเลเซีย) เป็นต้น (Freight Max, 2558)

เป้าหมายของท่าเรือแหลมฉบังได้กำหนดแนวทางในการเตรียมความพร้อมการเป็นประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน ในด้านต่าง ๆ ด้านโครงสร้างพื้นฐานโลจิสติกส์นั้น ท่าเรือแหลมฉบังได้มุ่งให้มีศักยภาพรองรับเรือขนาดใหญ่ (Post panamax) เนื่องจากปัจจุบันนวัตกรรมในเรื่องขนาดของเรือมีแนวโน้มขยายขนาดขึ้นเพื่อให้สามารถบรรทุกสินค้าได้ในปริมาณที่สูงขึ้น เพื่อลดต้นทุนด้านการขนส่งทางน้ำ โดยพัฒนาโครงข่ายระบบการขนส่งและระบบโลจิสติกส์ให้มีความเชื่อมโยงให้บริการการขนส่งที่มีความต่อเนื่องแบบหลายรูปแบบ (Multimodal) ส่งเสริมให้มีการใช้งานอย่างเต็มประสิทธิภาพ (ท่าเรือแหลมฉบัง, 2554)

พ.ศ. 2552 ประเทศไทยติดหนึ่งในสามของประเทศที่มีท่าเรือที่มีตู้สินค้าผ่านมากที่สุดในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ นอกจากนี้ท่าเรือแหลมฉบังเป็นท่าเรือที่มีตู้สินค้าผ่านมากที่สุด อันดับที่ 20 ของโลก (World busiest port) ตามการจัดอันดับของ The American Association of Port Authorities และมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ ตั้งแต่ พ.ศ. 2548-2551 ปริมาณตู้สินค้าที่ผ่านท่าเรือแหลมฉบังเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง เฉลี่ย ร้อยละ 11-13 ต่อปี แต่ต้องมาชะงักใน พ.ศ. 2552 ซึ่งเป็นปีที่เศรษฐกิจของโลกชะลอตัว แต่บริษัทที่ปรึกษาได้ประมาณการณ์เบื้องต้นว่าหลังจากพ้นวิกฤตเศรษฐกิจแล้ว การเติบโตของปริมาณการเข้าออกสินค้าน่าจะเพิ่มขึ้นร้อยละ 12 ต่อปี หมายความว่าใน พ.ศ. 2559 ปริมาณตู้สินค้าที่ผ่านท่าเรือแหลมฉบังจะสูงเกิน 10 ล้านทีอียู และใน พ.ศ. 2563 จะมีปริมาณสินค้าสูงถึง 16 ล้านทีอียู ในปีงบประมาณ 2557 มีปริมาณตู้สินค้าผ่านเข้าออกท่าเรือ แหลมฉบังถึง 6,458,613 TEU และมีตู้สินค้าขาออก 3,298,269 TEU ข้อมูลจากเวปไซต์ของท่าเรือแหลมฉบังประจำปีงบประมาณ 2557 (ท่าเรือแหลมฉบัง, 2554)

จากจำนวนปริมาณตู้สินค้าที่ผ่านเข้าออกในท่าเรือเป็นจำนวนมากทำให้เกิดปัญหารถติดในบริเวณท่าเรือแหลมฉบังเป็นจำนวนมาก สำหรับบริเวณที่จราจรติดขัดอย่างมากในท่าเรือแหลมฉบัง เช่น ท่า B1, A0, C1 และ C2 รวมทั้งบริเวณหน้าท่าของเทอร์มินอลต่าง ๆ บางครั้งติดตั้งแต่ 6 โมงเย็นจนถึง 6 โมงเช้าของอีกวันหนึ่ง ซึ่งเป็นการสร้างความเสียหายให้แก่ผู้ประกอบการ และพนักงานขับรถด้วย เพราะเป็นการเพิ่มค่าใช้จ่าย ส่วนพนักงานขับรถก็มีรายได้ลดน้อยลง เนื่องจากเดิมขนส่งได้ 2 เที่ยว ก็เหลือเพียงเที่ยวเดียว จึงต้องเลิกขับรถหัวลากไปหางาน

อย่างอื่นทำแทน สร้างปัญหาให้แก่ผู้ประกอบการต้องไปหาพนักงานขับรถคนใหม่ซึ่งหายากมากในขณะนี้ (ASTVผู้จัดการออนไลน์, 2558)

จากปัญหาดังกล่าวจึงได้มีการคิดโครงการนี้ขึ้นมาเพื่อเป็นการเสนอแนวทางในการบรรเทาปัญหาการจราจรติดขัดที่ปัจจุบันเป็นปัญหาใหญ่ที่ทุกหน่วยงานต่างก็เร่งหาวิธีแก้ไข โดยในโครงการนี้จะเป็นการให้บริการในด้านการรับจ้างขนสินค้าไปที่ท่าเรือแทนพนักงานขับรถและให้พนักงานทำการเช่าหางเปล่าในการไปรับสินค้าในรอบต่อไปแทน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเสนอแนวทางในการลดปัญหาจราจรติดขัดในท่าเรือแหลมฉบัง
2. เพื่อศึกษาปัญหาจราจรติดขัดในท่าเรือแหลมฉบัง

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. สามารถเข้าใจปัญหาการจราจรติดขัดในท่าเรือแหลมฉบังมากขึ้น
2. แนวทางที่ทำการเสนอสามารถบรรเทาปัญหาการจราจรติดขัดในท่าเรือแหลมฉบังได้

ขอบเขตของการวิจัย

1. เป็นการศึกษาเฉพาะในเขตท่าเรือแหลมฉบัง
2. เป็นการให้บริการเฉพาะรถบรรทุกประเภทที่มีตู้คอนเทนเนอร์เท่านั้น
3. เป็นการศึกษาเพื่อรองรับรถบรรทุกเพียง 2,000 คัน

ข้อจำกัดของการวิจัย

เนื่องจากเป็นการศึกษาเพื่อริเริ่มโครงการดังนั้นระยะเวลาของแต่ละกิจกรรมจึงเป็นการประมาณเวลาจากการเข้าไปศึกษาในสถานที่จริงของบริษัทขนส่งแห่งหนึ่งเท่านั้น

นิยามศัพท์เฉพาะ

รถพ่วง หมายถึง รถที่ไม่มีแรงขับเคลื่อนในตัวเอง จำเป็นต้องใช้รถอื่นลากจูง และน้ำหนักรวมน้ำหนักบรรทุก ทั้งหมดลงบนเพลาล้อสมบูรณ์ในตัวเอง

รถกึ่งพ่วง หมายถึง รถที่ไม่มีแรงขับเคลื่อนในตัวเอง จำเป็นต้องใช้รถอื่นลากจูง และน้ำหนักรถรวมน้ำหนักบรรทุกบางส่วน เฉลี่ยลงบนเพลาล้อของรถคันลากจูง

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวางผังโรงงาน

ความหมายของการวางผังโรงงาน

การวางผังโรงงาน หมายถึง การจัดวางเครื่องจักร เครื่องมือ อุปกรณ์ คนงานวัตถุดิบ สิ่งอำนวยความสะดวก ในตำแหน่งที่เหมาะสมเพื่อให้การดำเนินกิจกรรมเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งต้องคำนึงถึงกิจกรรมส่วนใหญ่ที่อยู่ในกระบวนการออกแบบกิจการ

หลักการพื้นฐานในการวางผังโรงงานนั้น ประกอบด้วยการรวมกิจกรรมทั้งหมดของโรงงานการเคลื่อนที่ในระยะทางสั้น ที่สุด เกิดการไหลของวัสดุอย่างต่อเนื่อง การใช้พื้นที่อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้พนักงานพอใจและมีความปลอดภัย มีความยืดหยุ่นในการปรับเปลี่ยน (สมศักดิ์ ตรีสัตย์, 2555)

วัตถุประสงค์ในการจัดวางผังโรงงาน

1. ให้ความสะดวกแก่กระบวนการผลิตด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น
   1.1 การจัดระเบียบเครื่องจักร เครื่องมือ และสถานที่ทำงานให้เคลื่อนไปโดยไม่ติดขัด
   1.2 กำจัดเวลาที่ล่าช้าออกให้หมด
   1.3 จัดการไหลของชิ้นงานให้เป็นไปอย่างมีระเบียบ ไม่ปะปนกัน
   1.4 จัดลำดับขั้นตอนของกิจกรรมการทำงาน
2. ลดปริมาณการเคลื่อนย้ายวัสดุและสิ่งของโดยจัดรูปแบบการไหลที่ไม่ซับซ้อน
3. จัดการทำงานและจัดวางเครื่องจักรให้มีความยืดหยุ่นง่ายต่อการปรับกระบวนการผลิต และเปลี่ยนแปลงวิธีการทำงาน
4. จัดให้การไหลของชิ้นงานผ่านกระบวนการต่าง ๆ เป็นไปอย่างคล่องตัว โดยไม่หยุดติดขัดที่กระบวนการใดกระบวนการหนึ่ง
5. ลดการใช้งบลงทุนซื้อเครื่องจักรอุปกรณ์ โดยสั่งซื้อเครื่องจักรตามความจำเป็นและเหมาะสมกับโรงงาน
6. ใช้พื้นที่อย่างคุ้มค่าที่สุด โดยวางการใช้เนื้อที่ให้คุ้มค่าแต่ไม่แออัดจนเกินไป
7. จัดให้มีการใช้คนทำงานอย่างมีประสิทธิผลโดยยึดหลักดังนี้
   7.1 ลดการขนย้ายของคน
   7.2 ลดกิจกรรมการเดินให้น้อยลง

7.3 จัดสมดุลคนและเครื่องจักร เพื่อลดเวลาของการว่างงาน

7.4 กำกับดูแลอย่างมีประสิทธิภาพ

8. จัดให้ผู้ปฏิบัติงานมีความสะดวกสบาย และปลอดภัยในขณะทำงาน

กระบวนการผลิต

กระบวนการผลิตของโรงงานสามารถจำแนกประเภทตามรูปแบบการเคลื่อนที่ของชิ้นงานและเครื่องจักรได้เป็น 4 แบบ

1. แบบกระบวนการ (Process layout)
2. แบบตามผลิตภัณฑ์ (Product layout)
3. แบบผลิตภัณฑ์อยู่กับที่ (Fixed product layout)
4. แบบกลุ่ม (Group layout)

การวางผังโรงงานตามกระบวนการผลิต

สำหรับงานผลิตสินค้าแต่ละแบบที่ต้องใช้ชิ้นส่วนต่าง ๆ มากมาย การวางแผนตามแบบกระบวนการผลิตจะเป็นการรวมเอาเครื่องจักรที่มีลักษณะการใช้งานเหมือนกันเข้าไว้ในพื้นที่ส่วนเดียวกันของโรงงาน การวางผังการผลิตแบบนี้เหมาะกับการผลิตที่ทราบจำนวนแน่นอน หรืองานเป็นหน่วย ๆ ที่ทราบปริมาณการผลิตที่แน่นอน และการผลิตสินค้าแต่ละชนิดมีกรรมวิธีการผลิตที่คล้ายคลึงกัน (สมศักดิ์ ตรีสัตย์, 2555)

ข้อดีของผังโรงงานแบบตามกระบวนการผลิต ประกอบด้วย

1. จำนวนเงินลงทุนในการซื้อเครื่องจักรเครื่องมือต่ำ
2. เครื่องจักรมีชั่วโมงใช้งานสูง โดยเฉพาะในกรณีที่การผลิตสินค้าแต่ละชนิดมีจำนวนไม่มากนัก เนื่องจากโรงงานสามารถจัดตารางการผลิตให้กับเครื่องจักรแต่ละเครื่องได้
3. ถ้าเครื่องจักรเครื่องใดเครื่องหนึ่งไม่ทำงานก็ยังดำเนินการผลิตต่อไปได้ หรืออาจจะใช้เครื่องจักรทดแทนการทำงานกันได้
4. ถ้ามีการออกแบบผลิตภัณฑ์ใหม่ อาจจะต้องซื้อหรือปรับปรุงเครื่องจักรใหม่เพียงหนึ่งหรือสองเครื่องเท่าที่จำเป็นเท่านั้น
5. ในการขยายกิจการ ค่าใช้จ่ายในการขยายโรงงานจะถูกกว่า เนื่องจากอาจไม่มีความจำเป็นที่จะต้องเพิ่มสายการผลิตใหม่ทั้งสาย

ข้อจำกัดของผังโรงงานแบบตามกระบวนการผลิต ประกอบด้วย

1. การขนถ่ายวัสดุจะยุ่งยากมากกว่า เพราะจัดเป็นแผนกงานและอาจจะมีปัญหาในเส้นทางการขนย้ายจากแผนกหนึ่งไปยังแผนกหนึ่ง ซึ่งจะต้องเสียเวลามากและต้องลงทุนสูง

2. การส่งการและการประสานงานไม่ค่อยสัมพันธ์กัน ตลอดทั้งความคล่องแคล่วของคนงานและประสิทธิภาพของเครื่องจักรแต่ละแผนกแตกต่างกัน ทำให้เกิดผลิตภัณฑ์กึ่งสำเร็จคั่งค้าง ณ จุด ปฏิบัติงานมาก ซึ่งบางจุดอาจปฏิบัติงานอาจจะขาด

3. ใช้พื้นที่โรงงานมากกว่า

4. ใช้เวลาในการฝึกอบรมพนักงานใหม่ทุกครั้งที่มีการเปลี่ยนรูปแบบผลิตภัณฑ์หรือได้เครื่องจักรเข้ามาใหม่

การวางผังโรงงานตามชนิดของผลิตภัณฑ์

การวางผังโรงงานตามชนิดของผลิตภัณฑ์ (Product layout) เป็นการจัดการผลิตให้เรียงตามลำดับขั้นตอนการผลิตของผลิตภัณฑ์ การจัดผังโรงงานแบบนี้บางทีเรียกว่าเป็นการจัดแบบเป็นแถว (Linc Layout) โรงงานแบบนี้จะเป็นการผลิตสินค้าชนิดเดียว หรือสินค้าหลายชนิดที่ทีลักษณะคล้ายคลึงกัน การดำเนินการผลิตมักจะเป็นการผลิตแบบต่อเนื่อง เช่น การผลิตอาหารกระป๋อง ผลไม้กระป๋อง เบียร์ การผลิตผลิตภัณฑ์ประเภทแก้ว เป็นต้น ซึ่งการดำเนินการเช่นนี้ จะทำให้การจัดเครื่องจักร เครื่องมือทำได้อย่างไม่ยุ่งยาก ผู้วางผังโรงงานสามารถกำหนดขั้นตอน การผลิตเพื่อให้การผลิตดำเนินการไปได้โดยที่ไม่มีการขนย้ายสินค้าย้อนทางเดิน

ในการวางผังโรงงานตามแบบชนิดของผลิตภัณฑ์มีวิธีการคือ จัดเรียงเครื่องจักรให้เรียงกันไปตามขั้นตอนการผลิต โดยเริ่มจากวัตถุดิบไปถึงกระบวนการผลิต แต่ละหน่วยการผลิต จนสำเร็จเป็นผลิตภัณฑ์นั่นเอง

ข้อดีของการวางผังโรงงานตามแบบชนิดผลิตภัณฑ์ ประกอบด้วย

1. การควบคุมการจัดตารางการผลิตทำได้ง่าย เนื่องจากเรารู้ขั้นตอนการผลิตที่แน่นอน

2. การขนย้ายวัสดุทำได้ในระยะเวลาสั้น ๆ เนื่องจากระยะระหว่างจุดปฏิบัติการต่าง ๆ สั้น และไม่มีการขนย้ายวัตถุดิบย้อนทางเดิน

3. พื้นที่โรงงานใช้ทำประโยชน์ได้มากกว่า

4. ในการผลิตเป็นจำนวนมาก ๆ อัตราการใช้เครื่องจักรจะดีขึ้น และเครื่องจักรได้ทำงานอย่างเต็มที่

5. ผลิตภัณฑ์กึ่งสำเร็จที่คั่งค้าง ณ จุดปฏิบัติการต่าง ๆ จะมีน้อยลง

6. เวลาที่เสียไปในการติดตั้งเครื่องจักรจะน้อยลง

7. ไม่จำเป็นต้องอบรมหรือให้ความรู้พนักงานบ่อย ๆ

8. ต้นทุนการผลิตต่อชิ้นจะถูกลง

9. การไหลของชิ้นงานผลิตจะเร็วขึ้น

10. การควบคุมการผลิตจัดได้เป็นระบบมากกว่า

ข้อจำกัดของการจัดผังโรงงานตามชนิดผลิตภัณฑ์ ประกอบด้วย

1. จำนวนเงินทุนในการซื้อเครื่องมือเครื่องจักรสูง

2. การหยุดการผลิตของเครื่องจักรในหน่วยผลิตหน่วยใดหน่วยหนึ่ง กระบวนการผลิตจะหยุดทั้งระบบการผลิต

3. ยอดผลิตจะสูงและสม่ำเสมอ เพราะเครื่องจักรผลิตชิ้นงานตลอดเวลา หากยอดขายลดลง จะส่งผลต่อระบบเงินทุนหมุนเวียนเป็นอย่างมาก

4. เป็นเรื่องลำบากมาก หากจะแยกเครื่องจักรในระบบที่เป็นปัญหาออกจากกระบวนการผลิต

5. การเปลี่ยนแปลงผลิตภัณฑ์ที่ผลิต จะส่งผลต่อการปรับเปลี่ยนเครื่องมือเครื่องจักร ซึ่งการปรับเปลี่ยนผลิตภัณฑ์ที่ผลิตแต่ละครั้งก็จะปรับเปลี่ยนทั้งสายการผลิต

การวางผังโรงงานแบบชิ้นงานอยู่กับที่

การวางผังโรงงานแบบชิ้นงานอยู่กับที่ (Fixed position layout) เป็นวิธีที่ใช้กันไม่มาก ส่วนใหญ่จะเป็นการวางผังเพื่อผลิตชิ้นงานที่มีขนาดใหญ่ เช่น การต่อเรือ (Ship construction) เครื่องบิน (Aircraft) เป็นต้น เป็นเรื่องลำบากมากหากจะเคลื่อนย้ายชิ้นงานเข้าสู่กระบวนการผลิต วิธีการที่จะทำให้การผลิตมีความสะดวกมากขึ้นก็โดยการเคลื่อนย้ายเครื่องจักร เครื่องมืออุปกรณ์ตลอดจน แรงงานเข้าหาชิ้นงานที่จะทำการผลิต

ข้อดีของการวางผังโรงงานแบบชิ้นงานอยู่กับที่

1. การเคลื่อนที่ของวัสดุลดลง

2. มีการทำงานเป็นทีม ทำให้การทำงานมีความต่อเนื่อง และมีความรับผิดชอบ

3. มีโอกาสที่งานจะสมบูรณ์ขึ้น

4. เพิ่มความภูมิใจและคุณภาพ เพราะว่างานทั้งหมดที่แยกกันมีความสมบูรณ์

5. มีความยืดหยุ่นสูง สามารถเปลี่ยนแปลงการออกแบบผลิตภัณฑ์ การรวมผลิตภัณฑ์และปริมาณผลิตภัณฑ์

ข้อจำกัดของการวางผังโรงงานแบบชิ้นงานอยู่กับที่

1. คนและอุปกรณ์มีการเคลื่อนไหวเพิ่มขึ้น

2. บางครั้งอาจต้องการอุปกรณ์ที่เหมือนกัน

3. ต้องการคนที่มีความชำนาญ

4. ต้องการผู้ควบคุม

5. อาจเป็นเหตุผลให้ต้องเพิ่มเนื้อที่และงานระหว่างทำเป็นจำนวนมาก

6. ต้องการการควบคุมงานตามตารางการผลิต (สมศักดิ์ ตรีสัตย์, 2555)

การวางผังโรงงานแบบกลุ่ม

แบบกลุ่ม (Group layout) แผนผังของสายการผลิตแบบกลุ่ม จะนำกลุ่มของผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะคล้ายกัน เช่น ลำดับการผลิต รูปร่าง องค์ประกอบวัตถุดิบ เครื่องมือที่ต้องการ การขนส่ง สินค้าคงคลัง การควบคุม แล้วแยกพิจารณากลุ่มของผลิตภัณฑ์แต่ละกลุ่มตามแผนผังแบบผลิตภัณฑ์ และนำเครื่องมือที่ต้องใช้ในกระบวนการนั้นจัดสรรให้อยู่หน่วยการผลิตเดียวกัน เช่น โรงงานเสื้อผ้าสำเร็จรูปเป็นต้น

ข้อดีของการวางผังแบบกลุ่ม

1. ในกลุ่มผลิตภัณฑ์เครื่องจักรสามารถใช้งานได้หลายอย่าง

2. การไหลในสายการผลิตราบรื่นและการขนย้ายมีระยะทางสั้นกว่าแผนผังแบบกระบวนการ

3. บรรยากาศการทำงานดีและมักจะมีการเพิ่มผลผลิต

4. เป็นการรวมข้อดีบางอย่างของแผนผังแบบผลิตภัณฑ์และแผนผังแบบกระบวนการ พิจารณาใช้เครื่องจักรที่มีลักษณะการทำงานได้หลากหลาย

ข้อจำกัดการวางผังแบบกลุ่ม

1. ต้องการผู้ควบคุม

2. ต้องการผู้ที่มีความชำนาญมาทำงานร่วมกันในการดำเนินงานทั้งหมด

3. ต้องให้ความสำคัญกับการควบคุมการผลิต เพื่อให้มีการไหลอย่างสมดุลไปยังหน่วยที่แยกจากกัน

4. ถ้าการผลิตในแต่ละหน่วยไม่สมดุล ต้องมีการปรับงานและสต็อกงานระหว่างทำเพื่อขจัดการขนถ่ายที่มากขึ้น

5. มีข้อเสียบางอย่างของแผนผังแบบผลิตภัณฑ์และแผนผังตามกระบวนการผลิต

ขั้นตอนการวางผังโรงงาน

1. การเลือกทำเลที่ตั้ง

2. การจัดวางผังโรงงานตามแผนกงาน (Overall layout) ใช้สำหรับการจัดพื้นที่ทั่วไปที่จะทำการวางผังโรงงาน เป็นขั้นตอนที่แสดงแผนการปฏิบัติขั้นพื้นฐาน ที่แสดงถึงความสัมพันธ์และรูปลักษณะของพื้นที่หลักแต่ละพื้นที่ที่แบ่งตามแผนกงานที่เราจะเขียนขึ้นมาอย่างหยาบ ๆ

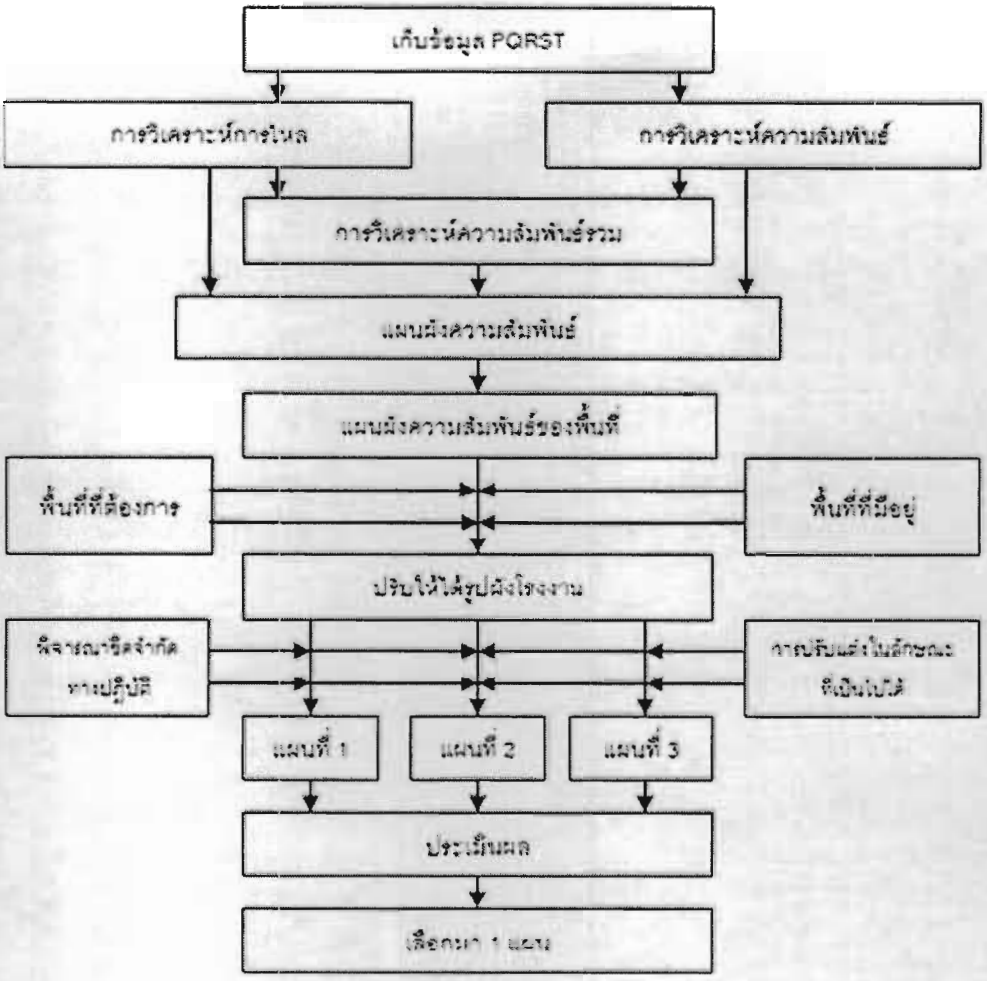
3. การวางผังโรงงานอย่างละเอียด (Detail layout) ต้องสร้างและกำหนดพื้นที่ของเครื่องมือเครื่องจักรต่าง ๆ และรวมถึงสิ่งสนับสนุนการผลิตและบริการ

4. การติดตั้งและการติดตามผลงาน (Installation) (สมศักดิ์ ตรีสัตย์, 2555)

หลักการวางผังโรงงานของมูเทอร์

การออกแบบผังโรงงานอย่างเป็นระบบตามแนวคิดของมูเทอร์มาใช้ในการออกแบบผังโรงงาน หรืออาจจะเรียกว่า SLP (Systematics layout planning) ซึ่งการวางผังอย่างมีระบบ หรือ SLP นี้เป็นการกำหนดขั้นตอนให้ชัดเจนเป็นระบบ โดยมีลำดับขั้นตอน ดังนี้ (สมศักดิ์ ตรีสัตย์, 2555)

1. หาข้อมูลขั้นต้นของผลิตภัณฑ์ คือ P,Q, R, S, T และกิจกรรมต่าง ๆ
2. วิเคราะห์การไหล
3. วิเคราะห์และสร้างแผนภาพความสัมพันธ์ของกิจกรรม
4. สร้างแผนภาพความสัมพันธ์ของกิจกรรม
5. คำนวณเนื้อที่ที่ต้องการ
6. พิจารณาปรับตามเนื้อที่ที่ต้องการ
7. จัดแผนภาพความสัมพันธ์ของเนื้อที่
8. พิจารณาการปรับปรุงเปลี่ยนแปลง
9. พิจารณาข้อจำกัดเชิงปฏิบัติ
10. พัฒนาผังโรงงานต่าง ๆ เพื่อเป็นทางเลือก
11. ประเมินผลและเลือกผังที่ทีความเหมาะสม



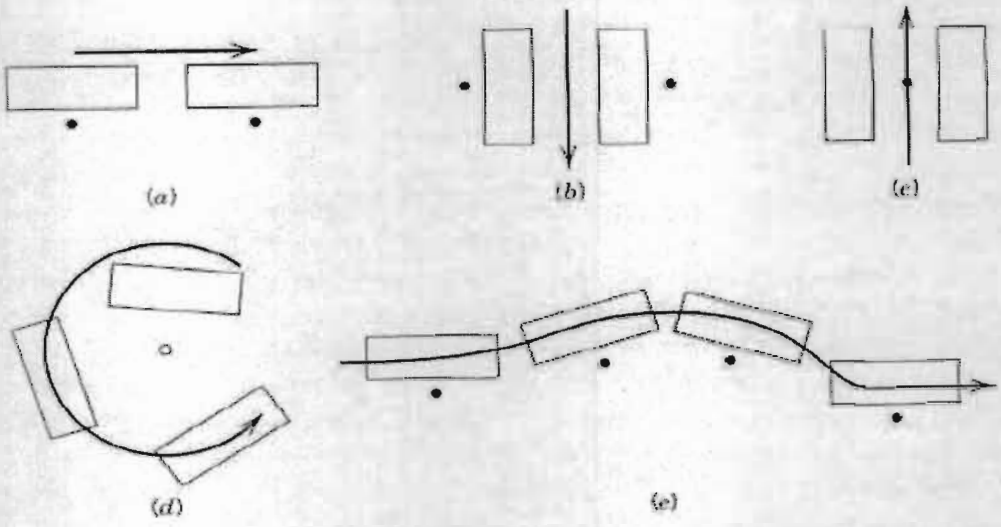
ภาพที่ 2-1 ขั้นตอนการวางผังโรงงานตามแนวคิดมูเทอร์ (มนสุภี เวทีกูล และปวีณา เชาวลิตวงศ์, 2555)

องค์ประกอบพื้นฐานของการวางผังโรงงาน"PQRST"

1. Product (P) จะผลิตอะไร? (ผลิตเองหรือซื้อเข้ามา)
2. Quantity (Q) ผลิตปริมาณเท่าไร?
3. Routing (R) ถ้าผลิตเอง จะออกแบบวิธีการผลิตอย่างไร ?
4. Supporting (S) จะจัดหาหรือจัดวางสิ่งอำนวยความสะดวก เช่น ห้องน้ำ โรงอาหาร อย่างไร ?
5. Timing (T) จะผลิตเมื่อไหร่ นานเท่าใด บ่อยหรือไม่ ? ผลิตภัณฑ์ถูกผลิตโดยใช้เวลาเท่าใด เครื่องจักรถูกใช้งานอย่างไรเหมาะสมหรือไม่ ทำให้สามารถจัดสมดุลการผลิตได้ และช่วงเวลาที่เปลี่ยนไปอาจทำให้การผลิตเปลี่ยนไปด้วยในลักษณะพลวัต

รูปแบบของการไหล (Types of flow patterns)

1. การไหลภายในสถานีงาน (Flow within workstation) เป็นการไหลที่เกิดจากการใช้อวัยวะของคน เช่น มือ แขน เท้า โดยอาศัยหลักการของ Motion studies and ergonomics การไหลควรจะเกิดจากการเคลื่อนไหวในจังหวะธรรมชาติ สมมาตรและต่อเนื่อง การเคลื่อนไหวที่ถูกต้องตามหลักสรีระจะทำให้การไหลเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ



(a) End-to-end (b) Back-to-back (c) Front-to-front
(d) Circular (e) Odd-angle

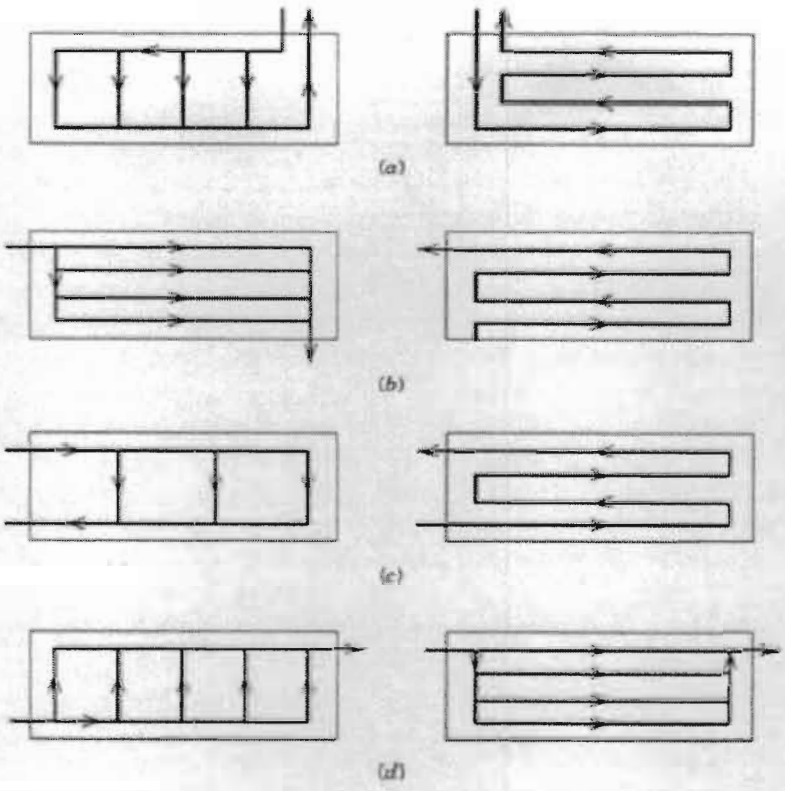
ภาพที่ 2-2 การไหลภายในสถานีงาน (Flow within workstation) (มนสุภี เวทีกูล และ ปวีณา เชาวลิตวงศ์, 2555)

2. การไหลภายในแผนก (Flow within department)

2.1 แผนกผลิตภัณฑ์ (Product department) เป็นการไหลของผลิตภัณฑ์

2.2 แผนกผลิต (Process department) เป็นการไหลที่เกิดขึ้นระหว่างสถานีงานและทางเดิน (Aisles) รูปแบบการไหลถูกกำหนดโดยทิศทางของสถานีงานและทางเดินการจัดรูปแบบการไหลของสถานีงานและทางเดินขึ้นกับปฏิสัมพันธ์ระหว่างกันของสถานีงานในพื้นที่ที่มีอยู่และขนาดของวัสดุที่ขนถ่าย

3. การไหลระหว่างแผนก (Flow between department) เป็นเกณฑ์ที่ถูกใช้ประเมินการไหลทั้งหมดภายในหน่วยงานสถานที่ตั้งของทางเข้า (Receiving) กับทางออก (Shipping) มีความสำคัญต่อการพิจารณารูปแบบการไหล



(a) ที่ตำแหน่งเดียวกัน (b) บนด้านที่ใกล้กัน

(c) ที่ด้านเดียวกันแต่ทางเข้า-ออกไม่ใช่ตำแหน่งเดียวกัน (d) ที่ด้านตรงข้ามกัน

ภาพที่ 2-3 รูปแบบการไหลแสดงลำดับการไหลในแบบแนวราบ (มนสุภี เวทีกูล และ ปวีณา เชาวลิตวงศ์, 2555)

การสร้างแผนภูมิความสัมพันธ์ของกิจกรรม

1. เขียนหน่วยงานทั้งหมดบนผังความสัมพันธ์

2. สำรวจหรือสัมภาษณ์ความคิดเห็นของบุคคลฝ่ายต่าง ๆ ในแผนกที่เกี่ยวข้องรวมถึงการจัดการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นสำหรับทุกหน่วยงาน กรณีเกิดความขัดแย้งในด้านความคิดเห็นต้องเชิญบุคคลที่เกี่ยวข้องมาชี้แจง

3. กำหนดเกณฑ์ที่ใช้สำหรับการกำหนดค่าอัตราความใกล้ชิดหรือในรูปของเหตุผลของค่าความสัมพันธ์บนผังความสัมพันธ์

4. กำหนดค่าความสัมพันธ์และเหตุผลสำหรับทุกคู่ของแผนกต่าง ๆ

5. ให้ทุกคนมีส่วนร่วมในการปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงผังความสัมพันธ์

ภาพที่ 2-4 ตัวอย่างแผนภูมิความสัมพันธ์ของกิจกรรม (มนสุภี เวทีกูล และปวีณา เชาวลิตวงศ์, 2555)

การคำนวณอัตราการผลิต และการคิดคำนวณเครื่องจักรที่ต้องการ

จำนวนเครื่องจักรจะแปรผันกับจำนวนสินค้าที่จะผลิตและส่งผลไปถึงพื้นที่ที่ต้องการ โดยการนำพื้นที่ที่ต้องการของแต่ละเครื่องจักร (พื้นที่เครื่อง พื้นที่ปฏิบัติงาน พื้นที่จัดวางพื้นที่เผื่อ) คูณด้วยจำนวนเครื่องจักรที่หามาได้

การหาจำนวนเครื่องจักรต้องทราบปริมาณความต้องการของตลาด แล้วทำการแปลงค่าให้เป็นปริมาณที่ต้องการผลิตจริง โดยต้องพิจารณาถึงอัตราของเสียที่ต้องทำการผลิตเผื่อและอัตราการผลิตของสินค้าแต่ละชนิด เช่น ถ้าต้องการสินค้า 100 ชิ้น แต่มีอัตราของเสียที่ร้อยละ 10 ต้องผลิตเท่ากับ 100/ (1 - 0.1) = 111.11 ชิ้น (ในทางปฏิบัติจะผลิต 112 ชิ้น) ส่วนจำนวนเครื่องจักรอาจใช้วิธีคำนวณต่างกันเล็กน้อยตามชนิดของผังโรงงาน ดังนี้

1. การคำนวณเครื่องจักรของโรงงานที่มีการวางผังของโรงงานตามชนิดของผลิตภัณฑ์ (Product layout) จะพิจารณาจากเวลาในการเดินเครื่องเป็นหลัก โดยไม่ได้นำเวลาส่วนของการตั้งเครื่องมาคิด เนื่องจากส่วนใหญ่มีปริมาณน้อยเมื่อคิดเทียบกับเวลาที่ใช้ผลิต ซึ่งมีการคำนวณดังต่อไปนี้

1.1 หาจำนวนสินค้าที่ต้องการต่อชั่วโมงทำงาน

$$= \frac{\text{จำนวนสินค้าที่ต้องการ}}{\text{เวลาทำงาน}}$$

1.2 หาอัตราการทำงานของเครื่องจักร (ปริมาณการผลิตของเครื่องจักรต่อชั่วโมง)

$$= \frac{60}{\text{เวลาในการผลิตต่องาน 1 หน่วย}}$$

1.3 หาจำนวนเครื่องจักรที่ต้องการ

$$= \frac{\text{อัตราการผลิตของเครื่องจักรทั้งหมด}}{\text{อัตราการทำงานของเครื่องจักรแต่ละเครื่อง}}$$

การจัดสมดุลสายการผลิต

การจัดสมดุลสายการผลิต (Production line balancing) คือ การจัดงานให้กับสถานีงานต่าง ๆ ในโรงงานที่มีการผลิตต่อเนื่องกันไปตลอดสายการผลิต โดยพยายามทำให้ภาระงานในแต่ละสถานีงานมีความสมดุลกัน กล่าวคือ มีอัตราการทำงานและเวลาที่ใช้ในแต่ละสถานีงานเท่ากัน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อทำให้จำนวนสถานีงานที่จำเป็นในสายการผลิตน้อยที่สุดหรือมีประสิทธิภาพของสายการผลิตสูงสุด ซึ่งวัตถุประสงค์ดังกล่าวจะสามารถบรรลุได้โดยการจัดงานเข้าสถานีงานที่สามารถทำให้เวลาว่างงานของสถานีงานมีน้อยที่สุด ซึ่งจะส่งผลให้ต้นทุนการว่างงานต่ำสุด และทำให้สายการผลิตมีอัตราการผลิตสอดคล้องกับความต้องการ

สายการผลิต (Production line) ประกอบไปด้วยสถานีงาน (Work station) และหน่วยงาน (Work centers) ที่ถูกจัดเรียงตามลำดับเป็นเส้นตรงหรือเส้นโค้งรูปตัว U หนึ่งสถานีงาน หมายถึง พื้นที่ทางกายภาพที่มีพนักงาน 1 คนกับเครื่องมือ หรือพนักงาน 1 คนกับเครื่องจักรหนึ่งเครื่องหรือมากกว่าหรือมีเครื่องจักรที่ไม่ต้องใช้คนดูแล เช่น หุ่นยนต์ที่ถูกออกแบบมาเพื่อการทำงานเฉพาะอย่าง สำหรับหนึ่งหน่วยงาน หมายถึง หนึ่งกลุ่มย่อยที่มีสถานีงานที่เหมือน ๆ กัน เป้าหมายของการวิเคราะห์เพื่อจัดสมดุลสายการผลิต ก็คือ การหาจำนวนสถานีงานที่เหมาะสมและการจัดงานเข้าแต่ละสถานีงานเพื่อจะทำให้มีจำนวนของคนงานที่ต้องใช้น้อยที่สุด และจำนวนของเครื่องจักรที่จำเป็นต้องใช้น้อยที่สุดเพื่อให้มีกำลังการผลิตตามต้องการ (มนสุภี เวทีกูล และปวีณา เชาวลิตวงศ์, 2555)

คุณลักษณะของสายงานผลิต (ประกอบ)

1. การปฏิบัติงานจะถูกจัดไปตามลำดับขั้นของการผลิตผลิตภัณฑ์
2. ถูกใช้เมื่อระบบสายการผลิตควบคุมดูแลผลิตภัณฑ์น้อยชนิดแต่ปริมาณค่อนข้างมาก

3. การดำเนินงานและพนักงานจะมุ่งเน้นไปที่การผลิตผลิตภัณฑ์ชนิดเดียวหรือ 2-3 ชนิด

4. อุปกรณ์ที่ใช้เป็นแบบจุดประสงค์เฉพาะงาน

5. การเปลี่ยนรุ่นการผลิตค่อนข้างมีค่าใช้จ่ายสูงและใช้เวลานาน

6. การไหลของวัสดุเป็นไปอย่างต่อเนื่อง

7. อุปกรณ์ขนถ่ายวัสดุมักจะอยู่กับที่

8. พนักงานไม่จำเป็นต้องมีความชำนาญสูง

9. มีความจำเป็นในการควบคุมดูแลเพียงเล็กน้อย

10. งานทางด้านการวางแผน การจัดตารางการผลิต และการควบคุมค่อนข้างจะเป็นแบบเดินตรงไปข้างหน้า

11. เวลาในการผลิตหนึ่งหน่วยค่อนข้างสั้น

12. ของคงคลังระหว่างผลิต (WIP) ค่อนข้างต่ำ

ช่วงเวลาระหว่างผลิตภัณฑ์ถูกทำเสร็จออกมาแต่ละหน่วยที่ปลายสายการผลิต เราจะเรียกว่า หนึ่งรอบเวลา (Cycle time) เช่น ถ้าเราต้องการให้มีผลิตภัณฑ์ออกมาที่ปลายสายการผลิตทุก ๆ 5 นาที รอบเวลาของสายการผลิตของเราก็คือ 5 นาที นั่นหมายความว่าจะต้องมีงานออกมาจากทุก ๆ สถานีงานในทุก ๆ 5 นาทีหรือน้อยกว่า แต่ถ้ามีงานที่สถานีงานหนึ่งต้องใช้เวลา 10 นาที ซึ่งมากกว่ารอบเวลาผลิตที่ต้องการ ก็ต้องใช้ 2 สถานีที่เหมือนกันมารวมกันในหนึ่งหน่วยงาน ซึ่งจะทำให้มีผลิตภัณฑ์ออกมาจากหน่วยงานดังกล่าว 2 หน่วยในทุก ๆ 10 นาที หรือเทียบเท่ากับหนึ่งหน่วยในทุก ๆ 5 นาที และในทางตรงกันข้ามถ้ามีสถานีงานใดที่มีปริมาณงานเพียง 4 นาที สถานีงานดังกล่าวนั้นก็จะทำงาน 4 นาที ว่างงาน 1 นาที โดยทางปฏิบัติแล้วเป็นไปได้ยากที่จะกำหนดงานให้กับสถานีงานที่ทำให้แต่ละสถานีงานผลิตผลิตภัณฑ์ออกมาหนึ่งหน่วยในเวลา 5 นาทีพอดี ด้วยเหตุนี้วัตถุประสงค์ของเราในการจัดสมดุลสายการผลิต ก็คือ พยายามมอบงานให้สถานีงานที่จะทำให้เกิดการว่างงานน้อยที่สุด นั่นหมายความว่ากำหนดงานให้กับสถานีงานหรือหน่วยงานที่จะทำให้ผลิตภัณฑ์สามารถทำได้เสร็จในเวลาใกล้เคียงกับรอบเวลาการผลิตแต่ไม่เกินรอบเวลาการผลิต กรณีที่เวลาสถานีงานไม่มากกว่ารอบเวลาการผลิต ถ้าทุก ๆ สถานีงานมีเวลาของสถานีงานเท่ากันเวลาที่ใช้ในสถานีงานหรือหน่วยงานนั้นก็จะเป็นตัวกำหนดรอบเวลาผลิตหรืออัตราการผลิตต่อหน่วย แต่ถ้าหากเวลาที่ใช้ในแต่ละสถานีงานไม่เท่ากัน อัตราการผลิตหรือรอบเวลาผลิตของผลิตภัณฑ์นั้นจะถูกกำหนดโดยเวลาการทำงานของสถานีงานที่ใช้เวลามากที่สุด

ข้อจำกัดการจัดสมดุลสายงานผลิตที่มีประสิทธิภาพ

สำหรับสายการผลิตที่สมบูรณ์แบบ พนักงานทุกคนจะทำงานที่ได้รับมอบหมายของตนได้แล้วเสร็จในวันเดียว (โดยการสมมติว่าเริ่มงานพร้อมกัน) กรณีดังกล่าวนี้จะส่งผลให้ไม่มีเวลา

ว่างงานเกิดขึ้น อย่างไรก็ตามมีเงื่อนไขหลายประการที่เป็นอุปสรรคต่อการบรรลุสู่สมดุลสายการผลิตที่สมบูรณ์แบบ เงื่อนไขดังกล่าว คือ เวลาของงานย่อย ความสัมพันธ์ก่อนหลังของงาน และลักษณะที่เป็นข้อจำกัดตามธรรมชาติของการจัดสมดุลแต่ละปัญหา เช่นเป็นงานที่ต้องอาศัยความชำนาญเฉพาะด้าน หรือมีกลุ่มงานบางกลุ่มต้องจัดให้อยู่ร่วมกันเนื่องจากจำเป็น ต้องใช้อุปกรณ์ชุดเดียวกัน เป็นต้น

ข้อมูลที่จำเป็นในการจัดสมดุลสายการผลิต

ในการจัดสมดุลสายการผลิต ข้อมูลพื้นฐานที่จำเป็น คือ

1. อัตราการผลิตที่ต้องการจากสายการผลิตหรือรอบเวลาผลิต
2. รอบเวลาผลิต หรืออัตราการผลิตที่ต้องการ
3. งานย่อยทั้งหมดที่จำเป็นต่อการประกอบผลิตภัณฑ์ (งานย่อยเหล่านี้จะถูกสมมติว่าไม่สามารถแบ่งให้ย่อยไปกว่านี้ได้แล้ว)
4. ประมาณเวลาที่ใช้ในแต่ละงานย่อย (เวลามาตรฐาน)
5. ข้อจำกัดต่าง ๆ ในการปฏิบัติงาน เช่น จำนวนงานมากที่สุดในแต่ละสถานีงาน งานที่ต้องอยู่สถานีงานเดียวกันเนื่องจากเครื่องมือมีจำกัดต้องใช้ชุดเดียวกัน
6. ลำดับความสัมพันธ์ของงานก่อนหลัง

สูตรที่ใช้ในการจัดสมดุลสายการผลิต

$$\text{รอบเวลาผลิต} = \frac{\text{เวลาผลิตที่มีอยู่ทั้งหมดต่อหน่วยเวลา}}{\text{อัตราการผลิตที่ต้องการต่อหน่วยเวลา}}$$

$$\text{จำนวนสถานีงานที่น้อยที่สุด} = \frac{(\text{เวลาทั้งหมดที่ใช้ในการผลิตหนึ่งหน่วย}) \times (\text{อัตราการผลิตที่ต้องการต่อหน่วยเวลา})}{\text{เวลาผลิตที่มีอยู่ทั้งหมดต่อหน่วยเวลา}}$$

$$\text{อัตราการผลิตสูงสุด (ภายใต้สถานีงานที่กำหนด)} = \frac{(\text{จำนวนสถานีงานที่ต้องการ}) \times (\text{เวลาผลิตที่มีอยู่ทั้งหมดต่อหน่วยเวลา})}{\text{เวลาทั้งหมดที่ใช้ในการผลิตหนึ่งหน่วย}}$$

$$\text{จำนวนสถานีงานต่อหน่วยผลิต} = \frac{\text{เวลาที่จัดให้หน่วยผลิตทั้งหมด}}{\text{รอบเวลาผลิต}}$$

การจัดสมดุลสายการผลิตด้วยเกณฑ์ฮิวริสติกส์

สำหรับบทบาทของวิธีฮิวริสติกส์ในการจัดสมดุลสายการผลิตก็คือ การสร้างกฎเกณฑ์หรือแนวทางง่าย ๆ หลาย ๆ เกณฑ์หรือแนวทางในการพิจารณาเลือกงานเข้าสถานีงานที่เป็นไปได้ในทางปฏิบัติ หลังจากนั้นนำผลลัพธ์ที่ได้จากแต่ละกฎเกณฑ์หรือแนวทางมาเปรียบเทียบหาประสิทธิภาพของสายการผลิตเพื่อให้ได้แนวทางในการจัดสมดุลที่มีประสิทธิภาพที่สุด

ปัจจุบันได้มีผู้นำเอาวิธีการจัดสมดุลสายการผลิตด้วยวิธีฮิวริสติกส์ไปพัฒนาเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ทำให้การจัดสมดุลสายการผลิตมีประสิทธิภาพสูงขึ้นมาก ทั้งในด้านของเวลาที่ใช้และคำตอบที่ได้รับ

สำหรับหลักเกณฑ์หรือแนวทางในการพิจารณาเลือกงานเข้าสถานีงานมีด้วยกันหลายแนวทางหรือหลายเกณฑ์ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

1. เกณฑ์เพิ่มประสิทธิภาพการใช้งาน (Incremental utilization heuristic) เพิ่มงานเข้าสถานีงานทีละงานตามลำดับขั้นงานก่อน-หลัง จนกระทั่งประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ของสถานีงานเป็นร้อยละ 100 หรือเริ่มลดลง

2. เกณฑ์เวลางานยาวที่สุด (Longest takt time heuristic) เพิ่มงานเข้าสถานีงานทีละงานตามลำดับก่อนหลัง ถ้ามีหลายงานให้เลือกงานให้ใช้เวลางานยาวที่สุดก่อน

3. เกณฑ์เวลาน้อยที่สุดก่อน เพิ่มสถานีงานทีละงานตามลำดับก่อนหลัง ถ้ามีหลายงานให้เลือกงานที่ใช้เวลาสั้นที่สุดก่อน

4. เลือกงานที่มีงานตามหลังทันทีมากที่สุดก่อน เพิ่มงานเข้าสถานีงานทีละงานตามลำดับก่อนหลัง ถ้ามีหลายงานให้เลือกงานที่มีงานตามหลังทันทีมากที่สุดก่อน

5. เลือกงานที่มีงานอยู่ก่อนหน้าทันทีมากที่สุดก่อน เพิ่มงานเข้าสถานีงานทีละงานตามลำดับก่อนหลัง ถ้ามีหลายงานให้เลือกงานที่มีงานก่อนหน้าทันทีมากที่สุดก่อน

6. เกณฑ์จำนวนงานที่ต่อเป็นลูกโซ่ตามหลังมากที่สุด เพิ่มงานเข้าสถานีงานทีละงานตามลำดับก่อนหลัง ถ้ามีหลายงานให้เลือกงานที่มีจำนวนงานที่เป็นลูกโซ่ตามหลังมากที่สุดก่อน

7. เกณฑ์จัดลำดับความสำคัญตามน้ำหนักตำแหน่ง (Ranked positional weight) โดยใช้ผลรวมของเวลางานตามหลังเป็นลูกโซ่ เป็นเกณฑ์ในการจัดลำดับน้ำหนักตำแหน่งของงาน ผลรวมของเวลางานมากก็จะได้รับการจัดลำดับความสำคัญมากขึ้น ซึ่งผู้คิดค้นวิธีดังกล่าวนี้คือ Helgeson Brinci (มนสุภี เวทีกูล และปวีณา เชาวลิตวงศ์, 2555)

เกณฑ์ในการเลือกงานเข้าสถานีงาน

เกณฑ์ในการเลือกงานเข้าสถานีงานสามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มคือ

1. กลุ่มที่มีงานหนึ่งงานหรือหลายงานที่มีเวลางานเท่ากับหรือมากกว่ารอบเวลาผลิต เกณฑ์ที่สามารถจะใช้ได้ คือ เกณฑ์เพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์

2. กลุ่มที่มีเวลางานแต่ละงานน้อยกว่าหรือเท่ากับรอบเวลาผลิตเกณฑ์ที่เหมาะจะนำมาใช้ คือเกณฑ์ที่ ข-ช อย่างไรก็ตามเกณฑ์ ก ก็ยังสามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

มนสุภี เวทีกูลและ ปวีณา เชาวลิตวงศ์ (2555) วิจัยเรื่องการวิเคราะห์ทางเลือกการวางผังโรงงานของสายการผลิตชุดบังคับเลี้ยวล้อหน้า เพิ่มอีก 1 สายการผลิต มีวัตถุประสงค์เพื่อรองรับการสั่งผลิตที่เพิ่มขึ้น การดำเนินงานวิจัยได้ประยุกต์ใช้แนวคิดการวางผังโรงงานอย่างมีระบบในการวางผังโรงงานทางเลือก และได้นำเสนอขั้นตอนวิธีการในการเลือกผังโรงงานที่เหมาะสมที่อาศัยพื้นฐานของการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจอย่างมีประสิทธิภาพ โดยได้นำวิธีการวิเคราะห์งานระหว่างกระบวนการผลิตตามทฤษฎีของ Little's law ร่วมกับการวิเคราะห์โดยใช้วิธีกระบวนการลาดับชั้นเชิงวิเคราะห์จากผลของการวิจัยปรากฏว่าผังโรงงานทางเลือกที่ได้จะให้ปริมาณงานระหว่างกระบวนการผลิตต่ำสุด และค่าน้ำหนักคะแนนจากวิธีกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์สูงสุด รวมทั้งผังโรงงานทางเลือกได้รับการอนุมัติจากผู้บริหาร จึงมั่นใจได้ว่าเป็นผังโรงงานที่มีความเหมาะสมมากที่สุด

เจษฎา สโมสร (2552) การปรับปรุงและจัดสมดุลสายการผลิตสำหรับอุตสาหกรรมการผลิตพรมรองพื้นรถยนต์รุ่น CRV งานวิจัยเรื่องนี้เป็นการศึกษาวิจัยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพสายการผลิตสำหรับ เพื่อส่งเสริมให้มีการทำงานที่ดีขึ้นและจัดสมดุลสายการผลิต โดยเลือกใช้หลักการในการจัดสมดุลสายการผลิต ด้วยเกณฑ์ฮิวริสติกส์ โดยเกณฑ์เพิ่มประสิทธิภาพการใช้งาน จากการดำเนินการพบว่าประสิทธิภาพสายการผลิตในส่วนสายการผลิตผลที่ได้รับคือพนักงานในสถานีที่ 3 ลดระยะทางการเคลื่อนที่จาก 5.3 เมตร เหลือ 2.5 เมตร ลดเวลาในสายการผลิตในสถานีที่ 2 จากเดิม 113.73 วินาที เหลือ 102 วินาที สามารถลดเวลาการทำงานจาก 50.45 วินาที เหลือ 33.76 วินาที ผลการปรับปรุงและจัดสมดุลสายการผลิตทำให้ประสิทธิภาพสายการผลิต สามารถทำให้เวลาการทำงานของพนักงานแต่ละคนสมดุลกันแล้วยังสามารถลดจำนวนสถานีงานได้ 1 สถานีและพนักงานในสายการผลิตได้ 1 คน ผลที่ได้รับคือ ประสิทธิภาพสายการผลิตเพิ่มขึ้น ร้อยละ 19.81

แววดาว สมานพันธ์ และ นันทชัย กานตานันทะ (2556) การปรับปรุงผังโรงงานเพื่อจัดสมดุลกำลังการผลิตโดยเทคนิคการจำลองแบบปัญหาในอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอแนวทางการปรับปรุงผังโรงงานสำหรับกระบวนการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟในส่วนของ Clean room โดยประยุกต์ใช้หลักการของการวางผังโรงงานอย่างมีระบบ (Systematic layout planning: SLP) ซึ่งเป็นกระบวนการวางผังโรงงานที่มุ่งเน้นไปที่ระดับความสัมพันธ์ระหว่างสถานี เพื่อลดระยะทางและลดเวลาในการขนย้ายวัสดุให้น้อยลง ในปัจจุบัน Clean room ของโรงงานกรณีศึกษามีการแบ่งพื้นที่การทำงานออกเป็น 2 ส่วน คือ เฟส 1 และ เฟส 2 ทั้งสองเฟสมี

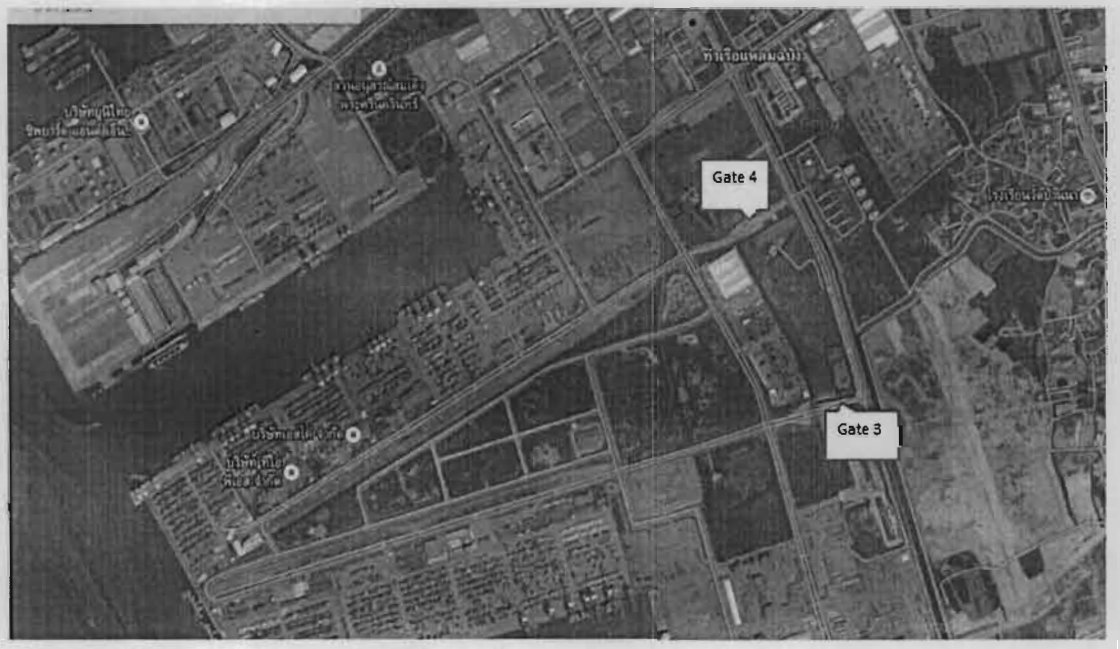
ขั้นตอนการทำงานส่วนใหญ่เหมือนกันแต่มีกำลังการผลิตไม่เท่ากัน จึงเกิดปัญหาความไม่สมดุลของกำลังการผลิตระหว่างเฟส 1 และ เฟส 2 ส่งผลให้เกิดการขนย้ายวัสดุไปผลิตข้ามเฟสเป็นจำนวนมาก นอกจากนี้ยังมีการจัดวางสถานีงานที่ไม่เป็นระเบียบ บางสถานีงานอยู่ห่างกันมาก ทำให้มีระยะทางการขนถ่ายวัสดุระหว่างสถานีที่ยาว ในงานวิจัยนี้ได้เสนอผังโรงงานที่ปรับปรุงใหม่ 2 แบบ และทำการประเมินประสิทธิภาพของผังโรงงานใหม่ที่ได้เปรียบเทียบผังโรงงานในปัจจุบันโดยใช้เทคนิคการจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรม Arena ซึ่งผลจากการจำลองแบบสถานการณ์พบว่า เมื่อเปรียบเทียบกับผังปัจจุบันผังโรงงานใหม่แบบที่ 1 และ แบบที่ 2 สามารถลดเวลาการขนย้ายวัสดุลง ร้อยละ 14.32 และร้อยละ 22.58 ตามลำดับ ส่งผลให้สามารถลดค่าใช้จ่ายจากการขนย้ายวัสดุนี้ได้ 432,000 บาทต่อปี และ 648,000 บาทต่อปี อีกทั้งยังลดพื้นที่การใช้งานใน Clean room ลงได้ 111 และ 117 ตารางเมตร ตามลำดับ

พรเทพ แก้วเชื้อ และวรินทร์ เกียรตินุกูล (2553) ศึกษาวิจัยเรื่องการปรับปรุงผังโรงงาน กรณีศึกษา บริษัท Z จำกัด มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบผังโดยเพิ่มพื้นที่ว่างให้เกิดความยืดหยุ่นในส่วนของการผลิตซึ่งเป็นโรงงานผลิตคูลลิ่งทาวเวอร์ เพื่อส่งออกทั้งในและต่างประเทศ โดยผลิตภัณฑ์ที่ทำการผลิตจะมีทั้งหมด 4 รุ่น ได้แก่ รุ่น A series รุ่น B sun-series รุ่น C series และ รุ่น D series และสินค้าหลักที่ผลิต คือ A series พบว่าโรงงานนี้มีปัญหาเกี่ยวกับการใช้พื้นที่อย่างไม่เต็มประสิทธิภาพ และการวางวัสดุไม่เป็นระเบียบดังนั้นจึงได้ดำเนินการปรับปรุงและวางผังโรงงานใหม่โดยใช้ทฤษฎีการวางผังโรงงานอย่างมีระบบ (The systematic layout planning pattern: SLP) มาประกอบการวิเคราะห์ และปรับปรุงการวางผังโรงงานเพื่อเพิ่มพื้นที่ในการทำงานหลังจากการปรับปรุงผังโรงงาน สามารถเพิ่มพื้นที่ในการทำงานได้ดังนี้ พื้นที่ทำงานชั้น 1 จาก 228.47 ตารางเมตร เป็น 300.47 ตารางเมตร เพิ่มขึ้น ร้อยละ 7.69 พื้นที่ทำงานชั้น 2 จาก 0 ตารางเมตร เป็น 139 ตารางเมตร เพิ่มขึ้นร้อยละ 18.38 พื้นที่ทำงานชั้น 3 จาก 238.29 เป็น 296.79 ตารางเมตร เพิ่มขึ้นร้อยละ 7.74

จากทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สามรถสรุปแนวทางที่จะใช้ในการทำงานวิจัยคือ จะนำรูปแบบการวางผังโรงงานแต่ละแบบมาทำการวิเคราะห์ จากนั้นจะใช้การวางผังโรงงานอย่างมีระบบหรือการวางผังโรงงานตามแนวคิดของมูเทอร์มาใช้ในการวางผังโรงงาน ซึ่งงานวิจัยที่ได้ทำการศึกษาส่วนใหญ่ก็ใช้การวางผังโรงงานอย่างเป็นระบบมาเป็นแนวทางในการทำงานวิจัย ส่วนในการคำนวณหาพื้นที่ของโครงการจะนำการจัดสมดุลการผลิตมาช่วยในการหาจำนวนทรัพยากรที่ต้องการก่อนที่จะคำนวณพื้นที่ของโครงการ

บทที่ 3
วิธีการดำเนินวิจัย

ในการศึกษางานวิจัยนี้ เป็นการวิจัยเกี่ยวกับการจัดทำโครงการเพื่อให้บริการรถพ่วงที่ขนตู้คอนเทนเนอร์ที่เข้ามาในท่าเรือแหลมฉบังโดยที่โครงการจะทำการขนส่งสินค้าของรถพ่วงที่เข้ามาใช้บริการไปที่ท่าเรือแหลมฉบังแล้ว รถพ่วงจะทำการเปลี่ยนหางรถพ่วงของโครงการเพื่อนำไปใช้ในการรับงานรอบต่อไป มีชื่อโครงการว่า Sky park ส่วนพื้นที่ที่จะใช้ในการจัดทำโครงการตั้งอยู่ในบริเวณใกล้ท่าเรือแหลมฉบัง ถ้าดูตาม Google map จะแสดงสถานที่ในกรอบสีแดง ดังภาพที่ 3-1

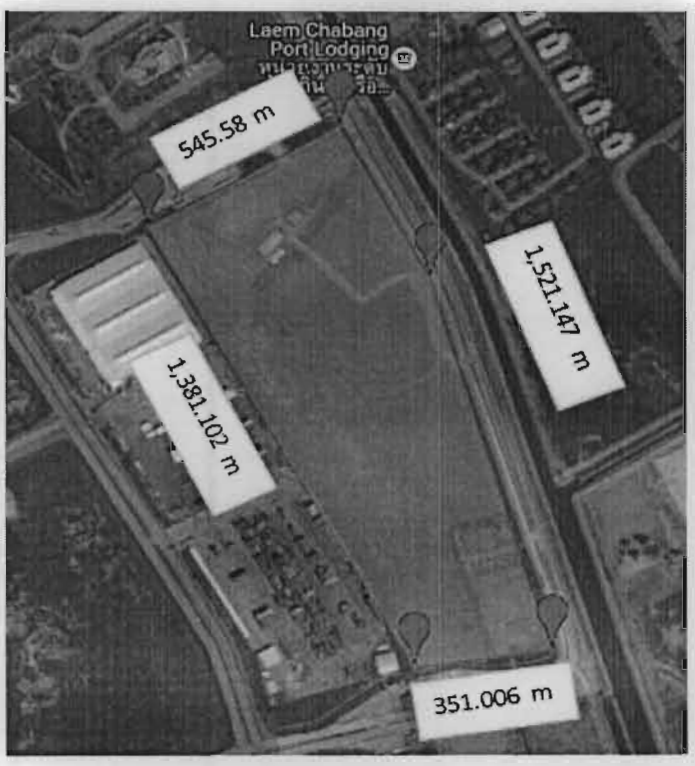


ภาพที่ 3-1 ตำแหน่งพื้นที่ที่จะทำโครงการ (โครงการจุดเปลี่ยนถ่ายตู้คอนเทนเนอร์ในท่าเรือแหลมฉบัง, 2558)

เมื่อทำการคำนวณหาพื้นที่จาก ซอฟต์แวร์สำหรับค้นหาแผนที่บนโลก (Goolgle map) (2558) จะได้พื้นที่ประมาณ 169,795 ตารางเมตร ดังแสดงดังภาพที่ 3-2

ภาพที่ 3-2 ขนาดพื้นที่ที่จะทำโครงการ (โครงการจุดเปลี่ยนถ่ายตู้คอนเทนเนอร์ในท่าเรือแหลมฉบัง, 2558)

และเมื่อหาความความกว้างความยาวของพื้นที่จะแสดงดังภาพที่ 3-3



ภาพที่ 3-3 ความยาวของพื้นที่ในแต่ละด้าน (โครงการจุดเปลี่ยนถ่ายตู้คอนเทนเนอร์ในท่าเรือแหลมฉบัง, 2558)

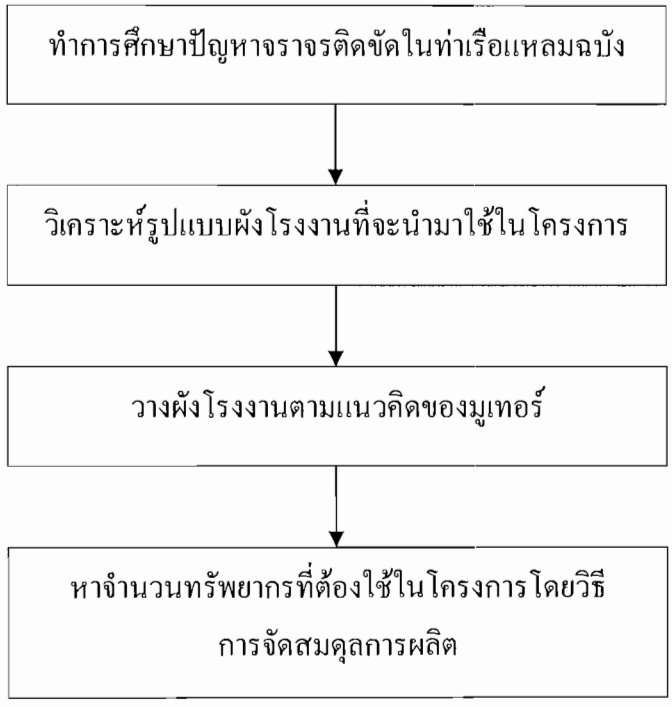
โครงการนี้มีการตั้งเป้าหมายที่จะรองรับบริการรถพ่วง 2,000 คันต่อวัน และจะทำงานตลอด 24 ชั่วโมง

จากข้อมูลตามที่กล่าวมาข้าพเจ้าได้นำการวางผังโรงงานและการจัดสมดุลการผลิตมาใช้ในการทำงานวิจัย โดยมีขั้นตอนการดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. ศึกษาปัญหาจราจรติดขัดในท่าเรือแหลมฉบัง
2. วิเคราะห์รูปแบบที่จะนำมาใช้ในการวางผังโรงงานอย่างคร่าว ๆ จากข้อดี ข้อเสียของการวางผังโรงงานแบบต่าง ๆ ที่เหมาะสมกับโครงการ
3. วางผังโรงงานตามวิธีการวางผังโรงงานอย่างเป็นระบบของมูเทอร์
4. นำวิธีการการจัดสมดุลการผลิตมาใช้ในการคำนวณหาทรัพยากรที่ต้องการใช้และเพื่อช่วยในการคำนวณหาพื้นที่ที่ต้องการ

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยบูรพา
ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี 20131

สามารถแสดงวิธีดำเนินงานได้ตามแผนผังต่อไปนี้



ภาพที่ 3-4 วิธีดำเนินงาน

359313

บทที่ 4
ผลการวิจัย

จากที่ได้ชี้แจงขั้นตอนการดำเนินการในบทที่ 3 ขออธิบายรายละเอียดในการดำเนินการของแต่ละขั้นตอน ดังนี้

ศึกษาปัญหาจราจรติดขัดในท่าเรือ

ปัญหาจราจรติดขัดในท่าเรือแหลมฉบังเป็นปัญหาเรื้อรังที่แต่ละหน่วยงานทั้งภาครัฐและภาคเอกชนต่างพยายามหาวิธีแก้ปัญหาดังกล่าวแต่ในปัจจุบันก็ยังไม่สามารถแก้ไขได้ จากที่ทำการหาข้อมูลล่าสุดจากเวปไซต์ของท่าเรือแหลมฉบัง ประจำปีงบประมาณ 2557 พบว่า มีปริมาณตู้สินค้าขาออก 3,298,269 TEU แสดงว่ามีปริมาณตู้สินค้าขาออกประมาณ 9,036 TEU ต่อวัน จากจำนวนปริมาณตู้สินค้าที่มีแนวโน้มมากขึ้นทุกปี จึงได้คิดค้นโครงการนี้ขึ้นเพื่อที่จะเป็นแนวทางในการบรรเทาปัญหาดังกล่าว โดยได้ทำการประมาณการที่ลูกค้าจะมาใช้บริการที่ ร้อยละ 20 ต่อวัน หรือ ประมาณ 2,000 คันต่อวัน

การวิเคราะห์รูปแบบที่จะใช้ในการวางผังโรงงาน

จากการพิจารณาจุดเด่น จุดด้อย ของแต่ละรูปแบบในการวางผังโรงงานแล้วพบว่ารูปแบบที่เหมาะกับการวางผังของ Sky park คือ วิธี การวางผังแบบกลุ่ม เพราะการวางผังรูปแบบนี้เป็นการประยุกต์ทั้งการวางผังแบบกระบวนการและแบบผลิตภัณฑ์เข้าด้วยกัน โดยที่จะนำกระบวนการที่ใกล้เคียงกันเข้าไว้ด้วยกัน แยกพิจารณากลุ่มของผลิตภัณฑ์แต่ละกลุ่มตามแผนผังแบบผลิตภัณฑ์ โดยมีขั้นตอนในการวางผังโรงงานดังนี้

1. การเลือกทำเลที่ตั้ง แต่ในที่นี้เรามีการกำหนดที่ตั้งที่จะทำโครงการนี้อยู่แล้วจึงไม่จำเป็นที่จะต้องวิเคราะห์หาทำเลที่ตั้ง
2. การจัดวางผังโรงงานตามแผนกงาน (Overall layout) ใช้สำหรับการจัดพื้นที่ทั่วไปที่จะทำการวางผังโรงงาน เป็นขั้นตอนที่แสดงแผนการปฏิบัติขั้นพื้นฐาน ที่แสดงถึงความสัมพันธ์และรูปลักษณะของพื้นที่หลักแต่ละพื้นที่ที่แบ่งตามแผนกงานที่เราจะเขียนขึ้นมาอย่างหยาบ ๆ
3. การวางผังโรงงานอย่างละเอียด (Detail layout) ต้องสร้างและกำหนดพื้นที่ของเครื่องมือเครื่องจักรต่าง ๆ และรวมถึงสิ่งสนับสนุนการผลิตและบริการ
4. การติดตั้งและการติดตามผลงาน (Installation)

ตั้งแต่ขั้นตอนที่ 2 เป็นต้นมาจะนำการออกแบบผังโรงงานอย่างเป็นระบบตามแนวคิดของมูเทอร์มาใช้ในการออกแบบผังโรงงาน หรืออาจจะเรียกว่า SLP (Systematics layout planning) ซึ่งการวางผังอย่างมีระบบ หรือ SLP นี้เป็นการกำหนดขั้นตอนให้ชัดเจนเป็นระบบ

การออกแบบผังโรงงานตามแนวคิดของมูเทอร์

การออกแบบผังโรงงานตามแนวคิดของมูเทอร์มีขั้นตอนดังนี้

1. หาข้อมูลขั้นต้นของผลิตภัณฑ์ คือ P, Q, R, S, T และกิจกรรมต่าง ๆ
2. วิเคราะห์การไหล
3. วิเคราะห์และสร้างแผนภาพความสัมพันธ์ของกิจกรรม
4. สร้างแผนภาพความสัมพันธ์ของกิจกรรม
5. คำนวณเนื้อที่ที่ต้องการ
6. จัดแผนภาพความสัมพันธ์ของเนื้อที่
7. การวางผังโรงงานอย่างละเอียด

หาข้อมูลขั้นต้นของผลิตภัณฑ์ คือ P, Q, R, S, T และกิจกรรมต่าง ๆ

1. P (Product) ในที่นี้เป็นการให้บริการในด้านการรับช่วงขนส่งจากรถบรรทุกไปที่ท่าเรือ
2. Q (Quantity) มีจำนวนรถบรรทุกที่เข้ามาใช้บริการประมาณ 2,000 คันต่อวัน
3. R (Rate) จะมีรูปแบบการทำงานตามลำดับรถบรรทุกที่เข้ามาก่อน (First in first out)
4. S (Support) ส่วนงานที่มีเพื่อรองรับในส่วนงานหลัก คือหน่วยงานซ่อมบำรุง Freight forwarder ฝ่ายบุคคล ห้องน้ำ โรงจอดรถ
5. T (Time) จะต้องทำการจัดส่งของทั้งหมดภายใน 24 ชั่วโมง

วิเคราะห์การไหล

จะใช้แผนภาพการไหล (Flow diagram) ในการแสดงความสัมพันธ์ของ แต่ละกิจกรรม โดยมีสัญลักษณ์ที่ใช้ในการทำแผนภาพการไหล ดังนี้

ตารางที่ 4-1 สัญลักษณ์ที่สำคัญที่ใช้ในการเขียนแผนภาพการไหล (สมศักดิ์ ตรีสัตย์, 2555

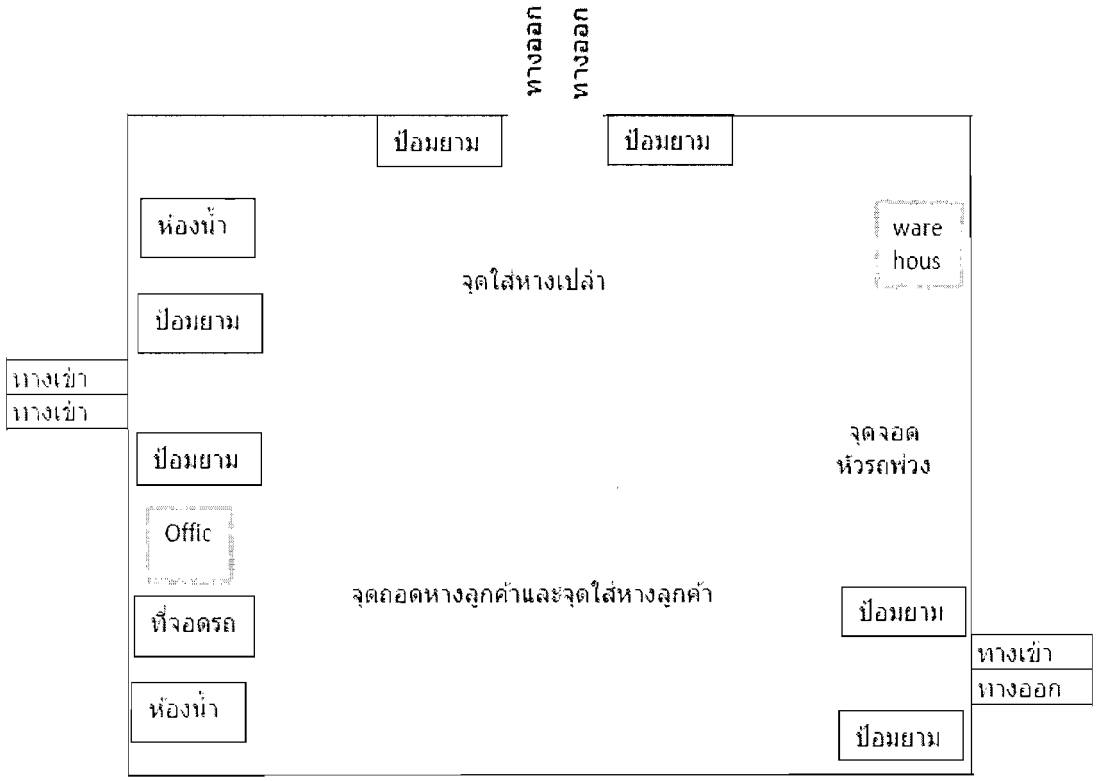
สัญลักษณ์	รายละเอียด
	การทำงาน (Operation) ใช้สำหรับการทำงานใด ๆ ที่วัตถุถูกทำให้เปลี่ยนลักษณะและคุณสมบัติ เช่น การประกอบวัตถุเข้ากับชิ้นงานอื่น เป็นต้น
	การขนส่ง (Transportation) ใช้สำหรับกิจกรรมการเคลื่อนที่ของวัตถุ
	การตรวจสอบ (Inspection) ใช้สำหรับกิจกรรมที่เป็นการตรวจสอบ เช่น วัตถุถูกตรวจสอบในด้านคุณภาพว่าอยู่ในระดับที่น่าพอใจเป็นต้น
	การรอคอย (Delay) ใช้สำหรับการเกิดความขัดข้องที่ต้องรอคอย
	การเก็บ (Storage) ใช้สำหรับการเก็บเพื่อจัดส่งลูกค้าต่อไป

โดยแผนผังการไหลมีขั้นตอนดังนี้ การเขียนแผนภาพการไหลสามารถทำได้ ดังนี้

1. เขียนแบบแปลน
2. เขียนสัญลักษณ์กิจกรรมต่าง ๆ ลงในแบบ
3. เขียนเส้นทางการเคลื่อนที่

เขียนแบบแปลน

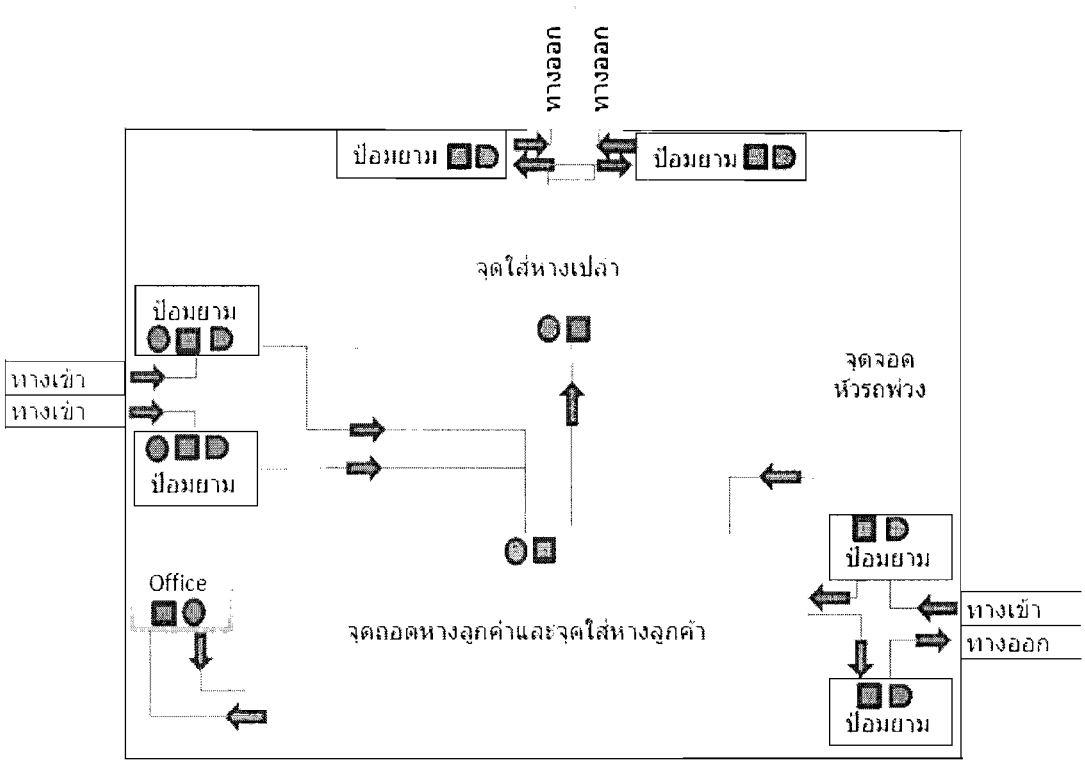
ในการเขียนแบบแปลนคร่าว ๆ ต้องทำการจัดวางหน่วยงานที่จำเป็นต่าง ๆ ในโครงการตามตำแหน่งที่คาดการณ์ไว้และพอจะเป็นไปได้โดยข้าพเจ้าได้ทำการร่างแบบแปลนไว้คร่าว ๆ ตามแบบแปลนข้างล่างนี้



ภาพที่ 4-1 แบบแปลนคร่าว ๆ ของโครงการ (สมศักดิ์ ตรีสัตย์, 2555)

เขียนสัญลักษณ์ในแบบ

เมื่อทำการวางแบบแปลนเสร็จเรียบร้อยแล้วก็ต้องมาทำการใส่สัญลักษณ์ในแต่ละหน่วยงานเพื่อให้เห็นการปฏิบัติงานของแต่ละแผนกแต่จะทำการใส่สัญลักษณ์ในหน่วยงานหลักเท่านั้นซึ่งจะแสดงได้ตามภาพที่ 4-2



ภาพที่ 4-2 สัญลักษณ์ในแบบแปลนของโครงการ (สมศักดิ์ ตรีสัตย์, 2555)

เขียนเส้นทางการเคลื่อนที่

ในส่วนของเส้นทางการเคลื่อนที่ได้มีการเขียนเส้นทางการเคลื่อนที่ไปแล้วในข้อที่ 2 โดยดูเส้นทางการเคลื่อนที่ได้จาก สัญลักษณ์ หัวลูกศร (➡) ซึ่งจะทำให้เห็นการไหลในโครงการว่ามีการไหลจากจุดไหนไปจุดไหนบ้างซึ่งจะทำให้ช่วยให้การวิเคราะห์ในการตัดสินใจวางรูปแบบแผนผังง่ายยิ่งขึ้น

วิเคราะห์และสร้างแผนภาพกิจกรรม

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของกิจกรรมต่าง ๆ โดยอาศัยแผนภูมิความสัมพันธ์ มีขั้นตอนดังนี้

1. การกำหนดกิจกรรม
2. การจำแนกระดับความสัมพันธ์ โดยจำแนกออกเป็น 6 ระดับด้วยกัน คือ

A มีความจำเป็นอย่างยิ่งยวดที่จะต้องอยู่ใกล้กัน

E มีความสำคัญมากที่จะต้องอยู่ใกล้กัน

I มีความสำคัญที่จะต้องอยู่ใกล้กัน

O มีความสัมพันธ์กันธรรมดา

U ไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างกัน

X อยู่ใกล้กันไม่ได้เลย

การกำหนดกิจกรรม

การกำหนดกิจกรรมเป็นการแสดงรายละเอียดว่าในแต่ละหน่วยงานมีกิจกรรมอะไรบ้าง และระหว่างหน่วยงานมีความสัมพันธ์กันอย่างไรบ้างโดยกิจกรรมจะเริ่มตั้งแต่มีลูกค้าเข้ามาในโครงการซึ่งในโครงการนี้ได้กำหนดให้มีกิจกรรมต่าง ๆ เกิดขึ้น ดังนี้

1. ลูกค้ารับบัตรจาก ร.ป.ภ.
2. ร.ป.ภ. ทำการกรอกข้อมูลคร่าว ๆ เพื่อส่งไปที่สำนักงาน
3. ลูกค้าขับรถไปที่จุดเปลี่ยนหาง
4. ลูกค้าจอดรถที่จุดเปลี่ยนหาง
5. ลูกค้าเตรียมเอกสารและชำระค่าใช้จ่าย
6. พนักงานถอดหางรถพ่วงของลูกค้าออก
7. ลูกค้าขับรถพ่วงที่ถอดหางแล้วไปที่จุดใส่หางเปล่าของ Sky park
8. ลูกค้าต่อหางเปล่าเข้ากับหัวลาก
9. ลูกค้าขับรถพร้อมหางเปล่าไปที่ป้อมยามตรงทางออก
10. ร.ป.ภ. ทำการรับบัตรและตรวจสอบข้อมูล
11. ลูกค้าขับรถพ่วงออกไป
12. พนักงานขับรถหัวลากมาที่จุดใส่หางของลูกค้า
13. ต่อหางของลูกค้าเข้ากับรถหัวลาก
14. รับเอกสารของลูกค้าที่ต้องใช้ในการขนส่งจากพนักงาน
15. ขับรถพ่วงพร้อมหางของลูกค้าไปที่ป้อมยามขาออก
16. ร.ป.ภ. ทำการให้บัตรและตรวจสอบข้อมูล
17. ขับรถพ่วงพร้อมหางของลูกค้าไปที่เทอร์มินอล
18. ยกตู้คอนเทนเนอร์พร้อมกับเคลียร์เอกสารที่เทอร์มินอล

19. ขับรถกลับมาจากเทอร์มินอลไปที่ป้อมยามขาเข้า

20. ร.ป.ภ. ทำการรับบัตรและตรวจสอบข้อมูล

21. ขับรถไปที่จุดเปลี่ยนหางของลูกค้า

22. จอดรถที่จุดเปลี่ยนหางลูกค้า

23. ถอดหางของลูกค้าออก

24. ขับหัวรถพ่วงไปที่จุดจอด

25. จอดหัวรถพ่วงที่จุดจอด

การจำแนกระดับความสัมพันธ์

ดังที่กล่าวไว้ในตอนแรกว่าการจำแนกระดับความสัมพันธ์จะจำแนกออกเป็น 6 ระดับด้วยกันคือ

A มีความจำเป็นอย่างยิ่งยวดที่จะต้องอยู่ใกล้กัน

E มีความสำคัญมากที่จะต้องอยู่ใกล้กัน

I มีความสำคัญที่จะต้องอยู่ใกล้กัน

O มีความสัมพันธ์กันธรรมดา

U ไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างกัน

X อยู่ใกล้กันไม่ได้เลย

เมื่อทำการกำหนดการตั้งระดับความสัมพันธ์ก็ทำการให้คะแนนระดับความสัมพันธ์ของหน่วยงานต่าง ๆ ซึ่งกำหนดให้มีหน่วยงานต่าง ๆ ดังนี้

1. จุดรับบัตรและแจ้งข้อมูลให้ ร.ป.ภ.

2. บริเวณจอดหางลูกค้า

3. สำนักงาน

4. บริเวณจอดหางเปล่า

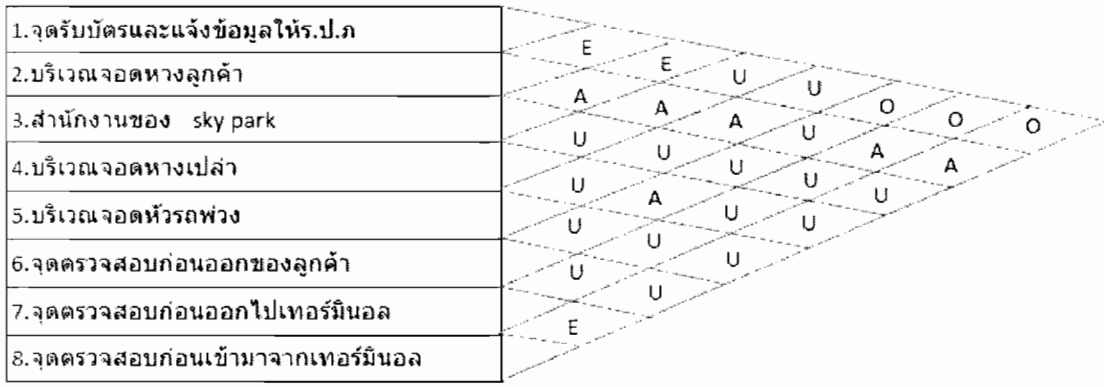
5. บริเวณจอดรถหัวลาก

6. จุดตรวจสอบก่อนออกไปของลูกค้า

7. จุดรวจสอบก่อนออกไปเทอร์มินอล

8. จุดตรวจสอบเมื่อเข้ามาจากเทอร์มินอล

และหน่วยงานต่าง ๆ จะมีระดับความสัมพันธ์กันดังแผนภูมิความสัมพันธ์ ดังนี้



ภาพที่ 4-3 แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ของแต่ละแผนก

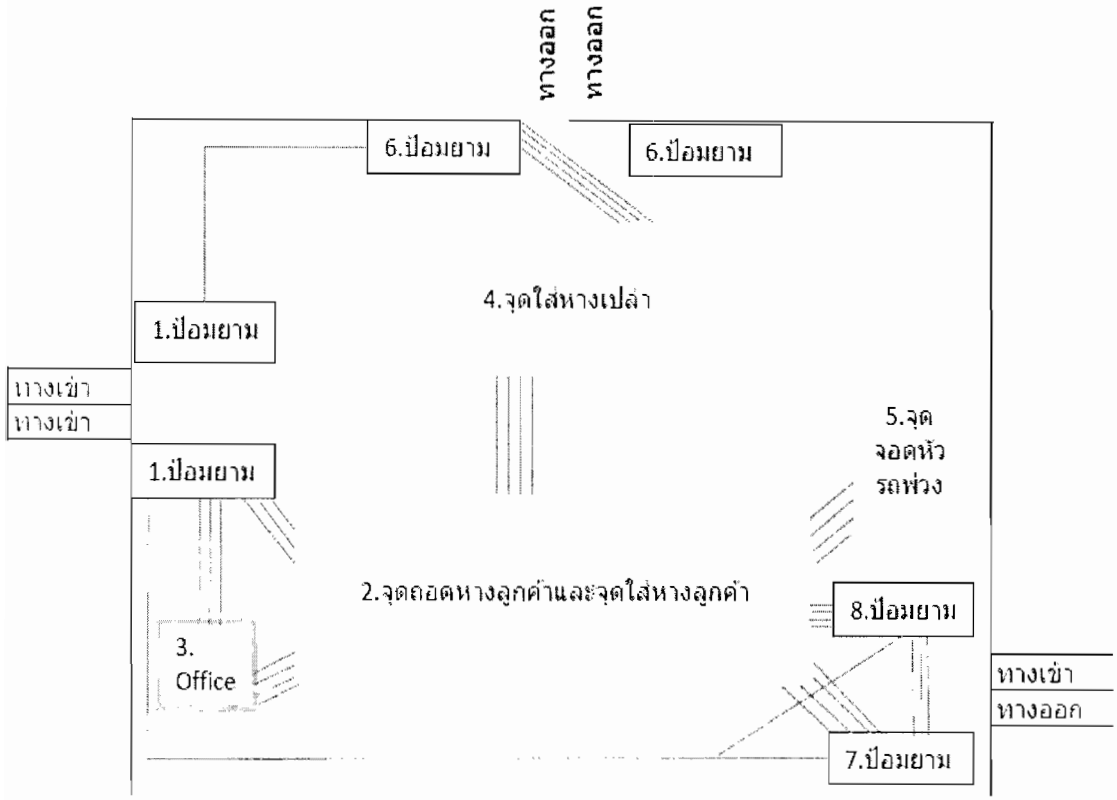
สร้างแผนภาพความสัมพันธ์ของกิจกรรม

แผนภาพความสัมพันธ์ (Relationship diagram) ใช้แสดงผังอย่างหยาบ โดยจำนวนเส้นที่มากจะมีความสัมพันธ์กันมากและควรอยู่ใกล้กัน โดยใช้สัญลักษณ์ตามตารางข้างล่างนี้

ตารางที่ 4-2 สัญลักษณ์ที่ใช้ในแผนภาพความสัมพันธ์ (สมศักดิ์ ตรีสัตย์, 2555, หน้า 89)

รหัสอักษร	คะแนน	จำนวนเส้น	ระดับความสัมพันธ์
A	4	////	ความสำคัญสมบูรณ์
E	3	///	ความสำคัญพิเศษ
I	2	//	มีความสำคัญ
O	1	/	ธรรมดา
U	0		ไม่สำคัญ

อ้างอิงจากแผนภูมิความสัมพันธ์จากรูป จะได้แผนภาพความสัมพันธ์ ดังนี้



ภาพที่ 4-4 แผนภูมิความสัมพันธ์ของแต่ละหน่วยงาน (สมศักดิ์ ตรีสัตย์, 2555)

คำนวณเนื้อที่ที่ต้องการ

เนื่องจากยังไม่ทราบจำนวนทรัพยากรที่ต้องใช้ ในส่วนนี้จึงใช้การจัดสมดุลการผลิต (Linc balancing) เข้ามาช่วยในการคำนวณเพื่อหาจำนวนทรัพยากรที่จำเป็นต้องใช้ก่อน จะคำนวณหาพื้นที่ต่อไป

1. การจัดสมดุลการผลิต

ซึ่งมีข้อมูลขั้นพื้นฐานที่จำเป็นในการจัดสมดุลการผลิตดังนี้

1.1 อัตราการผลิตที่ต้องการจากสายการผลิตหรือรอบเวลาผลิต

ในโครงงานนี้เราต้องการให้บริการรถพ่วงทั้งหมด 2,000 คัน ต่อวันหรือ ภายใน 24 ชั่วโมง จากข้อมูลดังกล่าวคำนวณรอบเวลาการผลิตได้ ดังนี้

$$\text{จากสูตร รอบเวลาผลิต} = \frac{\text{เวลาผลิตที่มีอยู่ทั้งหมดต่อหน่วยเวลา}}{\text{อัตราการผลิตที่ต้องการต่อหน่วยเวลา}}$$

$$= \frac{(24 \text{ ชั่วโมง} \times 60 \text{ นาที})}{2{,}000 \text{ คัน}}$$

= 0.72 นาทีต่อคัน หรือ 84 คันต่อหนึ่งชั่วโมง

1.2 งานย่อยทั้งหมดที่จำเป็นต่อการประกอบผลิตภัณฑ์

งานย่อยที่เกิดขึ้นมาจากการเข้าไปศึกษาใน Container yard แห่งหนึ่งแล้วนำมาปรับให้เข้ากับโครงการและจุดประสงค์ของโครงการซึ่งจะมีงานย่อยต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4-3 งานย่อยที่เกิดขึ้นในโครงการ

งานย่อย	รายละเอียด
A	ลูกค้ารับบัตรจากร.ป.ภ.
B	ร.ป.ภ. ทำการกรอกข้อมูลคร่าว ๆ เพื่อส่งไปที่สำนักงาน
C	ลูกค้าขับรถไปที่จุดเปลี่ยนหาง
D	ลูกค้าจอดรถที่จุดเปลี่ยนหาง
E	ลูกค้าเตรียมเอกสารและชำระค่าใช้จ่าย
F	พนักงานถอดหางรถพ่วงของลูกค้าออก
G	ลูกค้าขับรถพ่วงที่ถอดหางแล้วไปที่จุดใส่หางเปล่าของ Sky park
H	ลูกค้าต่อหางเปล่าเข้ากับหัวรถพ่วง
I	ลูกค้าขับรถพร้อมหางเปล่าไปที่ป้อมยามตรงทางออก
J	ร.ป.ภ. ทำการรับบัตรและตรวจสอบข้อมูล
K	ลูกค้าขับรถพ่วงออกไป
L	พนักงานขับรถหัวลากมาที่จุดใส่หางของลูกค้า
M	ต่อหางของลูกค้าเข้ากับรถพ่วง
N	รับเอกสารของลูกค้าที่ต้องใช้ในการขนส่งจากพนักงาน
O	ขับรถพ่วงพร้อมหางของลูกค้าไปที่ป้อมยามขาออก
P	ร.ป.ภ. ทำการให้บัตรและตรวจสอบข้อมูล
Q	ขับรถพ่วงพร้อมหางของลูกค้าไปที่เทอร์มินอล
R	ยกตู้คอนเทนเนอร์พร้อมกับเคลียร์เอกสารที่เทอร์มินอล
S	ขับรถกลับมาจากเทอร์มินอลไปที่ป้อมยามขาเข้า
T	ร.ป.ภ. ทำการรับบัตรและตรวจสอบข้อมูล

ตารางที่ 4-3 (ต่อ)

งานย่อย	รายละเอียด
U	ขับรถไปที่จุดเปลี่ยนหางของลูกค้า
V	จอดรถที่จุดเปลี่ยนหางลูกค้า
W	ถอดหางของลูกค้าออก
X	ขับหัวรถพ่วงไปที่จุดจอด
Y	จอดหัวรถพ่วงที่จุดจอด

ในที่นี้จะขออธิบายขั้นตอนของงานย่อยในการถอดหางรถพ่วงและใส่หางรถพ่วงซึ่งเป็นงานย่อยที่สำคัญ ดังนี้

ขั้นตอนการใส่หางรถพ่วง

1. พนักงานขับรถพ่วงมาในบริเวณที่กำหนด ดับเครื่องยนต์ ดึงเบรกมือ แล้วลงมาหนุนหมอนรองล้อที่ล้อหน้าของรถ ที่ล้อข้างซ้ายหรือข้างขวาก็ได้เพียงหนึ่งล้อ

ภาพที่ 4-5 ขั้นตอนการหนุนหมอนรองล้อ (โครงการจุดเปลี่ยนถ่ายตู้คอนเทนเนอร์ในท่าเรือแหลมฉบัง, 2558)

2. หลังจากหนุนหมอนรองล้อเสร็จแล้ว พนักงานขับรถตรวจสอบอุปกรณ์และบริเวณที่จะทำการถอดหาง

ภาพที่ 4-6 ขั้นตอนการตรวจสอบจุดที่จะทำการถอดหางรถพ่วง
(โครงการจุดเปลี่ยนถ่ายตู้คอนเทนเนอร์ในท่าเรือแหลมฉบัง, 2558)

3. จากนั้นพนักงานขับรถหมุนขาช้างลงเพื่อรองรับน้ำหนักของหางรถพ่วงหลังจากถอดหัวรถพ่วงออกแล้ว

ภาพที่ 4-7 ขั้นตอนการหมุนขาช้างลง
(โครงการจุดเปลี่ยนถ่ายตู้คอนเทนเนอร์ในท่าเรือแหลมฉบัง, 2558)

4. หลังจากหมุนขาช้างลงพนักงานขับรถต้องทำการปิดวาล์วที่หัวรถพ่วงเพื่อทำการตัดระบบของลมและไฟก่อนจากนั้นจึงทำการปลดสายลมและสายไฟ

ภาพที่ 4-8 การปลดสายลมและสายไฟของรถพ่วง
(โครงการจุดเปลี่ยนถ่ายตู้คอนเทนเนอร์ในท่าเรือแหลมฉบัง, 2558)

5. เมื่อปลดสายลมและสายไฟแล้วพนักงานขับรถทำการปลดล้อคสลักที่แป้นหน้าวัวออกซึ่งตัวล้อคสลักเป็นตัวล้อคแกนสลักและร่องสลักอีกหนึ่งชั้นเพื่อป้องกันแกนสลักหลุดจากร่องสลัก

ภาพที่ 4-9 การปลดล้อคสลักที่แป้นหน้าวัว
(โครงการจุดเปลี่ยนถ่ายตู้คอนเทนเนอร์ในท่าเรือแหลมฉบัง, 2558)

6. หลังจากปลดล้อคสลักแล้วพนักงานขับรถก็ทำการเก็บหมอนรองล้อปลดเบรกมือและขับรถเลื่อนออกไป

ภาพที่ 4-10 การขับรถเคลื่อนออกไปหลังจากเก็บหมอนรองล้อออก
(โครงการจุดเปลี่ยนถ่ายตู้คอนเทนเนอร์ในท่าเรือแหลมฉบัง, 2558)

ขั้นตอนการต่อหางรถพ่วง

1. ถอยหลังหัวรถพ่วงช้า ๆ ให้ปากแตรตรงกับห่วงวงแหวนของสามเหลี่ยมขอลาก (ในกรณีรถกึ่งพ่วงให้สลักพ่วงตรงกับร่องของจานพ่วง) เมื่อตรงก็ถอยหลังอีกเล็กน้อยสลักของปากแตรจะร้อยห่วงวงแหวนของสามเหลี่ยมขอลากโดยอัตโนมัติจากนั้นลองทำการขับรถพ่วงกระชากไปข้างหน้าเล็กน้อยเพื่อทำการทดสอบว่าสลักรถพ่วงได้ล้อคกันเรียบร้อยแล้วเสร็จแล้วให้หนุนหมอนรองล้อ

ภาพที่ 4-11 การถอยรถหัวลากให้สลักพ่วงตรงกับร่องของจานพ่วง
(โครงการจุดเปลี่ยนถ่ายตู้คอนเทนเนอร์ในท่าเรือแหลมฉบัง, 2558)

2. เมื่อทำการถอยรถให้สลักของรถพ่วงกับจานพ่วงเข้าล้อคแล้วให้ทำการหมุนขาช้างขึ้น

ภาพที่ 4-12 การหมุนขาช้างขึ้น
(โครงการจุดเปลี่ยนถ่ายตู้คอนเทนเนอร์ในท่าเรือแหลมฉบัง, 2558)

3. เมื่อทำการหมุนขาช้างขึ้นก็ทำการต่อสายลมและสายไฟฟ้าระหว่างหัวรถพ่วงและหางรถพ่วง

ภาพที่ 4-13 การต่อสายลม และสายไฟ (โครงการจุดเปลี่ยนถ่ายตู้คอนเทนเนอร์ในท่าเรือแหลมฉบัง, 2558)

4. เปิดวาล์วท้ายหัวรถพ่วงเพื่อให้สายลมและสายไฟทำงาน

ภาพที่ 4-14 การเปิดวาล์วท้ายหัวรถพ่วง (โครงการจุดเปลี่ยนถ่ายตู้คอนเทนเนอร์ในท่าเรือแหลมฉบัง, 2558)

จากขั้นตอนดังกล่าวเมื่อทำการจับเวลาแล้วก็จะได้เวลาในแต่ละงานย่อย ดังนี้

1.3 ประมาณเวลาที่ใช้ในแต่ละงานย่อยดังนี้

เนื่องจากโครงงานนี้ยังอยู่ในช่วงของการศึกษายังไม่ได้ทำการก่อสร้าง ข้อมูลเวลาที่ได้จึงมาจากการเข้าไปจับเวลาใน Container yard ของบริษัทแห่งหนึ่งแต่อาจจะมีบางกิจกรรมที่เกิดจากการประมาณเวลาจากการสอบถามผู้มีประสบการณ์ ดังนั้นหากมีการก่อสร้างแล้วและใช้งานจริงเวลาที่ได้อาจจะมีการคลาดเคลื่อนไปจากนี้

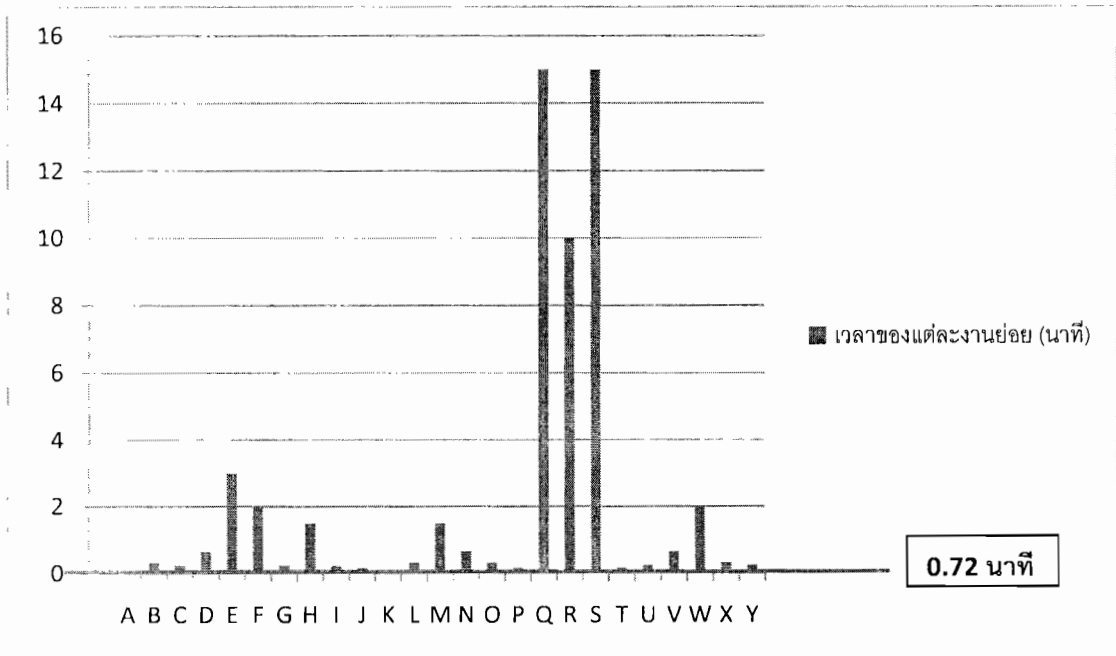
ตารางที่ 4-4 เวลาการทำงานของแต่ละงานย่อย

งานย่อย	รายละเอียด	เวลาปฏิบัติงาน (นาที)
A	ลูกค้ารับบัตรจากร.ป.ภ.	0.08
B	ร.ป.ภ. ทำการกรอกข้อมูลคร่าว ๆ เพื่อส่งไปที่สำนักงาน	0.33
C	ลูกค้าขับรถไปที่จุดเปลี่ยนหาง	0.25
D	ลูกค้าจอดรถที่จุดเปลี่ยนหาง	0.67
E	ลูกค้าเตรียมเอกสารและชำระค่าใช้จ่าย	3
F	พนักงานถอดหางรถพ่วงของลูกค้าออก	2
G	ลูกค้าขับรถพ่วงที่ถอดหางแล้วไปที่จุดใส่หางเปล่าของ Sky park	0.25
H	ลูกค้าต่อหางเปล่าเข้ากับหัวรถพ่วง	1.5
I	ลูกค้าขับรถพร้อมหางเปล่าไปที่ป้อมยามตรงทางออก	0.25
J	ร.ป.ภ. ทำการรับบัตรและตรวจสอบข้อมูล	0.16
K	ลูกค้าขับรถพ่วงออกไป	0.08
L	พนักงานขับรถหัวลากมาที่จุดใส่หางของลูกค้า	0.33
M	ต่อหางของลูกค้าเข้ากับรถพ่วง	1.5
N	รับเอกสารของลูกค้าที่ต้องใช้ในการขนส่งจากพนักงาน	0.66
O	ขับรถพ่วงพร้อมหางของลูกค้าไปที่ป้อมยามขาออก	0.33
P	ร.ป.ภ. ทำการให้บัตรและตรวจสอบข้อมูล	0.16
Q	ขับรถพ่วงพร้อมหางของลูกค้าไปที่เทอร์มินอล	15
R	ยกตู้คอนเทนเนอร์พร้อมกับเคลียร์เอกสารที่เทอร์มินอล	10

ตารางที่ 4-4 (ต่อ)

งานย่อย	รายละเอียด	เวลาปฏิบัติงาน (นาที)
S	ขับรถกลับมาจากเทอร์มินอลไปที่ป้อมยามขาเข้า	15
T	ร.ป.ภ. ทำการรับบัตรและตรวจสอบข้อมูล	0.16
U	ขับรถไปที่จุดเปลี่ยนหางของลูกค้า	0.25
V	จอดรถที่จุดเปลี่ยนหางลูกค้า	0.67
W	ถอดหางของลูกค้าออก	2
X	ขับหัวรถพ่วงไปที่จุดจอด	0.33
Y	จอดหัวรถพ่วงที่จุดจอด	0.25

สามารถแสดงเป็นกราฟได้ดังนี้



ภาพที่ 4-15 กราฟเปรียบระหว่างเวลาในการผลิตของแต่ละงานย่อยกับเวลาการผลิตที่ต้องการ (โครงการจุดเปลี่ยนถ่ายตู้คอนเทนเนอร์ในท่าเรือแหลมฉบัง, 2558)

จากกราฟข้างบนจะเห็นว่ามีงานย่อย E, F, H, M, Q, R, S และ W ที่มีเวลาเกินกว่าเวลาการผลิตที่ต้องการคือ 0.72 นาที ซึ่งจะต้องทำการปรับเวลางานย่อยให้ไม่เกินเวลาการผลิตที่ต้องการ ซึ่งจะกล่าวในขั้นตอนต่อไป

1.4 ลำดับการทำงานก่อนหลัง

การจัดลำดับงานก่อนหลังเป็นการแสดงให้เห็นขั้นตอนการทำงานอย่างชัดเจนมากขึ้น ว่าขั้นตอนนี้จะส่งผลไปที่ขั้นตอนไหนบ้าง หากเกิดปัญหาในการทำงานไม่ทันจะสามารถเช็คได้ง่ายขึ้นว่าปัญหาเกิดจากงานย่อยไหน

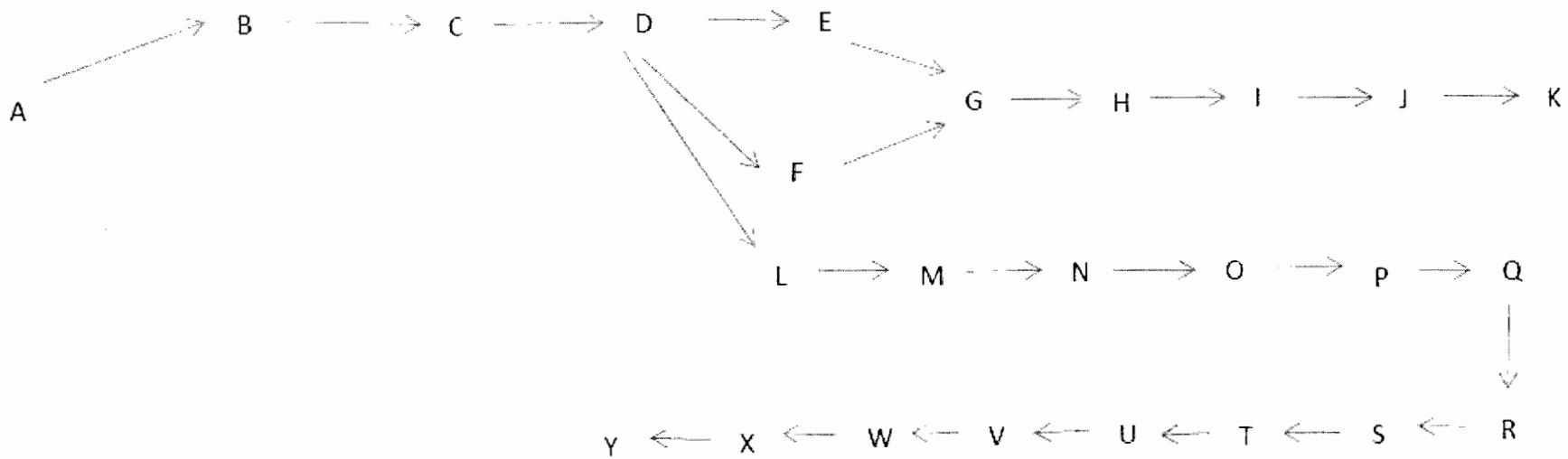
ตารางที่ 4-5 ลำดับงานก่อนหลังของงานย่อย

งานย่อย	รายละเอียด	เวลาปฏิบัติงาน (นาที)	งานที่อยู่ก่อนหน้า
A	ลูกค้ารับบัตรจากร.ป.ภ.	0.08	-
B	ร.ป.ภ. ทำการกรอกข้อมูลคร่าว ๆ เพื่อส่งไปที่สำนักงาน	0.33	A
C	ลูกค้าขับรถไปที่จุดเปลี่ยนหาง	0.25	B
D	ลูกค้าจอดรถที่จุดเปลี่ยนหาง	0.67	C
E	ลูกค้าเตรียมเอกสารและชำระค่าใช้จ่าย	3	D
F	พนักงานถอดหางรถพ่วงของลูกค้าออก	2	D
G	ลูกค้าขับรถพ่วงที่ถอดหางแล้วไปที่จุดใส่หางเปล่าของ Sky park	0.25	E,F
H	ลูกค้าต่อหางเปล่าเข้ากับหัวรถพ่วง	1.5	G
I	ลูกค้าขับรถพร้อมหางเปล่าไปที่ป้อมยามตรงทางออก	0.25	H
J	ร.ป.ภ. ทำการรับบัตรและตรวจสอบข้อมูล	0.16	I
K	ลูกค้าขับรถพ่วงออกไป	0.08	J
L	พนักงานขับรถหัวลากมาที่จุดใส่หางของลูกค้า	0.33	D
M	ต่อหางของลูกค้าเข้ากับรถพ่วง	1.5	L,F
N	รับเอกสารของลูกค้าที่ต้องใช้ในการขนส่งจากพนักงาน	0.66	M
O	ขับรถพ่วงพร้อมหางของลูกค้าไปที่ป้อมยามขาออก	0.33	N
P	ร.ป.ภ. ทำการให้บัตรและตรวจสอบข้อมูล	0.16	O
Q	ขับรถพ่วงพร้อมหางของลูกค้าไปที่เทอร์มินอล	15	P

ตารางที่ 4-5 (ต่อ)

งานย่อย	รายละเอียด	เวลาปฏิบัติงาน (นาที)	งานที่อยู่ก่อนหน้า
R	ยกตู้คอนเทนเนอร์พร้อมกับเคลียร์เอกสารที่เทอร์มินอล	10	Q
S	ขับรถกลับมาจากเทอร์มินอลไปที่ป้อมยามขาเข้า	15	R
T	ร.ป.ภ. ทำการรับบัตรและตรวจสอบข้อมูล	0.16	S
U	ขับรถไปที่จุดเปลี่ยนหางของลูกค้า	0.25	T
V	จอดรถที่จุดเปลี่ยนหางลูกค้า	0.67	U
W	ถอดหางของลูกค้าออก	2	V
X	ขับหัวรถพ่วงไปที่จุดจอด	0.33	W
Y	จอดหัวรถพ่วงที่จุดจอด	0.25	X

เมื่อนำมาทำเป็นแผนภูมิแสดงลำดับงานก่อนหลังจะได้ดังนี้



ภาพที่ 4-16 แผนภูมิแสดงลำดับการทำงาน (พิภพ ลลิตาภรณ์, 2551, หน้า 653)

จากแผนภูมิสามารถอธิบายรายละเอียดได้ดังนี้คือ

งานย่อยทั้งหมด 25 งานย่อยมีการจัดเรียงลำดับงานโดยในแต่ละขั้นตอนจะมีการทำงานที่มีความเชื่อมโยงกันโดยสามารถดูตามทิศทางของลูกศรงานที่หัวลูกศรชี้คืองานที่จะเกิดขึ้นเป็นลำดับถัดไปกล่าวคือ

งานวิจัยนี้เริ่มต้นเมื่องาน A เกิดขึ้น

งาน B จะเริ่มขึ้นได้เมื่องาน A สิ้นสุดลง

งาน C จะเริ่มขึ้นเมื่องาน B สิ้นสุดลง

งาน D จะเริ่มขึ้นเมื่องาน C สิ้นสุดลง

งาน E จะเริ่มขึ้นเมื่องาน D สิ้นสุดลง

งาน F จะเริ่มขึ้นเมื่องาน E สิ้นสุดลง

งาน G จะเริ่มขึ้นเมื่องาน E,F สิ้นสุดลง

งาน H จะเริ่มขึ้นเมื่องาน G สิ้นสุดลง

งาน I จะเริ่มขึ้นเมื่องาน H สิ้นสุดลง

งาน J จะเริ่มขึ้นเมื่องาน I สิ้นสุดลง

งาน K จะเริ่มขึ้นเมื่องาน J สิ้นสุดลง

งาน L จะเริ่มขึ้นเมื่องาน D สิ้นสุดลง แสดงว่างาน L และงาน E เป็นงานที่เริ่มการทำงานพร้อมกันเพราะต่างก็เป็นงานที่ทำหลังจากงาน D สิ้นสุดลง

งาน M จะเริ่มขึ้นเมื่องาน L, F สิ้นสุดลง แสดงว่างาน M จะเริ่มต้นไม่ได้ถ้างาน L หรือ งาน F ไม่สิ้นสุดลง

งาน N จะเริ่มขึ้นเมื่องาน M สิ้นสุดลง

งาน O จะเริ่มขึ้นเมื่องาน N สิ้นสุดลง

งาน P จะเริ่มขึ้นเมื่องาน O สิ้นสุดลง

งาน Q จะเริ่มขึ้นเมื่องาน P สิ้นสุดลง

งาน R จะเริ่มขึ้นเมื่องาน Q สิ้นสุดลง

งาน S จะเริ่มขึ้นเมื่องาน R สิ้นสุดลง

งาน T จะเริ่มขึ้นเมื่องาน S สิ้นสุดลง

งาน U จะเริ่มขึ้นเมื่องาน T สิ้นสุดลง

งาน V จะเริ่มขึ้นเมื่องาน U สิ้นสุดลง

งาน W จะเริ่มขึ้นเมื่องาน V สิ้นสุดลง

งาน X จะเริ่มขึ้นเมื่องาน W สิ้นสุดลง

งาน Y จะเริ่มขึ้นเมื่องาน X สิ้นสุดลง

และจากแผนภูมิจะเห็นว่างานสุดท้ายที่อยู่ตามหัวลูกศรชี้มีสองงานคืองาน K และงาน Y ซึ่งโดยทั่วไปแล้วงานท้ายสุดของงานย่อยทั้งหมดควรมีเพียงหนึ่งงานแต่ในงานวิจัยนี้ได้มีการทำงานที่ซ้อนกันโดยที่งานทั้งสองสามารถดำเนินงานได้พร้อม ๆ กัน ไม่ต้องรองานใดงานหนึ่งเสร็จก่อน กล่าวคือหลังจากงาน D หรืองานที่ลูกค้าจอดรถที่จุดเปลี่ยนหางสิ้นสุดลง งาน L หรืองานพนักงานขับรถหัวลากมาที่จุดใส่หางของลูกค้าก็สามารถดำเนินงานไปจนสิ้นสุดกระบวนการทำงานที่ งาน Y ได้เลยส่วนงาน G หรืองานที่ลูกค้าขับรถพ่วงที่ถอดหางแล้วไปที่จุดใส่หางเปล่าของ Sky park นั้นก็สามารถดำเนินการทำงานไปจนถึงงาน K หรืองานที่ลูกค้าขับรถพ่วงออกไปได้เลยเมื่องาน E, F สิ้นสุดลง

เมื่อได้ข้อมูลข้างต้นมาแล้วนำมาเทียบกับรอบเวลาผลิตที่ต้องการจะได้ตามตารางที่ 4-6

ตารางที่ 4-6 การเปรียบเทียบรอบเวลาการผลิตระหว่างแต่ละงานย่อยกับเวลาการผลิตที่ต้องการ

งานย่อย	รายละเอียด	เวลาปฏิบัติงาน (นาที)	รอบเวลาการผลิตที่ต้องการ
A	ลูกค้ารับบัตรจากร.ป.ภ.	0.08	0.72
B	ร.ป.ภ. ทำการกรอกข้อมูลคร่าว ๆ เพื่อส่งไปที่สำนักงาน	0.33	0.72
C	ลูกค้าขับรถไปที่จุดเปลี่ยนหาง	0.25	0.72
D	ลูกค้าจอดรถที่จุดเปลี่ยนหาง	0.67	0.72
E	ลูกค้าเตรียมเอกสารและชำระค่าใช้จ่าย	3	0.72
F	พนักงานถอดหางรถพ่วงของลูกค้าออก	2	0.72
G	ลูกค้าขับรถพ่วงที่ถอดหางแล้วไปที่จุดใส่หางเปล่าของ Sky park	0.25	0.72
H	ลูกค้าต่อหางเปล่าเข้ากับหัวรถพ่วง	1.5	0.72
I	ลูกค้าขับรถพร้อมหางเปล่าไปที่ป้อมยามตรงทางออก	0.25	0.72
J	ร.ป.ภ. ทำการรับบัตรและตรวจสอบข้อมูล	0.16	0.72
K	ลูกค้าขับรถพ่วงออกไป	0.08	0.72

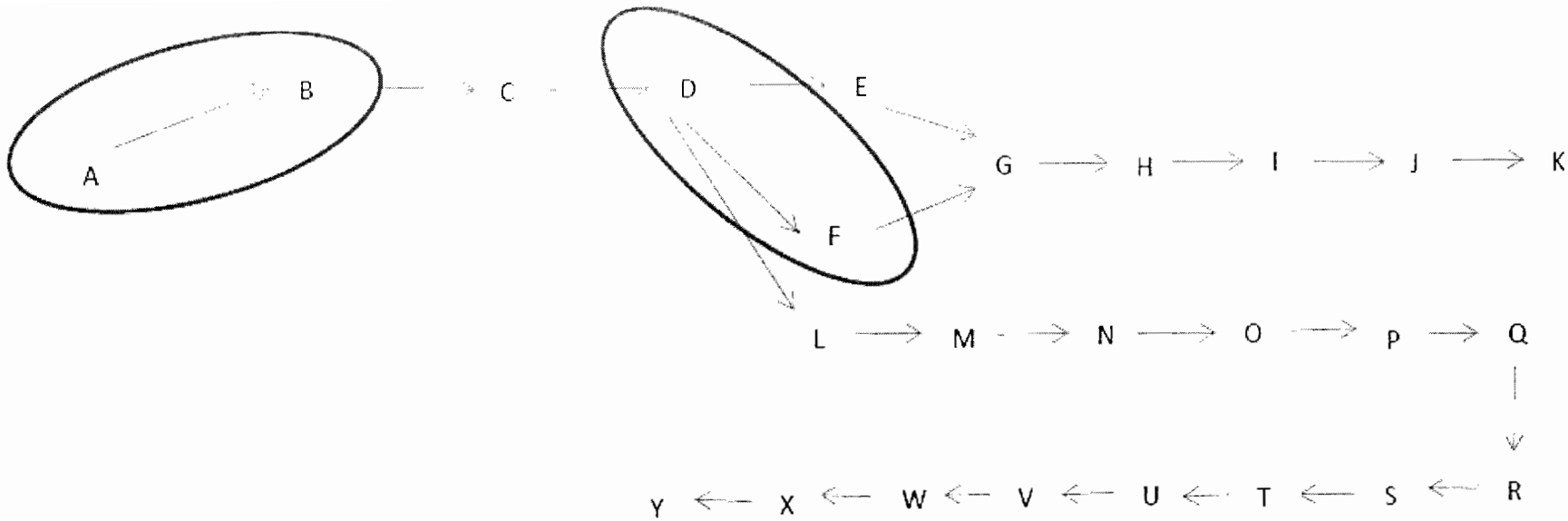
ตารางที่ 4-6 (ต่อ)

งานย่อย	รายละเอียด	เวลาปฏิบัติงาน (นาที)	รอบเวลาการผลิตที่ต้องการ
L	พนักงานขับรถหัวลากมาที่จุดใส่หางของลูกค้า	0.33	0.72
M	ต่อหางของลูกค้าเข้ากับรถพ่วง	1.5	0.72
N	รับเอกสารของลูกค้าที่ต้องใช้ในการขนส่งจากพนักงาน	0.66	0.72
O	ขับรถพ่วงพร้อมหางของลูกค้าไปที่ป้อมยามขาออก	0.33	0.72
P	ร.ป.ภ. ทำการให้บัตรและตรวจสอบข้อมูล	0.16	0.72
Q	ขับรถพ่วงพร้อมหางของลูกค้าไปที่เทอร์มินอล	15	0.72
R	ยกตู้คอนเทนเนอร์พร้อมกับเคลียร์เอกสารที่เทอร์มินอล	10	0.72
S	ขับรถกลับมาจากเทอร์มินอลไปที่ป้อมยามขาเข้า	15	0.72
T	ร.ป.ภ. ทำการรับบัตรและตรวจสอบข้อมูล	0.16	0.72
U	ขับรถไปที่จุดเปลี่ยนหางของลูกค้า	0.25	0.72
V	จอดรถที่จุดเปลี่ยนหางลูกค้า	0.67	0.72
W	ถอดหางของลูกค้าออก	2	0.72
X	ขับหัวรถพ่วงไปที่จุดจอด	0.33	0.72
Y	จอดหัวรถพ่วงที่จุดจอด	0.25	0.72

จากที่เคยกล่าวไว้ในกราฟที่ 4-19 แล้วว่ามีบางกิจกรรมที่มีเวลาในการผลิตที่ต้องการซึ่งขอแสดงในรูปแบบตารางอีกครั้งจากตารางจะเห็นว่ามีบางกิจกรรมที่มีรอบเวลาการผลิตเกินกว่ารอบเวลาการผลิตที่ต้องการโดยได้ทำสัญลักษณ์ ◯ คืองาน E, F, H, M, Q, R, S, T และ W ซึ่งจะส่งผลให้ไม่ได้การบริการตามที่ต้องการไว้คือ 2,000 คันต่อวัน จึงต้องนำกิจกรรมดังกล่าวเข้ามาทำการศึกษาเพื่อหาจำนวนคนและจำนวนรถพ่วงที่ทำให้ไม่เกิดผลกระทบกับกิจกรรมอื่น ๆ

1.5 การหาจำนวนทรัพยากรที่จำเป็นต้องใช้ในโครงการ

เนื่องจากว่างานย่อยบางอันมีข้อจำกัดที่จำเป็นต้องอยู่ในสถานีเดียวกันเนื่องจากใช้พนักงานและเครื่องมือร่วมกันสามารถจัดกลุ่มได้ตามแผนภูมิต่อไปนี้



ภาพที่ 4-17 แผนภูมิแสดงการจัดกลุ่มของงานย่อย (พิภพ ลลิตาภรณ์, 2551, หน้า 653)

ดังนั้น เมื่อทำการจัดกลุ่มแล้วจะต้องยึดเวลาการผลิตของเวลาการผลิตที่มากที่สุดของแต่ละสถานีซึ่งแสดงตามตารางต่อไปนี้

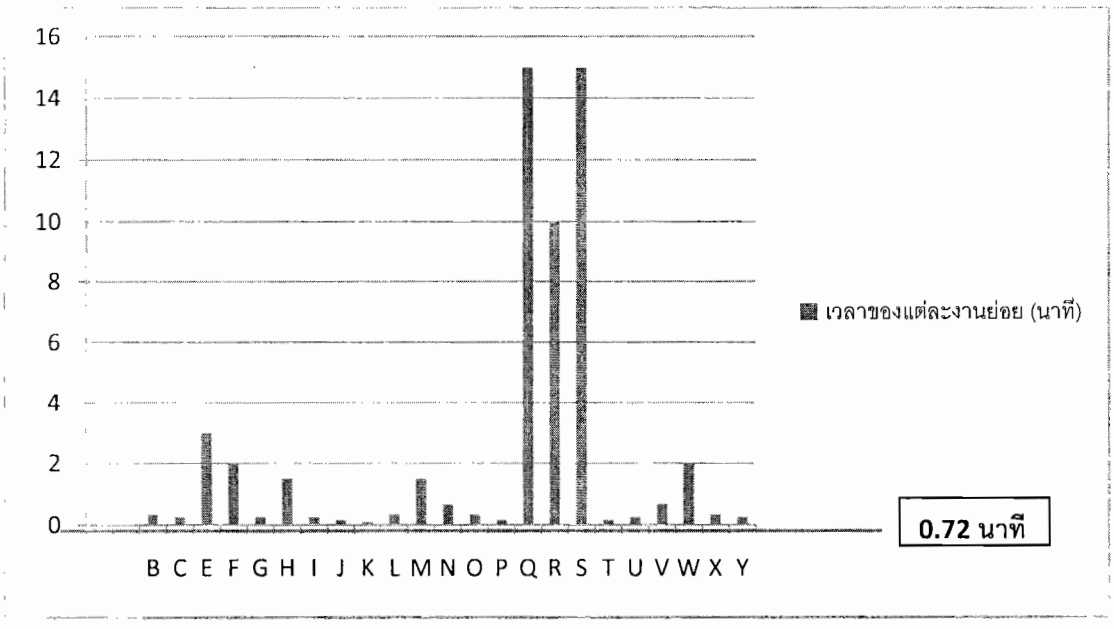
ตารางที่ 4-7 การจัดกลุ่มของงานย่อย

งานย่อย	รายละเอียด	เวลาปฏิบัติงาน (นาที)	งานที่อยู่ก่อนหน้า
A	ลูกค้ารับบัตรจาก ร.ป.ภ.	สถานีเดียวกับ B	-
B	ร.ป.ภ. ทำการกรอกข้อมูลคร่าว ๆ เพื่อส่งไปที่สำนักงาน	0.33	A
C	ลูกค้าขับรถไปที่จุดเปลี่ยนหาง	0.25	B
D	ลูกค้าจอดรถที่จุดเปลี่ยนหาง	สถานีเดียวกับ F	C
E	ลูกค้าเตรียมเอกสารและชำระค่าใช้จ่าย	3	D
F	พนักงานถอดหางรถพ่วงของลูกค้าออก	2	D
G	ลูกค้าขับรถพ่วงที่ถอดหางแล้วไปที่จุดใส่หางเปล่าของ Sky park	0.25	E,F
H	ลูกค้าต่อหางเปล่าเข้ากับหัวรถพ่วง	1.5	G
I	ลูกค้าขับรถพร้อมหางเปล่าไปที่ป้อมยามตรงทางออก	0.25	H
J	ร.ป.ภ. ทำการรับบัตรและตรวจสอบข้อมูล	0.16	I
K	ลูกค้าขับรถพ่วงออกไป	0.08	J
L	พนักงานขับรถหัวลากมาที่จุดใส่หางของลูกค้า	0.33	D
M	ต่อหางของลูกค้าเข้ากับรถพ่วง	1.5	L,F
N	รับเอกสารของลูกค้าที่ต้องใช้ในการขนส่งจากพนักงาน	0.66	M
O	ขับรถพ่วงพร้อมหางของลูกค้าไปที่ป้อมยามขาออก	0.33	N
P	ร.ป.ภ. ทำการให้บัตรและตรวจสอบข้อมูล	0.16	O
Q	ขับรถพ่วงพร้อมหางของลูกค้าไปที่เทอร์มินอล	15	P

ตารางที่ 4-7 (ต่อ)

งานย่อย	รายละเอียด	เวลาปฏิบัติงาน (นาที)	งานที่อยู่ก่อนหน้า
R	ยกตู้คอนเทนเนอร์พร้อมกับเคลียร์เอกสารที่เทอร์มินอล	10	Q
S	ขับรถกลับมาจากเทอร์มินอลไปที่ป้อมยามขาเข้า	15	R
T	ร.ป.ภ. ทำการรับบัตรและตรวจสอบข้อมูล	0.16	S
U	ขับรถไปที่จุดเปลี่ยนหางของลูกค้า	0.25	T
V	จอดรถที่จุดเปลี่ยนหางลูกค้า	สถานีเดียวกับ W	U
W	ถอดหางของลูกค้าออก	2	V
X	ขับหัวรถพ่วงไปที่จุดจอด	0.33	W
Y	จอดหัวรถพ่วงที่จุดจอด	0.25	X

ดังนั้น เมื่อนำงานย่อยทำกราฟเทียบกับเวลาการผลิตที่ต้องการจะแสดงได้ตามกราฟข้างล่างนี้



ภาพที่ 4-18 กราฟเปรียบเทียบเวลาของแต่ละงานย่อยกับเวลาการผลิตที่ต้องการหลังจากจัดกลุ่มงานย่อย (โครงการจุดเปลี่ยนถ่ายตู้คอนเทนเนอร์ในท่าเรือแหลมฉบัง, 2558)

จะมีงานย่อยที่เกินเวลาที่ต้องการคือ E, F, H, M, Q, R, S และ W

ดังนั้นต้องทำการคำนวณหาอัตราการผลิตของแต่ละงานย่อยที่ทำได้แล้วนำมาหารกับอัตราการผลิตที่ต้องการเพื่อหาจำนวนทรัพยากรที่ต้องใช้ในแต่ละงานย่อย

การคำนวณหาอัตราการผลิตต่อนาทีจากสูตร

$$\text{อัตราการผลิต} = \frac{1 \text{ นาที}}{\text{เวลาการผลิตของแต่ละย่อย}}$$

กิจกรรม D,F มีรอบเวลาการผลิต 2 นาที

$$\text{ดังนั้น มีอัตราการผลิต} = \frac{1 \text{ นาที}}{2 \text{ นาที/ คัน}} = 0.5 \text{ คัน/ นาที}$$

กิจกรรม E มีรอบเวลาการผลิต 3 นาที

$$\text{ดังนั้น มีอัตราการผลิต} = \frac{1 \text{ นาที}}{\text{นาที/ คัน}} = 0.33 \text{ คัน/ นาที}$$

กิจกรรม H มีรอบเวลาการผลิต 1.5 นาที

$$\text{ดังนั้น มีอัตราการผลิต} = \frac{1 \text{ นาที}}{1.5 \text{ นาที/ คัน}} = 0.66 \text{ คัน/ นาที}$$

กิจกรรม M มีรอบเวลาการผลิต 1.5 นาที

$$\text{ดังนั้น มีอัตราการผลิต} = \frac{1 \text{ นาที}}{1.5 \text{ นาที/ คัน}} = 0.66 \text{ คัน/ นาที}$$

กิจกรรม Q มีรอบเวลาการผลิต 15 นาที

$$\text{ดังนั้น มีอัตราการผลิต} = \frac{1 \text{ นาที}}{15 \text{ นาที/ คัน}} = 0.07 \text{ คัน/ นาที}$$

กิจกรรม R มีรอบเวลาการผลิต 10 นาที

$$\text{ดังนั้น มีอัตราการผลิต} = \frac{1 \text{ นาที}}{10 \text{ นาที/ คัน}} = 0.1 \text{ คัน/ นาที}$$

กิจกรรม S มีรอบเวลาการผลิต 15 นาที

$$\text{ดังนั้น มีอัตราการผลิต} = \frac{1 \text{ นาที}}{15 \text{ นาที/ คัน}} = 0.07 \text{ คัน/ นาที}$$

กิจกรรม W มีรอบเวลาการผลิต 2 นาที

$$\text{ดังนั้น มีอัตราการผลิต} = \frac{1 \text{ นาที}}{2 \text{ นาที/ คัน}} = 0.5 \text{ คัน/ นาที}$$

เมื่อนำข้อมูลที่ได้มาลงในตารางจะได้ข้อมูลดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4-8 อัตราการผลิตของแต่ละย่อยในหน่วยนาที

งานย่อย	อัตราการผลิต (คัน/ นาที)
E	0.33
F	0.5
H	0.66
M	0.66
Q	0.07
R	0.1
S	0.07
W	0.5

จากเงื่อนไขที่เราต้องการคือต้องได้ 84 คันต่อชั่วโมง เมื่อมาทำเป็นอัตราการผลิตในหน่วยนาทีจะได้ดังนี้

$$\text{จะมีอัตราการผลิต} = \frac{1 \text{ นาที} \times 84 \text{ คัน}}{60 \text{ นาที}} = 1.4 \text{ คัน/ นาที}$$

เมื่อทราบอัตราการผลิตของแต่ละกิจกรรมและอัตราการผลิตที่เราต้องการแล้ว สามารถคำนวณจำนวนทรัพยากรที่เราต้องการได้

จากสูตร

$$\text{จำนวนเครื่องจักรที่ต้องการ} = \frac{\text{อัตราการผลิตของเครื่องจักรทั้งหมด}}{\text{อัตราการทำงานของเครื่องจักรแต่ละเครื่อง}}$$

จะได้จำนวนของทรัพยากรแต่ละกิจกรรมดังนี้

กิจกรรม D,F มีอัตราการผลิต 0.5 คัน/ นาที

$$\text{จะต้องใช้ทรัพยากร} = \frac{1.4 \text{ คัน/ นาที}}{0.5 \text{ คัน/ นาที}} = 2.8 \text{ หน่วย หรือประมาณ } 3 \text{ หน่วย}$$

กิจกรรม E มีอัตราการผลิต 0.33 คันต่อนาที

$$\text{จะต้องใช้ทรัพยากร} = \frac{1.4 \text{ คัน/ นาที}}{0.33 \text{ คัน/ นาที}} = 4.2 \text{ หน่วย หรือประมาณ } 5 \text{ หน่วย}$$

กิจกรรม H มีอัตราการผลิต 0.66 คัน/ นาที

$$\text{จะต้องใช้ทรัพยากร} = \frac{\text{1.4 คัน/ นาที}}{\text{0.66 คัน/ นาที}} = 2.12 \text{ หน่วย หรือประมาณ 3 หน่วย}$$

กิจกรรม M มีอัตราการผลิต 0.66 คัน/ นาที

$$\text{จะต้องใช้ทรัพยากร} = \frac{\text{1.4 คัน/ นาที}}{\text{0.66 คัน/ นาที}} = 2.12 \text{ หน่วย หรือประมาณ 3 หน่วย}$$

กิจกรรม Q มีอัตราการผลิต 0.07 คัน/ นาที

$$\text{จะต้องใช้ทรัพยากร} = \frac{\text{1.4 คัน/ นาที}}{\text{0.07 คัน/ นาที}} = 20 \text{ หน่วย}$$

กิจกรรม R มีอัตราการผลิต 0.1 คัน/ นาที

$$\text{จะต้องใช้ทรัพยากร} = \frac{\text{1.4 คัน/ นาที}}{\text{0.1 คัน/ นาที}} = 14 \text{ หน่วย}$$

กิจกรรม S มีอัตราการผลิต 0.07 คันต่อนาที

$$\text{จะต้องใช้ทรัพยากร} = \frac{\text{1.4 คัน/ นาที}}{\text{0.07 คัน/ นาที}} = 20 \text{ หน่วย}$$

กิจกรรม W มีอัตราการผลิต 0.5 คัน/ นาที

$$\text{จะต้องใช้ทรัพยากร} = \frac{\text{1.4 คัน/ นาที}}{\text{0.5 คัน/ นาที}} = 2.8 \text{ หน่วย หรือประมาณ 3 หน่วย}$$

สามารถแสดงจำนวนทรัพยากรที่ต้องการของแต่ละงานย่อยได้ดังนี้

ตารางที่ 4-9 จำนวนงานย่อยที่ต้องการของงานย่อยที่มีเวลาการผลิตเกินเวลาการผลิตที่ต้องการ

งานย่อย	จำนวนทรัพยากรที่ต้องการ (หน่วย)
E	5
F	3
H	3
M	3
Q	20
R	14
S	20
W	3

เมื่อได้จำนวนของแต่ละกิจกรรมต้องนำมาตรวจสอบเพราะในแต่ละกิจกรรมมีทรัพยากรที่จำเป็นต้องใช้ไม่เหมือนกัน โดยกำหนดว่าในแต่ละกิจกรรมจะมีการใช้ทรัพยากรในอัตรา 1: 1 ซึ่งจะได้จำนวนทรัพยากรใน 1 หน่วยการผลิต ตามตารางข้างล่างนี้

ตารางที่ 4-10 จำนวนทรัพยากรที่ใช้ใน 1 หน่วยการผลิต

งานย่อย	รายละเอียด	พนักงาน (คน)	รถหัวลาก (คัน)	หางเปล่า (คัน)
A	ลูกค้ารับบัตรจาก ร.ป.ภ.	สถานีเดียวกับ B	สถานีเดียวกับ B	สถานีเดียวกับ B
B	ร.ป.ภ. ทำการกรอกข้อมูลคร่าว ๆ เพื่อส่งไปที่สำนักงาน	1	0	0
C	ลูกค้าขับรถไปที่จุดเปลี่ยนหาง	0	0	0
D	ลูกค้าจอดรถที่จุดเปลี่ยนหาง	สถานีเดียวกับ F	สถานีเดียวกับ F	สถานีเดียวกับ F
E	ลูกค้าเตรียมเอกสารและชำระค่าใช้จ่าย	1	0	0
F	พนักงานถอดหางรถพ่วงของลูกค้าออก	1	0	0
G	ลูกค้าขับรถพ่วงที่ถอดหางแล้วไปที่จุดใส่หางเปล่าของ Sky park	0	0	0
H	ลูกค้าต่อหางเปล่าเข้ากับหัวรถพ่วง	1	0	1
I	ลูกค้าขับรถพร้อมหางเปล่าไปที่ป้อมยามตรงทางออก	0	0	0
J	ร.ป.ภ. ทำการรับบัตรและตรวจสอบข้อมูล	1	0	0
K	ลูกค้าขับรถพ่วงออกไป	0	0	0
L	พนักงานขับรถหัวลากมาที่จุดใส่หางของลูกค้า	1	1	0
M	ต่อหางของลูกค้าเข้ากับรถหัวลาก	1	1	0
N	รับเอกสารของลูกค้าที่ต้องใช้ในการขนส่งจากพนักงาน	1	0	0

ตารางที่ 4-10 (ต่อ)

งานย่อย	รายละเอียด	พนักงาน (คน)	รถหัวลาก (คัน)	หางเปล่า (คัน)
O	ขับรถพ่วงพร้อมหางของลูกค้าไปที่ป้อมยามขาออก	1	1	0
P	ร.ป.ภ. ทำการให้บัตรและตรวจสอบข้อมูล	1	0	0
Q	ขับรถพ่วงพร้อมหางของลูกค้าไปที่เทอร์มินอล	1	1	0
R	ยกตู้คอนเทนเนอร์พร้อมกับเคลียร์เอกสารที่เทอร์มินอล	1	1	0
S	ขับรถกลับมาจากเทอร์มินอลไปที่ป้อมยามขาเข้า	1	1	0
T	ร.ป.ภ. ทำการรับบัตรและตรวจสอบข้อมูล	1	0	0
U	ขับรถไปที่จุดเปลี่ยนหางของลูกค้า	1	1	0
V	จอดรถที่จุดเปลี่ยนหางลูกค้า	1	1	0
W	ถอดหางของลูกค้าออก	1	1	0
X	ขับหัวรถพ่วงไปที่จุดจอด	1	1	0
Y	จอดหัวรถพ่วงที่จุดจอด	1	1	0

และเมื่อนำหน่วยการผลิตที่ได้มาทำการคูณจำนวนทรัพยากรที่จำเป็นต้องใช้ต่อหนึ่งหน่วยการผลิตจะได้ตามตารางข้างล่างนี้

ตารางที่ 4-11 จำนวนทรัพยากรที่จำเป็นต้องใช้ในโครงการ

งานย่อย	รายละเอียด	ทรัพยากรที่ต้องใช้ (หน่วย)	พนักงาน (คน)	รถหัวลาก (คัน)	หางเปล่า (คัน)
A	ลูกค้ารับบัตรจากร.ป.ภ.	สถานีเดียวกับ B	สถานีเดียวกับ B	สถานีเดียวกับ B	สถานีเดียวกับ B
B	ร.ป.ภ. ทำการกรอกข้อมูลคร่าว ๆ เพื่อส่งไปที่สำนักงาน	1	1	0	0
C	ลูกค้าขับรถไปที่จุดเปลี่ยนหาง	0	0	0	0
D	ลูกค้าจอดรถที่จุดเปลี่ยนหาง	สถานีเดียวกับ F	สถานีเดียวกับ F	สถานีเดียวกับ F	สถานีเดียวกับ F
E	ลูกค้าเตรียมเอกสารและชำระค่าใช้จ่าย	5	5	0	0
F	พนักงานถอดหางรถพ่วงของลูกค้าออก	3	3	0	0
G	ลูกค้าขับรถพ่วงที่ถอดหางแล้วไปที่จุดใส่หางเปล่าของ Sky park	0	0	0	0
H	ลูกค้าต่อหางเปล่าเข้ากับหัวรถพ่วง	3	3	0	3
I	ลูกค้าขับรถพร้อมหางเปล่าไปที่ป้อมยามตรงทางออก	0	0	0	0
J	ร.ป.ภ. ทำการรับบัตรและตรวจสอบข้อมูล	1	1	0	0
K	ลูกค้าขับรถพ่วงออกไป	1	0	0	1
L	พนักงานขับรถหัวลากมาที่จุดใส่หางของลูกค้า	1	1	1	0
M	ต่อหางของลูกค้าเข้ากับรถหัวลาก	3	3	3	0

ตารางที่ 4-11 (ต่อ)

งานย่อย	รายละเอียด	ทรัพยากรที่ต้องใช้ (หน่วย)	พนักงาน (คน)	รถหัวลาก (คัน)	หางเปล่า (คัน)
N	รับเอกสารของลูกค้าที่ต้องใช้ในการขนส่งจากพนักงาน	1	1	0	0
O	ขับรถพ่วงพร้อมหางของลูกค้าไปที่ป้อมยามขาออก	1	1	1	0
P	ร.ป.ภ. ทำการให้บัตรและตรวจสอบข้อมูล	1	1	0	0
Q	ขับรถพ่วงพร้อมหางของลูกค้าไปที่เทอร์มินอล	20	20	20	0
R	ยกตู้คอนเทนเนอร์พร้อมกับเคลียร์เอกสารที่เทอร์มินอล	14	14	14	0
S	ขับรถกลับมาจากเทอร์มินอลไปที่ป้อมยามขาเข้า	20	20	20	0
T	ร.ป.ภ. ทำการรับบัตรและตรวจสอบข้อมูล	1	1	0	0
U	ขับรถไปที่จุดเปลี่ยนหางของลูกค้า	1	1	1	0
V	จอดรถที่จุดเปลี่ยนหางลูกค้า	1	1	1	0
W	ถอดหางของลูกค้าออก	3	3	3	0
X	ขับหัวรถพ่วงไปที่จุดจอด	1	1	1	0
Y	จอดหัวรถพ่วงที่จุดจอด	1	1	1	0

แต่เนื่องจากว่าทางเราจะมีการทำโครงการเพิ่มอีกหนึ่งโครงการคือการให้เช่าหางเปล่าโดยจะให้เช่าทั้งหมด 100 คัน รวมกับการใช้หมุนเวียนในการให้ลูกค้าใช้เมื่อมาใช้บริการให้ทางเราส่งสินค้าให้ด้วย

สรุปจะได้จำนวนทรัพยากรตามตารางข้างล่างนี้

ตารางที่ 4-12 สรุปจำนวนทรัพยากรที่ต้องใช้ในโครงการ

ทรัพยากร	จำนวนที่ต้องใช้
พนักงาน	85 คน
รถหัวลาก	66 คัน
หางรถพ่วง	100 หาง

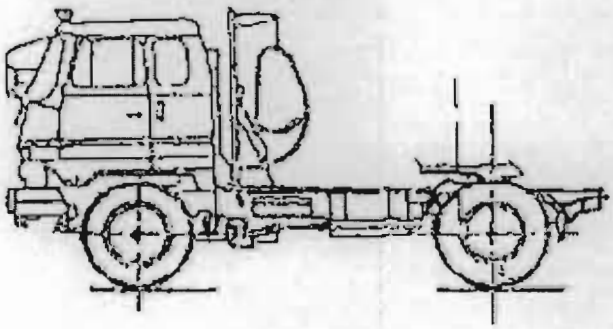
สำหรับจำนวนพนักงานที่แสดงตามตารางข้างบนเป็นพนักงานสำหรับงานหลักเท่านั้นไม่ได้รวมกับพนักงานสำหรับงานซัพพอร์ทต่าง ๆ เช่น พนักงานทำความสะอาด และได้ทำการเพิ่มจำนวน ร.ป.ภ. 2 คน สำหรับประตูทางเข้าหลักและประตูทางออกของลูกค้าจึงทำให้พนักงานเพิ่มจาก 83 คน เป็น 85 คน นอกจากนี้ได้มีการเพิ่มการวิจัยที่จะให้เช่าหางรถพ่วงด้วยจึงทำให้หางรถพ่วงมีทั้งหมด 100 หาง

เมื่อได้จำนวนทรัพยากรแล้วก็ต้องนำมาคำนวณหาพื้นที่ที่จำเป็นต้องใช้ในแต่ละแผนก

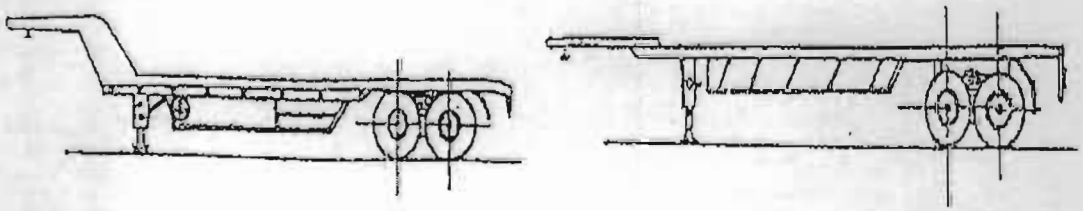
2. การคำนวณหาพื้นที่ ของที่จอดหัวรถพ่วง

โดยรถพ่วงที่จะให้บริการเป็นรถพ่วงที่มีลักษณะดังต่อไปนี้

ลักษณะ 9 (รถลากจูง)



ลักษณะ 7 (รถกึ่งพ่วง)



ภาพที่ 4-19 รถพ่วงที่ทางโครงการให้บริการ

ซึ่งจะมีขนาดตามกฎกระทรวงฉบับที่ 4 ออกตามความในพระราชบัญญัติการขนส่งทางบก พ.ศ. 2522 ดังนี้

ขนาดสัดส่วน	ลักษณะ 1,2,3,4,5 และ 9	ลักษณะ 6	ลักษณะ 7 และ 8
กว้าง (เมตร)	2.55* และตัวถังยื่นเกินขอบยางด้านนอกของกลุ่มแพลาท้ายไม่เกินด้านละ 15 ซม.	2.55	2.55
ยาว (เมตร)	12.00**	8.00	13.60
สูง (เมตร)	4.00***	4.00***	4.00***
ระยะจากสลักพ่วงถึงส่วนท้ายสุด (เมตร)			12.00 และระยะระหว่างศูนย์กลางสลักพ่วงถึงส่วนท้ายสุดของรถต้องไม่เกิน 13.60 เมตร

ภาพที่ 4-20 ขนาดมาตรฐานตามที่กฎกระทรวงฉบับที่ 4 ออกตามความในพระราชบัญญัติการขนส่งทางบก พ.ศ. 2522 (สถาบันยานยนต์, 2553)

2.1 พื้นที่ที่จอดหัวรถพ่วง

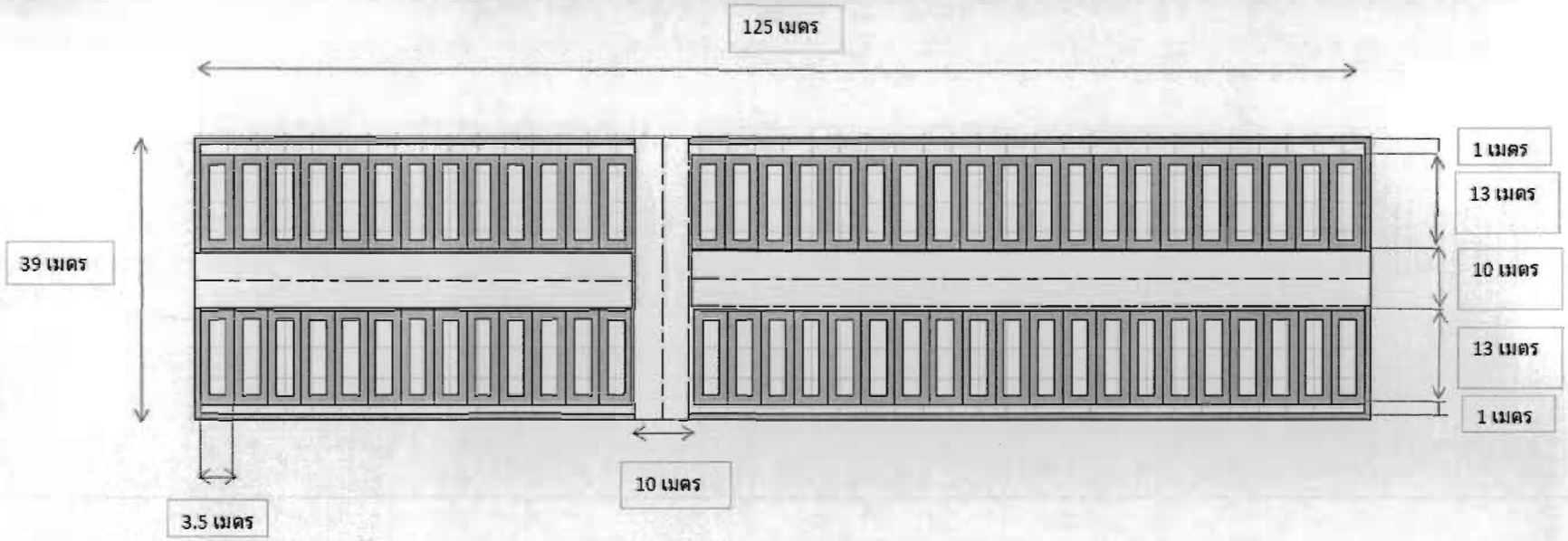
2.1.1 ในการหาพื้นที่ที่จอดหัวรถพ่วงของรถจะคำนวณจากขนาดหัวรถพ่วงตามนี้

ความกว้าง 2.55 เมตร

ความยาว 12 เมตร

ความสูง 4 เมตร

โดยที่ต้องใช้หัวรถพ่วงทั้งหมด 66 คันและในการทำที่จอดให้กับหัวรถพ่วงต้องมีการเผื่อพื้นที่ด้านข้างและพื้นที่หัวท้ายของหัวรถพ่วงรวมถึงพื้นที่ถนนภายในที่จอดตามแสดงดังรูป



ภาพที่ 4-21 แผนผังของจุดจอดรถหัวลาก (โครงการจุดเปลี่ยนถ่ายตู้คอนเทนเนอร์ในท่าเรือแหลมฉบัง, 2558)

จากแบบข้างต้นจะคำนวณพื้นที่ได้ดังนี้

ความกว้าง = (3.5 เมตร x 33 คัน) + (ถนนภายในจุดจอด 10 เมตร)

= 125 เมตร

ความยาว = (13 เมตร x 2 คัน) + (ถนนภายในจุดจอด 10 เมตร) + (ระยะห่างระหว่างรถหัวลากกับเส้นแบ่งพื้นที่ 3 เมตร) = 39 เมตร

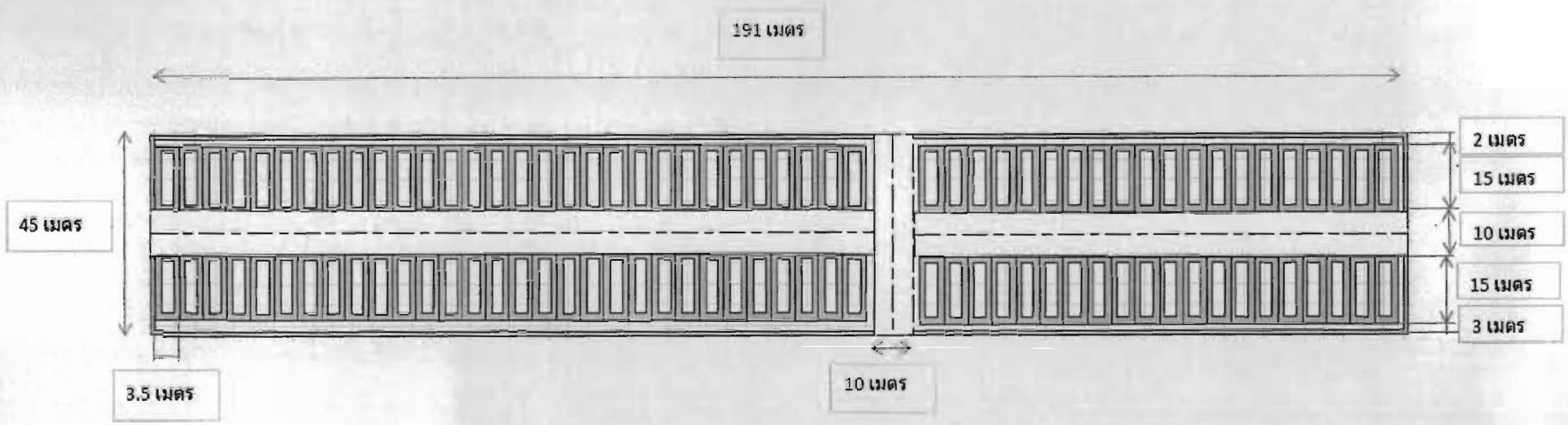
2.1.2 การคำนวณพื้นที่ของจุดจอดหางเปล่า 100 คันโดยใช้

ความกว้าง 2.55 เมตร

ความยาว 13.6 เมตร

ความสูง 4 เมตร

จะมีรูปแบบในการจัดวางดังแผนผังต่อไปนี้



ภาพที่ 4-22 แผนผังของจุดจอดหางเปล่า (โครงการจุดเปลี่ยนถ่ายตู้คอนเทนเนอร์ในท่าเรือแหลมฉบัง, 2558)

จากแบบข้างต้นจะคำนวณพื้นที่ได้ดังนี้

ความกว้าง = (3.5 เมตร x 50 คัน) + (ถนนภายในจุดจอด 10 เมตร) + (ระยะห่างระหว่างรถหัวลากกับเส้นแบ่งพื้นที่ 6 เมตร)

= 191 เมตร

ความยาว = (15 เมตร x 2 คัน) + (ระยะห่างระหว่างรถหัวลาก 10 เมตร x 1 จุด) + (ระยะห่างระหว่างรถหัวลากกับเส้นแบ่งพื้นที่ 5 เมตร)

= 45 เมตร

ดังนั้นจะมีพื้นที่ = 191 เมตร x 45 เมตร = 8,595 ตารางเมตร

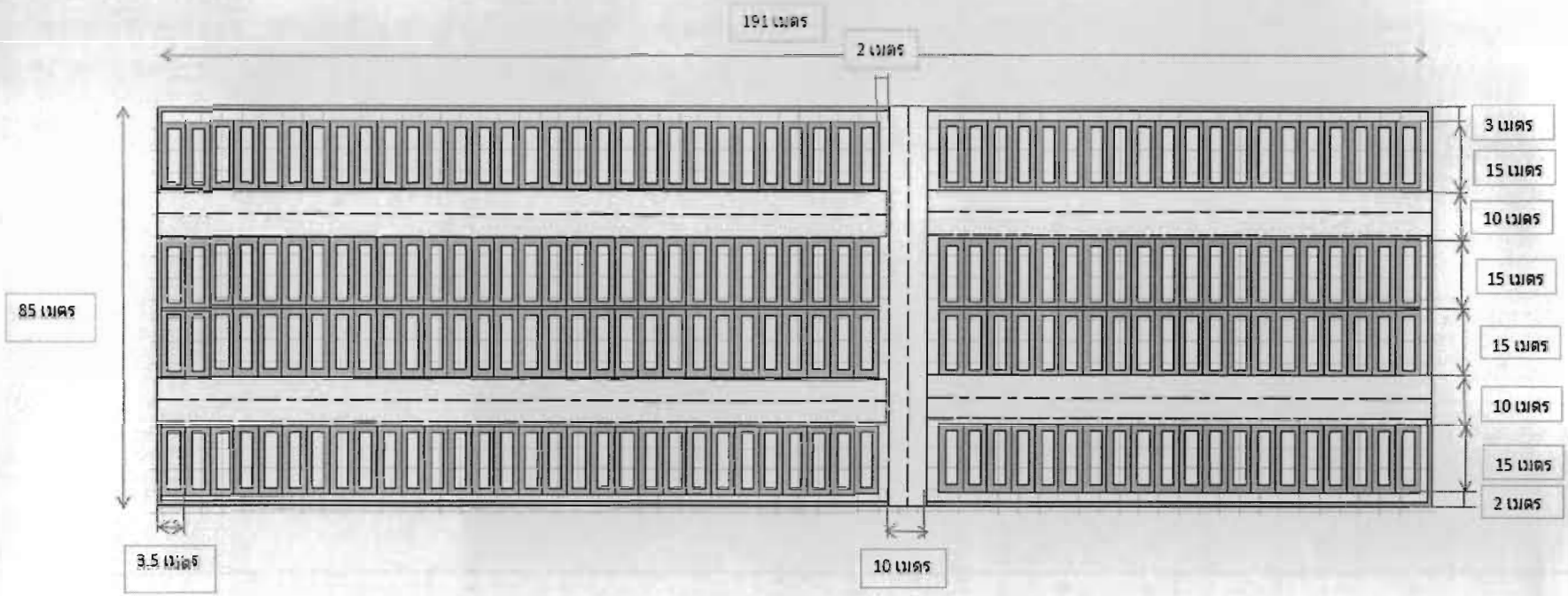
2.1.3 การคำนวณหาพื้นที่ของจุดจอดหางลูกค้าโดยใช้

ความกว้าง 2.55 เมตร

ความยาว 13.6 เมตร

ความสูง 4 เมตร

ดังแสดงได้ตามแผนผังข้างล่างนี้



ภาพที่ 4-23 แผนผังจุดถอดหางลูกค้า (โครงการจุดเปลี่ยนถ่ายตู้คอนเทนเนอร์ในท่าเรือแหลมฉบัง, 2558)

จากแบบข้างต้นจะคำนวณพื้นที่ได้ดังนี้

ความกว้าง = (2.55 เมตร x 50 คัน) + (ถนนภายในจุดจอด 10 เมตร) +
(ระยะห่างระหว่างรถหัวลากกับเส้นแบ่งพื้นที่ 6 เมตร)
= 191 เมตร

ความยาว = (15 เมตร x 4 คัน) + (ถนนภายในจุดจอด 10 เมตร x 2 เส้น) +
(ระยะห่างระหว่างรถหัวลากกับเส้นแบ่งพื้นที่ 5 เมตร)
= 85 เมตร

ดังนั้น จะมีพื้นที่ = 191 เมตร x 85 เมตร = 16,235 ตารางเมตร

กำหนดให้ป้อมยามมีพื้นที่ 2 เมตร x 2.5 เมตร = 5 ตารางเมตร

กำหนดให้สำนักงานมีพื้นที่ 5 เมตร x 8 เมตร = 40 ตารางเมตร

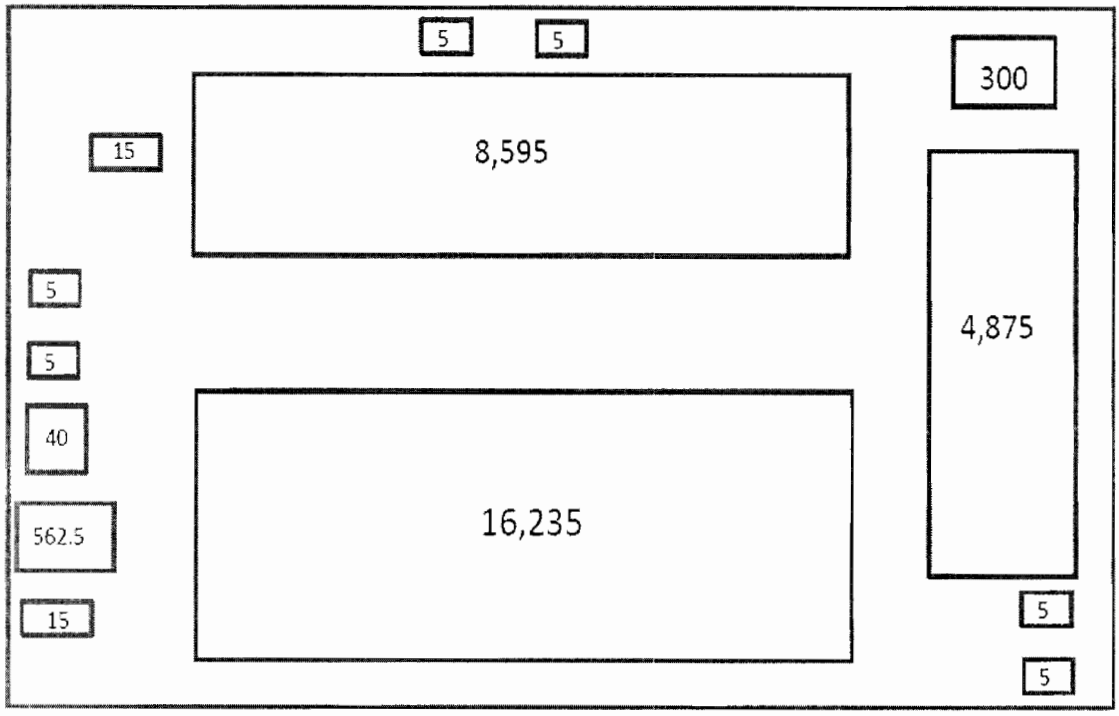
กำหนดให้ที่เก็บอุปกรณ์และที่ซ่อมบำรุงมีพื้นที่ 15 เมตร x 20 เมตร
= 300 ตารางเมตร

กำหนดให้ห้องน้ำมีพื้นที่ 3 เมตร x 5 เมตร = 15 เมตร

กำหนดให้ที่จอดรถมีพื้นที่ 12.5 เมตร x 45 เมตร = 562.5 ตารางเมตร

แผนภาพความสัมพันธ์ของเนื้อที่

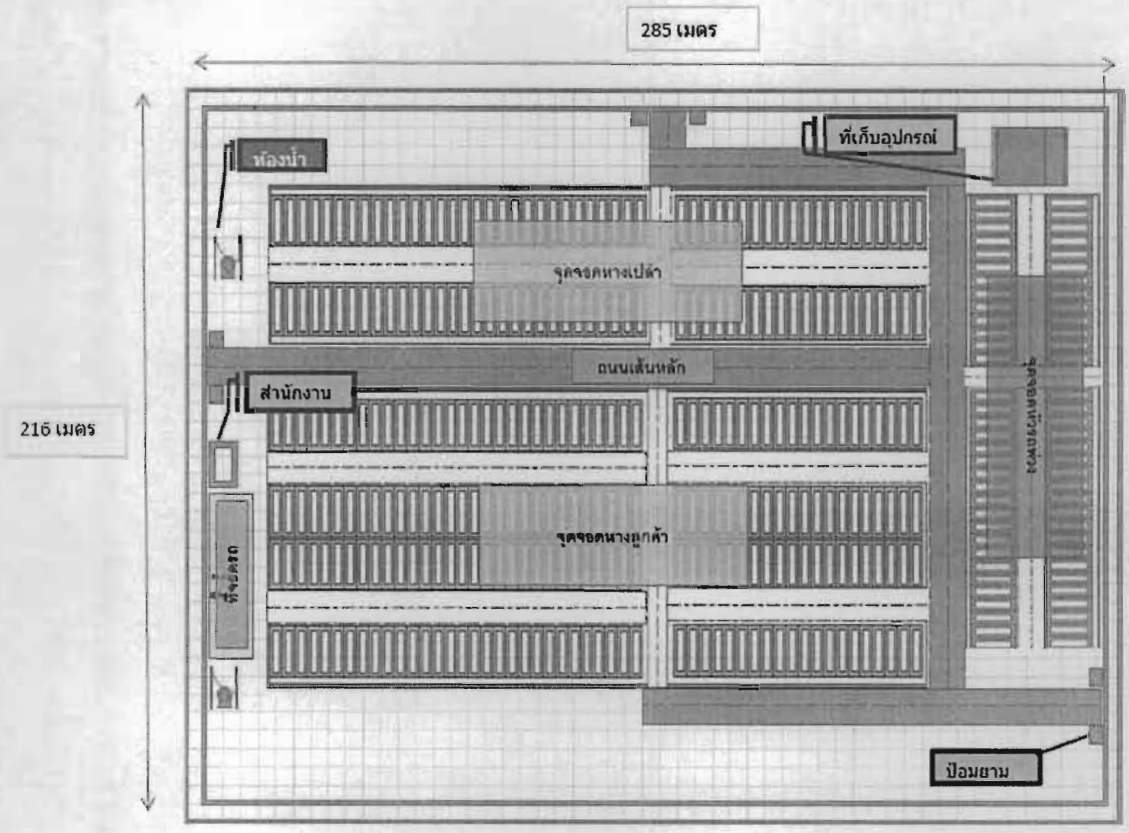
เมื่อได้ข้อมูลพื้นที่ของแต่ละหน่วยงานแล้วก็นำพื้นที่ที่ได้มาทำแผนภาพความสัมพันธ์ของเนื้อที่ซึ่งจะได้แผนภาพความสัมพันธ์ของเนื้อที่ดังนี้



ภาพที่ 4-24 แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ของเนื้อที่ (โครงการจุดเปลี่ยนถ่ายตู้คอนเทนเนอร์ในท่าเรือแหลมฉบัง, 2558)

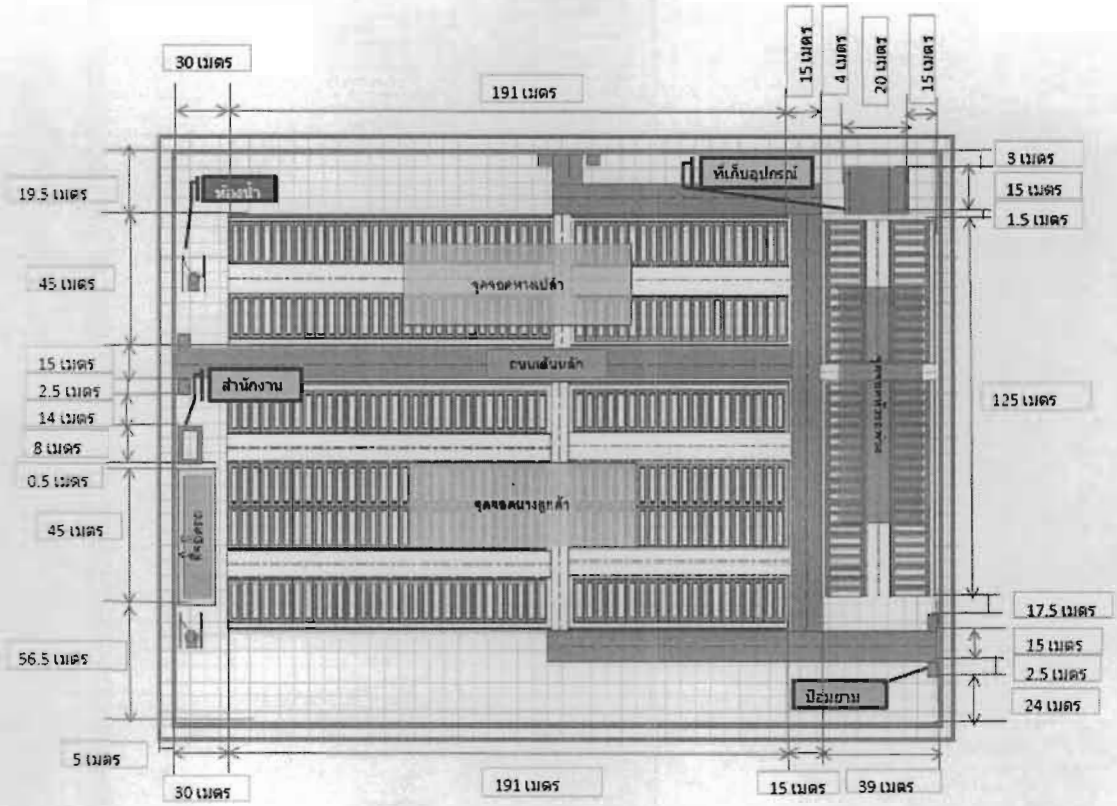
การวางผังโรงงานอย่างละเอียด

เป็นการนำแผนผังที่ร่างไว้มาทำการใส่รายละเอียดข้อมูลลงไปให้เห็นชัดเจนมากยิ่งขึ้น โดยที่ได้นำแบบแปลนคร่าว ๆ ที่ร่างไว้กับเนื้อที่ที่ได้คำนวณไว้มาใช้ในการพิจารณาวางผัง จากแผนผังความสัมพันธ์ของเนื้อที่ได้ทำการประมาณเนื้อที่ทั้งหมดที่จะต้องใช้ในโครงการอยู่ที่ กว้าง 216 เมตร และ ยาว 285 เมตร ได้พื้นที่ 61,560 ตารางเมตร หรือ ประมาณ 38.48 ไร่ สามารถแสดงได้จากแผนผังข้างล่างนี้



ภาพที่ 4-25 แผนผังโรงงานอย่างละเอียด (โครงการจุดเปลี่ยนถ่ายตู้คอนเทนเนอร์ในท่าเรือแหลมฉบัง, 2558)

จากแผนผังข้างต้นสามารถอธิบายขนาดของแผนผังอย่างละเอียดได้ดังภาพต่อไปนี้



ภาพที่ 4-26 ขนาดของแผนผังอย่างละเอียด (โครงการจุดเปลี่ยนถ่ายตู้คอนเทนเนอร์ในท่าเรือแหลมฉบัง, 2558)

จากแผนผังของภาพที่ 4-36 และ 4-37 ขออธิบายรายละเอียดเพิ่มเติมคือได้เว้นระยะโดยรอบพื้นที่โครงการไว้ที่ 5 เมตร และถนนเส้นหลักในโครงการมีความกว้าง 15 เมตร

จากผลการวิจัยของโครงการนี้จะสามารถทำให้รถบรรทุกลดจำนวนในการรอคอยจาก 9,036 TEU ต่อวัน เหลือ 7,036 TEU ต่อวัน หรือลดได้ประมาณร้อยละ 20 ต่อวัน และใช้พื้นที่ 61,560 ตารางเมตร หรือ ประมาณ 38.48 ไร่ จากพื้นที่ 169,795.12 ตารางเมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 36.26 ของพื้นที่ทั้งหมด

บทที่ 5
สรุป และข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยที่ได้เพื่อเสนอแนวทางในการบรรเทาปัญหาจราจรติดขัดในท่าเรือแหลมฉบัง โดยจะให้บริการรถบรรทุก 2,000 คันต่อวัน ในการรับจ้างเปลี่ยนถ่ายสินค้าของลูกค้าไปส่งที่เทอร์มินอล คือ ต้องใช้พนักงาน 85 คน หัวรถพ่วง 66 คัน และหางเปล่า 100 คัน โดยจะใช้พื้นที่ 61,560 ตารางเมตร หรือ ประมาณ 38.48 ไร่ ทำให้ลดปริมาณรถบรรทุกที่ต้องรอคอยได้ร้อยละ 20 ต่อวัน

ผลการวิจัยที่ได้เป็นการวิจัยที่จะรองรับรถบรรทุกเพียงร้อยละ 20 ต่อวัน หรือประมาณ 2,000 คันต่อวัน แต่ในอนาคตถ้าต้องการขยายผลการวิจัยเพื่อรองรับจำนวนรถบรรทุกมากกว่านี้ก็สามารถนำหลักการของงานวิจัยนี้ไปเป็นแนวทางในการทำการวิจัยได้

ในงานวิจัยนี้ยังสามารถเป็นแนวทางในการวิจัยด้านอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องได้ เช่น การคำนวณต้นทุนและจุดคุ้มทุน การประเมินความเสี่ยงในการทำโครงการ การพัฒนาผังโรงงาน การจัดตารางการทำงาน MAXIMIZE UTILIZATION และการทำการสำรวจความต้องการของลูกค้า เป็นต้น

บรรณานุกรม

เจษฎา สโมสร. (2552). *การปรับปรุงและจัดสมดุลสายการผลิตสำหรับอุตสาหกรรมการผลิตพรมรองพื้นรถยนต์รุ่น CRV.* งานนิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ, คณะวิศวกรรมศาสตร์ศรีราชา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ซอฟต์แวร์สำหรับค้นหาแผนที่บนโลก (Goolgle map). (2558). วันที่ค้นข้อมูล 16 กุมภาพันธ์ 2558, เข้าถึงได้จากhttp: //www.daftlogic.com/projects-google-maps-area-calculator-tool.htm

ท่าเรือแหลมฉบัง. (2554). *ท่าเรือแหลมฉบัง: ท่าเรือของโลก.* เข้าถึงได้จาก http://www.laemchabangportnew.com/2013-12-25-04-35-01.html

พรเทพ แก้วเชื้อ และกิตติสัณห์ มงคลสวัสดิ์, (2553). *การปรับปรุงผังโรงงานเพื่อเพิ่มผลผลิต กรณีศึกษา โรงงานผลิตกล่องโลหะ.* งานนิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิศวกรรมอุตสาหการและโลจิสติกส์, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร.

มนสุภี เวทีกูล และปวีณา เชาวลิตวงศ์. (2555). การวิเคราะห์ทางเลือกการวางผังโรงงานของสายการผลิตชุดบังคับเลี้ยวล้อหน้า, วารสารวิศวกรรมศาสตร์, 3(3), หน้า 19-32.

มารีนเนอร์ไทยดอทคอม. (ม.ป.ป.). การขนส่งสินค้าทางทะเล. เข้าถึงได้จาก http://www.marinerthai.net/sara/viewsara1002.php

แววดาว สมานพันธ์และ นันทชัยกานตานันทะ. (2556). การปรับปรุงผังโรงงานเพื่อจัดสมดุลกำลังการผลิต โดย เทคนิคการจำลองแบบปัญหาในอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ. *KKU Engineering Journal, 40*(2).

สถาบันยานยนต์. (2553). *อุตสาหกรรมรถบรรทุกของประเทศไทย.* เข้าถึงได้จาก http://www.siblor.com

ASTV ผู้จัดการออนไลน์. (2558). *ผู้ประกอบการขนส่งแหลมฉบัง ยื่นหนังสือจี้ท่าเรือแก้ปัญหารถติด.* เข้าถึงได้จาก http://www.manager.co.th/Local/ViewNews.aspx?NewsID=9580000063831

Freight Max. (2558). *ท่าเรือแหลมฉบังมุ่งสู่ Logistics HUB เชื่อมโยงเศรษฐกิจไทยสู่อาเซียน.* เข้าถึงได้จาก http://www.freightmaxad.com/magazine/?p=8009