การปรับปรุงประสิทธิภาพไลน์การผลิตสายเคเบิลในรถยนต์ด้วยโปรแกรมโปรโมเดล

THE IMPROVEMENT OF CAR CABLE MANUFACTURING LINE USING PROMODEL

ภาณุพงศ์ แก่นทอง

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมระบบการผลิต
วิทยาลัยนวัตกรรมการผลิตขั้นสูง
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2559

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การปรับปรุงประสิทธิภาพไลน์การผลิตสายเคเบิลในรถยนต์ด้วยโปรแกรมโปรโมเดล

THE IMPROVEMENT OF CAR CABLE MANUFACTURING LINE USING PROMODEL

T147919

ภาณุพงศ์ แก่นทอง

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ศูนย์หนังสือ
เลขทะเบียน 147919
วัน.เดือน.ปี 16 ต.ค. 2560

b.12862253
i.

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมระบบการผลิต
วิทยาลัยนวัตกรรมการผลิตขั้นสูง
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

THE IMPROVEMENT LINE OF CAR CABLE MANUFACTURING USING PROMODEL

PANUPONG KAENTONG

A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEERING IN MANUFACTURING SYSTEM ENGINEERING
COLLEGE OF ADVANCED MANUFACTURING INNOVATION
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2016

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ	การปรับปรุงประสิทธิภาพไลน์การผลิตสายเคเบิลในรถยนต์โดยใช้โปรแกรมโปรโมเดล The Improvement Of Car Cable Manufacturing Line Using ProModel
ชื่อนักศึกษา	นายภาณุพงศ์ แก่นทอง
รหัสนักศึกษา	56120025
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมระบบการผลิต)
ภาควิชา	วิศวกรรมระบบการผลิต
ปีการศึกษา	2559
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.วิไลลักษณ์ ศิริวงศ์รังสรรค์

วิทยาลัยนวัตกรรมการผลิตขั้นสูง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.) อนุมัติให้โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมระบบการผลิต) ประจาปีการศึกษา 2559

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
ผศ.ดร อนรรฆพล แสนทน ประธานกรรมการ	
ดร.ฉัตรพล ภคศิริ กรรมการ	
ดร.วิไลลักษณ์ ศิริวงศ์รังสรรค์ กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ	การปรับปรุงประสิทธิภาพไลน์การผลิตสายเคเบิลในรถยนต์ด้วยโปรแกรมโปรโมเดล The Improvement Of Car Cable Manufacturing Line Using ProModel
ชื่อนักศึกษา	นาย ภาณุพงศ์ แก่นทอง
รหัสนักศึกษา	56120025
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมระบบการผลิต)
ภาควิชา	วิศวกรรมระบบการผลิต
คณะ	วิทยาลัยนวัตกรรมการผลิตขั้นสูง
มหาวิทยาลัย	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.)
ปีการศึกษา	2559
อาจารที่ปรึกษา	ดร.วิไลลักษณ์ ศิริวงศ์รังสรรค์

บทคัดย่อ

รายงานโครงงานพิเศษฉบับนี้มีเนื้อหาว่าด้วยเรื่องการปรับปรุงประสิทธิภาพของสายการผลิตสายเกียร์ โดยเราจะเจาะจงเฉพาะสายเกียร์ที่เราสนใจที่ขึ้นงานโดยสายการผลิต ซึ่งจะใช้โปรแกรม ProModel ในการจำลองและปรับปรุงสายการผลิต โดยจะเน้นไปที่การทำให้สายการผลิตผลิตชิ้นงานได้มากขึ้น โดยตัวโปรแกรม ProModel นั้นทำให้เราสามารถออกแบบสายการผลิตได้ตามต้องการ ซึ่งตัวโปรแกรมจะจำลองและแสดงผลออกมาเพื่อที่เราจะสามารถดูวิเคราะห์และเปรียบเทียบผลจากการจำลองสายการผลิตหลายๆรูปแบบ เพื่อที่จะเลือกอันที่เหมาะสมที่สุด

คำสำคัญ : การปรับปรุงคุณภาพสายการผลิต, การจำลองสายการผลิต, โปรแกรมโปรโมเดล, สายเกียร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	The Improvement Line Of Car Cable Manufacturing Using ProModel
Students	Mr. Panupong Kaentong
Student ID	56120025
Degree	Bachelor of Engineering (Manufacturing System Engineering)
Department	Manufacturing System Engineering
Faculty	College of Advanced Manufacturing Innovation
University	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL)
Academic Year	2016
Advisor	Dr. Vilailuck Siriwongrungson

Abstract

The title of this special project report is "The Improvement Of Car Cable Manufacturing Line" It focuses on the improvement of gear cable production efficiency in an automobile inducting. The ProModel program is applied for simulation and improvement of the production line. The objective of this project is to make the production line more productive. ProModel program allows us to design production lines as needed. Then the program will simulate and displays them so that we can analyze and compare the effects of various forms of simulated production line to choose a production line that produces maximum benefit.

Keywords : Production line Improvement, Simulation, Product Line, Program ProModel, Gear Cable

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำโครงงานครั้งนี้ ได้รับความช่วยเหลือจาก ดร.วิไลลักษณ์ ศิริวงศ์รังสรรร อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน คุณวิชัย พลเดช ตำแหน่ง Specialist แผนกวิศวกรรมการผลิต บริษัท ไทยสตีลเคเบิล จำกัด(มหาชน) ในเรื่องการติดต่อและปรึกษาการทำโครงงาน นางสาว ทิพย์สุดา ปิ่นทอง ที่ให้แนวคิดเกี่ยวกับการทำโครงงานฉบับนี้ไม่ว่าจะในเรื่องการดำเนินงานการแก้ไขและปรับปรุงข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น ทำให้รายงานฉบับนี่สมบูรณ์ยิ่งขึ้น นอกจากนี้ ขอขอบคุณคณะอาจารย์วิทยาลัยนวัตกรรมการผลิตขั้นสูง และบุคลากรฝ่ายวิศวกรรมการผลิต บริษัท ไทยสตีลเคเบิล จำกัด(มหาชน) และผู้เกี่ยวข้องในการทำโครงงานในครั้งนี้ที่ให้การช่วยเหลือ และแนะนำในการทำโครงงาน

ขอขอบพระคุณ บิดา-มารดา ที่ให้ได้รับการศึกษา ตลอดจนคอยเลี้ยงดู อบรมสั่งสอนและเป็นกาลังใจเป็นแรงผลักดันในการทำโครงงานพิเศษให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี รวมถึงเพื่อนๆ และบุคคลอื่นๆ ที่ไม่ได้กล่าวมา ผู้จัดทำโครงงานขอขอบคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ภาณุพงศ์ แก่นทอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VI
สารบัญภาพ	VI
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	1
1.3 ของเขตโครงงาน	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	
2.1 แผนผังก้างปลา หรือแผนผังสาเหตุและผล (Cause and Effect Diagram)	3
2.2 โปรแกรม ProModel	7
2.3 เทคนิคการจำลองสถานการณ์ (SIMULATION MODEL)	7
2.4 ระบบงาน	9
2.5 แบบจำลอง	10
2.6 กระบวนการแบบจำลองปัญหา	13
2.7 การจำลองแบบปัญหาด้วยคอมพิวเตอร์	16
2.8 การวางแผนการผลิต (Production Planning)	17
2.9 การทำสมดุลสายการผลิต (Line balancing)	19
2.10 การวิเคราะห์แบบ Lean	22
2.11 การศึกษาส่วนประกอบของสายเกียร์	24
2.12 ศึกษาขั้นตอนการผลิตสายเกียร์	25
2.13 เครื่องมือที่ใช้ใน Line การผลิตสายเกียร์	30
2.14 เครื่องมือที่ใช้ตรวจสอบความถูกต้องแม่นยำ	32
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย	
3.1 กำหนดระยะเวลาในการดำเนินการจนแล้วเสร็จ	34
3.2 การ trial line	35
3.3 การทดลองโดยใช้โปรแกรม ProModel	37
บทที่ 4 ผลวิจัยและการอภิปรายผล	
4.1 ผลการทดลองหลังจากออกแบบสายการผลิตด้วยโปรแกรม ProModel	47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการ trial line ในแต่ละครั้ง	57
5.2 สรุปผลการวิจัยจากการออกแบบสายการผลิตโดยใช้โปรแกรม ProModel	57
เอกสารอ้างอิง	60
ประวัติผู้เขียน	61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 แสดงองค์ประกอบ ลักษณะเฉพาะตัว และกิจกรรม	9
ตารางที่ 2.2 แสดงชื่อ ชิ้นส่วนของสายเกียร์	24
ตารางที่ 3.1 แสดงกำหนดการและระยะเวลาในการดำเนินการโครงการพิเศษ 1	34
ตารางที่ 3.2 แสดงกำหนดการและระยะเวลาในการดำเนินการโครงการพิเศษ 2	34
ตารางที่ 4.1 แสดงเวลาทำงานต่อวัน จำนวนผู้ที่ทำงานและสายเกียร์ที่ผลิตได้ต่อวัน	48
ตารางที่ 4.2 แสดงเวลาที่ใช้ในแต่ละกระบวนการ	48
ตารางที่ 4.3 แสดงเวลาที่ใช้โดยเฉลี่ยและจำนวนที่ผลิตได้ของสายการผลิตตั้งต้น	51
ตารางที่ 4.4 แสดงเวลาที่ใช้โดยเฉลี่ยและจำนวนที่ผลิตได้ของสายการผลิตแบบที่ 2	54
ตารางที่ 4.5 แสดงเวลาที่ใช้โดยเฉลี่ยและจำนวนที่ผลิตได้ของสายการผลิตแบบที่ 3	56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1 แสดงโครงสร้างของแผนผังก้างปลา	5
รูปที่ 2.2 แสดงรูปแบบการกำหนดปัจจัยบนก้างปลา	6
รูปที่ 2.3 แสดงตัวอย่างโปรแกรม	7
รูปที่ 2.4 การทำสมดุลสายการผลิต	20
รูปที่ 2.5 แสดง Drawing ของสายเกียร์	24
รูปที่ 2.6 แสดง ชิ้นส่วนที่ 11 และ 12	25
รูปที่ 2.7 แสดงชิ้นส่วน 8 14 และ 9	25
รูปที่ 2.8 แสดง ชิ้นส่วน 6 และ 7	26
รูปที่ 2.9 แสดงชิ้นส่วน 4	26
รูปที่ 2.10 แสดงชิ้นส่วน 10 และ 11	27
รูปที่ 2.11 แสดงชิ้นส่วน 14 และ 8	27
รูปที่ 2.12 แสดงชิ้นส่วน 3 และ 4	28
รูปที่ 2.13 แสดงชิ้นส่วน 6 7 และ 8	28
รูปที่ 2.14 แสดงชิ้นส่วน 13	29
รูปที่ 2.15 แสดง Drawing ของสายเกียร์	29
รูปที่ 2.16 แสดงเครื่อง Hotmark M/C	30
รูปที่ 2.17 แสดงเครื่อง Press M/C	30
รูปที่ 2.18 แสดงเครื่อง Inner insert M/C	31
รูปที่ 2.19 แสดงเครื่อง Inner cutting M/C	31
รูปที่ 2.20 แสดง เครื่อง Tensile Test	32
รูปที่ 2.21 แสดงตัวอย่างตลับเมตร	32
รูปที่ 2.22 แสดงตัวอย่างเวอร์เนียดิจิตอล	33
รูปที่ 3.1 แสดงภาพเครื่อง Hot Mark	38
รูปที่ 3.2 แสดงภาพเครื่อง Press M/C	38
รูปที่ 3.3 แสดงภาพเครื่อง Tensile Test	39
รูปที่ 3.4 แสดงหน้าตาโปรแกรม Pro Model	39
รูปที่ 3.5 แสดงหน้าต่างโปรแกรม	40
รูปที่ 3.6 แสดงหน้าต่างของ Graphic Editor	40
รูปที่ 3.7 แสดงเครื่องจักรที่ถูกเพิ่มเข้ามา	41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 3.8 แสดงหน้าต่างโปรแกรม	41
รูปที่ 3.9 แสดงหน้าตาโปรแกรมหลังจากนำเครื่องจักรมาวางแล้ว	42
รูปที่ 3.10 แสดงหน้าตาโปรแกรมในส่วน Entities	42
รูปที่ 3.11 แสดงการตั้งค่า Part ในส่วน Entities	43
รูปที่ 3.12 แสดงหน้าตาโปรแกรมในส่วน Processing	43
รูปที่ 3.13 แสดงส่วน Process Edit Table	44
รูปที่ 3.14 แสดงส่วน Routing edit table	44
รูปที่ 3.15 แสดงหน้าตาโปรแกรมในส่วน Arrival	45
รูปที่ 3.16 แสดง Arrival edit table 1	45
รูปที่ 3.17 แสดง Arrival edit table 2	45
รูปที่ 3.18 แสดง รูปแบบสายการผลิตหลังจากกด Run	46
รูปที่ 3.19 แสดงผลสรุป	46
รูปที่ 4.1 แสดงสายการผลิตที่ถูกจำลองด้วยโปรแกรม ProModel	47
รูปที่ 4.2 แสดงแผนภูมิก้างปลา	49
รูปที่ 4.3 แสดงสายการผลิตตั้งต้น	50
รูปที่ 4.4 แสดงการตั้งค่าต่างๆก่อนการจำลองสายการผลิต	50
รูปที่ 4.5 แสดงผลการจำลองที่ได้จากโปรแกรม	51
รูปที่ 4.6 แสดงการตั้งค่าการจำลองที่ 1 อาทิตย์	51
รูปที่ 4.7 แสดงผลการจำลองที่เวลา 1 อาทิตย์	52
รูปที่ 4.8 แสดงสายการผลิตหลังจากเพิ่มคนในกระบวนการที่ 6	52
รูปที่ 4.9 แสดงการตั้งค่าต่างๆก่อนการจำลอง	53
รูปที่ 4.10 แสดงหน้าตาโปรแกรมขณะจำลอง	53
รูปที่ 4.11 แสดงผลการจำลอง	54
รูปที่ 4.12 แสดงสายการผลิตหลังจากย้ายส่วนพันเทปแล้ว	54
รูปที่ 4.13 แสดงการตั้งค่าต่างๆก่อนการจำลอง	55
รูปที่ 4.14 แสดงภาพโปรแกรมขณะจำลองสายการผลิต	55
รูปที่ 4.15 แสดงผลการจำลอง	56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ในรถทุกๆคัน จะมีส่วนประกอบมากมายหลายชิ้น ซึ่งแต่ละส่วนประกอบก็จะมีความสำคัญและหน้าที่แตกต่างกันไป โดยส่วนประกอบที่จะทำการศึกษานี้ก็เป็นหนึ่งในส่วนที่มีความสำคัญอย่างมากในรถยนต์ สายเกียร์ในรถยนต์ โดยสายเกียร์ช่วยในการควบคุมความเร็วของรถยนต์ ซึ่งบริษัท ไทยสตีลเคเบิล จำกัด (มหาชน) เป็นบริษัทที่ผลิตสายต่างๆในรถยนต์ โดยสายของรถแต่ละรุ่นนั้นถูกออกแบบเพื่อการใช้งานในรถยนต์แต่ละรุ่นแตกต่างกันไป โดยกระบวนการผลิตจะต้องมีความแม่นยำเพื่อให้ปั๊มและประกอบชิ้นส่วนได้ตามแบบ(Drawing) ที่ลูกค้ากำหนดมาให้ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องใช้เครื่องจักรซึ่งควบคุมการทำงานโดนมนุษย์มาช่วยในการปั๊มและประกอบชิ้นส่วนต่างๆสายเกียร์ เพื่อความรวดเร็วในการผลิตและความแม่นยำในการผลิตชิ้นงานได้ตามมาตรฐาน ซึ่งเครื่องจักรที่นำมาใช้ก็จะถูกตรวจสอบก่อนว่าปลอดภัยหรือไม่ซึ่งความปลอดภัยถือเป็นเรื่องที่สำคัญมากเป็นอันดับต้นๆในอุตสาหกรรมและเครื่องจักรจะต้องถูกทดสอบการใช้งานก่อนนำมาประกอบชิ้นงานเสมอ ถัดมาเป็นการออกแบบสายการผลิต โดยจะต้องวางแผนการผลิต วางแผนการจัดวางเครื่องจักร ซึ่งการวางแผนที่ดีจะช่วยให้ชิ้นงานผลิตได้เร็วขึ้นและลดเวลาในการผลิตให้น้อยลงได้ นอกจากนี้ยังทำให้การผลิตชิ้นงานแต่ละครั้งมีความคุ้มค่าและคนงานประกอบชิ้นงานได้สะดวกมากยิ่งขึ้น ดังนั้นโครงงานพิเศษเล่มนี้จะพูดถึงการวางแผนการผลิตตามที่ลูกค้าได้กำหนดและปรับปรุงสายการผลิตของสายเกียร์ให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 ปรับปรุงประสิทธิภาพสายการผลิตสายเกียร์ของรถยนต์ด้วยโปรแกรม ProModel

1.2.2 ระบุข้อบกพร่องในกระบวนการผลิตโดยใช้การจำลอง(Simulation) สายการผลิตเพื่อที่จะสามารถปรับปรุงและดูผลก่อนที่จะปรับปรุงสายการผลิตจริงๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1.3.1 เนื่องจากสายการผลิตที่ศึกษาเป็นสายการผลิตใหม่ดังนั้นการปรับปรุงสายการผลิตบางอย่างที่ต้องใช้ต้นทุนและเวลามากจึงทำได้เพียงวางแผนและคาดคะเนถึงผลประโยชน์ในอนาคต

1.3.2 ใช้โปรแกรม ProModel จำลองสายการผลิต เพื่อนำค่าที่ได้มาวิเคราะห์และบอกข้อบกพร่องของสายการผลิต

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 สามารถวางแผนและปรับปรุงสายการผลิตที่ศึกษาได้

1.4.2 เรียนรู้กระบวนการทำงานของสายการผลิตและระบบของโรงงาน

1.4.3 สามารถนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้กับงานด้านอื่นๆได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

อุตสาหกรรมในปัจจุบันได้มีการนำเอาการจำลองสถานการณ์ (Simulation) มาควบคุมคุณภาพของชิ้นงานและสายการผลิต อีกทั้งยังช่วยในการพัฒนาให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น และลดต้นทุนต่างๆได้อีกด้วย ซึ่งคุณภาพและต้นทุนของชิ้นงานเป็นหนึ่งในปัจจัยที่สำคัญในอุตสาหกรรม

2.1 แผนผังก้างปลา หรือแผนผังสาเหตุและผล (Cause and Effect Diagram)

แผนผังสาเหตุและผลเป็นแผนผังที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างปัญหา (Problem) กับสาเหตุทั้งหมดที่เป็นไปได้ที่อาจก่อให้เกิดปัญหานั้น (Possible Cause) เป็นแผนผังที่ใช้แสดงความสัมพันธ์อย่างเป็นระบบระหว่างสาเหตุหลายๆ สาเหตุที่เป็นไปได้ที่ส่งผลกระทบให้เกิดปัญหาหนึ่งปัญหา **[1]** เราอาจคุ้นเคยกับแผนผังสาเหตุและผล ในชื่อของ "ผังก้างปลา (Fish Bone Diagram)" เนื่องจากหน้าตาแผนภูมิมีลักษณะคล้ายปลาที่เหลือแต่ก้าง หรือหลายๆ คนอาจรู้ จักในชื่อของแผนผังอิชิกาว่า (Ishikawa Diagram)

2.1.1 เมื่อไรจึงจะใช้แผนผังสาเหตุและผล

1. เมื่อต้องการค้นหาสาเหตุแห่งปัญหา
2. เมื่อต้องการทำการศึกษา ทำความเข้าใจ หรือทำความรู้จักกับกระบวนการอื่น ๆ เพราะว่าโดยส่วนใหญ่พนักงานจะรู้ปัญหาเฉพาะในพื้นที่ของตนเท่านั้น แต่เมื่อมีการ ทำผังก้างปลาแล้ว จะทำให้เราสามารถรู้กระบวนการของแผนกอื่นได้ง่ายขึ้น
3. เมื่อต้องการให้เป็นแนวทางในการระดมสมอง ซึ่งจะช่วยให้ทุกๆ คนให้ความสนใจในปัญหาของกลุ่มซึ่งแสดงไว้ที่หัวปลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 วิธีการสร้างแผนผังสาเหตุและผลหรือผังก้างปลา

สิ่งสำคัญในการสร้างแผนผัง คือ ต้องทำเป็นทีม เป็นกลุ่ม โดยใช้ขั้นตอน 6 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

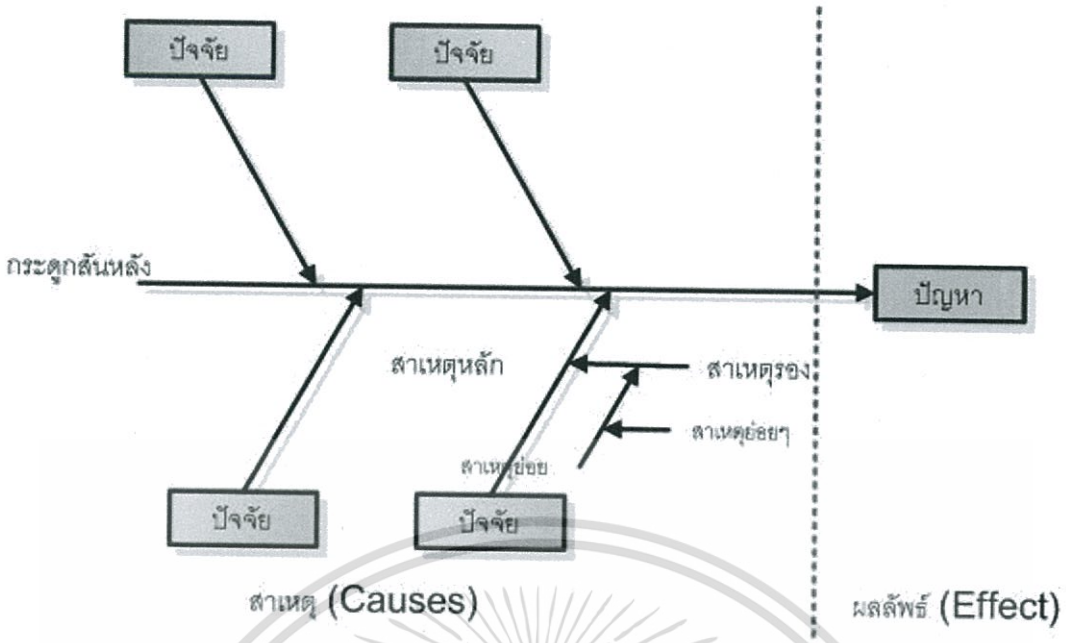
1. กำหนดประโยคปัญหาที่หัวปลา
2. กำหนดกลุ่มปัจจัยที่จะทำให้เกิดปัญหานั้นๆ
3. ระดมสมองเพื่อหาสาเหตุในแต่ละปัจจัย
4. หาสาเหตุหลักของปัญหา
5. จัดลำดับความสำคัญของสาเหตุ
6. ใช้แนวทางการปรับปรุงที่จำเป็น

2.1.3 ผังก้างปลาประกอบด้วยส่วนต่างๆดังต่อไปนี้

1. ส่วนปัญหาหรือผลลัพธ์ซึ่งจะแสดงอยู่ที่หัวปลา
2. ส่วนสาเหตุ (Causes)จะสามารถแยกย่อยออกได้อีกเป็น
   - ปัจจัย (Factors) ที่ส่งผลกระทบต่อปัญหา (หัวปลา)
   - สาเหตุหลัก
   - สาเหตุย่อย

ซึ่งสาเหตุของปัญหา จะเขียนไว้ในก้างปลาแต่ละก้าง ก้างย่อยเป็นสาเหตุของก้างรองและก้างรองเป็นสาเหตุของก้างหลัก เป็นต้น หลักการเบื้องต้นของแผนผังก้างปลา (fishbone diagram) คือการใส่ชื่อของปัญหาที่ต้องการวิเคราะห์ ลงทางด้านขวาสุดหรือซ้ายสุดของแผนภูมิ โดยมีเส้นหลักตามแนวยาวของกระดูกสันหลัง จากนั้นใส่ชื่อของปัญหาย่อย ซึ่งเป็นสาเหตุของปัญหาหลัก 3 - 6 หัวข้อ โดยลากเป็นเส้นก้างปลา (sub-bone) ทำมุมเฉียงจากเส้นหลัก เส้นก้างปลาแต่ละเส้นให้ใส่ชื่อของสิ่งที่ทำให้เกิดปัญหานั้นขึ้นมา ระดับของปัญหาสามารถแบ่งย่อยลงไปได้อีก ถ้าปัญหานั้นยังมีสาเหตุที่เป็นองค์ประกอบย่อยลงไปอีก โดยทั่วไปมักจะมีการแบ่งระดับของสาเหตุย่อยลงไปมากที่สุด 4 – 5 ระดับ เมื่อมีข้อมูลในแผนภูมิที่สมบูรณ์แล้ว จะทำให้มองเห็นภาพขององค์ประกอบทั้งหมด ที่จะเป็นสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



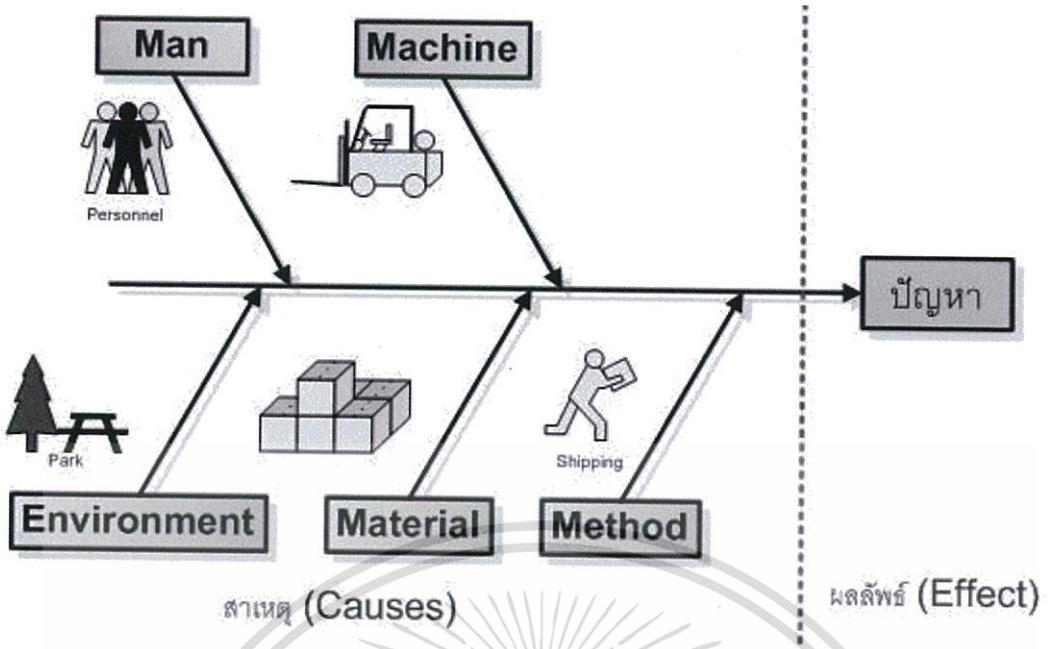
รูปที่ 2.1 แสดงโครงสร้างของแผนผังก้างปลา

2.1.4 การกำหนดปัจจัยบนก้างปลา

เราสามารถที่จะกำหนดกลุ่มปัจจัยอะไรก็ได้แต่ต้องมั่นใจว่ากลุ่มที่เรากำหนดไว้เป็นปัจจัยนั้นสามารถที่จะช่วยให้เราแยกแยะและกำหนดสาเหตุต่างๆ ได้อย่างเป็นระบบ และเป็นเหตุเป็นผลโดยส่วนมากมักจะใช้หลักการ 4M 1E เป็นกลุ่มปัจจัย (Factors) เพื่อจะนำไปสู่การแยกแยะสาเหตุต่างๆ ซึ่ง 4M 1E นี้มาจาก

- M Man คนงาน หรือพนักงาน หรือบุคลากร
- M Machine เครื่องจักรหรืออุปกรณ์อำนวยความสะดวก
- M Material วัตถุดิบหรืออะไหล่ อุปกรณ์อื่นๆ ที่ใช้ในกระบวนการ
- M Method กระบวนการทำงาน
- E Environment อากาศ สถานที่ ความสว่าง และบรรยากาศการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2.2 แสดงรูปแบบการกำหนดปัจจัยบนก้างปลา

ข้อดี

1. ไม่ต้องเสียเวลาแยกความคิดต่าง ๆ ที่กระจัดกระจายของแต่ละสมาชิก แผนผังก้างปลาจะช่วยรวบรวมความคิดของสมาชิกในทีม

2. ทำให้ทราบสาเหตุหลัก ๆ และสาเหตุย่อย ๆ ของปัญหา ทำให้ทราบสาเหตุที่แท้จริงของปัญหา ซึ่งทำให้เราสามารถแก้ปัญหาได้ถูกวิธี

ข้อเสีย

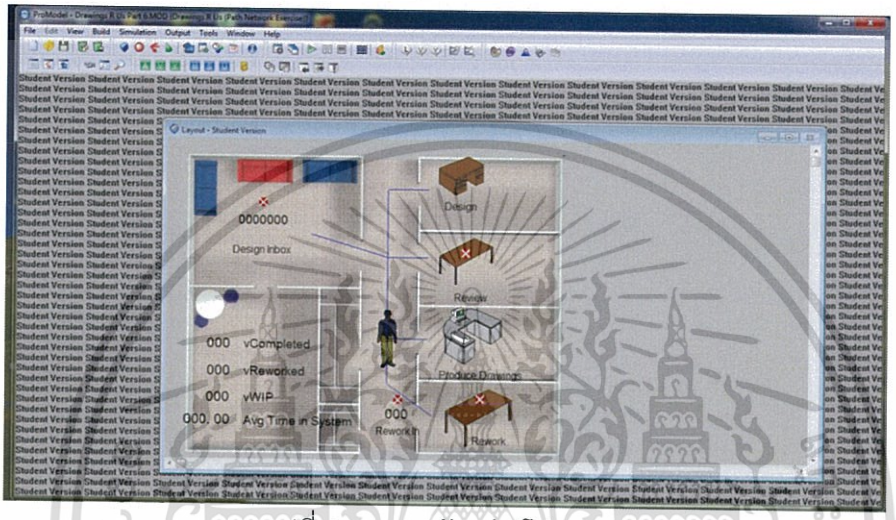
1. ความคิดไม่อิสระเนื่องจากมีแผนภูมิก้างปลาเป็นตัวกำหนดซึ่งความคิดของสมาชิกในทีมจะมารวมอยู่ที่แผนผังก้างปลา

2. ต้องอาศัยผู้ที่มีความสามารถสูง จึงจะสามารถใช้แผนภูมิก้างปลาในการระดมความคิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 โปรแกรม ProModel

เป็นโปรแกรมที่สามารถออกแบบและจำลองสายการผลิต ซึ่งทำให้เราสามารถปรับปรุงระบบการผลิต(Production Line System) ระบบการขนถ่ายวัสดุ(Material Handling System) ระบบโลจิสติกส์(Logistic) และอื่น ๆ อีกมากมาย ซึ่งจะทำให้เราทดลองและปรับปรุงสายการผลิตใหม่โดยที่ไม่ต้องลองผิดลองถูกกับเหตุการณ์จริง ทำให้สามารถลดการสูญเสียทรัพยากรที่จะใช้ในการปรับปรุงลงอีก โดยตัวโปรแกรมจะทำการ Simulation สายการผลิตและจำลองการทำงานซึ่งทำให้สามารถรู้ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นเพื่อที่จะสามารถตัดสินใจก่อนการปรับปรุงสายการผลิตของจริง



รูปที่ 2.3 แสดงตัวอย่างโปรแกรม

2.3 เทคนิคการจำลองสถานการณ์ (SIMULATION MODEL)

การจำลองสถานการณ์เป็นการรวบรวมวิธีการต่างๆที่ใช้จำลองสถานการณ์จริงหรือพฤติกรรมของระบบต่างๆมาไว้บนคอมพิวเตอร์โดยการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Software) เข้ามาช่วย เพื่อที่จะศึกษาการไหลของกิจกรรมในรูปแบบต่างๆ โดยมีการเก็บข้อมูล และทำการวิเคราะห์หารูปแบบที่ถูกต้องจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อปรับปรุงในอนาคต **[2]**

เนื่องจากในการปฏิบัติงานจริงไม่สามารถที่จะทำการทดลองหรือปรับเปลี่ยนกระบวนการทำงานได้จนกว่าจะมองเห็นถึงประโยชน์ที่จะได้รับ อาทิเช่น การขจัดปัญหาที่อยู่นอกเหนือความคาดหมายที่เกิดขึ้น ทำให้กระบวนการผลิตช้าลง ดังนั้นการจำลองสถานการณ์จะช่วยให้สามารถวิเคราะห์สภาพที่เป็นอยู่ในปัจจุบันของระบบ และช่วยหาแนวทางหรือทางเลือก (Scenario) ที่เหมาะสม ก่อนนำไปใช้กับสถานการณ์หรือการปฏิบัติงานจริง ซึ่งจะช่วยให้ลดความเสี่ยงในการเกิดความผิดพลาด หรือความล้มเหลวได้นอกจากนี้ยังช่วยให้ประหยัดทั้งค่าใช้จ่ายและเวลาได้อีกทางด้วย

ในปัจจุบันนี้การจำลองสถานการณ์เป็นที่นิยมอย่างมาก เนื่องจากระบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องจึงทำให้การจำลองสถานการณ์สามารถนำมาไปประยุกต์ใช้ได้กับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลากหลายอุตสาหกรรม อาทิเช่น อุตสาหกรรมในโรงงาน การขนส่ง การกระจายสินค้าหรือแม้กระทั่งการให้การบริการทางธุรกิจต่างๆ เช่น ธนาคาร โรงพยาบาล เป็นต้น

จากประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญการจำลองสถานการณ์ พบว่าสิ่งสำคัญหรือข้อดีของการจำลองสถานการณ์คือมีความสมเหตุสมผล และสามารถพิสูจน์ได้ภายใต้ปัจจัยการนำเข้า (Input) และนำมาเปรียบเทียบกับผลลัพธ์ (Output) ที่ระบบประมวลออกมา ได้จำแนกประเภทของสถานการณ์จำลอง (Simulation Classification) ออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1) Static และ Dynamics

- Static คือ การเกิดของเหตุการณ์ในระบบการทำงาน ที่คงที่กับเวลาเสมอ

- Dynamic คือ การเปลี่ยนแปลงของเวลาจะมีความสำคัญและมีผลกระทบต่อเหตุการณ์หรือตัวแปรที่สนใจ

2) Continuous และ Discrete

- Continuous คือ สภาวการณ์ของระบบที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้อย่างต่อเนื่องตลอดเวลา

- Discrete คือ สภาวการณ์ของระบบที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ณ จุดหนึ่งจุดใดของเวลา โดยมีความน่าจะเป็น (Probability) เข้ามาเกี่ยวข้อง

3) Deterministic และ Stochastic

- Deterministic คือ เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นทั้งหมดจะเกิดขึ้นภายใต้กฎเกณฑ์ที่แน่นอนและได้มีการกำหนดเวลาที่แน่นอน

- Stochastic คือ เวลาจะมีผลกระทบมาจากความน่าจะเป็นหรือความแปรปรวนจากการมาของเวลาที่ไม่คงที่

การประยุกต์ใช้ Simulation Model มี 11 ขั้นตอนดังนี้

1) ศึกษาปัญหา (Problem Formulation)

2) สร้างโมเดล (Model Building)

3) เก็บรวบรวมข้อมูล (Data Collecting)

4) สร้างตัวแปร (Coding)

5) พิสูจน์โมเดล (Verification)

6) พิสูจน์ผลว่าสามารถใช้ได้หรือไม่ (Validation)

7) ออกแบบการทดลอง (Experimental Design)

8) ทำการประมวลผล (Production Runs)

9) วิเคราะห์ผล (Analysis of Results)

10) แปลงและแสดงผลรายงาน (Document Program และ Report Results)

11) ดำเนินการ (Implementation)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ระบบงาน

โดยที่กลไกสำคัญอันหนึ่งในการจำลองแบบปัญหาอยู่ที่แบบจำลอง การที่จะสามารถสร้างแบบจำลองที่นำไปใช้ในการจำลองแบบปัญหาได้ ผู้สร้างต้องมีความเข้าใจในระบบงานจริงเป็นอย่างดี ความรู้ความเข้าใจในระบบงานจริงเป็นหัวใจสำคัญของการสร้างและใช้งานแบบจำลอง ผู้ที่ไม่มีความเข้าใจในระบบงานจริงจะไม่สามารถสร้างแบบจำลองซึ่งใช้แทนระบบ งานนั้นๆได้[3]

ระบบงาน หมายถึง กลุ่มขององค์ประกอบ (Elements) ที่มีความสัมพันธ์กัน โดยที่ความหมายของระบบงานบอกเฉพาะลักษณะว่า ระบบงานมีลักษณะอย่างไร โดยไม่ได้บอกรูปร่างหน้าตาที่แน่ชัด ดังนั้นเมื่อเวลาที่จะทำการศึกษาระบบงานใดระบบงานหนึ่ง จึงจำเป็นที่จะต้องบอกรูปร่างหน้าตาที่ชัดเจนของระบบงานที่กำลังศึกษา การบอกรูปร่างหน้าตาที่ชัดแจ้งของระบบงานมักจะบอกโดยการกำหนดขอบเขตของระบบงาน (System Boundaries) ซึ่งก็คือ การกำหนดองค์ประกอบของระบบ การแสดงความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบ และการกำหนดองค์ประกอบอื่นๆที่อยู่นอกระบบแต่มีผลต่อการทำงานของระบบ องค์ประกอบอื่นๆที่อยู่นอกระบบนี้ เรียกโดยรวมว่า สิ่งแวดล้อมของระบบงาน (System Environment) องค์ประกอบต่างๆทั้งภายในและภายนอกระบบงานจะมีลักษณะเฉพาะตัว (Attributes) ที่ทำให้เกิดกิจกรรม (Activities) และกิจกรรมเหล่านั้นภายใต้เงื่อนไขบางประการจะก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลง สถานะภาพของระบบงาน (System Status) ดังนั้น นอกจากการกำหนดขอบเขตของระบบงานแล้ว ยังต้องกำหนดลักษณะเฉพาะตัวขององค์ประกอบ กิจกรรมที่จะเกิดขึ้นจากองค์ประกอบเหล่านั้น และการเปลี่ยนแปลงสถานะภาพของระบบงานอันเนื่องมาจากกิจกรรมขององค์ประกอบ

ตาราง 2.1 แสดงองค์ประกอบ ลักษณะเฉพาะตัว และกิจกรรม

องค์ประกอบ	ลักษณะเฉพาะตัว	กิจกรรม
คนงาน	ความชำนาญ เงินเดือน ความสามารถในการผลิต ชื่อหรือหมายเลข ฯลฯ	ทำงาน หยุดงาน
วัสดุ	ชนิด คุณภาพ ราคา จำนวนที่มีอยู่ ฯลฯ	การถูกเปลี่ยนรูป
เครื่องจักร	ประเภท ขีดความสามารถในการผลิต หมายเลข สภาพเครื่อง ฯลฯ	ทำงาน หยุดงาน
ใบสั่งผลิต	ปริมาณที่ต้องผลิต ความสำคัญก่อนหลัง กำหนดส่งงาน สถานะภาพ ฯลฯ	อยู่ระหว่างการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1 ประเภทของระบบงาน

การจำแนกประเภทของระบบงานอาจจำแนกได้หลายแบบแล้วแต่การนำไปใช้งานในการจำลองแบบปัญหา การจำแนกระบบงานเพื่อความสะดวกในการใช้งานนั้นมักจะจำแนกโดยอาศัยลักษณะการ เปลี่ยนสถานะภาพของระบบ เป็น 2 ประเภท ดังนี้

2.4.1.1 ระบบต่อเนื่องหรือ ระบบเป็นช่วง (Continuous versus Discrete Systems)

โดยพิจารณาจากพฤติกรรมในการเปลี่ยนสถานะภาพของระบบเป็นการเปลี่ยนไปตามเวลาอย่างต่อเนื่อง ระบบงานนั้นก็จะเป็นระบบงานต่อเนื่อง แต่ถ้าการเปลี่ยนสถานะภาพของระบบเกิดขึ้นที่ช่วงเวลาใดเวลาหนึ่งไม่ต่อเนื่องระบบงานนั้นก็จะเป็นระบบเป็นช่วง เป็นต้น

2.4.1.2 ระบบตายตัวหรือระบบไม่ แน่นอน (Deterministic versus Stochastic Systems)

ระบบตายตัว หมายถึง ระบบซึ่งการเปลี่ยนแปลงสถานภาพที่ระดับใหม่สามารถบอกได้จากสถานภาพและ กิจกรรมของระบบที่ระดับก่อน ส่วนระบบไม่แน่นอน หมายถึง ระบบซึ่งการเปลี่ยนสถานภาพเป็นแบบสุ่ม และในบางกรณีก็สามรถหาค่าความน่าจะเป็นของการเปลี่ยนสถานภาพ

2.5 แบบจำลอง

แบบจำลอง หมายถึง ตัวแทนของวัตถุ ระบบ หรือแนวคิดลักษณะใดลักษณะหนึ่ง แบบจำลองอาจนำไปใช้งานในหลายลักษณะดังนี้ [3]

1. เป็นเครื่องมือช่วยคิด (An aid to thought) เช่น แบบจำลองโครงข่าย (Network Model) ช่วยทำให้ผู้สร้างแบบจำลองได้มองเห็นว่าจะมีกิจกรรมที่ต้องทำอะไรบ้างและทำ อะไรก่อน

2. เป็นเครื่องสื่อความหมาย (An aid to communication) แบบจำลองจะช่วยให้เข้าใจพฤติกรรมของระบบงานและช่วยให้สามารถอธิบายพฤติกรรมปัญหา และการแก้ปัญหาของระบบงาน

3. เป็นเครื่องช่วยสอนและฝึกอบรม (Purposes of training and instruction) เช่น แบบจำลองเครื่องควบคุมการบิน จะช่วยให้นักบินทำความเข้าใจและความคุ้นเคยกับระบบการควบคุม

4. เป็นเครื่องมือสำหรับการทำนาย (A tool of prediction) จากการที่แบบจำลองจะช่วยให้เข้าใจพฤติกรรมของระบบงาน ก็จะช่วยให้ผู้สร้างแบบจำลองสามารถคาดคะเนหรือทำนายได้ว่า เมื่อมีเหตุการณ์ที่มีผลกระทบต่อองค์ประกอบของระบบเกิดขึ้น จะมีผลอะไรเกิดขึ้นกับระบบ

5. เป็นเครื่องมือสำหรับการทดลอง (An aid to experimentation) โดยที่แบบจำลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นสิ่งซึ่งสร้างขึ้นแทนระบบงานจริง ในกรณีที่ต้องการทดลองเงื่อนไขต่างๆกับระบบงานจริงแต่ทำไม่ได้ ก็จะนำเอาเงื่อนไขนั้นๆมาทดลองกับแบบจำลองเพื่อดูว่าจะให้ผลอย่างไร เพื่อประโยชน์ในการตัดสินใจว่าควรจะนำเงื่อนไขนั้นๆไปใช้กับระบบงานจริงหรือ ไม่

2.5.1 ประเภทของแบบจำลองในการจำลองแบบปัญหา (Classification of Simulation Models)

ประเภทของแบบจำลองในการจำลองแบบปัญหา นอกจากจะสามารถจำแนกได้ตามประเภทของระบบงานงานที่มันเป็นตัวแทนอยู่แล้ว ยังมีลักษณะพิเศษเฉพาะตัวของแบบจำลองซึ่งทำให้มันสามารถจำแนกประเภทออกไปตาม คุณลักษณะพิเศษดังนี้

1. แบบจำลองทางกายภาพ (Physical or Iconic Models) เป็นแบบจำลองที่มีรูปร่างหน้าตาเหมือนระบบงานจริง อาจมีขนาดเท่ากับของจริงหรือมีขนาดที่เล็กกว่าหรือใหญ่กว่า (Scaled Models) อาจเป็นแบบจำลองของระบบงานจริงในมิติใดมิติหนึ่ง (Dimension) หรือทั้งสามมิติ ตัวอย่างของแบบจำลองประเภทนี้ ได้แก่ เครื่องยนต์ต้นแบบ (Prototype) ซึ่งสร้างขึ้นเพื่อทดสอบสมรรถนะก่อนการผลิตจริง แบบจำลองของส่วนควบคุมการบินของเครื่องบิน

2. แบบจำลองอนาลอก (Analog Models) เป็นแบบจำลองที่มีพฤติกรรมเหมือนระบบงานจริง ตัวอย่างของแบบจำลองประเภทนี้ได้แก่ อนาลอกคอมพิวเตอร์ที่ใช้ควบคุมการผลิตในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ และอุตสาหกรรมเคมี ซึ่งใช้การเคลื่อนที่ของกระแสไฟฟ้าซึ่งแสดงบนแผงควบคุมบอกให้รู้ถึงการ เคลื่อนที่ของวัตถุในระบบงานจริง การใช้กราฟแสดงความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆที่วัดค่าได้ เช่น ความสัมพันธ์ระหว่างค่าใช้จ่ายในการผลิตกับจำนวนสินค้าที่ผลิต ซึ่งเป็นแบบจำลองที่ใช้ขนาดความยาวของเส้นกราฟแสดงค่าของเงินหรือจำนวน สินค้า การใช้แผนภูมิการจัดองค์กร (Organization Charts) เป็นแบบจำลองที่ใช้สี่เหลี่ยมรูปกล่องและเส้นแสดงความสัมพันธ์และหน้าที่รับผิดชอบของบุคลากร

3. เกมการบริหาร (Management games) เป็นแบบจำลองการตัดสินใจ (Decision Models) ในกิจการต่างๆ เช่น ธุรกิจ สงคราม การลงทุนเป็นแบบจำลองที่ใช้แสดงผลถ้ามีการตัดสินใจ

4. แบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ (Computer Simulation Models) เป็นแบบจำลองที่อยู่ในรูปของคอมพิวเตอร์โปรแกรม แบบจำลองอาจอยู่ในรูปของแบบจำลองประเภทหนึ่ง

5. แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Models) เป็นแบบจำลองที่ใช้สัญลักษณ์และฟังก์ชั่นทางคณิตศาสตร์แทนองค์ประกอบในระบบ งานจริง เช่น ใช้ X แทนค่าใช้จ่ายในการผลิต Y แทนจำนวนสินค้าที่ผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2 โครงสร้าง ของแบบจำลอง (Structure of Simulation Model)

โครงสร้างของแบบจำลอง อาจเขียนเป็นรูปแบบแสดงความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ได้เป็น

$$E = f(x_i, y_i) \quad (1)$$

โดยที่

E คือ ผลของการปฏิบัติการของระบบ

xi คือ ตัวแปรและพารามิเตอร์ที่เราสามารถควบคุมได้

yi คือ ตัวแปรและพารามิเตอร์ที่เราไม่สามารถควบคุมได้

f คือ ความสัมพันธ์ระหว่าง xi และ yi ที่ทำให้เกิด E

รูปแบบของความสัมพันธ์ดังกล่าวแสดงให้เราเห็นว่า สมรรถนะของระบบนั้น เป็นผลกระทบเนื่องมาจากตัวแปรต่างๆทั้งที่อยู่และไม่อยู่ในความควบคุมของเรา และโดยที่ระบบทุกระบบที่ทำการศึกษาจะต้องมีขอบเขตจำกัดอีกทั้งต้องมีวัตถุประสงค์การศึกษา เมื่อรวมเข้ากับรูปแบบของความสัมพันธ์ข้างต้น จะเห็นได้ว่า โครงสร้างของแบบจำลองนั้นควรประกอบไปด้วย

1. องค์ประกอบ (Components) ในทุกระบบงานจะประกอบไปด้วยองค์ประกอบต่างๆในแบบจำลองที่ใช้แทนระบบงาน ก็จะต้องประกอบไปด้วยองค์ประกอบที่จำเป็นสำหรับการทำงาน

2. ตัวแปรและพารามิเตอร์ (Variables and Parameters) พารามิเตอร์ คือ ค่าคงที่ซึ่งผู้ใช้แบบจำลองเป็นผู้กำหนดให้ อาจเป็นค่าที่กำหนดขึ้นเองเพื่อศึกษาผลที่เกิดขึ้นจากค่าของพารามิเตอร์นั้น หรือ เป็นค่าที่วัดหรือประเมินได้จากข้อมูล ส่วนตัวแปรนั้นเป็นค่าที่ผันแปร มีค่าได้หลายค่าตามสภาวะจริงของการใช้งาน จำแนกได้เป็นสองประเภทคือ ตัวแปรจากภายนอก (Exogenous Variables) หรือตัวแปรนำเข้า (Input Variables) หมายถึงตัวแปรจากภายนอกระบบซึ่งเข้ามามีผลกระทบต่อสมรรถนะของระบบ หรือเป็นตัวแปรที่เป็นผลเนื่องมาจากปัจจัยภายนอกระบบ และตัวแปรภายใน (Endogenous Variables) หมายถึง ตัวแปรที่เกิดขึ้นภายในระบบ ตัวแปรภายในอาจอยู่ในลักษณะตัวแปรสถานะภาพ (Status Variables) ซึ่งเป็นตัวแปรที่ใช้บอกสภาพหรือเงื่อนไขของระบบ หรืออยู่ในลักษณะของตัวแปรนำออก (Output Variables) ซึ่งก็คือ ผลที่ได้จากการใช้งานระบบ ในทางสถิติตัวแปรจากภายนอกคือ ตัวแปรอิสระ (Independent Variables) และตัวแปรภายใน คือ ตัวแปรตาม

3. ฟังก์ชั่นความสัมพันธ์ (Functional Relationships) คือฟังก์ชั่นที่อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรกับพารามิเตอร์ ฟังก์ชั่นความสัมพันธ์นี้อาจจะอยู่ในลักษณะแน่นอนตายตัว (Deterministic) ซึ่งเป็นลักษณะที่เมื่อใส่ข้อมูลนำเข้าจะสามารถหาได้ว่าผลลัพธ์จะเป็นเท่า ไหร่แน่นอน และอาจอยู่ในลักษณะไม่แน่นอน (Stochastic) ซึ่งเมื่อใส่ข้อมูลนำเข้าให้กับฟังก์ชั่นไม่แน่ว่าจะได้ผลลัพธ์ออกมาเท่าไหร่ ลักษณะของฟังก์ชั่นความสัมพันธ์มักจะอยู่ในรูปของสมการทางคณิตศาสตร์ เช่น Y = 4 + 0.7X ซึ่งฟังก์ชั่นความสัมพันธ์เหล่านี้อาจหามาได้จากสมมติฐานหรือประเมินจาก ทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ขอบข่ายจำกัด (Constraints) คือ ข้อจำกัดของค่าของตัวแปรต่างๆ ซึ่งอาจเป็นข้อจำกัดที่ผู้ใช้แบบจำลองเป็นผู้กำหนด เช่น ข้อจำกัดของทรัพยากรต่างๆที่มีอยู่ของระบบ ข้อจำกัดของปริมาณที่ผลิตได้ หรือ เป็นข้อจำกัดของระบบงานจริงโดยธรรมชาติ เช่น เราไม่อาจจำหน่ายสินค้าได้มากกว่าปริมาณที่ผลิตได้ของไหลไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำ และอื่นๆอีกมากมายเป็นต้น

5. ฟังก์ชั่นเป้าหมาย (Criterion Function) หมายถึง ข้อความ (Statement) ที่บอกเป้าหมาย (Goals) หรือวัตถุประสงค์ (Objectives) ของระบบงาน และวิธีประเมินผลตามเป้าหมายวัตถุประสงค์ของระบบงานอาจแบ่งได้เป็นสองประเภท คือ การคงสภาพของระบบงาน (Retentive) ซึ่งเป็นวัตถุประสงค์ที่จะทำให้ระบบสามารถคงสภาพการใช้ทรัพยากร เช่น เวลา พลังงาน ความชำนาญ ฯลฯ หรือคงสถานะภาพของระบบ เช่น ความสะดวกสบาย ความปลอดภัย ฯลฯ และวัตถุประสงค์ของการแสวงหา (Acquisitive) ซึ่งเป็นวัตถุประสงค์ที่จะทำให้ระบบสามารถเพิ่มทรัพยากรต่างๆ เช่น กำไร ลูกค้า ฯลฯ หรือเปลี่ยนสถานะภาพของระบบ เช่น ได้ส่วนแบ่งของตลาดเพิ่มขึ้น

2.6 กระบวนการแบบจำลองปัญหา

แม้ว่า การจำลองแบบปัญหาไม่จำเป็นต้องอาศัยคอมพิวเตอร์ในการแก้ปัญหาเสมอไป แต่การใช้แบบจำลองปัญหาในปัจจุบันมักใช้กับปัญหาที่มีความยุ่งยากซับซ้อนจึง ต้องอาศัยคอมพิวเตอร์สำหรับช่วยคำนวณหาข้อมูลต่างๆที่ต้องการสำหรับการ วิเคราะห์หาวิธีการแก้ปัญหา ขั้นตอนต่างๆต่อไปนี้เป็นข้อเสนอแนะสำหรับการดำเนินการจำลองแบบปัญหาที่ใช้ คอมพิวเตอร์ช่วยในการคำนวณ [4]

1. การตั้งปัญหาและการให้คำจำกัดความของระบบงาน(Problem Formulation and System Definition) ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุดในการจำลองแบบปัญหา ขั้นตอนนี้เป็นการกำหนดวัตถุประสงค์ของการศึกษาระบบ การกำหนดขอบเขต ข้อจำกัดต่างๆและวิธีการวัดผลของระบบงาน
2. การสร้างแบบจำลอง (Model Formulation) จากลักษณะของระบบงานที่จะต้องทำการศึกษา เขียนแบบจำลองที่สามารถอธิบายพฤติกรรมของระบบงานตามวัตถุประสงค์ของการศึกษา
3. การจัดเตรียมข้อมูล (Data Preparation) วิเคราะห์หาข้อมูลต่างๆที่จำเป็นสำหรับแบบจำลองและจัดเตรียมข้อมูลให้อยู่ใน รูปแบบที่จะนำไปใช้งานกับแบบจำลองได้
4. การแปรรูปแบบจำลอง (Model Translation) แปลงแบบจำลองไปอยู่ในรูปของโปรแกรมคอมพิวเตอร์
5. การทดสอบความถูกต้อง (Validation) เป็นการวิเคราะห์เพื่อช่วยให้ผู้เขียนและผู้ใช้แบบจำลองมั่นใจว่าแบบจำลอง ที่ได้นั้น สามารถใช้แทนระบบงานจริงตามวัตถุประสงค์ของการศึกษาได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. การออกแบบการทดลอง (Strategic Planning) เป็นการออกแบบการทดลองที่ทำให้แบบจำลองสามารถให้ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ หาผลลัพธ์ตามที่ต้องการ
7. การวางแผนการใช้งานแบบจำลอง (Tactical Planning) เป็นการวางแผนว่าจะใช้งานแบบจำลองในการทดลองอย่างไร จึงจะได้ข้อมูลสำหรับวิเคราะห์ผลเพียงพอ (ด้วยระดับความเชื่อมั่นในผลการวิเคราะห์ที่เหมาะสม) ความแตกต่างระหว่างขั้นตอนนี้กับขั้นตอนการออกแบบการทดลองมีอยู่ว่า ในการออกแบบการทดลองเป็นแต่เพียงการบอกเงื่อนไขของการทดลอง ส่วนขั้นตอนนี้เป็นการบอกว่าจะต้องดำเนินการทดลองตามเงื่อนไขดังกล่าวกี่ครั้งจึงจะได้จำนวนข้อมูลที่เหมาะสม กล่าวคือ ได้ความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ยอมรับได้ในราคาที่เหมาะสม
8. การดำเนินการทดลอง (Experimentation) เป็นการคำนวณหาข้อมูลต่างๆที่ต้องการและความไวของการเปลี่ยนแปลงข้อมูลจาก แบบจำลอง
9. การตีความผลการทดลอง (Interpretation) จากผลการทดลอง ตีความว่าระบบงานจริงมีปัญหาอย่างไร และการแก้ปัญหาจะได้ผลอย่างไร
10. การนำไปใช้งาน (Implementation) จากผลการทดลอง เลือกวิธีการทีจะแก้ปัญหาได้ดีที่สุดไปใช้กับระบบงานจริง
11. การจัดทำเป็นเอกสารการใช้งาน (Documentation) เป็นการบันทึกกิจกรรมในการจัดทำแบบจำลอง โครงสร้างของแบบจำลอง วิธีการใช้งานและผลที่ได้จากการใช้งาน เพื่อประโยชน์สำหรับผู้ที่จะนำแบบจำลองไปใช้งาน และเพื่อประโยชน์ในการปรับปรุงดัดแปลงแบบจำลองเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงระบบ ฯลฯ

2.6.1 ข้อดีและข้อเสีย

การจำลองแบบปัญหานั้นเป็นเครื่องมือซึ่งใช้บอกผลต่างๆอันจะเกิดจากระบบงานภายใต้เงื่อนไขต่างๆ ผลที่จะได้จากการจำลองแบบปัญหานั้นอาจนำไปใช้งานได้โดยตรงหรืออาจจะต้องนำไปวิเคราะห์ต่อ การจำลองแบบปัญหานั้นเป็นวิธีการหนึ่งในหลายๆวิธีที่อาจใช้ช่วยแก้ปัญหาใน การดำเนินงานของระบบงานได้ ดังนั้น เมื่อมีปัญหาเกิดขึ้นจึงต้องวิเคราะห์ปัญหานั้นๆเสียก่อนว่าควรจะใช้เครื่องมือใดเข้าไปช่วยแก้ปัญหา เมื่อเป็นดังนี้จึงมีความจำเป็นที่จะต้องทราบถึงข้อดีและข้อเสียของเครื่อง มือเพื่อช่วยในการตัดสินใจว่า เครื่องมือนั้นๆเหมาะสมเพียงใด

โดยที่แบบจำลองนั้น เป็นตัวแทนของระบบงานจริง ในเมื่อมีระบบงานจริงอยู่แล้ว ทำไมจึงต้องสร้างแบบจำลองขึ้นใช้ทดลองแทน ทำไมจึงไม่ทดลองกับระบบงานจริง คำตอบอาจสรุปได้ดังนี้

1. เพราะว่าการทดลองกับระบบงานจริงอาจก่อให้เกิดความขัดข้องในการดำเนินงานตามปกติ
2. เพราะว่าในการทดลองกับระบบงานจริงในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการวัดผลของสมรรถนะของคนอาจได้ข้อมูลที่คลาดเคลื่อน อันเนื่องมาจากความสามารถในการปรับสมรรถนะของตนเอง จึงทำให้ได้ข้อมูลที่สูงกว่าหรือต่ำกว่าความเป็นจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เพราะว่าการทดลองกับระบบงานจริงนั้นเป็นการยากที่จะควบคุมเงื่อนไขต่างๆของ การทดลองให้คงที่ ทำให้ผลการทดลองที่ได้แต่ละครั้งของการทดลองอาจไม่ใช่ผลที่เกิดขึ้นภายใต้เงื่อนไขกลุ่มเดียวกัน
4. เพราะว่าการทดลองกับระบบงานจริงอาจต้องใช้เวลาและค่าใช้จ่ายจำนวนมาก จึงจะได้ข้อมูลเพียงพอสำหรับการวิเคราะห์
5. เพราะว่าการทดลองกับระบบงานจริง อาจจะเป็นไปไม่ได้ที่จะทดลองกับเงื่อนไขทุกรูปแบบที่ต้องการ

จากอุปสรรคที่เกิดขึ้น ทำให้ไม่สามารถทำการทดลองกับระบบงานจริงได้ จึงคิดที่จะใช้การจำลองแบบปัญหาในการช่วยแก้ไขปัญหา โดยสรุปเราควรจะพิจารณาใช้การจำลองแบบปัญหาเมื่อเงื่อนไขข้อหนึ่งข้อใดต่อไป นี้เกิดขึ้น

1. กรณีที่ไม่มีวิธีการแก้ปัญหาโดยวิธีทางคณิตศาสตร์
2. กรณีที่มีวิธีการแก้ปัญหาโดยวิธีทางคณิตศาสตร์ แต่การคำนวณและขั้นตอนในการวิเคราะห์ยุ่งยาก ทำให้เสียเวลาและแรงงานมาก และการจำลองแบบปัญหาเป็นวิธีแก้ปัญหาที่ง่ายกว่า
3. กรณีที่มีวิธีการแก้ปัญหาโดยวิธีทางคณิตศาสตร์ไม่ยุ่งยากมากนัก แต่เกินขีดความสามารถของบุคลากรที่มีอยู่ และค่าใช้จ่ายในการใช้การจำลองแบบปัญหาถูกกว่าการจ้างผู้เชี่ยวชาญในวิธีการ ทางคณิตศาสตร์นั้นมาแก้ปัญหา
4. กรณีที่มีความจำเป็นในการสร้างสถานการณ์ในอดีตขึ้นเพื่อศึกษาหรือประเมินค่าพารามิเตอร์
5. กรณีที่การจำลองแบบปัญหาเป็นวิธีเดียวที่จะสามารถนำไปใช้ได้เนื่องจากไม่อาจ ทำการทดลองและวัดผลในสภาพจริง
6. กรณีที่ต้องการศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของระบบงานในช่วงระยะเวลาการใช้ งานระบบนานๆ เช่น การศึกษาปัญหาเกี่ยวกับสภาวะแวดล้อมเป็นพิษ

ประโยชน์ที่สำคัญประการหนึ่งของการจำลองแบบปัญหา ก็คือ เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสูงสำหรับการศึกษาและฝึกอบรมเกี่ยวกับระบบงาน เพราะผู้ทำการทดลองจะสามารถทราบความเป็นไปและการเปลี่ยนแปลงต่างๆภายในระบบงานเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงสภาวะแวดล้อมและองค์ประกอบต่างๆของระบบงาน ซึ่งจะช่วยให้เข้าใจถึงปัญหาต่างๆที่อาจจะเกิดขึ้นกับระบบงาน รวมทั้งผลที่จะเกิดขึ้นเมื่อมีการนำเอาวิธีการใหม่ๆเข้าไปใช้ในการดำเนินงาน ของระบบงาน ทำให้การวางแผนการดำเนินงานมีประสิทธิภาพดีขึ้นกว่าเก่า

ดังได้กล่าวมาแล้วว่า การจะนำเอาเครื่องมือใดไปใช้ควรต้องทราบถึงข้อดีและข้อเสียของเครื่องมือ นั้นๆ ดังนั้นจึงควรที่จะทราบว่า เพราะเหตุใดจึงไม่ควรใช้แบบจำลองปัญหา สรุปโดยสังเขปได้ดังนี้

1. การที่จะได้มาซึ่งแบบจำลองที่ดีนั้น ต้องใช้เวลาและค่าใช้จ่ายจำนวนมาก รวมทั้งต้องอาศัยความสามารถอย่างสูงของผู้ออกแบบจำลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. แบบจำลองที่ได้ในบางครั้งดูเหมือนว่าสามารถใช้เป็นตัวแทนของระบบงานจริงได้ แต่ในความเป็นจริงแบบจำลองนั้นอาจไม่ใช่ตัวแทนของระบบงานนั้นๆและการที่จะบอกได้ว่าแบบจำลองนั้นใช้ได้หรือไม่ก็ไม่ใช่เรื่องง่าย
3. ข้อมูลที่ได้จากการใช้แบบจำลองไม่มีความแม่นยำ และไม่สามารถวัดขนาดของความไม่แม่นยำได้ แม้จะทำการวัดความไวของข้อมูลเหล่านั้น ก็ไม่สามารถทำให้ข้อเสียหายข้อนี้หายไปได้
4. เนื่องจากข้อมูลที่ได้จากการจำลองแบบปัญหานั้นโดยปกติจะเป็นตัวเลข ซึ่งก่อให้เกิดปัญหาว่า ผู้สร้างแบบจำลองอาจให้ความสำคัญกับตัวเลขเหล่านั้นมากเกินไปและพยายามที่จะทดสอบความถูกต้องของตัวเลขแทนที่จะทดสอบความถูกต้องของแบบจำลอง ทำให้แบบจำลองที่ได้อาจไม่มีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้งาน

2.7 การจำลองแบบปัญหาด้วยคอมพิวเตอร์

การจำลองแบบปัญหาด้วยคอมพิวเตอร์ เป็นการศึกษาปัญหาของระบบงานด้วยแบบจำลองซึ่งอยู่ในรูปของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ [4] แบบจำลองก่อนที่จะมาอยู่ในรูปของโปรแกรมคอมพิวเตอร์นี้อาจอยู่ในรูปของแบบ จำลองประเภทหนึ่งประเภทใดดังได้กล่าวมาแล้ว โดยที่การจำลองแบบปัญหาด้วยคอมพิวเตอร์นั้นเป็นที่นิยมใช้ที่สุดของการใช้ แบบจำลองแบบปัญหา เพราะสามารถใช้ได้กับปัญหาของระบบงานได้มากมายหลายประเภท ปัจจุบันเป็นเทคนิคที่ได้รับการนำเอาไปใช้อย่างกว้างขวาง ในสหรัฐอเมริกาจัดการจำลองแบบปัญหาเป็นวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่ได้รับการนำไปใช้มากที่สุดและได้นำไปใช้ในงาน ต่างๆ มากกว่า 70 สาขาอาชีพ และเมื่อมีผู้กล่าวถึงการจำลองแบบปัญหาทุกคนก็มักจะนึกถึง เข้าใจว่าเป็นการจำลองแบบปัญหาด้วยคอมพิวเตอร์เสมอ ดังนั้น หลักการที่ใช้กับการจำลองแบบปัญหาทางคอมพิวเตอร์จะเป็นหลักการแบบเดียวกับ ที่ใช้กับการจำลองแบบปัญหาอื่นๆ ความจำเป็นที่จะสร้างเป็นแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์หรือไม่ ขึ้นอยู่กับความยุ่งยากในการคำนวณของปัญหานั้นๆ

โดยที่การจำลองแบบปัญหาทางคอมพิวเตอร์จะต้องมีการคำนวณ มีข้อมูลทั้งที่เป็นข้อมูลนำเข้าและผลลัพธ์จากแบบจำลอง และโดยปกติข้อมูลต่างๆในระบบงานจะเป็นข้อมูลที่มีความผันแปรไม่แน่นอน และมีการแปรเปลี่ยนตามเวลา ดังนั้นการจัดเตรียมและการวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆรวมทั้งขั้นตอนต่างๆที่ใช้ กับการจำลองแบบปัญหานี้จึงต้องอาศัยวิธีการต่างๆทางสถิติเข้าช่วย โดยที่จะไม่กล่าวถึงทฤษฎีพื้นฐานทางสถิติที่เกี่ยวข้อง เพราะผู้อ่านควรจะมีพื้นฐานความรู้อยู่แล้วหรือหาอ่านได้จากหนังสือสถิติทั่วไป

ในวิธีการทางสถิติต่างๆที่ใช้แบบจำลองปัญหานั้นมีวิธีการหนึ่งซึ่งเป็นที่ นิยมใช้มากและเกือบจะมีความจำเป็นในทุกๆการจำลองแบบปัญหาก็คือ การสุ่มตัวอย่างด้วยเทคนิคมอนติคาร์โล (Monte Carlo Sampling Technique) และเพื่อที่จะเน้นถึงความจำเป็นในการใช้เทคนิคดังกล่าว การจำลองแบบปัญหาจึงถูกเรียกว่า การจำลองแบบปัญหาด้วยเทคนิคมอนติคาร์โล (Monte Carlo Simulation)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

2.8 การวางแผนการผลิต (Production Planning)

การวางแผนการผลิต เป็นการวางแผนในการจัดการปัจจัยการผลิตต่างๆ เช่น แรงงาน เครื่องจักร วัตถุดิบ กระบวนการผลิต หรือ 4M (Man, Machine, Machine, Method) เพื่อให้ผลการผลิตบรรลุตามเป้าหมายที่ถูกกำหนดไว้โดยความต้องการของลูกค้า (Customer Demand) ซึ่งความต้องการของลูกค้านั้นอาจเกิดจากการสั่งซื้อจริงที่เกิดขึ้นแล้ว และการพยากรณ์ความต้องการที่จะซื้อสินค้าในอนาคตตามช่วงเวลาต่างๆ [5]

การวางแผนการผลิตมีทั้งแผนการผลิตระยะสั้น และแผนการผลิตระยะยาว โดยแผนการผลิตในระยะยาวส่วนมากจะเป็นไปในลักษณะของการลงทุนเพื่อรองรับการเติบโตของธุรกิจในอนาคต เช่น การวางแผนการสร้างหรือการขยายโรงงาน การซื้อเครื่องจักร การวางแผนด้านบุคลากร แผนการผลิตในระยะยาวนี้ส่วนมากจะมีระยะเวลาเกิน 1 ปีขึ้นไป (ประมาณ 3 – 5 ปี) โดยจะเน้นไปที่การเพิ่มกำลังการผลิตและการขยายกิจการ

ส่วนแผนการผลิตในระยะสั้น จะเป็นการวางแผนการผลิตตามช่วงเวลาต่างๆ ภายใน 12 เดือน เช่น แผนการผลิตประจำวัน แผนการผลิตประจำสัปดาห์ แผนการผลิตประจำเดือน แผนการผลิตประจำปี เป็นต้น การวางแผนการผลิตระยะสั้นนี้จะมีการกำหนดเป้าหมายที่จัดเจน ซึ่งเป้าหมายนี้จะถูกคำนวณจากกำลังการผลิตที่มีอยู่ การวางแผนการผลิตจะทำควบคู่ไปกับการควบคุมการผลิตเพื่อที่จะเฝ้าติดตามและควบคุมสถานะและระดับของการผลิตให้ยังคงอยู่ในแผนการทำผลิตตามระยะเวลา

2.8.1 ชนิดของการวางแผนการผลิต

ชนิดของแผนการผลิตจะถูกปรับเปลี่ยนตามลักษณะของการผลิตและผลิตภัณฑ์ โดยทั่วไปจะแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1.แผนการผลิตตามคำสั่ง (Job Order Production Planning)
แผนการผลิตแบบตามสั่ง ผลิตภัณฑ์มักจะมีความหลากหลายชนิด มีจำนวนการผลิตต่อครั้งน้อย ดังนั้นเครื่องจักรที่จะทำการผลิตต้องมีความยืดหยุ่นสูง สามารถแปรรูปผลิตภัณฑ์ได้หลากหลาย เช่น เครื่องกลึง CNC และ เครื่อง Machining Center เป็นต้น รวมถึงวิธีการการผลิตต้องอาศัยทักษะของผู้ปฏิบัติงานที่สูงด้วยเช่นกัน เนื่องจากหลายๆ ครั้งที่พบว่าเป็นงานพิเศษที่ไม่ค่อยมีการผลิตและมีการเปลี่ยนแปลงการออกแบบใหม่ๆ อยู่เสมอ

การวางแผนการผลิตแบบตามสั่งนี้ความยากจะอยู่ที่กระบวนการผลิตที่ค่อนข้างซับซ้อนและระยะเวลาในการผลิตที่ไม่ค่อยแน่นอน บางครั้งผลิตภัณฑ์ 1 ชิ้น ต้องระยะเวลาในการผลิตหลายๆ วัน หรือเป็นเดือน แต่ก็มีข้อดีคือชิ้นงานค่อนข้างที่จะมีราคาสูง ถ้าสามารถผลิตชิ้นงานได้เสร็จทันตามกำหนดเวลาตามที่วางแผนไว้ไม่มีงานเสียเกิดขึ้นผลกำไรที่ตามมาค่อนข้างที่จะสูงด้วยเช่นกัน

การวางแผนการผลิตแบบตามสั่งที่แม่นยำนั้นควรจะต้องได้รับความร่วมมือจากหลายๆ ฝ่ายที่เกี่ยวข้องอย่างใกล้ชิดโดยเฉพาะหน่วยงานด้านเทคนิคและวิศวกรรมเพราะเป็นงานที่ต้องอาศัยทักษะอย่างมากในการผลิต ตัวอย่างงานผลิตตามใบสั่ง เช่น แม่พิมพ์ และ งานซ่อมบำรุง เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

147919

2.แผนการผลิตแบบต่อเนื่องหรือจำนวนมาก (Mass Production Planning)
การวางแผนการผลิตแบบต่อเนื่องหรือการผลิตแบบจำนวนมาก มีการนำมาใช้หลากหลายในปัจจุบัน มีจำนวนสินค้าน้อยชนิดแต่ผลิตครั้งละจำนวนมากๆ มีลักษณะความต้องการที่ที่แน่นอนตามแนวโน้ม ซึ่งต้องอาศัยการพยากรณ์ที่แม่นยำด้วยเช่นกัน โดยส่วนมากแล้วการผลิตแบบต่อเนื่องนี้จะมีการวางแผนการผลิตเพื่อเก็บเป็นสต็อกเพื่อจำหน่ายให้กับลูกค้าตามแผนการส่งมอบต่อไป

เครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตแบบต่อเนื่องหรือจำนวนมากนั้นจะใช้เครื่องจักรเฉพาะทางซึ่งสามารถผลิตได้ครั้งละจำนวนมากๆ คุณภาพแม่นยำ แต่ทั้งนี้ต้องพิจารณาถึงการลงทุนอย่างรอบครอบเนื่องจากเครื่องจักรมีราคาแพง ส่วนแรงงานก็จะขึ้นอยู่กับลักษณะของผลิตภัณฑ์และสายการผลิต บางสายการผลิตก็จะใช้เครื่องจักรอัตโนมัติเป็นส่วนมากทำให้ใช้แรงงานน้อยอาจจะเหลือเฉพาะผู้ควบคุมเครื่องจักรหรือพนักตรวจสอบคุณภาพเป็นต้น บางสายการผลิตที่ต้องอาศัยฝีมือแรงงานเป็นหลัก เช่น สายงานประกอบที่ต้องอาศัยความประณีตของฝีมือ ก็อาจจะต้องใช้แรงงานจำนวนมากด้วยเช่นกันขึ้นอยู่กับแผนการผลิตในการจัดสรรปัจจัยด้านแรงงาน

ความสำคัญของการจัดการสายการผลิตแบบต่อเนื่องก็คือ การจัดความสมดุลของแต่ละหน่วยผลิต ต้องมีขนาดเท่ากัน ซึ่งหมายถึงทั้ง มีระยะเวลาในการผลิตเท่ากันหรือมีจำนวนการผลิตที่พอดีต่อความต้องการของหน่วยการผลิตถัดไป จะต้องไม่เกิดคอคอดหรือจุดชะงักในการผลิตที่จุดใดจุดหนึ่ง หรือถ้าเกิดแล้วต้องมีการจัดการแก้ไขปัญหาได้อย่างทันท่วงทีไม่ให้การผลิตหยุด

ข้อดีของการผลิตแบบต่อเนื่องคือ สามารถวางแผนการผลิตได้แม่นยำกว่าการวางแผนการผลิตแบบสั่งทำเนื่องจากสามารถคำนวณหาเวลามาตรฐานแต่ละขบวนการได้แม่นยำกว่า อีกทั้งชนิดของผลิตภัณฑ์ไม่มาก ผลิตครั้งละนานๆ ทำให้มีเวลาเพียงพอในการเตรียมการและจัดทำมาตรฐานต่างๆ แรงงานก็ไม่ต้องอาศัยทักษะที่สูงมากนักยกเว้นหน่วยงานด้านเทคนิค ส่วนข้อเสียก็คือ ราคาสินค้าต่อหน่วยค่อนข้างถูก การผลิตเมื่อเกิดงานเสียหากไม่มีการป้องกันและควบคุมที่ดีส่วนมากจะเสียทั้ง Lot การผลิตเนื่องจากการผลิตมีความรวดเร็วและต่อเนื่อง

การวางแผนการผลิตแบบต่อเนื่องนี้ส่วนมากจะใช้กับสายงานประกอบหรือผลิตสินค้าที่มีความต้องการสูงในตลาด เช่น รถยนต์ เครื่องใช้ไฟฟ้า สินค้าอุปโภคบริโภค เป็นต้น

การเลือกใช้แผนการผลิตที่เหมาะสมนั้นไม่ได้มีมาตรฐานกำหนดตายตัว ขึ้นอยู่กับลักษณะของผลิตภัณฑ์, ต้นทุนการผลิต กระบวนการผลิต เครื่องจักร และปัจจัยการผลิตต่างๆ สุดท้ายนั้นก็จะอยู่ที่การตัดสินใจของผู้บริหาร

2.8.2 ขั้นตอนการวางแผนการผลิต

1. จัดทำแผนความต้องการของลูกค้า (Customer Requirement Planning)
แผนความต้องการของลูกค้าเป็นขั้นตอนแรกของการวางแผนกการผลิต ข้อมูลความต้องการของลูกค้าอาจจะได้มาจากหลายทาง เช่น จากลูกค้าโดยตรง วิธีนี้หากสามารถหามาได้จะเป็นข้อมูลที่มีความแม่นยำสูงมาก สามารถวางแผนการผลิตได้ง่าย ข้อมูลความต้องการของลูกค้าจากการพยากรณ์ ข้อมูลประเภทนี้ต้องมีข้อมูลสนับสนุนที่ดีพอสมควรจึงจะทำให้การวางแผนการผลิตมีความแม่นยำ ต้องมีการวิเคราะห์ในหลายๆ รูปแบบ ซึ่งข้อมูลแต่ละประเภทก็มีความแปรปรวนที่แตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. จัดทำแผนความต้องการวัสดุ (Material Requirement Planning)

แผนความต้องการวัสดุหมายถึงการจัดเตรียม จัดหา วัสดุ ชิ้นส่วน วัสดุกึ่งสำเร็จรูปให้เพียงพอต่อความต้องการในการผลิต ซึ่งสามารถประมาณการได้จากประมาณการความต้องการของลูกค้า รายการวัสดุที่จะต้องใช้จะถูกกำหนดไว้ในบัญชีรายการวัสดุ (Bill Of Material : BOM) ซึ่งจะระบุชนิดของวัสดุ ชิ้นส่วนและปริมาณการใช้ต่อหน่วย รวมถึงข้อมูลที่จำเป็นอื่นๆ เช่น ระยะเวลาในการจัดส่งจากซัพพลายเออร์ กรณีที่มีการสั่งซื้อจากภายนอกหรือกำลังการผลิตภายในสำหรับกรณีที่ชิ้นส่วนเอง ซึ่งข้อมูลทั้งหมดต้องมีความชัดเจนทั้งด้านปริมาณและระยะเวลาส่งมอบ

3. วางแผนการผลิต (Production Planning)

หลังจากที่ได้แผนความต้องการของลูกค้าและมีการเตรียมการวัสดุให้เพียงพอแล้ว ก็จะทำการวางแผนการผลิต ซึ่งมีขั้นตอนหลักๆ ดังต่อไปนี้

3.1 วางแผนกระบวนการ (Process Planning)

การวางแผนกระบวนการเป็นกำหนดกระบวนการและลำดับในการผลิต กระบวนการที่ดีต้องเป็นกระบวนการที่สั้นที่สุดซึ่งหมายถึงใช้เวลาในการผลิตจนกระทั่งออกมาเป็นสินค้าสำเร็จรูปน้อยที่สุด

3.2 วางแผนการเครื่องจักร (Machine Planning)

ในกระบวนการผลิตที่ต้องใช้เครื่องหลักเป็นหลักจำเป็นต้องมีการใช้เครื่องจักรให้เกิดประโยชน์สูงสุด ตามทฤษฎีแล้วเครื่องจักรต้องทำงาน 24 ชั่วโมงทุกวัน หรือไม่มีการหยุดทำงานเลย แต่ในการทำงานจริง เวลาสูญเสียของเครื่องจักรมีหลายอย่าง เช่น หยุดเพื่อปรับตั้งชิ้นงาน หยุดเพื่อซ่อมแซม หยุดเพราะไม่มีงานป้อน หยุดเพื่อตรวจสอบชิ้นงาน เป็นต้น

3.3 วางแผนด้านแรงงาน (Man Planning)

การวางแผนการแรงงานจะคล้ายๆ กับการวางแผนการใช้เครื่องจักร คือ ต้องให้กระบวนการทำงานอย่างต่อเนื่องให้มากที่สุดแต่ทั้งนี้ต้องอย่าลืมกฎหมายด้านแรงงานที่กำหนดเวลาในการทำงาน การพักที่ชัดเจน ดังนั้น การวางแผนด้านแรงงานจึงยากกว่าการวางแผนเครื่องจักรหลายเท่าตัว

3.4 การวางแผนการจัดเก็บ (Store Planning)

การวางแผนการจัดเก็บ หมายถึงการวางแผนในการควบคุมวัสดุคงคลังให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมซึ่งหมายถึงมีเพียงพอต่อการใช้งานและไม่สูงเกินไปภายใต้ระดับที่กำหนด. การวางแผนการจัดเก็บนี้รวมถึง การวางแผนการจัดเก็บสินค้าในระหว่างผลิต, สินค้ากึ่งสำเร็จรูป, สินค้าสำเร็จรูป

2.9 การทำสมดุลสายการผลิต (Line balancing)

กรณีของ Product Layout ถ้ากระบวนการผลิตนั้นเป็นการประกอบผลิตภัณฑ์จากชิ้นส่วนย่อยๆออกมาเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปที่ต้องการ มักจะเรียกว่าสายการประกอบ (Assembly Line) ลักษณะของการจัดสายการประกอบจะทำการแบ่งงานออกเป็นงานย่อย (Element tasks) แต่เนื่องจากเวลาของแต่ละงานย่อยนั้นมีค่าไม่เท่ากัน ถ้าทาการจัดทรัพยากร 1 ชุดต่อ 1 งานย่อยอาจจะทำให้สายการผลิตนั้นเกิดเวลาว่าง (Idle Time) โดยไม่จำเป็น ถ้าเวลาของแต่ละงานย่อยแตกต่างกันมากจะทำให้เกิดปัญหาตามมาหลายประการ **[6]**

- เกิดการรอหรือเวลาว่าง เกิดสภาวะคอขวด (Bottleneck)
- อรรถประโยชน์ของคน และ เครื่องจักรต่ำลง
- เกิดอุปสรรคจากสภาพบริเวณการทำงานไม่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.1 หลักการของการจัดสมดุลสายการผลิต

1. กลุ่มงานย่อยให้เป็นสถานีทางาน (Work Station)
2. พยายามทำให้เวลาสถานีทำงานนั้นเท่ากันหรือใกล้เคียงกันมากที่สุด
3. คำนึงถึงข้อจำกัดในด้านของลำดับก่อนหลังของงานย่อย (Precedence) ความแตกต่างของอุปกรณ์ หรือเครื่องจักรในการทำงานย่อย
4. สามารถผลิตได้ตามเป้าหมาย ตามรอบเวลา (Cycle Time) ของ

สายการผลิต หมายถึงเวลาที่จะมีผลผลิตออกมาจากสายการผลิต 1 ชิ้น

รูป 2.4 การทำสมดุลสายการผลิต

สมมุติว่าสายการผลิตนี้ทำงาน 8 ชั่วโมง / วัน
- รอบเวลาเป็น 2.0 นาทีจะได้ ผลผลิตเท่ากับ 240 ชิ้น/วัน
- รอบเวลาเป็น 3.0 นาทีจะได้ ผลผลิตเท่ากับ 160 ชิ้น/วัน

ดังนั้นการสมดุลสายการผลิตสามารถทำให้ผลผลิตที่เกิดขึ้นได้ระหว่าง 240 ชิ้น/วัน กับ 160 ชิ้น/วัน

ดังนั้นจะได้สูตร

$$\text{ผลผลิต} = \frac{\text{เวลาในการทำงานต่อวัน}}{\text{รอบเวลา}(\textbf{Cycle Time})} \quad (2)$$

ถ้ารอบเวลาที่คำนวณได้นั้นไม่ได้อยู่ในช่วงของรอบเวลาที่สั้นที่สุดกับรอบเวลาที่มากที่สุดแสดงว่าผลผลิตที่ต้องการต่อวันจะต้องถูกกำหนดใหม่

สมมุติว่าจากตัวอย่างต้องการผลิตผล 240 ชิ้น/วัน จะได้ว่า รอบเวลา เท่ากับ 2 นาที/ชิ้น (480 นาทีต่อวัน/ 240 ชิ้นต่อวัน) หมายความว่า จะต้องทำการสมดุลสายการผลิตหรือจัดสถานีงานโดยให้เวลารวมของงานย่อยที่จะจัดสถานีงานมีค่าไม่เกินรอบเวลา 1 นาที/ชิ้น จำนวนของสถานีทำงานที่น้อยที่สุดตามทฤษฎี (Nmin) จะได้ตามความสัมพันธ์

$$N_{min} = \frac{\text{เวลารวมของงานย่อยทั้งหมด}\left(\frac{\text{นาที}}{\text{ชิ้น}}\right)}{\text{รอบเวลา}\left(\frac{\frac{\text{นาที}}{\text{ชิ้น}}}{\text{สถานีทำงาน}}\right)} \quad (3)$$

สมมุติว่าผลผลิตที่ต้องการคือ 240 ชิ้นต่อวันโดยที่เวลารวมของงานย่อยทั้งหมดคือ 3.5 นาที จะได้จำนวนสถานีเท่ากับ 1.75 สถานีแต่ 1.75 สถานีนั้นเป็นไปไม่ได้ดังนั้นต้องปัดขึ้นไปเป็น 2 สถานี การจัดสมดุลสายการผลิตนั้นจะสามารถจัดกลุ่มงานย่อยมากกว่าหรือเท่ากับ 3 สถานีก็ได้ขึ้นกับว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะสามารถจัดกลุ่มงานย่อยได้ดีมากน้อยเพียงใดโดยอาศัยเทคนิคต่าง ๆ เข้าช่วยเพื่อให้การจัดนั้นสะดวกรวดเร็วยิ่งขึ้น

หลังจากที่ทำการจัดสมดุลสายการผลิตโดยใช้ เทคนิคต่างๆ แล้วสามารถเลือกคำตอบที่ดีที่สุดได้โดยดูจากค่าประสิทธิภาพ (Efficiency) ของสายการผลิต หรือร้อยละของเวลาว่าง (Percentage of Idle Time or Balance Delay)

$$\text{ประสิทธิภาพ} = \frac{\text{ผลรวมของเวลางานย่อยทั้งหมด}}{\text{จำนวนสถาณีทำงานจริง} \times \text{รอบเวลาที่ได้จริง}} \times 100 \qquad (4)$$

2.9.2 เทคนิคพื้นฐานที่ใช้ในการทำสมดุลสายการผลิต

1) วิธีการเลือกเวลามากที่สุดก่อน (Largest Candidate Rule)
2) วิธีเรียงตำแหน่งน้ำหนัก (Ranked Positional Weight Method)
3) วิธีของคิลบริดจ์และเวสเตอร์ (Kilbridge and Wester's Method)

ทั้ง 3 เทคนิคจะใช้สมมุติฐานว่า

- เวลางานย่อยมีค่าคงที่
- เวลาที่ต้องใช้สำหรับทำงานย่อยใดๆด้วยกันจะ เท่ากับ ผลบวกของเวลาที่ต้องใช้สำหรับทำงานย่อยในแต่ละงาน

นอกจากนี้ยังมีการแก้ปัญหาสมดุลสายการผลิตวิธีการอื่นๆอีกเช่น

1. แบ่งงานย่อยเพิ่มขึ้นเพื่อเพิ่มความแตกต่างของเวลา
2. ทำการปรับความเร็วหรือเวลาการเดินทางระหว่างงานให้เหมาะสม เช่น ปรับระยะทาง ปรับความเร็วสายพาน เป็นต้น
3. จัดเป็นการทำงานคู่ขนาน
4. ใช้หลักการศึกษางาน (Work Study) และ การศึกษาการเคลื่อนไหว (Motion Study) มาช่วยลดเวลาในการทำงานของสถานีที่เกิดสภาวะคอขวดเช่น การใช้อุปกรณ์ จิ๊กหรือฟิกเจอร์ (Jig & Fixture) ปรับปรุงสถานที่ทำงานใหม่ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10 การวิเคราะห์แบบ Lean

Lean คือกระบวนการผลิตที่มุ่งลดความสูญเปล่าจากการใช้ทรัพยากรที่ไม่ได้สร้างมูลค่าเพิ่มให้กับสินค้าและรวมถึงแนวทางการปรับปรุงกระบวนการอย่างต่อเนื่องด้วยการลงทุนในทรัพยากรมนุษย์ (Human capital) โดยไม่เน้นการลงทุนในเทคโนโลยีชั้นสูง แต่มุ่งการปรับปรุงโดยมีตัวพนักงานเป็นตัวขับเคลื่อนทีสำคัญและสอดคล้องกับปรัชญาคุณภาพ อย่าง TQM **[6]** โดยการพัฒนาสู่รูปแบบ Lean นั้น มีองค์ประกอบสำคัญดังต่อไปนี้

1) การมุ่งขจัดความสูญเปล่า ลดความสูญเปล่าด้วยการวิเคราะห์สาเหตุหลัก (Root cause analysis) และหาแนวทางปรับปรุง ซึ่งจะทำให้เกิดการลดต้นทุนและรอบเวลาการผลิตสั้นลง

ความพึงพอใจแก่ลูกค้า ซึ่งความสูญเปล่าจำแนกได้ดังนี้

- การผลิตมากเกินไป (Overproduction)
- การรอคอย (Waiting)
- ความสูญเปล่าจากการขนส่ง (Transportation)
- กระบวนการที่ไร้ประสิทธิผล (Non-Value Added Processing)
- การจัดเก็บสินค้าคงคลังไม่เหมาะสม (Excess Inventory)
- การผลิตของเสีย (Defects)
- ความสูญเปล่าจากการเคลื่อนไหว (Excess Motion)
- การใช้ประโยชน์จากทรัพยากรไม่เต็มกาลัง (Underutilized Resources)

2) การมุ่งเน้นคุณค่า โดยนิยามมูลค่าจากลูกค้าเป็นหลัก เช่น ราคาสินค้า คือต้องทำการวิเคราะห์กระบวนการอย่างเป็นระบบ เพื่อระบุกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการผลิต หรือการให้บริการและจำแนกระหว่างกิจกรรมที่สร้างมูลค่าเพิ่ม กับกิจกรรมที่เกิดความสูญเปล่า หรือไม่ได้สร้างมูลค่าในมุมมองของลูกค้า

3) การปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง เพื่อความสำเร็จที่ยั่งยืนขององค์กรต้องดำเนินการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง เช่นการปรับปรุงสถานที่ทำงาน กระบวนการ การให้บริการลูกค้า

4) การมุ่งเน้นการตอบสนองความต้องการของลูกค้า มุ่งผลิตสินค้า หรือให้บริการที่สอดคล้องกับข้อกำหนดของลูกค้า โดยยึดหลักคำถามดังนี้

- ความต้องการของลูกค้าที่แท้จริงคืออะไร
- ลูกค้าต้องการสินค้า/บริการเมื่อไหร่
- จะให้ส่งมอบเมื่อใด
- ระดับราคาเท่าใดที่เหมาะสมและแข่งขันได้
- ปริมาณและรูปแบบความหลากหลายที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) การมุ่งเน้นความสมบูรณ์ (Perfection) ด้วยการขจัดความสูญเปล่าอย่างเป็นระบบ (Systematic elimination) เพื่อลดต้นทุนและสร้างมูลค่าสูงสุด (Maximum value) ให้กับลูกค้า

Lean มีแนวคิดอย่างไร

แนวคิดการผลิตแบบ Lean มุ่งปรับปรุงประสิทธิผลการดำเนินงานด้วยการสร้างให้เกิดการไหลของงาน ตลอดทั้งกระบวนการอย่างต่อเนื่อง โดยต้องระบุจำแนกความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในสายการผลิต เพื่อขจัดความสูญเปล่าและเพิ่มผลิตภาพ หลักการและแนวคิดแบบ Lean สรุปไว้เป็นหัวข้อดังนี้

The fifth principles

1) บ่งชี้คุณค่า (Value) จากมุมมองของลูกค้าคนสุดท้าย
2) ระบุขั้นตอนใดในกระบวนการสร้างสายธารคุณค่า (Value Stream)
3) ทำให้ขั้นตอนทั้งหมดสร้างคุณค่า (Flow) ต่อเนื่องไปยังลูกค้า
4) ปล่อยให้ลูกค้าดึง (Pull) คุณค่าจากกิจกรรมที่อยู่ก่อนหน้า
5) ติดตามเพื่อความสมบูรณ์แบบ (Perfection)

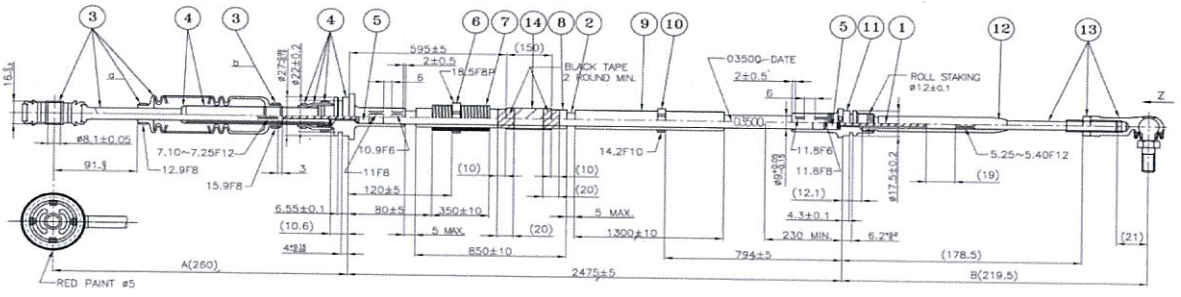
สามารถนำ Lean ไปใช้แก้ปัญหาได้อย่างไรบ้าง

เราสามารถประยุกต์แนวคิด Lean กับการแก้ปัญหาสายการผลิต นำมาปรับปรุงความยืดหยุ่นของกระบวนการ ลดความสูญเสียสำหรับงานสำนักงาน และยังสามารถประยุกต์แนวคิด Lean กับโครงการพัฒนาซอฟต์แวร์ได้อีกด้วยประยุกต์แนวคิด Lean กับการแก้ปัญหาสายการผลิต โดยขจัดความสูญเสียต่างๆ เช่น

- ความสูญเสียจากการจัดเก็บ (Space losses)
- ความสูญเสียทางเวลาสร้างผลผลิต (Throughput times)
- เกิดสต็อกงานระหว่างกระบวนการ (WIP inventory)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11 การศึกษาส่วนประกอบของสายเกียร์



รูปที่ 2.5 แสดง Drawing ของสายเกียร์

ซึ่งชิ้นส่วน (part) แต่ละชิ้นส่วนจะมีชื่อเรียกแตกต่างกันดังนี้

ตารางที่ 2.2 แสดงชื่อชิ้นส่วนของสายเกียร์

ลำดับ	ชื่อชิ้นส่วน	ลำดับ	ชื่อชิ้นส่วน
1	Inner	8	Protector2
2	Outer	9	Protector3
3	Eye end assy	10	Clamp3
4	Guide pipe assy	11	Casing cap
5	Clamp1	12	Guide pipe
6	Clamp2	13	Sub ass'y screw end
7	Protector1	14	Spiral protector

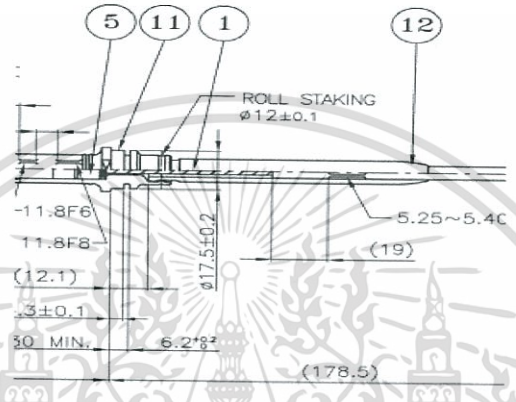
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.12 ศึกษาขั้นตอนการผลิตสายเกียร์

ในขั้นตอนแรกของการทำโครงงาน เราต้องศึกษาขั้นตอนการผลิตสายเกียร์ที่เราทำโครงงานก่อนเพื่อความถูกต้องแม่นยำ ซึ่งขั้นตอนการผลิตมีดังนี้

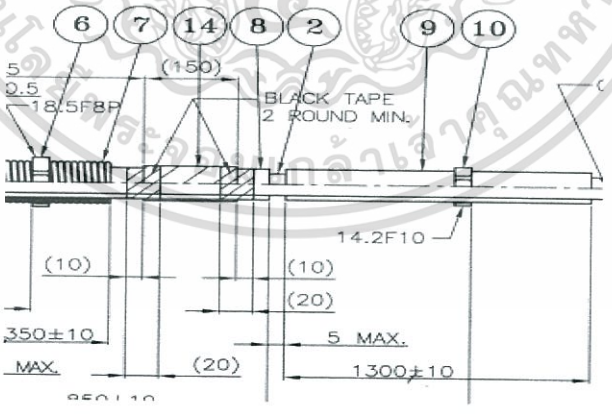
ส่วน Out line

1. ส่วน Out line จะทำการ Roll staking ชิ้นส่วนที่ 11 เข้ากับ 12 ด้วยเครื่องจักร Roll cap M/C



รูปที่ 2.6 แสดงชิ้นส่วนที่ 11 และ 12

2. ทาจาระบีลงบน Inner
3. นำ Outer มาใส่ protector 8,14 และ 9

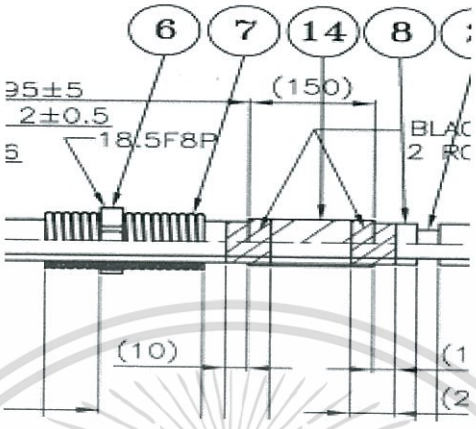


รูปที่ 2.7 แสดงชิ้นส่วน 8 14 และ 9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

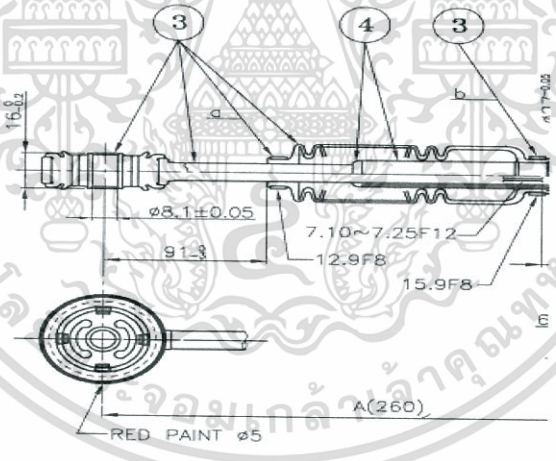
ส่วน P1

1. Stamping P/No ลงบน Outer ด้วยเครื่อง Hotmark M/C จากนั้น นำ protector 7 และ clamp 6 มาประกอบกับouter



รูปที่ 2.8 แสดงชิ้นส่วน 6 และ 7

2. ทากาวที่ปลาย outer จากนั้นจึงนำ guide pipe assy 4 มาประกอบกับปลาย outer ที่ทากาวไว้ แล้วจึงทำการปั๊มเพื่อให้แน่นด้วยเครื่อง Press M/C

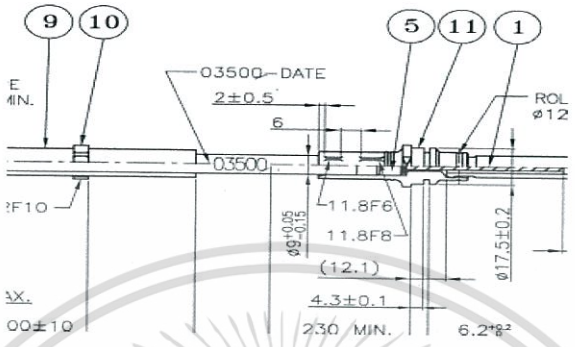


รูปที่ 2.9 แสดงชิ้นส่วน 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

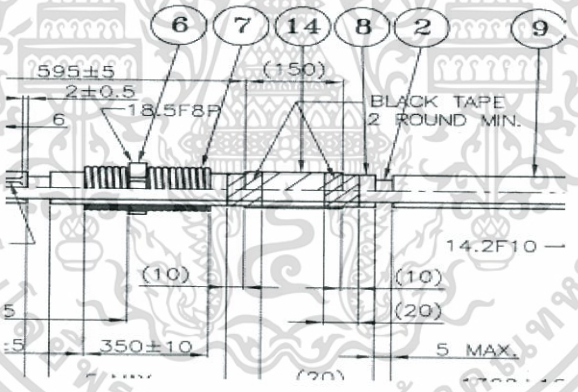
ส่วน P2

1. ใส่ clamp 10 และ casing cap 11 กับ outer จากนั้นจำทำการ ปั๊ม casing cap 11 ด้วยเครื่อง Press M/C



รูปที่ 2.10 แสดงชิ้นส่วน 10 และ 11

2. ปั๊ม clamp 10 บน protector 9 ด้วยเครื่อง Press M/C จากนั้นจึงพัน เทป spiral protector 14 ที่ปลายทั้ง 2 ด้านโดย spiral protector จะอยู่บน protector 8

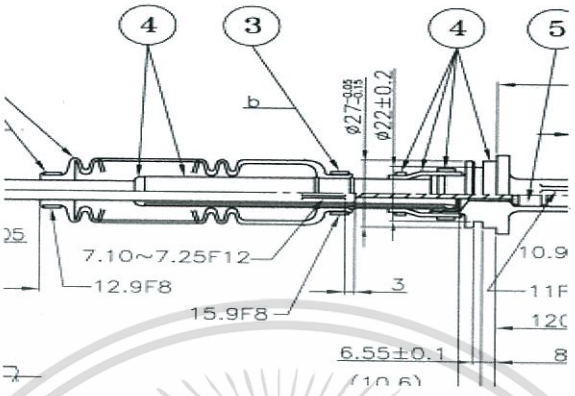


รูปที่ 2.11 แสดงชิ้นส่วน 14 และ 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

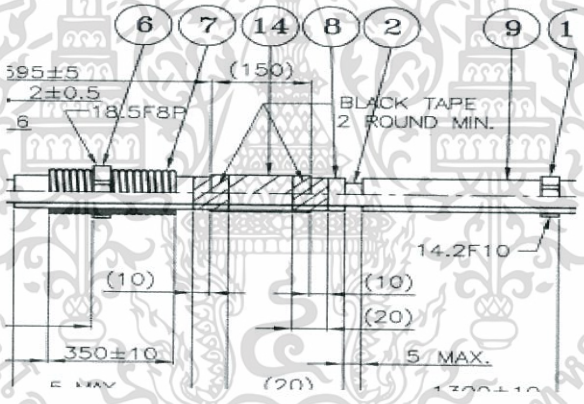
ส่วน P3

1. นำ Inner มาใส่ Outer แล้วประกอบ eye end assy 3 เข้ากับ guide pipe assy 4 จากนั้นปั๊ม eye end assy 3 ด้วยเครื่อง Press M/C



รูปที่ 2.12 แสดงชิ้นส่วน 3 และ 4

2. ปั๊ม clamp 6 กับ protector 7,8 ด้วยเครื่อง Press M/C

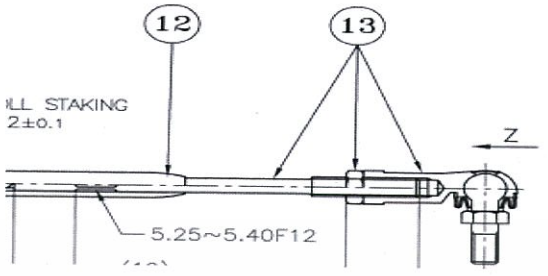


รูปที่ 2.13 แสดงชิ้นส่วน 6 7 และ 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วน P4

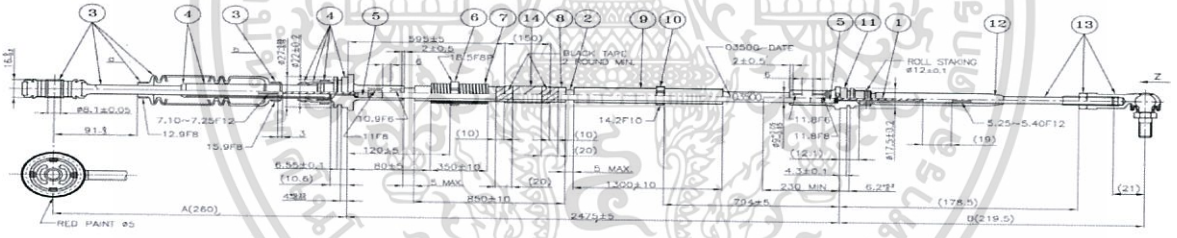
1. ตัดปลาย Inner ด้วยเครื่อง Inner cutting M/C จากนั้นจึงทากาวและประกอบ sub ass'y screw end 13 เข้ากับ Inner ด้วยเครื่อง Crank press M/C



รูปที่ 2.14 แสดงชิ้นส่วน 13

ส่วน P5

1. load test สายด้วยเครื่อง Load test M/C และ No load friction test ด้วยเครื่อง No load friction test M/C
2. ตรวจสอบความเรียบร้อยของสายแล้วจึง packing ใส่กล่อง



รูปที่ 2.15 แสดง Drawing ของสายเกียร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.13 เครื่องมือที่ใช้ใน Line การผลิตสายเกียร์

1. Hotmark M/C

เป็นเครื่องที่ใช้ Mark P/No. ลงบน Outer โดยใช้ความร้อนทำให้ตัวเทปสีขาวไปติดลงบน สายเกียร์

รูปที่ 2.16 แสดงเครื่อง Hotmark M/C

2. Press M/C

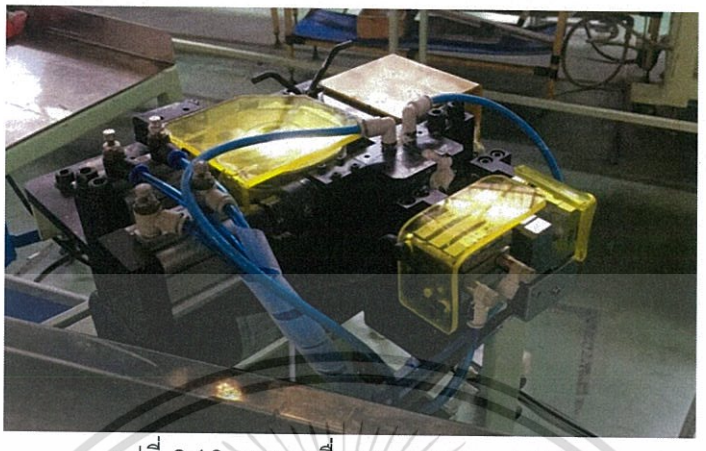
เครื่องปั๊มเดินเฟือง ใช้ปั๊มโลหะด้วยแรงกด 40 ตัน

รูปที่ 2.17 แสดงเครื่อง Press M/C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. Inner insert M/C

จะมีลูกกลิ้ง 2 อันเพื่อช่วยให้ Inner เข้าไปใน Outer ได้อย่างง่ายและรวดเร็ว



รูปที่ 2.18 แสดงเครื่อง Inner insert M/C

4. Inner cutting M/C

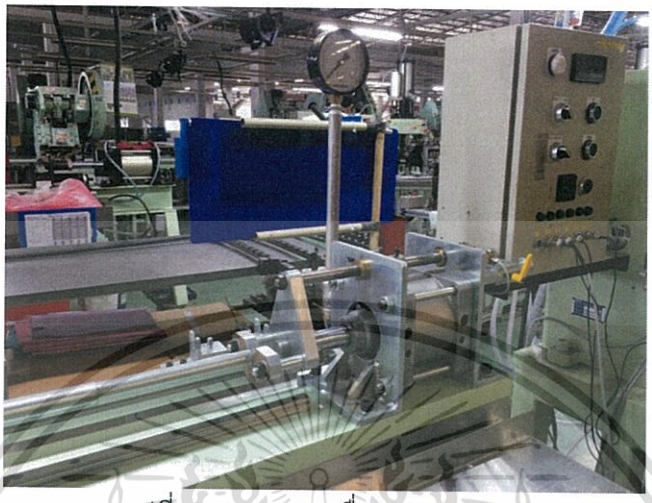
เป็นเครื่องจักรที่ไว้ใช้ในการตัดและปอก Inner โดยเราสามารถกำหนดความยาวสายหลักการตัดและปอกได้

รูปที่ 2.19 แสดงเครื่อง Inner cutting M/C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. Tensile Test

เป็นเครื่องจักรที่ใช้ทดสอบแรงดึงของสายเกียร์ โดยเราสามารถกำหนดได้ว่าจะทดสอบที่แรงดึงเท่าไร



รูปที่ 2.20 แสดง เครื่อง Tensile Test

2.14 เครื่องมือที่ใช้ตรวจสอบความถูกต้องแม่นยำ

เพื่อให้ชิ้นงานมีความถูกต้องแม่นยำเราจำเป็นต้องตั้งระยะการวางชิ้นงานในระหว่างการผลิตในสายการผลิตเพื่อให้ชิ้นงานที่ออกมานั้นตรงตาม Drawing ที่ลูกค้ากำหนดมาให้ ซึ่งสิ่งที่เราใช้กำหนดระยะในสายการผลิตคือ Jig โดยเราจะกำหนดจุดอ้างอิงบนชิ้นงานจากนั้นก็วัดระยะระหว่างจุดอ้างอิงไปยังชิ้นส่วนนั้นๆแล้วจึงนำมากำหนดระยะของ Jig ซึ่งในการตั้งระยะนั้นจำเป็นต้องใช้ประสบการณ์และความละเอียดอย่างมากโดยอุปกรณ์ที่ใช้วัดระยะได้แก่ ตลับเมตรและเวอร์เนีย ซึ่งใช้วัดทั้งระยะของ Jig และใช้ตรวจสอบชิ้นงานที่เสร็จแล้ว

1. ตลับเมตรใช้วัดวัตถุที่มีความยาวมากๆแต่ยังไม่ละเอียดมากนัก

รูปที่ 2.21 แสดงตัวอย่างตลับเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เวอร์เนียดิจิตอล จะมีความละเอียดมากกว่าตลับเมตรแต่ไม่สามารถวัดวัตถุที่มีความยาวมากๆได้

รูปที่ 2.22 แสดงตัวอย่างเวอร์เนียดิจิตอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 กำหนดการและระยะเวลาในการดำเนินการจนแล้วเสร็จ

ตารางที่ 3.1 แสดงกำหนดการและระยะเวลาในการดำเนินการโครงการพิเศษ 1

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ส.ค. 59	ก.ย. 59	ต.ค. 59	พ.ย. 59
1. พบอาจารที่ปรึกษาเพื่อปรึกษาเกี่ยวกับการทำโครงงาน	←			
2. ติดต่อขอทำโครงงานที่บริษัท ไทยสตีลเคเบิลจำกัด(มหาชน)	→	←		
3. เสนอหัวข้อโครงงานกับอาจารย์ที่ปรึกษาและวิทยาลัย		→	←	
4. เก็บข้อมูลที่บริษัทไทยสตีลเคเบิลจำกัด(มหาชน)		←	→	→
5. ศึกษาสายการผลิตที่ได้รับมอบหมายจากบริษัท		←	→	→
6. ปรึกษาและหาข้อแนะนำในการทำโครงงานกับอาจารย์ที่ปรึกษา และบริษัทไทยสตีลเคเบิล จำกัด (มหาชน)		←	→	→
7. จัดทำและส่งรูปเล่มโครงงานพิเศษบทที่ 1-3			←	→

ตารางที่ 3.2 แสดงกำหนดการและระยะเวลาในการดำเนินการโครงการพิเศษ 2

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ธ.ค. 59	ม.ค. 60	ก.พ. 60	มี.ค. 60	เม.ย 60
1. เริ่มทำการจำลองสายการผลิตด้วยโปรแกรม ProModel	←	→	→	→	
2. สรุปผลการทดลอง จากการจำลองสายการผลิตด้วยโปรแกรม ProModel				←	→
3. จัดทำและส่งรูปเล่มโครงงานพิเศษบทที่ 4-5				←	→

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การ trial line

การ trial line เป็นการทดลองสายการผลิต ซึ่งเป็นสิ่งที่จำเป็นในอุตสาหกรรม ในการ trial line แต่ละครั้งเราจะหาความสมบูรณ์และข้อบกพร่องของสายการผลิต ซึ่งเราจะ trial line กันหลายครั้งให้สายการผลิตมีความสมบูรณ์มากที่สุด เพื่อให้ชิ้นงานมีคุณภาพมากที่สุดก่อนถึงมือลูกค้า โดยสายการผลิตที่ทำการศึกษามีการ trial line ทั้งหมด 3 ครั้ง

เนื่องจากเป็นสายการผลิตใหม่เริ่มต้นก่อนที่จะทำการ trial line จะต้องทำการวางแผนรูปแบบของสายการผลิตก่อน โดยมีกระบวนการคร่าวๆดังนี้

1. ทางลูกค้าจะส่ง Drawing ของสายที่ต้องการให้บริษัทผลิตมาให้ จากนั้นทางบริษัทจะทำการปรับเปลี่ยน Drawing ของลูกค้าให้กลายเป็น Drawing ในรูปแบบของบริษัท
2. ทำ Process Flow Chart ซึ่งจะบอกว่าชิ้นงานต้องผลิตอย่างไร ใช้เครื่องอะไร ซึ่งจะทำให้วิศวกรรมการผลิตรู้ว่าจะต้องทำสายการผลิตออกมาลักษณะไหน และทำการจัดลำดับ Process เพื่อทำให้สายการผลิตนั้นมีความ balance
3. เมื่อออกแบบสายการผลิตเสร็จแล้วทางวิศวกรรมการผลิตจะให้ฝ่ายดีไซน์ ออกแบบ jig ที่จะใช้ในสายการผลิต โดย jig จะควบคุมให้ชิ้นงานตรงตามระยะ Drawing
4. ทำการจัดตั้งเครื่องและ jig ตามที่ได้มีการวางแผนไว้แล้วเริ่มทำการ trial line

3.2.1 การ trial line ครั้งที่ 1

1. วิศวกรจะทำการตรวจสอบความพร้อมของเครื่อง ความพร้อมของส่วนประกอบของสายเกียร์ ระยะของ jig และความเรียบร้อยโดยรวมต่างๆในสายการผลิตจากนั้นจึงทำการทดลองการผลิตของสายการผลิต
2. เริ่มทำการทดลองการผิดสายเกียร์โดยในการ trial line ครั้งแรกวิศวกรรมการผลิตจะเป็นคนทำการทำลองการผลิต
3. ตรวจสอบความสมบูรณ์ของสายเกียร์ว่าตรงตามระยะ Drawing และสามารถทนแรงดึงตามที่ควรจะเป็นหรือไม่โดยใช้เครื่องทดสอบแรงดึง เพื่อที่เวลาสายเกียร์ถูกนำไปใช้จริงจะต้องทนแรงดึงได้ โดยจะทำการทดลองการผลิตสายเกียร์จำนวน 20 เส้น
4. วิเคราะห์ข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต นำมาสรุปผล จากนั้นวิศวกรรมการผลิตจะเป็นผู้รับผิดชอบและทำการปรับแก้ไขส่วนที่ผิดพลาด ก่อนถึงการ trial line ครั้งที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 การ trial line ครั้งที่ 2

1. วิศวกรจะทำการตรวจสอบความพร้อมของเครื่อง ความพร้อมของส่วนประกอบของสายเกียร์ ระยะของ jig และความเรียบร้อยโดยรวมต่างๆในสายการผลิตจากนั้นจึงทำการทดลองการผลิตของสายการผลิต
2. เริ่มทำการเดินสายการผลิต โดยวิศวกรการผลิตจะเป็นคนเริ่มการผลิตเพื่อตรวจสอบความพร้องของเครื่องจักรและ jig ก่อนจากนั้นจะให้ operator มาประจำตามสถานีต่างๆเพื่อจำลองสายการผลิตจริง โดยวิศวกรรมการผลิตจะเป็นคนควบคุมดูแลการผลิต
3. ตรวจสอบความสมบูรณ์ของสายเกียร์ว่าตรงตามระยะ Drawing และสามารถทนแรงดึงตามที่ควรจะเป็นหรือไม่โดยใช้เครื่องทดสอบแรงดึง เพื่อที่เวลาสายเกียร์ถูกนำไปใช้จริงจะต้องทนแรงดึงได้ โดยจะทำการทดลองการผลิตสายเกียร์จำนวน 20 เส้น
4. วิเคราะห์ข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต นำมาสรุปผล จากนั้นวิศวกรรมการผลิตจะเป็นผู้รับผิดชอบและทำการปรับแก้ไขส่วนที่ผิดพลาด ก่อนถึงการ trial line ครั้งที่ 3

3.2.3 การ trial line ครั้งที่ 3

จะทำเช่นเดียวกับครั้งที่ 2 เพื่อที่จะได้รู้ว่าเมื่อทำการปรับแก้ไขแล้วยังเหลือปัญหาและข้อบกพร่องอะไรให้ปรับแก้หรือไม่

1. วิศวกรจะทำการตรวจสอบความพร้อมของเครื่อง ความพร้อมของส่วนประกอบของสายเกียร์ ระยะของ jig และความเรียบร้อยโดยรวมต่างๆในสายการผลิตจากนั้นจึงทำการทดลองการผลิตของสายการผลิต
2. เริ่มทำการเดินสายการผลิต โดยวิศวกรการผลิตจะเป็นคนเริ่มการผลิตเพื่อตรวจสอบความพร้องของเครื่องจักรและ jig ก่อนจากนั้นจะให้ operator มาประจำตามสถานีต่างๆเพื่อจำลองสายการผลิตจริง โดยวิศวกรรมการผลิตจะเป็นคนควบคุมดูแลการผลิต
3. ตรวจสอบความสมบูรณ์ของสายเกียร์ว่าตรงตามระยะ Drawing และสามารถทนแรงดึงตามที่ควรจะเป็นหรือไม่โดยใช้เครื่องทดสอบแรงดึง เพื่อที่เวลาสายเกียร์ถูกนำไปใช้จริงจะต้องทนแรงดึงได้
4. วิเคราะห์ข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต นำมาสรุปผล จากนั้นวิศวกรรมการผลิตจะเป็นผู้รับผิดชอบและทำการปรับแก้ไขส่วนที่ผิดพลาด ก่อนถึงการ trial line ครั้งที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4 การ trial line ครั้งที่ 4

ในการ trial line ครั้งที่ 4 จะทำเช่นเดียวกับครั้งที่ 2,3 แต่ในครั้งนี้เป็นครั้งสุดท้ายที่สำคัญที่สุดเนื่องจาก จะมีตัวแทนจากบริษัทลูกค้าเข้ามาตรวจสอบสายการผลิตด้วย ดังนั้นสายการผลิตจะต้องมีความพร้อมมากที่สุดเพื่อที่จะให้ สายเกียร์ที่ถูกผลิตออกมานั้นมีความถูกต้องแม่นยำ ถูกต้องตรงตาม Drawing ทุกอย่างตามที่บริษัทลูกค้าได้กำหนดไว้ในตอนแรก และที่สำคัญสายเกียร์ที่ถูกผลิตออกมาจะต้องสามารถทนต่อแรงดึงตามที่กำหนดเพื่อความปลอดภัยสูงสุดเมื่อมันถูกนำไปเป็นส่วนประกอบในรถยนต์จริงๆ

1. วิศวกรจะทำการตรวจสอบความพร้อมของเครื่อง ความพร้อมของส่วนประกอบของสายเกียร์ ระยะของ jig และความเรียบร้อยโดยรวมต่างๆในสายการผลิตจากนั้นจึงทำการทดลองการผลิตของสายการผลิต
2. เริ่มทำการเดินสายการผลิต โดยวิศวกรการผลิตจะเป็นคนตรวจสอบความพร้องของเครื่องจักรและ jig ก่อนจากนั้นจะให้ operator มาประจำตามสถานีต่างๆเพื่อจำลองสายการผลิตจริงตั้งแต่เริ่มจนจบการ trial line โดยวิศวกรรมการผลิตจะเป็นคนควบคุมดูแลการผลิต
3. ตรวจสอบความสมบูรณ์ของสายเกียร์ว่าตรงตามระยะ Drawing และสามารถทนแรงดึงตามที่ควรจะเป็นหรือไม่โดยใช้เครื่องทดสอบแรงดึง เพื่อที่เวลาสายเกียร์ถูกนำไปใช้จริงจะต้องทนแรงดึงได้ โดยจะทำการทดลองการผลิตสายเกียร์จำนวน 20 เส้น
4. ตรวจสอบสายการผลิต โดยมี QA, QC, Production Engineer, Supervisor และ Customer เป็นการตรวจสอบความพร้อมที่จะผลิตชิ้นงานตามใบสั่งของลูกค้าที่ได้ทำสัญญาไว้กับทางบริษัท

3.3 การทดลองโดยใช้โปรแกรม ProModel

ขั้นตอนการทดลอง

1. จับเวลาการทำงานของพนักงานในสายการผลิตในแต่ละกระบวนการ(Process) โดยจับกระบวนการละ 10 ครั้งเพื่อที่นำมาหาค่าเฉลี่ยเวลาที่ใช้ในแต่ละกระบวนการ
2. สำรวจเครื่องจักรและส่วนประกอบของชิ้นงานว่ามีอะไรบ้าง จากนั้นถ่ายรูปเครื่องจักรเพื่อนำมาใช้ในการจำลองสายการผลิต

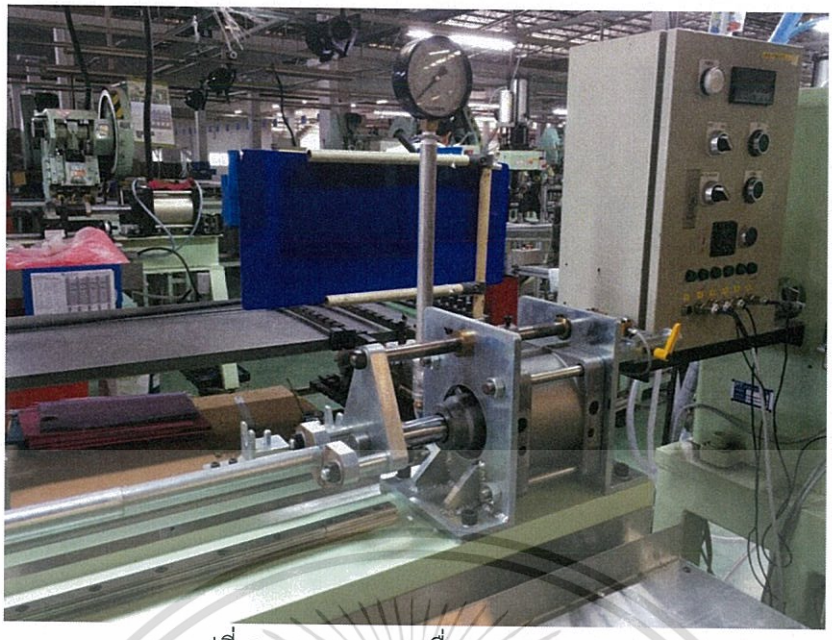
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างเครื่องจักรที่ใช้ในสายการผลิต

รูปที่ 3.1 แสดงภาพเครื่อง Hot Mark

รูปที่ 3.2 แสดงภาพเครื่อง Press M/C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 แสดงภาพเครื่อง Tensile Test

3. กำหนดตัวแปรที่จะใช้ในการจำลองสายการผลิตมีดังนี้

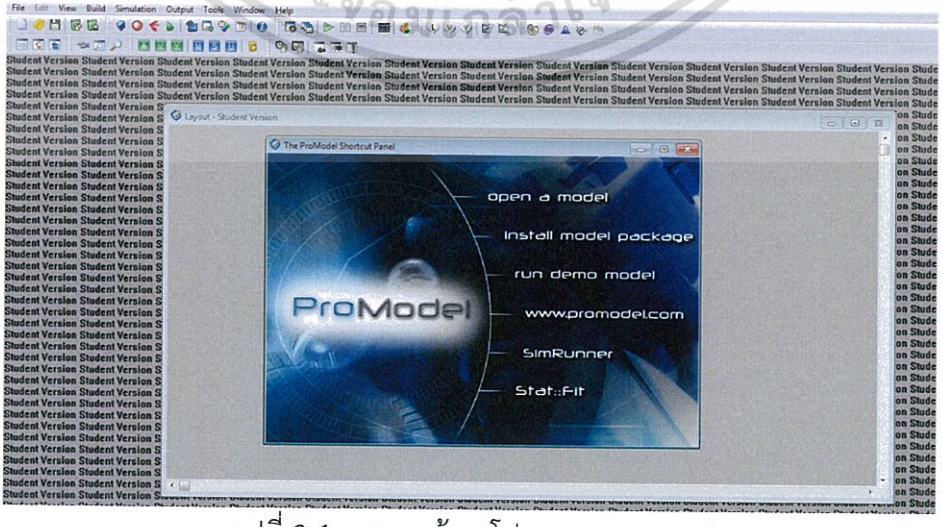
   3.1 เวลาที่ใช้ในแต่ละ กระบวนการ

   3.2 เครื่องจักรที่ใช้ในแต่ละ กระบวนการ

   3.3 ส่วนประกอบของสายเกียร์ว่ามีอะไรบ้าง

4. ใช้โปรแกรม Pro Model เพื่อจำลองสายการผลิตโดยมีขั้นตอนคร่าวๆดังนี้

   4.1 เปิดโปรแกรม Pro Model ขึ้นมา



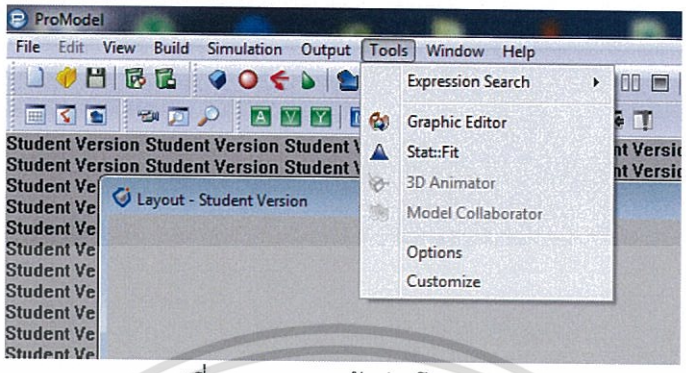
รูปที่ 3.4 แสดงหน้าตาโปรแกรม Pro Model

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ต่อมาเราจะทำการเพิ่มเครื่องจักรของเราเข้าไปในโปรแกรม

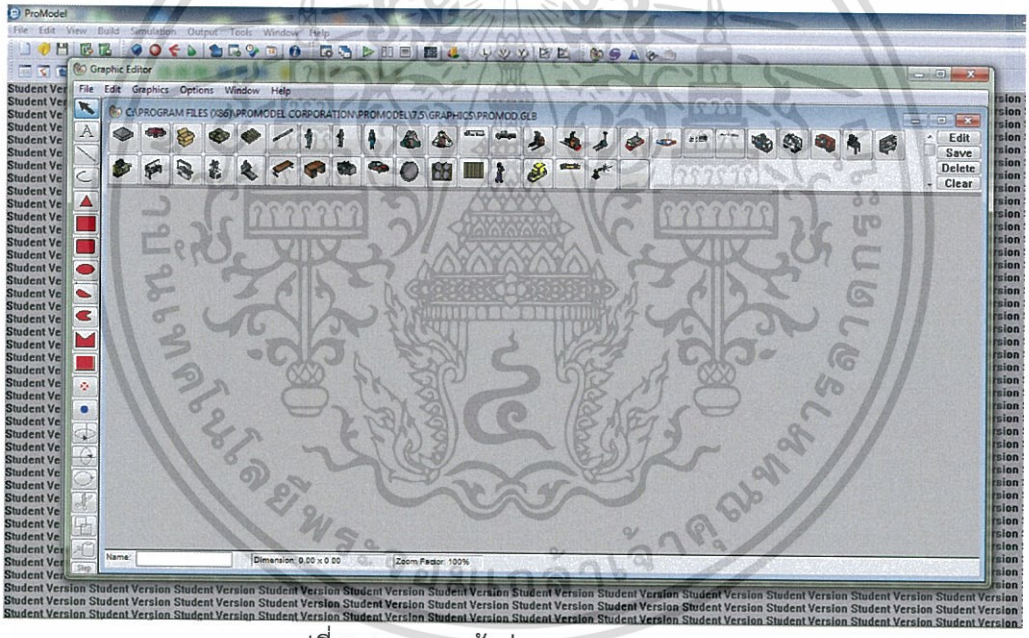
4.2.1 เปลี่ยนนามสกุลไฟล์รูปของเราจาก JEPD เป็น Bmp ก่อน

4.2.2 ที่หน้าต่างโปรแกรม คลิกที่ Tools>Graphic Editor



รูปที่ 3.5 แสดงหน้าต่างโปรแกรม

4.2.3 จะได้หน้าต่างโปรแกรม Graphic Editor ดังรูป

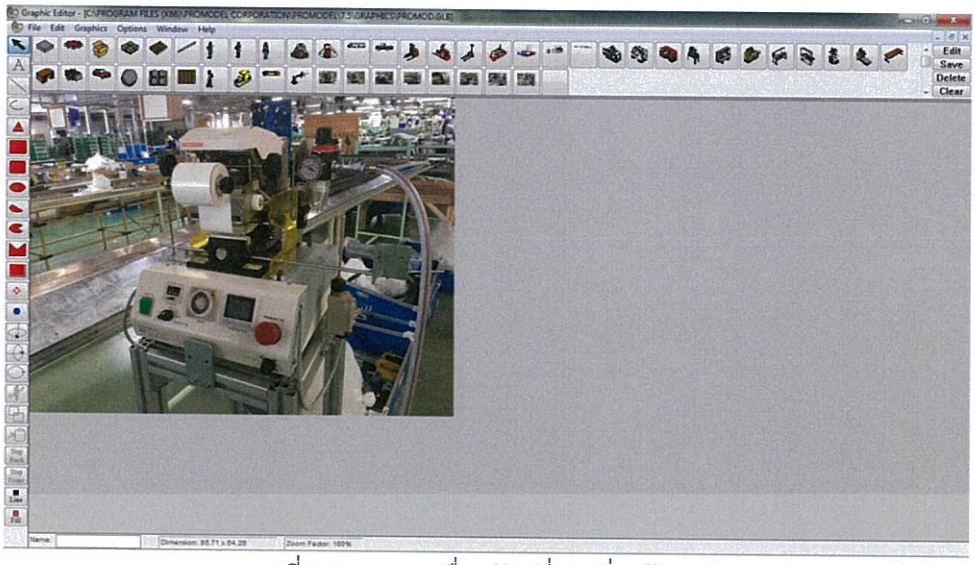


รูปที่ 3.6 แสดงหน้าต่างของ Graphic Editor

4.2.4 จากนั้นเลือก Edit>Import Graphic.... แล้วเลือกรูปเครื่องจักรที่เราต้องการเพิ่มลงไปในโปรแกรมจากนั้นกด save

4.2.5 รูปเครื่องจักรของเราจะถูกเพิ่มเข้าไปในโปรแกรมดังรูป จากนั้นปิดหน้าต่าง Graphic Editor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 แสดงเครื่องจักรที่ถูกเพิ่มเข้ามา

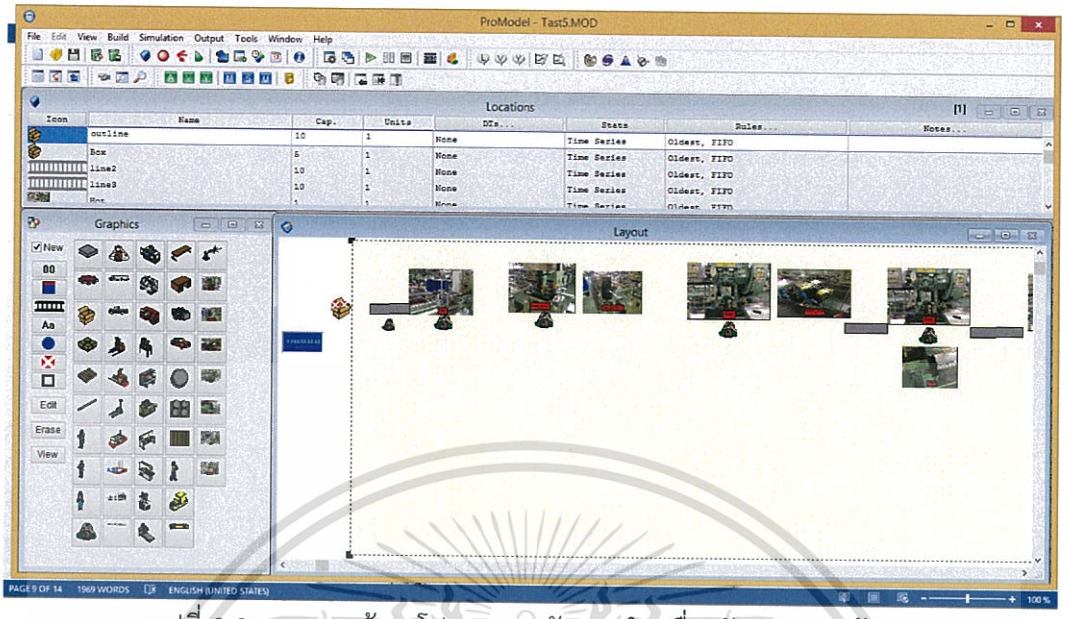
4.3 ต่อมาเราจะกำหนดการทำงานของเครื่องจักรในสายการผลิต

4.3.1 เลือก Build>Locations เพื่อกำหนดลักษณะการทำงานของเครื่องจักรในสายการผลิต จะได้หน้าต่างดังรูป

รูปที่ 3.8 แสดงหน้าต่างโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

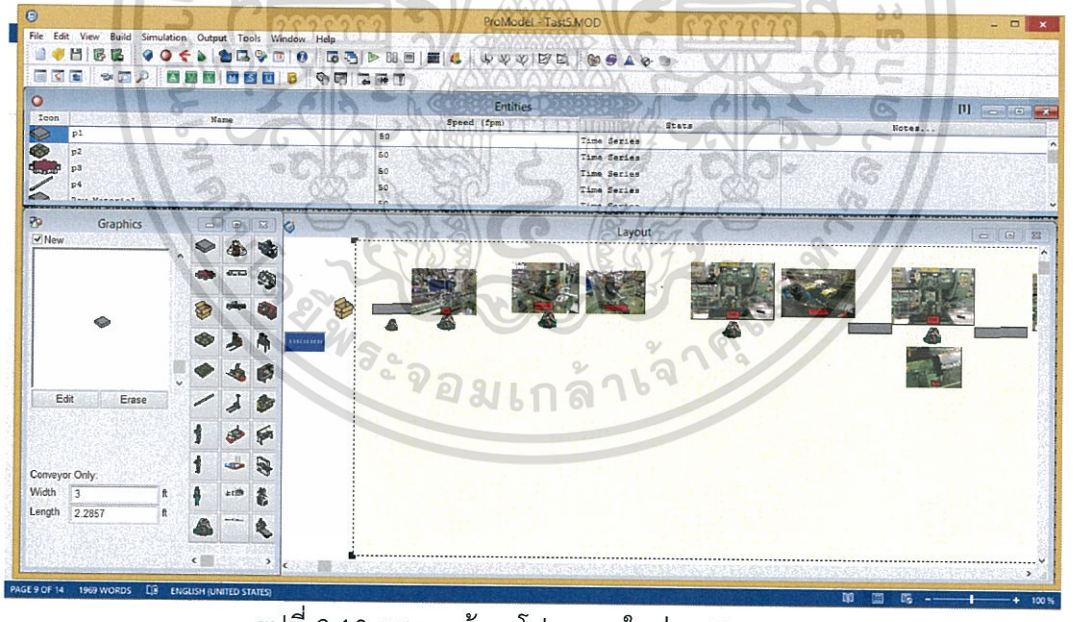
4.3.2 นำเครื่องจักรมาวางลำดับตามรูป



รูปที่ 3.9 แสดงหน้าตาโปรแกรมหลังจากนำเครื่องจักรมาวางแล้ว

4.4 ต่อมาเราจะกำหนดคุณสมบัติของ part ต่างๆที่ใช้ในการผลิต

4.4.1 ไปที่หน้าต่างของโปรแกรมเลือก Build>Entities จะได้หน้าตาโปรแกรมดังรูป



รูปที่ 3.10 แสดงหน้าตาโปรแกรมในส่วน Entities

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.2 จากนั้นใส่ Part ที่ใช้ในการผลิตชิ้นงานลงในตารางดังรูป

Entities

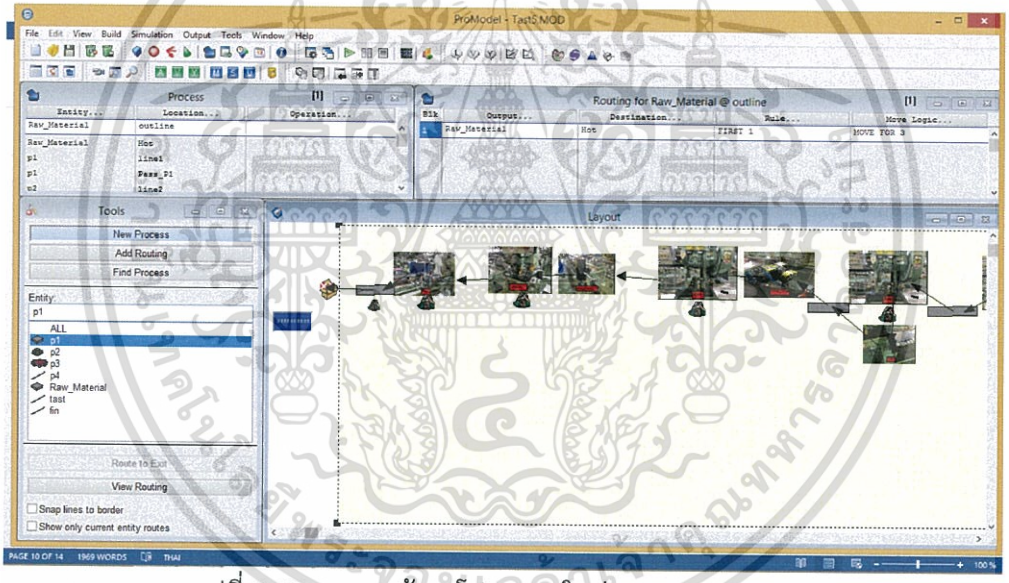
Icon	Name	Speed (fpm)	Sta
	p1	50	Time Series
	p2	50	Time Series
	p3	50	Time Series
	p4	50	Time Series
	Raw_Material	50	Time Series
	tast	50	Time Series
	fin	50	Time Series

รูปที่ 3.11 แสดงการตั้งค่า Part ในส่วน Entities

4.4.3 โดยส่วน Edit Table เราจะสามารถกำหนดไอคอน ชื่อ ความเร็วของPart ได้

4.5 ในส่วนต่อมาเราจะกำหนดส้นทางของ Entities ที่เข้ามาและกระบวนการในแต่ละ Location ในระบบ

4.5.1 เลือก Build> Processing จะได้หน้าต่างโปรแกรมดังรูป

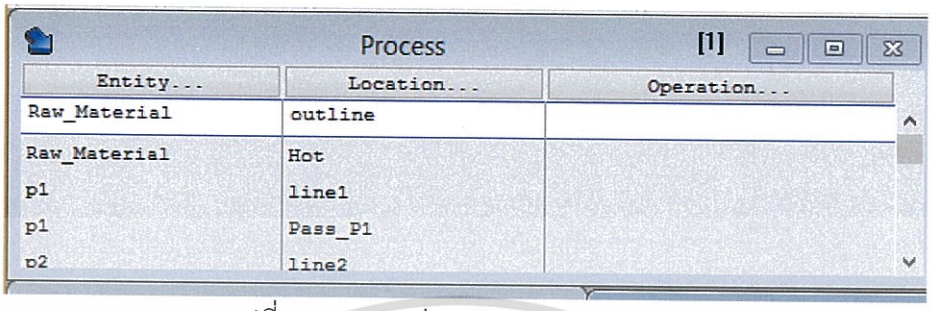


รูปที่ 3.12 แสดงหน้าตาโปรแกรมในส่วน Processing

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

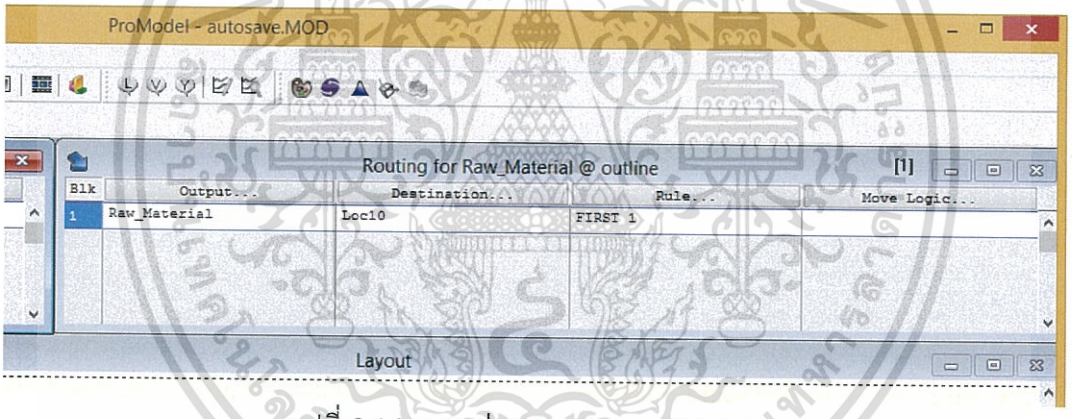
4.5.2 การสร้าง Processing จะประกอบไปด้วยส่วนต่างๆดังนี้

4.5.2.1 Process Edit Table จะใช้สำหรับการเขียนกระบวนการที่ Location นั้นๆ



รูปที่ 3.13 แสดงส่วน Process Edit Table

4.5.2.2 Routing edit table ใช้กำหนดในส่วนของ Output แต่ละ Process ซึ่ง **Output** คือ Entities ที่ออกจาก Location นั้นๆและ Destination คือ Location ที่ Entities จะถูกส่งไปหลังจบกระบวนการ

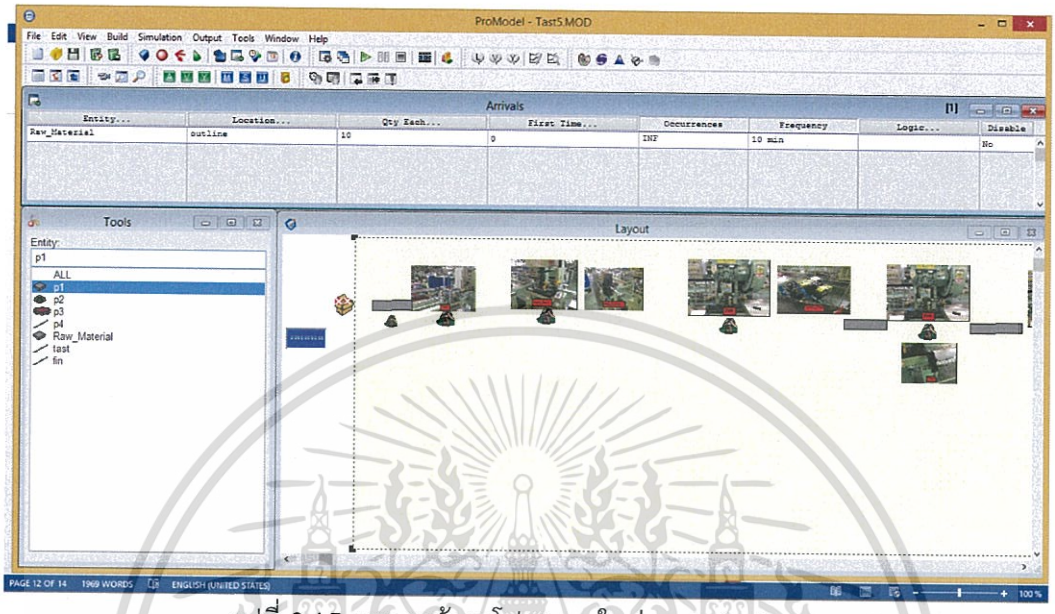


รูปที่ 3.14 แสดงส่วน Routing edit table

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

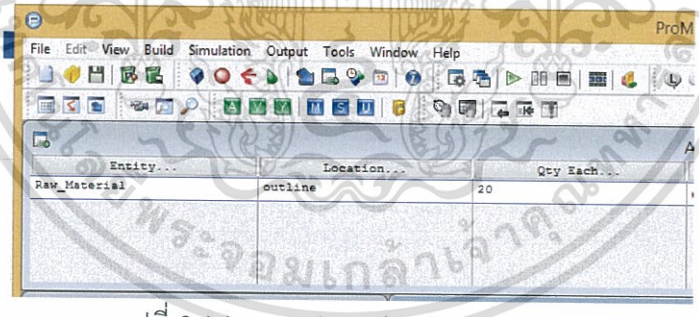
4.6 ต่อมาเราจะกำหนดจำนวนของ Entity, จำนวนครั้งและความถี่ในการเข้ามาของ Entity

4.6.1 ไปที่หน้าต่างของโปรแกรมเลือก Build>Arrival จะได้หน้าตาโปรแกรมดังรูป

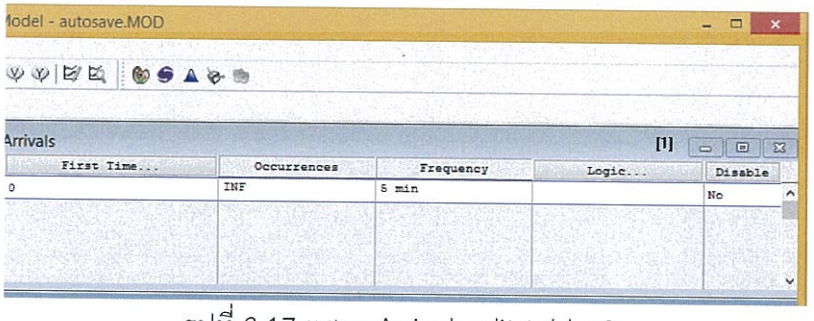


รูปที่ 3.15 แสดงหน้าตาโปรแกรมในส่วน Arrival

4.6.2 เราสามารถกำหนดค่าต่างๆได้จากส่วน Arrival edit table ดังนี้



รูปที่ 3.16 แสดง Arrival edit table 1



รูปที่ 3.17 แสดง Arrival edit table 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Entity : ใช้กำหนด Entity ที่เข้ามาในระบบ

Location : ใช้กำหนด Location ที่ Entity จะเข้ามา

Qty Each : ใช้กำหนดจำนวน Entity ที่เข้ามา

First time : ใช้กำหนดเวลาในการมาครั้งแรกของ Entity

Occurrences : ใช้กำหนดจำนวนครั้งในการมาของ Entity

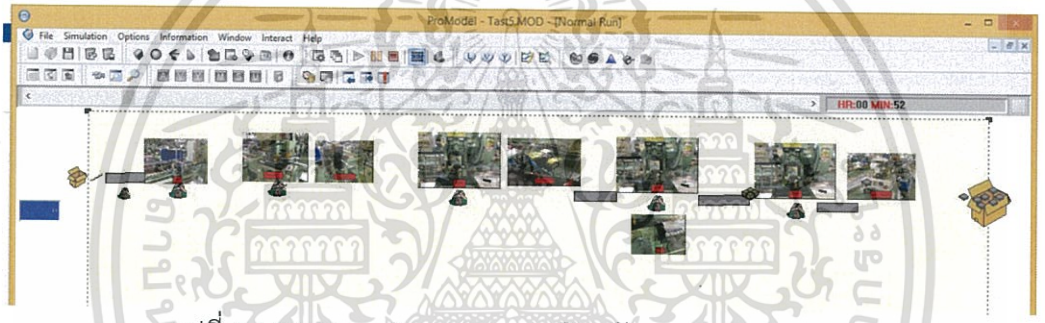
Frequency : ใช้กำหนดความถี่ของการมาในแต่ละครั้ง

Logic : ใช้กำหนดข้อจำกัดในการเข้ามาของ Entity

Disable : ใช้เปิด/ปิด การเข้ามาของ Entity

4.7 ต่อมาเราจะทำการจำลองสายการผลิต

4.7.1 เลือก simulation>Run แล้วเราจะได้รูปแบบการทำงานของสายการผลิตออกมาดังรูป



รูปที่ 3.18 แสดง รูปแบบสายการผลิตหลังจากกด Run

4.8 จากนั้นเราสามารถเช็คได้ว่า ระยะเวลาในการ Run ทั้งหมด ระยะเวลาในการขึ้นชิ้นงาน 1 ชิ้น และจำนวนชิ้นงานที่สามารถผลิตได้ทั้งหมด คือเท่าไหร่

General | Locations | Location States Multi | Location States Single | Failed Arrivals | Entity Activity | Entity States | Variables

Tast5.MOD (Normal Run - Rep. 1)

Name	Total Changes	Avg Time Per Change (MIN)	Minimum Value	Maximum Value	Current Value	Avg Value
C	141.00	3.25	0.00	142.00	142.00	68.06

รูปที่ 3.19 แสดงผลสรุป

โดยในทีแรกเราจะจำลองสายการผลิตต้นแบบก่อนแล้วดูผลว่าเป็นอย่างไร จากนั้นเราจะออกแบบสายการผลิตขึ้นมาเองแล้วเปรียบเทียบดูว่า มีข้อดีข้อเสียจากสายการผลิตแบบเก่าอย่างไร ทำให้ เราสามารถ รู้ผลหลังจากการเปลี่ยนแปลงสายการผลิตโดยที่ยังไม่ต้องไปปรับเปลี่ยนสายการผลิตจริงๆ ซึ่งประหยัดต้นทุนกว่า

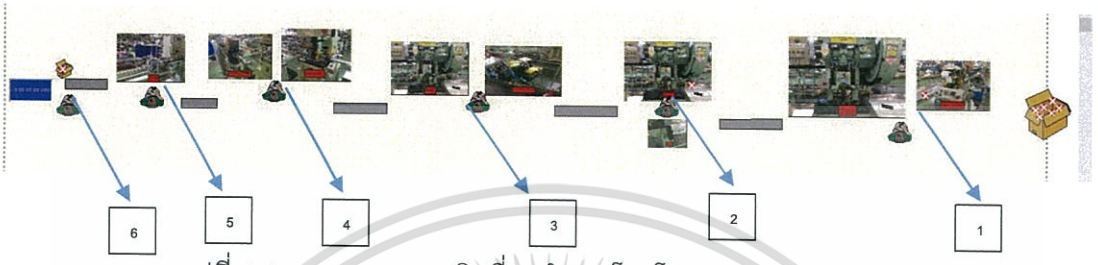
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลวิจัยและการอภิปรายผล

4.1 ผลการทดลองหลังจากออกแบบสายการผลิตด้วยโปรแกรม ProModel

4.1.1 สายการผลิตตั้งต้น



รูปที่ 4.1 แสดงสายการผลิตที่ถูกจำลองโดยโปรแกรม ProModel

จากภาพโดยเป็นการจำลองสายการผลิตลงในโปรแกรม ProModel โดยมีขั้นตอนแต่ละส่วนคร่าวๆดังนี้

โดยส่วนที่ 1 ประกอบไปด้วย

- นำสายการผลิตไปปั๊มกับเครื่อง Hot Mark
- ใส่ Protector และ clamp บน Outer
- ปั๊มด้วยเครื่อง Press M/C

ส่วนที่ 2 ประกอบไปด้วย

- ประกอบ casing cap เข้ากับ outer
- ปั๊มด้วยเครื่อง Press M/C
- พันเทปที่ Protector

ส่วนที่ 3 ประกอบไปด้วย

- วางสายโดยยึดสายไว้กับ die
- ใส่ Inner ด้วยเครื่อง Inner Insert
- ปั๊มด้วยเครื่อง Press M/C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนที่ 4 ประกอบไปด้วย

- ตัด Inner ด้วยเครื่อง Inner Cutting
- ปั๊มด้วยเครื่อง Crank Press M/C

ส่วนที่ 5 คือ ทดสอบแข็งแรงของสายด้วย Test M/C

ส่วนที่ 6 คือ ตรวจสอบความสมบูรณ์ของสายและบรรจุลงกล่อง

1.1. ค่าจริงที่ได้จากการวัดและสังเกตผลจากสายการผลิตจริง

ตารางที่ 4.1 แสดงเวลาทำงานต่อวัน จำนวน Operatorและสายเกียร์ที่ผลิตได้ต่อวัน

เวลาการทำงานต่อวัน	**จำนวน Operator ในสายการผลิต**
460 นาที	6 คน

ตารางที่ 4.2 แสดงเวลาที่ใช้ในแต่ละกระบวนการ

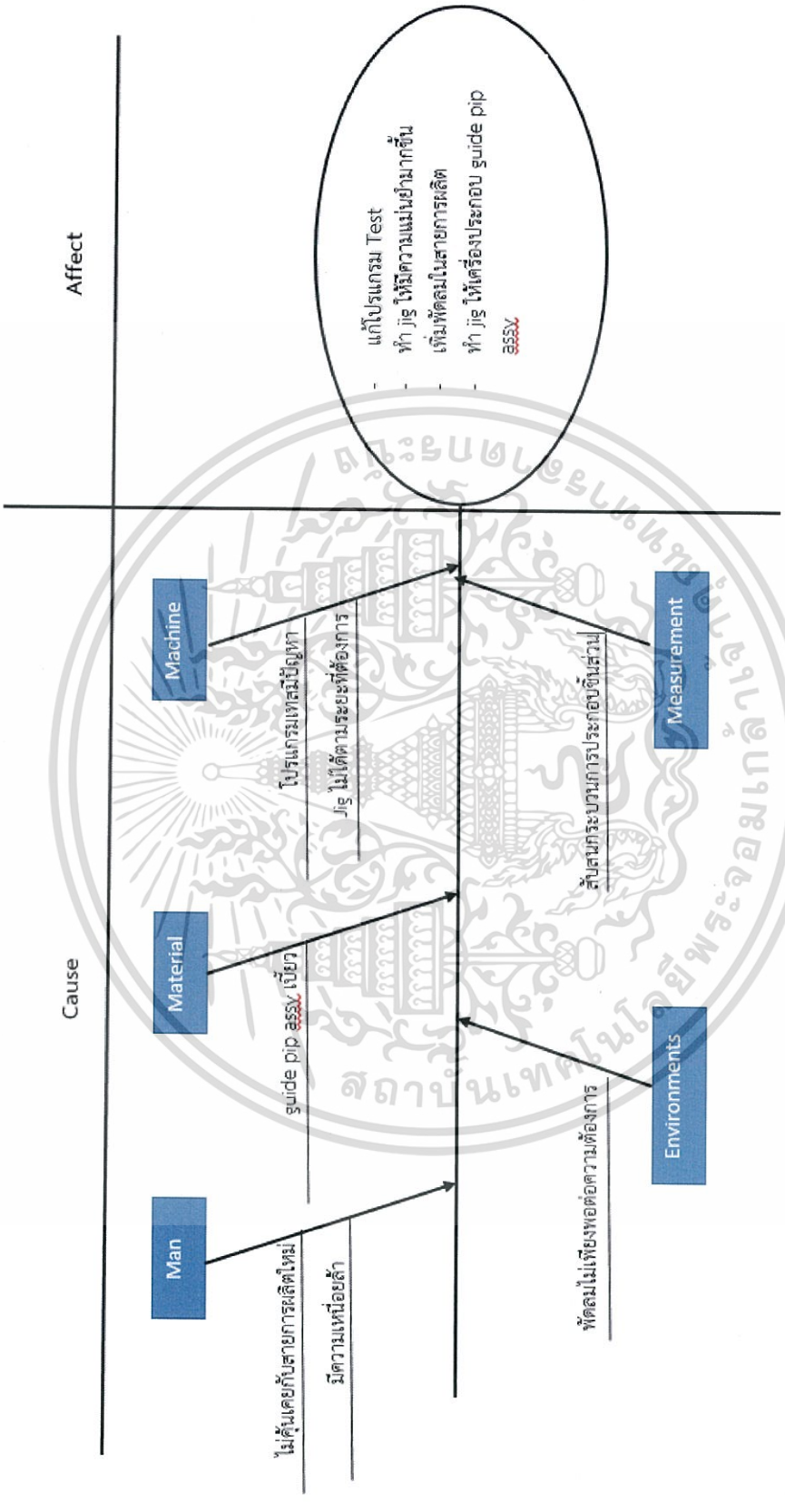
กระบวนการ	1	2	3	4	5	6	**เวลารวม**
เวลาที่ใช้ต่อกระบวนการ	46	60	43	29	30	90	281

สายเกียร์ 1 สายใช้เวลา 281 วินาทีโดยเฉลี่ย และในหนึ่งวันนั้นเวลาเริ่มงานอยู่ที่ 9 ชั่วโมง คือเริ่มทำงานตอน 8 โมงเช้าและเลิกงานตอน 5 โมงเย็น หากทำการลบเวลาพักไป 80 นาทีแล้วจะได้เวลาการทำงานจริงคือ460 นาทีหรือ 7.5 ชั่วโมง โดยในการผลิตจริงๆจำนวนสายเกียร์ที่ผลิตได้สามารถดูได้จากเวลาที่เป็นคอขวด ในที่นี้คือเวลาที่ทำการตรวจสอบสายและทำการบรรจุลงกล่องโดยมีเวลาอยู่ที่ 90 วินาที ดังนั้นเวลาที่สายเกียร์จะผลิตเสร็จสิ้นในหนึ่งสายอยู่ที่ประมาณ 1.5 นาที

โดยเราจะทำการวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นและใส่ลงในแผนผังก้างปลาเช่น คนงานไม่คุ้นเคยกับขั้นตอนและกระบวนการของสายการผลิต สภาพแวดล้อมของสายการผลิตมีความร้อนสูง โปรแกรมเทสมีปัญหา ฯลฯ และบอกว่าสามารถแก้ได้ด้วยการ แก้โปรแกรม Test เพิ่มพัดลมในสายการผลิต เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

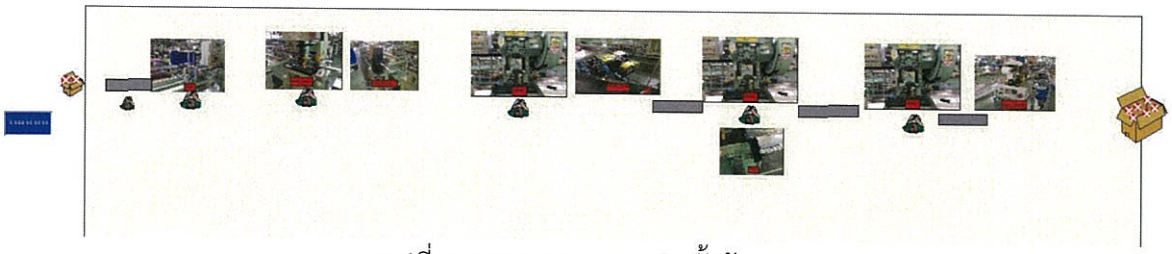
ทำการวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นโดยใช้แผนภูมิก้างปลา



รูปที่ 4.2 แผนผังก้างปลา

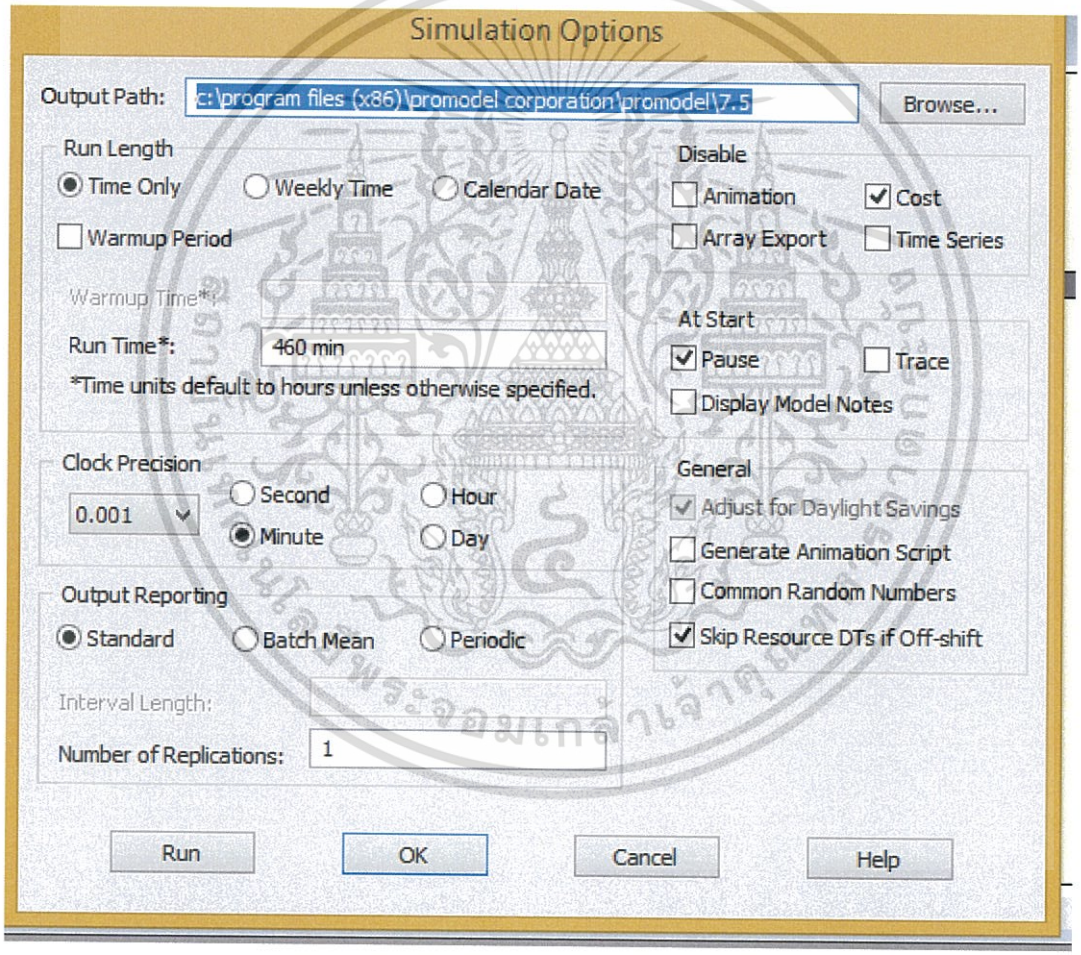
1.2 ค่าที่ได้จากการจำลองสายการผลิตโดยใช้โปรแกรม ProModel

ในขั้นตอนแรกเราจะทำการจำจองสายการผลิตตั้งต้นก่อนโดยใช้ข้อมูลที่ได้ทำการเก็บมาจากสายการผลิตจริง



รูปที่ 4.3 แสดงสายการผลิตตั้งต้น

ครั้งที่ 1



รูปที่ 4.4 แสดงการตั้งค่าต่างๆก่อนการจำลองสายการผลิต

เวลาที่ใช้ในการจำลองสายการผลิตคือ 460 นาที ซึ่งเป็นเวลาที่ Operator ทำงานใน 1 วัน โดยเราจำทำการทดสอบว่าเมื่อเรานำสายการผลิตมาจำลองในโปรแกรม ProModel แล้วดูว่าใน 1 วันสามารถผลิตสายเกียร์ได้เป็นจำนวนเท่าไร ก่อนที่จะทำการปรับปรุงสายการผลิตให้ดีขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้ผลการจำลองดังนี้

General | Locations | Location States Multi | Location States Single | Failed Arrivals | Entity Activity | Entity States | Variables

tast2.MOD (Normal Run - Rep. 1)

	Name	Total Changes	Avg Time Per Change (MIN)	Minimum Value	Maximum Value	Current Value	Avg Value
	C	257.00	1.79	0.00	257.00	257.00	126.83

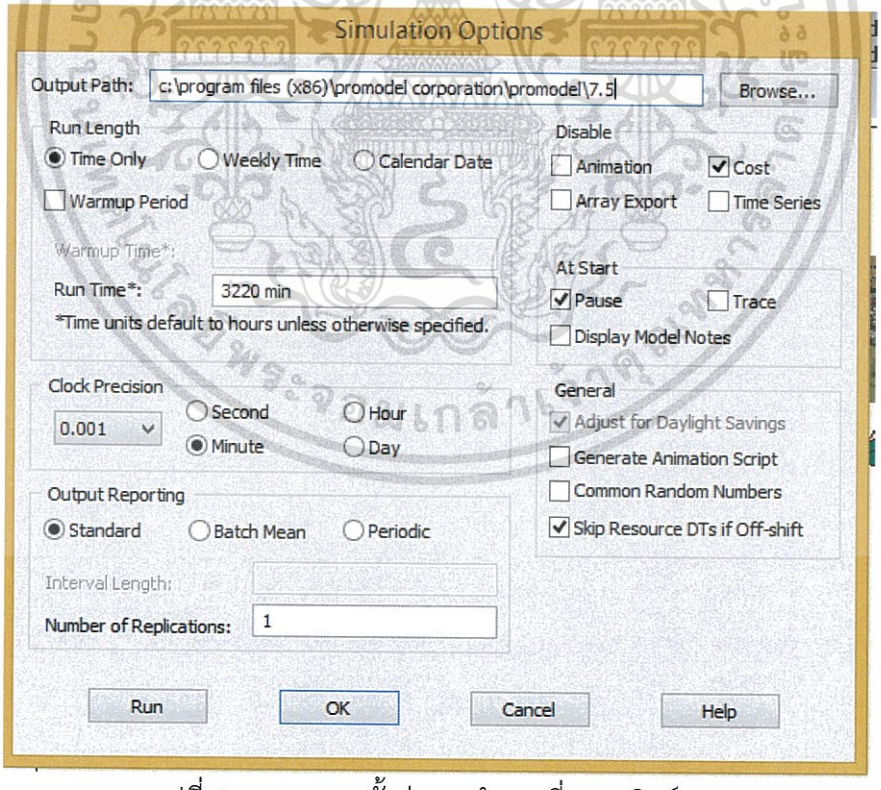
รูป 4.5 แสดงผลการจำลองที่ได้จากโปรแกรม

ตารางที่ 4.3 แสดงเวลาที่ใช้โดยเฉลี่ยและจำนวนที่ผลิตได้ของสายการผลิตตั้งต้น

เวลาที่ใช้ในการผลิตโดยเฉลี่ย	**1.79 นาที/เส้น**
จำนวนสายเกียร์ที่ผลิตได้ใน 1 วัน	**257 เส้น**

จากผลการจำลองด้วยโปรแกรม ProModel พบว่า เวลาเฉลี่ยที่ได้นั้นมากกว่าเวลาในการผลิตจริงๆเล็กน้อย อาจเป็นเพราะในสายการผลิตจริง นั้นมีปัจจัยอื่นๆเข้ามาเกี่ยวข้องอีกทำให้เวลา 1.5 นาทีที่คาดการณ์ไว้ไม่ถูกต้องซะทีเดียว แต่ทั้งนี้ทั้งนั้น เราจะขอใช้ค่าที่ได้จากการจำลองด้วยโปรแกรม ProModel เป็นค่าตั้งต้นเพื่อเปรียบเทียบเมื่อเราได้ทำการปรับปรุงสายการผลิตต่อไป

ถัดมาเป็นการจำลองว่าใน 1 อาทิตย์สามารถผลิตได้กี่เส้น



รูปที่ 4.6 แสดงการตั้งค่าการจำลองที่ 1 อาทิตย์

เวลาที่ใช้ในการจำลองคือ 3220 นาทีหรือ 1 อาทิตย์ เพื่อที่จะดูว่าจำนวนและเวลาในการผลิตแตกต่างจาก 1 วันอย่างไรบ้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการจำลองได้ดังนี้

General Report (Normal Run - Rep. 1)

General	Locations	Location States Multi	Location States Single	Failed Arrivals	Entity Activity	Entity States	Variables

tast2.MOD (Normal Run - Rep. 1)

	Name	Total Changes	Avg Time Per Change (MIN)	Minimum Value	Maximum Value	Current Value	Avg Value
	C	1819.00	1.77	0.00	1819.00	1819.00	907.72

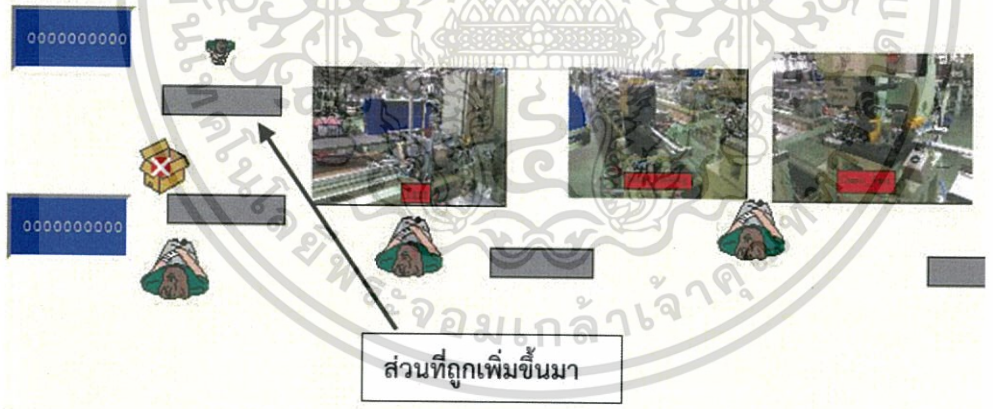
รูปที่ 4.7 แสดงผลการจำลองที่เวลา 1 อาทิตย์

จากผลการจำลองพบว่าเมื่อเรา RUN ที่เวลา 1 อาทิตย์จำทำให้มีจำนวนสายเกียร์ทั้งหมดคือ 1819 เส้น หรือเฉลี่ยวันละ 259 เส้น สาเหตุที่ผลิตได้มากกว่าอาจเป็นเพราะ เวลาที่แตกต่างกันในแต่ละกระบวนการทำให้มีผลเมื่อทำงานในระยะยาว

4.1.2 สายการผลิตที่ออกแบบและปรับปรุงในโปรแกรม ProModel

2.1 การปรับปรุงสายการผลิตแบบที่ 1

จากการสังเกตพบว่ามีปัญหาคอขวดอยู่ที่กระบวนการที่ 6 ดังนั้นจึงทำการแก้ปัญหาด้วยการเพิ่มคนในกระบวนการที่ 6 เป็น 2 คนดังนี้

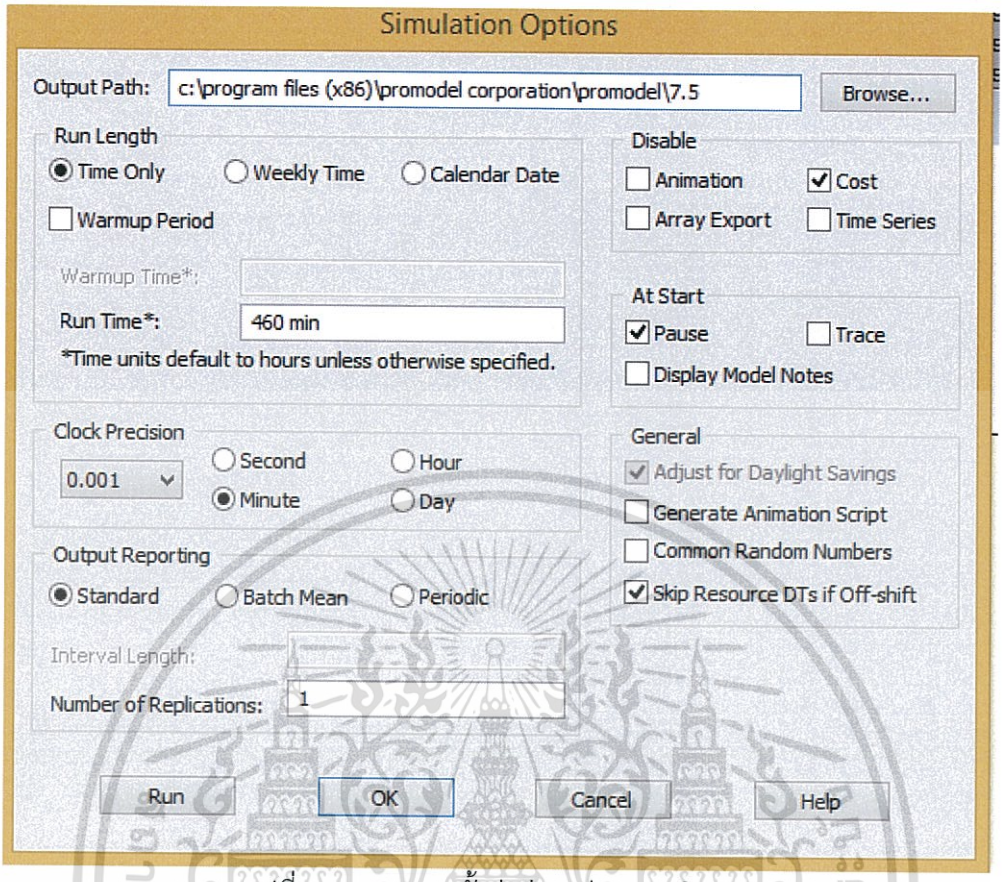


รูปที่ 4.8 แสดงสายการผลิตหลังจากเพิ่มคนในกระบวนการที่ 6

คาดการว่าการเพิ่มจำนวนคนที่กระบวนการที่ 6 จะช่วยสามารถปัญหาคอขวดได้ โดยอาจจะเพิ่มจำนวนสายที่ผลิตได้หรือลดเวลาในการผลิตต่อชิ้นได้ โดยจำทำการทดสอบโดยใช้เวลาเท่ากับสายการผลิตตั้งต้นคือ 460 นาที ซึ่งเป็นเวลาที่ทำงานต่อวันของพนักงาน

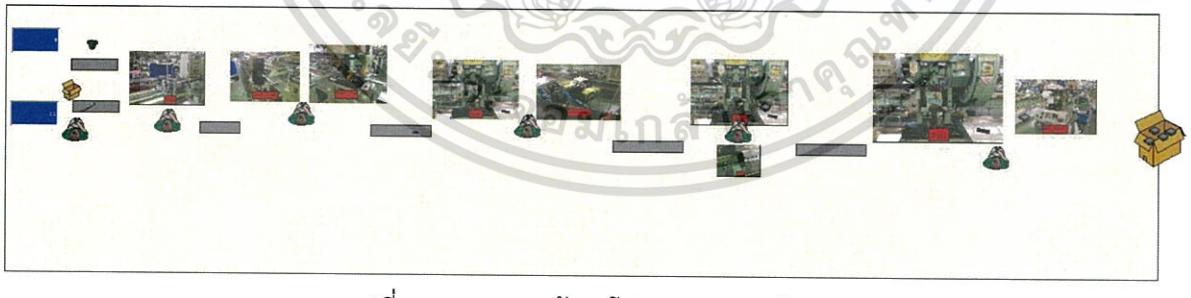
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตั้งค่าการจำลอง



รูปที่ 4.9 แสดงการตั้งค่าต่างๆก่อนการจำลอง

ภาพขณะจำลองสายการผลิต



รูปที่ 4.10 แสดงหน้าตาโปรแกรมขณะจำลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้ผลการจำลองดังนี้

General | Locations | Location States Multi | Location States Single | Entity Activity | Entity States | Variables

chance1.MOD (Normal Run - Rep. 1)

Name	Total Changes	Avg Time Per Change (MIN)	Minimum Value	Maximum Value	Current Value	Avg Value
C2	303.00	1.51	0.00	145.00	145.00	74.06
C	303.00	1.51	0.00	159.00	159.00	76.80

รูปที่ 4.11 แสดงผลการจำลอง

ตารางที่ 4.4 แสดงเวลาที่ใช้โดยเฉลี่ยและจำนวนที่ผลิตได้ของสายการผลิตแบบที่ 2

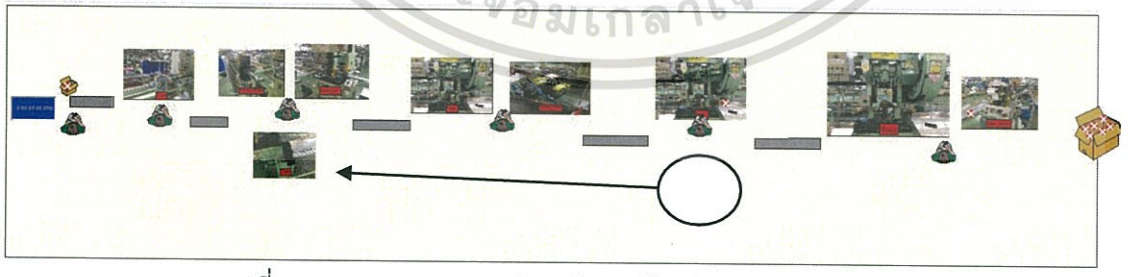
เวลาที่ใช้ในการผลิตโดยเฉลี่ย	**1.51 นาที/เส้น**
จำนวนสายเกียร์ที่ผลิตได้ใน 1 วัน	**303 เส้น**

จากผลการจำลองจากโปรแกรม ProModel นั้น แสดงให้เห็นว่าเมื่อเราได้ทำการเพิ่มจำนวนคนในขั้นตอนที่ 6 นั้น จะสามารถทำให้ผลิตสายเกียร์ได้มากขึ้นถึง 46 เส้นและลดเวลาการผลิตต่อเส้นโดยเฉลี่ยได้ 16.8 วินาที ซึ่งทำให้บริษัทสามารถผลิตสายเกียร์เพื่อส่งให้ลูกค้าได้ไวยิ่งขึ้น แต่ก็ต้องแลกมาด้วยการจ้างพนักงานเพิ่มอีก 1 คน ควรจะดูความต้องการของลูกค้าก่อนว่าต้องการสายเกียร์มากแค่ไหนเพราะวิธีนี้เหมาะสมกับการผลิตระยะยาว

2.2 การปรับปรุงสายการผลิตแบบที่ 2

ส่วนที่เป็นคอขวดอีกส่วนหนึ่งคือกระบวนการที่ 2 ซึ่งใช้เวลา 60 วินาที ดังนั้นเราจะลองย้ายขั้นตอนของการพันเทปของกระบวนการที่ 2 ไปไว้กระบวนการที่ 4 ซึ่งใช้เวลาเพียงแค่ 29 วินาที เพื่อที่จะทำให้สายการผลิตมีความสมดุลมากยิ่งขึ้น

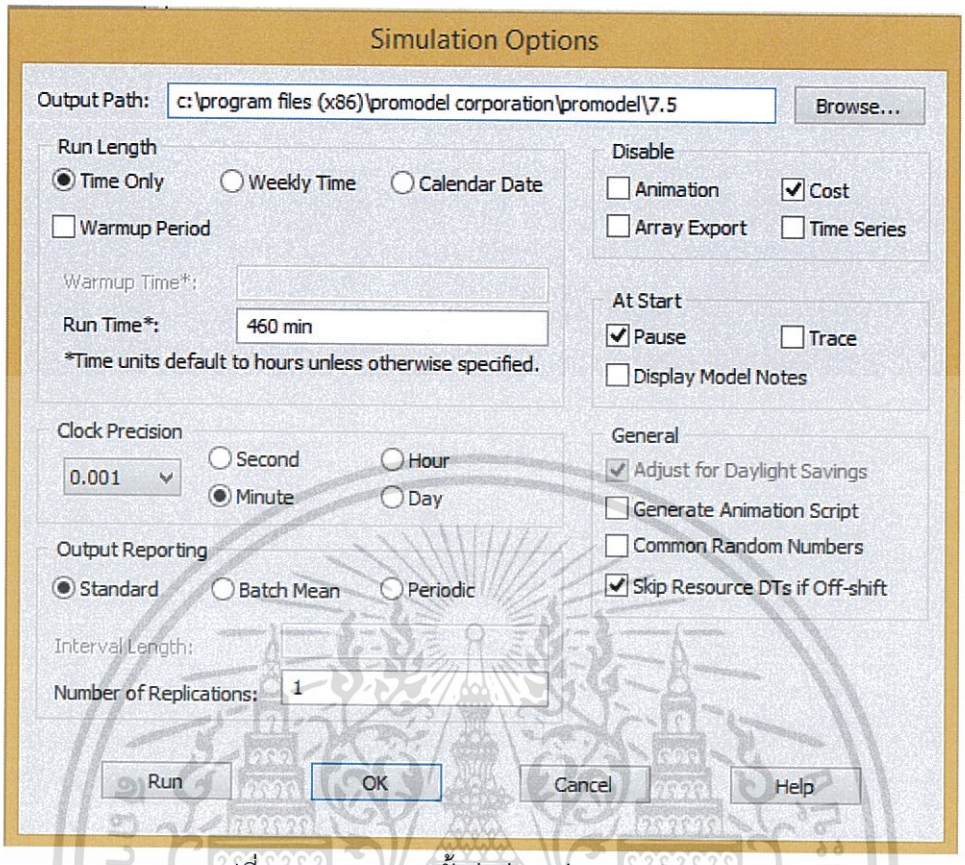
โดยขั้นแรกเราจะทำการแก้ไขสายการผลิตในโปรแกรม ProModel



รูปที่ 4.12 แสดงสายการผลิตหลังจากย้ายส่วนพันเทปแล้ว

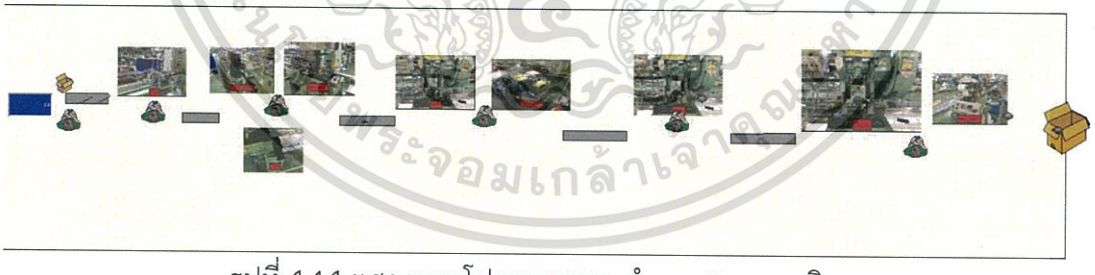
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยเราจะทำการจำลองที่เวลา 460 นาทีเหมือนเดิมแล้วดูผลที่ได้



รูปที่ 4.13 แสดงการตั้งค่าต่างๆก่อนการจำลอง

ภาพขณะจำลองการผลิต



รูปที่ 4.14 แสดงภาพโปรแกรมขณะจำลองสายการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้ผลการจำลองดังนี้

General | Locations | Location States Multi | Location States Single | Failed Arrivals | Entity Activity | Entity States | Variables

chance2.MOD (Normal Run - Rep. 1)

Name	Total Changes	Avg Time Per Change (MIN)	Minimum Value	Maximum Value	Current Value	Avg Value
C	264.00	1.74	0.00	264.00	264.00	130.46

รูปที่ 4.15 แสดงผลการจำลอง

ตารางที่ 4.5 แสดงเวลาที่ใช้โดยเฉลี่ยและจำนวนที่ผลิตได้ของสายการผลิตแบบที่2

เวลาที่ใช้ในการผลิตโดยเฉลี่ย	**1.74 นาที/เส้น**
จำนวนสายเกียร์ที่ผลิตได้ใน 1 วัน	**264 เส้น**

ซึ่งผลการจำลองที่ได้คือสายการผลิตมีเวลาในการผลิตสายเกียร์โดยเฉลี่ยต่อเส้นคือ 104.4 วินาที ซึ่งน้อยกว่าสายการผลิตตั้งต้นน้อยมากคืออยู่ที่ประมาณ 3 วินาที ผลิตได้มากขึ้นประมาณ 7 เส้น โดยมันแสดงให้เห็นว่าปัญหาของสายการผลิตนี่อยู่ที่กระบวนการที่ 6 เป็นหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการ trial line ในแต่ละครั้ง

การ trial line ของสายการผลิตนี้ มีทั้งหมด 4 ครั้งโดยแต่ละครั้ง หลังจากได้พบเจอปัญหาต่างๆก็ได้ทำการปรับปรุงและแก้ไขปัญหาของสายการผลิตดังนี้

การ trial line ครั้งที่ 1 พบปัญหา jig ในกระบวนการที่ 2 นั้นไม่ตรงตามที่ควรจะเป็นทำให้สายเกียร์ที่ออกมานั้นไม่ได้ระยะตาม Drawing ที่กำหนดไว้ และในกระบวนการที่ 4 นั้นขาด Jig Support Outer ทำให้การปั๊มชิ้นงานไม่สะดวก

การแก้ไข ได้ทำการวัดและย้ายตำแหน่ง jig ใหม่โดยให้ตรงตาม Drawing ที่กำหนดไว้ และได้ทำ Jig Support Outer ให้กระบวนการที่ 4

การ trial line ครั้งที่ 2 พบปัญหาที่โปรแกรม test ของกระบวนการที่ 5 นั้นมีปัญหาที่ระยะเวลาในการ test นั้นนานเกินไป และในกระบวนการที่ 1,2 นั้นทางผู้ตรวจสอบมีความเห็นว่า Safety guard ที่ใช้อยู่นั้นยังไม่ปลอดภัยพอ

การแก้ไข ได้ให้ส่วน software ของแผนกมาทำการแก้ไขโปรแกรมของส่วน test ใหม่ และได้ทำการปรับปรุง Safety guard ของกระบวนการที่ 1,2 ให้ปลอดภัยมากยิ่งขึ้น

การ trial line ครั้งที่ 3 ไม่พบปัญหาหลักๆแต่ทางพนักงานของกระบวนการที่ 1,2 ได้ขอให้มีกล่องใส่จาระบีไว้ใกล้ๆเพื่อความคล่องตัว

การแก้ไข เพิ่มกล่องใส่จารบีให้กระบวนการที่ 1,2

การ trial line ครั้งที่ 4 ไม่พบปัญหาใดๆ แสดงให้เห็นว่าสายการผลิตนี้พร้อมผลิตสายเกียร์ส่งให้ลูกค้าแล้ว

5.2 สรุปผลการวิจัยจากการออกแบบสายการผลิตโดยใช้โปรแกรม ProModel

ในหนึ่งวันพนักงานทำงานทั้งหมด 460 นาที และในสายการผลิตใช้พนักงานทั้งหมด 6 คน โดยจากการเก็บข้อมูลได้ทำการจับเวลาในการผลิตแต่ละกระบวนการได้ดังนี้คือ กระบวนการที่ 1 ใช้เวลา 46 วินาที กระบวนการที่ 2 ใช้เวลา 60 วินาที กระบวนการที่ 3 ใช้เวลา 43 วินาที กระบวนการที่ 4 ใช้เวลา 29 วินาที กระบวนการที่ 5 ใช้เวลา 30 วินาทีและกระบวนการที่ 6 ใช้เวลา 90 วินาที ดังนั้นเวลารวมทั้งสิ้นคือ 281 วินาทีหรือ 4.68 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการคาดการณ์คือเมื่อเริ่มต้นการผลิตเวลาที่จะใช้ในการผลิตสายเกียร์ต่อ 1 เส้น คือเวลาที่เป็นคอขวด ในที่นี้คือเวลาของกระบวนการที่ 6 ซึ่งใช้เวลาถึง 90 วินาทีดังนั้นในการผลิตสายเกียร์ 1 เส้นควรจะอยู่ที่ประมาณ 1.5 นาทีแต่ในความเป็นจริงนั้นยังมีปัจจัยอื่นๆเข้ามาเกี่ยวข้องอีกเช่น ความล้าของพนักงาน เครื่องมีปัญหาเป็นต้น

เมื่อเราได้ทำการจำลองสายการผลิตตั้งต้นลงในโปรแกรม ProModel พบว่าเวลาที่ใช้ในการผลิตสายเกียร์ต่อ 1 เส้นอยู่ที่ประมาณ 1.79 นาที ผลิตได้ทั้งหมด 257 เส้นต่อวัน ซึ่งเวลาเฉลี่ยที่ได้นั้นมากกว่าเวลาในการผลิตจริงๆเล็กน้อย อาจเป็นเพราะในสายการผลิตจริง นั้นมีปัจจัยอื่นๆเข้ามาเกี่ยวข้องอีกทำให้เวลา 1.5 นาทีที่เราคาดการณ์ไว้ตอนแรกไม่ถูกต้องซะทีเดียวแต่ทั้งนี้ทั้งนั้น เราจะใช้เวลาที่ได้จำลองไว้แต่แรกคือ 1.79 เป็นตัวตั้งต้นในการเปรียบเทียบกับสายการผลิตที่ได้รับการออกแบบขึ้นใหม่

ผลของสายการผลิตสายการผลิตที่ออกแบบและปรับปรุงในโปรแกรม ProModel มีดังนี้

แบบที่ 1 ได้ทำการเพิ่มจำนวนคนให้กระบวนการที่ 6 เนื่องจากพบปัญหาคอขวดที่กระบวนการที่ 6 ได้ผลการจำลองคือสามารถลดเวลาการผลิตต่อเส้นโดยเฉลี่ยได้ถึง 16.8 วินาทีและสามารถทำให้ผลิตสายเกียร์ได้มากขึ้นถึง 46 เส้นเมื่อเทียบกับสายการผลิตตั้งต้นซึ่งทำให้บริษัทสามารถผลิตสายเกียร์เพื่อส่งให้ลูกค้าได้รวดเร็วและมากยิ่งขึ้น แต่ต้องแลกมาด้วยการจ้างพนักงานเพิ่มอีก 1 คนควรจะดูความต้องการของลูกค้าก่อนว่าต้องการสายเกียร์มากแค่ไหนเพราะวิธีนี้เหมาะสมกับการผลิตระยะยาวมากกว่า

แบบที่ 2 ได้ทำการย้ายขั้นของของการพันเทปที่กระบวนการที่ 2 ไปไว้ที่กระบวนการที่ 4 ซึ่งจำทำให้สายการผลิตมี Cycle Time ที่สมดุลยิ่งขึ้น โดยได้ผลการจำลองคือ สามารถลดเวลาในการผลิตสายเกียร์ต่อเส้นได้แค่ 3 วินาทีซึ่งน้อยมากถ้าเทียบกับวิธีแรก

จากผลการจำลองสามารถสรุปได้ดังนี้

1. ปัญหาของสายการผลิตนี้อยู่ที่กระบวนการที่ 6 ซึ่งถ้าเราสามารถลดเวลาในการทำงานของกระบวนการที่ 6 ได้เราจะสามารถผลิตสายเกียร์ได้มากยิ่งขึ้น ซึ่งเราต้องคำนึงถึงผลกระทบจากการปรับปรุงด้วย เช่น ต้องจ้างพนักงานเพิ่มหรือต้องซื้อเครื่องไม้เครื่องมือเพิ่ม ดังนั้นเราควรคำนวณถึงจุดคุ้มทุนหลังจากการจำลองด้วย เป็นการตัดสินใจก่อนที่จะนำไปใช้ในสายการผลิตจริงๆ
2. การปรับปรุงกระบวนการอื่นๆนั้นเห็นผลน้อยมาก ซึ่งมันอาจไม่คุ้มค่าต่อการลงทุนดังนั้นเราควรมุ่งเน้นไปที่การปรับปรุงกระบวนการที่ 6 ซึ่งอาจจะทำเซนเซอร์เพื่อช่วยตรวจความสมบูรณ์ของชิ้นงานก็สามารถลดเวลาในการผลิตชิ้นงานได้เช่นกัน
3. เนื่องจากสายการผลิตที่ถูกออกแบบมาโดยบริษัทนั้น ถูกทำให้สมดุลอยู่แล้วดังนั้นจะพบว่ามีจุดที่ให้ปรับปรุงแก้ไขน้อยมากซึ่งเราจะสามารถเห็นปัญหาของสายการผลิตได้จริงๆนั้นต้องรอให้สายการผลิตนี้ได้ผลิตสายเกียร์ให้ลูกค้าก่อนเราจึงจะเห็นปัญหาและปรับปรุงแก้ไขได้มากกว่านี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสนอแนะ

1. เนื่องจากเป็นสายการผลิตที่พึ่งได้รับการสร้างขึ้นใหม่เพื่อรองรับ Order สายเกียร์ชนิดใหม่จากลูกค้า ดันนั้นข้องมูลที่มีจึงมีน้อยมากทำให้สร้างแบบจำลองได้ไม่สมบูรณ์มากนั้น ดังนั้นถ้าเราจำลองสายการผลิตที่ได้ใช้งานแล้วจะดีมากกว่านี้
2. เนื่องจากโปรแกรม ProModel นั้นมีแหล่งศึกษาน้อยมาก ทำให้การศึกษาโปรแกรม ProModel นั้นมีความยากลำบากถ้าเรารู้จักผู้ที่มีความรู้เกี่ยวกับโปรแกรมอาจจะทำให้สามารถเรียนรู้เกี่ยวกับโปรแกรมได้ดียิ่งขึ้น
3. ยังมีโปรแกรมประเภทนี้อื่นๆที่สามารถจำลองสายการผลิตได้อีกเช่น Arena, FlexSim ฯลฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] เภสัชกรประชาสรรณ์ แสนภักดี. 2559. ผังก้างปลา กับ แผนภูมิความคิด. [Online].

Available: http://www.prachasan.com/mindmapknowledge/fishbonemm.htm

[2] สุพจน์ เหล่างาม. 2009. เทคนิคการจำลองสถานการณ์ (SIMULATION MODEL). [Online].

Available:http://www.logisticscorner.com/index.php?option=com_content&view=article&id=579:simulation-model&catid=43:technologies&Itemid=91

[3] อาจารย์ อนุชา หิรัญวัฒน์. 2559. การจำลองแบบปัญหา. [Online].

Available: http://www.thaimht.net/knowledge_detail.php?id=13

[4] อาจารย์ อนุชา หิรัญวัฒน์. 2559. การจำลองแบบปัญหา (ต่อ). [Online].

Available: http://www.thaimht.net/knowledge_detail.php?id=14

[5] การวางแผนการผลิต. 2559. [Online].

Available: http://production-cost.blogspot.com/p/blog-page_24.html

[6] ทิพย์สุดา ปิ่นทองและศิริเพ็ญ แซ่ตั๊น. การปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตสายเคเบิลในรถยนต์โดยใช้โปรแกรมโปรโมเดลและมินิแท็บ. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล นายภาณุพงศ์ แก่นทอง

วัน เดือน ปีเกิด 29 มิถุนายน พ.ศ. 2538

ที่อยู่ 53 ซอยเอกชัย 44 เขตบางบอน แขวงบางบอน กรุงเทพมหานคร 10160

E-mail : kimmoom@hotmail.com Tell : 0856608660

ประวัติการศึกษา

2553 - 2555 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนอัสสัมชัญ ธนบุรี

2556 - ปัจจุบัน กำลังศึกษาหลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมระบบการผลิต วิทยาลัยนวัตกรรมการผลิตขั้นสูง
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้