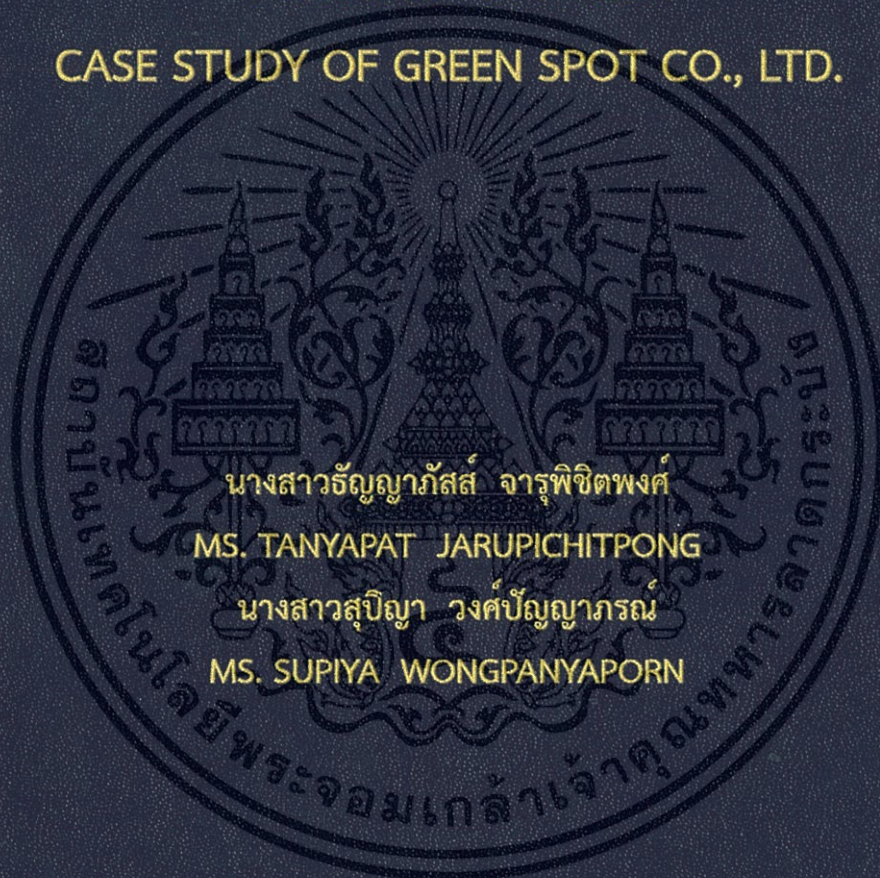


การจัดตารางทำความสะอาดแบบไม่ถอดชิ้นส่วน
ในสายการผลิตนมถั่วเหลือง
กรณีศึกษาของบริษัท กรีนสปอต จำกัด
CLEANING-IN-PLACE SCHEDULING IN SOY MILK

PRODUCTION LINES:
CASE STUDY OF GREEN SPOT CO., LTD.



นางสาวธัญญาภัสส์ จารุพิชิตพงศ์
MS. TANYAPAT JARUPICHITPONG
นางสาวสุปิญา วงศ์ปัญญาภรณ์
MS. SUPIYA WONGPANYAPORN

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2557

การจัดตารางการทำความสะอาดแบบไม่ถอดชิ้นส่วน
ในสายการผลิตนมถั่วเหลือง
กรณีศึกษาของบริษัท กรีนสปอต จำกัด
CLEANING-IN-PLACE SCHEDULING IN SOY MILK
PRODUCTION LINES:
CASE STUDY OF GREEN SPOT CO., LTD.



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2557

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CLEANING-IN-PLACE SCHEDULING IN SOY MILK
PRODUCTION LINES:
CASE STUDY OF GREEN SPOT CO., LTD.



A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEERING IN INDUSTRIAL ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2014

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองปริญญาานิพนธ์

หัวข้อปริญญาานิพนธ์ การจัดการตารางทำความสะอาดแบบไม่ถอดชิ้นส่วน ในสายการผลิตนมถั่วเหลือง กรณีศึกษาของบริษัท กรีนสปอต จำกัด
CLEANING-IN-PLACE SCHEDULING IN SOY MILK PRODUCTION LINES: CASE STUDY OF GREEN SPOT CO., LTD.

นักศึกษา นางสาวธัญญาภัสส์ จารุพิชิตพงศ์ รหัสประจำตัว 54010614
นางสาวสุปิญา วงศ์ปัญญาภรณ์ รหัสประจำตัว 54011404

หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญาานิพนธ์


(ดร.กิตติวัฒน์ สิริเกษมสุข)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์ การจัดตารางการทำความสะอาดแบบไม่ถอดชิ้นส่วน ในสายการผลิต
นมถั่วเหลือง กรณีศึกษาของบริษัท กรีนสปอต จำกัด
นักศึกษา นางสาวธัญญาภัสส์ จารุพิชิตพงศ์
นางสาวสุปัญญา วงศ์ปัญญาภรณ์
หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2557
อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์ ดร.กิตติวัฒน์ สิริเกษมสุข

บทคัดย่อ

ทางบริษัท กรีนสปอต จำกัด มีโครงการที่จะนำเครื่องจักรในสายการผลิตนมถั่วเหลืองบรรจุกล่อง ยู เอช ที สายการผลิตหนึ่ง ไปไว้ที่โรงงานแห่งอื่น แต่ไม่นำเครื่องจักรที่ใช้ในการทำความสะอาดแบบไม่ถอดชิ้นส่วน (Tetra Alsafe Cleaning-In-Place 100, ALCIP) ของสายการผลิตนั้นออกไปด้วย จึงได้นำเครื่องจักรนี้ มาใช้กับสายการผลิตอื่น เพื่อจะได้ลดเวลาการทำความสะอาดลง วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เพื่อจัดตารางการทำงานของเครื่องจักรที่ใช้ในการทำความสะอาดแบบไม่ถอดชิ้นส่วน 5 เครื่อง ใน 4 สายการผลิต ซึ่งจะมุ่งเน้นถึงเวลาที่ได้จากการจัดตารางที่ดีที่สุด โดยใช้ทฤษฎีการจัดตารางพื้นฐาน และการทดลองสุ่ม พบว่า การจัดตารางแบบ LPT มีเวลาเสร็จงานรวมของแต่ละสายการผลิตน้อยที่สุด ขณะที่การทดลองจัดตารางแบบสุ่มแบบที่ดีที่สุด ให้ผลไม่แตกต่างกันกับวิธีการใช้ทฤษฎีการจัดตารางพื้นฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Cleaning-In-Place Scheduling in Soy Milk Production Lines: Case Study of Green Spot Co., Ltd.
Student	Ms.Tanyapat Jarupichitpong Ms.Supiya Wongpanyaporn
Degree	Bachelor of Engineering in Industrial Engineering King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Academic Year	2014
Thesis Advisor	Dr.Kittiwat Sirikasemsuk

ABSTRACT

Green Spot Co., Ltd. had the project to move a soy-milk production line to another plant but the Tetra Alsafe cleaning-in-place (ALCIP) machine was not moved. Such the ALCIP machine must help other production lines in order to reduce the total cleaning-in-place (CIP) times. The purpose of this thesis was to schedule the 5 ALCIP machines in the 4 production lines in order to get the best way, by means of the classical scheduling theory and the randomized trial method. Importantly, it was found that the LPT method gave the best makespan time; while the randomized trial method only in best cases gave the results which were not different from such the classical scheduling theory.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาานิพนธ์นี้ประสบความสำเร็จได้ผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณ ดร.กิตติวัฒน์ สิริเกษมสุข อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาานิพนธ์ ที่ได้เสียสละเวลาอันมีค่า เพื่อให้คำแนะนำและความเห็นต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับปริญญาานิพนธ์เป็นอย่างดีในระหว่างการดำเนินการศึกษา และต้องขอขอบพระคุณต่อ คณะกรรมการสอบปริญญาานิพนธ์ทุกท่าน ที่ช่วยแนะนำให้แนวทาง และแนวคิดต่างๆ จนกระทั่งเสร็จสมบูรณ์ในที่สุด และผู้จัดทำขอระลึกถึงพระคุณของอาจารย์ทุกท่านที่ได้ให้ความรู้หลากหลายสาขาวิชา และแนวทางต่างๆ ซึ่งมีค่ายิ่ง ตลอดระยะเวลาที่ได้ศึกษาอยู่ ณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังแห่งนี้

ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้จะไม่สำเร็จลุล่วงได้เลย หากไม่ได้รับความช่วยเหลือจาก โรงงานตัวอย่างที่อำนวยความสะดวกให้ผู้จัดทำเข้าไปศึกษา รวมทั้งเพื่อนๆ พี่ๆ ทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำ ความร่วมมือในการให้ข้อมูล และร่วมลงมือปฏิบัติในการจัดทำปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้จนประสบความสำเร็จตามวัตถุประสงค์ทุกประการ ผู้จัดทำซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่งจึงใคร่ขอขอบพระคุณอย่างสูง ไว้ ณ โอกาสนี้

ทั้งนี้ผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อคุณแม่ ที่ให้การเลี้ยงดู การอบรมสั่งสอน การศึกษา ความรัก การสนับสนุน ให้กำลังใจ และแรงบันดาลใจต่อผู้จัดทำเสมอมา และขอแสดงความขอบคุณอย่างสูงอีกครั้ง สำหรับทุกๆ ท่านที่มีส่วนช่วยให้ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

ท้ายที่สุดปริญญาานิพนธ์จะมีคุณค่ามีประโยชน์เมื่อมีการศึกษาแล้วนำไปปฏิบัติ ประโยชน์อันพึงมีจากปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบแก่ผู้มีพระคุณทุกท่าน ทั้งที่กล่าวนาม และมีได้กล่าวนาม ซึ่งมีส่วนร่วมทำให้ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

นางสาวธัญญาภัสส์

จารุพิชิตพงศ์

นางสาวสุปัญญา

วงศ์ปัญญาภรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญรูป	ฉ
สารบัญตาราง	ฐ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	4
1.3 ขอบเขตของปริญญาานิพนธ์.....	5
1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ.....	5
1.5 แผนการดำเนินงาน.....	5
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	
2.1 แผนภูมิแกนต์.....	6
2.1.1 ข้อจำกัดแผนภูมิแกนต์.....	6
2.1.2 การประยุกต์แผนภูมิแกนต์ให้อยู่ในรูปของการผลิต.....	7
2.2 การจัดลำดับงาน.....	8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.2.1 เป้าหมายในการจัดลำดับงาน	8
2.2.2 การควบคุมโรงงาน	9
2.2.3 กฎเกณฑ์พื้นฐานในการจัดลำดับงาน	9
2.3 การกำหนดภาระงาน และวิธีการจัดสรรงาน	10
2.4 การจัดลำดับงานสำหรับหนึ่งหน่วยผลิต	11
2.5 การจัดงานสำหรับหน่วยผลิตหลายหน่วยเรียงกันแบบขนาน	13
2.6 เบื้องต้นของความน่าจะเป็นและการจัดกลุ่ม	14
2.6.1 กฎการคูณ	14
2.6.2 กฎการคูณกรณีทั่วไป	14
2.6.3 วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่	15
2.6.4 การสุ่มตัวอย่างแบบคืนที่และแบบไม่คืนที่	15
2.6.5 การจัดกลุ่ม	16
2.7 การกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างเพื่อการวิจัย	17
2.7.1 การกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่าง	18
2.7.2 วิธีการกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่าง	19
2.8 แมทแล็บ	20
2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 ศึกษาสภาพปัจจุบัน

3.1 ประวัติของบริษัทกรณีศึกษา.....	23
3.1.1 ก่อตั้งโรงงานและขยายกำลังผลิต	23
3.1.2 ผลิตภัณฑ์ของบริษัทกรณีศึกษา.....	25
3.2 สายการผลิตและกระบวนการผลิตนมกล่องยู เอช ที.....	27
3.2.1 สายการผลิต.....	27
3.2.2 กระบวนการผลิตนมกล่องยู เอช ที.....	29
3.3 กระบวนการทำความสะอาดเครื่องจักรแบบไม่ถอดชิ้นส่วน	30
3.3.1 รอบการทำความสะอาดแบบไม่ถอดชิ้นส่วน.....	31
3.3.2 เครื่องจักรที่ใช้ในการทำความสะอาด.....	32
3.4 ข้อมูลพื้นฐานในการจัดตารางการทำความสะอาดแบบไม่ถอดชิ้นส่วน	32
3.5 รูปแบบการจัดตารางการทำความสะอาดเครื่องจักรในปัจจุบัน (ก่อนการปรับปรุง).....	33
3.5.1 การจัดตารางการทำความสะอาดไม่เต็มระบบ.....	34
3.5.2 การทำความสะอาดทั้งระบบ.....	36
3.6 การวางท่อในกระบวนการผลิตนมกล่องยู เอช ที	38
3.7 ชนิดของเครื่องบรรจุและปริมาณการผลิตในปัจจุบัน.....	39
3.7.1 ชนิดของเครื่องบรรจุที่ใช้ในการผลิต.....	39
3.7.2 ปริมาณการผลิตในปัจจุบัน.....	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 การออกแบบการจัดตารางการทำความสะอาด

4.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	42
4.1.1 เหตุผลที่ต้องล้างทำความสะอาดในช่วงระหว่างเวลา 6.00-13.00 น.	43
4.1.2 เหตุผลที่ต้องให้ความสำคัญกับการจัดตารางใหม่	44
4.2 การกำหนดตัวชี้วัดความสำเร็จและเป้าหมายหลัก	45
4.3 วิธีการที่ใช้ในการจัดตารางการทำความสะอาด	46
4.4 การจัดตารางการทำความสะอาดโดยใช้กฎเกณฑ์พื้นฐาน	46
4.4.1 การจัดตารางการทำความสะอาดแบบทุก 24 ชั่วโมงโดยใช้กฎเกณฑ์พื้นฐาน.....	46
4.4.2 การจัดตารางการทำความสะอาดแบบทุก 48 ชั่วโมงโดยใช้กฎเกณฑ์พื้นฐาน.....	55
4.5 การจัดตารางการทำความสะอาดโดยใช้การทดลองสุ่ม (Random Trial).....	64
4.5.1 ข้อมูลพื้นฐานในการจัดตารางการทำความสะอาดโดยใช้การทดลองสุ่มด้วย โปรแกรมแมทแล็บ	66
4.5.2 ผลจากวิธีการทดลองสุ่มโดยใช้โปรแกรมแมทแล็บ (MATLAB).....	68
4.6 การคิดค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ	74
4.6.1 ค่าใช้จ่ายในส่วนของท่อสำหรับการจัดตารางการทำความสะอาดแบบทุก 24 ชั่วโมง.....	74
4.6.2 ค่าใช้จ่ายในส่วนของท่อสำหรับการจัดตารางการทำความสะอาดแบบทุก 48 ชั่วโมง.....	76
4.7 เวลาในการบรรจุกล่องนมรวมทั้งหมดหลังการจัดตารางการทำความสะอาด.....	78
4.7.1 เวลาในการบรรจุกล่องนมรวมทั้งหมดหลังการจัดตารางการทำความสะอาด แบบทุก 24 ชั่วโมง	78

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.7.2 เวลาในการบรรจุกล่องนมรวมทั้งหมดหลังการจัดตารางการทำความสะอาด แบบทุก 48 ชั่วโมง	79
---	----

บทที่ 5 การเปรียบเทียบและการสรุปผล

5.1 การเปรียบเทียบผลการดำเนินงานจากการจัดตารางการทำความสะอาดแบบทุก 24 ชั่วโมง.....	81
5.2 การเปรียบเทียบผลการดำเนินงานจากการจัดตารางการทำความสะอาดแบบทุก 48 ชั่วโมง.....	82
5.3 สรุปผล.....	83
เอกสารอ้างอิง.....	84
ภาคผนวก ก.....	ผก 1
ภาคผนวก ข.....	ผข 1
ภาคผนวก ค.....	ผค 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1.1 ตัวอย่างสายการผลิตน้ำนมถั่วเหลือง.....	1
รูปที่ 1.2 สายการผลิตของน้ำนมถั่วเหลืองยู เอช ที ณ ปัจจุบัน (ก่อนย้ายสายการผลิต A)	3
รูปที่ 1.3 สายการผลิตของน้ำนมถั่วเหลืองยู เอช ที เดือนมีนาคม พ.ศ. 2558 ถึงอนาคต.....	4
รูปที่ 2.1 ตัวอย่างแผนภูมิแกนต์ (Gantt Chart).....	7
รูปที่ 2.2 การจัดงานเข้าหน่วยผลิตแบบขนาน.....	13
รูปที่ 2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างความคลาดเคลื่อนในการสุ่มตัวอย่างกับขนาดของกลุ่มตัวอย่าง.....	18
รูปที่ 3.1 โรงงานกรีนสปอตแห่งแรก.....	24
รูปที่ 3.2 โรงงานกรีนสปอต ริงสิต.....	24
รูปที่ 3.3 อาคารสำนักงานใหญ่ หัวหมาก.....	25
รูปที่ 3.4 เครื่องหมายการค้า บริษัท กรีนสปอต จำกัด.....	25
รูปที่ 3.5 ผลิตภัณฑ์น้ำส้มกรีนสปอต.....	26
รูปที่ 3.6 ผลิตภัณฑ์นมถั่วเหลืองไวต้ามิลค์.....	26
รูปที่ 3.7 ผลิตภัณฑ์นมถั่วเหลือง วี-ชอย ไฮแคลเซียม.....	27
รูปที่ 3.8 ตัวอย่างแผนผังของสายการผลิตนมกล่องยู เอช ที ทั้งหมด 5 สาย (ก่อนปรับปรุง).....	28
รูปที่ 3.9 แผนผังสายการผลิตนมบรรจุกล่องยู เอช ที	28
รูปที่ 3.10 กระบวนการผลิตนมกล่องยู เอช ที	30
รูปที่ 3.11 เครื่องจักรที่ใช้ในการทำความสะอาดแบบไม่ถอดชิ้นส่วน (Tetra Alsafe Cleaning-In-Place 100, ALCIP).....	32
รูปที่ 3.12 แผนภูมิแกนต์โดยแกน y ของการทำความสะอาดแบบ 24 ชั่วโมง (ไม่ได้พิจารณา เวลารออุ่นเครื่องและเวลาอุ่นเครื่อง).....	34
รูปที่ 3.13 แผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องจักรที่ใช้ทำการผลิตน้ำนมถั่วเหลืองยู เอช ที ของการทำความสะอาดแบบทุก 24 ชั่วโมง.....	35
รูปที่ 3.14 แผนภูมิแกนต์โดยแกน y ของการทำความสะอาดแบบ 48 ชั่วโมง (ไม่ได้พิจารณา เวลารออุ่นเครื่องและเวลาอุ่นเครื่อง).....	36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 3.15 แผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องจักรที่ใช้ทำการผลิตน้ำมันถั่วเหลืองยู เอช ที ของการทำความสะอาดแบบทุก 48 ชั่วโมง.....	37
รูปที่ 3.16 แผนผังและการวางท่อในปัจจุบัน.....	38
รูปที่ 4.1 สายการผลิตของน้ำมันถั่วเหลืองยู เอช ที เดือนมีนาคม พ.ศ. 2558 ถึงอนาคต.....	43
รูปที่ 4.2 แผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องจักรที่ใช้ทำการผลิตน้ำมันถั่วเหลืองยู เอช ที ของการทำความสะอาดแบบทุก 24 ชั่วโมง (รูปแบบที่แย่).....	45
รูปที่ 4.3 แผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องทำความสะอาดตามลำดับความสำคัญของโรง งานกรณีศึกษา (CUSTPR) แบบทุกๆ 24 ชั่วโมง (ไม่ได้พิจารณาเวลารออุ่นเครื่อง และเวลาอุ่นเครื่อง).....	48
รูปที่ 4.4 แผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องจักรที่ใช้ทำการผลิตน้ำมันถั่วเหลืองยู เอช ที ตามลำดับความสำคัญของโรงงานกรณีศึกษา (CUSTPR) แบบทุก 24 ชั่วโมง.....	49
รูปที่ 4.5 แผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องทำความสะอาดตามเกณฑ์เวลาปฏิบัติงาน น้อยสุด (SPT) แบบทุก 24 ชั่วโมง (ไม่ได้พิจารณาเวลารออุ่นเครื่อง และเวลาอุ่นเครื่อง).....	51
รูปที่ 4.6 แผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องจักรที่ใช้ทำการผลิตน้ำมันถั่วเหลืองยู เอช ที ในแต่ละสายการผลิตตามเกณฑ์เวลาปฏิบัติงานน้อยสุด (SPT) แบบทุก 24 ชั่วโมง.....	52
รูปที่ 4.7 แผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องทำความสะอาดตามเกณฑ์เวลาปฏิบัติงานสูงสุด (LPT) แบบทุก 24 ชั่วโมง (ไม่ได้พิจารณาเวลารออุ่นเครื่อง และเวลาอุ่นเครื่อง).....	54
รูปที่ 4.8 แผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องจักรที่ใช้ทำการผลิตน้ำมันถั่วเหลืองยู เอช ที ในแต่ละสายการผลิตตามเวลาปฏิบัติงานสูงสุด (LPT) แบบทุก 24 ชั่วโมง.....	55
รูปที่ 4.9 แผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องทำความสะอาดตามลำดับความสำคัญ ของโรงงานกรณีศึกษา (CUSTPR) แบบทุก 48 ชั่วโมง (ไม่ได้พิจารณาเวลารอ อุ่นเครื่อง และเวลาอุ่นเครื่อง).....	57
รูปที่ 4.10 แผนภูมิแกนต์โดยแกน y แสดงการจัดตารางตามลำดับความสำคัญของโรงงาน กรณีศึกษา (CUSTPR) แบบทุก 48 ชั่วโมง.....	58
รูปที่ 4.11 แผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องทำความสะอาดตามเกณฑ์เวลาปฏิบัติงานน้อย สุด (SPT) แบบทุก 48 ชั่วโมง (ไม่ได้พิจารณาเวลารออุ่นเครื่อง และเวลาอุ่นเครื่อง).....	60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 4.12 แผนภูมิแกนต์แสดงการจัดตารางตามเวลาปฏิบัติงานน้อยสุด (SPT) พิจารณา จากเวลาการทำความสะอาดภายในเครื่องจักรทั้งระบบแบบทุก 48 ชั่วโมง.....	61
รูปที่ 4.13 แผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องทำความสะอาดตามเกณฑ์เวลาปฏิบัติงานสูงสุด (LPT) แบบทุก 48 ชั่วโมง (ไม่ได้พิจารณาเวลารออุ่นเครื่อง และเวลาอุ่นเครื่อง).....	63
รูปที่ 4.14 แผนภูมิแกนต์แสดงการจัดตารางตามเกณฑ์เวลาปฏิบัติงานสูงสุด (LPT) พิจารณา จากเวลาการทำความสะอาดภายในเครื่องจักรทั้งระบบแบบทุก 48 ชั่วโมง.....	64
รูปที่ 4.15 โปรแกรมเมทแล็บ (MATLAB).....	66
รูปที่ 4.16 การระบุชื่อหมายเลขเครื่องจักรเพื่อที่จะถูกสุ่มเลือก.....	66
รูปที่ 4.17 ลำดับของการสุ่ม (Random Trial).....	67
รูปที่ 4.18 แผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องทำความสะอาดแบบทุก 48 ชั่วโมง โดยใช้ การทดลองสุ่มแบบที่ 5 พิจารณาจากเวลาการทำความสะอาดภายในเครื่อง จักร (ไม่ได้พิจารณาเวลารออุ่นเครื่อง และเวลาอุ่นเครื่อง).....	68
รูปที่ 4.19 แผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องทำความสะอาดแบบทุก 48 ชั่วโมง โดยใช้ การทดลองสุ่มแบบที่ 8 พิจารณาจากเวลาการทำความสะอาดภายในเครื่อง จักร (ไม่ได้พิจารณาเวลารออุ่นเครื่อง และเวลาอุ่นเครื่อง).....	69
รูปที่ 4.20 แผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องทำความสะอาดแบบทุก 48 ชั่วโมง โดยใช้ การทดลองสุ่มแบบที่ 4 พิจารณาจากเวลาการทำความสะอาดภายในเครื่อง จักร (ไม่ได้พิจารณาเวลารออุ่นเครื่อง และเวลาอุ่นเครื่อง).....	70
รูปที่ 4.21 แผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องทำความสะอาดแบบทุก 48 ชั่วโมง โดยใช้ การทดลองสุ่มแบบที่ 15 พิจารณาจากเวลาการทำความสะอาดภายในเครื่อง จักร (ไม่ได้พิจารณาเวลารออุ่นเครื่อง และเวลาอุ่นเครื่อง).....	71
รูปที่ 4.22 แผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องทำความสะอาดแบบทุก 48 ชั่วโมง โดยใช้ การทดลองสุ่มแบบประยุกต์จากแบบทดลองสุ่มลักษณะที่ 4 พิจารณาจากเวลา การทำความสะอาดภายในเครื่องจักร (ไม่ได้พิจารณาเวลารออุ่นเครื่อง และเวลาอุ่นเครื่อง).....	72

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 4.23 แผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องจักรที่ใช้ทำการผลิตน้ำมันถั่วเหลืองยู เอช ที
ในแต่ละสายการผลิตโดยใช้การทดลองสุ่มแบบประยุกต์จากแบบทดลองสุ่มลักษณะ
ที่ 4 แบบทุก 48 ชั่วโมง.....73



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1.1 ขั้นตอนการดำเนินงานและระยะเวลาดำเนินงานวิจัย.....	5
ตารางที่ 3.1 ปริมาณการผลิตในปัจจุบัน แบบทุก 24 ชั่วโมง.....	39
ตารางที่ 3.2 ปริมาณการผลิตในปัจจุบัน แบบทุก 48 ชั่วโมง.....	40
ตารางที่ 4.1 การเลือกลำดับเครื่องจักรตามลำดับความสำคัญของโรงงานกรณีศึกษา (CUSTPR) แบบทุก 24 ชั่วโมง.....	47
ตารางที่ 4.2 การเลือกลำดับเครื่องจักรตามเกณฑ์เวลาปฏิบัติงานน้อยสุด (SPT) แบบทุก 24 ชั่วโมง.....	50
ตารางที่ 4.3 การเลือกลำดับเครื่องจักรตามเกณฑ์เวลาปฏิบัติงานสูงสุด (LPT) แบบทุก 24 ชั่วโมง.....	53
ตารางที่ 4.4 การเลือกลำดับเครื่องจักรตามลำดับความสำคัญของโรงงานกรณีศึกษา (CUSTPR) แบบทุก 48 ชั่วโมง.....	56
ตารางที่ 4.5 การเลือกลำดับเครื่องจักรตามเกณฑ์เวลาปฏิบัติงานน้อยสุด (SPT) แบบทุก 48 ชั่วโมง.....	59
ตารางที่ 4.6 การเลือกลำดับเครื่องจักรตามเกณฑ์เวลาปฏิบัติงานสูงสุด (LPT) แบบทุก 48 ชั่วโมง.....	62
ตารางที่ 4.7 ข้อมูลความยาวท่อที่เพิ่มเติมจากเดิมสำหรับการจัดตารางการทำความสะอาด แบบทุก 24 ชั่วโมง.....	74
ตารางที่ 4.8 ค่าใช้จ่ายในการวางท่อเพิ่มสำหรับการจัดตารางการทำความสะอาด แบบทุก 24 ชั่วโมง.....	75
ตารางที่ 4.9 ข้อมูลความยาวท่อที่เพิ่มเติมจากเดิมสำหรับการจัดตารางการทำความสะอาด แบบทุก 48 ชั่วโมง.....	76
ตารางที่ 4.10 ค่าใช้จ่ายในการวางท่อเพิ่มสำหรับการจัดตารางการทำความสะอาดแบบทุก 48 ชั่วโมง.....	77
ตารางที่ 4.11 เวลาในการบรรจุกล่องนมรวมทั้งหมดหลังการจัดตารางการทำความสะอาด แบบทุก 24 ชั่วโมง.....	78
ตารางที่ 4.12 เวลาในการบรรจุกล่องนมรวมทั้งหมดหลังการจัดตารางการทำความสะอาด แบบทุก 48 ชั่วโมง.....	79
ตารางที่ 5.1 เกณฑ์ในการพิจารณาหลังจากจัดตารางการทำความสะอาดแบบทุก 24 ชั่วโมง.....	81
ตารางที่ 5.2 เกณฑ์ในการพิจารณาหลังจากจัดตารางการทำความสะอาดแบบทุก 48 ชั่วโมง.....	82

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

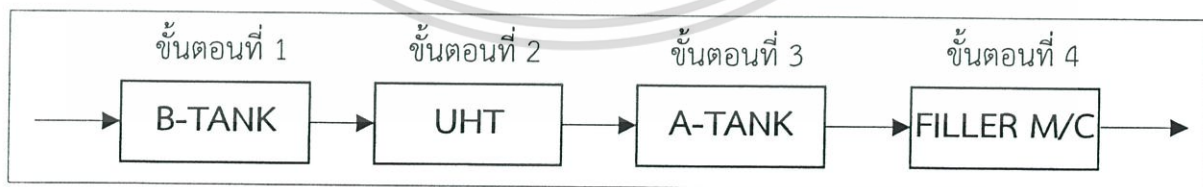
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบัน โลกของเรานั้นเกิดการพัฒนาย่างรวดเร็วในทุกๆวัน ทำให้เกิดการแข่งขันขึ้นตลอดเวลา และมีแนวโน้มว่าจะสูงขึ้นเรื่อยๆ ไม่ว่าจะเป็ธุรกิจด้านใดก็ตาม ผู้ประกอบการจึงต้องมีการพัฒนาธุรกิจของตนเองให้ดีขึ้น เพื่อให้ตอบโจทยของผู้บริโภค และไม่ให้ล้าหลังคู่แข่ง ต้นทุนถือเป็นปัจจัยหนึ่งที่จะต้องคำนึงมาก การผลิตสินค้าใตๆนอกจากจะต้องคำนึงถึงต้นทุนที่ถูกแล้ว แต่ยงต้องคำนึงถึงคุณภาพที่ดีของสินค้าด้วย ซึ่งธุรกิจการผลิตและจัดจำหน่ายนมถั่วเหลืองนั้นเป็นอีกธุรกิจหนึ่งที่มีการแข่งขันสูงมากในปัจจุบัน เพราะความรู้ในการผลิตที่ไม่ยาก และเป็นที่ต้องการทั้งในและนอกประเทศ นัวันธุรกิจนี้ ก็ยังมีผู้ผลิตและจัดจำหน่ายมากขึ้นทุกๆวัน การวางแผนการผลิตอย่างมีประสิทธิภาพจึงเป็นปัจจัยหนึ่งแห่งการอยู่รอดของผู้ผลิต

สายการผลิตน้ำนมถั่วเหลืองของโรงงานกรณีศึกษา จะมีขั้นตอนโดยสังเขป คือ

- 1) น้ำนมถั่วเหลืองที่ผ่านการผสมจากห้องผสมแล้วจะถูกลำเลียงมาไว้ในถังพักนม B (Buffer Tank)
- 2) ลำเลียงนมไปยังกระบวนการฆ่าเชื้อ (Ultra-High Temperature, UHT) เพื่อฆ่าเชื้อ
- 3) น้ำนมถั่วเหลืองที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว จะถูกลำเลียงพักที่ถังพักนม A (Alsafes Tank)
- 4) ทำการบรรจุนมลงกล่องโดยใช้เครื่องจักรบรรจุ (Filler Tank) ดังรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 ตัวอย่างสายการผลิตน้ำนมถั่วเหลือง

เนื่องจากการผลิตนมถั่วเหลืองจัดเป็นอุตสาหกรรมอาหาร ดังนั้นเรื่องความสะอาดสุขอนามัยเป็นสิ่งที่สำคัญอย่างยิ่ง จากมาตรฐานการผลิตนั้น เครื่องจักรและถังการจัดเก็บที่เกี่ยวข้องกับการผลิตจำเป็นต้องถูกทำความสะอาดทุก 24 ชั่วโมง หรือ 48 ชั่วโมง (ขึ้นอยู่กับมาตรฐานการผลิต) เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับกระบวนการล้างทำความสะอาดสายการผลิตที่นิยมใช้ คือ การทำความสะอาดแบบไม่ถอดชิ้นส่วน (Cleaning-In-Place, CIP) โดยเครื่องจักรที่ใช้ล้างจะเรียกว่า เครื่องจักรที่ใช้ทำความสะอาดแบบไม่ถอดชิ้นส่วน (Tetra Alsafe Cleaning-In-Place 100, ALCIP)

โรงงานกรีนสปอต รังสิต มีสายการผลิตนมกล่องยู เอช ที ทั้งหมด 5 สาย ซึ่งจะแสดงในรูปที่ 1.2 ได้แก่สาย 4, 5, 6, 7 และ 8 โดยที่ต่อไปนี้ทางผู้จัดทำจะเรียกสายการผลิตต่างๆดังนี้

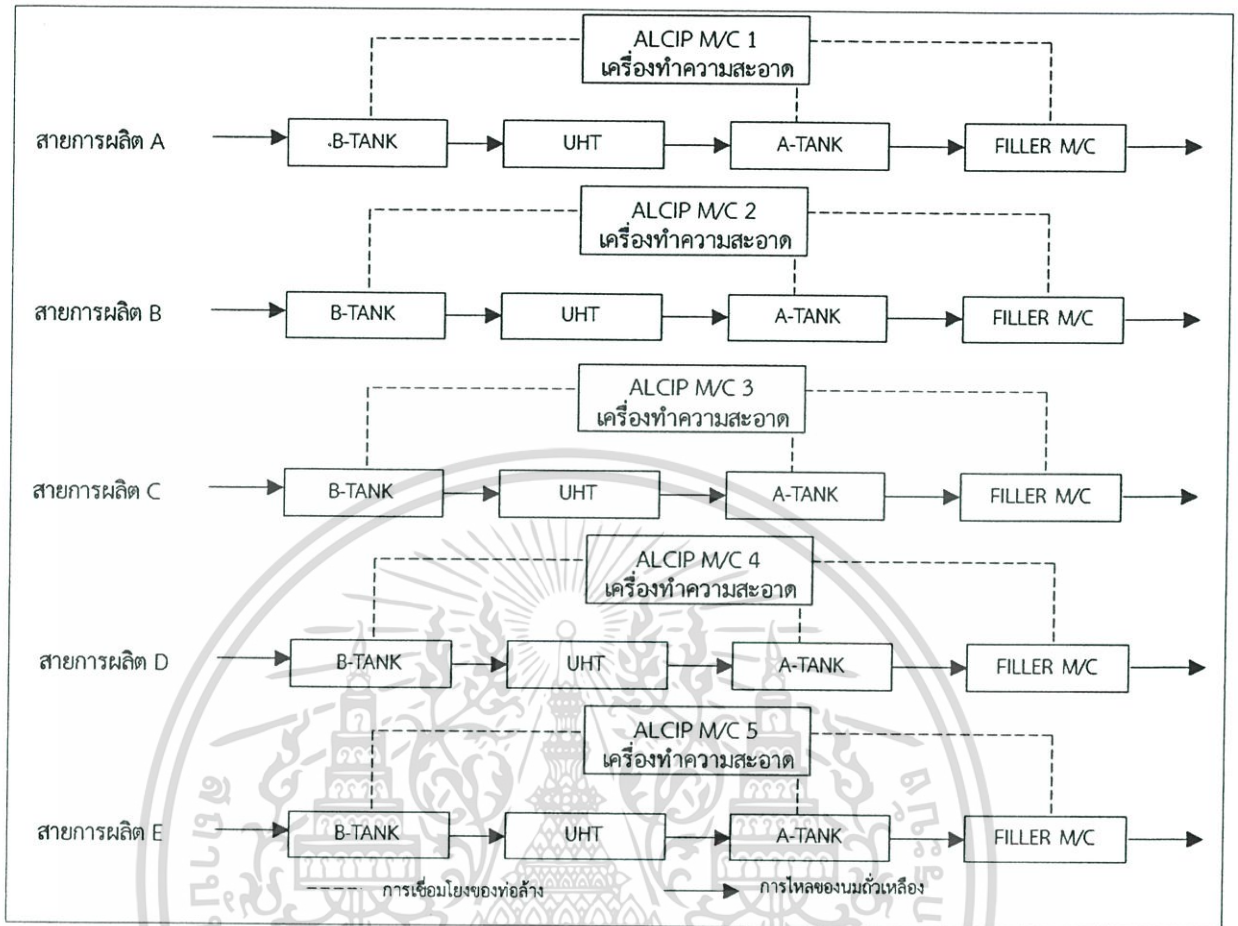
- สายการผลิตที่ 4 เรียกว่า สายการผลิต A
- สายการผลิตที่ 5 เรียกว่า สายการผลิต B
- สายการผลิตที่ 6 เรียกว่า สายการผลิต C
- สายการผลิตที่ 7 เรียกว่า สายการผลิต D
- สายการผลิตที่ 8 เรียกว่า สายการผลิต E

เนื่องจากจะมีการแทนที่สายการผลิตที่ 4 (A) เป็นสายการผลิตที่ 9 ซึ่งจะเป็นสายการผลิตที่จะถูกสร้างขึ้นใหม่ (สายการผลิตที่ 9 จะไม่ถูกกล่าวถึงในงานวิจัยนี้) โดยเปลี่ยนเครื่องจักรให้ทันสมัยขึ้นในเดือนมีนาคม พ.ศ.2558 ทางโรงงานจึงมีโครงการที่จะนำเครื่องจักรในสายการผลิตที่ 4 (A) ไปไว้ที่โรงงานแห่งอื่นแต่ไม่ได้นำเครื่องจักรที่ใช้ในการทำทำความสะอาดแบบไม่ถอดชิ้นส่วน (Tetra Alsafe Cleaning-In-Place 100, ALCIP) ของสายการผลิตนี้ออกไปไว้ที่โรงงานสาขาอื่น ทางโรงงานที่รังสิตจึงเห็นว่าควรนำเครื่องจักรทำความสะอาดสายการผลิตที่ 4 (A) มาช่วยล้างทำความสะอาดกับสายการผลิตอื่นคือสายการผลิต B, C, D และ E ซึ่งจะแสดงในรูปที่ 1.2 เพื่อจะได้ลดเวลาของการทำความสะอาดโดยรวมลง

ปัจจุบันการทำความสะอาดและเตรียมเครื่องเพื่อรอใช้งานนั้นรวมทุกสายการผลิตนั้นใช้เวลา 5 ชั่วโมง โดยแต่ละสายการผลิตมีการทำความสะอาด 4 เครื่องจักรดังนี้

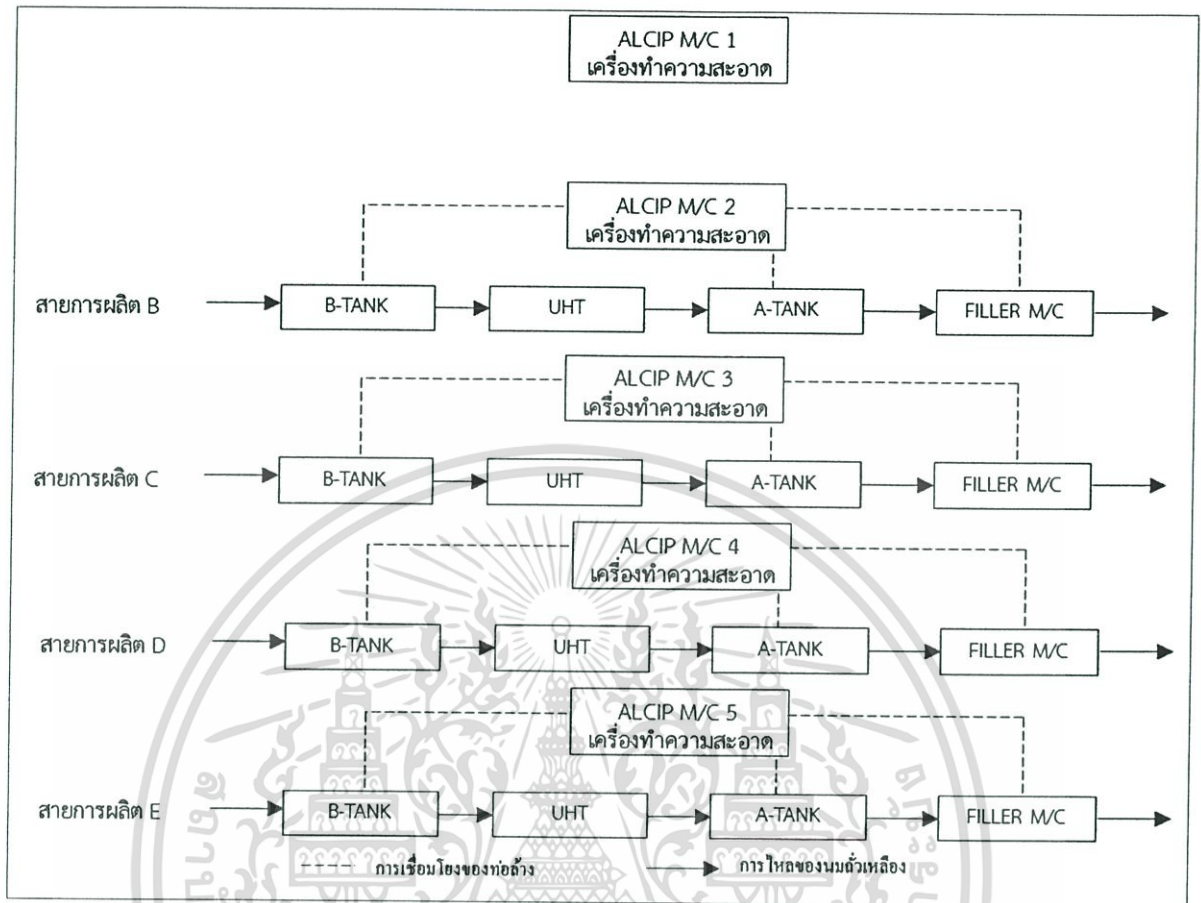
- 1) ถังพักนม B (Buffer Tank) ใช้เวลาทำความสะอาด 80 นาที
 - 2) เครื่องจักรในกระบวนการฆ่าเชื้อ (Ultra-High Temperature, UHT) ใช้เวลาทำความสะอาด 120 นาที เตรียมเครื่อง 60 นาที
 - 3) ถังพักนม A (Alsafe Tank) ใช้เวลาในการทำทำความสะอาด 90 นาทีและใช้เวลาเตรียมอีก 90 นาที
 - 4) เครื่องบรรจุ (Filler Machine) ใช้เวลาทำความสะอาด 90 นาทีเตรียมเครื่อง 50 นาที
- แต่เครื่องจักรในกระบวนการฆ่าเชื้อ (Ultra-High Temperature, UHT) นั้นมีเครื่องจักรที่ใช้ทำความสะอาดในตัว จึงไม่นำมาจัดตารางรวมกับเครื่องจักรที่เหลือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.2 สายการผลิตของน้ำนมถั่วเหลืองยู เอช ที ณ ปัจจุบัน (ก่อนย้ายสายการผลิต A)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.3 สายการผลิตของน้ำนมถั่วเหลืองยู เอช ที เดือนมีนาคม พ.ศ. 2558 ถึงอนาคต

ปัญหาของทางโรงงาน ณ ปัจจุบัน คือ ต้องการจัดตารางเวลาการทำงานของเครื่องจักรที่ใช้ในการทำความสะอาดแบบไม่ถอดชิ้นส่วน (Cleaning-In-Place, CIP) ใน 4 สายการผลิต (ทำความสะอาดเครื่องจักรทั้งหมด 12 เครื่อง) เมื่อมีเครื่องที่ใช้ทำความสะอาดแบบไม่ถอดชิ้นส่วน (Cleaning-In-Place, CIP) 5 เครื่อง โดยสามารถวัดความสำเร็จของโครงการนี้ จากเวลาในการทำงาน (Makespan) หรือเวลารวมในการทำงาน (Total Flow Time) ที่ได้จากการจัดตารางที่ดีที่สุดเป็นหลัก

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อจัดตารางการทำงานของเครื่องจักรที่ใช้ในการทำความสะอาดแบบไม่ถอดชิ้นส่วน (Cleaning-In-Place, CIP) ในสายการผลิตนมถั่วเหลืองบรรจุกล่องยู เอช ที ซึ่งมุ่งเน้นถึงเวลาที่ได้จากการจัดตารางที่ดีที่สุด โดยใช้ทฤษฎีการจัดตารางพื้นฐาน (Classical Scheduling Theory) และแบบสุ่มเลือก (Random Trial)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของปริญญาโท

- 1) ศึกษาตารางการทำงานของเครื่องจักรที่ใช้ในการทำความสะอาดแบบไม่ถอดชิ้นส่วน (Cleaning-In-Place, CIP) ซึ่งได้แก่ ถังพักนม A (Alsafe Tank) ถังพักนม B (Buffer Tank) และเครื่องบรรจุ (Filler Machine) ของสายการผลิตนมถั่วเหลืองบรรจุกล่องยู เอช ที บริษัท กรีนสปอต จำกัด
- 2) ใช้ข้อมูลในการศึกษาของเดือนสิงหาคม 2557 ถึงเดือนธันวาคม 2557 เป็นระยะเวลา 5 เดือน
- 3) เครื่องจักร ALCIP มีทั้งหมด 4 เครื่อง และเครื่องจักรที่จะถูกล้างมีทั้งหมด 12 เครื่อง จาก 4 สายการผลิต
- 4) ทางโรงงานกรณีศึกษากำหนดให้ทุกสายการผลิตเครื่องจักรที่จะถูกล้างทำความสะอาดพร้อมกันในช่วงเวลาตั้งแต่ 6.00 น. ถึง 13.00 น.

1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ

- 1) ได้รูปแบบการจัดตารางการทำความสะอาดในสายการผลิตนมถั่วเหลืองบรรจุกล่องยู เอช ที มีประสิทธิภาพ
- 2) ลดค่าใช้จ่ายในการติดตั้งท่อทำความสะอาดระหว่างเครื่องจักร

1.5 แผนการดำเนินงาน

แผนการดำเนินงานของปริญญาโทฉบับนี้ จะมีขั้นตอนการดำเนินงานและระยะเวลาดำเนินงานวิจัย ดังตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 ขั้นตอนการดำเนินงานและระยะเวลาดำเนินงานวิจัย

ขั้นตอนการทำงาน	พ.ศ. 2557					พ.ศ. 2558			
	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.
1) พิจารณานำเสนอโครงงาน และกำหนดปัญหา	■								
2) ศึกษาสภาพปัจจุบัน และเก็บข้อมูล		■							
3) ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง			■						
4) วางแผนการจัดตารางการทำความสะอาดตามทฤษฎี			■						
5) วางแผนการจัดตารางการทำความสะอาดแบบลุ่ม				■					
6) เปรียบเทียบการจัดตารางแบบต่างๆ และสรุปผล					■				
7) นำเสนอต่อโรงงาน						■			
8) สรุปและเขียนรูปเล่มโครงงาน								■	■

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การจัดตารางการทำความสะอาด เป็นส่วนหนึ่งในการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน นำไปสู่กระบวนการทำความสะอาด สามารถดำเนินงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยการออกแบบจัดตารางการทำความสะอาด เพื่อลดเวลาสูญเสียที่เกิดจากการรอเวลาในการทำความสะอาดของเครื่องจักร และช่วยเพิ่มเวลาในการผลิต เนื้อหาในบทนี้กล่าวถึงทฤษฎีที่ต้องใช้ แผนภูมิแกนต์ การจัดลำดับงาน ความน่าจะเป็นเบื้องต้น และการใช้โปรแกรมเมทแล็บ

2.1 แผนภูมิแกนต์

แผนภูมิแกนต์ (Gantt Chart) หมายถึง แผนผังคุมกำหนดงาน มักใช้ในการจัดการโครงการต่างๆ ในองค์กรขนาดใหญ่ ซึ่งอาจมีขั้นตอนซับซ้อนและมากมาย โดยจะใช้เป็นเทคนิคเครื่องมือช่วยในการปฏิบัติงานของผู้บริหาร ในการดำเนินการแก้ไขควบคุมการวางแผนที่เหมาะสม เพื่อช่วยสนับสนุนให้การดำเนินงานบรรลุเป้าหมาย แผนภูมิแกนต์จะแสดงถึงปริมาณงานและกำหนดเวลาที่ต้องใช้ เพื่อทำงานนั้นให้ลุล่วง (ชุมพล ศฤงคารศิริมา, 2555: 54)

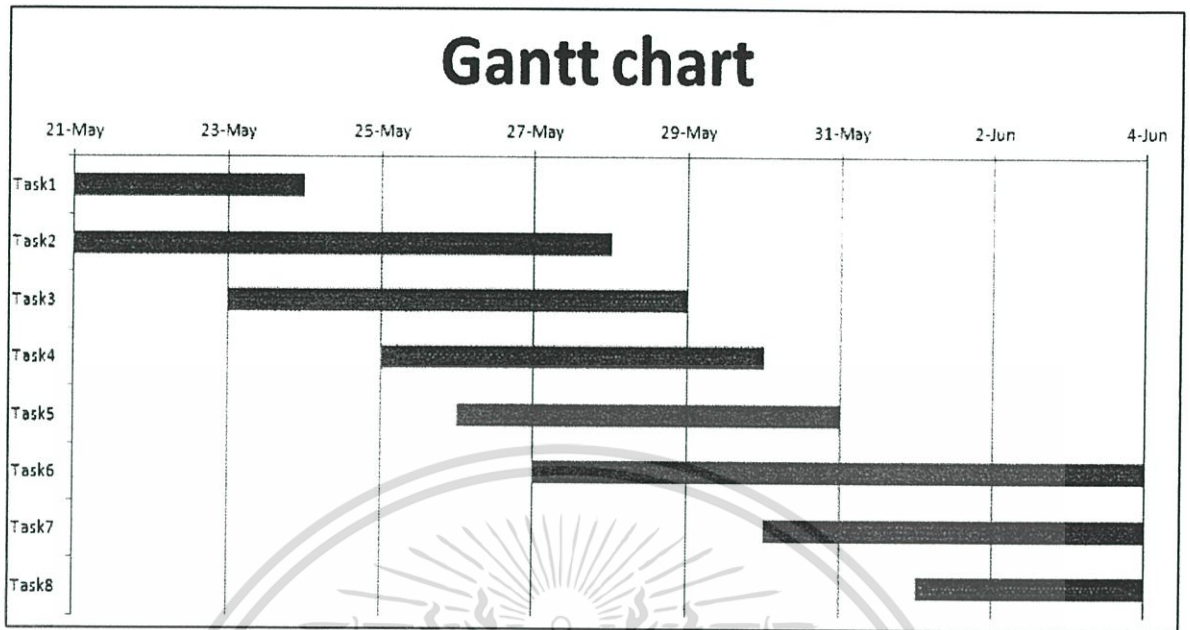
แผนภูมิแกนต์เป็นแผนภูมิในรูปของกราฟแท่งที่ประกอบด้วยแกนหลัก 2 แกน คือ แกนนอน แสดงถึงเวลาในการทำงาน และแกนตั้งแสดงถึงงานหรือกิจกรรมที่ต้องทำ แท่งกราฟวางตัวในแนวนอน ความยาวของกราฟแท่งจะแสดงให้เห็นสัดส่วนโดยตรงกับระยะเวลาในการทำงาน ซึ่งได้แสดงในรูปที่ 2.1 กิจกรรมต่างๆจะถูกกำหนดให้ มีการดำเนินเป็นไปตามแผนการผลิตที่ต้องการ และถ้ามีการเบี่ยงเบนเกิดขึ้นในเวลาใดๆ จะมีการจดบันทึกและแสดงภาพที่เกิดขึ้น เพื่อจะได้หาทางแก้ไข เช่น เรื่องการกำหนดงาน สาเหตุของการล่าช้า ตลอดจนการเปลี่ยนแปลงและการจัดแจงภาระงานในการผลิต

2.1.1 ข้อจำกัดแผนภูมิแกนต์

- 1) ไม่สามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่างงานย่อยต่างๆจึงบอกไม่ได้ว่า
 - กิจกรรมใดบ้างที่จะต้องทำให้เสร็จก่อนเริ่มต้นกิจกรรมอื่น
 - กิจกรรมใดบ้างที่สามารถเริ่มต้นพร้อมกันได้
 - กิจกรรมใดสามารถล่าช้าได้เท่าใด โดยไม่กระทบต่อกิจกรรมอื่น

2) ไม่สามารถบอกได้ว่าควรจะใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดอย่างไร ให้บริหารโครงการได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่บนสื่อออนไลน์
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 ตัวอย่างแผนภูมิแกนต์ (Gantt Chart) (ชุมพล ศฤงคารศิริมา, 2555: 54)

2.1.2 การประยุกต์แผนภูมิแกนต์ให้อยู่ในรูปของการผลิต

การประยุกต์แผนภูมิแกนต์ ให้อยู่ในรูปของการผลิต สามารถทำได้ 3 วิธี คือ

1) โดยการรวมเวลาของงานต่างๆทั้งหมดเข้าด้วยกันไว้ในแต่ละแผนกหรือศูนย์งาน (Perpetual Scheduling) หรือแม้กระทั่งเครื่องจักรหรือสิ่งอำนวยความสะดวกอื่นๆ หลังจากนั้นจึงทำการทบทวนสถานะของงานทุกอย่าง ซึ่งโดยทั่วๆ ไปแล้ว จะทำการตรวจสอบดูทุกๆ สัปดาห์ เส้นแถบหนาในแนวนอนจะแสดงถึงเวลาที่ได้จองไว้สำหรับกิจกรรมที่ต้องทำ การสรุปผลในแต่ละสัปดาห์จะได้ข้อมูลในรูปของกราฟ (Graphic Record) เมื่อนำภาระของกิจกรรมต่างๆ มาเปรียบเทียบกับและถ้าแสดงให้เห็นถึงภาระงานที่แตกต่างกัน ก็อาจจะนำทรัพยากรในแผนกที่มีภาระน้อย ไปช่วยในแผนกที่มีภาระงานล้นมือได้

2) โดยการพิจารณาเฉพาะงานที่ต้องทำให้เสร็จในแต่ละศูนย์งาน ภายในแต่ละช่วงเวลา (Periodic Scheduling) ส่วนความยาวของเส้นแถบบางในแผนภูมิแสดงถึงภาระงานสะสม ซึ่งได้กำหนดเป็นตารางเวลาไว้ก่อนหน้าแล้ว

3) โดยการจัดลำดับขั้นตอนการทำงาน (Order Scheduling) แบบใช้เส้นแถบตั้ง คือ ความยาวของเส้นแถบจะแสดงถึง เวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรมใดๆให้สำเร็จ การกำหนดเส้นแถบลงในตำแหน่งตามแกนของเวลานั้น จะต้องขึ้นอยู่กับกิจกรรมที่จะต้องทำ พร้อมทั้งมีหมายเลขกำกับไว้ ส่วนลำดับขั้นตอนของกิจกรรมที่จะต้องกระทำต่อเนื่องกัน ตลอดจนตารางเวลาการเสร็จงานจะถูกระบุไว้ในแผนภูมิการประกอบ (Assembly Chart)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 การจัดลำดับงาน

การจัดลำดับงาน (Classical Scheduling Theory) คือ การกำหนดว่าเมื่อใดจะต้องใช้พนักงาน เครื่องมือ อุปกรณ์ หรือ ทรัพยากรต่างๆ ในการผลิตสินค้าหรือบริการ เป็นการวางแผนขั้นตอนสุดท้าย ก่อนการผลิตจะเริ่มขึ้น การจัดลำดับงานจะแตกต่างกันออกไปตามลักษณะของการดำเนินการ

หมายเหตุ ผู้ควบคุมการผลิต มักจะประสบปัญหาเรื่องการจัดการการผลิต มักจะใช้วิธีการทำงานเรียงตามลำดับงานที่เข้ามา โดยไม่คำนึงถึงผลประโยชน์สูงสุดในการจัดการ (ชุมพล ศฤงคารศิริ มา, 2555: 68-69)

จุดประสงค์ของการจัดการการผลิต มีอยู่หลายประการด้วยกันคือ

1) เพื่อเพิ่มการใช้ทรัพยากรให้มีประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งหมายความว่า จะต้องจัดการอย่างไรจึงจะเกิดการรอคอยหรือสูญเสียน้อยที่สุด โดยปกติแล้ว การใช้ทรัพยากรจะแปรผันอย่างผกผันกับเวลาที่ต้องการในการทำงาน เวลาดังกล่าวนี้ก็คือ เวลาในการทำงาน (Makespan) หรือเวลาในการทำงานรวม (Max Flow Time) ของตารางการผลิตหลัก ดังนั้นการปรับปรุงตารางการผลิตของชุดของงาน ก็เพื่อต้องการลดเวลาในการทำงาน

2) เพื่อลดการรอคอยในกระบวนการผลิต ซึ่งจะหมายถึง การลดจำนวนที่ต้องรอคอยโดยเฉลี่ยลง ในขณะที่เครื่องจักรหรือคนยังต้องทำงานอยู่กับงานอื่นๆ

3) เพื่อลดความล่าช้าของงานลง ในกรณีที่ยังไม่เสร็จจะต้องถูกปรับ แนวทางการลดความล่าช้า อาจทำได้โดยลดความล่าช้าสูงสุด (Max Tardiness) หรืออาจจะลดจำนวนงานที่ล่าช้าลง ซึ่งจะไม่มีวิธีการใดที่เฉพาะเจาะจงในการลดความล่าช้าเฉลี่ย (Mean Tardiness)

2.2.1 เป้าหมายในการจัดลำดับงาน

เป้าหมายในการจัดลำดับงาน (Operations in Scheduling) มีด้วยกันหลายลักษณะ ได้แก่

- การลดเวลางานล่าช้า (Minimizing Job Lateness)
- การลดเวลาตอบสนอง (Minimizing Response Time)
- การลดเวลาเสร็จงาน (Minimizing Completion Time)
- การเพิ่มประโยชน์ในการใช้งานเครื่องจักรหรือแรงงาน (Maximizing Machine or Labor Utilization)

- การลดเวลาว่าง (Minimizing Idle Time)

เป้าหมายที่มักกำหนดโดยทั่วไป ได้แก่ เวลาในระบบทั้งหมดต่ำสุด (Minimizing Flow time) เวลาส่งงานไม่ทันกำหนดต่ำสุด (Minimizing Total Tardiness) เวลากำหนดงานเสร็จสูงสุด (Maximum Completion Time) เวลาส่งงานไม่ทันกำหนดมากที่สุดหรือจำนวนงานไม่ทันกำหนดมากที่สุด (Maximum Tardiness or the Number of Tardy Job)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การกำหนดให้มีช่วงกว้างต่ำมีค่าเทียบเท่ากับการลดเวลาสูญเปล่า และเป็นการเพิ่มการใช้ประโยชน์จากเครื่องจักรให้มากที่สุด ส่วนการกำหนดให้เวลาในระบบต่ำสุดจะเทียบเท่ากับการลดเวลางานเสร็จ ลดเวลางานเสร็จก่อนหรือหลัง หรือลดเวลารอคอยงาน นอกจากนี้ยังเป็นการลดจำนวนงานที่อยู่ในระบบอีกด้วย ส่วนการลดจำนวนงานไม่ทันกำหนด ลดเวลาไม่ทันกำหนดสูงสุด และเวลาไม่ทันกำหนดทั้งหมด เป็นตัววัดของการบริการลูกค้า

2.2.2 การควบคุมโรงงาน

1) การควบคุมโรงงาน (Shop Floor Control, SFC) คือ การควบคุมการผลิตและการควบคุมกิจกรรมการผลิต (Production Activity Control, PAC) โดยมากแล้วจะรับผิดชอบเกี่ยวกับ การกำหนดภาระ (Loading) เป็นการตรวจสอบว่ามีวัตถุดิบ เครื่องจักร และแรงงานเพียงพอหรือไม่ การวางแผนการจัดสรรวัตถุดิบ (Material Resource Planning, MRP) จะวางแผนเกี่ยวกับวัตถุดิบให้เพียงพอ การเติมสินค้าอย่างต่อเนื่อง (Continuous Replenishment Program, CRP) จะแปลงแผนการใช้วัตถุดิบไปยังเครื่องจักรหรือพนักงานและตรวจสอบภาระงานของทรัพยากรที่มีอยู่ การควบคุมการผลิตก็คือการจัดสรรหรือกำหนดงานไปยังพนักงานหรือเครื่องจักร และพยายามที่จะปรับระดับภาระงานให้สม่ำเสมอเท่าเทียมกัน

2) การจัดลำดับงาน (Classical Scheduling Theory) ทำหน้าที่ปล่อยใบสั่งงานไปยังส่วนผลิตและใบลำดับของงานไปยังเครื่องจักรแต่ละเครื่อง ในการวางแผนการจัดสรรวัตถุดิบ (Material Resource Planning, MRP) ได้กำหนดให้มีการปล่อยใบสั่งงาน หลังจากตรวจสอบความถูกต้องและความเป็นไปได้เรียบร้อยแล้ว การควบคุมการผลิตก็จะทำการปล่อยใบสั่งงานจริง และเมื่อมีงานจำนวนหนึ่งถูกส่งไปยังเครื่องจักรเครื่องหนึ่ง ก็จะต้องมีการจัดลำดับเพื่อให้พนักงานทราบว่าจะเริ่มดำเนินการงานใดก่อนใบแสดงลำดับงานจะแสดงลำดับของงานที่จะต้องดำเนินการ โดยลำดับดังกล่าวจะต้องยึดหลักการใดหลักการหนึ่งของการจัดลำดับ

3) การติดตาม (Monitoring) ตรวจสอบรายงานผลความก้าวหน้าอย่างต่อเนื่องในงานแต่ละงานจนงานเสร็จสมบูรณ์ การติดตามนี้มีความสำคัญเนื่องจากงานบางงานอาจจะเป็นต้องทำการจัดลำดับใหม่เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงในระบบ แผนภูมิแกนต์และแผนภูมิปัจจัยการควบคุมนำเข้าและออกจะถูกนำมาใช้ในส่วนนี้

2.2.3 กฎเกณฑ์พื้นฐานในการจัดลำดับงาน

เมื่อมีงานมากกว่า 1 งานจัดสรรไปยังเครื่องจักร พนักงานจำเป็นที่จะต้องทราบลำดับที่จะต้องดำเนินการงาน กระบวนการจัดลำดับนี้เรียกว่า การจัดลำดับงาน (Scheduling) เป็นการจัดลำดับงานไปยังทรัพยากรที่มีอยู่ ในกรณีที่ไม่มีกำหนดกฎเกณฑ์ใดๆในการจัดลำดับ ให้ใช้กฎเกณฑ์เข้าก่อนออกก่อน (First-come First-served, FCFS) เป็นพื้นฐาน (บุษบา พุกกาพันธ์รัตน์, 2552: 119-124) แม้ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กฎเกณฑ์พื้นฐานในการจัดลำดับงานประกอบไปด้วย

- 1) เข้าก่อนออกก่อน (First-Come First-Served, FCFS) ให้ความสำคัญกับงานที่เข้ามาถึงหน่วยผลิตก่อน
- 2) เข้าหลังออกก่อน (Last-Come First-Served, LCFS) ให้ความสำคัญกับงานที่เข้ามาหลังสุด
- 3) เวลากำหนดส่งงานเร็วสุด (Earliest Due Date, EDD) ให้ความสำคัญกับงานที่มีกำหนดส่งงานเร็วที่สุดก่อน
- 4) ลำดับความสำคัญของลูกค้า (Highest Customer Priority, CUSTPR) ให้ความสำคัญกับงานตามลำดับความสำคัญของลูกค้า
- 5) การติดตั้ง (Similar Required Setups, SETUP) ให้ความสำคัญกับงานที่มีลักษณะการติดตั้งคล้ายคลึงกันมักใช้ในกรณีใช้เวลาในการติดตั้งมาก
- 6) สแล็กต่ำสุด (Smallest Slack) สแล็กก็คืองานที่ยังเหลืออยู่ และจะต้องดำเนินการ หรือก็คือผลต่างระหว่างกำหนดส่งงานและเวลาในปัจจุบันลบเวลาในการทำงานที่เหลือ ((Due-Date-Today's Date) – Remaining Processing Time)
- 7) สัดส่วน CR (Critical Ratio) คือสัดส่วนของเวลาที่เหลือและงานที่เหลือ ให้ความสำคัญกับสัดส่วน CR ที่ต่ำสุดก่อน CR พิจารณาทั้งเวลาและงานที่ยังเหลืออยู่
- 8) เวลาปฏิบัติงานน้อยที่สุด (Shortest Processing Time, SPT) ให้ความสำคัญกับงานที่มีเวลาในการดำเนินงานต่ำสุดเพื่อให้มีปริมาณงานเสร็จสูง งานบางงานที่มีเวลาในการดำเนินงานมากอาจถูกเลื่อนไปเรื่อยๆ
- 9) เวลาปฏิบัติงานสูงสุด (Longest Processing time, LPT) ให้ความสำคัญกับงานที่มีเวลาในการดำเนินงานสูงสุดก่อน งานบางงานที่มีเวลาในการดำเนินงานน้อยอาจถูกเลื่อนไปเรื่อยๆ

2.3 การกำหนดภาระงาน และวิธีการจัดสรรงาน

การกำหนดภาระงาน (Loading) คือกระบวนการในการจัดสรรงานไปยังทรัพยากรที่มีอยู่แล้วอย่างจำกัด งานแต่ละงานสามารถดำเนินการได้ที่พนักงานหลายคน เครื่องจักรหลายเครื่องหรือหลายสถานงาน ด้วยความสามารถในการผลิตที่แตกต่างกันออกไป หากกำลังการผลิตเพียงพอ งานก็สามารถจัดให้กับทรัพยากรที่เหมาะสมได้ โดยดูข้อมูลได้จาก การเติมสินค้าอย่างต่อเนื่อง (Continuous Replenishment Program, CRP) ว่าทรัพยากรใดดำเนินการงานใดแล้วมีประสิทธิภาพสูงสุด ก็ให้จัดงานนั้นไปยังทรัพยากรนั้น แต่หากมีภาระงานที่สูง การควบคุมการผลิตจะต้องดำเนินการตรวจสอบรายการงานทั้งหมด และดูว่างานใดจะต้องทำการจัดสรรใหม่ให้เหมาะสม ปัญหาในเรื่องของความเหมาะสมในการจัดสรรงานไปยังเครื่องจักรหรือพนักงานสามารถทำการแก้ไขได้ด้วย วิธีการจัดสรรงาน (Assignment Method) ซึ่งเป็นวิธีการหนึ่งของโปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming) (บุชบา พฤษชาพันธุ์รัตน์ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า 2552, 125) ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการจัดสรรงานสำหรับการกำหนดภาระงาน

วิธีการจัดสรรงาน คือวิธีการเฉพาะของโปรแกรมเชิงเส้นในการตัดสินใจเลือกงานสำหรับคนงานหรืองานสำหรับเครื่องจักร ซึ่งในที่นี้จะใช้ขั้นตอนของ Hungarian เริ่มจากกำหนดให้มีตารางของงานและทรัพยากร หลังจากนั้นสร้างเมทริกซ์ต้นทุนเสียโอกาส (Opportunity Cost) ขึ้น และเลือกการจัดสรรที่ดีที่สุดในการพิจารณาส่วนได้เสียระหว่างทางเลือก ด้วยเทคนิคนี้งานหนึ่งงานจะถูกจัดสรรให้แก่พนักงานคนใดคนหนึ่งหรือเครื่องจักรใดเครื่องจักรหนึ่ง ขั้นตอนของปัญหาการหาค่าต่ำสุดตามหลักการจัดสรรงานแสดงไว้ดังนี้

- 1) ทำการลดจำนวนในแถว โดยในแต่ละแถวหักลบค่าต่ำสุดของแถวนั้นๆ ออกจากทุกๆ ค่าของแถว
- 2) ทำการลดจำนวนในคอลัมน์ โดยในแต่ละคอลัมน์หักลบค่าที่ต่ำที่สุดในแต่ละคอลัมน์ออกจากทุกๆ ค่าของคอลัมน์
- 3) ตารางที่ได้เรียกว่าเมทริกซ์ต้นทุนเสียโอกาส ซิดคร่อมทั้งในแถวตั้งและแถวนอนที่มีค่าศูนย์ โดยใช้จำนวนเส้นแนวตั้งและแนวนอนต่ำที่สุด
- 4) ถ้าจำนวนเส้นเท่ากับจำนวนแถวในเมทริกซ์แล้ว จะสามารถหาคำตอบที่ดีที่สุดได้ โดยให้จัดสรรงานไปยังทรัพยากรที่มีค่าศูนย์ หรือมีเช่นนั้นให้แก่เมทริกซ์ โดยให้หักค่าต่ำที่สุดที่ไม่ได้มีการซิดคร่อมออกจากทุกๆ ค่าที่ไม่มีการซิดคร่อม และเพิ่มค่าจำนวนนี้ให้แก่เซลล์ที่มีเส้นสองเส้นตัดกัน ค่าอื่นในเมทริกซ์ให้คงค่าเดิมไว้ไม่เปลี่ยนแปลง
- 5) ทำซ้ำขั้นตอนที่ 3 ถึง 5 จนกว่าจะได้คำตอบที่ดีที่สุด

2.4 การจัดลำดับงานสำหรับหนึ่งหน่วยผลิต

การจัดลำดับงานที่ง่ายที่สุดคือการจัดลำดับงานสำหรับหนึ่งสถานงาน (Single Machine Scheduling) โดยกำหนดให้ไม่มีงานไหลเข้ามาในขณะที่ทำการวิเคราะห์ เวลาในการดำเนินการ (Processing Time) และกำหนดส่งงาน (Due Date) มีค่าคงที่ โดยไม่คำนึงถึงเวลาในการติดตั้ง ในสถานการณ์เช่นนี้ เวลาเสร็จงาน (Completion Time) หรือเวลาในระบบ (Flow Time) ของแต่ละงานจะแตกต่างกัน โดยขึ้นอยู่กับตำแหน่งของลำดับงาน เวลาที่งานทั้งหมดเสร็จเรียกว่า ช่วงกว้าง (Makespan) จะไม่เปลี่ยนแปลง เวลาส่งงานไม่ทันกำหนด (Tardiness) คือ ผลต่างระหว่างกำหนดส่งงานล่าช้าที่สุดและเวลาเสร็จงาน การจัดลำดับงานเป็นเรื่องยากที่จะหาทฤษฎีที่ดีที่สุด ตัวอย่างของกรณีศึกษาอย่างง่ายที่สุดส่วนใหญ่ก็ยังไม่อาจหาทฤษฎีที่จะทำให้ทั้งประสิทธิภาพของกระบวนการและประสิทธิผลของกำหนดส่งงานที่ดีที่สุดได้ (บุชบา พุกษาพันธุ์รัตน์, 2552: 127)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักเกณฑ์ในการเลือกกฎเกณฑ์ในการจัดลำดับงานทั่วไป

หลักเกณฑ์ในการเลือกกฎเกณฑ์ในการจัดลำดับงานทั่วไปมีดังนี้

- 1) วิธี SPT เหมาะสมกับกรณีที่โรงงานมีปริมาณงานหนาแน่นมาก เนื่องจากทำให้ปริมาณงานไหลออกได้รวดเร็ว
- 2) วิธี Slack สำหรับกรณีที่มีกิจกรรมที่เป็นปกติไม่น้อยหรือมากเกินไป
- 3) วิธี DDATE เมื่อยอมให้เกิดความล่าช้าได้เล็กน้อย เนื่องจากเป็นกฎเกณฑ์ที่มีประสิทธิภาพโดยรวมสูง
- 4) วิธี LPT ถ้าคาดว่าจะมีการจ้างงานคนอื่นทำ เพราะงานที่ใช้เวลามากจะเลือกมาทำก่อน เพื่อให้กระบวนการต่อเนื่องและราบเรียบ
- 5) วิธี FCFS เมื่อมีการผลิตที่ระดับกำลังการผลิตต่ำ เนื่องจากงานทุกงานสามารถดำเนินการได้ทันเวลา
- 6) อย่าใช้วิธี SPT ในการจัดลำดับงานที่จะต้องประกอบกับงานอื่นในวันต่อมา เนื่องจากที่ใช้เวลาดำเนินการมากจะไม่ถูกเลือกมาดำเนินการ ซึ่งอาจทำให้เกิดปัญหาได้ในภายหลัง

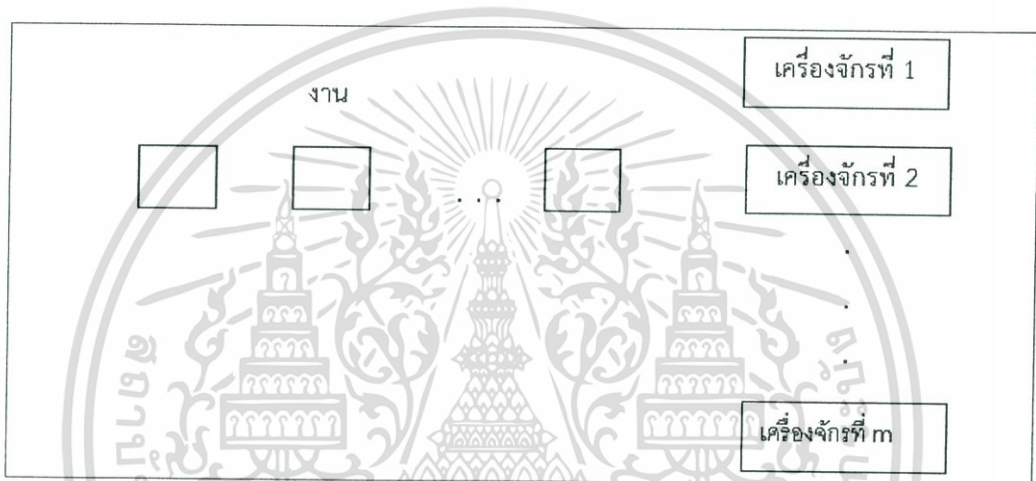
การจัดลำดับงานสำหรับหนึ่งหน่วยการผลิตอาจจัดลำดับงานตามกฎเกณฑ์ที่ได้กล่าวไปแล้ว หรืออาจจัดลำดับงานตามเป้าหมายที่กำหนดขึ้น ในกรณีการจัดลำดับงานตามเป้าหมายมีตัวแบบด้วยกันหลายลักษณะ เป้าหมายที่อาจกำหนดได้คือ

- 1) เวลาในระบบต่ำสุด (Minimizing Flow Time) ซึ่งแบ่งวิธีการย่อยได้เป็นการพิจารณา
 - น้ำหนักของเวลาในระบบ (Weighted Flow Time)
 - การล่าช้า (Lateness)
- 2) เวลาส่งงานไม่ทันกำหนดมากที่สุด และเวลาเสร็จงานก่อนหรือหลังมากที่สุด (Maximal Tardiness and Maximal Lateness)
- 3) จำนวนงานไม่ทันกำหนด (Number of Tardy Jobs) สามารถแบ่งวิธีการย่อยได้คือ
 - จำนวนงานไม่ทันกำหนดแบบถ่วงน้ำหนัก (Weighted Number of Tardy Jobs)
 - เวลาในระบบต่ำสุดโดยไม่เกิดงานที่ส่งไม่ทันกำหนด (Minimize Flow Time with no Tardy Jobs)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 การจัดงานสำหรับหน่วยผลิตหลายหน่วยเรียงกันแบบขนาน

ในบางครั้งการจัดลำดับงานอาจจัดให้กับเครื่องจักรหลายเครื่องที่วางขนานกัน หรือเรียกว่า การจัดงานสำหรับหน่วยผลิตหลายหน่วยเรียงกันแบบขนาน (Parallel Machines) ดังแสดงในรูปที่ 2.2 ในการจัดงานลักษณะนี้จะสมมติให้งานสามารถดำเนินการบนเครื่องจักรใดก็ได้ และเวลาในการดำเนินการบนเครื่องจักรแต่ละเครื่องมีประสิทธิภาพเหมือนกัน งานที่เข้าดำเนินการบนเครื่องจักรใดแล้วก็ต้องดำเนินการให้แล้วเสร็จ คำตอบที่จะต้องตอบในการจัดลำดับงานในลักษณะนี้คือ งานใดบ้างที่จะต้องดำเนินการบนเครื่องจักรแต่ละเครื่องด้วยลำดับอย่างไร (บุชบา พุกษาพันธุ์รัตน์ 2552: 130-133)



รูปที่ 2.2 การจัดงานเข้าหน่วยผลิตแบบขนาน (บุชบา พุกษาพันธุ์รัตน์ 2552: 130)

โดยทั่วไปแล้วงานที่จัดให้กับเครื่องจักรที่เหมือนกันวางแบบขนานจะหาลำดับที่ดีที่สุดได้ยาก สำหรับการจัดลำดับโดยทั่วไปจะอยู่ในรูปของรายการของลำดับงานที่เรียงตามการเข้ามาของงาน งานจะถูกจัดสรรตามลำดับไปยังเครื่องจักรแต่ละเครื่องจนครบทุกเครื่อง และหากยังมีลำดับที่เหลือ ให้จัดงานลำดับต่อไปไปยังเครื่องจักรที่มีงานเหลืออยู่น้อยที่สุด และดำเนินการเช่นนี้ไปเรื่อยๆ

แต่หากพิจารณารายการงานตามตัววัดประเภทต่างๆ อาจดำเนินการได้ดังนี้

1) เวลาในระบบ (Flow Time) หากพิจารณาเวลาในระบบหรือเวลาเฉลี่ยในระบบที่ต่ำที่สุด วิธีเวลาปฏิบัติงานน้อยที่สุด (Shortest Processing Time, SPT) เป็นวิธีที่ดีที่สุดในการเลือกของเครื่องจักรหนึ่งเครื่อง ดังนั้นจึงนำวิธี SPT มาใช้ในการพิจารณากรณีเครื่องจักรหลายเครื่องวางขนานกันด้วย

2) ช่วงกว้าง (Makespan) ในกรณีที่เราต้องการลดช่วงกว้างของเวลาแทนที่จะเป็นการลดเวลาในระบบ วิธีที่เหมาะสมก็คือวิธีฮิวริสติก โดยอาจไม่ได้คำตอบที่ดีที่สุด ในกรณีนี้ให้นำงานที่มีเวลาในการดำเนินการมากที่สุด (Longest Processing Time, LPT) มาไว้ในลำดับแรก และทำการกระจายงานที่มีเวลาในการดำเนินการสูงรองลงมาไปยังเครื่องจักรที่เหลือตามลำดับของเวลาดำเนินการ และเมื่อมีเครื่องจักรว่างงาน ก็จะทำกรกระจายงานไปยังเครื่องจักรนั้นๆ ทันที

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 เบื้องต้นของความน่าจะเป็นและการจัดกลุ่ม

การทดลองสุ่ม คือ การทดลองใดๆ ที่ไม่สามารถทำนายผลลัพธ์ล่วงหน้าได้แต่ทราบผลลัพธ์ที่เป็นไปได้ทั้งหมด (วัลลภ เฉลิมสุวิวัฒนา, 2554: 16)

การจัดลำดับ (Permutation) การจัดลำดับสิ่งของ n สิ่งซึ่งมีลักษณะแตกต่างกันทั้งหมด หมายถึงการนำสิ่งของ n สิ่งมาเรียงกัน การเรียงในแต่ละแบบเรียกว่า “หนึ่งลำดับ” การจัดลำดับนี้คำนึงถึงลำดับก่อนหลังด้วย

ใจความสำคัญของนิยาม มีดังนี้

- การทดลองสุ่มมี n ครั้ง
- ผลลัพธ์ที่เป็นไปได้ทั้งหมดในแต่ละครั้งแตกต่างกันทั้งหมด
- คำนึงถึงลำดับก่อนหลังของผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น

2.6.1 กฎการคูณ

กฎการคูณ (The Multiplication Principle) ถ้าการทดลองหนึ่งเป็นลำดับของการทดลองย่อย 2 การทดลอง การทดลองย่อยที่ 1 มี m ผลลัพธ์ และการทดลองย่อยที่ 2 มี n ผลลัพธ์ แล้วการทดลองนี้มี $m \times n$ ผลลัพธ์ (วัลลภ เฉลิมสุวิวัฒนา, 2554: 17)

พิสูจน์ แทนผลลัพธ์ของการทดลองย่อยที่ 1 ด้วย a_1, a_2, \dots, a_m และแทนผลลัพธ์ของการทดลองย่อยที่ 2 ด้วย b_1, b_2, \dots, b_n ผลลัพธ์สำหรับลำดับการทดลองทั้งสองคือคู่อันดับ (a_j, b_k) อยู่ในแถวที่ j และคอลัมน์ที่ k คู่อันดับเหล่านี้มีทั้งหมด $m \times n$ คู่

2.6.2 กฎการคูณกรณีทั่วไป

กฎการคูณทั่วไป (The Extended Multiplication Principle) ถ้าการทดลองหนึ่งเป็นลำดับของการทดลองย่อย p การทดลอง แต่ละการทดลองย่อยมีผลลัพธ์ที่เป็นไปได้ n_1, n_2, \dots, n_p ผลลัพธ์ตามลำดับแล้ว การทดลองนั้นจะมี $n_1 \times n_2 \times \dots \times n_p$ ผลลัพธ์ (วัลลภ เฉลิมสุวิวัฒนา, 2554 : 16)

พิสูจน์ สามารถพิสูจน์กฎข้อนี้โดยใช้กฎการคูณและวิธีอุปนัย (Induction) ทราบว่ากฎข้อนี้เป็นจริงสำหรับกรณีที่ $p = 2$ สมมติว่ากฎข้อนี้เป็นจริงสำหรับกรณีที่ $p = q$ นั่นคือ การทดลองที่เป็นลำดับของการทดลองย่อย q การทดลองแรกมี $n_1 \times n_2 \times \dots \times n_q$ ผลลัพธ์ จะพิสูจน์กฎข้อนี้โดยแสดงให้เห็นว่ากฎดังกล่าวนี้เป็นจริงสำหรับกรณีที่ $p = q + 1$ ใช้กฎการคูณโดยคิดว่า การทดลองที่เป็นลำดับของการทดลองย่อย q การทดลองแรกเป็นการทดลองเดียวที่มี $n_1 \times n_2 \times \dots \times n_q$ ผลลัพธ์และจะได้ว่าการทดลองที่เป็นลำดับของการทดลองย่อย $q + 1$ การทดลองมี $(n_1 \times n_2 \times \dots \times n_q) \times n_{q+1}$ ผลลัพธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.3 วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่

วิธีเรียงสับเปลี่ยน (Permutation) คือวิธีเรียงอันดับสิ่งของต่างๆ สมมติว่าเลือก r สมาชิกจากเซต $C = [c_1, c_2, \dots, c_n]$ แล้วระบุอันดับของสมาชิกตามอันดับที่เลือกได้ จะสิ่งที่เรียกว่า ตัวอย่างระบุอันดับ (Ordered Sample) ตัวอย่างระบุอันดับแต่ละตัวอย่างแสดงถึงวิธีเรียงอันดับแต่ละวิธี ในกรณีนี้จะมีวิธีเรียงอันดับได้กี่วิธี คำตอบขึ้นอยู่กับว่ายอมให้ใช้สมาชิกซ้ำหรือไม่ ถ้าให้ใช้สมาชิกซ้ำได้ ก็เป็นเรื่องของการเลือกแบบคืนที่ (Sampling With Replacement) ถ้าไม่ยอมให้ใช้สมาชิกซ้ำ ก็เป็นเรื่องของการเลือกแบบไม่คืนที่ (Sampling Without Replacement) อาจคิดเปรียบเทียบปัญหานี้เป็นการหยิบลูกบอลที่มีหมายเลขกำกับไว้จากถุง ในการเลือกแบบแรกให้นำลูกบอลที่หยิบได้ใส่กลับคืนลงถุงก่อนที่จะหยิบลูกถัดไป ส่วนในแบบที่สอง ไม่ต้องนำลูกบอลที่หยิบได้ใส่กลับคืนลงถุงก่อนที่จะหยิบลูกถัดไป ในแต่ละกรณีเมื่อหยิบลูกบอลจะได้ลูกบอล r ลูกในลำดับที่ลูกบอลถูกหยิบออกมา เป็นตัวอย่างระบุอันดับ (วัลลภ เฉลิมสุวิวัฒนา, 2554: 21-25)

สามารถนับจำนวนตัวอย่างระบุอันดับที่เป็นไปได้จากเซตที่มี n สมาชิก โดยใช้กฎการคูณขั้นแรก สมมติว่าเลือกแบบคืนที่ ลูกบอลลูกที่หนึ่งที่หยิบได้เป็นลูกใดก็ได้ใน n ลูก ลูกบอลลูกที่สองที่หยิบได้เป็นลูกใดก็ได้ใน n ลูกเช่นกัน ฯลฯ ดังนั้น มีตัวอย่างระบุอันดับทั้งหมด $n \times n \times \dots \times n = n^r$ ตัวอย่างต่อไป สมมติว่าเลือกแบบไม่คืนที่ มี n ทางเลือกสำหรับลูกบอลลูกที่หนึ่ง มี $n - r + 1$ ทางเลือกสำหรับลูกบอลที่ r ดังนั้น ในกรณีนี้มีตัวอย่างระบุอันดับทั้งหมด $n(n - 1)(n - 2) \dots (n - r + 1)$ ตัวอย่างแตกต่างกัน

ในการเลือก r สมาชิกจากเซตที่มี n สมาชิก ถ้าเลือกแบบคืนที่ จะได้ตัวอย่างระบุอันดับ n^r ตัวอย่างแตกต่างกัน ตัวเลือกแบบไม่คืนที่ จะได้ตัวอย่างระบุอันดับ $n(n - 1)(n - 2) \dots (n - r + 1)$ ตัวอย่างแตกต่างกัน

จำนวนวิธีเรียงอันดับของ n สมาชิก มี

$$n(n - 1)(n - 2) \dots 1 = n! \text{ วิธี} \quad (2.1)$$

2.6.4 การสุ่มตัวอย่างแบบคืนที่และแบบไม่คืนที่

ปัญหาต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ของทฤษฎีความน่าจะเป็นอีกอันหนึ่งก็คือการสุ่มสิ่งของออกมาจำนวนหนึ่ง r สิ่ง จากสิ่งของที่ต่างกัน n สิ่งวิธีการสุ่มสิ่งของนี้เรียกว่าการสุ่มตัวอย่างเรียกสั้นๆ ว่า การสุ่มตัวอย่างขนาด r ซึ่งอาจจะสุ่มทีละสิ่งแล้วใส่กลับคืนที่เดิม (With Replacement) ก่อนหยิบครั้งต่อไป หรืออาจจะสุ่มหยิบทีละสิ่งแล้วไม่ใส่กลับคืนที่เดิม (Without Replacement) ก่อนหยิบครั้งต่อไป (วินัส พียวณิษฐ์ และ ชินนะพงษ์ บำรุงทรัพย์, 2547: 16)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.5 การจัดกลุ่ม

นิยามการจัดกลุ่ม (Combination) ของสิ่งของ n สิ่งซึ่งมีลักษณะแตกต่างกันทั้งหมด การจัดกลุ่ม ซึ่งมีขนาด r หมายถึง การเลือกสิ่งของจากจำนวนนี้ออกมา r สิ่งโดยไม่คำนึงถึงลำดับการเลือก ก่อนหลัง แต่ละวิธีที่เลือกได้เรียกว่า “หนึ่งกลุ่ม” ซึ่งมีขนาด r (วัลลภ เถลิสมสุวิวัฒนา, 2554: 26)

ทฤษฎี 1 มีสิ่งของ n สิ่ง ซึ่งมีลักษณะแตกต่างกันทั้งหมด จัดกลุ่มที่มีขนาด r สิ่ง ($r < n$) จะมีวิธีการจัดกลุ่มที่แตกต่างกันทั้งหมด แทนด้วยสัญลักษณ์ $\binom{n}{r}$

$$\binom{n}{r} = \frac{n!}{r!(n-r)!} \text{ วิธี} \quad (2.2)$$

ทฤษฎี 2 มีสิ่งของ n สิ่ง ซึ่งมีลักษณะแตกต่างกันทั้งหมด สิ่งของ n สิ่งแบ่งออกได้เป็น k พวก พวกที่หนึ่งมีจำนวน n_1 สิ่งที่มีลักษณะแตกต่างกันทั้งหมด พวกที่สองมีจำนวน n_2 สิ่งที่มีลักษณะแตกต่างกันทั้งหมด เรื่อยไปจนถึง พวกที่ k มีจำนวน n_k สิ่งที่มีลักษณะแตกต่างกันทั้งหมด โดยที่ $n = n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_k$ นำเอาสิ่งของ n สิ่งมาจัดกลุ่มจำนวนวิธีการจัดกลุ่มตามต้องการแบ่งออกเป็น k พวก (โดยไม่คำนึงถึงลำดับ ก่อนหลังภายในแต่ละพวก) มีได้ ${}^nC_{(n_1, n_2, n_3, \dots, n_k)}$ วิธี โดยที่

$${}^nC_{(n_1, n_2, n_3, \dots, n_k)} = \frac{n!}{n_1! n_2! \dots n_k!} \quad (2.3)$$

ในแต่ละวิธี บางครั้งลำดับของการสุ่มที่ได้มาอาจจะมีความสำคัญ หรือไม่มีความสำคัญก็ได้ ถ้าตัวอย่างขนาด r ถูกสุ่มมาจากสิ่งของทั้งหมด n สิ่งโดยคำนึงถึงลำดับในการสุ่มแล้วเรียกตัวอย่างขนาด r ที่สุ่มมาได้ว่าเป็นลำดับของตัวอย่างขนาด r (Ordered Sample of Size r) เรียกวิธีนี้ว่า เป็นการเรียงสับเปลี่ยน (Permutation) ถ้าไม่คำนึงถึงลำดับของตัวอย่างขนาด r แล้ว เรียกว่า เป็นการเลือก หรือ การจัดหมู่ (Combination)

ลำดับของตัวอย่างขนาด r นิยมเขียนในรูปแบบของ r ลำดับ คือ (x_1, x_2, \dots, x_r) เมื่อ x_i แทนผลที่สุ่มได้ในครั้งที่ i

การสุ่มตัวอย่างจะแบ่งออกเป็น 2 แบบดังนี้

1) การสุ่มตัวอย่างแบบคืนที่เกิดขึ้นได้ เมื่อสุ่มตัวอย่างทีละสิ่ง แล้วใส่กลับคืนที่เดิมก่อนหยิบครั้งต่อไป ดังนั้น จำนวนวิธีทั้งหมดที่อาจจะสุ่มตัวอย่างอย่างมีลำดับขนาด r จากสิ่งของที่แตกต่างกัน n สิ่ง จะเท่ากับ n^r วิธี

2) การสุ่มตัวอย่างแบบไม่คืนที่เกิดขึ้นได้ เมื่อสุ่มตัวอย่างทีละสิ่ง แล้วไม่ใส่กลับคืนที่เดิมก่อนหยิบครั้งต่อไป ดังนั้นจำนวนวิธีทั้งหมดที่อาจจะสุ่มตัวอย่างอย่างมีลำดับขนาด r จากสิ่งของที่แตกต่างกัน n สิ่ง จะเท่ากับ $n \times (n-1) \times (n-2) \times \dots \times (n-r+1) = \frac{n!}{(n-r)!}$ เท่ากับ $\binom{n}{r} \times r!$ ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$n(n-r)(n-r+1) = \frac{n!}{(n-r)!} \text{ วิธี} \quad (2.4)$$

ซึ่งจะใช้สัญลักษณ์ ${}^n P_r$ หรือ $(n)_r$ แทน
นั่นคือ

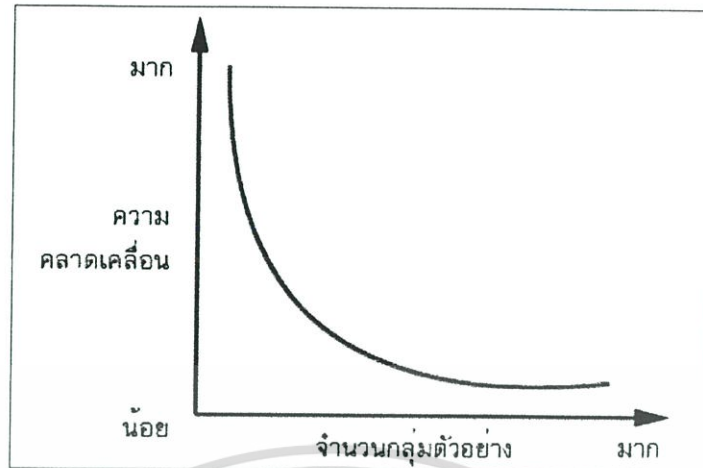
$${}^n P_r = \frac{n!}{(n-r)!} \text{ วิธี} \quad (2.5)$$

2.7 การกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างเพื่อการวิจัย

ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง (Sample Size) เป็นสิ่งสำคัญที่ผู้วิจัยต้องกำหนดให้เหมาะสม และมีความเป็นตัวแทนที่ดีของประชากรที่ทำการศึกษา เพื่อจะช่วยให้ผลการวิจัยมีความน่าเชื่อถือ ดังนั้นจึงเกิดคำถามว่าขนาดของกลุ่มตัวอย่างเท่าไรจึงจะทำให้ผลการวิจัยมีความเชื่อถือได้ ซึ่งความจริงแล้วไม่มีกฎเกณฑ์แน่นอนตายตัวว่าจะต้องใช้ขนาดกลุ่มตัวอย่างจำนวนเท่าใด ได้มีผู้เสนอวิธีการกำหนดของตัวอย่างไว้หลายวิธีด้วยกัน เช่น การกำหนดเกณฑ์ร้อยละของประชากร การใช้ตารางสำเร็จรูป หรือการใช้สูตรคำนวณ ซึ่งผู้วิจัยสามารถเลือกตามความเหมาะสม (วินัส พียวณิชย์ และ ชินนะพงษ์ บำรุงทรัพย์, 2547: 17-19)

กลุ่มตัวอย่าง (Sample Groups) หมายถึงบางส่วนของประชากรที่ถูกเลือกมาเป็นตัวแทนของประชากรที่ทำการศึกษา การใช้กลุ่มตัวอย่างขนาดเล็กจะทำให้มีโอกาสเกิดความคลาดเคลื่อนมาก และการใช้ขนาดกลุ่มตัวอย่างใหญ่จะมีโอกาสเกิดความคลาดเคลื่อนน้อย เนื่องจากขนาดกลุ่มตัวอย่างใหญ่ให้ข้อมูลที่เที่ยงตรง การคำนวณทางสถิติมีความถูกต้องมากกว่ากลุ่มตัวอย่างขนาดเล็ก กลุ่มตัวอย่างยังมีขนาดใหญ่มากเท่าใด ความคลาดเคลื่อนจากการสุ่มจะลดน้อยลงแต่เมื่อถึงจุดหนึ่งแม้จะเพิ่มขนาดของกลุ่มตัวอย่างให้ใหญ่ขึ้นอีกแต่ความคลาดเคลื่อนก็ลดลงได้ไม่มากนัก ดังรูปที่ 2.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างความคลาดเคลื่อนในการสุ่มตัวอย่างกับขนาดของกลุ่มตัวอย่าง (วินัส พียวณิษฐ์ และ ชินนะพงษ์ บำรุงทรัพย์, 2547)

2.7.1 การกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

การกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างว่าควรมีขนาดเท่าใดนั้น ผู้วิจัยควรคำนึงถึงสิ่งต่างๆ หลายอย่าง มาประกอบกัน ดังนี้

- 1) ค่าใช้จ่าย เวลาแรงงานและเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างนั้น ว่ามีพอที่จะทำให้ได้หรือไม่ และคุ้มค่าเพียงใด
- 2) ขนาดของประชากร ถ้าประชากรมีขนาดใหญ่มีความจำเป็นต้องเลือกกลุ่มตัวอย่าง ถ้าประชากรมีขนาดเล็ก และสามารถที่จะศึกษาจากประชากรทั้งหมด
- 3) ความเหมือนกัน ถ้าประชากรมีความเหมือนกันมากความแตกต่างของสมาชิกมีน้อย นั่นคือความแปรปรวนรวมในกลุ่มตัวอย่างมีน้อยก็ใช้กลุ่มตัวอย่างขนาดเล็กได้ แต่ถ้าประชากรมีลักษณะไม่เหมือนกัน ความแตกต่างของสมาชิกมีมาก ความแปรปรวนในกลุ่มมีมากจำเป็นต้องใช้กลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่ เพื่อให้ครอบคลุมคุณลักษณะต่างๆ ของประชากร
- 4) ความแม่นยำชัดเจน ถ้าต้องการความแม่นยำชัดเจนในเรื่องที่จะศึกษาค้นคว้าต้องใช้กลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่ คือ ยิ่งขนาดกลุ่มตัวอย่างใหญ่มากเท่าใด ผลการศึกษาจึงมีความแม่นยำมากขึ้นเท่านั้น
- 5) ความคลาดเคลื่อนจากการสุ่มตัวอย่าง ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้เกิดขึ้นได้จากการสุ่มตัวอย่างโดยทั่วไปแล้ว มักจะยอมให้เกิดความคลาดเคลื่อนได้ 1% หรือ 5% (สัดส่วน 0.01 หรือ 0.05) และยิ่งขึ้นอยู่กับความสำคัญของเรื่องที่ต้องการศึกษาด้วย ถ้าปัญหาที่มีความสำคัญมาก ก็ควรให้เกิดความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด เช่น 1% แต่ถ้ามีความสำคัญน้อยก็อาจจะยอมให้เกิดความคลาดเคลื่อนได้บ้าง เช่น 5% เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6) ความเชื่อมั่น ผู้วิจัยต้องกำหนดความเชื่อมั่นว่ากลุ่มตัวอย่างที่สุ่มมานั้นมีโอกาสได้ค่าอ้างอิงไม่แตกต่างจากค่าที่แท้จริงของประชากรประมาณเท่าไร เช่น ถ้ากำหนดระดับเชื่อมั่น 95% หมายถึง ค่าอ้างอิงมีโอกาสถูกต้อง 95% มีโอกาสผิดพลาดจากค่าที่แท้จริง 5% นั่นคือค่าที่ได้จากกลุ่มตัวอย่าง 95 กลุ่มจาก 100 กลุ่มที่สุ่มมาจากประชากรเดียวกันจะไม่แตกต่างจากค่าที่แท้จริงของประชากร ซึ่งระดับความเชื่อมั่นอาจจะเพิ่มขึ้นเป็น 99% หรือลดลงเหลือ 90%

2.7.2 วิธีการกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

วิธีการกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างมีด้วยกันหลากหลายวิธี ในที่นี้จะเสนอการกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างจากการกำหนดเกณฑ์ การใช้สูตรคำนวณและการใช้ตารางสำเร็จรูป ซึ่งแต่ละวิธีสามารถอธิบายได้ต่อไปนี้ (ธีรวุฒิ เอกะกุล, 2543: 57)

1) การกำหนดเกณฑ์

ในกรณีนี้ผู้วิจัยต้องทราบจำนวนประชากรที่แน่นอนก่อนแล้ว ใช้เกณฑ์โดยกำหนดเป็นร้อยละของประชากรในการพิจารณา ดังนี้

- ถ้าขนาดของประชากรเป็นหลักร้อย ควรใช้กลุ่มตัวอย่างอย่างน้อย 25%
- ถ้าขนาดของประชากรเป็นหลักพัน ควรใช้กลุ่มตัวอย่างอย่างน้อย 10%
- ถ้าขนาดของประชากรเป็นหลักหมื่น ควรใช้กลุ่มตัวอย่างอย่างน้อย 5%
- ถ้าขนาดของประชากรเป็นหลักแสน ควรใช้กลุ่มตัวอย่างอย่างน้อย 1%

2) การใช้สูตรคำนวณ

การคำนวณขนาดของกลุ่มตัวอย่าง จะคำนวณจากสูตรของเครจซ์และมอร์แกน ซึ่งจำเป็นต้องทราบขนาดของประชากร มีสูตรดังนี้

$$n = \frac{X^2 N p(1-p)}{e^2 (N-1) + X^2 p(1-p)} \quad (2.7)$$

n = ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

N = ขนาดของประชากร

e = ระดับความคลาดเคลื่อนของการสุ่มตัวอย่างที่ยอมรับได้

X^2 = ค่าไคสแควร์ที่ df เท่ากับ 1 และระดับความเชื่อมั่น 95% ($X^2 = 3.841$)

P = สัดส่วนของลักษณะที่สนใจในประชากร (ถ้าไม่ทราบให้กำหนด $p = 0.5$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการคำนวณผู้วิจัยต้องทราบขนาดประชากรและสัดส่วนของลักษณะที่สนใจในประชากร และกำหนดระดับความคลาดเคลื่อนและระดับความเชื่อมั่นด้วย

2.8 แมทแล็บ

แมทแล็บ (MATLAB) คือ โปรแกรมการคำนวณเชิงตัวเลขที่มีสิ่งแวดล้อมในการคำนวณของตัวเอง (Numerical Computing Environment) และมีภาษาเฉพาะตัวในการเขียนโปรแกรมได้ โดย MATLAB มาจากคำ 2 คำรวมกัน คือ Matrix และ Laboratory ซึ่งหมายถึงห้องปฏิบัติการเมทริกซ์ (ปริญญา สงวน สัตย์, 2556: 1)

MATLAB มีจุดกำเนิดในช่วงปี ค.ศ. 1970 ซึ่งยุคเริ่มต้นนั้น MATLAB เป็นเพียงส่วนติดต่อกับภาษา Fortran เพื่อให้ใช้งานกับ LINPACK (ไลบรารีที่ใช้ในการคำนวณพีชคณิตเชิงเส้น) และ EISPACK (ไลบรารีที่ใช้ในการคำนวณค่าลักษณะเฉพาะ (Eigen Value) และเวกเตอร์ลักษณะเฉพาะ (Eigen Vector)) เพื่อให้ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องเรียนรู้การใช้งานภาษา FORTRAN

หลังจากนั้นในช่วงปี ค.ศ. 1984 บริษัท MathWorks ถูกก่อตั้งขึ้นเพื่อพัฒนา MATLAB และ MATLAB ถูกเขียนขึ้นใหม่ด้วยภาษา C พร้อมไลบรารี JACKPAC จากนั้น MATLAB ถูกพัฒนาอย่างต่อเนื่องจนถึงปัจจุบัน MATLAB มี GUI พัฒนาโดยภาษา Java และ Simulink ถูกผนวกเข้ากับ MATLAB

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปรีดี (2542) วัตถุประสงค์ของงานวิจัย เพื่อศึกษาผลกระทบของปัจจัยกฎการจัดลำดับ ที่มีต่อประสิทธิภาพของระบบการผลิตแบบฟลว์ชอป (Flow Shop) ด้วยเทคนิคการจำลองแบบปัญหาทางคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป ARENA 2.2 พบว่า กฎการจัดลำดับมีผลต่อประสิทธิภาพของระบบผลิตที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการจัดตารางการผลิต

วชิรพงษ์ (2543) ใช้วิธีการจัดลำดับงานที่เหมาะสม คือ การจัดลำดับของการทำงานที่ทำให้เวลาในการทำงานทั้งหมด (Total Lead Time) สั้นที่สุด ใช้เทคนิคการตัดสินใจแบบลำดับเชิงวิเคราะห้ เข้ามาช่วย แล้วทำการเปรียบเทียบการจัดงานในแต่ละลักษณะจากค่าดัชนีชี้วัด 4 ตัว คือ เวลาโดยเฉลี่ยทั้งหมดของการแล้วเสร็จของงานม ความสามารถในการใช้ทรัพยากร ค่าเฉลี่ยของจำนวนงานที่เข้ามาในระบบต่อหน่วยเวลา และค่าเฉลี่ยของการล่าช้าของงานแต่ละงานเมื่อเทียบกับกำหนดแล้วเสร็จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุดมรัตน์ (2545) งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อจัดทำระบบการจัดลำดับงานการผลิตให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและลดอัตราการผลิตงานเสร็จไม่ทันส่งมอบ ซึ่งปัญหาที่เกิดขึ้นส่งผลให้เกิดการทำงานล่วงเวลามากและการส่งมอบเกิดความล่าช้า ดังนั้นจึงได้เสนอแนวทางในการปรับปรุง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพโดย การประยุกต์ใช้เทคนิคการทำงาน การวางแผนและการควบคุมการผลิต และการจัดตารางการผลิต ผลจากการศึกษาพบว่า ภายหลังจากการปรับปรุง ทำให้การจัดตารางการผลิตมีประสิทธิภาพสูงขึ้น

เนตรดาว (2546) งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อจัดทำระบบการจัดตารางการผลิตให้กับแผนกผลิตชิ้นส่วนสำหรับโรงงานผลิตแก๊วฮีทแลนเจอร์ ได้นำคอมพิวเตอร์มาช่วยในการจัดตารางการผลิตชิ้นส่วนของแผนกผลิตผลจากการจัดทำตารางการผลิตด้วยคอมพิวเตอร์ ทำให้เกิดการควบคุมการผลิตชิ้นส่วนลดการว่างงานของเครื่องจักร เป็นผลให้ลดจำนวนของชิ้นส่วนที่รอคอยและชิ้นส่วนที่รอเข้าในสายประกอบลง ทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น และลดค่าเสียโอกาสจากการส่งมอบผลิตภัณฑ์ให้ลูกค้าล่าช้า

มานพ ดนัยพงศ์ และศุภชัย (2550) งานวิจัยนี้ได้นำเสนอวิธีการจัดตารางการผลิตสำหรับงานแบบสั่งทำโดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อลดค่าไฟฟ้าโดยลดที่ค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด และในขณะเดียวกันยังลดเวลาแล้วเสร็จรวมของงานในระบบลง ผลจากการทดลอง พบว่ารูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่นำเสนอให้ผลคำตอบที่ดีกว่าหรือเทียบเท่ากับวิธีการแตกกิ่งและจำกัดเขต ในการลดเวลาการผลิตและค่าไฟฟารวมของงานในระบบ

อดุลย์ เอราริล หนึ่งฤทัย กรกพร และ ขวัญนิธิ (2552) งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับแบบจำลองการจัดลำดับงานของเครื่องที่มีข้อจำกัด ซึ่งมีจุดประสงค์เพื่อเป็นการกำหนดลำดับเชิงจำนวนเต็มที่ช่วยในการแก้ปัญหาดังกล่าวโดยแบบจำลองนี้ได้ถูกนำมาเปรียบเทียบกับประสิทธิภาพในการแก้ปัญหากับ แบบจำลองของ Zhu และ Lim จากผลการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า แบบจำลองที่ได้พัฒนาขึ้นจากงานวิจัยนี้มีประสิทธิภาพดีกว่าแบบจำลองของ Zhu และ Lim โดยสามารถลดจำนวนข้อจำกัดลง และใช้เวลาในการประมวลผลที่เร็วขึ้น

นิภา (2552) พบว่าทางโรงงานกรณีศึกษาประสบปัญหาที่ว่ามีงานที่ทำเสร็จก่อนและงานที่ไม่เสร็จตามกำหนดอยู่มาก ดังนั้นจึงต้องการหาวิธีการจัดตารางการผลิตที่เหมาะสม โดยนำหลักการฮิวริสติกส์มาช่วย พบว่า การจัดตารางโดยพิจารณาเวลาการผลิตน้อยที่สุดก่อน (Shortest Processing Time, SPT) จะให้ประสิทธิภาพในการจัดตารางการผลิตดีขึ้นตามวัตถุประสงค์ในการลดค่าใช้จ่ายรวมที่เกิดจากปัญหาการผลิตไม่ตรงกำหนดส่ง และจะเห็นได้ว่าค่าใช้จ่ายรวม จำนวนงานล่าช้าและเวลาของงานเสร็จที่มากที่สุดจะลดลงจากเดิมอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทัศนีย์ (2553) วัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาประสิทธิภาพการผลิตให้ตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้า โดยใช้การจัดตารางการผลิตเป็นเครื่องมือ พบว่าการจัดตาราง วิธี SPT และ SRT ให้ผลต่ำสุดของเวลาทำงานรวมและเวลาเฉลี่ยแล้วเสร็จของงาน ความสามารถการใช้เครื่องจักรสูงสุด ให้ผลสูงสุดเรื่องจำนวนงานส่งมอบล่าช้าและจำนวนวันสูงสุดที่ส่งมอบงานช้า วิธี EDD ให้ผลดีที่สุดเรื่องจำนวนงานและจำนวนวันสูงสุดที่ส่งมอบงานช้าเกินกำหนด

อภิวัฒน์ (2554) งานวิจัยนี้จึงดำเนินการจัดทำระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับการจัดตารางการผลิตในกระบวนการบัดชีเมนต์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดค่าใช้จ่ายในกระบวนการบัดชีเมนต์ ซึ่งได้พัฒนาตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ประเภทกึ่งจำนวนเต็มสำหรับใช้เป็นแนวทางในการจัดตารางการผลิตชีเมนต์ ผลลัพธ์ที่ได้ คือ ตารางการผลิตหม้อบัดชีเมนต์ซึ่งมีค่าใช้จ่ายในการผลิตที่ลดลง แผนการบริหารไซโล และ แผนการจ่ายชีเมนต์หัวจ่ายในแต่ละวัน ซึ่งคำนวณได้จากตัวแบบคณิตศาสตร์ และลดเวลาการทำงานของพนักงานที่ใช้ในการจัดตารางการผลิตในแต่ละสัปดาห์

ธัญพร อนันต์ และวิสุทธิ์ (2557) การจัดตารางงานไหลเลื่อนแบบยืดหยุ่นกรณีเวลาดังค่าขึ้นกับลำดับงานและเครื่องจักรที่ทำงานขนานกันมีความแตกต่าง โดยมีวัตถุประสงค์หาตารางงานที่ใช้เครื่องจักรในการดำเนินการผลิตน้อยที่สุด โดยการสร้างแบบจำลองคณิตศาสตร์ในการระบุงานลงบนเครื่องจักร และวิธีการจัดงานไปข้างหน้าและถอยกลับมาประยุกต์ใช้ควบคู่กันไปในการหาความสัมพันธ์ระหว่างขั้นตอนการผลิตสามารถลดจำนวนเครื่องจักรที่ใช้การผลิตลงได้ 5.53% เมื่อเทียบกับวิธีการจัดการผลิตในปัจจุบัน และสามารถลดจำนวนเครื่องจักรในการผลิตได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

ศึกษาสภาพปัจจุบัน

สำหรับวัตถุประสงค์ในการทำโครงการนี้เพื่อจัดตารางการทำงานของเครื่องจักรที่ใช้ในการทำ ความสะอาดแบบไม่ถอดชิ้นส่วน (Tetra Alsafe Cleaning-In-Place 100, ALCIP) ในสายการผลิตนมถั่วเหลืองบรรจุกล่องยู เอช ที ให้ใช้เวลารวมน้อยที่สุด

ในบทนี้จะเป็นเรื่องกรณีศึกษาสภาพปัจจุบัน โดยจะมีเนื้อหาดังต่อไปนี้

- 3.1 ประวัติของบริษัทกรณีศึกษา
- 3.2 สายการผลิตและกระบวนการผลิตนมถั่วเหลือง ยู เอช ที
- 3.3 กระบวนการทำความสะอาดเครื่องจักรแบบไม่ถอดชิ้นส่วน
- 3.4 ข้อมูลพื้นฐานในการจัดตารางการทำงานสะอาดแบบไม่ถอดชิ้นส่วน
- 3.5 รูปแบบการจัดตารางการทำงานสะอาดเครื่องจักรในปัจจุบัน (ก่อนปรับปรุง)
- 3.6 การวางท่อในกระบวนการผลิตนมถั่วเหลือง ยู เอช ที
- 3.7 ชนิดของเครื่องบรรจุและปริมาณการผลิตในปัจจุบัน

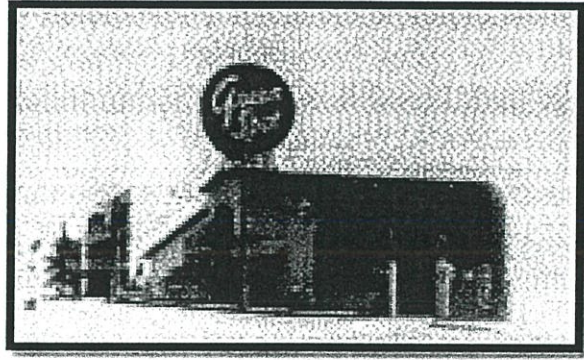
3.1 ประวัติของบริษัทกรณีศึกษา

ประวัติความเป็นมาของการก่อตั้งและการพัฒนาบริษัท กรีนสปอต จำกัด สามารถสรุปได้ดังนี้

3.1.1 ก่อตั้งโรงงานและขยายกำลังผลิต

บริษัทได้ก่อตั้งขึ้นเมื่อ วันที่ 1 เมษายน พ.ศ. 2497 โดยโรงงานแห่งแรกตั้งอยู่บนถนนหลานหลวง ดังรูปที่ 3.1 ทำการผลิตน้ำส้มประเภทไม่อัดก๊าซและจัดจำหน่ายภายใต้เครื่องหมายการค้า “กรีนสปอต (Green Spot)” ต่อมาภายในปี พ.ศ.2501 บริษัทได้ผลิตน้ำนมถั่วเหลือง “ไวตามิ้ลค์” บรรจุขวด ออกจำหน่ายเป็นรายแรกของประเทศเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคที่ต้องการเครื่องดื่ม คุณภาพดี ราคาประหยัด และสะดวกต่อการบริโภค

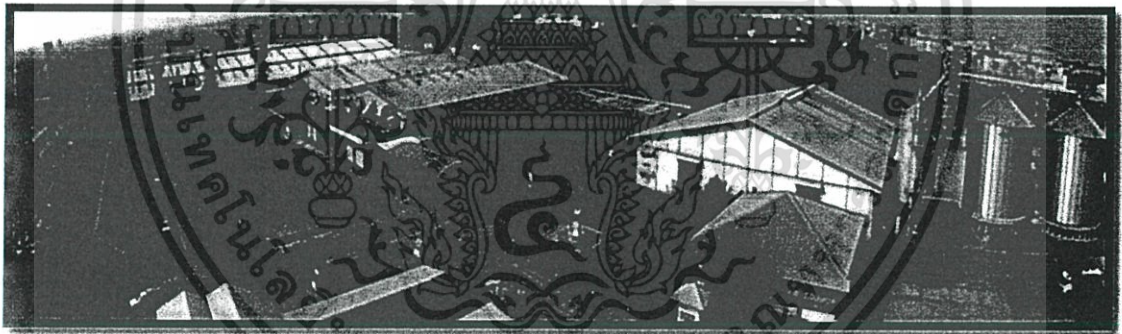
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1 โรงงานกรีนสปอตแห่งแรก

ปี พ.ศ. 2516 โรงงานกรีนสปอตได้ย้ายมาตั้งอยู่บนเนื้อที่ 22 ไร่ บริเวณหัวหมากเนื่องจากมีการขยายตัวทางธุรกิจเพิ่มขึ้น

ในปี พ.ศ. 2534 บริษัทได้จัดสร้างโรงงานผลิตแห่งใหม่ย่านรังสิตบนเนื้อที่ 185 ไร่ ซึ่งนับว่าเป็นผู้ผลิตผลิตภัณฑ์น้ำนมถั่วเหลืองรายใหญ่ที่สุดในภูมิภาคเอเชียแปซิฟิก

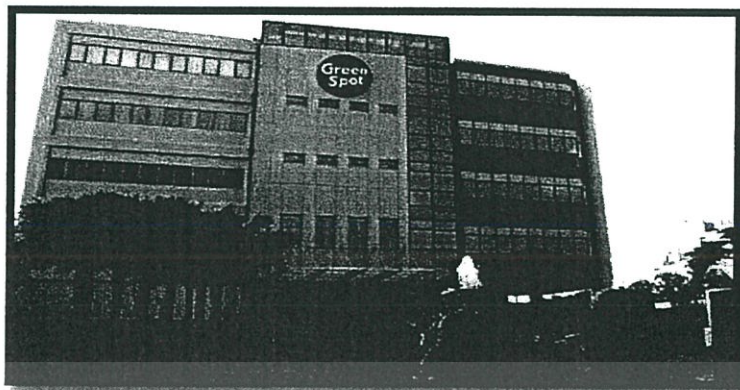


รูปที่ 3.2 โรงงานกรีนสปอต รังสิต

ในปี พ.ศ. 2541 ทางบริษัทได้เพิ่มฐานกำลังการผลิตอีกครั้งโดยสร้างโรงงานผลิตผลิตภัณฑ์น้ำนมถั่วเหลืองบรรจุขวดแบบ TO GO ขึ้นที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี บนเนื้อที่ 2 ไร่เศษ หรือ 4,200 ตารางเมตร

ในปี พ.ศ. 2549 บริษัทได้จัดสร้างอาคารสำนักงานใหม่ เพื่อใช้เป็นสำนักงานใหญ่ที่หัวหมาก ในวันที่ 20 ตุลาคม พ.ศ. 2549 และดำเนินกิจการเรื่อยมาจนถึงปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 อาคารสำนักงานใหญ่ หัวหมาก

ทางบริษัทได้มีแผนดำเนินงานในการขยายฐานการผลิตไปยัง อำเภอนองแคว จังหวัดสระบุรี ซึ่งขณะนี้อยู่ระหว่างดำเนินการสร้างโรงงาน และในอนาคตอาจมีการสร้างโรงงานเพิ่มเติมในประเทศเพื่อนบ้าน เพื่อรองรับลูกค้ากลุ่มใหม่ในเขตการค้าเสรีประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน (AEC)



รูปที่ 3.4 เครื่องหมายการค้า บริษัท กรีนสปอต จำกัด

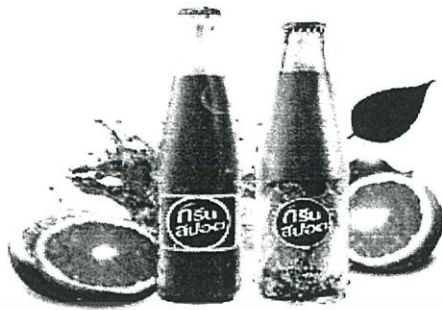
3.1.2 ผลผลิตภัณฑ์ของบริษัทกรณีศึกษา

บริษัท กรีนสปอต จำกัด ในฐานะผู้ผลิตและจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มประเภทต่างๆที่อยู่ภายใต้เครื่องหมายทางการค้า “กรีนสปอต” (ดังรูปที่ 3.4) “ไวตามิ้ลค์” และ “วีชอย” ซึ่งแต่ละผลิตภัณฑ์มีรายละเอียดที่สรุปได้ ดังนี้

1) น้ำส้มกรีนสปอต (Green Spot) เป็นน้ำส้มที่มีส่วนประกอบของโยสึมและไม่อัดลม ดังรูปที่ 3.5 ซึ่งยังคงได้รับความนิยมในหมู่ผู้บริโภคชาวไทย และได้มีการแนะนำผลิตภัณฑ์ใหม่ คือ กรีนสปอต เลมอน-ฮันนี่ น้ำมะนาวผสมน้ำผึ้ง ในปี 2546 แต่ปัจจุบันได้เลิกทำการผลิตไปแล้ว คงเหลือแต่เพียงน้ำส้ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า กรีนสปอต เท่านั้น

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กรีน
สปอต

รูปที่ 3.5 ผลิตภัณฑ์น้ำส้มกรีนสปอต

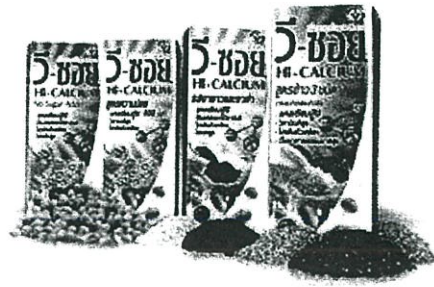
2) ไวตามิลค์ (Vitamilk) เป็นนมถั่วเหลืองบรรจุขวดแก้วที่จำหน่ายมากที่สุด ตั้งแต่เริ่มวางจำหน่ายจนถึงปัจจุบันในฐานะผู้นำตลาดนมถั่วเหลือง ไวตามิลค์ได้มีการแนะนำผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ ให้แก่ผู้บริโภคมาตลอดเวลา เช่น โลว์ซูการ์ สำหรับผู้หญิงที่รักสุขภาพ ไวตามิลค์สูตรเจ เสริมวิตามิน สำหรับผู้ที่ทานอาหารมังสวิรัตและอาหารเจ และไวตามิลค์แชมป์ นำนมถั่วเหลืองสูตรเสริมวิตามินและแคลเซียมชนิดแรกที่พัฒนาขึ้นให้เหมาะกับเจริญเติบโตของเด็กๆ เป็นต้น ปัจจุบันได้มีการผลิตผลิตภัณฑ์ออกเป็นสองชนิดคือ ชนิดขวด (Return และ TO GO) และ ชนิดกล่องแบบ UHT ดูรูปตัวอย่างผลิตภัณฑ์ได้จากรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 ผลิตภัณฑ์นมถั่วเหลืองไวตามิลค์

3) วี-ซอย ไฮแคลเซียม (V-Soy) เป็นนมถั่วเหลืองที่มีแคลเซียมสูง เหมาะสำหรับผู้ที่ใส่ใจในสุขภาพ นมถั่วเหลืองทุกชนิดของบริษัทไม่ใช้วัตถุกันเสีย และมีการเลือกสรรเฉพาะเมล็ดถั่วเหลืองที่มีคุณภาพ ผ่านกระบวนการที่ถูกต้องและถูกสุขลักษณะตามข้อกำหนดมาตรฐานการส่งออกที่จำเป็น เพื่อให้มีคุณภาพที่ดีอยู่เสมอ จึงสามารถเก็บไว้ได้นาน ดังรูปที่ 3.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



บ้านกล้วยคือ
5-ชอย
HI-CALCIUM

รูปที่ 3.7 ผลิตภัณฑ์นมถั่วเหลือง วี-ชอย ไฮแคลเซียม

3.2 สายการผลิตและกระบวนการผลิตนมถั่วลันเตา เอช ที

สายการผลิตและกระบวนการผลิตนมถั่วลันเตา เอช ที จะมีรายละเอียดดังนี้

3.2.1 สายการผลิต

โรงงานรีนสปอต รังสิต มีสายการผลิตนมถั่วลันเตา เอช ที ทั้งหมด 5 สายได้แก่สาย 4, 5, 6, 7 และ 8 โดยต่อไปนี้ทางคณะผู้จัดทำจะเรียกสายการผลิตต่างๆ ดังนี้

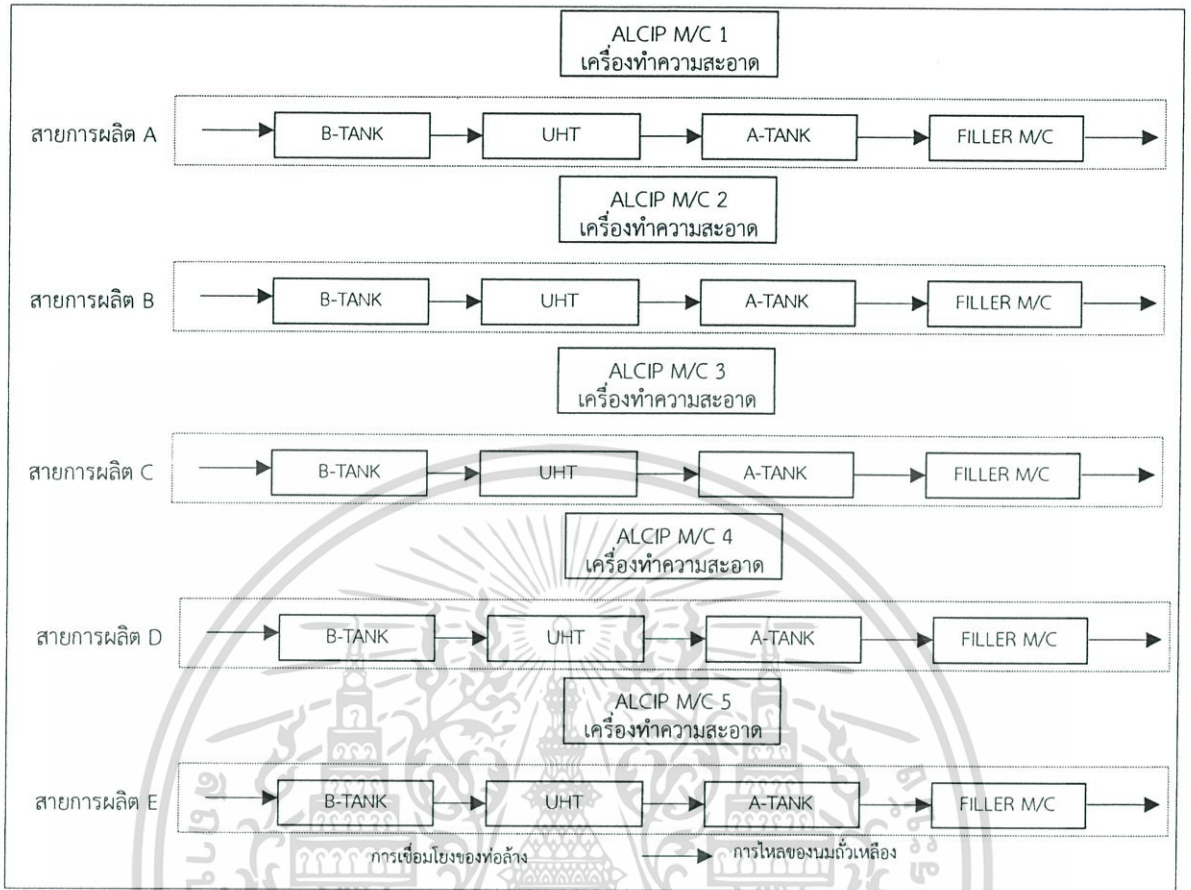
- สายการผลิตที่ 4 เรียกว่าสายการผลิต A
- สายการผลิตที่ 5 เรียกว่าสายการผลิต B
- สายการผลิตที่ 6 เรียกว่าสายการผลิต C
- สายการผลิตที่ 7 เรียกว่าสายการผลิต D
- สายการผลิตที่ 8 เรียกว่าสายการผลิต E

ในแต่ละสายการผลิตจะประกอบไปด้วยเครื่องจักรทั้งหมด 4 ชนิด ได้แก่

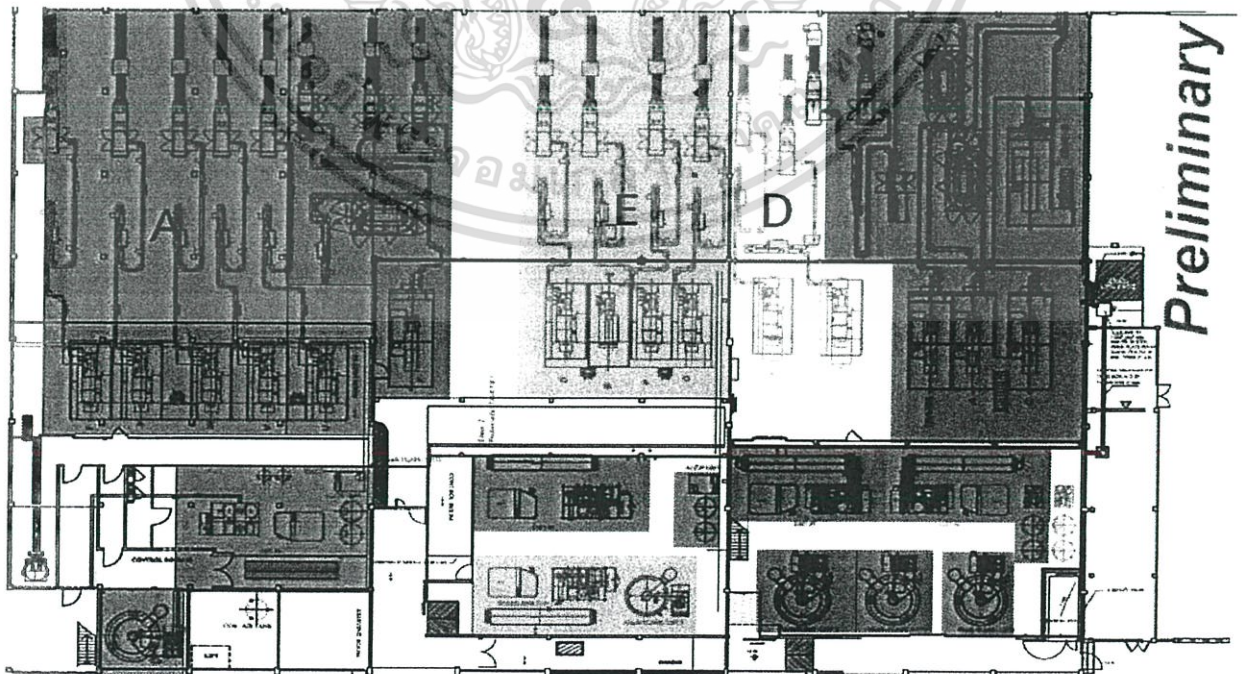
- 1) ถังพักนม B หรือ Buffer Tank
- 2) เครื่องจักรในกระบวนการฆ่าเชื้อ (Ultra-High Temperature, UHT)
- 3) ถังพักนม A หรือ Alsafe Tank
- 4) เครื่องจักรบรรจุ (Filler machine)

ลำดับของสายการผลิต และตำแหน่งการวางเครื่องจักรจะแสดงในรูปที่ 3.8 และ 3.9 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 ตัวอย่างแผนผังของสายการผลิตนมถั่วเหลือง เอ ที ทั้งหมด 5 สาย (ก่อนปรับปรุง)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 รูปที่ 3.9 แผนผังสายการผลิตนมบรรจุจุกถั่วเหลือง เอ ที
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่ข้อมูลเหล่านี้ และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.8 จะพบว่าในแต่ละสายการผลิต จะมีเครื่องจักรที่ใช้ในการทำความสะดวกแบบไม่ถอดชิ้นส่วน (Tetra Alsafe Cleaning-In-Place 100, ALCIP) อยู่ 1 เครื่องซึ่งคอยให้บริการในการทำความสะดวกเครื่องจักรที่ผลิต คือ ถังพักนม B ถังพักนม A และเครื่องจักรบรรจุ โดยที่เส้นปะจะแสดงการเชื่อมโยงของท่อล่าง ดังนั้นก่อนการปรับปรุงมีสายการผลิตอยู่ 5 สายการผลิตจึงมีเครื่องจักรที่ใช้ในการทำความสะดวกแบบไม่ถอดชิ้นส่วน (ALCIP) รวมทั้งหมด 5 เครื่อง

หมายเหตุ เครื่องจักรกระบวนการฆ่าเชื้อ (UHT) จะมีเครื่องล้างทำความสะอาดภายในเครื่องอยู่แล้ว จึงไม่มีเส้นปะ นั่นคือเครื่องกระบวนการฆ่าเชื้อจะไม่ถูกพิจารณาในโครงการนี้

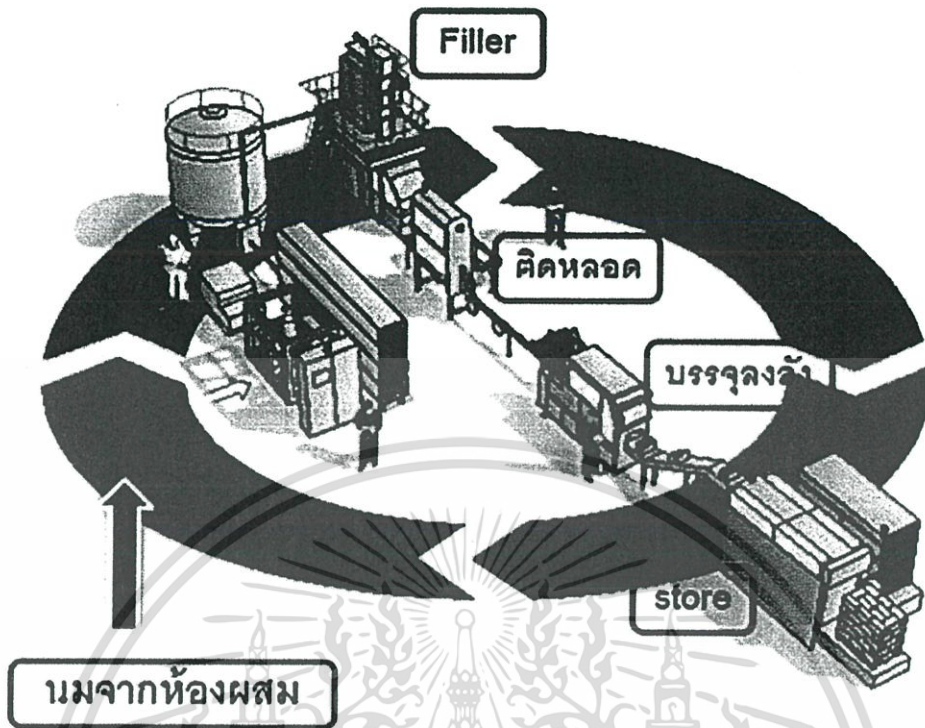
3.2.2 กระบวนการผลิตนมกล่องยู เอช ที

กระบวนการผลิตนมกล่องยู เอช ที มีดังนี้

- 1) นำถั่วเหลืองมาทำความสะอาดแล้วแช่น้ำให้นิ่ม บดให้ละเอียด และแยกกากออก ซึ่งขั้นตอนที่กล่าวมานี้ใช้เครื่องจักรอัตโนมัติในการผลิต
- 2) นมถั่วเหลืองจะถูกส่งเข้าเครื่องผสมรสชาติ (Cooking Tank) โดยให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส และเติมส่วนผสมตามสูตรที่ต้องการ หลังจากนั้นจะมีการสุ่มตรวจสอบคุณภาพของนมถั่วเหลือง
- 3) นมถั่วเหลืองจะถูกส่งไปพักที่ถังพักนม B (Buffer Tank)
- 4) นมถั่วเหลืองจะถูกส่งไปยังกระบวนการฆ่าเชื้อ (Ultra-High Temperature, UHT) กระบวนการนี้จะมี 2 ส่วน คือ โฮโมจีไนซ์เซอร์ (Homogenizer) เพื่อตีให้นมถั่วเหลืองไม่จับตัวเป็นก้อน และสเตอริไลเซอร์ (Sterilizer) เพื่อฆ่าเชื้อ
- 5) นมถั่วเหลืองจะถูกลำเลียงไปยังเครื่องบรรจุ (Filler Machine) และนมถั่วเหลืองบางส่วนจะถูกลำเลียงไปยังถังพักนม A (Alsaf Tank)
- 6) เครื่องบรรจุ จะมีขั้นตอนดังนี้

นำกระดาษเข้าตัดแถบยาว → ฆ่าเชื้อกระดาษ → ขึ้นรูปกระดาษเป็นรูปทรงกระบอก →
 บรรจุนมลงกล่องกระดาษ → ตัดและพับหูกกล่องนม → พิมพ์รหัสบนกล่องนม →
 ตัดหลอด → ท่อด้วยพลาสติกและบรรจุลงกล่อง → ลำเลียงลงพาเลท → เก็บในโกดังสินค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.10 กระบวนการผลิตนมกล่องยู เอช ที

3.3 กระบวนการทำความสะอาดเครื่องจักรแบบไม่ถอดชิ้นส่วน

กระบวนการทำความสะอาดเครื่องจักรแบบไม่ถอดชิ้นส่วน (Cleaning-In-Place, CIP) ปัจจุบัน การทำความสะอาดและเตรียมเครื่องเพื่อใช้งานนั้น รวมทุกสายการผลิตนั้นใช้เวลา 5 ชั่วโมง โดยแต่ละสายการผลิตจะถูกทำความสะอาด โดยใช้เวลาดังนี้

- 1) ถังพักนม B (Buffer Tank หรือ B-Tank) ใช้เวลาทำความสะอาด 80 นาที
- 2) เครื่องจักรกระบวนการฆ่าเชื้อ (Ultra-High Temperature, UHT) ใช้เวลาทำความสะอาด 120 นาที เตรียมเครื่อง 60 นาที
- 3) ถังพักนม A (Alsafe Tank หรือ A Tank) ใช้เวลาในการทำความสะอาด 90 นาที และใช้เวลาเตรียมอีก 90 นาที
- 4) เครื่องบรรจุ (Filler Machine) ใช้เวลาทำความสะอาด 90 นาที เตรียมเครื่อง 50 นาที

แต่เครื่องจักรในกระบวนการฆ่าเชื้อ (Ultra-High Temperature, UHT) นั้นมีเครื่องจักรที่ใช้ทำความสะอาดในตัว จึงไม่นำมาจัดตารางร่วมกับเครื่องจักรที่เหลือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1 รอบการทำความสะอาดแบบไม่ถอดชิ้นส่วน

นอกจากองค์ประกอบเวลาการทำความสะอาดเครื่องจักรในสายการผลิตนมถั่วเหลืองบรรจุกล่องยู เอช ที ที่ใช้ในการจัดตารางแล้ว ยังมีรอบเวลาการทำความสะอาดเครื่องจักรที่ต้องใช้เป็นองค์ประกอบการจัดตาราง รอบเวลาการทำความสะอาดเครื่องจักรมี 2 ลักษณะดังนี้

1) การทำความสะอาดไม่เต็มระบบ

การทำความสะอาดไม่เต็มระบบ (Intermediate Cleaning) มีรอบการทำความสะอาดทุกๆ 24 ชั่วโมง ได้แก่ กลุ่มเครื่องบรรจุ (Filler machine) เครื่องจักรในกระบวนฆ่าเชื้อ (Ultra-High Temperature System) และ ถังพักนม B (Buffer Tank) โดยที่เครื่องจักรในกระบวนฆ่าเชื้อ (Ultra-High Temperature, UHT) จะมีเครื่องทำความสะอาดติดตั้งในตัวเครื่องจักร

2) การทำความสะอาดทั้งระบบ

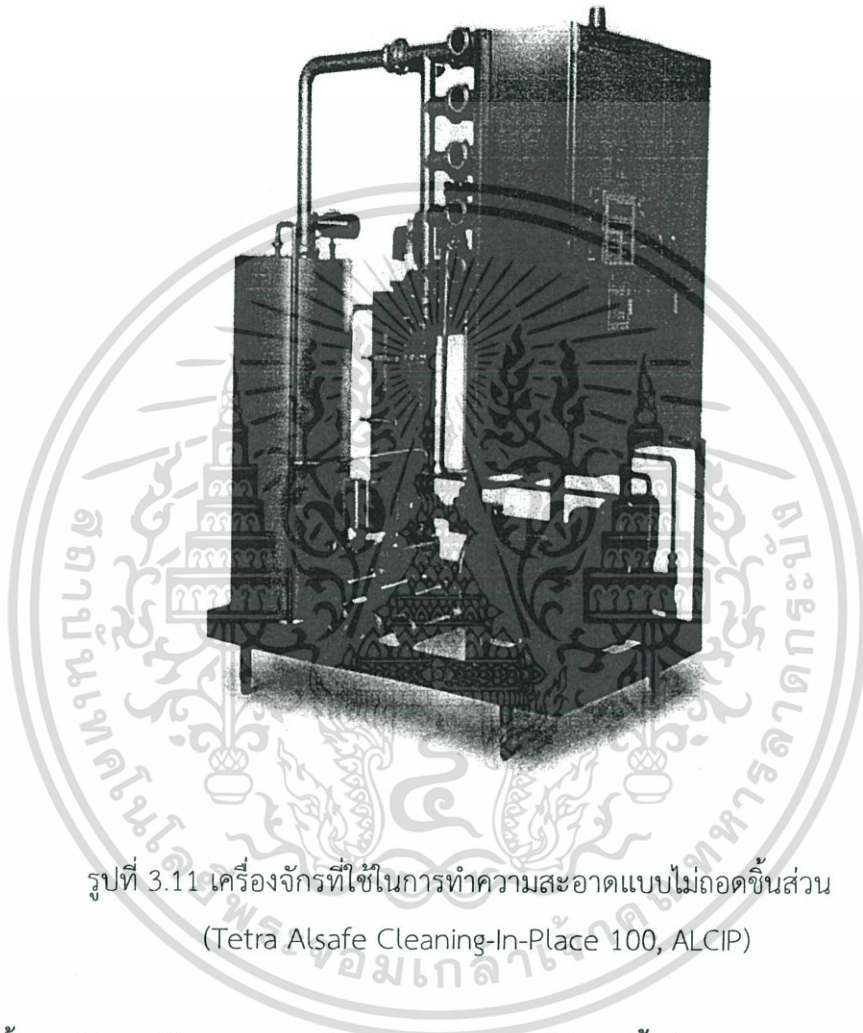
การทำความสะอาดทั้งระบบ (Final Cleaning) มีรอบการทำความสะอาดทุกๆ 48 ชั่วโมง จะมีเฉพาะ ถังพักนม A (Alsafe Tank)

ในงานวิจัยนี้จึงแบ่งการจัดตารางใหม่ออกเป็น 2 ลักษณะ ตามรอบการทำความสะอาดเครื่องจักรที่กล่าวมาข้างต้น โดยการออกแบบและจัดตารางใหม่ซึ่งจะแสดงในบทที่ 4

ในเดือนมีนาคม พ.ศ.2558 ทางโรงงานมีโครงการที่จะนำเครื่องจักรในสายการผลิต A (สายการผลิตที่ 4) ไปไว้ที่โรงงานแห่งอื่น แต่ไม่ได้นำเครื่องจักรที่ใช้ในการทำความสะอาดแบบไม่ถอดชิ้นส่วน (Cleaning-in-place, CIP) ของสายการผลิตนี้ออกไป ทางโรงงานจึงเห็นว่าควรนำเครื่องที่ไม่ได้เอาออกไปนี้ มาใช้กับสายการผลิตอื่น เพื่อจะได้ลดเวลาของการทำความสะอาดลง

3.3.2 เครื่องจักรที่ใช้ในการทำความสะอาด

เครื่องจักรที่ทางโรงงานกรีนสปอต รั้งสิต ใช้ในการทำความสะอาดแบบไม่ถอดชิ้นส่วน (Cleaning in place, CIP) เรียกว่า Tetra Alsafe Cleaning-In-Place 100 หรือ ALCIP ซึ่งจะแสดงในรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.11 เครื่องจักรที่ใช้ในการทำความสะอาดแบบไม่ถอดชิ้นส่วน (Tetra Alsafe Cleaning-In-Place 100, ALCIP)

3.4 ข้อมูลพื้นฐานในการจัดตารางการทำความสะอาดแบบไม่ถอดชิ้นส่วน

จากข้อมูลข้างต้นที่ได้กล่าวมาแล้ว เพื่อง่ายต่อการนำไปใช้ไปใช้การจัดตาราง ทางผู้จัดทำสามารถสรุปเป็นข้อมูลพื้นฐานในการจัดตารางการทำความสะอาดเครื่องจักรในสายการผลิตนมถั่วเหลืองบรรจุกล่องยู เอช ที (หลังปรับปรุง) เงื่อนไขมีดังนี้

- 1) เครื่องจักรที่ใช้ในการทำความสะอาดแบบไม่ถอดชิ้นส่วน (ALCIP) มีจำนวน 5 เครื่อง และเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตนมยู เอช ที (หรือเครื่องจักรที่ถูกทำความสะอาด) มีจำนวน 12 เครื่อง
- 2) ลำดับความสำคัญในการทำความสะอาด ให้สายการผลิต B จะมีความสำคัญที่สุด รองลงมาสายการผลิต C, D และ E ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) เวลาในการทำความสะอาด

- ถังพักนม A ใช้เวลาทำความสะอาด 90 นาที
- เครื่องบรรจุ ใช้เวลาทำความสะอาด 90 นาที
- ถังพักนม B ใช้เวลาทำความสะอาด 80 นาที

4) เวลาในการอุ่นเครื่องจักรก่อนเริ่มกระบวนการผลิต

- ถังพักนม A ใช้เวลา 90 นาที
- เครื่องบรรจุ ใช้เวลา 50 นาที

5) การเข้าทำงานของพนักงาน มี 2 ช่วงเวลาดังนี้

- ช่วงเวลาที่ 1 คือ เวลา 8:00-20:00 น.
- ช่วงเวลาที่ 2 คือ เวลา 20:00-8:00 น.

6) เวลาในการรอก่อนการอุ่นเครื่องบรรจุ (Filler Machine) จะใช้เวลาประมาณ 40 นาที ขึ้นอยู่กับความพร้อมของห้องผสมน้ำนมถั่วเหลือง และการประหยัดพลังงานไฟฟ้าตามนโยบายของบริษัท

7) ช่วงเวลาในการทำความสะอาดแบบไม่ถอดชิ้นส่วนคือ ตั้งแต่ 6.00 น. ถึง 13.00 น. แต่ละสายการผลิตจะหยุดไม่พร้อมกัน แต่จะหยุดก็ต่อเมื่อครบรอบการผลิตของสายการผลิตนั้นๆ

สาเหตุที่ต้องทำความสะอาดในช่วงเวลาเดียวกัน เนื่องจากการใช้สารเคมีที่ใช้ทำความสะอาดจะต้องมีผู้เชี่ยวชาญคอยควบคุม ซึ่งช่วงเวลาการทำงานของผู้เชี่ยวชาญนั้นคือ 6.00 น. ถึง 13.00 น. ทำให้แต่ละสายการผลิตไม่สามารถทำความสะอาดคนละช่วงเวลาได้

3.5 รูปแบบการจัดตารางการทำความสะอาดเครื่องจักรในปัจจุบัน (ก่อนการปรับปรุง)

รูปแบบการจัดตารางการทำความสะอาดเครื่องจักรที่ใช้ในการทำความสะอาดแบบไม่ถอดชิ้นส่วน (Cleaning-In-Place, CIP) ในปัจจุบัน โรงงาน มีสายการผลิตทั้งหมด 5 สาย และเครื่องทำความสะอาดแบบไม่ถอดชิ้นส่วน (Tetra Alsafe Cleaning-In-Place 100, ALCIP) ทั้งหมด 5 เครื่อง ซึ่งจะใช้เวลาทำความสะอาด ร้อนเครื่อง และอุ่นเครื่องประมาณ 7 ชั่วโมง 30 นาที โดยการจัดตารางจะแบ่งออกเป็น 2 ตารางการทำความสะอาด ได้แก่

- 1) การจัดตารางการทำความสะอาดไม่เต็มระบบ
- 2) การจัดตารางการทำความสะอาดทั้งระบบ

ในงานปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ต่อไปนี้ในแผนภูมิแกนต์ จะกำหนดให้

- “ALCIP” คือ เครื่องจักรที่ใช้ในการทำความสะอาดแบบไม่ถอดชิ้นส่วน (Tetra Alsafe Cleaning-In-Place 100)

- “B Tank” คือ ถังพักนม B (Buffer Tank หรือ B Tank)

- “A Tank” คือ ถังพักนม A (Alsaf Tank หรือ A Tank)

- “Filler” คือ เครื่องจักรบรรจุ (Filler Machine)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้า i คือ ชื่อเรียกสายการผลิต โดยที่ $i \in \{A, B, C, D, E\}$

- “Buffer i ” คือ ถังพักนม B ที่สายการผลิต i

- “Alsafe i ” คือ ถังพักนม A ที่สายการผลิต i

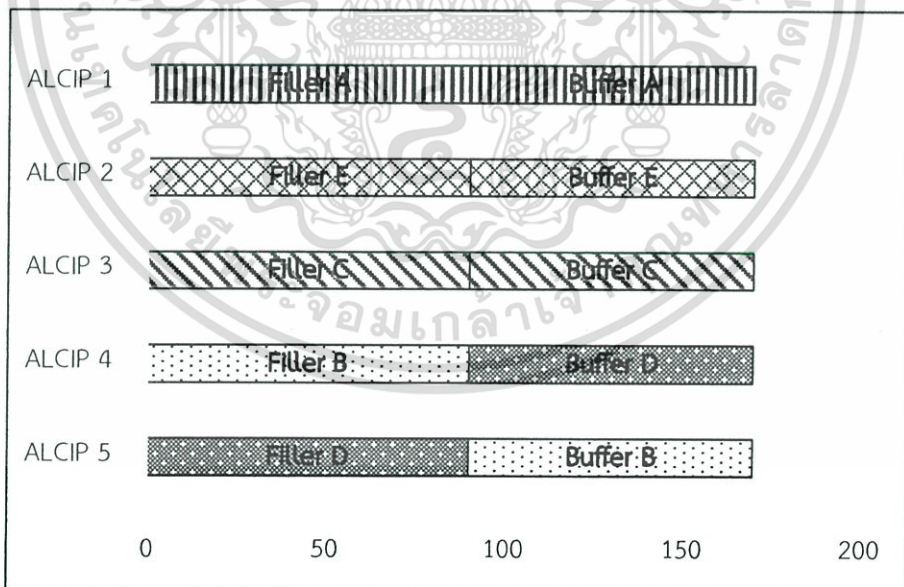
- “Filler” คือ เครื่องบรรจุ ที่สายการผลิต i

3.5.1 การจัดตารางการทำความสะอาดไม่เต็มระบบ

การจัดตารางการทำความสะอาดไม่เต็มระบบ (Intermediate Cleaning) มีรอบการทำความสะอาดทุก 24 ชั่วโมงซึ่งจะทำความสะอาดเครื่องจักรเพียง 2 ชนิด คือ เครื่องบรรจุ และ ถังพักนม B

กำหนดให้

- ▨ แสดงเครื่องจักรในสายการผลิต A
- ▤ แสดงเครื่องจักรในสายการผลิต B
- ▧ แสดงเครื่องจักรในสายการผลิต C
- ▩ แสดงเครื่องจักรในสายการผลิต D
- ⊠ แสดงเครื่องจักรในสายการผลิต E



รูปที่ 3.12 แผนภูมิแกนต์โดยแกน y ของการทำความสะอาดแบบ 24 ชั่วโมง
(ไม่ได้พิจารณาเวลาอุ่นเครื่อง และเวลาอุ่นเครื่อง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ

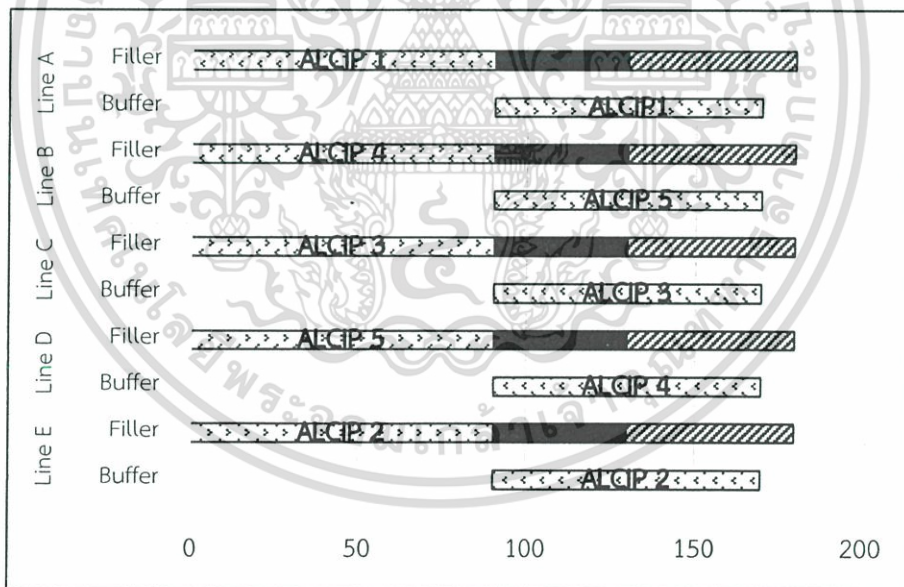
- เครื่อง ALCIP 4 มีการต่อท่อทำความสะอาดเครื่องบรรจุ ของสายการผลิต B และถังพักนม B ของสายการผลิต D

- เครื่อง ALCIP 5 มีการต่อท่อทำความสะอาดเครื่องบรรจุ ของสายการผลิต D และถังพักนม B ของสายการผลิต B

ณ ปัจจุบันก่อนปรับปรุง สามารถจัดแผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องจักรที่ใช้ทำการผลิต น้ํานมถั่วเหลืองยู เอช ที ของการทำความสะอาดแบบทุก 24 ชั่วโมง ในแต่ละสายการผลิตได้ดังรูปที่ 3.13

กำหนดให้

- ☐ แสดงเวลาในการทำความสะอาดเครื่องจักร
- แสดงเวลาในการรอคำสั่งการอุ่นเครื่องจักรก่อนทำการผลิต
- ▨ แสดงเวลาในการอุ่นเครื่องจักรก่อนทำการผลิต



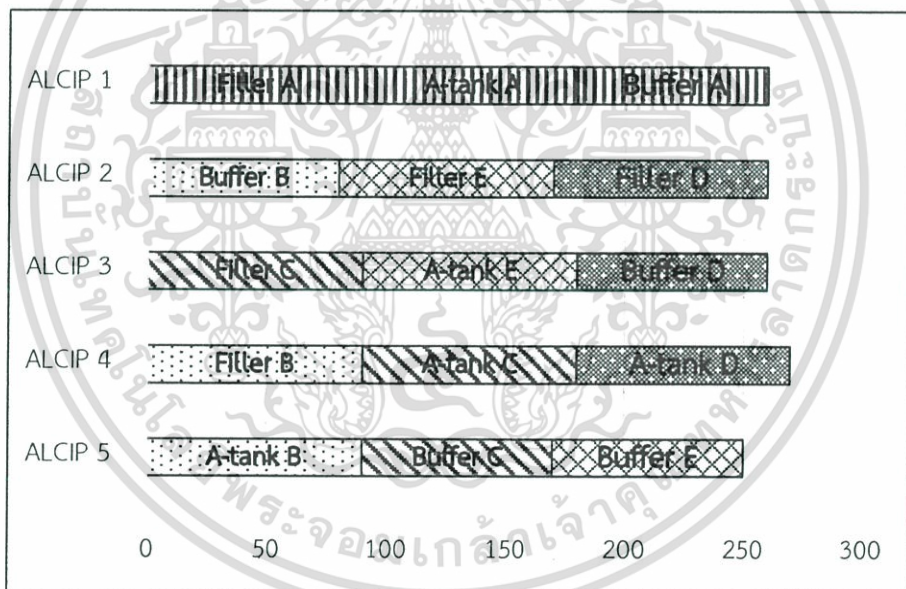
รูปที่ 3.13 แผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องจักรที่ใช้ทำการผลิตน้ํานมถั่วเหลืองยู เอช ที ของการทำความสะอาดแบบทุก 24 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.12 และ รูปที่ 3.13 การจัดตารางการทำความสะอาดแบบทุก 24 ชั่วโมง พบว่า การจัดตารางในปัจจุบันนั้นจะเริ่มทำความสะอาดสายการผลิต A ก่อน เพราะทางโรงงานได้ให้ความสำคัญเป็นอันดับแรก เนื่องจากเป็นสายการผลิตหลักของกระบวนการผลิตนี้ ซึ่งจะมีเวลารวมในการทำความสะอาดทั้งระบบ (พิจารณาเวลาการทำความสะอาด เวลาการรออุ่นเครื่อง และเวลาอุ่นเครื่อง) เท่ากันทุกสายการผลิต นับตั้งแต่เครื่องจักรเครื่องแรกถูกทำความสะอาด คือ 180 นาที

3.5.2 การทำความสะอาดทั้งระบบ

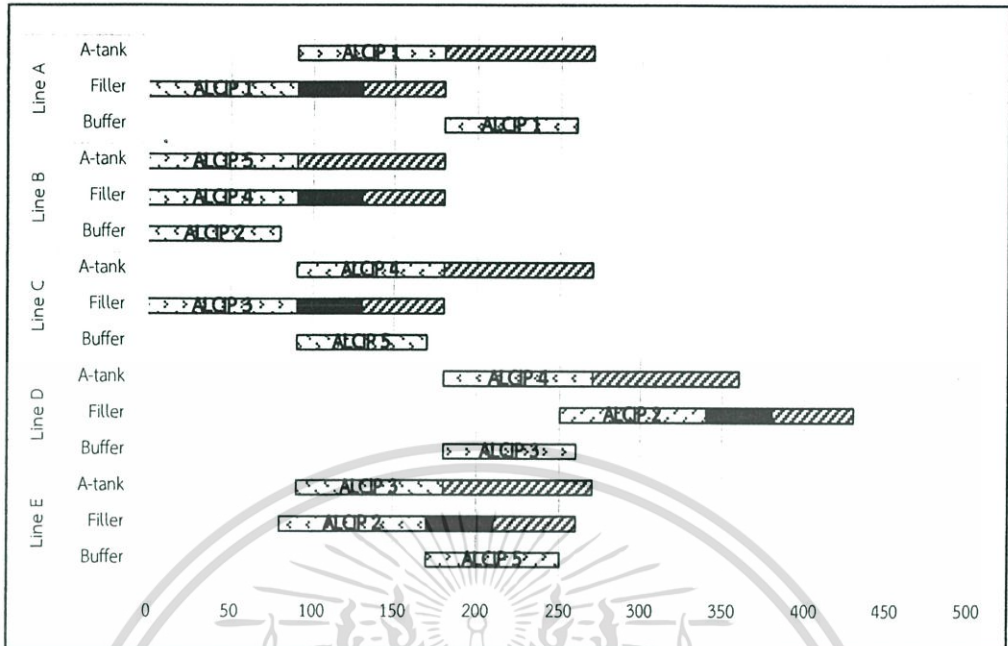
การทำความสะอาดทั้งระบบ (Final Cleaning) มีรอบการทำความสะอาดทุก 48 ชั่วโมง ซึ่งถึงพักนม A (Alsafe Tank) จะเป็นเครื่องจักรชนิดเดียวที่มีรอบการทำความสะอาดแบบนี้ แต่ต้องไปรวมกับเครื่องจักรที่มีรอบการทำความสะอาดทุกๆ 24 ชั่วโมงด้วย ดังรูปจึงต้องพิจารณาทั้ง ถึงพักนม B ถึงพักนม A และเครื่องบรรจุด้วย



รูปที่ 3.14 แผนภูมิแกนต์โดยแกน y ของการทำความสะอาดแบบ 48 ชั่วโมง (ไม่ได้พิจารณาเวลาการรออุ่นเครื่อง และเวลาอุ่นเครื่อง)

ณ ปัจจุบันก่อนปรับปรุง สามารถจัดแผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องจักรที่ใช้ทำการผลิต นำนมถั่วเหลืองยู เอช ที ของการทำความสะอาดแบบทุก 48 ชั่วโมง ในแต่ละสายการผลิตได้ดังรูปที่ 3.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.15 แผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องจักรที่ใช้ทำการผลิตน้ำนมถั่วเหลือง เอช ที ของการทำ ความสะอาดแบบทุก 48 ชั่วโมง

จากรูปที่ 3.12 และ รูปที่ 3.13 การจัดตารางการทำ ความสะอาดแบบทุก 48 ชั่วโมง พบว่า การ จัดตารางในปัจจุบันนั้นจะเริ่มทำความสะอาดสายการผลิต A ก่อน เพราะให้ความสำคัญเป็นอันดับแรกใน แต่ละสายการผลิตมีเวลารวมในการทำ ความสะอาดทั้งระบบ (พิจารณาเวลาการทำ ความสะอาด เวลาการ รอรุ่นเครื่อง และเวลาอุ่นเครื่อง) นับตั้งแต่เครื่องจักรเครื่องแรกถูกทำความสะอาด ดังนี้

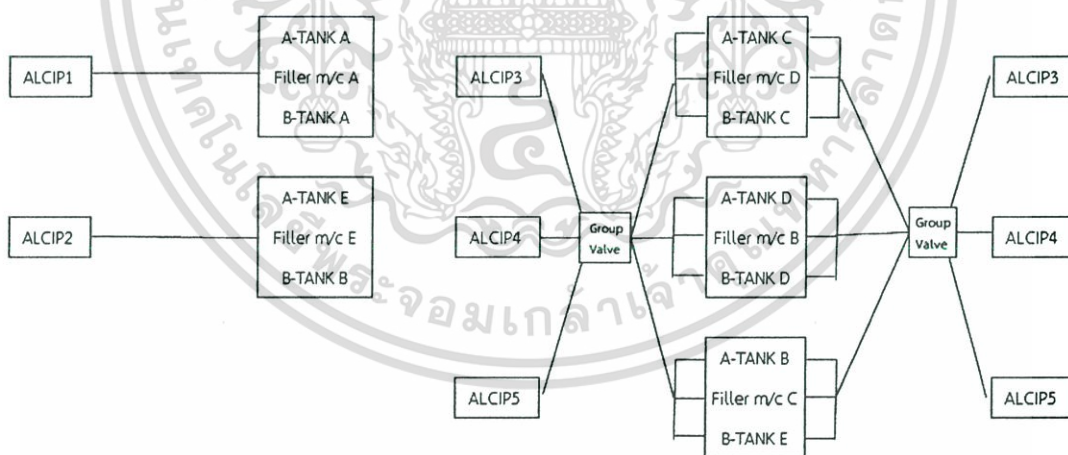
- สายการผลิต A คือ 270 นาที
- สายการผลิต B คือ 180 นาที
- สายการผลิต C คือ 270 นาที
- สายการผลิต D คือ 250 นาที
- สายการผลิต E คือ 190 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 การวางท่อในกระบวนการผลิตนมกล่องยู เอช ที

การทำความสะอาดแบบไม่ถอดชิ้นส่วน (Cleaning-In-Place, CIP) นั้นจะมีการใช้ท่อเพื่อลำเลียงสารเคมีที่ใช้ทำความสะอาด จากเครื่องจักรทำความสะอาดแบบไม่ถอดชิ้นส่วน (Tetra Alsafe Cleaning-In-Place 100, ALCIP) ไปยังเครื่องจักรชนิดต่างๆ โดยจะต้องวางท่อทั้งไปและกลับ ซึ่งในกระบวนการผลิตนมกล่องยู เอช ที มีรายละเอียดการเชื่อมต่อท่อต่างๆดังนี้

- 1) วางท่อไปและกลับ จากเครื่อง ALCIP 1 ไปยังสายการผลิต A
- 2) วางท่อไปและกลับ จากเครื่อง ALCIP 2 ไปยัง
 - สายการผลิต B คือ ถังพักนม B
 - สายการผลิต E คือ ถังพักนม A และเครื่องบรรจุ
- 3) เนื่องจากทางโรงงานมีเครื่อง ALCIP อย่างจำกัด ทางโรงงานจึงได้ทำการจับกลุ่มเครื่อง ALCIP 3, 4 และ 5 เข้าด้วยกัน และนำระบบวาล์วเปิดปิดเข้ามาช่วย โดยมีการวางท่อจากเครื่อง ALCIP 3, 4 และ 5 ไปยังเครื่องจักรต่างๆ ดังนี้
 - สายการผลิต C ทั้งสายการผลิต
 - สายการผลิต D ทั้งสายการผลิต
 - สายการผลิต E คือ ถังพักนม B



รูปที่ 3.16 แผนผังและการวางท่อในปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7 ชนิดของเครื่องบรรจุและปริมาณการผลิตในปัจจุบัน

ปริมาณการผลิตของกระบวนการผลิตนมกล่องแบบยู เอส ที นั้นจะขึ้นอยู่กับชนิดของเครื่องจักรบรรจุ ซึ่งจะมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.7.1 ชนิดของเครื่องบรรจุที่ใช้ในการผลิต

- 1) เครื่องบรรจุรุ่น TBA 8 มีกำลังการผลิต 5,500 กล่องต่อชั่วโมง
- 2) เครื่องบรรจุรุ่น TBA 19 มีกำลังการผลิต 7,500 กล่องต่อชั่วโมง
- 3) เครื่องบรรจุรุ่น TBA 22 มีกำลังการผลิต 20,000 กล่องต่อชั่วโมง

3.7.2 ปริมาณการผลิตในปัจจุบัน

ปริมาณการผลิตของแต่ละสายการผลิตในปัจจุบันนั้น จะแบ่งออกเป็น 2 แบบคือ ทุก 24 ชั่วโมง และทุก 48 ชั่วโมง ซึ่งจะสามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3.1 ปริมาณการผลิตในปัจจุบัน แบบทุก 24 ชั่วโมง

สายการผลิต	เครื่องบรรจุ (Filler Machine)	เวลาในการผลิต (ชม./วัน)	ปริมาณในการผลิต (กล่อง/ชม.)	ปริมาณการผลิตทั้งหมด (กล่อง/วัน)	ปริมาณการผลิตทั้งหมดแต่ละสายการผลิต (กล่อง/วัน)
A	TBA 19	21	7500	157500	787500
	TBA 19	21	7500	157500	
	TBA 19	21	7500	157500	
	TBA 19	21	7500	157500	
	TBA 19	21	7500	157500	
B	TBA 8	21	5500	115500	693000
	TBA19	21	7500	157500	
	TBA 22	21	20000	420000	
C	TBA 22	21	20000	420000	420000
D	TBA 19	21	7500	157500	315000
	TBA 19	21	7500	157500	
E	TBA 19	21	7500	157500	472500
	TBA 19	21	7500	157500	
	TBA 19	21	7500	157500	
	TBA 19	21	7500	157500	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่ลงเว็บไซต์ และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 3.1 แสดงปริมาณการผลิต ในปัจจุบัน แบบทุก 24 ชั่วโมง สายการผลิต A จะมีเครื่องบรรจุอยู่เครื่องบรรจุชนิด TBA 19 ทั้งหมด 5 เครื่อง และปริมาณการผลิตทั้งหมดของสายการผลิต A คือ 787,500 กล่องต่อวัน ในสายการผลิต B จะมีเครื่องบรรจุชนิด TBA 8, TBA 19 และ TBA 22 อย่างละเครื่อง และปริมาณการผลิตทั้งหมดของสายการผลิต B คือ 693,000 กล่องต่อวัน สายการผลิต C มีเครื่องบรรจุชนิด TBA 22 อยู่ 1 เครื่อง และปริมาณการผลิตทั้งหมดของสายการผลิต C คือ 420,000 กล่องต่อวัน สายการผลิต D มีเครื่องบรรจุชนิด TBA 19 อยู่ 2 เครื่อง และปริมาณการผลิตทั้งหมดของสายการผลิต D คือ 315,000 กล่องต่อวัน และสายการผลิต E จะมีเครื่องบรรจุชนิดชนิด TBA 19 อยู่ 4 เครื่อง และปริมาณการผลิตทั้งหมดของสายการผลิต E คือ 472,500 กล่องต่อวัน

ตารางที่ 3.2 ปริมาณการผลิตในปัจจุบัน แบบทุก 48 ชั่วโมง

สายการผลิต	เครื่องบรรจุ (Filler Machine)	เวลาในการผลิต (ชม./วัน)	ปริมาณในการผลิต (กล่อง/ชม.)	ปริมาณการผลิตทั้งหมด (กล่อง/วัน)	ปริมาณการผลิตทั้งหมดแต่ละสายการผลิต (กล่อง/วัน)
A	TBA 19	19.5	7500	146250	731250
	TBA 19	19.5	7500	146250	
	TBA 19	19.5	7500	146250	
	TBA 19	19.5	7500	146250	
	TBA 19	19.5	7500	146250	
B	TBA 8	21	5500	115500	693000
	TBA19	21	7500	157500	
	TBA 22	21	20000	420000	
C	TBA 22	19.50	20000	390000	390000
D	TBA 19	19.67	7500	147500	295000
	TBA 19	19.67	7500	147500	
E	TBA 19	20.83	7500	156250	468750
	TBA 19	20.83	7500	156250	
	TBA 19	20.83	7500	156250	
	TBA 19	20.83	7500	156250	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางการผลิตที่ 3.2 แสดงปริมาณการผลิต ในปัจจุบัน แบบทุก 48 ชั่วโมง สายการผลิต A จะมีเครื่องบรรจุอยู่เครื่องบรรจุชนิด TBA 19 ทั้งหมด 5 เครื่อง และปริมาณการผลิตทั้งหมดของสายการผลิต A คือ 731,250 กล่องต่อวัน ในสายการผลิต B จะมีเครื่องบรรจุชนิด TBA 8, TBA 19 และ TBA 22 อย่างละเครื่อง และปริมาณการผลิตทั้งหมดของสายการผลิต B คือ 693,000 กล่องต่อวัน สายการผลิต C มีเครื่องบรรจุชนิด TBA 22 อยู่ 1 เครื่อง และปริมาณการผลิตทั้งหมดของสายการผลิต C คือ 390,000 กล่องต่อวัน สายการผลิต D มีเครื่องบรรจุชนิด TBA 19 อยู่ 2 เครื่อง และปริมาณการผลิตทั้งหมดของสายการผลิต D คือ 295,000 กล่องต่อวัน และสายการผลิต E จะมีเครื่องบรรจุชนิดชนิด TBA 19 อยู่ 4 เครื่อง และปริมาณการผลิตทั้งหมดของสายการผลิต E คือ 468,750 กล่องต่อวัน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การออกแบบการจัดตารางการทำความสะอาด

ในบทที่ 4 นี้ จะเน้นถึงที่มาของปัญหาแบบละเอียดและการจัดตารางทำความสะอาดใหม่ โดยมีเนื้อหา ดังนี้

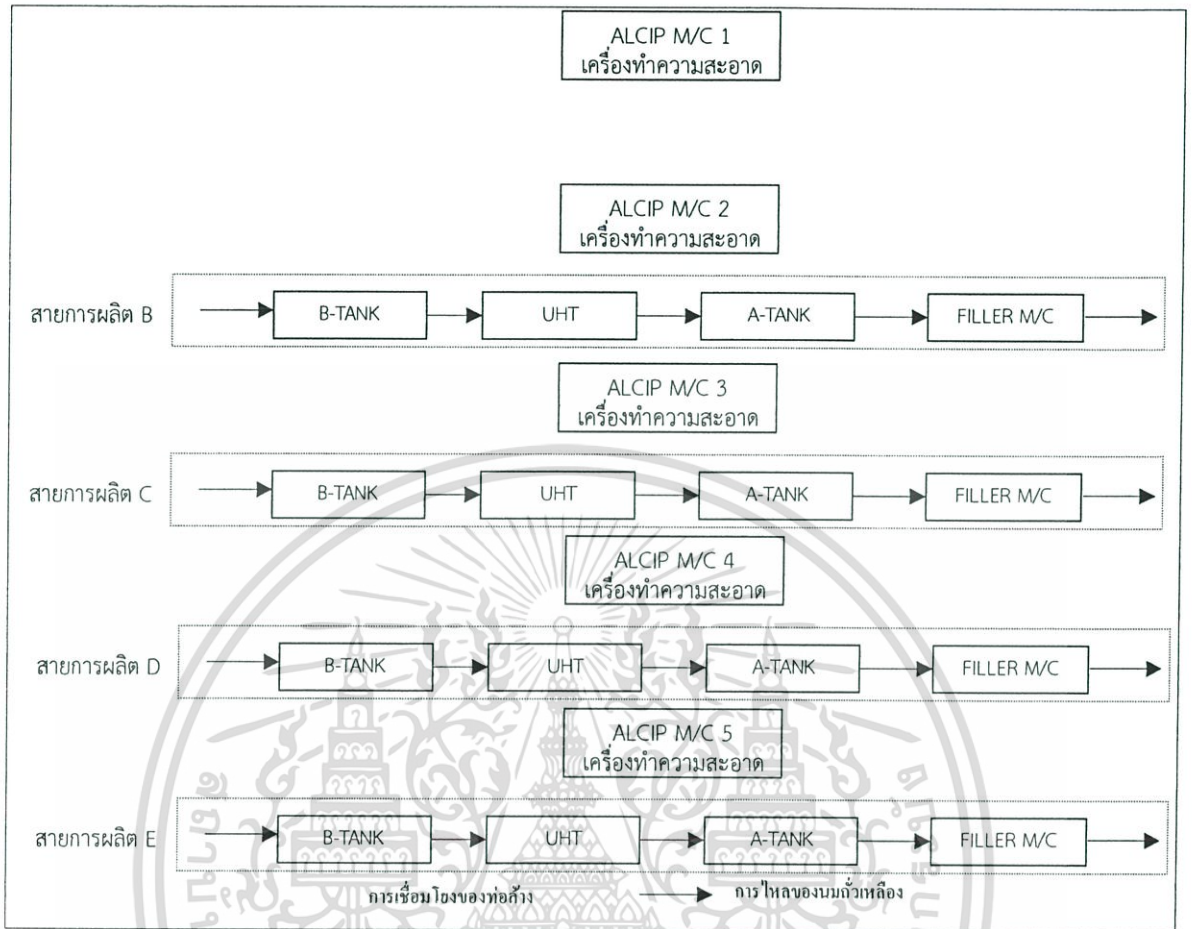
- 4.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา
- 4.2 การกำหนดตัวชี้วัดของความสำเร็จและเป้าหมายหลัก
- 4.3 วิธีการที่ใช้ในการจัดตารางการทำความสะอาด
- 4.4 การจัดตารางการทำความสะอาดโดยใช้กฎเกณฑ์พื้นฐาน
- 4.5 การจัดตารางการทำความสะอาดโดยใช้การทดลองสุ่ม
- 4.6 การคิดค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ
- 4.7 เวลาในการบรรจุกล่องนมรวมทั้งหมดหลังการจัดตารางการทำความสะอาด

4.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

จากขั้นตอนการศึกษาสภาพปัจจุบันของบริษัท กรีนสปอต จำกัด ในบทที่ผ่านมา โดยในอนาคต (ตั้งแต่เดือนมีนาคม พ.ศ.2558) ทางโรงงานได้มีการเคลื่อนย้ายสายการผลิตนมกล่องยู เอช ที (UHT) ออกไป 1 สายการผลิตจากสายการผลิตนมกล่องยู เอช ที (UHT) ทั้งหมด 5 สายการผลิต โดยในสายการผลิตที่มีการเคลื่อนย้ายออกไปนี้ไม่ได้มีการนำเครื่องจักรทำความสะอาด (ALCIP) ออกไป จึงเป็นที่มาในการทำปฏิญานพนธ์ครั้งนี้ ซึ่งต้องทำการจัดตารางการทำความสะอาดใหม่

การทำความสะอาดของเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตน้ำนมถั่วเหลืองยู เอช ทีด้วยเครื่องจักรทำความสะอาด (ALCIP) ประกอบด้วยสายการผลิตที่ต้องทำความสะอาดทั้งหมด 4 สายการผลิต (สายการผลิตละ 3 เครื่องจักร รวมทั้งหมด 12 เครื่องจักร) และเครื่องทำความสะอาด 5 เครื่องจักรดังรูปที่ 4.1 โดยการจัดตารางการทำความสะอาดของเครื่องจักรนั้นทางผู้จัดทำได้มีการนำแผนภูมิแกนต์ (Gantt Chart) นำมาใช้เพื่อสะดวกต่อการดูเวลาในการทำงานของเครื่องจักร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1 สายการผลิตของน้ำนมถั่วเหลืองยู เอช ที เดือนมีนาคม พ.ศ. 2558 ถึงอนาคต

ข้อมูลพื้นฐานในเรื่องของเวลาการล้างทำความสะอาดเครื่องจักรและถังพัก จะอ้างอิงไปยังยังหัวข้อที่ 3.5 ในบทที่ 3

4.1.1 เหตุผลที่ต้องล้างทำความสะอาดในช่วงระหว่างเวลา 6.00-13.00 น.

เนื่องจากหลังการทำทำความสะอาดเครื่องจักร มีการตรวจสอบสารเคมีที่ตกค้างจากการทำความสะอาดโดยผู้เชี่ยวชาญของโรงงาน ซึ่งผู้เชี่ยวชาญของโรงงานจะต้องมาตรวจสอบเครื่องจักร ถังพัก และท่อของสายการผลิตนมถั่วเหลืองยู เอช ที ในช่วงเวลา 6.00-13.00 น. ดังนั้นเครื่องจักรในสายการผลิตนมถั่วเหลืองยู เอช ที ทุกเครื่องต้องทำความสะอาดเสร็จในช่วงเวลาดังกล่าว

นอกจากนี้ สาเหตุที่แต่ละสายการผลิตจะไม่หยุดทำความสะอาดพร้อมกัน คือ รอบเวลาการทำทำความสะอาดของเครื่องจักรแต่ละเครื่อง เครื่องจักรใดๆ จะหยุดก็ต่อเมื่อทำงานครบตามรอบการผลิต คือ 24 ชั่วโมง และ 48 ชั่วโมง เพื่อให้เป็นไปตาม หลักเกณฑ์วิธีการที่ดีในการผลิต (Good Manufacturing Practice, GMP) ซึ่งเป็นมาตรฐานสากลด้านสุขลักษณะอาหารใช้ควบคุมปัจจัยด้านความปลอดภัยอาหาร เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สวนเวลาสำหรับบริการเชิงงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 เหตุผลที่ต้องให้ความสำคัญกับการจัดตารางใหม่

ถ้าผู้จัดตารางมีความรู้ที่ไม่ดีเพียงพอ อาจนำไปสู่การจัดตารางการล้างทำความสะอาดที่ไม่มีประสิทธิภาพ หรือเรียกว่า การจัดตารางในรูปแบบแยء เมื่อพิจารณาถึงเครื่อง ALCIP จำนวน 5 เครื่องที่ใช้สำหรับล้าง และเครื่องจักรหรือถังพักที่จะใช้ในการผลิตน้ำนม และจะถูกล้างทำความสะอาดมีจำนวน 12 เครื่อง (จากทั้งหมด 4 สายการผลิต) โดยจะขอกกล่าวถึงการทำความสะอาดทั้งระบบ (แบบรอบทำความสะอาดสะอาดทุก 48 ชั่วโมง) เท่านั้นในที่นี้ ตัวอย่างในกรณีการจัดตารางการล้างที่ไม่มีประสิทธิภาพ เช่น

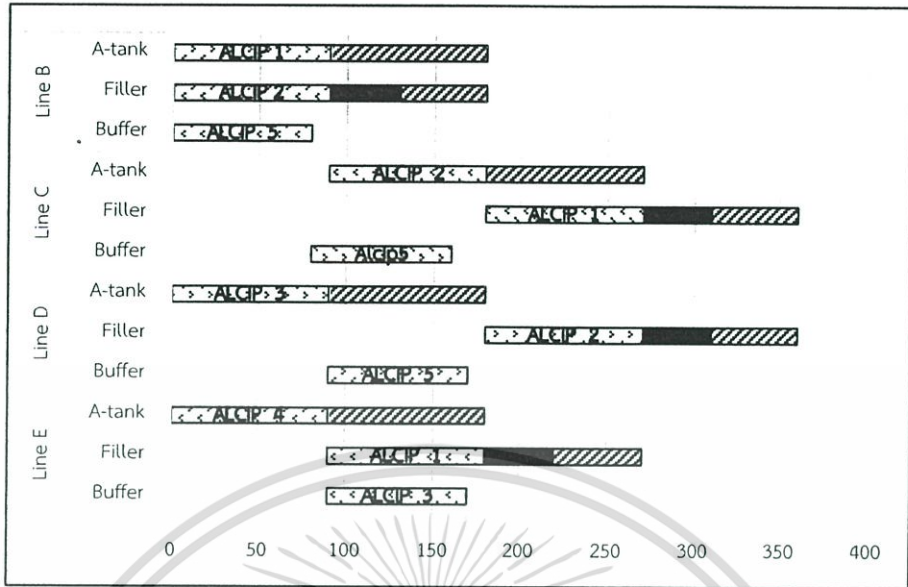
- ยังคงไม่นำเครื่อง ALCIP 1 มาช่วยในการล้าง และใช้เครื่อง ALCIP เพียง 4 เครื่อง
- มีเครื่อง ALCIP บางเครื่องที่ใช้ล้างทำความสะอาดเครื่องจักร หรือถังพักนม (ที่ใช้ในการผลิตน้ำนม) เพียง 1 ครั้ง ทำให้นำไปสู่การทำงานเพิ่มขึ้นของเครื่อง ALCIP ที่เหลือ เป็นต้น

จากตัวอย่างดังกล่าวจะเห็นได้ว่า การแบ่งโหลดหรือการกระจายโหลดเครื่อง ALCIP ไปสู่เครื่องจักรหรือถังพัก (ที่ใช้ในการผลิตน้ำนม)

ผู้จัดทำได้เพิ่มเติม การจัดตารางในรูปแบบที่แยءขึ้นมามีกรณี คือ กำหนดให้ เครื่อง ALCIP 1 และ ALCIP 2 สามารถทำการล้างเครื่องจักรหรือถังพักได้อย่างละ 3 เครื่อง และเครื่อง ALCIP ที่เหลือสามารถทำการล้างเครื่องจักร หรือถังพักได้อย่างละ 2 เครื่อง สมมติว่าสามารถจัดแผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องจักรหรือถังพัก (ที่ใช้ทำการผลิตน้ำนมถั่วเหลือง) เป็นดังรูปที่ 4.2 ทำให้เวลารวมทั้งหมดเพื่อให้ทุกสายการผลิตเริ่มทำงานได้ทั้งหมด มีค่า 360 นาที

หลังการวางแผนและออกแบบการจัดตารางใหม่ ผู้จัดทำสามารถทำการลดเวลาดังกล่าวเวลาดังกล่าวลงได้อีก และจะกล่าวถัดไป

นอกจากนี้อีกประเด็นที่ทำให้การจัดตารางเพิ่มความซับซ้อนขึ้นมา คือ มีเวลาที่เครื่องบรรจุ และถังพัก A ต้องอุ่นเครื่องด้วยตัวมันเอง หลังจากการถูกล้างทำความสะอาดเสร็จ ซึ่ง ณ จุดนี้ที่มีการอุ่นเครื่องไม่จำเป็นต้องใช้เครื่อง ALCIP เลย ดังนั้น การจัดตารางจะต้องจัดเครื่องล้าง ALCIP ไปสู่เครื่องจักร หรือถังพักผลิตนม โดยอาศัยเวลาการล้างก่อน แล้วจึงค่อยพิจารณาเวลาในการอุ่นเครื่องถัดมา



รูปที่ 4.2 แผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องจักรที่ใช้ทำการผลิตน้ำนมถั่วเหลืองยู เอช ที่ของการทำความสะอาดแบบทุก 24 ชั่วโมง (รูปแบบที่แย)

4.2 การกำหนดตัวชี้วัดความสำเร็จและเป้าหมายหลัก

การกำหนดตัวชี้วัดความสำเร็จและเป้าหมายหลัก มีดังนี้

- 1) เวลาที่เครื่องจักรและถังพักนม ถูกล้างทำความสะอาดเสร็จโดยรวมเวลาการรออุปกรณ์ และเวลาอุ่นเครื่องด้วย (Makespan for Soy Milk Machine and Tank) (นาท)
- 2) เวลาที่เครื่อง ALCIP ทุกเครื่องทำการล้างทำความสะอาดเสร็จ (Makespan for ALCIP) (นาท)
- 3) ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ (บาท)
- 4) เวลาในการบรรจุกล่องนมรวมทั้งหมดหลังการจัดตารางการทำความสะอาด (ชั่วโมง/วัน)

จากหัวข้อที่ 3.5 ในบทที่ 3 เกี่ยวกับเวลาการล้างทำความสะอาด เวลาในการอุ่นเครื่อง และเวลาการรออุปกรณ์ ของทั้ง 4 สายการผลิต

ถ้ามีเครื่องจักร ALCIP 1 เครื่อง รอบการทำความสะอาดแบบทุก 24 ชั่วโมง จะใช้เวลาทั้งหมด 1,040 นาที และรอบการทำความสะอาดแบบทุก 48 ชั่วโมง จะใช้เวลาทั้งหมด 1,760 นาที เพื่อที่จะทำให้ทุกสายการผลิตเริ่มทำงานได้ทั้งหมด

แต่ถ้ามีเครื่องจักร ALCIP 5 เครื่อง รอบการทำความสะอาดแบบทุก 24 ชั่วโมง จะใช้เวลาทั้งหมด 208 นาทีโดยเฉลี่ย และรอบการทำความสะอาดแบบทุก 48 ชั่วโมง จะใช้เวลาทั้งหมด 352 นาทีโดยเฉลี่ย เพื่อที่จะทำให้ทุกสายการผลิตเริ่มทำงานได้ทั้งหมด

ดังนั้นเป้าหมายหลักในการจัดตารางในครั้งนี้ เพื่อหาวิธีการจัดตาราง เพื่อให้เวลารวมในการล้างเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าทำความสะอาด (เพื่อให้ทุกสายการผลิตพร้อมที่จะเริ่มทำงานได้) มีค่าเท่ากับ หรือเข้าใกล้ 208 นาที ในไม่ช้ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่ข้อมูลเหล่านี้ และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รอบการทำความสะอาดแบบทุก 24 ชั่วโมง และ 352 นาที ในรอบการทำความสะอาดแบบทุก 48 ชั่วโมง ให้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้

4.3 วิธีการที่ใช้ในการจัดตารางการทำความสะอาด

ในการออกแบบการจัดตารางการทำความสะอาดของเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตน้ำมันถั่วเหลือง ยูเอช ที ด้วยเครื่องจักรทำความสะอาด (ALCIP) วิธีการที่ใช้ในการจัดตารางนั้นประกอบด้วย 2 วิธีใหญ่ คือ

1) การจัดตารางการทำความสะอาดโดยใช้กฎเกณฑ์พื้นฐาน (Classical Scheduling Theory) ดูหัวข้อ 4.4

โดยแบ่งเป็นการจัดตารางการทำความสะอาดแบบทุก 24 ชั่วโมง และทุก 48 ชั่วโมง โดยมีเกณฑ์ในการศึกษา 3 เกณฑ์ คือ

- ลำดับความสำคัญของลูกค้า (CUSTPR)
- เวลาปฏิบัติงานน้อยที่สุด (SPT)
- เวลาปฏิบัติงานที่สูงที่สุด (LPT)

2) การจัดตารางการทำความสะอาดโดยใช้การทดลองสุ่ม (Random Trial) ดูหัวข้อ 4.5

การจัดตารางการทำความสะอาดนั้นทางผู้จัดทำจะใช้แผนภูมิแกนต์ (Gantt Chart) 2 ลักษณะ คือ

- แผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องทำความสะอาด
- แผนภูมิแกนต์โดยแกน x เป็นเครื่องจักรที่ใช้ทำการผลิตน้ำมันถั่วเหลืองยูเอช ที ในแต่ละสายการผลิต

4.4 การจัดตารางการทำความสะอาดโดยใช้กฎเกณฑ์พื้นฐาน

ในส่วนนี้เป็นการนำกฎเกณฑ์พื้นฐานในการจัดลำดับงาน (Classical Scheduling Theory) มาประยุกต์ใช้งาน เพื่อให้ง่ายต่อการจัดตารางในเบื้องต้น สามารถจัดตารางการทำงานของเครื่องจักรทำความสะอาดได้ดังนี้

4.4.1 การจัดตารางการทำความสะอาดแบบทุก 24 ชั่วโมงโดยใช้กฎเกณฑ์พื้นฐาน

การจัดตารางการทำความสะอาดแบบทุก 24 ชั่วโมง (Intermediate Cleaning) จะประกอบด้วยเครื่องจักรทำความสะอาด (ALCIP) จำนวน 5 เครื่อง และเครื่องจักรที่ต้องทำความสะอาดจำนวน 8 เครื่องใน 4 สายการผลิต โดยแต่ละสายการผลิตประกอบด้วยเครื่องจักรจำนวน 2 เครื่อง คือ เครื่องบรรจุ (Filler Machine) และ ถังพักนม B (Buffer Tank) สามารถนำมาจัดตารางตามกฎเกณฑ์พื้นฐาน ได้ดังหัวข้อ 4.4.1.1, 4.4.1.2, 4.4.1.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.1.1 การจัดการตารางทำความสะอาดตามลำดับความสำคัญของลูกค้ำ แบบทุก 24 ชั่วโมง

การจัดการตารางทำความสะอาดตามลำดับความสำคัญของลูกค้ำ (CUSTPR) แบบทุก 24 ชั่วโมง เป็นการเรียงลำดับโดยดูจากงานที่ลูกค้ำให้ความสำคัญมากที่สุดอยู่เป็นลำดับแรก ในที่นี้ความสำคัญของลูกค้ำจะถูกตัดแปลงมาเป็นความสำคัญของตัวโรงงานกรณีศึกษาแทน จากกรณีนี้ทางโรงงานต้องการให้สายการผลิต B เสร็จก่อนสายการผลิตอื่นๆ และรองลงมาคือสายการผลิต C, D และ E ตามลำดับลงมา จึงสามารถจัดลำดับได้ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 การเลือกลำดับเครื่องจักรตามลำดับความสำคัญของโรงงานกรณีศึกษา (CUSTPR) แบบทุก 24 ชั่วโมง

เครื่องจักร	เวลาที่ใช้ในการทำความสะอาด	เวลาที่ใช้อุ่นเครื่องก่อน	ลำดับการเลือก
สายการผลิต B เครื่องบรรจุ (Filler Machine)	90	50	1
สายการผลิต B ถังพักนม B (Buffer Tank)	80	0	2
สายการผลิต C เครื่องบรรจุ (Filler Machine)	90	50	3
สายการผลิต C ถังพักนม B (Buffer Tank)	80	0	4
สายการผลิต D เครื่องบรรจุ (Filler Machine)	90	50	5
สายการผลิต D ถังพักนม B (Buffer Tank)	80	0	6
สายการผลิต E เครื่องบรรจุ (Filler Machine)	90	50	7
สายการผลิต E ถังพักนม B (Buffer Tank)	80	0	8

หมายเหตุ เครื่องบรรจุ (Filler Machine) จะมีเวลาอุ่นเครื่องอีกประมาณ 40 นาที

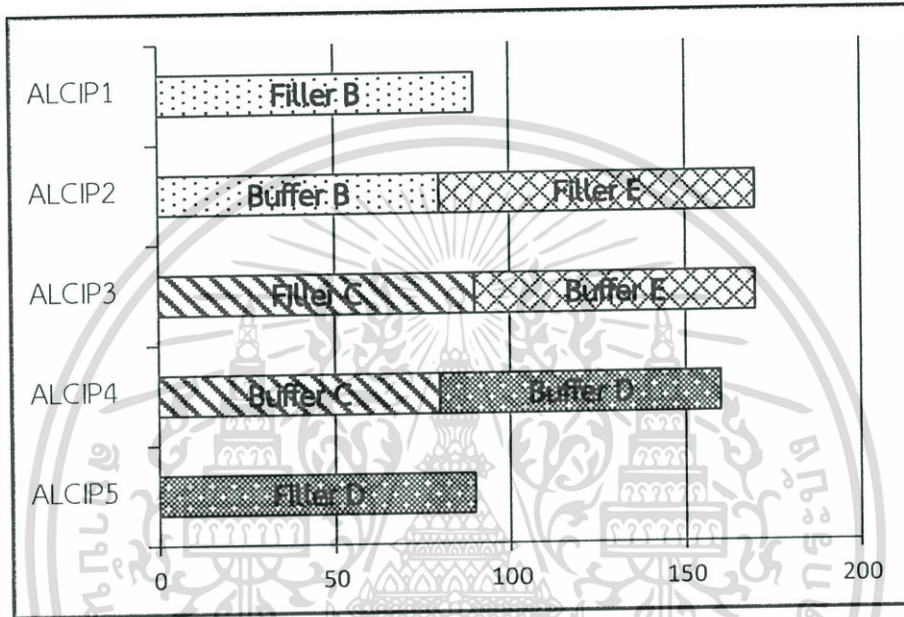
ตารางที่ 4.1 สามารถจัดเรียงตารางการทำความสะอาดตามลำดับความสำคัญของโรงงานกรณีศึกษา (CUSTPR) แบบทุก 24 ชั่วโมง จะเห็นว่า เครื่องจักรทำความสะอาด (ALCIP) จะทำความสะอาดเครื่องจักรในสายการผลิตนมกล่องยู เอช ที (UHT) จนครบทุกเครื่อง ไล่ตามสายการผลิต B, C, D และ E ตามลำดับ โดยจะเริ่มต้นที่เครื่องบรรจุ จากนั้นจะต่อด้วยถังพักนม B ในสายการผลิตนั้น

การจัดการตารางทำความสะอาดตามลำดับความสำคัญของลูกค้ำแบบทุก 24 ชั่วโมงสามารถนำมาเขียนเป็นแผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องทำความสะอาด ได้ดังรูปที่ 4.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำหนดให้

- ▨ แสดงเครื่องจักรในสายการผลิต B
- ▧ แสดงเครื่องจักรในสายการผลิต C
- ▩ แสดงเครื่องจักรในสายการผลิต D
- ▦ แสดงเครื่องจักรในสายการผลิต E



รูปที่ 4.3 แผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องทำความสะอาดตามลำดับความสำคัญของโรงงานกรณีศึกษา (CUSTPR) แบบทุก 24 ชั่วโมง (ไม่ได้พิจารณาเวลาอุ่นเครื่อง และเวลาอุ่นเครื่อง)

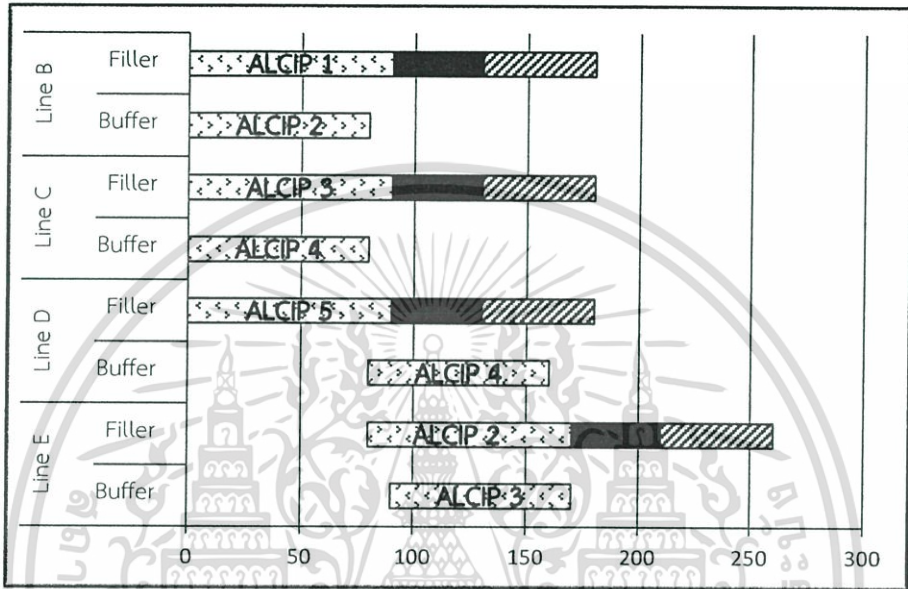
รูปที่ 4.3 แผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องทำความสะอาดตามลำดับความสำคัญของโรงงานกรณีศึกษา (CUSTPR) แบบทุก 24 ชั่วโมง จะเห็นว่า เครื่องจักรทำความสะอาด (ALCIP) เครื่องที่ 1 และเครื่องที่ 5 ใช้ทำความสะอาดเครื่องจักรเครื่องละ 1 เครื่อง โดยเครื่องจักรทำความสะอาด (ALCIP) เครื่องที่ 2 เครื่องที่ 3 และเครื่องที่ 5 ใช้ทำความสะอาดเครื่องจักรเครื่องละ 2 เครื่อง

การจัดตารางทำความสะอาดตามลำดับความสำคัญของลูกค้า (CUSTPR) แบบทุก 24 ชั่วโมง สามารถนำมาเขียนแผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องจักรที่ใช้ทำการผลิตน้ำมันถั่วเหลืองยู เอช ที ในแต่ละสายการผลิตได้ดังรูปที่ 4.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำหนดให้

- ☐ แสดงเวลาในการทำความสะอาดเครื่องจักร
- แสดงเวลาในการรอคำสั่งการอุ่นเครื่องจักรก่อนทำการผลิต
- ▨ แสดงเวลาในการอุ่นเครื่องจักรก่อนทำการผลิต



รูปที่ 4.4 แผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องจักรที่ใช้ทำการผลิตน้ำมันถั่วเหลืองยู เอช ที่ตามลำดับความสำคัญของโรงงานกรณีศึกษา (CUSTPR) แบบทุก 24 ชั่วโมง

รูปที่ 4.4 แผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องจักรที่ใช้ทำการผลิตน้ำมันถั่วเหลืองยู เอช ที่ตามลำดับความสำคัญของโรงงานกรณีศึกษา (CUSTPR) แบบทุก 24 ชั่วโมง จะเห็นว่า สายการผลิต B C และ D เริ่มต้นทำความสะอาดพร้อมกัน ซึ่งสายการผลิต E เริ่มทำการทำความสะอาดที่นาทีที่ 80

โดยจากแผนภูมิดังกล่าว มีเวลาเสร็จงานรวม (Makespan) เท่ากับ 270 นาที และเวลาเสร็จงานรวม (Makespan) เท่ากับ 170 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.1.2 การจัดตารางทำความสะอาดตามเกณฑ์เวลาปฏิบัติงานน้อยสุด แบบทุก 24 ชั่วโมง

การจัดตารางทำความสะอาดตามเกณฑ์เวลาปฏิบัติงานน้อยสุด (SPT) แบบทุก 24 ชั่วโมงเป็นการเรียงลำดับโดยให้ความสำคัญกับงานที่มีเวลาในการดำเนินงานต่ำสุดอยู่เป็นลำดับแรก ซึ่งถึงพักนม B (Buffer Tank) ใช้เวลาในการทำความสะอาดน้อยที่สุดจึงจัดอยู่ในลำดับแรกและเครื่องบรรจุ (Filler Machine) ใช้เวลาในการทำความสะอาดมากที่สุดจึงจัดอยู่ในลำดับสุดท้าย นอกจากนี้แล้ว จะยังให้ความสำคัญต่อสายการผลิต B, C, D และ E ตามลำดับอยู่ จึงสามารถจัดลำดับได้ตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 การเลือกลำดับเครื่องจักรตามเกณฑ์เวลาปฏิบัติงานน้อยสุด (SPT) แบบทุก 24 ชั่วโมง

เครื่องจักร	เวลาที่ใช้ในการทำความสะอาด	เวลาที่ใช้ในการอุ่นเครื่องก่อน	ลำดับการเลือก
สายการผลิตB เครื่องบรรจุ (Filler Machine)	90	50	5
สายการผลิตB ถึงพักนม B (Buffer Tank)	80	0	1
สายการผลิตC เครื่องบรรจุ (Filler Machine)	90	50	6
สายการผลิตC ถึงพักนม B (Buffer Tank)	80	0	2
สายการผลิตD เครื่องบรรจุ (Filler Machine)	90	50	7
สายการผลิตD ถึงพักนม B (Buffer Tank)	80	0	3
สายการผลิตE เครื่องบรรจุ (Filler Machine)	90	50	8
สายการผลิตE ถึงพักนม B (Buffer Tank)	80	0	4

หมายเหตุ เครื่องบรรจุ (Filler Machine) จะมีเวลาอุ่นเครื่องอีกประมาณ 40 นาที

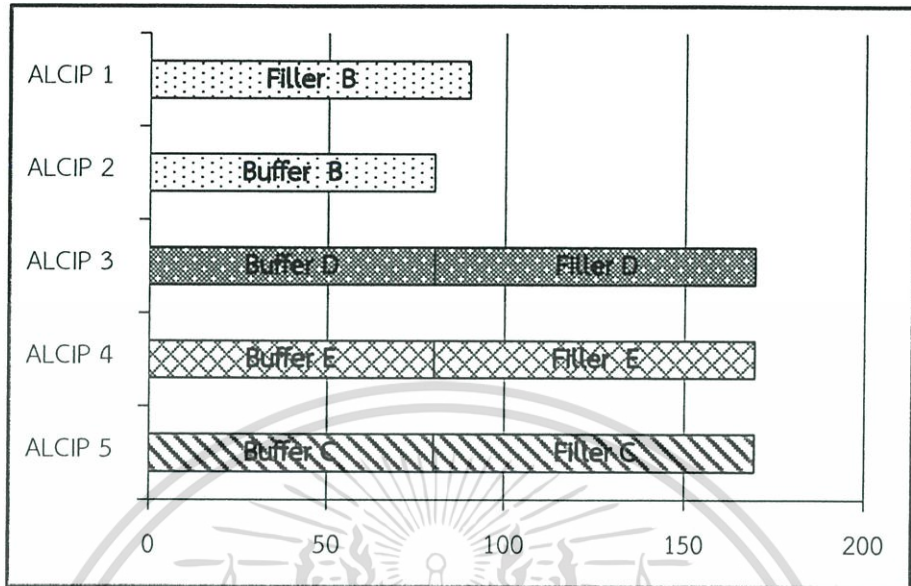
เมื่อพิจารณาถึงท่อล่างที่เชื่อมต่อ ที่คาดว่าจำเป็นไปสู่ค่าใช้จ่ายการติดตั้งท่อที่ประหยัดจะได้

- ความสำคัญที่ 1 ควรใช้เครื่อง ALCIP 2
- ความสำคัญที่ 2 ควรใช้เครื่อง ALCIP 5
- ความสำคัญที่ 3 ควรใช้เครื่อง ALCIP 3
- ความสำคัญที่ 4 ควรใช้เครื่อง ALCIP 4
- ความสำคัญที่ 5 ควรใช้เครื่อง ALCIP 1

ตารางที่ 4.2 สามารถจัดเรียงตารางการทำความสะอาดตามเกณฑ์เวลาปฏิบัติงานน้อยสุด (SPT) แบบทุก 24 ชั่วโมง จะเห็นว่า เครื่องจักรทำความสะอาด (ALCIP) จะเริ่มทำความสะอาดถึงพักนม B (Buffer Tank) ในสายการผลิตนมกล่องยู เอช ที จนครบทุกเครื่องก่อน แล้วจึงจะเริ่มทำความสะอาดเครื่องบรรจุ (Filler Machine) จนครบทุกเครื่อง

การจัดตารางทำความสะอาดตามเกณฑ์เวลาปฏิบัติงานน้อยสุด (SPT) แบบทุก 24 ชั่วโมงสามารถนำมาเขียนเป็นแผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องทำความสะอาด ได้ดังรูปที่ 4.5

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 แผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องทำความสะอาดตามเกณฑ์เวลาปฏิบัติงานน้อยสุด (SPT) แบบทุก 24 ชั่วโมง (ไม่ได้พิจารณาเวลารอเครื่อง และเวลาอุ่นเครื่อง)

รูปที่ 4.5 แผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องทำความสะอาดตามเกณฑ์เวลาปฏิบัติงานน้อยสุด (SPT) แบบทุก 24 ชั่วโมง จะเห็นว่า เครื่องจักรทำความสะอาด (ALCIP) เครื่องที่ 1 และเครื่องที่ 2 ใช้ทำความสะอาดเครื่องจักรเครื่องละ 1 เครื่อง โดยเครื่องจักรทำความสะอาด (ALCIP) เครื่องที่ 3 เครื่องที่ 4 และเครื่องที่ 5 ใช้ทำความสะอาดเครื่องจักรเครื่องละ 2 เครื่อง

การจัดตารางทำความสะอาดตามเกณฑ์เวลาปฏิบัติงานน้อยสุด (SPT) แบบทุก 24 ชั่วโมง สามารถนำมาเขียนแผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องจักรที่ใช้ทำการผลิตน้ำมันถั่วเหลืองยู เอช ที ในแต่ละสายการผลิตได้ดังรูปที่ 4.6

ตารางที่ 4.3 การเลือกลำดับเครื่องจักรตามเกณฑ์เวลาปฏิบัติงานสูงสุด (LPT) แบบทุก 24 ชั่วโมง

เครื่องจักร	เวลาที่ใช้ในการทำ ความสะอาด	เวลาที่ใช้ในการ อุ่นเครื่องก่อน	ลำดับการเลือก
สายการผลิตB เครื่องบรรจุ (Filler Machine)	90	50	1
สายการผลิตB ถังพักนม B (Buffer Tank)	80	0	5
สายการผลิตC เครื่องบรรจุ (Filler Machine)	90	50	2
สายการผลิตC ถังพักนม B (Buffer Tank)	80	0	6
สายการผลิตD เครื่องบรรจุ (Filler Machine)	90	50	3
สายการผลิตD ถังพักนม B (Buffer Tank)	80	0	7
สายการผลิตE เครื่องบรรจุ (Filler Machine)	90	50	4
สายการผลิตE ถังพักนม B (Buffer Tank)	80	0	8

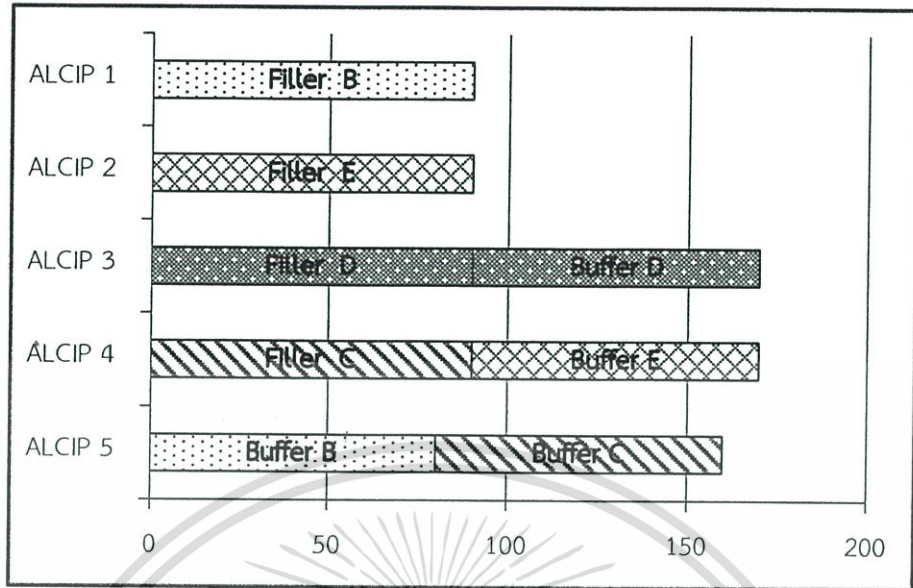
หมายเหตุ เครื่องบรรจุ (Filler Machine) จะมีเวลาอุ่นเครื่องอีกประมาณ 40 นาที

เมื่อพิจารณาถึงท่อล่างที่เชื่อมต่อ ที่คาดว่าจำเป็นไปสู่ค่าใช้จ่ายการติดตั้งท่อที่ประหยัดจะได้

- ความสำคัญที่ 1 ควรใช้เครื่อง ALCIP 1
- ความสำคัญที่ 2 ควรใช้เครื่อง ALCIP 4
- ความสำคัญที่ 3 ควรใช้เครื่อง ALCIP 3
- ความสำคัญที่ 4 ควรใช้เครื่อง ALCIP 2
- ความสำคัญที่ 5 ควรใช้เครื่อง ALCIP 5

ตารางที่ 4.3 สามารถจัดเรียงตารางการทำความสะอาดตามเกณฑ์เวลาปฏิบัติงานสูงสุด (LPT) แบบทุก 24 ชั่วโมง จะเห็นว่า เครื่องจักรทำความสะอาด (ALCIP) จะเริ่มทำความสะอาดเครื่องบรรจุในสายการผลิตนมกล่องยู เอช ที (UHT) จนครบทุกเครื่องก่อน แล้วจึงจะเริ่มทำความสะอาดถังพักนม B จนครบทุกเครื่อง

การจัดตารางทำความสะอาดตามเกณฑ์เวลาปฏิบัติงานสูงสุด (LPT) แบบทุก 24 ชั่วโมง สามารถนำมาเขียนเป็นแผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องทำความสะอาด ได้ดังรูปที่ 4.5

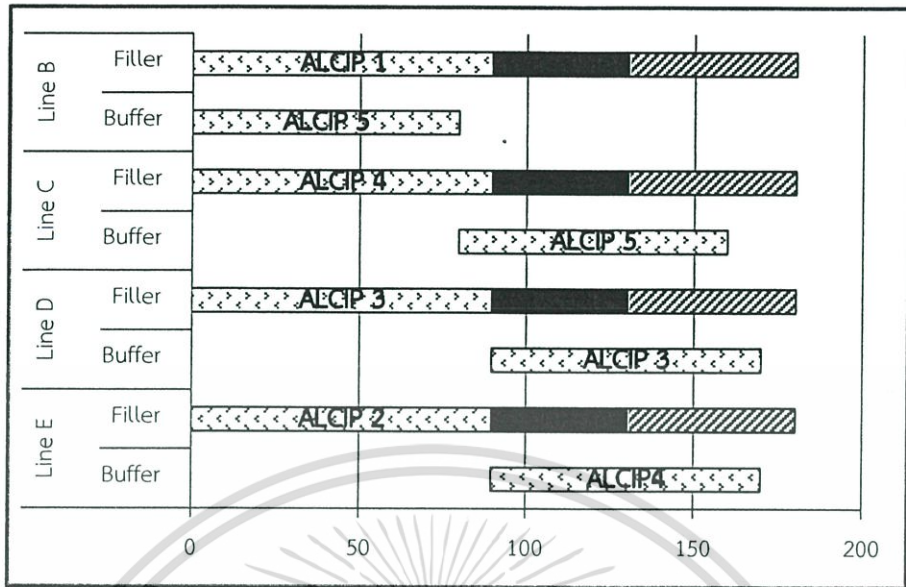


รูปที่ 4.7 แผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องทำความสะอาดตามเกณฑ์เวลาปฏิบัติงานสูงสุด (LPT) แบบทุก 24 ชั่วโมง (ไม่ได้พิจารณาเวลารอเครื่อง และเวลาอุ่นเครื่อง)

รูปที่ 4.7 แผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องทำความสะอาดตามเกณฑ์เวลาปฏิบัติงานสูงสุด (LPT) แบบทุก 24 ชั่วโมง จะเห็นว่า เครื่องจักรทำความสะอาด (ALCIP) เครื่องที่ 1 และเครื่องที่ 2 ใช้ทำความสะอาดเครื่องจักรเครื่องละ 1 เครื่อง โดยเครื่องจักรทำความสะอาด (ALCIP) เครื่องที่ 3 เครื่องที่ 4 และเครื่องที่ 5 ใช้ทำความสะอาดเครื่องจักรเครื่องละ 2 เครื่อง

การจัดตารางทำความสะอาดตามเกณฑ์เวลาปฏิบัติงานสูงสุด (LPT) แบบทุก 24 ชั่วโมง สามารถนำมาเขียนแผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องจักรที่ใช้ทำการผลิตน้ำมันถั่วเหลืองยู เอช ที ในแต่ละสายการผลิตได้ดังรูปที่ 4.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 แผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องจักรที่ใช้ทำการผลิตน้ำมันถั่วเหลืองยู เอช ที ตามเวลาปฏิบัติงานสูงสุด (LPT) แบบทุก 24 ชั่วโมง

รูปที่ 4.8 แผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องจักรที่ใช้ทำการผลิตน้ำมันถั่วเหลืองยู เอช ที ในแต่ละสายการผลิตตามเกณฑ์เวลาปฏิบัติงานมากที่สุด (LPT) แบบทุก 24 ชั่วโมง จะเห็นว่า สายการผลิตทุกสายการผลิตเริ่มต้นทำความสะอาดพร้อมกัน

โดยจากแผนภูมิแกนต์ดังกล่าว มีเวลาเสร็จงานรวม (Makespan) เท่ากับ 270 นาที และเวลาเสร็จงานรวม (Makespan) เท่ากับ 170 นาที

4.4.2 การจัดการตารางทำความสะอาดแบบทุก 48 ชั่วโมงโดยใช้กฎเกณฑ์พื้นฐาน

การจัดการตารางทำความสะอาดแบบทุก 48 ชั่วโมง (Final Cleaning) จะประกอบด้วยเครื่องจักรทำความสะอาด (ALCIP) จำนวน 5 เครื่อง และเครื่องจักรที่ต้องทำความสะอาดจำนวน 12 เครื่องใน 4 สายการผลิต โดยแต่ละสายการผลิตประกอบด้วยเครื่องจักรจำนวน 3 เครื่อง คือ ถังพักนม A (Alsaf Tank) เครื่องบรรจุ (Filler Machine) และ ถังพักนม B (Buffer Tank) สามารถนำมาจัดการตามกฎเกณฑ์พื้นฐาน ได้ดังหัวข้อ 4.4.2.1, 4.4.2.2 และ 4.4.2.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.2.1 การจัดตารางทำความสะอาดตามลำดับความสำคัญของลูกค้า แบบทุก 48 ชั่วโมง

การจัดตารางทำความสะอาดตามลำดับความสำคัญของลูกค้า (CUSTPR) แบบทุก 48 ชั่วโมงเป็นการเรียงลำดับโดยดูจากงานที่ลูกค้าให้ความสำคัญมากที่สุดอยู่เป็นลำดับแรก แต่ในที่นี้จะเปลี่ยนจากลำดับความสำคัญของลูกค้าไปเป็นความสำคัญของโรงงานแทน จากกรณีนี้ทางโรงงานต้องการให้สายการผลิต B เสร็จก่อนสายการผลิตอื่นๆ และ C, D และ E สำคัญรองลงมา จึงสามารถจัดลำดับได้ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 การเลือกลำดับเครื่องจักรตามลำดับความสำคัญของโรงงานกรณีศึกษา (CUSTPR) แบบทุก 48 ชั่วโมง

เครื่องจักร	เวลาที่ใช้ในการทำความสะอาด	เวลาที่ใช้ในการอุ่นเครื่องก่อน	ลำดับการเลือก
สายการผลิต B ถังพักนม A (Alsafe Tank)	90	90	1
สายการผลิต B เครื่องบรรจุ (Filler Machine)	90	50	2
สายการผลิต B ถังพักนม B (Buffer Tank)	80	0	3
สายการผลิต C ถังพักนม A (Alsafe Tank)	90	90	4
สายการผลิต C เครื่องบรรจุ (Filler Machine)	90	50	5
สายการผลิต C ถังพักนม B (Buffer Tank)	80	0	6
สายการผลิต D ถังพักนม A (Alsafe Tank)	90	90	7
สายการผลิต D เครื่องบรรจุ (Filler Machine)	90	50	8
สายการผลิต D ถังพักนม B (Buffer Tank)	80	0	9
สายการผลิต E ถังพักนม A (Alsafe Tank)	90	90	10
สายการผลิต E เครื่องบรรจุ (Filler Machine)	90	50	11
สายการผลิต E ถังพักนม B (Buffer Tank)	80	0	12

หมายเหตุ เครื่องบรรจุ (Filler Machine) จะมีเวลาอุ่นเครื่องอีกประมาณ 40 นาที

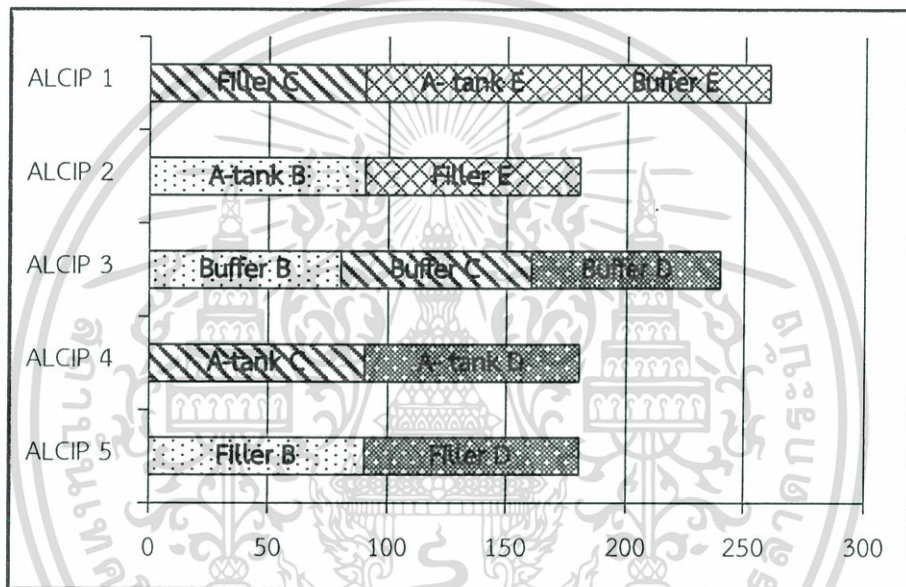
เมื่อพิจารณาถึงท่อล้างที่เชื่อมต่อ ที่คาดว่าจำเป็นไปสู่ค่าใช้จ่ายการติดตั้งท่อที่ประหยัดจะได้

- ความสำคัญที่ 1 ควรใช้เครื่อง ALCIP 2
- ความสำคัญที่ 2 ควรใช้เครื่อง ALCIP 5
- ความสำคัญที่ 3 ควรใช้เครื่อง ALCIP 3
- ความสำคัญที่ 4 ควรใช้เครื่อง ALCIP 4
- ความสำคัญที่ 5 ควรใช้เครื่อง ALCIP 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 สามารถจัดเรียงตารางการทำความสะอาดตามลำดับความสำคัญของโรงงานกรณีศึกษา (CUSTPR) แบบทุก 48 ชั่วโมง จะเห็นว่า เครื่องจักรทำความสะอาด (ALCIP) จะทำความสะอาดเครื่องจักรในสายการผลิตนมกล่องยู เอช ที (UHT) จนครบทุกเครื่อง ไล่ตามสายการผลิต B, C, D และ E ตามลำดับ โดยจะเริ่มต้นที่ถังพักนม A แล้วต่อกับเครื่องบรรจุ จากนั้นจะต่อกับถังพักนม B ในสายการผลิตนั้น

การจัดตารางการทำความสะอาดตามลำดับความสำคัญของโรงงานกรณีศึกษาแบบทุก 48 ชั่วโมง สามารถนำมาเขียนเป็นแผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องทำความสะอาด ได้ดังรูปที่ 4.7

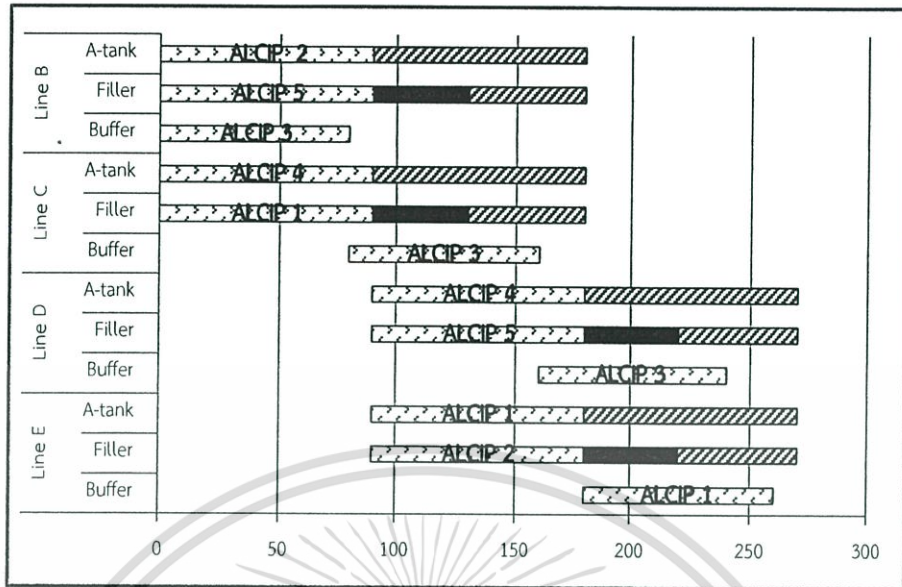


รูปที่ 4.9 แผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องทำความสะอาดตามลำดับความสำคัญของโรงงานกรณีศึกษา (CUSTPR) แบบทุก 48 ชั่วโมง (ไม่ได้พิจารณาเวลารอเครื่อง และเวลาอุ่นเครื่อง)

รูปที่ 4.9 แผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องทำความสะอาดตามลำดับความสำคัญของโรงงานกรณีศึกษา (CUSTPR) แบบทุก 48 ชั่วโมง จะเห็นว่า เครื่องจักรทำความสะอาด (ALCIP) เครื่องที่ 1 และ เครื่องที่ 3 ใช้ทำความสะอาดเครื่องจักรเครื่องละ 3 เครื่อง โดยเครื่องจักรทำความสะอาด (ALCIP) เครื่องที่ 2 เครื่องที่ 4 และเครื่องที่ 5 ใช้ทำความสะอาดเครื่องจักรเครื่องละ 2 เครื่อง

การจัดตารางการทำความสะอาดตามลำดับความสำคัญของโรงงานกรณีศึกษา (CUSTPR) แบบทุก 48 ชั่วโมง สามารถนำมาเขียนแผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องจักรที่ใช้ทำการผลิตน้ำนมถั่วเหลืองยู เอช ที ในแต่ละสายการผลิตได้ดังรูปที่ 4.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.10 แผนภูมิแกนต์โดยแกน y แสดงการจัดตารางตามลำดับความสำคัญของโรงงานกรณีศึกษา (CUSTPR) แบบทุก 48 ชั่วโมง

รูปที่ 4.10 แผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องจักรที่ใช้ทำการผลิตน้ำมันถั่วเหลืองยู เอช ที ในแต่ละสายการผลิตตามลำดับความสำคัญของโรงงานกรณีศึกษา (CUSTPR) แบบทุก 48 ชั่วโมง จะเห็นว่าสายการผลิต B และ C เริ่มต้นทำความสะอาดพร้อมกันซึ่งเริ่มที่นาฬิกาที่ 0 และสายการผลิต D และ E เริ่มทำการทำความสะอาดที่นาฬิกาที่ 80 และนาฬิกาที่ 90 ตามลำดับ

โดยจากแผนภูมิแกนต์ดังกล่าว มีเวลาเสร็จงานรวม (Makespan) เท่ากับ 270 นาที และเวลาเสร็จงานรวม (Makespan) เท่ากับ 260 นาที

4.4.2.2 การจัดตารางทำความสะอาดตามเกณฑ์เวลาปฏิบัติงานน้อยสุด แบบทุก 48 ชั่วโมง

การจัดตารางทำความสะอาดตามเกณฑ์เวลาปฏิบัติงานน้อยสุด (SPT) แบบทุก 48 ชั่วโมง เป็นการเรียงลำดับตามความสำคัญกับงานที่มีเวลาในการดำเนินงานต่ำสุดอยู่เป็นลำดับแรก ซึ่งถึงพักนม B (Buffer Tank) ใช้เวลาในการทำความสะอาดน้อยที่สุดจึงจัดอยู่ในลำดับแรก และถึงพักนม A (Alsafe Tank) ใช้เวลาในการทำความสะอาดเท่ากับเวลาในการทำความสะอาดเครื่องบรรจุ (Filler Machine) ดังนั้นเราจึงมาพิจารณาเวลาในการอุ่นเครื่องจักรการผลิตแทนซึ่งจะเห็นได้ว่าเวลาในการอุ่นเครื่องจักรของถึงพักนม A ใช้เวลาอุ่นเครื่องจักรมากกว่าเครื่องบรรจุ แต่เครื่องบรรจุต้องรอคำสั่งอุ่นเครื่องอีกไม่เกิน 40 นาที เพื่อให้สายการผลิตทำงานได้เร็วขึ้น จึงควรจัดให้เครื่องบรรจุใช้เวลาในการทำความสะอาดที่มากที่สุดจึงจัดอยู่ในลำดับสุดท้าย สามารถจัดลำดับได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 การเลือกลำดับเครื่องจักรตามเกณฑ์เวลาปฏิบัติงานน้อยสุด (SPT) แบบทุก 48 ชั่วโมง

เครื่องจักร	เวลาที่ใช้ในการทำความสะอาด	เวลาที่ใช้ในการอุ่นเครื่องก่อน	ลำดับการเลือก
สายการผลิตB ถังพักนม A (Alsafe Tank)	90	90	5
สายการผลิตB เครื่องบรรจุ (Filler Machine)	90	50	9
สายการผลิตB ถังพักนม B (Buffer Tank)	80	0	1
สายการผลิตC ถังพักนม A (Alsafe Tank)	90	90	6
สายการผลิตC เครื่องบรรจุ (Filler Machine)	90	50	10
สายการผลิตC ถังพักนม B (Buffer Tank)	80	0	2
สายการผลิตD ถังพักนม A (Alsafe Tank)	90	90	7
สายการผลิตD เครื่องบรรจุ (Filler Machine)	90	50	11
สายการผลิตD ถังพักนม B (Buffer Tank)	80	0	3
สายการผลิตE ถังพักนม A (Alsafe Tank)	90	90	8
สายการผลิตE เครื่องบรรจุ (Filler Machine)	90	50	12
สายการผลิตE ถังพักนม B (Buffer Tank)	80	0	4

หมายเหตุ เครื่องบรรจุ (Filler Machine) จะมีเวลาอุ่นเครื่องอีกประมาณ 40 นาที

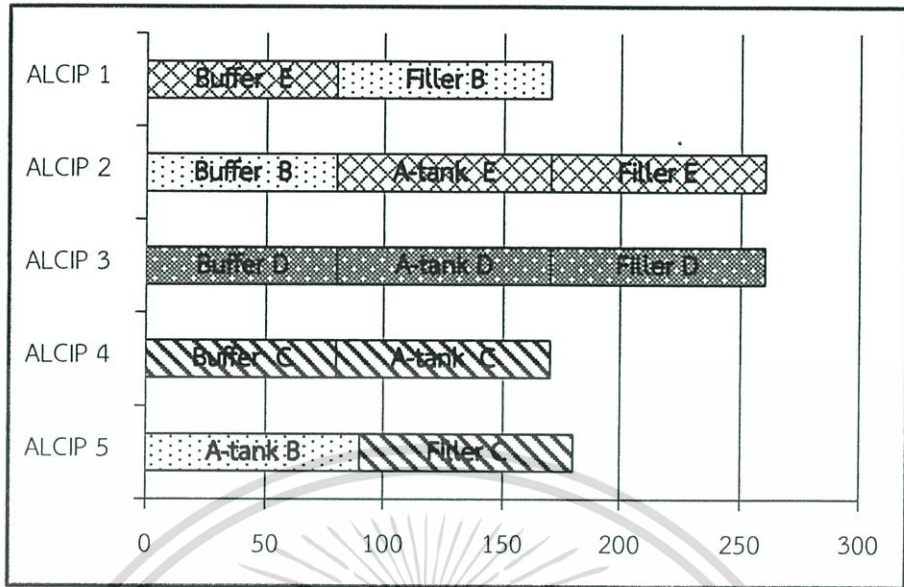
เมื่อพิจารณาถึงท่อล้างที่เชื่อมต่อ ที่คาดว่าจำเป็นไปสู่ค่าใช้จ่ายการติดตั้งท่อที่ประหยัดจะได้

- ความสำคัญที่ 1 ควรใช้เครื่อง ALCIP 2
- ความสำคัญที่ 2 ควรใช้เครื่อง ALCIP 4
- ความสำคัญที่ 3 ควรใช้เครื่อง ALCIP 3
- ความสำคัญที่ 4 ควรใช้เครื่อง ALCIP 1
- ความสำคัญที่ 5 ควรใช้เครื่อง ALCIP 5

ตารางที่ 4.5 สามารถจัดเรียงตารางการทำความสะอาดตามเกณฑ์เวลาปฏิบัติงานน้อยสุด (SPT) แบบทุก 48 ชั่วโมง จะเห็นว่า เครื่องจักรทำความสะอาด (ALCIP) จะเริ่มทำความสะอาดถังพักนม B ในสายการผลิตนมกล่องยู เอช ที (UHT) จนครบทุกเครื่องก่อน แล้วจึงจะเริ่มทำความสะอาดถังพักนม A จนครบทุกเครื่อง จากนั้นจึงจะเริ่มทำความสะอาดเครื่องบรรจุจนครบทุกเครื่อง

การจัดตารางทำความสะอาดตามเกณฑ์เวลาปฏิบัติงานน้อยสุด (SPT) แบบทุก 48 ชั่วโมง สามารถนำมาเขียนเป็นแผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องทำความสะอาด ได้ดังรูปที่ 4.11

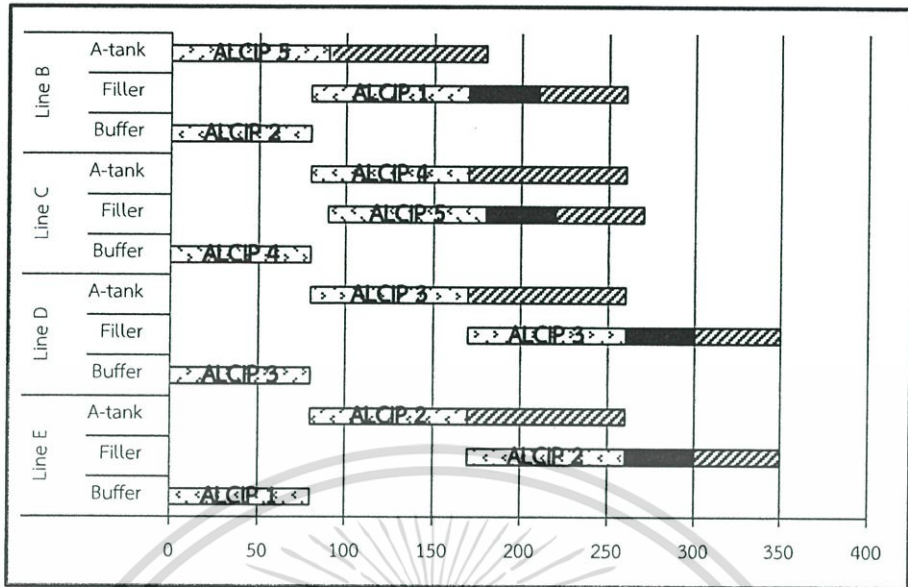
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.11 แผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องทำความสะอาดตามเกณฑ์เวลาปฏิบัติงานน้อยสุด (SPT) แบบทุก 48 ชั่วโมง (ไม่ได้พิจารณาเวลารอเครื่อง และเวลาอุ่นเครื่อง)

รูปที่ 4.11 แผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องทำความสะอาดเกณฑ์เวลาปฏิบัติงานน้อยสุด (SPT) แบบทุก 48 ชั่วโมง จะเห็นว่า เครื่องจักรทำความสะอาด (ALCIP) เครื่องที่ 2 และเครื่องที่ 3 ใช้ทำความสะอาดเครื่องจักรเครื่องละ 3 เครื่อง โดยเครื่องจักรทำความสะอาด (ALCIP) เครื่องที่ 1 เครื่องที่ 4 และเครื่องที่ 5 ใช้ทำความสะอาดเครื่องจักรเครื่องละ 2 เครื่อง

การจัดตารางทำความสะอาดตามลำดับความสำคัญของลูกค้า (CUSTPR) แบบทุก 48 ชั่วโมง สามารถนำมาเขียนแผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องจักรที่ใช้ทำการผลิตน้ำมันถั่วเหลืองยู เอช ที ในแต่ละสายการผลิตได้ดังรูปที่ 4.12



รูปที่ 4.12 แผนภูมิแกนต์แสดงการจัดตารางตามเวลาปฏิบัติงานน้อยสุด (SPT) พิจารณาจากเวลาการทำ ความสะอาดภายในเครื่องจักรทั้งระบบแบบทุก 48 ชั่วโมง

รูปที่ 4.12 แผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องจักรที่ใช้ทำการผลิตน้ำมันถั่วเหลืองยู เอช ที ใน แต่ละสายการผลิตตามเกณฑ์เวลาปฏิบัติงานน้อยสุด (SPT) แบบทุก 48 ชั่วโมง จะเห็นว่า สายการผลิตทุก สายการผลิตเริ่มต้นทำความสะอาดพร้อมกัน

โดยจากแผนภูมิแกนต์ดังกล่าว มีเวลาเสร็จงานรวม (Makespan) เท่ากับ 350 นาที และเวลา เสร็จงานรวม (Makespan) เท่ากับ 260 นาที

4.4.2.3 การจัดการทำความสะอาดตามเกณฑ์เวลาปฏิบัติงานสูงสุด แบบทุก 48 ชั่วโมง

การจัดการทำความสะอาดตามเกณฑ์เวลาปฏิบัติงานสูงสุด (LPT) แบบทุก 48 ชั่วโมง เป็นการ เรียงลำดับโดยให้ความสำคัญกับงานที่มีเวลาในการดำเนินงานสูงสุดอยู่เป็นลำดับแรก ซึ่งถึงพักนมB (Buffer Tank) ใช้เวลาในการทำความสะอาดน้อยที่สุดจึงจัดอยู่ในลำดับสุดท้าย และถึงพักนมA (Alsafe Tank) ใช้เวลาในการทำความสะอาดเท่ากับเวลาในการทำความสะอาดเครื่องบรรจุ (Filler Machine) ดังนั้นเราจึงมาพิจารณาเวลาในการอุ่นเครื่องการผลิตแทนซึ่งจะเห็นได้ว่าเวลาในการอุ่นเครื่องของ ถึงพักนมA ใช้เวลาอุ่นเครื่องมากกว่าเครื่องบรรจุ แต่เครื่องบรรจุต้องรอคำสั่งอุ่นเครื่องอีกไม่เกิน 40 นาที เพื่อให้สายการผลิตทำงานได้เร็วขึ้น จึงควรจัดให้เครื่องบรรจุใช้เวลาในการทำความสะอาดที่มากที่สุด จึงจัดอยู่ในลำดับแรก สามารถจัดลำดับได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 การเลือกลำดับเครื่องจักรตามเกณฑ์เวลาปฏิบัติงานสูงสุด (LPT) แบบทุก 48 ชั่วโมง

เครื่องจักร	เวลาที่ใช้ในการทำความสะอาด	เวลาที่ใช้ในการอุ่นเครื่องก่อน	ลำดับการเลือก
สายการผลิตB ถังพักนม A (Alsafe Tank)	90	90	1
สายการผลิตB เครื่องบรรจุ (Filler Machine)	90	50	5
สายการผลิตB ถังพักนม B (Buffer Tank)	80	0	9
สายการผลิตC ถังพักนม A (Alsafe Tank)	90	90	2
สายการผลิตC เครื่องบรรจุ (Filler Machine)	90	50	6
สายการผลิตC ถังพักนม B (Buffer Tank)	80	0	10
สายการผลิตD ถังพักนม A (Alsafe Tank)	90	90	3
สายการผลิตD เครื่องบรรจุ (Filler Machine)	90	50	7
สายการผลิตD ถังพักนม B (Buffer Tank)	80	0	11
สายการผลิตE ถังพักนม A (Alsafe Tank)	90	90	4
สายการผลิตE เครื่องบรรจุ (Filler Machine)	90	50	8
สายการผลิตE ถังพักนม B (Buffer Tank)	80	0	12

หมายเหตุ เครื่องบรรจุ (Filler Machine) จะมีเวลารออุ่นเครื่องอีกประมาณ 40 นาที

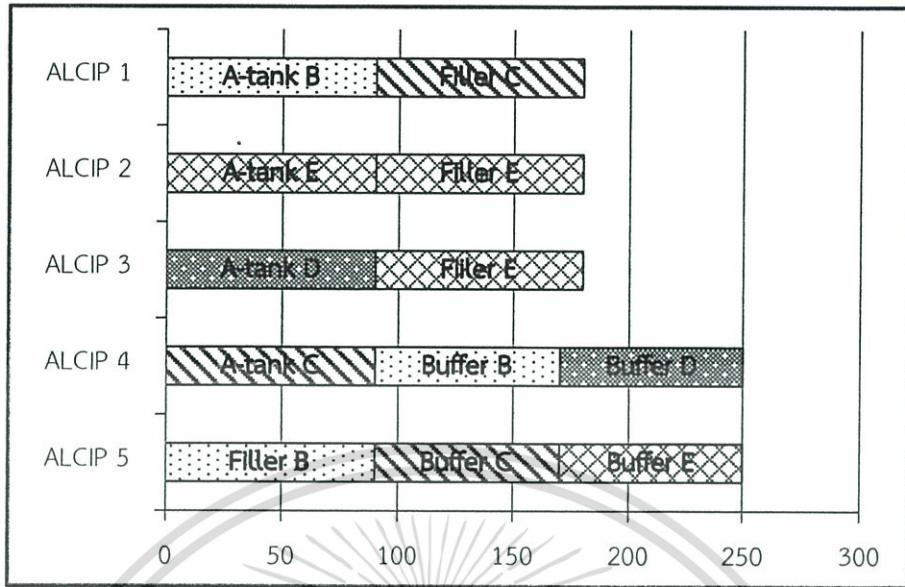
เมื่อพิจารณาถึงท่อล่างที่เชื่อมต่อ ที่คาดว่าจำเป็นไปสู่ค่าใช้จ่ายการติดตั้งท่อที่ประหยัดจะได้

- ความสำคัญที่ 1 ควรใช้เครื่อง ALCIP 1
- ความสำคัญที่ 2 ควรใช้เครื่อง ALCIP 4
- ความสำคัญที่ 3 ควรใช้เครื่อง ALCIP 3
- ความสำคัญที่ 4 ควรใช้เครื่อง ALCIP 2
- ความสำคัญที่ 5 ควรใช้เครื่อง ALCIP 5

ตารางที่ 4.6 สามารถจัดเรียงตารางการทำความสะอาดตามเกณฑ์เวลาปฏิบัติงานสูงสุด (LPT) แบบทุก 48 ชั่วโมง จะเห็นว่า เครื่องจักรทำความสะอาด (ALCIP) จะเริ่มทำความสะอาดถังพักนม A ในสายการผลิตนมกล่องยู เอช ที (UHT) จนครบทุกเครื่องก่อน แล้วจึงเริ่มทำความสะอาดเครื่องบรรจุให้ครบทุกเครื่องก่อน จากนั้นจึงจะเริ่มทำความสะอาดถังพักนม B จนครบทุกเครื่อง

การจัดตารางทำความสะอาดตามเกณฑ์เวลาปฏิบัติงานสูงสุด (LPT) แบบทุก 48 ชั่วโมง สามารถนำมาเขียนเป็นแผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องทำความสะอาด ได้ดังรูปที่ 4.11

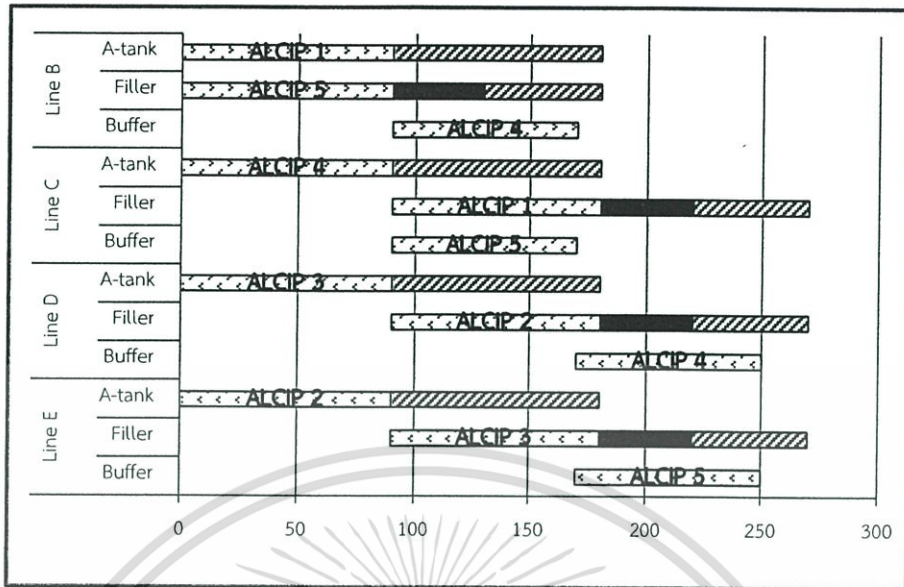
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.13 แผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องทำความสะอาดตามเกณฑ์เวลาปฏิบัติงานสูงสุด (LPT) แบบทุก 48 ชั่วโมง (ไม่ได้พิจารณาเวลารอเครื่อง และเวลาอุ่นเครื่อง)

รูปที่ 4.13 แผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องทำความสะอาดตามเกณฑ์เวลาปฏิบัติงานสูงสุด (LPT) แบบทุก 48 ชั่วโมง จะเห็นว่า เครื่องจักรทำความสะอาด (ALCIP) เครื่องที่ 4 และเครื่องที่ 5 ใช้ทำความสะอาดเครื่องจักรเครื่องละ 3 เครื่อง โดยเครื่องจักรทำความสะอาด (ALCIP) เครื่องที่ 1 เครื่องที่ 2 และเครื่องที่ 3 ใช้ทำความสะอาดเครื่องจักรเครื่องละ 2 เครื่อง

การจัดตารางทำความสะอาดตามเกณฑ์เวลาปฏิบัติงานสูงสุด (LPT) แบบทุก 48 ชั่วโมง สามารถนำมาเขียนแผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องจักรที่ใช้ทำการผลิตน้ำมันถั่วเหลืองยู เอช ที ในแต่ละสายการผลิตได้ดังรูปที่ 4.14



รูปที่ 4.14 แผนภูมิแกนต์แสดงการจัดตารางตามเกณฑ์เวลาปฏิบัติงานสูงสุด (LPT) พิจารณาจากเวลาการทำความสะอาดภายในเครื่องจักรทั้งระบบแบบทุก 48 ชั่วโมง

รูปที่ 4.14 แผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องจักรที่ใช้ทำการผลิตน้ำนมถั่วเหลืองยู เอช ที ในแต่ละสายการผลิต ตามเกณฑ์เวลาปฏิบัติงานมากที่สุด (LPT) แบบทุก 48 ชั่วโมง จะเห็นว่า สายการผลิตทุกสายการผลิตเริ่มต้นทำความสะอาดพร้อมกัน

โดยจากแผนภูมิแกนต์ดังกล่าว มีเวลาเสร็จงานรวม (Makespan) เท่ากับ 270 นาที และเวลาเสร็จงานรวม (Makespan) เท่ากับ 250 นาที

4.5 การจัดตารางการทำความสะอาดโดยใช้การทดลองสุ่ม (Random Trial)

นอกจากการจัดตารางการทำความสะอาดแบบในหัวข้อข้างต้นแล้ว ยังสามารถจัดตารางการทำความสะอาดแบบอื่นๆได้ จากทฤษฎีของความน่าจะเป็นในการทดลองสุ่ม (Random Trial) ซึ่งจะพิจารณาในกรณีการทำความสะอาดทั้งระบบ หรือการทำความสะอาดทุก 48 ชั่วโมง (Final Cleaning) จะไม่พิจารณากรณีการทำความสะอาดไม่เต็มระบบ (Intermediate Cleaning) หรือการทำความสะอาดทุก 24 ชั่วโมง เนื่องจากกรณีการทำความสะอาดทุก 24 ชั่วโมง (Intermediate Cleaning) ประกอบด้วยเครื่องจักรที่มีจำนวนน้อยและแบบที่ลองทำการสุ่มนั้นรูปแบบคล้ายกับการจัดตารางการทำความสะอาดแบบใช้กฎเกณฑ์พื้นฐานในการจัดลำดับงาน (Classical Scheduling Theory) และไม่ได้ทำให้การจัดตารางนั้นดีขึ้น ทางผู้จัดทำจึงทำเฉพาะกรณีการทำความสะอาดทุก 48 ชั่วโมง โดยพิจารณาครั้งนี้เครื่องจักรทั้งหมด 12 เครื่อง จากทั้งหมด 4 สายการผลิต ซึ่งมีลักษณะแตกต่างกันทั้งหมด เครื่องจักรทั้ง 12 เครื่องนั้น สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 พวก พวกที่ 1 คือเครื่องบรรจุ (Filler Machine) และถังพักนม A ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Alsafe Tank) ซึ่งเครื่องเหล่านี้จะมีเวลาการทำความสะอาด 90 นาที มีเวลารออุ่นเครื่องและอุ่นเครื่องรวมกัน 90 นาที จึงจัดรวมเข้าเป็นแบบเดียวกันถึงพักนม B (Buffer Tank) เนื่องจากมีเวลาทำความสะอาดเพียง 80 นาที และไม่มีเวลาอุ่นเครื่อง

การหาจำนวนการจัดตารางการทำความสะอาดทั้งหมดนั้น สามารถพิจารณาได้จากการจัดหมู่ (Combination) จะได้ว่า มีเครื่องจักรที่ต้องทำความสะอาดเท่ากับ 12 เครื่อง ซึ่งมีลักษณะแตกต่างกันทั้งหมด จัดลงในเครื่องจักรทำความสะอาด (ALCIP) จำนวน 5 เครื่อง โดยมีเครื่องเครื่องจักรทำความสะอาด (ALCIP) จำนวน 2 เครื่อง ที่จะต้องทำความสะอาดเครื่องจักร 3 เครื่อง และเครื่องจักรทำความสะอาดที่เหลือจำนวน 3 เครื่อง จะต้องทำความสะอาดเครื่องละ 2 เครื่อง จากสมการ 2.2 ในบทที่ 2 จะได้ว่า

$$\begin{aligned} \text{จำนวนการจัดตารางการทำความสะอาดทั้งหมด} &= \frac{12!}{(12-3)!} \times \frac{9!}{(9-3)!} \times \frac{6!}{(6-2)!} \times \frac{4!}{(4-2)!} \times 2 \text{ วิธี} \\ &= 479,001,600 \text{ วิธี} \end{aligned}$$

จากการคำนวณทำให้ทราบว่าสามารถจัดตารางทำความสะอาดออกมาทั้งหมด 479,001,600 วิธี ซึ่งแสดงให้เห็นว่ามีวิธีที่หลากหลายมาก จึงจะใช้การทดลองสุ่มเอาเฉพาะตารางการทำความสะอาดที่ใช้เวลาน้อยที่สุด โดยจะกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างเพื่อให้มีความน่าเชื่อถือ ซึ่งผู้จัดทำเลือกใช้วิธีการกำหนดขนาดของเครื่องจักรและมอเตอร์แกน กำหนดให้ยอมรับให้เกิดความคลาดเคลื่อนของกลุ่มตัวอย่างได้ 5% ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และสัดส่วนของลักษณะที่สนใจในประชากรเท่ากับ 0.5 จากสมการที่ 2.7 ในบทที่ 2 จะได้ว่า

$$\begin{aligned} \text{ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง} &= \frac{(3.841)^2 \times (479,001,600) \times 0.5 \times (1-0.5)}{0.05^2(479,001,600-1) + (3.841)^2 \times 0.5 \times (1-0.5)} \\ &= 384 \end{aligned}$$

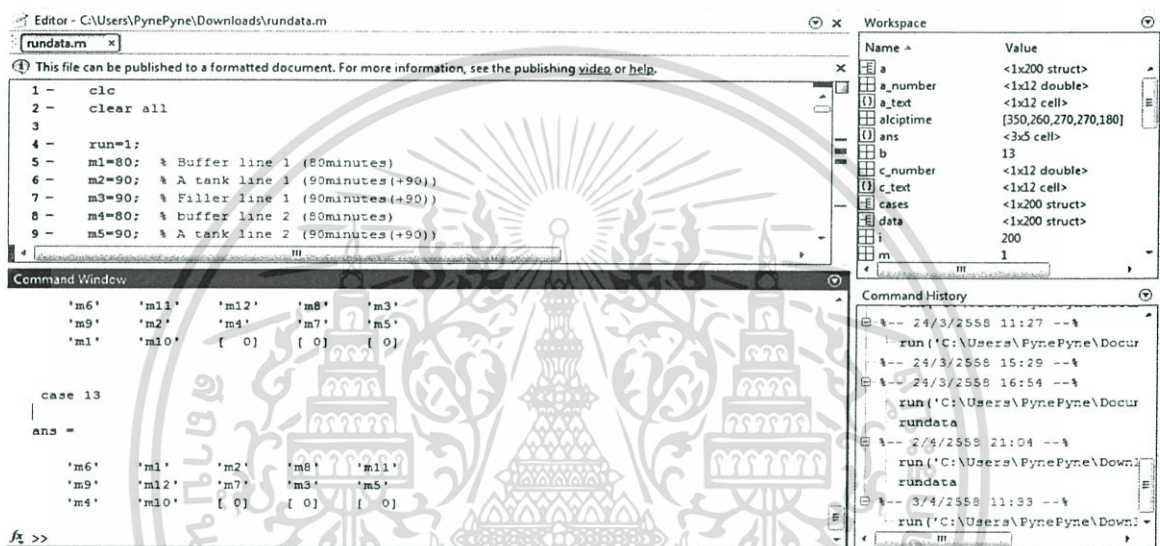
นอกจากนี้เนื่องจากมีความเหมือนกันในเรื่องของเวลา กล่าวคือ ถึงพักนม B ทั้ง 4 สายการผลิต หรือ ถึงพักนม A ทั้ง 4 สายการผลิต และเครื่องบรรจุทั้ง 4 สายการผลิต

ในแต่ละกลุ่มใช้เวลาในการล้างเท่ากัน ดังนั้นขนาดของกลุ่มตัวอย่างจึงไม่มีความจำเป็นที่จะใช้มากกว่านี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

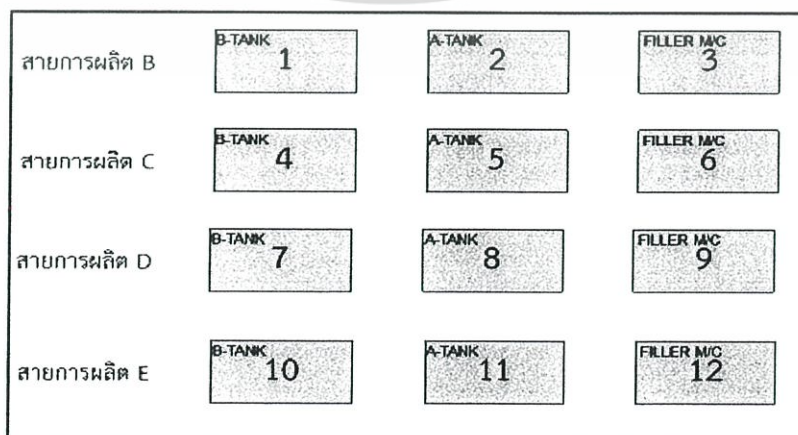
เมื่อได้ขนาดของกลุ่มตัวอย่างแล้ว จึงได้ใช้โปรแกรม แมทแล็บ (MATLAB) ดังรูปที่ 4.15 มาช่วยหาวิธีการจัดตารางต่างๆ และหาเวลาที่น้อยที่สุดในการทำความสะอาดแบบไม่ถอดชิ้นส่วน (Cleaning-In-Place) แบบทั้งระบบ ซึ่งมีข้อมูลพื้นฐานในการจัดตารางการทำความสะอาดโดยใช้การทดลองสุ่มด้วยโปรแกรมแมทแล็บดังต่อไปนี้

4.5.1 ข้อมูลพื้นฐานในการจัดตารางการทำความสะอาดโดยใช้การทดลองสุ่มด้วยโปรแกรมแมทแล็บ



รูปที่ 4.15 โปรแกรมแมทแล็บ (MATLAB)

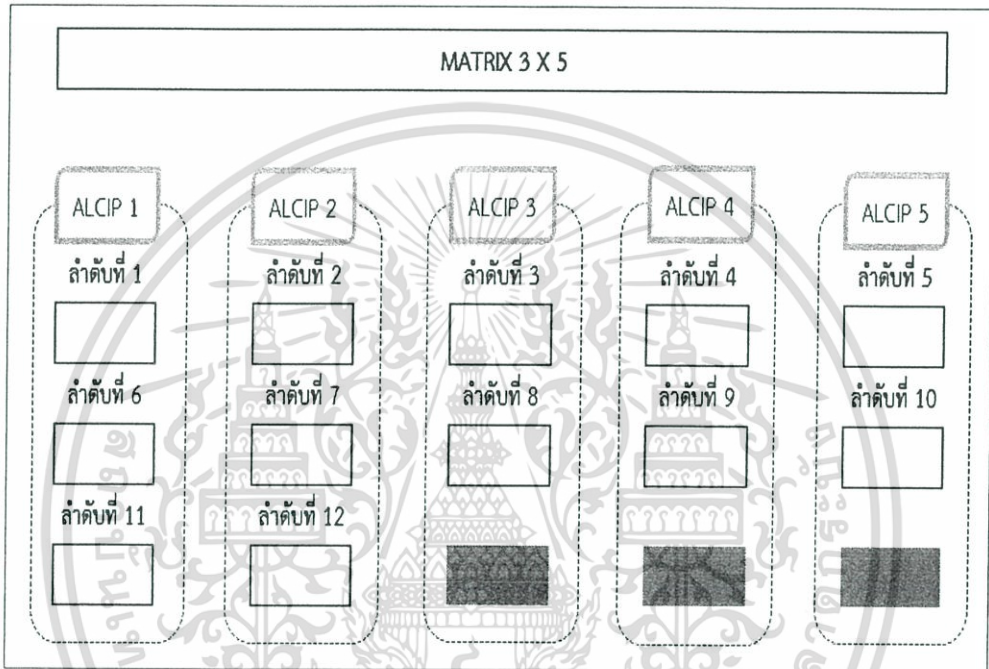
1) เครื่องจักรทำความสะอาด 5 เครื่อง ต่อเครื่องจักร 12 เครื่อง ซึ่งจะพิจารณากรณีการทำความสะอาดทุกๆ 48 ชั่วโมงเท่านั้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งรูปที่ 4.16 การระบุชื่อหมายเลขเครื่องจักรเพื่อที่จะถูกสุ่มเลือกครั้งที่มีกรนำไปใช้

2) เครื่องจักรที่จะถูกทำความสะอาด จะถูกกำหนดหมายเลขตั้งแต่ หมายเลข 1, 2, 3, ..., 12 ดังรูปที่ 4.16 ซึ่งหมายเลขเหล่านี้จะถูกสุ่มเลือกมาทำความสะอาดตามลำดับการสุ่มดังรูปที่ 4.17

3) กำหนดให้แสดงผลลัพธ์เป็นเมตริกซ์ 3×5 ซึ่งจะทำให้ได้ผลลัพธ์ทั้งหมด 15 ผลลัพธ์ แต่เครื่องจักรที่จะนำมาจัดตารางนั้นมีเพียงแค่ 12 เครื่อง จึงได้กำหนดให้ ลำดับที่ 13, 14 และ 15 นั้นมีค่าเป็น 0 โดยลำดับการสุ่มจะเป็นดังรูปที่ 4.17



รูปที่ 4.17 ลำดับของการสุ่ม (Random Trial)

4) กำหนดให้โปรแกรมแสดงผลลัพธ์ออกมา 2 วิธี คือ ลำดับการจัดลำดับของเครื่องจักร และเวลารวมในการทำความสะอาดทั้งระบบ (ซึ่งประกอบด้วยเวลาในทำความสะอาดแบบไม่ถอดชิ้นส่วน (Cleaning-In-Place) เวลารอก่อนอุ่นเครื่องจักร และเวลาการอุ่นเครื่องจักร)

5) ใช้คำสั่ง “randperm” ให้โปรแกรมสุ่มผลลัพธ์ออกมา 384 วิธี (โดยคำนวณสมการที่ 2 ยอมรับให้เกิดความคลาดเคลื่อนของการสุ่มตัวอย่างได้ 5% ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และสัดส่วนของลักษณะที่สนใจในประชากรเท่ากับ 0.5) และใช้คำสั่ง “unique” เพื่อให้ผลที่แสดงออกมานั้นไม่ซ้ำกัน

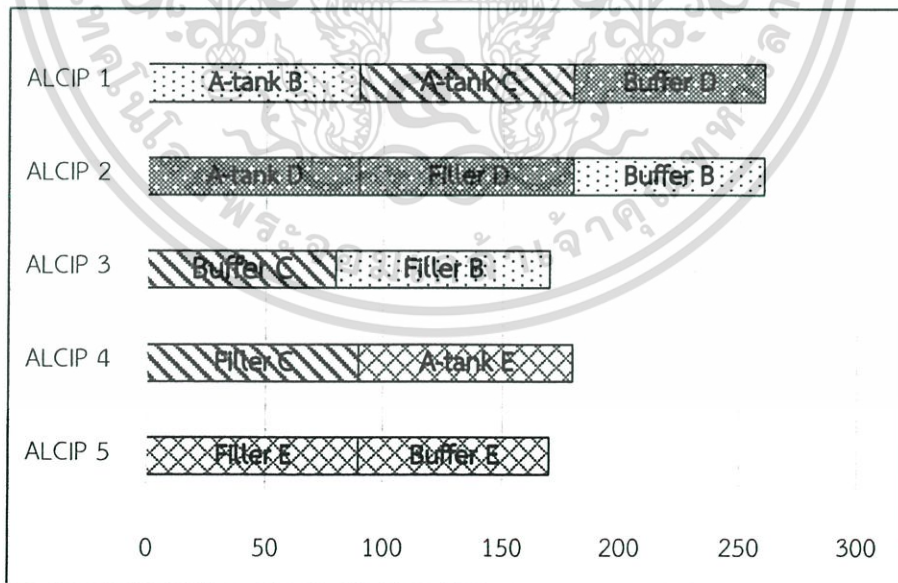
6) ซึ่งเมื่อได้ผลลัพธ์ออกมาแล้ว จะเลือกค่าสุ่มที่ต่ำที่สุด นำมาทำแบบจำลองแผนภูมิแกนต์ เพื่อนำมาพิจารณาการจัดตารางแบบที่ดีที่สุด

4.5.2 ผลจากวิธีการทดลองสุ่มโดยใช้โปรแกรมแมทแล็บ (MATLAB)

ผลจากวิธีการทดลองสุ่มโดยใช้โปรแกรมแมทแล็บ (MATLAB) จากขนาดของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 384 ตัวอย่างนั้น สามารถสรุปได้ว่า สามารถจัดตารางการทำความสะอาดได้ทั้งหมด 39 แบบ ดังภาคผนวก ค ซึ่งเวลาเสร็จงานรวมที่น้อยที่สุดในการทำทำความสะอาดภายในเครื่องจักรแบบทั้งระบบ (ตัวชี้วัดที่ 1) คือ 270 นาที โดยตารางการทำความสะอาดทั้ง 39 แบบนี้ บางแบบนั้นมีลักษณะที่คล้ายกัน ซึ่งสามารถแบ่งตามเวลาในการทำทำความสะอาดของเครื่องจักรทำความสะอาด (ALCIP) เครื่องที่ 1 และ เครื่องที่ 2 ได้ 4 ลักษณะ มีดังนี้

ลักษณะที่ 1) เวลาเสร็จงานรวมของเครื่องจักรทำความสะอาด (ตัวชี้วัดที่ 2) เครื่องที่ 1 และ เครื่องที่ 2 เท่ากับ 260 นาที

ตารางการทำความสะอาดในลักษณะนี้ จะมีเวลาในการทำทำความสะอาดของเครื่องจักรทำความสะอาดเครื่องที่ 1 และเครื่องที่ 2 เท่ากับ 260 นาที ดังรูปที่ 4.18 จากการจัดตารางการทำความสะอาดทั้ง 39 แบบ มีการจัดตารางแบบลักษณะดังกล่าวทั้งหมด 13 แบบ คือตารางการทำความสะอาดจากการทดลองสุ่มโดยใช้โปรแกรมแมทแล็บ แบบที่ 5 แบบที่ 9 แบบที่ 11 แบบที่ 18 แบบที่ 25 แบบที่ 26 แบบที่ 27 แบบที่ 28 แบบที่ 31 แบบที่ 35 แบบที่ 37 แบบที่ 38 และแบบที่ 39 (แสดงการจัดตารางในภาคผนวก ค)



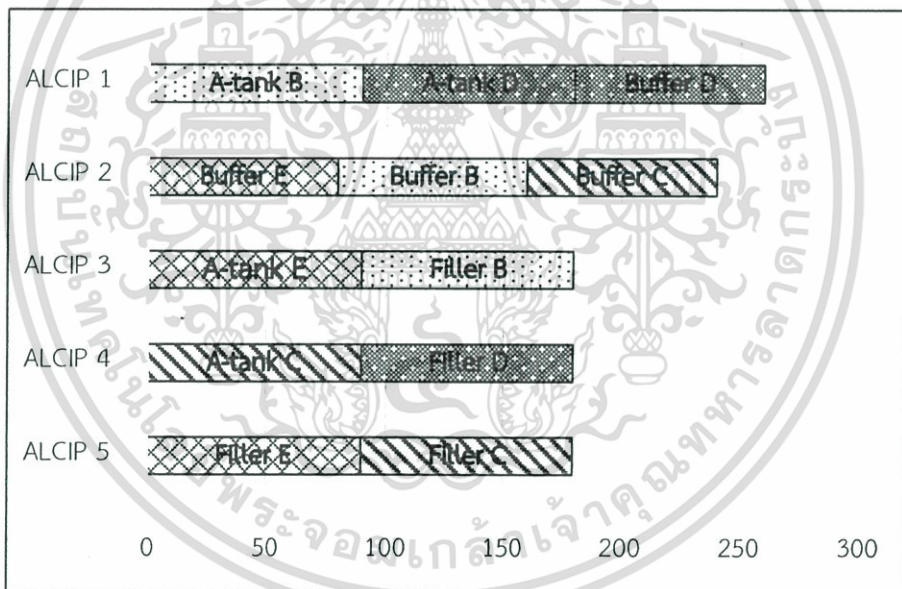
รูปที่ 4.18 แผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องทำความสะอาดแบบทุก 48 ชั่วโมง โดยใช้การทดลองสุ่มแบบที่ 5 พิจารณาจากเวลาการทำทำความสะอาดภายในเครื่องจักร (ไม่ได้พิจารณาเวลาอ่อนเครื่อง และเวลาอ่อนเครื่อง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.18 แผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องทำความสะอาดแบบทุก 48 ชั่วโมง โดยการใช้การทดลองสุ่มแบบที่ 5 พิจารณาจากเวลาการทำความสะอาดภายในเครื่องจักร จะเห็นว่าเครื่องจักรทำความสะอาด (ALCIP) เครื่องที่ 1 และเครื่องที่ 2 แต่ละเครื่องต้องทำความสะอาดถังพักนม B จำนวน 1 เครื่อง ซึ่งใช้เวลาในการทำความสะอาด 80 นาที

ลักษณะที่ 2) เวลาเสร็จงานรวมของเครื่องจักรทำความสะอาด (ตัวชี้วัดที่ 2) เครื่องที่ 1 เท่ากับ 260 นาที และเครื่องที่ 2 เท่ากับ 240 นาที

ตารางการทำความสะอาดในลักษณะนี้ จะมีเวลาในการทำความสะอาดของเครื่องจักรทำความสะอาดเครื่องที่ 1 เท่ากับ 260 นาที และเครื่องที่ 2 เท่ากับ 240 นาทีดังรูปที่ 4.19 จากการจัดตารางการทำความสะอาดทั้ง 39 แบบ มีการจัดตารางแบบลักษณะดังกล่าวทั้งหมด 1 แบบ คือตารางการทำความสะอาดจากการทดลองสุ่มโดยใช้โปรแกรมแมทแล็บ แบบที่ 8 (แสดงการจัดตารางในภาคผนวก ค)

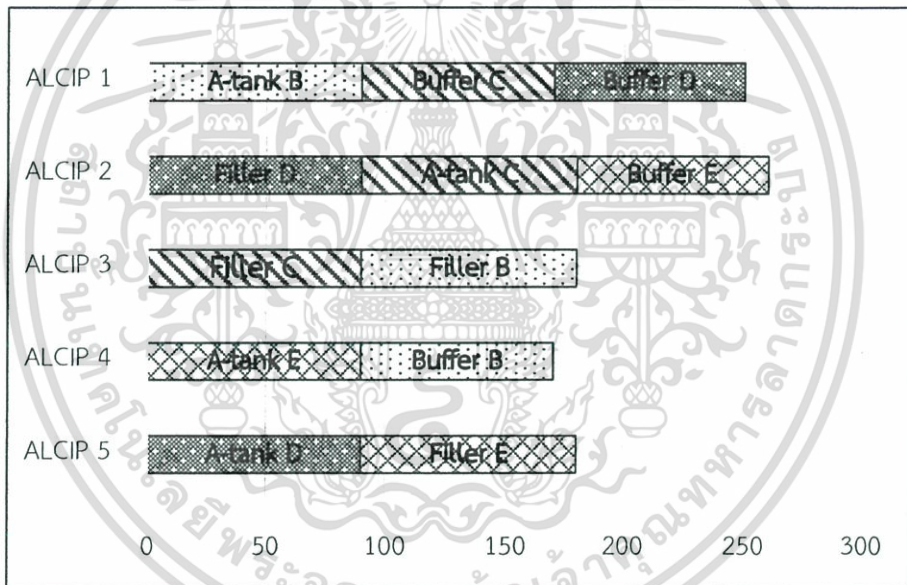


รูปที่ 4.19 แผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องทำความสะอาดแบบทุก 48 ชั่วโมง โดยการใช้การทดลองสุ่มแบบที่ 8 พิจารณาจากเวลาการทำความสะอาดภายในเครื่องจักร (ไม่ได้พิจารณาเวลารออุ่นเครื่อง และเวลาอุ่นเครื่อง)

รูปที่ 4.19 แผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องทำความสะอาดแบบทุก 48 ชั่วโมง โดยการใช้การทดลองสุ่มแบบที่ 8 พิจารณาจากเวลาการทำความสะอาดภายในเครื่องจักร จะเห็นว่าเครื่องจักรทำความสะอาด (ALCIP) เครื่องที่ 1 ต้องทำความสะอาดถังพักนม B จำนวน 1 เครื่องซึ่งใช้เวลาในการทำความสะอาด 80 นาที และเครื่องจักรทำความสะอาดเครื่องที่ 2 ต้องทำความสะอาดถังพักนม B จำนวน 3 เครื่อง เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะที่ 3) เวลาเสร็จงานรวมของเครื่องจักรทำความสะอาด (ตัวชี้วัดที่ 2) เครื่องที่ 1 เท่ากับ 250 นาที และเครื่องที่ 2 เท่ากับ 260 นาที หรือ เครื่องที่ 1 เท่ากับ 260 นาที และเครื่องที่ 2 เท่ากับ 250 นาที

ตารางการทำความสะอาดในลักษณะนี้ จะเวลาในการทำความสะอาดของเครื่องจักรทำความสะอาดเครื่องที่ 1 เท่ากับ 250 นาทีและเครื่องที่ 2 เท่ากับ 260 นาที หรือ เครื่องที่ 1 เท่ากับ 260 นาที และเครื่องที่ 2 เท่ากับ 250 นาที ดังรูปที่ 4.20 จากการจัดตารางการทำความสะอาดทั้ง 39 แบบ มีการจัดตารางแบบลักษณะดังกล่าวทั้งหมด 22 แบบ คือตารางการทำความสะอาดจากการทดลองสุ่มโดยใช้โปรแกรมแมทแล็บ แบบที่ 1 แบบที่ 2 แบบที่ 3 แบบที่ 4 แบบที่ 6 แบบที่ 7 แบบที่ 10 แบบที่ 12 แบบที่ 13 แบบที่ 14 แบบที่ 16 แบบที่ 17 แบบที่ 19 แบบที่ 20 แบบที่ 22 แบบที่ 23 แบบที่ 24 แบบที่ 32 แบบที่ 33 แบบที่ 34 และแบบที่ 36 (แสดงการจัดตารางในภาคผนวก ค)



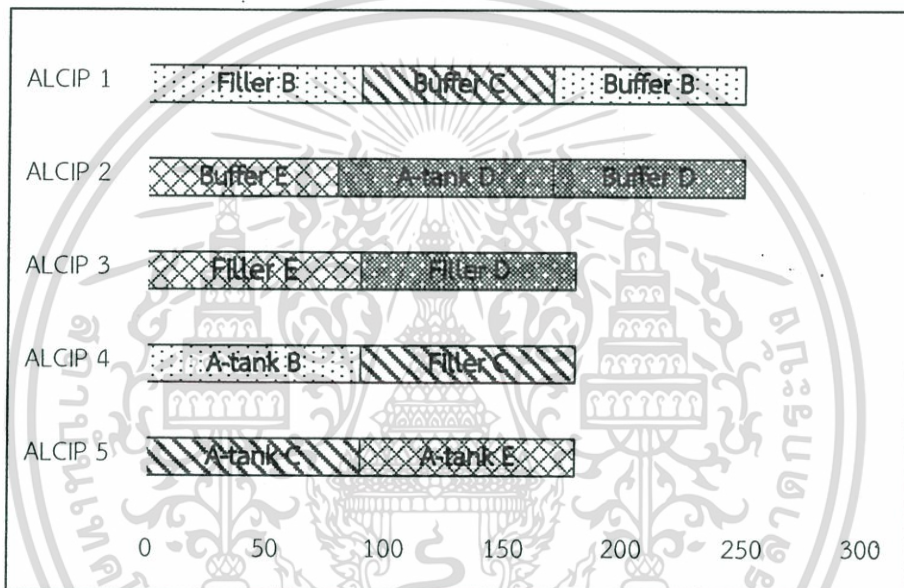
รูปที่ 4.20 แผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องทำความสะอาดแบบทุก 48 ชั่วโมง โดยการใช้การทดลองสุ่มแบบที่ 4 พิจารณาจากเวลาการทำความสะอาดภายในเครื่องจักร (ไม่ได้พิจารณาเวลารออุ่นเครื่อง และเวลาอุ่นเครื่อง)

รูปที่ 4.20 แผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องทำความสะอาดแบบทุก 48 ชั่วโมง โดยการใช้การทดลองสุ่มแบบที่ 4 พิจารณาจากเวลาการทำความสะอาดภายในเครื่องจักร จะเห็นว่าเครื่องจักรทำความสะอาด (ALCIP) เครื่องที่ 1 ต้องทำความสะอาดถึงพักนม B จำนวน 2 เครื่องซึ่งใช้เวลาในการทำความสะอาด 80 นาที และเครื่องจักรทำความสะอาดเครื่องที่ 2 ต้องทำความสะอาดถึงพักนม B จำนวน 1 เครื่อง ซึ่งตารางการทำความสะอาดในลักษณะนี้สามารถสลับกันระหว่างเครื่องจักรทำความสะอาด (ALCIP) เครื่องที่ 1 และเครื่องที่ 2 ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่ภายนอกได้
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะที่ 4) เวลาเสร็จงานรวมของเครื่องจักรทำความสะอาด (ตัวชี้วัดที่ 2) เครื่องที่ 1 และ เครื่องที่ 2 เท่ากับ 250 นาที

ตารางการทำความสะอาดในลักษณะนี้ จะเวลาในการทำความสะอาดของเครื่องจักรทำความสะอาดเครื่องที่ 1 และเครื่องที่ 2 เท่ากับ 250 นาทีดังรูปที่ 4.21 จากการจัดตารางการทำความสะอาดทั้ง 39 แบบ มีการจัดตารางแบบลักษณะดังกล่าวทั้งหมด 3 แบบ คือตารางการทำความสะอาดจากการทดลองสุ่มโดยใช้โปรแกรมแมทแล็บ แบบที่ 15 แบบที่ 21 และแบบที่ 30 (แสดงการจัดตารางในภาคผนวก ค)



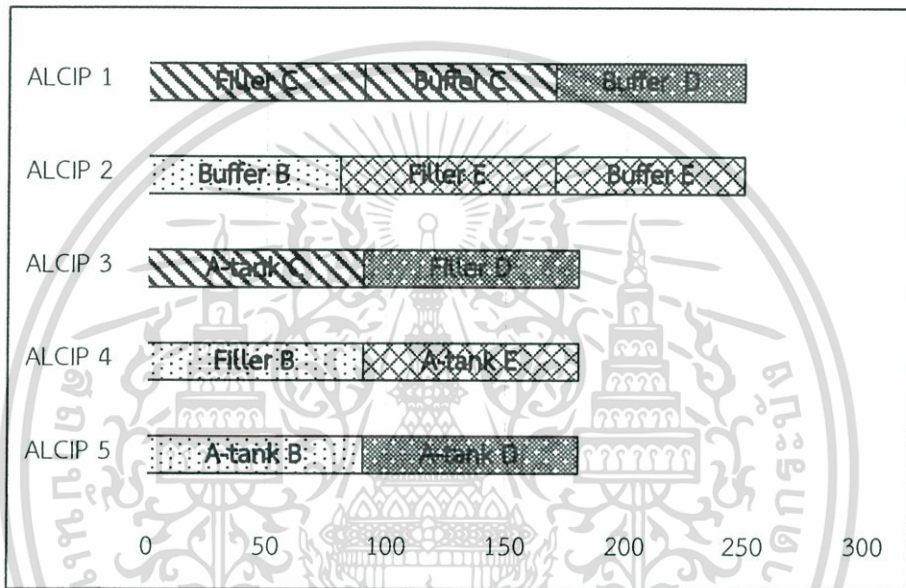
รูปที่ 4.21 แผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องทำความสะอาดแบบทุก 48 ชั่วโมง โดยการใช้การทดลองสุ่มแบบที่ 15 พิจารณาจากเวลาการทำความสะอาดภายในเครื่องจักร (ไม่ได้พิจารณาเวลาารอุ่นเครื่อง และเวลาอุ่นเครื่อง)

รูปที่ 4.21 แผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องทำความสะอาดแบบทุก 48 ชั่วโมง โดยการใช้การทดลองสุ่มแบบที่ 15 พิจารณาจากเวลาการทำความสะอาดภายในเครื่องจักร จะเห็นว่าเครื่องจักรทำความสะอาด (ALCIP) เครื่องที่ 1 ต้องทำความสะอาดถึงพักนม B จำนวน 2 เครื่อง และเครื่องจักรทำความสะอาดเครื่องที่ 2 ต้องทำความสะอาดถึงพักนม B จำนวน 2 เครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พิจารณาเฉพาะลักษณะที่ 4

ทางผู้จัดทำได้เลือกการจัดตารางการทำความสะอาดลักษณะที่ 4 โดยอ้างอิงจากแบบที่ 15 แบบที่ 21 และแบบที่ 30 คือ แผนภูมิแกนต์ที่แสดงลำดับก่อนหลังการทำความสะอาดของเครื่องจักรในสายการผลิตที่ได้คือ เวลาในการทำความสะอาดของเครื่องจักรทำความสะอาดเครื่องที่ 1 และเครื่องที่ 2 เท่ากับ 250 นาที มาจัดใหม่ให้สอดคล้องกับข้อมูลท่อนเดิมที่ทางโรงงานมีอยู่ และตามความต้องการของโรงงานจะได้ดังรูปที่ 4.22



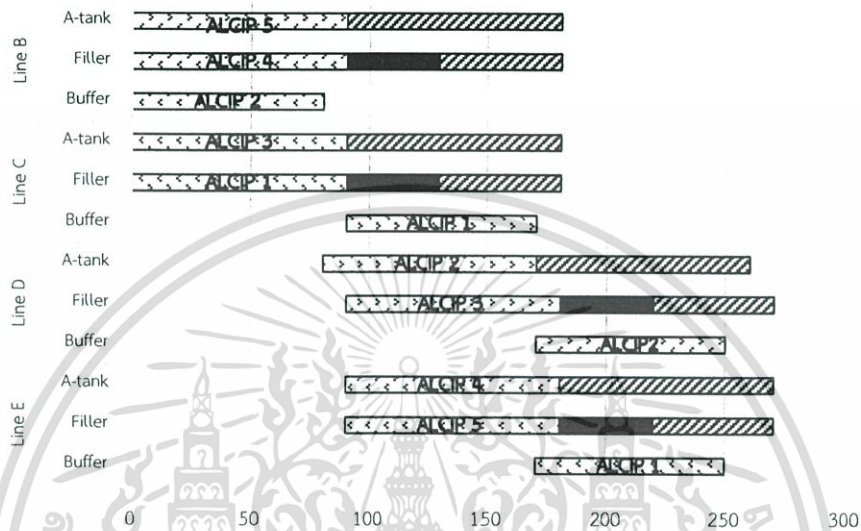
รูปที่ 4.22 แผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องทำความสะอาดแบบทุก 48 ชั่วโมง โดยการใช้การทดลองสุ่มแบบประยุกต์จากแบบทดลองสุ่มลักษณะที่ 4 พิจารณาจากเวลาการทำความสะอาดภายในเครื่องจักร (ไม่ได้พิจารณาเวลาอรุ่นเครื่อง และเวลาอุ่นเครื่อง)

ผู้จัดทำจะกล่าวถึงการจัดตารางการทำความสะอาดเฉพาะแบบการทดลองสุ่มแบบประยุกต์จากแบบทดลองสุ่มลักษณะที่ 4 แทนการจัดตารางการทำความสะอาดแบบการทดลองสุ่มทั้ง 39 แบบ จากรูปที่ 4.22 และรูปที่ 4.23 เรียกใหม่ว่ามาจาก “วิธีการทดลองสุ่มแบบประยุกต์”

รูปที่ 4.22 แผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องทำความสะอาดแบบทุก 48 ชั่วโมง โดยการใช้การทดลองสุ่มแบบประยุกต์จากแบบทดลองสุ่มลักษณะที่ 4 พิจารณาจากเวลาการทำความสะอาดภายในเครื่องจักรจะเห็นว่า เครื่องจักรทำความสะอาด (ALCIP) เครื่องที่ 1 และเครื่องที่ 3 ใช้ทำความสะอาดเครื่องจักรเครื่องละ 3 เครื่อง โดยเครื่องจักรทำความสะอาด (ALCIP) เครื่องที่ 2 เครื่องที่ 4 และเครื่องที่ 5 ใช้ทำความสะอาดเครื่องจักรเครื่องละ 2 เครื่อง ซึ่งมีเวลาเสร็จงานรวม (ตัวชี้วัดที่ 2) เท่ากับ 250 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การจัดตารางทำความสะอาดโดยใช้การทดลองสุ่มแบบประยุกต์จากแบบทดลองสุ่มลักษณะที่ 4 แบบทุก 48 ชั่วโมง สามารถนำมาเขียนแผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องจักรที่ใช้ทำการผลิตน้ำนมถั่วเหลืองยู เอช ที ในแต่ละสายการผลิตได้ดังรูปที่ 4.23



รูปที่ 4.23 แผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องจักรที่ใช้ทำการผลิตน้ำนมถั่วเหลืองยู เอช ที ในแต่ละสายการผลิตโดยใช้การทดลองสุ่มแบบประยุกต์จากแบบทดลองสุ่มลักษณะที่ 4 แบบทุก 48 ชั่วโมง

รูปที่ 4.23 แผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องจักรที่ใช้ทำการผลิตน้ำนมถั่วเหลืองยู เอช ที ในแต่ละสายการผลิตโดยใช้การทดลองสุ่มแบบประยุกต์จากแบบทดลองสุ่มลักษณะที่ 4 แบบทุก 48 ชั่วโมง จะเห็นว่า สายการผลิต B และ C เริ่มต้นทำความสะอาดพร้อมกันซึ่งเริ่มที่นาฬิกาที่ 0 และสายการผลิต D และ E เริ่มทำการทำความสะอาดที่นาฬิกาที่ 80 และนาฬิกาที่ 90 ตามลำดับ โดยจากแผนภูมิแกนต์ดังกล่าว มีเวลาเสร็จงานรวม (ตัวชี้วัดที่ 1) เท่ากับ 270 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6 การคิดค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ

จากการจัดตารางการทำความสะอาดของเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตน้ำมันถั่วเหลืองยู เอช ที ด้วยเครื่องจักรทำความสะอาด (ALCIP) ทางผู้จัดทำตารางแต่ละแบบมาคิดหาค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ โดยค่าใช้จ่ายที่ทางผู้จัดทำคิดนั้น คิดเฉพาะในส่วนค่าท่อเท่านั้น

ท่อที่ใช้ในโรงงานแห่งนี้ คือ ท่อสแตนเลส ซึ่งความยาวท่อยาวเส้นละ 6 เมตร ราคาท่อละ 3,000 บาท ในบางจุดมีการวางท่ออยู่แล้ว และระยะทางระหว่างเครื่องจักรทำความสะอาด (ALCIP) กับเครื่องจักรที่ใช้ทำความสะอาด จะคิดเฉพาะความยาวท่อที่มีการเพิ่มเข้ามาตามการจัดตารางการทำความสะอาดของเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตน้ำมันถั่วเหลืองยู เอช ที ด้วยเครื่องจักรทำความสะอาด (ALCIP) แต่ละแบบ

4.6.1 ค่าใช้จ่ายในส่วนของท่อสำหรับการจัดตารางการทำความสะอาดแบบทุก 24 ชั่วโมง

การจัดตารางการทำความสะอาดแบบทุก 24 ชั่วโมง ในตารางแต่ละแบบจำเป็นต้องมีการวางท่อเพิ่มเข้ามาจากการวางท่อเดิม โดยมีความยาวท่อ ดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ข้อมูลความยาวท่อที่เพิ่มเติมจากเดิมสำหรับการจัดตารางการทำความสะอาดแบบทุก 24 ชั่วโมง

ลำดับ	กฎเกณฑ์ที่ใช้ในการจัดลำดับ	ข้อมูลที่ใช้	ระยะระหว่างเครื่อง (เมตร)	ความยาวท่อทั้งหมด (เมตร)
1	ลำดับความสำคัญของลูกค้า (CUSTPR)	ALCIP 1 ไป Filler B	60	120
2	เวลาปฏิบัติงานน้อยที่สุด (SPT)	ALCIP 1 ไป Filler B	60	120
		ALCIP 4 ไป Filler E	55	110
3	เวลาปฏิบัติงานที่สูงที่สุด (LPT)	ALCIP 1 ไป Filler B	60	120
		ALCIP 5 ไป Buffer B	35	70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 เป็นตารางแสดงข้อมูลความยาวท่อที่เพิ่มเติมจากเดิมสำหรับการจัดตารางการทำ ความสะอาดแบบทุก 24 ชั่วโมง จะเห็นว่า การจัดตารางการทำ ความสะอาดตามลำดับความสำคัญของ ลูกค้า (CUSTPR) ต้องต่อท่อเพิ่มจากของเดิมเป็นระยะทาง 120 เมตร การจัดตารางการทำ ความสะอาด ตามลำดับ เกณฑ์เวลาปฏิบัติงานน้อยสุด (SPT) ต้องต่อท่อเพิ่มจากของเดิมเป็นระยะทาง 230 เมตร และ การจัดตารางการทำ ความสะอาดตามลำดับ และเกณฑ์เวลาปฏิบัติงานสูงสุด (LPT) ต้องต่อท่อเพิ่มจาก ของเดิมเป็นระยะทาง 190 เมตร

เมื่อนำความยาวท่อที่ต้องต่อเพิ่มจากเดิมมาคิดค่าใช้จ่าย (ความยาวท่อละ 6 เมตร และราคาท่อ ละ 3,000 บาท) ได้ดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ค่าใช้จ่ายในการวางท่อเพิ่มสำหรับการจัดตารางการทำ ความสะอาดแบบทุก 24 ชั่วโมง

ลำดับ	กฎเกณฑ์ที่ใช้ในการ จัดลำดับ	ข้อมูลที่ใช้	ความยาว ท่อทั้งหมด (เมตร)	ค่าใช้จ่าย ของท่อ (บาท)	รวม (บาท)
1	ลำดับความสำคัญ ของลูกค้า (CUSTPR)	ALCIP 1 ไป Filler B	120	60,000	60,000
2	เวลาปฏิบัติงานน้อย ที่สุด (SPT)	ALCIP 1 ไป Filler B	120	60,000	115,000
		ALCIP 4 ไป Filler E	110	55,000	
3	เวลาปฏิบัติงานที่สูง ที่สุด (LPT)	ALCIP 1 ไป Filler B	120	60,000	95,000
		ALCIP 5 ไป Buffer B	70	35,000	

ตารางที่ 4.8 เป็นตารางที่แสดงค่าใช้จ่ายในการวางท่อเพิ่มสำหรับการจัดตารางการทำ ความ สะอาดแบบทุก 24 ชั่วโมง จะเห็นว่า การจัดตารางการทำ ความสะอาดตามลำดับความสำคัญของ ลูกค้า (CUSTPR) ต้องใช้ค่าใช้จ่ายค่าท่อเท่ากับ 60,000 บาท การจัดตารางการทำ ความสะอาดตามลำดับเกณฑ์ เวลาปฏิบัติงานน้อยสุด (SPT) ต้องใช้ค่าใช้จ่ายค่าท่อเท่ากับ 115,000 บาท และการจัดตารางการทำ ความ สะอาดตามลำดับเกณฑ์เวลาปฏิบัติงานสูงสุด (LPT) ต้องใช้ค่าใช้จ่ายค่าท่อเท่ากับ 95,000 บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6.2 ค่าใช้จ่ายในส่วนของท่อสำหรับการจัดตารางการทำความสะอาดแบบทุก 48 ชั่วโมง

การจัดตารางการทำความสะอาดแบบทุก 48 ชั่วโมง ในตารางแต่ละแบบจำเป็นต้องมีการวางท่อเพิ่มเข้ามาจากการวางท่อเดิม โดยมีความยาวท่อ ดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 ข้อมูลความยาวท่อที่เพิ่มเติมจากเดิมสำหรับการจัดตารางการทำความสะอาดแบบทุก 48 ชั่วโมง

ลำดับ	กฎเกณฑ์ที่ใช้ในการจัดลำดับ	ข้อมูลที่ใช้	ระยะทางระหว่างเครื่อง	ความยาวท่อทั้งหมด
1	ลำดับความสำคัญของลูกค้า (CUSTPR)	ALCIP 1 ไป Alsafe E	62.5	125
		ALCIP 1 ไป Filler C	30.0	60
		ALCIP 1 ไป Buffer E	75.0	150
		ALCIP 2 ไป Alsafe B	30.0	60
		ALCIP 3 ไป Buffer B	47.5	95
2	เวลาปฏิบัติงานน้อยที่สุด (SPT)	ALCIP 1 ไป Buffer E	75.0	150
		ALCIP 1 ไป Filler B	60.0	120
3	เวลาปฏิบัติงานที่สูงที่สุด (LPT)	ALCIP 1 ไป Alsafe B	42.5	85
		ALCIP 1 ไป Filler C	32.5	65
		ALCIP 4 ไป Buffer B	45.0	90
4	การทดลองด้วยวิธีการสุ่ม (Random Trial)	ALCIP 1 ไป Filler C	30.0	60
		ALCIP 1 ไป Buffer C	67.5	135
		ALCIP 1 ไป Buffer D	62.5	125
		ALCIP 2 ไป Buffer E	55.0	110
		ALCIP 4 ไป Alsafe E	30.0	60

ตารางที่ 4.9 เป็นตารางแสดงข้อมูลความยาวท่อที่เพิ่มเติมจากเดิมสำหรับการจัดตารางการทำความสะอาดแบบทุก 24 ชั่วโมง จะเห็นว่า การจัดตารางการทำความสะอาดตามลำดับความสำคัญของลูกค้า (CUSTPR) ต้องต่อท่อเพิ่มจากของเดิมเป็นระยะทาง 490 เมตร การจัดตารางการทำความสะอาดตามลำดับ เกณฑ์เวลาปฏิบัติงานน้อยสุด (SPT) ต้องต่อท่อเพิ่มจากของเดิมเป็นระยะทาง 270 เมตร และการจัดตารางการทำความสะอาดตามลำดับ เกณฑ์เวลาปฏิบัติงานสูงสุด (LPT) ต้องต่อท่อเพิ่มจากของเดิมเป็นระยะทาง 240 เมตร และจากการทดลองสุ่มต้องต่อท่อเพิ่มจากของเดิมเป็นระยะทาง 495 เมตร ใช้

เมื่อนำความยาวท่อที่ต้องต่อเพิ่มจากเดิมมาคิดค่าใช้จ่าย (ความยาวท่อละ 6 เมตร และราคาท่อละ 3,000 บาท) ได้ดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 ค่าใช้จ่ายในการวางท่อเพิ่มสำหรับการจัดตารางการทำความสะอาดแบบทุก 48 ชั่วโมง

ลำดับ	กฎเกณฑ์ที่ใช้ในการจัดลำดับ	ข้อมูลที่ใช้	ความยาวท่อทั้งหมด (เมตร)	ค่าใช้จ่ายของท่อ (บาท)	รวม (บาท)
1	ลำดับความสำคัญของลูกค้า (CUSTPR)	ALCIP 1 ไป Alsafe E	125	62,500	245,000
		ALCIP 1 ไป Filler C	60	30,000	
		ALCIP 1 ไป Buffer E	150	75,000	
		ALCIP 2 ไป Alsafe B	60	30,000	
		ALCIP 3 ไป Buffer B	95	47,500	
2	เวลาปฏิบัติงานน้อยที่สุด (SPT)	ALCIP 1 ไป Buffer E	150	75,000	135,000
		ALCIP 1 ไป Filler B	120	60,000	
3	เวลาปฏิบัติงานที่สูงที่สุด (LPT)	ALCIP 1 ไป Alsafe B	85	42,500	120,000
		ALCIP 1 ไป Filler C	65	32,500	
		ALCIP 4 ไป Buffer B	90	45,000	
4	การทดลองด้วยวิธีการสุ่ม (Random Trial)	ALCIP 1 ไป Filler C	60	30,000	245,000
		ALCIP 1 ไป Buffer C	135	67,500	
		ALCIP 1 ไป Buffer D	125	62,500	
		ALCIP 2 ไป Buffer E	110	55,000	
		ALCIP 4 ไป Alsafe E	60	32,500	

ตารางที่ 4.10 เป็นตารางที่แสดงค่าใช้จ่ายในการวางท่อเพิ่มสำหรับการจัดตารางการทำความสะอาดแบบทุก 48 ชั่วโมง จะเห็นว่า การจัดตารางการทำความสะอาดตามลำดับความสำคัญของลูกค้า (CUSTPR) ต้องใช้ค่าใช้จ่ายค่าท่อเท่ากับ 245,000 บาท การจัดตารางการทำความสะอาดตามลำดับเกณฑ์เวลาปฏิบัติงานน้อยสุด (SPT) ต้องใช้ค่าใช้จ่ายค่าท่อเท่ากับ 135,000 บาท และการจัดตารางการทำความสะอาดตามลำดับเกณฑ์เวลาปฏิบัติงานสูงสุด (LPT) ต้องใช้ค่าใช้จ่ายค่าท่อเท่ากับ 120,000 บาท และจากการทดลองสุ่มต้องใช้ค่าใช้จ่ายค่าท่อเท่ากับ 247,500 บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.7 เวลาในการบรรจุกล่องนมรวมทั้งหมดหลังการจัดตารางการทำความสะอาด

การจัดตารางการทำความสะอาดของเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตน้ำนมถั่วเหลืองยู เอช ที ด้วยเครื่องจักรทำความสะอาด (ALCIP) ข้างต้น ทางผู้จัดทำนำตารางแต่ละแบบมาคิดหาเวลาในการบรรจุกล่องนมรวมทั้งหมดหลังการจัดตารางการทำความสะอาด โดยเวลาในการบรรจุกล่องนมรวมทั้งหมดที่ทางผู้จัดทำคิดนั้น จะแสดงในทุกสายการผลิตและในทุกแบบตารางการทำความสะอาด

4.7.1 เวลาในการบรรจุกล่องนมรวมทั้งหมดหลังการจัดตารางการทำความสะอาดแบบทุก 24 ชั่วโมง

การจัดตารางการทำความสะอาดแบบทุก 24 ชั่วโมง ในตารางแต่ละแบบ มีเวลาในการบรรจุกล่องนมรวมทั้งหมด ดังตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 เวลาในการบรรจุกล่องนมรวมทั้งหมดหลังการจัดตารางการทำความสะอาดแบบทุก 24 ชั่วโมง

สายการผลิต	เครื่องบรรจุ (Filler Machine)	เวลาในการบรรจุกล่องนม (ชั่วโมง/วัน)		
		CUSTPR	SPT	LPT
B	TBA 8	21.00	21.00	21.00
	TBA19	21.00	21.00	21.00
	TBA 22	21.00	21.00	21.00
C	TBA 22	21.00	19.67	21.00
D	TBA 19	21.00	19.67	21.00
	TBA 19	21.00	19.67	21.00
E	TBA 19	21.00	19.67	21.00
	TBA 19	21.00	19.67	21.00
	TBA 19	21.00	19.67	21.00
	TBA 19	21.00	19.67	21.00
เวลาในการบรรจุกล่องนมรวมทั้งหมด (ชั่วโมง/วัน)		210.00	200.67	210.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.11 แสดงเวลาในการบรรจุกล่องนมรวมทั้งหมดหลังการจัดตารางการทำความสะอาดแบบทุก 24 ชั่วโมง จะเห็นได้ว่า การจัดตารางการทำความสะอาดตามลำดับความสำคัญของลูกค้า (CUSTPR) มีเวลาในการบรรจุกล่องนมเท่ากับ 210 ชั่วโมง การจัดตารางการทำความสะอาดตามลำดับเกณฑ์เวลาปฏิบัติงานน้อยสุด (SPT) มีเวลาในการบรรจุกล่องนมเท่ากับ 200.67 ชั่วโมง และการจัดตารางการทำความสะอาดตามลำดับ เกณฑ์เวลาปฏิบัติงานสูงสุด (LPT) มีเวลาในการบรรจุกล่องนมเท่ากับ 210 ชั่วโมง

4.7.2 เวลาในการบรรจุกล่องนมรวมทั้งหมดหลังการจัดตารางการทำความสะอาดแบบทุก 48 ชั่วโมง

การจัดตารางการทำความสะอาดแบบทุก 24 ชั่วโมง ในตารางแต่ละแบบมีเวลาในการบรรจุกล่องนมรวมทั้งหมด ดังตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 เวลาในการบรรจุกล่องนมรวมทั้งหมดหลังการจัดตารางการทำความสะอาดแบบทุก 48 ชั่วโมง

สายการผลิต	เครื่องบรรจุ (Filler Machine)	เวลาในการบรรจุกล่องนม (ชั่วโมง/วัน)			
		CUSTPR	SPT	LPT	Random Trail
B	TBA 8	21.00	19.67	21.00	21.00
	TBA19	21.00	19.67	21.00	21.00
	TBA 22	21.00	19.67	21.00	21.00
C	TBA 22	21.00	19.50	19.50	21.00
D	TBA 19	20.83	18.17	19.50	20.83
	TBA 19	20.83	18.17	19.50	20.83
E	TBA 19	21.00	18.17	19.50	21.00
	TBA 19	21.00	18.17	19.50	21.00
	TBA 19	21.00	18.17	19.50	21.00
	TBA 19	21.00	18.17	19.50	21.00
เวลาในการบรรจุกล่องนมรวมทั้งหมด (ชั่วโมง/วัน)		209.67	187.50	199.50	209.67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.12 แสดงเวลาในการบรรจุกล่องนมรวมทั้งหมดหลังการจัดตารางการทำความสะอาดแบบทุก 48 ชั่วโมง จะเห็นได้ว่า การจัดตารางการทำความสะอาดตามลำดับความสำคัญของลูกค้า (CUSTPR) มีเวลาในการบรรจุกล่องนมเท่ากับ 209.67 ชั่วโมง การจัดตารางการทำความสะอาดตามลำดับเกณฑ์เวลาปฏิบัติงานน้อยสุด (SPT) มีเวลาในการบรรจุกล่องนมเท่ากับ 187.50 ชั่วโมง การจัดตารางการทำความสะอาดตามลำดับเกณฑ์เวลาปฏิบัติงานสูงสุด (LPT) มีเวลาในการบรรจุกล่องนมเท่ากับ 199.50 ชั่วโมง และการจัดตารางการทำความสะอาดตามการทดลองสุ่มมีเวลาในการบรรจุกล่องนมเท่ากับ 209.67 ชั่วโมง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

การเปรียบเทียบและการสรุปผล

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเพื่อจัดตารางการทำงานของเครื่องจักรที่ใช้ในการทำความสะอาดแบบไม่ถอดชิ้นส่วน ในสายการผลิตนมถั่วเหลืองบรรจุกล่องยู เอช ที ซึ่งมุ่งเน้นถึงเวลาที่ได้จากการจัดตารางที่ดีที่สุด โดยใช้ทฤษฎีการจัดตารางพื้นฐาน (Classical Scheduling Theory) และแบบสุ่มเลือก (Random Trial)

จากที่ผู้จัดทำได้ทำการจัดตารางการทำงานแบบไม่ถอดชิ้นส่วน เพื่อให้เวลาในการทำความสะอาดน้อยที่สุด จะต้องใช้งบประมาณในการวางท่อเพิ่มที่ต่ำที่สุด และการวางท่อนั้นจะต้องสอดคล้องกับของปัจจุบัน สุดท้ายนำไปสู่เวลารวมในการผลิตที่เพิ่มมากขึ้น ผู้จัดทำสามารถสรุปผลและวิเคราะห์ผลการดำเนินงานของปัญหาได้ดังนี้

5.1 การเปรียบเทียบผลการดำเนินงานจากการจัดตารางการทำงานแบบทุก 24 ชั่วโมง

ตารางที่ 5.1 เกณฑ์ในการพิจารณาหลังจากจัดตารางการทำงานแบบทุก 24 ชั่วโมง

เกณฑ์ในการพิจารณา	CUSTPR	SPT	LPT
1) เวลาที่เครื่องจักรและถึงพักนม ถูกล้างทำความสะอาดเสร็จโดยรวมเวลาการรออุ่นเครื่อง และเวลาอุ่นเครื่องด้วย (Makespan for Soy Milk Machine and Tank) (นาที)	260	260	180
2) เวลาที่เครื่อง ALCIP ทุกเครื่องทำการล้างทำความสะอาดเสร็จ (Makespan for ALCIP) (นาที)	170	170	170
3) ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ (บาท)	60,000	115,000	95,000
4) เวลาในการบรรจุกล่องนมรวมทั้งหมดหลังการจัดตารางการทำงานสะอาด (ชั่วโมง/วัน)	210.00	200.67	210.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในตารางแบบ 24 ชั่วโมง ถ้าพิจารณาเวลาเสร็จงานรวมในแต่ละสายการผลิต จะพบว่าการจัดตารางแบบ LPT จะใช้เวลาน้อยที่สุด คือ 180 นาที ถ้าพิจารณาเรื่องเวลาเสร็จงานรวม (Makespan) ของเครื่องทำความสะอาด การจัดตารางทั้ง 3 แบบจะมีเวลาเท่ากัน คือ 170 นาที ถ้าพิจารณาในเรื่องค่าใช้จ่ายในการดำเนินการเรื่องการวางท่อ การจัดตารางแบบ CUSTPR จะมีค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด คือ 60,000 บาท และถ้าพิจารณาเวลาในการบรรจุกล่องแบบ CUSTPR และ LPT จะมีเวลาเท่ากันคือ 210 ชั่วโมงต่อวัน

5.2 การเปรียบเทียบผลการดำเนินงานจากการจัดตารางการทำความสะอาดแบบทุก 48 ชั่วโมง

ตารางที่ 5.2 เกณฑ์ในการพิจารณาหลังจากจัดตารางการทำความสะอาดแบบทุก 48 ชั่วโมง

เกณฑ์ในการพิจารณา	CUSTPR	SPT	LPT	การสุ่มแบบ ประยุกต์
1) เวลาที่เครื่องจักรและถังพักนม ถูก ล้างทำความสะอาดเสร็จโดยรวมเวลา การรออุ่นเครื่อง และเวลาอุ่นเครื่องด้วย (Makespan for Soy Milk Machine and Tank) (นาที)	270	350	270	270
2) เวลาที่เครื่อง ALCIP ทุกเครื่องทำการ ล้างทำความสะอาดเสร็จ (Makespan for ALCIP) (นาที)	260	260	250	250
3) ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ (บาท)	245,000	135,000	120,000	245,000
4) เวลาในการบรรจุกล่องนมรวมทั้งหมด หลังการจัดตารางการทำความสะอาด (ชั่วโมง/วัน)	209.67	187.50	199.50	209.67

ในตารางแบบ 48 ชั่วโมง ถ้าพิจารณาเวลาเสร็จงานรวมในแต่ละสายการผลิต จะพบว่าสามารถเลือกการจัดตารางได้ 3 แบบคือ CUSTPR, LPT และแบบสุ่มจาก MATLAB แบบประยุกต์ ซึ่งจะใช้เวลา 270 นาที ถ้าพิจารณาเรื่องเวลาเสร็จงานรวม (Makespan) ของเครื่องทำความสะอาด จะเลือกการจัดตารางแบบ LPT และแบบสุ่มจาก MATLAB ที่ประยุกต์จากการสุ่มแบบที่ 15, 21 และ 30 เพราะมีเวลาเสร็จรวมน้อย อยู่ที่ 250 นาที ถ้าพิจารณาในเรื่องค่าใช้จ่ายในการดำเนินการเรื่องการวางท่อ การจัดตารางแบบ LPT จะมีค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด คือ 120,000 บาท และถ้าพิจารณาเวลาในการบรรจุกล่องแบบ CUSTPR และแบบสุ่มจาก MATLAB แบบประยุกต์ จะมีเวลาเท่ากันคือ 209.67 ชั่วโมงต่อวัน

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 สรุปผล

ทางบริษัท กรีนสปอต จำกัด มีโครงการที่จะนำเครื่องจักรในสายการผลิตนมถั่วเหลืองบรรจุกล่อง ยู เอช ที สายการผลิตหนึ่ง ไปไว้ที่โรงงานแห่งอื่น แต่ไม่นำเครื่องจักรที่ใช้ในการทำความสะอาดแบบไม่ถอดชิ้นส่วน (ALCIP) ของสายการผลิตนั้นออกไปด้วย จึงได้นำเครื่องจักรนี้ มาใช้กับสายการผลิตอื่น วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เพื่อจัดตารางการทำงานของเครื่องจักรที่ใช้ในการทำความสะอาดแบบไม่ถอดชิ้นส่วน (CIP) ในสายการผลิตนมถั่วเหลืองบรรจุกล่อง ยู เอช ที ซึ่งมุ่งเน้นถึงเวลาที่ได้จากการจัดตารางที่ดีที่สุด ขอบเขตของปริญญานิพนธ์คือ ศึกษาตารางการทำงานของเครื่องจักรที่ใช้ในการทำความสะอาดแบบไม่ถอดชิ้นส่วน ซึ่งมี เครื่องจักร ALCIP มีทั้งหมด 4 เครื่อง และเครื่องจักรที่จะถูกล้างมีทั้งหมด 12 เครื่อง จาก 4 สายการผลิต ผู้จัดทำได้ทำการแก้ไขโดยใช้ทฤษฎีการจัดตารางพื้นฐาน และแบบสุ่มเลือก โดยพิจารณาเวลาเสร็จงานรวมในแต่ละสายการผลิต และพิจารณาเรื่องเวลาเสร็จงานรวมของเครื่องทำความสะอาด ผลที่ได้ คือ แบบทุกๆ 24 ชั่วโมง 1) เวลาเสร็จงานรวมในแต่ละสายการผลิตจะพบว่าการจัดตารางแบบ LPT จะใช้เวลาน้อยที่สุด คือ 180 นาที 2) เวลาเสร็จงานรวม (Makespan) ของเครื่องทำความสะอาด การจัดตารางทั้ง 3 แบบจะมีเวลาเท่ากัน คือ 170 นาที และแบบทุกๆ 48 ชั่วโมง เวลาเสร็จงานรวมในแต่ละสายการผลิตจะพบว่าสามารถเลือกการจัดตารางได้ 3 แบบคือ CUSTPR, LPT และแบบสุ่มเลือก ซึ่งจะใช้เวลา 270 นาที เรื่องเวลาเสร็จงานรวม (Makespan) ของเครื่องทำความสะอาด จะเลือกการจัดตารางแบบ LPT และแบบสุ่มเลือก ซึ่งจะใช้เวลา 250 นาที

จากผลการดำเนินงานสรุปได้ว่า การจัดตารางแบบทุก 24 ชั่วโมง การจัดตารางแบบ LPT จะมีเวลาเสร็จงานรวมในแต่ละสายการผลิตน้อยที่สุด คือ 180 นาที และมีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการต่อต่อ 95,000 บาท และการจัดตารางแบบทุก 48 ชั่วโมง การจัดตารางแบบ LPT และแบบสุ่มเลือก จะมีเวลาเสร็จงานรวมในแต่ละสายการผลิตน้อยที่สุด คือ 270 นาที แต่ถ้าพิจารณาเรื่องค่าใช้จ่ายในการดำเนินการต่อต่อ LPT จะใช้ค่าใช้จ่ายต่ำกว่าแบบสุ่มเลือก นั่นคือ 120,000 บาท ดังนั้นในการจัดตารางแบบทุก 48 ชั่วโมงจะเลือกการจัดตารางแบบ LPT

จากการนำตารางการทำงานทำความสะอาดแบบต่างๆไปเสนอกับทางโรงงาน คือ ผู้จัดการแผนกผลิต เพื่อดูว่าทางโรงงานมีความพอใจในตารางแบบไหน ผลการนำเสนอคือ ทางโรงงานมีความพอใจในตารางการทำงานทำความสะอาดแบบทุก 24 ชั่วโมงแบบตามลำดับความพอใจของลูกค้า (CUSTPR) สำหรับในแบบทุก 48 ชั่วโมงนั้นทางโรงงานเลือกแบบตามลำดับความพอใจของลูกค้า (CUSTPR)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

- [1] ชุมพล ศฤงคารศิริมา, 2555. การวางแผนและควบคุมการผลิต. ฉบับปรับปรุงใหม่. พิมพ์ครั้งที่ 22. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).
- [2] อีรวิทย์ เอกะกุล, 2543. ระเบียบวิธีวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. อุบลราชธานี : สถาบันราชภัฏอุบลราชธานี.
- [3] อัญพร นิมิตรบัญชา อนันต์ มุ่งวัฒนา และวิสุทธิ สุพิทักษ์. 2557. การจัดตารางงานสำหรับการทำงานไหลเลื่อนแบบยืดหยุ่นโดยมีเวลาดำเนินการขึ้นกับลำดับงาน. ปรินญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- [4] ทศนีย์ แก้วไพฑูรย์, 2553. แนวทางการจัดการการผลิตแบบใหม่. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
- [5] นิภา จงจจอหอ, 2552. การพัฒนาโปรแกรมเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจในการจัดการการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรมแก้ว. ปรินญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- [6] เนตรดาว อติศรพันธ์กุล, 2546. การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตของโรงงานแก้วอันทันตกรรมด้วยกระบวนการจัดการการผลิต. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- [7] บุชบา พุทธาพันธ์รัตน์, 2552. การวางแผนและควบคุมการผลิต. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ท็อป.
- [8] ปรินญา สงวนสัตย์, 2556. คู่มือการใช้งาน MATLAB ฉบับสมบูรณ์. นนทบุรี : ไอดีซี พรีเมียร์.
- [9] วชิรพงษ์ สาลีสิงห์, 2543. การลดเวลาไร้ประสิทธิภาพโดยประยุกต์ใช้เทคนิคทางวิศวกรรมอุตสาหกรรม. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- [10] วินัส พีชวินิชย์ และชินนะพงษ์ บำรุงทรัพย์, 2547. ทฤษฎีความน่าจะเป็นพื้นฐานและการประยุกต์. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์โพธิ์โพธิ์
- [11] วัลลภ เฉลิมสุวิวัฒนาการ, 2554. ทฤษฎีความน่าจะเป็น. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ท็อป.
- [12] อภิวัฒน์ ทองประเสริฐ, 2554. กรณีศึกษาการพัฒนาระบบการจัดการคลังสินค้า. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- [13] อุดลย์ พุกอินทร์ เอราวิล ถาวร และกนกพร อารยิกานนท์, 2552. การแก้ปัญหาการจัดลำดับงานของเครื่องโดยใช้โปรแกรมเชิงคณิตศาสตร์. ปรินญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยนเรศวร

เอกสารฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[14] อุดมรัตน์ หลายชูไทย, 2545. การจัดตารางการผลิตสำหรับโรงพิมพ์บรรจุภัณฑ์. วิทยานิพนธ์
มหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเขียนคำสั่งโปรแกรม MATLAB

คำสั่ง MATLAB	คำอธิบาย
clc	
clear all	
run=1;	
m1=80;	% Buffer line 1 (80minutes)
m2=90;	% A tank line 1 (90minutes(+90))
m3=90;	% Filler line 1 (90minutes(+90))
m4=80;	% buffer line 2 (80minutes)
m5=90;	% A tank line 2 (90minutes(+90))
m6=90;	% Filler line 2 (90minutes(+90))
m7=80;	% buffer line 3 (80minutes)
m8=90;	% A tank line 3 (90minutes(+90))
m9=90;	% Filler line 3 (90minutes(+90))
m10=80;	% buffer line 4 (80minutes)
m11=90;	% A tank line 4 (90minutes(+90))
m12=90;	% Filler line 4 (90minutes(+90))
num_solution = 384;	
a_number = [m1 m2 m3 m4 m5 m6 m7 m8 m9 m10 m11 m12];	
a_text = [{'m1'} {'m2'} {'m3'} {'m4'} {'m5'} {'m6'} {'m7'} {'m8'} {'m9'} {'m10'} {'m11'} {'m12'}];	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำสั่ง

```
[m,n] = size(a_number);

p_matrix = zeros(num_solution*2,m*n);
for i = 1:num_solution*2
p_matrix(i,:) = randperm(m*n);
end
p_matrix = unique(p_matrix,'rows');
[size_p,~] = size(p_matrix);
if size_p<num_solution
error('Not enough sets of random numbers.')
end
p_matrix = p_matrix(1:num_solution,:);

for i = 1:num_solution
    p = p_matrix(i,:);
c_number = a_number(p);
c_text = a_text(p);
    data(i).solution_number=
reshape(c_number,m,n);
    data(i).solution_text= reshape(c_text,m,n);
end
num=size(data(1,:));
number=num(1,2);

z=1;
while z<=number
a(z).alcip(1,1)=[data(z).solution_number(1,1);d
ata(z).solution_number(1,2);data(z).solution_
number(1,3)];
```

คำอธิบาย

%% จัดการทำงาน

%นำแต่ละกรณีมาจัดลงเครื่อง 3 เครื่อง พร้อม
ตัวเลขเวลา

%alcip1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำสั่ง	คำอธิบาย
a(z).alcip(:,2)=[data(z).solution_number(1,4);data(z).solution_number(1,5);data(z).solution_number(1,6)];	%alcip2
a(z).alcip(:,3)=[data(z).solution_number(1,7);data(z).solution_number(1,8);0];	%alcip3
a(z).alcip(:,4)=[data(z).solution_number(1,9);data(z).solution_number(1,10);0];	%alcip4
a(z).alcip(:,5)=[data(z).solution_number(1,11);data(z).solution_number(1,12);0];	%alcip5
z=z+1;	
end	%นำแต่ละกรณีมาจัดลงเครื่อง 3 เครื่อง
z=1;	
while z<=number	
cases(z).alcip(:,1)=[data(z).solution_text(1,1);data(z).solution_text(1,2);data(z).solution_text(1,3)];	%alcip1
cases(z).alcip(:,2)=[data(z).solution_text(1,4);data(z).solution_text(1,5);data(z).solution_text(1,6)];	%alcip2
cases(z).alcip(:,3)=[data(z).solution_text(1,7);data(z).solution_text(1,8);0];	%alcip3
cases(z).alcip(:,4)=[data(z).solution_text(1,9);data(z).solution_text(1,10);0];	%alcip4
cases(z).alcip(:,5)=[data(z).solution_text(1,11);data(z).solution_text(1,12);0];	%alcip5
z=z+1;	
end	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำสั่ง

```
alciptime=[0,0,0,0,0];
z=1;
while z<=number
x=1;
alciptime=[0,0,0,0,0,];
while x<=5
y=1;

while y<=3
if y~=3
alciptime(1,x)=alciptime(1,x)+a(z).alcip(y,x);
elseif y==3
if
a(z).alcip(3,x)==90
alciptime(1,x)=alciptime(1,x)+a(z).alcip(y,x)+9
0;
elseif a(z).alcip(3,x)==80
ifa(z).alcip(2,x)==80

alciptime(1,x)=alciptime(1,x)+a(z).alcip(y,x);
else

alciptime(1,x)=alciptime(1,x)+a(z).alcip(y,x)+1
0;
end
elseif a(z).alcip(3,x)==0

if a(z).alcip(2,x)==80
```

คำอธิบาย

```
% Run384ครั้ง
% หาเวลาของแต่ละเครื่อง
% เครื่องทำความสะอาด 1 เครื่องจักร ทำความ
สะอาด 3 หรือ 2 เครื่องจักร
%กรณีลำดับที่ 3 ใช้เวลาทำความสะอาด 90นาที
บวกกับอุ้นเครื่องอีก 90นาที
% กรณีลำดับที่ 3 ใช้เวลาทำความสะอาด 80 นาที
% กรณีที่ลำดับที่ 3 คือbuffer tank ไม่มีเวลาอุ้น
เครื่อง ทำงานต่อได้ทันที(กรณีลำดับที่2 เป็นbuffer
tank เช่นกัน)
% กรณีที่ลำดับที่ 3 คือbuffer tank ไม่มีเวลาอุ้น
เครื่อง ทำงานต่อได้ทันที(กรณีตัวที่2 เป็นไม่ใช่
buffer tank บวกเพิ่ม10 นาที จากการอุ้นเครื่อง
ของตัวก่อนหน้า)
% เครื่องจักรทำความสะอาด 2 machine check
ตัวที่2 หรือ 1
%กรณีเครื่องที่2 ใช้เวลาทำความสะอาด 80นาที
%กรณีเครื่องที่1 ใช้เวลาทำความสะอาด 80นาที
เช่นกัน
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำสั่ง

```
if a(z).alcip(1,x)==80
alciptime(1,x)=alciptime(1,x);
else
alciptime(1,x)=alciptime(1,x)+10;
end
else
alciptime(1,x)=alciptime(1,x)+90;
end

end

end
y=y+1;
end
x=x+1;
end
time(1,z)=max(alciptime(1,:));
z=z+1;
end
```

```
minimun_time =min(time(1,:));
z=1;b=0;
while z<=number
if time(1,z)==minimun_time
b=b+1;
fprintf('\n case %d \n', b);
cases(z).alcip
end
z=z+1;
end
```

คำอธิบาย

%กรณีเครื่องที่1 ใช้เวลาทำความสะอาด 90นาที
เพิ่มเวลาจากการอุ่นเครื่อง10 นาที

%กรณีเครื่องที่2 ใช้เวลาทำความสะอาด 90นาที
เพิ่มเวลาจากการอุ่นเครื่อง 90นาที

%หาเวลาที่ใช้สูงสุดจากเครื่องทำความสะอาด 5
เครื่อง

% หาเวลาดำสุดในการการทำความสะอาดทั้งระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดทั้งหมด 39 กรณี

case1
ans =

'm1' 'm6' 'm10' 'm2' 'm12'

'm5' 'm9' 'm8' 'm11' 'm3'

'm4' 'm7' [0] [0] [0]

case2

ans =

'm2' 'm6' 'm10' 'm9' 'm3'

'm1' 'm8' 'm12' 'm5' 'm11'

'm7' 'm4' [0] [0] [0]

case3

ans =

'm2' 'm1' 'm12' 'm5' 'm7'

'm3' 'm6' 'm9' 'm11' 'm8'

'm4' 'm10' [0] [0] [0]

case4

ans =

'm2' 'm9' 'm6' 'm11' 'm8'

'm4' 'm5' 'm3' 'm1' 'm12'

'm7' 'm10' [0] [0] [0]

case5 เป็นเอกสารที่ส่งมอบได้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

'm2' 'm8' 'm4' 'm6' 'm12'

'm5' 'm9' 'm3' 'm11' 'm10'

'm7' 'm1' [0] [0] [0]

case6

ans =

'm2' 'm1' 'm7' 'm12' 'm9'

'm6' 'm5' 'm11' 'm8' 'm3'

'm10' 'm4' [0] [0] [0]

case7

ans =

'm2' 'm5' 'm11' 'm12' 'm9'

'm8' 'm10' 'm3' 'm7' 'm6'

'm1' 'm4' [0] [0] [0]

case8

ans =

'm2' 'm10' 'm11' 'm5' 'm12'

'm8' 'm1' 'm3' 'm9' 'm6'

'm7' 'm4' [0] [0] [0]

case9

ans =

'm2' 'm6' 'm10' 'm1' 'm3'

'm9' 'm8' 'm12' 'm11' 'm5'

case10

```

ans =
    'm2' 'm8' 'm6' 'm5' 'm4'
    'm11' 'm7' 'm3' 'm12' 'm9'
    'm10' 'm1' [ 0] [ 0] [ 0]
case11
ans =
    'm2' 'm6' 'm8' 'm4' 'm9'
    'm12' 'm11' 'm3' 'm10' 'm5'
    'm1' 'm7' [ 0] [ 0] [ 0]
case12
ans =
    'm2' 'm3' 'm10' 'm6' 'm9'
    'm12' 'm4' 'm11' 'm5' 'm8'
    'm7' 'm1' [ 0] [ 0] [ 0]
case13
ans =
    'm3' 'm12' 'm8' 'm9' 'm5'
    'm1' 'm6' 'm7' 'm11' 'm2'
    'm4' 'm10' [ 0] [ 0] [ 0]
case14
ans =
    'm3' 'm5' 'm2' 'm11' 'm8'
    'm1' 'm9' 'm12' 'm6' 'm4'
    'm7' 'm10' [ 0] [ 0] [ 0]
case15
ans =
    'm3' 'm10' 'm12' 'm2' 'm5'
    'm4' 'm8' 'm9' 'm6' 'm11'
    'm1' 'm7' [ 0] [ 0] [ 0]
case16
ans =
    'm3' 'm2' 'm8' 'm4' 'm9'
    'm6' 'm7' 'm5' 'm11' 'm12'
    'm1' 'm10' [ 0] [ 0] [ 0]
case17
ans =
    'm3' 'm4' 'm9' 'm10' 'm2'
    'm6' 'm12' 'm5' 'm8' 'm11'
    'm1' 'm7' [ 0] [ 0] [ 0]
case18
ans =
    'm3' 'm12' 'm6' 'm8' 'm2'
    'm9' 'm11' 'm5' 'm1' 'm7'
    'm4' 'm10' [ 0] [ 0] [ 0]
case19
ans =

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

'm3' 'm6' 'm8' 'm2' 'm5'
'm11' 'm1' 'm9' 'm7' 'm12'
'm4' 'm10' [0] [0] [0]

case20

ans =

'm4' 'm11' 'm8' 'm9' 'm3'
'm6' 'm12' 'm2' 'm5' 'm7'
'm10' 'm1' [0] [0] [0]

case21

ans =

'm4' 'm10' 'm11' 'm12' 'm2'
'm8' 'm5' 'm9' 'm6' 'm3'
'm7' 'm1' [0] [0] [0]

case22

ans =

'm4' 'm5' 'm12' 'm2' 'm6'
'm9' 'm3' 'm11' 'm1' 'm8'
'm7' 'm10' [0] [0] [0]

case23

ans =

'm5' 'm9' 'm6' 'm11' 'm8'
'm1' 'm12' 'm7' 'm2' 'm3'

case24

ans =

'm5' 'm3' 'm8' 'm12' 'm2'
'm1' 'm9' 'm11' 'm6' 'm7'
'm10' 'm4' [0] [0] [0]

case25

ans =

'm5' 'm9' 'm8' 'm12' 'm1'
'm3' 'm6' 'm10' 'm2' 'm11'
'm7' 'm4' [0] [0] [0]

case26

ans =

'm5' 'm12' 'm2' 'm4' 'm11'
'm6' 'm3' 'm8' 'm9' 'm7'
'm1' 'm10' [0] [0] [0]

case27

ans =

'm5' 'm6' 'm1' 'm10' 'm11'
'm8' 'm2' 'm3' 'm12' 'm9'
'm4' 'm7' [0] [0] [0]

case28

ans =

'm5' 'm12' 'm1' 'm9' 'm2'

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
'm4' 'm10' [0] [0] [0] ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

'm8' 'm6' 'm3' 'm10' 'm11'

'm7' 'm4' [0] [0] [0]

case29

ans =

'm5' 'm11' 'm9' 'm8' 'm12'

'm10' 'm6' 'm7' 'm2' 'm3'

'm4' 'm1' [0] [0] [0]

case30

ans =

'm5' 'm12' 'm8' 'm6' 'm2'

'm10' 'm7' 'm3' 'm11' 'm9'

'm4' 'm1' [0] [0] [0]

case31

ans =

'm5' 'm11' 'm3' 'm2' 'm10'

'm12' 'm8' 'm6' 'm7' 'm9'

'm1' 'm4' [0] [0] [0]

case32

ans =

'm6' 'm8' 'm9' 'm3' 'm12'

'm1' 'm2' 'm11' 'm7' 'm5'

'm4' 'm10' [0] [0] [0]

case33

ans =

'm6' 'm8' 'm1' 'm3' 'm5'

'm4' 'm9' 'm11' 'm2' 'm12'

'm7' 'm10' [0] [0] [0]

case34

ans =

'm6' 'm7' 'm9' 'm10' 'm3'

'm5' 'm12' 'm11' 'm2' 'm8'

'm4' 'm1' [0] [0] [0]

case35

ans =

'm6' 'm5' 'm1' 'm2' 'm11'

'm8' 'm3' 'm4' 'm9' 'm12'

'm7' 'm10' [0] [0] [0]

case36

ans =

'm6' 'm7' 'm1' 'm11' 'm2'

'm8' 'm12' 'm9' 'm3' 'm5'

'm10' 'm4' [0] [0] [0]

case37

ans =

'm6' 'm2' 'm7' 'm11' 'm8'

'm9' 'm5' 'm3' 'm10' 'm12'

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

'm1' 'm4' [0] [0] [0]

case38

ans =

'm6' 'm11' 'm5' 'm7' 'm3'

'm9' 'm8' 'm2' 'm1' 'm12'

'm4' 'm10' [0] [0] [0]

case39

ans =

'm6' 'm11' 'm9' 'm8' 'm10'

'm12' 'm3' 'm5' 'm7' 'm2'

'm1' 'm4' [0] [0] [0]

*กรณีี่ 15, 21 และ 30 คือกรณีี่ที่ตีที่สุด จาก 39
กรณีี่



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



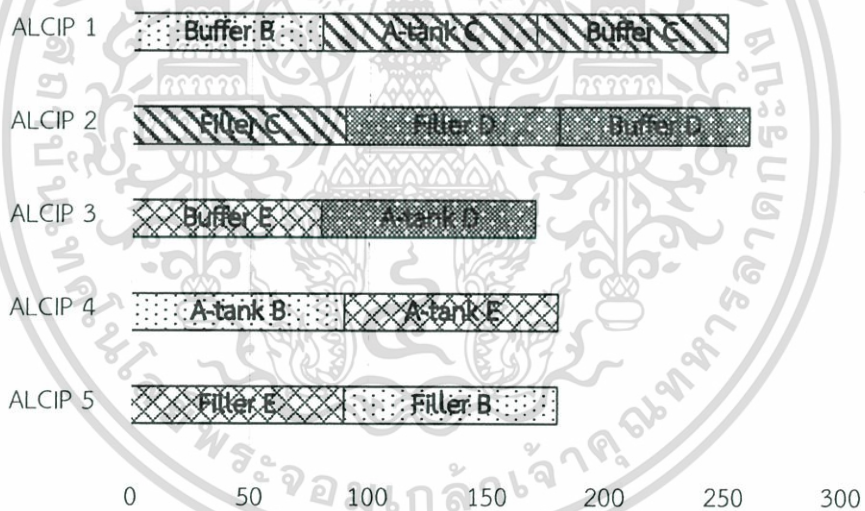
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องทำความสะอาดแบบทุก 48 ชั่วโมง โดยการใช้การทดลองสุ่ม
 พิจารณาจากเวลาการทำความสะอาดภายในเครื่องจักร โดยไม่พิจารณาเวลาารออุ่นเครื่อง และเวลาอุ่น
 เครื่อง แสดงผลลัพธ์การจัดตารางทั้ง 39 แบบที่ได้จากการทดลองสุ่มจาก MATLAB

กำหนดให้

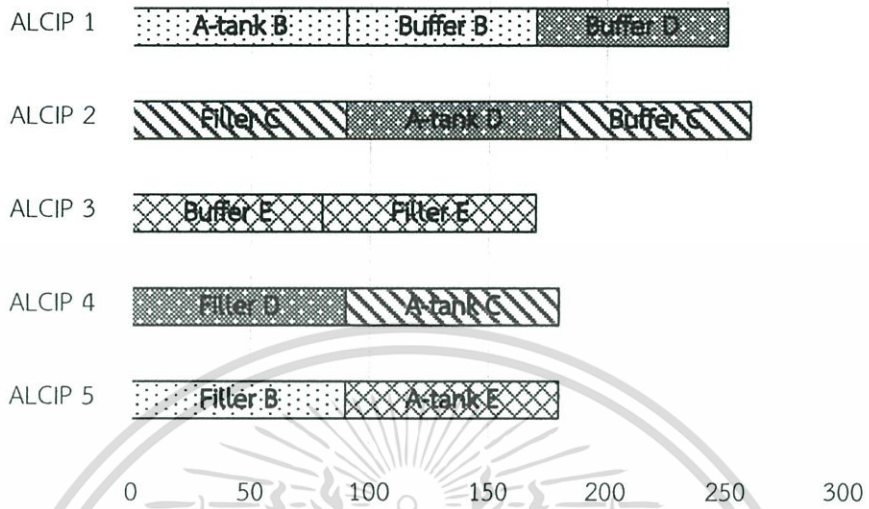
- แสดงเครื่องจักรในสายการผลิต B
- แสดงเครื่องจักรในสายการผลิต C
- แสดงเครื่องจักรในสายการผลิต D
- แสดงเครื่องจักรในสายการผลิต E

รูปแบบที่ 1



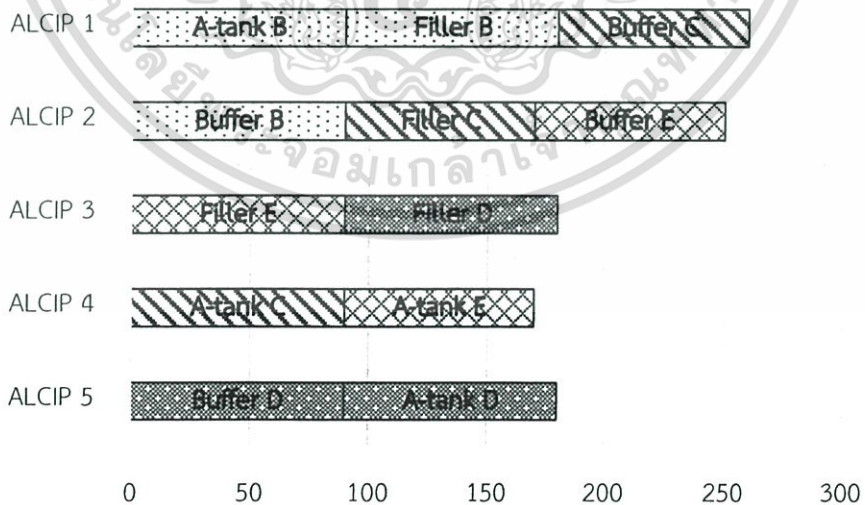
รูปที่ ผค 1 แผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องทำความสะอาดแบบทุก 48 ชั่วโมง โดยการใช้การทดลองสุ่ม
 แบบที่ 1 พิจารณาจากเวลาการทำความสะอาดภายในเครื่องจักร (ไม่ได้พิจารณาเวลาารออุ่น
 เครื่อง และเวลาอุ่นเครื่อง)

รูปแบบที่ 2



รูปที่ ผค 2 แผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องทำความสะอาดแบบทุก 48 ชั่วโมง โดยการใช้การทดลองสุ่มแบบที่ 2 พิจารณาจากเวลาการทำทำความสะอาดภายในเครื่องจักร (ไม่ได้พิจารณาเวลารออุ่นเครื่อง และเวลาอุ่นเครื่อง)

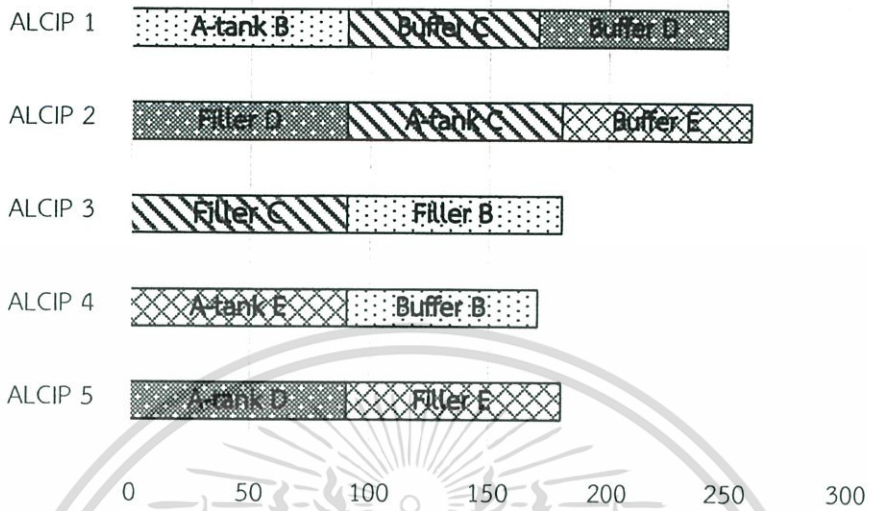
รูปแบบที่ 3



รูปที่ ผค 3 แผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องทำความสะอาดแบบทุก 48 ชั่วโมง โดยการใช้การทดลองสุ่มแบบที่ 3 พิจารณาจากเวลาการทำทำความสะอาดภายในเครื่องจักร (ไม่ได้พิจารณาเวลารออุ่นเครื่อง และเวลาอุ่นเครื่อง)

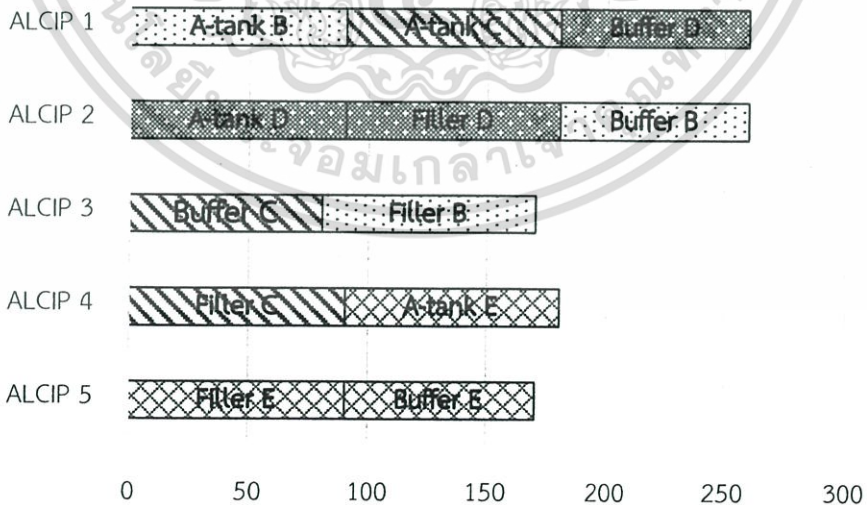
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และ ผค 3 อ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปแบบที่ 4



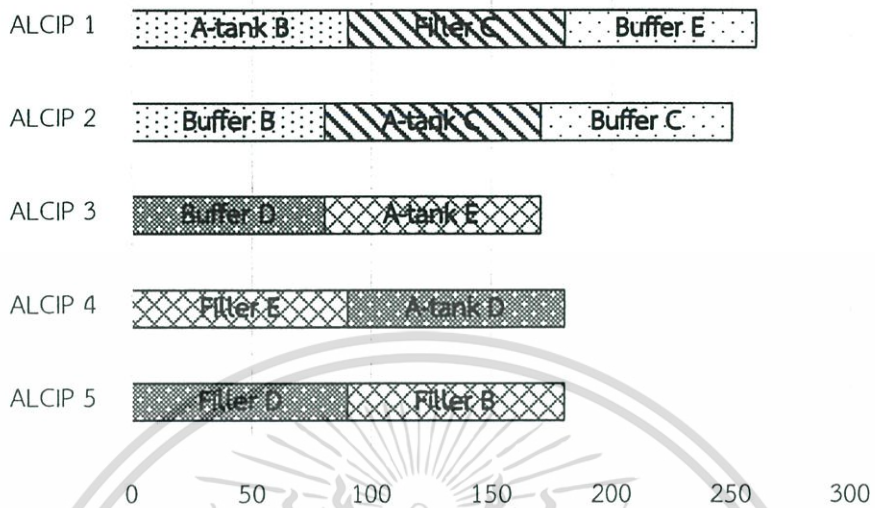
รูปที่ ผค 4 แผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องทำความสะอาดแบบทุก 48 ชั่วโมง โดยการใช้การทดลองสุ่มแบบที่ 4 พิจารณาจากเวลาการทำทำความสะอาดภายในเครื่องจักร (ไม่ได้พิจารณาเวลารออุ่นเครื่อง และเวลาอุ่นเครื่อง)

รูปแบบที่ 5



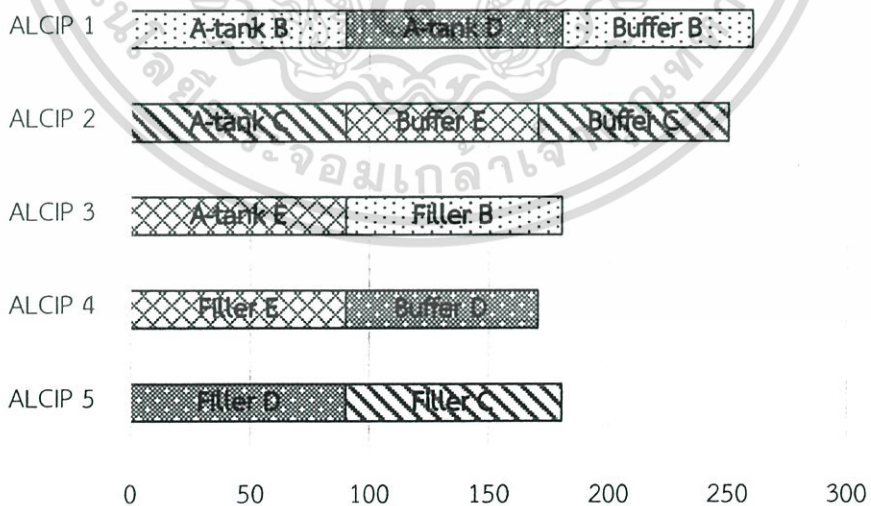
รูปที่ ผค 5 แผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องทำความสะอาดแบบทุก 48 ชั่วโมง โดยการใช้การทดลองสุ่มแบบที่ 5 พิจารณาจากเวลาการทำทำความสะอาดภายในเครื่องจักร (ไม่ได้พิจารณาเวลารออุ่นเครื่อง และเวลาอุ่นเครื่อง)

รูปแบบที่ 6



รูปที่ ผค 6 แผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องทำความสะอาดแบบทุก 48 ชั่วโมง โดยการใช้การทดลองสุ่มแบบที่ 6 พิจารณาจากเวลาการทำความสะอาดภายในเครื่องจักร (ไม่ได้พิจารณาเวลารออุ่นเครื่อง และเวลาอุ่นเครื่อง)

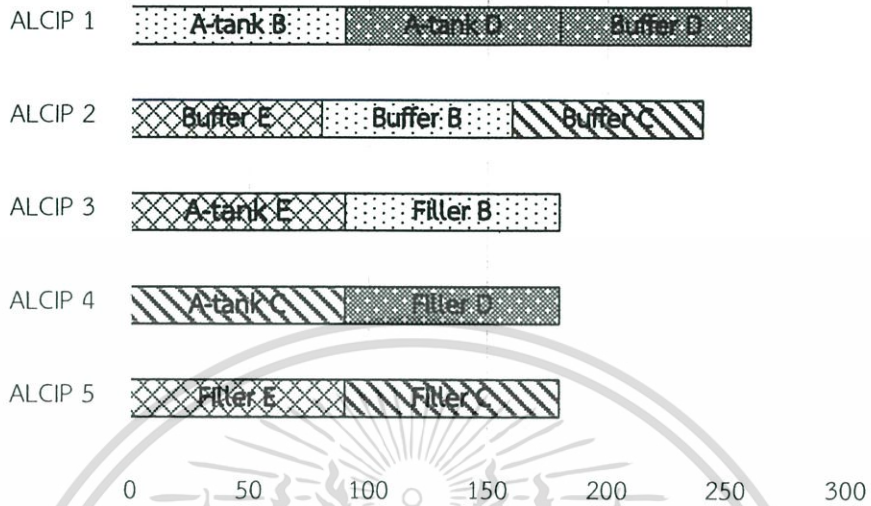
รูปแบบที่ 7



รูปที่ ผค 7 แผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องทำความสะอาดแบบทุก 48 ชั่วโมง โดยการใช้การทดลองสุ่มแบบที่ 7 พิจารณาจากเวลาการทำความสะอาดภายในเครื่องจักร (ไม่ได้พิจารณาเวลารออุ่นเครื่อง และเวลาอุ่นเครื่อง)

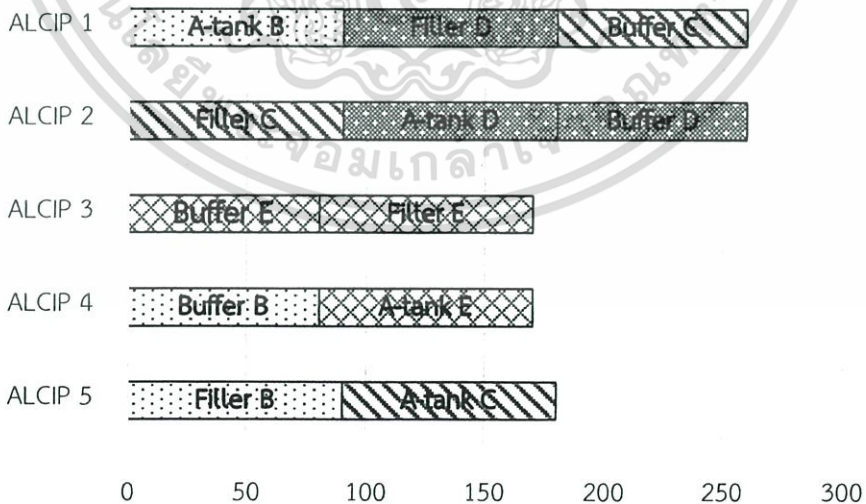
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และ ผค 5 อ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปแบบที่ 8



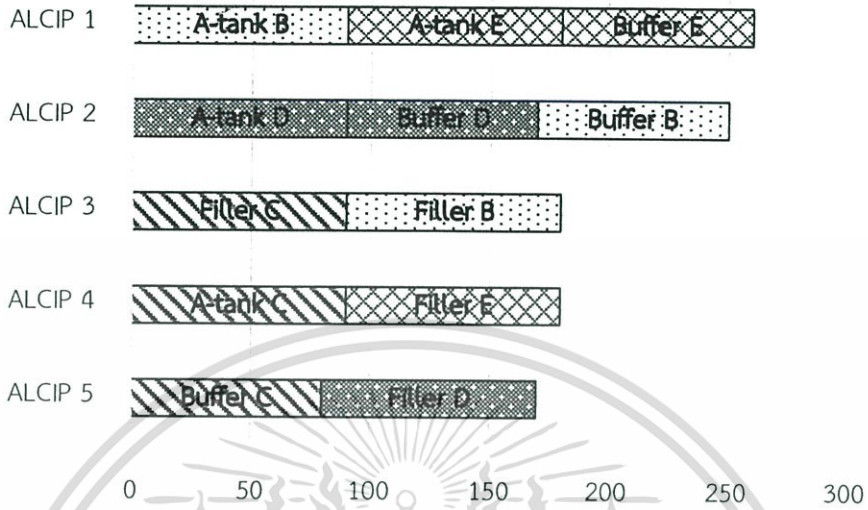
รูปที่ ผค 8 แผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องทำความสะอาดแบบทุก 48 ชั่วโมง โดยการใช้การทดลองสุ่มแบบที่ 8 พิจารณาจากเวลาการทำทำความสะอาดภายในเครื่องจักร (ไม่ได้พิจารณาเวลาารออุ่นเครื่อง และเวลาอุ่นเครื่อง)

รูปแบบที่ 9



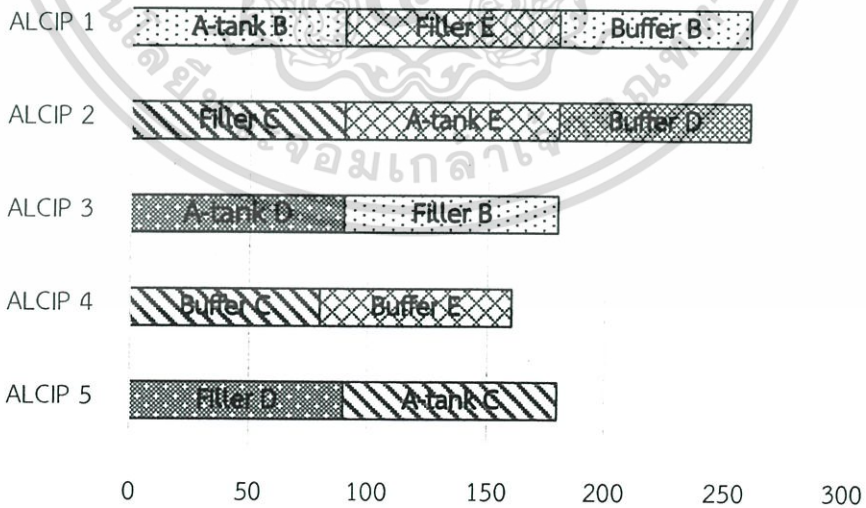
รูปที่ ผค 9 แผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องทำความสะอาดแบบทุก 48 ชั่วโมง โดยการใช้การทดลองสุ่มแบบที่ 9 พิจารณาจากเวลาการทำทำความสะอาดภายในเครื่องจักร (ไม่ได้พิจารณาเวลาารออุ่นเครื่อง และเวลาอุ่นเครื่อง)

รูปแบบที่ 10



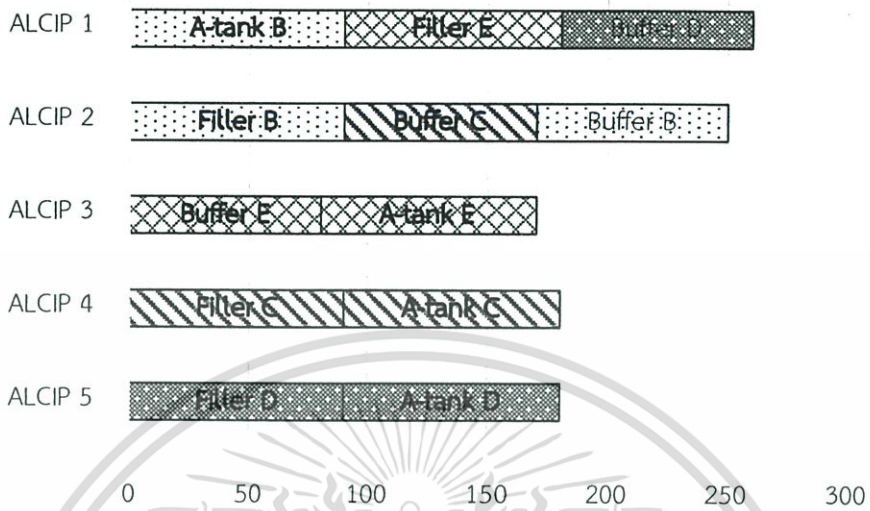
รูปที่ ผค 10 แผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องทำความสะอาดแบบทุก 48 ชั่วโมง โดยใช้การทดลองสุ่มแบบที่ 10 พิจารณาจากเวลาการทำสะอาดภายในเครื่องจักร (ไม่ได้พิจารณาเวลารอเครื่อง และเวลาอุ่นเครื่อง)

รูปแบบที่ 11



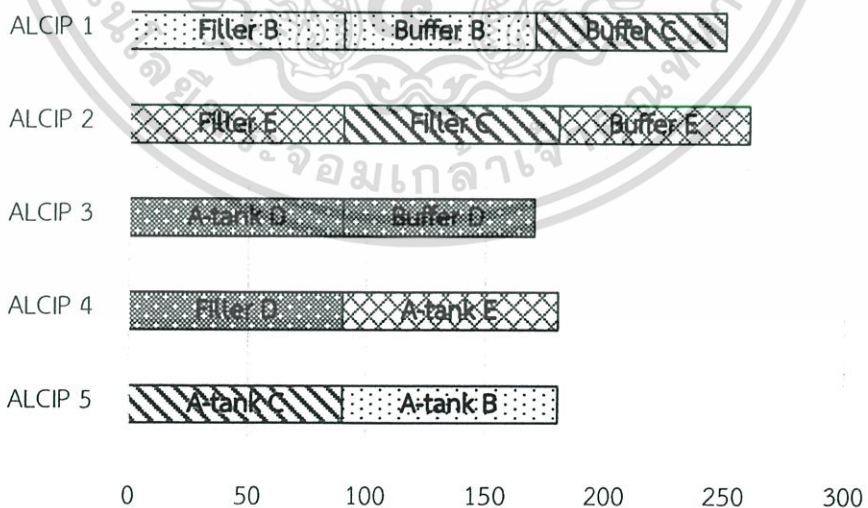
รูปที่ ผค 11 แผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องทำความสะอาดแบบทุก 48 ชั่วโมง โดยใช้การทดลองสุ่มแบบที่ 11 พิจารณาจากเวลาการทำสะอาดภายในเครื่องจักร (ไม่ได้พิจารณาเวลารอเครื่อง และเวลาอุ่นเครื่อง)

รูปแบบที่ 12



รูปที่ ผค 12 แผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องทำความสะอาดแบบทุก 48 ชั่วโมง โดยใช้การทดลองสุ่มแบบที่ 12 พิจารณาจากเวลาการทำทำความสะอาดภายในเครื่องจักร (ไม่ได้พิจารณาเวลาอรออุ่นเครื่อง และเวลาอุ่นเครื่อง)

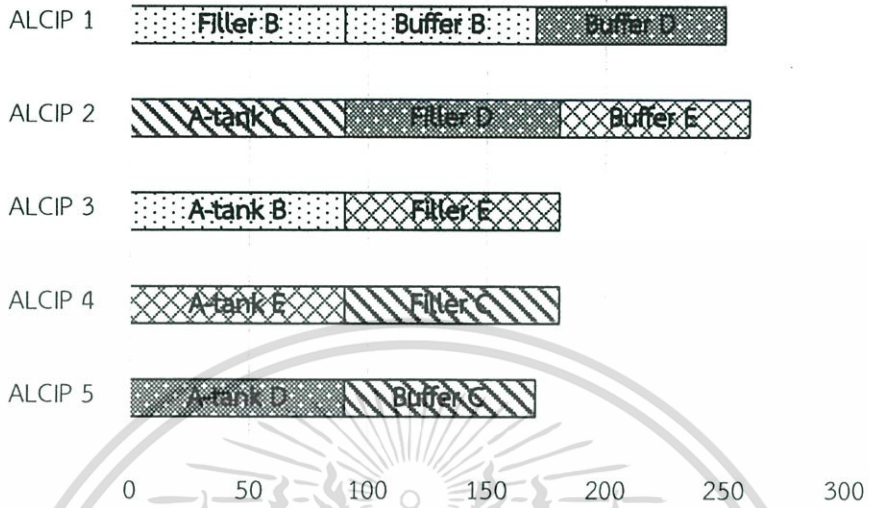
รูปแบบที่ 13



รูปที่ ผค 13 แผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องทำความสะอาดแบบทุก 48 ชั่วโมง โดยใช้การทดลองสุ่มแบบที่ 13 พิจารณาจากเวลาการทำทำความสะอาดภายในเครื่องจักร (ไม่ได้พิจารณาเวลาอรออุ่นเครื่อง และเวลาอุ่นเครื่อง)

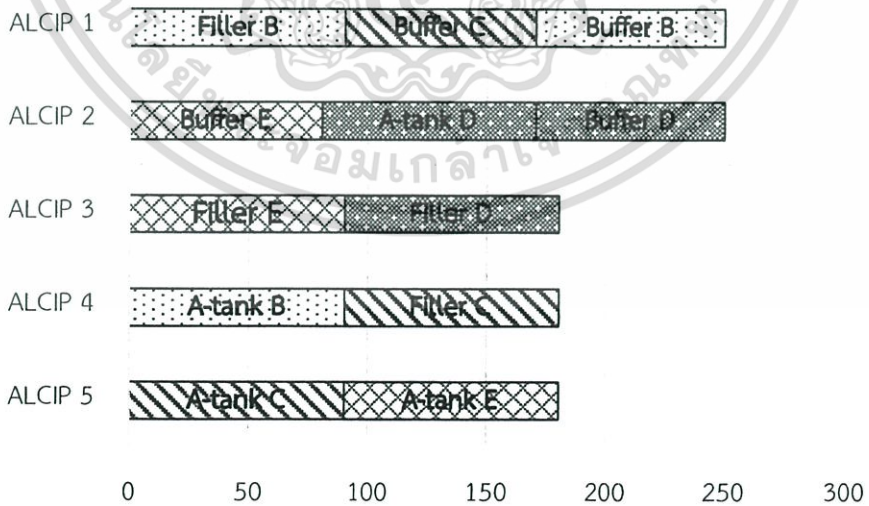
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา ผค 8 อย่างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปแบบที่ 14



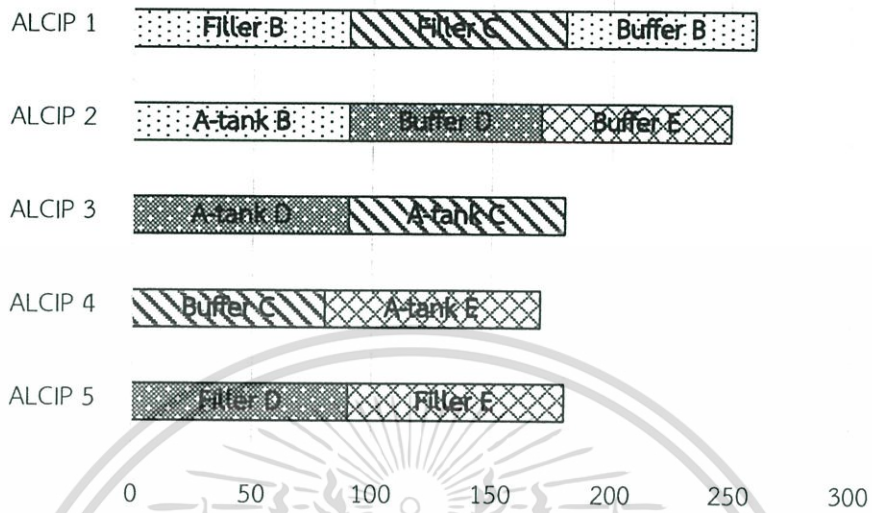
รูปที่ ผค 14 แผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องทำความสะอาดแบบทุก 48 ชั่วโมง โดยการใช้การทดลองสุ่มแบบที่ 14 พิจารณาจากเวลาการทำทำความสะอาดภายในเครื่องจักร (ไม่ได้พิจารณาเวลารออุ่นเครื่อง และเวลาอุ่นเครื่อง)

รูปแบบที่ 15



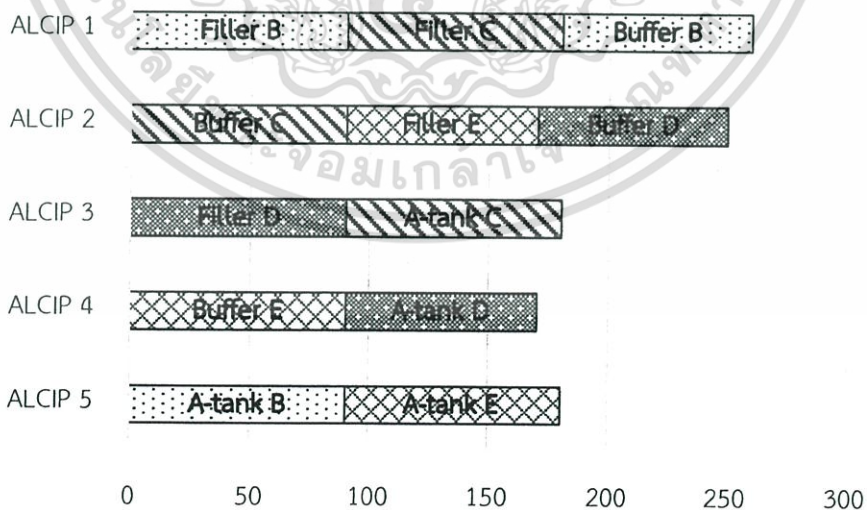
รูปที่ ผค 15 แผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องทำความสะอาดแบบทุก 48 ชั่วโมง โดยการใช้การทดลองสุ่มแบบที่ 15 พิจารณาจากเวลาการทำทำความสะอาดภายในเครื่องจักร(ไม่ได้พิจารณาเวลารออุ่นเครื่อง และเวลาอุ่นเครื่อง)

รูปแบบที่ 16



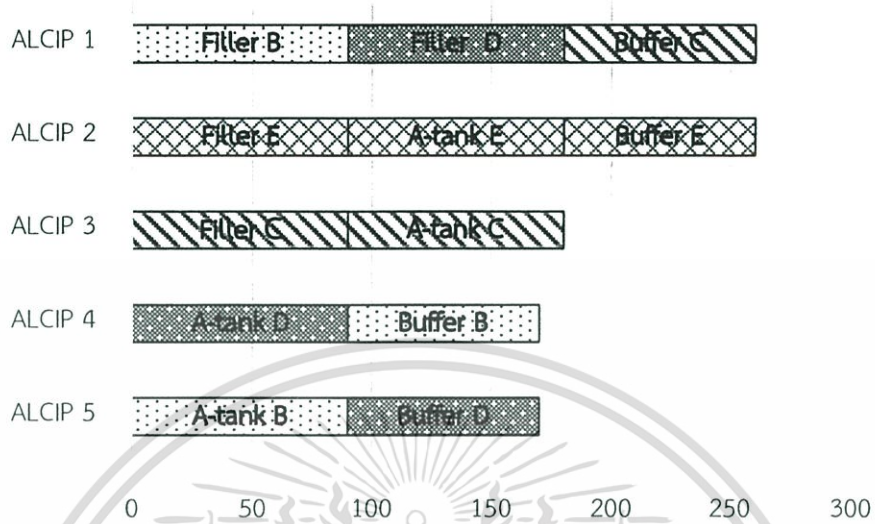
รูปที่ ผค 16 แผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องทำความสะอาดแบบทุก 48 ชั่วโมง โดยการใช้การทดลองสุ่มแบบที่ 16 พิจารณาจากเวลาการทำทำความสะอาดภายในเครื่องจักร (ไม่ได้พิจารณาเวลารออุ่นเครื่อง และเวลาอุ่นเครื่อง)

รูปแบบที่ 17



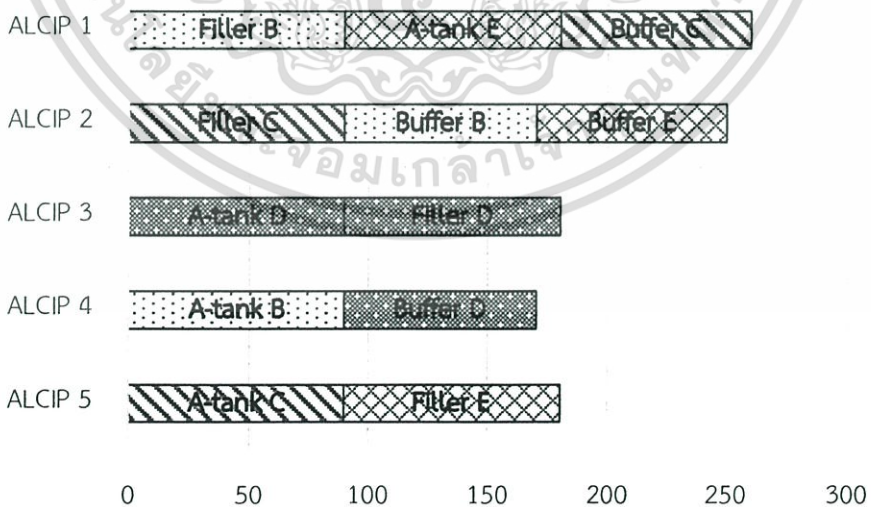
รูปที่ ผค 17 แผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องทำความสะอาดแบบทุก 48 ชั่วโมง โดยการใช้การทดลองสุ่มแบบที่ 17 พิจารณาจากเวลาการทำทำความสะอาดภายในเครื่องจักร (ไม่ได้พิจารณาเวลารออุ่นเครื่อง และเวลาอุ่นเครื่อง)

รูปแบบที่ 18



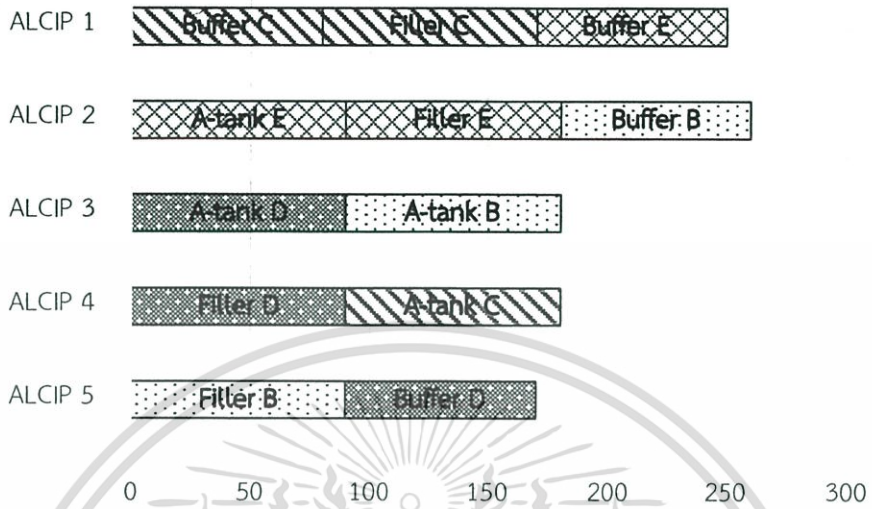
รูปที่ ผค 18 แผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องทำความสะอาดแบบทุก 48 ชั่วโมง โดยการใช้การทดลองสุ่มแบบที่ 18 พิจารณาจากเวลาการทำทำความสะอาดภายในเครื่องจักร (ไม่ได้พิจารณาเวลารออุ่นเครื่อง และเวลาอุ่นเครื่อง)

รูปแบบที่ 19



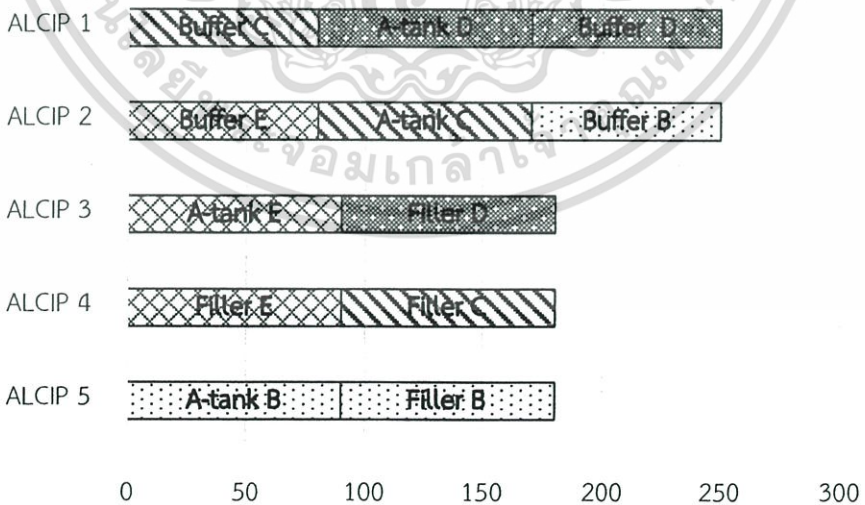
รูปที่ ผค 19 แผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องทำความสะอาดแบบทุก 48 ชั่วโมง โดยการใช้การทดลองสุ่มแบบที่ 19 พิจารณาจากเวลาการทำทำความสะอาดภายในเครื่องจักร (ไม่ได้พิจารณาเวลารออุ่นเครื่อง และเวลาอุ่นเครื่อง)

รูปแบบที่ 20



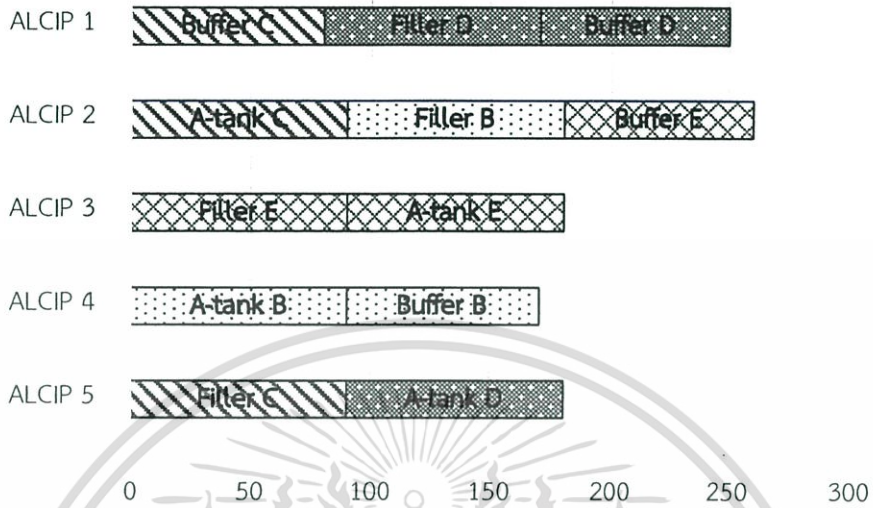
รูปที่ ผค 20 แผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องทำความสะอาดแบบทุก 48 ชั่วโมง โดยใช้การทดลองสุ่มแบบที่ 20 พิจารณาจากเวลาการทำทำความสะอาดภายในเครื่องจักร (ไม่ได้พิจารณาเวลารออุ่นเครื่อง และเวลาอุ่นเครื่อง)

รูปแบบที่ 21



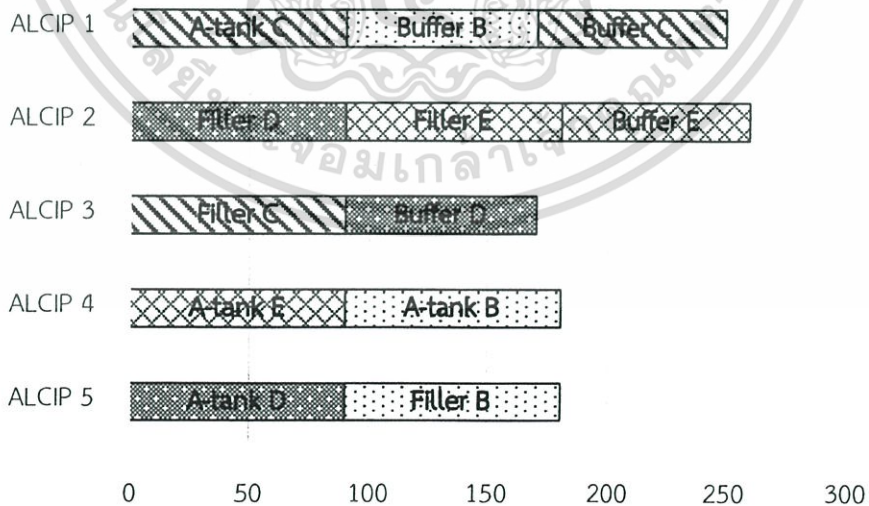
รูปที่ ผค 21 แผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องทำความสะอาดแบบทุก 48 ชั่วโมง โดยใช้การทดลองสุ่มแบบที่ 21 พิจารณาจากเวลาการทำทำความสะอาดภายในเครื่องจักร (ไม่ได้พิจารณาเวลารออุ่นเครื่อง และเวลาอุ่นเครื่อง)

รูปแบบที่ 22



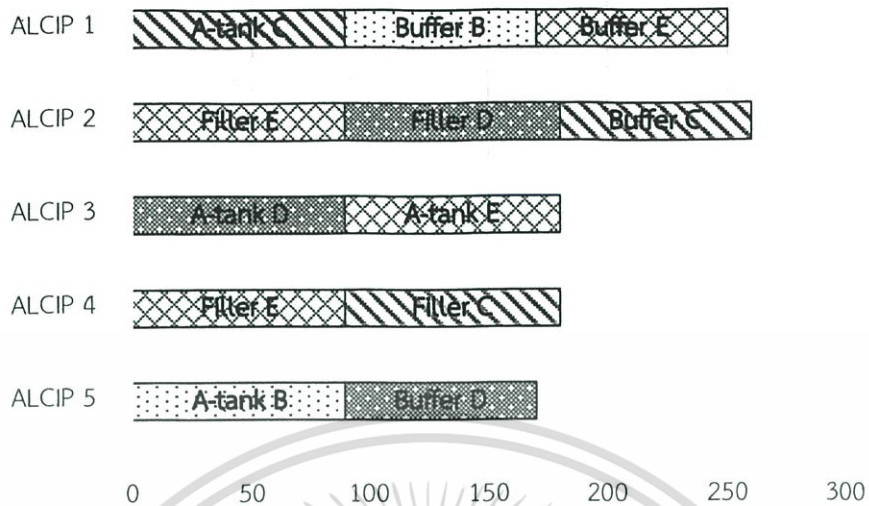
รูปที่ ผศ 22 แผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องทำความสะอาดแบบทุก 48 ชั่วโมง โดยการใช้การทดลองสุ่มแบบที่ 22 พิจารณาจากเวลาการทำทำความสะอาดภายในเครื่องจักร (ไม่ได้พิจารณาเวลารออุ่นเครื่อง และเวลาอุ่นเครื่อง)

รูปแบบที่ 23



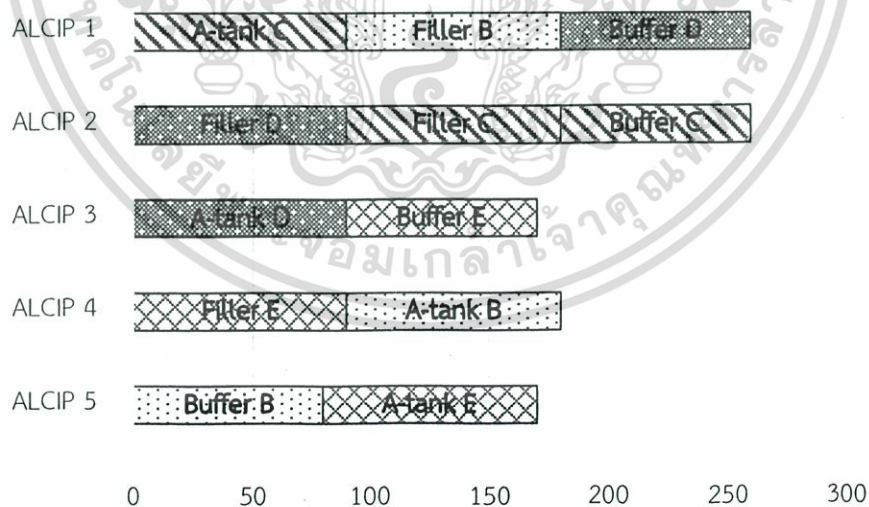
รูปที่ ผศ 23 แผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องทำความสะอาดแบบทุก 48 ชั่วโมง โดยการใช้การทดลองสุ่มแบบที่ 23 พิจารณาจากเวลาการทำทำความสะอาดภายในเครื่องจักร (ไม่ได้พิจารณาเวลารออุ่นเครื่อง และเวลาอุ่นเครื่อง)

รูปแบบที่ 24



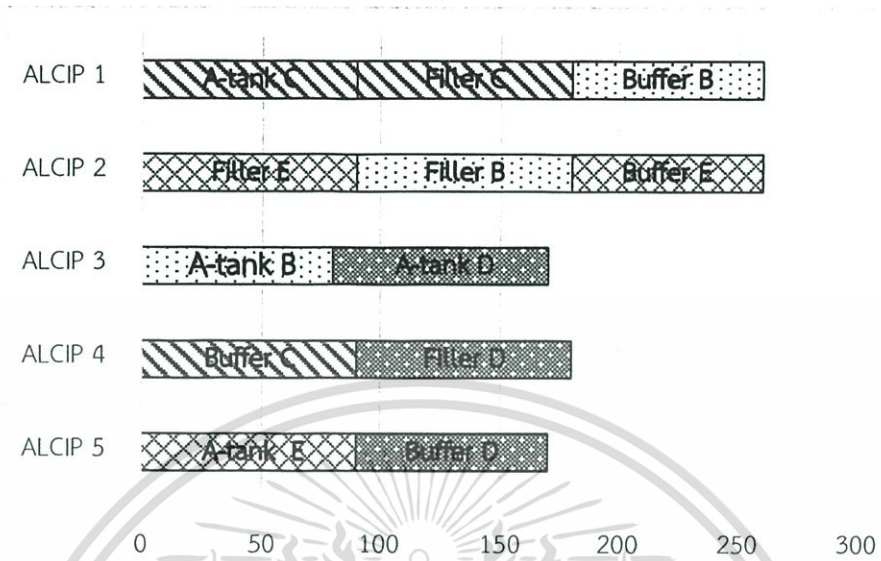
รูปที่ ผศ 24 แผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องทำความสะอาดแบบทุก 48 ชั่วโมง โดยการใช้การทดลองสุ่มแบบที่ 24 พิจารณาจากเวลาการทำทำความสะอาดภายในเครื่องจักร (ไม่ได้พิจารณาเวลารออุ่นเครื่อง และเวลาอุ่นเครื่อง)

รูปแบบที่ 25



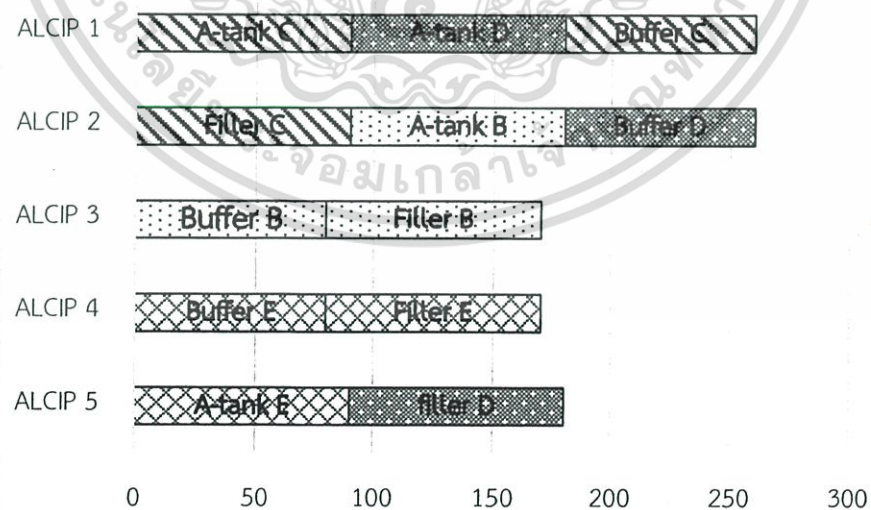
รูปที่ ผศ 25 แผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องทำความสะอาดแบบทุก 48 ชั่วโมง โดยการใช้การทดลองสุ่มแบบที่ 25 พิจารณาจากเวลาการทำทำความสะอาดภายในเครื่องจักร (ไม่ได้พิจารณาเวลารออุ่นเครื่อง และเวลาอุ่นเครื่อง)

รูปแบบที่ 26



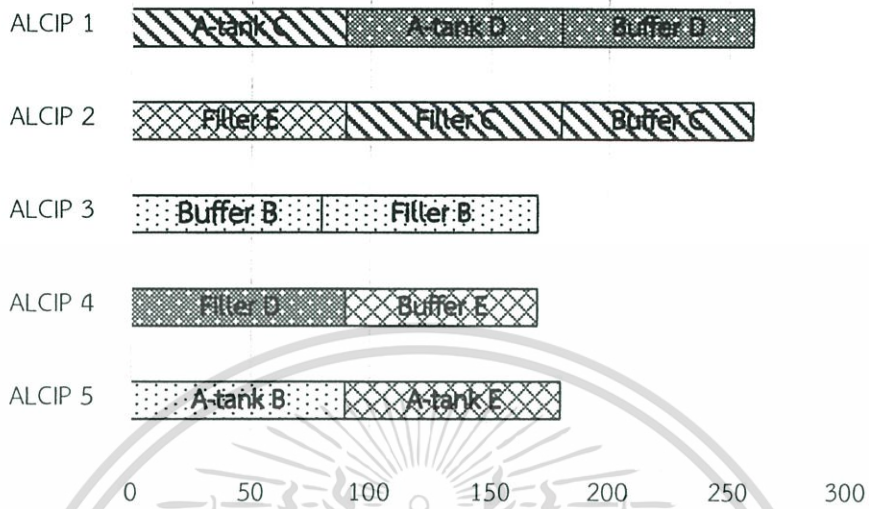
รูปที่ ผศ 26 แผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องทำความสะอาดแบบทุก 48 ชั่วโมง โดยใช้การทดลองสุ่มแบบที่ 26 พิจารณาจากเวลาการทำความสะอาดภายในเครื่องจักร (ไม่ได้พิจารณาเวลารออุ่นเครื่อง และเวลาอุ่นเครื่อง)

รูปแบบที่ 27



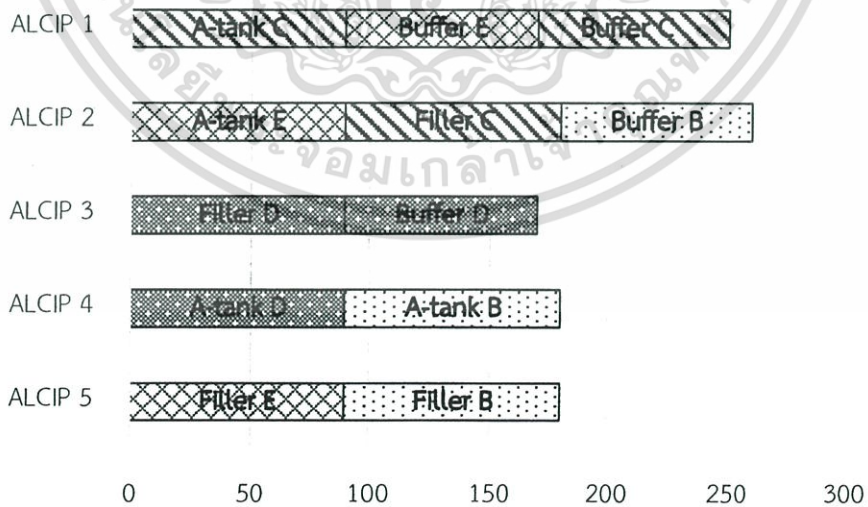
รูปที่ ผศ 27 แผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องทำความสะอาดแบบทุก 48 ชั่วโมง โดยใช้การทดลองสุ่มแบบที่ 27 พิจารณาจากเวลาการทำความสะอาดภายในเครื่องจักร (ไม่ได้พิจารณาเวลารออุ่นเครื่อง และเวลาอุ่นเครื่อง)

รูปแบบที่ 28



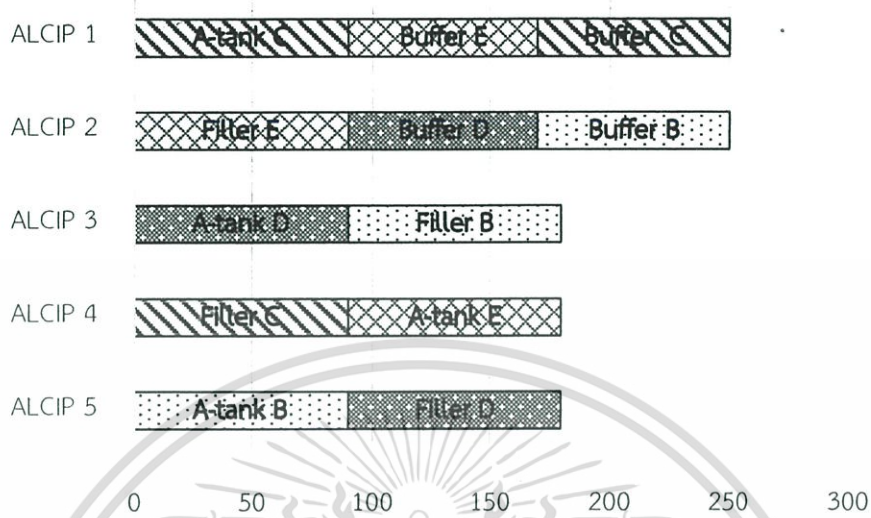
รูปที่ ผศ 28 แผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องทำความสะอาดแบบทุก 48 ชั่วโมง โดยการใช้การทดลองสุ่มแบบที่ 28 พิจารณาจากเวลาการทำทำความสะอาดภายในเครื่องจักร (ไม่ได้พิจารณาเวลารออุ่นเครื่อง และเวลาอุ่นเครื่อง)

รูปแบบที่ 29



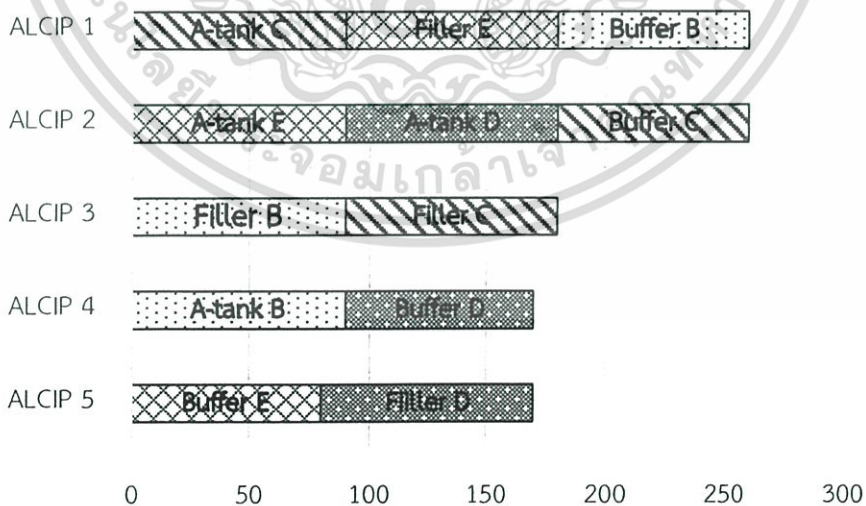
รูปที่ ผศ 29 แผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องทำความสะอาดแบบทุก 48 ชั่วโมง โดยการใช้การทดลองสุ่มแบบที่ 29 พิจารณาจากเวลาการทำทำความสะอาดภายในเครื่องจักร (ไม่ได้พิจารณาเวลารออุ่นเครื่อง และเวลาอุ่นเครื่อง)

รูปแบบที่ 30



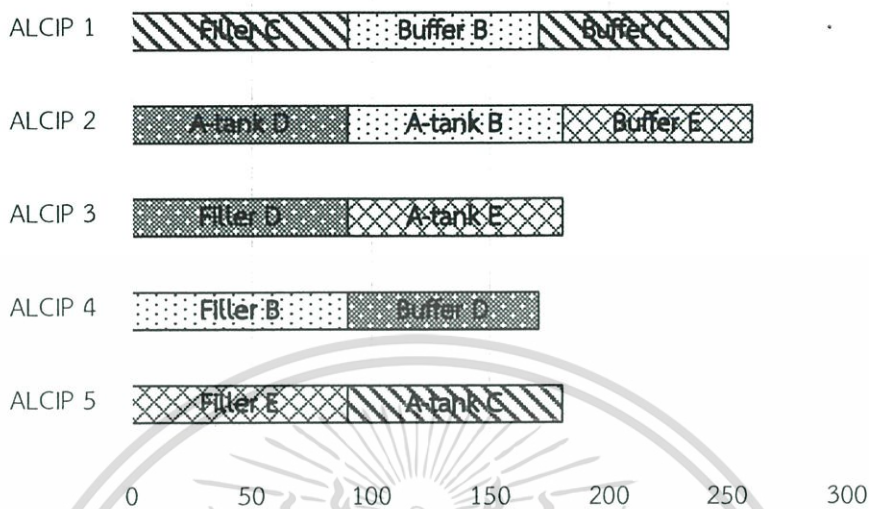
รูปที่ ผศ 30 แผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องทำความสะอาดแบบทุก 48 ชั่วโมง โดยการใช้การทดลองสุ่มแบบที่ 30 พิจารณาจากเวลาการทำความสะอาดภายในเครื่องจักร (ไม่ได้พิจารณาเวลาารออุ่นเครื่อง และเวลาอุ่นเครื่อง)

รูปแบบที่ 31



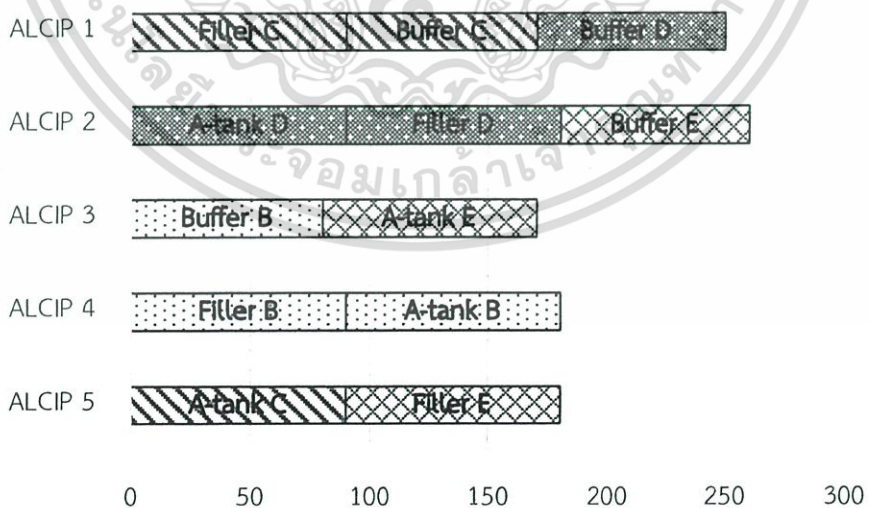
รูปที่ ผศ 31 แผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องทำความสะอาดแบบทุก 48 ชั่วโมง โดยการใช้การทดลองสุ่มแบบที่ 31 พิจารณาจากเวลาการทำความสะอาดภายในเครื่องจักร (ไม่ได้พิจารณาเวลาารออุ่นเครื่อง และเวลาอุ่นเครื่อง)

รูปแบบที่ 32



รูปที่ ผศ 32 แผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องทำความสะอาดแบบทุก 48 ชั่วโมง โดยการใช้การทดลองสุ่มแบบที่ 32 พิจารณาจากเวลาการทำทำความสะอาดภายในเครื่องจักร (ไม่ได้พิจารณาเวลาอรออุ่นเครื่อง และเวลาอุ่นเครื่อง)

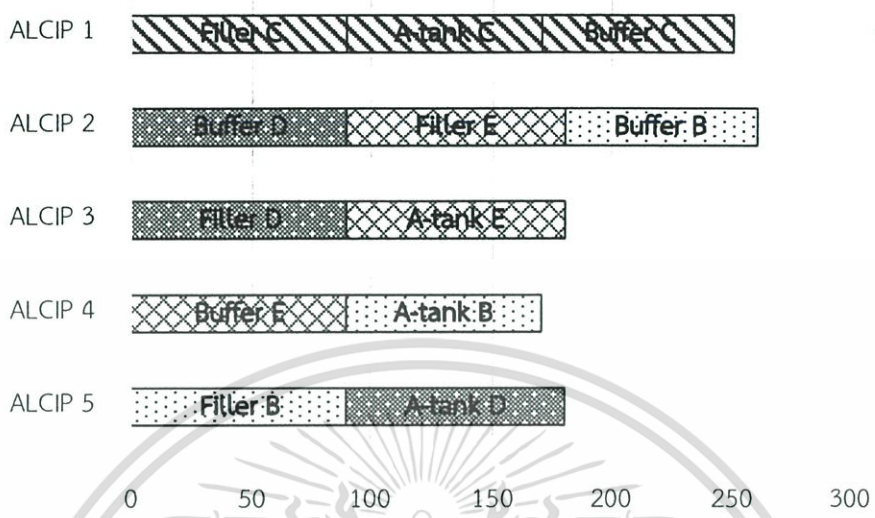
รูปแบบที่ 33



รูปที่ ผศ 33 แผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องทำความสะอาดแบบทุก 48 ชั่วโมง โดยการใช้การทดลองสุ่มแบบที่ 33 พิจารณาจากเวลาการทำทำความสะอาดภายในเครื่องจักร (ไม่ได้พิจารณาเวลาอรออุ่นเครื่อง และเวลาอุ่นเครื่อง)

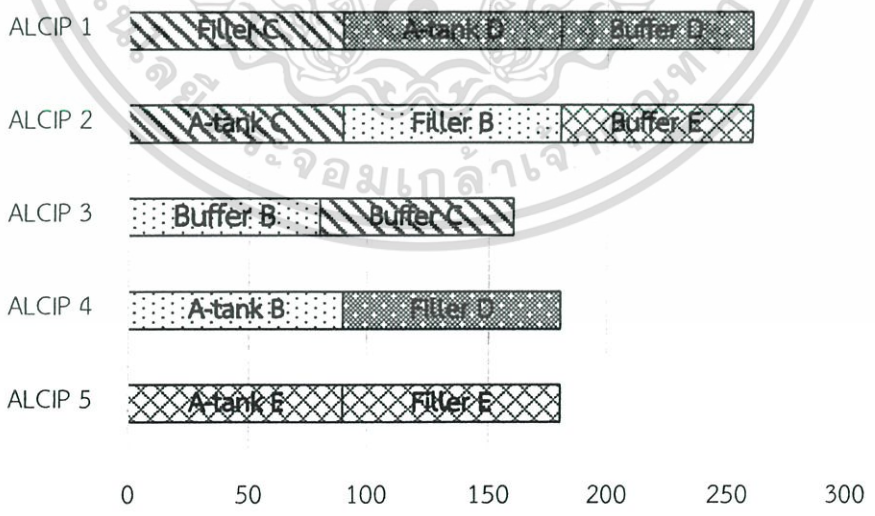
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา ผศ ค 18 ไปถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปแบบที่ 34



รูปที่ ผศ 34 แผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องทำความสะอาดแบบทุก 48 ชั่วโมง โดยการใช้การทดลองสุ่มแบบที่ 34 พิจารณาจากเวลาการทำทำความสะอาดภายในเครื่องจักร (ไม่ได้พิจารณาเวลารออุ่นเครื่อง และเวลาอุ่นเครื่อง)

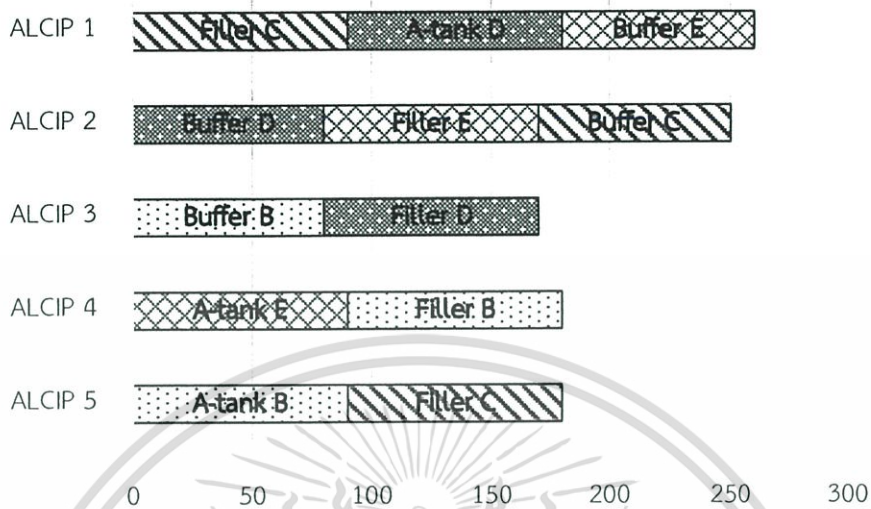
รูปแบบที่ 35



รูปที่ ผศ 35 แผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องทำความสะอาดแบบทุก 48 ชั่วโมง โดยการใช้การทดลองสุ่มแบบที่ 35 พิจารณาจากเวลาการทำทำความสะอาดภายในเครื่องจักร (ไม่ได้พิจารณาเวลารออุ่นเครื่อง และเวลาอุ่นเครื่อง)

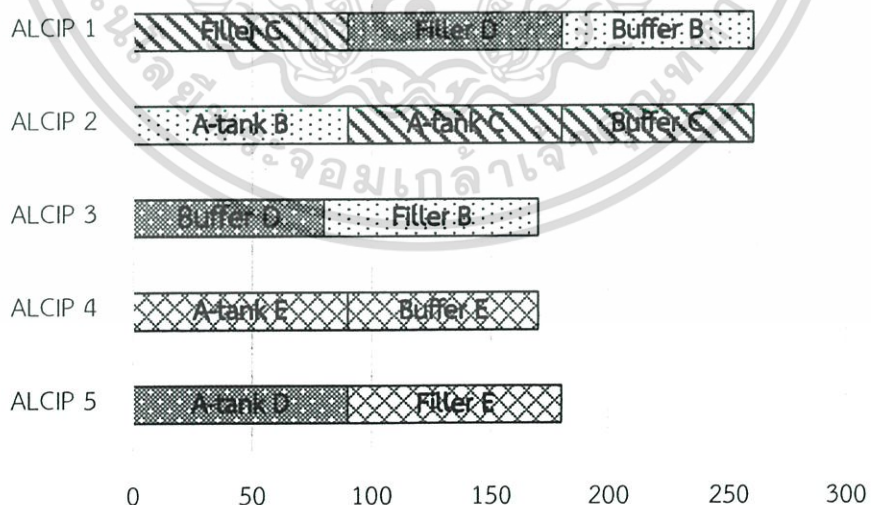
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา ผศ.19อ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปแบบที่ 36



รูปที่ ผค 36 แผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องทำความสะอาดแบบทุก 48 ชั่วโมง โดยการใช้การทดลองสุ่มแบบที่ 36 พิจารณาจากเวลาการทำทำความสะอาดภายในเครื่องจักร (ไม่ได้พิจารณาเวลารออุ่นเครื่อง และเวลาอุ่นเครื่อง)

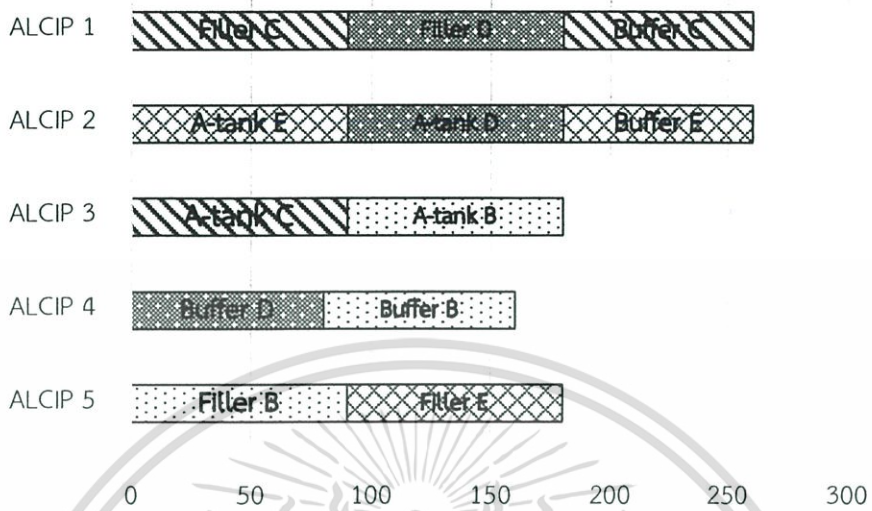
รูปแบบที่ 37



รูปที่ ผค 37 แผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องทำความสะอาดแบบทุก 48 ชั่วโมง โดยการใช้การทดลองสุ่มแบบที่ 37 พิจารณาจากเวลาการทำทำความสะอาดภายในเครื่องจักร (ไม่ได้พิจารณาเวลารออุ่นเครื่อง และเวลาอุ่นเครื่อง)

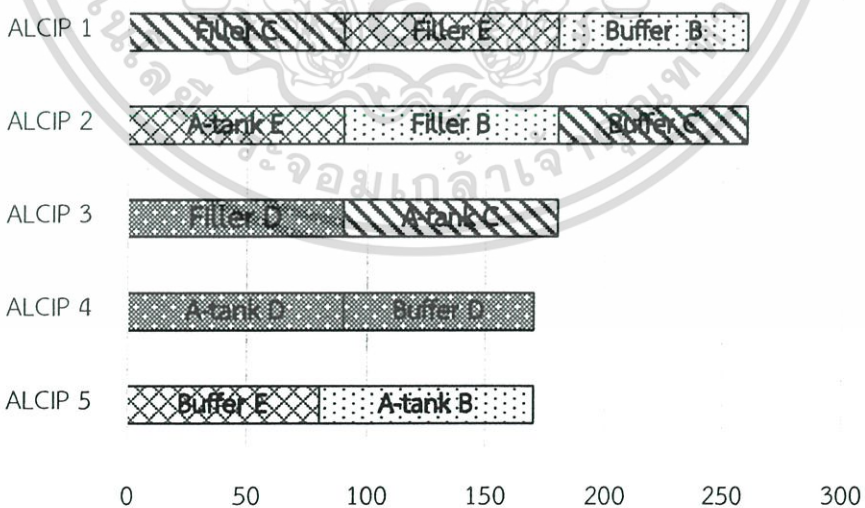
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา ผค 20 ไปถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปแบบที่ 38



รูปที่ ผศ 38 แผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องทำความสะอาดแบบทุก 48 ชั่วโมง โดยการใช้การทดลองสุ่มแบบที่ 38 พิจารณาจากเวลาการทำความสะอาดภายในเครื่องจักร (ไม่ได้พิจารณาเวลารออุ่นเครื่อง และเวลาอุ่นเครื่อง)

รูปแบบที่ 39



รูปที่ ผศ 39 แผนภูมิแกนต์โดยแกน y เป็นเครื่องทำความสะอาดแบบทุก 48 ชั่วโมง โดยการใช้การทดลองสุ่มแบบที่ 39 พิจารณาจากเวลาการทำความสะอาดภายในเครื่องจักร (ไม่ได้พิจารณาเวลารออุ่นเครื่อง และเวลาอุ่นเครื่อง)