

การจำลองการจัดสมดุลสายการผลิต

Simulation Line Balancing



รายงานสหกิจศึกษาเป็นส่วนหนึ่งในหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมระบบการผลิต

วิทยาลัยนวัตกรรมการผลิตขั้นสูง

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2558

การจำลองการจัดสมดุลสายการผลิต

Simulation Line Balancing



T147141



เลขหมู่.....
เลขทะเบียน **147141**
วัน.เดือน.ปี **๕3 ก.ค. 2560**

600268242
b. 10850007
i.

รายงานสหกิจศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งในหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมระบบการผลิต
วิทยาลัยนวัตกรรมการผลิตขั้นสูง
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2558

Simulation Line Balancing

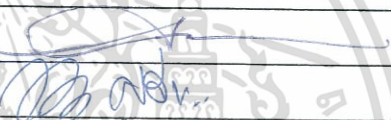
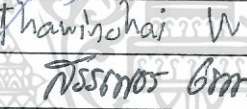


AN INTERNSHIP REPORT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEERING IN MANUFACTURING SYSTEM ENGINEERING
COLLEGE OF ADVANCED MANUFACTURING INNOVATION
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2015

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อสหกิจศึกษา	การจำลองการจัดสมดุลสายการผลิต
นักศึกษา	นายถิรวุฒิ พลอยกระโทก
รหัสนักศึกษา	55120014
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมระบบการผลิต
พ.ศ.	2558
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.อนรรฆพล แสนทน

วิทยาลัยนวัตกรรมการจัดการข้อมูล สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
อนุมัติให้สหกิจศึกษาเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ประจำปีการศึกษา 2558

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
ดร.อนรรฆพล แสนทน	
นางสาวกุลธิดา ศรีพิชัย	
นายถิรชัย วาหารรัมย์	Thawichai W.
นายสรรเพชร เทพชาลี	สรรเพชร เทพชาลี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อสหกิจศึกษา	การจำลองการจัดสมดุลสายการผลิต
นักศึกษา	นายฉัตรวุฒิ พลอยกระโทก
รหัสนักศึกษา	55120014
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมระบบการผลิต
พ.ศ.	2558
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.อนรรฆพล แสนทน
ผู้นิเทศงาน	นางสาวกุลธิดา ศรีพิชัย, นายสากล จุฬรัตน์ และนายถวิลชัย วาหะรัมย์
ชื่อบริษัท	ซีเกท เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด

บทคัดย่อ

อุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ (Hard Disk Drive: HDD) และชิ้นส่วนประกอบเป็นอุตสาหกรรมหนึ่งที่มีความสำคัญที่สุดต่อภาคการส่งออกของไทย บริษัท ซีเกท เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด หนึ่งในผู้ประกอบการอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ได้มีการวิจัยและพัฒนา มีกระบวนการผลิตซับซ้อนและใช้เทคโนโลยีการผลิตขั้นสูงในการปรับปรุงสายการผลิตของบริษัทให้เป็นระบบอัตโนมัติ (Automation) เพื่อเข้ามาช่วยเพิ่มประสิทธิภาพ ลดต้นทุนและการพึ่งพาแรงงานคน หนึ่งในการพัฒนาคือสายการผลิตระบบอัตโนมัติแบบต้นทุนต่ำ (Low Cost Automation: LCA) ซึ่งได้นำเข้ามาช่วยในการประกอบหัวอ่านฮาร์ดดิสก์ (Head Stack Assembly: HSA) และในการลดต้นทุนของสายการผลิตระบบอัตโนมัติแบบต้นทุนต่ำนั้นคือการใช้ภาชนะใส่ชิ้นงาน (Container) ให้สมดุลกับสายการผลิต ซึ่งจำเป็นต้องมีการจำลองสายการผลิตขึ้นในคอมพิวเตอร์ เพื่อจำลองดูผลผลิตต่อชั่วโมง (UPH) โดยในการจำลองจะมีการใส่เวลาเครื่องจักรที่จะต้องมีการซ่อมบำรุง (Downtime) มีความแปรปรวนของเวลาการทำงานของเครื่องจักร (Variation Time) และงานเสีย (Reject) ของสายการผลิตเข้าไปด้วย ทำให้ได้จำนวนภาชนะใส่ชิ้นงานชนิดที่ 1 จำนวน 34 ชิ้น ภาชนะใส่ชิ้นงานชนิดที่ 2 จำนวน 16 ชิ้น และ ภาชนะใส่ชิ้นงานชนิดที่ 3 จำนวน 48 ชิ้น จึงจะทำให้สายการผลิตระบบอัตโนมัติแบบต้นทุนต่ำมีความสมดุล และลงทุนอย่างคุ้มค่า

คำสำคัญ : จำลอง, สายการผลิต, อุตสาหกรรม, สมดุล

Thesis Title	Simulation line balancing
Student	Mr. Thirawut Ploykratok
Student ID	55120014
Degree	Bachelor of Engineering
Program	Manufacturing System Engineering
Year	2015
Advisor	Dr. Anakkapon Saenthon
Mentor	Miss. Kulthida Sripichai, Mr. Sakol Julrat and Mr. Thawinchai Waharama
Company	Seagate Technology (Thailand) Ltd.

ABSTRACT

The hard disk drive and its corresponding components industry is one of Thailand's most important export sectors. Seagate Technology (Thailand) Ltd., is one of hard disk drive manufactures in Thailand. Hard disk drive manufacturing process is a complex process. The company has been researched and developed advanced manufacturing technology in order to improve production line performance, by using automation in production line. The goal of using automation in production line is to reduction line of manufacturing cost and the reliance on human labor. One of development is the low cost automation (LCA) line, which has been developed for assembly head stack of hard disk drive (Head Stack Assembly: HSA). Head stack are loaded on "container (3) " through the LCA line. In order to reduce to manufacturing cost of LCA, the number of container (3) usage should be balance with the required volume of products, use of a container (3) piece to help balance the production line. The computation simulation of production line is conducted to effectively analyze output per hour (UPH) of the production line. In the simulation, the potential machine down time, the variance of machine cycle time and percent of product defects are employed in to the model. The simulation shows that, the LCA line should have 34 container (1) pieces, 16 container (2) pieces, and 48 container (3) pieces in order to be optimized.

KEYWORD : Simulation, Production line, Industry, Balance

กิตติกรรมประกาศ

การที่ข้าพเจ้าได้มาปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ณ บริษัท ซีเกท เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด ตั้งแต่วันที่ 10 สิงหาคม พ.ศ.2558 ถึงวันที่ 25 ธันวาคม พ.ศ.2558 ส่งผลให้ข้าพเจ้าได้รับความรู้และประสบการณ์ต่างๆ ที่มีค่ามากมายสำหรับรายงานวิชาสหกิจศึกษาฉบับนี้ สำเร็จลงได้ด้วยดีจากความร่วมมือและสนับสนุนจากหลายฝ่าย ดังนี้

1. คุณชวลิต กรุดพันธ์
2. คุณกุลธิดา ศรีพิชัย
3. คุณสากล จุฬรัตน์
4. คุณฉวีลชัย วาหะรัมย์
5. คุณสรรเพชร เทพชาลี
6. คุณพริมพีธีรา พิมพานนท์
7. คุณปิยวัฒน์ คงสง
8. คุณภานุพงศ์ ยศแก้ว
9. คุณจิรานูวัฒน์ สกุลแก้ว
10. ดร.อนรรฆพล แสนทน และบุคลากรท่านอื่นๆ ที่ไม่ได้กล่าวนามทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำช่วยเหลือในการจัดทำรายงานข้าพเจ้าใคร่ขอขอบพระคุณ บริษัท ซีเกท เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด และผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่มีส่วนร่วม ในการให้ข้อมูลเป็นที่ปรึกษา ในการทำรายงานฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ ตลอดจนให้การดูแล และให้ความเข้าใจเกี่ยวกับชีวิตของการทำงานจริงข้าพเจ้าขอขอบพระคุณไว้ ณ ที่นี้

(ถิรวุฒิ พลอยกระโทก)

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VI
สารบัญภาพ.....	VII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	2
1.3 ขอบเขตของการศึกษา.....	3
1.4 วิธีดำเนินการศึกษา.....	3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	4
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	5
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	5
บทที่ 3 วิธีดำเนินการศึกษา.....	20
3.1 ศึกษาลักษณะการทำงานของสายการผลิตระบบอัตโนมัติแบบต้นทุนต่ำ.....	20
3.2 ศึกษาการใช้โปรแกรมจำลองการผลิต.....	24
3.3 การจำลองสายการผลิตสายการผลิตระบบอัตโนมัติแบบต้นทุนต่ำ.....	30
3.4 เปรียบเทียบโปรแกรม Taylor ED 2000 และ Flexsim 7.3.....	52
3.5 ปรับเพิ่ม ลดจำนวนภาชนะที่ใส่ชิ้นงาน.....	53
บทที่ 4 ผลการศึกษา.....	58
4.1 ผล UPH ของโปรแกรม Taylor ED 2000 และ Flexsim 7.3.....	58
4.2 Ideal case: ผลการจำลองสายการผลิตโดย เครื่องจักรไม่มีการขัดข้อง และทำงานด้วยเวลา คงที่ (Ideal).....	58
4.3 Reject case: ผลการจำลองสายการผลิตโดย เครื่องจักรไม่มีการขัดข้อง และทำงานด้วยเวลา คงที่ (Ideal) แต่มีงานเสีย (Reject).....	60
4.4 Normal case: ผลการจำลองสายการผลิตโดยเครื่องจักรมีการขัดข้อง (Downtime) มีความ แปรปรวนของเวลาการทำงานของเครื่องจักร (Variation Time) และงานเสีย (Reject).....	61

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ.....	63
5.1 สรุปผลการศึกษา.....	63
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	64
เอกสารอ้างอิง.....	66
ภาคผนวก.....	67



สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 แสดงวัตถุที่ใช้ในการสร้างแบบจำลอง.....	27
3.2 แสดงตัวอย่างเวลาการเข้าทำงานของชิ้นงาน (Process time) ในแต่ละกระบวนการ.....	55
3.3 แสดงตัวอย่างเวลาการเข้าทำงานของชิ้นงาน (Process time) และเปอร์เซ็นต์การเกิดงานเสีย (Reject) ในแต่ละกระบวนการ.....	56
3.4 แสดงเวลาการเข้าทำงานของชิ้นงาน (Process time) แบบมีความแปรปรวน (Variation Time) มีการขัดข้องของเครื่องจักร (Downtime) และเปอร์เซ็นต์การเกิดงานเสีย (Reject) ในแต่ละกระบวนการ.....	57
4.1 แสดง UPH ของการคำนวณ, โปรแกรม Taylor ED 2000 และ Flexsim 7.3.....	58
4.2 แสดง UPH ของการจำลองสายการผลิตระบบอัตโนมัติแบบต้นทุนต่ำเริ่มปล่อยภาชนะใส่ชิ้นงาน ชนิด ที่ 2 เข้าสู่สายการผลิตก่อนสถานีที่ 6.....	58
4.3 แสดง UPH ของการจำลองสายการผลิตระบบอัตโนมัติแบบต้นทุนต่ำเริ่มปล่อยภาชนะใส่ชิ้นงาน ชนิดที่ 2 เข้าสู่สายการผลิตหลังสถานีที่ 6.....	59
4.4 แสดง UPH ของการจำลองสายการผลิตโดย เครื่องจักรไม่มีการขัดข้อง และทำงานด้วยเวลาดังที่ (Ideal) แต่มีงานเสีย (Reject)	60
4.5 แสดง UPH ของการจำลองสายการผลิตโดยเครื่องจักรมีการขัดข้อง (Downtime) มีความแปรปรวนของเวลาการทำงานของเครื่องจักร (Variation Time) และงานเสีย (Reject).....	61
5.1 แสดงจำนวนภาชนะสำหรับใส่ชิ้นงานในการเดินสายการผลิตของ Standard และ Simulation.....	63
5.2 แสดงสรุปจำนวนผลผลิตเฉลี่ยที่ได้ และจำนวนภาชนะใส่ชิ้นงานในรูปแบบต่างๆ.....	64

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 แสดงการขนย้ายวัสดุ.....	6
2.2 แสดงแผนผังระบบการขนถ่ายวัสดุ.....	7
2.3 แสดงระบบการเคลื่อนย้ายวัสดุ.....	10
2.4 แสดงแผนผังการวางผังโรงงาน.....	10
2.5 แสดงแผนผังการออกแบบผังโรงงานอย่างมีระบบ.....	11
2.6 แสดงสมการของ Little's Law และตัวอย่างการคำนวณ.....	12
2.7 แสดงการไหลวัสดุ.....	12
2.8 แสดงการจัดการกระบวนการการทำงาน.....	13
2.9 แสดงการจัดสมดุลสายการผลิต.....	13
2.10 แสดงการผลิตแบบมาก่อนได้ก่อน.....	14
2.11 แสดงการผลิตแบบงานใดใช้เวลาสั้นให้ทำก่อน.....	15
2.12 แสดงการผลิตแบบงานใดใช้เวลายาวให้ทำก่อน.....	15
2.13 แสดงการผลิตแบบ Shortest-Remaining-Time-First.....	15
2.14 แสดงการผลิตแบบการกำหนดเวลาตามลำดับความสำคัญ.....	16
2.15 แสดงการผลิตการแบ่งเวลาทำงานเป็นรอบ.....	16
2.16 แสดงการคำนวณ MTBF, MTTR.....	19
3.1 แสดงการทำงานของสายการผลิตระบบอัตโนมัติแบบต้นทุนต่ำ.....	20
3.2 แสดงการทำงานของสถานีงานสถานีที่ 1.....	21
3.3 แสดงการทำงานของสถานีงานสถานีที่ 2.....	21
3.4 แสดงการทำงานของสถานีงานสถานีที่ 3.....	21
3.5 แสดงการทำงานของสถานีงานสถานีที่ 4.....	22
3.6 แสดงการทำงานของสถานีงานสถานีที่ 5.....	22
3.7 แสดงการทำงานของสถานีงานสถานีที่ 6.....	23
3.8 แสดงการทำงานของสถานีงานสถานีที่ 7.....	24
3.9 แสดงหน้าจอการทำงานของโปรแกรม Taylor ED 2000.....	24
3.10 แสดงการกำหนดคุณสมบัติเฉพาะในแต่ละ Object.....	25

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
3.11 แสดงการเชื่อมเส้นทางการไหลของงานในแต่ละ Object.....	25
3.12 แสดงหน้าจอการทำงานของโปรแกรม Flexsim 7.3.....	26
3.13 แผนผังแสดง Object ของโปรแกรม Flexsim 7.3.....	27
3.14 แสดงการกำหนดคุณสมบัติเฉพาะในแต่ละ Object.....	29
3.15 แสดงการเชื่อมเส้นทางการไหลของงานในแต่ละ Object.....	29
3.16 แสดงการกำหนดประเภท (Type) ของชิ้นงานของแหล่งกำเนิด (Source).....	30
3.17 แสดงการกำหนดการไหล (Flow) ของชิ้นงาน (Send to Port).....	31
3.18 แสดงการกำหนดเวลาการเข้าทำงานของชิ้นงาน (Process time)	32
3.19 แสดงการเขียนโค้ดกำหนดประเภท (Type) ของชิ้นงานมากกว่าหนึ่งประเภท.....	33
3.20 แสดงการกำหนดเวลาการเข้าทำงานของชิ้นงาน (Process time).....	34
3.21 แสดงการกำหนดเวลาการเข้าทำงานของชิ้นงาน (Process time) แบบแยกประเภท.....	35
3.22 แสดงการกำหนดสายการผลิตแบบประกอบชิ้นงาน (Combiner).....	36
3.23 แสดงการกำหนดสายการผลิตแบบแยกชิ้นงาน (Separator).....	36
3.24 แสดงการใช้การขนส่ง (Use Transport).....	37
3.25 แสดงการเลือกเงื่อนไขการไหลของชิ้นงาน Centerobject(current,1).....	38
3.26 แสดงการเลือกเงื่อนไข Conditional Transport ในกรณีไหลจาก Object ที่มีพอร์ตเอาต์พุต มากกว่าหนึ่งพอร์ต.....	39
3.27 แสดงการเกิดงานเสียของชิ้นงาน (Reject).....	40
3.28 แสดงการกำหนดเวลาการเข้าทำงานของชิ้นงาน (Process time) แบบมีความแปรปรวนของ เวลาการทำงานของเครื่องจักร (Variation Time).....	41
3.29 แสดงการกำหนดเครื่องจักรให้มีการขัดข้อง (Downtime) หรือ MTBF, MTTR.....	42
3.30 แสดงการกรอกข้อมูลบน Excel.....	43
3.31 แสดงการดึงข้อมูลจาก Excel.....	43
3.32 แสดงการใช้ executetablecell.....	44
3.33 แสดงการใช้ gettablenum.....	44
3.34 แสดง Flow chart การทำงานสายการผลิตสถานีที่ 1.....	45

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
3.35 แสดงการจำลองสายการผลิตสถานีที่ 1.....	45
3.36 แสดง Flow chart การทำงานสายการผลิตสถานีที่ 2.....	46
3.37 แสดงการจำลองสายการผลิตสถานีที่ 2.....	46
3.38 แสดง Flow chart การทำงานสายการผลิตสถานีที่ 3	47
3.39 แสดงการจำลองสายการผลิตสถานีที่ 3.....	47
3.40 แสดง Flow chart การทำงานสายการผลิตสถานีที่ 4.....	48
3.41 แสดงการจำลองสายการผลิตสถานีที่ 4.....	48
3.42 แสดง Flow chart การทำงานสายการผลิตสถานีที่ 5.....	49
3.43 แสดงการจำลองสายการผลิตสถานีที่ 5.....	49
3.44 แสดง Flow chart การทำงานสายการผลิต สถานีที่ 6.....	50
3.45 แสดงการจำลองสายการผลิตสถานีที่ 6.....	50
3.46 แสดง Flow chart การทำงานสายการผลิตสถานีที่ 7.....	51
3.47 แสดงการจำลองสายการผลิตสถานีที่ 7.....	51
3.48 แสดงการจำลองสายการผลิตระบบอัตโนมัติแบบต้นทุนต่ำ.....	52
3.49 แสดงการจำลองสายการผลิต Reflow ของโปรแกรม Taylor ED 2000.....	52
3.50 แสดงการจำลองสายการผลิต Reflow ของโปรแกรม Flexsim 7.3.....	52
3.51 แสดงหน้าต่างวิเคราะห์ทางสถิติของโปรแกรม ExpertFit.....	53
3.52 แสดงการดึงข้อมูลจากโปรแกรม Excel มาใส่ใน Global tables ของ Flexsim.....	54
3.53 แสดงการดึงข้อมูลใน ExpertFit มาใช้ใน Object.....	54
3.54 แสดงการจำลองสายการผลิตระบบอัตโนมัติแบบต้นทุนต่ำเริ่มปล่อยภาชนะใส่ชิ้นงานชนิดที่ 2 เข้าสู่สายการผลิตก่อนสถานีที่ 6.....	55
3.55 แสดงการจำลองสายการผลิตระบบอัตโนมัติแบบต้นทุนต่ำเริ่มปล่อยภาชนะใส่ชิ้นงานชนิดที่ 2 เข้าสู่สายการผลิตหลังสถานีที่ 6.....	56

บทที่ 1

บทนำ

Seagate Technology (Thailand) ซีเกทเป็นผู้นำทั่วโลกในการออกแบบการผลิตและการตลาดฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์และโซลูชันสำหรับจัดเก็บข้อมูล ซึ่งนำเสนอผลิตภัณฑ์สำหรับระบบปฏิบัติการต่างๆ รวมทั้งเครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะและอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า จนถึงศูนย์ข้อมูลซึ่งจัดส่งข้อมูลไปยังเครือข่ายในองค์กรต่างๆ และอินเทอร์เน็ตซีเกทผลิตผลิตภัณฑ์ฮาร์ดไดรฟ์อันหลากหลายซึ่งทำให้บริษัทเป็นผู้นำในตลาดองค์กรเครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะและอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

อุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ (Hard Disk Drive : HDD) และชิ้นส่วนประกอบเป็นอุตสาหกรรมหนึ่งที่มีความสำคัญที่สุดต่อภาคการส่งออกของไทยมาเป็นเวลายาวนาน โดยในการส่งออกเครื่องคอมพิวเตอร์ อุปกรณ์และส่วนประกอบอันเป็นสินค้าส่งออกอันดับหนึ่งของไทยนั้น มากกว่าครึ่งมาจากอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์และส่วนประกอบ ซึ่งจากการวิเคราะห์ของศูนย์วิจัยกสิกรไทยพบว่า อุตสาหกรรมนี้มีมูลค่าการส่งออกคิดเป็นสัดส่วนประมาณร้อยละ 6 ของการส่งออกโดยรวมของประเทศ มีมูลค่าการผลิตมากกว่าร้อยละ 3 ของผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ (GDP) โดยมีการสร้างมูลค่าเพิ่มภายในประเทศ (Local added value) ประมาณร้อยละ 37-46 ของมูลค่าผลผลิตรวม ก่อให้เกิดการจ้างงานทั้งทางตรงและทางอ้อมมากกว่า 100,000 ตำแหน่ง

ปัจจุบัน ไทยเป็นฐานการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ป้อนตลาดโลกที่ใหญ่เป็นอันดับสองรองจากสิงคโปร์ และจากมาตรการส่งเสริมอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์และส่วนประกอบในภาพแบบเครือข่ายธุรกิจหรือคลัสเตอร์ของสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุนหรือบีโอไอ ได้ดึงดูดให้บริษัทผู้ผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์รายใหญ่ของโลก 4 บริษัท ซึ่งครองส่วนแบ่งการตลาดรวมกันร้อยละ 67 ของยอดขายฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ทั่วโลก ตัดสินใจขยายการลงทุนขนาดใหญ่ในประเทศไทยเพื่อใช้ไทยเป็นฐานการผลิตเพื่อส่งออกฮาร์ดดิสก์ไปยังภูมิภาคต่างๆทั่วโลก แผนการผลิตดังกล่าวจะส่งผลให้ไทยมีศักยภาพที่จะผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์รวมทั้งสิ้นประมาณ 130 ล้านชิ้นในปี 2548-2549 หรือเพิ่มขึ้นกว่าสองเท่าจากจำนวนที่ผลิตในปี 2546 ซึ่งจะทำให้ไทยมีขีดความสามารถที่จะก้าวขึ้นเป็นประเทศผู้ผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์อันดับ 1 ของโลกแซงหน้าประเทศสิงคโปร์ และมีโอกาสที่จะเพิ่มจำนวนการผลิตเป็น 200 ล้านชิ้นในระยะ 5 ปีภายในปี 2551 หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 270 เทียบกับจำนวนการผลิต 54.1 ล้านชิ้นในปี 2546 โดยฮาร์ดดิสก์ที่ผลิตจากประเทศไทยอาจมีส่วนแบ่งตลาดโลกสูงถึงร้อยละ 45 ของปริมาณจำหน่ายทั่วโลก เพิ่มขึ้นจากส่วนแบ่งตลาดร้อยละ 23 ในปัจจุบัน ผลต่อเศรษฐกิจของไทยที่คาดว่าจะเกิดขึ้นจากการขยายตัวอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ มีดังนี้

- อุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์และส่วนประกอบจะเป็นอุตสาหกรรมสำคัญที่มีศักยภาพการเติบโตในระยะปานกลางควบคู่ไปกับอุตสาหกรรมรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบ โดยสินค้า 2 กลุ่มนี้มีแนวโน้มที่จะเป็นกลุ่มสินค้าที่มีมูลค่าการส่งออกสูงที่สุดของประเทศ มีมูลค่าการส่งออกกลุ่มละเกือบ 9,000 ล้านดอลลาร์สหรัฐต่อปี (ประมาณ 350,000 ล้านบาท) ภายในปี 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การส่งออกของอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ หรือ ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์คลัสเตอร์ คาดว่ามีมูลค่ารวมกันทั้งสิ้นประมาณ 8,500 ล้านดอลลาร์สหรัฐในปี 2551 หรือเพิ่มขึ้นเกือบ 2 เท่าจากปี 2546 ที่ประเมินว่ามีการส่งออกรวมทั้งสิ้นประมาณ 4,400 ล้านดอลลาร์สหรัฐ
- การจ้างงานในคลัสเตอร์ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ทั้งทางตรงและทางอ้อมคาดว่าจะเพิ่มขึ้นเป็นประมาณ 200,000 ตำแหน่งในปี 2551 จากปัจจุบันที่มีการจ้างงานมากกว่า 100,000 ตำแหน่ง
- มูลค่าการผลิตที่เกิดขึ้นจากคลัสเตอร์ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์คิดเป็นสัดส่วนต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ (GDP) มีโอกาสที่จะเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 4-4.5 ของ GDP ในปี 2551 เปรียบเทียบกับปัจจุบันที่มีสัดส่วนประมาณกว่าร้อยละ 3 ของ GDP
- สัดส่วนการใช้ชิ้นส่วนในประเทศ (Local Content) สูงขึ้นและช่วยลดการนำเข้าจากปัจจุบัน

แม้ว่าอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ในไทยจะมีการเติบโตอย่างรวดเร็ว แต่การพัฒนาคลัสเตอร์ของอุตสาหกรรมดังกล่าวให้เกิดการเชื่อมโยงกับอุตสาหกรรมอื่น ๆ ของประเทศ หรือการพัฒนาเชิงลึกเพื่อเพิ่มมูลค่าเพิ่มทางเศรษฐกิจ กลับเป็นไปอย่างจำกัด ซึ่งไทยกำลังประสบปัญหาเรื่องแรงงานฝีมือดังกล่าว จึงส่งผลให้เกิดการปรับตัวในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ไทยโดยเฉพาะชิ้นประกอบชิ้นส่วนและการผลิตชิ้นส่วนที่ไม่ได้ใช้เทคโนโลยีซับซ้อนซึ่งมีการใช้แรงงานเป็นจำนวนมาก โดยมีการย้ายฐานการผลิตในส่วนที่ใช้แรงงานเข้มข้นไปยังประเทศเพื่อนบ้าน เช่น เมียนมาร์ สปป.ลาว กัมพูชา เป็นต้น

บริษัท ซีเกท เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด หนึ่งในผู้ประกอบการอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์จึงได้มีการวิจัยและพัฒนา มีกระบวนการผลิตซับซ้อนและใช้เทคโนโลยีการผลิตสูงในการปรับปรุงสายการผลิตของบริษัทให้เป็นระบบอัตโนมัติ (Automation) เพื่อเข้ามาช่วยเพิ่มประสิทธิภาพ ลดต้นทุนและการพึ่งพาแรงงานคน หนึ่งในการพัฒนาคือสายการผลิตระบบอัตโนมัติแบบต้นทุนต่ำ (Low Cost Automation : LCA) ซึ่งได้นำเข้ามาช่วยในการประกอบหัวอ่านฮาร์ดดิสก์ (Head Stack Assembly : HSA) โดยการสร้างสายการผลิตอัตโนมัตินี้ได้สร้างขึ้นมาเพียงสองช่วงการผลิตแรก ยังเหลืออีกหนึ่งส่วนการผลิตที่ยังใช้แรงงานฝีมือผลิตอยู่ และในการลดต้นทุนของสายการผลิตระบบอัตโนมัติแบบต้นทุนต่ำนั้นคือการใช้ภาชนะใส่ชิ้นงานให้สอดคล้องกับสายการผลิต จึงจำเป็นต้องมีการจำลองสายการผลิตขึ้นในคอมพิวเตอร์ เพื่อจำลองดูสายการผลิตว่ามีความคุ้มค่าหรือไม่ในการสร้าง หรือปรับปรุงสายการผลิตนั้น

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

เป็นการจำลองการทำงานของสายการผลิตระบบอัตโนมัติแบบต้นทุนต่ำ เพื่อให้เห็นถึงขั้นตอนการทำงานของแต่ละเครื่องจักร เพื่อเป็นการศึกษาพฤติกรรมการทำงานที่ส่งผลต่อจำนวนผลผลิตต่อชั่วโมง (Units per Hour : UPH) ทั้งนี้แบบจำลองที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้ในการออกแบบเครื่องจักร เพื่อให้เห็นถึงระยะเวลาในการทำงานและจำนวนภาชนะใส่ชิ้นงานของเครื่องจักรที่ถูกออกแบบใหม่ ซึ่งจะทำให้สามารถรับรู้ถึงระยะเวลาในการทำงานที่จะส่งผลกระทบต่อจำนวนผลผลิต การลงทุน และการตัดสินใจในการออกแบบเครื่องจักรด้วย

ในการจำลองครั้งนี้ได้แบ่งการจำลองออกเป็น 3 รูปแบบดังนี้

- 1.2.1 Ideal case : จำลองสายการผลิตโดย เครื่องจักรที่ไม่มีการขัดข้อง และทำงานด้วยเวลาคงที่ (Ideal)
- 1.2.2 Reject case : จำลองสายการผลิตโดย เครื่องจักรที่ไม่มีการขัดข้อง และทำงานด้วยเวลาคงที่ (Ideal) แต่มีงานเสีย (Reject)
- 1.2.3 Normal case : จำลองสายการผลิตโดยเครื่องจักรมีการขัดข้อง (Downtime) มีความแปรปรวนของเวลาการทำงานของเครื่องจักร (Variation Time) และงานเสีย (Reject)

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

การจำลองสายการผลิตระบบอัตโนมัติแบบต้นทุนต่ำ (Low Cost Automation: LCA) เพื่อจำลองดูสายการผลิตว่ามีความคุ้มค่าหรือไม่ในการสร้าง หรือปรับปรุงสายการผลิต โดยศึกษาโปรแกรม TaylorED 2000 และโปรแกรม FlexSim 7.3 เพื่อนำมาใช้ในการจำลองสายการผลิตระบบอัตโนมัติแบบต้นทุนต่ำสำหรับ 2 หัวอ่าน (LCA Line Configuration for 2 HD) โดยมีตัวแปรอิสระคือจำนวนผลกระทบต่างๆ ของสายการผลิต ภาชนะใส่ชิ้นงานชนิดที่ 1 และ ภาชนะใส่ชิ้นงานชนิดที่ 2 และตัวแปรตามคือจำนวนภาชนะใส่ชิ้นงานชนิดที่ 3 และจำนวนผลผลิตต่อชั่วโมง (UPH) พร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้องโดยการเทียบวิเคราะห์กับข้อมูลจริงของวันที่ 8 พฤศจิกายน 2558

1.4 วิธีดำเนินการศึกษา

ลำดับที่	หัวข้องาน	สิงหาคม 2558	กันยายน 2558	ตุลาคม 2558	พฤศจิกายน 2558
1	Theory: Study Workflow and Line Balancing				
2	Tools: Study Taylor ED 2000 and FlexSim 7.3				
3	Model line: Ideal UPH				
	3.1 Study real LCA production				
	3.2 Develop model line LCA phase1-2				
	3.3 Compare simulation VS actual				
4	Model line: All effect to UPH				
	4.1 Study real LCA all effect to UPH effect on production				
	4.2 Develop model line all effect to UPH effect LCA phase1-2				
	4.3 Compare simulation VS actual				
5	Vary: Container 1, 2 and 3				
6	Result: Summary and Report				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านอื่นๆ

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

การจำลองสายการผลิตระบบอัตโนมัติแบบต้นทุนต่ำจะทำให้สามารถรับรู้ได้ถึงผลกระทบจากจำนวนภาชนะใส่ชิ้นงาน, เครื่องจักรมีการขัดข้อง (Downtime), ความแปรปรวนของเวลาการทำงานของเครื่องจักร (Variation Time) และงานเสีย (Reject) มีผลกระทบต่อจำนวนผลผลิตอย่างไร

- 1.5.1 จำลองสายการผลิตโดย เครื่องจักรไม่มีการขัดข้อง และทำงานด้วยเวลาคงที่ (Ideal) ได้ผลผลิตต่อชั่วโมง (Units per Hour : UPH) ที่ใกล้เคียงกับสายการผลิตจริง
- 1.5.2 จำลองสายการผลิตโดย เครื่องจักรไม่มีการขัดข้อง และทำงานด้วยเวลาคงที่ (Ideal) แต่มีงานเสีย (Reject) ได้ผลผลิตต่อชั่วโมง (Units per Hour : UPH) ที่ใกล้เคียงกับสายการผลิตจริง
- 1.5.3 จำลองสายการผลิตโดยเครื่องจักรมีการขัดข้อง (Downtime) มีความแปรปรวนของเวลาการทำงานของเครื่องจักร (Variation Time) และงานเสีย (Reject) ได้ผลผลิตต่อชั่วโมง (Units per Hour : UPH) ที่ใกล้เคียงกับสายการผลิตจริง
- 1.5.4 เพิ่มการผลิตด้วยการปรับ-ลดจำนวนภาชนะที่ใช้ใส่ชิ้นงานในสายการผลิตจริงเพื่อลดต้นทุนการผลิต
- 1.5.5 นำไปเป็นแบบจำลองของสายการผลิตอื่นๆต่อไปในอนาคตเพื่อดูความคุ้มค่าของการสร้างสายการผลิตนั้น



บทที่ 2

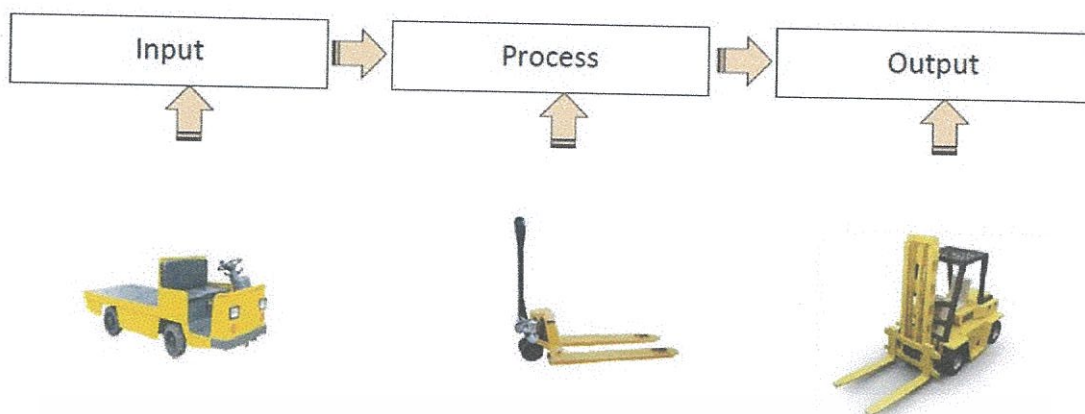
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 การขนย้ายวัสดุ (Material Handling)

วิวัฒนาการด้านการผลิตของอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ ได้เจริญก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็ว และต่อเนื่อง ดังที่ปรากฏในตารางหรือวารสารวิชาการต่างๆ ล้วนแต่เป็นเทคโนโลยีที่ทันสมัย และมีประสิทธิภาพสูงกว่า ซึ่งวิศวกรควรให้ความสนใจ และติดตามความเคลื่อนไหวอยู่ตลอดเวลา แต่เทคโนโลยีการผลิตที่ทันสมัยดังกล่าว อาจอยู่ในสภาพที่ด้อยสมรรถนะกว่าที่มีอยู่หรือไม่ อาจดำเนินการได้เต็มความสามารถ หากว่าขาดตัวแปร ที่สำคัญตัวหนึ่งตัวแปร ดังกล่าว ก็คือ การเคลื่อนที่ ดังที่เรียกว่า การขนถ่าย ที่เข้ามาสนับสนุนกระบวนการผลิต ตั้งแต่การนำวัตถุดิบมายังโรงงาน ผ่านกระบวนการผลิต จนได้เป็นผลิตภัณฑ์ จะต้องมีการเคลื่อนที่ทั้งสิ้น หากว่าขาดการเคลื่อนที่แล้ว การผลิตย่อมไม่อาจเกิดขึ้นได้เลย ซึ่งการเคลื่อนที่นั้น ขึ้นอยู่กับว่า จะให้ปัจจัยการผลิตตัวใดเคลื่อนที่ โดยอาจจะเป็นคน วัสดุ เครื่องจักร ตัวใดตัวหนึ่งเคลื่อนที่ หรือเคลื่อนที่ทุกตัว ไม่ว่าจะปัจจัยการผลิตตัวใดเคลื่อนที่ตาม หลักการสำคัญ ก็คือ ทำอย่างไรจึงจะทำให้การเคลื่อนที่หรือการขนถ่ายนั้น เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ อันเป็นคำถามที่วิศวกรขนถ่าย หรือผู้ที่เกี่ยวข้องต้องคำนึงถึงตลอดเวลา เพราะปัญหาด้านการขนถ่ายวัสดุ มักจะเกิดขึ้นในโรงงานอยู่เสมอ เราไม่ได้มุ่งหวังที่จะกำจัดปัญหาการขนถ่ายให้หมดไป หากแต่พยายามลดปัญหาให้น้อยลง กล่าวคือ ทำอย่างไรจึงจะทำให้การขนถ่ายเป็นไปอย่างสะดวก รวดเร็ว ปลอดภัย และประหยัด ซึ่งกว่าจะถึงจุดนั้นได้ เราต้องทราบถึงตัวปัญหา และพยายามวิเคราะห์การขนถ่ายวัสดุอย่างเป็นระบบ

ในโรงงานอุตสาหกรรมการผลิต ซึ่งมีกระบวนการผลิตหรือกระบวนการแปลงสภาพ จากปัจจัยนำเข้า (Input) ได้แก่ วัตถุดิบ เครื่องจักร อุปกรณ์ และสินทรัพย์ที่ไม่มีตัวตน (Intangible Assets) เช่น แรงงาน ระบบการจัดการ ข่าวดสาร ทรัพยากรที่ใช้ จะต้องมีความสัมพันธ์และประโยชน์ใช้สอยที่เหมาะสม และมีต้นทุนการผลิตที่ต่ำ เพื่อให้สินค้าสำเร็จภาพ สามารถแข่งขันทางด้านราคาได้ในท้องตลาด โดยผ่าน กระบวนการแปลงสภาพ (Conversion Process) เป็นขั้นตอน ที่ทำให้ปัจจัยนำเข้าที่ผ่านเข้ามา มีการเปลี่ยนแปลงในด้านต่าง ๆ ได้แก่ กระบวนการผลิตในโรงงาน การขนส่ง การเก็บเข้าคลังสินค้า การค้าปลีก การค้าส่ง การติดต่อสื่อสาร และสุดท้ายจนมาเป็น ผลผลิต (Output) เป็นผลได้จากกระบวนการผลิตที่มีมูลค่าสูงกว่าปัจจัยนำเข้าที่รวมกัน อันเนื่องมาจากที่ได้ผ่าน กระบวนการแปลงสภาพ ผลผลิต สินค้า (Goods) และบริการ (Service)



ภาพที่ 2.1 แสดงการขนย้ายวัสดุ

โดยภายในกระบวนการแปลงสภาพปัจจัยนำเข้าให้กลายเป็นสินค้าและบริการ ดังกล่าว เมื่อพิจารณาในแง่ของการทำงานภายในโรงงานอุตสาหกรรม มักจะเกี่ยวข้องอยู่ตลอดเวลากับการเคลื่อนที่ การเคลื่อนย้ายวัสดุต่าง ๆ ที่ใช้ในกระบวนการผลิตทั้ง 3 องค์ประกอบ คือ ปัจจัยนำเข้า (Input), กระบวนการแปลงสภาพ (Conversion Process) และผลผลิต (Output) โดยการเคลื่อนย้ายดังกล่าว เรียกกันว่า การขนถ่ายวัสดุ (Material Handling) ที่จะลำเลียงส่วนต่าง ๆ ทั่วทั้งกระบวนการผลิต

ตั้งแต่การนำวัตถุดิบมา ถึงโรงงาน ผ่านกระบวนการผลิต จนได้เป็นผลิตภัณฑ์ หากขาดการขนถ่ายวัสดุแล้ว การผลิตจะไม่สามารถเกิดขึ้นได้เลย ดังนั้นการวิเคราะห์การขนถ่ายวัสดุจึงไม่ได้หมายถึง การกำจัดการขนถ่ายให้หมดไป หากแต่จะพยายามลดปัญหาให้น้อยลง โดยสรุปก็คือ ทำอย่างไรให้เป็นไปอย่างสะดวก รวดเร็ว ปลอดภัย และประหยัด ฉะนั้น การขนถ่ายวัสดุ (Material Handling) จึงเป็นเรื่องของกระบวนการผลิตขององค์กรที่ต้องให้ความสำคัญ และดำเนินการอย่างจริงจัง เพื่อการบริหารโซ่อุปทานในการผลิตของโรงงานให้เกิดประสิทธิภาพและประสิทธิภาพ

2.1.1.1 ความหมายของการขนถ่ายวัสดุ

การที่จะให้ได้มาซึ่งผลผลิตที่อยู่ในรูปของสินค้าและบริการนั้น จะเห็นว่า ในระบบการผลิตต้องมีการเคลื่อนที่ ด้วยเหตุนี้ จึงมีระบบการขนถ่ายวัสดุเกิดขึ้น

คำว่า การขนถ่ายวัสดุ (Materials Handling) หมายถึง การจัดเตรียมสถานที่และตำแหน่งของวัสดุเพื่ออำนวยความสะดวกในการเคลื่อนย้าย หรือเก็บรักษา ซึ่งการที่จะทำให้เกิดสิ่งเหล่านี้ได้ ต้องอาศัยศิลปะในการสรรหาเครื่องมือและอุปกรณ์การขนถ่ายวัสดุมาใช้ให้เหมาะสม กับงาน นอกจากนั้น ยังต้องมีศิลปะในการออกแบบสร้างเครื่องมือหรืออุปกรณ์ต่างๆ ให้เหมาะสม และเป็นไปอย่างมี ระบบตามหลักการ

ความสำคัญ ของการขนถ่ายวัสดุ ทางวิทยาศาสตร์หรือสรุปง่าย ๆ ก็คือ ต้องอาศัยศิลปะและวิทยาศาสตร์ในการกำหนด วิธีการขนถ่ายวัสดุนั้นเอง

2.1.1.2 องค์ประกอบสำคัญของการขนถ่ายวัสดุ

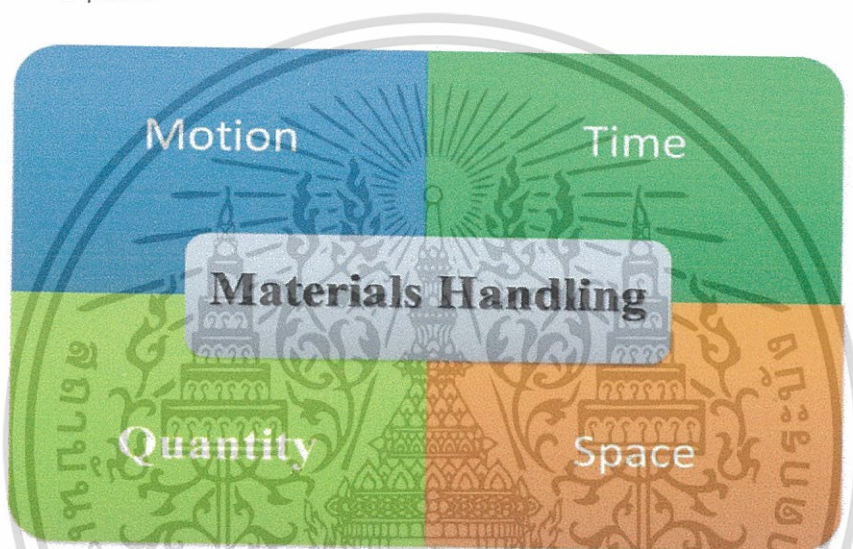
ในระบบการขนถ่ายวัสดุ ควรคำนึงถึงองค์ประกอบที่สำคัญ 4 ประการ คือ

- การเคลื่อนที่ (Motion)

- เวลา (Time)

- ปริมาณ (Quantity)

- เนื้อที่ (Space)



ภาพที่ 2.2 แสดงแผนผังระบบการขนถ่ายวัสดุ

1. การเคลื่อนที่ เป็นการเคลื่อนย้ายวัสดุสินค้า จากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง หรือ คือการเคลื่อนย้ายวัสดุ - สินค้าจากจุดต้นทาง (จุดที่เอาของขึ้น) ไปยังจุดปลายทาง (จุดที่เอาของลง) ซึ่งการเคลื่อนย้ายของวัสดุสินค้าแต่ละประเภทย่อม มีการเคลื่อนที่ที่แตกต่างกันไป ทำอย่างไรจึงจะให้วิธีการเคลื่อนที่มีประสิทธิภาพสูงกว่า

2. เวลา นับเป็นปัจจัยที่สำคัญตัวหนึ่ง เป็นตัวที่บ่งบอกถึงประสิทธิภาพของการเคลื่อนที่ว่า สูง-ต่ำ แค่นั้น ในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการผลิต ต่างก็อาศัยเวลาเป็นตัวกำหนดการทำงาน ทั้ง การป้อนวัตถุดิบ และเอาชิ้นงานออกที่มีความสัมพันธ์กันอย่างต่อเนื่อง นอกจากนั้น เวลายังเป็น กำหนดการของการเคลื่อนที่ โดยอาจควบคุมที่จุดต้นทาง หรือจุดปลายทางก็ได้แล้วแต่กรณี

3. ปริมาณ วัสดุ-สินค้า ที่ต้องเคลื่อนที่ ต้องสัมพันธ์กับปริมาณความต้องการของจุดต่างๆ ต้องสอดคล้องกับเวลาที่เหมาะสมของระบบ และประหยัดค่าใช้จ่าย

4. เนื้อที่ เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของการเคลื่อนที่ เพราะว่าการเคลื่อนที่หรือการขนถ่าย วัสดุ จำเป็นต้องใช้เนื้อที่สำหรับตั้งกลไกของระบบ การขนถ่ายวัสดุที่มีประสิทธิภาพต่อไป ระยะเวลาในการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

องค์ประกอบสำคัญทั้ง 4 ประการ ดังกล่าว ต้องนำมาพิจารณาร่วมกัน เพราะเป็นองค์ประกอบพื้นฐานของการขนถ่ายวัสดุ ที่จะนำไปสู่ระบบการขนถ่ายวัสดุที่มีประสิทธิภาพต่อไปงานการขนถ่ายวัสดุ ประกอบด้วยหน้าที่หลัก 2 ประการ คือ งานเคลื่อนย้ายวัสดุ และงานเก็บพัสดุ

1. งานเคลื่อนย้ายวัสดุ คือ การเคลื่อนย้ายวัสดุ จากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งในตำแหน่งที่ทำงานเอง หรือระหว่างตำแหน่งที่ทำงาน ระหว่างเครื่องจักร ระหว่างแผนก ระหว่างโรงงาน หรือระหว่างอาคาร ตลอดจนการขนวัสดุ ขึ้นและลง

2. งานเก็บพัสดุ คือ การเก็บพัสดุวัตถุดิบที่ส่งเข้ามา ก่อนป้อนเข้ากระบวนการผลิต การเก็บพัสดุในขั้นตอนงานผลิต ตลอดจนการเก็บผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป ก่อนที่จะส่งออกไปยังผู้ใช้

2.1.1.3 ขอบเขตการขนถ่าย (Scope of Material Handling)

- สถานที่ทำงาน (Work Place)
- สายงานผลิต (Line) การขนถ่ายในลักษณะต่อเนื่อง
- การขนถ่ายระหว่างแผนก (Inter department)
- การขนถ่ายภายในโรงงาน (Intra-Plant)
- การขนถ่ายระหว่างโรงงาน (Inter-Plant)
- การขนถ่ายระหว่างบริษัท (Inter-Company)

2.1.1.4 จุดมุ่งหมาย และประโยชน์ของการขนถ่ายวัสดุ (Aims & Advantage of Material Handling System)

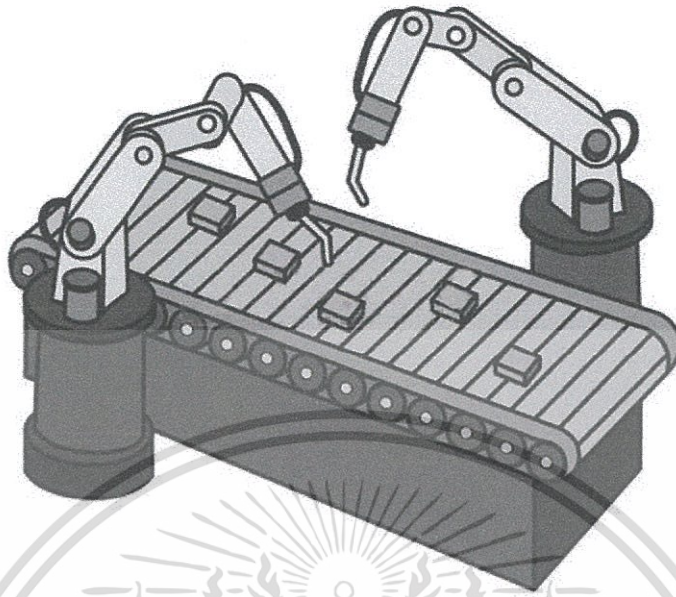
- การลดต้นทุน (Cost Reduction)
 - ลดค่าใช้จ่ายในเรื่องของอุปกรณ์ที่ใช้ในการถ่ายวัสดุ
 - ลดต้นทุนที่จะส่งเสริมให้ระบบการผลิตใช้เวลาผลิตน้อยที่สุด
 - ใช้อุปกรณ์แทนแรงงาน
 - ใช้แรงงานควบคุมอุปกรณ์
 - ลดความสูญเสีย
 - ลดเวลาในการตรวจสอบปริมาณ เป็นต้น
- การเพิ่มขีดความสามารถในการทำงาน (More Efficiency)
 - สามารถใช้เนื้อที่ให้เกิดประโยชน์สูงสุด
 - ปรับปรุงผังโรงงานเพื่อลดระยะทาง
 - ลดเวลาในการเอาของขึ้น-ลง
- การปรับปรุงสภาพแวดล้อมการทำงาน (Environment Improvement)
 - ปรับปรุงด้านความปลอดภัย
 - เลือกคนงานให้เหมาะสมกับสภาพงาน เช่น สภาพงานเบา
 - สภาพแวดล้อมส่งเสริมให้ทำงานง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การปรับปรุงเพื่อส่งเสริมการขาย (Sales Process Improvement)
 - การให้บริการที่รวดเร็ว
 - ลดค่าใช้จ่ายในการขนส่ง
- กิจกรรมการขนถ่ายวัสดุ
 - วิธีการขนถ่ายวัสดุ
 - วิธีการเก็บวัสดุ - สินค้า ในคลัง
 - เทคนิคการนำของขึ้น - ลง จากเครื่องกลขนถ่าย
 - วิธีการบรรจุหีบห่อเพื่อส่งไปยังลูกค้า
 - วิธีการบรรจุหีบห่อเพื่อการขนส่งและป้องกันสินค้า
 - การเลือกอุปกรณ์ในการขนถ่าย
 - การเลือกภาชนะที่ใช้สำหรับการขนถ่าย
 - ความปลอดภัยในการขนถ่าย

2.1.1.5 ระบบการเคลื่อนย้ายวัสดุ (Material Handling)

1. Conveyor อุปกรณ์ประเภทนี้มีอยู่หลายรูปแบบ เช่น รางส่ง ลูกกลิ้ง โซ่ส่ง สายพาน ฯลฯ ลักษณะของการใช้งานเพื่อให้มีการเคลื่อนย้ายอย่างต่อเนื่องในเส้นทางที่ไม่เปลี่ยนแปลง (แต่อาจมีการเปลี่ยนทิศทางได้) โดยปกติมักใช้ในงานที่มีการเคลื่อนย้ายบ่อยๆ แต่ระยะในการเคลื่อนย้ายไม่ไกลจนเกินไป ทั้งนี้เนื่องจากค่าใช้จ่ายในการติดตั้ง และค่าอุปกรณ์ ประเภท conveyor จะขึ้นกับชนิดและความยาวของระยะทางด้วย สำหรับการติดตั้งอุปกรณ์ conveyor จะมีทั้งแบบติดเพดาน (เหมาะกับการย้ายชิ้นส่วนขนาดใหญ่) แบบติดตั้งบนพื้น (เช่น ใช้ขนย้ายกล่อง หรือตู้คอนเทนเนอร์) การเคลื่อนย้ายอาจอาศัยแรงโน้มถ่วง หรือเป็นแบบที่ใช้พลังงานขับเคลื่อน (เช่น มอเตอร์)
2. Robots หรือที่เรามักเรียกว่าหุ่นยนต์ อุปกรณ์ประเภทนี้อาจถูกตั้งโปรแกรมให้ทำงานได้หลายๆ แบบ เช่น ใช้เคลื่อนหรือหมุนวัสดุในการเชื่อมชิ้นส่วน การใช้หุ่นยนต์มักเป็นการเคลื่อนย้ายที่ละชิ้นงานมากกว่าที่จะเป็นการเคลื่อนย้ายวัสดุจำนวนมาก อุปกรณ์ประเภทนี้มักต้องลงทุนสูง ซึ่งการใช้งานอาจต้องคำนึงถึงความจำเป็นต่างๆ ประกอบ เช่น ความปลอดภัย หรืองานที่ต้องการความแม่นยำสูง เป็นต้น



ภาพที่ 2.3 แสดงระบบการเคลื่อนย้ายวัสดุ

2.1.2 การวางผังโรงงาน(Systematic Layout Planning : SLP)

การออกแบบผังโรงงานอย่างมีระบบ (Systematic Layout Planning, SLP) มีความสำคัญคือสามารถผลิตสินค้าอย่างต่อเนื่องด้วยต้นทุนที่ต่ำเนื่องจากมีผังโรงงานที่ดี ทำให้สามารถควบคุมการผลิตได้ง่าย ได้ผลิตผลที่มีคุณภาพดีเพื่อส่งลูกค้าได้ทันตามกำหนดเวลา มีการใช้ทรัพยากรการผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้ได้ผลกำไรคุ้มค่ากับเวลาและการลงทุนไปในการทำธุรกิจ การวางผังเน้นให้ทำการศึกษ เก็บข้อมูลกิจกรรมที่เกี่ยวข้องเบื้องต้นของโรงงานปัจจุบัน 5 ประการสำคัญ (PQRST) เพื่อให้ทราบว่ามีผลิตภัณฑ์ที่ทำการผลิตอะไรบ้าง (P) ปริมาณการผลิตเป็นเท่าใด (Q) ข้อมูลปริมาณการไหล เส้นทางการไหล (R) ส่วนสนับสนุนการผลิตที่เกี่ยวข้อง (S) และเวลาที่ใช้ในการผลิต (T) เพื่อจะนำมาใช้ในการวิเคราะห์ปรับปรุงตามขั้นตอนการออกแบบ



ภาพที่ 2.4 แสดงแผนผังการวางผังโรงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

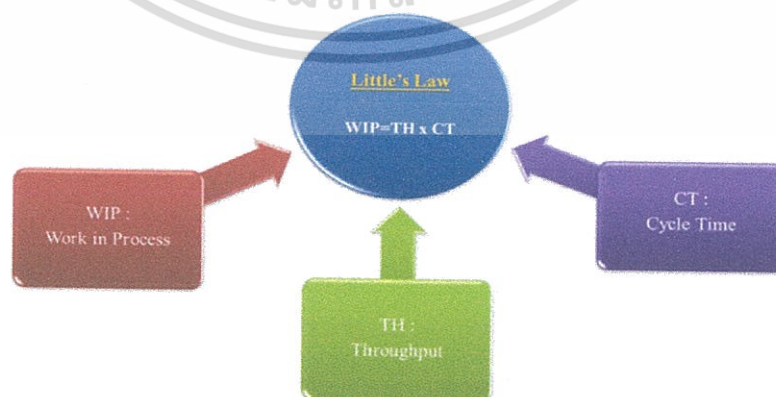


ภาพที่ 2.5 แสดงแผนผังการออกแบบผังโรงงานอย่างมีระบบ

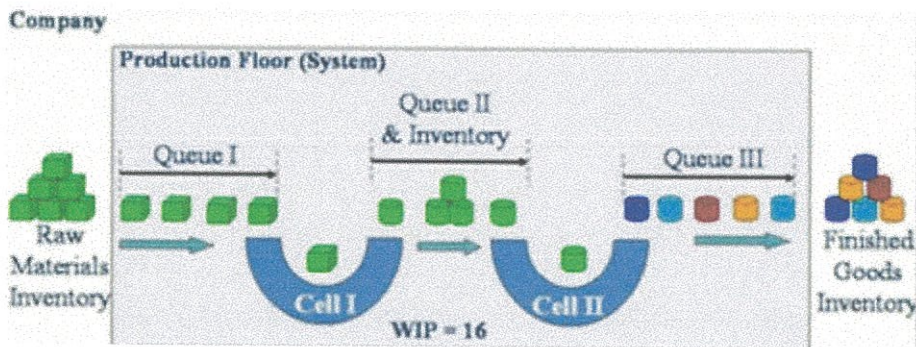
ซึ่งเป็นระบบวิธีการปรับปรุงและออกแบบกระบวนการผลิตที่มีทั้งความเรียบง่ายของกระบวนการออกแบบ และมีวัตถุประสงค์ในการประเมินแบบหลายเงื่อนไข (Multiple-Criteria) เช่นเดียวกับวิธีอัลกอริทึมที่ใช้แก้ปัญหาวัตถุประสงค์เชิงคุณภาพและวิธีการแบบทั่วไปที่ไม่มีโครงสร้างแนวทางการประเมินผลแบบหลายเงื่อนไข โดย Fafandjel et al. ได้ประยุกต์ใช้วิธีการออกแบบผังโรงงานอย่างมีระบบ เพื่อเป็นแนวทางใหม่ของการวางผังการผลิตต่อในโครงการวิจัยและพัฒนาของอุตสาหกรรมอู่ต่อเรือ โดยวิธีที่นำมาใช้ในการเลือกผังโรงงานที่มีความเหมาะสมจะมุ่งเน้นที่งานระหว่างกระบวนการผลิต (Work in Process, WIP) ดังสมการเนื่องจากภาคอุตสาหกรรมการผลิตจะให้ความสำคัญกับระบบการผลิตแบบทันเวลา (Just in Time, JIT) และระบบคัมบัง (Kanban) โดยใช้ทฤษฎีของ Little's Law

$$WIP = TH \times CT$$

WIP = ปริมาณงานระหว่างกระบวนการผลิต; TH = อัตราผลผลิต; CT = รอบเวลา



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



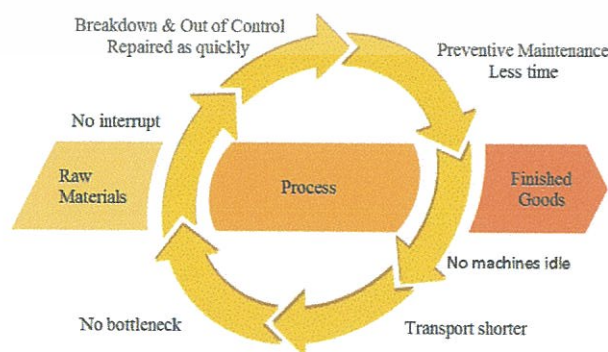
ภาพที่ 2.6 แสดงสมการของ Little's Law และตัวอย่างการคำนวณ

การเลือกผังโรงงานที่มีความเหมาะสมนั้นเป็นการยากที่จะหาสมมติฐานหรือสมการที่ระบุช่วงเวลาในกระบวนการของการผลิตอย่างแม่นยำได้ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องอาศัยข้อมูลด้านงานระหว่างกระบวนการผลิต (Work in Process, WIP) เข้ามาพิจารณาในการออกแบบผังโรงงานทางเลือกที่มีความแตกต่างกัน

2.1.3 การไหลวัสดุ (Material Flow)

การไหลของวัสดุ คือ ผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ วัตถุดิบ การจัดส่งและอื่น ๆ ที่ไหลไปตามสายโซ่โดย

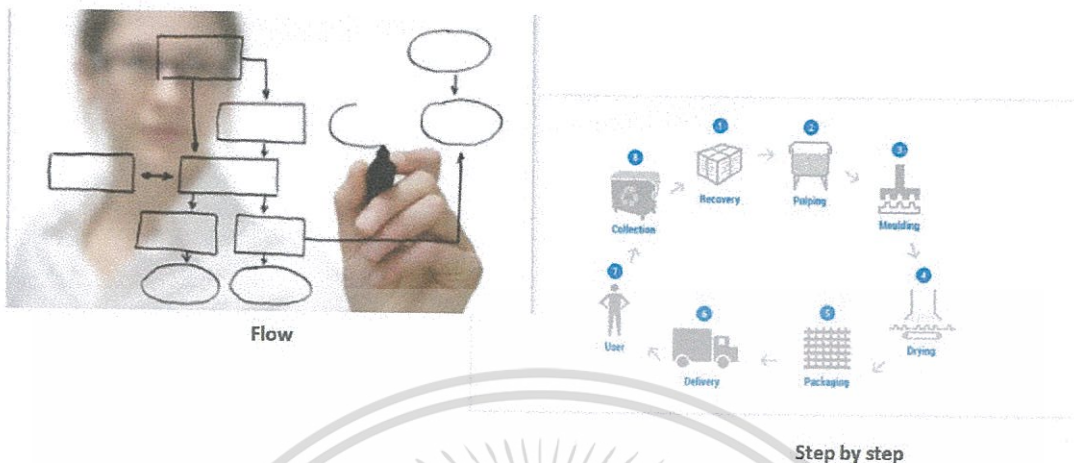
1. อย่าให้เครื่องจักรว่างงานด้วยเหตุอันใดก็ตาม (Idle)
2. หากเครื่องจักรเสีย (Breakdown) หรือออกนอกการควบคุม (Out of Control) ต้องแก้ไขให้กลับสู่สภาพปกติได้เร็วที่สุด
3. การบำรุงรักษาเครื่องจักรเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance : PM) เป็นสิ่งที่ต้องใช้เวลาให้น้อยที่สุด แม้ว่า จะอยู่ในแผนการผลิตก็ตาม เพราะบางกรณีไม่สามารถควบคุมเวลานี้ได้
4. อย่าขัดจังหวะการผลิต ด้วยเหตุอันใดก็ตาม
5. จัดกำลังการผลิตของแต่ละกระบวนการให้มีความสมดุลกัน (Line Balancing) ซึ่งจำทำให้ไม่มีงานรอรหว่างกระบวนการ (Work in Process: WIP) หรือเกิดคอขวดขึ้น (Bottleneck)
6. ลดปริมาณการขนย้าย
7. ลดการเก็บงานเพื่อรอการผลิต
8. จัดผังโรงงาน (Line Layout) ให้เหมาะสม



ภาพที่ 2.7 แสดงการไหลวัสดุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4 การจัดการกระบวนการการทำงาน(Work Flow)



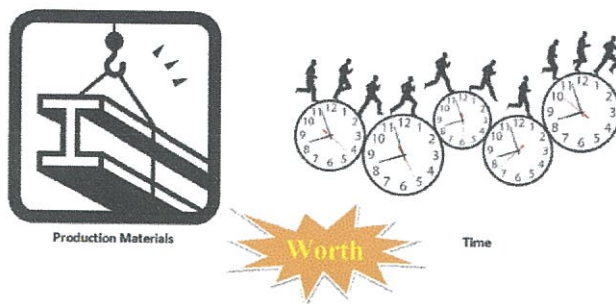
ภาพที่ 2.8 แสดงการจัดการกระบวนการการทำงาน

การบริหารจัดการกระบวนการการทำงาน (Work Flow Management) เป็นกระบวนการจัดการ ระบบการทำงานแบบมีแผนการทำงานแบบเป็นขั้นตอน โดยสามารถทำการกำหนดขั้นตอนการทำงาน ติดตามการทำงานรวมถึงการอนุมัติเอกสารต่างๆที่เกี่ยวข้องกับแต่ละขั้นตอนการดำเนินการได้อย่างมีประสิทธิภาพรวมทั้งการสามารถตรวจสอบกระบวนการทำงาน ในเรื่องของสถานะ การดำเนินการ และการตรวจสอบความล่าช้าในการดำเนินการที่เกิดขึ้น สามารถนำมาปรับปรุงและเป็นดัชนีชี้วัดความเสี่ยงที่จะเกิดกับความสัมฤทธิ์ผล ของงาน ตั้งแต่ต้นกระบวนการ ไปจนถึงจบกระบวนการ

2.1.4.1 ประโยชน์ของการบริหารการจัดการกระบวนการการทำงาน

- เพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องจักรในการผลิต
- ช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการตัดสินใจและวางแผนการดำเนินงาน ให้รวดเร็วและดีขึ้น เพราะมีการกำหนดขั้นตอนของการทำงานเป็นที่เรียบร้อย
- ประหยัดเวลาในเรื่องของการเคลื่อนย้ายงานและสามารถ ลดระยะเวลาในการปฏิบัติงานได้เป็นอย่างมาก เนื่องจากสามารถงานบางขั้นตอนได้

2.1.5 การจัดสมดุลสายการผลิต(Line Balancing)



ภาพที่ 2.9 แสดงการจัดสมดุลสายการผลิต

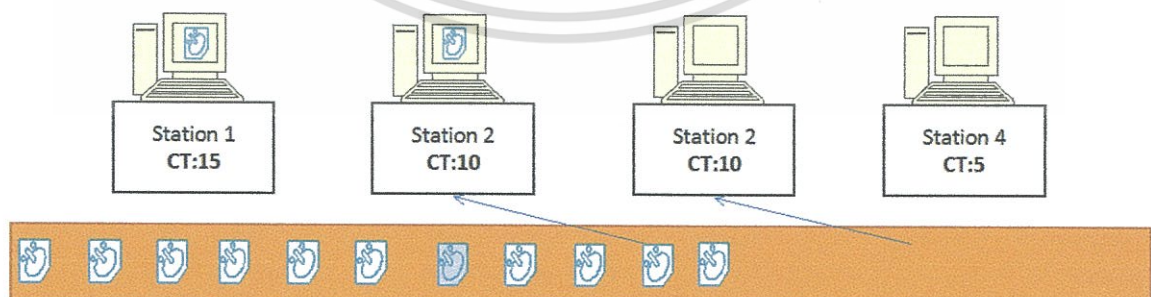
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การจัดสมดุลสายการผลิต คือ การจัดสายการผลิตให้เกิดความสมดุลเพื่อการใช้ทรัพยากรปัจจัยด้านแรงงาน และใช้ปัจจัยการผลิตที่มีอยู่ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด ลดเวลาว่างงานของคนงานในสถานีทำงานต่างๆ ของสายการผลิตโดยพยายามทำให้เวลาที่ใช้ในการผลิตของแต่ละสถานีเท่ากันหรือที่เรียกว่าเกิดความสมดุลกัน การจัดสมดุลสายการผลิตต้องคำนึงถึงเครื่องจักรอุปกรณ์และวิธีการปฏิบัติงานของแต่ละขั้นตอน ขั้นตอนในการผลิตแบบต่อเนื่องจะต้องเรียงลำดับอย่างแน่นอน (Precedence Requirement) แต่ในแต่ละขั้นตอนอาจสามารถแบ่งการปฏิบัติงานออกเป็นงานย่อยหลายๆ งาน ซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะของงานนั้นเองว่าจะสามารถแบ่งย่อยออกไปอีกได้หรือไม่ บางงานอาจแยกย่อยไม่ได้เลย นอกจากนั้นลักษณะของเครื่องจักรอุปกรณ์ก็อาจแบ่งแยกการทำงานได้หรือไม่ได้ด้วยเช่นกันหลักของการจัดสมดุลสายการผลิตจะมีการจัดกลุ่มของงานที่ต้องทำเข้าไป ซึ่งมีจะนำไปใช้กับสายการผลิตที่ทำงานด้วยมือ และเป็นสายการผลิตแบบต่อเนื่องที่มีการจัดเรียงวัตถุดิบเป็นลำดับไป จำนวนงานรวมทั้งหมดที่ต้องทำในสายการผลิตจะต้องนำมาแบ่ง และกำหนดเป็นงานย่อยป้อนเข้ากับสถานีทำงานตามลำดับงานที่เป็นไปได้ภายในรอบเวลาที่ยอมรับได้ (Acceptable Cycle Time) การหารอบระยะเวลาการทำงาน (Cycle Time) ในสายการผลิต ซึ่งหมายถึง เวลาระหว่างที่สินค้าเสร็จออกมาแต่ละชิ้น จะเท่ากับเวลาของสถานีงานที่ช้าที่สุด ดังนั้นจะเห็นว่าจะเกิดการรอคอยในสถานีที่ใช้เวลาน้อยกว่า หากรอบเวลามีความแตกต่างกันในแต่ละสถานีทำงาน สถานีที่มีรอบเวลาการทำงานมากหรือช้าที่สุดนั้นจะเป็นสถานีที่เป็นคอขวด (Bottle Neck) ทำให้สายการผลิตไหลอย่างไม่ราบรื่น การจัดสายการผลิตจึงต้องทำให้สถานีทำงานทุกสถานีในสายการผลิตมีความสมดุล มีการใช้งานเต็มที่ รอบการทำงานก็จะสั้นและเร็วที่สุด การจัดสายการผลิตให้สมดุลเป็นการเลือกผลรวมของงานที่ทำเข้าไปในแต่ละสถานีทำงานได้อย่างเหมาะสมตามลำดับการทำงาน และจำนวนเวลาที่ต้องใช้ไปในแต่ละสถานีทำงานเกือบเท่ากันโดยประมาณ

2.1.5.1 การดำเนินงาน

1. First-Come-First-Served (FCFS) แบบมาก่อนได้ก่อน

เป็นวิธีการจัดการที่มีความเข้าใจง่าย กล่าวคือเมื่อชิ้นงานใดเข้ามาก่อนก็เข้าทำสถานีแรกก่อน

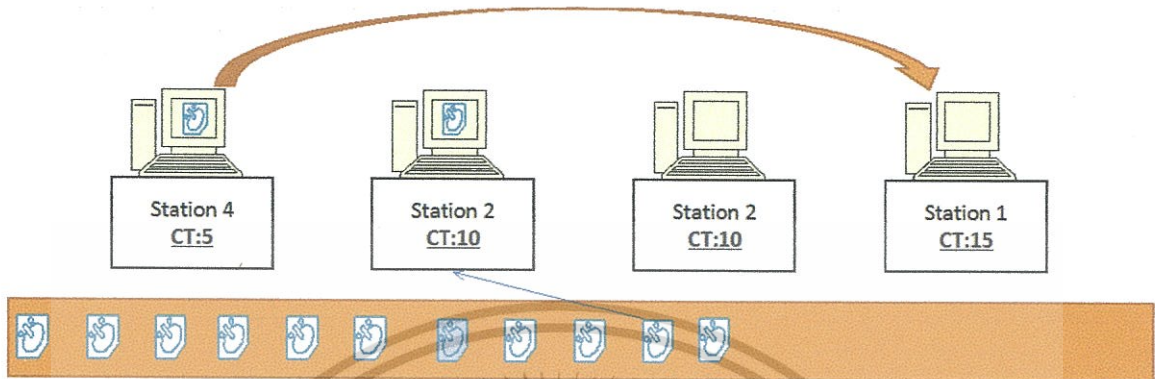


ภาพที่ 2.10 แสดงการผลิตแบบมาก่อนได้ก่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. Shortest-Job-First (SJF) แบบงานใดใช้เวลาสั้นให้ทำก่อน

เป็นวิธีการจัดลำดับด้วยการนำสถานีที่ใช้เวลาน้อยที่สุดมาทำงานก่อน



ภาพที่ 2.11 แสดงการผลิตแบบงานใดใช้เวลาสั้นให้ทำก่อน

3. Longest - Job -First แบบงานใดใช้เวลายาวให้ทำก่อน

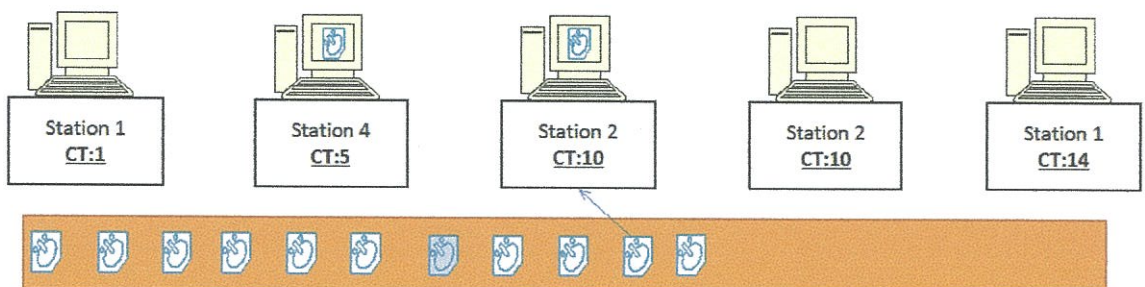
เป็นวิธีการจัดลำดับด้วยการนำสถานีที่ใช้เวลามากที่สุดมาทำงานก่อน



ภาพที่ 2.12 แสดงการผลิตแบบงานใดใช้เวลายาวให้ทำก่อน

4. Shortest-Remaining-Time-First (SRTF)

เป็นวิธีที่ได้รับการปรับปรุงมาจาก SJF โดยจะกำหนดให้สถานีที่มีเวลาน้อยที่สุด ณ เวลานั้น ๆ เป็นสถานีที่จะได้ทำงานก่อน แต่จะต้องทำสถานีแรกที่กำหนดไว้ก่อน

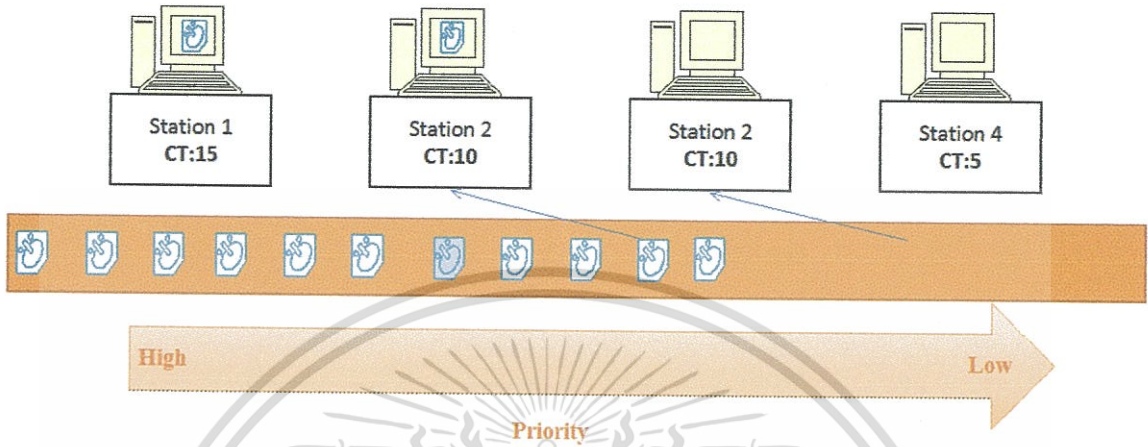


ภาพที่ 2.13 แสดงการผลิตแบบ Shortest-Remaining-Time-First

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. Priority Scheduling แบบการกำหนดเวลาตามลำดับความสำคัญ

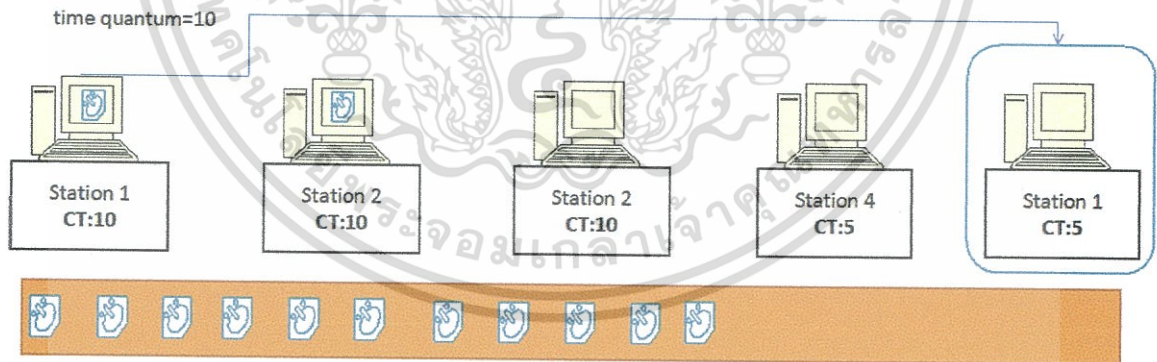
เข้าทำงานสถานที่ที่มีความสำคัญสูงสุดก่อนแล้วลดลงไปตามลำดับความสำคัญ



ภาพที่ 2.14 แสดงการผลิตแบบการกำหนดเวลาตามลำดับความสำคัญ

6. Round-Robin (RR) แบบการแบ่งเวลาทำงานเป็นรอบ

จะถูกจำกัดด้วยเสียเวลาในกระบวนการหรือเรียกว่าระยะเวลาควอนตัม กล่าวคือเมื่อชิ้นงานใดเข้ามาก่อนก็เข้าทำสถานีแรกก่อนแต่ทำได้แค่เสียเวลาในกระบวนการที่กำหนดแล้วไปทำสถานีต่อไปส่วนเวลาที่เหลือจะนำไปตั้งสถานีใหม่



ภาพที่ 2.15 แสดงการผลิตการแบ่งเวลาทำงานเป็นรอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.6 ตัวแปรสุ่ม (Random Variables)

ในกระบวนการใด ๆ ก็ตาม จะมีส่วนประกอบคือ ปัจจัยนำเข้า (Input Factors) ตัวแปรที่ส่งผลกระทบต่อผลลัพธ์ (Variables) และผลลัพธ์ (Output) ตัวแปรที่ส่งผลกระทบต่อผลลัพธ์แบ่งได้ 2 ประเภทคือตัวแปรที่ควบคุมได้ (Controlled Variables) และตัวแปรที่ควบคุมไม่ได้ (Uncontrolled Variables) ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับระบบแต่ละตัวจะมีคุณลักษณะสมบัติ หรือคุณลักษณะทางคุณภาพ (Quality Characteristics) ที่เป็นตัวบ่งชี้ว่าปัจจัยเหล่านั้นดีหรือไม่ เหมาะสมกับระบบหรือไม่ ขึ้นอยู่กับข้อมูลในอดีตและสภาพแวดล้อมของข้อมูลนั้นๆ จะเหมาะสมกับการสร้างต้นแบบของตัวแปรสุ่มเพียงใด

ตัวแปรสุ่ม คือ ค่าของคุณลักษณะทางคุณภาพที่ได้จากการวัดของตัวแปรใด ๆ ซึ่งจะมีค่าแตกต่างกันเมื่อทำการทดลองด้วยเงื่อนไขเดิมซ้ำ ๆ (Replication) กันหลายครั้ง ค่าของตัวแปรที่แตกต่างกันนี้อาจเป็นผลมาจากความแตกต่างของปัจจัยที่เกี่ยวข้องตัวใดตัวหนึ่ง หรือหลายตัว โดยปัจจัยที่เกี่ยวข้องเหล่านี้อาจมีค่าไม่คงที่ด้วย (ผู้ควบคุมพยายามควบคุมให้เท่ากัน แต่ในความเป็นจริงเป็นไปได้ที่จะควบคุมให้ทุกตัวแปรมีค่าเท่ากัน 100% โดยเฉพาะตัวแปรที่เป็นตัวแปรที่ควบคุมไม่ได้) ตัวแปรสุ่มสามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มคือ

1. ตัวแปรสุ่มต่อเนื่อง (Continuous Random Variables) ซึ่งได้จากการวัด (Measurement)
2. ตัวแปรสุ่มไม่ต่อเนื่อง (Discrete Random Variables) ซึ่งได้จากการนับ (Count)

การอธิบายพฤติกรรมของตัวแปรสุ่มจะอธิบายด้วยโอกาสการเกิด โอกาสที่ตัวแปรสุ่มจะเป็นไปตามที่สนใจ (เหตุการณ์) ซึ่งรู้จักกันในชื่อของความน่าจะเป็น (Probability) และถ้าตัวแปรสุ่มจากการทดลองสุ่มใด ๆ มีพฤติกรรมที่มีรูปแบบอย่างใดอย่างหนึ่ง ซึ่งเมื่อเก็บข้อมูลจำนวนเพียงพอ จะสามารถวิเคราะห์ที่ตัวแบบ (Model) ของตัวแปรสุ่มได้ ตัวแบบที่ใช้ในการอธิบายพฤติกรรมของตัวแปรสุ่มนี้ ในทางสถิติวิศวกรรมเรียกว่า ฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็น (Probability Function) หรือกล่าวได้ว่า ตัวการวิเคราะห์ความน่าจะเป็นจะทำได้โดยใช้ฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็นซึ่งมีตัวแปรสุ่มเป็นตัวแปรหลักของฟังก์ชัน การนำตัวแปรสุ่มไปใช้ในการสร้างแบบจำลองจะขึ้นอยู่กับลักษณะของการแจกแจงเหตุการณ์เฉพาะเรื่องของแบบจำลองนั้นๆ โดยแทนเป็นตัวแบบทางคณิตศาสตร์ที่ใช้อธิบายการแจกแจงความน่าจะเป็นของตัวแปรสุ่ม เช่น

ตัวอย่าง ตัวแปรสุ่มต่อเนื่อง (Continuous Random Variables)

1. การแจกแจงแบบสม่ำเสมอ (uniform distribution) ใช้ในการสร้างเลขสุ่มแบบ $U(0,1)$
2. การแจกแจงแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล (exponential) ใช้ประยุกต์กับการเข้ามาในระบบของลูกค้า หรืออายุการใช้งานของเครื่องมือ
3. การแจกแจงแบบแกมมา (gamma) ใช้ประยุกต์กับ เวลาที่ทำงานสำเร็จหลายครั้ง เช่นการให้บริการลูกค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาใดๆอย่างองถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

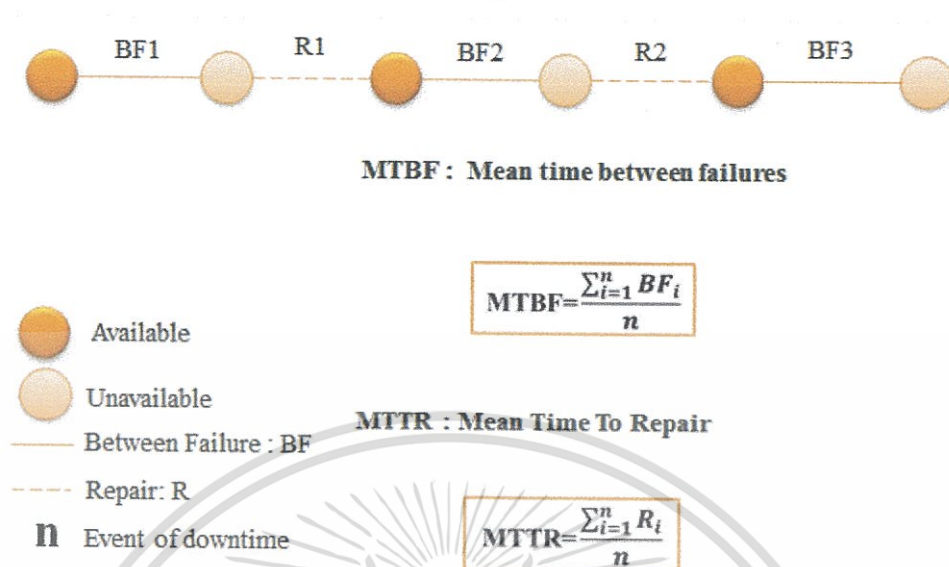
4. การแจกแจงแบบไวบูลล์ (weibull)
ใช้ประยุกต์กับ เวลาของการทำงานจนเสร็จ
5. การแจกแจงแบบปกติ (normal)
ใช้ประยุกต์กับ ข้อมูลที่มีปริมาณมาก
6. การแจกแจงแบบลอการิทึม (lognormal distribution)
ใช้ประยุกต์กับ เวลาของอุปกรณ์เสีย
7. การแจกแจงแบบสามเหลี่ยม (triangular)
ใช้ประยุกต์กับ การทดลองที่ข้อมูลขาดหาย
8. การแจกแจงแบบเบต้า (beta distribution)
ใช้ประยุกต์กับ ข้อมูลที่กระจายไม่เป็นระเบียบ

ตัวอย่าง ตัวแปรสุ่มไม่ต่อเนื่อง (Discrete Random Variables)

1. การแจกแจงแบบเบอร์นูลลี (bernouill distribution)
ใช้ประยุกต์กับ การสุ่มที่มีคำตอบสองประการ
2. การแจกแจงยูนิฟอร์มไม่ต่อเนื่อง (d-uniform)
ใช้ประยุกต์กับ เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นโดยการสุ่มของผลลัพธ์แต่ละเหตุการณ์
3. การแจกแจงแบบทวินาม (binomial distribution)
ใช้ประยุกต์กับ จำนวนความสำเร็จของแต่ละการทดลอง
4. การแจกแจงแบบเลขาคณิต (geometric distribution)
ใช้ประยุกต์กับ จำนวนของความล้มเหลว ก่อนที่จะสำเร็จในแต่ละครั้ง
5. การแจกแจงแบบทวินามลบ (negative binomial)
ใช้ประยุกต์กับ จำนวนของความไม่สำเร็จก่อนความสำเร็จ
6. การแจกแจงแบบปัวซอง (poisson)
ใช้ประยุกต์กับ ทุกจำนวนของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในช่วงเวลา เมื่อเหตุการณ์กำลังเกิดขึ้นด้วยอัตราคงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.7 MTBF, MTTR, Downtime และ Reject



ภาพที่ 2.16 แสดงการคำนวณ MTBF, MTTR

2.1.7.1 MTBF (Mean Time Between Failure)

เวลาเฉลี่ยระหว่างการเสียหาย คือระยะเวลาระหว่างการเกิด Alarm ครั้งล่าสุดกับ Alarm รั้งก่อน ห่างกันเท่าใด ถ้าห่างกันน้อย คือมีค่าน้อย ก็หมายความว่าเครื่องจักรหรือกระบวนการมีการซ่อมบำรุงหรือประสิทธิภาพไม่ดี แต่ถ้ามีค่ายิ่งมาก ก็หมายถึงระบบมีการบำรุงรักษาหรือมีประสิทธิภาพที่ยิ่งดีมากขึ้นเท่านั้น

2.1.7.2 MTTR (Mean Time To Repair)

เวลาเฉลี่ยในการซ่อมแซมคือเวลาเฉลี่ยในการแก้ไขหรือกู้ระบบให้กลับมาใช้งานได้เหมือนเดิม

2.1.7.3 Downtime

ช่วงเวลาที่เครื่องหรือระบบเสียใช้งานไม่ได้ ต้องปิดทำการเครื่องหรือระบบโดยอยู่ในระหว่างเวลาซ่อมแก้ไข (MTTR)

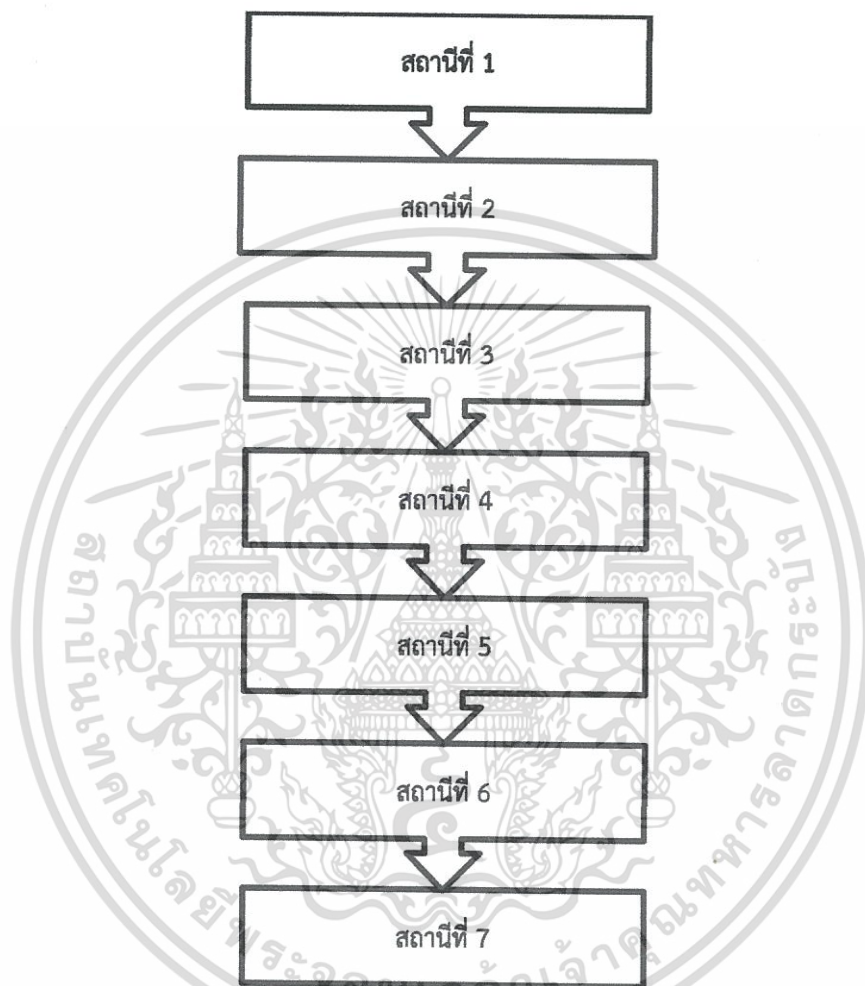
2.1.7.4 Reject

งานเสียที่ไม่มีการเข้าทำในแต่ละสถานีงาน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษา

3.1 ศึกษาลักษณะการทำงานของสายการผลิตระบบอัตโนมัติแบบต้นทุนต่ำ



ภาพที่ 3.1 แสดงการทำงานของสายการผลิตระบบอัตโนมัติแบบต้นทุนต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. **สถานีที่ 1** คือสถานีงานที่ใช้สำหรับการเลี้ยวกลับของสายการผลิตเพื่อส่งต่อชั้นต่อไป มีการไหลของงานแบบอนุกรม แบ่งเป็น 2 โซน



ภาพที่ 3.2 แสดงการทำงานของสถานีงานสถานีที่ 1

- โซนที่ 1 Return conveyor การเลี้ยวของสายพาน ใช้ความเร็วเฉลี่ย 700 มิลลิเมตรต่อวินาที ความเร่งเฉลี่ย 2,490 มิลลิเมตรต่อวินาที² ความยาวเฉลี่ย 166 มิลลิเมตร
- โซนที่ 2 Operation 1 ใช้เวลาเฉลี่ยเข้าและออก 3.0 วินาที

2. **สถานีที่ 2** คือสถานีงานไหลตชันงานประกอบ มีการไหลของงานแบบอนุกรม แบ่งเป็น 10 โซน



ภาพที่ 3.3 แสดงการทำงานของสถานีงานสถานีที่ 2

- โซนที่ 1 Operation 1 ใช้เวลาเฉลี่ยเข้าและออก 3.0 วินาที
- โซนที่ 2 Operation 2 ใช้เวลาเฉลี่ยเข้าและออก 3.0 วินาที
- โซนที่ 5 Operation 3 ใช้เวลาเฉลี่ยเข้าและออก 3.7 วินาที
- โซนที่ 8 Operation 4 ใช้เวลาเฉลี่ยเข้าและออก 3.0 วินาที
- โซนที่ 9 Operation 5 ใช้เวลาเฉลี่ยเข้าและออก 2.0 วินาที
- โซนที่ 3, 4, 6, 7 และ 10 ที่พักชันงาน ใช้เวลาเฉลี่ยเข้าและออก 0.7 วินาที

3. **สถานีที่ 3** คือ สถานีงานที่ยึดติดชันงานทางโลหะรวมการทำงานของ 3 กระบวนการมีการไหลของงานแบบอนุกรมและขนาน แบ่งเป็น 10 โซน



ภาพที่ 3.4 แสดงการทำงานของสถานีงานสถานีที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- โชนที่ 1 Operation 1 ใช้เวลาเฉลี่ยเข้าและออก 3.0 วินาที
- โชนที่ 2 Operation 2 ใช้เวลาเฉลี่ยเข้าและออก 3.7 วินาที
- โชนที่ 4 และ 5 Operation 3 และ 4 ใช้เวลาเฉลี่ยเข้าและออก 3.4 วินาที
- โชนที่ 7 และ 9 Operation 5 และ 6 (การไหลของงานแบบขนาน) ใช้เวลาเฉลี่ยเข้าและออก 6.0 วินาที
- โชนที่ 3, 6, 8 และ 10 ที่พักชิ้นงาน ใช้เวลาเฉลี่ยเข้าและออก 0.7 วินาที

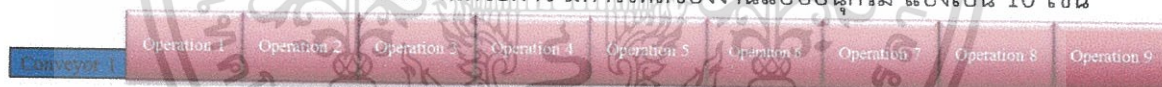
4. **สถานีที่ 4** คือ สถานีงานที่ยึดติดชิ้นงานทางไฟฟ้า มีการไหลของงานแบบอนุกรมและขนาน แบ่งเป็น 10 โชน



ภาพที่ 3.5 แสดงการทำงานของสถานีงานสถานีที่ 4

- โชนที่ 2 Operation 1 ใช้เวลาเฉลี่ยเข้าและออก 3.7 วินาที
- โชนที่ 4 และ 5 Operation 2 และ 3 (การไหลของงานแบบขนาน) ใช้เวลาเฉลี่ยเข้าและออก 4.8 วินาที
- โชนที่ 1, 3, 6, 7, 8, 9 และ 10 ที่พักชิ้นงาน ใช้เวลาเฉลี่ยเข้าและออก 0.7 วินาที

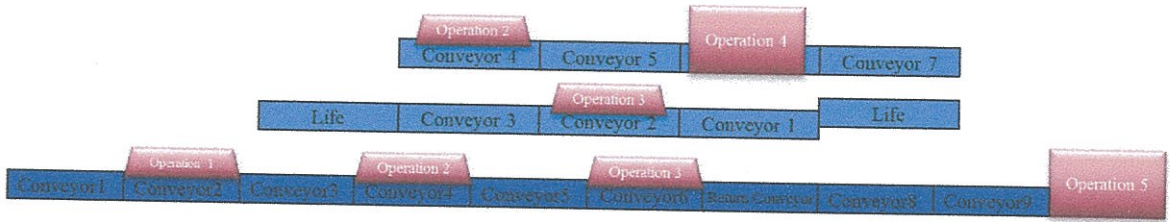
5. **สถานีที่ 5** คือ สถานีที่ยึดติดชิ้นงานด้วยกาว มีการไหลของงานแบบอนุกรม แบ่งเป็น 10 โชน



ภาพที่ 3.6 แสดงการทำงานของสถานีงานสถานีที่ 5

- โชนที่ 2 Operation 1 ใช้เวลาเฉลี่ยเข้าและออก 2.7 วินาที
- โชนที่ 3 Operation 2 ใช้เวลาเฉลี่ยเข้าและออก 2.4 วินาที
- โชนที่ 4, 5 และ 6 Operation 3, 4 และ 5 ใช้เวลาเฉลี่ยเข้าและออก 2.3 วินาที
- โชนที่ 7 Operation 6 ใช้เวลาเฉลี่ยเข้าและออก 2.7 วินาที
- โชนที่ 8, 9 และ 10 Operation 7, 8 และ 9 ใช้เวลาเฉลี่ยเข้าและออก 3.6 วินาที
- โชนที่ 1 ที่พักชิ้นงาน ใช้เวลาเฉลี่ยเข้าและออก 0.7 วินาที

6. สถานีที่ 6 คือ สถานีการเปลี่ยนสายพานการผลิต แบ่งเป็น 12 โซน มีการไหลของงานแบบอนุกรม 2 สายพาน



ภาพที่ 3.7 แสดงการทำงานของสถานีงานสถานีที่ 6

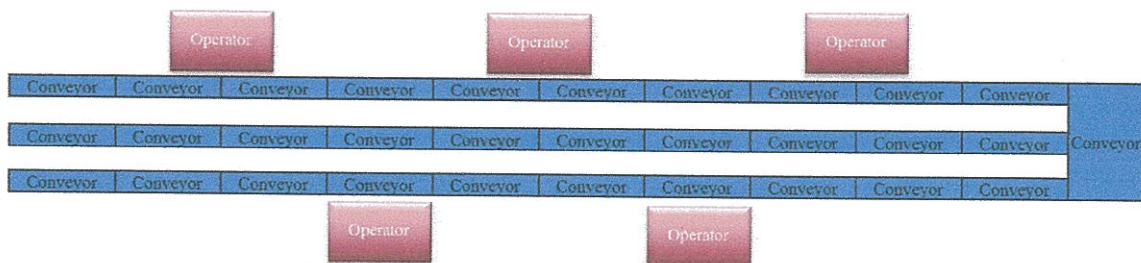
6.1 Conveyor 1 (สายพานการผลิตภายในสายการผลิตระบบอัตโนมัติแบบต้นทุนต่ำ)

- โซนที่ 2 Operation 1 ใช้เวลาเฉลี่ยเข้าและออก 3.7 วินาที
- โซนที่ 4 Operation 2 ใช้เวลาเฉลี่ยเข้าและออก 3.7 วินาที
- โซนที่ 6 Operation 3 ใช้เวลาเฉลี่ยเข้าและออก 3.7 วินาที
- โซนที่ 7 Return Conveyor การเลี้ยวของสายพาน ใช้ความเร็วเฉลี่ย 700 มิลลิเมตรต่อวินาที ความเร่งเฉลี่ย 2,490 มิลลิเมตรต่อวินาที² ความยาวเฉลี่ย 166 มิลลิเมตร
- โซนที่ 10 Operation 5 ใช้เวลาเฉลี่ยเข้าและออก 3.0 วินาที
- โซนที่ 1, 3, 5, 8, 9, 11 และ 12 ที่พักชิ้นงาน ใช้เวลาเฉลี่ยเข้าและออก 0.7 วินาที

6.2 Conveyor 2 (สายพานการผลิตภายนอกสายการผลิตระบบอัตโนมัติแบบต้นทุนต่ำ)

- โซนที่ 1 Lift ใช้ความเร็วประมาณ 700 มิลลิเมตรต่อวินาที ความเร่งประมาณ 2,490 มิลลิเมตรต่อวินาที² ความยาวประมาณ 166 มิลลิเมตร
- โซนที่ 3 Operation 3 ใช้เวลาเฉลี่ยเข้าและออก 1.0 วินาที
- โซนที่ 5 Lift ใช้ความเร็วเฉลี่ย 700 มิลลิเมตรต่อวินาที ความเร่งเฉลี่ย 2,490 มิลลิเมตรต่อวินาที² ความยาวเฉลี่ย 166 มิลลิเมตร
- โซนที่ 6 Operation 2 ใช้เวลาเฉลี่ยเข้าและออก 1.0 วินาที
- โซนที่ 8 Operation ใช้เวลาเฉลี่ยเข้าและออก 3.3 วินาที
- โซนที่ 2, 4, 7 และ 9 ที่พักชิ้นงาน ใช้เวลาเฉลี่ยเข้าและออก 0.7 วินาที

7. สถานีที่ 7 คือ สถานีการนำชิ้นงานเข้า-ออกจากภาชนะโดยคนจำนวน 5 คน ใช้เวลาเฉลี่ยคนละ 13.8 วินาที



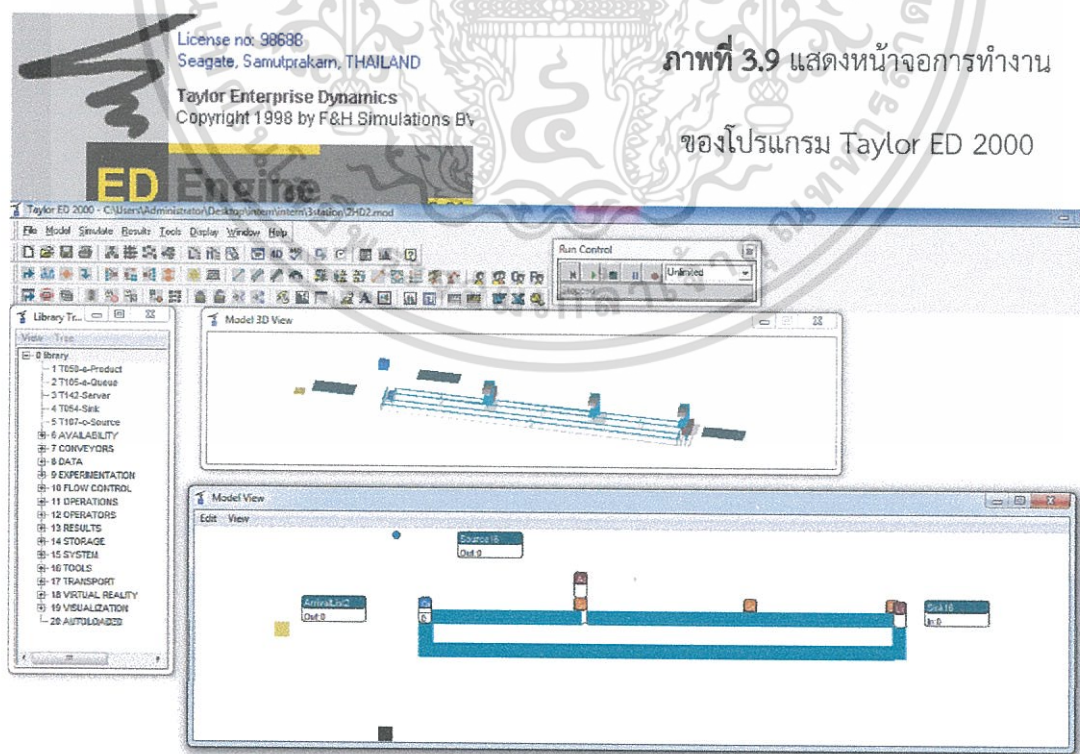
ภาพที่ 3.8 แสดงการทำงานของสถานีงานสถานีที่ 7

- Operator คือแรงงานคนทำการนำชิ้นงานที่เสร็จกระบวนการออกแล้วใส่ชิ้นงานใหม่เข้าไป ใช้เวลาเฉลี่ย 13.8 วินาที
- โซน Conveyor ที่พักชิ้นงาน ใช้เวลาในการวิ่งเข้าออกเฉลี่ยเข้าและออก 1.0 วินาที

3.2 ศึกษาการใช้โปรแกรมจำลองการผลิต

3.2.1 Taylor ED 2000

โปรแกรมการออกแบบจำลองสายการผลิตรุ่นแรกๆที่สามารถจำลองการไหลของชิ้นงานในสายการผลิตได้

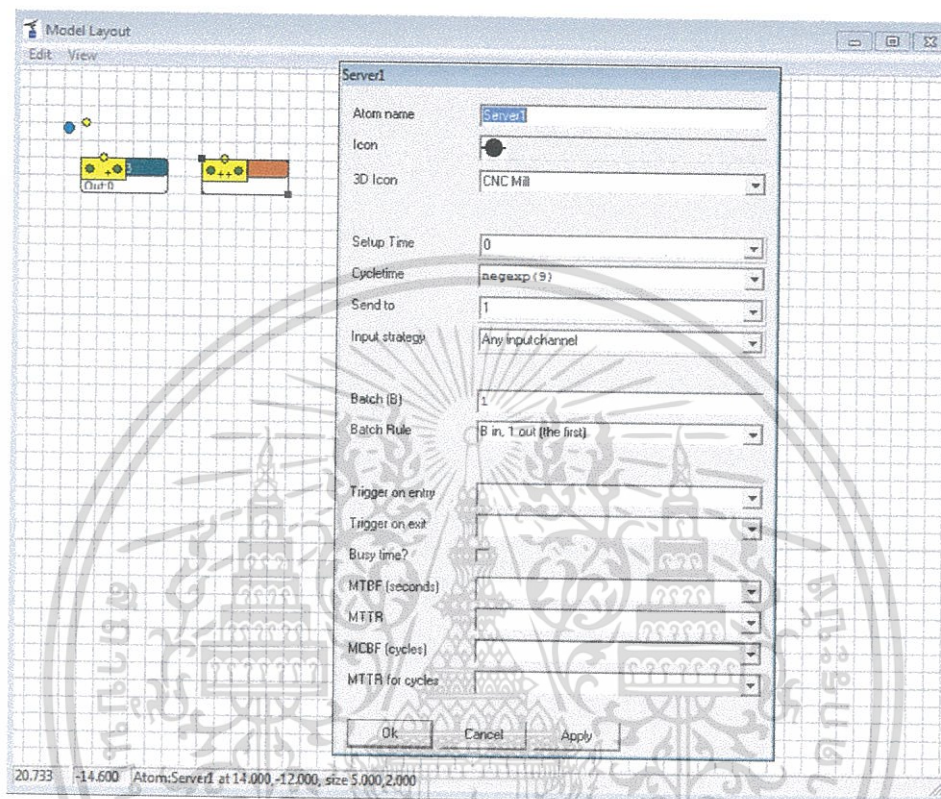


ภาพที่ 3.9 แสดงหน้าจอการทำงาน
ของโปรแกรม Taylor ED 2000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

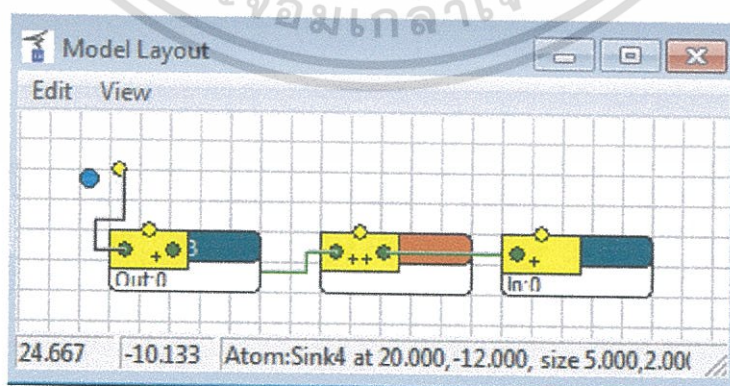
วิธีการใช้งานโปรแกรม Taylor ED 2000

1. ลาก Object จาก Library ที่ต้องการใช้งานออกมาวางบริเวณพื้นที่ใช้งาน คลิกซ้ายสองครั้งที่ Object เพื่อกำหนดคุณสมบัติเฉพาะในแต่ละ Object ดังภาพที่ 3.10



ภาพที่ 3.10 แสดงการกำหนดคุณสมบัติเฉพาะในแต่ละ Object

2. สร้าง Connection เชื่อมเส้นทางการไหลของงานในแต่ละ Object โดยเชื่อมจาก Channels ดังภาพที่ 3.11



ภาพที่ 3.11 แสดงการเชื่อมเส้นทางการไหลของงานในแต่ละ Object

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

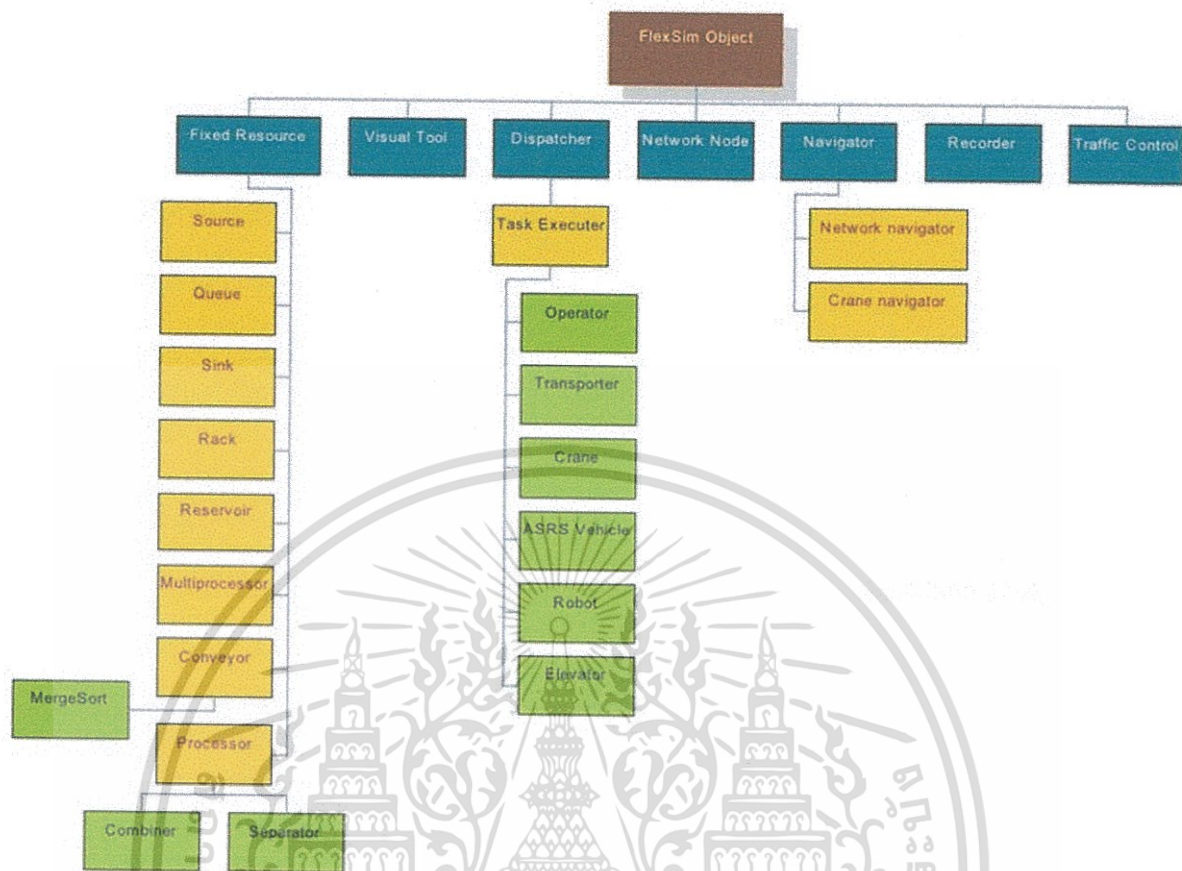
3.2.2 FlexSim 7.3

โปรแกรมการออกแบบจำลองสายการผลิตที่พัฒนามาจากโปรแกรม Taylor ED 2000 ซึ่งมีมุมมองกราฟิกในภาพแบบ 3 มิติ มีประสิทธิภาพในการแสดงกราฟและไดนามิกของผลลัพธ์



ภาพที่ 3.12 แสดงหน้าจอการทำงานของโปรแกรม Flexsim 7.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

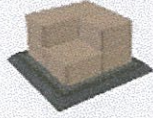

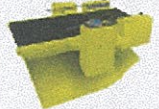

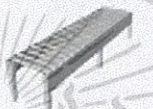




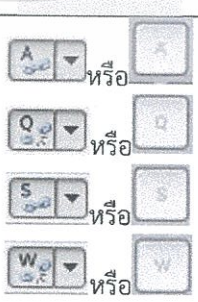


ภาพที่ 3.13 แผนผังแสดง Object ของโปรแกรม Flexsim 7.3

ตารางที่ 3.1 แสดงวัตถุที่ใช้ในการสร้างแบบจำลอง

ชื่อวัตถุ	ภาพ	ความหมาย
3.2.2.1 Source		แหล่งกำเนิด item
3.2.2.1.1 Box		ชิ้นงาน
3.2.2.1.2 Pallet		ภาชนะใส่ชิ้นงานชนิดที่ 1 และ ภาชนะใส่ชิ้นงานชนิดที่ 2
3.2.2.1.3 Tote		ภาชนะใส่ชิ้นงานชนิดที่ 3
3.2.2.2 Sink		แหล่งรับเก็บ item

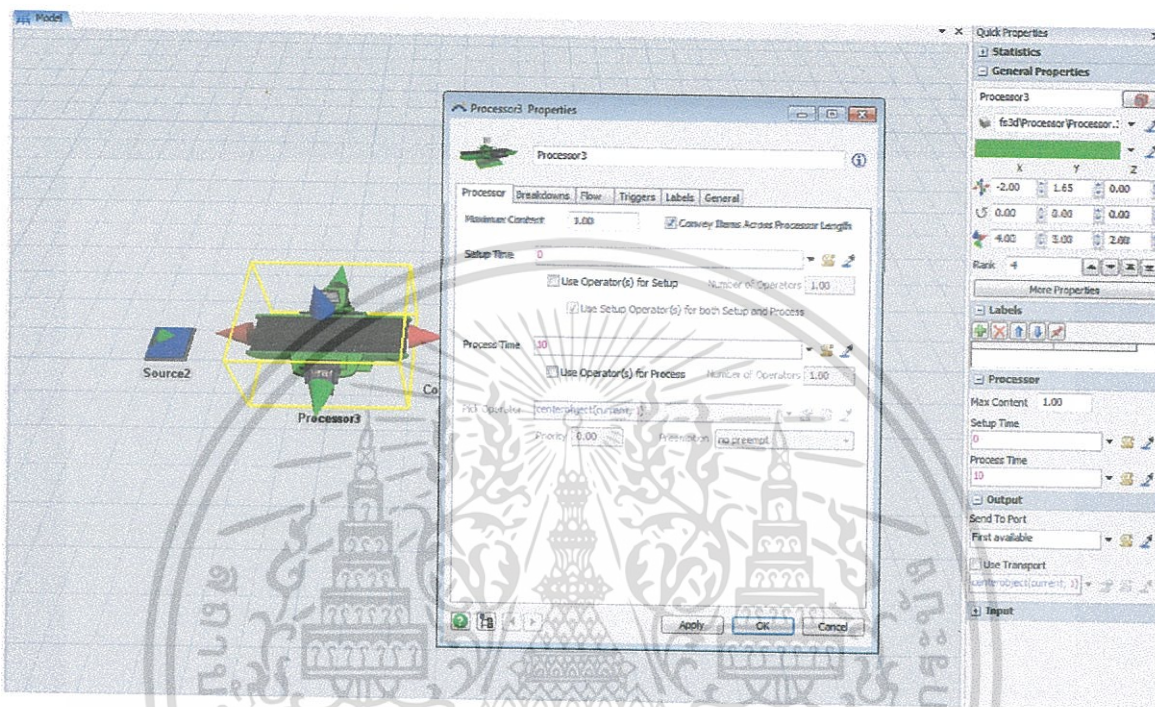
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2.3 Queue		แหล่งพัก item
3.2.2.4 Processor		เครื่องจักรผลิต
3.2.2.5 Combiner		ประกอบชิ้นงาน
3.2.2.6 Separator		แยกชิ้นงาน
3.2.2.7 Conveyor		สายพานการผลิต
3.2.2.8 Robot		หุ่นยนต์ในการหยิบจับ/ขนส่งชิ้นงาน
3.2.2.9 Operator		การขนส่งหรือทำงานโดยคน/แรงงานฝีมือ
3.2.2.10 Elevator		ลิฟต์ การขนส่ง/เคลื่อนย้ายชิ้นงานขึ้น-ลง
3.2.2.11 Network navigator		เส้นทางการเดินของคน/แรงงานฝีมือ
3.2.2.12 Connection		<ul style="list-style-type: none"> ■ เชื่อมวัตถุกับวัตถุ ■ ยกเลิกการเชื่อมวัตถุกับวัตถุ ■ เชื่อมวัตถุกับการขนส่ง ■ ยกเลิกการเชื่อมวัตถุกับการขนส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

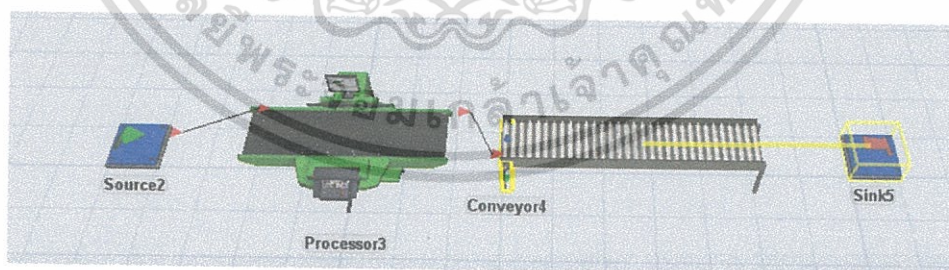
วิธีการใช้งานโปรแกรม FlexSim 7.3

1. ลาก Object ที่ต้องการใช้งานออกมาวางบริเวณพื้นที่ใช้งาน คลิกซ้ายสองครั้งที่ Object เพื่อกำหนดคุณสมบัติเฉพาะในแต่ Object ดังภาพที่ 3.14



ภาพที่ 3.14 แสดงการกำหนดคุณสมบัติเฉพาะในแต่ Object

2. สร้าง Connection โดยเชื่อมเส้นทางการไหลของงานในแต่ Object ดังภาพที่ 3.15



ภาพที่ 3.15 แสดงการเชื่อมเส้นทางการไหลของงานในแต่ Object

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

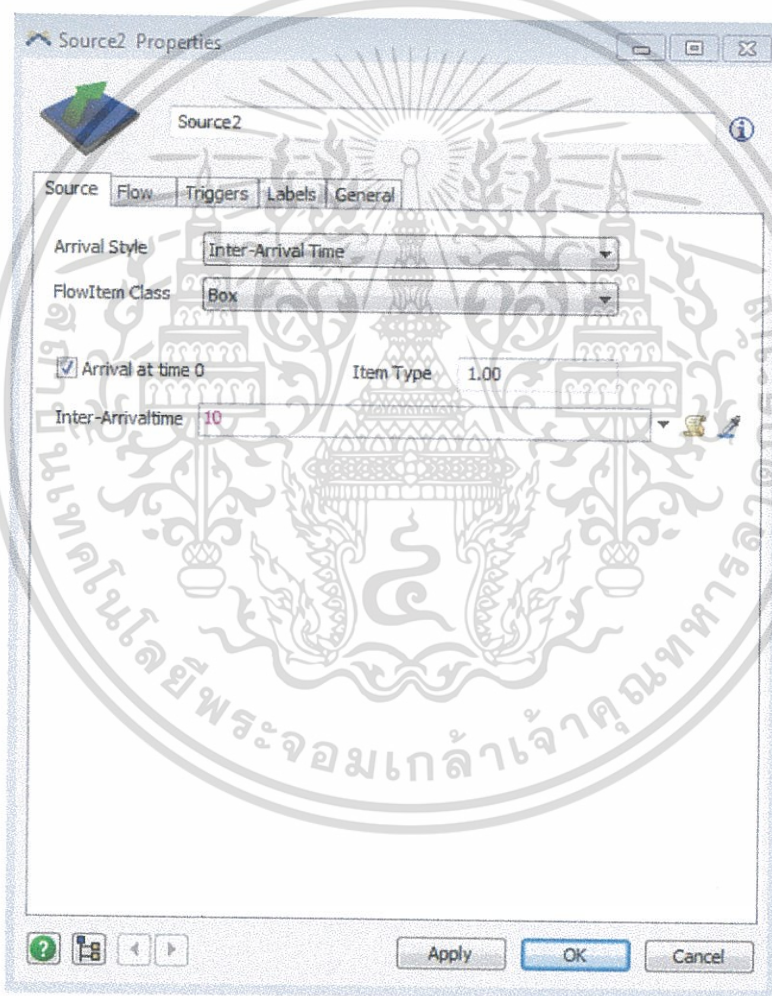
3.3 การจำลองสายการผลิตสายการผลิตระบบอัตโนมัติแบบต้นทุนต่ำ

การจำลองสายการผลิตแบ่งออกเป็น 9 ประเภท

1. การจำลองสายการผลิตที่มีการทำงานแบบอนุกรม (Series)

เป็นการทำงานของชิ้นงานที่จะไหลไปตาม Conveyor ในแต่ละโซน โดยไม่มีการชนหน้ากันของชิ้นงาน ซึ่งหลักการออกแบบจำลองสายการผลิตเป็นดังนี้

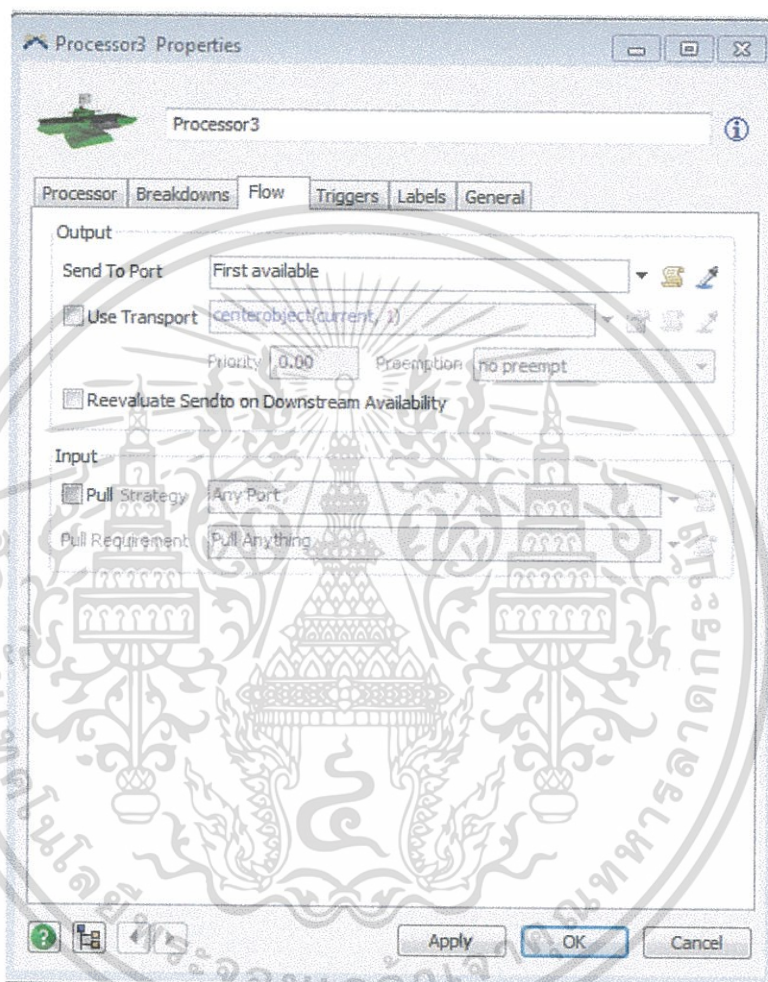
1.1 กำหนดประเภท (Type) ของชิ้นงานของแหล่งกำเนิด (Source) หรือ กระบวนการ (Processor) ให้เป็นประเภทเดียวเสมอเช่น กำหนดเป็นประเภท 1 (Type 1) ดังภาพที่ 3.16



ภาพที่ 3.16 แสดงการกำหนดประเภท (Type) ของชิ้นงานของแหล่งกำเนิด (Source)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

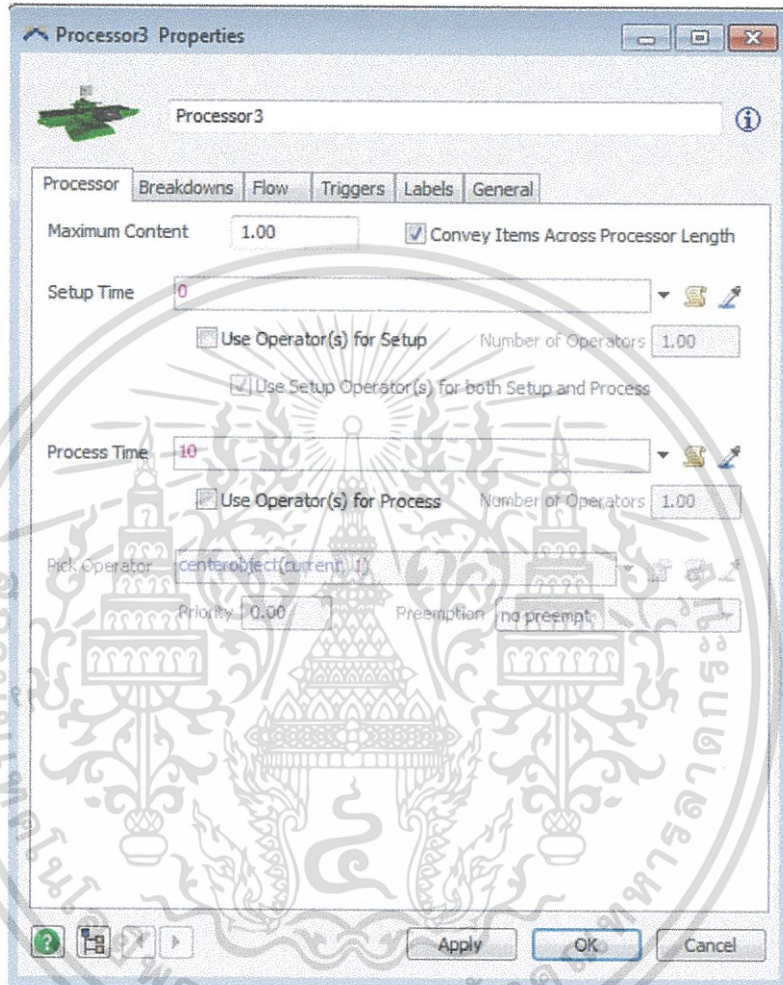
1.2 กำหนดการไหล (Flow) ของชิ้นงาน (Send to Port) จากแหล่งกำเนิด (Source) หรือกระบวนการ (Processor) เช่น กำหนดเป็นไหลเข้าพอร์ตแรกของ Object ถัดไปก่อนเสมอ ถ้าพอร์ตแรกของ Object ถัดไปว่าง ก่อนจะวิ่งเข้าPortถัดไป (First available) (ในกรณีที่ยกเอาที่พูดหลายพอร์ต) ดังภาพที่ 3.17



ภาพที่ 3.17 แสดงการกำหนดการไหล (Flow) ของชิ้นงาน (Send to Port)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 กำหนดเวลาการทำงานของชิ้นงาน (Process time) เมื่อเข้า Object โดยเวลาในการเข้าทำงานของโชนจะต้องรวมเวลาเข้าและออกของชิ้นงานกับเวลาของกระบวนการของ Object ดังภาพที่ 3.18



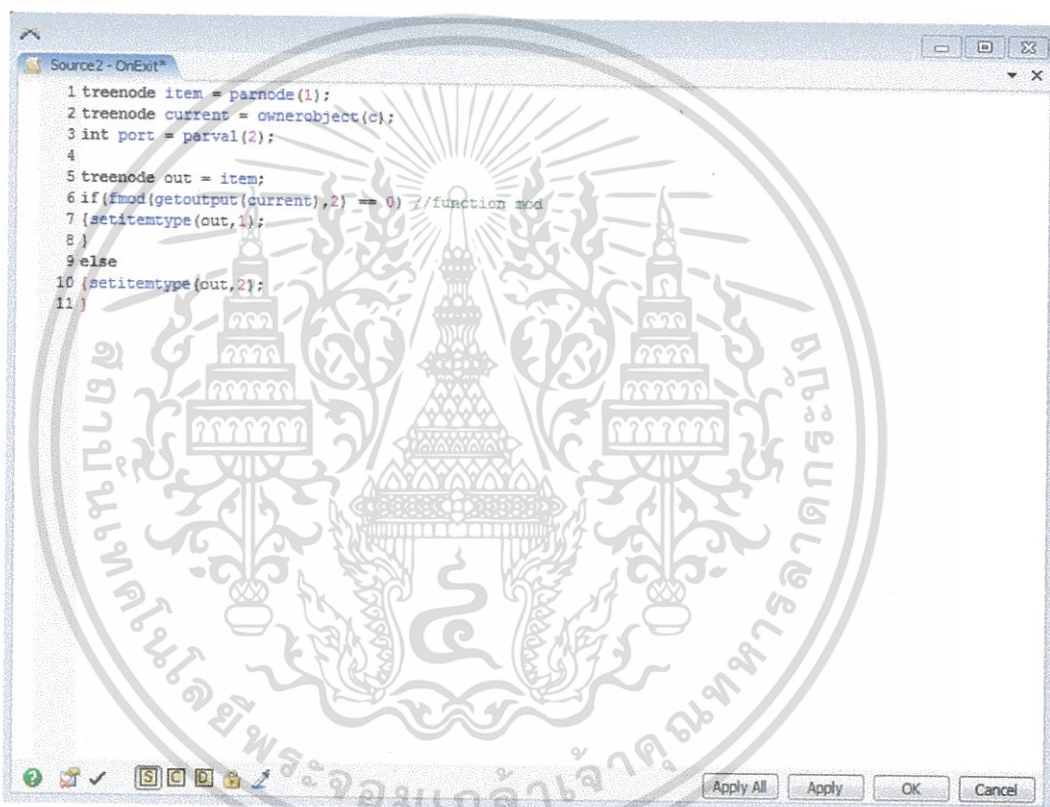
ภาพที่ 3.18 แสดงการกำหนดเวลาการทำงานของชิ้นงาน (Process time)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การจำลองสายการผลิตที่มีการทำงานแบบขนาน (Parallels)

เป็นการทำงานของชิ้นงานที่จะไหลไปตาม Conveyor ในแต่ละโซน แต่จะมีการวิ่งผ่านบางโซนเพื่อเข้าทำงานพร้อมกันของสองชิ้นงานเพื่อลดเวลาในการผลิต ซึ่งหลักการออกแบบจำลองสายการผลิตเป็นดังนี้

2.1 กำหนดประเภท (Type) ของชิ้นงานของแหล่งกำเนิด (Source) หรือ กระบวนการ (Processor) ให้มีมากกว่าหนึ่งประเภทเช่น กำหนดเป็นประเภท 1 และ 2 (Type 1 and 2) โดยการเขียนโค้ดเพิ่มใน Triggers OnExit ดังภาพที่ 3.19



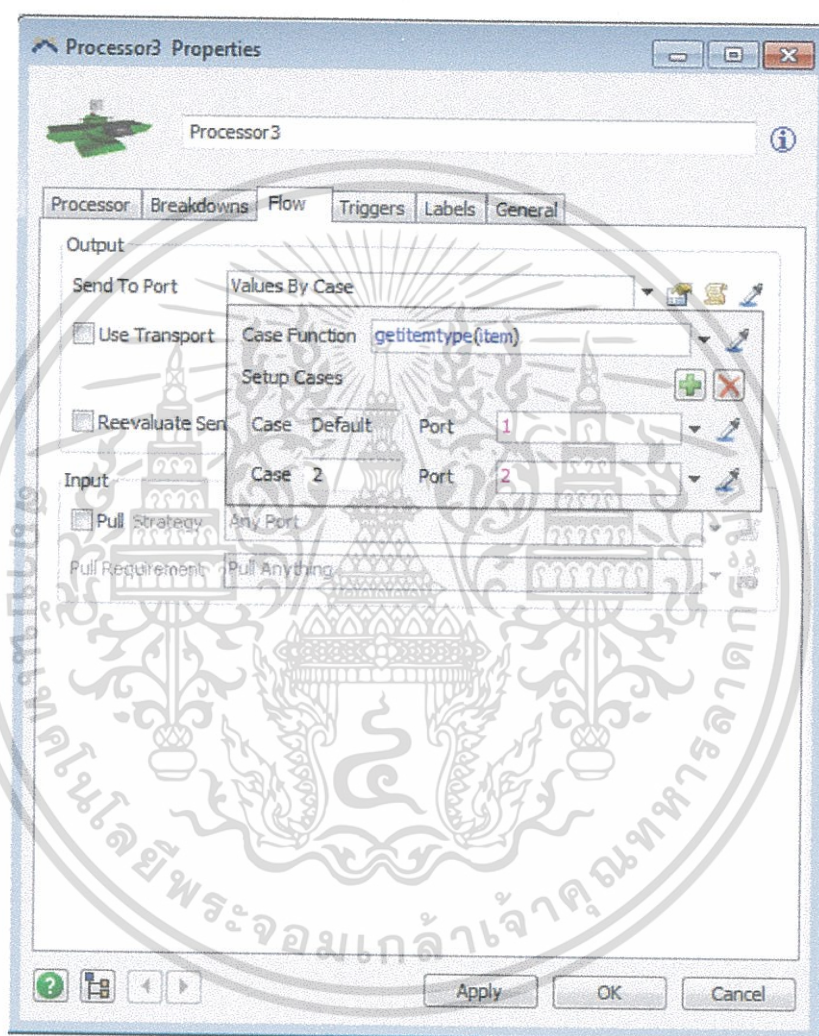
```

Source2 - OnExit*
1 treenode item = parnode(1);
2 treenode current = ownerobject(c);
3 int port = parval(2);
4
5 treenode out = item;
6 if(fmod(getoutput(current),2) == 0) //function mod
7 {setitetype(out,1);
8 }
9 else
10 {setitetype(out,2);
11 }
  
```

ภาพที่ 3.19 แสดงการเขียนโค้ดกำหนดประเภท (Type) ของชิ้นงานมากกว่าหนึ่งประเภท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

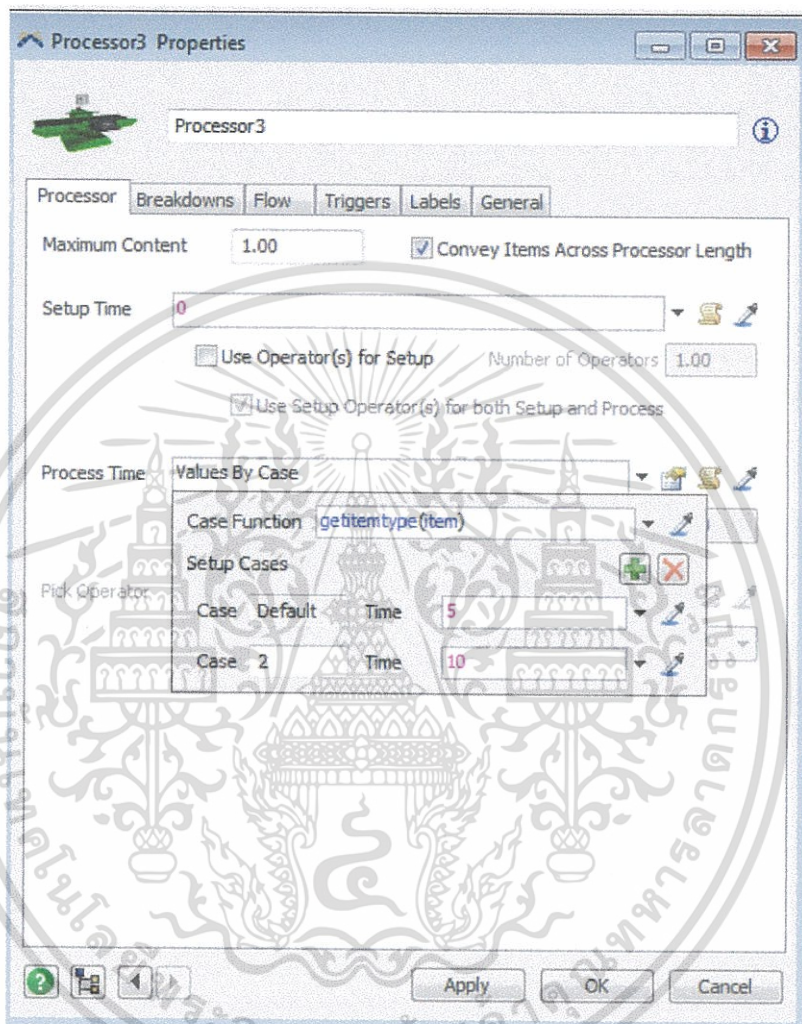
2.2 กำหนดการไหล (Flow) ของชิ้นงาน (Send to Port) จากแหล่งกำเนิด (Source) หรือกระบวนการ (Processor) โดยการกำหนดแบบแยกประเภทการไหลเข้าของ Object ถัดไปเพื่อทำงาน (Port By Case) เช่น กำหนดเป็นไหลเข้าพอร์ตแรกของ Object ถัดไปเป็นประเภท 1 และไหลเข้าพอร์ตสองของ Object ถัดไปเป็นประเภท 2 ดังภาพที่ 3.20



ภาพที่ 3.20 แสดงการกำหนดเวลาการเข้าทำงานของชิ้นงาน (Process time)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 กำหนดเวลาการเข้าทำงานของชิ้นงาน (Process time) เมื่อเข้า Object โดยการกำหนดแบบแยกประเภทการเข้าทำงานใน Object เพื่อทำงาน (Port By Case) ดังภาพที่ 3.21

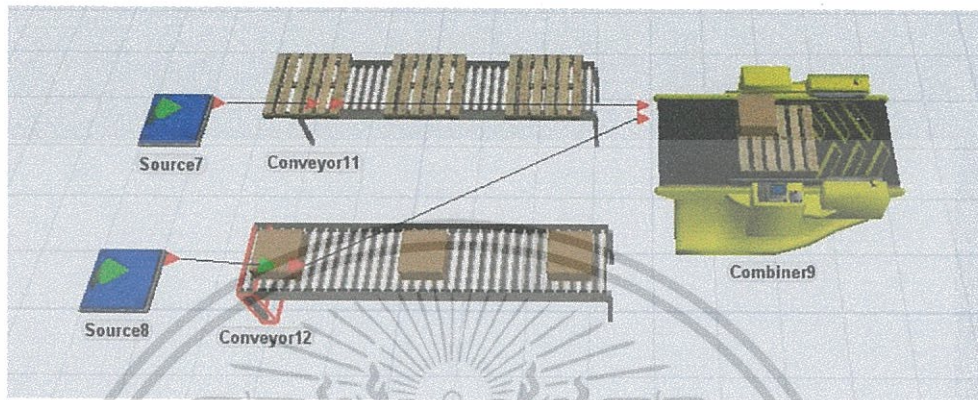


ภาพที่ 3.21 แสดงการกำหนดเวลาการเข้าทำงานของชิ้นงาน (Process time) แบบแยกประเภท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การจำลองสายการผลิตแบบประกอบชิ้นงาน (Combiner)

เป็นการทำงานของเครื่องประกอบชิ้นงาน(Combiner) เพื่อนำการไหลของชิ้นงานจากทั้งสองพอร์ตมาประกอบรวมกัน โดยการไหลของชิ้นงานที่พอร์ตแรกชิ้นงานจะอยู่ข้างล่างแล้วชิ้นงานที่มาจากพอร์ตที่สองจะอยู่บน ดังภาพที่ 3.22

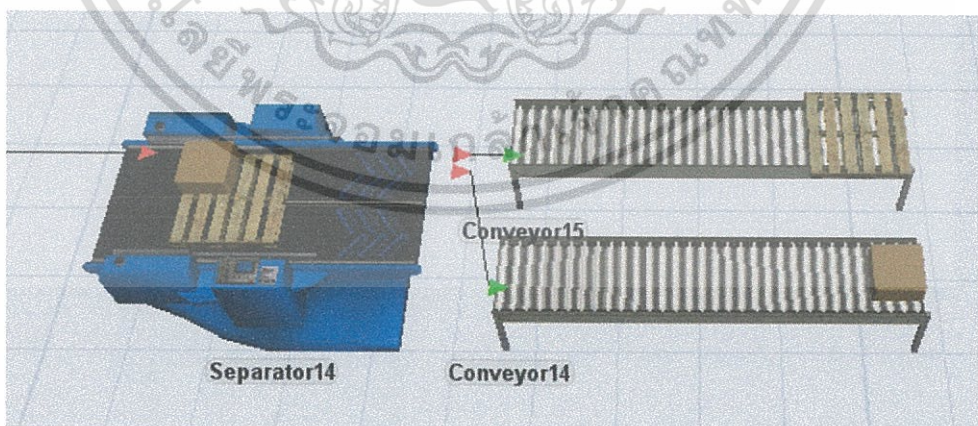


ภาพที่ 3.22 แสดงการกำหนดสายการผลิตแบบประกอบชิ้นงาน(Combiner)

ส่วนการกำหนดเวลาการเข้าทำงานของเพื่อประกอบชิ้นงาน(Process time)ใช้วิธีเดียวกับการจำลองสายการผลิตที่มีการทำงานแบบอนุกรม (Series)

4. การจำลองสายการผลิตแบบแยกชิ้นงาน (Separator)

เป็นการทำงานของเครื่องแยกชิ้นงาน (Separator) เพื่อแยกชิ้นงานที่ประกอบออกจากกัน โดยชิ้นงานที่อยู่ข้างบนจะไหลออกที่พอร์ตที่สองและชิ้นงานที่อยู่ข้างล่างจะไหลออกพอร์ตที่หนึ่ง ดังภาพที่ 3.23



ภาพที่ 3.23 แสดงการกำหนดสายการผลิตแบบแยกชิ้นงาน (Separator)

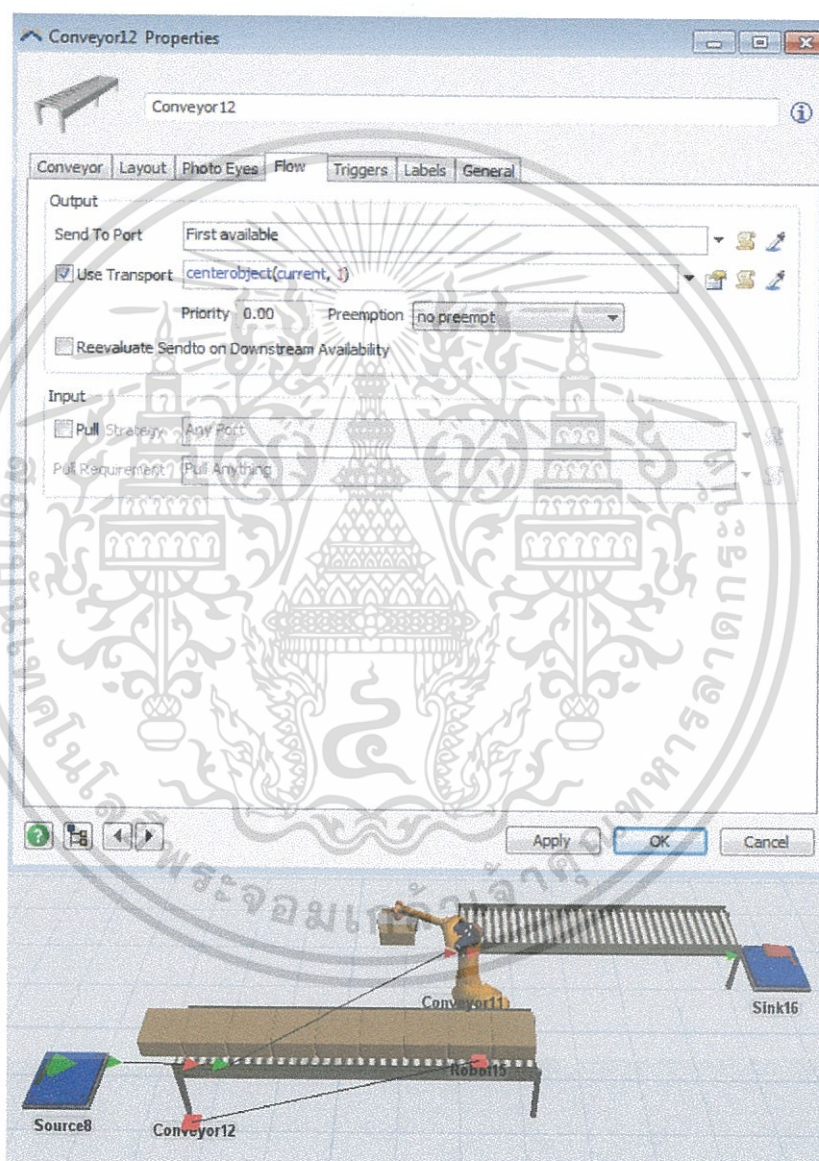
ส่วนการกำหนดเวลาการเข้าทำงานของเพื่อแยกชิ้นงาน (Process time) ใช้วิธีเดียวกับการจำลองสายการผลิตที่มีการทำงานแบบอนุกรม (Series)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. การจำลองสายการผลิตโดยใช้การขนส่ง (Use Transport)

เป็นการไหลของชิ้นงานที่อาศัย Object Transport เป็นตัวพาชิ้นงานยังอีก Object โดยในการไหล (Flow) ของชิ้นงาน

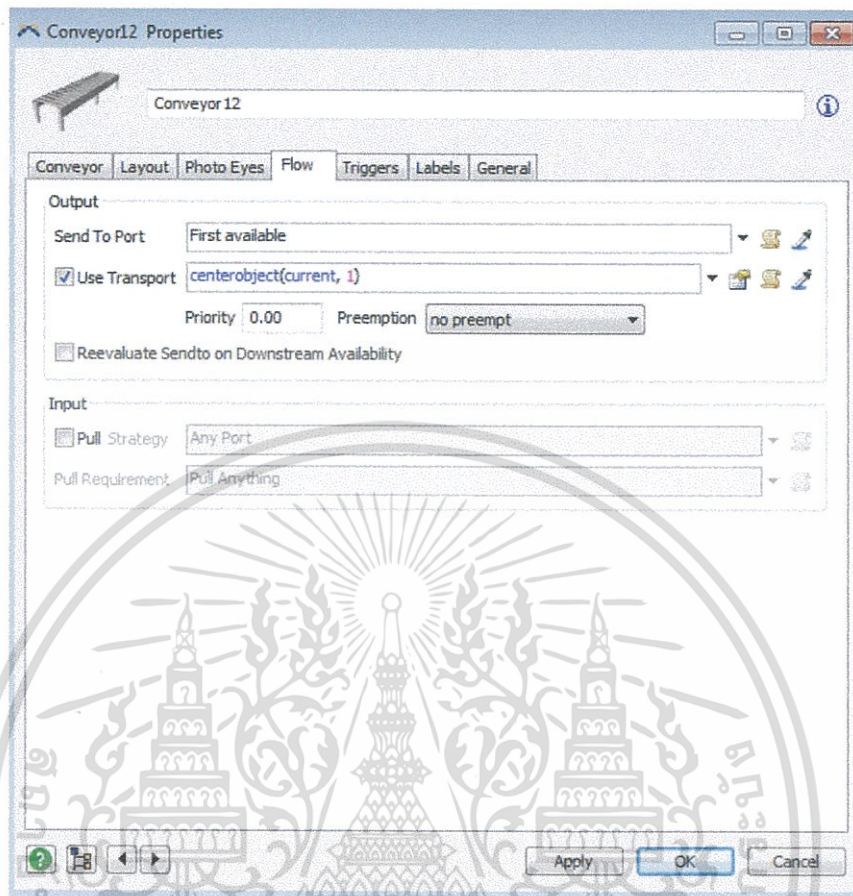
5.1 ทำเครื่องหมายถูกที่ Use Transport และเชื่อม Object Transport จาก Object เริ่มต้นที่ต้องการไหลชิ้นงาน ด้วย Connect Center Port (S) ดังภาพที่ 3.24



ภาพที่ 3.24 แสดงการใช้การขนส่ง (Use Transport)

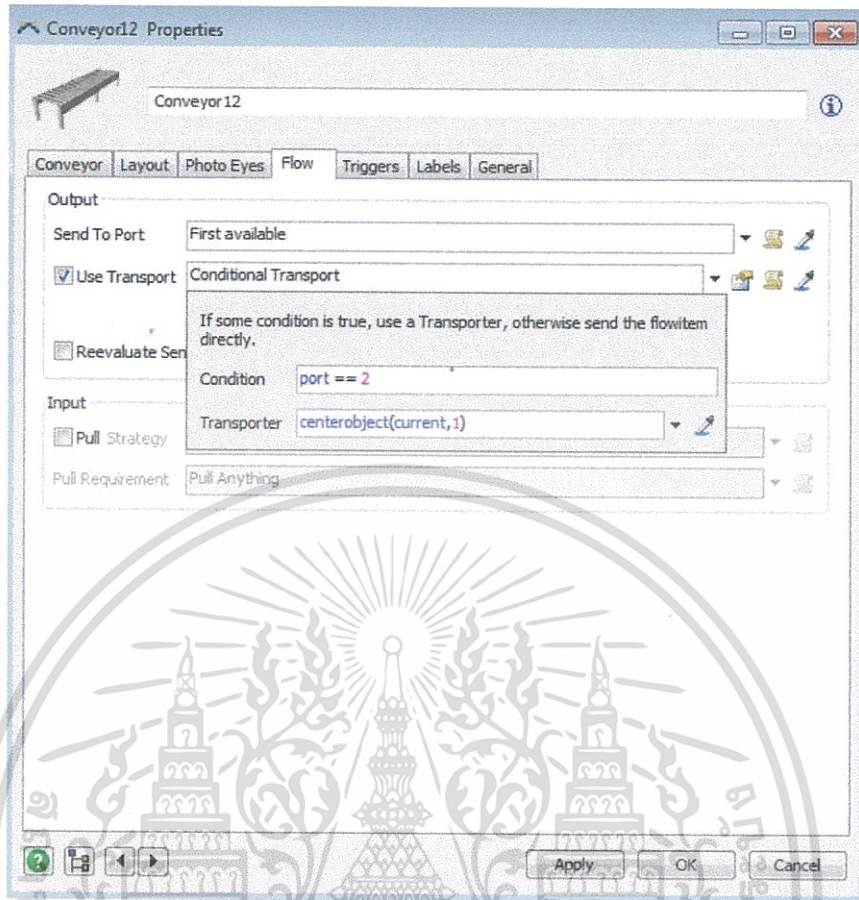
5.2 เลือกเงื่อนไขการไหลของชิ้นงาน Centerobject(current,1) ในกรณีไหลจาก Object ที่มีพอร์ตเอาต์พุตเพียงพอร์ตเดียว ดังภาพที่ 3.25 และเลือก Conditional Transport ในกรณีไหลจาก Object ที่มีพอร์ตเอาต์พุตมากกว่าหนึ่งพอร์ต ดังภาพที่ 3.26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ผู้เห็นไปใช้ประโยชน์ในการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.25 แสดงการเลือกเงื่อนไขการไหลของชิ้นงาน Centerobject(current,1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

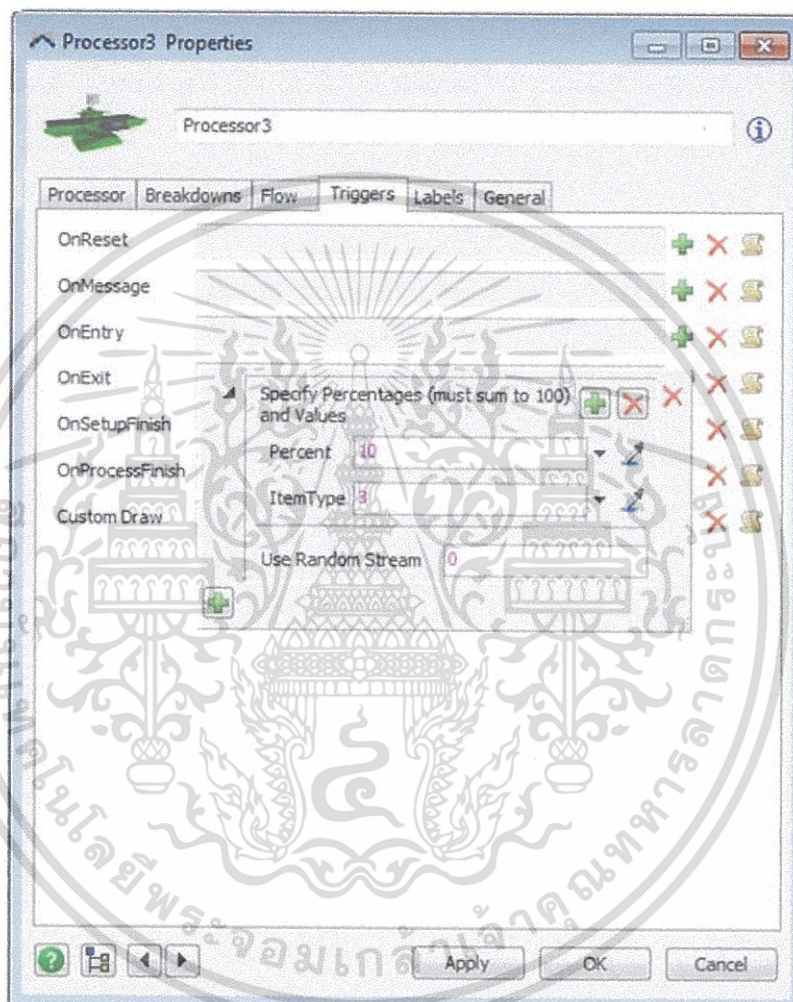


ภาพที่ 3.26 แสดงการเลือกเลือก Conditional Transport ในกรณีไหลจาก Object ที่มีพอร์ตเอาต์พุตมากกว่าหนึ่งพอร์ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. การจำลองสายการผลิตโดยมีการเกิดงานเสียของชิ้นงาน (Reject)

การสร้างชิ้นงานเสียขึ้นจากกระบวนการ (Processor) โดยการเขียนโค้ดเพิ่มใน Triggers OnExit โดยระบุเพิ่มชิ้นงานเสียเป็นอีกประเภทหนึ่ง (Set Item Type by Percentage) ดังภาพที่ 3.27

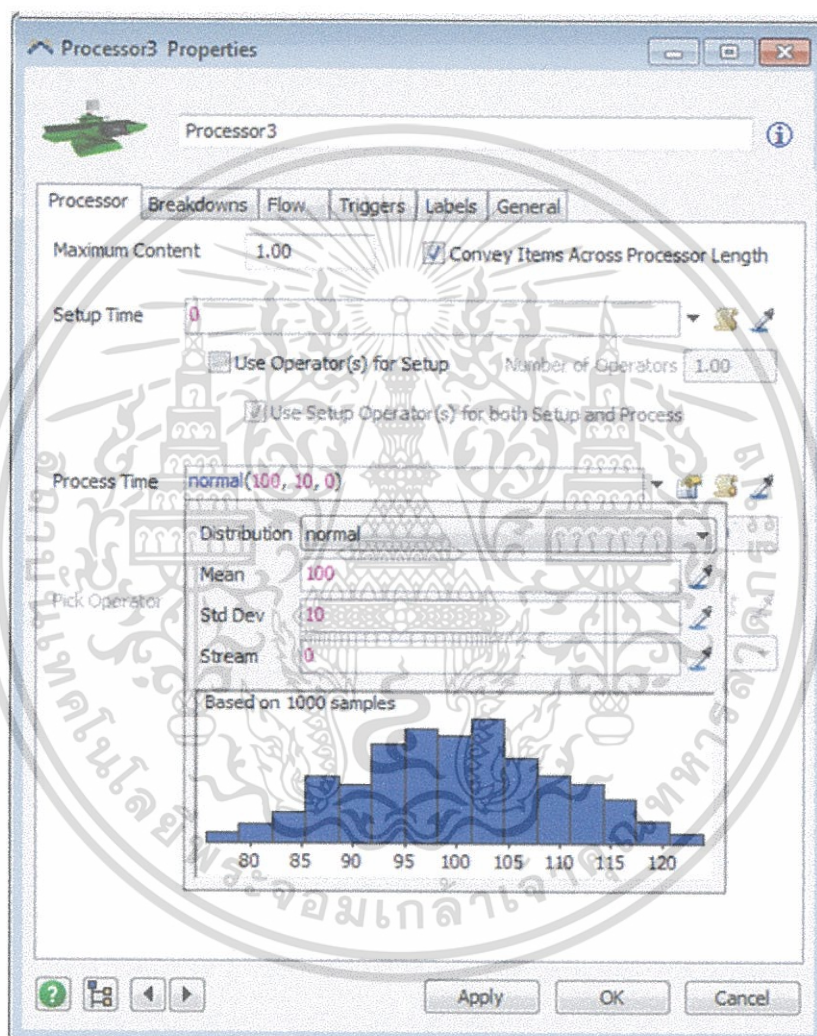


ภาพที่ 3.27 แสดงการเกิดงานเสียของชิ้นงาน (Reject)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. การจำลองสายการผลิตโดยมีความแปรปรวนของเวลาการทำงานของเครื่องจักร (Variation Time)

การกำหนดเวลาการทำงานของชิ้นงาน (Process time) เป็นการทำงานที่มีความแปรปรวนของเวลาการทำงานของเครื่องจักร (Variation Time) โดยเลือกStatistical Distribution ดังภาพที่ 3.28

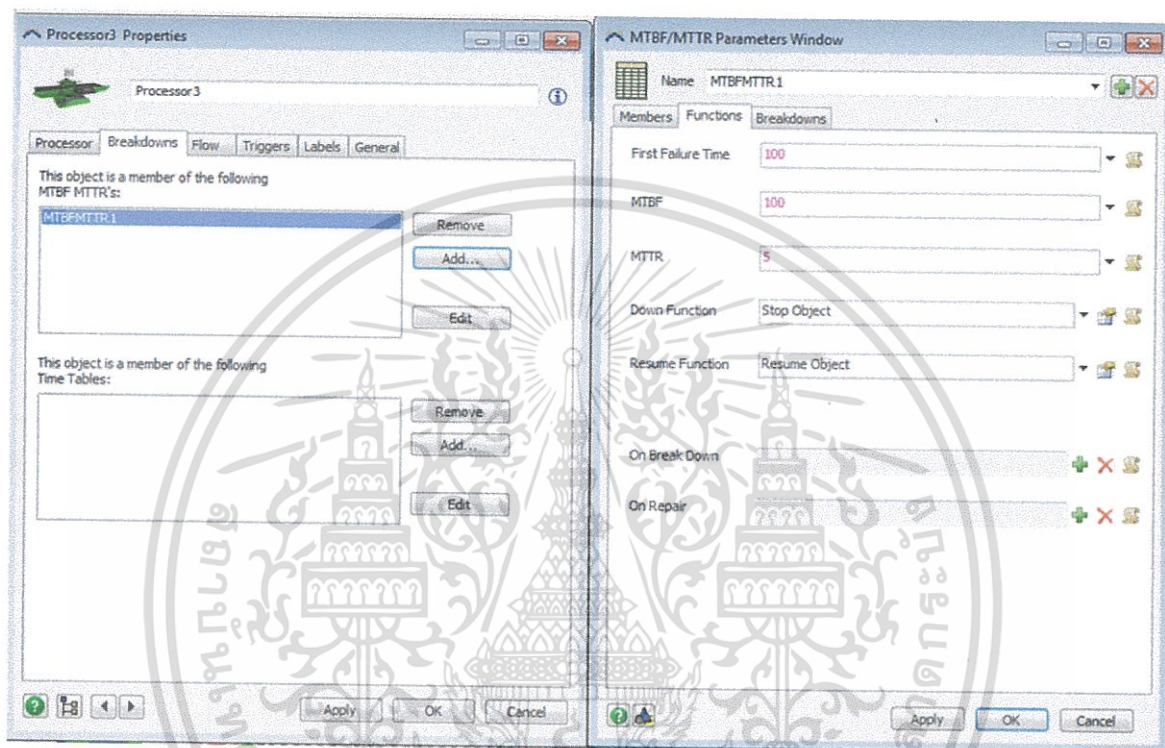


ภาพที่ 3.28 แสดงการกำหนดเวลาการทำงานของชิ้นงาน (Process time) แบบมีความแปรปรวนของเวลาการทำงานของเครื่องจักร (Variation Time)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. จำลองสายการผลิตโดยเครื่องจักรที่มีการขัดข้อง (Downtime) หรือ MTBF, MTTR

การกำหนดเวลาการทำงานของเครื่องจักร (Up Time) และเวลาหยุดการทำงานของเครื่องจักร (Down Time) หรือประสิทธิภาพเวลาการทำงานของเครื่องจักร โดยกำหนดผ่าน Breakdowns MTBF และ MTTR ดังภาพที่ 3.29



ภาพที่ 3.29 แสดงการกำหนดเครื่องจักรให้มีการขัดข้อง (Downtime) หรือ MTBF, MTTR

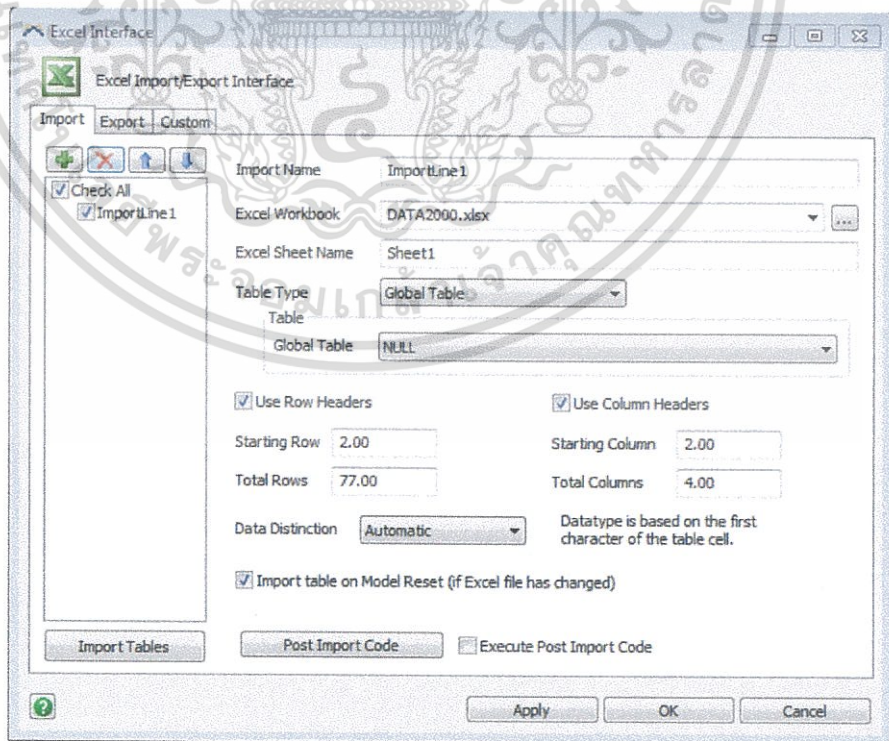
9. จำลองสายการผลิตโดยดึงข้อมูลการขัดข้อง (Downtime) หรือ MTBF, MTTR ความแปรปรวนของเวลาการทำงานของเครื่องจักร (Variation Time) และการเกิดงานเสีย (Reject) จากExcel

การดึงข้อมูลจาก Excel เป็นการลดเวลาในการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของObject ในภายใน Model ที่สร้างขึ้น

1	A	B	C	D	E
	Zone	L.Cycle time (sec)	2.MTBF(sec/time)	3.MTTR(sec/time)	4.Variation of Defect(%)
2	1. Return	normal(0.7, 0, 0)			
3	2. Operation 1	beta(2.684591, 3.616033, 0.975712, 0.979917)			
4	3. Operation 2	beta(3.092566, 3.610767, 0.980796, 1.001495)			
5	4. Operation3	beta(3.192851, 3.606208, 0.977599, 0.971325)			
6	5. Spare	normal(0.7, 0, 0)			
7	6. Spare	normal(0.7, 0, 0)			
8	7. Operation 4	beta(3.249600, 3.555844, 1.012384, 1.006397)	normal(234.56, 1, 0)	normal(8.65, 1, 0)	normal(0.09, 0, 0)
9	8. Spare	normal(0.7, 0, 0)			
10	9. Spare	normal(0.7, 0, 0)			
11	10. Operation 5	beta(3.193763, 3.505781, 1.010445, 1.004444)			
12	11. Operation 6	beta(3.094193, 3.405352, 1.006713, 1.000685)			
13	12. Spare	normal(0.7, 0, 0)			
14	13. Operation 7	beta(0.982769, 1.127591, 1.192766, 1.357721)			
15	14. Operation 8	normal(0.7, 0, 0)			
16	15. Spare	normal(0.7, 0, 0)			
17	16. Operation 9	beta(1.837259, 1.984750, 0.995719, 0.995928)	normal(604.38, 1, 0)	normal(13.13, 1, 0)	normal(0.11, 0, 0)
18	17. Operation 10	beta(2.930202, 3.047886, 1.132251, 1.134616)			normal(0.25, 0, 0)
19	18. Spare	normal(0.7, 0, 0)			
20	19. Operation 11	beta(6.697033, 7.197192, 1.109652, 1.112038)	normal(2509.09, 1, 0)	normal(8.27, 1, 0)	normal(0.18, 0, 0)
21	20. Spare	normal(0.7, 0, 0)			
22	21. Operation 12	beta(6.697033, 7.197192, 1.109652, 1.112038)	normal(6369.23, 1, 0)	normal(11.15, 1, 0)	normal(0.06, 0, 0)
23	22. Spare	normal(0.7, 0, 0)			
24	23. Spare	normal(0.7, 0, 0)			
25	24. Operation 13	beta(3.203338, 3.695783, 1.041440, 1.035625)	normal(9200, 1, 0)	normal(21.2, 1, 0)	normal(0.02, 0, 0)
26	25. Spare	normal(0.7, 0, 0)			
27	26. Operation 14	beta(4.709013, 4.800144, 1.449754, 1.455607)	normal(20700, 1, 0)	normal(38.25, 1, 0)	normal(0.01, 0, 0)
28	27. Operation 15	beta(4.815155, 5.302974, 1.005772, 0.999788)	normal(10360, 1, 0)	normal(28.73, 1, 0)	normal(0.03, 0, 0)
29	28. Spare	normal(0.7, 0, 0)			
30	29. Spare	normal(0.7, 0, 0)			
31	30. Spare	normal(0.7, 0, 0)			
32	31. Spare	normal(0.7, 0, 0)			
33	32. Spare	normal(0.7, 0, 0)			

ภาพที่ 3.30 แสดงการกรอกข้อมูลบน Excel

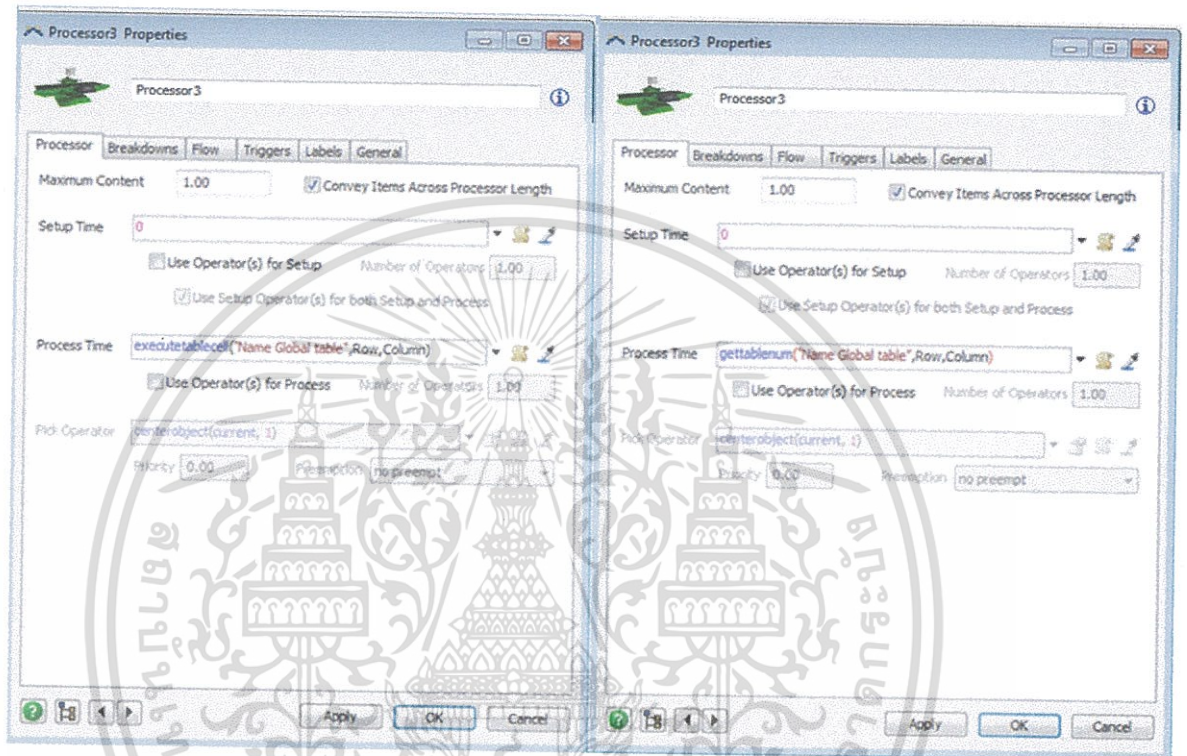
9.1 เลือก Excel Interface แล้วเลือกชื่อไฟล์ Excel ที่เราต้องการใช้งาน หลังจากนั้นกำหนด Row และ Column ให้ตรงกับใน Excel แล้วข้อมูลจาก Excel จะมาอยู่ใน Global Table ดังภาพที่ 3.31



ภาพที่ 3.31 แสดงการดึงข้อมูลจาก Excel

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9.2 การกำหนดเวลาการเข้าทำงานของชิ้นงาน (Process time) หรือข้อมูลที่จะนำมาใช้จาก Excel ที่ตั้งมาไว้ใน Global Table โดยเลือกใช้ executetablecell สำหรับข้อมูลที่เป็น Variation ดังภาพที่ 3.32 และ gettablenum สำหรับข้อมูลที่เป็นค่าคงที่ดังภาพที่ 3.33



ภาพที่ 3.32 แสดงการใช้ executetablecell

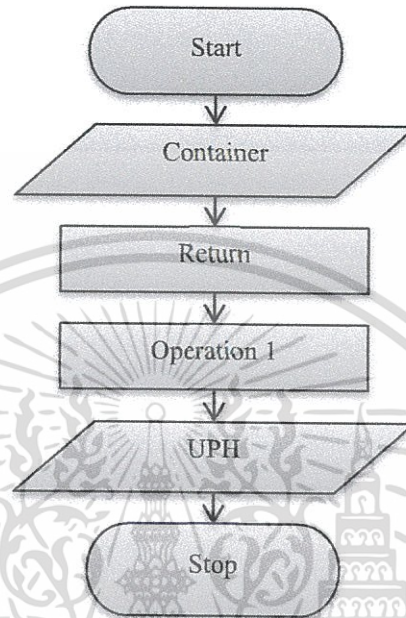
ภาพที่ 3.33 แสดงการใช้ gettablenum

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

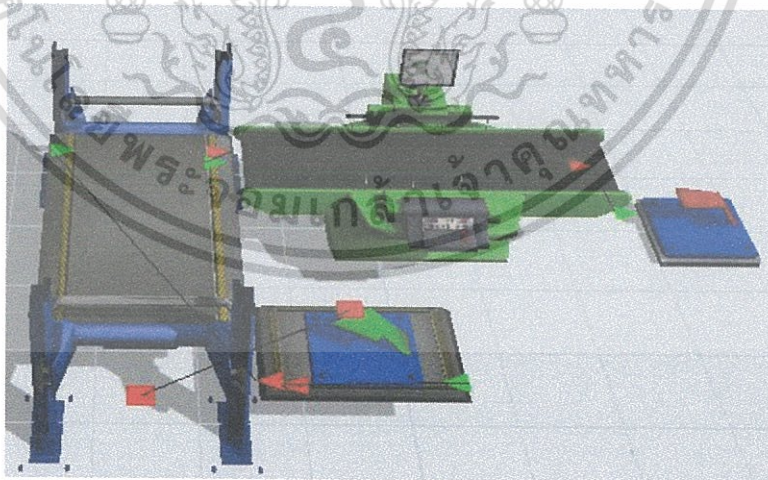
3.3.1 แบบแบ่งจำลองเป็นแต่ละสถานีการผลิต

โดยแบ่งออกเป็น 7 สถานีการผลิตดังนี้

3.3.1.1 สถานีที่ 1



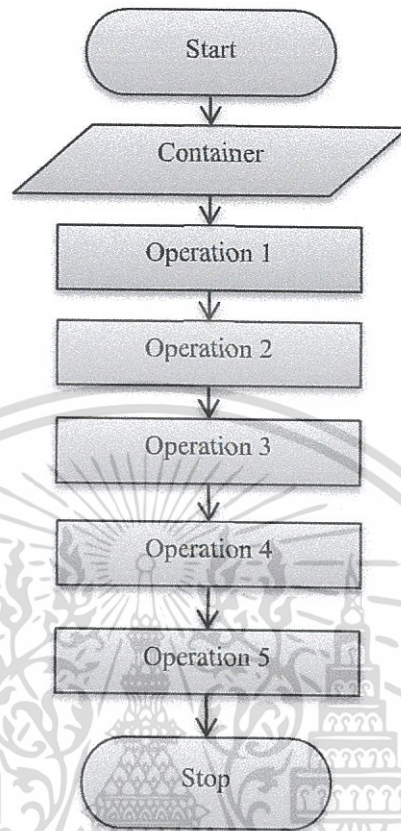
ภาพที่ 3.34 แสดง Flow chart การทำงานสายการผลิตสถานีที่ 1



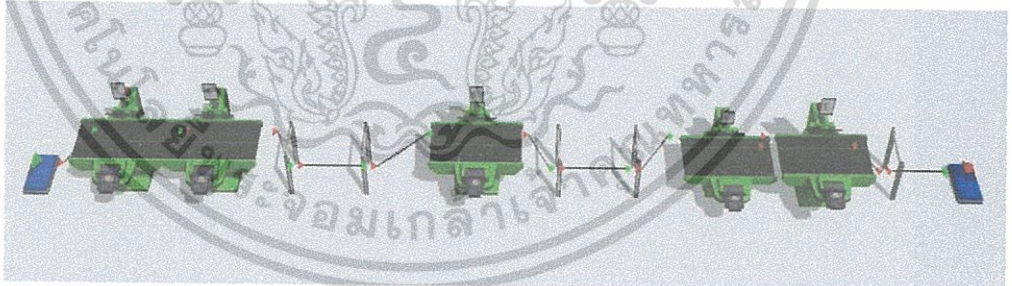
ภาพที่ 3.35 แสดงการจำลองสายการผลิตสถานีที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1.2 สถานีที่ 2



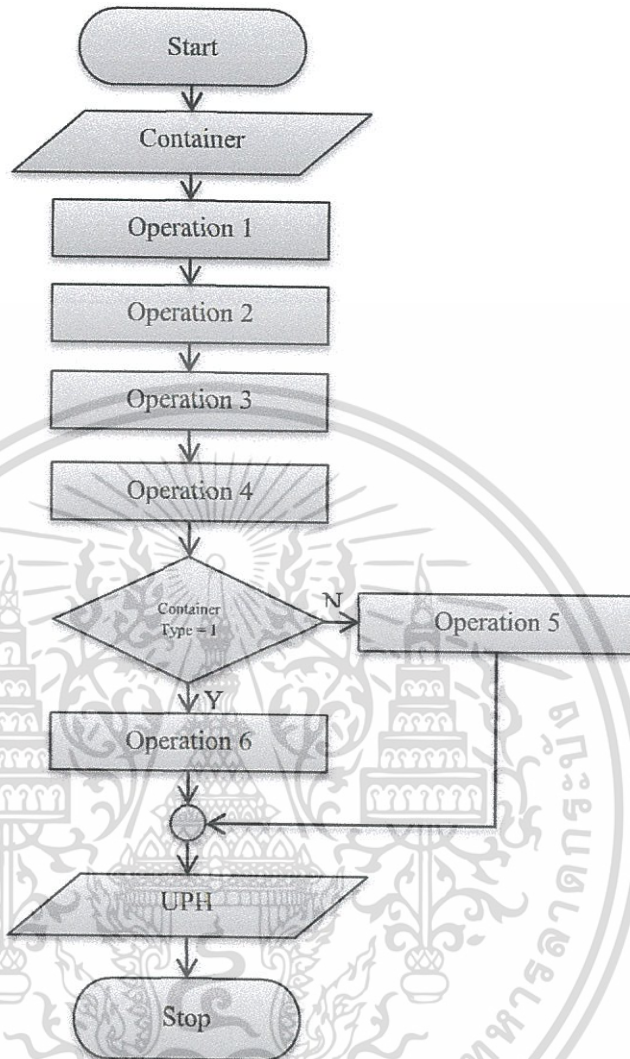
ภาพที่ 3.36 แสดง Flow chart การทำงานสายการผลิตสถานีที่ 2



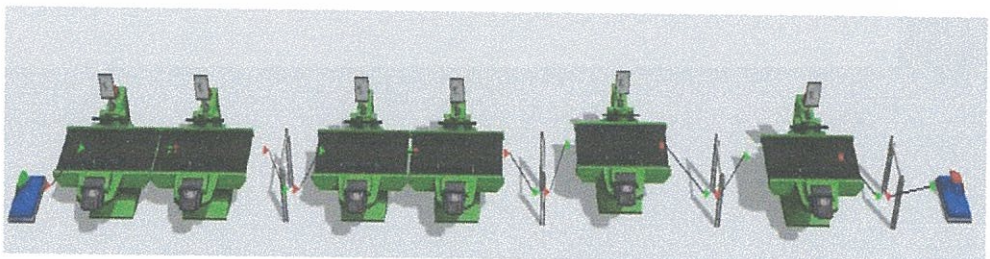
ภาพที่ 3.37 แสดงการจำลองสายการผลิตสถานีที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1.3 สถานีที่ 3



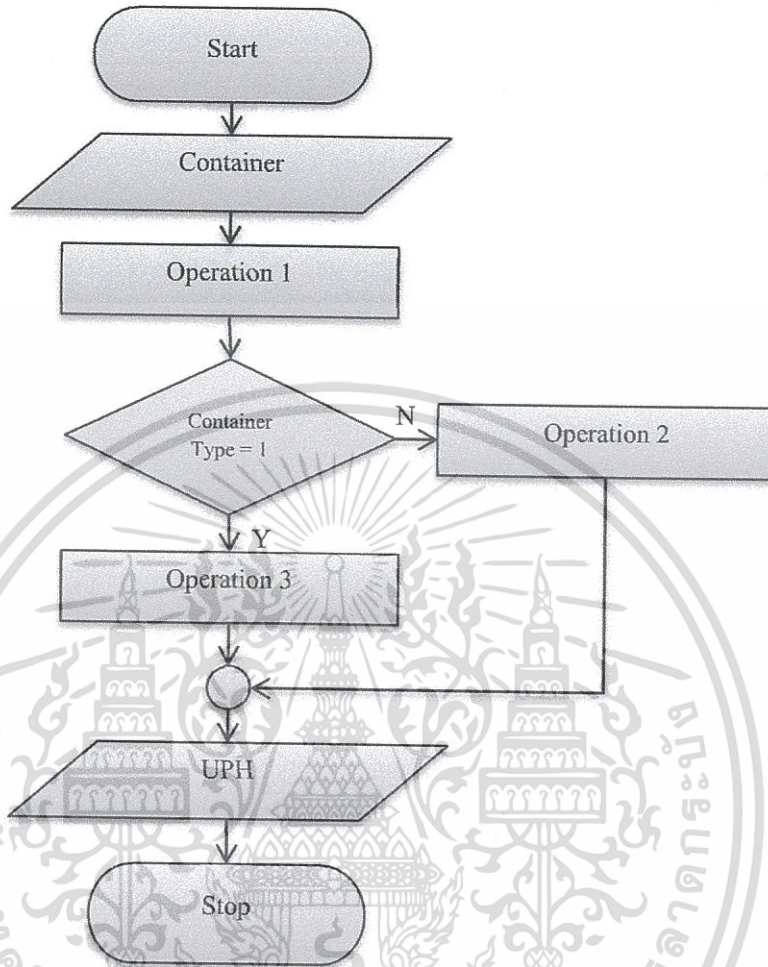
ภาพที่ 3.38 แสดง Flow chart การทำงานสายการผลิตสถานีที่ 3



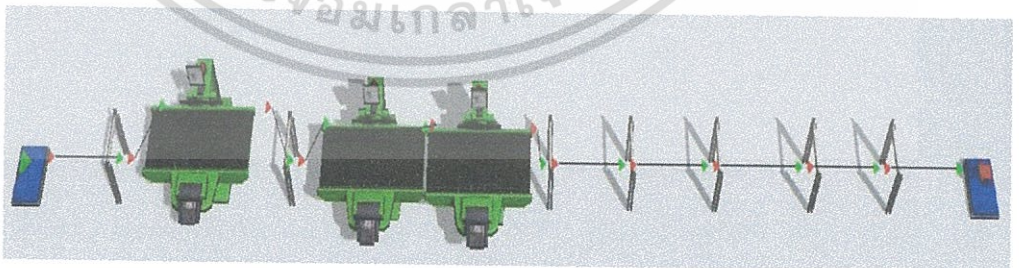
ภาพที่ 3.39 แสดงการจำลองสายการผลิตสถานีที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1.4 สถานีที่ 4



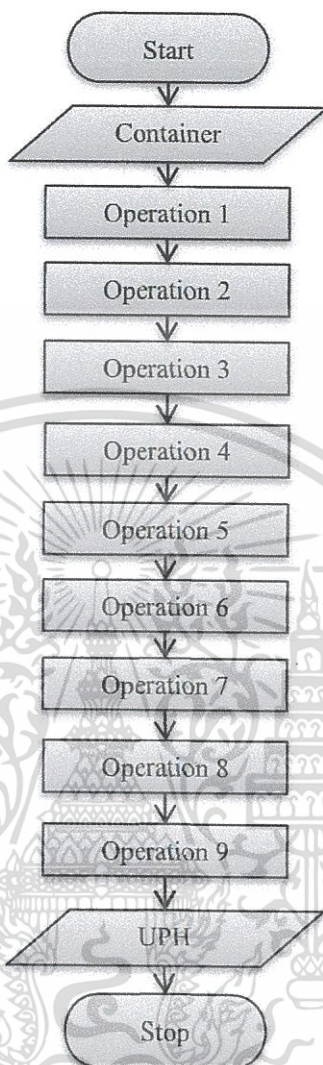
ภาพที่ 3.40 แสดง Flow chart การทำงานสายการผลิตสถานีที่ 4



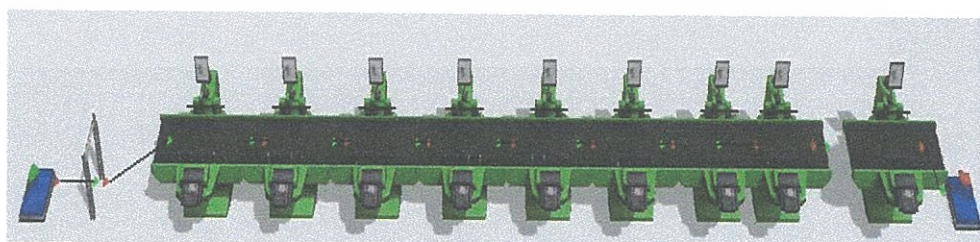
ภาพที่ 3.41 แสดงการจำลองสายการผลิตสถานีที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1.5 สถานีที่ 5



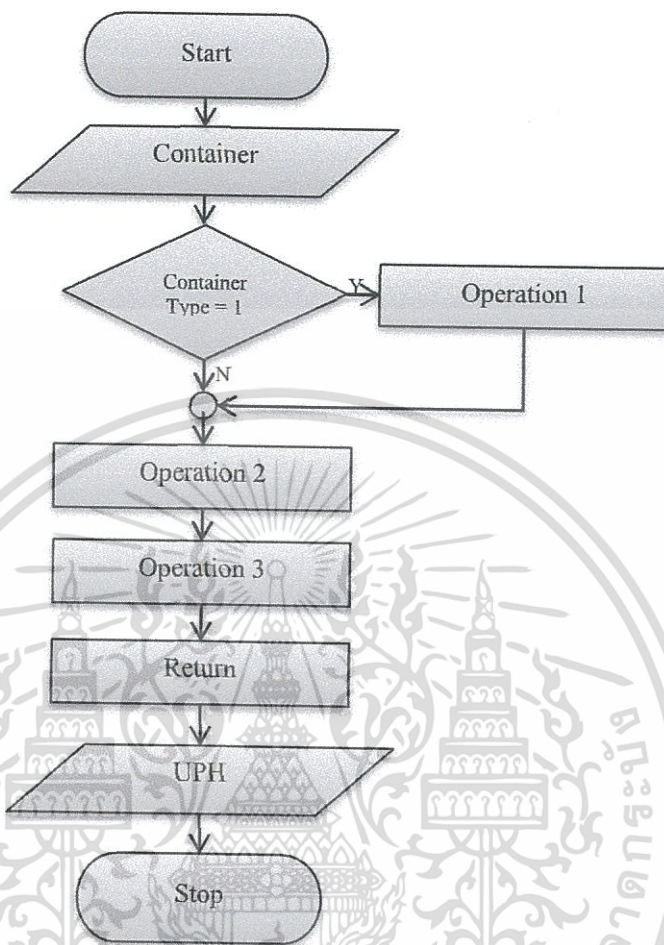
ภาพที่ 3.42 แสดง Flow chart การทำงานสายการผลิตสถานีที่ 5



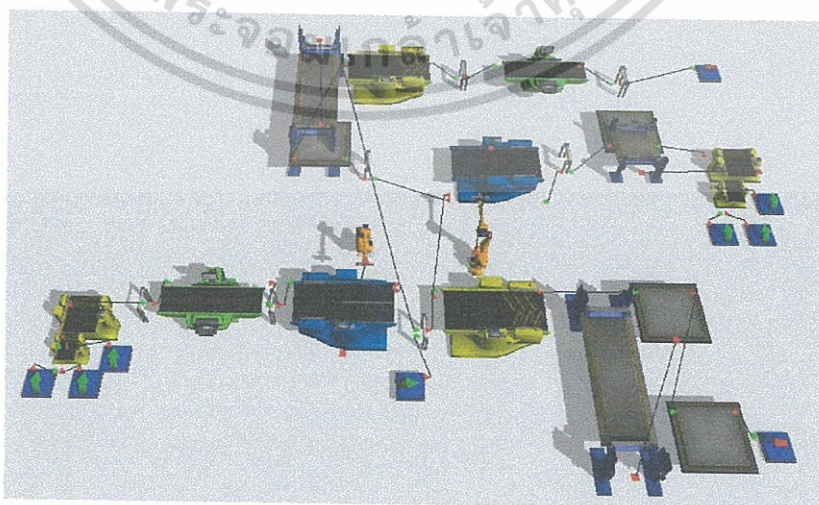
ภาพที่ 3.43 แสดงการจำลองสายการผลิตสถานีที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1.6 สถานีที่ 6



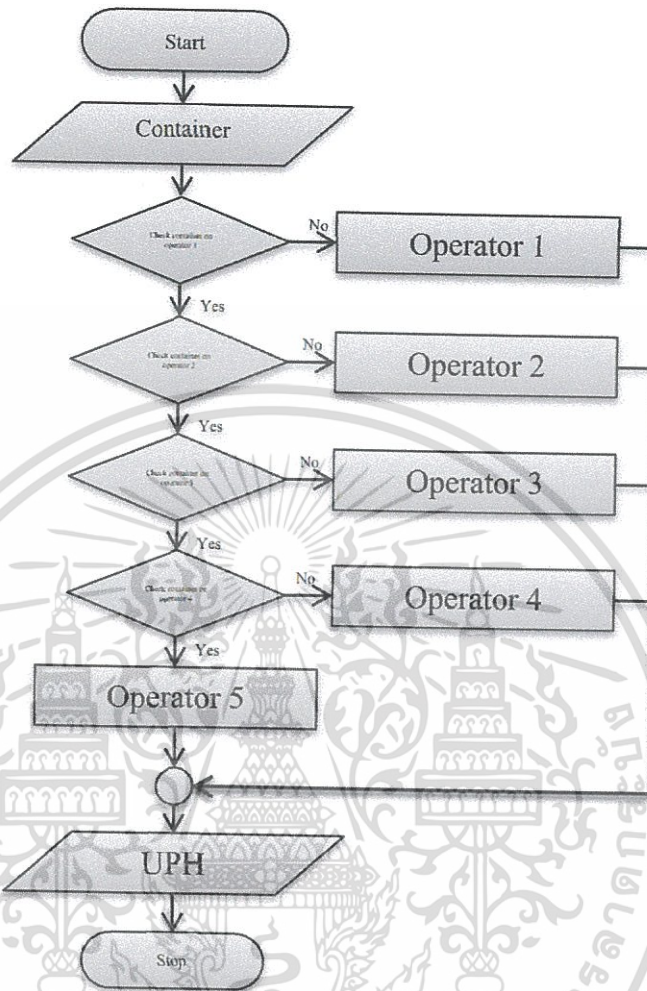
ภาพที่ 3.44 แสดง Flow chart การทำงานสายการผลิตสถานีที่ 6



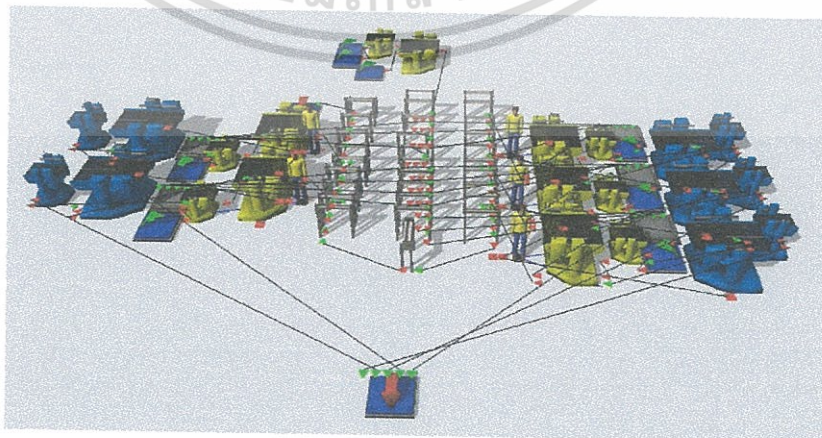
ภาพที่ 3.45 แสดงการจำลองสายการผลิตสถานีที่ 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1.7 สถานีที่ 7



ภาพที่ 3.46 แสดง Flow chart การทำงานสายการผลิตสถานีที่ 7

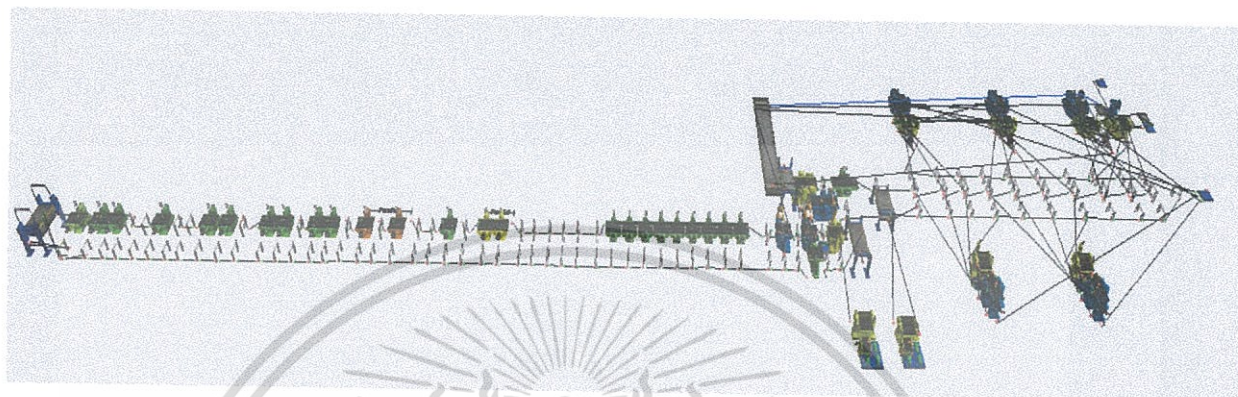


ภาพที่ 3.47 แสดงการจำลองสายการผลิตสถานีที่ 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 แบบจำลองสายการผลิตระบบอัตโนมัติแบบต้นทุนต่ำ

โดยการนำแบบจำลองแต่ละสถานีการผลิตมาต่อกันเป็นสายการผลิตดังภาพที่ 3.48 และจะต้องมีภาชนะใส่ชิ้นงานชนิดที่ 1 เปล่า 2 ตัวรอที่โซนย้ายจาก conveyor มายัง conveyor อีกฝั่ง เพื่อป้องกันการเกิดการล๊อคของสายการผลิต



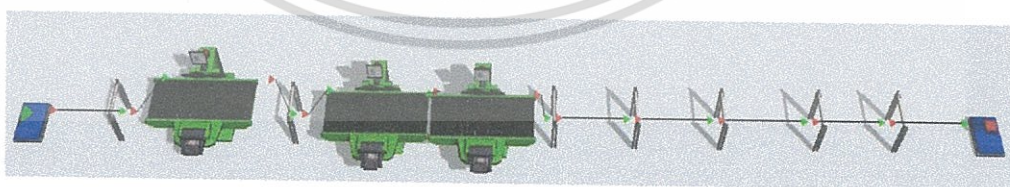
ภาพที่ 3.48 แสดงการจำลองสายการผลิตระบบอัตโนมัติแบบต้นทุนต่ำ

3.4 เปรียบเทียบโปรแกรม Taylor ED 2000 และ Flexsim 7.3

เปรียบเทียบเอาต์พุตของโปรแกรม Taylor ED 2000 และ Flexsim 7.3 กับการคำนวณ



ภาพที่ 3.49 แสดงการจำลองสายการผลิตสถานีที่ 4 ของโปรแกรม Taylor ED 2000



ภาพที่ 3.50 แสดงการจำลองสายการผลิตสถานีที่ 4 ของโปรแกรม Flexsim 7.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

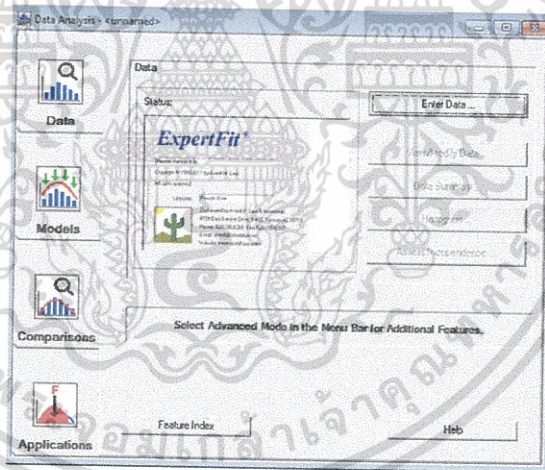
การคำนวณเอาท์พุท

ผลผลิตต่อชั่วโมง(Units per Hour : UPH) โดยคำนวณจากเวลาหนึ่งชั่วโมงในการผลิตต่อเวลาการเข้าทำงานของชิ้นงาน(Process time)ที่มากที่สุดใสายการผลิตเช่น เวลาการเข้าทำงานของชิ้นงาน(Process time)ที่มากที่สุดใสายการผลิตเท่ากับ 3.5 วินาทีจะได้ผลผลิตต่อชั่วโมง(Units per Hour : UPH)เท่ากับ $3600/3.6=1000$ ชิ้นต่อชั่วโมงเป็นต้น

3.5 ปรับเพิ่ม ลดจำนวนภาชนะที่ใส่ชิ้นงาน

ในการปรับเพิ่ม ลดจำนวนภาชนะที่ใส่ชิ้นงานแบบจำลองจะต้องมีการใส่ค่าข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสายการผลิตเช่น เครื่องจักรมีการขัดข้อง (Downtime) มีความแปรปรวนของเวลาการทำงานของเครื่องจักร (Variation Time)และงานเสีย (Reject) โดยส่วนมากจะอยู่ในรูปของความแปรปรวน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการวิเคราะห์ข้อมูลที่นำมาให้อยู่ในรูปของความแปรปรวนทางสถิติ ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

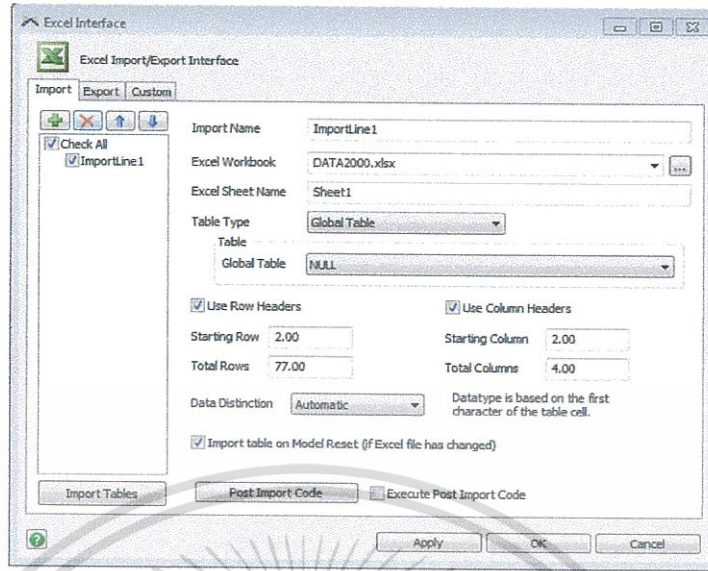
1. นำข้อมูลดิบที่ได้มาตัดในส่วนของคุณค่าที่แกว่งมากเกินไป(Outlier)ออก
2. นำข้อมูลที่ได้ไปเข้าโปรแกรม ExpertFit ที่อยู่ในโปรแกรม Flexsim แล้ววิเคราะห์ข้อมูลออกมาในรูปของความแปรปรวน



ภาพที่ 3.51 แสดงหน้าต่างวิเคราะห์ทางสถิติของโปรแกรม ExpertFit

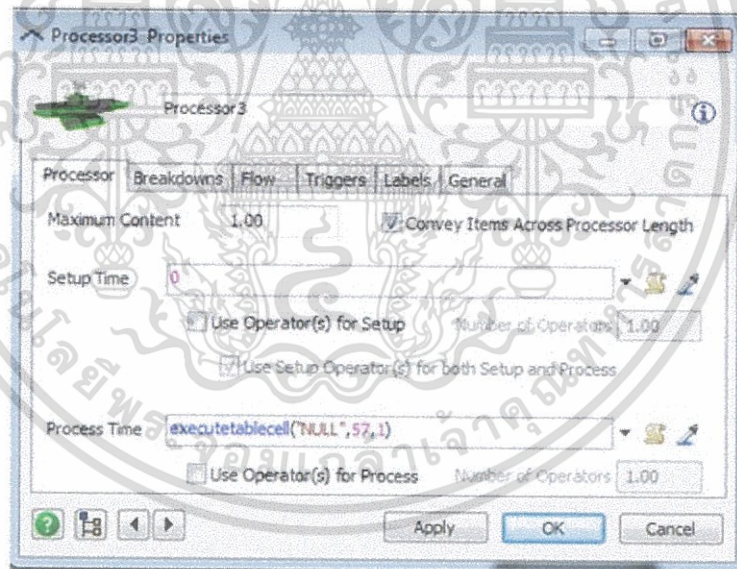
3. นำข้อมูลความแปรปรวนที่ได้มาใส่ในโปรแกรม Excel
4. ดึงข้อมูลจากโปรแกรม Excel มาใส่ใน Global tables ของ Flexsim

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.52 แสดงการดึงข้อมูลจากโปรแกรม Excel มาใส่ใน Global tables ของ Flexsim

5. ดึงข้อมูลจาก Global tables มาใช้ใน Object กระบวนการต่างๆ



ภาพที่ 3.53 แสดงการดึงข้อมูลใน ExpertFit มาใช้ใน Object

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

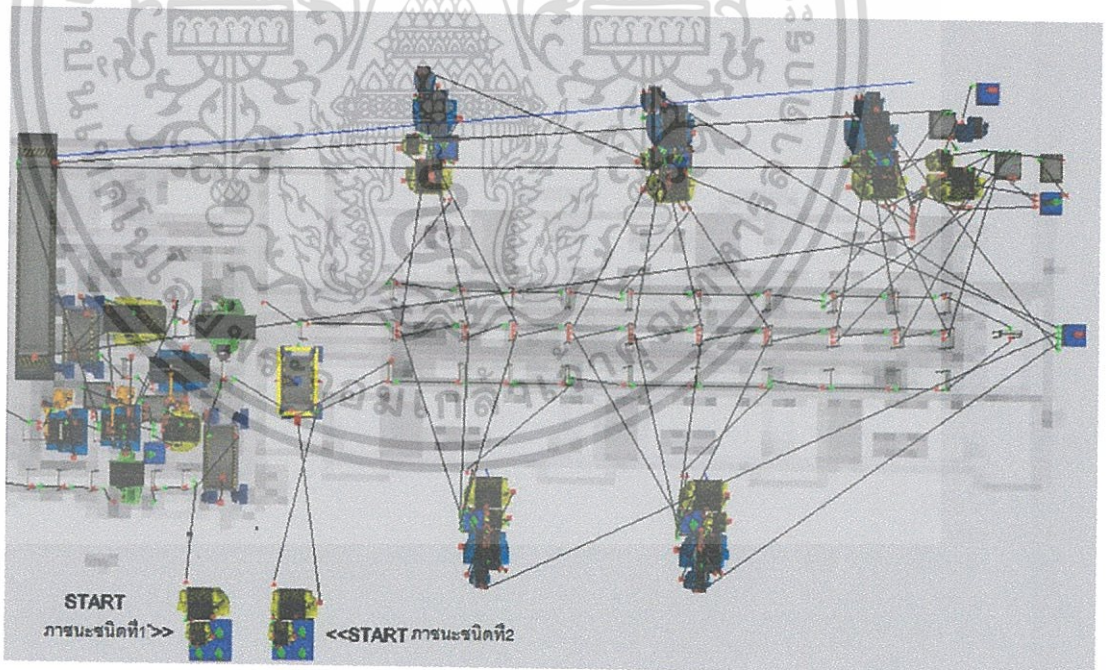
โดยแบ่งเป็นทั้งหมด 3 รูปแบบดังนี้

3.5.1 Ideal case: จำลองสายการผลิตโดย เครื่องจักรไม่มีการขัดข้อง และทำงานด้วยเวลาคงที่ (Ideal)

Zone	1.Cycle time (sec)	2.MTBF(sec/time)	3.MTTR(sec/time)	4. Variation of Defect (%)
1. Return	normal(0.7, 0, 0)			
2. Operation 1	normal(3.0, 0, 0)			
3. Operation 2	normal(3.0, 0, 0)			
4. Operation3	normal(3.0, 0, 0)			
5. Spare	normal(0.7, 0, 0)			
6. Spare	normal(0.7, 0, 0)			
7. Operation 4	normal(3.7, 0, 0)			normal(0, 0, 0)
8. Spare	normal(0.7, 0, 0)			
9. Spare	normal(0.7, 0, 0)			
10. Operation 5	normal(3.0, 0, 0)			

ตารางที่ 3.2 แสดงตัวอย่างเวลาการเข้าทำงานของชิ้นงาน(Process time)ในแต่ละกระบวนการ

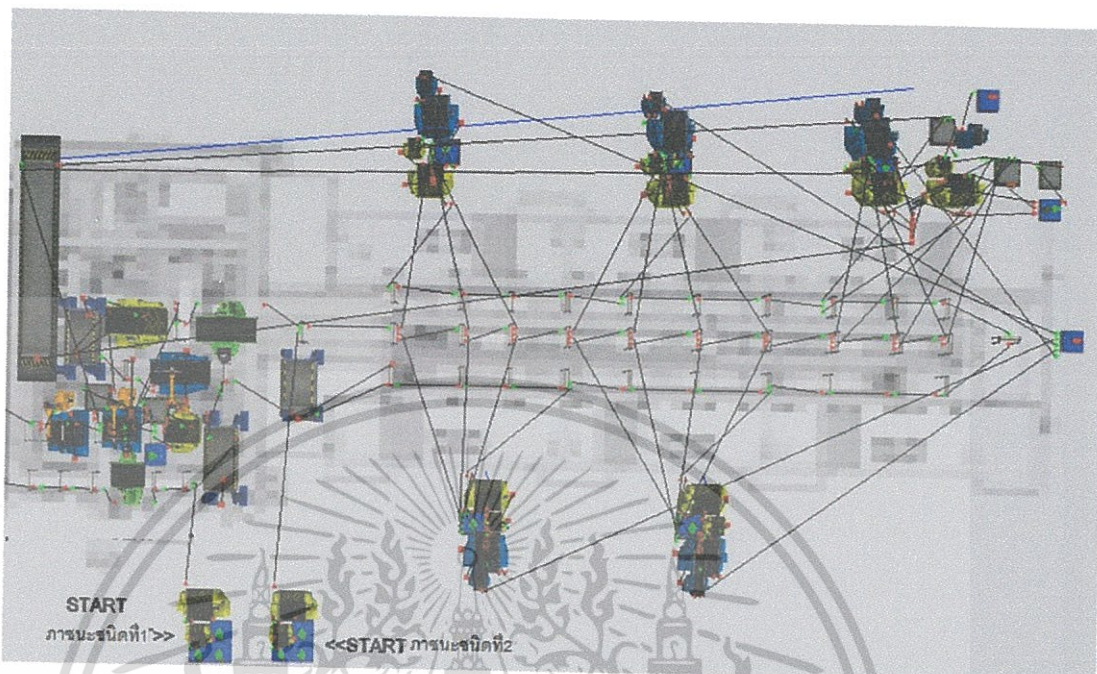
3.5.1.1 เริ่มปล่อยสถานะใส่ชิ้นงานชนิดที่ 2 เข้าสู่สายการผลิตก่อนสถานีที่ 6



ภาพที่ 3.54 แสดงการจำลองสายการผลิตระบบอัตโนมัติแบบต้นทุนต่ำเริ่มปล่อยสถานะใส่ชิ้นงานชนิดที่ 2 เข้าสู่สายการผลิตก่อนสถานีที่ 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.1.2 เริ่มปล่อยภาชนะใส่ชิ้นงานชนิดที่ 2 เข้าสู่สายการผลิตหลังสถานีที่ 6



ภาพที่ 3.55 แสดงการจำลองสายการผลิตระบบอัตโนมัติแบบต้นทุนต่ำเริ่มปล่อยภาชนะใส่ชิ้นงานชนิดที่ 2 เข้าสู่สายการผลิตหลังสถานีที่ 6

3.5.2 Reject case: จำลองสายการผลิตโดย เครื่องจักรไม่มีการขัดข้อง และทำงานด้วยเวลาคงที่ (Ideal) แต่มีงานเสีย (Reject)

Zone	1.Cycle time (sec)	2.MTBF(sec/time)	3.MTTR(sec/time)	4. Variation of Defect (%)
1. Return	normal(0.7, 0, 0)			
2. Operation 1	normal(3.0, 0, 0)			
3. Operation 2	normal(3.0, 0, 0)			
4. Operation3	normal(3.0, 0, 0)			
5. Spare	normal(0.7, 0, 0)			
6. Spare	normal(0.7, 0, 0)			
7. Operation 4	normal(3.7, 0, 0)			normal(0.09, 0, 0)
8. Spare	normal(0.7, 0, 0)			
9. Spare	normal(0.7, 0, 0)			
10. Operation 5	normal(3.0, 0, 0)			

ตารางที่ 3.3 แสดงตัวอย่างเวลาการเข้าทำงานของชิ้นงาน(Process time)และเปอร์เซ็นต์การเกิดงานเสีย(Reject)ในแต่ละกระบวนการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.3 Normal case: จำลองสายการผลิตโดยเครื่องจักรที่มีการขัดข้อง (Downtime) มีความแปรปรวนของเวลาการทำงานของเครื่องจักร (Variation Time) และงานเสีย (Reject)

Zone	1.Cycle time (sec)	2.MTBF(sec/time)	3.MTTR(sec/time)	4. Variation of Defect (%)
1. Return	normal(0.7, 0, 0)			
2. Operation 1	beta(2.684991, 3.616033, 0.975712, 0.979917)			
3. Operation 2	beta(3.092566, .610767, 0.980796, 1.001495)			
4. Operation 3	beta(3.192851, 3.606208, 0.977599, 0.971325)			
5. Spare	normal(0.7, 0, 0)			
6. Spare	normal(0.7, 0, 0)			
7. Operation 4	beta(3.243600, 3.555844, 1.012384, 1.006397)	normal(234.56, 1, 0)	normal(8.65, 1, 0)	normal(0.09, 0, 0)
8. Spare	normal(0.7, 0, 0)			
9. Spare	normal(0.7, 0, 0)			
10. Operation 5	beta(3.193763, 3.505781, 1.010445, 1.004444)			

ตารางที่ 3.4 แสดงเวลาการเข้าทำงานของชิ้นงาน(Process time)แบบมีความแปรปรวน (Variation Time) มีการขัดข้องของเครื่องจักร (Downtime) และเปอร์เซ็นต์การเกิดงานเสีย(Reject)ในแต่ละกระบวนการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4 ผลการศึกษา

4.1 ผล UPH ของโปรแกรม Taylor ED 2000 และ Flexsim 7.3

Station	Calculate Real	Output running 1 hour(%error)	
		Taylor ED 2000	Flexsim 7.3
1.HGA Load	972	968 (0.4%)	972 (0.0%)
2.BPS	972	966 (0.62%)	972 (0.0%)
3.Reflow	972	963 (0.93%)	972 (0.0%)
4.VTAAP	1000	911 (0.9%)	999 (0.1%)
5.ULRT	1090	1088 (0.18%)	1090 (0.0%)
6.Cross Transfer	1200	1200 (0.0%)	1199 (0.08%)
7.Operator	1300	1197 (7.92%)	1302 (0.15%)

ตารางที่ 4.1 แสดง UPH ของการคำนวณ, โปรแกรม Taylor ED 2000 และ Flexsim 7.3

จากตารางที่ 4.1 จะพบว่า การจำลองสายการผลิตของโปรแกรม Flexsim 7.3 มีค่าของ UPH ที่ใกล้เคียงกับค่าที่ได้จากการคำนวณมากกว่าโปรแกรม Taylor ED 2000 โดยเทียบดูได้จากเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของแต่ละโปรแกรมกับการคำนวณ

4.2 Ideal case: ผลการจำลองสายการผลิตโดย เครื่องจักรไม่มีการขัดข้อง และทำงานด้วยเวลาคงที่ (Ideal)

Mean UPH	Start Container 2				
	7	12	17	22	
Start Container 1	26	583	756	756	756
	31	582	870	885	885
	36	582	974	973	973
	41	582	974	973	973
	46	582	974	973	973
	51	582	974	973	973
	56	582	974	973	973

***Container 3 = Start Container 1 + Start Container 2

ตารางที่ 4.2 แสดง UPH ของการจำลองสายการผลิตระบบอัตโนมัติแบบต้นทุนต่ำเริ่มปล่อยภาชนะใส่ชิ้นงานชนิดที่ 2 เข้าสู่สายการผลิตก่อนสถานที่ที่ 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.2 จะพบว่า UPH จะเริ่มคงที่ที่ ภาชนะใส่ชิ้นงานชนิดที่ 2 เท่ากับ 12 ชิ้นขึ้นไป และ ภาชนะใส่ชิ้นงานชนิดที่ 1 เท่ากับ 38 (36+2 ชิ้น ภาชนะใส่ชิ้นงานชนิดที่ 1 เปล่า) ชิ้นขึ้นไป ทำให้ได้จำนวน ภาชนะใส่ชิ้นงานชนิดที่ 3 เท่ากับ 48 (36+12) ชิ้นขึ้นไป แต่ในการจำลองเริ่มปล่อยภาชนะใส่ชิ้นงานชนิดที่ 2 เข้าสู่สายการผลิตก่อน ULRT สามารถเพิ่ม-ลดจำนวน ภาชนะใส่ชิ้นงานชนิดที่ 1 ได้ต่ำสุด 1 ตัวและสูงสุด 92 ชิ้นซึ่งเท่ากับจำนวนโซนของ Conveyors และเพิ่ม-ลดจำนวน ภาชนะใส่ชิ้นงานชนิดที่ 2 ได้ต่ำสุด 1 ตัวและสูงสุด 16 ชิ้นซึ่งเกิดการครบรอบของ ภาชนะใส่ชิ้นงานชนิดที่ 2 บน Conveyor ด้วยการปล่อย ภาชนะใส่ชิ้นงานชนิดที่ 2 เข้าเพียง 16 ชิ้น ทำให้ไม่สามารถเพิ่มภาชนะใส่ชิ้นงานชนิดที่ 2 เพื่อดูผลกระทบการของ ภาชนะใส่ชิ้นงานชนิดที่ 2 ได้

Mean UPH		Start Container 2								
		7	12	17	22	27	32	37	42	44
Start Container 1	26	582	756	756	756	756	756	756	756	756
	31	582	870	885	885	885	886	886	886	886
	36	582	974	973	973	973	973	972	972	972
	41	582	974	973	973	973	973	972	973	973
	46	582	974	973	973	973	973	972	973	973
	51	582	974	973	973	973	973	972	973	973
	56	582	974	973	973	973	973	972	973	973

***Container 3 = Start Container 1 + Start Container 2

ตารางที่ 4.3 แสดง UPH ของการจำลองสายการผลิตระบบอัตโนมัติแบบต้นทุนต่ำเริ่มปล่อยภาชนะใส่ชิ้นงานชนิดที่ 2 เข้าสู่สายการผลิตหลังสถานีที่ 6

จากตารางที่ 4.3 สามารถเพิ่ม-ลดจำนวน ภาชนะใส่ชิ้นงานชนิดที่ 2 ได้ต่ำสุด 1 ตัวและสูงสุด 44 ตัวซึ่งเท่ากับจำนวนโซนของ Conveyor และเพิ่ม-ลดจำนวน ภาชนะใส่ชิ้นงานชนิดที่ 1 ได้ต่ำสุด 1 ตัวและสูงสุด 92 ตัวซึ่งเท่ากับจำนวนโซนของ Conveyors จะพบว่า UPH จะเริ่มคงที่ที่ ภาชนะใส่ชิ้นงานชนิดที่ 2 เท่ากับ 12 ชิ้นขึ้นไป และ ภาชนะใส่ชิ้นงานชนิดที่ 1 เท่ากับ 38 (36+2 ชิ้น ภาชนะใส่ชิ้นงานชนิดที่ 1 เปล่า) ชิ้นขึ้นไป ทำให้ได้จำนวน ภาชนะใส่ชิ้นงานชนิดที่ 3 เท่ากับ 48 (36+12) ชิ้นขึ้นไป

เนื่องด้วยปัจจุบันในสายการผลิตได้จัดซื้อภาชนะใส่ชิ้นงานชนิดที่ 2 สูงสุดที่ 20 ชิ้นและ ภาชนะใส่ชิ้นงานชนิดที่ 3 สูงสุด 55 ชิ้นในการจำลองสายการผลิตลำดับถัดไป จึงจำลองการเพิ่ม-ลดอยู่ในช่วงของ ภาชนะใส่ชิ้นงานชนิดที่ 2 12-20 ชิ้นเนื่องจากการเพิ่ม ภาชนะใส่ชิ้นงานชนิดที่ 2 มากกว่านี้ไม่ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการลดการจัดซื้อ ภาชนะใส่ชิ้นงานชนิดที่ 3 เพื่อลดต้นทุนของสายการผลิตนี้ หรือจำนวน UPH เพิ่มขึ้น และจำลองการเพิ่ม-ลดช่วงของ ภาชนะใส่ชิ้นงานชนิดที่ 1 34-46 ชิ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 Reject case: ผลการจำลองสายการผลิตโดย เครื่องจักรไม่มีการขัดข้อง และทำงานด้วยเวลาคงที่ (Ideal) แต่มีงานเสีย (Reject)

Mean UPH (Reject)		Start Container 2								
		12	13	14	15	16	17	18	19	20
Start Container 1	34	877 (6)	906 (9)	934 (7)	955 (8)	961 (9)	963 (5)	965 (8)	964 (9)	964 (6)
	36	899 (5)	950 (8)	947 (8)	971 (9)	974 (6)	974 (9)	973 (9)	966 (8)	974 (9)
	38	865 (8)	932 (8)	973 (6)	974 (9)	974 (9)	974 (8)	974 (7)	974 (8)	973 (8)
	40	915 (8)	921 (8)	929 (6)	974 (8)	974 (9)	973 (7)	973 (7)	974 (11)	974 (9)
	42	834 (6)	875 (9)	958 (8)	966 (8)	974 (6)	973 (9)	973 (9)	974 (6)	972 (6)
	44	873 (6)	859 (7)	975 (7)	975 (9)	974 (7)	974 (9)	974 (8)	974 (9)	974 (7)
	46	851 (8)	869 (8)	899 (8)	973 (9)	974 (8)	973 (9)	974 (8)	974 (8)	975 (9)

***Container 3 = Start Container 1 + Start Container 2

ตารางที่ 4.4 แสดง UPH ของการจำลองสายการผลิตโดย เครื่องจักรไม่มีการขัดข้อง และทำงานด้วยเวลาคงที่ (Ideal) แต่มีงานเสีย (Reject)

จากตารางที่ 4.4 เป็นการจำลองสายการผลิตที่มีการเกิดงานเสีย (Reject) ขึ้นในสายการผลิต โดยในการจำลองได้ใส่อัตราการเกิดงานเสียรวม 0.77 เปอร์เซ็นต์ของการเกิดงานทั้งหมดหรือผลผลิตทั้งหมด ซึ่งการผลการทดลองพบว่าเมื่อมีชิ้นงานเสียเกิดขึ้น ชิ้นงานจะวิ่งผ่านโซนทำงาน (working zone) โดยไม่เข้าทำงาน ทำให้ผลผลิตออกถูกส่งออกเร็วขึ้น จึงต้องมีการเพิ่มจำนวนภาชนะใส่ชิ้นงานชนิดที่ 2 รองรับชิ้นงานเสียที่จะออกมาเร็วกว่าปกติเพื่อให้เกิดความสมดุลของสายการผลิต โดยพบว่า UPH จะเริ่มคงที่และ UPH ไม่ได้ลดลงคือ ภาชนะใส่ชิ้นงานชนิดที่ 2 เท่ากับ 15 ชิ้นขึ้นไป และ ภาชนะใส่ชิ้นงานชนิดที่ 1 เท่ากับ 38 (36+2 ชิ้น ภาชนะใส่ชิ้นงานชนิดที่ 1 เปล่า) ขึ้นขึ้นไป ทำให้ได้จำนวน ภาชนะใส่ชิ้นงานชนิดที่ 3 เท่ากับ 51 (36+15) ชิ้นขึ้นไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 Normal case: ผลการจำลองสายการผลิตโดยเครื่องจักรมีการขัดข้อง (Downtime) มีความแปรปรวนของเวลาการทำงานของเครื่องจักร (Variation Time) และงานเสีย (Reject)

Mean UPH (Reject)		Start Container 2								
		12	13	14	15	16	17	18	19	20
Start Container 1	30	710 (5)	746 (7)	762 (4)	758 (5)	782 (6)	781 (7)	784 (6)	783 (7)	782 (5)
	32	756 (5)	774 (5)	773 (6)	793 (5)	794 (7)	794 (7)	793 (6)	795 (6)	796 (5)
	34	749 (6)	768 (6)	777 (7)	790 (6)	799 (8)	797 (6)	798 (8)	798 (5)	796 (6)
	36	731 (6)	771 (6)	756 (7)	787 (5)	795 (6)	798 (7)	798 (5)	798 (8)	800 (7)
	38	754 (8)	783 (6)	782 (8)	790 (7)	797 (6)	800 (6)	791 (6)	798 (7)	796 (6)
	40	758 (8)	773 (8)	785 (6)	786 (6)	799 (6)	808 (7)	799 (6)	794 (6)	800 (6)
	42	739 (6)	769 (9)	786 (8)	776 (8)	792 (6)	797 (6)	799 (7)	799 (5)	797 (8)
	44	737 (7)	770 (5)	785 (9)	794 (6)	792 (5)	799 (5)	782 (9)	785 (8)	794 (7)
	46	720 (5)	744 (6)	797 (6)	774 (8)	793 (6)	790 (6)	796 (7)	798 (6)	797 (6)

***Container 3 = Start Container 1 + Start Container 2

ตารางที่ 4.5 แสดง UPH ของการจำลองสายการผลิตโดยเครื่องจักรมีการขัดข้อง(Downtime) มีความแปรปรวนของเวลาการทำงานของเครื่องจักร (Variation Time) และงานเสีย (Reject)

จากตารางที่ 4.5 เป็นการจำลองสายการผลิตที่มีการขัดข้องของเครื่องจักร (Downtime) มีความแปรปรวนของเวลาการทำงานของเครื่องจักร (Variation Time) และงานเสีย (Reject) ขึ้นในสายการผลิต โดยพบว่า UPH มีการลดลงจากจำลองสายการผลิตโดย เครื่องจักรไม่มีการขัดข้อง และทำงานด้วยเวลาคงที่ (Ideal) ซึ่งการลดลงของ UPH ได้เกิดมาจาก

- 1.) การขัดข้องของเครื่องจักร (Downtime)รวม 84.22 วินาทีต่อชั่วโมง จะสูญเสียผลผลิตประมาณ 22 ชิ้น
- 2.) ความแปรปรวนของเวลาการทำงานของเครื่องจักร (Variation Time) ที่ทำให้เกิดการ

เอกสารนี้เป็นเอกสาร
รอเข้าโซนทำงาน(working zone) ศึกษานี้เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.) งานเสีย (Reject)รวม 0.77 เปอร์เซนต์จะสูญเสียผลผลิตประมาณ 6 ชิ้น

(1)เมื่อเครื่องจักรเกิดการขัดข้อง (Downtime) และความแปรปรวนของเวลาการทำงานของเครื่องจักร (Variation Time)สูงจะเกิดโชนว่างขึ้นหลังจากที่ชิ้นงานตัวสุดท้ายออกจากเครื่องจักร โดยโชนว่างจะทำให้คนงานการรองาน และ(2)เมื่อการทำงานของเครื่องจักร (Variation Time)ต่ำและมีการเกิดงานเสียขึ้น ทำให้ผลผลิตออกถูกส่งออกเร็วขึ้น ด้วยเหตุผลทั้งสองข้างต้นทำให้ต้องมีการเพิ่มภาชนะใส่ชิ้นงานชนิดที่ 2 ขึ้น ซึ่งผลผลิตจะเริ่มคงที่ที่ ภาชนะใส่ชิ้นงานชนิดที่ 2 เท่ากับ 16 ชิ้นขึ้นไป และภาชนะใส่ชิ้นงานชนิดที่ 1 เท่ากับ 34 (32+2 ชิ้น ภาชนะใส่ชิ้นงานชนิดที่ 1 เปล่า) ขึ้นขึ้นไป ทำให้ได้จำนวน ภาชนะใส่ชิ้นงานชนิดที่ 3เท่ากับ 48 (32+16) ชิ้นขึ้นไป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาสายการผลิตระบบอัตโนมัติแบบต้นทุนต่ำ (Low Cost Automation: LCA) พบว่าในปัจจุบัน สายการผลิตระบบอัตโนมัติแบบต้นทุนต่ำแบบสองหัวอ่าน (LCA Line Configuration for 2 HD) มีเวลาของขอลงอยู่ที่ 3.7 วินาที ทำให้คำนวณ UPH ออกมาได้เท่ากับ 972 ชิ้น (สายการผลิตที่เครื่องจักรไม่มีการขัดข้อง และทำงานด้วยเวลาคงที่) ได้ใช้ ภาชนะใส่ชิ้นงานชนิดที่ 2 จำนวน 12 ชิ้น ภาชนะใส่ชิ้นงานชนิดที่ 1 จำนวน 38 ชิ้น ภาชนะใส่ชิ้นงานชนิดที่ 3 จำนวน 47 ชิ้น ซึ่งในการจำลองสายการผลิตโดยเครื่องจักรไม่มีการขัดข้อง และทำงานด้วยเวลาคงที่ (Ideal case) ได้ ภาชนะใส่ชิ้นงานชนิดที่ 2 จำนวนขั้นต่ำ 12 ชิ้น ภาชนะใส่ชิ้นงานชนิดที่ 1 จำนวนขั้นต่ำ 38 ชิ้นและภาชนะใส่ชิ้นงานชนิดที่ 3 จำนวน 48 ชิ้นที่จะทำได้ UPH เท่ากับ 972 ซึ่งถือว่ามีความใกล้เคียงกับของจริงที่มีการคำนวณไว้ โดยมีความผิดพลาดของแบบจำลองของจำนวนภาชนะใส่ชิ้นงานชนิดที่ 3 อยู่ 2.12 %

Minimum	Standard	Simulation
Container 1	38	38
Container 2	16	12
Container 3	47	48

ตารางที่ 5.1 แสดงจำนวนภาชนะสำหรับใส่ชิ้นงานในการเดินสายการผลิตของ Standard และ Simulation

แต่ในทางปฏิบัติสายการผลิตระบบอัตโนมัติแบบต้นทุนต่ำจะมีผลกระทบของเครื่องจักรมีการขัดข้อง (Downtime) มีความแปรปรวนของเวลาการทำงานของเครื่องจักร (Variation Time) และงานเสีย (Reject) เกิดขึ้นในสายการผลิต จึงได้มีการจำลองสายการผลิตโดยเครื่องจักรไม่มีการขัดข้อง และทำงานด้วยเวลาคงที่ (Ideal) แต่มีงานเสีย (Reject) ซึ่งในการจำลองสายการผลิตได้ ภาชนะใส่ชิ้นงานชนิดที่ 2 จำนวนขั้นต่ำ 15 ชิ้น ภาชนะใส่ชิ้นงานชนิดที่ 1 จำนวนขั้นต่ำ 38 ชิ้นและภาชนะใส่ชิ้นงานชนิดที่ 3 จำนวนขั้นต่ำ 51 ชิ้น ที่จะทำให้สายการผลิตเริ่มคงที่ โดยพบว่าจำนวนภาชนะใส่ชิ้นงานชนิดที่ 2 ได้เพิ่มขึ้น เนื่องจากต้องมีการรองรับชิ้นงานเสียที่จะออกมาเร็วกว่าปกติ เพื่อให้เกิดความสมดุลของสายการผลิต

และได้มีการจำลองสายการผลิตโดยเครื่องจักรมีการขัดข้อง (Downtime) มีความแปรปรวนของเวลาการทำงานของเครื่องจักร (Variation Time) และงานเสีย (Reject) ซึ่งเป็นการจำลองสายการผลิตที่เหมือนของจริงมากที่สุดได้ ภาชนะใส่ชิ้นงานชนิดที่ 2 จำนวนขั้นต่ำ 16 ชิ้น ภาชนะใส่ชิ้นงานชนิดที่ 1 จำนวนขั้นต่ำ 34 ชิ้นและภาชนะใส่ชิ้นงานชนิดที่ 3 จำนวน 48 ชิ้น โดยพบว่าจำนวน ภาชนะใส่ชิ้นงานชนิดที่ 2 ได้เพิ่มขึ้น เนื่องจากมีการขัดข้องของเครื่องจักร และความแปรปรวนของเวลาการทำงานของเครื่องจักร ทำให้คนงานขาดความสมดุลให้การป้อนชิ้นงานใส่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของงานวิจัยนี้เพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ใดเห็นสมควรจะขอให้นำไปใช้
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาชนะใส่ชิ้นงานชนิดที่ 2 และงานเสียที่ออกมาเร็วกว่าปกติ จึงต้องมีการเพิ่ม ภาชนะใส่ชิ้นงานชนิดที่ 2 เพื่อเป็นการรักษาสมดุลสายการผลิตและทำให้ UPH มีความใกล้เคียงกับของสายการผลิตจริง โดยมีความผิดพลาดอยู่ 2.93 % และยังทำให้ลดจำนวนของ ภาชนะใส่ชิ้นงานชนิดที่ 3 ลงถึง 4 % ซึ่งจะทำให้ต้นทุนการผลิตลดลงตามไปด้วย

Case	Reject	Variation of cycle time	Downtime		Mean UPH	Minimum		
			MTBF	MTTR		Container 2	Container 1	Container 3
1. Ideal case	X	X	X	X	972	12	38	48
2. Standard	X	X	X	X	972	16	38	47
3. Reject case	/	X	X	X	972	15	38	51
4. Normal Case	/	/	/	/	796	16	34	48
5. Actual (Nov08,2015)	/	/	/	/	820	20	34	50

ตารางที่ 5.2 แสดงสรุปจำนวนผลผลิตเฉลี่ยที่ได้ และจำนวนภาชนะใส่ชิ้นงานในรูปแบบต่างๆ

จากการจำลองสายการผลิตทั้งสามกรณีก็แสดงให้เห็นว่าการจำลองได้เข้ามามีบทบาทในสายการผลิต เช่น

- 1.) ลดเวลาและต้นทุนในทดสอบกับสายการผลิตจริง
- 2.) สามารถปรับปรุงแก้ไขสายการผลิตโดยไม่กระทบกับสายการผลิตจริง
- 3.) ช่วยจำลองให้เห็นภาพ ความคุ้มค่าของสายการผลิตหรือเครื่องจักรที่จะถูกสร้างในอนาคตเป็นต้น.

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาเราสามารถนำแบบจำลองการผลิตนี้มาช่วยในการวิเคราะห์ผลผลิตของเครื่องจักรหรือสายการผลิตใหม่ที่จะสร้างในอนาคต เพื่อดูความคุ้มค่าของการลงทุนในเครื่องจักรหรือสายการผลิตใหม่

ข้อเสนอแนะในการศึกษาเพิ่มเติม

1. ผลสรุปของจำนวนภาชนะที่ใช้กับสายการผลิตระบบอัตโนมัติแบบต้นทุนต่ำสำหรับ 2 หัวอ่าน (LCA Line Configuration for 2 HD) เป็นเพียงแค่เชิงจำลองในคอมพิวเตอร์เท่านั้น ยังไม่ได้้นำผลสรุปนี้ไปทดลองในสายการผลิตจริง ดังนั้นถ้าจะให้มีความเชื่อมั่นมากขึ้นต้องนำไปทดสอบในสายการผลิตจริงแล้ววิเคราะห์ความเชื่อมั่นต่อไป

2. แบบจำลองนี้สามารถนำไปสร้างแบบจำลองสายการผลิตที่มีกระบวนการที่มากกว่านี้(หลายหัวอ่าน)ได้ เพื่อดูการลงทุนจำนวนภาชนะที่ใส่ชิ้นงาน จำนวนเครื่องจักรหรือแม้กระทั่งเวลาในการทำงานให้มีความคุ้มค่าของสายการผลิตที่จะลงทุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการจำลองสายการผลิตเพื่อปรับตำแหน่งการเข้าทำงานของชิ้นงานหรือลำดับก่อน-หลังของการตั้งเครื่องจักรเพื่อเพิ่มผลผลิต

4. เนื่องจากในทางปฏิบัติสายการผลิตระบบอัตโนมัติแบบต้นทุนต่ำจะมีผลกระทบของเครื่องจักรมีการขัดข้อง (Downtime) มีความแปรปรวนของเวลาการทำงานของเครื่องจักร (Variation Time) และงานเสีย (Reject) เกิดขึ้นในสายการผลิตตลอดเวลา ดังนั้นจึงต้องมีการนำข้อมูลเวลาการทำงานของเครื่องจักร การหยุดของเครื่องจักร อัตราการเกิดงานเสียมาวิเคราะห์ค่าทางสถิติให้ได้ค่าทางสถิติที่ใกล้เคียงกับของจริงมากที่สุด แล้วจึงนำมาใส่แบบจำลองสายการผลิตจึงจะทำให้สายการผลิตนี้สมบูรณ์น่าเชื่อถือมากขึ้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

- [1] นิสิต อ่างธรรม. (2552). **ระบบไฟฟ้าสำรองต่อเนื่อง(ยูพีเอส)สำหรับศูนย์คอมพิวเตอร์**. สารนิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีในอาคาร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต.
- [2] มนสูกี เวทีกุล และปวีณา เชาวลิทวงศ์. (2555). การวิเคราะห์ทางเลือกการวางผังโรงงาน สายการผลิตชุดบังคับเลี้ยวล้อหน้า. **วารสารวิศวกรรมศาสตร์**, 3(3), 19-34. ค้นเมื่อ 15 มิถุนายน 2558, จาก <http://www.ej.eng.chula.ac.th/thai/index.php/ej/article>
- [3] มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. (2554). **ทฤษฎีการจัดสมดุลสายการผลิต**. ค้นเมื่อ 15 มิถุนายน 2558, จาก http://archive.lib.cmu.ac.th/full/T/2554/agim0854td_ch2.pdf
- [4] มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน. **ระบบการผลิตแบบลีน**. ค้นเมื่อ 22 มิถุนายน 2558. จาก <http://ir.rmuti.ac.th/xmlui/bitstream/handle>
- [5] ศูนย์วิจัยกลไกไทย, บจก. (2549). **อุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ของไทยมุ่งสู่การเป็นฐานการผลิตอันดับหนึ่งของโลก**. ค้นเมื่อ 7 กันยายน 2558. จาก <http://www.positioningmag.com/content>
- [6] สารีพีระ มามู, นูรีนา ทะยืออาแว และกัสตีนา สาระ. **อัลกอริทึมจัดตารางเวลา**. ค้นเมื่อ 22 มิถุนายน 2558. จาก <https://sites.google.com/site/operatingsystemeng1/xal-kx-ri-thum-cad>
- [7] สุเนตร มูลทา สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน. (2556). **การขนถ่ายวัสดุ**. ค้นเมื่อ 22 มิถุนายน 2558. จาก <http://www.pit.ac.th/2013/index.php/faculty-of-engineer>
- [8] หนังสือพิมพ์ทันหุ้น. (2557). **ส่งออกอิเล็กทรอนิกส์ไทยปี'58... ยังไปต่อได้ จากความต้องการฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์โลกฟื้นตัว คาดปี'58 ขยายตัวร้อยละ 3.8-5.9**. ค้นเมื่อ 7 กันยายน 2558. จาก <http://www.thunhoon.com/colum/23337/23337.html>
- [9] อานนท์ สิริระศิริ และจิตรา รุกิจการพานิช. (2554). **การลดเวลาการขัดข้องของเครื่องจักรในโรงงานผลิตสีผง**. การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม ประจำปี 2554. (2076-2086). กรุงเทพฯ: ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

สูตรที่ใช้ในการคำนวณ

ผลผลิตต่อชั่วโมง

ผลผลิตต่อชั่วโมง(Units per hour: UPH) คืออัตราของผลผลิตที่ออกมาจากสายการผลิตในหนึ่งชั่วโมง เขียนเป็นสูตรได้ดังนี้

$$UPH = \frac{3600}{Bottleneck}$$

Bottleneck = เวลาเข้าทำงานในเครื่องจักร/กระบวนการมากที่สุดในสายการผลิต (วินาที)

เวลาเฉลี่ยระหว่างการเสียหาย

เวลาเฉลี่ยระหว่างการเสียหาย(Mean Time Between Failure: MTBF) คือระยะเวลาระหว่างการเกิด Alarm ครั้งล่าสุดกับ Alarm ครั้งก่อน ห่างกันเท่าใด ถ้าห่างกันน้อย คือมีค่าน้อย ก็หมายความว่าเครื่องจักรหรือกระบวนการมีการซ่อมบำรุงหรือประสิทธิภาพไม่ดี แต่ถ้ามีค่ายิ่งมาก ก็หมายถึงระบบมีการบำรุงรักษาหรือมีประสิทธิภาพที่ยิ่งดีมากขึ้นเท่านั้น เขียนเป็นสูตรได้ดังนี้

$$MTBF = \frac{\sum_{i=1}^n BF_i}{n}$$

BF (Between Failure) = ระยะเวลาระหว่างการเกิด Alarm ครั้งล่าสุดกับ Alarm ครั้งก่อน (วินาที)

N (Event of downtime) = จำนวนครั้งของการเกิดการขัดข้องของเครื่องจักร (ครั้ง)

เวลาเฉลี่ยในการซ่อมแซม

เวลาเฉลี่ยในการซ่อมแซม(Mean Time To Repair: MTTR) คือ เวลาเฉลี่ยในการแก้ไขหรือกู้ระบบให้กลับมาใช้งานได้เหมือนเดิม เขียนเป็นสูตรได้ดังนี้

$$MTTR = \frac{\sum_{i=1}^n R_i}{n}$$

R (Repair) = เวลาเฉลี่ยในการแก้ไขหรือกู้ระบบให้กลับมาใช้งานได้เหมือนเดิม (วินาที)

N (Event of downtime) = จำนวนครั้งของการเกิดการขัดข้องของเครื่องจักร (ครั้ง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล ธีรวุฒิ พลอยกระโทก
วัน เดือน ปีเกิด 25 มกราคม 2537
ที่อยู่ 95 ม.5 ซ.บ่อปลา ถ.ลาดพร้าว101 คลองจั่น บางกะปิ กทม. 10240
Email : thirawutnot@gmail.com Tel. 084-010-7432

ประวัติการศึกษา 2555-ปัจจุบัน กำลังศึกษาหลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมระบบการผลิต วิทยาลัยนวัตกรรมการผลิตขั้นสูง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประวัติการทำงานและผลงานวิจัย
2558

นักศึกษาฝึกงานภาคฤดูร้อน/สหกิจศึกษา
แผนก Advance Manufacturing Engineering
บริษัท ซีเกท เทคโนโลยี (ประเทศไทย)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

