สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การลดเวลาสูญเสียและการวางแผนกำลังการผลิตหมากฝรั่งชนิดไม่มีน้ำตาล

REDUCTION OF NON-PRODUCTIVE TIME AND CAPACITY PLANNING OF SUGAR-FREE CHEWING GUM PRODUCTION

T139603

จันทกานต์ พรสายชล

JANTAKAN PORNSAICHON

วพ.
ว243ก
2558

12730075
b 12281208

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 139603
วัน,เดือน,ปี 10 พ.ย. 2558

เล่มมีไฟล์ CD

.b.....
.i.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมเคมี

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2558

KMITL-2015-EN-M-220-002

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

REDUCTION OF NON-PRODUCTIVE TIME AND CAPACITY PLANNING OF SUGAR-FREE CHEWING GUM PRODUCTION

JANTAKAN PORNSAICHON

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF

MASTER OF ENGINEERING IN CHEMICAL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2015

KMITL-2015-EN-M-220-002

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2015

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การลดเวลาสูญเสียและการวางแผนกำลังการผลิตหมากฝรั่งชนิดไม่มีน้ำตาล
Thesis Title Reduction of Non-Productive Time and Capacity Planning of Sugar-Free Chewing Gum Production
นักศึกษา นางสาวจันทกานต์ พรสายชล
รหัสประจำตัว 56601338
ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา วิศวกรรมเคมี
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รศ.ดร.อัญชลีพร วาริทสวัสดิ์ หล่อทองคำ
หมายเลขวิทยานิพนธ์ KMITL-2015-EN-M-220-002

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
ดร.นริศรา	ทองบุญชู	
ดร.สันติ	วัฒนานุสรณ์	
ศ.ดร.ธราพงษ์	วิทิตศานต์	
ดร.กุลนันทน์	เกียรติกิตติพงษ์	
รศ.ดร.อัญชลีพร	วาริทสวัสดิ์ หล่อทองคำ	

วัน / เดือน/ ปี ที่สอบ วันศุกร์ที่ 17 ตุลาคม พ.ศ. 2557 เวลา 13.00-15.00 น.
สถานที่สอบ ณ อาคาร CCA ชั้น 4 ห้องประชุมสาขาวิชาวิศวกรรมเคมี

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

คณะวิศวกรรมศาสตร์ รับรองแล้ว

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. คมสัน มาลีสี)
คณบดี คณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่ 17 ตุลาคม พ.ศ. 2557

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การลดเวลาสูญเสียและการวางแผนกำลังการผลิตหมากฝรั่งชนิดไม่มีน้ำตาล
นักศึกษา	นางสาวจันทกานต์ พรสายชล
รหัสประจำตัว	56601338
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมเคมี
พ.ศ.	2558
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	รศ.ดร.อัญชลีพร วาริทสวัสดิ์ หล่อทองคำ

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ลดเวลาสูญเสียในการเปลี่ยนรุ่นการผลิต (Changeover) หมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาลเนื่องจากการปรับเปลี่ยนและปรับตั้งเครื่องจักรโดยใช้หลักการลีน-ซิกส์ซิกมา และพิจารณาเครื่องจักรในกระบวนการผลิตส่วนต้นทาง ได้แก่ เครื่องผสม และชุดเครื่องรีดและตัดหมากฝรั่ง หลักการลีน-ซิกส์ซิกมา ประกอบด้วย 1) การนิยามปัญหาที่สำคัญและการตั้งเป้าหมาย ในกรณีนี้คือการลดเวลาสูญเสียจากการเปลี่ยนรุ่นการผลิตลง 25% ของเวลาทั้งหมดที่ใช้ในการเปลี่ยนรุ่นการผลิต 2) การเก็บข้อมูลเวลาที่ใช้ปรับเปลี่ยนและปรับตั้งเครื่องจักร และสร้างแผนภูมิแกนต์ 3) การหาสาเหตุของการสูญเสียเวลาด้วยแผนภูมิแสดงสาเหตุและผล 4) การลดเวลาสูญเสียจากการเปลี่ยนรุ่นการผลิตโดยใช้เทคนิคการปรับเปลี่ยนเครื่องจักรอย่างรวดเร็ว (Single-Minute Exchange of Die: SMED) และหลักการ ECRS (Eliminate, Combine, Rearrange, Simplify) และ 5) การควบคุมการลดเวลาสูญเสียให้ได้ตามเป้าหมาย ทั้งนี้จากการดำเนินงานสามารถลดเวลาสูญเสียจากการเปลี่ยนรุ่นการผลิตลงได้ 33% ของเวลาทั้งหมดที่ใช้ในการเปลี่ยนรุ่นการผลิต คือ กรณีที่ 1 การเปลี่ยนรสและสีจากสีเข้มเป็นสีอ่อนกว่าลดเวลาที่ใช้เปลี่ยนรุ่นจาก 6 ชั่วโมง เหลือ 4 ชั่วโมง และกรณีที่ 2 ทั้งการเปลี่ยนรสแต่สีเดิม และการเปลี่ยนรสและเปลี่ยนเป็นสีที่เข้มกว่า ลดเวลาที่ใช้เปลี่ยนรุ่นได้เท่ากันจาก 3 ชั่วโมง เหลือ 2 ชั่วโมง เวลาสูญเสียที่ลดได้ทั้งหมดนี้คำนวณเป็นผลผลิตที่เพิ่มขึ้นประมาณ 14.4 ตัน/เดือน นอกจากนี้ศึกษาการวางแผนกำลังการผลิตของสายการผลิต KF ซึ่งเป็นสายการผลิตเพื่อการส่งออก พบว่ามีอัตราการใช้เครื่องจักรหรืออัตราการใช้ประโยชน์จากเครื่องจักร (Machine Utilization) สูงกว่า 85% ซึ่งจากทฤษฎีกล่าวได้ว่าสายการผลิตนี้มีการใช้เครื่องจักรสูง อัตราการผลิตเข้าใกล้กำลังการผลิตสูงสุด มีความเสี่ยงต่อการหยุดผลิตสูง และเพิ่มอัตราการผลิตได้ยาก จึงคำนวณอัตราการใช้เครื่องจักรของอีกสองสายการผลิตที่ผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นเช่นเดียวกันเพื่อเลือกเป็นสายการผลิตสำรองหากมีความต้องการผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น ได้แก่ RS9 และ RS12-SEA พบว่ามีอัตราการใช้เครื่องจักรเท่ากับ 53% และ 63% ตามลำดับ จึงเลือกสายการผลิต RS9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis	Reduction of Non-Productive Time and Capacity Planning of Sugar-Free Chewing Gum Production
Student	Miss. Jantakan Pornsaichon
Student ID.	56601338
Degree	Master of Engineering
Program	Chemical Engineering
Year	2015
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Dr. Anchaleeporn Waritswat Lothongkum

ABSTRACT

This work reduced non-productive time of a slab-shaped sugar-free chewing gum production due to changeover from machine changeover and machine set up by applying integrated lean-six sigma concept. The upstream process equipment consisting of mixers and a roll scoring with cutting machine were considered. Five steps of the integrated lean-six sigma are 1) defining the indispensable problems and setting the desired target of which in this case is reduction of 25% of the total changeover time 2) collecting time for machine changeover and machine set up, and constructing the Gantt chart 3) finding the root causes of the non-productive time by using the cause and effect diagram 4) applying the Single-Minute Exchange of Die (SMED) technique and the ECRS principle (Eliminate, Combine, Rearrange, Simplify) to reduce the non-productive time due to changeover, and 5) controlling the non-productive time to meet the desired target. Of approximately 33% of the total changeover time was accomplished. Changeover time of case 1, different tastes and colors from dark to light color, was reduced from 6 to 4 h; and changeover time of case 2, different tastes but same color as well as different tastes but darker color, was reduced from 3 to 2 h. The reduction of non-productive time could give rise to an increase in production, which was equal to the product of 14.4 ton/month. In addition, production capacity planning of the exporting production line (KF line) was studied. Machine utilization of greater than 85 % was observed. This indicated that the KF line had high machine work load, almost maximum production capacity, and high risk of unplanned shutdown; it was therefore difficult to increase the production

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

capacity. To plan a backup production line, the machine utilization of the similar production lines, RS9 and RS12-SEA, were calculated in order to serve high demand of sugar-free chewing gum. Their values were 53 and 63%, respectively. Thus, the RS9 line was selected.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ที่สนับสนุนเงินทุนวิจัย ภายใต้โครงการเชื่อมโยงภาคการผลิตกับงานวิจัย (ทุน สกว.– อุตสาหกรรม) สัญญาเลขที่ MRG-555E097 ประจำปี 2555

ขอขอบพระคุณคณะผู้บริหารบริษัท มอนเดลีซ อินเตอร์เนชั่นแนล (ประเทศไทย) จำกัด คุณปภัสราทร หอสุวรรณ์ ผู้จัดการฝ่ายพัฒนาและปรับปรุงกระบวนการผลิตอย่างต่อเนื่อง คุณสมเกียรติ คนชาญ และพี่ๆ ในกระบวนการผลิตทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือตลอดระยะเวลาทำโครงการ

ขอขอบพระคุณ คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่ให้ข้อเสนอแนะ รศ. ดร. อัญชลีพร วาริทสวัสดิ์ หล่อทองคำ อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ให้คำปรึกษา แนะนำแนวทางในการทำงาน และตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ท้ายสุดนี้กราบขอบพระคุณ บิดา มารดา คณาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านที่ไม่ได้กล่าวนามที่ได้อบรม สั่งสอน ให้การสนับสนุน และถ่ายทอดประสบการณ์ต่างๆ ขอบคุณรุ่นพี่ เพื่อน และรุ่นน้องทุกคนที่ช่วยเหลือและเป็นกำลังใจตลอดมา

หากมีข้อผิดพลาดประการใด ข้าพเจ้าขอน้อมรับและขออภัยไว้ ณ ที่นี้ ความดีใดที่อาจเกิดจากวิทยานิพนธ์นี้ ขอมอบแด่ บิดา มารดา คณาจารย์ ผู้เป็นที่รักและเคารพยิ่ง และผู้มีพระคุณทุกท่าน

จันทกานต์ พรสายชล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ IV

สารบัญ V

สารบัญตาราง VIII

สารบัญรูป XI

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ 3

1.3 ขอบเขตของโครงการ 3

1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ 3

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 4

2.1 กระบวนการผลิตหมากฝรั่ง 4

2.2 ความสูญเสียในกระบวนการผลิต 6

2.3 เครื่องมือสำหรับวิเคราะห์ความสูญเสีย 10

2.4 เครื่องมือสำหรับลดความสูญเสีย 14

2.5 การวางแผนกำลังการผลิต 23

2.6 ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร 27

2.7 ข้อกำหนดทางด้านอาหาร 28

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 31

บทที่ 3 วิธีดำเนินงาน 34

3.1 ขั้นตอนการลดเวลาสูญเสียในกระบวนการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาล 34

3.1.1 ศึกษาขั้นตอนและเก็บข้อมูลเวลาที่ใช้ปรับเปลี่ยนและ/หรือปรับตั้งเครื่องจักรในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาลก่อนการดำเนินงาน 34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.1.2 วิเคราะห์สาเหตุของเวลาสูญเสียในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาลจากการปรับเปลี่ยนและ/หรือปรับตั้งเครื่องจักรด้วยแผนภูมิแสดงสาเหตุและผลและการระดมสมอง 34

3.1.3 ลดเวลาสูญเสียในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาล 2 กรณีศึกษา จากการปรับเปลี่ยนและ/หรือปรับตั้งเครื่องจักร 34

3.1.4 ตรวจสอบเวลาที่ใช้ปฏิบัติงานในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาลหลังการดำเนินงาน 2 กรณีศึกษา 35

3.1.5 จัดทำมาตรฐานการปรับเปลี่ยนและ/หรือปรับตั้งเครื่องจักรในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาล 2 กรณีศึกษา 35

3.2 ขั้นตอนการวางแผนกำลังการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาล 35

3.2.1 วิเคราะห์และวางแผนกำลังการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาล 35

3.2.2 วางแผนการขนย้ายหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาล 36

บทที่ 4 ผลการดำเนินงานและการอภิปรายผล 37

4.1 การลดเวลาสูญเสียในกระบวนการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาล 37

4.1.1 ขั้นตอนและเวลาการปรับเปลี่ยนและปรับตั้งเครื่องจักรในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาลก่อนการดำเนินงาน 2 กรณีศึกษา 37

4.1.2 สาเหตุของเวลาสูญเสียในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาล 2 กรณีศึกษา จากการปรับเปลี่ยนและปรับตั้งเครื่องจักร 42

4.1.3 การลดเวลาสูญเสียในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาลจากการปรับเปลี่ยนและปรับตั้งเครื่องจักร 43

4.1.4 ขั้นตอนและเวลาการปรับเปลี่ยนและปรับตั้งเครื่องจักรในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาลหลังการดำเนินงาน 2 กรณีศึกษา 49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.1.5 เวลาสูญเสียในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาล 2 กรณีศึกษา จากการปรับเปลี่ยนและปรับตั้งเครื่องจักรกับผลผลิตที่เพิ่มขึ้น 55

4.2 การวางแผนกำลังการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาล 55

4.2.1 การวิเคราะห์กำลังการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่น 55

4.2.2 การวางแผนการขนย้ายหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาล 56

บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ 58

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน 58

5.2 ข้อเสนอแนะ 58

บรรณานุกรม 59

ภาคผนวก 63

ภาคผนวก ก การคำนวณความสูญเสียผลผลิตในเดือนเมษายน 2556 สำหรับแผนภูมิน้ำตกวิเคราะห์การสูญเสียผลผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาลของสายการผลิต KF 64

ภาคผนวก ข ข้อมูลดิบ 65

ภาคผนวก ค การคำนวณอัตราการใช้เครื่องจักร 73

ภาคผนวก ง แผนผังโรงงานผลิตหมากฝรั่งของบริษัท มอนเดลีซ อินเตอร์เนชั่นแนล (ประเทศไทย) จำกัด 84

ประวัติผู้เขียน 86

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	ระดับซิกส์ซิกมา	20
2.2	ความแตกต่างระหว่างแนวคิดการผลิตแบบลีนและซิกส์ซิกมา	21
4.1	การแยกงานภายในและงานภายนอกในการปรับตั้งเครื่องผสมเพื่อเปลี่ยนรุ่นการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาล 2 กรณีศึกษา	43
4.2	เวลาที่ลดได้ที่เครื่องผสมหลังใช้หลักการ ECRS	44
4.3	การแยกงานภายในและงานภายนอกในการปรับเปลี่ยนและปรับตั้งชุดเครื่องรีดและตัดหมากฝรั่งเพื่อเปลี่ยนรุ่นการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาล 2 กรณีศึกษา	46
4.4	เวลาที่ลดได้ที่ชุดเครื่องรีดและตัดหมากฝรั่งหลังใช้หลักการ ECRS	47
4.5	เวลาที่ลดได้ทั้งหมดจากการใช้เทคนิค SMED และหลักการ ECRS ในการปรับตั้งเครื่องผสมเพื่อเปลี่ยนรุ่นการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาล 2 กรณีศึกษา	54
4.6	เวลาที่ลดได้ทั้งหมดจากการใช้เทคนิค SMED และหลักการ ECRS ในการเปลี่ยนและปรับตั้งชุดเครื่องรีดและตัดหมากฝรั่งเพื่อเปลี่ยนรุ่นการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาล 2 กรณีศึกษา	54
4.7	เวลาการเปลี่ยนรุ่นการผลิตทั้งหมดที่ลดได้ของทั้ง 2 กรณีศึกษา เทียบกับผลผลิตที่เพิ่มขึ้น	55
4.8	อัตราการใช้เครื่องจักรของแต่ละสายการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นเดือนพฤศจิกายน 2556 ถึงตุลาคม 2557	56
4.9	สายการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาลแบบฮาลาลและไม่ใช่ฮาลาล	56
ก.1	ความสูญเสียผลผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาลของสายการผลิต KF ในเดือนเมษายน 2556	64
ข.1	ขั้นตอนและเวลาการปรับตั้งเครื่องผสมในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาลก่อนการดำเนินงาน: กรณีการเปลี่ยนรสและสีจากสีเข้มเป็นสีอ่อนกว่า	65
ข.2	ขั้นตอนและเวลาการปรับตั้งเครื่องผสมในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาลก่อนการดำเนินงาน: กรณีการเปลี่ยนรสแต่สีเดิมหรือเปลี่ยนรสและเปลี่ยนเป็นสีที่เข้มกว่า	65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

ข.3 ขั้นตอนและเวลาการปรับเปลี่ยนและปรับตั้งชุดเครื่องรีดและตัดหมากฝรั่ง ในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาลก่อนการดำเนินงาน 2 กรณีศึกษา....66

ข.4 ขั้นตอนและเวลาการปรับตั้งเครื่องผสมในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตหมากฝรั่ง แบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาลหลังการดำเนินงาน: กรณีการเปลี่ยนรสและสี จากสีเข้มเป็นสีอ่อนกว่า....67

ข.5 ขั้นตอนและเวลาการปรับตั้งเครื่องผสมในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตหมากฝรั่ง แบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาลหลังการดำเนินงาน: กรณีการเปลี่ยนรสแต่สีเดิม หรือเปลี่ยนรสและเปลี่ยนเป็นสีที่เข้มกว่า....67

ข.6 ขั้นตอนและเวลาการปรับเปลี่ยนและปรับตั้งชุดเครื่องรีดและตัดหมากฝรั่ง ในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาลหลังการดำเนินงาน 2 กรณีศึกษา....68

ข.7 เวลาการปรับตั้งเครื่องผสมก่อนและหลังการใช้หลักการ ECRS กรณีการเปลี่ยนรสและสีจากสีเข้มเป็นสีอ่อนกว่า....69

ข.8 เวลาการปรับตั้งเครื่องผสมก่อนและหลังการใช้หลักการ ECRS กรณีการเปลี่ยนรสแต่สีเดิม หรือเปลี่ยนรสและเปลี่ยนเป็นสีที่เข้มกว่า....70

ข.9 เวลาการปรับเปลี่ยนและปรับตั้งชุดเครื่องรีดและตัดหมากฝรั่งก่อนและหลัง การใช้หลักการ ECRS กรณีการเปลี่ยนรสและสีจากสีเข้มเป็นสีอ่อนกว่า....71

ข.10 เวลาการปรับเปลี่ยนและปรับตั้งชุดเครื่องรีดและตัดหมากฝรั่งก่อนและหลัง การใช้หลักการ ECRS กรณีการเปลี่ยนรสแต่สีเดิม หรือเปลี่ยนรส และเปลี่ยนเป็นสีที่เข้มกว่า....72

ค.1 กำลังการผลิตสูงสุดของสายการผลิต KF ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2556 ถึงตุลาคม 2557....74

ค.2 กำลังการผลิตสูงสุดของเครื่องผสมที่ 1 และ 2 ของสายการผลิต RS9 ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2556 ถึงตุลาคม 2557....76

ค.3 กำลังการผลิตสูงสุดของสายการผลิต RS9 ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2556 ถึงตุลาคม 2557....77

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

ค.4 กำลังการผลิตสูงสุดของสายการผลิต RS12-SEA ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2556 ถึงตุลาคม 2557 80

ค.5 อัตราการผลิต กำลังการผลิตสูงสุด และอัตราการใช้เครื่องจักรของสายการผลิต KF ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2556 ถึงตุลาคม 2557 81

ค.6 อัตราการผลิต กำลังการผลิตสูงสุด และอัตราการใช้เครื่องจักรของสายการผลิต RS9 ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2556 ถึงตุลาคม 2557 82

ค.7 อัตราการผลิต กำลังการผลิตสูงสุด และอัตราการใช้เครื่องจักรของสายการผลิต RS12-SEA ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2556 ถึงตุลาคม 2557 83

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1.1	แผนภูมิน้ำตกวิเคราะห์การสูญเสียผลผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาล ของสายการผลิต KF ในเดือนเมษายน 2556	2
2.1	เครื่องจักรในกลุ่มเครื่องรีดและตัดหมากฝรั่ง	5
2.2	กระบวนการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาล	6
2.3	แผนภูมิน้ำตก	11
2.4	โครงสร้างของแผนผังแสดงสาเหตุและผล	12
2.5	ตัวอย่างแผนผังต้นไม้ที่มีการวิเคราะห์แบบ Why-Why Tree	13
2.6	ตัวอย่างแผนผังต้นไม้ที่มีการวิเคราะห์แบบ How-How Tree	13
2.7	Lean-Manufacturing House	16
2.8	การดำเนินงานของเทคนิค SMED	22
2.9	ตัวอย่างแผนภูมิแกนต์แสดงแผนการดำเนินงาน	27
2.10	เครื่องหมายฮาลาล	30
4.1	แผนภูมิแกนต์แสดงขั้นตอนและเวลาการปรับตั้งเครื่องผสมในการเปลี่ยนรุ่นการผลิต หมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาลก่อนการดำเนินงาน: กรณีการเปลี่ยนรสและสี จากสีเข้มเป็นสีอ่อนกว่า	38
4.2	แผนภูมิแกนต์แสดงขั้นตอนและเวลาการปรับตั้งเครื่องผสมในการเปลี่ยนรุ่นการผลิต หมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาลก่อนการดำเนินงาน: กรณีการเปลี่ยนรสแต่สีเดิม หรือเปลี่ยนรสและเปลี่ยนเป็นสีที่เข้มกว่า	39
4.3	แผนภูมิแกนต์แสดงขั้นตอนและเวลาการปรับเปลี่ยนและปรับตั้งชุดเครื่องรีด และตัดหมากฝรั่งในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาล ก่อนการดำเนินงาน: กรณีการเปลี่ยนรสและสีจากสีเข้มเป็นสีอ่อนกว่า	40
4.4	แผนภูมิแกนต์แสดงขั้นตอนและเวลาการปรับเปลี่ยนและปรับตั้งชุดเครื่องรีด และตัดหมากฝรั่งในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาล ก่อนการดำเนินงาน: กรณีการเปลี่ยนรสแต่สีเดิม หรือเปลี่ยนรสและเปลี่ยน เป็นสีที่เข้มกว่า	41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.5	แผนภูมิแกนต์แสดงเวลาการปรับตั้งเครื่องผสมและการปรับเปลี่ยนและปรับตั้งชุดเครื่องรีดและตัดหมากฝรั่งในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาลก่อนการดำเนินงาน: กรณีการเปลี่ยนรสและสีจากสีเข้มเป็นสีอ่อนกว่า	42
4.6	แผนภูมิแกนต์แสดงเวลาการปรับตั้งเครื่องผสมและการปรับเปลี่ยนและปรับตั้งชุดเครื่องรีดและตัดหมากฝรั่งในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาลก่อนการดำเนินงาน: กรณีการเปลี่ยนรสแต่สีเดิม หรือเปลี่ยนรสและเปลี่ยนเป็นสีที่เข้มกว่า	42
4.7	สาเหตุหลักของการสูญเสียเวลาในการปรับเปลี่ยนและปรับตั้งเครื่องจักร	42
4.8	การล้างเครื่องผสมก่อนและหลังการดำเนินงาน	45
4.9	สกรูสำรองสำหรับ 1) Pre-Extruder และ 2) Extruder	48
4.10	แผนภูมิแกนต์แสดงขั้นตอนและเวลาการปรับตั้งเครื่องผสมในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาลหลังการดำเนินงาน: กรณีการเปลี่ยนรสและสีจากสีเข้มเป็นสีอ่อนกว่า	50
4.11	แผนภูมิแกนต์แสดงขั้นตอนและเวลาการปรับตั้งเครื่องผสมในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาลหลังการดำเนินงาน: กรณีการเปลี่ยนรสแต่สีเดิม หรือเปลี่ยนรสและเปลี่ยนเป็นสีที่เข้มกว่า	51
4.12	แผนภูมิแกนต์แสดงขั้นตอนและเวลาการปรับเปลี่ยนและปรับตั้งชุดเครื่องรีดและตัดหมากฝรั่งในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาลหลังการดำเนินงาน: กรณีการเปลี่ยนรสและสีจากสีเข้มเป็นสีอ่อนกว่า	52
4.13	แผนภูมิแกนต์แสดงขั้นตอนและเวลาการปรับเปลี่ยนและปรับตั้งชุดเครื่องรีดและตัดหมากฝรั่งในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาลหลังการดำเนินงาน: กรณีการเปลี่ยนรสแต่สีเดิม หรือเปลี่ยนรสและเปลี่ยนเป็นสีที่เข้มกว่า	53
4.14	แผนภูมิแกนต์แสดงเวลาการปรับตั้งเครื่องผสมและการปรับเปลี่ยนและปรับตั้งชุดเครื่องรีดและตัดหมากฝรั่งในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาลหลังการดำเนินงาน: กรณีการเปลี่ยนรสและสีจากสีเข้มเป็นสีอ่อนกว่า	54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.15 แผนภูมิแกนต์แสดงเวลาการปรับตั้งเครื่องผสมและการปรับเปลี่ยนและปรับตั้งชุดเครื่องรีดและตัดหมากฝรั่งในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาลหลังการดำเนินงาน: กรณีการเปลี่ยนรสแต่สีเดิม หรือเปลี่ยนรสและเปลี่ยนเป็นสีที่เข้มกว่า 55

4.16 เส้นทางการขนย้ายหมากฝรั่งและภาชนะบรรจุหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาล (พื้นที่สีเทาเป็นเขตฮาลาล พื้นที่สีขาวนอกเขตฮาลาล) 57

ง.1 แผนผังโรงงานผลิตหมากฝรั่งของบริษัท มอนเดลีซ อินเตอร์เนชั่นแนล (ประเทศไทย) จำกัด 84

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

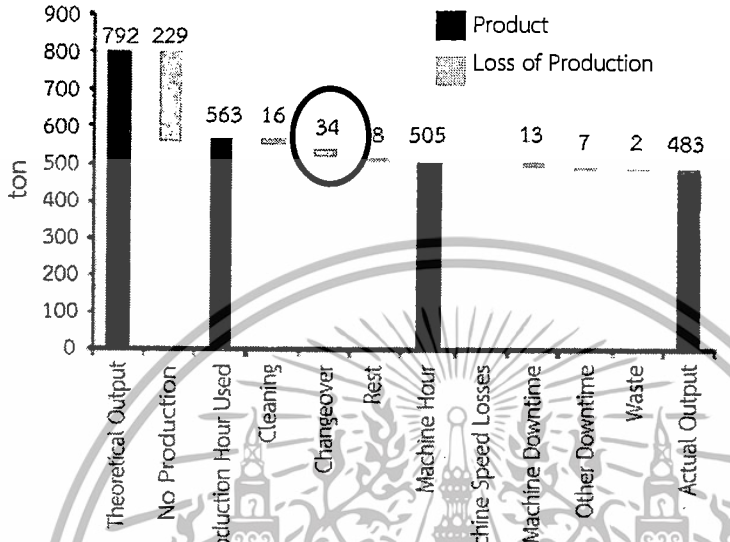
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ

ธุรกิจในเครือของบริษัทมอนเดลีซมีหลายประเภท เช่น การผลิตหมากฝรั่ง ลูกอม เนยแข็ง ขนมปังกรอบ ฯลฯ โรงงานของบริษัท มอนเดลีซ อินเตอร์เนชั่นแนล (ประเทศไทย) จำกัด ตั้งอยู่ 2 แห่ง แห่งแรกอยู่ที่จังหวัดขอนแก่น ดำเนินการผลิตเครื่องดื่มผงรสผลไม้ ภายใต้เครื่องหมายการค้า Tang เพื่อส่งออกต่างประเทศ เช่น แอฟริกาใต้ อินเดีย ฟิลิปปินส์ โรงงานแห่งที่สองอยู่ที่นิคมอุตสาหกรรมลาดกระบัง กรุงเทพฯ ดำเนินการผลิตหมากฝรั่ง เช่น หมากฝรั่งเดนทีน หมากฝรั่งไทรเดนท์ ทั้งชนิดที่มีน้ำตาลและไม่มีน้ำตาล (Sugar Free) ลูกอมฮอลล์ ลูกอมคลอเร็ท เป็นต้น เพื่อจำหน่ายทั้งภายในประเทศและส่งออก ตลาดส่งออกหมากฝรั่งที่สำคัญ คือ สาธารณรัฐประชาชนจีน ญี่ปุ่น ตลาดส่งออกลูกอม เช่น สหภาพยุโรป ออสเตรเลีย นิวซีแลนด์ หมากฝรั่งที่ผลิตมีหลายแบบ เช่น หมากฝรั่งแบบแผ่น (แบบ Slab Gum และ Stick Gum) หมากฝรั่งแบบเม็ด (Pellet Gum) และหมากฝรั่งแบบสอดไส้ (Centerfilled Pellet Gum) เป็นต้น (บริษัท มอนเดลีซ อินเตอร์เนชั่นแนล (ประเทศไทย) จำกัด. 2556a) สายการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่น RS9, RS12-SEA ใช้ผลิตเพื่อขายในประเทศ ส่วนสายการผลิต KF ใช้ผลิตเพื่อส่งออกสาธารณรัฐประชาชนจีน การสำรวจตลาดการบริโภคหมากฝรั่งในประเทศไทย มีมูลค่ารวมประมาณ 2,600 ล้านบาท แบ่งเป็นตลาดหมากฝรั่งชนิดมีน้ำตาล 2,000 ล้านบาท และตลาดหมากฝรั่งชนิดไม่มีน้ำตาล 600 ล้านบาท บริษัท มอนเดลีซ อินเตอร์เนชั่นแนล (ประเทศไทย) ครองส่วนแบ่งการตลาดในประเทศสูงสุดทั้งสองกลุ่ม (สรรค์ภูมิ ทองวิเศษ ชิสา สุภัทรากุล ณัชชา ศรีพนารัตนกุล ชุตินันท์ พิทักษ์บุญเขต สมบุญ เกียรติรุ่งเรืองดี และทองน้ำทิพย์ ศังขะฤกษ์. 2553) คิดเป็นส่วนแบ่งของตลาดหมากฝรั่งทั้งหมดร้อยละ 60 ของประเทศไทย โดยธรรมชาติธุรกิจการผลิตหมากฝรั่งมีการแข่งขันสูงทั้งด้านตัวผลิตภัณฑ์ ต้นทุนการผลิต และกลุ่มลูกค้า บริษัท มอนเดลีซ อินเตอร์เนชั่นแนล (ประเทศไทย) จำกัด มีการพัฒนาสูตรการผลิตหมากฝรั่งและเทคโนโลยีกระบวนการผลิตอย่างต่อเนื่อง จึงได้เป็นศูนย์กลางการเปรียบเทียบวัด (Benchmarking) ของกระบวนการผลิตหมากฝรั่งทั่วโลกในเครือบริษัทมอนเดลีซ

โครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งในโครงการ “King Fisher Project (KF)” ซึ่งผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาลมุ่งตอบสนองตลาดเป้าหมายในสาธารณรัฐประชาชนจีนที่มีการบริโภคสูง กลยุทธ์ในการขยายตลาดคือการสร้างผลิตภัณฑ์ใหม่โดยเพิ่มชนิดและรสชาติของหมากฝรั่งเพื่อตอบสนองความพึงพอใจของผู้บริโภค ดังนั้นจึงต้องเปลี่ยนรุ่นการผลิต (Changeover) ของผลิตภัณฑ์บ่อย ทำให้สูญเสียผลผลิตเนื่องจากเกิดเวลาสูญเสียจากการปรับเปลี่ยนและปรับตั้งเครื่องจักร รูปที่ 1.1 แสดงแผนภูมิน้ำตก วิเคราะห์การสูญเสียผลผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาลที่กระบวนการผลิตส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้นทางของสายการผลิต KF ในเดือนเมษายน 2556 เริ่มจากการหลอมหมากพื้นฐาน (Gum Base) ซึ่งเป็นยางธรรมชาติที่ผ่านการปรับแต่งโครงสร้างและมีสมบัติแบบเทอร์โมพลาสติกในเครื่องหลอม (Melting Units) จากนั้นผสมกับสารเติมแต่งด้วยเครื่องผสมได้คอมปาวด์ (Compound) และส่งไปที่ชุดเครื่องรีดและตัดหมากฝรั่ง (Roll Scoring and Cutting Machine) เพื่อตัดเป็นแผ่นใหญ่



รูปที่ 1.1 แผนภูมิน้ำตกวิเคราะห์การสูญเสียผลผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาลของสายการผลิต KF ในเดือนเมษายน 2556

จากรูปที่ 1.1 ผลผลิตในเวลาที่ใช้ผลิต (Production Hour Used) 563 ตัน/เดือน คำนวณจากผลผลิตทางทฤษฎี (Theoretical Output) (ด้านซ้ายสุดของรูป คิดจากการใช้เครื่องจักร 100 %) ลบผลผลิตที่สูญเสียเนื่องจากการวางแผนไม่ผลิตของบริษัท (No Production) ในเวลาที่ใช้ผลิต (Production Hour Used) เช่น การหยุดเพื่อบำรุงรักษาเครื่องจักร การหยุดตามวันหยุด ฯลฯ จะเห็นว่าได้ผลผลิตจากเวลาที่เดินเครื่องจักร (Machine Hour) เท่ากับ 505 ตัน/เดือน เนื่องจากเกิดการสูญเสียผลผลิตจากการเปลี่ยนรุ่นการผลิต (Changeover) การทำความสะอาดพื้นที่การผลิต (Cleaning) และการพักของผู้ปฏิบัติงานตามข้อกำหนดของบริษัท (Rest) และเมื่อหักการสูญเสียผลผลิตจากการสูญเสียความเร็วของเครื่องจักร (Machine Speed Losses) การหยุดเครื่องจักร (Machine Downtime) ซึ่งอาจมีสาเหตุจากเครื่องจักรขัดข้อง เครื่องจักรชำรุด หรือการหยุดเครื่องจักรเพราะสาเหตุอื่น (Other Downtime) เช่น หยุดปรับตั้งหรือปรับแต่งเครื่องจักรที่ไม่เกี่ยวกับการเปลี่ยนรุ่นการผลิต และการเกิดของเสีย (Waste) จึงได้ผลผลิตจากกระบวนการ (Actual Output) 483 ตัน/เดือน จากรูปสรุปได้ว่าการเปลี่ยนรุ่นการผลิตเป็นสาเหตุหลักของการสูญเสียผลผลิตมากถึง 34 ตัน ใน 1 เดือน เมื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนรุ่นการผลิต 2 กรณีศึกษา คือ กรณีที่ 1 การเปลี่ยนรสและสีจากสีเข้มเป็นสีอ่อนกว่า พบว่าใช้เวลาปฏิบัติงาน 6 ชั่วโมง และกรณีที่ 2 การเปลี่ยนรสแต่สีเดิม หรือเปลี่ยนรสและเปลี่ยนเป็นสีที่เข้มกว่า ใช้เวลาปฏิบัติงานเท่ากันคือ 3 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้พบว่าสายการผลิต KF มีอัตราการใช้เครื่องจักร (Machine Utilization) สูงกว่า 85% ซึ่งจากทฤษฎีแสดงว่าสายการผลิตนี้มีการใช้เครื่องจักรสูง อัตราการผลิตเข้าใกล้กำลังการผลิตสูงสุด การเพิ่มอัตราการผลิตทำได้ยากหากมีความต้องการผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น และมีความเสี่ยงต่อการหยุดผลิตสูง ซึ่งอาจทำให้ส่งมอบผลิตภัณฑ์แก่ลูกค้าไม่ทัน

ดังนั้นเพื่อตอบโจทย์การขยายตัวของตลาดหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาลและความต้องการผลิตภัณฑ์ของสาธารณรัฐประชาชนจีนที่จะเพิ่มขึ้นในอนาคต บริษัทต้องหาวิธีลดเวลาสูญเสียในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตจากการปรับเปลี่ยนและปรับตั้งเครื่องจักร และต้องวางแผนกำลังการผลิตของสายการผลิตอื่นๆ ที่ผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นเช่นเดียวกันกับสายการผลิต KF เพื่อหาสายการผลิตสำรอง

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1.2.1 หาสาเหตุและลดเวลาสูญเสียในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตจากการปรับเปลี่ยนและ/หรือปรับตั้งเครื่องผสมและชุดเครื่องรีดและตัดหมากฝรั่ง

1.2.2 วางแผนกำลังการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาล

1.3 ขอบเขตของโครงการ

วิเคราะห์และลดเวลาสูญเสียในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตจากการปรับเปลี่ยนและ/หรือปรับตั้งเครื่องผสม และชุดเครื่องรีดและตัดหมากฝรั่งในกระบวนการผลิตหมากฝรั่งส่วนต้นทางในการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาลโดยใช้หลักการลีน-ซิกส์ ซิกมา (Integrated Lean Six Sigma)

การเปลี่ยนรุ่นการผลิต 2 กรณีที่ศึกษา ได้แก่

- กรณีเปลี่ยนรสและสีจากสีเข้มเป็นสีอ่อนกว่า
- กรณีเปลี่ยนรสแต่สีเดิม หรือเปลี่ยนรสและเปลี่ยนเป็นสีที่เข้มกว่า

วิเคราะห์กำลังการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นของสายการผลิต KF ซึ่งเป็นสายการผลิตเพื่อการส่งออกโดยคำนวณอัตราการใช้เครื่องจักร และวิเคราะห์อัตราการใช้เครื่องจักรของสายการผลิตอื่นที่ผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นเพื่อเลือกสายการผลิตสำรองหากมีความต้องการผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น

1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ

1.4.1 สามารถลดเวลาสูญเสียจากการเปลี่ยนรุ่นการผลิตในกระบวนการผลิตหมากฝรั่งชนิดไม่มีน้ำตาล

1.4.2 มีความพร้อมที่จะเพิ่มกำลังการผลิตหากความต้องการผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น

1.4.3 ช่วยสร้างงานต่อเนื่องและการลงทุนของอุตสาหกรรมอื่นที่ใช้ Local Content ในประเทศ เช่น อุตสาหกรรมการผลิตสารเติมแต่งสำหรับหมากฝรั่ง ลูกอม และอาหารในเครือบริษัทมอนเดลีซ

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

หมากฝรั่งเป็นผลิตภัณฑ์สำหรับเคี้ยวและเป่า มีทั้งที่เป็นแบบแผ่นและเม็ด หมากฝรั่งชนิดไม่มีน้ำตาลใช้สารให้ความหวานทดแทนเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคที่มีความห่วงใยด้านสุขภาพ โครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งในโครงการ “King Fisher Project (KF)” ซึ่งผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาลสำหรับตลาดเป้าหมายในสาธารณรัฐประชาชนจีน จึงต้องเพิ่มชนิดและรสชาติของหมากฝรั่งให้หลากหลาย ทำให้ต้องเปลี่ยนรุ่นการผลิต (Changeover) บ่อยและสูญเสียเวลาการผลิตเพื่อปรับเปลี่ยนและ/หรือปรับตั้งเครื่องจักร กระบวนการผลิตหมากฝรั่งเริ่มจากการหลอมหมากพื้นฐานซึ่งเป็นยางธรรมชาติหรือยางสังเคราะห์ในเครื่องหลอม แล้วเติมสารเติมแต่งจากนั้นจึงส่งไปที่ชุดเครื่องรีดและตัดหมากฝรั่ง

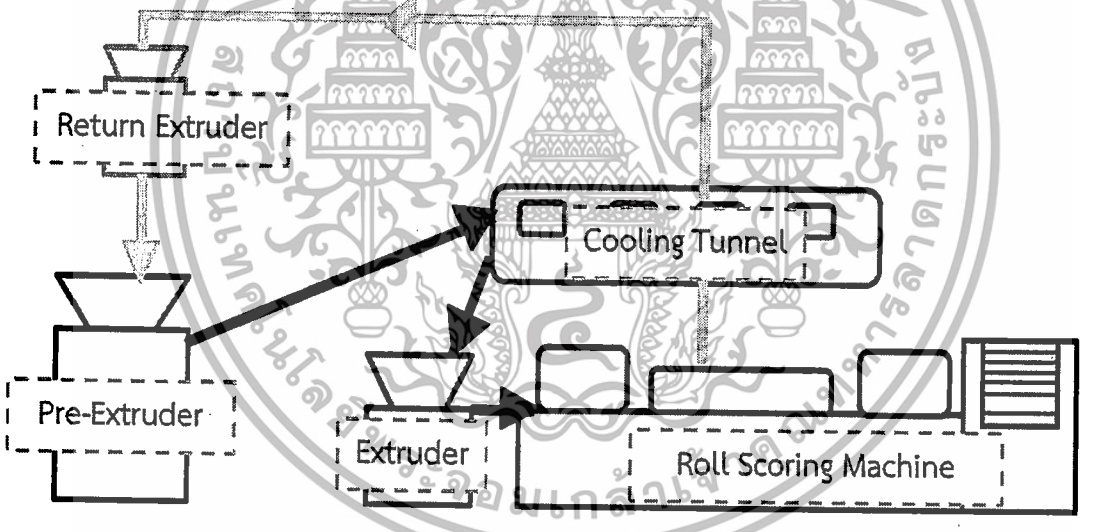
ทฤษฎีที่จะอธิบายในบทนี้ประกอบด้วย ข้อมูลพื้นฐานของกระบวนการผลิตหมากฝรั่ง เช่น วัตถุดิบ เครื่องจักรต่างๆ ในกระบวนการผลิต จากนั้นจะอธิบายความสูญเสียต่างๆ ในกระบวนการผลิต เช่น ความสูญเสีย 7 ประการ ความสูญเสียที่มีผลต่อการใช้ประโยชน์จากเครื่องจักร ความเร็วและประสิทธิผลของเครื่องจักร และเครื่องมือสำหรับวิเคราะห์ความสูญเสียซึ่งประกอบด้วยแผนภูมิน้ำตก (Waterfall Chart) แผนผังแสดงสาเหตุและผล หรือผังก้างปลา (Cause and Effect Diagram or Fishbone Diagram) และแผนผังต้นไม้ (Tree Diagram) เพื่อประกอบความเข้าใจในการวิเคราะห์หาสาเหตุและวิธีลดเวลาสูญเสียในการเปลี่ยนรุ่นการผลิต นอกจากนั้นจะอธิบายแนวคิดการผลิตแบบลีน (Lean Manufacturing Concepts) ซิกส์ซิกมา (Six Sigma) และลีน-ซิกส์ซิกมา (Integrated Lean-Six Sigma) ที่ใช้เทคนิคการปรับเปลี่ยนเครื่องจักรอย่างรวดเร็ว (Single-Minute Exchange of Die: SMED) และหลักการ ECRS ลดเวลาสูญเสียในการปรับเปลี่ยนและ/หรือปรับตั้งเครื่องจักร สุดท้ายจะอธิบายรายละเอียดพื้นฐานของการวางแผนกำลังการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาล ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร และข้อกำหนดทางด้านอาหาร

2.1 กระบวนการผลิตหมากฝรั่ง (บริษัท มอนเดลีซ อินเตอร์เนชั่นแนล (ประเทศไทย) จำกัด. 2556a)

กระบวนการผลิตหมากฝรั่งเริ่มจากการหลอมหมากพื้นฐาน (Gum Base) ซึ่งเป็นยางธรรมชาติหรือยางสังเคราะห์ที่ผ่านการปรับแต่งโครงสร้างและมีสมบัติแบบเทอร์โมพลาสติกในเครื่องหลอม (Melting Units) 3 เครื่อง ที่มีกำลังการหลอมเครื่องละ 260 กิโลกรัม/ชั่วโมง และทำงานแบบต่อเนื่อง (Continuous Mode) อุณหภูมิภายในเครื่องหลอมประมาณ 85 องศาเซลเซียส ภายในเครื่องหลอมมีใบกวน หมากพื้นฐานที่หลอมแล้วจะถูกพักไว้ที่ถังพักที่รักษาอุณหภูมิด้วยน้ำร้อนและไอน้ำ

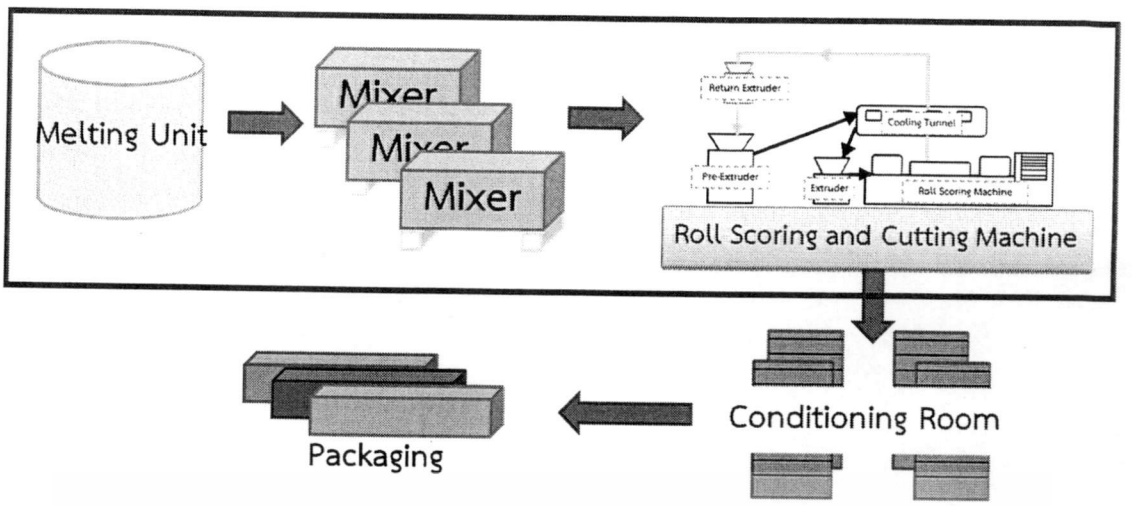
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อไม่ให้หมากพื้นฐานแข็งตัวก่อนถูกส่งไปที่เครื่องผสม แล้วส่งเข้าผสมสารเติมแต่งต่างๆ เช่น สี สารให้ความหวาน และกลิ่นในเครื่องผสม 3 เครื่อง เวลาผสมรวมเวลาขนถ่ายวัตถุดิบแบทช์ละ 1 ชั่วโมง กำลังการผสม 420 กิโลกรัม/ชั่วโมง หมากพื้นฐานหลอมเหลวที่ผ่านเครื่องผสมแล้วเรียกว่าคอมปาวด์ (Compound) จะถูกส่งไปที่ชุดเครื่องรีดและตัดหมากฝรั่ง ซึ่งประกอบด้วย Pre-Extruder, Cooling Tunnel, Extruder, Roll Scoring Machine และ Return Extruder ดังแสดงในรูปที่ 2.1 เพื่อตัดคอมปาวด์เป็นแผ่นใหญ่ ลักษณะการตัดจะกรีดหมากฝรั่งที่ถูกรีดแล้วให้เป็นร่องตามชนิดหมากฝรั่งแบบเม็ดหรือแบบแผ่น และวางลูกรีดตามขนาดของหมากฝรั่งที่ต้องการผลิต ก่อนรีดและตัดหมากฝรั่งจะโรยสารให้ความหวานที่มีลักษณะเป็นผงคล้ายแป้ง (Sweeteners) เพื่อไม่ให้หมากฝรั่งติดกับเครื่องรีดและตัด และกระดาษห่อ จากนั้นจะส่งเข้าบ่ม (Aging) ในห้องบ่มที่ควบคุมอุณหภูมิและความชื้น (Conditioning Room) เพื่อควบคุมความแข็งของเนื้อหมากฝรั่ง และส่งเข้ากระบวนการบรรจุภัณฑ์ (บริษัท มอนเดลีซ อินเตอร์เนชั่นแนล (ประเทศไทย) จำกัด. 2556a) ตั้งแต่ส่วนการหลอมหมากพื้นฐานจนถึงการรีดและตัดหมากฝรั่งอยู่ในกระบวนการผลิตส่วนต้นทาง (Upstream Process) ซึ่งจะพิจารณาลดเวลาสูญเสียการปรับเปลี่ยนและ/หรือปรับตั้งเครื่องจักรในส่วนนี้ แสดงดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.1 เครื่องจักรในกลุ่มเครื่องรีดและตัดหมากฝรั่ง (บริษัท มอนเดลีซ อินเตอร์เนชั่นแนล (ประเทศไทย) จำกัด. 2556a)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 กระบวนการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาล (บริษัท มอนเดลีซ อินเตอร์เนชั่นแนล (ประเทศไทย) จำกัด. 2556a)

2.2 ความสูญเสียในกระบวนการผลิต

คุณภาพของผลิตภัณฑ์ทั้งคุณลักษณะและรูปลักษณ์มีผลต่อความพึงพอใจของผู้บริโภคทั้งระดับล่าง ระดับกลาง และระดับบน หรือตลาดเฉพาะ (Niche Market) ผู้ผลิตต้องพยายามทำให้เกิดการผลิตอย่างต่อเนื่อง อย่างไรก็ดีเป็นธรรมชาติที่อาจหลีกเลี่ยงความสูญเสียต่างๆ ในกระบวนการผลิตไม่ได้ มาตรการลดความสูญเสียให้ได้มากที่สุดจึงมีความสำคัญและทำให้เกิดประสิทธิภาพในการผลิต ตัวอย่างลักษณะของความสูญเสียต่างๆ ที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต ได้แก่

2.2.1 **ความสูญเสีย 7 ประการ** (Shingo Shigeo. 1989)

ความสูญเสียที่แฝงอยู่ในกระบวนการผลิตเป็นสาเหตุให้ประสิทธิภาพและประสิทธิผลของกระบวนการต่ำกว่าที่ควรจะเป็น เช่น ทำให้ใช้เวลาการผลิตนาน ผลิตภัณฑ์คุณภาพต่ำ ต้นทุนการผลิตสูง ความสูญเสีย 7 ประการ ที่พบในกระบวนการผลิต ได้แก่

1) การผลิตมากเกินไป (Over Production) แนวคิดดั้งเดิมคือใช้ผู้ปฏิบัติงานและเครื่องจักรในการผลิตมากที่สุด โดยไม่คำนึงถึงความสามารถในการรับงานต่อและความต้องการงานของสถานีงาน (Work Station) ถัดไป เมื่อแต่ละสถานีงานที่จำเป็นต้องทำงานต่อเนื่องกัน ไม่สามารถผลิตงานได้อย่างสมดุล จะเกิดงานที่ต้องรอผลิตต่อ เรียกว่า งานระหว่างกระบวนการผลิต (Work in Process: WIP)

ปัญหาจากการมี WIP มากเกินไป

- ต้องการพื้นที่ในการจัดเก็บ WIP
- ความไม่ปลอดภัยในการทำงานเนื่องจากมี WIP มาก และจัดเก็บไม่เป็นระเบียบ
- เกิดการขนย้ายไปเก็บชั่วคราวเมื่อใช้ไม่หมดหรือเมื่อคำสั่งการผลิตเปลี่ยนแปลง ทำให้ต้องใช้เครื่องจักรอุปกรณ์ในการขนย้าย เสียเวลา ต้นทุนวัสดุ แรงงาน ค่าโสหุ้ยที่ใช้ในการผลิตส่วนที่เกินต้องการโดยไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- งานระหว่างกระบวนการผลิตทำให้ของเสียจากสถานีงานก่อนหน้า (กระบวนการก่อนหน้า) ของเสียจากสถานีงานปัจจุบัน หรือปัญหาในกระบวนการผลิต เช่น เครื่องจักรเสีย (Machine Break-Down) ไม่ได้รับการแก้ไขทันที ดังนั้นถ้าการผลิตแต่ละครั้งปริมาณมาก (Large Lot Size) อาจเกิดของเสียซ้ำกันจำนวนมากค้างอยู่ ทำให้สิ้นเปลืองวัตถุดิบและพลังงาน เสียเวลาและแรงงานโดยไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่ม เพราะต้องนำงานเสียกลับเข้ากระบวนการผลิตใหม่เป็นรีเวิร์ค (Rework) หรือทิ้งไป

แนวทางในการปรับปรุง ได้แก่ ผลิตแต่ชิ้นงานในปริมาณที่ต้องการเท่านั้น ผู้ปฏิบัติงานต้องดูแลบำรุงรักษาเครื่องจักรให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งานอยู่เสมอ กำหนดการผลิตแต่ละครั้งให้น้อยลง และฝึกให้ผู้ปฏิบัติงานมีทักษะหลายอย่างในการปฏิบัติงาน (Multi-Skill)

2) การเก็บวัสดุคงคลังที่ไม่จำเป็น (Unnecessary Stock) ก่อให้เกิดความสูญเสียและปัญหาต่างๆ ตามมา ได้แก่ การต้องใช้พื้นที่ในการเก็บรักษา ต้นทุนจม วัสดุเสื่อมคุณภาพถ้าขาดการจัดเก็บแบบเข้าก่อนออกก่อน (First-in-First-out: FIFO) เกิดความซ้ำซ้อนในการสั่งซื้อ ต้องการแรงงานในการจัดการจำนวนมาก และเมื่อเปลี่ยนแปลงคำสั่งผลิตหรือยกเลิกการผลิตผลิตภัณฑ์นั้น วัสดุบางอย่างที่ไม่สามารถดัดแปลงใช้กับผลิตภัณฑ์อื่นที่ยังผลิตอยู่ จะต้องขายคืนหรือทิ้งไป

แนวทางในการปรับปรุง ได้แก่ กำหนดจุดต่ำสุดและจุดสูงสุดในการจัดเก็บวัสดุแต่ละชนิดอย่างชัดเจน ใช้การควบคุมด้วยการมองเห็น (Visual Control) ซึ่งจะง่ายต่อผู้ปฏิบัติงานที่ทำหน้าที่ควบคุมปริมาณวัสดุคงคลังในการตรวจนับจำนวนวัสดุคงเหลือและลดความผิดพลาดในการสั่งซื้อเกินความจำเป็น การควบคุมปริมาณการสั่งซื้อจากอัตราการใช้เป็นระบบที่ง่ายที่สุด และปรับปรุงระบบการจัดเก็บให้มีลักษณะเข้าก่อนออกก่อน เพื่อไม่ให้มีวัสดุตกค้างอยู่ในคลังสินค้าเป็นระยะเวลานานจนเสื่อมสภาพไม่สามารถใช้งานได้

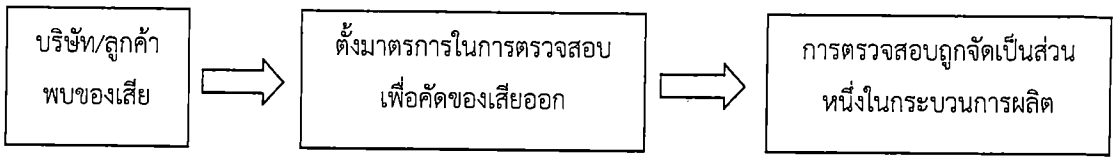
3) การขนส่ง (Transportation) หมายถึง กิจกรรมที่ทำให้วัสดุต่างๆ ภายในโรงงานเกิดการเคลื่อนย้ายเปลี่ยนแปลงสถานที่ ไม่รวมถึงการขนส่งภายนอกโรงงาน ปัญหาที่เกิดขึ้นเนื่องจากการขนส่ง ได้แก่ เกิดต้นทุนการขนส่ง วัสดุเสียหายจากการตกหล่น วัสดุเกิดการสูญเสียและตกหล่นไประหว่างทางที่ทำการขนส่ง สูญเสียเวลาในการผลิต

แนวทางในการปรับปรุง ได้แก่ วางผังเครื่องจักรให้ใกล้กัน พยายามลดการขนส่งซ้ำซ้อน และใช้อุปกรณ์ในการขนถ่ายให้เหมาะสม

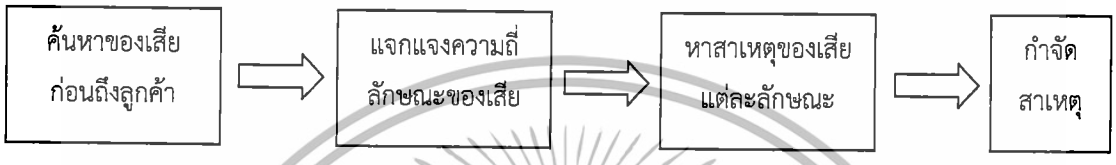
4) การผลิตของเสียหรือรีเวิร์ค (Defect or Rework) ทำให้ต้นทุนสูญไปโดยเปล่าประโยชน์ เสียเวลา ต้องปรับเปลี่ยนแผนการผลิต เกิดการทำงานซ้ำเพื่อแก้ไขงาน ความสัมพันธ์ระหว่างแผนกไม่ดี ต้องใช้พื้นที่ในการจัดเก็บและกำจัดของเสีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนวทางในการปรับปรุง ได้แก่ การตรวจสอบ (Quality Improvement by Defection) ดังนี้



วิธีนี้ไม่สามารถกำจัดสาเหตุของการผลิตของเสียได้ และอีกวิธีคือการปรับปรุงคุณภาพโดยการป้องกัน (Quality Improvement by Prevention) ดังนี้



เทคนิคในการลดของเสียของวิธีการปรับปรุงคุณภาพโดยการป้องกัน ได้แก่ การมีมาตรฐานของงานและวัสดุที่ถูกต้อง ผู้ปฏิบัติงานต้องปฏิบัติงานให้ถูกต้องตามมาตรฐานตั้งแต่แรก อบรมผู้ปฏิบัติงานให้มีความรู้ความเข้าใจ ดัดแปลงอุปกรณ์ให้สามารถป้องกันความผิดพลาดจากการทำงาน (Poka-Yoke) ตั้งเป้าหมายให้ผลิตของเสียเป็นศูนย์ (Zero-Defect) ให้มีการตอบสนองข้อมูลทางด้านคุณภาพอย่างรวดเร็ว ปรับปรุงการออกแบบผลิตภัณฑ์ให้เหมาะสมกับการใช้งานและการผลิต และบำรุงรักษาเครื่องมือเครื่องจักรให้อยู่ในสภาพดี

5) กระบวนการผลิตที่ขาดประสิทธิผล (Non-Effective Process) ทำให้เกิดต้นทุนที่ไม่จำเป็น เสียเวลาในการเตรียมและผลิตที่ไม่จำเป็น มี WIP และสูญเสียพื้นที่ในการทำงาน

แนวทางในการปรับปรุง ได้แก่

- วิเคราะห์การทำงานโดยใช้ Operation Process Chart และ Flow Process Chart เพื่อแบ่งประเภทขั้นตอนทั้งหมดในกระบวนการ ซึ่งแบ่งออกเป็น 5 ประเภท ได้แก่ การปฏิบัติงาน (Operation) การขนย้าย (Transportation) การเก็บ (Storage) การตรวจสอบ (Inspection) และความล่าช้า (Delay) จากนั้นศึกษาเฉพาะขั้นตอนที่ไม่เหมาะสมและปรับปรุงแก้ไข

- ใช้หลักการ 5 W 1 H คือ การถามเพื่อวิเคราะห์ความจำเป็นของแต่ละขั้นตอนในกระบวนการผลิต

- ใช้หลักการ ECRS ในการปรับปรุงงาน

- ลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักร (Set-Up Time) ให้เหลือน้อยที่สุด

6) การรอคอย (Delay/Idle Time) เช่น ผู้ปฏิบัติงานรอระหว่างที่เครื่องจักรทำงาน เครื่องจักรรอวัตถุดิบที่จะป้อนเพื่อผลิตต่อ เครื่องจักรเสียรอการซ่อม เป็นต้น ส่งผลให้การผลิตล่าช้า การส่งมอบผลิตภัณฑ์ไม่ทันกำหนด เสียเวลา เกิดต้นทุนค่าเสียโอกาส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนวทางการปรับปรุง ได้แก่ วางแผนการผลิต บำรุงรักษาเครื่องจักร ลดเวลาการตั้งเครื่องจักร จัดสรรงานให้มีความสมดุลในแต่ละขั้นตอนงาน (Line Balancing) และฝึกให้ผู้ปฏิบัติงานมีทักษะหลายด้าน

7) การเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็น (Unnecessary Motion) เกิดระยะทางในการเคลื่อนที่ทำให้เกิดความเมื่อยล้าและความเครียด มีโอกาสเกิดอุบัติเหตุ เสียเวลาและแรงงานในการทำงานที่ไม่จำเป็น

แนวทางในการปรับปรุง ได้แก่ ศึกษาการเคลื่อนที่ (Motion Study) จัดสภาพแวดล้อมในการทำงานให้เหมาะสม ปรับปรุงเครื่องมือและอุปกรณ์ ทำอุปกรณ์ช่วยในการจับยึดชิ้นงาน (Jigs, Fixtures)

2.2.2 ความสูญเสียที่มีผลต่อเครื่องจักร (ชาญชัย พรศิริรุ่ง. 2549)

นอกจากความสูญเสียที่มีผลต่อต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์แล้ว ยังสามารถแบ่งเป็นความสูญเสียที่มีผลต่อเครื่องจักร ดังนี้

ความสูญเสียที่ทำให้การใช้ประโยชน์จากเครื่องจักรลดลง ได้แก่

1) ความสูญเสียจากการหยุดเครื่องจักร (Shutdown Losses)

เป็นความสูญเสียที่เกิดขึ้นเนื่องจากการหยุดเครื่องจักรโดยวางแผนไว้ล่วงหน้า เช่น การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance) เพื่อตรวจสอบสภาพของเครื่องจักร เป็นต้น

2) ความสูญเสียจากการปรับการผลิต (Production Adjustment Losses)

เป็นความสูญเสียที่เกิดขึ้นเนื่องจากการไม่มีคำสั่งผลิต (No Order) ที่มีผลมาจากความต้องการผลิตภัณฑ์ที่ลดลง ทำให้ต้องหยุดหรือลดเวลาการทำงานของเครื่องจักร รวมทั้งการปรับลดความเร็วของเครื่องจักรโดยมีหรือไม่มีการวางแผนไว้ล่วงหน้า

ความสูญเสียที่ทำให้เวลาการเดินเครื่องจักรลดลง ได้แก่

1) ความสูญเสียจากการขัดข้องของเครื่องจักร (Breakdown Losses)

เป็นความสูญเสียที่เกิดขึ้นเนื่องจากการขัดข้องของเครื่องจักรหรือการหยุดเครื่องจักรโดยไม่มีการวางแผนไว้ล่วงหน้า ทำให้เครื่องจักรหยุดเป็นเวลานานตั้งแต่ 5 นาทีขึ้นไป ซึ่งการกำหนดเวลาจะขึ้นอยู่กับลักษณะของการทำงาน รอบเวลาการผลิต (Cycle Time) ของเครื่องจักรและความสามารถในการบันทึกข้อมูล

2) ความสูญเสียจากการปรับเปลี่ยนและปรับตั้งเครื่องจักร (Adjustment and Set Up Losses)

เป็นความสูญเสียที่เกิดขึ้นในช่วงการเปลี่ยนรุ่นการผลิตแต่ละครั้ง ซึ่งเป็นเวลาตั้งแต่การผลิตผลิตภัณฑ์รุ่นเดิมชิ้นสุดท้ายเสร็จสิ้นจนถึงเวลาที่สามารถผลิตผลิตภัณฑ์รุ่นใหม่ชิ้นแรกที่ดีอย่างต่อเนื่อง โดยส่วนใหญ่เวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตประกอบด้วย การเตรียมการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การปรับเปลี่ยน การปรับตั้ง และการปรับแต่งเครื่องจักรเพื่อให้ได้ตำแหน่งระยะห่างที่เหมาะสม และการทดสอบเดินเครื่องจักรที่ทำให้สามารถผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพดีอย่างต่อเนื่อง

ความสูญเสียที่ทำให้ประสิทธิภาพของเครื่องจักรลดลง ได้แก่

1) ความสูญเสียจากการหยุดเล็กๆ น้อยๆ (Minor Stoppage Loss) และการเดินเครื่องตัวเปล่า (Idling Loss)

เป็นความสูญเสียที่เกิดขึ้นเนื่องจากเครื่องจักรขัดข้องเล็กๆ น้อยๆ ทำให้เครื่องจักรหยุดชะงักในช่วงเวลาสั้นๆ เช่น เมื่อมีชิ้นงานเข้าไปติดบนสายพานลำเลียง ผู้ปฏิบัติงานหยุดเครื่องจักรแล้วแก้ไขโดยดึงชิ้นงานออกจากสายพานลำเลียง เครื่องจักรจึงสามารถเดินได้ตามปกติ เป็นต้น ส่วนความสูญเสียจากการเดินเครื่องตัวเปล่าเป็นความสูญเสียที่เกิดขึ้นในขณะที่เครื่องจักรกำลังทำงานแต่ไม่มีการป้อนชิ้นงานหรือมีการป้อนชิ้นงานไม่สม่ำเสมอ ความสูญเสียจากการหยุดเล็กๆ น้อยๆ และการเดินเครื่องตัวเปล่าทำให้เครื่องจักรไม่สามารถผลิตผลิตภัณฑ์ได้ตามจำนวนและระยะเวลาที่กำหนด

2) ความสูญเสียความเร็วของเครื่องจักร (Speed Loss)

เป็นความสูญเสียที่เกิดขึ้นเนื่องจากความเร็วที่ใช้งานของเครื่องจักรช้ากว่าความเร็วมาตรฐานที่กำหนดของเครื่องจักร ทำให้เครื่องจักรไม่สามารถผลิตผลิตภัณฑ์ได้ตามจำนวนและระยะเวลาที่กำหนด

ความสูญเสียที่ทำให้ประสิทธิผลของเครื่องจักรลดลง ได้แก่

1) ความสูญเสียจากการผลิตของเสีย (Defect) และรีเวิร์ค (Rework)

เป็นความสูญเสียที่เกิดขึ้นเนื่องจากการผลิตผลิตภัณฑ์ไม่ตรงตามข้อกำหนดของกระบวนการผลิตหรือลูกค้า ของเสียที่เกิดขึ้นจะไม่สามารถนำไปแก้ไขซ่อมแซมได้ ส่วนรีเวิร์คจะเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตออกมาไม่ตรงตามข้อกำหนด แต่สามารถนำกลับไปแก้ไขซ่อมแซมหรือนำกลับมาในกระบวนการผลิตซ้ำได้ใหม่

2) ความสูญเสียช่วงเริ่มต้นการผลิต (Start Up Loss)

เป็นความสูญเสียที่เกิดขึ้นในช่วงเริ่มเดินเครื่องจักร เช่น การเริ่มเดินเครื่องจักรตอนเช้าหลังจากวันหยุดสุดสัปดาห์ การเดินเครื่องหลังจากการซ่อมเครื่องจักร การเดินเครื่องหลังจากการเปลี่ยนรุ่นการผลิต เป็นต้น

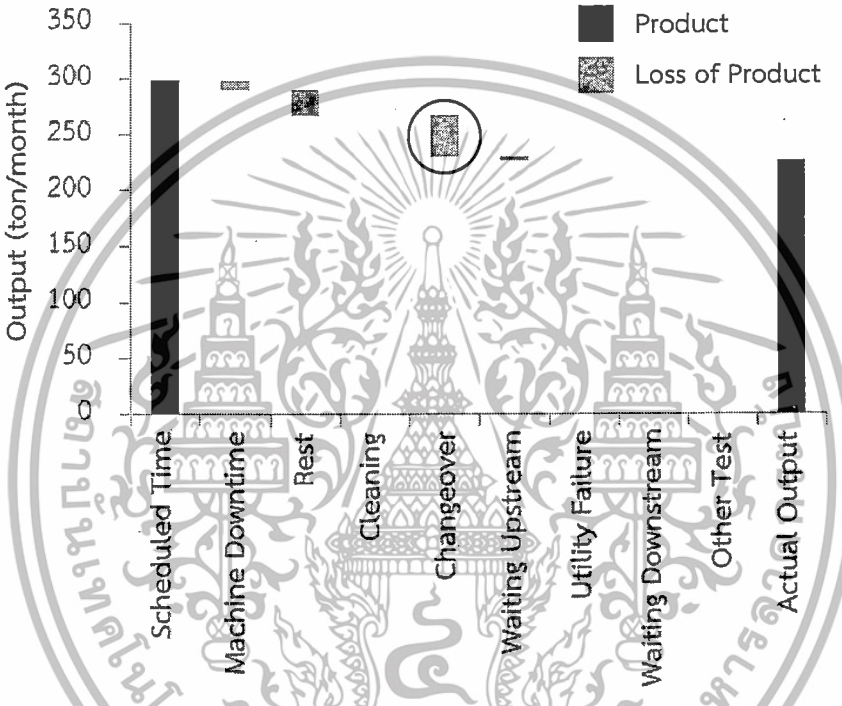
2.3 เครื่องมือสำหรับวิเคราะห์ความสูญเสีย

2.3.1 แผนภูมิน้ำตก (Waterfall Chart) (ศุภชัย นาทะพันธ์. 2551)

การวิเคราะห์ความสูญเสียคอขวด (Bottleneck Loss Analysis) คือ การวิเคราะห์เพื่อหาปริมาณความสูญเสียผลผลิตที่มากที่สุดในกระบวนการผลิต ซึ่งอาจจะมีสาเหตุมาจากการสูญเสียเวลาการผลิตเนื่องจากการเปลี่ยนรุ่นของผลิตภัณฑ์ (Changeover) เครื่องจักรขัดข้อง (Machine

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Downtime) การรอคอยวัตถุดิบจากกระบวนการก่อนหน้า (Waiting Upstream) เป็นต้น ความสูญเสียคอขวดวิเคราะห์ได้จากแผนภูมิน้ำตก ดังรูปที่ 2.3 โดยพิจารณาจากปริมาณผลผลิตที่สูญเสียเนื่องจากเวลาที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่า ซึ่งมีลักษณะเป็นกราฟแท่ง เปรียบเทียบข้อมูล 3 ส่วน ได้แก่ ผลผลิตที่เวลาการปฏิบัติงานตามแผน (Scheduled Time) แสดงอยู่ด้านซ้ายสุดของกราฟกับผลผลิตที่สูญเสียในกรณีต่างๆ และผลผลิตที่เกิดขึ้น (Actual Output) ที่แสดงอยู่ด้านขวาของกราฟ จากรูปที่ 2.3 พบว่าความสูญเสียคอขวดคือปริมาณผลผลิตที่สูญเสียเนื่องจากการสูญเสียเวลาการผลิตเนื่องจากการเปลี่ยนรุ่นของผลิตภัณฑ์



รูปที่ 2.3 แผนภูมิน้ำตก (บริษัท มอนเดลีซ อินเตอร์เนชั่นแนล (ประเทศไทย) จำกัด. 2555b)

2.3.2 แผนผังแสดงสาเหตุและผลหรือผังก้างปลา (Cause and Effect Diagram or Fishbone Diagram) (สิทธิศักดิ์ พฤกษ์ปิติกุล. 2546; อภิชาติ ชยานุภัทร์กุล. 2556)

รูปที่ 2.4 แผนผังแสดงสาเหตุและผลหรือผังก้างปลา ใช้แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัญหากับสาเหตุของปัญหาทั้งหมดที่เป็นไปได้ เช่น การวิเคราะห์สาเหตุการสูญเสียเวลาในการปรับเปลี่ยนและ/หรือปรับตั้งเครื่องจักร แผนผังแสดงสาเหตุและผลมีองค์ประกอบ 2 ส่วน ได้แก่

- ส่วนของผลที่เกิดขึ้นหรือปัญหา (Effect) ซึ่งเป็นส่วนของหัวปลา ระบุปัญหาที่ต้องการศึกษา
- ส่วนของปัจจัยที่เป็นสาเหตุของปัญหา (Causes) ซึ่งเป็นส่วนของก้างปลา

ขั้นตอนการสร้างแผนผังแสดงสาเหตุและผลมีดังนี้

1) กำหนดปัญหาที่หัวปลา

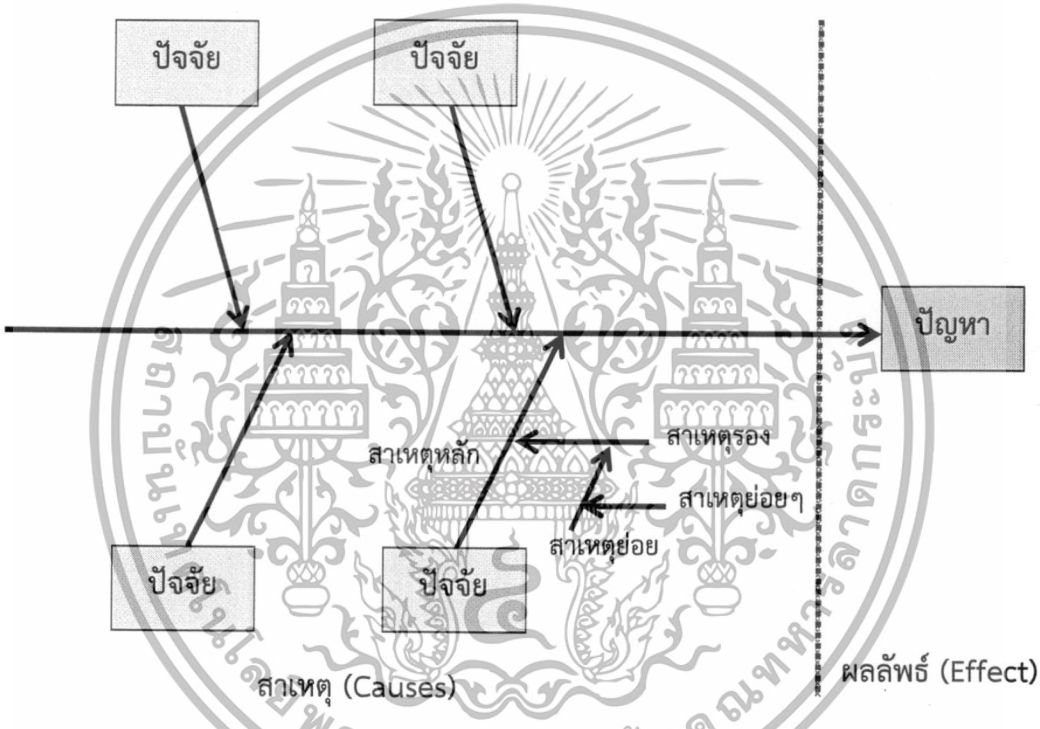
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) กำหนดกลุ่มปัจจัยหรือสาเหตุหลักที่คาดว่าจะทำให้เกิดปัญหานั้นๆ ด้วยการระดมสมอง โดยทั่วไปมักใช้หลักการ 4M 1E เป็นกลุ่มปัจจัย คือ คน (Man) เครื่องจักร (Machine) วัตถุดิบ (Material) วิธีการปฏิบัติงาน (Method) และสิ่งแวดล้อม (Environment)

3) การระดมสมองของทีมงานเพื่อหาสาเหตุรองและสาเหตุย่อยของแต่ละปัจจัย (สาเหตุหลัก) ใช้หลัก 5W 1H ในการเขียนแต่ละก้างย่อย (สาเหตุย่อย) เพื่อจะได้ก้างปลาที่ละเอียดขึ้น

4) จัดลำดับความสำคัญของสาเหตุของปัญหา และหาสาเหตุที่เป็นรากเหง้าของปัญหา เพื่อคัดเลือกสาเหตุที่จะนำมาแก้ไข

5) ใช้แนวทางการปรับปรุงที่จำเป็น



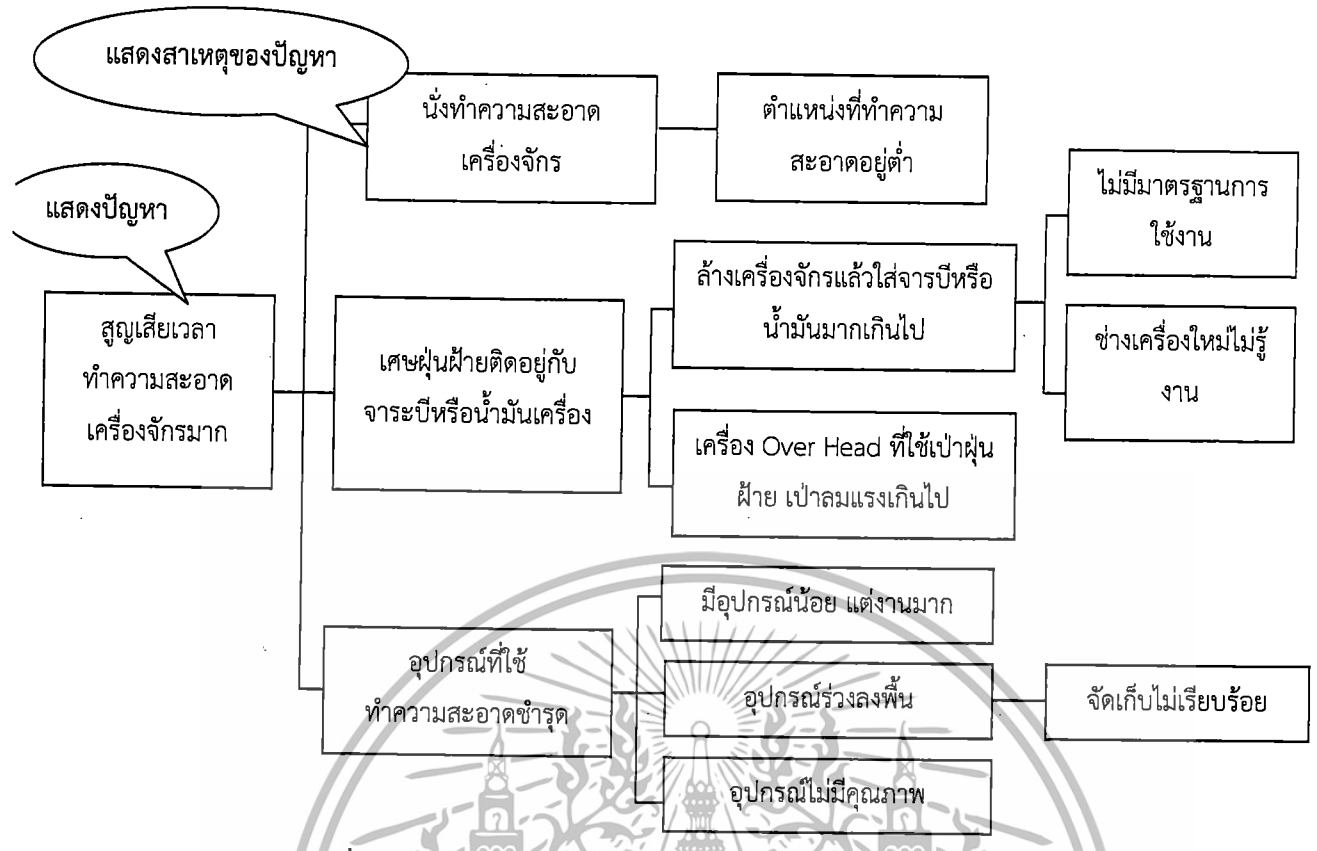
รูปที่ 2.4 โครงสร้างของแผนผังแสดงสาเหตุและผล (อภิชาติ ชยานุภัทร์กุล. 2556)

2.3.3 แผนผังต้นไม้ (Tree Diagram) (วันรัตน์ จันทกิจ. 2547)

แผนผังต้นไม้เป็นแผนผังที่ใช้หามาตรการที่ดีที่สุดเพื่อที่จะแก้ไขปัญหาให้สำเร็จลุล่วง แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

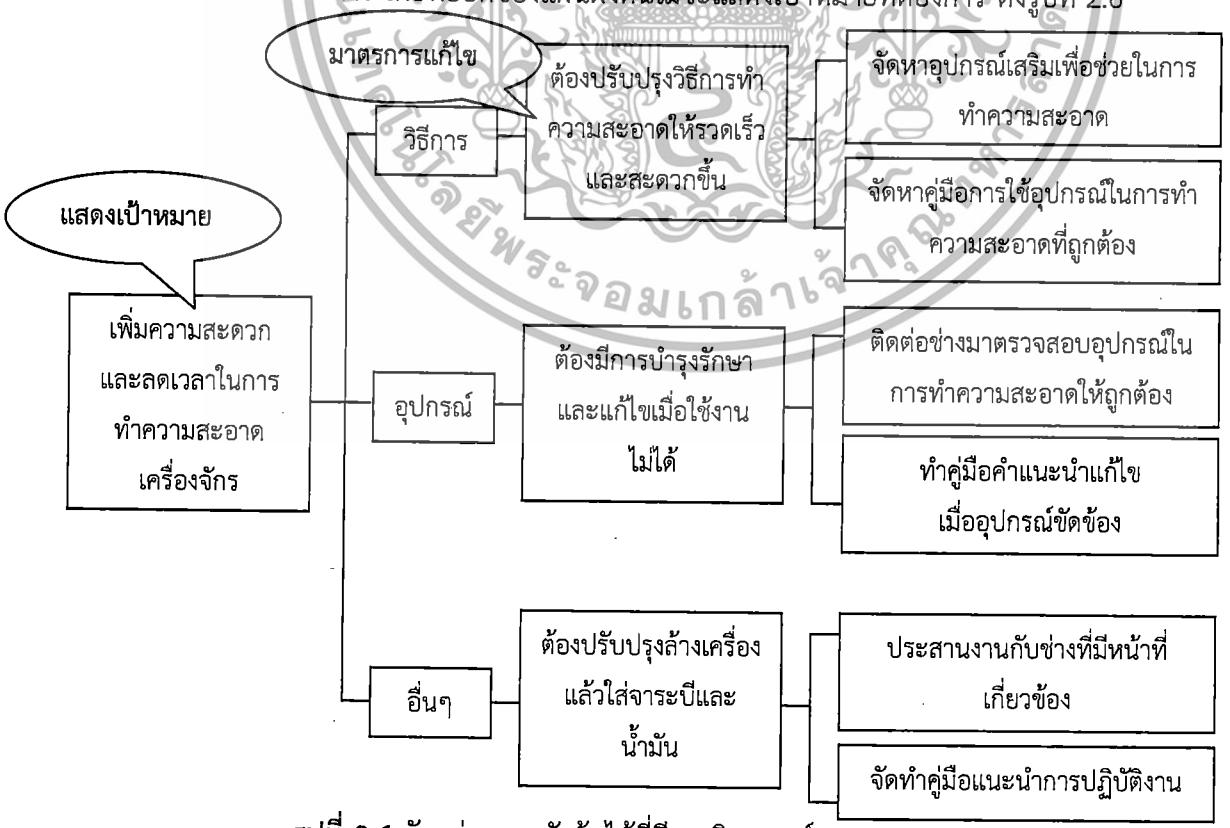
1) การวิเคราะห์แบบ Why-Why Tree จะใช้เมื่อต้องการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา โดยที่ยอดของแผนผังต้นไม้จะแสดงปัญหาที่เกิดขึ้น ดังรูปที่ 2.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 ตัวอย่างแผนผังต้นไม้ที่มีการวิเคราะห์แบบ Why-Why Tree

2) การวิเคราะห์แบบ How-How Tree จะใช้เมื่อต้องการหามาตรการแก้ไข เพื่อให้ไปถึงเป้าหมายที่ต้องการ โดยที่ยอดของแผนผังต้นไม้จะแสดงเป้าหมายที่ต้องการ ดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 ตัวอย่างแผนผังต้นไม้ที่มีการวิเคราะห์แบบ How-How Tree

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 เครื่องมือสำหรับลดความสูญเสีย

2.4.1 แนวคิดการผลิตแบบลีน (Lean Manufacturing Concepts) (โกศล ดีศีลธรรม. 2547; ชานโตส ฮาเวียร์, วิคส์ ริชาร์ด และตอร์เรส โฮเซ เอ็ม. 2551; ทศพล เกียรติเจริญผล. 2553; ประดิษฐ์ วงศ์มณีรุ่ง สมเจตน์ เพิ่มพูนธัญญะ พรเทพ เหลือทรัพย์สุข และนพดล อิ่มเอม. 2552; สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น). 2557)

แนวคิดการผลิตแบบลีนเป็นหลักการสำหรับระบุและกำจัดความสูญเสียที่ทำให้ต้นทุนการผลิตสูงและทำให้เวลาการผลิตยาวนานขึ้น เพื่อส่งมอบผลิตภัณฑ์ได้ทันเวลา กิจกรรมในการผลิตแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1) กิจกรรมที่เพิ่มคุณค่า (Value-Added Activities: VA) คือ กิจกรรมที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของวัตถุดิบ เพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้า

2) กิจกรรมที่ไม่เพิ่มคุณค่า (Non-Value Added Activities: NVA) คือ กิจกรรมที่ใช้ทรัพยากร เช่น เวลา ผู้ปฏิบัติงาน เครื่องจักร พื้นที่ ฯลฯ แต่ไม่ได้มีส่วนในการสร้างความพึงพอใจแก่ลูกค้า เรียกกิจกรรมประเภทนี้ว่า ความสูญเสีย กิจกรรมที่ไม่เพิ่มคุณค่าแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1) กิจกรรมที่ไม่เพิ่มคุณค่า แต่จำเป็นต้องทำ กิจกรรมประเภทนี้ไม่สามารถกำจัดทิ้งได้ทันที แต่ควรลดให้มีน้อยที่สุดเท่าที่ทำได้

2) กิจกรรมที่ไม่เพิ่มคุณค่า และไม่จำเป็นต้องทำ เป็นกิจกรรมที่กำจัดทิ้งได้ทันที

หลักการของแนวคิดการผลิตแบบลีนมี 5 ประการ ได้แก่

1) การนิยามคุณค่า (Value) หลักการนี้เสนอการระบุคุณค่าของผลิตภัณฑ์ว่าอยู่ที่ใดตรงกับความต้องการของลูกค้าหรือไม่ เช่น ราคา และเวลาที่สามารถตอบสนองต่อความต้องการ ต้องมองในมุมของลูกค้า (Customer's Perspective) ไม่ใช่มองจากมุมของผู้ผลิต (Producer's Perspective) ซึ่งอาจใช้การเปรียบเทียบวัด (Benchmarking) ภายในองค์กรเดียวกันหรือกับคู่แข่ง เพื่อค้นหาและวิจัยคุณค่าของผลิตภัณฑ์ที่จะตอบสนองความต้องการของลูกค้า ที่นำความต้องการของลูกค้ามาวิเคราะห์เพื่อระบุตลาด เปรียบเทียบความสามารถของตนเองในการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ที่ตอบสนองความต้องการของลูกค้า และบริการหลังการขาย เพื่อกำหนดสิ่งที่องค์กรต้องทำให้ลูกค้าเกิดความพอใจสูงสุด หรืออาจใช้เทคนิค Quality Function Deployment: QFD

2) การสร้างสายธารคุณค่า (Value Stream) คือ ขั้นตอนและกระบวนการทำงานทั้งหมดของแต่ละฝ่ายในองค์กร เริ่มตั้งแต่ฝ่ายวางแผนการผลิต (Planning and Logistics) จัดซื้อและตรวจรับวัตถุดิบ (Procurement) การผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ (Manufacturing) ตรวจสอบคุณภาพ (Quality) แล้วส่งมอบให้ลูกค้าผ่าน Service Group และมีฝ่ายสนับสนุน เช่น ฝ่ายบริหาร ฝ่ายการเงิน ฝ่ายทรัพยากรบุคคล และฝ่ายพัฒนากระบวนการผลิต สายธารแห่งคุณค่าสามารถสร้างจากห่วงโซ่อุปทาน โดยศึกษาระยะเวลาการปฏิบัติงานของแต่ละฝ่ายจากการเก็บข้อมูลเพื่อวิเคราะห์ว่า

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่ละฝ่ายทำกิจกรรมใดบ้าง มีระยะเวลาเท่าใด และเสียเวลารอคอยหรือไม่ ก่อให้เกิดมูลค่าเท่าใด ซึ่งจะพบกับกิจกรรม 3 ประเภท ในกระบวนการ ดังนี้

ประเภทที่หนึ่ง ขั้นตอนของการสร้างคุณค่าเพิ่มในการไหลและกระบวนการ (Value Added Flow and Activities) เป็นขั้นตอนของการเปลี่ยนแปลงวัตถุดิบให้ได้ผลิตภัณฑ์ เช่น การประกอบ การขึ้นรูป เป็นต้น

ประเภทที่สอง ขั้นตอนการสร้างที่จำเป็นแต่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่า (Necessary but Non Value Adding) เช่น การตรวจสอบผลิตภัณฑ์ การรอคอยและการขนส่งวัตถุดิบ เป็นต้น

ประเภทที่สาม ขั้นตอนการสร้างซึ่งไม่ก่อให้เกิดคุณค่าและควรต้องกำจัดออกทันที (Non-Value Added Flow and Activities) เช่น การซ่อมผลิตภัณฑ์ที่มีข้อบกพร่อง การจัดเก็บสินค้าคงคลัง เป็นต้น

เครื่องมือลีน (Lean Tools) คือ การจัดการสายธารคุณค่า (Value Stream Management) ตัวอย่างคือการสร้างแผนผังสายธารคุณค่า (Value Stream Mapping: VSM) ซึ่งจะแสดงกระบวนการทั้งหมดทำให้เห็นว่ามีปัญหาที่ใด ตำแหน่งคอขวดอยู่ที่ใด ประสิทธิภาพของเครื่องจักรเป็นอย่างไร ปัญหาคุณภาพคืออะไรและอยู่ที่ใด (ตัวอย่างแผนผังสายธารคุณค่า ประดิษฐ์ วงศ์มณีรุ่ง สมเจตน์ เพิ่มพูนธัญญะ พรเทพ เหลือทรัพย์สุข และนพดล อิมเอม. 2552; Tapping D., Luyster T. and Shuker T. 2550) เมื่อสามารถทราบปัญหาจากแผนผังสายธารคุณค่า จะสามารถนำเครื่องมือลีนตัวอื่นมาใช้ให้เหมาะสมกับปัญหาได้ เช่น เทคนิคการปรับเปลี่ยนเครื่องจักรอย่างรวดเร็ว (Single-Minute Exchange of Die: SMED) เมื่อมีปัญหาการเปลี่ยนรุ่นการผลิตเนื่องจากการปรับเปลี่ยนและปรับตั้งเครื่องจักร เป็นต้น

3) การทำให้งานไหลอย่างต่อเนื่อง (Flow) คือ การทำให้สายการผลิตปฏิบัติงานได้อย่างสม่ำเสมอ ไม่สูญเสียเวลาการผลิตจากการหยุดเล็กๆ น้อยๆ ของเครื่องจักร องค์กรต่างๆ มุ่งเน้นให้ผลิตภัณฑ์ไหลอย่างรวดเร็วโดยการกำจัดอุปสรรคและระยะทางที่ส่งผลต่อและขัดขวางการไหล การมุ่งลดความสูญเสีย 7 ประการ ได้แก่ การผลิตมากเกินไป (Over Production) การเก็บวัสดุคงคลังที่ไม่จำเป็น (Unnecessary Stock) การขนส่ง (Transportation) การผลิตของเสียหรือรีเวิร์ค (Defect or Rework) กระบวนการผลิตที่ขาดประสิทธิผล (Non-Effective Process) การรอคอย (Delay/Idle Time) และการเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็น (Unnecessary Motion)

ตัวอย่างของเครื่องมือลีน (Lean Tools) ในหลักการนี้ คือ ทฤษฎีข้อจำกัด (Theory of Constraints: TOC) ซึ่งจะปรับปรุงกระบวนการที่เป็นคอขวดโดยหลักการ Drum-Buffer-Rope (DBR) ดังนี้

- Drum คือ การกำหนดให้อัตราการผลิตเป็นไปตามอัตราการผลิตคอขวด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

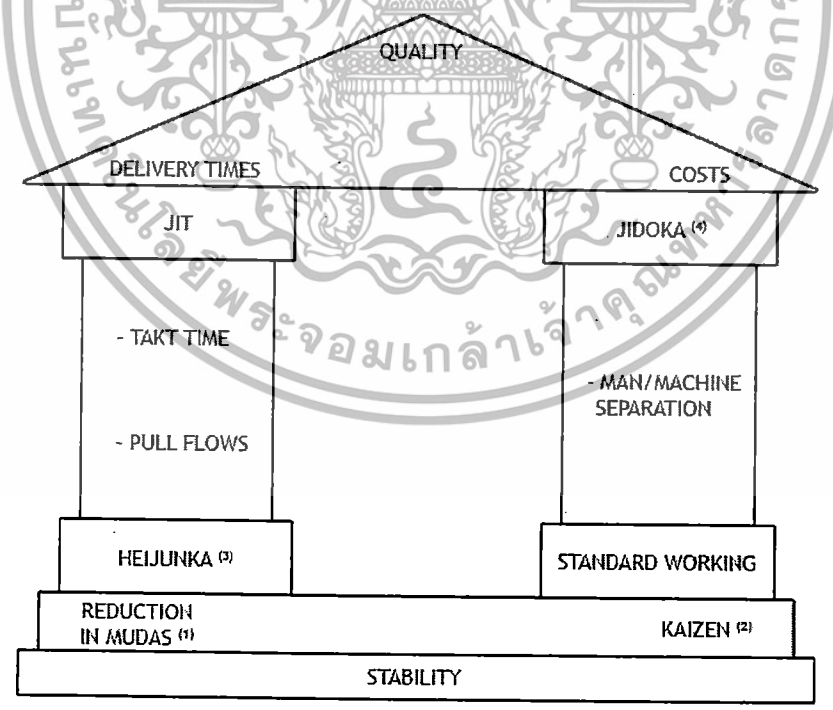
- Buffer คือ การเตรียมชิ้นงานจำนวนหนึ่งให้พร้อม เพราะถ้าตำแหน่งคอขวดสูญเสียกำลังการผลิตเนื่องจากไม่มีชิ้นงานส่งมาถึง (Material Shortage) ระบบทั้งระบบก็จะสูญเสียกำลังการผลิตไปด้วย

- Rope คือ กลไกในการดึงวัตถุดิบเข้าสู่ระบบตามจำนวนชิ้นงานที่กระบวนการคอขวดใช้ เพราะถ้าส่งวัตถุดิบมากกว่าที่คอขวดสามารถผลิตได้ จะเกิดงานระหว่างกระบวนการผลิต

4) การใช้หลักการดึงงาน (Pull) คือ องค์กรจะผลิตผลิตภัณฑ์นั้นแค่ปริมาณเพียงพอกับที่ลูกค้าต้องการ คล้ายการผลิตตามสั่ง (Made to Order) ไม่ใช่ผลิตด้วยหลักการดัน (Push) เพื่อเก็บและรอการขาย (Made to Stock) เพราะทำให้เกิดการรอคอย การจัดเก็บผลิตภัณฑ์ และต้นทุนการผลิตสูง แต่เนื่องจากสายการผลิตยาวและบางครั้งสถานีงานไม่ได้เรียงติดกัน การทำให้การสื่อสารระหว่างสถานีสะดวกจึงใช้บัตรคัมบัง (Kanban Card) ควบคุมปริมาณงานไม่ให้มากหรือน้อยเกินไป (การผลิตอาจสะดุดเนื่องจากขาดแคลนวัตถุดิบ หากปริมาณงานมากเกินไป)

5) การสร้างความสมบูรณ์แบบ (Perfection) โดยปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง (Continuous Improvement) หมายถึง การมุ่งสู่ความสมบูรณ์แบบตลอดเวลา โดยปรับปรุงเพื่อลดความสูญเปล่าอย่างต่อเนื่อง

องค์ประกอบของแนวคิดการผลิตแบบลีนนำเสนอในรูปแบบของบ้าน (The Lean-Manufacturing House) ดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 Lean-Manufacturing House (Trilogiq. 2014)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

Stability เปรียบได้กับฐานของบ้าน พื้นฐานหรือรากฐานต้องมั่นคง ในที่นี้หมายถึง เทคโนโลยีที่ใช้ในการผลิตต้องดีและเหมาะสม และการรักษาสภาพแวดล้อมในการทำงานให้เป็นระเบียบเรียบร้อยด้วยกิจกรรม 5ส (ซานโตส ฮาเวียร์, วิคส์ ริชาร์ด และตอร์เรส โฮเซ เอ็ม. 2551) ได้แก่

1) สะสาง (Seiri, Sort) คือ การแยกสิ่งของที่จำเป็นและไม่จำเป็นออกจากกัน

2) สะดวก (Seiton, Set in Order) คือ การจัดระเบียบสิ่งของที่จำเป็นและนำมาเก็บที่เดิมหลังใช้งานเสร็จเพื่อความง่ายต่อการนำมาใช้ในครั้งต่อไป

3) สะอาด (Seiso, Shine) คือ การทำความสะอาดพื้นที่ปฏิบัติงานเพื่อให้เกิดสภาพแวดล้อมการทำงานที่ดีขึ้น

4) สร้างมาตรฐาน (Seiketsu, Standardized) ตรวจดูแหล่งที่เกิดความสูญเสียและต้นเหตุของมลภาวะ ต้องสร้างบรรยากาศที่ดีถูกหลักชีวอนามัยและปลอดภัย

5) สร้างนิสัย (Shitsuke, Sustain) ด้วยการฝึกอบรมความรู้เกี่ยวกับการทำงานอย่างถูกต้องแก่ผู้ปฏิบัติงานเพื่อให้เกิดทัศนคติที่ดีในการทำงาน และปฏิบัติให้เป็นนิสัย

แนวคิดการผลิตแบบลีนมุ่งลดความสูญเสีย 7 ประการ ที่ได้กล่าวมาแล้ว และไคเซ็น (Kaizen) (Productivity Press Development Team. 2550a) คือ การปรับปรุงอย่างต่อเนื่องโดยมุ่งเน้นไปที่แต่ละกระบวนการและการปฏิบัติงานเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มและลดความสูญเสีย

- กระบวนการ คือ ลำดับของการปฏิบัติงานที่จำเป็นต่อการออกแบบ ผลิต และส่งมอบผลิตภัณฑ์หรือบริการ ซึ่งจะรวมถึงผู้ปฏิบัติงาน เครื่องจักร วัสดุ เทคโนโลยีและวิธีการที่ใช้

- การปฏิบัติงาน เป็นกิจกรรมที่ถูกดำเนินโดยผู้ปฏิบัติงานหรือเครื่องจักรเพื่อทำให้เกิดผลิตภัณฑ์หรือบริการ

- การสร้างมูลค่าเพิ่ม คือ กิจกรรมต่างๆ ที่เปลี่ยนปัจจัยนำเข้าเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณค่าให้แก่ผู้บริโภค องค์ประกอบการสร้างมูลค่าเพิ่ม 7 ประการ (QCDSMEE) ดังนี้

1) คุณภาพ (Quality: Q) คือ สิ่งที่ผู้บริโภคพึงพอใจ ผู้ผลิตจะต้องสร้างผลิตภัณฑ์หรือบริการที่มีคุณภาพสอดคล้องกับความพึงพอใจของผู้บริโภค การผลิตแบบลีนแบ่งลูกค้า/ผู้บริโภคเป็น 2 ประเภท ได้แก่ ลูกค้า/ผู้บริโภคภายใน คือ หน่วยงานถัดไปที่รองาน และลูกค้า/ผู้บริโภคภายนอก คือ ลูกค้า/ผู้บริโภคผลิตภัณฑ์หรือรับบริการนั้น

คุณภาพสำคัญต่อการลดต้นทุนและเวลาในการผลิต เพราะหากผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพตั้งแต่ต้น จะไม่ต้องเสียเวลาผลิตผลิตภัณฑ์ใหม่ และไม่ต้องแก้ไขงานที่ไม่ได้มาตรฐาน ที่นำไปสู่ต้นทุนสูญเปล่าหรือต้องกำจัดทิ้ง ดังนั้นการประกันคุณภาพ (Quality Assurance) จะสร้างความมั่นใจให้กับผู้บริโภคได้ว่า ผลิตภัณฑ์และบริการนั้นมีคุณภาพสูง หรือการรับรองโดยหน่วยงานรับรองมาตรฐานซึ่งอาจเป็นภายในประเทศ หรือมาตรฐานสากลต่างๆ เช่น ISO 9000 HACCP เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
139603

2) ต้นทุน (Cost: C) คือ ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการผลิตผลิตภัณฑ์หรือบริการ ต้นทุนของการผลิตผลิตภัณฑ์เริ่มตั้งแต่ขั้นตอนการสำรวจตลาดและความต้องการของผู้บริโภค (Marketing Survey) การออกแบบผลิตภัณฑ์ การผลิต การทดสอบผลิตภัณฑ์ การจัดเก็บและการขนส่งผลิตภัณฑ์ องค์กรส่วนใหญ่มุ่งเน้นเพิ่มผลกำไรโดยการลดต้นทุน การลดต้นทุนตามแนวคิดการผลิตแบบลีนจะมุ่งลดความสูญเสียต่างๆ ที่ไม่กระทบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์หรือบริการ

3) การส่งมอบ (Delivery: D) คือ การจัดสรรผลิตภัณฑ์หรือบริการให้ถึงมือผู้บริโภค การส่งมอบแบ่งเป็น 2 ส่วน ได้แก่ การส่งมอบภายใน คือ การส่งมอบผลิตภัณฑ์ บริการ หรืองานที่มีคุณภาพให้กับหน่วยงานถัดไปที่รองาน ตามกำหนดเวลา และปริมาณ และการส่งมอบภายนอก คือ การส่งมอบผลิตภัณฑ์หรือบริการที่มีคุณภาพให้แก่ผู้บริโภคตามกำหนดเวลา ปริมาณ และสถานที่

การปรับปรุงการส่งมอบต้องเริ่มจากหน่วยย่อยที่สุดของกระบวนการผลิต คือ การส่งมอบภายในระหว่างหน่วยงานที่ผลิตต่อกัน ต้องให้ความสำคัญต่อการลดความสูญเสียต่างๆ ที่เกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการผลิต เพราะทุกขั้นตอนของการส่งมอบในสายการผลิตมีผลกระทบต่อการส่งมอบในขั้นสุดท้าย คือ การส่งมอบภายนอกให้ผู้บริโภค

4) ความปลอดภัย (Safety: S) คือ การปฏิบัติงานที่ปราศจากอุบัติเหตุ องค์กรต้องสร้างมาตรฐานด้านความปลอดภัยให้เกิดขึ้น เพราะอุบัติเหตุในการทำงานในองค์กรก่อให้เกิดการสูญเสียหลายๆ ด้าน ที่สำคัญคือความสูญเสียในชีวิตและทรัพย์สินของผู้ปฏิบัติงาน

5) ขวัญของผู้ปฏิบัติงาน (Morale: M) คือ สภาพจิตใจของผู้ปฏิบัติงาน ความรู้สึกที่ได้รับอิทธิพลและแรงกดดันจากสภาพแวดล้อมในสถานปฏิบัติงานที่อยู่รอบตัวผู้ปฏิบัติงาน สังเกตได้จากพฤติกรรมการทำงาน ถ้าผู้ปฏิบัติงานทำงานด้วยความเต็มใจ แสดงว่าสภาพขวัญของผู้ปฏิบัติงานอยู่ในเกณฑ์ดีและมีบรรยากาศในการทำงานที่ดี จะทำให้การปฏิบัติงานมีคุณภาพสูง

6) สิ่งแวดล้อม (Environment: E) ความรับผิดชอบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อมเป็นสิ่งที่ผู้ผลิตต้องตระหนักและคำนึงถึงในการสร้างมูลค่าเพิ่ม การผลิตผลิตภัณฑ์และบริการต้องไม่ทำลายและสร้างมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อมและชุมชน เพราะสิ่งแวดล้อมสำคัญมากสำหรับการแข่งขันระดับโลก (Worldclass Competition) การเติบโตของธุรกิจต้องส่งผลกระทบในเชิงบวกต่อสิ่งแวดล้อมและคุณภาพชีวิตของประชากร

7) จรรยาบรรณ (Ethics: E) คือ การดำเนินธุรกิจโดยไม่เอาเปรียบทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องทั้งผู้บริโภค ผู้จัดหาผลิตภัณฑ์ ผู้ปฏิบัติงาน ผู้ถือหุ้น คู่แข่ง ภาครัฐ สังคม และสิ่งแวดล้อม

เสาหลักทั้ง 2 ข้าง Lean-Manufacturing House ประกอบด้วย

- เสาด้านซ้าย Heijunka หมายถึง การปรับการผลิตหรือการบริการให้สม่ำเสมอ หลีกเลี่ยงการทำงานในปริมาณที่แปรปรวน เพื่อควบคุมเวลาที่ผู้ปฏิบัติงานหรือเครื่องจักรใช้ทำกิจกรรมหนึ่งจนเสร็จก่อนที่จะเริ่มรอบการทำงานใหม่ (Cycle Time) อีกครั้ง และไม่ทำให้ผู้ปฏิบัติงานหรือเครื่องจักรเกิดความล้า กำจัดภาวะงานล้นมือ ซึ่งการปรับการผลิตจะใช้หลักการดึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งาน (Pull) ตามระบบการผลิตแบบทันเวลา (Just in Time: JIT) ในการป้อนวัตถุดิบหรือชิ้นส่วนต่างๆ เพื่อให้กระบวนการผลิตไหลอย่างต่อเนื่องและมีจังหวะการผลิตที่สอดคล้องกับอัตราการสั่งซื้อของลูกค้าตามแผนผังเวลางาน หรือ Takt Time ทำให้ผลิตและส่งมอบผลิตภัณฑ์ให้กับลูกค้าได้ทันเวลาตรงตามที่ลูกค้าต้องการ

- เสาด้านขวา งานที่เป็นมาตรฐาน (Standard Working) (Productivity Press Development Team. 2550b) คือ วิธีปฏิบัติงานที่ได้รับการเห็นพ้องกัน ซึ่งจะเชื่อมโยงผู้ปฏิบัติงานและเครื่องจักรเข้าไว้ด้วยกันเพื่อรักษาคุณภาพ ประสิทธิภาพ และความปลอดภัยได้อย่างมีประสิทธิผล แต่การทำงานร่วมกันระหว่างปฏิบัติงานและเครื่องจักรอาจเกิดความผิดพลาดได้ จึงมีระบบกึ่งอัตโนมัติ (Jidoka หรือ Autonomation) ที่มีระบบป้องกันความผิดพลาด หากเกิดความผิดพลาดไม่ว่ากรณีใดๆ เครื่องจักรจะหยุดทันที (Toyota Seisan Houshiki wo Kangaeru Kai. 2550) ผลที่ได้ตามมาคือต้นทุนต่ำและคุณภาพของผลิตภัณฑ์ดี

2.4.2 ซิกส์ซิกมา (Six Sigma) (Park S. H. 2003; สิทธิศักดิ์ พฤกษ์ปิติกุล. 2546)

ซิกส์ซิกมาเป็นหลักการบริหารที่คิดค้นโดยกลุ่มวิศวกรของบริษัท Motorola ภายใต้การนำของ Dr. Mikel Harry ในปี ค.ศ. 1999 ที่นำมาใช้ออกแบบผลิตภัณฑ์ของบริษัทจนประสบความสำเร็จ จึงเป็นเหตุจูงใจให้บริษัทต่างๆ ในสหรัฐอเมริกาบริหารจัดการด้วยซิกส์ซิกมา ทำให้ประสบความสำเร็จในธุรกิจ สามารถลดต้นทุนการผลิตได้มาก

ซิกส์ซิกมา คือ เครื่องมือและแนวคิดการปรับปรุงคุณภาพเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต เช่นเดียวกับการผลิตแบบลีน แต่มุ่งเน้นการลดของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการให้เหลือน้อยที่สุด เพื่อการพัฒนากระบวนการและลดผลกระทบต่อต้นทุนการผลิต ซิกส์ซิกมาประยุกต์ความรู้ทางสถิติ โดยสมมติให้ของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตเป็นการแจกแจงแบบปกติ (Normal Distribution) มีการกระจายของของเสียเป็นรูประฆังคว่ำ ค่าเฉลี่ยที่จุดกึ่งกลาง คือ ค่าเป้าหมาย ซิกมา (σ) คือ หนึ่งช่วงของความเบี่ยงเบนมาตรฐานที่วัดจากค่าเป้าหมาย มีขอบเขตของการยอมรับได้อยู่ 2 ส่วน คือ พิกัดข้อกำหนดเฉพาะด้านสูง (Upper Specific Limitation: USL) และพิกัดข้อกำหนดเฉพาะด้านต่ำ (Lower Specific Limitation: LSL) โอกาสการเกิดของเสีย (Defects Per Million Opportunities: DPMO (ppm)) เป็นระดับของซิกมา เช่น ถ้าพิกัดข้อกำหนดเฉพาะด้านสูงและด้านต่ำอยู่ห่างจากค่าเฉลี่ยเป็นระยะ 3 ซิกมา หรือ 3 ช่วงความเบี่ยงเบนมาตรฐาน เรียกว่า ระดับ 3 ซิกมา (3 Sigma Level) และห่างจากค่าเฉลี่ย 6 ซิกมา เรียกว่าระดับ 6 ซิกมา (6 Sigma Level) ระดับของของเสียของแต่ละระดับซิกมาแสดงดังตารางที่ 2.1 เช่น ระดับ 3 ซิกมา คือ เกิดของเสีย 66,807 ครั้ง ในการผลิตหนึ่งล้านครั้ง และได้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพ 93.3 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 ระดับซิกส์ซิกมา (สิทธิศักดิ์ พฤกษ์ปิติกุล. 2546)

Sigma Level	DPMO	% Defective	% Yield
1	691,462	69 %	31 %
2	308,538	31 %	69 %
3	66,807	6.7 %	93.3 %
4	6,210	0.62 %	99.38 %
5	233	0.023 %	99.977 %
6	3.4	0.00034 %	99.99966 %

การพัฒนากระบวนการโดยใช้ซิกส์ซิกมา แบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน คือ DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve และ Control)

1) การกำหนดนิยาม (Define) เพื่อให้ทีมงานและผู้สนับสนุนได้ข้อตกลงร่วมกันเกี่ยวกับขอบเขต เป้าหมาย เป้าหมายการเงิน และสมรรถนะของโครงการ

2) การวัดผล (Measure) เพื่อเข้าใจสภาพปัจจุบันของกระบวนการและเก็บข้อมูลที่เชื่อถือได้เกี่ยวกับความเร็วของกระบวนการ คุณภาพ และต้นทุนที่จะใช้เพื่อหาสาเหตุของปัญหา

3) การวิเคราะห์ (Analyze) เพื่อชี้และพิสูจน์สาเหตุของปัญหาที่เชื่อมโยงกับเป้าหมายของโครงการ

4) การปรับปรุง (Improve) เพื่อเรียนรู้วิธีการแก้ไขที่เลือกและดำเนินการเต็มรูปแบบ

5) การควบคุม (Control) เพื่อให้โครงการสำเร็จและส่งมอบกระบวนการที่ได้ปรับปรุงใหม่ให้กับเจ้าของกระบวนการ พร้อมขั้นตอนสำหรับการรักษาผลที่เกิดขึ้นให้คงอยู่

2.4.3 ลีน-ซิกส์ซิกมา (Integrated Lean-Six Sigma) (จอร์จ ไมเคิล แอล, โรวแลนด์ เดวิด ที, ไพร์ท มาร์ค และแมกเซย์ จอห์น. 2554; บริษัท มอนเดลีซ อินเตอร์เนชั่นแนล (ประเทศไทย) จำกัด. 2556b)

ลีน-ซิกส์ซิกมา (Integrated Lean-Six Sigma) เป็นการบูรณาการแนวคิดการผลิตแบบลีนและซิกส์ซิกมา เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการเพิ่มผลิตภาพ (Productivity) และสร้างความสามารถในการแข่งขัน ลดกิจกรรมที่ไม่เกิดมูลค่าที่ทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น ขั้นตอนลีน-ซิกส์ซิกมาใช้หลักการ DMAIC ตั้งแต่การกำหนดนิยามปัญหาไปจนถึงการนำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้และจัดทำเป็นข้อปฏิบัติที่ดีที่สุด (Best Practice) เพื่อนำไปใช้งานต่อไป ความแตกต่างระหว่างแนวคิดการผลิตแบบลีนและซิกส์ซิกมา แสดงดังตารางที่ 2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 ความแตกต่างระหว่างแนวคิดการผลิตแบบลีนและซิกส์ซิกมา

รายการ	แนวคิดการผลิตแบบลีน	ซิกส์ซิกมา
มุมมองในเรื่องความสูญเสีย	สิ่งที่ไม่เพิ่มคุณค่าคือความสูญเสีย	ความแปรผันคือความสูญเสีย
หลักการ	1. การนิยามคุณค่า 2. การสร้างสายธารคุณค่า 3. การทำให้งานไหลอย่างต่อเนื่อง 4. การใช้หลักการดึงงาน 5. การสร้างความสมบูรณ์แบบโดยปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง	1. Define 2. Measure 3. Analysis 4. Improve 5. Control
เครื่องมือ	สร้างความชัดเจน (Visualization)	คณิตศาสตร์-สถิติ
สิ่งที่มุ่งเน้น	เน้นที่การไหลของกระบวนการ (Problem Flow Focused)	เน้นปัญหาที่พบ (Problem Focused)

เครื่องมือของลีน-ซิกส์ซิกมาที่นำมาใช้ลดเวลาสูญเสียในการปรับเปลี่ยนและ/หรือการปรับตั้งเครื่องจักรเมื่อเปลี่ยนรุ่นการผลิตในโครงการนี้ ได้แก่

1) เทคนิคการปรับเปลี่ยนเครื่องจักรอย่างรวดเร็ว (Single-Minute Exchange of Die: SMED) (บริษัท มอนเดลีซ อินเตอร์เนชั่นแนล (ประเทศไทย) จำกัด. 2556c; Antônio C. M. and Gil C. S. P. 2011; Productivity Press Development Team. 2550c)

SMED เป็นทฤษฎีและชุดเทคนิคที่ช่วยให้สามารถดำเนินการติดตั้งและปรับเปลี่ยนเครื่องจักรได้ภายใน 10 นาที หรือในจำนวนนาทีที่เป็นเลขหลักเดียว เริ่มแรก SMED ได้รับการพัฒนาเพื่อปรับปรุงการติดตั้งแท่นพิมพ์และเครื่องมือที่ใช้กับเครื่องจักร หลักการพื้นฐานของ SMED สามารถนำไปใช้กับการปรับเปลี่ยนประเภทการทำงานได้กับกระบวนการทุกประเภท และเป็นเทคนิคที่พิสูจน์แล้วว่าทำให้การติดตั้งและปรับเปลี่ยนเครื่องจักรรวดเร็วและลดเวลาที่ใช้ได้มาก

การวิเคราะห์การติดตั้งเครื่องจักร (Setup Analysis) แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

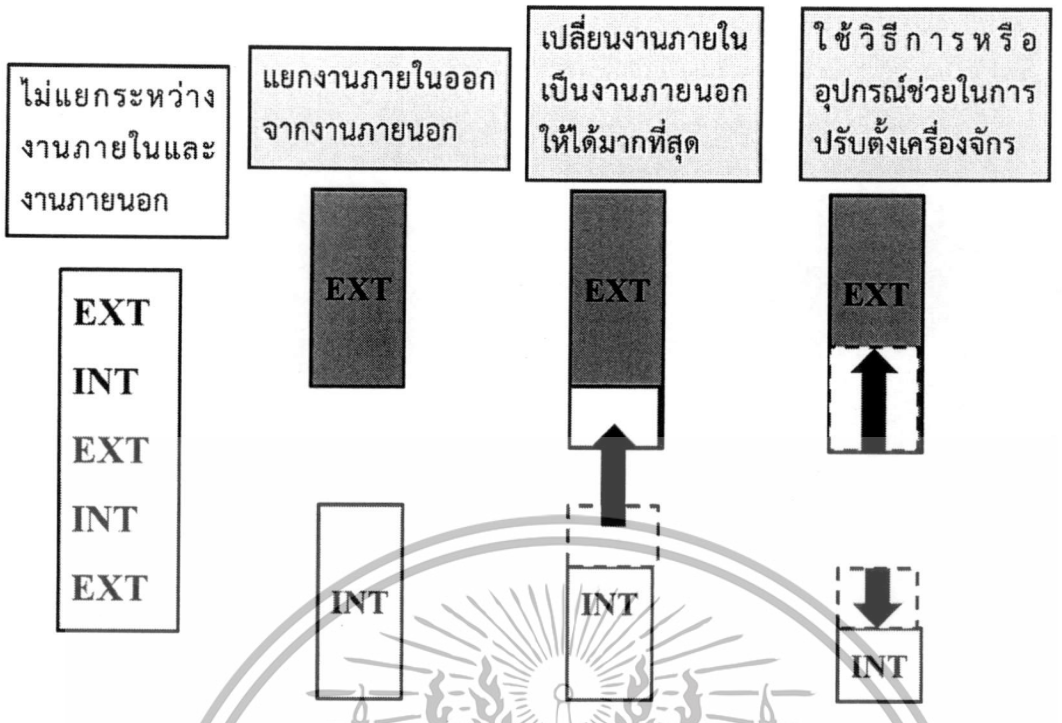
ขั้นตอนที่ 1 บันทึกวีดีโอการปฏิบัติการติดตั้งเครื่องจักร โดยมุ่งความสนใจที่การเคลื่อนไหวของมือ ตา และร่างกายของผู้ปฏิบัติงานที่ติดตั้งเครื่อง

ขั้นตอนที่ 2 เปิดวีดีโอให้ผู้ปฏิบัติงานติดตั้งเครื่องจักรและผู้ที่เกี่ยวข้องกับเครื่องจักรดู ขอให้ผู้ปฏิบัติงานติดตั้งเครื่องจักรอธิบายสิ่งที่ทำอยู่ แล้วให้กลุ่มร่วมแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการดำเนินการนี้

ขั้นตอนที่ 3 ศึกษาวีดีโออย่างละเอียด บันทึกเวลาและการเคลื่อนไหว (Motion) ที่เกี่ยวข้องกับการติดตั้งเครื่องจักรในแต่ละขั้นตอนอาจใช้นาฬิกาจับเวลา

การดำเนินงานของเทคนิค SMED แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน แสดงดังรูปที่ 2.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 การดำเนินงานของเทคนิค SMED

1) แยกงานภายใน (Internal Work) ซึ่งเป็นงานที่ต้องทำในขณะที่เครื่องจักรหยุดออกจากงานภายนอก (External Work) ที่สามารถดำเนินการได้ในขณะที่เครื่องจักรยังเดินเครื่องอยู่

2) เปลี่ยนงานภายในให้เป็นงานภายนอกให้ได้มากที่สุด ซึ่งมีการทำงานอยู่ 2 ขั้นตอน คือ พิจารณาหน้าที่และวัตถุประสงค์ที่แท้จริงของการปฏิบัติการแต่ละลักษณะที่อยู่ในส่วนของงานภายใน และหาวิธีแปลงขั้นตอนต่างๆ ที่อยู่ในส่วนของงานภายในให้เป็นงานภายนอกที่สามารถทำได้ในขณะที่เครื่องจักรกำลังปฏิบัติงาน

3) ปรับปรุงการปรับเปลี่ยนและ/หรือปรับตั้งเครื่องจักรในทุกๆ แง่มุมให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เช่น การปฏิบัติงานแบบขนานที่สามารถทำพร้อมกันได้ หาวิธีการปฏิบัติงานแบบใหม่ให้ง่ายขึ้น หรือใช้อุปกรณ์เครื่องมือช่วยการปฏิบัติงานให้สะดวกและทำงานภายในได้เร็วขึ้น

ประโยชน์ที่บริษัทได้รับจาก SMED ได้แก่

- ความยืดหยุ่น (Flexibility) คือบริษัทสามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าที่เปลี่ยนแปลงได้โดยการเปลี่ยนรูปแบบของผลิตภัณฑ์ที่หลากหลาย โดยไม่ทำให้เกิดค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการมีสินค้าคงคลังมากเกินไป

- การส่งมอบผลิตภัณฑ์รวดเร็วขึ้น (Quicker Deliver) ด้วยการผลิตแบบล็อตเล็กๆ ทำให้เวลานำ (Lead Time) และเวลารอคอยของลูกค้าสั้นลง

- ผลิตภาพสูงขึ้น (Higher Productivity) การปรับเปลี่ยนเครื่องจักรภายในเวลาที่สั้นลงทำให้เวลาหยุดเดินเครื่องจักร (Downtime) ลดลง ทำให้อัตราผลิตภาพของเครื่องจักรสูงขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประโยชน์ที่ผู้ปฏิบัติงานได้รับจาก SMED ได้แก่

- การติดตั้งเครื่องจักรง่ายขึ้น ส่งผลให้การปรับเปลี่ยนและปรับตั้งเครื่องจักรปลอดภัยขึ้น และช่วยลดความปวดเมื่อยหรือความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บลง

- การปรับเปลี่ยนและปรับตั้งเครื่องจักรเร็วขึ้น ทำให้สินค้าคงคลังน้อยลง จึงผลิตได้ง่ายและปลอดภัยขึ้น

- เครื่องมือที่ใช้ในการติดตั้งเครื่องจักรได้รับการทำให้เป็นมาตรฐานและถูกรวมเข้าไว้ด้วยกัน จึงสะดวกต่อการนำมาใช้งาน

2) หลักการ ECRS (พรรณี หอมทอง. 2556; ดวงรัตน์ ชีวะปัญญาโรจน์ และศุภศักดิ์ พงษ์อนันต์. 2554)

หลักการ ECRS สามารถลดเวลาสูญเสียในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตจากการปรับเปลี่ยนและ/หรือปรับตั้งเครื่องจักรด้วยแนวทาง ดังนี้

1) ขจัดงานที่ไม่จำเป็น (Eliminate) หมายถึง การพิจารณาขั้นตอนการปรับเปลี่ยนและ/หรือปรับตั้งเครื่องจักรที่ไม่จำเป็นและไม่เกิดมูลค่าเพิ่มกับผลิตภัณฑ์ (Non-Effective Steps) แล้วขจัดขั้นตอนที่ไม่จำเป็นนั้นออก

2) รวมงานเข้าด้วยกัน (Combine) หมายถึง การรวมขั้นตอนการปรับเปลี่ยนและ/หรือปรับตั้งเครื่องจักรให้เหลือน้อยลงโดยรวมขั้นตอนที่สามารถปฏิบัติไปด้วยกันได้ ทำให้ประหยัดเวลาและแรงงาน

3) จัดลำดับการปฏิบัติงานใหม่ (Rearrange) หมายถึง การพิจารณาและจัดลำดับขั้นตอนการปรับเปลี่ยนและ/หรือปรับตั้งเครื่องจักรใหม่ โดยโยกย้ายหรือสับเปลี่ยนขั้นตอนการปรับเปลี่ยนและ/หรือปรับตั้งเครื่องจักรให้เหมาะสมเพื่อลดการเคลื่อนที่ที่ไม่จำเป็น (Unnecessary Motions) ลดการรอคอยเครื่องมือและอุปกรณ์

4) เปลี่ยนวิธีการปฏิบัติงานให้ง่ายขึ้น (Simplify) หมายถึง การเปลี่ยนหรือปรับปรุงวิธีการปรับเปลี่ยนและ/หรือปรับตั้งเครื่องจักร เช่น ออกแบบเครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่ช่วยปรับเปลี่ยนและ/หรือปรับตั้งเครื่องจักรให้ง่ายขึ้น การจัดเก็บเครื่องมือ อุปกรณ์ แม่พิมพ์ที่ต้องใช้ปรับเปลี่ยนและ/หรือปรับตั้งเครื่องจักรให้อยู่เป็นชุดเพื่อสะดวกต่อการใช้งาน

2.5 การวางแผนกำลังการผลิต (ณัฏฐพันธ์ เขจรนันทน์. 2542; ปรียาวดี ผลเอนก. 2555; พิภพ ลลิตาภรณ์. 2553; สุทัศน์ รัตนเกื้อกังวาล. 2548)

ระบบการผลิตเป็นกระบวนการแปรสภาพปัจจัยการผลิตให้เป็นผลผลิต ซึ่งจะต้องคำนึงถึงปริมาณ คุณภาพ เวลา และราคา ขั้นตอนการผลิตประกอบด้วย การวางแผน (Planning) การปฏิบัติงาน (Operation) และการควบคุม (Control) วัตถุประสงค์ในการวางแผนและควบคุมกำลังการผลิต คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) เพื่อจัดหากำลังการผลิตที่จำเป็นต่อการตอบสนองแผนการผลิตที่วางไว้ให้สำเร็จตามเป้าหมาย

2) ดูแลให้ต้นทุนการผลิตต่ำ

3) เพื่อลดเวลานำในการผลิต เพราะทำให้ส่งผลิตภัณฑ์ให้แก่ลูกค้าได้ตามกำหนดเนื่องจากผลิตผลิตภัณฑ์ได้เร็วขึ้น

4) เพื่อใช้ประโยชน์จากทรัพยากรการผลิตให้มีประสิทธิภาพสูงสุด

5) เพื่อจัดรวบรวมข้อมูลข่าวสารและผลลัพธ์จากการวางแผนให้กับฝ่ายบริหารเพื่อการตัดสินใจ

โครงการนี้ศึกษาการวางแผนกำลังการผลิต (กำลังการผลิต คือ ขีดความสามารถของผู้ปฏิบัติงาน เครื่องจักร หน่วยงาน แผน หรือองค์กรในการผลิตผลผลิตต่อหน่วยเวลา) กำลังการผลิตเป็นอัตราการทำงานไม่ใช่ปริมาณของงานที่ทำได้ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1) กำลังการผลิตสูงสุด (Peak Capacity) หมายถึง กำลังการผลิตสูงสุดที่เครื่องจักรและ/หรืออุปกรณ์จะสามารถดำเนินการได้ภายในภาวะอุดมคติ ซึ่งจะเป็นกำลังการผลิตตามที่วิศวกรกำหนดในการออกแบบเครื่องจักรหรือเครื่องมือนั้น

2) กำลังการผลิตที่ได้จากการปฏิบัติ (Effective Capacity) หมายถึง กำลังการผลิตสูงสุดที่เกิดขึ้นและรักษาระดับการประหยัดภายใต้การเดินเครื่องจักรขององค์กร

ปัจจัยที่กำหนดกำลังการผลิต (Determinants of Effective Capacity) ได้แก่

1) Facility Factors : การวางผัง Facility และปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมในการทำงาน เช่น แสงสว่าง ความเย็นสบาย การระบายอากาศ มีผลต่อกำลังการผลิตอย่างมาก

2) ผลิตภัณฑ์หรือบริการ : กำลังการผลิตของผลิตภัณฑ์หรือบริการที่มีลักษณะเหมือนกันมีแนวโน้มที่จะสูงกว่ากำลังการผลิตของผลิตภัณฑ์หรือบริการที่แตกต่างกัน หรือกล่าวได้ว่ายิ่งผลิตภัณฑ์หรือการบริการมีความเหมือนกันมากเท่าใดก็ยิ่งมีความเป็นมาตรฐานมาก และจะส่งผลให้กำลังการผลิตสูงขึ้น

3) กระบวนการ : ความสามารถเชิงปริมาณของการผลิต เช่น ประสิทธิภาพของเครื่องจักร จะเป็นตัวกำหนดกำลังการผลิตโดยตรง แต่ความสามารถเชิงคุณภาพของการผลิต เช่น คุณภาพของวัตถุดิบก็เป็นตัวกำหนดกำลังการผลิตได้เช่นกัน

4) ทรัพยากรมนุษย์ : ความสามารถ ประสบการณ์ และแม้แต่ลักษณะของงาน และการฝึกอบรมของผู้ปฏิบัติงาน รวมถึงผลตอบแทนการทำงาน แรงจูงใจของผู้ปฏิบัติงาน การหยุดงาน และการหมุนเวียนของแรงงานมีผลต่อกำลังการผลิต

5) การดำเนินงาน : ปัญหาจากการจัดตารางเวลาอาจเกิดขึ้นเมื่อองค์กรมีเครื่องมือแตกต่างกันสำหรับงานแต่ละอย่าง การตัดสินใจเกี่ยวกับสินค้าคงคลัง การจัดส่งผลิตภัณฑ์ การสั่งซื้อชิ้นส่วนและวัตถุดิบ การควบคุมคุณภาพ และกระบวนการควบคุมก็มีผลต่อกำลังการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6) ผลกระทบภายนอก: ความปลอดภัยในการทำงาน การใช้แรงงานหนักเกินไป และการสร้างมลพิษให้กับสิ่งแวดล้อมก็มีผลต่อกำลังการผลิต สิ่งที่ควรระวังคือปริมาณผลผลิตที่สูงมักมีผลสืบเนื่องมาจากการละเลยคุณภาพของผลิตภัณฑ์ และความปลอดภัยในการทำงาน

การบริหารกำลังการผลิต (Capacity Management) คือ หน้าที่ในการกำหนด วัด วางแผน และควบคุม (เฝ้าติดตามและปรับแก้ไข) พิกัดหรือระดับของกำลังการผลิตเพื่อให้สมารถดำเนินการตามแผนหรือตารางการผลิตได้ทั้งหมด การบริหารกำลังการผลิตเกี่ยวข้องกับกำลังการผลิต 2 ประเภท ได้แก่ กำลังการผลิตที่ต้องการหรือภาระงาน (Required Capacity or Load) และกำลังการผลิตที่นำไปใช้ได้ (Available Capacity)

- กำลังการผลิตที่ต้องการ (Required Capacity) หมายถึง กำลังการผลิตที่จำเป็นเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ตามต้องการในช่วงเวลาหนึ่งที่กำหนด เป็นความต้องการกำลังการผลิตที่เกิดจากปริมาณงานที่กำหนดให้กับหน่วยผลิตหน่วยใดหน่วยหนึ่งในช่วงเวลาหนึ่งจากใบสั่งงานตามแผน กำลังการผลิตที่ต้องการในหน่วยผลิตหนึ่ง คำนวณได้จากผลรวมของเวลาจากใบสั่งตามแผนทั้งหมดและใบสั่งจริงที่ต้องทำการผลิตในหน่วยผลิตในแต่ละช่วงเวลา

- กำลังการผลิตที่นำไปใช้ได้ (Available Capacity) หมายถึง ขีดความสามารถของระบบหรือทรัพยากรในการผลิตผลิตภัณฑ์ต่อช่วงเวลา กำลังการผลิตที่นำไปใช้ได้ขึ้นอยู่กับรายละเอียดของข้อกำหนดและส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ โรงงาน จำนวนเครื่องจักร และความพยายามในการทำงาน (Work Effort)

การบริหารกำลังการผลิตประกอบด้วยหน้าที่ 2 ประการ คือ 1) การวางแผนกำลังการผลิต (Capacity Planning) และ 2) การควบคุมกำลังการผลิต (Capacity Control) การวางแผนกำลังการผลิตเป็นกระบวนการจัดหาทรัพยากรการผลิตที่จำเป็นต่อการทำให้บรรลุตามแผนกำลังการผลิตที่วางไว้สำหรับช่วงระยะเวลาหนึ่งอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งต้องพิจารณาขีดความสามารถของเครื่องจักรและอุปกรณ์ในการผลิต ระยะเวลาในการส่งมอบ และปริมาณผลผลิตที่กำหนดไว้ ส่วนการควบคุมกำลังการผลิตเป็นกระบวนการเฝ้าติดตามผลผลิตที่เกิดขึ้นโดยเปรียบเทียบผลผลิตตามแผนกำลังการผลิตเพื่อชี้ให้เห็นความแปรปรวนไปจากแผนกำลังการผลิต (สูงหรือต่ำกว่าแผนกำลังการผลิต) และหามาตรการแก้ไขโดยการปรับกำลังการผลิตหรือปรับแผนกำลังการผลิต

กำลังการผลิตมีผลกระทบต่อต้นทุน สินค้าคงคลัง การบริหารจัดการ และความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงาน ถ้ากำลังการผลิตไม่เพียงพอ บริษัทอาจสูญเสียลูกค้าและมีความเชื่องช้าในการส่งผลิตภัณฑ์ออกสู่ตลาด แต่ถ้ากำลังการผลิตมากเกินไปจะมีสินค้าคงคลังมาก บริษัทอาจต้องลดราคาเพื่อกระตุ้นความต้องการของลูกค้า ดังนั้นการวางแผนกำลังการผลิตจึงเสมือนเป็นการเชื่อมแผนกำลังการผลิตกับทรัพยากรการผลิตให้มีความสอดคล้องกัน แผนกำลังการผลิตแบ่งออกเป็น 2 ระดับ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) แผนกำลังการผลิตระยะสั้น (Short-Term Capacity Plan) จะพิจารณาจากอุปสงค์หรือความต้องการซื้อของผู้บริโภคที่ผันแปรตามฤดูกาล

2) แผนกำลังการผลิตระยะยาว (Long-Term Capacity Plan) ปกติการลงทุนระยะยาวจะใช้เงินทุนสูง ซึ่งต้องได้รับการอนุมัติจากผู้บริหารและเปลี่ยนแปลงได้ยาก การวางแผนระยะยาวจะเป็นการวางแผนลงทุนในอุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องจักร หรือเครื่องอำนวยความสะดวก โดยวางแผนล่วงหน้าครอบคลุมระยะเวลาตั้งแต่ 2 ปีขึ้นไป

กระบวนการวางแผนกำลังการผลิต (Process of Capacity Planning) ประกอบด้วย

1) คำนวณกำลังการผลิตที่นำไปใช้ได้ของหน่วยผลิตแต่ละหน่วยในแต่ละช่วงเวลา

2) คำนวณกำลังการผลิตที่ต้องการของหน่วยผลิตแต่ละหน่วยในแต่ละช่วงเวลา

3) ปรับกำลังการผลิตที่นำไปใช้ได้ให้สอดคล้องกับกำลังการผลิตที่ต้องการ

การวางแผนกำลังการผลิตแบบหยาบ (Rough-Cut Capacity Planning: RCCP) เป็นการคำนวณความต้องการกำลังการผลิตของหน่วยผลิตที่สำคัญ ซึ่งเป็นเครื่องมือในการเตือนล่วงหน้าถึงความไม่เพียงพอของกำลังการผลิตและการเตรียมมาตรการแก้ไข

การวางแผนกำลังการผลิตต้องทราบข้อมูลกำลังการผลิตและอัตราการใช้เครื่องจักรหรืออัตราการใช้ประโยชน์จากเครื่องจักร (Machine Utilization) ที่แสดงให้เห็นถึงระดับการผลิตสูงสุดของบริษัท ซึ่งจะใช้พิจารณาจัดหากำลังการผลิตเพิ่มเติม หรือลดกำลังการผลิตที่ไม่ต้องการออกไป อัตราการใช้เครื่องจักร คำนวณได้ดังสมการที่ (2.1)

$$\text{อัตราการใช้เครื่องจักร} = \frac{\text{อัตราการผลิต}}{\text{กำลังการผลิตสูงสุด}} \times 100 \qquad (2.1)$$

เครื่องมือวางแผน (ตุลา มหาพสุธานนท์. 2554; วันรัตน์ จันทกิจ. 2547) เช่น แผนภูมิแกนต์ (Gantt Chart) คือ แผนภูมิแสดงเวลาที่พัฒนาโดย เฮนรี แอล. แกนต์ (Henry L. Gantt) ที่ระบุหัวข้อของกิจกรรมหรือการดำเนินงานที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาหนึ่งของการวางแผนงาน ซึ่งจะแสดงระยะเวลาของแต่ละกิจกรรมให้อยู่ในรูปของเส้นแถบแนวนอน แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ ได้แก่

1) ตารางกิจกรรมที่เกิดขึ้นของกลุ่มงานหรือเครื่องจักรในช่วงเวลาเดียวกัน (Perpetual Schedule) เช่น แผนการผลิตประจำวันในโรงงาน ฯลฯ

2) การจัดลำดับขั้นตอนการทำงาน (Ordering Schedule) สำหรับการวางแผนกิจกรรมหรือโครงการใดๆ เช่น แผนการดำเนินงาน ฯลฯ

รูปที่ 2.9 แสดงตัวอย่างแผนภูมิแกนต์สำหรับแผนการดำเนินงานทั่วไปที่แยกตามขั้นตอนวงจรเดมมิ่ง (PDCA Cycle) และผู้รับผิดชอบแต่ละกิจกรรมการดำเนินงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอน	หัวข้อการดำเนินงาน	มีนาคม				เมษายน				พฤษภาคม				ผู้รับผิดชอบ
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
P	1. คัดเลือกหัวข้อปัญหา													หัวหน้ากลุ่มและสมาชิกกลุ่ม
	2. สำรวจสภาพปัจจุบัน													สมาชิกกลุ่ม
	3. ตั้งเป้าหมาย													สมาชิกกลุ่ม
	4. วางแผนแก้ไขปัญหา													สมาชิกกลุ่ม
	5. วิเคราะห์สาเหตุ													สมาชิกกลุ่ม
D	6. กำหนดมาตรการแก้ไข													สมาชิกกลุ่ม
	7. ลงมือปฏิบัติ													สมาชิกกลุ่ม
C	8. ติดตามผล													สมาชิกกลุ่ม
A	9. กำหนดมาตรฐาน													สมาชิกกลุ่ม
	10. กำหนดแผนการขยายผล													สมาชิกกลุ่ม

รูปที่ 2.9 ตัวอย่างแผนภูมิแกนต์แสดงแผนการดำเนินงาน (วันรัตน์ จันทกิจ. 2547)

2.6 ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (ชาญชัย พรศิริรุ่ง. 2549; Productivity Press Development Team. 2550d)

ประสิทธิภาพ (Efficiency) ของเครื่องจักร นอกจากจะพิจารณาจากเปอร์เซ็นต์ของเสียที่เครื่องจักรผลิตขึ้น หรือเปอร์เซ็นต์การหยุดของเครื่องจักร (Downtime) ตามแนวคิดการผลิตแบบลีนแล้ว ในภาพรวมยังต้องพิจารณาจากประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (Overall Equipment Effectiveness: OEE) ซึ่งเป็นดัชนีการชี้วัดหลักของการบำรุงรักษาทวีผลแบบทุกคนมีส่วนร่วม (Total Productive Maintenance: TPM) ที่มีเป้าหมายส่วนหนึ่งเพื่อลดความสูญเสีย บำรุงรักษาเครื่องจักร รักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์และสภาพการดำเนินงานที่เป็นมาตรฐาน ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรคำนวณได้จากสมการที่ (2.2)

$$\% \text{ OEE} = \text{สมรรถนะ} \times \text{ความพร้อมใช้งาน} \times \text{คุณภาพ} \times 100 \qquad (2.2)$$

สมรรถนะ (Performance) คือ การเปรียบเทียบระหว่างผลผลิตที่เกิดขึ้น (Actual Output) กับผลผลิตที่เครื่องจักรควรผลิตได้ในช่วงเวลาเดียวกัน คำนวณได้จากสมการที่ (2.3)

$$\text{สมรรถนะ} = \frac{\text{ผลผลิตที่เกิดขึ้น}}{\text{ผลผลิตเป้าหมาย}} \qquad (2.3)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความพร้อมใช้งาน (Availability) คือ การเปรียบเทียบระหว่างเวลาที่เครื่องจักรใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์กับเวลาปฏิบัติงานสุทธิของผู้ปฏิบัติงาน คำนวณได้จากสมการที่ (2.4)

$$\text{ความพร้อมใช้งาน} = \frac{\text{เวลาเดินเครื่องจักร}}{\text{เวลาปฏิบัติงานสุทธิของผู้ปฏิบัติงาน}} \quad (2.4)$$

คุณภาพ (Quality) คือ การเปรียบเทียบระหว่างผลผลิตที่มีคุณภาพตรงตามข้อกำหนดของผลิตภัณฑ์และลูกค้ากับจำนวนผลผลิตที่เกิดขึ้น คำนวณได้จากสมการที่ (2.5)

$$\text{คุณภาพ} = \frac{\text{ผลผลิตที่ตรงตามข้อกำหนด}}{\text{ผลผลิตที่เกิดขึ้น}} \quad (2.5)$$

2.7 ข้อกำหนดทางด้านอาหาร

อุตสาหกรรมผลิตหมากฝรั่งจำเป็นต้องประกันคุณภาพและความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์ เพื่อความเชื่อมั่นของผู้บริโภค นอกจากนี้ความต้องการของผู้บริโภคยังแตกต่างกันไปตามเชื้อชาติ ศาสนา ขนบธรรมเนียม และประเพณี เช่น ชาวมุสลิมไม่รับประทานเนื้อสุกร เป็นต้น ผู้ผลิตจึงต้องคำนึงถึงข้อกำหนดทางด้านการผลิต เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพตรงตามความต้องการของผู้บริโภค และส่งเสริมความสามารถในการแข่งขันของบริษัท

2.7.1 ระบบการวิเคราะห์อันตรายและตำแหน่งวิกฤตที่ต้องควบคุม (Hazard Analysis and Critical Control Point: HACCP) (สุมณฑา วัฒนสินธุ์. 2543; สุวิมล กีรติพิบูล. 2554)

HACCP เป็นระบบการประกันคุณภาพด้านความปลอดภัยของอาหารที่ยอมรับกันว่าสามารถป้องกันอันตรายหรือสิ่งปนเปื้อนทางด้านชีวภาพ เคมี และกายภาพได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเป็นแนวคิดของการควบคุมการผลิตที่ประกอบด้วยการวินิจฉัยและประเมินอันตรายของอาหารที่อาจเกิดขึ้นกับผู้บริโภค ตั้งแต่วัตถุดิบ กระบวนการผลิต การขนส่ง จนกระทั่งถึงมือผู้บริโภค รวมทั้งการสร้างระบบการควบคุมกระบวนการผลิต (Process Control) เพื่อกำจัดหรือลดสาเหตุที่จะทำให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภค

การจัดทำระบบ HACCP แบ่งเป็น 3 ขั้นตอน ได้แก่

1) การวิเคราะห์อันตรายต่างๆ (Hazard Analysis) ที่มีโอกาสเกิดขึ้นในทุกขั้นตอนของกระบวนการผลิต

2) การกำหนดตำแหน่งวิกฤตที่ต้องควบคุม (Critical Control Point Determination) คือ การระบุขั้นตอนในกระบวนการผลิตที่จะต้องมีการควบคุม ป้องกัน หรือขจัดอันตรายที่มีผลต่อความปลอดภัยของอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) การจัดการ ณ ตำแหน่งวิกฤตที่ต้องควบคุม (Management of CCPs) เพื่อป้องกันไม่ให้อันตรายของอาหารปนเปื้อนไปสู่ผู้บริโภค

ระบบ HACCP เน้นการควบคุมกระบวนการผลิตโดยเฉพาะตำแหน่งหรือขั้นตอนที่ได้รับการวิเคราะห์แล้วว่าเป็นตำแหน่งวิกฤตที่ต้องควบคุม ซึ่งได้แก่การจัดการในเรื่องต่างๆ เช่น สุขลักษณะส่วนบุคคล (Personal Hygiene) การควบคุมแมลงและสัตว์นำโรค (Pest Control) การควบคุมระบบน้ำ น้ำแข็ง และไอน้ำในโรงงาน (Water/Ice/Steam Control) การทำความสะอาดอุปกรณ์และสถานที่การผลิต การควบคุมแก้ว กระจก และพลาสติกแข็ง (Glass and Hard Plastic Control) การควบคุมสารเคมี (Control of Chemicals) การกักและปล่อยผลิตภัณฑ์ (Hold/Release Program) การเรียกผลิตภัณฑ์คืน (Product Recall) การกำจัดของเสีย (Waste Disposal) เป็นต้น

ประโยชน์ของการจัดทำระบบ HACCP ได้แก่

1) เป็นหลักประกันความปลอดภัยให้กับผู้บริโภค

2) ทำให้การปฏิบัติงานเป็นระบบมากขึ้น สามารถตอบสนองต่อปัญหาด้านความปลอดภัยของอาหารได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3) ยกระดับมาตรฐานการผลิตให้กับโรงงาน

4) ช่วยลดปริมาณของเสีย สามารถใช้ทรัพยากรได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5) ผู้ปฏิบัติงานเกิดความเข้าใจในงานที่ปฏิบัติอย่างถ่องแท้ เกิดความภาคภูมิใจ นำมาซึ่งความเข้าใจซึ่งกันและกัน จึงทำให้เกิดความสามัคคีกัน

6) สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับหน่วยงานในเครือข่ายได้โดยง่าย

2.7.2 ข้อกำหนดฮาลาล (Halal) (คณะกรรมการอิสลามประจำกรุงเทพมหานครและศูนย์วิทยาศาสตร์ฮาลาล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2556; สถาบันมาตรฐานฮาลาลแห่งประเทศไทย. 2557; ศูนย์วิทยาศาสตร์ฮาลาล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2557)

ฮาลาล หมายถึง การผลิต การให้บริการ หรือการจำหน่ายใดๆ ที่ไม่ขัดต่อบัญญัติของศาสนาอิสลาม ดังนั้นอาหารฮาลาล คือ อาหารที่ผ่านกรรมวิธีในการทำ ผสม ปรุง ประกอบ หรือแปรสภาพตามศาสนบัญญัติอิสลาม เพื่อประกันว่าชาวมุสลิมโดยทั่วไปสามารถบริโภคอาหารหรืออุปโภคผลิตภัณฑ์หรือบริการต่างๆ ได้ ซึ่งสามารถสังเกตผลิตภัณฑ์ที่เป็นฮาลาลได้จากเครื่องหมายฮาลาลข้างบรรจุภัณฑ์

รูปที่ 2.10 เครื่องหมายฮาลาล คือ เครื่องหมายที่คณะกรรมการฝ่ายกิจการฮาลาลของคณะกรรมการกลางอิสลามแห่งประเทศไทย หรือคณะกรรมการอิสลามประจำจังหวัดต่างๆ ได้อนุญาตให้ผู้ประกอบการแสดงลงบนสลากหรือผลิตภัณฑ์หรือกิจการใดๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.10 เครื่องหมายฮาลาล (ศูนย์วิทยาศาสตร์ฮาลาล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2557)

องค์ประกอบของเครื่องหมายฮาลาลในประเทศไทย ได้แก่

1) คำว่า ฮาลาล ในสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน

2) ชื่อองค์กรรับรอง “สนง. คณะกรรมการกลางอิสลามแห่งประเทศไทย” หรือ “The Central Islamic Committee of Thailand ” หรือเป็นภาษาอาหรับ

3) หมายเลขผลิตภัณฑ์ ที่ได้จากการรับรองฮาลาล 12 หลัก หรือเป็นเลข 3 หลักและตามด้วยปี พ.ศ.

4) สีของเครื่องหมาย ไม่ว่าจะเป็นสีอะไร ไม่มีผลใดๆ (สีเครื่องหมายผลิตภัณฑ์ขึ้นกับการออกแบบบรรจุภัณฑ์อาหารนั้นๆ)

ผู้ประกอบการหรือผู้ผลิตผลิตภัณฑ์ฮาลาล มีหน้าที่ดังนี้

1) รักษาอุปกรณ์ในการผลิตผลิตภัณฑ์ฮาลาลให้สะอาดถูกต้องตามศาสนบัญญัติอิสลาม ตลอดจนไม่ใช้อุปกรณ์ดังกล่าวร่วมกับของต้องห้ามตามศาสนบัญญัติ

2) วัตถุดิบหลักในการผลิตตลอดจนเครื่องปรุงอื่นๆ ต้องระบุแหล่งที่มาที่เชื่อถือได้ว่าเป็นฮาลาลโดยไม่ปนเปื้อนกับสิ่งต้องห้าม

3) วัตถุดิบที่ได้จากสัตว์ต้องเป็นสัตว์ที่ศาสนาอิสลามอนุมัติและตายตามศาสนบัญญัติอิสลาม

4) เจ้าหน้าที่ที่ควบคุมการผลิตหรือปรุงผลิตภัณฑ์นั้นๆ ต้องเป็นมุสลิม

5) ในระหว่างการขนย้าย ขนส่ง หรือจำหน่ายผลิตภัณฑ์ฮาลาลต้องไม่ปะปนกับสิ่งต้องห้ามตามศาสนบัญญัติอิสลาม

การล้างภาชนะบรรจุอาหารเป็นขั้นตอนสำคัญเนื่องจากอิสลามกำหนดเรื่องความสะอาดเป็นหลักสำคัญ ซึ่งในโรงงานอุตสาหกรรมอาหารอาจมีพื้นที่ที่เป็นฮาลาลและไม่เป็นฮาลาล และหากในกระบวนการผลิตอาหารต้องขนย้ายภาชนะบรรจุอาหารที่เป็นฮาลาลผ่านพื้นที่ที่ไม่ใช่ฮาลาล ภาชนะนั้นจะไม่ใช่ฮาลาล ดังนั้นจึงต้องนำภาชนะบรรจุอาหารนั้นมาชำระล้างด้วยสบู่ดินก่อนเข้าพื้นที่ฮาลาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.8.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการผลิตแบบลีนและซิกส์ซิกมา

พฤทธิพงศ์ โพธิวราพรรณ (2548) ศึกษาและประยุกต์การผลิตแบบลีนในโรงงานผลิตเหล็กรูปพรรณโดยสร้างสายธารคุณค่าเพื่อจำแนกคุณค่าของกระบวนการผลิต และสร้างแบบจำลองสถานการณ์เพื่อใช้วิเคราะห์ทางเลือก ประเมิน และพัฒนาสายธารคุณค่า โดยใช้การออกแบบการทดลองเชิงแฟกทอเรียลแบบเต็มรูป 2^3 เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยทั้งหมด 3 ปัจจัย ได้แก่ ระบบการผลิต การบำรุงรักษาแบบทุกคนมีส่วนรวม และการลดเวลาปรับเปลี่ยนเครื่องจักร จากผลของการจำลองกำจัดความสูญเสียในกระบวนการด้วยแนวคิดการผลิตแบบลีน สามารถลดระยะเวลาการผลิตหรือเวลารอคอยสินค้าของลูกค้าจาก 16.24 วัน เหลือ 8.56 วัน คิดเป็น 47.30 % และลดของคงคลังระหว่างกระบวนการจาก 96.35 ตัน/วัน เหลือ 10.62 ตัน/วัน คิดเป็น 88.98 %

ภาวิณี อาจปรุ และสุทัศน์ รัตนเกื้อกังวาน (2551) ลดความสูญเปล่าในสายการผลิตเบรกเกอร์ โดยลดงานที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่ม ได้แก่ ความสูญเปล่าเนื่องจากการรอคอย (Delay) การเคลื่อนไหวที่เกินจำเป็น (Excess Motion) งานเสีย (Defect) หรือรีเวิร์คที่ต้องนำกลับมาทำใหม่ (Rework) โดยใช้เทคนิค Why Why Analysis และแผนภูมิคน-เครื่องจักร เพื่อหาสาเหตุของปัญหาและวิเคราะห์ด้วยหลักการ 3T เวลาที่ใช้ในการผลิต (T1) เวลาส่วนเกิน (T2) เวลาไร้ประสิทธิภาพ (T3) จากนั้นปรับปรุงด้วยหลักการ ECRS พบว่าสามารถลดรอบเวลาของการผลิต (Cycle Time) จาก 51.41 เหลือ 41.97 วินาทีต่อชิ้น จำนวนสถานีงานลดลงจากเดิม 20 % และสัดส่วนของงานที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มลดลงจาก 41 % เหลือ 28 %

อภิญญา ตากสกุล (2552) ลดความสูญเปล่าในกระบวนการติดตั้งและปรับปรุงการทำงานของกระบวนการติดตั้งระบบก๊าซเชื้อเพลิงให้กับรถยนต์ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยลดเวลาที่สูญเปล่าจากการรอคอยให้น้อยกว่า 9.37% ลดการแก้ไขงานในส่วนที่มีความถี่และผลกระทบในด้านความปลอดภัย ให้น้อยกว่า 0.56 จุด/คัน ลดต้นทุนความล้มเหลวภายในและต้นทุนความล้มเหลวภายนอก โดยใช้เครื่องมือของลีน-ซิกส์ซิกมา ดังนี้

1) วิเคราะห์สภาพปัญหาที่เกิดขึ้น พบว่า ปัญหาคือการผลิตไม่มีประสิทธิภาพ

2) ระบุสาเหตุของปัญหา พบว่าสาเหตุหลัก คือ ความสูญเปล่าจากการรอคอย และความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นจากกระบวนการที่ไม่เหมาะสมจากการแก้ไขงานรีเวิร์ค

3) แก้ไขปัญหาโดยใช้หลัก ECRS เพื่อลดความสูญเปล่าที่เกิดขึ้น

4) ควบคุมกระบวนการภายหลังการแก้ไข คือ ให้มีการจัดทำแผนการควบคุมกระบวนการและจัดทำดัชนีที่ใช้ชี้วัดและควบคุม

ผลที่ได้หลังจากการปรับปรุง คือ ความสูญเปล่าจากการรอคอยเป็น 2.70% ของเวลาทำงาน ความสูญเปล่าที่เกิดจากการแก้ไขงานในส่วนที่มีความถี่และผลกระทบในด้านความปลอดภัยเป็น 0.08 จุด/คัน ต้นทุนความล้มเหลวภายนอก (External Failure Cost) ลดลงจาก 837

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บาท/คัน เป็น 126 บาท/คัน ต้นทุนความล้มเหลวภายใน (Internal Failure Cost) ลดลงจาก 402 บาท/คัน เป็น 16 บาท/คัน

กมลรัตน์ ศรีสังข์สุข และณัฐชา ทวีแสงสกุลไทย (2553) ลดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิตสายเคเบิลขนาดเล็ก โดยประยุกต์ใช้แนวทางลีน-ซิกส์ซิกมา 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การนิยามปัญหา 2) การวัดเพื่อกำหนดสาเหตุของปัญหาคือศึกษากระบวนการผลิตและวัดสายธารคุณค่าก่อนการปรับปรุงเพื่อหาความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต 3) การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาโดยวิเคราะห์ความสูญเปล่าทั้ง 7 ประการ 4) การปรับปรุงแก้ไขกระบวนการโดยออกแบบการผลิตใหม่และวัดสายธารคุณค่าหลังการปรับปรุง การลดความสูญเปล่าจากสินค้าคงคลังที่ไม่จำเป็นโดยหลักการ 5 ส การขนส่งตัวจับยึดชิ้นงาน และการลดข้อบกพร่องของการเกิดปัญหา Short Circuit ในกระบวนการผลิตโดยการออกแบบการทดลอง และ5) การควบคุมกระบวนการตามมาตรฐานการทำงานจากค่าที่ได้จากการทดลองและติดตามให้ผู้ปฏิบัติงานทำตามมาตรฐานนั้นๆ

2.8.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการปรับเปลี่ยนเครื่องจักรอย่างรวดเร็ว

จินตนา ไชยคุณ (2553) ศึกษาวิธีลดเวลาสูญเสียในการปรับตั้งเครื่องจักรของกระบวนการฉีดท่อพลาสติกด้วยเทคนิค SMED มีขั้นตอนการดำเนินงาน ได้แก่ 1) ศึกษาขั้นตอนการปรับตั้งเครื่องจักร 2) แยกงานภายในและงานภายนอกออกจากกัน 3) เปลี่ยนการฮีตดายน์ที่เดิมเป็นงานภายในออกมาเป็นงานภายนอก ออกแบบเครื่องมือช่วยในการปรับปรุงขั้นตอนการถอดและประกอบชุดดายน์ให้เป็นดายน์สำเร็จรูป และลดขั้นตอนการปฏิบัติงาน 4) ประยุกต์การปฏิบัติงานแบบขนาน และ 5) จัดทำมาตรฐานการปฏิบัติงาน พบว่าสามารถลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักรลงได้ 60.5%

ชนกนาถ บู่สาลี (2555) ใช้แนวคิดการผลิตแบบลีนวิเคราะห์คอขวดและหาความสูญเสียเพื่อเพิ่มผลผลิต (Output) ในกระบวนการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาล ดังนี้

1) วิเคราะห์ขั้นตอนและเวลาในกระบวนการผลิตทั้งหมด พบว่าที่กระบวนการผลิตส่วนต้นทาง เครื่องหลอมและเครื่องผสมมีกำลังการผลิตต่ำกว่าเครื่องรีดและเครื่องตัดหมากฝรั่ง ดังนั้นเครื่องรีดและเครื่องตัดหมากฝรั่งจึงต้องรอคอมปาวด์จากเครื่องผสม แก้ไขโดยเพิ่มเครื่องหลอมและเครื่องผสมอย่างละ 1 เครื่อง

2) วิเคราะห์ความสูญเสียในกระบวนการผลิตด้วยแผนภูมิน้ำตก ความสูญเสียหลัก 2 ประเภท ได้แก่ การสูญเสียความเร็วของเครื่องจักร (Machine Speed Losses) และการสูญเสียเวลาปรับเปลี่ยนและ/หรือปรับตั้งเครื่องจักร (Machine Changeover Losses) เมื่อเปลี่ยนชนิดและรสของหมากฝรั่ง

3) วิเคราะห์สาเหตุของการสูญเสียความเร็วของเครื่องจักรด้วยแผนผังแสดงสาเหตุและผล และการวิเคราะห์อาการขัดข้องและผลกระทบ พบว่าสาเหตุหลักเกิดจากการหยุดเดินเครื่องเนื่องจากจำนวนผู้ปฏิบัติงานไม่เพียงพอกับการปฏิบัติการเดินเครื่องจักร ดังนั้นหลังจากวิเคราะห์การ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูญเสียแรงงาน (Labor Loss Analysis) สามารถลดความสูญเสียนี้ได้ทั้งหมดโดยเพิ่มจำนวนผู้ปฏิบัติงานตามที่คำนวณได้

4) ในกรณีของการสูญเสียเวลาการปรับเปลี่ยนและ/หรือปรับตั้งเครื่องจักร สามารถลดความสูญเสียโดยลดความถี่ของการเปลี่ยนชนิดและรสของหมากฝรั่ง และการลดระยะเวลาปรับเปลี่ยนและ/หรือปรับตั้งเครื่องจักรโดยใช้เทคนิคการปรับเปลี่ยนเครื่องจักรอย่างรวดเร็ว (SMED)

António C. M. and Gil C. S. P. (2011) ทบทวนงานตีพิมพ์ต่างๆ ที่เกี่ยวกับการปรับเปลี่ยนเครื่องจักรอย่างรวดเร็ว (SMED) และกรณีศึกษาที่นำ SMED มาใช้ในกระบวนการผลิต บริษัทที่เป็นกรณีศึกษาคือบริษัทผลิตแม่พิมพ์ (Molds) ซึ่งแบ่งเป็น 3 ส่วน คือ Low-End, Medium-End และ High-End และมีขั้นตอนการปรับเปลี่ยนเครื่องจักร 4 ขั้นตอน ได้แก่ การถอดดายน์ตัวเก่าออก การใส่ดายน์ตัวใหม่ การเตรียมดายน์ตัวใหม่ การตั้งค่าต่างๆ การสอบเทียบ และการปรับตัวแปรใหม่ หลังจากลดเวลาการปรับเปลี่ยนเครื่องจักรด้วยเทคนิค SMED พบว่าสามารถลดเวลาการปรับเปลี่ยนเครื่องจักรแต่ละส่วนของ Low-End, Medium-End และ High-End ลงได้ 46 %, 44 % และ 32 % ตามลำดับ

Pablo G. F. and Konstantinos S. (2013) ลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักรเพื่อเปลี่ยนรุ่นการผลิตในงานเชื่อมโดยใช้วิธีการปรับเปลี่ยนเครื่องจักรอย่างรวดเร็ว (SMED) และดำเนินการด้วยวงจร PDCA ได้แก่ การวางแผน (Plan) การปฏิบัติ (Do) การตรวจสอบ (Check) และการนำผลการตรวจสอบมาพัฒนา (Act) ผลการดำเนินงาน พบว่าลดเวลาได้ 33 % ของเวลาการเปลี่ยนรุ่นการผลิตทั้งหมด เทียบได้กับ 13,206 ยูโรต่อปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีดำเนินงาน

โครงการนี้ดำเนินงาน 2 ส่วน คือ การลดเวลาสูญเสียในเปลี่ยนรุ่นการผลิตจากการปรับเปลี่ยนและ/หรือปรับตั้งเครื่องจักรในกระบวนการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาล และการวางแผนกำลังการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาลในการหาสายการผลิตสำรอง

3.1 ขั้นตอนการลดเวลาสูญเสียในกระบวนการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาล

การลดเวลาสูญเสียในกระบวนการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาล ดำเนินการตามหลักการลีน-ซิกส์ซิกมา (Integrated Lean-Six Sigma) โดยตั้งเป้าหมายลดเวลาสูญเสีย 25% ของเวลาจากการเปลี่ยนรุ่นการผลิตทั้งหมด ดังนี้

3.1.1 ศึกษาขั้นตอนและเก็บข้อมูลเวลาที่ใช้ปรับเปลี่ยนและ/หรือปรับตั้งเครื่องจักรในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาลก่อนการดำเนินงาน

ศึกษาขั้นตอนและเก็บข้อมูลเวลาที่ใช้ปรับเปลี่ยนและ/หรือปรับตั้งเครื่องจักรในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาล 2 กรณีศึกษา คือ

- กรณีที่ 1 การเปลี่ยนรสและสีจากสีเข้มเป็นสีอ่อนกว่า
- กรณีที่ 2 การเปลี่ยนรสแต่สีเดิม หรือเปลี่ยนรสและเปลี่ยนเป็นสีที่เข้มกว่า

และสร้างแผนภูมิแกนต์ (Gantt Chart)

3.1.2 วิเคราะห์สาเหตุของเวลาสูญเสียในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาลจากปรับเปลี่ยนและ/หรือปรับตั้งเครื่องจักรด้วยแผนภูมิแสดงสาเหตุและผลและการระดมสมอง

หาปัจจัยที่คาดว่ามีผลต่อการสูญเสียเวลาปรับเปลี่ยนและ/หรือปรับตั้งเครื่องจักรในการเปลี่ยนรุ่นการผลิต 2 กรณีศึกษา ด้วยแผนภูมิแสดงสาเหตุและผลและการระดมสมอง

3.1.3 ลดเวลาสูญเสียในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาล 2 กรณีศึกษา จากการปรับเปลี่ยนและ/หรือปรับตั้งเครื่องจักร

ใช้เครื่องมือของลีน-ซิกส์ซิกมา ได้แก่ เทคนิค SMED และหลักการ ECRS ในการลดเวลาปรับเปลี่ยนและ/หรือปรับตั้งเครื่องจักร

เทคนิค SMED มีขั้นตอน คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) แยกงานภายใน (Internal Work) ออกจากงานภายนอก (External Work)

2) เปลี่ยนงานภายในให้เป็นงานภายนอกให้ได้มากที่สุด

3) ปรับปรุงการปรับเปลี่ยนและ/หรือปรับตั้งเครื่องจักรในทุกๆ แง่มุมให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เช่น การปฏิบัติงานแบบขนานที่สามารถทำพร้อมกันได้ หาวิธีการปฏิบัติงานแบบใหม่ให้ง่ายขึ้น หรือใช้อุปกรณ์เครื่องมือช่วยการปฏิบัติงานให้สะดวกและทำงานภายในได้เร็วขึ้น

หลักการ ECRS (Eliminate, Combine, Rearrange, Simplify) ได้แก่

1) พิจารณาขั้นตอนการปรับเปลี่ยนและ/หรือปรับตั้งเครื่องจักรที่ไม่จำเป็นและไม่เกิดมูลค่าเพิ่มกับผลิตภัณฑ์ (Non-Effective Steps) แล้วขจัดขั้นตอนการปรับเปลี่ยนและ/หรือปรับตั้งเครื่องจักรที่ไม่จำเป็นนั้นออก

2) รวมขั้นตอนการปรับเปลี่ยนและ/หรือปรับตั้งเครื่องจักรให้เหลือน้อยลงโดยรวมขั้นตอนที่สามารถปฏิบัติไปด้วยกันได้

3) พิจารณาและจัดลำดับขั้นตอนการปรับเปลี่ยนและ/หรือปรับตั้งเครื่องจักรใหม่โดยโยกย้ายหรือสับเปลี่ยนขั้นตอนการปรับเปลี่ยนและ/หรือปรับตั้งเครื่องจักรให้เหมาะสม

4) เปลี่ยนหรือปรับปรุงวิธีการปรับเปลี่ยนและ/หรือปรับตั้งเครื่องจักร คือ ออกแบบเครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่ช่วยปรับเปลี่ยนและ/หรือปรับตั้งเครื่องจักรให้ง่ายขึ้น

3.1.4 ตรวจสอบเวลาที่ใช้ปฏิบัติงานในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาลหลังการดำเนินงาน 2 กรณีศึกษา

เก็บข้อมูลเวลาที่ใช้ปรับเปลี่ยนและ/หรือปรับตั้งเครื่องจักรในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาลหลังการดำเนินงาน 2 กรณีศึกษา และสร้างแผนภูมิแกนต์ (Gantt Chart)

3.1.5 จัดทำมาตรฐานการปรับเปลี่ยนและ/หรือปรับตั้งเครื่องจักรในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาล 2 กรณีศึกษา

กำหนดขั้นตอนการปรับเปลี่ยนและ/หรือปรับตั้งเครื่องจักรในการเปลี่ยนรุ่นการผลิต 2 กรณีศึกษา

3.2 ขั้นตอนการวางแผนกำลังการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาล

3.2.1 วิเคราะห์และวางแผนกำลังการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาล ดังนี้

- คำนวณอัตราการใช้เครื่องจักร (Machine Utilization) และวิเคราะห์กำลังการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นทุกสายการผลิต ได้แก่ KF, RS9 และ RS12-SEA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เลือกสายการผลิตสำรองสำหรับผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาลของสายการผลิต KF

3.2.2 วางแผนการขนย้ายหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาล

- ศึกษาทุกสายการผลิตหมากฝรั่งแบบฮาลาลและไม่ใช่ฮาลาลในกระบวนการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่น
- ศึกษาแผนผังโรงงานผลิตหมากฝรั่งของบริษัทเพื่อวางแผนการขนย้ายหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาลที่เป็นฮาลาล
- วางแผนการขนย้ายหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาลที่เป็นฮาลาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการดำเนินงานและการอภิปรายผล

4.1 การลดเวลาสูญเสียในกระบวนการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาล (จันทกานต์ พรสายชล กันต์กนิษฐ์ ขวัญพฤกษ์ และอัญชลีพร วาริทสวัสดิ์ หล่อทองคำ. 2556)

4.1.1 ขั้นตอนและเวลาการปรับเปลี่ยนและปรับตั้งเครื่องจักรในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาลก่อนการดำเนินงาน 2 กรณีศึกษา

แผนภูมิแกนต์ในรูปที่ 4.1 และ 4.2 แสดงขั้นตอนและเวลาการปรับตั้งเครื่องผสมในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาลก่อนการดำเนินงาน 2 กรณีศึกษา คือ

กรณีที่ 1 การเปลี่ยนรสและสีจากสีเข้มเป็นสีอ่อนกว่า

กรณีที่ 2 การเปลี่ยนรสแต่สีเดิม หรือเปลี่ยนรสและเปลี่ยนเป็นสีที่เข้มกว่า

พบว่ากรณีที่ 1 และ 2 ใช้เวลาปรับตั้งเครื่องผสม 6 ชั่วโมง และ 3 ชั่วโมง 10 นาที ตามลำดับ และมีขั้นตอนการปรับตั้งเครื่องผสมแตกต่างกันคือ กรณีที่ 1 มีขั้นตอนการถอดฐานใบกวนเพื่อทำความสะอาด

แผนภูมิแกนต์ในรูปที่ 4.3 และ 4.4 แสดงขั้นตอนและเวลาการปรับเปลี่ยนและปรับตั้งชุดเครื่องรีดและตัดหมากฝรั่งในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาลก่อนการดำเนินงาน 2 กรณีศึกษา พบว่ากรณีที่ 1 และ 2 ใช้เวลาปรับเปลี่ยนและปรับตั้งชุดเครื่องรีดและตัดหมากฝรั่ง 5 ชั่วโมง 50 นาที และ 3 ชั่วโมง ตามลำดับ

แผนภูมิแกนต์ในรูปที่ 4.5 และ 4.6 แสดงเวลาทั้งหมดที่ใช้ในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาลจากการปรับตั้งเครื่องผสม และการปรับเปลี่ยนและปรับตั้งชุดเครื่องรีดและตัดหมากฝรั่งก่อนการดำเนินงาน 2 กรณีศึกษา เครื่องหมายกากบาท (X) แสดงการปรับตั้งเครื่องผสม และการปรับเปลี่ยนและปรับตั้งชุดเครื่องรีดและตัดหมากฝรั่ง เวลาการเปลี่ยนรุ่นการผลิตเริ่มนับตั้งแต่ชั่วโมงที่ 2 ที่หยุดชุดเครื่องรีดและตัดหมากฝรั่ง เพราะคอมปาวด์ของหมากฝรั่งจากเครื่องผสมจะถูกถ่ายออกมาพักในรถเข็นเพื่อส่งเข้าชุดเครื่องรีดและตัดหมากฝรั่งที่ยังคงผลิตหมากฝรั่งซึ่งกำลังจะเปลี่ยนรุ่นการผลิตอีก 1 ชั่วโมง จึงสามารถปรับตั้งเครื่องผสมได้ก่อนโดยไม่นับอยู่ในเวลาการเปลี่ยนรุ่นการผลิต ดังนั้นเวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตในกรณีที่ 1 คือ 6 ชั่วโมง และกรณีที่ 2 คือ 3 ชั่วโมง (ชั่วโมงที่ 1 ในแผนภูมิแกนต์ ไม่นับเป็นเวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนรุ่น เพราะในขณะนั้นชุดเครื่องรีดและตัดหมากฝรั่งยังทำงานอยู่)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการปรับตั้งเครื่องผสม	เวลา																																		หน่วย
	1						2						3						4						5						6						ชั่วโมง
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	X10 นาที
1. เตรียมอุปกรณ์ทำความสะอาด																																				
2. หยุดเครื่องผสม นำหมากฝรั่งออกจากเครื่องผสม และใช้เกรียงแซะเศษหมากฝรั่งในเครื่องผสม																																				
3. ถอด ทำความสะอาด และประกอบฐานใบกวน																																				
4. ล้างน้ำร้อนภายในและภายนอกเครื่องผสมแล้วปล่อยให้แห้ง																																				
5. ทำความสะอาดใต้เครื่องผสมและพื้นโดยรอบ																																				
6. เตรียมส่วนผสมหมากฝรั่ง																																				
7. ตั้งค่าเครื่องผสมและผสมหมากฝรั่ง																																				

รูปที่ 4.1 แผนภูมิแกนต์แสดงขั้นตอนและเวลาการปรับตั้งเครื่องผสมในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาลก่อนการดำเนินงาน: กรณีการเปลี่ยนรสและสีจากสีเข้มเป็นสีอ่อนกว่า

ขั้นตอนการปรับตั้งเครื่องผสม	เวลา																																	หน่วย
	1						2						3						4						5						6					ชั่วโมง
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	X10 นาที
1. เตรียมอุปกรณ์ทำความสะอาด																																				
2. หยุดเครื่องผสม นำหมากฝรั่งออกจากเครื่องผสม และใช้เกรียงแซะเศษหมากฝรั่งในเครื่องผสม																																				
3. ล้างน้ำร้อนภายในและภายนอกเครื่องผสมแล้วปล่อยให้แห้ง																																				
4. ทำความสะอาดใต้เครื่องผสมและพื้นโดยรอบ																																				
5. เตรียมส่วนผสมหมากฝรั่ง																																				
6. ตั้งค่าเครื่องผสมและผสมหมากฝรั่ง																																				

รูปที่ 4.2 แผนภูมิแกนต์แสดงขั้นตอนและเวลาการปรับตั้งเครื่องผสมในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาลก่อนการดำเนินงาน: กรณีการเปลี่ยนรสแต่สีเดิม หรือเปลี่ยนรสและเปลี่ยนเป็นสีที่เข้มกว่า

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ห้ามนำไปใช้ในทางที่ผิดกฎหมาย

เครื่องจักรในชุดเครื่องรีดและตัดหมากฝรั่ง	ขั้นตอนการปรับเปลี่ยนและ/หรือปรับตั้งเครื่องจักร	เวลา																																		หน่วย
		1						2						3						4						5						6						ชั่วโมง
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	X10 นาที
Pre-Extruder	1. หยุดเครื่องและถอดสกรู																																				
	2. ทำความสะอาดสกรูและภายใน Pre-Extruder																																				
	3. ประกอบสกรู																																				
Extruder	1. หยุดเครื่องและถอดสกรู																																				
	2. ทำความสะอาดสกรูและภายใน Extruder																																				
	3. ประกอบสกรู																																				
Return Extruder	1. หยุดเครื่องและถอดสกรู																																				
	2. ทำความสะอาดสกรูและภายใน Return Extruder																																				
	3. ทำความสะอาดสายพาน																																				
	4. ประกอบสกรู																																				
Cooling Tunnel	1. เช็ดสายพานภายใน Cooling Tunnel																																				
	2. ดูดฝุ่นภายใน Cooling Tunnel																																				
Roll Scoring Machine	1. เช็ดและดูดฝุ่น Roll Scoring Machine																																				
	2. เปลี่ยนลูกรีดและใบมีด																																				
	3. ดูดฝุ่นถาดรองแป้งใต้สายพานที่อยู่ใน Roll Scoring Machine																																				
	4. ทำความสะอาดพื้นบริเวณ Roll Scoring Machine																																				
	5. รอการผสมหมากฝรั่งที่เครื่องผสม																																				
	5. ปรับตั้ง Roll Scoring Machine และเริ่มเดินเครื่องจักรจนหมากฝรั่งออกมา																																				

รูปที่ 4.3 แผนภูมิแกนต์แสดงขั้นตอนและเวลาการปรับเปลี่ยนและปรับตั้งชุดเครื่องรีดและตัดหมากฝรั่งในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาล ก่อนการดำเนินงาน: กรณีการเปลี่ยนรสและสีจากสีเข้มเป็นสีอ่อนกว่า

เครื่องจักรในชุดเครื่องรีดและตัดหมากฝรั่ง	ขั้นตอนการปรับเปลี่ยนและ/หรือปรับตั้งเครื่องจักร	หน่วย																																			
		1						2						3						4						5						6						ชั่วโมง
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	X10 นาที
Pre-Extruder	1. หยุดเครื่องและถอดสกรู	■																																				
	2. ทำความสะอาดสกรูและภายใน Pre-Extruder		■	■	■	■	■	■	■	■	■																											
	3. ประกอบสกรู											■																										
Extruder	1. หยุดเครื่องและถอดสกรู	■																																				
	2. ทำความสะอาดสกรูและภายใน Extruder		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■																										
	3. ประกอบสกรู												■																									
Return Extruder	1. หยุดเครื่องและถอดสกรู	■	■																																			
	2. ทำความสะอาดสกรูและภายใน Return Extruder			■	■	■	■	■	■																													
	3. ทำความสะอาดสายพาน									■	■	■	■	■	■																							
	4. ประกอบสกรู															■																						
Cooling Tunnel	1. เช็ดสายพานภายใน Cooling Tunnel					■																																
	2. ดูดฝุ่นภายใน Cooling Tunnel						■																															
Roll Scoring Machine	1. เช็ดและดูดฝุ่น Roll Scoring Machine	■	■	■	■																																	
	2. เปลี่ยนลูกรีดและใบมีด					■	■	■	■																													
	3. ดูดฝุ่นถาดรองแป้งใต้สายพานที่อยู่ใน Roll Scoring Machine									■	■																											
	4. ทำความสะอาดพื้นบริเวณ Roll Scoring Machine											■	■	■																								
	5. ปรับตั้ง Roll Scoring Machine และเริ่มเดินเครื่องจักรจนหมากฝรั่งออกมา														■	■	■	■	■																			

รูปที่ 4.4 แผนภูมิแกนต์แสดงขั้นตอนและเวลาการปรับเปลี่ยนและปรับตั้งชุดเครื่องรีดและตัดหมากฝรั่งในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาลก่อนการดำเนินงาน: กรณีการเปลี่ยนรสแต่สีเดิม หรือเปลี่ยนรสและเปลี่ยนเป็นสีที่เข้มกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

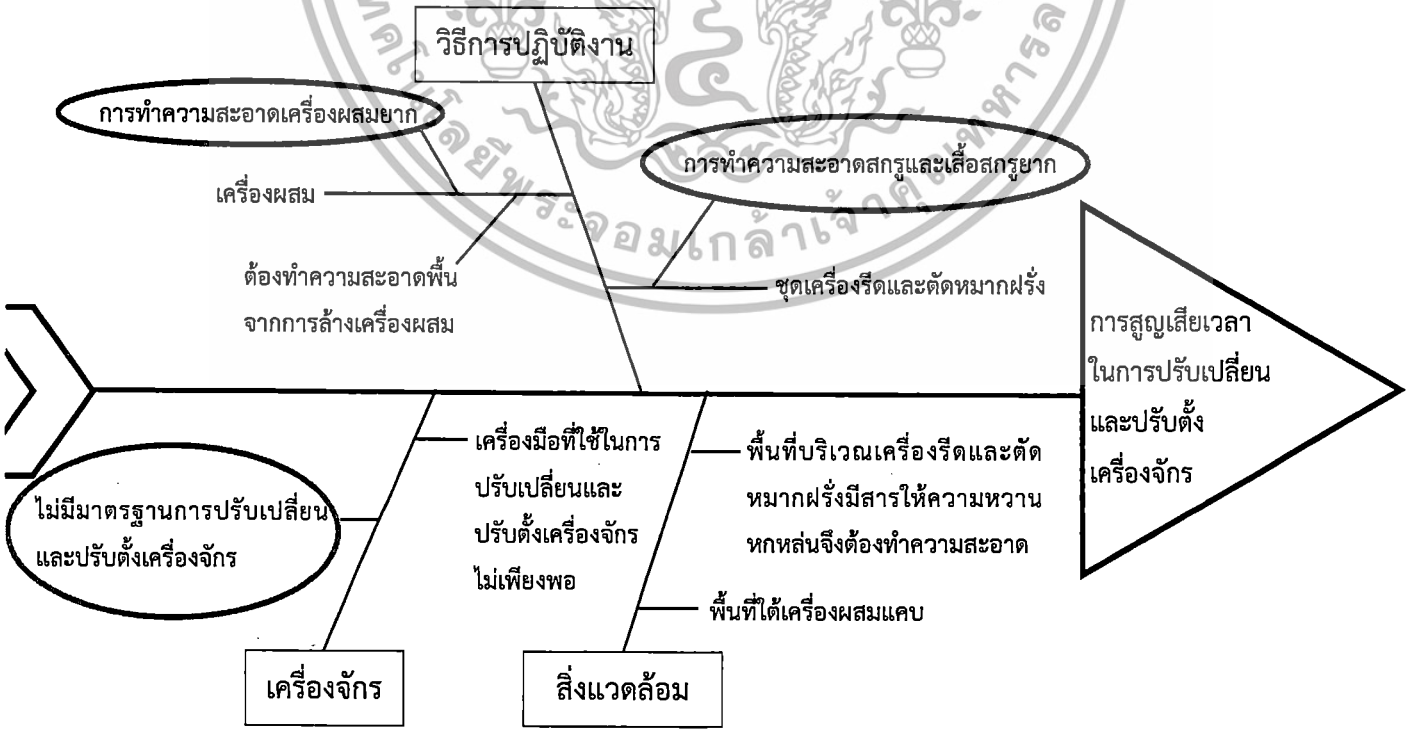
เครื่องจักร	เวลา (ชั่วโมง)						
	1	2	3	4	5	6	7
1. เครื่องผสม	☒	☒	☒	☒	☒	☒	
2. ชุดเครื่องรีดและตัดหมากฝรั่ง		☒	☒				☒

รูปที่ 4.5 แผนภูมิแกนต์แสดงเวลาการปรับตั้งเครื่องผสมและการปรับเปลี่ยนและปรับตั้งชุดเครื่องรีดและตัดหมากฝรั่งในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาลก่อนการดำเนินงาน: กรณีการเปลี่ยนรสและสีจากสีเข้มเป็นสีอ่อนกว่า

เครื่องจักร	เวลา (ชั่วโมง)						
	1	2	3	4	5	6	7
1. เครื่องผสม	☒	☒	☒				
2. ชุดเครื่องรีดและตัดหมากฝรั่ง		☒	☒	☒			

รูปที่ 4.6 แผนภูมิแกนต์แสดงเวลาการปรับตั้งเครื่องผสมและการปรับเปลี่ยนและปรับตั้งชุดเครื่องรีดและตัดหมากฝรั่งในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาลก่อนการดำเนินงาน: กรณีการเปลี่ยนรสแต่สีเดิม หรือเปลี่ยนรสและเปลี่ยนเป็นสีที่เข้มกว่า

4.1.2 สาเหตุของเวลาสูญเสียในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาล 2 กรณีศึกษา จากการปรับเปลี่ยนและปรับตั้งเครื่องจักร



รูปที่ 4.7 สาเหตุหลักของการสูญเสียเวลาในการปรับเปลี่ยนและปรับตั้งเครื่องจักร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.7 สาเหตุหลักของเวลาสูญเสียในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาลจากการปรับเปลี่ยนและปรับตั้งเครื่องจักร 2 กรณีศึกษา คือ วิธีการการทำความสะอาดเครื่องผสม สกรู และเสื้อสกรูของเครื่องรีดและตัดหมากฝรั่งยาก และไม่มีมาตรฐานการปรับเปลี่ยนและปรับตั้งเครื่องจักร

4.1.3 การลดเวลาสูญเสียในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาลจากการปรับเปลี่ยนและปรับตั้งเครื่องจักร

ก) การลดเวลาสูญเสียที่เครื่องผสม

1) การแยกระหว่างงานภายในและงานภายนอก

ตารางที่ 4.1 แสดงขั้นตอนต่างๆ ทั้งหมดในการปรับตั้งเครื่องผสมที่เป็นงานภายในและงานภายนอก หลังจากบันทึกขั้นตอนและเวลาการปรับตั้งเครื่องผสม และการปรับเปลี่ยนและปรับตั้งชุดเครื่องรีดและตัดหมากฝรั่งในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาล 2 กรณีศึกษา

ตารางที่ 4.1 การแยกงานภายในและงานภายนอกในการปรับตั้งเครื่องผสมเพื่อเปลี่ยนรุ่นการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาล 2 กรณีศึกษา

ขั้นตอนการปรับตั้งเครื่องผสม	งานภายใน	งานภายนอก
1. เตรียมอุปกรณ์ทำความสะอาด		✓
2. หยุดเครื่องผสม นำหมากฝรั่งออกจากเครื่องผสม และใช้เกรียงแซะเศษหมากฝรั่งในเครื่องผสม	✓	
3. ถอด ทำความสะอาด และประกอบฐานใบกวน (กรณีที่ 1)	✓	
4. ล้างน้ำร้อนภายในและภายนอกเครื่องผสมแล้วปล่อยให้แห้ง	✓	
5. ทำความสะอาดใต้เครื่องผสมและพื้นโดยรอบ	✓	
6. เตรียมส่วนผสมหมากฝรั่ง		✓
7. ตั้งค่าเครื่องผสมและผสมหมากฝรั่ง	✓	

หมายเหตุ กรณีที่ 1 การเปลี่ยนรสและสีจากสีเข้มเป็นสีอ่อนกว่า

กรณีที่ 2 การเปลี่ยนรสแต่สีเดิม หรือเปลี่ยนรสและเปลี่ยนเป็นสีที่เข้มกว่า

2) การเปลี่ยนงานภายในเป็นงานภายนอก

ในการปรับตั้งเครื่องผสมเพื่อเปลี่ยนรุ่นการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาล ทั้ง 2 กรณีศึกษา การเปลี่ยนงานภายในเป็นงานภายนอก ได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การเตรียมอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อทำความสะอาดเครื่องผสมขณะที่เครื่องยังทำงานอยู่ แทนการเตรียมหลังหยุดเครื่องผสมเมื่อจะเปลี่ยนรุ่นการผลิต ซึ่งช่วยลดเวลาการปรับตั้งเครื่องผสมได้ 20 นาที

- การเตรียมวัตถุดิบสำหรับการเปลี่ยนรุ่นการผลิตในเวลาเดียวกับการปรับตั้งเครื่องผสม เช่น สี สารให้ความหวาน และกลิ่น ซึ่งช่วยลดเวลาการปรับตั้งเครื่องผสมได้ 20 นาที

3) การปรับปรุงการปรับตั้งเครื่องผสมในทุกๆ แง่มุมให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ตารางที่ 4.2 แสดงการลดเวลาสูญเสียที่เครื่องผสมจากการเปลี่ยนรุ่นการผลิต 2 กรณีศึกษา โดยใช้หลักการ ECRS เพื่อลดขั้นตอนการปฏิบัติงานให้พนักงานสามารถปฏิบัติได้ง่ายขึ้น รายละเอียดการเปรียบเทียบขั้นตอนและเวลาการปรับตั้งเครื่องผสมก่อนและหลังการใช้หลักการ ECRS ทั้ง 2 กรณีศึกษา แสดงดังภาคผนวก ข ตารางที่ ข.7 และ ข.8

ตารางที่ 4.2 เวลาที่ลดได้ที่เครื่องผสมหลังใช้หลักการ ECRS

หลักการ ECRS ที่ใช้ลดเวลาที่เครื่องผสม	เวลาที่ลดได้ (นาที)	
	กรณีที่ 1	กรณีที่ 2
การปฏิบัติงานแบบขนาน	50	-
การเปลี่ยนวิธีการปฏิบัติงาน	45	20

หมายเหตุ กรณีที่ 1 การเปลี่ยนรสและสีจากสีเข้มเป็นสีอ่อนกว่า
กรณีที่ 2 การเปลี่ยนรสแต่สีเดิม หรือเปลี่ยนรสและเปลี่ยนเป็นสีที่เข้มกว่า

การปฏิบัติงานแบบขนานที่ได้ดำเนินการในกรณีการเปลี่ยนรสและสีจากสีเข้มเป็นสีอ่อนกว่า คือ การถอดและทำความสะอาดฐานใบกวนที่เครื่องผสมพร้อมกับการทำความสะอาดเครื่องผสมเมื่อหยุดเครื่องผสม ซึ่งช่วยลดเวลาการปรับตั้งเครื่องผสมได้ 50 นาที (สำหรับกรณีการเปลี่ยนรสแต่สีเดิม หรือเปลี่ยนรสและเปลี่ยนเป็นสีที่เข้มกว่าไม่มีขั้นตอนการถอดและทำความสะอาดฐานใบกวนดังกล่าว)

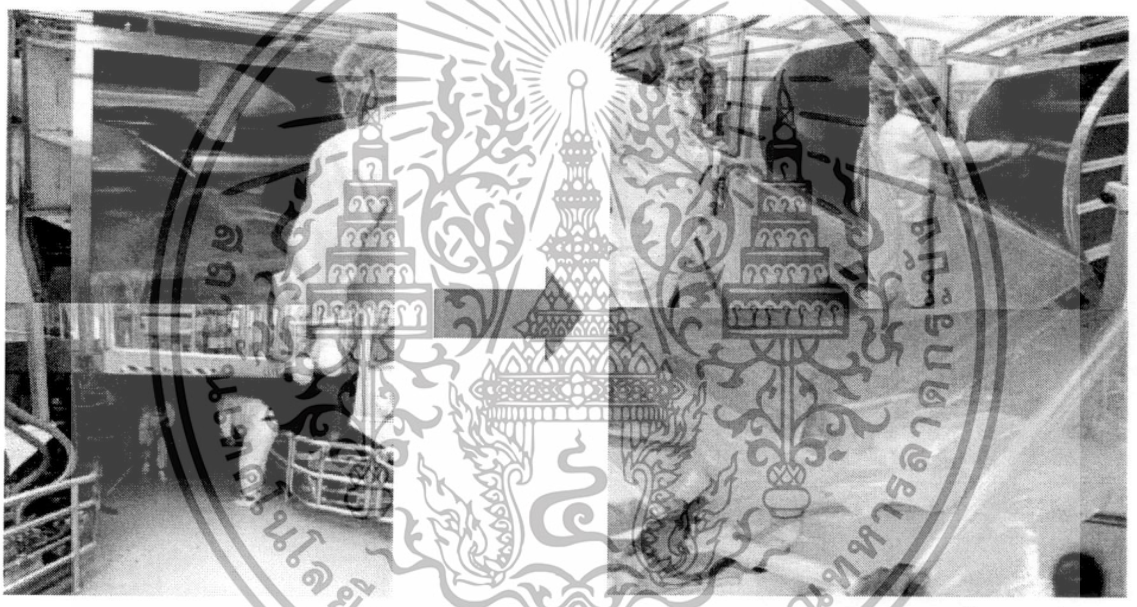
การเปลี่ยนวิธีการปฏิบัติงานเมื่อหยุดเครื่องผสมเพื่อการเปลี่ยนรุ่นผลิตทั้ง 2 กรณี ที่ได้ดำเนินการ คือ

- การเพิ่มวิธีการทำความสะอาดเครื่องผสมโดยใช้ตัวกลางช่วยในการทำความสะอาด ซึ่งคือหมากฝรั่งที่เป็นรีเวิร์คปริมาณหนึ่งผสมกับสารให้ความหวาน สารให้ความหวานจะทำให้ความเหนียวของหมากฝรั่งรุ่นที่ผลิตก่อนหน้าที่ค้างอยู่ในเครื่องผสมลดลงและหลุดออกง่าย จึงทำความสะอาดได้เร็วและง่ายขึ้น (เดิมหมากฝรั่งที่เป็นรีเวิร์คจะถูกส่งเข้าเครื่องผสมในขณะที่เดินเครื่องผสม) จากนั้นหมากฝรั่งที่เป็นรีเวิร์คซึ่งใช้เป็นตัวกลางช่วยในการทำความสะอาดจะถูกกำจัดออก และเพิ่มการฉีดน้ำมันมะพร้าวเพื่อให้เศษหมากฝรั่งที่ติดอยู่ในเครื่องผสมหลุดออกทั้งหมด เพราะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมากพื้นฐานเป็นสารประกอบของอิลาสโตเมอร์ (Elastomers) เรซิน (Resins) และไข (Waxes) จึงละลายได้ดีในน้ำมัน (คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. 2556; สุมาลัย ศรีกำไลทอง. 2556; Multiceras. 2013) จึงช่วยลดเวลาการปรับตั้งเครื่องผสมในกรณีการเปลี่ยนรสและสีจากสีเข้มเป็นสีอ่อนกว่าได้ 15 นาที และกรณีการเปลี่ยนรสแต่สีเดิม หรือเปลี่ยนรสและเปลี่ยนเป็นสีที่เข้มกว่าได้ 10 นาที

- การใช้แผ่นพลาสติกรองน้ำขณะที่ล้างเครื่องผสมเพื่อไม่ให้น้ำเปื้อนลงพื้นแทนการล้างเครื่องผสมแบบเดิมแล้วเช็ดน้ำที่พื้น แสดงดังรูปที่ 4.8 การปฏิบัตินี้ช่วยลดเวลาการทำความสะอาดเครื่องผสมและบริเวณพื้นรอบเครื่องผสมในกรณีเปลี่ยนผลิตรสและสีหมากฝรั่งจากสีเข้มเป็นสีอ่อนกว่าได้ 30 นาที และกรณีการเปลี่ยนรสแต่สีเดิม หรือเปลี่ยนรสและเปลี่ยนเป็นสีที่เข้มกว่าได้ 10 นาที



ก่อนการดำเนินงาน หลังการดำเนินงานใช้แผ่นพลาสติกรองน้ำขณะที่ล้างเครื่องผสม

รูปที่ 4.8 การล้างเครื่องผสมก่อนและหลังการดำเนินงาน

ข) การลดเวลาสูญเสียที่ชุดเครื่องรีดและตัดหมากฝรั่ง

1) การแยกระหว่างงานภายในและงานภายนอก

ตารางที่ 4.3 แสดงขั้นตอนต่างๆ ทั้งหมดในการปรับเปลี่ยนและปรับตั้งชุดเครื่องรีดและตัดหมากฝรั่งที่เป็นงานภายในและงานภายนอก หลังจากบันทึกขั้นตอนและเวลาการปรับตั้งเครื่องผสม และการปรับเปลี่ยนและปรับตั้งชุดเครื่องรีดและตัดหมากฝรั่งในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาล 2 กรณีศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 การแยกงานภายในและงานภายนอกในการปรับเปลี่ยนและปรับตั้งชุดเครื่องรีดและตัดหมากฝรั่งเพื่อเปลี่ยนรุ่นการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาล 2 กรณีศึกษา

เครื่องจักรในชุดเครื่องรีดและตัดหมากฝรั่ง	ขั้นตอนการปรับเปลี่ยนและ/หรือปรับตั้งเครื่องจักร	งานภายใน	งานภายนอก
Pre-Extruder	1. หยุดเครื่องและถอดสกรู	✓	
	2. ทำความสะอาดสกรูและภายใน Pre-Extruder	✓	
	3. ประกอบสกรู	✓	
Extruder	1. หยุดเครื่องและถอดสกรู	✓	
	2. ทำความสะอาดสกรูและภายใน Extruder	✓	
	3. ประกอบสกรู	✓	
Return Extruder	1. หยุดเครื่องและถอดสกรู	✓	
	2. ทำความสะอาดสกรูและภายใน Return Extruder	✓	
	3. ทำความสะอาดสายพาน	✓	
	4. ประกอบสกรู	✓	
Cooling Tunnel	1. เช็ดสายพานภายใน Cooling Tunnel	✓	
	2. ดูดฝุ่นภายใน Cooling Tunnel	✓	
Roll Scoring Machine	1. เช็ดและดูดฝุ่น Roll Scoring Machine	✓	
	2. เปลี่ยนลูกรีดและใบมีด	✓	
	3. ดูดฝุ่นถาดรองแป้งใต้สายพานที่อยู่ใน Roll Scoring Machine	✓	
	4. ทำความสะอาดพื้นบริเวณ Roll Scoring Machine	✓	
	5. รอการผสมหมากฝรั่งที่เครื่องผสม (กรณีที่ 1)	✓	
	6. ปรับตั้ง Roll Scoring Machine และเริ่มเดินเครื่องจักรจนหมากฝรั่งออกมา	✓	

หมายเหตุ กรณีที่ 1 การเปลี่ยนรสและสีจากสีเข้มเป็นสีอ่อนกว่า

กรณีที่ 2 การเปลี่ยนรสแต่สีเดิม หรือเปลี่ยนรสและเปลี่ยนเป็นสีที่เข้มกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) การเปลี่ยนงานภายในเป็นงานภายนอก

การปรับเปลี่ยนและปรับตั้งชุดเครื่องรีดและตัดหมากฝรั่ง ทั้งกรณีการเปลี่ยนรสและสีจากสีเข้มเป็นสีอ่อนกว่า และกรณีการเปลี่ยนรสแต่สีเดิม หรือเปลี่ยนรสและเปลี่ยนเป็นสีที่เข้มกว่า ไม่มีการเปลี่ยนงานภายในเป็นงานภายนอก

3) การปรับปรุงการปรับเปลี่ยนและปรับตั้งชุดเครื่องรีดและตัดหมากฝรั่งในทุกๆ แง่มุมให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ตารางที่ 4.4 แสดงการลดเวลาสูญเสียที่ชุดเครื่องรีดและตัดหมากฝรั่งจากการเปลี่ยนรุ่นการผลิต 2 กรณีศึกษา โดยใช้หลักการ ECRS เพื่อลดขั้นตอนการปฏิบัติงานให้พนักงานสามารถปฏิบัติได้ง่ายขึ้น รายละเอียดการเปรียบเทียบขั้นตอนและเวลาการปรับเปลี่ยนและปรับตั้งชุดเครื่องรีดและตัดหมากฝรั่งก่อนและหลังการใช้หลักการ ECRS ทั้ง 2 กรณีศึกษา แสดงดังภาคผนวก ข ตารางที่ ข.9 และ ข.10

ตารางที่ 4.4 เวลาที่ลดได้ที่ชุดเครื่องรีดและตัดหมากฝรั่งหลังใช้หลักการ ECRS

หลักการ ECRS ที่ใช้ลดเวลาที่ชุดเครื่องรีดและตัดหมากฝรั่ง	เวลาที่ลดได้ (นาที)	
	กรณีที่ 1	กรณีที่ 2
การปฏิบัติงานแบบขนาน	10	40
การเปลี่ยนวิธีการปฏิบัติงาน	145	145
การขจัดงานที่ไม่จำเป็น	150	150

หมายเหตุ กรณีที่ 1 การเปลี่ยนรสและสีจากสีเข้มเป็นสีอ่อนกว่า

กรณีที่ 2 การเปลี่ยนรสแต่สีเดิม หรือเปลี่ยนรสและเปลี่ยนเป็นสีที่เข้มกว่า

การปฏิบัติงานแบบขนาน ได้แก่

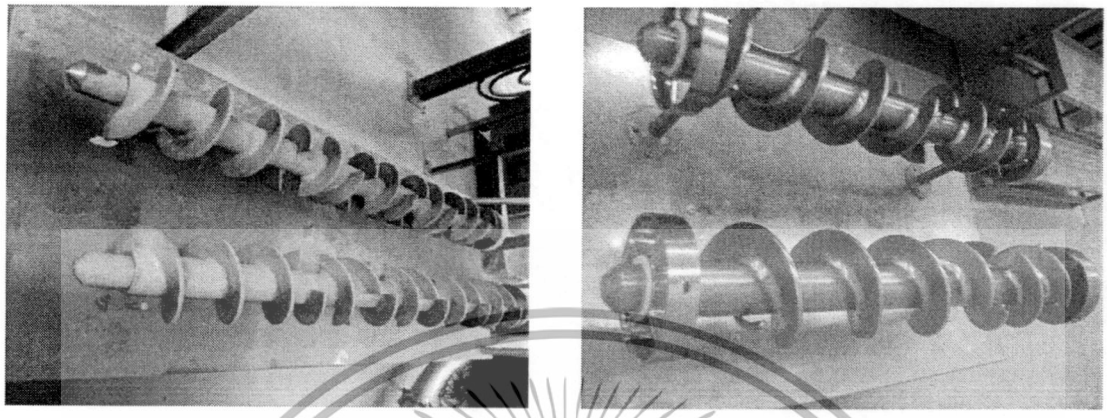
- การเปลี่ยนลูกรีดและใบมีดที่ใช้สำหรับผลิตหมากฝรั่งแบบเม็ดและแบบแผ่นในเวลาเดียวกันกับการดูดฝุ่นถาดรองแป้งใต้สายพานของ Roll Scoring Machine ช่วยลดเวลาการปรับเปลี่ยนและปรับตั้งชุดเครื่องรีดและตัดหมากฝรั่ง ทั้ง 2 กรณีศึกษา ได้ 10 นาที

- การทำความสะอาดพื้นที่บริเวณชุดเครื่องรีดและตัดหมากฝรั่งพร้อมกับการปรับตั้ง Roll Scoring Machine ช่วยลดเวลาการปรับเปลี่ยนและปรับตั้งชุดเครื่องรีดและตัดหมากฝรั่งกรณีการเปลี่ยนรสแต่สีเดิม หรือเปลี่ยนรสและเปลี่ยนเป็นสีที่เข้มกว่าได้ 30 นาที สำหรับกรณีที่ 1 การเปลี่ยนรสและสีจากสีเข้มเป็นสีอ่อนกว่า ไม่สามารถใช้การปฏิบัตินี้ได้ เพราะต้องรอการผสมหมากฝรั่งชนิดใหม่ในเครื่องผสมแล้วจึงปรับตั้ง Roll Scoring Machine เพื่อเดินเครื่องจักร

การเปลี่ยนวิธีการปฏิบัติงาน คือ การลดเวลาสูญเสียที่ Pre-Extruder และ Extruder โดยใช้สกรูสำรองที่ทำไว้ (รูปที่ 4.9) สลับใช้แทนสกรูที่ใช้อยู่ซึ่งต้องถอดไปทำความสะอาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

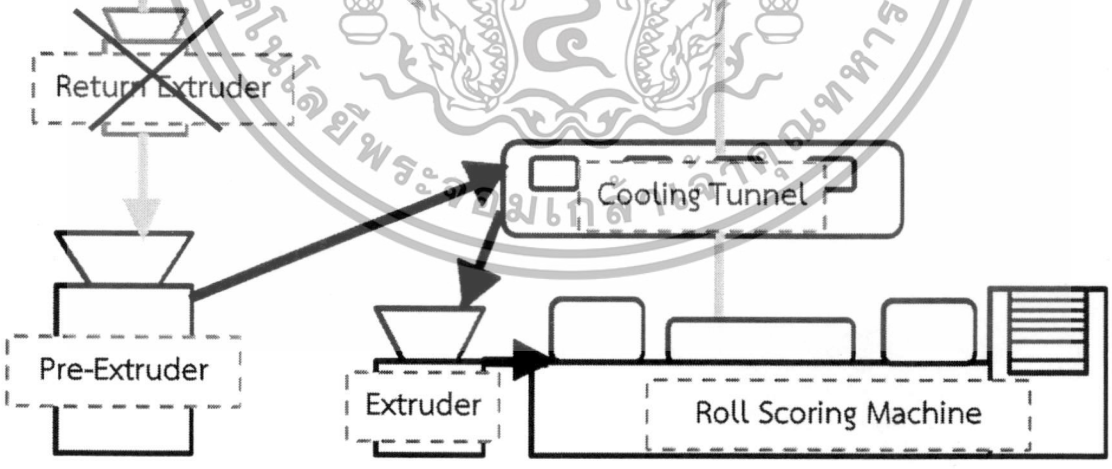
ช่วยลดเวลาการปรับเปลี่ยนและปรับตั้งชุดเครื่องรีดและตัดหมากฝรั่งในกรณีการเปลี่ยนรสและสีจากสีเข้มเป็นสีอ่อนกว่า ได้ 65 นาที และกรณีการเปลี่ยนรสแต่สีเดิม หรือเปลี่ยนรสและเปลี่ยนเป็นสีที่เข้มกว่าได้ 80 นาที



1) 2)

รูปที่ 4.9 สกรูสำรองสำหรับ 1) Pre-Extruder และ 2) Extruder

การขจัดงานที่ไม่จำเป็น คือ การยกเลิกการใช้ Return Extruder เพราะขอบหมากฝรั่งมีปริมาณน้อย และอุณหภูมิของขอบหมากฝรั่งไม่ต่างจาก Pre-Extruder มากเหมือนเครือบริษัทมอนเดลีซในประเทศที่อากาศเย็น จึงไม่จำเป็นต้องทำให้เป็นเนื้อเดียวกันก่อนส่งเข้า Pre-Extruder ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 เครื่องจักรในกลุ่มเครื่องรีดและตัดหมากฝรั่ง (บริษัท มอนเดลีซ อินเตอร์เนชั่นแนล (ประเทศไทย) จำกัด. 2556a)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.4 ขั้นตอนและเวลาการปรับเปลี่ยนและปรับตั้งเครื่องจักรในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาลหลังการดำเนินงาน 2 กรณีศึกษา

แผนภูมิแกนต์ในรูปที่ 4.10 และ 4.11 แสดงขั้นตอนและเวลาการปรับตั้งเครื่องผสมในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาลหลังการดำเนินงาน 2 กรณีศึกษา พบว่า กรณีที่ 1 การเปลี่ยนรสและสีจากสีเข้มเป็นสีอ่อนกว่า และกรณีที่ 2 การเปลี่ยนรสแต่สีเดิม หรือเปลี่ยนรสและเปลี่ยนเป็นสีที่เข้มกว่า ใช้เวลาปรับตั้งเครื่องผสม 3 ชั่วโมง 50 นาที และ 2 ชั่วโมง 20 นาที ตามลำดับ

แผนภูมิแกนต์ในรูปที่ 4.12 และ 4.13 แสดงขั้นตอนและเวลาการปรับเปลี่ยนและปรับตั้งชุดเครื่องรีดและตัดหมากฝรั่งในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาล กรณีที่ 1 และ 2 หลังการดำเนินงาน ใช้เวลาปรับเปลี่ยนและปรับตั้งชุดเครื่องรีดและตัดหมากฝรั่ง 3 ชั่วโมง 40 นาที และ 2 ชั่วโมง 10 นาที ตามลำดับ

เวลาที่ลดได้ทั้งหมดจากการใช้เทคนิค SMED และหลักการ ECRS ในการปรับตั้งเครื่องผสมเพื่อเปลี่ยนรุ่นการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาล 2 กรณีศึกษา แสดงดังตารางที่ 4.5 ซึ่งกรณีที่ 1 และ 2 ลดเวลาการปรับตั้งเครื่องผสมได้ 130 และ 50 นาที ตามลำดับ และเวลาที่ลดได้ทั้งหมดจากการใช้เทคนิค SMED และหลักการ ECRS ในการเปลี่ยนและปรับตั้งชุดเครื่องรีดและตัดหมากฝรั่งเพื่อเปลี่ยนรุ่นการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาล 2 กรณีศึกษา แสดงดังตารางที่ 4.6 พบว่า ในกรณีที่ 1 และ 2 สามารถลดเวลาการเปลี่ยนและปรับตั้งชุดเครื่องรีดและตัดหมากฝรั่งได้ 130 และ 50 นาที ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการปรับตั้งเครื่องผสม	เวลา																																		หน่วย
	1						2						3						4						5						6						ชั่วโมง
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	X10 นาที
1. เตรียมอุปกรณ์ทำความสะอาด																																				
2. หยุดเครื่องผสม นำหมากฝรั่งออกจากเครื่องผสม ตั้งค่าอุณหภูมิ 50 °C ใส่สารให้ความหวาน 15 kg ใส่หมากฝรั่งที่เป็นรีเวิร์ค 5 แผ่น และหมุนใบกวนไปข้างหน้าและถอยหลัง																																			
3. ใช้เกรียงแซะเศษหมากฝรั่งในเครื่องผสม และใช้น้ำมะพร้าวฉีดและเช็ดทำความสะอาดเศษหมากฝรั่งที่เหลือในเครื่องผสม																																				
4. ถอด ทำความสะอาด และประกอบฐานใบกวน																																				
5. ล้างน้ำร้อนภายในเครื่องผสมและใช้แผ่นพลาสติกรองน้ำใต้เครื่องผสม																																				
6. เช็ดภายนอกเครื่องผสม ทำความสะอาดใต้เครื่องผสมและพื้นโดยรอบ																																				
7. เตรียมส่วนผสมหมากฝรั่ง																																				
8. ตั้งค่าเครื่องผสมและผสมหมากฝรั่ง																																				

รูปที่ 4.10 แผนภูมิแกนต์แสดงขั้นตอนและเวลาการปรับตั้งเครื่องผสมในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาลหลังการดำเนินงาน: กรณีการเปลี่ยนรสและสีจากสีเข้มเป็นสีอ่อนกว่า

ขั้นตอนการปรับตั้งเครื่องผสม	เวลา																																			หน่วย
	1						2						3						4						5						6						ชั่วโมง
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	X10 นาที
1. เตรียมอุปกรณ์ทำความสะอาด																																				
2. หยุดเครื่องผสม นำหมากฝรั่งออกจากเครื่องผสม ตั้งค่าอุณหภูมิ 50 °C ใส่สารให้ความหวาน 15 kg ใส่หมากฝรั่งที่เป็นรีเวิร์ค 5 แผ่น และหมุนใบกวนไปข้างหน้าและถอยหลัง																																				
3. ใช้เกรียงแซะเศษหมากฝรั่งในเครื่องผสม และใช้น้ำมะพร้าวฉีดและเช็ดทำความสะอาดเศษหมากฝรั่งที่เหลือในเครื่องผสม																																				
4. ล้างน้ำร้อนภายในเครื่องผสมและใช้แผ่นพลาสติกรองน้ำใต้เครื่องผสม																																				
5. เช็ดภายนอกเครื่องผสม ทำความสะอาดใต้เครื่องผสมและพื้นโดยรอบ																																				
6. เตรียมส่วนผสมหมากฝรั่ง																																				
7. ตั้งค่าเครื่องผสมและผสมหมากฝรั่ง																																				

รูปที่ 4.11 แผนภูมิแกนต์แสดงขั้นตอนและเวลาการปรับตั้งเครื่องผสมในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาลหลังการดำเนินงาน: กรณีการเปลี่ยนรสแต่สีเดิม หรือเปลี่ยนรสและเปลี่ยนเป็นสีที่เข้มกว่า

เครื่องจักรในชุดเครื่องรีดและตัดหมากฝรั่ง	ขั้นตอนการปรับเปลี่ยนและ/หรือปรับตั้งเครื่องจักร	เวลา																																				หน่วย
		1						2						3						4						5						6						ชั่วโมง
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	X10 นาที
Pre-Extruder	1. หยุดเครื่องและถอดสกรู																																					
	2. ทำความสะอาดภายใน Pre-Extruder และใช้สกรูที่ทำสำรองไว้สลับใช้แทนสกรูที่ใช้แล้ว																																					
	3. ประกอบสกรู																																					
Extruder	1. หยุดเครื่องและถอดสกรู																																					
	2. ทำความสะอาดภายใน Extruder และใช้สกรูที่ทำสำรองไว้สลับใช้แทนสกรูที่ใช้แล้ว																																					
	3. ประกอบสกรู																																					
Return Extruder																																						
Cooling Tunnel	1. เช็ดสายพานภายใน Cooling Tunnel																																					
	2. ดูดฝุ่นภายใน Cooling Tunnel																																					
Roll Scoring Machine	1. เช็ดและดูดฝุ่น Roll Scoring Machine																																					
	2. เปลี่ยนลูกรีดและใบมีด																																					
	3. ดูดฝุ่นถาดรองแป้งใต้สายพานที่อยู่ใน Roll Scoring Machine																																					
	4. ทำความสะอาดพื้นบริเวณ Roll Scoring Machine																																					
	5. รอการผสมหมากฝรั่งที่เครื่องผสม																																					
	6.ปรับตั้ง Roll Scoring Machine และเริ่มเดินเครื่องจักรจนหมากฝรั่งออกมา																																					

รูปที่ 4.12 แผนภูมิแกนต์แสดงขั้นตอนและเวลาการปรับเปลี่ยนและปรับตั้งชุดเครื่องรีดและตัดหมากฝรั่งในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาล หลังการดำเนินงาน: กรณีการเปลี่ยนรสและสีจากสีเข้มเป็นสีอ่อนกว่า

เครื่องจักรในชุดเครื่องรีดและตัดหมากฝรั่ง	ขั้นตอนการปรับเปลี่ยนและ/หรือปรับตั้งเครื่องจักร	เวลา																																				หน่วย
		1						2						3						4						5						6						ชั่วโมง
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	X10 นาที
Pre-extruder	1. หยุดเครื่องและถอดสกรู																																					
	2. ทำความสะอาดภายใน Pre-Extruder และใช้สกรูที่ทำสำรองไว้สลับใช้แทนสกรูที่ใช้แล้ว																																					
	3. ประกอบสกรู																																					
Extruder	1. หยุดเครื่องและถอดสกรู																																					
	2. ทำความสะอาดภายใน Extruder และใช้สกรูที่ทำสำรองไว้สลับใช้แทนสกรูที่ใช้แล้ว																																					
	3. ประกอบสกรู																																					
Return Extruder																																						
Cooling Tunnel	1. เช็ดสายพานภายใน Cooling Tunnel																																					
	2. ดูดฝุ่นภายใน Cooling Tunnel																																					
Roll Scoring Machine	1. เช็ดและดูดฝุ่น Roll Scoring Machine																																					
	2. เปลี่ยนลูกรีดและใบมีด																																					
	3. ดูดฝุ่นถาดรองแป้งใต้สายพานที่อยู่ใน Roll Scoring Machine																																					
	4. ทำความสะอาดพื้นบริเวณ Roll Scoring Machine																																					
	5.ปรับตั้ง Roll Scoring Machine และเริ่มเดินเครื่องจักรจนหมากฝรั่งออกมา																																					

รูปที่ 4.13 แผนภูมิแกนต์แสดงขั้นตอนและเวลาการปรับเปลี่ยนและปรับตั้งชุดเครื่องรีดและตัดหมากฝรั่งในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาล หลังการดำเนินงาน: กรณีการเปลี่ยนรสแต่สีเดิม หรือเปลี่ยนรสและเปลี่ยนเป็นสีที่เข้มกว่า

ตารางที่ 4.5 เวลาที่ลดได้ทั้งหมดจากการใช้เทคนิค SMED และหลักการ ECRS ในการปรับตั้งเครื่องผสมเพื่อเปลี่ยนรุ่นการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาล 2 กรณีศึกษา

กรณีศึกษา	เวลาปรับตั้งเครื่องผสม (นาที)		เวลาที่ลดได้ (นาที)
	ก่อนการดำเนินงาน	หลังการดำเนินงาน	
กรณีการเปลี่ยนรสและสีจากสีเข้มเป็นสีอ่อนกว่า	360	230	130
กรณีการเปลี่ยนรสแต่สีเดิม หรือเปลี่ยนรสและเปลี่ยนเป็นสีที่เข้มกว่า	190	140	50

ตารางที่ 4.6 เวลาที่ลดได้ทั้งหมดจากการใช้เทคนิค SMED และหลักการ ECRS ในการเปลี่ยนและปรับตั้งชุดเครื่องรีดและตัดหมากฝรั่งเพื่อเปลี่ยนรุ่นการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาล 2 กรณีศึกษา

กรณีศึกษา	เวลาปรับเปลี่ยนและปรับตั้งชุดเครื่องรีดและตัดหมากฝรั่ง (นาที)		เวลาที่ลดได้ (นาที)
	ก่อนการดำเนินงาน	หลังการดำเนินงาน	
กรณีการเปลี่ยนรสและสีจากสีเข้มเป็นสีอ่อนกว่า	350	220	130
กรณีการเปลี่ยนรสแต่สีเดิม หรือเปลี่ยนรสและเปลี่ยนเป็นสีที่เข้มกว่า	180	130	50

จากเทคนิค SMED และหลักการ ECRS ดังกล่าว สามารถลดเวลาการปรับเปลี่ยนและปรับตั้งเครื่องจักรในกระบวนการผลิตส่วนต้นทาง ดังรูปที่ 4.14 และ 4.15 กรณีที่ 1 จาก 6 ชั่วโมง เหลือ 4 ชั่วโมง กรณีที่ 2 จาก 3 ชั่วโมง เหลือ 2 ชั่วโมง (ชั่วโมงที่ 1 ในแผนภูมิแกนต์ ไม่นับเป็นเวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนรุ่น เพราะในขณะนั้นชุดเครื่องรีดและตัดหมากฝรั่งยังทำงานอยู่)

เครื่องจักร	เวลา (ชั่วโมง)						
	1	2	3	4	5	6	7
1. เครื่องผสม	X	X	X	X			
2. ชุดเครื่องรีดและตัดหมากฝรั่ง		X			X		

รูปที่ 4.14 แผนภูมิแกนต์แสดงเวลาการปรับตั้งเครื่องผสมและการปรับเปลี่ยนและปรับตั้งชุดเครื่องรีดและตัดหมากฝรั่งในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาลหลังการดำเนินงาน: กรณีการเปลี่ยนรสและสีจากสีเข้มเป็นสีอ่อนกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องจักร	เวลา (ชั่วโมง)						
	1	2	3	4	5	6	7
1. เครื่องผสม	✕	✕					
2. ชุดเครื่องรีดและตัดหมากฝรั่ง		✕	✕				

รูปที่ 4.15 แผนภูมิแกนต์แสดงเวลาการปรับตั้งเครื่องผสมและการปรับเปลี่ยนและปรับตั้งชุดเครื่องรีดและตัดหมากฝรั่งในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาลหลังการดำเนินงาน: กรณีการเปลี่ยนรสแต่สีเดิม หรือเปลี่ยนรสและเปลี่ยนเป็นสีที่เข้มกว่า

4.1.5 เวลาสูญเสียในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาล 2 กรณีศึกษา จากการปรับเปลี่ยนและปรับตั้งเครื่องจักร กับผลผลิตที่เพิ่มขึ้น

ผลการดำเนินงานทั้ง 2 กรณีศึกษา สามารถลดเวลาสูญเสียจากการเปลี่ยนรุ่นการผลิตลงได้ 33% ของเวลาทั้งหมดที่ใช้ในการเปลี่ยนรุ่นการผลิต คำนวณผลผลิตที่เพิ่มขึ้นโดยใช้อัตราการผลิตและความถี่ในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตได้ประมาณ 14.4 ตัน/เดือน ดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 เวลาการเปลี่ยนรุ่นการผลิตทั้งหมดที่ลดได้ของทั้ง 2 กรณีศึกษา เทียบกับผลผลิตที่เพิ่มขึ้น

กรณีศึกษา	เวลาที่ลดได้ (ชั่วโมง)	อัตราการผลิต (ตัน/ชั่วโมง)	ความถี่ในการเปลี่ยนรุ่นการผลิต (ครั้ง/เดือน)	ผลผลิตที่เพิ่มขึ้น (ตัน/เดือน)
กรณีการเปลี่ยนรสและสีจากสีเข้มเป็นสีอ่อนกว่า	2	1.8	2	7.2
กรณีการเปลี่ยนรสแต่สีเดิม หรือเปลี่ยนรสและเปลี่ยนเป็นสีที่เข้มกว่า	1	1.8	4	7.2
รวม	3		6	14.4

4.2 การวางแผนกำลังการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาล (ณัฐนนท์ ไพบูลย์ศิลป์ จันทกานต์ พรสายชล และ อัญชลีพร วาริทสวัสดิ์ หล่อทองคำ. 2557)

4.2.1 การวิเคราะห์กำลังการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่น

ตารางที่ 4.8 แสดงอัตราการใช้เครื่องจักรของสายการผลิต KF, RS9 และ RS12-SEA ที่ผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่น คำนวณระหว่างพฤศจิกายน 2556 ถึงตุลาคม 2557 เลือกสายการผลิต RS9 เป็นสายการผลิตสำรองสำหรับการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาลหากมีความต้องการผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น เพราะจากการคำนวณอัตราการใช้เครื่องจักรของสายการผลิต RS9 พบว่ายังมีการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้เครื่องจักรต่ำกว่าสายการผลิต RS12-SEA และ KF จึงสามารถเพิ่มอัตราการผลิตได้ง่าย รายละเอียดการคำนวณแสดงดังภาคผนวก ค

ตารางที่ 4.8 อัตราการใช้เครื่องจักรของแต่ละสายการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นเดือนพฤศจิกายน 2556 ถึงตุลาคม 2557

สายการผลิต	อัตราการใช้เครื่องจักร (%)												
	พ.ย. 56	ธ.ค. 56	ม.ค. 57	ก.พ. 57	มี.ค. 57	เม.ย. 57	พ.ค. 57	มิ.ย. 57	ก.ค. 57	ส.ค. 57	ก.ย. 57	ต.ค. 57	รวม
KF	102	96	99	88	77	89	88	94	80	89	82	100	**90**
RS9	55	42	45	55	58	56	56	55	53	53	47	55	**53**
RS12-SEA	55	67	44	62	71	71	68	69	64	64	58	66	**63**

4.2.2 การวางแผนการขนย้ายหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาล

1) สายการผลิตหมากฝรั่งแบบฮาลาลและไม่ใช่ฮาลาล

ตารางที่ 4.9 แสดงสายการผลิตแบบฮาลาลและไม่ใช่ฮาลาล สายการผลิต KF ไม่ใช่ฮาลาล แต่สายการผลิตสำรองที่เลือก คือ RS9 เป็นแบบฮาลาล ดังนั้นจึงต้องวางแผนการขนย้ายหมากฝรั่งจากสายการผลิต RS9 ไปกระบวนการบรรจุภัณฑ์หมากฝรั่ง และนำภาชนะบรรจุหมากฝรั่งกลับมาชำระล้างด้วยสบู่ดินก่อนเข้าพื้นที่ฮาลาลที่สายการผลิต RS9

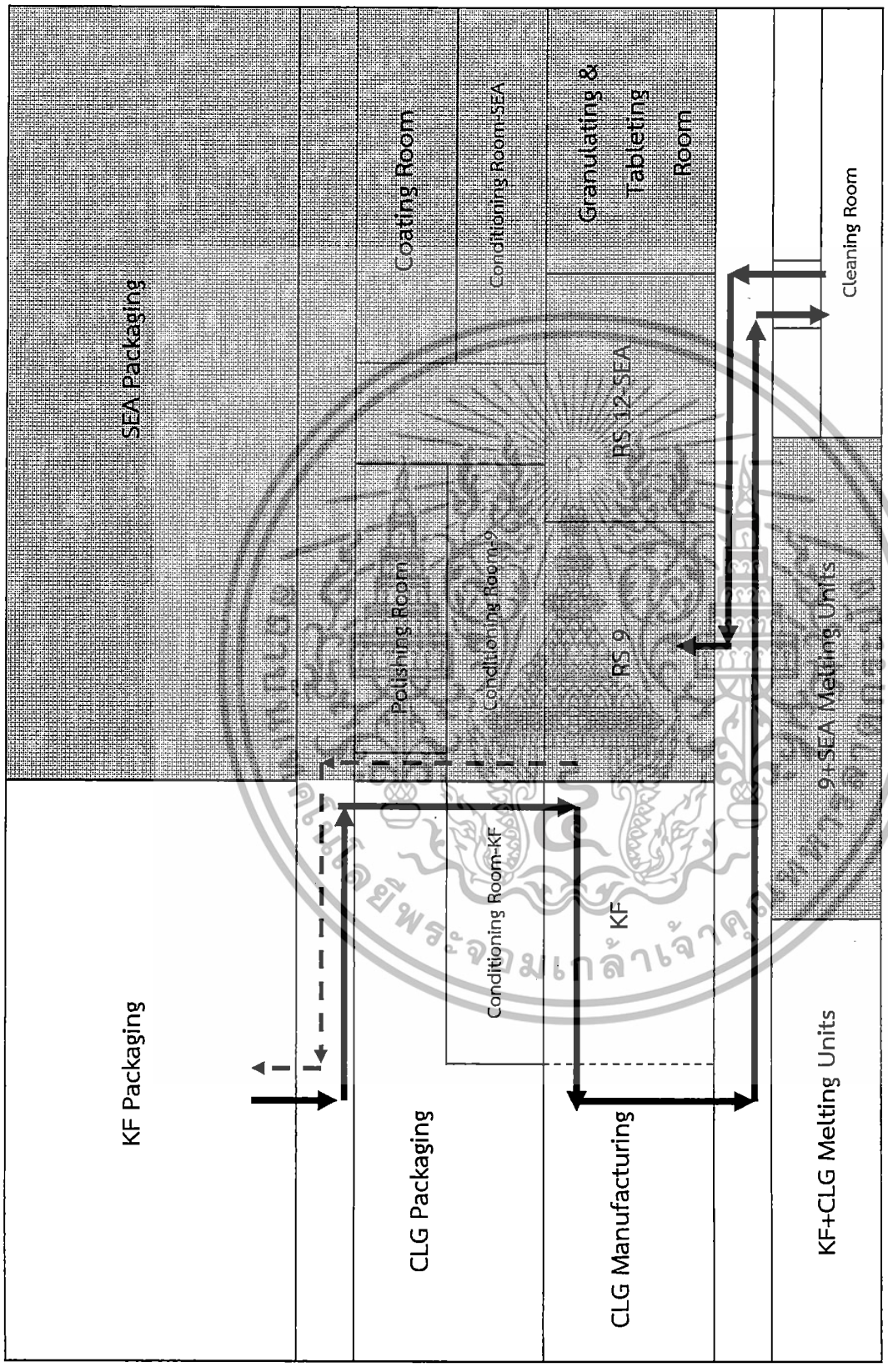
ตารางที่ 4.9 สายการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาลแบบฮาลาลและไม่ใช่ฮาลาล

สายการผลิต	ความเป็นฮาลาล
KF	ไม่ใช่ฮาลาล
RS9	ฮาลาล
RS12-SEA	ฮาลาล

2) เส้นทางการขนย้ายหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาลแบบฮาลาล

ตามข้อกำหนดฮาลาล การขนย้ายหมากฝรั่งหรือภาชนะบรรจุหมากฝรั่งจากสายการผลิตที่เป็นแบบฮาลาลผ่านพื้นที่ที่ไม่ใช่ฮาลาล จะถือว่าไม่ใช่ฮาลาล ถ้าต้องการนำภาชนะบรรจุหมากฝรั่งนั้นกลับมาใช้ในสายการผลิตแบบฮาลาลต้องล้างด้วยสบู่ดินก่อน รูปที่ 4.16 แสดงเส้นทางการขนย้ายหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาลแบบฮาลาลที่ผลิตจากสายการผลิต RS9 ที่เป็นฮาลาลไปบ่มที่ห้องควบคุมอุณหภูมิและความชื้น (Conditioning Room-9) ที่เป็นฮาลาล และส่งไปบรรจุภัณฑ์ที่กระบวนการบรรจุภัณฑ์หมากฝรั่ง (KF Packaging) ซึ่งไม่ใช่ฮาลาล (เส้นประ) หลังจากนั้นต้องนำเครื่องมือ อุปกรณ์ และภาชนะบรรจุหมากฝรั่งไปล้างด้วยสบู่ดินที่ห้องทำความสะอาด (Cleaning Room) ก่อนนำกลับมาใช้ที่สายการผลิต RS9 ที่เป็นฮาลาล (เส้นทึบ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.16 เส้นทางการขนย้ายหมากฝรั่งและภาชนะบรรจุหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาล (พื้นที่สีเทาเป็นเขตอาคาร พื้นที่สีขาวนอกเขตอาคาร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

โครงการนี้สามารถตอบสนองนโยบายการเพิ่มกำลังการผลิตและการขยายตลาดหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาลในสาธารณรัฐประชาชนจีนของบริษัทที่เป็นกรณีศึกษา โดยการเปลี่ยนรุ่นผลิตผลิตภัณฑ์ด้วยการเพิ่มชนิดและรสชาติของหมากฝรั่งที่หลากหลาย กระบวนการผลิตที่ต้องเปลี่ยนรุ่นการผลิตบ่อย การลดเวลาสูญเสียเนื่องจากการปรับเปลี่ยนและปรับตั้งเครื่องจักรสามารถใช้เทคนิค SMED ได้แก่ การแยกงานภายใน (Internal Work) ออกจากงานภายนอก (External Work) และเปลี่ยนงานภายในให้เป็นงานภายนอก การปฏิบัติงานขนาน ร่วมกับหลักการ ECRS ได้แก่ ขจัดงานที่ไม่จำเป็น (Eliminate) รวมงานเข้าด้วยกัน (Combine) จัดลำดับการปฏิบัติงานใหม่ (Rearrange) และเปลี่ยนวิธีการปฏิบัติงานให้ง่ายขึ้น (Simplify) เทคนิค SMED และหลักการ ECRS เป็นเครื่องมือในหลักการลีน-ซิกส์ซิกมา (Integrated Lean-Six Sigma) ที่มีประสิทธิภาพ

การลดเวลาสูญเสียในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาลจากการปรับเปลี่ยนและปรับตั้งเครื่องจักร กรณีที่ 1 การเปลี่ยนรสและสีจากสีเข้มเป็นสีอ่อนกว่า และกรณีที่ 2 การเปลี่ยนรสแต่สีเดิม หรือเปลี่ยนรสและเปลี่ยนเป็นสีที่เข้มกว่า ผลการดำเนินงานทั้ง 2 กรณีศึกษา สามารถลดเวลาสูญเสียจากการเปลี่ยนรุ่นการผลิตลงได้ 33% ของเวลาทั้งหมดที่ใช้ในการเปลี่ยนรุ่นการผลิต เวลาสูญเสียที่ลดลงนี้คำนวณเป็นผลผลิตที่เพิ่มขึ้นได้ประมาณ 14.4 ตัน/เดือน

สำหรับวิธีการวิเคราะห์เพื่อวางแผนกำลังการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาล สามารถใช้เป็นต้นแบบในการตัดสินใจเลือกสายการผลิตสำรองที่เหมาะสมหากมีความต้องการผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น โดยพิจารณาอัตราการใช้เครื่องจักรของสายการผลิต อัตราการใช้เครื่องจักรของสายการผลิตสูงกว่า 85% แสดงว่าอัตราการผลิตเข้าใกล้กำลังการผลิตสูงสุด และมีความเสี่ยงต่อการหยุดผลิต

5.2 ข้อเสนอแนะ

1) บริษัทควรเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลการปรับเปลี่ยนและปรับตั้งเครื่องจักรทุกเดือน เพื่อตรวจสอบการปฏิบัติงานว่าตรงตามมาตรฐานการปรับเปลี่ยนและปรับตั้งเครื่องจักรหรือไม่

2) บริษัทควรเพิ่มอุปกรณ์ในการปรับเปลี่ยนและปรับตั้งเครื่องจักร เช่น รอกยกเครื่องจักร ฯลฯ ให้เพียงพอต่อการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กมลรัตน์ ศรีสังข์สุข และณัฐชา ทวีแสงสกุลไทย. 2553. "การลดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิตสายเคเบิลขนาดเล็กโดยแนวทางลีนซิกส์ ซิกมา." **วารสารวิศวกรรมศาสตร์.** 2(2) : 1-14.

โกศล ดีศีลธรรม. 2547. **เพิ่มศักยภาพการแข่งขันด้วยแนวคิดลีน.** กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น.

คณะกรรมการอิสลามประจำกรุงเทพมหานครและศูนย์วิทยาศาสตร์ฮาลาล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2556. **โครงการอบรมเชิงปฏิบัติการ การพัฒนาศักยภาพบุคลากรในสถานประกอบการผลิตอาหารฮาลาลในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร เพื่อรักษาคุณภาพและมาตรฐานการผลิตอาหารฮาลาลของประเทศ.**

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. 2013. **ยางธรรมชาติ.** [Online]. Available: http://www.electron.rmutphysics.com/sciencenews/index.php?option=com_content&task=view&id=141

จันทกานต์ พรสายชล กันต์กนิษฐ์ ขวัญพฤกษ์ และอัญชลีพร วาริทสวัสดิ์ หล่อทองคำ. 2556. "การลดเวลาสูญเสียในกระบวนการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาล." **การประชุมวิชาการวิศวกรรมเคมีและเคมีประยุกต์แห่งประเทศไทย ครั้งที่ 23.** วันที่ 17-18 ตุลาคม 2556 ณ โรงแรมพูลแมน ขอนแก่น ราชา ออคิด จังหวัดขอนแก่น.

จินตนา ไชยคุณ. 2553. "การศึกษาวิธีลดเวลาการสูญเสียในการปรับตั้งเครื่องจักรของกระบวนการฉีดท่อพลาสติกด้วยเทคนิค SMED กรณีศึกษา: อุตสาหกรรมการผลิตท่อพลาสติก." วิทยานิพนธ์อุตสาหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาการจัดการอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีและการจัดการอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

จอร์จ, ไมเคิล แอล โรวแลนด์, เดวิด ที ไพร์ท, มาร์ค และแมกเซย์, จอห์น. 2554. **เครื่องมือ Lean Six Sigma.** แปลโดย วิทยา สุหฤทดำรง และพรเทพ เหลือทรัพย์สุข. กรุงเทพฯ : อี.ไอ. สแควร์.

ชนกนาถ บู่สาลี. 2555. "การแก้ปัญหาคอขวดและการเพิ่มผลผลิตของกระบวนการผลิตหมากฝรั่งโดยแนวคิดการผลิตแบบลีน." วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ชาญชัย พรศิริรุ่ง. 2549. **คู่มือปรับปรุงประสิทธิภาพเครื่องจักร.** กรุงเทพฯ : สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ. หน้า 14-19, 30-34.

ซานโตส, ฮาเวียร์ วิคส์, ริชาร์ด และตอร์เรส, โฮเซ เอ็ม. 2551. **ปรับปรุงการผลิต ด้วยแนวคิดแบบลีน (Improving Production with Lean Thinking).** แปลโดย พรเทพ เหลือทรัพย์สุข. กรุงเทพฯ : อี.ไอ. สแควร์. หน้า 185-196.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ณัฏฐพันธ์ เขจรนันทน์. 2542. **การจัดการการผลิตและการดำเนินงาน.** กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. หน้า 116-119.

ณัฐนนท์ ไพบูลย์ศิลป์ จันทกานต์ พรสายชล และ อัญชลีพร วาริทสวัสดิ์ หล่อทองคำ. 2557. "การวางแผนกำลังการผลิตของกระบวนการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาลและการลดเวลาสูญเสียด้วยแนวคิดลีน-ซิกซ์ซิกมา" **การประชุมวิชาการวิศวกรรมเคมีและเคมีประยุกต์แห่งประเทศไทย ครั้งที่ 24.** วันที่ 18-19 ธันวาคม 2557 ณ โรงแรมฟูราม่า จังหวัดเชียงใหม่.

ดวงรัตน์ ชีวะปัญญาโรจน์ และศุภศักดิ์ พงษ์อนันต์. 2544. **ความสูญเสีย 7 ประการ.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : สยาม เอ็ม แอนด์ บี พับลิชชิ่ง จำกัด.

ตุลา มหาพสุธานนท์. 2554. **หลักการจัดการ.** กรุงเทพฯ : พี เอ็น เค แอนด์ สกายพริ้นติ้งส์. หน้า 137.

ตัวอย่างแผนภูมิแกนต์. [Online]. Available: http://lecturehub.wordpress.com/2013/11/14/gantt-chart-example/

ทศพล เกียรติเจริญผล. 2553. **กลยุทธ์เพื่อเพิ่มผลผลิตเชิงวิศวกรรม.** กรุงเทพฯ : แดเน็กซ์ อินเตอร์คอร์ปอเรชั่น. หน้า 73-98.

บริษัท มอนเดลีซ อินเตอร์เนชั่นแนล (ประเทศไทย) จำกัด. 2556a. **กระบวนการผลิตหมากฝรั่ง.**

บริษัท มอนเดลีซ อินเตอร์เนชั่นแนล (ประเทศไทย) จำกัด. 2556b. **Lean Manufacturing System.**

บริษัท มอนเดลีซ อินเตอร์เนชั่นแนล (ประเทศไทย) จำกัด. 2556c. **Setup Time Reduction.**

ประดิษฐ์ วงศ์มณีรุ่ง สมเจตน์ เพิ่มพูนธัญญะ พรเทพ เหลือทรัพย์สุข และนพดล อิ่มเอม. 2552. **1-2-3 ก้าวสู่ลีน Lean in Action.** กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

ปรียาวดี ผลเอนก. 2555. **การบริหารการผลิต.** กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. หน้า 113-115.

พรรณี หอมทอง. 2556. **เทคนิค ECRS.** [Online]. Available: http://thailandindustry.com/guru/view.php?id=19136&section=9

พฤทธิพงศ์ โพธิวราพรรณ. 2548. "การประยุกต์ใช้การผลิตแบบลีนในอุตสาหกรรมแบบผสม (แบบต่อเนื่อง-แบบช่วง) : กรณีศึกษาโรงงานผลิตเหล็กรูปพรรณ." วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

พิภพ ลลิตาภรณ์. 2553. **การวางแผนและควบคุมกำลังการผลิต.** กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น). หน้า 4-12.

ภาวิณี อาจปรุ และสุทัศน์ รัตนเกื้อกังวาน. 2551. "การลดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์เบรกเกอร์ (Loss Reduction in Circuit Breaker Factory)." **วารสารรามคำแหง ฉบับวิศวกรรมศาสตร์.** 2(2) : 1-10.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วันรัตน์ จันทกิจ. 2547. **17 เครื่องมือนักคิด Problem Solving Devices.** กรุงเทพฯ : สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ. หน้า 30-36, 150-156.

ศุภชัย นาทะพันธ์. 2551. **การควบคุมคุณภาพ Quality Control.** กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น.

ศูนย์วิทยาศาสตร์ฮาลาล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2557. **เครื่องหมายฮาลาล.** [Online]. Available: http://www.halalscience.org/th/main2011/content.php?page=sub&category=85&id=466

สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น). 2557. **แนวคิดการผลิตแบบลีน.** [Online]. Available: http://www.tpa.or.th/shindan/detail.php?page=lean

สวรรค์ภูมิ ทองวิเศษ ชิสา สุภัทรากุล ณัชชา ศรีพนารัตนกุล ชุตินันท์ พิทักษ์บุญเขต สมบุญ เกียรติรุ่งเรืองดี และทองน้ำทิพย์ ศังขะฤกษ์. 2553. "บทวิเคราะห์การตลาด : หมากฝรั่ง Trident." **CMMU Marketing Publication.** College of Management, Mahidol University.

สิทธิศักดิ์ พฤกษ์ปิติกุล. 2546. **การพัฒนาคุณภาพแบบก้าวกระโดดด้วยวิธี Six Sigma.** พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น). หน้า 174-175.

สุทัศน์ รัตนเกื้อกังวาล. 2548. **การบริหารการผลิตและการดำเนินงาน.** กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. หน้า 159-165.

สุมาลัย ศรีกำไลทอง. 2555. **Resins.** [Online]. Available: http://www.tistr.or.th/t/publication/page_area_show_bc.asp?i1=80&i2=12

สุมณฑา วัฒนสินธุ์. 2543. **ความปลอดภัยของอาหาร (การใช้ระบบ HACCP).** กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น). หน้า 2-15.

สุวิมล กีรติพิบูล. 2554. **ระบบป้องกันคุณภาพด้านความปลอดภัยของอาหาร ; HACCP.** กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น). หน้า 1-7.

อภิชาติ ชยานุภัทร์กุล. 2556. **ผังก้างปลา.**[Online]. Available: www.tjs.co.th/document/MSS/04.07-Cause&effect_diagram.doc

อภิญญา ตากสกุล. 2552. "การลดความสูญเปล่าของกระบวนการติดตั้งระบบก๊าซรถยนต์ตามหลักลีน ซิก ซิกม่า." วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อาร์, คาวานาช. 2548. **เส้นทางสู่ Six Sigma.** แปลโดย ฝ่ายวิชาการของสำนักพิมพ์ท้อป. กรุงเทพฯ : ท้อป. หน้า 1-5.

António, C. M. and Gil, C. S. P. 2011. "Single Minute Exchange of Die. A case study implementation." **Journal of Technology Management and Innovation,** 11(6) : 129–146.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pablo, G. F. and Konstantinos S. 2013. "Improving changeover time: a tailored SMED approach for welding cells" **Procedia CIRP 7.** 598-603.

Multiceras. 2013. **Gum base.** [Online]. Available: http://multiceras.com/en/goma-base

Park, S. H. 2003. **Six Sigma for Quality and Productivity Promotion.** Tokyo : APO. Page 122 - 135.

Productivity Press Development Team. 2550a. **ไคเซ็น (Kaizen for the Shopfloor).** แปลโดย บุญเสริม วันทนาศุภมาต. กรุงเทพฯ : อี.ไอ. สแควร์.

Productivity Press Development Team. 2550b. **งานที่เป็นมาตรฐาน (Standard Work for the Shopfloor).** แปลโดย พรเทพ เหลือทรัพย์สุข และยุพา กลอนกลาง. กรุงเทพฯ : อี.ไอ. สแควร์.

Productivity Press Development Team. 2550c. **การปรับเปลี่ยนเครื่องจักรอย่างรวดเร็ว.** แปลโดย พรเทพ เหลือทรัพย์สุข และยุพา กลอนกลาง. กรุงเทพฯ : อี.ไอ. สแควร์.

Productivity Press Development Team. 2550d. **ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร.** แปลโดย พรเทพ เหลือทรัพย์สุข และยุพา กลอนกลาง. กรุงเทพฯ : อี.ไอ. สแควร์.

Shingo, S. 1989. **A Study of the Toyota production system from an industrial engineering viewpoint.** Oregon : Productive Press.

Tapping, D., Luyster, T. and Shuker, T. 2550. **Value Stream Management มุ่งสู่ลีนด้วยการจัดการสายธารคุณค่า.** แปลโดย วิทยา สุหฤทดำรง ยุพา กลอนกลาง และสุนทร ศรีลังกา. กรุงเทพฯ : อี.ไอ. สแควร์.

Toyota Seisan Houshiki wo Kangaeru Kai. 2550. **ระบบการผลิตแบบโตโยต้า (Toyota Production System).** แปลโดย รศ.ดร.มังกร โรจน์ประภากร. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น). หน้า 162-163.

Trilogiq. 2014. **The Lean-Manufacturing House.** [Online]. Available: http://www.vision-lean.com/lean-manufacturing/lean-house/

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

การคำนวณความสูญเสียผลผลิตในเดือนเมษายน 2556 สำหรับแผนภูมิน้ำตกวิเคราะห์การสูญเสียผลผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาลของสายการผลิต KF

ตารางที่ ก.1 ความสูญเสียผลผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาลของสายการผลิต KF ในเดือนเมษายน 2556

Activity/Type of Output	Input		Target Output (ton)	Output Losses (ton)	Output (ton)
	Data	Unit			
Theoretical Output	1,138.0	kg/h	792		
No Production				229	563
Production Hour Used	495.0	H			563
Cleaning	14.0	H		16	547
Changeover	30.0	H		34	513
Rest	7.0	H		8	505
Machine Hour	444.0	H			505
Machine Speed Losses	No				505
Machine Downtime	11.5	H		13	492
Other Downtime	6.0	H		7	485
Waste				2	483
Actual Output	483	Ton			

ตัวอย่างการคำนวณการเปลี่ยนเวลาที่สูญเสียเป็นผลผลิตที่สูญเสีย

ใช้เวลาในการเปลี่ยนรุ่นการผลิต (Changeover) ในเดือนเมษายน 2556 ทั้งหมด 30 ชั่วโมง

อัตราการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาลใน 1 ชั่วโมง เท่ากับ 1,138 กิโลกรัม

ดังนั้น ผลผลิตที่สูญเสีย = 30 ชั่วโมง x 1,138 กิโลกรัม/ชั่วโมง

= 34,140 กิโลกรัม

= 34 ตัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ข้อมูลดิบ

ตารางที่ ข.1 ขั้นตอนและเวลาการปรับตั้งเครื่องผสมในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาลก่อนการดำเนินงาน: กรณีการเปลี่ยนรสและสีจากสีเข้มเป็นสีอ่อนกว่า

ขั้นตอนการปรับตั้งเครื่องผสม	เวลาที่ใช้ (นาที)
1. เตรียมอุปกรณ์ทำความสะอาด	20
2. หยุดเครื่องผสม นำหมากฝรั่งออกจากเครื่องผสม และใช้เกรียงแซะเศษหมากฝรั่งในเครื่องผสม	100
3. ถอด ทำความสะอาด และประกอบฐานใบกวน	60
4. ล้างน้ำร้อนภายในและภายนอกเครื่องผสมแล้วปล่อยให้แห้ง	40
5. ทำความสะอาดใต้เครื่องผสมและพื้นโดยรอบ	75
6. เตรียมส่วนผสมหมากฝรั่ง	20
7. ตั้งค่าเครื่องผสมและผสมหมากฝรั่ง	45

ตารางที่ ข.2 ขั้นตอนและเวลาการปรับตั้งเครื่องผสมในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาลก่อนการดำเนินงาน: กรณีการเปลี่ยนรสแต่สีเดิม หรือเปลี่ยนรสและเปลี่ยนเป็นสีที่เข้มกว่า

ขั้นตอนการปรับตั้งเครื่องผสม	เวลาที่ใช้ (นาที)
1. เตรียมอุปกรณ์ทำความสะอาด	20
2. หยุดเครื่องผสม นำหมากฝรั่งออกจากเครื่องผสม และใช้เกรียงแซะเศษหมากฝรั่งในเครื่องผสม	83
3. ล้างน้ำร้อนภายในและภายนอกเครื่องผสมแล้วปล่อยให้แห้ง	40
4. ทำความสะอาดใต้เครื่องผสมและพื้นโดยรอบ	50
5. เตรียมส่วนผสมหมากฝรั่ง	20
6. ตั้งค่าเครื่องผสมและผสมหมากฝรั่ง	45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.3 ขั้นตอนและเวลาการปรับเปลี่ยนและปรับตั้งชุดเครื่องรีดและตัดหมากฝรั่งในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาลก่อนการดำเนินงาน 2 กรณีศึกษา

เครื่องจักรในชุดเครื่องรีดและตัดหมากฝรั่ง	ขั้นตอนการปรับเปลี่ยนและ/หรือปรับตั้งเครื่องจักร	เวลาที่ใช้ (นาที)
Pre-Extruder	1. หยุดเครื่องและถอดสกรู	6
	2. ทำความสะอาดสกรูและภายใน Pre-Extruder	85
	3. ประกอบสกรู	5
Extruder	1. หยุดเครื่องและถอดสกรู	6
	2. ทำความสะอาดสกรูและภายใน Extruder	100
	3. ประกอบสกรู	3
Return Extruder	1. หยุดเครื่องและถอดสกรู	15
	2. ทำความสะอาดสกรูและภายใน Return Extruder	60
	3. ทำความสะอาดสายพาน	60
	4. ประกอบสกรู	15
Cooling Tunnel	1. เช็ดสายพานภายใน Cooling Tunnel	10
	2. ดูดฝุ่นภายใน Cooling Tunnel	10
Roll Scoring Machine	1. เช็ดและดูดฝุ่น Roll Scoring Machine	43
	2. เปลี่ยนลูกรีดและใบมีด	40
	3. ดูดฝุ่นถาดรองแป้งใต้สายพานที่อยู่ใน Roll Scoring Machine	20
	4. ทำความสะอาดพื้นบริเวณ Roll Scoring Machine	30
	5. รอการผสมหมากฝรั่งที่เครื่องผสม (กรณีที่ 1)	170
	6. ปรับตั้ง Roll Scoring Machine และเริ่มเดินเครื่องจักรจนหมากฝรั่งออกมา	50

หมายเหตุ กรณีที่ 1 การเปลี่ยนรสและสีจากสีเข้มเป็นสีอ่อนกว่า

กรณีที่ 2 การเปลี่ยนรสแต่สีเดิม หรือเปลี่ยนรสและเปลี่ยนเป็นสีที่เข้มกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.4 ขั้นตอนและเวลาการปรับตั้งเครื่องผสมในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาลหลังการดำเนินงาน: กรณีการเปลี่ยนรสและสีจากสีเข้มเป็นสีอ่อนกว่า

ขั้นตอนการปรับตั้งเครื่องผสม	เวลาที่ใช้ (นาที)
1. เตรียมอุปกรณ์ทำความสะอาด	20
2. หยุดเครื่องผสม นำหมากฝรั่งออกจากเครื่องผสม ตั้งค่าอุณหภูมิ 50 °C ใส่สารให้ความหวาน 15 kg ใส่หมากฝรั่งที่เป็นรีเวิร์ค 5 แผ่น และหมุนใบกวนไปข้างหน้าและถอยหลัง	10
3. ใช้เกรียงแซะเศษหมากฝรั่งในเครื่องผสม และใช้น้ำมะพร้าวฉีดและเช็ดทำความสะอาดเศษหมากฝรั่งที่เหลือในเครื่องผสม	75
4. ถอด ทำความสะอาด และประกอบฐานใบกวน	60
5. ล้างน้ำร้อนภายในเครื่องผสมและใช้แผ่นพลาสติกรองน้ำใต้เครื่องผสม	20
6. เช็ดภายนอกเครื่องผสม ทำความสะอาดใต้เครื่องผสมและพื้นโดยรอบ	65
7. เตรียมส่วนผสมหมากฝรั่ง	20
8. ตั้งค่าเครื่องผสมและผสมหมากฝรั่ง	45

ตารางที่ ข.5 ขั้นตอนและเวลาการปรับตั้งเครื่องผสมในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาลหลังการดำเนินงาน: กรณีการเปลี่ยนรสแต่สีเดิม หรือเปลี่ยนรสและเปลี่ยนเป็นสีที่เข้มกว่า

ขั้นตอนการปรับตั้งเครื่องผสม	เวลาที่ใช้ (นาที)
1. เตรียมอุปกรณ์ทำความสะอาด	20
2. หยุดเครื่องผสม นำหมากฝรั่งออกจากเครื่องผสม ตั้งค่าอุณหภูมิ 50 °C ใส่สารให้ความหวาน 15 kg ใส่หมากฝรั่งที่เป็นรีเวิร์ค 5 แผ่น และหมุนใบกวนไปข้างหน้าและถอยหลัง	10
3. ใช้เกรียงแซะเศษหมากฝรั่งในเครื่องผสม และใช้น้ำมะพร้าวฉีดและเช็ดทำความสะอาดเศษหมากฝรั่งที่เหลือในเครื่องผสม	63
4. ล้างน้ำร้อนภายในเครื่องผสมและใช้แผ่นพลาสติกรองน้ำใต้เครื่องผสม	20
5. เช็ดภายนอกเครื่องผสม ทำความสะอาดใต้เครื่องผสมและพื้นโดยรอบ	40
6. เตรียมส่วนผสมหมากฝรั่ง	20
7. ตั้งค่าเครื่องผสมและผสมหมากฝรั่ง	45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.6 ขั้นตอนและเวลาการปรับเปลี่ยนและปรับตั้งชุดเครื่องรีดและตัดหมากฝรั่งในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาลหลังการดำเนินงาน 2 กรณีศึกษา

เครื่องจักรในชุดเครื่องรีดและตัดหมากฝรั่ง	ขั้นตอนการปรับเปลี่ยนและ/หรือปรับตั้งเครื่องจักร	เวลาที่ใช้ (นาที)
Pre-Extruder	1. หยุดเครื่องและถอดสกรู	6
	2. ทำความสะอาดภายใน Pre-Extruder และใช้สกรูที่ทำสำรองไว้สลับใช้แทนสกรูที่ใช้แล้ว	20
	3. ประกอบสกรู	5
Extruder	1. หยุดเครื่องและถอดสกรู	6
	2. ทำความสะอาดภายใน Extruder และใช้สกรูที่ทำสำรองไว้สลับใช้แทนสกรูที่ใช้แล้ว	20
	3. ประกอบสกรู	2
Return Extruder	1. หยุดเครื่องและถอดสกรู	0
	2. ทำความสะอาดสกรูและภายใน Return Extruder	0
	3. ทำความสะอาดสายพาน	0
	4. ประกอบสกรู	0
Cooling Tunnel	1. เช็ดสายพานภายใน Cooling Tunnel	10
	2. ดูดฝุ่นภายใน Cooling Tunnel	10
Roll Scoring Machine	1. เช็ดและดูดฝุ่น Roll Scoring Machine	40
	2. เปลี่ยนลูกรีดและใบมีด	40
	3. ดูดฝุ่นถาดรองแป้งใต้สายพานที่อยู่ใน Roll Scoring Machine	20
	4. ทำความสะอาดพื้นบริเวณ Roll Scoring Machine	30
	5. รอการผสมหมากฝรั่งที่เครื่องผสม (กรณีที่ 1)	60
	6. ปรับตั้ง Roll Scoring Machine และเริ่มเดินเครื่องจักรจนหมากฝรั่งออกมา	50

หมายเหตุ กรณีที่ 1 การเปลี่ยนรสและสีจากสีเข้มเป็นสีอ่อนกว่า

กรณีที่ 2 การเปลี่ยนรสแต่สีเดิม หรือเปลี่ยนรสและเปลี่ยนเป็นสีที่เข้มกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.7 เวลาการปรับตั้งเครื่องผสมก่อนและหลังการใช้หลักการ ECRS กรณีการเปลี่ยนรสและสีจากสีเข้มเป็นสีอ่อนกว่า

หลักการ ECRS ที่ใช้ลดเวลาสูญเสียที่เครื่องผสม	ก่อนการดำเนินงาน		หลังการดำเนินงาน		เวลาที่ลดได้ (นาที)
	การปรับตั้งเครื่องผสม	เวลาที่ใช้ (นาที)	การปรับตั้งเครื่องผสม	เวลาที่ใช้ (นาที)	
การปฏิบัติงานแบบขนาน	การถอด ทำความสะอาด และประกอบฐานใบกวน	60	การถอดและทำความสะอาดฐานใบกวนที่เครื่องผสมพร้อมกับการทำความสะอาดเครื่องผสมเมื่อหยุดเครื่อง	60	50
การเปลี่ยนวิธีการปฏิบัติงาน	การทำความสะอาดภายในเครื่องผสม	100	การตั้งค่าอุณหภูมิ 50 °C ใส่สารให้ความหวาน 15 kg ใส่หมากฝรั่งที่เป็นรีเวิร์ด 5 แผ่น และหมุนใบกวนไปข้างหน้าและถอยหลัง ก่อนการทำความสะอาดภายในเครื่องผสม + การทำความสะอาดภายในเครื่องผสม	10+75	15
	การล้างเครื่องผสม + การทำความสะอาดน้ำที่พื้น	40+75	การใช้แผ่นพลาสติกรองน้ำที่ใช้ล้างเครื่องผสม + การทำความสะอาดพื้นบริเวณเครื่องผสม	20+65	30

ตารางที่ ข.8 เวลาการปรับตั้งเครื่องผสมก่อนและหลังการใช้หลักการ ECRS กรณีการเปลี่ยนรสแต่สีเดิม หรือเปลี่ยนรสและเปลี่ยนเป็นสีที่เข้มกว่า

หลักการ ECRS ที่ใช้ลดเวลาสูญเสียที่เครื่องผสม	ก่อนการดำเนินงาน		หลังการดำเนินงาน		เวลาที่ลดได้ (นาที)
	การปรับตั้งเครื่องผสม	เวลาที่ใช้ (นาที)	การปรับตั้งเครื่องผสม	เวลาที่ใช้ (นาที)	
การเปลี่ยนวิธีการปฏิบัติงาน	การทำความสะอาดภายในเครื่องผสม	83	การตั้งค่าอุณหภูมิ 50 °C ใส่สารให้ความหวาน 15 kg ใส่หมากฝรั่งที่เป็นรีเวิร์ค 5 แผ่น และหมุนใบกวนไปข้างหน้าและถอยหลัง ก่อนการทำความสะอาดภายในเครื่องผสม + การทำความสะอาดภายในเครื่องผสม	10+63	10
	การล้างเครื่องผสมแล้วทำความสะอาดน้ำที่พื้น	50	การใช้แผ่นพลาสติกรองน้ำที่ใช้ล้างเครื่องผสม + การทำความสะอาดพื้นบริเวณเครื่องผสม	40	10

ตารางที่ ข.9 เวลาการปรับเปลี่ยนและปรับตั้งชุดเครื่องรีดและตัดหมากฝรั่งก่อนและหลังการใช้หลักการ ECRS กรณีการเปลี่ยนรสและสีจากสีเข้มเป็นสีอ่อนกว่า

หลักการ ECRS ที่ใช้ลดเวลาสูญเสียที่ชุดเครื่องรีดและตัดหมากฝรั่ง	ก่อนการดำเนินงาน		หลังการดำเนินงาน		เวลาที่ลดได้ (นาที)
	การปรับเปลี่ยนและปรับตั้งชุดเครื่องรีดและตัดหมากฝรั่ง	เวลาที่ใช้ (นาที)	การปรับเปลี่ยนและปรับตั้งชุดเครื่องรีดและตัดหมากฝรั่ง	เวลาที่ใช้ (นาที)	
การปฏิบัติงานแบบขนาน	การเปลี่ยนลูกรีดและใบมีด + การดูดฝุ่นถาดรองแป้งใต้สายพานที่อยู่ใน Roll Scoring Machine	40+20	การเปลี่ยนลูกรีดและใบมีดพร้อมกับการดูดฝุ่นถาดรองแป้งใต้สายพานที่อยู่ใน Roll Scoring Machine	40	20
การเปลี่ยนวิธีการปฏิบัติงาน	การทำความสะอาดสกรูและภายใน Pre-Extruder	85	การทำความสะอาดภายใน Pre-Extruder และใช้สกรูที่ทำสำรองไว้สลับใช้แทนสกรูที่ใช้แล้ว	20	65
	การทำความสะอาดสกรูและภายใน Extruder	100	การทำความสะอาดภายใน Extruder และใช้สกรูที่ทำสำรองไว้สลับใช้แทนสกรูที่ใช้แล้ว	20	80
การขจัดงานที่ไม่จำเป็น	การใช้ Return Extruder	150	ยกเลิกการใช้ Return Extruder	0	150

หมายเหตุ ยกเลิกการใช้ Return Extruder เพราะขอบหมากฝรั่งมีปริมาณน้อย และอุณหภูมิของขอบหมากฝรั่งไม่ต่างจาก Pre-Extruder มากเหมือนเครือบริษัทมอนเดลีซในประเทศที่อากาศเย็น จึงไม่จำเป็นต้องทำให้เป็นเนื้อเดียวกันก่อนส่งเข้า Pre-Extruder

ตารางที่ ข.10 เวลาการปรับเปลี่ยนและปรับตั้งชุดเครื่องรีดและตัดหมากฝรั่งก่อนและหลังการใช้หลักการ ECRS กรณีการเปลี่ยนรสแต่สีเดิม หรือเปลี่ยนรสและเปลี่ยนเป็นสีที่เข้มกว่า

หลักการ ECRS ที่ใช้ลดเวลาสูญเสียที่ชุดเครื่องรีดและตัดหมากฝรั่ง	ก่อนการดำเนินงาน		หลังการดำเนินงาน		เวลาที่ลดได้ (นาที)
	การปรับเปลี่ยนและปรับตั้งชุดเครื่องรีดและตัดหมากฝรั่ง	เวลาที่ใช้ (นาที)	การปรับเปลี่ยนและปรับตั้งชุดเครื่องรีดและตัดหมากฝรั่ง	เวลาที่ใช้ (นาที)	
การปฏิบัติงานแบบขนาน	การดูดฝุ่นถาดรองแป้งใต้สายพานที่อยู่ใน Roll Scoring Machine	20	การเปลี่ยนลูกรีดและใบมีดพร้อมกับการดูดฝุ่นถาดรองแป้งใต้สายพานที่อยู่ใน Roll Scoring Machine	40	20
	การทำความสะอาดพื้นการปฏิบัติงานบริเวณเครื่องรีดและตัดหมากฝรั่ง + การปรับเปลี่ยนและปรับตั้ง Roll Scoring Machine	30+50	การทำความสะอาดพื้นการปฏิบัติงานบริเวณเครื่องรีดและตัดหมากฝรั่งพร้อมกับการปรับเปลี่ยนและปรับตั้ง Roll Scoring Machine	50	30
การเปลี่ยนวิธีการปฏิบัติงาน	การทำความสะอาดสกรูและภายใน Pre-Extruder	85	การทำความสะอาดภายใน Pre-Extruder และใช้สกรูที่ทำสำรองไว้สลับใช้แทนสกรูที่ใช้แล้ว	20	65
	การทำความสะอาดสกรูและภายใน Extruder	100	การทำความสะอาดภายใน Extruder และใช้สกรูที่ทำสำรองไว้สลับใช้แทนสกรูที่ใช้แล้ว	20	80
การขจัดงานที่ไม่จำเป็น	การใช้ Return Extruder	150	ยกเลิกการใช้ Return Extruder	0	150

ภาคผนวก ค
การคำนวณอัตราการใช้เครื่องจักร

ค.1 การคำนวณกำลังการผลิตสูงสุด

สายการผลิต KF

ข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณกำลังการผลิตสูงสุดของสายการผลิต KF ได้แก่

อัตราการผลิตแผ่นหมากฝรั่ง = 60 แผ่น/นาที

น้ำหนักของแผ่นหมากฝรั่ง = 0.425 กิโลกรัม/แผ่น

% GE หรือ Global Efficiency คือ การวัดประสิทธิภาพของสายการผลิต คิดเทียบจากวันทำงานใน 1 สัปดาห์

% GE ตามทฤษฎี = 85 %

(คิดเทียบจากวันทำงาน 6 วัน ใน 1 สัปดาห์ เนื่องจากทำการบำรุงรักษาเครื่องจักร 1 วัน)

% GE ที่เกิดขึ้น = 90 %

(คิดเทียบจากวันทำงาน 6.5 วัน ใน 1 สัปดาห์)

ดังนั้น

กำลังการผลิตสูงสุดที่ได้จากการคำนวณ

= อัตราการผลิตแผ่นหมากฝรั่ง x น้ำหนักของแผ่นหมากฝรั่ง x %GE ตามทฤษฎี

$$= \frac{60 \text{ แผ่น}}{\text{นาที}} \times \frac{0.425 \text{ กิโลกรัม}}{\text{แผ่น}} \times 0.85 \times \frac{60 \text{ นาที}}{1 \text{ ชั่วโมง}} \times \frac{24 \text{ ชั่วโมง}}{1 \text{ วัน}} \times \frac{1 \text{ ตัน}}{1000 \text{ กิโลกรัม}}$$

= 31.2 ตัน/วัน

กำลังการผลิตสูงสุด

= กำลังการผลิตสูงสุดที่ได้จากการคำนวณ x % GE ที่เกิดขึ้น x จำนวนวันทำงาน

<u>ยกตัวอย่างเดือนกุมภาพันธ์ 2557</u>

กำลังการผลิตสูงสุด = 31.2 ตัน/วัน x 0.90 x 24 วัน/เดือน

= 674 ตัน/เดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำลังการผลิตสูงสุดของสายการผลิต RS12-KF ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2556 ถึงตุลาคม 2557 แสดงดังตารางที่ ค.1

ตารางที่ ค.1 กำลังการผลิตสูงสุดของสายการผลิต KF ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2556 ถึงตุลาคม 2557

เดือน	วันทำงาน	กำลังการผลิตสูงสุดที่ได้จากการคำนวณ (ตัน/วัน)	กำลังการผลิตสูงสุด (ตัน/เดือน)
พ.ย. 56	27	31.2	758
ธ.ค. 56	27	31.2	758
ม.ค. 57	27	31.2	758
ก.พ. 57	24	31.2	674
มี.ค 57	27	31.2	758
เม.ย. 57	26	31.2	730
พ.ค. 57	27	31.2	758
มิ.ย. 57	26	31.2	730
ก.ค. 57	27	31.2	758
ส.ค. 57	27	31.2	758
ก.ย. 57	26	31.2	730
ต.ค. 57	27	31.2	758
รวม	318		8,933

สายการผลิต RS9

ข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณกำลังการผลิตสูงสุดของสายการผลิต RS9 ได้แก่

<u>ส่วนเครื่องผสมที่ 1</u>

อัตราการผสม	=	41	แบทช์/วัน
1 แบทช์	=	300	กิโลกรัม
% GE ตามทฤษฎี	=	90	%

(คิดเทียบจากวันทำงาน 6.5 วัน ใน 1 สัปดาห์ เนื่องจากทำการบำรุงรักษาเครื่องผสมครึ่งวัน)

% GE ที่เกิดขึ้น	=	90	%

(คิดเทียบจากวันทำงาน 6.5 วัน ใน 1 สัปดาห์)

พ.ย. 56-ก.พ.57 จำนวนกะ	=	1	กะ (ครึ่งวัน)
มี.ค. 57-ต.ค.57 จำนวนกะ	=	2	กะ (1 วัน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้น

กำลังการผลิตสูงสุดที่ได้จากการคำนวณ

= อัตราการผสม x % GE ตามทฤษฎี

$$= \frac{41 \text{ แบทช์}}{\text{วัน}} \times \frac{300 \text{ กิโลกรัม}}{1 \text{ แบทช์}} \times 0.90 \times \frac{1 \text{ ตัน}}{1000 \text{ กิโลกรัม}}$$

= 11 ตัน/วัน

กำลังการผลิตสูงสุด

= กำลังการผลิตสูงสุดที่ได้จากการคำนวณ x % GE ที่เกิดขึ้น x จำนวนวันทำงาน

ยกตัวอย่างเดือนกุมภาพันธ์ 2557

กำลังการผลิตสูงสุด = 11 ตัน/วัน x 0.90 x 1/2

= 4.95 ตัน/วัน

ส่วนเครื่องผสมที่ 2 เริ่มใช้งานเดือนพฤษภาคม 2557

อัตราการผสม = 38 แบทช์/วัน

1 แบทช์ = 440 กิโลกรัม

% GE ตามทฤษฎี = 90 %

(คิดเทียบจากวันทำงาน 6.5 วัน ใน 1 สัปดาห์ เนื่องจากทำการบำรุงรักษาเครื่องผสมครึ่งวัน)

% GE ที่เกิดขึ้น = 90 %

(คิดเทียบจากวันทำงาน 6.5 วัน ใน 1 สัปดาห์)

พ.ค. 57-ต.ค.57 จำนวนกะ = 2 กะ (1 วัน)

ดังนั้น

กำลังการผลิตสูงสุดที่ได้จากการคำนวณ

= อัตราการผสม x % GE ตามทฤษฎี

$$= \frac{38 \text{ แบทช์}}{\text{วัน}} \times \frac{440 \text{ กิโลกรัม}}{1 \text{ แบทช์}} \times 0.90 \times \frac{1 \text{ ตัน}}{1000 \text{ กิโลกรัม}}$$

= 15 ตัน/วัน

กำลังการผลิตสูงสุด

= กำลังการผลิตสูงสุดที่ได้จากการคำนวณ x % GE ที่เกิดขึ้น x จำนวนวันทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยกตัวอย่างเดือนพฤษภาคม 2557

กำลังการผลิตสูงสุด = 15 ตัน/วัน x 0.90 x 1

= 13.5 ตัน/วัน

เมื่อรวมกำลังการผลิตสูงสุดของเครื่องผสมที่ 1 และ 2 แสดงได้ดังตารางที่ ค.2

ตารางที่ ค.2 กำลังการผลิตสูงสุดของเครื่องผสมที่ 1 และ 2 ของสายการผลิต RS9 ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2556 ถึงตุลาคม 2557

เดือน	กำลังการผลิตสูงสุด (ตัน/วัน)		
	เครื่องผสมที่ 1	เครื่องผสมที่ 2	รวม
พ.ย. 56	4.95	0	4.95
ธ.ค. 56	4.95	0	4.95
ม.ค. 57	4.95	0	4.95
ก.พ. 57	4.95	0	4.95
มี.ค 57	9.90	0	9.90
เม.ย. 57	9.90	0	9.90
พ.ค. 57	9.90	13.50	23.40
มิ.ย. 57	9.90	13.50	23.40
ก.ค. 57	9.90	13.50	23.40
ส.ค. 57	9.90	13.50	23.40
ก.ย. 57	9.90	13.50	23.40
ต.ค. 57	9.90	13.50	23.40

ส่วนชุดเครื่องรีดและตัดหมากฝรั่ง

อัตราการผลิตแผ่นหมากฝรั่ง = 53 แผ่น/นาที

น้ำหนักของแผ่นหมากฝรั่ง = 0.428 กิโลกรัม/แผ่น

% GE ตามทฤษฎี = 85 %

(คิดเทียบจากวันทำงาน 6 วัน ใน 1 สัปดาห์ เนื่องจากทำการบำรุงรักษาชุดเครื่องรีดและตัดหมากฝรั่ง 1 วัน)

% GE (ประมาณค่า) = 70 %

(คิดเทียบจากวันทำงาน 5 วัน ใน 1 สัปดาห์)

พ.ย. 56-ก.พ.57 จำนวนกะ = 1 กะ (ครึ่งวัน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มี.ค. 57-ต.ค.57 จำนวนกะ = 2 กะ (1 วัน)

ดังนั้น

กำลังการผลิตสูงสุดที่ได้จากการคำนวณ

= อัตราการผลิตแผ่นหมากฝรั่ง x น้ำหนักของแผ่นหมากฝรั่ง x % GE ตามทฤษฎี

$$= \frac{53 \text{ แผ่น}}{\text{นาที}} \times \frac{0.428 \text{ กิโลกรัม}}{\text{แผ่น}} \times 0.85 \times \frac{60 \text{ นาที}}{1 \text{ ชั่วโมง}} \times \frac{24 \text{ ชั่วโมง}}{1 \text{ วัน}} \times \frac{1 \text{ ตัน}}{1000 \text{ กิโลกรัม}}$$

= 27.8 ตัน/วัน

กำลังการผลิตสูงสุด

= กำลังการผลิตสูงสุดที่ได้จากการคำนวณ x % GE (ประมาณค่า) x จำนวนวันทำงาน

ยกตัวอย่างเดือนกุมภาพันธ์ 2557

กำลังการผลิตสูงสุด = 27.8 ตัน/วัน x 0.70 x 1/2

= 9.7 ตัน/วัน

กำลังการผลิตสูงสุดของสายการผลิต RS9 กำหนดด้วยกำลังการผลิตของเครื่องจักรที่น้อยกว่าระหว่างกำลังการผลิตของเครื่องผสมและชุดเครื่องรีดและตัดหมากฝรั่ง ตารางที่ ค.3 แสดงกำลังการผลิตสูงสุดของสายการผลิต RS9 ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2556 ถึงตุลาคม 2557

ตารางที่ ค.3 กำลังการผลิตสูงสุดของสายการผลิต RS9 ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2556 ถึงตุลาคม 2557

เดือน	วันทำงาน (วัน)	กำลังการผลิตสูงสุด (ตัน/วัน)			กำลังการผลิตสูงสุด (ตัน/เดือน)
		เครื่องผสม	ชุดเครื่องรีดและตัดหมากฝรั่ง	สายการผลิต	
พ.ย. 56	24	4.95	9.70	4.95	118.80
ธ.ค. 56	25	4.95	9.70	4.95	123.75
ม.ค. 57	25	4.95	9.70	4.95	123.75
ก.พ. 57	22	4.95	9.70	4.95	108.90
มี.ค 57	25	9.90	19.50	9.90	247.50
เม.ย. 57	24	9.90	19.50	9.90	237.6
พ.ค. 57	25	23.40	19.50	19.50	487.5
มิ.ย. 57	24	23.40	19.50	19.50	468.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.3 กำลังการผลิตสูงสุดของสายการผลิต RS9 ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2556 ถึงตุลาคม 2557 (ต่อ)

เดือน	วันทำงาน (วัน)	กำลังการผลิตสูงสุด (ตัน/วัน)			กำลังการผลิตสูงสุด (ตัน/เดือน)
		เครื่องผสม	ชุดเครื่องรีดและตัดหมากฝรั่ง	สายการผลิต	
ก.ค. 57	25	23.40	19.50	19.50	487.5
ส.ค. 57	25	23.40	19.50	19.50	487.5
ก.ย. 57	24	23.40	19.50	19.50	468.0
ต.ค. 57	25	23.40	19.50	19.50	487.5
รวม	293				3,846.3

สายการผลิต RS12-SEA

ข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณกำลังการผลิตสูงสุดของสายการผลิต RS12-SEA ได้แก่

<u>ส่วนเครื่องผสม</u>

อัตราการผสม = 38 แบทช์/วัน

1 แบทช์ = 440 กิโลกรัม

% GE ตามทฤษฎี = 90 %

(คิดเทียบจากวันทำงาน 6.5 วัน ใน 1 สัปดาห์ เนื่องจากทำการบำรุงรักษาเครื่องผสมครึ่งวัน)

% GE ที่เกิดขึ้น = 90 %

(คิดเทียบจากวันทำงาน 6.5 วัน ใน 1 สัปดาห์)

เครื่องผสม = 2 เครื่อง

ดังนั้น

กำลังการผลิตสูงสุดที่ได้จากการคำนวณ

$$= \text{อัตราการผสม} \times \%\ \text{GE ตามทฤษฎี}$$

$$= \frac{38\ \text{แบทช์}}{\text{วัน}} \times \frac{440\ \text{กิโลกรัม}}{1\ \text{แบทช์}} \times 0.90 \times \frac{1\ \text{ตัน}}{1000\ \text{กิโลกรัม}}$$

$$= 15\ \text{ตัน/วัน}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำลังการผลิตสูงสุด

= กำลังการผลิตสูงสุดที่ได้จากการคำนวณ x % GE ที่เกิดขึ้น x จำนวนเครื่องผสม

= 15 ตัน/วัน x 0.90 x 2

= 27 ตัน/วัน

<u>ส่วนชุดเครื่องรีดและตัดหมากฝรั่ง</u>

อัตราการผลิตแผ่นหมากฝรั่ง	=	60	แผ่น/นาที
น้ำหนักของแผ่นหมากฝรั่ง	=	0.428	กิโลกรัม/แผ่น
% GE ตามทฤษฎี	=	85	%

(คิดเทียบจากวันทำงาน 6 วัน ใน 1 สัปดาห์ เนื่องจากทำการบำรุงรักษาชุดเครื่องรีดและตัดหมากฝรั่ง 1 วัน)

% GE (ประมาณค่า)	=	80	% (พ.ย. 56-ก.พ.57)

(คิดเทียบจากวันทำงาน 5.5 วัน ใน 1 สัปดาห์)

	=	65	% (มี.ค. 57-ต.ค.57)

(คิดเทียบจากวันทำงาน 4.5 วัน ใน 1 สัปดาห์)

ดังนั้น

กำลังการผลิตสูงสุดที่ได้จากการคำนวณ

= อัตราการผลิตแผ่นหมากฝรั่ง x น้ำหนักของแผ่นหมากฝรั่ง x % GE ตามทฤษฎี

$$= \frac{60 \text{ แผ่น}}{\text{นาที}} \times \frac{0.428 \text{ กิโลกรัม}}{\text{แผ่น}} \times 0.85 \times \frac{60 \text{ นาที}}{1 \text{ ชั่วโมง}} \times \frac{24 \text{ ชั่วโมง}}{1 \text{ วัน}} \times \frac{1 \text{ ตัน}}{1000 \text{ กิโลกรัม}}$$

= 31.4 ตัน/วัน

กำลังการผลิตสูงสุด

= กำลังการผลิตสูงสุดที่ได้จากการคำนวณ x % GE (ประมาณค่า)

<u>ยกตัวอย่างเดือนกุมภาพันธ์ 2557</u>

กำลังการผลิตสูงสุด = 31.4 ตัน/วัน x 0.80

= 25.1 ตัน/วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำลังการผลิตสูงสุดของสายการผลิต RS12-SEA กำหนดด้วยกำลังการผลิตของเครื่องจักรที่น้อยกว่าระหว่างกำลังการผลิตของเครื่องผสมและชุดเครื่องรีดและตัดหมากฝรั่ง ตารางที่ ค.4 แสดงกำลังการผลิตสูงสุดของสายการผลิต RS12-SEA ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2556 ถึงตุลาคม 2557

ตารางที่ ค.4 กำลังการผลิตสูงสุดของสายการผลิต RS12-SEA ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2556 ถึงตุลาคม 2557

เดือน	วันทำงาน	กำลังการผลิตสูงสุด (ตัน/วัน)			กำลังการผลิตสูงสุดต่อเดือน (ตัน)
		เครื่องผสม	ชุดเครื่องรีดและตัดหมากฝรั่ง	สายการผลิต	
พ.ย. 56	24	27.0	25.1	25.1	602.4
ธ.ค. 56	25	27.0	25.1	25.1	627.5
ม.ค. 57	25	27.0	25.1	25.1	627.5
ก.พ. 57	22	27.0	25.1	25.1	552.2
มี.ค 57	25	27.0	20.4	20.4	510.0
เม.ย. 57	24	27.0	20.4	20.4	489.6
พ.ค. 57	25	27.0	20.4	20.4	510.0
มิ.ย. 57	24	27.0	20.4	20.4	489.6
ก.ค. 57	25	27.0	20.4	20.4	510.0
ส.ค. 57	25	27.0	20.4	20.4	510.0
ก.ย. 57	24	27.0	20.4	20.4	489.6
ต.ค. 57	25	27.0	20.4	20.4	510.0
รวม	293				6,428.4

ค.2 การคำนวณอัตราการใช้เครื่องจักร

อัตราการใช้เครื่องจักร (Machine Utilization) คำนวณได้จาก

$$\text{อัตราการใช้เครื่องจักร} = \frac{\text{อัตราการผลิต}}{\text{กำลังการผลิตสูงสุด}} \times 100$$

ตารางที่ ค.5 ค.6 และ ค.7 แสดงอัตราการผลิต กำลังการผลิตสูงสุด และอัตราการใช้เครื่องจักรของสายการผลิต KF, RS9 และ RS12-SEA ตามลำดับ ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2556 ถึงตุลาคม 2557

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.5 อัตราการผลิต กำลังการผลิตสูงสุด และอัตราการใช้เครื่องจักรของสายการผลิต KF ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2556 ถึงตุลาคม 2557

เดือน	อัตราการผลิต (ตัน/เดือน)	กำลังการผลิตสูงสุด (ตัน/เดือน)	อัตราการใช้. เครื่องจักร (%)
พ.ย. 56	773	758	102
ธ.ค. 56	730	758	96
ม.ค. 57	752	758	99
ก.พ. 57	593	674	88
มี.ค 57	585	758	77
เม.ย. 57	648	730	89
พ.ค. 57	664	758	88
มิ.ย. 57	689	730	94
ก.ค. 57	610	758	80
ส.ค. 57	675	758	89
ก.ย. 57	600	730	82
ต.ค. 57	760	758	100
รวม	8,080	8,933	90

หมายเหตุ อัตราการใช้เครื่องจักรสูงกว่า 100% เนื่องจากบริษัทดำเนินการผลิตเกิน 6 วัน เมื่อเทียบกับกำลังการผลิตสูงสุดซึ่งนับวันทำงาน 6 วัน ใน 7 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.6 อัตราการผลิต กำลังการผลิตสูงสุด และอัตราการใช้เครื่องจักรของสายการผลิต RS9 ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2556 ถึงตุลาคม 2557

เดือน	อัตราการผลิต (ตัน/เดือน)	กำลังการผลิตสูงสุด (ตัน/เดือน)	อัตราการใช้เครื่องจักร (%)
พ.ย. 56	67	118.80	55
ธ.ค. 56	51	118.80	42
ม.ค. 57	54	118.80	45
ก.พ. 57	67	118.80	55
มี.ค 57	70	118.80	58
เม.ย. 57	67	118.80	56
พ.ค. 57	67	118.80	56
มิ.ย. 57	66	118.80	55
ก.ค. 57	63	118.80	53
ส.ค. 57	64	118.80	53
ก.ย. 57	56	118.80	47
ต.ค. 57	66	118.80	55
รวม	757	1,425.6	53

หมายเหตุ การคำนวณอัตราการใช้เครื่องจักรของสายการผลิต RS9 จะใช้กำลังการผลิตสูงสุดเดือนพฤศจิกายน 2556 เนื่องจากผู้ปฏิบัติงานในสายการผลิตนี้โดยปกติทำงาน 1 กะ (ข้อมูลนี้คำนวณเมื่อมีเครื่องผสม 1 เครื่อง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

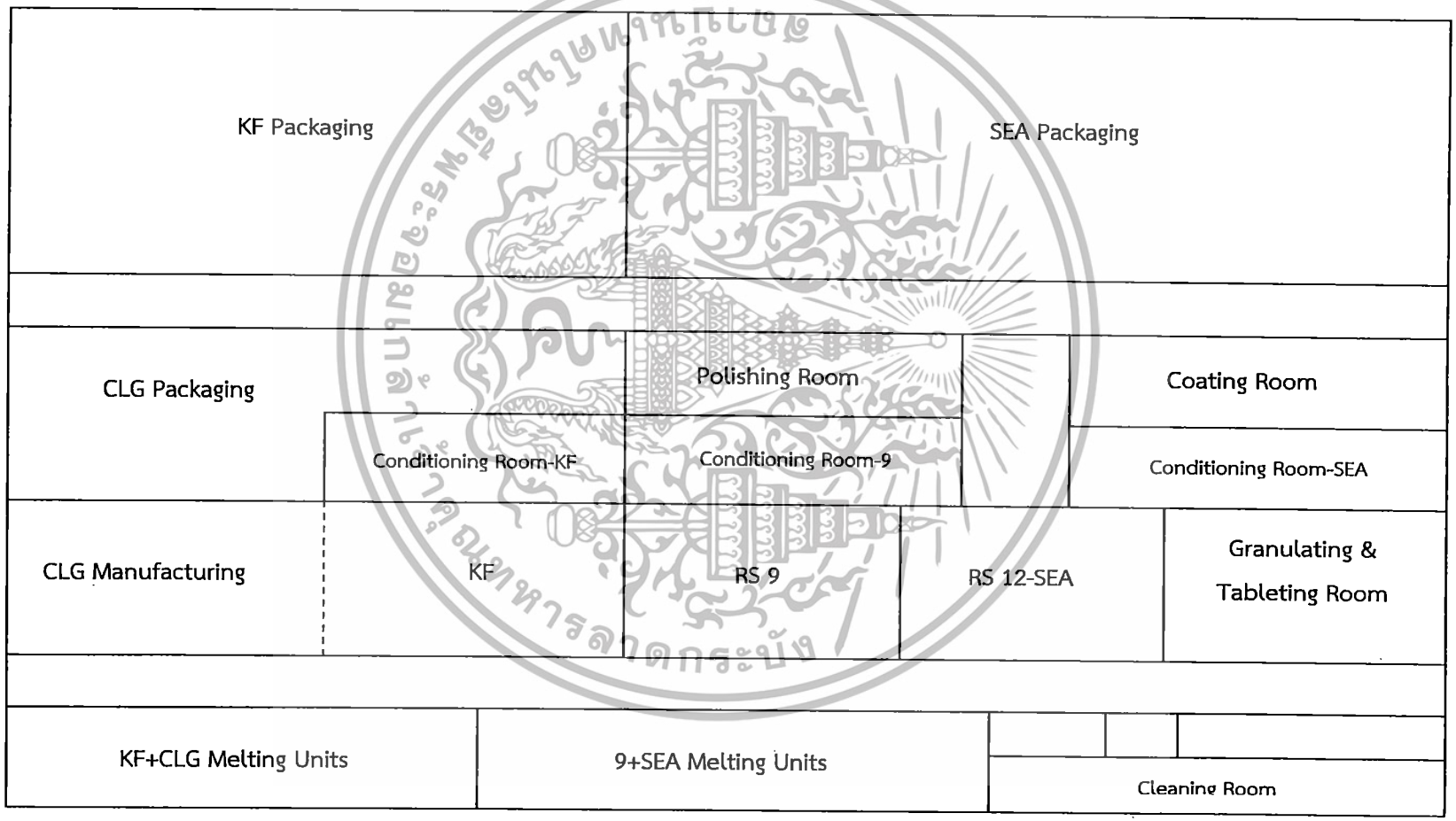
ตารางที่ ค.7 อัตราการผลิต กำลังการผลิตสูงสุด และอัตราการใช้เครื่องจักรของสายการผลิต RS12-SEA ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2556 ถึงตุลาคม 2557

เดือน	อัตราการผลิต (ตัน/เดือน)	กำลังการผลิตสูงสุด (ตัน/เดือน)	อัตราการใช้เครื่องจักร (%)
พ.ย. 56	329	602.4	55
ธ.ค. 56	404	627.5	67
ม.ค. 57	273	627.5	44
ก.พ. 57	344	552.2	62
มี.ค 57	362	510.0	71
เม.ย. 57	348	489.6	71
พ.ค. 57	348	510.0	68
มิ.ย. 57	339	489.6	69
ก.ค. 57	325	510.0	64
ส.ค. 57	328	510.0	64
ก.ย. 57	284	489.6	58
ต.ค. 57	338	510.0	66
รวม	4,022	6,428.4	63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

แผนผังโรงงานผลิตหมากฝรั่งของบริษัท มอนเดลีซ อินเตอร์เนชั่นแนล (ประเทศไทย) จำกัด



รูปที่ ง.1 แผนผังโรงงานผลิตหมากฝรั่งของบริษัท มอนเดลีซ อินเตอร์เนชั่นแนล (ประเทศไทย) จำกัด

KF	คือ สายการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาลที่ส่งออกสาธารณรัฐประชาชนจีน
KF Packaging	คือ กระบวนการบรรจุภัณฑ์หมากฝรั่งที่ส่งออกสาธารณรัฐประชาชนจีน
Conditioning Room-KF	คือห้องควบคุมอุณหภูมิและความชื้นของหมากฝรั่งที่มาจากสายการผลิต KF
RS 9, RS12-SEA	คือ สายการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดที่มีหรือไม่มีน้ำตาลที่ขายในประเทศไทย
SEA Packaging	คือ กระบวนการบรรจุภัณฑ์หมากฝรั่งที่ขายในประเทศไทย
Conditioning Room-9	คือห้องควบคุมอุณหภูมิและความชื้นของหมากฝรั่งที่มาจากสายการผลิต RS 9
Conditioning Room-SEA	คือ ห้องควบคุมอุณหภูมิและความชื้นของหมากฝรั่งที่มาจากสายการผลิต RS12-SEA
CLG Manufacturing	คือ กระบวนการผลิตหมากฝรั่งที่ส่งออกประเทศญี่ปุ่น
CLG Packaging	คือ กระบวนการบรรจุภัณฑ์หมากฝรั่งที่ส่งออกประเทศญี่ปุ่น
Polishing Room	คือ ห้องขัดเงาผิวหมากฝรั่ง
Coating Room	คือ ห้องเคลือบผิวหมากฝรั่ง
Granulating & Tableting Room	คือ ห้องผสมและตอกเม็ด
KF+CLG Melting Units	คือ ส่วนเครื่องหลอมหมากพื้นฐานที่ส่งไปสายการผลิต KF และ CLG Manufacturing
9+SEA Melting Units	คือ ส่วนเครื่องหลอมหมากพื้นฐานที่ส่งไปสายการผลิต RS 9 และ RS12-SEA
Cleaning Room	คือ ห้องทำความสะอาดเครื่องมือ อุปกรณ์ และภาชนะบรรจุหมากฝรั่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล นางสาวจันทกานต์ พรสายชล

วัน เดือน ปีเกิด 11 มกราคม 2534

ที่อยู่ 179/21 หมู่ 5 ถนนเศรษฐกิจ ตำบลบ้านสวน อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี 20000

Email unitgreen34@gmail.com **โทรศัพท์** 087-141-2504

ประวัติการศึกษา

- พ.ศ. 2552-2555 วศ.บ. (วิศวกรรมเคมี)
  คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- พ.ศ. 2549-2551 มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนชลกันยานุกูล จังหวัดชลบุรี

ทุนการศึกษา

ทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ภายใต้โครงการเชื่อมโยงภาคการผลิตกับงานวิจัย (ทุน สกว. – อุตสาหกรรม) สัญญาเลขที่ MRG-555E097

ประสบการณ์การฝึกงานและการทำงานกับภาคอุตสาหกรรม

1. นักศึกษาฝึกงานที่บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน) ศูนย์ปฏิบัติการ ชลบุรี ส่วนวิศวกรรมซ่อมบำรุงระบบท่อส่งแก๊ส ระหว่างวันที่ 18 เมษายน – 6 มิถุนายน 2555
2. ทำงานวิจัยวิทยานิพนธ์กับฝ่ายพัฒนาและปรับปรุงกระบวนการผลิตอย่างต่อเนื่องของบริษัท มอนเดลีซ อินเตอร์เนชั่นแนล (ประเทศไทย) จำกัด

ผลงานวิจัย

1. จันทกานต์ พรสายชล กมลา ธรรมรัตนากร ธนวรรณ พิณรัตน์ และ อัญชลีพร วาริทสวัสดิ์ หล่อทองคำ. 2556. "ภาวะปฏิบัติการของเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยในกระบวนการผลิตผงซักฟอกสูตรมาตรฐานที่ใช้แก๊สธรรมชาติอย่างมีประสิทธิภาพ." การประชุมวิชาการวิศวกรรมเคมีและเคมีประยุกต์แห่งประเทศไทย ครั้งที่ 23 วันที่ 17-18 ตุลาคม 2556 ณ โรงแรมพูลแมน ขอนแก่น ราชา ออคิด จังหวัดขอนแก่น, TH-APP-06.
2. จันทกานต์ พรสายชล กันต์กนิษฐ์ ขวัญพฤกษ์ และอัญชลีพร วาริทสวัสดิ์ หล่อทองคำ. 2556. "การลดเวลาสูญเสียในกระบวนการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาล." การประชุมวิชาการวิศวกรรมเคมีและเคมีประยุกต์แห่งประเทศไทย ครั้งที่ 23 วันที่ 17-18 ตุลาคม 2556 ณ โรงแรมพูลแมน ขอนแก่น ราชา ออคิด จังหวัดขอนแก่น, TH-APP-09.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ณัฐนนท์ ไพบูลย์ศิลป์ จันทกานต์ พรสายชล และ อัญชลีพร วาริทสวัสดิ์ หล่อทองคำ. 2557. “การวางแผนกำลังการผลิตของกระบวนการผลิตหมากฝรั่งแบบแผ่นชนิดไม่มีน้ำตาลและการลดเวลาสูญเสียด้วยแนวคิดลีน-ซิกซ์ซิกมา” การประชุมวิชาการวิศวกรรมเคมีและเคมีประยุกต์แห่งประเทศไทย ครั้งที่ 24 วันที่ 18-19 ธันวาคม 2557 ณ โรงแรมฟูราม่า จังหวัดเชียงใหม่, NA-CHE-005.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้