



รายงานสหกิจฉบับสมบูรณ์

การจัดสมดุลสายการผลิตมอเตอร์ไซค์สำหรับปี ค.ศ. 2019
กรณีศึกษา บริษัท บีเอ็มดับเบิลยู แมนูแฟคเจอร์ริง (ประเทศไทย) จำกัด
MOTORRAD'S PRODUCTION LINE BALANCING FOR VOLUME RAMP UP IN
2019 : A CASE STUDY OF BMW MANUFACTURING (THAILAND) CO.,LTD.

ฐานิตา สุวรรณรัตน์

ภาควิชาวิศวกรรมการผลิตและควบคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561



รายงานสหกิจฉบับสมบูรณ์

การจัดสมดุลสายการผลิตรถมอเตอร์ไซค์สำหรับปี ค.ศ. 2019

กรณีศึกษา บริษัท บีเอ็มดับเบิลยู แมนูแฟคเจอร์ริง (ประเทศไทย) จำกัด

MOTORRAD'S PRODUCTION LINE BALACING FOR VOLUME RAMP UP IN
2019 : A CASE STUDY OF BMW MANUFACTURING (THAILAND) CO.,LTD.

ฐานิตา สุวรรณรัตน์

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการ	การจัดสมดุลสายการผลิตรถมอเตอร์ไซค์สำหรับปี ค.ศ. 2019 กรณีศึกษา บริษัท บีเอ็มดับเบิลยู แมนูแฟคเจอร์ริง (ประเทศไทย) จำกัด
นักศึกษา	นางสาวฐานิตา สุวรรณรัตน์
ภาควิชา	วิศวกรรมการผลิตและควบคุม
อาจารย์นิเทศ	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพดล มณีรัตน์
ผู้นิเทศ	นายเมธี มุทธวัตร
สถานประกอบการ	บริษัท บีเอ็มดับเบิลยู แมนูแฟคเจอร์ริง (ประเทศไทย) จำกัด

บทคัดย่อ

โครงการนี้ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับสายการผลิตรถมอเตอร์ไซค์รุ่น R 1200 GS Adventure ณ แผนกมอเตอร์ไซด์ (Motorrad) บริษัท บีเอ็มดับเบิลยู แมนูแฟคเจอร์ริง (ประเทศไทย) จำกัด เพื่อนำข้อมูลที่ได้้นั้นมาวิเคราะห์การจัดสมดุลสายการผลิต เนื่องจากสายการผลิตในปัจจุบันไม่สามารถรองรับกำลังการผลิตที่เพิ่มขึ้นในปีถัดไป จึงจัดทำเพื่อเตรียมการไว้รองรับกำลังการผลิตที่เพิ่มขึ้นในเดือนพฤษภาคม ปี ค.ศ. 2019 ใช้หลักการ Manufacturing Tool และ Quality Solving Tools ในการวิเคราะห์และแก้ไข้ปัญหา โดยนำยอดการผลิตต่อวันมาคำนวณหาความเร็วรอบในการผลิต (Takt Time) และคำนวณหาจำนวนแรงงานที่ใช้ในการผลิต (Operators) จนได้วิธีการที่เหมาะสมกับสายการผลิต กล่าวคือ ไม่เกิดปัญหาคอขวด (Bottle Neck) ขึ้นในกระบวนการผลิต และได้ยอดกำลังการผลิตตามที่องค์กรกำหนดไว้

คำสำคัญ : การจัดสมดุลสายการผลิต, ความเร็วรอบที่ใช้ในการผลิต, ปัญหาคอขวด

Project title: MOTORRAD's Production Line Balancing for Volume Ramp Up in 2019 : A case study of BMW Manufacturing (Thailand) Co., Ltd.

Student: Miss Thanita Suwanarat

Department: Instrumentation and Control Engineering

Advisor: Assistant Professor Dr. Noppadol Maneerat

Mentor: Mr. Methawee Mukthawat

Company: BMW Manufacturing (Thailand) Co., Ltd.

ABSTRACT

This project is to study about production line of motorcycle R 1200 GS Adventure at Motorrad department of BMW Manufacturing (Thailand) Co., Ltd to collect the data for production line balancing analysis. Because production line in nowadays cannot achieve target of production capacity which increased in the next year. The researcher studied for achieve target of capacity increased in May, 2019. So, the researcher used manufacturing tools and quality solving tools to analyze and solve the problems. By taking production capacity per day to calculate a proper takt time and operators. According to the organization stated, what indicated that did not has the bottle neck in manufacturing processes and target of production capacity.

Keywords : Line Balancing, Takt Time, Bottle Neck

กิตติกรรมประกาศ

โครงการเรื่อง การจัดสมดุสสายการผลิตรถมอเตอร์ไซค์สำหรับปี ค.ศ. 2019 กรณีศึกษา บริษัท บีเอ็มดับเบิลยู แมนูแฟคเจอร์ริง (ประเทศไทย) จำกัด สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบุคคลทุกคนที่มีส่วนเกี่ยวข้อง และให้การสนับสนุน ซึ่งส่งผลให้โครงการนี้เสร็จสมบูรณ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพดล มณีรัตน์ อาจารย์ผู้ให้คำปรึกษาโครงการ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง สำหรับการให้โอกาสในการศึกษาโครงการนี้ รวมทั้งความรู้ คำแนะนำ ความช่วยเหลือ และความเอาใจใส่ในทุกๆ ด้านตลอดเวลาที่ผ่านมา

กลุ่มบุคลากรในส่วนต่างๆ ของบริษัท บีเอ็มดับเบิลยู แมนูแฟคเจอร์ริง (ประเทศไทย) จำกัด อาทิเช่น คุณเมธวี มุกธวัตร, คุณ Roger Hoffmann, คุณบรรหาร เศษธรรม, คุณอนุรัตน์ ฉัตรทอง และคุณวนิดา วิวาสุข เป็นต้น ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ที่มีส่วนช่วยให้โครงการนี้เสร็จสมบูรณ์ โดยคอยให้ความช่วยเหลือ ให้คำปรึกษาแนะนำ พร้อมทั้งช่วยเหลืออีกทั้งยังให้การสนับสนุน ผู้วิจัยเป็นอย่างดี

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ทุกๆ ท่านในสาขาวิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ บิตามารดา และบุคคลในครอบครัว รวมทั้งเพื่อนๆ พี่ๆ ซึ่งคอยให้คำแนะนำ ให้การสนับสนุนในทุกๆ ด้าน ทั้งกำลังใจ และความห่วงใย จนโครงการนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ฐานิตา สุวรรณรัตน์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญรูป.....	VI
สารบัญตาราง.....	VII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	1
1.3 ขอบเขตของการศึกษา.....	2
1.4 แผนการดำเนินงาน.....	2
1.5 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	2
บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 การผลิตแบบทันเวลา (Just In Time).....	4
2.2 ระบบการผลิตแบบดึง (Pull System).....	6
2.3 กระบวนการคอขวด (Bottleneck Process).....	6
2.4 ความสูญเปล่า 7 ประการ (7 Waste).....	6
2.5 หลักการ 5 ส (5 S).....	16
2.6 การศึกษาเวลา (Time Study).....	20
2.7 ระบบการผลิต และการจัดทำสายการผลิตให้สมดุล.....	21
2.8 การจัดสมดุลสายการผลิต (Line Balancing).....	26

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย	32
3.1 สภาพการผลิตในปัจจุบัน.....	32
3.2 วิธีการดำเนินงาน	33
3.2.1 การกำหนดปัญหา (Define).....	33
3.2.2 การใช้พารามิเตอร์ในการวิเคราะห์กระบวนการ (Measure).....	34
3.2.3 การวิเคราะห์ (Analyzes).....	35
บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน	40
บทที่ 5 สรุป และวิจารณ์ผลการดำเนินงาน	42
5.1 สรุปผล และวิจารณ์ผลการดำเนินงาน	42
5.2 ปัญหาต่างๆ ที่พบในการดำเนินงาน.....	43
5.3 ข้อเสนอแนะในการแก้ไข และปรับปรุงต่อไป.....	43
เอกสารอ้างอิง	44
ภาคผนวก	42
ภาคผนวก ก Motorrad Production Process Flow	46
ภาคผนวก ข ข้อมูลเวลา และแผนภูมิแท่งหลังจัดสมดุลการผลิตของ Pre-Assembly	47
ภาคผนวก ค ข้อมูลเวลา และแผนภูมิแท่งหลังจัดสมดุลการผลิตของ Trim Line.....	48
ภาคผนวก ง ข้อมูลเวลา และแผนภูมิแท่งหลังจัดสมดุลการผลิตของ Final Line.....	49
ประวัติผู้เขียน.....	50

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 องค์ประกอบของหลักการ 5 ส	16
2.2 แผนภูมิระบบการผลิตแบบช่วงตอน	22
2.3 แผนภูมิระบบการผลิตแบบต่อเนื่อง	23
2.4 แผนภูมิลักษณะการแปรสภาพการผลิต	24
2.5 แผนภูมิลักษณะการแปรสภาพการผลิต	25
2.6 แผนภูมิลักษณะการแปรสภาพการผลิต	25
3.1 ภาพแสดงรุ่นของรถมอเตอร์ไซค์ที่ผลิตในปี ค.ศ. 2018.....	33
3.2 แผนภูมิแท่งแสดงระยะเวลาการทำงานของพนักงานแต่ละคนก่อนจัดสมดุลสายการผลิต	34
3.3 แผนภูมิแท่งแสดงค่าเฉลี่ยของเวลาในแต่ละสถานีงานก่อนการจัดสมดุลสายการผลิต	35
3.4 แผนภูมิแท่งแสดงระยะเวลาการทำงานของพนักงานแต่ละคนหลังจัดสมดุลสายการผลิต.....	37
3.5 แผนภูมิแท่งแสดงค่าเฉลี่ยของเวลาในแต่ละสถานีงานหลังการจัดสมดุลสายการผลิต	38

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 แผนการดำเนินงานตลอดการฝึกสหกิจศึกษา.....	2
4.1 ความสูญเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต (Waste).....	40
4.2 สรุปผลการวิเคราะห์ค่าความเร็รรอบการผลิต (Takt Time) ในแต่ละสถานีงาน	40



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในสภาวะปัจจุบัน ผู้ประกอบการที่สามารถผลิตสินค้าที่มีคุณภาพสูง ใช้ต้นทุนต่ำ และสามารถส่งมอบสินค้าได้ตรงตามกำหนดเวลา จะได้เปรียบผู้ประกอบการรายอื่นๆ ด้วยเหตุนี้แต่ละองค์กรจึงต้องวางแผนเพื่อทำการปรับปรุง และพัฒนาประสิทธิภาพในการผลิตให้สูงขึ้น เพื่อเพิ่มความสามารถในการแข่งขันด้านการตลาด ดังนั้นการจัดสมดุลสายการผลิตจึงเป็นหลักการหนึ่งที่แต่ละองค์กรให้ความสนใจเป็นอย่างมาก

บริษัท บีเอ็มดับเบิลยู แมนูแฟคเจอร์ส (ประเทศไทย) จำกัด เป็นหนึ่งในเครือข่ายการผลิตของบีเอ็มดับเบิลยู กรุ๊ป 31 แห่ง ใน 14 ประเทศ ทั่วโลก ปัจจุบันมีการผลิตบีเอ็มดับเบิลยูในส่วนของรถยนต์และมอเตอร์ไซค์ โดยรับชิ้นส่วนของรถมาจากประเทศเยอรมัน และทำการประกอบให้เป็นรูปร่างที่ประเทศไทย และในส่วนของแผนกมอเตอร์ราด (Motorrad) ผลิตในส่วนของมอเตอร์ไซค์ กำลังประสบปัญหาในเรื่องของความสมดุลสายการผลิตเช่นกัน โดยลักษณะปัญหาที่เกิดขึ้นคือ พนักงานในสายการผลิตโดยส่วนมากใช้เวลาในการผลิตรถในแต่ละสถานีต่ำกว่ามาตรฐานขององค์กร กล่าวคือ จำนวนแรงงานไม่สอดคล้องกับจำนวนของงานกระบวนการผลิต ซึ่งสามารถถ่ายโอนแรงงานไปปฏิบัติงานในภาคส่วนอื่นๆ ได้ โดยที่ประสิทธิภาพการทำงานยังเท่าเดิม และต้องการปรับสมดุลสายการผลิตใหม่ เพื่อรองรับกำลังการผลิตที่จะเพิ่มขึ้นในปีถัดไป ดังนั้น จึงวิเคราะห์และแก้ปัญหาเพื่อให้เกิดการใช้ทรัพยากร (แรงงาน) ได้อย่างคุ้มค่าที่สุด

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาสภาพปัจจุบันของกระบวนการผลิตรถมอเตอร์ไซค์รุ่น R 1200 GS Adventure
2. เพื่อให้ได้แผนการจัดการทรัพยากรมนุษย์ ที่มีประสิทธิภาพเพียงพอต่อการผลิตรถมอเตอร์ไซค์ในรอบการผลิตถัดไป
3. เพื่อให้ได้แนวทางการกำจัดความสูญเสีย (Waste) ในกระบวนการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

ศึกษากระบวนการผลิตมอเตอร์ไซค์รุ่น R 1200 GS Adventure (K51) ใน Pre-Assembly, Trim Line และ Final Line ของแผนกมอเตอร์ไซด์ (Motorrad)

1.4 แผนการดำเนินงาน

ได้มีการวางแผนการดำเนินงานไว้ในช่วงวันที่ 6 สิงหาคม พ.ศ. 2561 ถึงวันที่ 30 พฤศจิกายน พ.ศ. 2561 ซึ่งในช่วงเดือนสิงหาคมนั้นได้มีการศึกษากระบวนการเบื้องต้น และเก็บรวบรวมข้อมูลของทางบริษัทเพื่อนำมาวิเคราะห์การจัดสมดุลสายการผลิต หลังจากนั้นก็นำเสนอให้กับทางองค์กรพร้อมจัดทำเอกสารมาตรฐานการผลิตของมอเตอร์ไซค์รุ่น R 1200 GS Adventure (SWI : Standard Work Instruction) ซึ่งข้อมูลแผนการดำเนินงาน แสดงดังตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงานตลอดการฝึกโครงการสหกิจศึกษา

UX-T-Z-5 Motorrad Thailand		Line Balancing Project Overview												Issue Date : 30-Oct					
No.	Order	2018																Responsible	Remark
		Aug				Sep				Oct				Nov					
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
1	Time Study & SWI (K5X,K4X)																	Thanita & Worawit	K4X up to plan
2	Line Balancing for Sep to Dec 2018																	Thanita & Worawit	Base on K51 14 Bikes/Day
	-Data Collection																		
	-Step Verify																		
	-Balance Process																		
3	Line Balancing for 2019 (TT : 17 mins)																	Thanita	Base on K51
	-Data Collection																		
	-Step Verify																		
	-Balance Process																		
	-SWI																		

1.5 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. Manufacturing Tools (7 Waste, 5S, Value-Added Production System)
2. Quality Solving Tools (5W 1H)
3. โปรแกรม Microsoft Excel

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เวลามาตรฐานที่ได้สามารถนำไปใช้กับการจัดสมดุลสายการผลิตใหม่ ให้เหมาะสมกับกำลังการผลิตที่เปลี่ยนแปลงไป
2. บริษัทสามารถนำข้อมูล และวิธีการปรับปรุงที่ได้จากการศึกษาไปประยุกต์ใช้กับสายการผลิตอื่นที่มีความใกล้เคียงกัน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ระบบการผลิตของบีเอ็มดับเบิลยูมอเตอร์ราด (Motorrad) มีแนวคิดพื้นฐานคือ ผลิตเฉพาะสินค้าที่ต้องการ ในเวลาที่ต้องการ และผลิตในจำนวนที่ต้องการเท่านั้น โดยพยายามกำจัดองค์ประกอบที่ไม่จำเป็นกับการผลิตออกไป

2.1. การผลิตแบบทันเวลา (Just In Time)

การผลิตแบบทันเวลา (Just In Time หรือ JIT) คือ การผลิตหรือการส่งมอบสิ่งของที่ต้องการ ในเวลาที่ต้องการ ด้วยจำนวนที่ต้องการ โดยใช้ความต้องการของลูกค้าเป็นเครื่องกำหนดปริมาณการผลิต และการใช้วัตถุดิบ ซึ่งหมายรวมถึงบุคลากรในสำนักงานต่างๆ ที่ต้องการงานระหว่างทำ (Work In Process) หรือวัตถุดิบ (Raw Material) เพื่อให้เกิดการผลิตได้อย่างต่อเนื่อง ซึ่งจะทำให้วัสดุคงคลังที่ไม่จำเป็นในรูปของวัตถุดิบ (Raw Material), งานระหว่างทำ (Work In Process) และสินค้าสำเร็จรูป (Finished Goods) กลายเป็นศูนย์

การผลิตแบบทันเวลา (Just In Time) แตกต่างจากวิธีการผลิตแบบครั้งละมากๆ (Mass Production) ที่เป็นการผลิตสินค้าจำนวนมากแล้วเก็บไว้เพื่อรอขาย เพื่อใช้ประโยชน์จาก Economies of Scale หรือการประหยัดต่อขนาด (ผลิตจำนวนมากเพื่อลดต้นทุน) แต่วิธีการผลิตแบบครั้งละมากๆ (Mass Production) ทางองค์กรจะต้องซื้อวัตถุดิบจำนวนมากมาเก็บไว้รอผลิต และต้องเก็บสินค้าที่ผลิตเสร็จไว้เพื่อรอขาย ให้เกิดความสูญเปล่า (Waste)

2.1.1 วัตถุประสงค์ของการผลิตแบบทันเวลาพอดี

2.1.1.1 ต้องการควบคุมวัสดุคงคลังให้อยู่ในระดับที่น้อยที่สุด หรือเท่ากับศูนย์ (Zero Inventory)

2.1.1.2 ต้องการลดเวลานำ หรือระยะเวลาการรอคอยในกระบวนการผลิตให้น้อยที่สุด หรือเท่ากับศูนย์ (Zero Lead Time)

2.1.1.3 ต้องการขจัดปัญหาของเสียที่เกิดขึ้นจากการผลิตให้เป็นศูนย์ (Zero Failures)

2.1.1.4 ต้องการขจัดความสูญเปล่าในการผลิตดังต่อไปนี้

- การผลิตมากเกินไป : ชิ้นส่วน และผลิตภัณฑ์ถูกผลิตมากเกินไปความต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การรอคอย : วัสดุหรือข้อมูลสารสนเทศ หยุดนิ่งไม่เคลื่อนไหว หรือติดขัด เคลื่อนไหวไม่สะดวก

- การขนส่ง : มีการเคลื่อนไหว หรือมีการขนย้ายวัสดุในระยะทางที่มากเกินไป

- กระบวนการผลิตที่ขาดประสิทธิภาพ : มีการปฏิบัติงานที่ไม่จำเป็น

- การมีวัสดุหรือสินค้าคงคลัง : วัตถุดิบ และผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปมีเก็บไว้มากเกินไป
ความจำเป็น

- การเคลื่อนไหว : มีการเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็นของผู้ปฏิบัติงาน

- การผลิตของเสีย : วัสดุ และข้อมูลสารสนเทศที่ไม่ได้มาตรฐาน ผลิตภัณฑ์ไม่มี
คุณภาพ

2.1.2 ประโยชน์ที่เกิดจากการผลิตแบบทันเวลาพอดี

2.1.2.1 เป็นการยกระดับคุณภาพสินค้าให้สูงขึ้น และลดของเสียจากการผลิต

เมื่อกองงานผลิตชิ้นส่วนเสร็จก็จะส่งต่อไปให้กับคนงานคนต่อไปทันที ถ้าพบข้อบกพร่องงานที่รับชิ้นส่วนมากก็จะรีบแจ้งให้คนงานที่ผลิตทราบทันทีเพื่อหาสาเหตุ และแก้ไขให้ถูกต้อง คุณภาพสินค้าจึงดีขึ้น ต่างจากการผลิตครั้งละมากๆ คนงานที่รับชิ้นส่วนมากไม่สนใจข้อบกพร่องแต่จะรีบผลิตต่อทันทีเพราะยังมีชิ้นส่วนที่ต้องผลิตต่ออีกมาก

2.1.2.2 ตอบสนองความต้องการของตลาดได้เร็ว

เนื่องจากการผลิตมีความคล่องตัวสูง การเตรียมการผลิตใช้เวลาสั้น และสายการผลิตก็สามารถผลิตสินค้าได้หลายอย่างในเวลาเดียวกัน จึงทำให้สินค้าสำเร็จรูปคงคลังเหลืออยู่น้อยมาก เพราะเป็นไปตามความต้องการของตลาดอย่างแท้จริง การพยากรณ์การผลิตแม่นยำขึ้นเพราะเป็นการพยากรณ์ระยะสั้น ผู้บริหารไม่ต้องเสียเวลาในการแก้ไขปัญหาต่างๆ ในโรงงานทำให้มีเวลาสำหรับการกำหนดนโยบาย วางแผนการตลาด และเรื่องอื่นๆ ได้มากขึ้น

2.1.2.3 คนงานจะมีความรับผิดชอบต่องานของตนเอง และงานของส่วนรวมสูง

ความรับผิดชอบต่องานตัวเองกล่าวคือ จะต้องผลิตสินค้าที่ดี มีคุณภาพสูง ส่งต่อให้พนักงานคนต่อไปโดยถือเสมือนว่าเป็นลูกค้า ด้านความรับผิดชอบต่อส่วนรวม โดยพนักงานทุกคนจะต้องช่วยกันแก้ปัญหาเมื่อมีปัญหาเกิดขึ้นในการผลิต เพื่อไม่ให้เกิดการผลิตหยุดชะงักเป็นเวลานาน

2.2 ระบบการผลิตแบบดึง (Pull System)

ระบบการผลิตแบบดึง (Pull System) มี 2 มุมมอง ดังนี้

1. มุมมองในการผลิต โดยผลิตสินค้าตามความต้องการของผู้บริโภคเท่านั้น
2. มุมมองในการควบคุมวัสดุ โดยเบิกสินค้าคงคลังตามความต้องการของผู้ใช้ปลายทางเท่านั้น

การใช้ระบบการผลิตแบบดึง จะเป็นการผลิตที่ไม่เกิดความสูญเปล่า (Waste) จำนวนสินค้าที่ผลิต และเวลาที่ผลิตจะเป็นไปตามที่ลูกค้าต้องการเท่านั้น จะไม่มีความสูญเปล่าที่เป็นการผลิตมากเกินไป (Over Production) ซึ่งเป็นความสูญเปล่าที่ร้ายแรงที่สุด ที่จะนำมาซึ่งความสูญเปล่าประการอื่นๆ เช่น สินค้าคงคลังที่มากเกินไป (Over Stock)

2.3 กระบวนการคอขวด (Bottleneck Process)

กระบวนการคอขวด (Bottleneck Process) หมายถึง กระบวนการที่จำกัดผลผลิตของทั้งระบบ อีกนัยหนึ่งคือ กระบวนการที่มีรอบเวลาช้าที่สุด หรือกำลังการผลิตต่ำที่สุด เป็นปัจจัยของกระบวนการที่ส่งผลต่อการวางแผนในการส่งลูกค้า ทำให้เกิดเวลาสูญเปล่าหรือว่างงาน (Idle Time) หรือเกิดงานสะสม Work In Process (WIP)

การแก้ปัญหากระบวนการคอขวด เช่น การแบ่งย่อยกระบวนการเพื่อลดระยะเวลาการทำงาน, การปรับระยะทาง หรือความเร็วสายพานให้เหมาะสม, การปรับเปลี่ยนสถานที่ทำงานเป็นแบบคู่ขนาน

2.4 ความสูญเปล่า 7 ประการ (7 Waste)

ในกระบวนการผลิตมักจะมีปัญหาความสูญเสียดังกล่าวแฝงอยู่ไม่มากนักน้อย ซึ่งเป็นเหตุทำให้ประสิทธิภาพ และประสิทธิผลของกระบวนการต่ำกว่าที่ควรจะเป็น เช่น ใช้เวลานานในการผลิตสินค้าคุณภาพต่ำ ต้นทุนสูง ดังนั้นจึงมีแนวคิดเพื่อพยายามจะลดความสูญเสียนั้นเกิดขึ้นมากมาย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อขจัดความสูญเสีย 7 ประการ

ความสูญเสีย 7 ประการ ได้แก่

2.4.1 ความสูญเสียเนื่องจากการผลิตมากเกินไป (Overproduction)

ความสูญเสียเนื่องจากการผลิตมากเกินไป (Overproduction) คือ การผลิตสินค้าปริมาณมากเกินไปเกินความต้องการการใช้งานในขณะนั้น หรือผลิตไว้ล่วงหน้าเป็นเวลานาน มาจากแนวความคิดเดิมที่ว่าแต่ละขั้นตอนจะต้องผลิตงานออกมาให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพื่อให้เกิดต้นทุนต่อหน่วยต่ำสุดในแต่ละครั้งโดยไม่ได้นิ่งถึงจะทำให้มีงานระหว่างทำ (Work In Process, WIP) ในกระบวนการเป็นจำนวนมาก และทำให้กระบวนการผลิตขาดความยืดหยุ่น

ปัญหาจากการผลิตมากเกินไป

1. เสียเวลา และแรงงานไปในการผลิตที่ยังไม่จำเป็น
2. เสียพื้นที่ในการจัดเก็บ WIP
3. เกิดการขนย้ายวัสดุที่ซ้ำซ้อนโดยไม่จำเป็น
4. ของเสียไม่ได้รับการแก้ไขทันที
5. ต้นทุนจม เนื่องจากต้องการพื้นที่เพื่อจัดเก็บมากขึ้น (More Storage Area) และเกิดค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บ เช่น การเช่าโกดัง เพื่อเก็บวัสดุ และสินค้า
6. ปิดบังปัญหาการผลิต เช่น เครื่องจักรเสีย
7. ใช้ทรัพยากรในการบริหารจัดการมากขึ้น
8. ความเสื่อมของสภาพสินค้า

แนวทางการปรับปรุงแก้ไข

1. บำรุงรักษาเครื่องจักรให้มีสภาพพร้อมผลิตตลอดเวลา
2. ลดเวลาการตั้งเครื่องจักร (Reduce Set-up Time) โดยศึกษาเวลาในการตั้งเครื่องจักร จากนั้นทำการปรับปรุง
 - จัดเตรียมเครื่องมือ และอุปกรณ์ให้พร้อมก่อนเริ่มตั้งเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- แยกขั้นตอนที่ทำได้ในขณะที่เครื่องจักรยังทำงานอยู่ออกจากขั้นตอนที่ต้องทำเมื่อเครื่องจักรหยุดเท่านั้น

- จัดลำดับขั้นตอนในการตั้งเครื่องจักรให้เหมาะสม
- กระจายงานอย่างเหมาะสมโดยไม่ให้เกิดการรอกาน
- จัดทำ/ทำอุปกรณ์เพื่อช่วยในการกำหนดตำแหน่งอย่างรวดเร็ว

3. ปรับปรุงขั้นตอนที่เป็นคอขวด (Bottle Neck) ในกระบวนการ

4. ผลิตในปริมาณ และเวลาที่ต้องการเท่านั้น โดยปรับเวลาของกระบวนการให้สอดคล้องกับปริมาณการผลิต (Synchronize Time and Amount of Process)

5. ทำการผลิตเฉพาะที่จำเป็น (Make Only What is Need Now)

6. ฝึกให้พนักงานมีทักษะหลายอย่าง

2.4.2 ความสูญเสียเนื่องจากการเก็บวัสดุคงคลัง (Inventory)

ความสูญเสียเนื่องจากการเก็บวัสดุคงคลัง (Inventory) คือ การซื้อวัสดุครั้งละมากๆ เพื่อเป็นประกันว่าจะมีวัสดุสำหรับผลิตตลอดเวลา หรือเพื่อให้ได้ส่วนลดจากการสั่งซื้อ จะส่งผลให้วัสดุที่อยู่ในคลังมีปริมาณมากเกินความต้องการใช้งานอยู่เสมอ เป็นภาระในการดูแล และการจัดการ

ปัญหาจากการเก็บวัสดุคงคลัง

1. ใช้พื้นที่จัดเก็บมาก
2. ต้นทุนจม อยู่ในกระบวนการนานเท่าที่วัสดุถูกสั่งมาจนกระทั่งทำการผลิตเสร็จและขายให้กับลูกค้า
3. เมื่อเปลี่ยนคำสั่งการผลิต จะมีวัสดุตกค้างอยู่ในคลังสินค้ามากโดยไม่ทราบว่าจะมีความต้องการใช้อีกเมื่อไร
4. วัสดุเสื่อมคุณภาพ และล้าสมัย (หากระบบการควบคุมวัสดุคงคลังไม่ดีพอ)
5. สั่งซื้อซ้ำซ้อน (หากระบบการควบคุมวัสดุคงคลังไม่เพียงพอ)
6. ต้องการแรงงาน และการจัดการมากในการจัดเก็บ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนวทางการปรับปรุงแก้ไข

1. กำหนดระดับในการจัดเก็บ มีจุดสั่งซื้อที่ชัดเจน
2. จัดทำแผนการจัดซื้อให้สอดคล้องกับกำหนดการผลิต
3. สร้างระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดี (Just In Time)
4. ลดช่วงเวลานำ (Lead Time) ในการจัดซื้อ เพื่อลดความถี่ของการจัดซื้อคราวละมากๆ โดยการสร้างสัมพันธ์กับคู่ค้า และการจัดการระบบห่วงโซ่อุปทาน (Supply Chain Management)
5. ปรับการไหลของงานให้สอดคล้องกับกระบวนการผลิต เพื่อลดการสะสมของงานระหว่างกระบวนการ
6. ควบคุมปริมาณวัสดุโดยใช้เทคนิคการควบคุมด้วยการมองเห็น (Visual Control) เพื่อให้สามารถเข้าใจ และสังเกตได้ง่าย อีกทั้งยังช่วยให้เกิดความสะดวก และลดความผิดพลาดในการสั่งซื้อเกินความจำเป็นได้
7. ใช้ระบบเข้าก่อน ออกก่อน (First In First Out) เพื่อป้องกันไม่ให้มีวัสดุตกค้างเป็นเวลานาน
8. วิเคราะห์หาวัสดุทดแทน (Value Engineering) ที่สามารถสั่งซื้อได้ง่ายมาใช้แทน เพื่อลดปริมาณวัสดุที่ต้องทำการจัดเก็บ

2.4.3 ความสูญเสียเนื่องจากการขนส่ง (Transportation)

ความสูญเสียเนื่องจากการขนส่ง (Transportation) การขนส่งเป็นกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มแก่วัสดุ ดังนั้นจึงต้องควบคุม และลดระยะเวลาในการขนส่งลงให้เหลือเท่าที่จำเป็นเท่านั้น

ปัญหาจากการขนส่ง

1. ต้นทุนในการขนส่ง ได้แก่ เชื้อเพลิง แรงงาน อุปกรณ์การขนย้าย และค่าบำรุงรักษาอุปกรณ์เหล่านั้น
2. เสียเวลาในการผลิต
3. วัสดุเสียหายหากวิธีการขนส่งไม่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. เกิดอุบัติเหตุหากขาดความระมัดระวังในการขนส่ง

แนวทางการปรับปรุงแก้ไข

1. วางผังเครื่องจักรใหม่ จัดลำดับเครื่องจักรตามกระบวนการผลิตให้อยู่ในบริเวณเดียวกัน เพื่อลดระยะทางขนส่งในแต่ละขั้นตอน โดยยึดแนวทางความสัมพันธ์ระหว่างฝ่ายงานที่เกี่ยวข้องให้อยู่ในกลุ่มเดียวกัน เช่น การจัดสายการประกอบสุดท้าย (Final Assembly) ให้อยู่ใกล้กับคลังสินค้า เพื่อลดเวลาในการขนส่ง
2. ศึกษาเส้นทางในการขนส่ง เพื่อลดระยะทาง และความถี่ในการขนส่ง
3. คิดหาแนวทางปรับปรุงสำหรับการขนถ่ายเพื่อลดปริมาณในการขนถ่ายให้น้อยลง เช่น การจัดหาอุปกรณ์ในการขนย้ายที่มีความยืดหยุ่นสูง
4. ใช้บรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสม
5. ลดการขนส่งซ้ำซ้อน
6. ใช้อุปกรณ์ขนถ่ายที่เหมาะสม
7. ลดปริมาณชิ้นงานในการขนส่งแต่ละครั้ง เพื่อให้สามารถส่งงานไปให้ขั้นตอนต่อไปได้เร็วขึ้น ไม่ต้องเสียเวลารอนาน
8. การจัดทำกิจกรรม 5 ส

2.4.4 ความสูญเสียเนื่องจากการเคลื่อนไหว (Motion)

ความสูญเสียเนื่องจากการเคลื่อนไหว (Motion) คือ ท่าทางการทำงานที่ไม่เหมาะสม เช่น ต้องเอื้อมหยิบของที่อยู่ไกล ก้มตัวของหนักที่วางอยู่บนพื้น ฯลฯ ทำให้เกิดความล้าต่อร่างกาย และทำให้เกิดความล่าช้าในการทำงานอีกด้วย

ปัญหาจากการเคลื่อนไหว

1. เกิดระยะทางในการเคลื่อนที่ทำให้สูญเสียเวลาในการผลิต
2. การจัดวางอุปกรณ์ และวางผังโรงงานไม่เหมาะสม
3. ขาดการทำกิจกรรม 5 ส และการควบคุมด้วยสายตา (Visual Control)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ขาดมาตรฐานในการทำงาน
5. เกิดความล่าและความเครียด
6. เกิดอุบัติเหตุ
7. เสียเวลา และแรงงานในการทำงานที่ไม่จำเป็น

แนวทางการปรับปรุงแก้ไข

1. ศึกษาการเคลื่อนไหว (Motion Study) เพื่อปรับปรุงวิธีการทำงานให้เกิดการเคลื่อนไหว น้อยที่สุด และเหมาะสมที่สุดตามหลักกายศาสตร์ (Ergonomic) เท่าที่จะทำได้
2. จัดสภาพการทำงาน (Working Condition) ให้เหมาะสม
3. ปรับปรุงเครื่องมือ และอุปกรณ์ในการทำงานให้เหมาะสมกับสภาพร่างกายของ ผู้ปฏิบัติงาน
4. ทำอุปกรณ์ช่วยในการจับยึดชิ้นงาน (Jig, Fixtures) เพื่อให้สามารถทำงานได้อย่างสะดวก และรวดเร็วมากยิ่งขึ้น
5. ออกกำลังกาย
6. ปรับลำดับขั้นตอนการทำงาน เพื่อเป็นมาตรฐาน
7. จัดวางผังกระบวนการให้เหมาะสม เพื่อลดการเดิน (Minimize Walking)

2.4.5 ความสูญเสียเนื่องจากกระบวนการผลิต (Processing)

ความสูญเสียเนื่องจากกระบวนการผลิต (Processing) เกิดจากกระบวนการผลิตที่มีการทำงานซ้ำๆ กันในหลายขั้นตอน ซึ่งไม่มีความจำเป็นเพราะงานเหล่านั้นไม่ทำให้เกิดมูลค่าเพิ่มกับผลิตภัณฑ์ รวมทั้งงานในกระบวนการผลิตที่ไม่ช่วยให้ตัวผลิตภัณฑ์เกิดความเที่ยงตรงเพิ่มขึ้น หรือคุณภาพดีขึ้น เช่น กระบวนการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็นกระบวนการที่ไม่ทำให้เกิดมูลค่าเพิ่มกับผลิตภัณฑ์ ดังนั้นกระบวนการนี้ควรรวมอยู่ในกระบวนการผลิตให้พนักงานหน้างานเป็นผู้ตรวจสอบไปพร้อมกับการทำงาน หรือขณะคอยเครื่องจักรทำงาน

ปัญหาจากกระบวนการผลิต

1. เกิดต้นทุนที่ไม่จำเป็นของการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เกิดจุดที่เป็นคอขวด (Bottle Neck) ของสายการผลิต
3. ขาดความชัดเจนในข้อกำหนดของลูกค้า และข้อมูลความต้องการของลูกค้า
4. นโยบาย และขั้นตอนการดำเนินงานขาดประสิทธิภาพ
5. การใช้เครื่องมือในการทำงานไม่เหมาะสม (Improper Tools)
6. มาตรฐานในการทำงานไม่เพียงพอ (Insufficient Standard) ทำให้พนักงานทำงานอย่างไม่เป็นระบบ และอาจก่อให้เกิดอุบัติเหตุได้
7. เกิดการทำงานซ้ำซ้อน
8. ใช้วัสดุผิดประเภท (Incorrect Materials)
9. การตรวจสอบมากเกินไปจนความจำเป็น (Excessive Checking)
10. การจัดลำดับงานที่ไม่เหมาะสม
11. เสียเวลากับการเตรียม และการผลิตที่ไม่จำเป็น
12. มีงานระหว่างทำในสายการผลิตมาก
13. สูญเสียพื้นที่การทำงานสำหรับกระบวนการอื่นๆ
14. ใช้เครื่องจักร และแรงงานโดยไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มแก่ผลิตภัณฑ์

แนวทางการปรับปรุงแก้ไข

1. วิเคราะห์กระบวนการผลิตโดยใช้ Operation Process Chart เพื่อทราบขั้นตอนทั้งหมดในการทำงาน จากนั้นจึงเลือกขั้นตอนที่ไม่เหมาะสมเพื่อนำมาปรับปรุง
2. ใช้หลักการ 5 W 1 H เพื่อวิเคราะห์ความจำเป็นของแต่ละกระบวนการผลิต ซึ่งประกอบไปด้วย 6 คำถาม คือ

คำถามความหมายวัตถุประสงค์

- What ทำอะไร ถามเพื่อหาจุดประสงค์ของการทำงาน
- When ทำเมื่อไร ถามเพื่อหาลำดับขั้นตอนการทำงานที่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Where ทำที่ไหน ถามเพื่อหาสถานที่ทำงานที่เหมาะสม
- Who ใครเป็นผู้ทำ ถามเพื่อหาวิธีการทำงานที่เหมาะสม
- How ทำอย่างไร ถามเพื่อหาวิธีการทำงานที่เหมาะสม
- Why ทำไม ถามเพื่อหาเหตุผลในการทำงาน

3. หากกระบวนการทดแทนที่ก่อให้เกิดผลลัพธ์ของงานอย่างเดียวกัน

4. ใช้หลักการวิศวกรรมคุณค่า (Value Engineering) ในขั้นตอนการออกแบบผลิตภัณฑ์ (Design Stage) เพื่อลดความซับซ้อนของชิ้นส่วน

5. หาแนวทางขจัดความสูญเปล่าด้วยการนำหลักการวิศวกรรมอุตสาหกรรม (IE Techniques) เพื่อปรับลดกระบวนการที่ไม่จำเป็นออก

2.4.6 ความสูญเสียเนื่องจากการรอคอย (Delay)

ความสูญเสียเนื่องจากการรอคอย (Delay) การรอคอยเกิดจากการที่เครื่องจักร หรือพนักงานหยุดการทำงานเพราะต้องรอคอยบางปัจจัยที่จำเป็นต่อการผลิต เช่น การรอวัตถุดิบ การรอคอยเนื่องจากเครื่องจักรขัดข้อง การรอคอยเนื่องจากกระบวนการผลิตไม่สมดุล การรอคอยเนื่องจากการเปลี่ยนรุ่นการผลิต เป็นต้น

ปัญหาจากการรอคอย

1. ต้นทุนที่สูญเปล่าของแรงงาน เครื่องจักร และค่าเสียหาย (Overhead Cost) ที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่ม
2. เกิดต้นทุนค่าเสียโอกาส
3. ทำให้เกิดความล่าช้าในการผลิต และส่งผลต่อปัญหาการส่งมอบ
4. เกิดปัญหาเรื่องขวัญและกำลังใจ
5. เสียเวลาในการรอคอย
6. วิธีการทำงานของแต่ละกระบวนการที่ไม่สอดคล้องกัน
7. ใช้เวลาในการตั้งเครื่องจักรนาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. ประสิทธิภาพของเครื่องจักรต่ำ

แนวทางการปรับปรุงแก้ไข

1. ปรับการไหลของงานให้สอดคล้องกับกระบวนการเพื่อลดปัญหาในการรอคอย
2. จัดวางแผนการผลิต วัตถุดิบและลำดับการผลิตให้ดี
3. บำรุงรักษาเครื่องจักรให้มีสภาพพร้อมใช้งานตลอดเวลา โดยจัดทำระบบบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance) เพื่อลดปัญหาการขัดข้องของเครื่องจักร
4. จัดสรรปริมาณแรงงาน เครื่องจักร และงานให้มีความสมดุลในสายการผลิต (Line Balancing)
5. วางแผนขั้นตอนการปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิต และจัดสรรกำลังคนให้เหมาะสมต่อกระบวนการผลิต
6. เตรียมเครื่องมือที่จะใช้ในการปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิตให้พร้อมก่อนหยุดเครื่องจักร
7. ใช้อุปกรณ์เพื่อช่วยให้เกิดความสะดวกในการปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิต
8. ศึกษา และพยายามปรับปรุงวิธีการทำงานให้ดีขึ้นเพื่อลดเวลารอคอย
9. ฝึกให้พนักงานมีทักษะในการทำงานหลากหลาย เพื่อให้สามารถทำงานอื่นทดแทนในช่วงที่ว่าง

2.4.7 ความสูญเสียเนื่องจากการผลิตของเสีย (Defect)

ความสูญเสียเนื่องจากการผลิตของเสีย (Defect) เมื่อของเสียถูกผลิตออกมาของเสียเหล่านั้นอาจถูกนำไปแก้ไขใหม่ ให้ได้คุณสมบัติตามที่ลูกค้าต้องการ หรือถูกนำไปกำจัดทิ้ง ดังนั้นจึงทำให้มีการสูญเสียเนื่องจากการผลิตของเสียขึ้น

ปัญหาจากการผลิตของเสีย

1. ต้นทุนวัตถุดิบ เครื่องจักร แรงงาน สูญเสียไปโดยเปล่าประโยชน์
2. สิ้นเปลืองสถานที่ในการจัดเก็บ และกำจัดของเสีย
3. เสียเวลา และแรงงานในการแก้ไขของเสีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ผลิตสินค้าไม่ทันตามกำหนด
5. สัมพันธภาพระหว่างแผนกไม่ดี
6. เกิดการทำงานซ้ำเพื่อแก้ไขงาน
7. เกิดต้นทุนค่าเสียโอกาส
8. วิธีการผลิตที่ไม่เหมาะสม
9. การออกแบบการผลิตไม่ถูกต้อง
10. วัตถุดิบไม่ได้คุณภาพ
11. เกิดความเสียหายระหว่างการขนย้าย

แนวทางการปรับปรุงแก้ไข

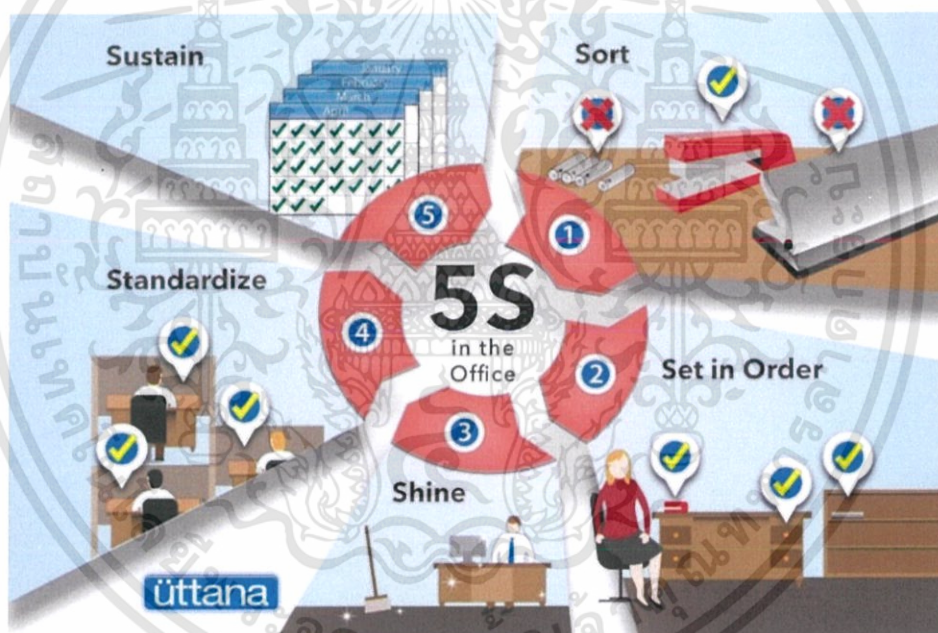
1. สร้างระบบการปรับปรุงคุณภาพโดยการป้องกัน (Quality Improvement By Prevention) ซึ่งมีวิธีการ คือ
 - ค้นหาของเสียก่อนถึงมือลูกค้า
 - แยกแยะความถี่ลักษณะของเสีย
 - หาสาเหตุของเสียแต่ละลักษณะ
 - กำจัดสาเหตุ
2. สร้างมาตรฐานของการปฏิบัติงาน และมาตรฐานของวัตถุดิบที่ถูกต้อง
3. พนักงานต้องปฏิบัติงานให้ถูกต้องตามมาตรฐานตั้งแต่แรก
4. อบรมพนักงานให้มีความรู้ความเข้าใจ และสามารถปฏิบัติได้ถูกต้อง
5. พยายามปรับปรุงอุปกรณ์ที่สามารถป้องกันการดำเนินงานที่ผิดพลาด (Poka-Yoke)
6. ฝึกให้พนักงานมีจิตสำนึกทางด้านคุณภาพ
7. ตั้งเป้าหมายของเสียเป็นศูนย์
8. ให้มีการตอบสนองข้อมูลทางด้านคุณภาพอย่างรวดเร็วในทุกขั้นตอนการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. พัฒนารูปแบบการทำงาน เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดของเสียซ้ำ
10. สร้างระบบประกันคุณภาพ (Quality Assurance) ให้กับทุกกระบวนการที่เกี่ยวข้อง เพื่อไม่ให้เกิดการส่งต่อของเสียให้กับกระบวนการถัดไป
11. ลดความซ้ำซ้อนของกระบวนการ โดยการพัฒนาเทคนิคในขั้นตอนการออกแบบ
12. บำรุงรักษาเครื่องจักรให้อยู่ในสภาพดีเสมอ และพร้อมต่อการใช้งาน

2.5 หลักการ 5 ส (5 S)

หลักการ 5 ส เป็นแนวความคิดจัดระเบียบเรียบร้อยในสถานที่ทำงาน เพื่อให้เกิดสภาพการทำงานที่ดีซึ่งจะนำไปสู่การปรับปรุงเพื่อการผลิต โดยมียอดประกอบดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 องค์ประกอบของหลักการ 5 ส

[ที่มา : <https://uttana.com/blog/what-is-5s-and-why-is-it-important/>]

นิยาม และเทคนิคการปฏิบัติหลักการ 5 ส

2.5.1 สะสาง (Sort)

การแยกของที่ไม่จำเป็นออกจากของที่ไม่จำเป็น และขจัดของที่ไม่จำเป็นออกไป เทคนิคการปฏิบัติ ส สะสาง ผู้ปฏิบัติจะต้องเป็นผู้กำหนดว่าสิ่งของที่ใช้ในงานประจำวันนั้น ของสิ่งใดจำเป็นของสิ่งใดไม่จำเป็น โดยสิ่งของจำเป็น คือ สิ่งของที่เกี่ยวข้องกับผลสำเร็จของงาน เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหตุผลที่จำเป็นต้องทำการสะสาง

- มีของไม่จำเป็นอยู่ในที่ทำงาน

โดยทั่วไปเมื่อปฏิบัติงานผ่านไประยะหนึ่งอาจมีสิ่งของไม่จำเป็นสะสมอยู่ในบริเวณ พื้นที่ทำงาน เช่น เอกสารไม่ใช้แล้ว เศษกระดาษ กล่องกระดาษ เมื่อไม่มีความจำเป็นต้องใช้แล้ว ก็ควรจะสะสางสิ่งของต่างๆ เหล่านี้ออกจากพื้นที่ปฏิบัติงาน

- สูญเสียพื้นที่ในการจัดเก็บ

ถ้าไม่สะสางสิ่งของที่ไม่จำเป็นในการทำงานออกไป ทำให้ต้องหาพื้นที่ในการจัดเก็บ จัดวาง เมื่อมีสิ่งของเหล่านี้วางกองอยู่มาก ในพื้นที่ปฏิบัติงาน จะทำให้พนักงานไม่สามารถใช้พื้นที่ของสำนักงานหรือพื้นที่โรงงานเพื่อปฏิบัติได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ และมีความสูญเสียเรื่องการจัดเก็บสิ่งของเกิดขึ้น

- ของหายบ่อย หาไม่เจอ เสียเวลาในการค้นหา

บางครั้งบุคลากรที่ปฏิบัติงานในสำนักงานหรือพื้นที่ปฏิบัติงาน อาจหาของ หรือเอกสารบางอย่างไม่พบ เนื่องจากขาดระบบการจัดเก็บที่ดี และไม่มีการสะสางเอกสาร และสิ่งของที่ไม่ได้ใช้งานออกจากพื้นที่ทำงาน ยิ่งถ้าเป็นสิ่งของหรือเอกสารสำคัญที่มีความจำเป็นต้องหาให้เจอทำให้ต้องเสียเวลาในการค้นหานั้นทำความสูญเสียด้านเวลาจะเกิดขึ้น

- สถานที่ทำงานคับแคบ

หน่วยงานหรือองค์กรบางแห่งมักกล่าวว่าพื้นที่ปฏิบัติงานในหน่วยงานของตนเองคับแคบ ความคับแคบที่ว่านี้เกิดจากการมีสิ่งของหรือเอกสารที่ไม่จำเป็นในการทำงานวางอยู่ในพื้นที่ปฏิบัติงาน ทำให้พื้นที่สำหรับการทำงานจริงๆ คับแคบไม่สะดวกต่อการปฏิบัติงาน ซึ่งอาจมีผลต่อความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน ด้วยเหตุนี้การทำกิจกรรม 5 ส จึงเป็นสิ่งจำเป็น โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ส สะสาง ถือเป็นสิ่งที่สำคัญ และบุคลากรทุกคนในทุกพื้นที่ต้องร่วมกันสะสางสิ่งของ และเอกสารที่ไม่จำเป็นในการปฏิบัติงาน ออกนอกพื้นที่ทำงานของตนเอง

2.5.2 สะดวก (Set in Order)

การจัดวางหรือจัดเก็บสิ่งของต่างๆ ในสถานที่ทำงานอย่างเป็นระบบ เพื่อประสิทธิภาพ คุณภาพ และความปลอดภัยในการทำงาน โดยมุ่งเน้นส่งเสริมให้เกิดประสิทธิภาพในการทำงาน ตั้งแต่การจัดหมวดหมู่สิ่งของให้เป็นระบบ ระเบียบการประยุกต์ใช้สัญลักษณ์สี การทำป้ายชี้บ่ง การทาสีตีเส้นบริเวณพื้นอาคารเพื่อแบ่งแยกพื้นที่ ทั้งในการจัดวางของพื้นที่ จัดวางอุปกรณ์ เครื่องมือ ถ้าหน่วยงานหรือพื้นที่ขาดการปฏิบัติตาม ส สะดวก ย่อมทำให้ขาดประสิทธิภาพ และประสิทธิผลในการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำงาน เช่น เสียเวลาในการค้นหา ไม่กำหนดตำแหน่งวางที่แน่นอน วางปะปนกัน ไม่แบ่งหมวดหมู่ ไม่เก็บเข้าที่ ขาดความเป็นระเบียบในสถานที่ทำงาน

การปฏิบัติ 5 ส สะดวก นั้นเมื่อได้ดำเนินการ 5 ส สะดวก เป็นที่เรียบร้อยแล้วพื้นที่ปฏิบัติงานจะเหลือแต่ของที่จำเป็นในการทำงานเท่านั้น จากนั้นควรวางแผนในการจัดวางสิ่งของ เอกสารต่างๆ เหล่านั้นให้เป็นระบบหมวดหมู่เพื่อง่ายในการหยิบใช้ลดเวลาในการค้นหา ซึ่งการวางแผนในการจัดความเป็นสิ่งสำคัญที่ผู้ปฏิบัติ 5 ส ควรคำนึงถึง การที่จะสร้างให้ 5 ส สะดวก เกิดขึ้นกับสิ่งของ อุปกรณ์ เครื่องมือเอกสารได้นั้นมีขั้นตอนในการดำเนินการ เพื่อให้เกิดความสะดวก ดังนี้

1. วางแผนการกำหนดที่วางของให้ชัดเจน
2. จัดวางให้เป็นระเบียบ หมวดหมู่
3. มีป้ายชื่อแสดงที่วางของ
4. มีป้ายชื่อติดสิ่งของที่วาง
5. ทำผังแสดงตำแหน่งวางของ
6. ตรวจสอบเช็คเป็นประจำ

2.5.3 สะอาด (Shine)

เป็น 5 ส ที่คนส่วนใหญ่มักคิดถึงเวลา กล่าวถึง 5 ส และทำให้คนส่วนใหญ่เข้าใจผิดว่า การทำ 5 ส คือ การทำความสะอาด แต่ที่ถูกต้องแล้ว สะอาดในความหมายของ 5 ส ไม่ใช่แค่เพียงแต่การปิด กวาด เช็ด ถู แต่จะต้องครอบคลุมไปถึงการตรวจสอบด้วย โดยความหมายของ 5 ส สะอาด คือ การทำความสะอาด (ปิด กวาด เช็ด ถู) และตรวจสอบเครื่องมือ อุปกรณ์ รวมทั้งบริเวณสถานที่ทำงาน

สิ่งที่จะได้รับจากการทำ 5 ส สะอาด มีดังนี้

- ทำให้สภาพแวดล้อมในการทำงานดี บรรยากาศในการทำงานดี
- บุคลากรมีความกระตือรือร้นในการทำงานมากขึ้น
- หากเริ่มมีสิ่งผิดปกติเกิดขึ้น ก็จะสามารถทราบได้อย่างรวดเร็ว
- อายุการใช้งานของครุภัณฑ์ยาวนานขึ้น เนื่องจากเมื่อพบสิ่งผิดปกติเพียงเล็กน้อย จะแก้ไขได้ก่อนที่จะลุกลาม
- ประสิทธิภาพของครุภัณฑ์ดีขึ้น
- บุคลากรรู้สึกเป็นเจ้าของ
- หน่วยงานผู้มารับบริการที่มาเยี่ยมชม มีความเชื่อถือต่อองค์กรเพิ่มมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.4 สุขลักษณะ (Standardize)

ความหมายของสุขลักษณะ แบ่งออกได้เป็น 2 ความหมายหลักๆ คือ

1. การรักษามาตรฐานการปฏิบัติ 3 ส แรกที่ดีไว้ และยกระดับมาตรฐานให้สูงขึ้น ซึ่งในความหมายนี้จะก่อให้เกิดการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง การปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง จะเกิดขึ้นได้จะต้องเริ่มจากการมีมาตรฐานเพื่อใช้ในการอ้างอิง ก่อนจากนั้นก็พัฒนาปรับปรุงมาตรฐานให้ดีขึ้นเรื่อยๆ มาตรฐานที่ว่ามี หมายความว่าความถึงมาตรฐานการปฏิบัติ 5 ส ของแต่ละพื้นที่ มาตรฐานดังกล่าวเป็นสิ่งจำเป็นที่จะต้องมีการทำ 5 ส มีแบบแผนที่ชัดเจน การกำหนดมาตรฐานจะต้องทำให้เหมาะสมกับแต่ละพื้นที่ เพราะหากกำหนดมาตรฐานไม่เหมาะสมแล้ว จะทำให้สมาชิกพื้นที่เกิดการต่อต้าน และไม่ปฏิบัติตามในที่สุด

2. การปรับปรุงสภาพแวดล้อมในการทำงานให้ดีขึ้น ความหมายของการปรับปรุงสภาพแวดล้อมในการทำงานให้ดีขึ้น เกิดจากการที่ได้ทำ 3 ส แรกอย่างต่อเนื่องจนทำให้สภาพแวดล้อมในการทำงานดีขึ้น อันจะนำไปสู่ประสิทธิภาพในการทำงานที่เพิ่มขึ้นคุณภาพของงานที่ดีขึ้นตามลำดับ

ขั้นตอนการดำเนินการเพื่อให้เกิดสุขลักษณะ

1. กำหนดให้ปฏิบัติ 3 ส แรกอย่างต่อเนื่อง

คณะกรรมการ หัวหน้าพื้นที่หรือผู้ที่รับผิดชอบในการดำเนินกิจกรรม จะต้องพยายามรณรงค์ส่งเสริมกระตุ้นให้บุคลากรทุกคน ในองค์กรปฏิบัติ 3 ส แรกอย่างต่อเนื่อง เพราะความต่อเนื่องของการปฏิบัติจะนำไปสู่สุขลักษณะได้

2. กำหนดมาตรฐานในการปฏิบัติ 3 ส อย่างชัดเจน

ความชัดเจนในการปฏิบัติ 3 ส แรกนั้นเป็นสิ่งสำคัญที่จะทำให้มีการปฏิบัติได้อย่างต่อเนื่อง หากผู้ปฏิบัติไม่ทราบว่า ตนเองต้องปฏิบัติอย่างไร จะทำให้ไม่สามารถปฏิบัติได้ หรืออาจจะปฏิบัติไม่ถูกวิธี และสุดท้ายก็จะไม่ปฏิบัติในที่สุด

3. หัวหน้าหมั่นติดตามผลการปฏิบัติเพื่อรักษามาตรฐาน

หัวหน้าจะต้องเป็นผู้นำในการปฏิบัติ และจะต้องเป็นผู้คอยหมั่นตรวจสอบผลการปฏิบัติ และสามารถให้คำแนะนำในการแก้ไขได้ การติดตามผลการปฏิบัติจะทำให้สามารถทราบถึงความคืบหน้าของการปฏิบัติ และการรักษามาตรฐานของหน่วยงานของตนเองได้

4. ปรับปรุงมาตรฐานให้ดีขึ้นอยู่เสมอ

มาตรฐานที่กำหนดขึ้น ไม่จำเป็นว่ากำหนดขึ้นมาแล้วจะต้องใช้ตลอดไปโดยไม่มีการเปลี่ยนแปลง หากเวลาหรือสิ่งต่างๆ เปลี่ยนไป อาจจะต้องปรับปรุงมาตรฐานให้เหมาะสมด้วย

2.5.5 สร้างนิสัย (Sustain)

เป็นสิ่งที่ทุกๆ องค์กรต้องการไปให้ถึง แต่การที่จะไปถึงขั้นนี้ได้เป็นสิ่งที่ยาก และต้องอาศัยความพยายามอย่างต่อเนื่อง หากองค์กรใดสามารถทำให้พนักงานอยู่ในขั้นสร้างนิสัยได้แล้ว ถือว่าองค์กรนั้นประสบความสำเร็จในการดำเนินกิจกรรม 5 ส และจะทำให้กิจกรรม 5 ส ยั่งยืนตลอดไป

โดยความหมายของ 5 สร้างนิสัย คือ "การปฏิบัติตามมาตรฐาน 5 ส และระเบียบ กฎเกณฑ์ของหน่วยงานอย่างสม่ำเสมอ จนกลายเป็นการกระทำที่เกิดขึ้นเอง โดยอัตโนมัติหรือโดยธรรมชาติ"

ขั้นตอนการดำเนินการเพื่อให้เกิดการสร้างนิสัย

1. ทบทวน และปฏิบัติ 4 ส แรกอย่างต่อเนื่อง
2. ผู้บังคับบัญชาต้องปฏิบัติเป็นตัวอย่างที่ดี
3. คณะกรรมการหรือผู้บริหารตรวจเยี่ยมอย่างต่อเนื่อง
4. จัดกิจกรรมส่งเสริม กระตุ้นให้พนักงานปฏิบัติตามมาตรฐานอย่างสม่ำเสมอ โดยอาจจัดให้มีการประกวดพื้นที่ และมอบรางวัล เพื่อสร้างขวัญกำลังใจให้แก่ผู้ร่วมทำกิจกรรม

2.6 การศึกษาเวลา (Time Study)

การศึกษาเวลา (Time Study) คือ เทคนิคที่นำมาใช้ในวงจรของการควบคุมการจัดการในการพัฒนาการทำงานกับปริมาณการผลิต ซึ่งเกี่ยวกับการวัดผลงานซึ่งผลที่ได้จะมีหน่วยเป็นนาทีหรือวินาทีที่คนงานหนึ่งๆ สามารถทำงานนั้นๆ ได้ตามวิธีการที่กำหนดให้

2.6.1 ขั้นตอนในการศึกษาเวลา

1. การเลือกงานที่จะศึกษา และเลือกคนงานที่เหมาะสม
2. แบ่งงานที่จะศึกษาออกเป็นงานย่อย (Elements) พร้อมกับบันทึกรายละเอียดการทำงานอย่างสมบูรณ์
3. ทำการสังเกต และจับเวลาการทำงานแต่ละขั้นตอนของงานย่อย
4. นำข้อมูลเบื้องต้นที่ได้มาคำนวณจำนวนครั้งที่ต้องจับเวลา
5. ทำการประเมินประสิทธิภาพการทำงานของคนงาน
6. คำนวณหาเวลาปกติ (Normal Time)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. คำนวณหาเวลาลดหย่อน (Allowable Time)

8. คำนวณหาเวลามาตรฐาน (Standard Time)

2.6.2 เทคนิคในการศึกษาเวลา

1. Direct Time Study คือ การศึกษาเวลาโดยการใช้เครื่องมือจับเวลาโดยตรงจากการทำงานของคนงาน

2. Predetermined Motion-Time Systems คือ การหาเวลาล่วงหน้าโดยใช้ตารางการคำนวณมาตรฐานต่างๆ

3. Work Sampling คือ การศึกษาเวลาโดยอาศัยหลักการสุ่มตัวอย่างเชิงสถิติในการหาสัดส่วนของการทำงาน และเวลามาตรฐาน

4. Standard Time Data and Formula คือ การศึกษาเวลาโดยอาศัยข้อมูลจากอดีต และสูตรบางสูตรช่วยในการคำนวณหาเวลาเทคนิคแต่ละเทคนิค จะมีความเหมาะสมกับงานแต่ละงานแตกต่างกันไป

ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ได้เลือกใช้เทคนิคการศึกษาเวลา โดยการใช้เครื่องมือจับเวลาโดยตรงจากการทำงานของคนงาน (Direct Time Study) เพื่อให้สามารถมองเห็นลักษณะการทำงานอย่างละเอียดและเวลาที่ได้เป็นเวลาทำงานจริง

2.7 ระบบการผลิตและการจัดทำสายการผลิตให้สมดุล (Production System & Assembly Line Balancing)

ในระบบการผลิตโดยทั่วไป มีกลไกพื้นฐานเหมือนกับระบบต่างๆ ไป มี 3 ส่วน ด้วยกัน คือ ปัจจัยการผลิต (Input) ได้แก่ คน (Man) วัตถุดิบต่างๆ (Materials) เครื่องจักร (Machines) พลังงาน (Energy) เงิน (Money) ข่าวสารข้อมูล (Information) ส่วนกระบวนการผลิต (Process) ได้แก่ การเตรียมวัตถุดิบต่างๆ การนำส่วนประกอบต่างๆ เข้าด้วยกัน การสร้างรูปทรงการตกแต่ง และส่วนที่เป็นผลผลิต (Output) ได้แก่ ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป (Products) ซึ่งผลผลิตจะออกมาในรูปแบบของสินค้าหรือบริการ

2.7.1 ระบบการผลิต (Production System)

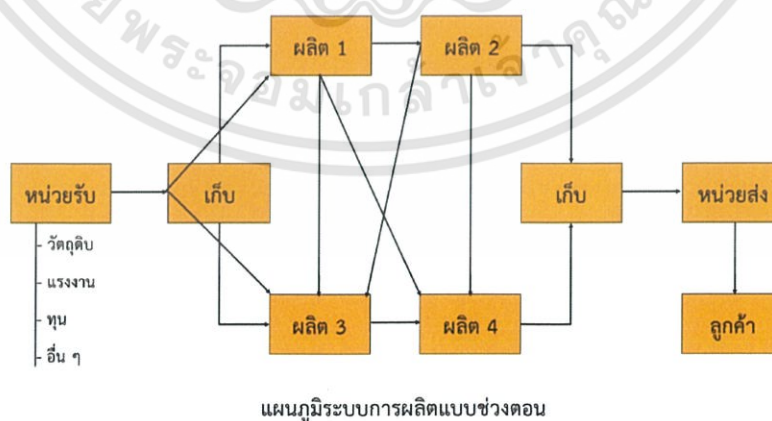
ระบบการผลิตอุตสาหกรรม ระบบใหญ่ มี 2 ระบบ

2.7.1.1 ระบบการผลิตแบบช่วงตอน (Intermittent Production System)

เป็นการผลิตแบบไม่สม่ำเสมอ หรือผลิตตามคำสั่งของลูกค้า (Order Manufacturing) เป็นการผลิตที่วัตถุดิบไม่เลื่อนไหลไปตามสายการผลิตจะผลิตเป็นช่วงๆ หรือเป็นตอน ถ้าครบกิจกรรมการผลิตก็จะได้ชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปขึ้นมา ดังรูปที่ 2.2 ตัวอย่างเช่น การกลึงชิ้นงาน งานผลิตงานก่อสร้าง การผลิตโต๊ะ เก้าอี้ การผลิตระบบนี้ มีจุดพักงานหลายจุด และในการผลิตแบบนี้ผู้ผลิตจะต้องกำหนดวิธีการขนย้ายวัสดุให้เหมาะสม จึงจะทำให้การผลิตมีประสิทธิภาพ การผลิตแบบช่วงตอนที่ก่อให้เกิดประสิทธิภาพ ผู้ผลิตจะต้องกำหนดแนวทางการวางผังโรงงาน ผังโรงงานที่เหมาะสมกับการผลิตแบบช่วงตอนนี้คือ การวางผังโรงงานแบบตามกระบวนการผลิต (Process Layout) ลักษณะการผลิตแบบช่วงตอน มีลักษณะดังนี้

1. มีอุปกรณ์ และกระบวนการผลิตที่ยืดหยุ่นได้ (Flexible) ได้ สามารถผลิตสินค้าได้หลายแบบ
2. ลักษณะของปัจจัยการผลิตจะเปลี่ยนแปลงไปเสมอตามลักษณะงานแต่ละชิ้น
3. ลักษณะการผลิตจะเปลี่ยนแปลงไปเสมอตามลักษณะงานแต่ละชิ้น
4. การไหลหรือการเคลื่อนย้ายของงานจะไม่ติดต่อกัน มักจะมีการพักวัตถุดิบ หรือรอคอยวัตถุดิบการผลิตทุกจุดปฏิบัติงาน
5. คนงานที่ปฏิบัติงานจะต้องมีความสามารถในระดับปานกลางไปจนถึงระดับสูง

การวางผังโรงงานตามกระบวนการผลิต (Process Layout)



รูปที่ 2.2 แผนภูมิระบบการผลิตแบบช่วงตอน [9]

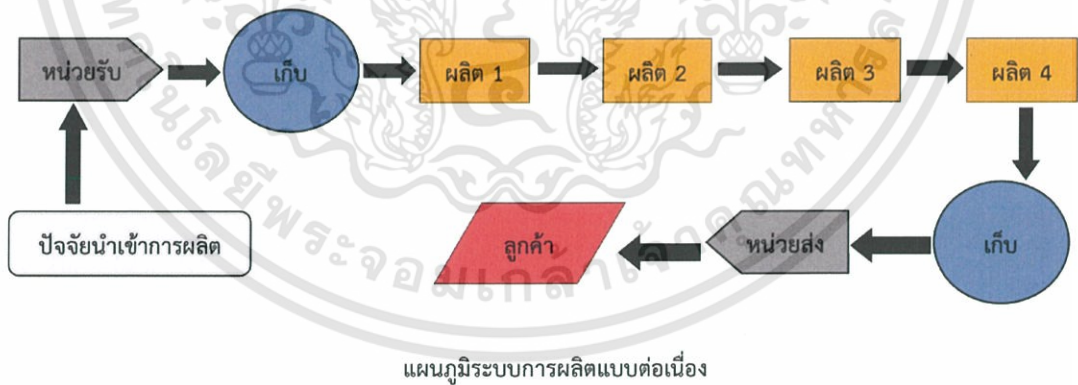
2.7.1.2 ระบบการผลิตแบบต่อเนื่อง (Continuous Production System)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นระบบที่มีการไหลของวัตถุดิบต่อเนื่องตามสายการผลิต (Line Production) ดังรูปที่ 2.3 ตัวอย่างเช่น โรงพิมพ์ พิมพ์หนังสือ โรงงานผลิตอาหารกระป๋อง การผลิตแก้วของโรงงานผลิตแก้ว บุหรี่ ไม้อัด น้ำตาล เป็นต้น ลักษณะที่ดีของระบบการผลิตต่อเนื่องคือ การใช้พื้นที่ในโรงงานได้ประโยชน์ คุ่มค่าเต็มประสิทธิภาพ เพราะพื้นที่ส่วนใหญ่ใช้เป็นพื้นที่ในกระบวนการผลิตของสายการผลิตเหลือพื้นที่ในการเก็บวัตถุดิบเล็กน้อย และการขนย้ายวัตถุดิบในสายการผลิตก็จะใช้การขนย้ายแบบตายตัว เช่น ใช้สายพาน (Conveyor) ผังของโรงงานอุตสาหกรรมที่สอดคล้องกับระบบการผลิตแบบต่อเนื่องที่ใช้กันมากคือ การวางผังโรงงานแบบตามชนิดของผลิตภัณฑ์ (Product Layout)

ลักษณะการผลิตแบบต่อเนื่อง มีลักษณะการผลิตดังนี้

1. มีอุปกรณ์ และกระบวนการผลิตมาตรฐาน
2. ลักษณะของปัจจัยการผลิต จะมีมาตรฐานแน่นอนไม่เปลี่ยนแปลงชนิดหรือส่วนประกอบ
3. ลำดับการผลิตแน่นอน
4. การไหลหรือการเคลื่อนย้ายของงานมักจะใช้สายพาน (Conveyor Belts)
5. การป้อนงานเข้าหน่วยผลิตแต่ละหน่วย จะใช้เกณฑ์ตามลำดับมาก่อนเข้าก่อน
6. ผลิตสินค้ามาตรฐานได้ทีละมากๆ (Mass Production)



รูปที่ 2.3 แผนภูมิระบบการผลิตแบบต่อเนื่อง [9]

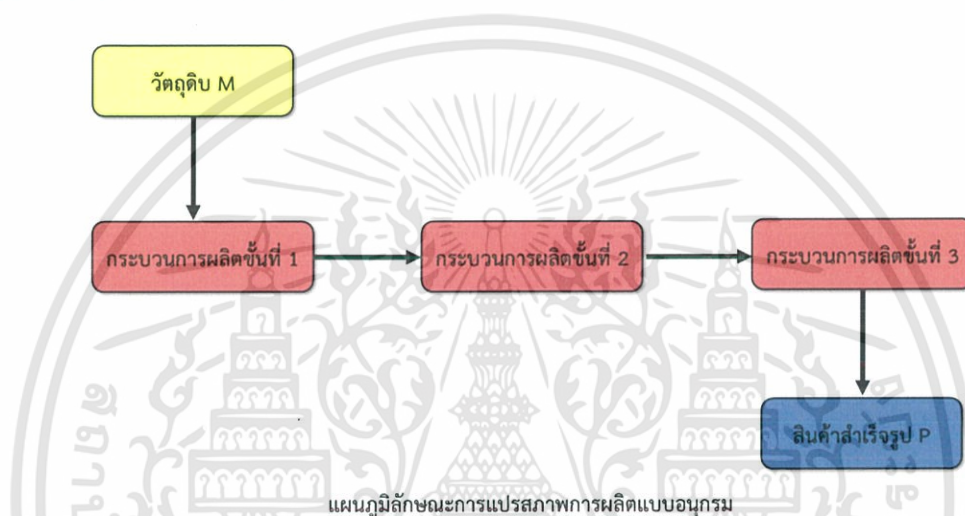
2.7.1.3 การแปรสภาพการผลิต

ในส่วนกระบวนการผลิต หรือการแปรสภาพของวัตถุดิบที่นำเข้าสู่กระบวนการผลิต จนออกมาเป็นผลิตภัณฑ์ มีด้วยกัน 3 ลักษณะดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะที่ 1 การแปรสภาพการผลิตแบบต่อเนื่องตลอดการผลิต หรือแบบอนุกรม (Series Sub-System)

จะพบเห็นในระบบการผลิต ที่เป็นสายการผลิตสายเดียว (Line Production) หรือบางทีเรียกว่า เป็นการผลิตแบบสายการผลิต ที่เป็นสายการผลิตสายเดียว จากวัตถุดิบ ผ่านกระบวนการผลิต ชั้นที่ 1 ชั้นที่ 2 ชั้นที่ 3 ไปจนถึงขั้นสุดท้าย ออกมาเป็นสินค้าสำเร็จรูป ดังรูปที่ 2.4 โดยทางแผนกมอเตอร์ราด (Motorrad) บริษัท บีเอ็มดับเบิลยู แมนูแฟคเจอร์ริง (ประเทศไทย) จำกัด ได้ใช้วิธีการผลิตดังที่กล่าวมาข้างต้น

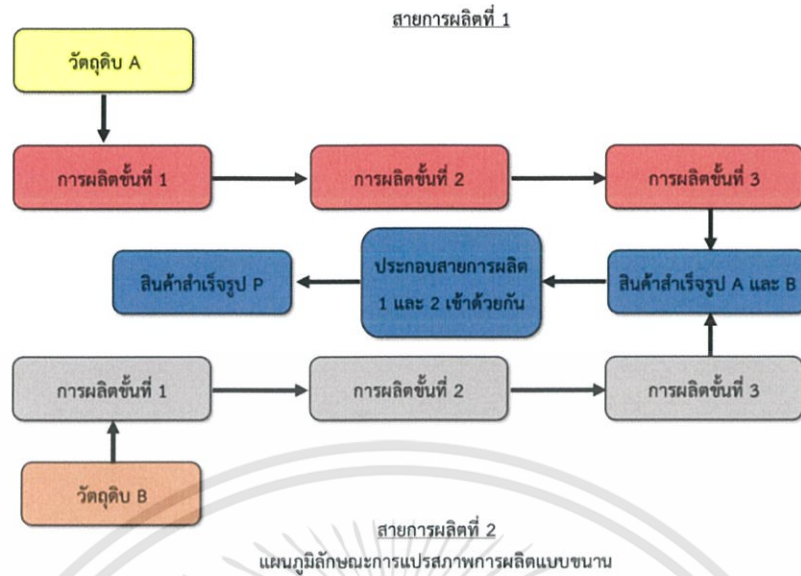


แผนภูมิลักษณะการแปรสภาพการผลิตแบบอนุกรม

รูปที่ 2.4 แผนภูมิลักษณะการแปรสภาพการผลิต [9]

ลักษณะที่ 2 การแปรสภาพการผลิตแบบขนาน (Parallel Sub-System)

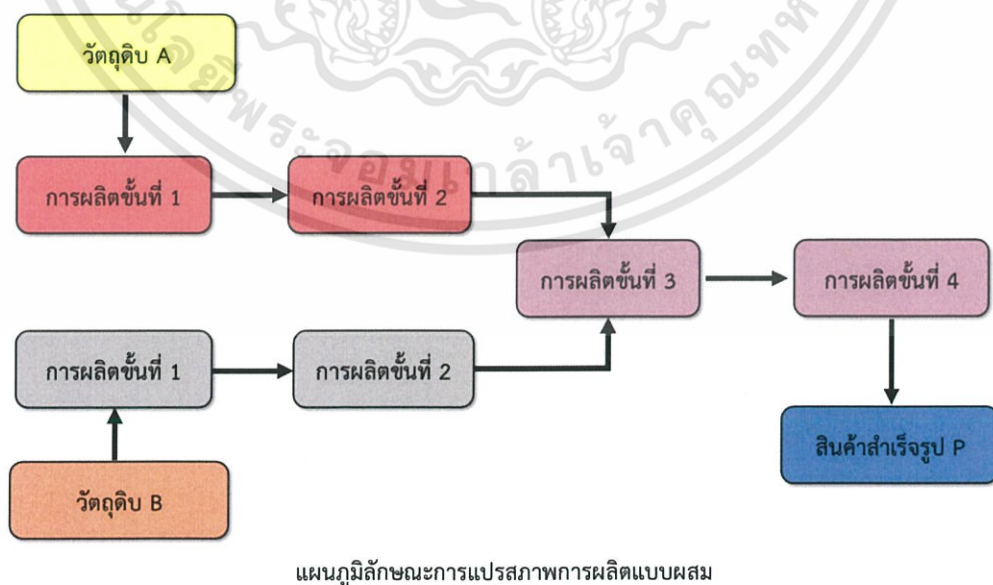
การผลิตแบบต่อเนื่องอย่างหนึ่งที่สายการผลิตมากกว่าหนึ่งสาย และก่อนจะออกมาเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป ก็จะนำผลผลิตของแต่ละสายมาประกอบกันในกระบวนการ และออกมาเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป ดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 แผนภูมิลักษณะการแปรสภาพการผลิต [9]

ลักษณะที่ 3 การแปรสภาพการผลิตแบบผสม (Integrate Sub-System)

เป็นการผลิตที่มีความสลับซับซ้อนมากกว่า ลักษณะการผลิตทั้งสองแบบที่กล่าวมาคือ เป็นการนำเอากระบวนการผลิตแบบอนุกรม และการผลิตแบบขนานมาใช้ในกระบวนการผลิต บางช่วง อาจจะเป็นการผลิตแบบขนานที่มีสายการผลิตมากกว่าหนึ่งสายวัตถุดิบ หรือสินค้าออกจากสายการผลิตแต่ละสายจะถูกนำมาประกอบเข้ากัน และนำเข้าสู่กระบวนการผลิตอีก 2 ขั้นตอน 3 ขั้นตอน หรือมากกว่านี้แบบอนุกรมต่อเนื่องกันไปจนกว่าจะสำเร็จรูปออกมา ดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 แผนภูมิลักษณะการแปรสภาพการผลิต [9]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 การจัดสมดุลสายการผลิต (Line Balancing)

2.8.1 ความหมายของการจัดสมดุลสายการผลิต

การไหลของระบบการผลิต (Flow Production) คือ การปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบการผลิต โดยการแบ่งกระบวนการผลิตออกเป็นสถานีงานต่างๆ ที่แตกต่างกัน และดำเนินการโดยพนักงานที่แตกต่างกัน มีการทำซ้ำของงาน และแบ่งเป็นช่วงสั้น มีการจัดสรรกำลังแรงงาน มีการส่งงานเข้า และออกในแต่ละสถานีงานด้วยอัตราเร็วหนึ่ง และมีการดำเนินการผลิตตามขั้นตอนวิธีการทำงานที่ได้กำหนดไว้

แนวคิดนี้เป็นพื้นฐานของระบบการผลิตปริมาณมาก (Mass Production) และส่งเสริมให้เกิดระบบผลิตที่ลื่นไหล โดยการกำจัดความสูญเปล่าทั้งหลาย เช่น การเคลื่อนย้าย การรอคอย เป็นต้น และแนวคิดเหล่านี้ยังสามารถทำให้ระบบการผลิตมีความเรียบง่ายขึ้น เป็นมาตรฐาน และยังเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการเพิ่มประสิทธิภาพของระบบการผลิตในภาคปฏิบัติ ปัญหาต่างๆ เช่น การรอคอยของพนักงาน การสะสมของวัสดุระหว่างการผลิต (Work In Process) สามารถเกิดขึ้นได้เนื่องจากเวลาในการทำงานของแต่ละสถานีงานของกระบวนการผลิตขาดสมดุล ดังนั้น การจัดสมดุลสายการผลิตคือ การออกแบบการไหลของระบบการผลิต เพื่อให้เกิดการไหลของงานที่ราบรื่น และเกิดสมดุลของเวลาในการทำงานของแต่ละสถานีงาน

การจัดสมดุลสายการผลิต เป็นการประยุกต์ใช้เทคนิคทางด้านการวิเคราะห์กระบวนการและการศึกษาเวลา (Time Study) ซึ่งมีจุดประสงค์หลักเพื่อที่จะเข้าใจสายการผลิต และนำมาออกแบบวางเรียงกันเพื่อให้ได้สายการผลิตที่มีประสิทธิภาพ การจัดสมดุลสายการผลิตถูกนำมาใช้อย่างบ่อยครั้งเพื่อ

1. เพิ่มอัตราการทำงานของคน และเครื่องจักร
2. ลดการใช้กำลังของอัตราคนงาน และเพิ่มการประหยัดแรงงาน
3. พัฒนาระบบการผลิตให้มีกลไกช่วยการทำงาน และเป็นการทำงานแบบอัตโนมัติ
4. ออกแบบ และพัฒนากระบวนการผลิต
5. ปรับปรุงประสิทธิภาพของการใช้แรงงาน
6. ลดช่วงเวลานำ (Lead Time)

จากข้อสรุปด้านบน จะพบว่า การจัดสมดุลสายการผลิตจะนำมาประยุกต์ใช้ตามสถานการณ์เหล่านี้ ซึ่งพบว่า จะเกิดประโยชน์อย่างมาก

1. การลดเวลาผลิตต่อหน่วย

สิ่งนี้เป็นจุดมุ่งหมายโดยทั่วไปของการใช้ระบบการจัดการสมดุลสายการผลิต เมื่อมีการตั้งเป้าหมายเพื่อที่จะปรับปรุงประสิทธิภาพของผลผลิตในสายการผลิต เทคนิคนี้จะชี้ให้เห็นถึงบริเวณที่ทำให้เกิดสภาพคอขวด (Bottle Neck) และต้องมีการกำหนดชนิดของเป้าหมายที่คาดหวังไว้สำหรับการปรับปรุงนี้ โดยทั่วไปหน่วยงานพยายามที่จะปรับปรุงกระบวนการสายการผลิต โดยการศึกษาการเคลื่อนไหว และการศึกษาเวลาเพียงอย่างเดียว มักจะได้ผลในการปรับปรุงต่ำกว่าที่คาดหวังไว้ หรือก็พบว่ากลับทำให้แยลงมากกว่าจะเพิ่มประสิทธิภาพ

ในสถานการณ์นี้ การจัดการสมดุลสายการผลิตน่าจะมีความเหมาะสม และได้ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลาย และได้รับการยอมรับ เพื่อปรับปรุงอัตราการทำงานของสายกระบวนการผลิต และลดเวลาการผลิตลง

2. เพื่อคำนวณหาความต้องการจำนวนของคนงาน ให้เหมาะสมกับการเปลี่ยนแปลงปริมาณการผลิต

การจัดการสมดุลสายการผลิตสามารถใช้เพื่อจัดการเปลี่ยนแปลงสายการผลิตที่ไม่สม่ำเสมอ ซึ่งมีสาเหตุมาจากความไม่สม่ำเสมอของปริมาณคำสั่งซื้อนั่นเอง เมื่อปริมาณการผลิตมีเพิ่มขึ้น การจัดการสมดุลสายการผลิตจะมีการจัดการ โดยแนะนำการทำงานในแต่ละส่วนของกระบวนการให้มีการเพิ่มจำนวนคนงาน หรือเพิ่มความเร็วในการผลิต สิ่งเหล่านี้จำเป็นต้องมีการจัดการเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณการผลิต

3. แนะนำวิธีการการไหลของสายการผลิต หรือสำหรับการออกแบบสายการผลิตใหม่

วิธีการจัดการสมดุลสายการผลิตจะถูกใช้เมื่อหน่วยงานต้องการที่จะนำเอาเทคนิคต่างๆ ของวิธีการไหลของระบบการผลิตมาใช้ หรือสำหรับการออกแบบสายการผลิตแบบใหม่ เป็นไปได้ที่หน่วยงานจะทำการวิเคราะห์ส่วนต่างๆ ของงาน เพื่อต้องการให้ครอบคลุมกระบวนการผลิตทั้งหมด และหาคำตอบว่าทำอย่างไรที่จะแบ่งงานต่างๆ ที่แตกต่างกันให้เป็นสถานีงาน และประกอบเป็นสายการผลิตที่เหมาะสมที่สุด

2.8.2 ขั้นตอนการวิเคราะห์การจัดการสมดุลสายการผลิต

ขั้นตอนที่ 1 ตั้งวัตถุประสงค์ และเป้าหมาย ซึ่งการจัดการสมดุลสายการผลิตบ่อยครั้ง จะถูกนำมาใช้เมื่อ

1. การเพิ่มขึ้นหรือลดลงของปริมาณการผลิต ซึ่งจำเป็นที่จะต้องกำหนดจำนวนของคนงานที่เหมาะสมใหม่
2. เกิดจากการรอกอยงานบนสายการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เกิดการสะสมของวัสดุระหว่างผลิต (Work In Process)
4. ภาระงานที่แตกต่างกันระหว่างสถานีการทำงาน
5. จำเป็นต้องลดจำนวนคนงาน
6. ต้องการลดต้นทุนการผลิต
7. หน่วยงานต้องการที่จะเพิ่มประสิทธิภาพสายการผลิต

ขั้นตอนที่ 2 ทำความเข้าใจ และสร้างความร่วมมือของผู้ปฏิบัติงาน

เป็นสิ่งที่สำคัญอย่างยิ่ง ที่จะทำความเข้าใจ และสร้างความร่วมมือของพนักงาน และบุคคลอื่นๆ ซึ่งอาจมีผลกระทบก่อนที่จะเริ่มดำเนินงานต่อไป

ขั้นตอนที่ 3 การกำหนดงานย่อย (Work Element)

ใช้กระบวนการวิเคราะห์การทำงาน เพื่อให้เกิดความเข้าใจในกรไหลของงาน และจำแนกรายการส่วนประกอบของงานย่อย ในแต่ละสถานีงาน

ขั้นตอนที่ 4 กำหนดเวลาในการทำงานของแต่ละสถานีงานย่อย

ดำเนินการตามหลักการของการศึกษาเวลา โดยพยายามมุ่งเน้นแบ่งงานออกเป็นองค์ประกอบย่อยๆ และกำหนดเวลาในการทำงาน ซึ่งอาจจะต้องคำนึงถึงอัตราความเร็วในการทำงาน เพื่อให้ได้เวลาการทำงานที่เป็นปกติ

ขั้นตอนที่ 5 การกำหนดเวลา และสร้างแผนภูมิแท่ง

สรุประยะเวลาที่ใช้ในแต่ละสถานีงาน ดำเนินการจัดทำแผนภูมิแท่ง โดยมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1. จัดทำแผนภูมิแท่ง โดยมีขนาดสเกลแกนตั้งเพียงพอต่อระยะเวลาการทำงานที่มากที่สุดลงในสถานีงาน
2. แกนนอนแบ่งเป็นสถานีงานในสายการผลิต
3. กำหนดหัวข้อที่สำคัญ ชื่อขั้นตอนการทำงาน จำนวนคนงาน เวลาทำงาน
4. วาดแผนภูมิแท่ง (Bar Chart) แสดงเวลาทำงานในแต่ละสถานีงาน
5. ชิดเส้นแนวนอนจากเวลาการทำงานที่มากที่สุด หรือขั้นตอนที่เป็นคอขวด
6. จากเส้นที่บอกเวลาทำงานที่เป็นคอขวดบวกด้วยเวลาเผื่อ (Allowance Time) ก็จะได้ความเร็วรอบในการผลิต (Takt Time)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 6 คำนวณหาค่าพารามิเตอร์ที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์

1. ความเร็วในการผลิต (Takt Time)

$$= \frac{\text{เวลาการทำงานในหนึ่งวัน} * \text{ประสิทธิภาพในการทำงาน (คิดเป็นร้อยละ)}}{\text{จำนวนสินค้าที่ต้องการต่อวัน}} \quad (2.1)$$

2. จำนวนแรงงานที่ใช้ในการผลิต (Operators)

$$= \frac{\text{เวลาในการผลิตรถมอเตอร์ไซค์หนึ่งคัน}}{\text{ความเร็วในการผลิต}} \quad (2.2)$$

3. เวลาที่สูญเปล่า (Idle Time)

$$= \text{เวลาการทำงานในหนึ่งวัน} - \text{เวลาในการผลิตรถมอเตอร์ไซค์หนึ่งคัน} \quad (2.3)$$

4. ร้อยละความสามารถในการผลิตรถมอเตอร์ไซค์หนึ่งคัน

$$= \frac{\text{เวลาในการผลิตรถมอเตอร์ไซค์หนึ่งคัน}}{\text{เวลาการทำงานในหนึ่งวัน}} * 100 \quad (2.4)$$

ขั้นตอนที่ 7 ทำการวิเคราะห์ปรับปรุงสายการผลิต

เมื่อได้จัดเตรียมแผนภูมิแกง และได้คำนวณหาค่าพารามิเตอร์ที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ โดยขั้นต่อไปคือ การหาแนวทางในการปรับปรุง

1. พิจารณาหนทางการปรับปรุงส่วนของสถานีงานที่เป็นคอขวด
2. จัดเรียงแต่ละส่วนของงานใหม่เพื่อลดความไม่สม่ำเสมอของแผนภูมิแกง
3. จัดทำแผนภูมิแกงขึ้นใหม่ และตรวจสอบดูว่าสามารถปรับปรุง เพิ่มเติมได้หรือไม่

ในการพิจารณาวิเคราะห์การปรับปรุงสมดุลสายการผลิต จากขั้นตอนที่ได้กล่าวมาแล้ว ประเด็นที่สำคัญที่ควรคำนึงถึงอยู่ดังนี้

1. ต้องคำนึงเวลาถึงเวลาในการนำเข้าวัตถุดิบ ชิ้นส่วน เพราะจะส่งผลถึงเวลาในการทำงาน
2. คำนึงถึงเวลาบางอย่างที่ไม่ได้ถูกรวมในขั้นตอนการทำงาน เช่น การทำความสะอาด การตรวจดูชิ้นงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ตรวจสอบถึงความไม่สามารถดำเนินการตามเวลาการทำงานของงานย่อย และริบหาสาเหตุแล้วแก้ไขโดยเร่งด่วน

2.8.3 การปรับปรุงการจัดสมดุลสายการผลิต

มีอยู่ 3 วิธีในการแก้ไขข้อบกพร่องของการจัดสมดุลสายการผลิต

1. ทำให้ค่าประสิทธิภาพของสมดุลใกล้เคียง 100 เปอร์เซ็นต์ ให้มากที่สุด
2. ลดจำนวนคนงานให้น้อยที่สุด โดยยังคงอัตราเร็วในการทำงาน
3. เพิ่มอัตราเร็วในการทำงาน หรือรอบเวลาในการทำงาน (Cycle Time) โดยไม่มีการเพิ่มจำนวนคนงาน

2.8.4 การรักษาค่าประสิทธิภาพของสมดุล

เมื่อมีความต้องการที่จะปรับปรุงสายการผลิต สิ่งแรกที่ต้องพิจารณาสำหรับการวิเคราะห์คือ การที่จะสร้างความมั่นใจว่าระบบสายการผลิตที่ศึกษาจะต้องมีค่าประสิทธิภาพสมดุลไม่ต่ำกว่า 85 เปอร์เซ็นต์ และนอกเหนือจากนี้ควรจะมีคามพยายามในการหาแนวทางการเพิ่มค่าประสิทธิภาพให้เข้าใกล้ 100 เปอร์เซ็นต์ เท่าที่จะเป็นไปได้

2.8.5 การประยุกต์ใช้แผนภูมิแท่ง

ในการเริ่มที่จะปรับปรุงการทำงานในสายการผลิต สิ่งแรกคือ การทราบความแตกต่างเวลาในการทำงานของแต่ละสถานีงาน ดังนั้นแผนภูมิแท่งก็จะแสดงข้อมูลที่สำคัญในส่วนนี้ และจะนำมาใช้ในชี้บ่งสถานีงานที่ทำให้สายการผลิตไม่สมดุล และยังมีแนวทาง 2 แนวทางในการ แก้ไขสถานีงานที่เป็นคอขวด คือ

1. จัดเรียงงานย่อยในสถานีงานที่เป็นคอขวดใหม่ และศึกษาขั้นตอนที่ทำให้เกิดปัญหาเพื่อจะลดเวลาที่ใช้ในการทำงาน
2. จัดสรรงานย่อยในสถานีงานที่เป็นคอขวด โดยปรับย้ายงานไปในสถานีงานก่อนหน้าหรือสถานีงานถัดไป เพื่อลดเวลาในสถานีงานที่เป็นคอขวด โดยจะดำเนินการในลักษณะนี้อย่างต่อเนื่องไปเรื่อยๆ จนได้กระบวนการผลิตที่ราบเรียบ

2.8.6 หลักการของการปรับปรุงการจัดสมดุลสายการผลิต

กล่าวโดยสรุป แนวทางการปรับปรุงการจัดสมดุลสายการผลิต ก็จะทำตามแนวทางข้างต้นที่ได้กล่าวมาแล้ว โดยเพิ่มประสิทธิภาพของสมดุลให้ได้ 100 เปอร์เซ็นต์ และพยายามปรับปรุงเพื่อลดการใช้กำลังคน และลดรอบเวลาของการผลิต (Cycle Time) การปรับปรุงนี้จะดำเนินการโดยมุ่งเน้นใน 2 เรื่อง

1. การจัดสรรงานย่อย โดยจัดสรรงานย่อยของสถานีงานที่เป็นคอขวดไปยังสถานีงานข้างเคียง เพื่อปรับสายการผลิต
2. ปรับปรุงขั้นตอนการทำงาน โดยมุ่งเน้นความสนใจไปยังสถานีงานที่ใช้เวลานานหลังจากสถานีงานคอขวด และนำหลักการของการศึกษาการเคลื่อนไหว และการศึกษาเวลามาใช้ โดยจะเน้นในเรื่องการขนย้าย การเคลื่อนไหว นำอุปกรณ์ และกลไกมาช่วยในการทำงาน

2.8.7 คำจำกัดความการจัดสมดุลสายการประกอบ

1. สายการประกอบ (Assembly Line) คือ สายงานที่ใช้ในการประกอบชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์ ตั้งแต่ต้นจนเสร็จ ในที่นี้สายการประกอบ หมายถึง สายการประกอบสำหรับผลิตภัณฑ์เดียวเท่านั้น
2. การจัดสมดุลสายการประกอบ (Assembly Line Balancing) หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า การจัดสมดุลสายการผลิต (Production Line Balancing) คือ การกำหนดชิ้นงานต่างๆ ในการประกอบสินค้าที่ทำให้ภาระงานใน สถานีงานต่างๆ ใกล้เคียงกัน
3. ชิ้นงาน (Work Element หรือ Task) คือ ชิ้นการทำงานงานหนึ่งที่ไม่สามารถแบ่งแยกให้กับคนงานตั้งแต่ 2 คนขึ้นไป หรือเครื่องจักรตั้งแต่ 2 เครื่องขึ้นไป โดยไม่มีความขัดแย้งระหว่างกัน
4. สถานีทำงาน (Work Station) คือ หน่วยงานหรือบริเวณที่อยู่ตามสายการประกอบ ซึ่งเป็นตำแหน่งที่เกิด กิจกรรมการประกอบชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์ตามงานในแต่ละสถานีที่ได้ถูกกำหนดไว้
5. งานในแต่ละสถานี (Operation) คือ กลุ่มของชิ้นงานต่างๆ ที่รวมกัน และเป็นกลุ่มงานที่ทำงานในสถานีทำงานหนึ่งๆ
6. เวลาในการผลิต (Cycle Time) คือ เวลาที่พนักงานใช้ในการดำเนินการผลิตตามที่แต่ละคนรับผิดชอบในแต่ละรอบการทำงาน โดยพนักงานหนึ่งคนอาจจะรับผิดชอบงานเพียงงานเดียว หรือหลายงานก็ได้ ซึ่งจะเริ่มนับตั้งแต่จุดเริ่มต้นของงานนั้นจนถึงเวลาที่กลับมาตั้งต้น เพื่อจะเริ่มทำการผลิตในรอบต่อไป (เวลาในการผลิตชิ้นงานต่อชิ้นซึ่งในกรณีศึกษาใช้เป็นการผลิตที่ 1 ขึ้นต่อหน้าที่)
7. ความเร็วในการผลิต (Takt Time) คือ ความเร็วในการผลิต มีที่มาจากภาษาเยอรมัน แปลว่า จังหวะดนตรี ซึ่งใช้ Takt Time ในการกำหนดจังหวะการผลิตสินค้าต่อชิ้นให้เป็นไปตามจังหวะที่ลูกค้าต้องการ นั่นคือ พนักงานทุกคนต้องควบคุมจังหวะการผลิตสิ่งของในหนึ่งสถานีการผลิต ให้นานไม่เกินเวลาที่กำหนดไว้

วิธีดำเนินงานวิจัย

การจัดสมดุลการผลิตนี้ได้ทำการศึกษากระบวนการทำงาน สภาพปัญหาปัจจุบัน และหาทางแก้ไข จัดกลุ่มงานที่ต้องปฏิบัติในการผลิตสินค้า และมอบหมายงานให้แก่ละสถานีงาน ซึ่งเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพสายการผลิต และเพิ่มกำลังการผลิตเพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการสินค้าของลูกค้า

3.1 สภาพการผลิตในปัจจุบัน

บริษัท บีเอ็มดับเบิลยู แมนูแฟกเจอร์ริง (ประเทศไทย) จำกัด ตั้งอยู่ที่นิคมอุตสาหกรรมอมตะซิตี้ จังหวัดระยอง ผลิตทั้งในส่วนของรถยนต์ และมอเตอร์ไซค์ ในส่วนของกระบวนการผลิตมอเตอร์ไซค์ คือ One Line เป็นสายการผลิตที่สามารถรองรับการผลิตรุ่นที่หลากหลาย ซึ่งที่นี่สามารถแสดงให้เห็นถึงคอนเซ็ปต์ของการผลิตที่มีประสิทธิภาพด้วยทรัพยากรที่มีอย่างจำกัด มีการแยกส่วนผลิตและส่วนโลจิสติกส์ออกจากกันอย่างชัดเจน เพื่อให้ส่วนผลิตสามารถใส่ใจในทุกรายละเอียดของการผลิตในรถมอเตอร์ไซค์ได้อย่างเต็มที่ ใช้เครื่องมือ และชิ้นส่วนต่างๆ เท่าที่จำเป็น ซึ่งเรียกว่า “One Bike Set” เพื่อลดโอกาสในการเกิดความผิดพลาดในกระบวนการผลิต ในบริเวณสายผลิตจะไม่มีชิ้นส่วนที่อยู่ในบรรจุภัณฑ์ ทำให้สามารถแยกขยะรีไซเคิลได้ง่ายขึ้น สะท้อนให้เห็นถึงความใส่ใจด้านความยั่งยืน ซึ่งได้ช่วยลดปริมาณขยะ และส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

ปัจจุบันบริษัทมีความต้องการในการผลิตมอเตอร์ไซค์อยู่ที่ประมาณ 16 คันต่อวัน โดยมาตรฐานของความเร็วในการผลิตอยู่ที่ 26 นาที สายการผลิตรถมอเตอร์ไซค์แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนที่หนึ่ง Pre-Assembly เป็นส่วนที่ประกอบชิ้นส่วนชิ้นเล็กๆ รวมกันให้เป็นชิ้นใหญ่ แล้วส่งให้กับ Trim Line เช่น หม้อน้ำ, แฮนด์เดิลบาร์, ชุดไฟเลี้ยว เป็นต้น ส่วนที่สอง Trim Line เป็นส่วนที่ประกอบรถมอเตอร์ไซค์ให้เป็นรูปเป็นร่าง โดยนำเอาชิ้นส่วนจาก Pre-Assembly มาประกอบเข้ากับตัวรถมอเตอร์ไซค์ และส่วนที่สาม Final Line มีหน้าที่ตรวจสอบความเรียบร้อยของรถมอเตอร์ไซค์ หลังจาก Trim Line ประกอบเสร็จทุกสถานีงาน, เติมของเหลว, ประกอบพาร์ทสี, นำรถเข้าทดสอบในเครื่อง Roller Test, เก็บบันทึกข้อมูลของรถก่อนทำการส่งขาย, ตรวจสอบความเรียบร้อยของรถมอเตอร์ไซค์อีกครั้งก่อนส่งขาย และทำการบรรจุรถมอเตอร์ไซค์

แผนกมอเตอร์ไซด์ (Motorrad) ผลิตรถมอเตอร์ไซด์ขายทั้งหมด 5 รุ่น ได้แก่ S 1000 R, S 1000 RR, S 1000 XR, R 1200 GS และ R 1200 GS Adventure แสดงดังรูปที่ 3.1 รุ่น F 750 GS และ F 850 GS ยังอยู่ในช่วงดำเนินการทดสอบกระบวนการผลิต (Launch)

ในการวิเคราะห์กระบวนการผลิตรถมอเตอร์ไซด์ได้เลือกทำการวิเคราะห์เฉพาะมอเตอร์ไซด์รุ่น R 1200 GS Adventure เนื่องจากเป็นรุ่นที่มีกำลังการผลิตมากที่สุด กล่าวคือ อัตราการผลิตที่มากขึ้นย่อมมีโอกาสเกิดความสูญเสียของกระบวนการผลิตมากขึ้นได้เช่นกัน



รูปที่ 3.1 ภาพแสดงรุ่นของรถมอเตอร์ไซด์ที่ผลิตในปี ค.ศ. 2018

3.2 วิธีการดำเนินงาน

3.2.1 การกำหนดปัญหา (Define)

ใช้หลักการของ Manufacturing Tools มาให้ใช้การแก้ปัญหา คือ 5W 1H ดังนี้

- Who : พนักงานในสายการผลิต
- What : ต้องการกำลังการผลิตที่เพิ่มมากขึ้น
- Where : Pre-Assembly, Trime Line และ Final Line ในแผนกมอเตอร์ไซด์ (Motorrad) บริษัท บีเอ็มดับเบิลยู แมนูแฟคเจอร์ริง (ประเทศไทย) จำกัด
- When : ปี ค.ศ. 2019 เดือน พฤษภาคม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Why : รองรับยอดการผลิตในปีถัดไป และหาแนวทางในการกำจัดของเสียในกระบวนการ (Waste)

- How : สภาพการผลิตในปัจจุบัน มีจำนวนแรงงานที่ใช้ในการผลิต (Operators) ไม่สัมพันธ์กับยอดการผลิตในปีถัดไป กล่าวคือ พนักงานในสายการผลิตปัจจุบันไม่สามารถผลิตรถมอเตอร์ไซค์ได้ตามเป้าหมาย เนื่องจากมีจำนวนน้อยเกินไป จึงได้ทำการวิเคราะห์สมดุลการผลิตเพื่อคำนวณจำนวนแรงงานที่ใช้ในการผลิต (Operators) ให้สัมพันธ์กับกำลังการผลิตที่เพิ่มขึ้น

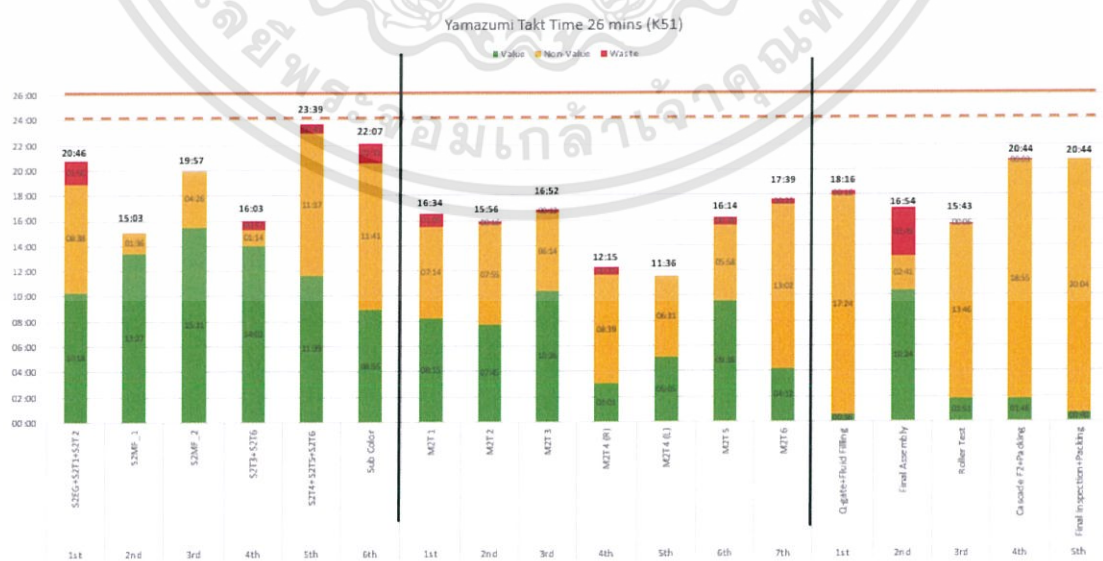
3.2.2 การใช้พารามิเตอร์ในการวิเคราะห์กระบวนการ (Measure)

3.2.2.1 การศึกษาขั้นตอนการผลิต

เป็นการศึกษาลำดับขั้นตอนการผลิตของรถมอเตอร์ไซค์รุ่น R 1200 GS Adventure ทำให้ทราบว่าในกระบวนการผลิตจะต้องใช้เครื่องจักรใด และใช้อุปกรณ์ใดในการผลิต และนำข้อมูลไปวิเคราะห์การวางตำแหน่งเครื่องจักร และอุปกรณ์ในกระบวนการผลิตสำหรับการจัดสมดุลการผลิตในปีถัดไป จัดวางให้อยู่ในตำแหน่งที่มีความสัมพันธ์กันในการทำงานที่ดี มีเส้นทางการเดินในการผลิตไม่ ซับซ้อน วกวนไปมา และไม่ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ที่ไม่จำเป็น

3.2.2.2 การศึกษาเวลา (Time Study)

การศึกษเวลาดำเนินการของรถมอเตอร์ไซค์รุ่น R 1200 GS Adventure ที่ความเร็วในการผลิตเท่ากับ 26 นาที ใช้การศึกษาเวลาโดยตรง (Direct Time Study) ซึ่งเป็นการเข้าไปศึกษาเวลาการทำงานโดยตรงที่จุดทำงาน เพื่อเป็นตัวแทนของเวลาการทำงาน หรือที่เรียกว่า เวลามาตรฐาน (Standard Time) แสดงดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 แผนภูมิแท่งแสดงระยะเวลาการทำงานของพนักงานแต่ละคนก่อนจัดสมดุลสายการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 การวิเคราะห์ (Analyzes)

เมื่อรวมเวลาของแผนภูมิแต่ละแท่งจากรูปที่ 3.2 แสดงให้เห็นว่าพนักงานในสายการผลิตใช้เวลาประมาณ 320 นาที ในการผลิตรถมอเตอร์ไซค์ 1 คัน ซึ่งร้อยละความสามารถในการผลิต

ร้อยละความสามารถในการผลิตรถมอเตอร์ไซค์หนึ่งคัน

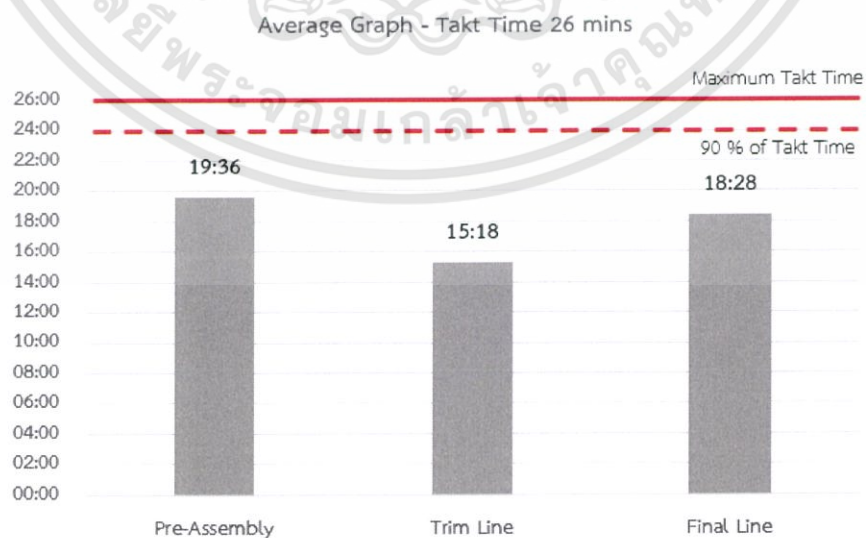
$$= \frac{\text{เวลาในการผลิตรถมอเตอร์ไซค์หนึ่งคัน}}{\text{เวลาการทำงานในหนึ่งวัน}} * 100 \quad (3.1)$$

ในหนึ่งวันพนักงานในสายการผลิตทำงานทั้งหมด 480 นาที แต่ในการนำมาวิเคราะห์หรือคำนวณ ผู้วิจัยจะใช้เวลาเพียง 90 เปอร์เซ็นต์ของเวลาการทำงานทั้งหมด เนื่องจาก 10 เปอร์เซ็นต์ที่เหลือเป็นเวลาสำหรับการทำธุระส่วนตัวของพนักงานขณะทำงาน ซึ่ง 90 เปอร์เซ็นต์ของเวลาการทำงานทั้งหมดเท่ากับ 432 นาที

$$\text{ร้อยละความสามารถในการผลิตรถมอเตอร์ไซค์หนึ่งคัน} = \frac{320}{432} * 100 = 74$$

หรือ รถมอเตอร์ไซค์ 1 คัน ใช้เวลา 74 เปอร์เซ็นต์ ของเวลาทั้งหมดในการผลิตรถ 1 วัน

หลังจากนั้นได้ทำการวิเคราะห์ และทำการหาค่าเฉลี่ยของเวลาในแต่ละสถานีออกมาได้ดังรูปที่ 3.3 พบว่า เวลาการทำงานของพนักงานเฉลี่ยในทุกสถานีอยู่ในเกณฑ์ที่ไม่เกินค่าเวลาความเร็วการผลิต (Takt Time) ที่ไม่ส่งผลให้เกิดปัญหาคอขวดในกระบวนการผลิต



รูปที่ 3.3 แผนภูมิแท่งแสดงค่าเฉลี่ยของเวลาในแต่ละสถานีงานก่อนการจัดสมดุลสายการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แม้ว่าเวลาในแต่ละสถานีจะอยู่ในเกณฑ์ก็ตาม แต่ทางบริษัท บีเอ็มดับเบิลยู แมนูแฟคเจอร์ริง (ประเทศไทย) จำกัด ต้องการให้พนักงานใช้เวลาในการทำงานอยู่ที่ 90 เปอร์เซ็นต์ของเวลาเป้าหมาย กล่าวคือ ต้องการให้พนักงานใช้เวลาในการทำงานอยู่ที่ 24 นาที เพื่อให้ไม่ใช้เวลาเกิน 26 นาที ซึ่งเสี่ยงกับการเกิดปัญหาคอขวด

จากนั้นทำการคิดค่าความคลาดเคลื่อนของเวลาที่พนักงานใช้ในการผลิตกับเวลาเป้าหมาย (24 นาที) ในแต่ละสถานีการทำงานได้ค่าความคลาดเคลื่อนของแต่ละสถานี ดังนี้
ค่าความคลาดเคลื่อน สามารถหาได้จาก

$$\text{ค่าความคลาดเคลื่อน} = \frac{\text{เวลาที่ได้จากการวัด} - \text{เวลาเป้าหมาย}}{\text{เวลาเป้าหมาย}} \quad (3.2)$$

ค่าความคลาดเคลื่อนของ Pre-Assembly :

$$\text{ค่าความคลาดเคลื่อน} = \frac{19:36 - 24}{24} \approx -0.19$$

ค่าความคลาดเคลื่อนของ Trim Line :

$$\text{ค่าความคลาดเคลื่อน} = \frac{15:18 - 24}{24} \approx -0.37$$

ค่าความคลาดเคลื่อนของ Final Line :

$$\text{ค่าความคลาดเคลื่อน} = \frac{18:28 - 24}{24} \approx -0.24$$

หลังจากนั้นจึงทำการเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนหลังจากเพิ่มกำลังการผลิต ซึ่งสอดคล้องกับนโยบายของทางบริษัทที่ต้องการกำลังการผลิตที่เพิ่มขึ้น โดยเพิ่มจากผลิตวันละ 16 คัน เป็นวันละ 25 คัน เริ่มใช้แผนการผลิตใหม่ในเดือน พฤษภาคม ค.ศ. 2019 ซึ่งคำนวณหา ค่าพารามิเตอร์ได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเร็วในการผลิต (Takt Time)

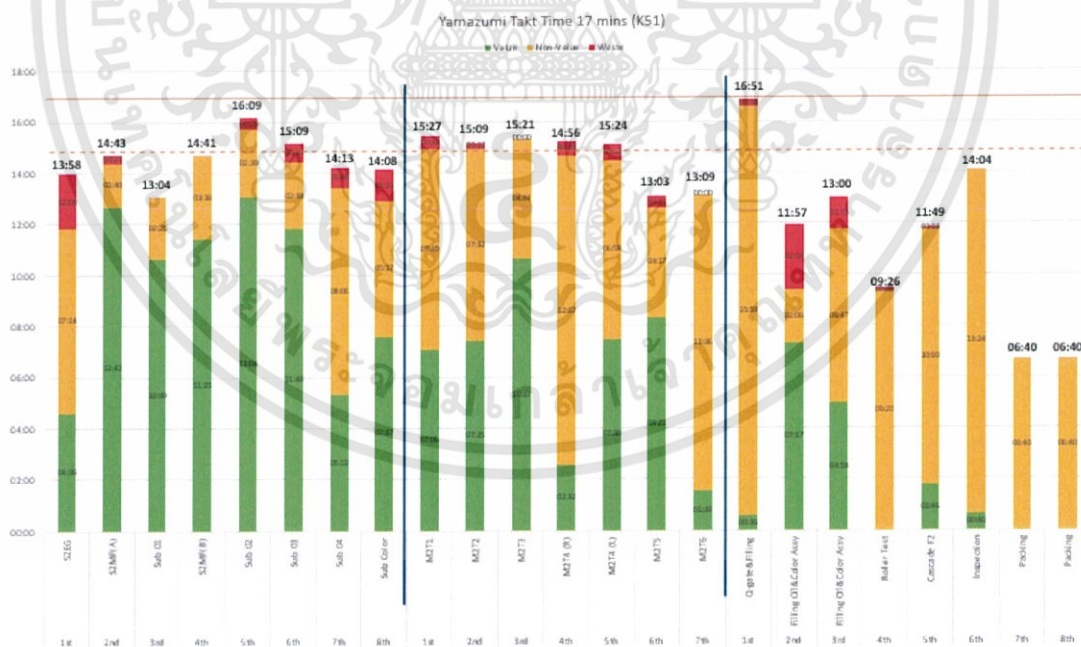
$$= \frac{\text{เวลาการทำงานในหนึ่งวัน} * \text{ประสิทธิภาพในการทำงาน (คิดเป็นร้อยละ)}}{\text{จำนวนสินค้าที่ต้องการต่อวัน}} \tag{3.3}$$

$$= \frac{480 * 0.9}{25} = 17 \text{ นาที}$$

จำนวนแรงงานที่ใช้ในการผลิต (Operators)

$$= \frac{\text{เวลาในการผลิตรวมของเครื่องจักรหนึ่งคัน}}{\text{ความเร็วในการผลิต (คิดที่ 90 เปอร์เซ็นต์ ของความเร็วในการผลิต)}} = \frac{309}{17 * 0.9} \approx 21 \text{ คน}$$

เนื่องจากองค์กรมีนโยบายเพิ่มจำนวนแรงงานที่ใช้ในการผลิต (Operators) จาก 21 คน เป็น 23 คน จึงสามารถจัดสมดุลสายการผลิตได้ดังรูปที่ 3.4

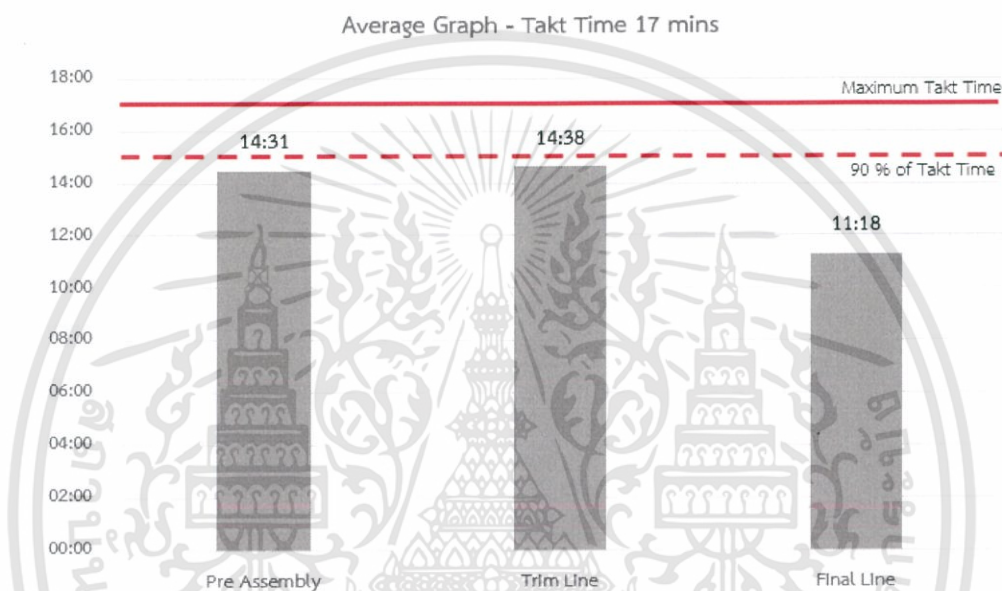


รูปที่ 3.4 แผนภูมิแท่งแสดงระยะเวลาการทำงานของพนักงานแต่ละคนหลังจัดสมดุลสายการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากที่ได้จัดสมดุลสายการผลิตใหม่แล้ว จะเห็นได้ว่าเวลาในการผลิตรถมอเตอร์ไซค์หนึ่งคันลดลง เนื่องจากจำนวนแรงที่ใช้ในการผลิต (Operators) เพิ่มขึ้น ทำให้สามารถลดเวลาในการรอคอยได้พอสมควร

และได้ทำการวิเคราะห์ หาค่าเฉลี่ยของเวลาในแต่ละสถานีออกมาได้ดังรูปที่ 3.5 พบว่า เวลาการทำงานของพนักงานเฉลี่ยในทุกสถานีอยู่ในเกณฑ์ที่ไม่เกินค่าเวลาความเร็วการผลิต (Takt Time) ที่ไม่ส่งผลให้เกิดปัญหาคอขวดในกระบวนการผลิต



รูปที่ 3.5 แผนภูมิแท่งแสดงค่าเฉลี่ยของเวลาในแต่ละสถานีงานหลังการจัดสมดุลสายการผลิต

ซึ่งค่าความคลาดเคลื่อนของเวลาที่พนักงานใช้ในการผลิตกับเวลาเป้าหมาย (15 นาที) ในแต่ละสถานีการทำงานได้ค่าความคลาดเคลื่อนของแต่ละสถานี ดังนี้
ค่าความคลาดเคลื่อน สามารถหาได้จาก

$$\text{ค่าความคลาดเคลื่อน} = \frac{\text{เวลาที่ได้จากการวัด} - \text{เวลาเป้าหมาย}}{\text{เวลาเป้าหมาย}} \quad (3.4)$$

ค่าความคลาดเคลื่อนของ Pre-Assembly :

$$\text{ค่าความคลาดเคลื่อน} = \frac{14:31 - 15}{15} \approx -0.046$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าความคลาดเคลื่อนของ Trim Line :

$$\text{ค่าความคลาดเคลื่อน} = \frac{14:38-15}{15} \approx -0.041$$

ค่าความคลาดเคลื่อนของ Final Line :

$$\text{ค่าความคลาดเคลื่อน} = \frac{11:18-15}{15} \approx -0.25$$



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการดำเนินงาน

จากการดำเนินงานในการจัดสมดุลการผลิตจะเห็นว่าบางกระบวนการยังเกิดความสูญเสีย (Waste) ขึ้น ซึ่งยังไม่สามารถเข้าไปแก้ไขได้ เนื่องจากเวลาในการดำเนินงานไม่เพียงพอ แต่ได้ระบุแนวทางไว้พอสังเขป เพื่อสามารถดำเนินงานต่อไปได้ในอนาคต ซึ่งความสูญเสีย (Waste) ในกระบวนการผลิตส่งผลให้พนักงานใช้เวลาในการผลิตเพิ่มขึ้น ความสูญเสีย (Waste) ที่เกิดขึ้น มีดังนี้

ตารางที่ 4.1 ตารางแสดงความสูญเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต (Waste)

ความสูญเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการ (Waste)			
ภาพประกอบ			
Problem Statement	พนักงานต้องแกะถุงพลาสติกออกจากชิ้นส่วนก่อนทำการประกอบทุกครั้ง	เสียเวลารอ Trolley ยกชิ้นจนได้ระดับที่ต้องการเป็นเวลานาน	เส้นทางรับชิ้นส่วนมาประกอบและส่งชิ้นส่วนคืนสวนทางกัน
แนวทางในการแก้ไข	ปรับปรุง Bike Set ให้รองรับต่อการวางชิ้นส่วนที่สามารถเกิดความเสียหายได้ง่าย	หาวิธีในการยก Trolley ให้เร็วขึ้นเพื่อลดเวลาในการรอ	เปลี่ยนเส้นทางในการรับ-ส่งชิ้นส่วน โดยออกแบบให้เส้นทางไม่สวนทางกัน

และสามารถคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนในการเปรียบเทียบ Takt Time ในแต่ละสถานีกับค่าเวลาเป้าหมาย (Criteria) ได้ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ตารางสรุปผลการวิเคราะห์ค่าความเร็วรอบการผลิต (Takt Time) ในแต่ละสถานีงาน

สถานี	สภาพการวิเคราะห์ค่า Takt Time		ค่าความคลาดเคลื่อนจาก Criteria Takt Time	
	ก่อนการจัดสมดุลการผลิต (Criteria Takt Time = 24 mins)	หลังการจัดสมดุลการผลิต (Criteria Takt Time = 15 mins)	ก่อนการจัดสมดุลการผลิต	หลังการจัดสมดุลการผลิต
1. Pre Assembly	19:36	14:31	0.19	0.046
2. Trim Line	15:18	14:38	0.37	0.041
3. Final Line	18:28	11:18	0.24	0.25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางพบว่าทุกสถานีการทำงานทั้งก่อน (Takt Time เท่ากับ 24 นาที) และหลังการจัด
 สมดุลสายการผลิต (Takt Time เท่ากับ 15 นาที) พนักงานสามารถทำงานได้ตามเกณฑ์ที่องค์กรตั้งไว้
 โดยก่อนจัดสมดุลสายการผลิตมีค่า Takt Time เท่ากับ 24 นาที ซึ่งเวลาการทำงานจริงในสถานี
 Pre-Assembly มีค่าประมาณ 20 นาที เวลาการทำงานจริงในสถานี Trim Line มีค่าประมาณ
 16 นาที และเวลาการทำงานจริงในสถานี Final Line มีค่าประมาณ 19 นาที หลังจากจัดสมดุล
 สายการผลิตมีค่า Takt Time เท่ากับ 15 นาที ซึ่งเวลาการทำงานจริงในสถานี Pre-Assembly มี
 ค่าประมาณ 15 นาที เวลาการทำงานจริงในสถานี Trim Line มีค่าประมาณ 15 นาที และเวลาการ
 ทำงานจริงในสถานี Final Line มีค่าประมาณ 12 นาที แสดงให้เห็นว่าทั้งก่อนและหลังการจัดสมดุล
 สายการผลิตไม่ทำให้เกิดปัญหาคอขวดในกระบวนการ

ในส่วนของค่าความคลาดเคลื่อนจาก Criteria Takt Time พบว่าหลังจากการจัดสมดุล
 สายการผลิต สถานี Pre-Assembly มีค่าความคลาดเคลื่อนลดลงจาก 0.19 เหลือ 0.046 สถานี Trim
 Line มีค่าความคลาดเคลื่อนลดลงจาก 0.37 เหลือ 0.041 แต่สถานี Final Line มีค่าความ
 คลาดเคลื่อนเพิ่มขึ้นจาก 0.24 เป็น 0.25

บทที่ 5

สรุป และวิจารณ์ผลการดำเนินงาน

5.1 สรุปผล และวิจารณ์ผลการดำเนินงาน

จากการศึกษาพบว่าก่อนการจัดสมดุลการผลิตแผนกมอเตอร์ราด (Motorrad) ของบริษัท บีเอ็มดับเบิลยู แมนูแฟคเจอร์ริง (ประเทศไทย) จำกัด เดิมนั้นมีความเร็วรอบในการผลิต (Takt Time) เท่ากับ 24-26 นาที จำนวนแรงงานที่ใช้ในการผลิต (Operators) เท่ากับ 18 คน เนื่องจากยอดการผลิตในปีถัดไปเพิ่มขึ้น จากผลิต 16 คันต่อวัน เพิ่มเป็น 25 คันต่อวัน จึงต้องทำการจัดสมดุลสายการผลิตใหม่ เพื่อรองรับการผลิตในปีถัดไป เมื่อนำยอดการผลิตต่อวันมากำหนดพบว่าความเร็วรอบในการผลิต (Takt Time) มีค่าเท่ากับ 15-17 นาที จำนวนแรงงานที่ใช้ในการผลิต (Operators) เท่ากับ 21 คน

เมื่อเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนของเวลาที่พนักงานใช้ในการผลิตก่อนการจัดสมดุลการผลิต และหลังการจัดสมดุลการผลิต พบว่า ใน Pre-Assembly และ Trim Line มีค่าความคลาดเคลื่อนลดน้อยลง แต่ใน Final Line ยังคงมีค่าความคลาดเคลื่อนมากกว่าค่าเดิมเล็กน้อย เนื่องจากคำนวณจำนวนแรงงานที่ใช้ในการผลิต (Operators) ได้เท่ากับ 21 คน แบ่งเป็น Pre-Assembly 8 คน Trim Line 7 คน และ Final Line 6 คน แต่ทางองค์กรมีนโยบายเพิ่มจำนวนแรงงานที่ใช้ในการผลิต (Operators) จาก 21 คน เป็น 23 คน เมื่อใช้จำนวนแรงงาน (Operators) 23 คน มาทำการจัดสมดุลสายการผลิตพบว่า จำนวนแรงงาน (Operators) 23 คน แบ่งออกเป็น Pre-Assembly 8 คน Trim Line 7 คน และ Final Line 8 คน ทำให้ค่าความคลาดเคลื่อนใน Final Line เพิ่มขึ้น เนื่องจากมีจำนวนแรงงานเพิ่มมากขึ้น

จากรูปที่ 3.4 พบว่า แม้พนักงานใน Final Line (เฉพาะสถานี Q-gate & Filling) ใช้เวลาในการผลิตมากขึ้นจนเกือบเกินค่าความเร็วรอบในการผลิต (Takt Time) ที่องค์กรกำหนดไว้จะไม่เกิดปัญหาคอขวดในเวลานี้ แต่อาจจะมีโอกาสเกิดปัญหาคอขวดได้ในอนาคต สาเหตุมาจากพฤติกรรมการปฏิบัติงานตามภาระกำลังของพนักงานในไลน์การผลิต ซึ่งเป็นเรื่องเหนือการควบคุม และในส่วนของพนักงานจำนวน 2 คน ใน Final Line (เฉพาะสถานี Packing) พบว่าพนักงานใช้เวลาในการผลิตน้อยกว่าสถานีอื่นๆ เนื่องจากมีพนักงานสองคนคอยปฏิบัติงานประจำอยู่ที่สถานีนี้ตลอดเวลา ทำให้เวลาการทำงานน้อยลง ซึ่งต่างจากก่อนจัดสมดุลการผลิต สถานี Packing จะไม่มีพนักงานประจำอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถานี Packing จะเริ่มงานได้ก็ต่อเมื่อมีการสับเปลี่ยนพนักงานจากสถานีอื่นเวียนมาปฏิบัติการอยู่ที่ สถานี Packing แทน นอกจากนี้จำนวนพนักงานที่ทำงานในส่วนของ การ Packing มีมากกว่า 1 คน ต่อ 1 ขั้นตอนการทำงาน กล่าวคือ พนักงานมีการช่วยกันทำงาน จึงทำให้ใช้เวลาในการผลิตน้อยลงได้เช่นกัน ซึ่งจะต่างจากจุดอื่นๆ ที่ใช้พนักงานเพียง 1 คน ต่อ 1 ขั้นตอนการทำงาน

5.2 ปัญหาต่างๆ ที่พบในการดำเนินงาน

1. แผนการผลิตในแต่ละช่วงมีการเปลี่ยนแปลงอยู่บ่อยๆ แผนการผลิตมีความไม่แน่นอน การเก็บรวบรวมข้อมูลของรถมอเตอร์ไซค์แต่ละรุ่นจึงทำได้ยาก สามารถเก็บข้อมูลได้เพียงแค่รถมอเตอร์ไซค์รุ่น R 1200 GS และ R 1200 GS Adventure เพราะเป็นรุ่นที่มียอดการผลิตสูงที่สุด
2. พฤติกรรมส่วนตัวของพนักงานในสายการผลิตส่งผลให้เกิดข้อผิดพลาดในการทำงาน ซึ่งเรื่องของพฤติกรรมมนุษย์นั้นเป็นเรื่องที่ไม่สามารถเข้าไปควบคุมพฤติกรรมในส่วนนั้นได้ ไม่เหมือนกับเครื่องจักรที่ยังสามารถควบคุมการทำงานได้

5.3 ข้อเสนอแนะในการแก้ไข และปรับปรุงต่อไป

การดำเนินงานทั้งหมดนี้คือ การวิจัยเพื่อหาแนวทางที่เหมาะสมต่อการผลิตเท่านั้น ยังไม่ได้มีการนำผลที่ได้ไปใช้ในกระบวนการทำงานจริง เนื่องจากระยะเวลาในการดำเนินงานมีจำกัด ผู้วิจัยจึงยังไม่ได้นำแผนงานที่ได้จากการวิจัยไปปฏิบัติงานจริง

เอกสารอ้างอิง

- [1] Just In Time. (Online). 8 พฤศจิกายน 2561
Available : <https://greedisgoods.com/just-in-time-%E0%B8%84%E0%B8%B7%E0%B8%AD-jit/>
- [2] ความสูญเปล่า 7 ประการ. (Online). 8 พฤศจิกายน 2561
Available : <https://www.rmuti.ac.th/faculty/production/ie/html/WASTES.htm>
- [3] Line Balancing หมายถึง. (Online). 8 พฤศจิกายน 2561
Available : <http://happyhew.com/2016/02/18/line-balancing-%E0%B8%AB%E0%B8%A1%E0%B8%B2%E0%B8%A2%E0%B8%96%E0%B8%B6%E0%B8%87/>
- [4] เพิ่มประสิทธิภาพการผลิตด้วยการกำหนด Takt Time. (Online). 8 พฤศจิกายน 2561
Available : <https://www.mmthailand.com/%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%9C%E0%B8%A5%E0%B8%B4%E0%B8%95%E0%B8%81%E0%B8%B3%E0%B8%AB%E0%B8%99%E0%B8%94-takt-time/>
- [5] 5W 1H. (Online). 8 พฤศจิกายน 2561
Available : <http://www.thaidisplay.com/content-39.html>
- [6] Bottleneck Process (กระบวนการคอขวด) คืออะไร ?. (Online). 8 พฤศจิกายน 2561
Available : <https://www.logisticafe.com/2014/08/bottleneck-process-%E0%B8%81%E0%B8%A3%E0%B8%B0%E0%B8%9A%E0%B8%A7%E0%B8%99%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%84%E0%B8%AD%E0%B8%82%E0%B8%A7%E0%B8%94/>
- [7] คู่มือ 5 ส. (Online). 8 พฤศจิกายน 2561
Available : http://www.pwo.co.th/ewt_dl_link.php?nid=2858
- [8] การศึกษาการเคลื่อนไหวและเวลาของพนักงาน. (Online). 8 พฤศจิกายน 2561
Available : <http://motionth.blogspot.com/2016/01/blog-post.html>
- [9] ระบบการผลิต และการจัดทำสายการผลิตให้สมดุล. (Online). 8 พฤศจิกายน 2561
Available : <http://elearning.bu.ac.th/mua/course/mg212/chapter3.html>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

Motorrad Production Process Flow

ตาราง ก-1 กระบวนการผลิต (Process Flow) ของรถมอเตอร์ไซด์ บริษัท บีเอ็มดับเบิลยู
 แมนูแฟคเจอร์ริง (ประเทศไทย) จำกัด

Motorrad Production Process Flow											
No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Logistic process	
Process name	Part storage and Part supply	Engine Pre-Assembly	Mainframe Assembly	Pre-Assembly	Trim Assembly (F0)	Q-Care Inspection	Fluid filling & F1	Roller Test	Final Inspection & F2	Packing	Shipping (F3)
Photo											
Description	Engine supply Mainframe supply Bike set supply EV part supply Color part supply	Engine Sub Assembly	Main Frame Sub Assy	- Small Part Sub Assy - Fuel tank Sub Assy - Front Fork Sub Assy - Rear Frame Sub Assy	Engine Main Frame Assy - Eng Part Assembly (Peak frame Assy, Wheel Fall (saw.))	Spocess Inspection	Break Filling Coolant Filling Fuel Filling Color Part Assy F1 Program	Dynamic Test with Roller Test MC (100% test)	Final Inspection F2 Program	Bike Packing	Delivery to the customer

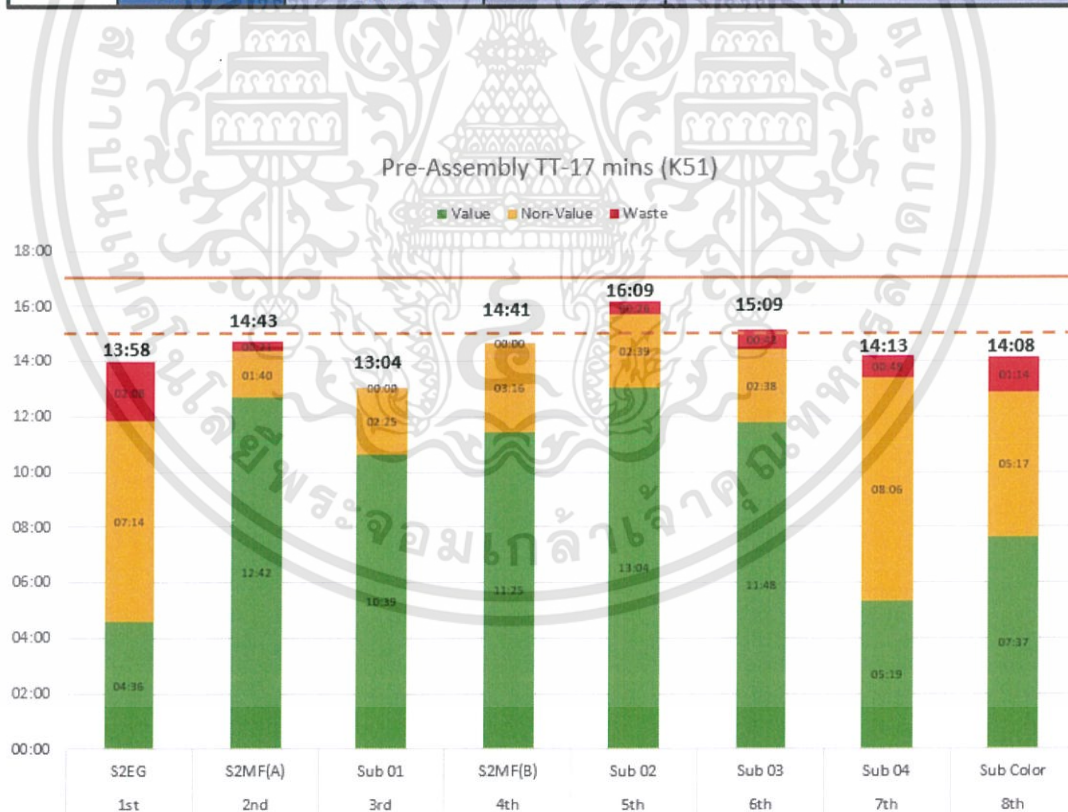
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

ข้อมูลเวลา และแผนภูมิแท่งหลังจัดสมดุลการผลิตของ Pre-Assembly

ตาราง ข-1 ระยะเวลาในการผลิตรถมอเตอร์ไซค์รุ่น R 1200 GS Adventure ของ Pre-Assembly หลังจัดสมดุลการผลิต

Operator		Value			Non-Value			Waste			ToTal		
1st	S2EG	04:36			07:14			02:08			13:58		
2nd	S2MF(A)	12:42			01:40			00:21			14:43		
3rd	Sub 01	10:39			02:25			00:00			13:04		
4th	S2MF(B)	11:25			03:16			00:00			14:41		
5th	Sub 02	13:04			02:39			00:26			16:09		
6th	Sub 03	11:48			02:38			00:43			15:09		
7th	Sub 04	05:19			08:06			00:48			14:13		
8th	Sub Color	07:37			05:17			01:14			14:08		
Grand Total		77:10			33:15			05:40			116:05		




รูปที่ ข-1 แผนภูมิแสดงระยะเวลาในการผลิตรถมอเตอร์ไซค์รุ่น R 1200 GS Adventure ของ Pre-Assembly หลังจัดสมดุลการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค.

ข้อมูลเวลา และแผนภูมิแท่งหลังจัดสมดุลการผลิตของ Trim Line

ตาราง ค-1 ระยะเวลาในการผลิตรถมอเตอร์ไซค์รุ่น R 1200 GS Adventure ของ Trim Line หลังจัดสมดุลการผลิต

		Trim Line Graph			Operator : 9 Supporter : 1 Assembly : 7 Jumper : 1	Model K51
UX-T-Z-5 Motorrad Thailand					Issue : Thanita	
Production Information						
Takt Time : 17 mins		Working Time/Day : 480 mins			Volume/Year : 6,050 bikes	
Volume/Day : 24 bikes						
Operator	Station	Value	Non-Value	Waste	ToTal	
1st	M2T1	07:06	07:49	00:32	15:27	
2nd	M2T2	07:25	07:32	00:12	15:09	
3rd	M2T3	10:37	04:44	00:00	15:21	
4th	M2T4 (R)	02:32	12:07	00:35	15:14	
5th	M2T4 (L)	07:30	06:58	00:38	15:06	
6th	M2T5	08:21	04:17	00:25	13:03	
7th	M2T6	01:33	11:36	00:00	13:09	
Grand Total		45:04	55:03	02:22	102:29	




รูปที่ ค-1 แผนภูมิแสดงระยะเวลาในการผลิตรถมอเตอร์ไซค์รุ่น R 1200 GS Adventure ของ Trim Line หลังจัดสมดุลการผลิต

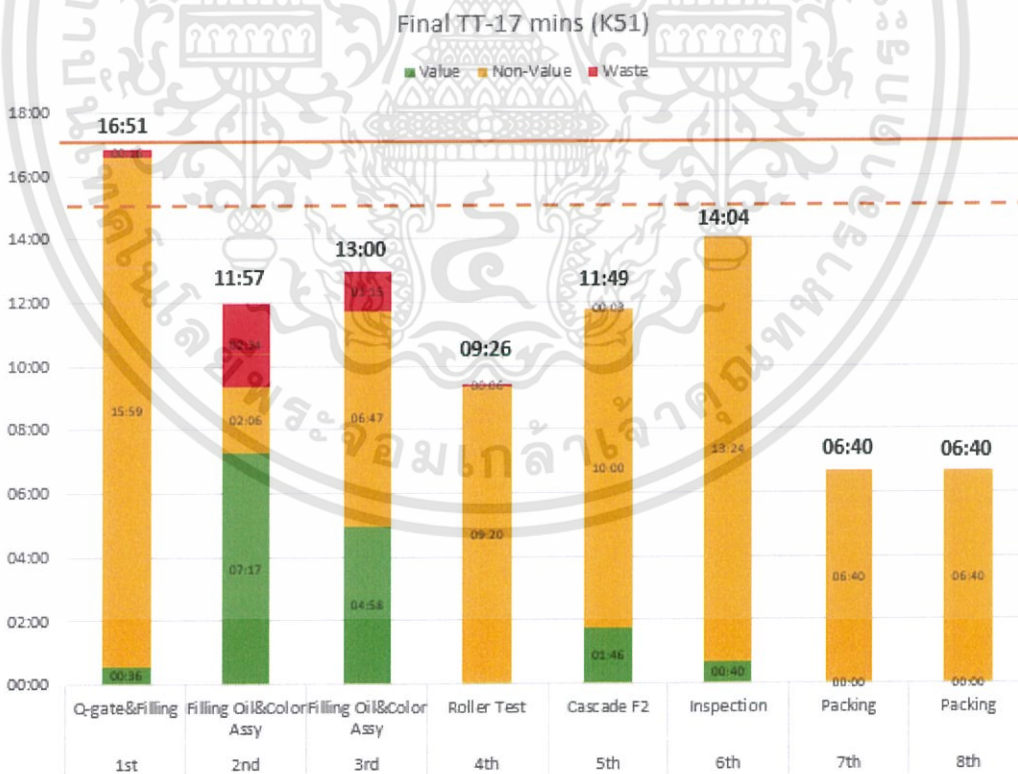
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง.

ข้อมูลเวลา และแผนภูมิแท่งหลังจัดสมดุลการผลิตของ Final Line

ตาราง ง-1 ระยะเวลาในการผลิตรถมอเตอร์ไซด์รุ่น R 1200 GS Adventure ของ Final Line หลังจัดสมดุลการผลิต

		Final Line Graph			Operator : 12 Supporter : 1 Jumper : 1 Rework : 2 Admin : 1 Assembly : 7	Model K51
UX-T-Z-5 Motorrad Thailand Production Information Takt Time : 17 mins Volume/Day : 24 bikes		Working Time/Day : 480 mins Volume/Year : 6,050 bikes			Issue : Thanita	
Operator	Station	Value	Non-Value	Waste	ToTal	
1st	Q-gate&Filling	00:36	15:59	00:16	16:51	
2nd	Filling Oil&Color Assy	07:17	02:06	02:34	11:57	
3rd	Filling Oil&Color Assy	04:58	06:47	01:15	13:00	
4th	Roller Test	00:00	09:20	00:06	09:26	
5th	Cascade F2	01:46	10:00	00:03	11:49	
6th	Inspection	00:40	13:24	00:00	14:04	
7th	Packing	00:00	06:40	00:00	06:40	
8th	Packing	00:00	06:40	00:00	06:40	
Grand Total		15:17	70:56	04:14	90:27	



รูปที่ ง-1 แผนภูมิแสดงระยะเวลาในการผลิตรถมอเตอร์ไซด์รุ่น R 1200 GS Adventure ของ Final Line หลังจัดสมดุลการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน



ชื่อ-นามสกุล	นางสาว ฐานิตา สุวรรณรัตน์
วัน เดือน ปีเกิด	4 สิงหาคม พุทธศักราช 2539
ที่อยู่ปัจจุบัน	685/12 ซอย ข้าราชการ ถนน เจ้าเงาะ ตำบล ในเมือง อำเภอ บ้านไผ่ จังหวัด ขอนแก่น รหัสไปรษณีย์ 40110
เบอร์โทรศัพท์	083-1409790
E-mail	58010320@kmitl.ac.th
ประวัติการศึกษา	
พุทธศักราช 2546-2548	สำเร็จการศึกษาระดับประถมศึกษาตอนต้นจากโรงเรียน มหาไถ่ศึกษาบ้านไผ่
พุทธศักราช 2549-2551	สำเร็จการศึกษาระดับประถมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียน มหาไถ่ศึกษาบ้านไผ่
พุทธศักราช 2552-2554	สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้นจากโรงเรียน แก่นนครวิทยาลัย
พุทธศักราช 2555-2557	สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียน แก่นนครวิทยาลัย
พุทธศักราช 2558-2561	ศึกษาระดับอุดมศึกษา หลักสูตรวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติการทำงาน

พุทธศักราช 2560

เข้าร่วมโครงการ Work And Travel ณ เมือง พาโกซาสปริงส์
รัฐ โคโลราโด ประเทศ สหรัฐอเมริกา

พุทธศักราช 2561

เป็นนักศึกษาฝึกงาน ณ แผนกมอเตอร์ราด (Motorrad)
บริษัท บีเอ็มดับเบิลยู แมนูแฟคเจอร์ริง (ประเทศไทย) จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้