

บทที่ 4

ผลการวิจัย

4.1 ผลการจำลองสถานการณ์ทางคอมพิวเตอร์

4.1.1 การจำลองสถานการณ์ของข้อมูลตามเวลาการทำงานมาตรฐาน

จากเงื่อนไขการวิจัยที่กล่าวมาในบทที่ 3 ซึ่งมี 3 เงื่อนไข โดยแต่ละเงื่อนไขของการจำลองผ่านทางคอมพิวเตอร์จะใช้ข้อมูลเดียวกันเพื่อความชัดเจนในการเปรียบเทียบผลของการจำลองทั้ง 3 แบบจำลองโดยเลือกกลุ่มของสินค้าและปริมาณที่ผลิต รวมทั้งวันที่ส่งมอบสินค้าไปยังลูกค้าที่มีความแตกต่างกัน และ การนำจำนวนของเสียหลังจากการทดสอบชิ้นงานเข้ามาพิจารณาเพื่อเป็นการจำลองกระบวนการผลิตในสถานการณ์จริงที่มีคำสั่งผลิตที่มีความแตกต่างกัน โดยเงื่อนไขดังกล่าวมีดังนี้

1. สินค้าหรืองานที่ผลิตเพื่อการจำลองมี A1, A2, A3, A4, B1, B2 และ B3
2. จำนวนการผลิตที่แตกต่างกันคือ A1=5, A2=7, A3=5, A4=10, B1=10, B2=6 และ B3=5
3. เวลาที่ต้องส่งออกที่ต่างกันดังนี้ A1 วันที่ 7, A2 วันที่ 7, A3 วันที่ 14, A4 วันที่ 15, B1 วันที่ 12, B2 วันที่ 8 และ B3 วันที่ 15
4. จำนวนของเสียที่เกิดขึ้นหลังการทดสอบชิ้นงาน หรือ final test แตกต่างกันดังนี้ A1=0 ชิ้น, A2=0 ชิ้น, A3=1 ชิ้น, A4=1 ชิ้น, B1=2 ชิ้น, B2=0 ชิ้น และ B3=1 ชิ้น
5. จำนวนรอบในการรันคือ 1,000 รอบ

จากเงื่อนไขดังกล่าวสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1

เงื่อนไขการจำลองสถานการณ์ทั้ง 3 แบบจำลอง (ค่าเวลาการทำงานมาตรฐานคงที่)

กลุ่มสินค้า	จำนวนที่ต้องการผลิต	วันที่เริ่มผลิต	วันที่ส่งออก	จำนวนของเสียหลัง test
A1	5	1	7	0
A2	7	1	7	0
B2	6	1	8	1
B1	10	1	12	1
A3	5	1	14	2
A4	10	1	15	0
B3	5	1	15	1

สมมติฐาน : ทุกผลิตภัณฑ์มีวัตถุดิบที่พร้อมผลิตในวันที่ 1

4.1.1.1 ผลการจำลองสถานการณ์ของทั้ง 3 แบบทดลอง

1. ผลการจำลองสถานการณ์ของแบบจำลองที่ 1 ดังแสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2

ผลการจำลองสถานการณ์ของแบบจำลองที่ 1 (ค่าเวลาการทำงานมาตรฐานคงที่)

กลุ่มสินค้า	จำนวนที่ผลิต	เวลาผลิตรวม (ช.ม.)	เวลาผลิตต่อหน่วย (ช.ม.)
A1	5	52.475	10.495
A2	7	116.114	16.588
A3	5	356.020	71.204
A4	10	580.779	58.078
B1	10	248.285	24.828
B2	6	176.081	29.347
B3	5	853.453	170.691
รวม	48	2383.207	381.231

ผลการจำลองสถานการณ์ของแบบจำลองที่ 1 พบว่ากลุ่มสินค้า B3 ใช้เวลาอยู่ในสายการผลิตนานที่สุด เนื่องจากการจำลองแบบนี้มีเงื่อนไขในการจำลองสถานการณ์คือ การวางแผนการผลิตโดยอ้างอิงวันที่ส่งสินค้ารวมทั้งใช้ระบบเข้ามาก่อนผลิตก่อน (First In First Out, FIFO) ซึ่งกลุ่มสินค้า B3 เป็นกลุ่มที่ต้องส่งสินค้าไปให้ลูกค้าลำดับหลังสุด ทำให้เวลาที่เริ่มทำการผลิตช้ากว่าเมื่อเทียบกับกลุ่มสินค้าอื่นๆ ซึ่งมีเวลาที่อยู่ในสายการผลิตที่สั้นกว่า ดังนั้นเวลาอยู่ในสายการผลิตของ B3 จึงนานที่สุด และเวลาการผลิตรวมเฉลี่ยของการจำลองสถานการณ์แบบที่ 1 เท่ากับ 49.65 ชั่วโมงต่อหน่วย

2. ผลการจำลองสถานการณ์ของแบบจำลองที่ 2 ดังแสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3

ผลการจำลองสถานการณ์ของแบบจำลองที่ 2 (ค่าเวลาการทำงานมาตรฐานคงที่)

กลุ่ม สินค้า	จำนวน ที่ผลิต	เวลาผลิต รวม (ช.ม.)	เวลาผลิตต่อ หน่วย (ช.ม.)
A1	5	123.415	24.683
A2	7	171.466	24.495
A3	5	510.335	102.067
A4	10	360.715	36.072
B1	10	372.585	37.259
B2	6	210.044	35.007
B3	5	481.935	96.387
รวม	48	2230.496	355.970

เนื่องจากการออกแบบการจำลองสถานการณ์แบบที่ 2 เป็นการออกแบบกระบวนการผลิตแบบการไหล (Flow Process) โดยไม่พิจารณาระบบงานมาก่อนทำก่อน (First In First Out, FIFO) นั้นหมายถึงพนักงานในกระบวนการต้นสามารถหยิบงานชิ้นไหนมาทำก่อนก็ได้ ซึ่งผลการจำลองสถานการณ์ของแบบจำลองที่ 2 พบว่ากลุ่มสินค้า A3 มีระยะเวลาที่งานอยู่ในสายการผลิตที่นานที่สุด เนื่องจากเงื่อนไขของงานที่พบของเสียในกระบวนการของกลุ่มสินค้า A3 มีถึง 2 ตัวทำให้เกิดมีการทำงานซ้ำเพื่อให้เกิดงานดี จึงทำให้ระยะเวลาในสายการผลิตสูงขึ้นตามมา และเวลาการผลิตรวมเฉลี่ยของการจำลองสถานการณ์แบบที่ 1 เท่ากับ 46.469 ชั่วโมงต่อหน่วย

3. ผลการจำลองสถานการณ์ของแบบจำลองที่ 3 ดังแสดงในตารางที่ 4.4

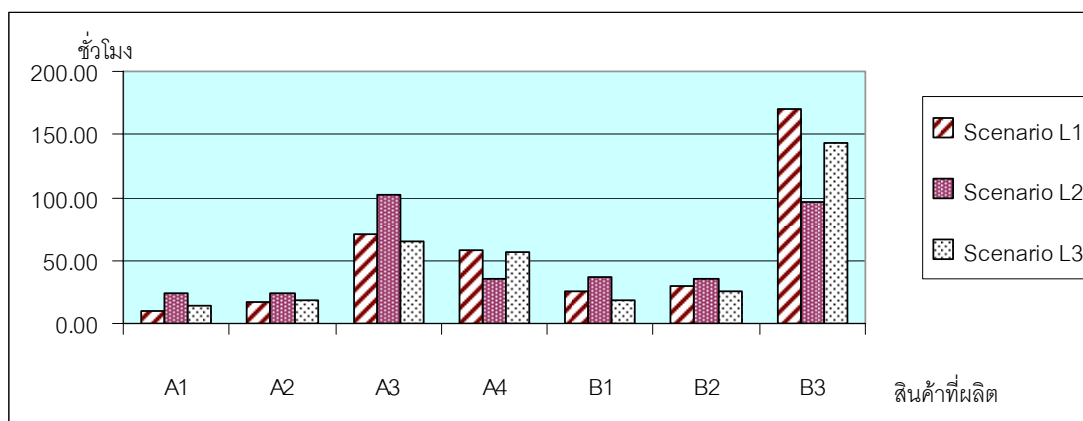
ตารางที่ 4.4

ผลการจำลองสถานการณ์ของแบบจำลองที่ 3 (ค่าเวลาการทำงานมาตรฐานคงที่)

กลุ่ม สินค้า	จำนวน ที่ผลิต	เวลาผลิต รวม (ช.ม.)	เวลาผลิตต่อ หน่วย (ช.ม.)
A1	5	71.495	14.299
A2	7	129.495	18.499
A3	5	325.495	65.099
A4	10	562.495	56.250
B1	10	178.045	17.805
B2	6	153.245	25.541
B3	5	714.295	142.859
รวม	48	2134.565	340.351

การออกแบบการจำลองสถานการณ์แบบที่ 3 ออกแบบกระบวนการผลิตแบบการไหล (Flow Process) โดยนำการวางแผนการผลิตที่พิจารณาวันส่งมอบสินค้าและระบบงานมาก่อนทำก่อน (First In First Out, FIFO) มาควบคุม โดยจุดประสงค์ของการออกแบบรูปแบบนี้เพื่อศึกษาการไหลของงานเพื่อให้เกิดการสมดุลตลอดทั้งกระบวนการ ซึ่งพบว่ากลุ่มสินค้าที่ใช้เวลาที่อยู่ในสายการผลิตสูงสุดคือ B3 เนื่องจาก กลุ่มสินค้านี้เป็น กลุ่มสินค้าที่ต้องส่งออกเป็นลำดับหลังสุด จึงทำให้การเริ่มผลิตของกลุ่มสินค้านี้ในกระบวนการแรกจึงเริ่มเป็นลำดับหลังสุด ส่งผลให้ระยะเวลารวมจึงใช้เวลามากเช่นกัน โดยผลการจำลองสถานการณ์ของแบบจำลองที่ 3 ใช้เวลาการผลิตรวมเฉลี่ย 44.47 ชั่วโมงต่อหน่วย

ในการจำลองสถานการณ์แต่ละแบบจำลองทำการทำซ้ำๆ ถึง 1,000 ครั้ง หรือ 1,000 เปรดิกชัน (Replications) โดยจากผลการจำลองสถานการณ์ทั้ง 3 แบบจำลองสามารถแสดงในภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1

ผลการจำลองสถานการณ์ทั้ง 3 แบบจำลองของข้อมูลตามเวลาการทำงานมาตรฐาน

ระยะเวลาการผลิตรวมเฉลี่ย 44.47 ชั่วโมงต่อหน่วยจากแบบจำลองที่ 3 ซึ่งเป็นการจำลองสถานการณ์ของกระบวนการผลิตที่ถูกออกแบบให้เป็นกระบวนการแบบไหลหรือ Flow Process รวมทั้งการผลิตโดยการจัดการการผลิตที่อ้างถึงวันส่งมอบเป็นหลักและการจัดการในการผลิตโดยใช้ระบบ First In First Out ซึ่งจะถูกนำไปปรับปรุงในกระบวนการผลิตจริงและติดตามผลจริงในขั้นตอนต่อไปของการวิจัย

4.1.2 การจำลองสถานการณ์ของค่าคาดหวังของข้อมูลธรรมชาติ

เนื่องจากผลการจำลองข้างต้นเป็นการจำลองที่เป็นข้อมูลที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงในกระบวนการผลิตขณะทำการจำลอง ดังนั้น เพื่อให้การจำลองมีความความแม่นยำและใกล้เคียงกับกระบวนการผลิตจริง การจำลองเพิ่มเติมโดยวิเคราะห์จากข้อมูลที่มีการเปลี่ยนแปลงจริงซึ่งเป็นค่าคาดหวังของข้อมูลธรรมชาติ จากการรวบรวมข้อมูลจริง (เวลาในการทำงานจริง) และได้ข้อมูลที่ผิดเพี้ยนไปจากค่ามาตรฐาน (Standard Time) ซึ่งยกตัวอย่าง กระบวนการบัดกรีดังตาราง ที่ 4.5

ตารางที่ 4.5

ตัวอย่างข้อมูลเวลาในการบัดกรีจริง 15 กลุ่มตัวอย่าง

ผลิตภัณฑ์	ข้อมูลเวลาการบัดกรีจริง															เวลารวม	เวลาเฉลี่ย
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
A1	91	89	88	89	92	90	93	90	92	93	91	91	89	85	95	1358	90.53
A2	77	76	78	79	82	82	84	80	75	77	78	79	74	84	81	1186	79.07
B2	53	52	50	49	50	54	51	49	50	55	55	54	51	52	55	780	52
B1	37	36	38	35	32	33	37	35	36	36	37	39	39	33	39	542	36.13
A3	70	72	74	70	72	75	76	70	68	71	66	62	70	71	77	1064	70.93
A4	70	66	69	75	72	69	67	65	67	70	71	67	67	69	70	1034	68.93
B3	43	45	47	46	45	49	47	44	41	43	43	43	41	49	45	671	44.73

ข้อมูลธรรมชาติในงานวิจัยนี้เป็นค่า (Δ, Δ) , $(x\Delta, \Delta)$, $(\Delta, y\Delta)$ ซึ่งวิธีการหาค่าคงที่ x, y หาได้จาก

ตัวอย่าง กลุ่มสินค้า A1 ค่า (Δ, Δ) ซึ่งคำนวณได้จากค่าเฉลี่ยของเวลาทั้งหมด หรือเท่ากับ 90.53 นาที

ส่วนค่า $(x\Delta, \Delta)$ และ $(\Delta, y\Delta)$ จะพิจารณาค่าที่แปรเปลี่ยนไปจากค่าเวลามาตรฐานการทำงาน (Standard Time) และนำมาเป็นค่าคงที่เช่น ตัวอย่าง A1 ค่าเวลามาตรฐานการทำงานคือ 92 นาที แต่ค่าเฉลี่ยจริงที่ได้เท่ากับ 90.53 ซึ่งน้อยกว่า ประมาณ 1.6 %

ดังนั้น $(x\Delta, \Delta) = 89.03$ นาที (หรือ $90.53 - 1.5$) และ $(\Delta, y\Delta) = 92.03$ นาที (หรือ $90.53 + 1.5$)

ตารางที่ 4.6

ตัวอย่างค่าเวลาคาดหวังของข้อมูลธรรมชาติในกระบวนการบัดกรี

ผลิตภัณฑ์	เวลาการบัดกรีต่องาน1 ชิ้น(นาที)	
	เวลามาตรฐาน	เวลาคาดหวัง
A1	92	89
A2	78	80
B2	51	53
B1	34	38
A3	68	74
A4	65	73
B3	41	48

จากแนวคิดและข้อมูลดังกล่าวจึงได้ข้อมูลเวลาคาดหวังของข้อมูลธรรมชาติของ 3 กระบวนการคือ กระบวนการบัดกรี, กระบวนการประกอบ และกระบวนการตรวจสอบขั้นสุดท้าย ดังแสดงในตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7

เงื่อนไขการจำลองสถานการณ์ทั้ง 3 แบบจำลองด้วยค่าเวลาคาดหวังของข้อมูลธรรมชาติ

กลุ่มสินค้า	จำนวนที่ ต้องการ ผลิต (ชิ้น)	กระบวนการบัดกรี		กระบวนการประกอบ		กระบวนการตรวจสอบ ขั้นสุดท้าย	
		ค่าเวลา มาตรฐาน (นาทีก)	ค่าเวลาคาด หวังของ ข้อมูล ธรรมชาติ (นาทีก)	ค่าเวลา มาตรฐาน (นาทีก)	ค่าเวลาคาด หวังของ ข้อมูล ธรรมชาติ (นาทีก)	ค่าเวลา มาตรฐาน (นาทีก)	ค่าเวลาคาด หวังของ ข้อมูล ธรรมชาติ (นาทีก)
A1	5	92	89	486	500	46	33
A2	7	78	80	502	520	49	39
A3	6	51	53	339	363	38	31
A4	10	34	38	555	578	31	23
B1	5	68	74	285	296	36	29
B2	10	65	73	222	241	30	21
B3	5	41	48	208	217	28	19

4.1.2.1 ผลการจำลองสถานการณ์ของทั้ง 3 แบบทดลอง (ค่าคาดหวังของข้อมูลธรรมชาติ)

1. ผลการจำลองสถานการณ์ของแบบจำลองที่ 1 สำหรับค่าคาดหวังของข้อมูลธรรมชาติ ดังแสดงในตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8

ผลการจำลองสถานการณ์ของแบบจำลองที่ 1 (ค่าคาดหวังของข้อมูลธรรมชาติ)

กลุ่มสินค้า	จำนวนที่ผลิต	เวลาผลิตรวม(ช.ม.)	เวลาผลิตต่อหน่วย(ช.ม.)
A1	5	31.440	6.288
A2	7	83.070	11.867
A3	5	320.170	64.034
A4	10	565.090	56.509
B1	10	205.850	20.585
B2	6	127.120	21.187
B3	5	835.570	167.114
รวม	48	2168.310	347.584

ผลการจำลองสถานการณ์ของแบบจำลองที่ 1 พบว่ากลุ่มสินค้า B3 ใช้เวลาอยู่ในสายการผลิตนานที่สุด เนื่องจากการจำลองแบบนี้มีเงื่อนไขในการจำลองสถานการณ์คือ การวางแผนการผลิตโดยอ้างอิงวันที่ส่งสินค้ารวมทั้งใช้ระบบเข้ามาก่อนผลิตก่อน (First In First Out, FIFO) ซึ่งกลุ่มสินค้า B3 เป็นกลุ่มที่ต้องส่งสินค้าไปให้ลูกค้าลำดับหลังสุด ทำให้เวลาที่เริ่มทำการผลิตช้ากว่าเมื่อเทียบกับกลุ่มสินค้าอื่นๆ ซึ่งมีเวลาที่อยู่ในสายการผลิตที่สั้นกว่า ดังนั้นเวลาอยู่ในสายการผลิตของ B3 จึงนานที่สุด และเวลาการผลิตรวมเฉลี่ยของการจำลองสถานการณ์แบบที่ 1 เท่ากับ 45.17 ชั่วโมงต่อหน่วย

2. ผลการจำลองสถานการณ์ของแบบจำลองที่ 2 สำหรับค่าคาดหวังของข้อมูลธรรมชาติ ดังแสดงในตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9

ผลการจำลองสถานการณ์ของแบบจำลองที่ 2 (ค่าคาดหวังของข้อมูลธรรมชาติ)

กลุ่มสินค้า	จำนวนที่ผลิต	เวลาผลิตรวม(ช.ม.)	เวลาผลิตต่อหน่วย(ช.ม.)
A1	5	161.750	32.350
A2	7	184.290	26.327
A3	5	698.550	139.710
A4	10	456.570	45.657
B1	10	398.560	39.856
B2	6	188.140	31.357
B3	5	739.170	147.834
รวม	48	2827.030	463.091

เนื่องจากการออกแบบการจำลองสถานการณ์แบบที่ 2 เป็นการออกแบบกระบวนการผลิตแบบการไหล (Flow Process) โดยไม่พิจารณาระบบงานมาก่อนทำก่อน (First In First Out, FIFO) นั้นหมายถึงพนักงานในกระบวนการต้นสามารถหยิบงานชิ้นไหนมาทำก่อนก็ได้ ซึ่งผลการจำลองสถานการณ์ของแบบจำลองที่ 2 พบว่ากลุ่มสินค้า B3 เนื่องจาก กลุ่มสินค้า B3 ถูกออกแบบให้พนักงานหยิบมาเริ่มทำงานในลำดับหลังๆ ซึ่งส่งผลให้เกิดการรอคอยในการทำงานสูงและส่งผลให้ระยะเวลาที่อยู่ในสายการผลิตสูงตามไปด้วย ส่วนกลุ่มสินค้าที่มีระยะเวลาที่อยู่นสายการผลิตที่สูงตามลำดับคือกลุ่มสินค้า A3 เนื่องจากเงื่อนไขของงานที่พบของเสียในกระบวนการของกลุ่มสินค้า A3 มีถึง 2 ตัวทำให้เกิดมีการทำงานซ้ำเพื่อให้เกิดงานดี จึงทำให้ระยะเวลาในสายการผลิตสูงขึ้นตามมา และเวลาการผลิตรวมเฉลี่ยของการจำลองสถานการณ์แบบที่ 1 เท่ากับ 58.9 ชั่วโมงต่อหน่วย

3. ผลการจำลองสถานการณ์ของแบบจำลองที่ 3 สำหรับค่าคาดหวังของข้อมูลธรรมชาติ ดังแสดงในตารางที่ 4.10

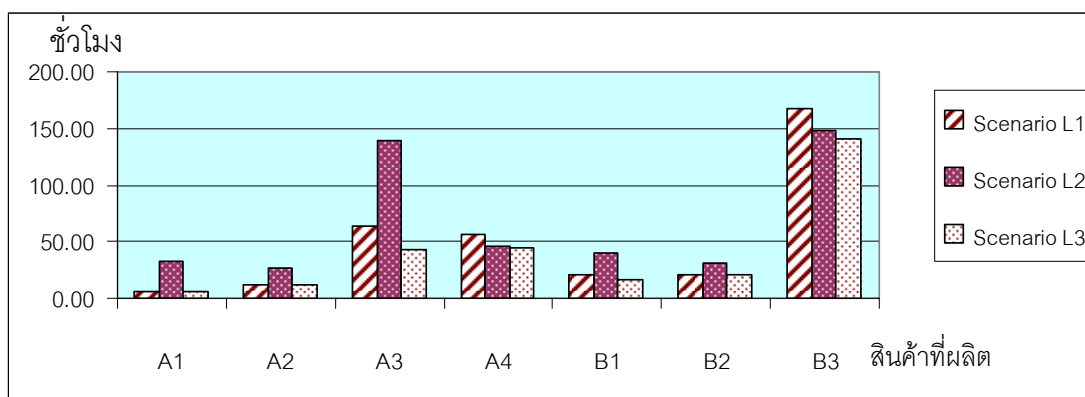
ตารางที่ 4.10

ผลการจำลองสถานการณ์ของแบบจำลองที่ 3 (ค่าคาดหวังของข้อมูลธรรมชาติ)

กลุ่มสินค้า	จำนวนที่ผลิต	เวลาผลิตรวม(ช.ม.)	เวลาผลิตต่อหน่วย(ช.ม.)
A1	5	28.550	5.710
A2	7	80.020	11.431
A3	5	216.640	43.328
A4	10	437.480	43.748
B1	10	156.980	15.698
B2	6	120.730	20.122
B3	5	704.920	140.984
รวม	48	1745.320	281.021

การออกแบบการจำลองสถานการณ์แบบที่ 3 ออกแบบกระบวนการผลิตแบบการไหล (Flow Process) โดยนำการวางแผนการผลิตที่พิจารณาวันส่งมอบสินค้าและระบบงานมาก่อนทำก่อน (First In First Out, FIFO) มาควบคุม โดยจุดประสงค์ของการออกแบบรูปแบบนี้เพื่อศึกษาการไหลของงานเพื่อให้เกิดการสมดุลตลอดทั้งกระบวนการ ซึ่งพบว่ากลุ่มสินค้าที่ใช้เวลาที่อยู่ในสายการผลิตสูงสุดคือ B3 เนื่องจาก กลุ่มสินค้านี้เป็น กลุ่มสินค้าที่ต้องส่งออกเป็นลำดับหลังสุด จึงทำให้การเริ่มผลิตของกลุ่มสินค้านี้ในกระบวนการแรกจึงเริ่มเป็นลำดับหลังสุด ส่งผลให้ระยะเวลารวมจึงใช้เวลามากเช่นกัน โดยผลการจำลองสถานการณ์ของแบบจำลองที่ 3 ใช้เวลาการผลิตรวมเฉลี่ย 36.36 ชั่วโมงต่อหน่วย

ในการจำลองสถานการณ์แต่ละแบบจำลองทำการทำซ้ำๆ ถึง 1,000 ครั้ง หรือ 1,000 เพลย์เคชั่น (Replications) โดยจากผลการจำลองสถานการณ์ทั้ง 3 แบบจำลองของค่าคาดหวังของข้อมูลธรรมชาติ สามารถแสดงในภาพที่ 4.2



ภาพที่ 4.2

ผลการจำลองสถานการณ์ทั้ง 3 แบบจำลองของค่าคาดหวังของข้อมูลธรรมชาติ

ระยะเวลาการผลิตรวมเฉลี่ย 36.36 ชั่วโมงต่อหน่วยจากแบบจำลองที่ 3 ซึ่งเป็นการจำลองสถานการณ์ของกระบวนการผลิตที่ถูกออกแบบให้เป็นกระบวนการแบบไหล (Flow Process) รวมทั้งการผลิตโดยการจัดการวางแผนการผลิตที่อ้างถึงวันที่ส่งมอบเป็นหลักและการจัดการในการผลิตโดยใช้ระบบ First In First Out ซึ่งจะถูกนำไปปรับปรุงในกระบวนการผลิตจริงและติดตามผลจริง

4.2 ผลการปรับปรุงกระบวนการผลิต

จากผลการจำลองสถานการณ์แบบที่ 3 ให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด ซึ่งถูกนำไปปรับปรุงกระบวนการผลิตจริง โดยกระบวนการถูกออกแบบให้เป็นกระบวนการแบบไหล (Flow process) รวมทั้งการผลิตที่มีการจัดการวางแผนการผลิตที่อ้างถึงวันที่ส่งมอบเป็นหลักและการจัดการในการผลิตโดยใช้ระบบ First In First Out แสดงได้ดังตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11

ผลการปรับปรุงกระบวนการของกลุ่มผลิตภัณฑ์ A และ B

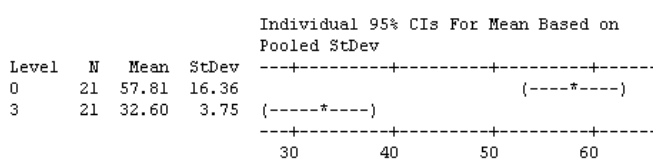
กลุ่มผลิตภัณฑ์	เวลาการผลิต/ชิ้น (ชม.) ของ กระบวนการเก่าก่อนการปรับปรุง	เวลาการผลิต/ชิ้น (ชม.) ของ กระบวนการใหม่หลังการปรับปรุง
A	76.80	24.50
	51.20	28.40
	69.60	21.45
	34.80	30.00
	69.60	25.00
	46.40	22.50
	34.80	24.80
	62.40	25.00
	41.60	26.70
	52.00	25.70
	76.80	31.40
	51.20	28.90
	69.60	27.80
	69.60	26.70
	46.40	28.00
	34.80	29.00
	62.40	30.20
	41.60	25.56
	52.00	26.70
	84.00	28.90
	86.40	32.10
B	64.00	32.40
	96.00	25.19
	79.20	45.26
	69.60	27.80
	62.40	25.54
	60.00	36.00
	92.00	34.90
	96.00	32.20
	80.00	34.40
	76.00	28.90
	76.80	35.10
	76.80	29.00
	76.80	29.50
	90.00	32.00
	72.00	34.20
	67.20	36.70
	84.00	35.10
	84.00	28.90

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตามเพียงตัวเดียว ผ่านหลักการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว หรือ One-way ANOVA โดยตัวแปรอิสระคือกระบวนการที่แตกต่างกัน และตัวแปรตามคือระยะเวลาการผลิตรวม ซึ่งจากการวิเคราะห์แสดงผลได้ดังนี้

One-way ANOVA: Production time of product A versus Item

Source	DF	SS	MS	F	P
Item	1	6674	6674	47.39	0.000
Error	40	5634	141		
Total	41	12308			

S = 11.87 R-Sq = 54.23% R-Sq(adj) = 53.08%



Pooled StDev = 11.87

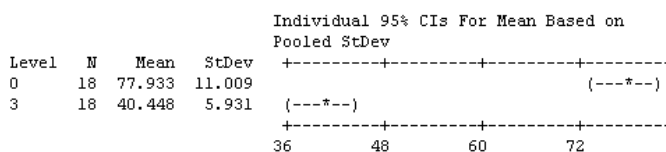
ภาพที่ 4.3

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนระหว่างเวลาการผลิตรวมและผลของการจำลองสถานการณ์ทางคอมพิวเตอร์ของผลิตภัณฑ์ A

One-way ANOVA: Production time of product B versus item

Source	DF	SS	MS	F	P
item	1	12646.5	12646.5	161.76	0.000
Error	34	2658.2	78.2		
Total	35	15304.7			

S = 8.842 R-Sq = 82.63% R-Sq(adj) = 82.12%

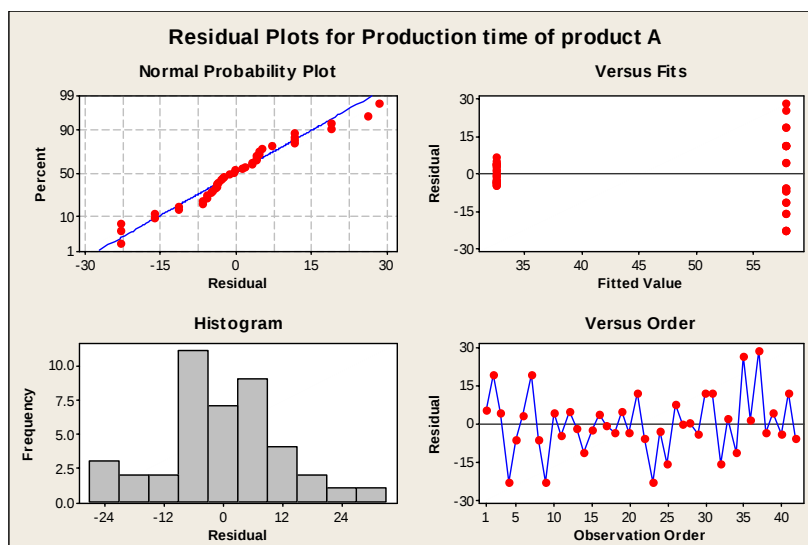


Pooled StDev = 8.842

Residual Plots for Production time of product B

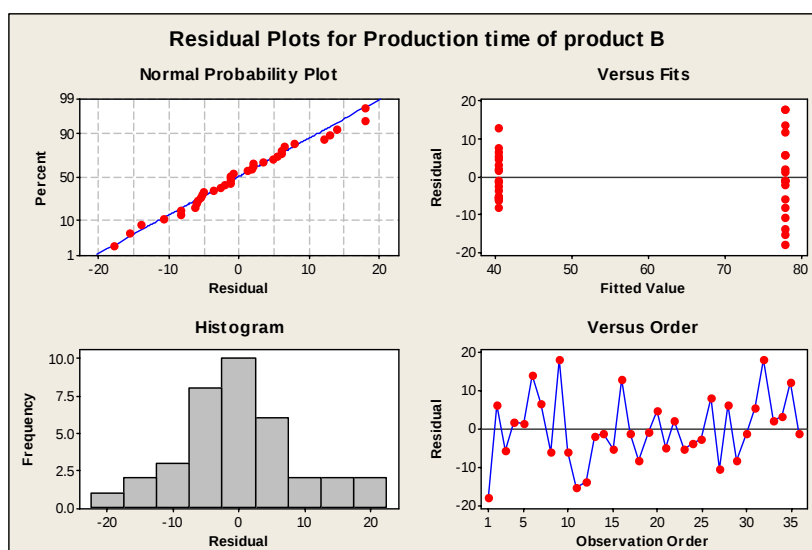
ภาพที่ 4.4

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนระหว่างเวลาการผลิตรวมและผลของการจำลองสถานการณ์ทางคอมพิวเตอร์ของผลิตภัณฑ์ B



ภาพที่ 4.5

ผลการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล, ค่าความผลิตผลของข้อมูลผลิตภัณฑ์ A



ภาพที่ 4.6

ผลการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล, ค่าความผลิตผลของข้อมูลผลิตภัณฑ์ B

ผลการวิเคราะห์ที่ความเชื่อมั่น 95% ของระยะเวลาผลิตเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์ A พบว่ามีความแตกต่างกันถึง 30.6995 ชั่วโมง สำหรับการทดสอบสมมติฐานผลที่ได้ คือ 8.48 ชั่วโมง และค่า P-Value เท่ากับ 0.000 ที่ 40 Degree of Freedom เนื่องจากค่า P-Value มีค่าน้อยกว่าค่า

ระดับนัยสำคัญ (5%) ซึ่งสามารถแสดงให้เห็นถึงข้อแตกต่างของระยะเวลาในการประกอบตัว ขยายสัญญาณทางแสง ผลิตภัณฑ์ A โดยระยะเวลาการผลิตรวมของกระบวนการผลิตแบบใหม่ หลังการปรับปรุงมีระยะเวลาที่สั้นกว่ากระบวนการแบบเก่าอย่างมีนัยสำคัญ

Two-Sample T-Test and CI: old, new

Two-sample T for old vs new

	N	Mean	StDev	SE Mean
old	21	57.8	16.4	3.6
new	21	27.11	2.77	0.60

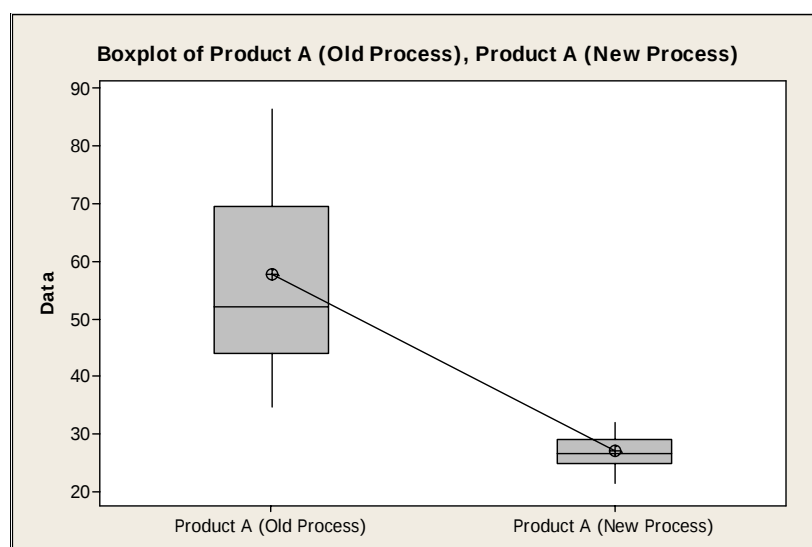
Difference = μ (old) - μ (new)

Estimate for difference: 30.70

95% lower bound for difference: 24.60

T-Test of difference = 0 (vs >): T-Value = 8.48 P-Value = 0.000 DF = 40

Both use Pooled StDev = 11.7316



ภาพที่ 4.7

การเปรียบเทียบระยะเวลาการผลิตรวมเฉลี่ยกระบวนการเก่าและกระบวนการใหม่ของผลิตภัณฑ์

A

ผลการวิเคราะห์ที่ความเชื่อมั่น 95% ของระยะเวลาผลิตเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์ B พบว่า มีความแตกต่างกันถึง 45.5394 ชั่วโมง สำหรับการทดสอบสมมติฐานผลที่ได้คือ 16.09 ชั่วโมง

และค่า P-Value เท่ากับ 0.000 ที่ 34 Degree of Freedom เนื่องจากค่า P-Value มีค่าน้อยกว่าค่าระดับนัยสำคัญ (5%) ซึ่งสามารถแสดงให้เห็นถึงข้อแตกต่างของระยะเวลาในการประกอบตัวขยายสัญญาณทางแสง ผลิตภัณฑ์ B โดยระยะเวลาการผลิตรวมของกระบวนการผลิตแบบใหม่หลังการปรับปรุงมีระยะเวลาที่สั้นกว่ากระบวนการแบบเก่าอย่างมีนัยสำคัญ

Two-Sample T-Test and CI: old, new

Two-sample T for old vs new

	N	Mean	StDev	SE Mean
old	18	77.9	11.0	2.6
new	18	32.39	4.79	1.1

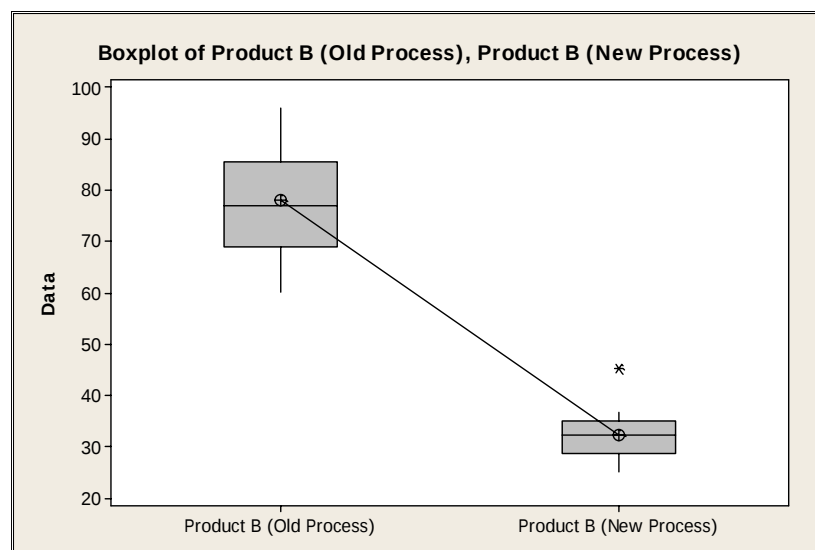
Difference = μ (old) - μ (new)

Estimate for difference: 45.54

95% lower bound for difference: 40.75

T-Test of difference = 0 (vs >): T-Value = 16.09 P-Value = 0.000 DF = 34

Both use Pooled StDev = 8.4886



ภาพที่ 4.8

การเปรียบเทียบระยะเวลาการผลิตรวมเฉลี่ยกระบวนการเก่าและกระบวนการใหม่ของผลิตภัณฑ์

B

ผลการวิเคราะห์ที่ความเชื่อมั่น 95% ของค่าความแปรปรวนของระยะเวลาผลิตของผลิตภัณฑ์ A พบว่า ค่าความแปรปรวนของเวลาการผลิตเฉลี่ยของกระบวนการก่อนการปรับปรุง และหลังการปรับปรุงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

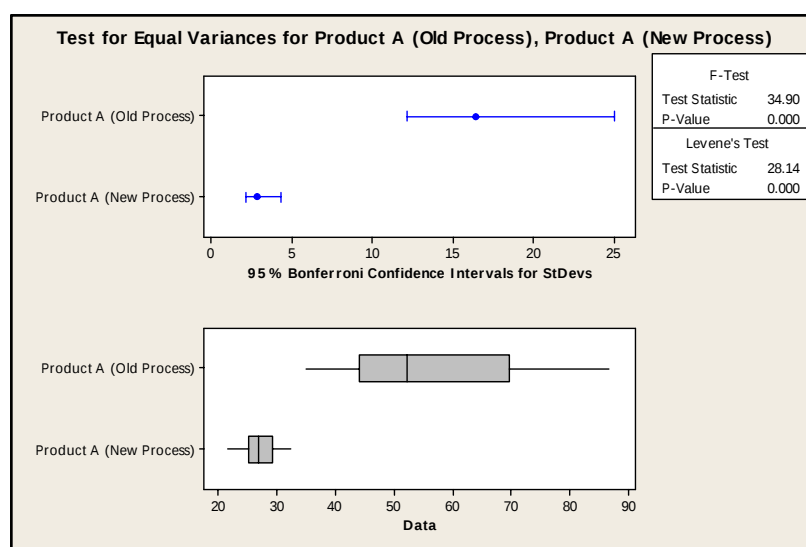
Test for Equal Variances: Product A (Old Process), Product A (New Process)

95% Bonferroni confidence intervals for standard deviations

	N	Lower	StDev	Upper
Product A (Old Process)	21	12.0660	16.3583	25.0098
Product A (New Process)	21	2.0425	2.7690	4.2335

F-Test (Normal Distribution)

Test statistic = 34.90, p-value = 0.000



ภาพที่ 4.9

การเปรียบเทียบความแปรปรวนของเวลาการผลิตรวมเฉลี่ยของกระบวนการเก่าและกระบวนการใหม่ของผลิตภัณฑ์ A

ผลการวิเคราะห์ที่ความเชื่อมั่น 95% ของค่าความแปรปรวนของระยะเวลาผลิตของผลิตภัณฑ์ B พบว่า ค่าความแปรปรวนของเวลาการผลิตเฉลี่ยของกระบวนการก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

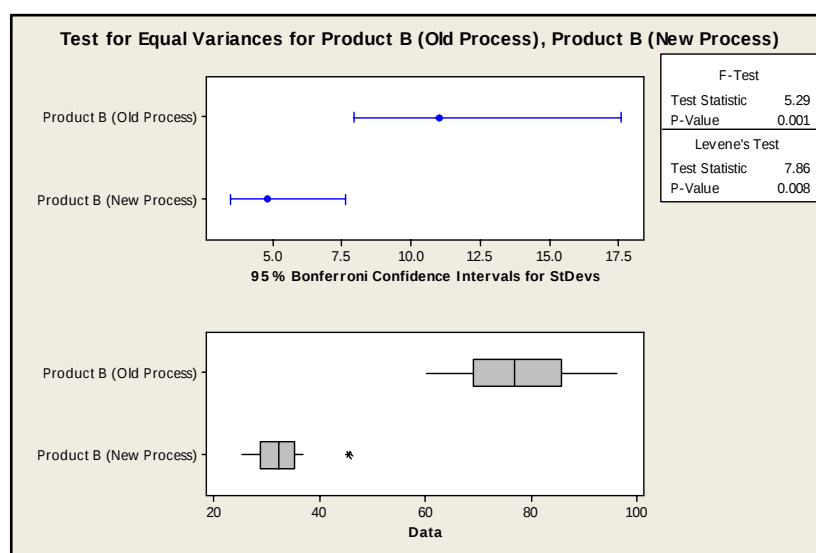
Test for Equal Variances: Product B (Old Process), Product B (New Process)

95% Bonferroni confidence intervals for standard deviations

	N	Lower	StDev	Upper
Product B (Old Process)	18	7.94430	11.0087	17.5834
Product B (New Process)	18	3.45503	4.7877	7.6471

F-Test (Normal Distribution)

Test statistic = 5.29, p-value = 0.001



ภาพที่ 4.10

การเปรียบเทียบความแปรปรวนของเวลาการผลิตรวมเฉลี่ยของกระบวนการเก่าและกระบวนการใหม่ของผลิตภัณฑ์ B

4.3 การนำระบบดึงและคัมบังเข้ามาปรับปรุงกระบวนการ

จากการปรับปรุงกระบวนการที่นำผลที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ของแบบจำลองที่ 3 คือ การออกแบบกระบวนการผลิตแบบการไหล (Flow Process) โดยนำการวางแผนการผลิตที่พิจารณาวันส่งมอบสินค้าและระบบงานมาก่อนทำก่อน (First In First Out, FIFO) มีการนำเครื่องมือลีนเข้ามาเป็นส่วนหนึ่งในการปรับปรุงคือ

- ระบบดึงเข้ามาช่วย กล่าวคือจากการออกแบบกระบวนการเป็น 7 สถานีการประกอบ จะทำการออกแบบให้ลูกค้าหรือพนักงานในสถานีงานต่อไปเป็นผู้ดึงชิ้นงานก่อนหน้านี้เมื่อมีความต้องการ จากนั้นกระบวนการก่อนหน้านี้จะผลิตชิ้นงานชดเชยในปริมาณที่เท่ากับที่มีการดึงไป ถ้าหากไม่มีการดึงไปในกระบวนการถัดไป กระบวนการทั้งหมดจะหยุดผลิตทันที เพราะว่าแต่ละกระบวนการทั้ง 7 จะมีการออกแบบและจัดทำกระบวนการสมดุล (Line Balance) แล้ว

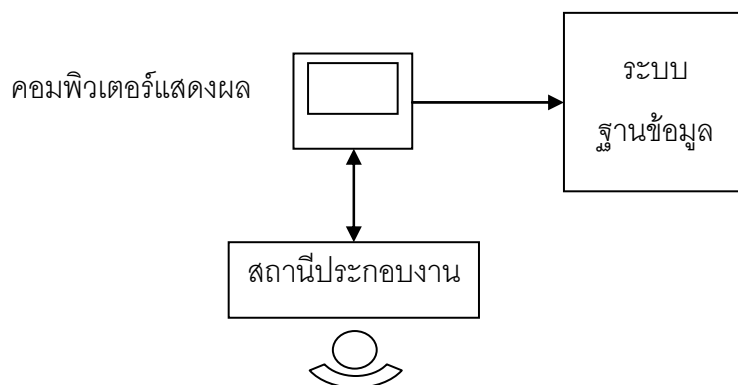
- ระบบคัมบัง โดยการนำป้ายสัญลักษณ์เป็นตัวแสดงให้พนักงานเห็นถึงจำนวนงานที่รอในแต่ละกระบวนการโดยระบุถึงวันและ เวลาที่เริ่มการผลิต รวมถึงวันและเวลา ที่เข้ามารอในสถานีงานนั้นๆ โดยจะสามารถทำให้พนักงานที่อยู่ในกระบวนการต่อไปทราบและทำให้เกิดการบริหารจัดการในกระบวนการผลิตที่ดีขึ้น

4.4 การนำเครื่องมือลีนอื่นๆ มาประยุกต์ใช้ในการปรับปรุงกระบวนการ

นอกจากการปรับปรุงกระบวนการโดยจัดกระบวนการเป็นแบบให้เป็นแบบไหลหรือ Flow process รวมทั้งการผลิตโดยการจัดตารางการผลิตที่อ้างถึงวันที่ส่งมอบเป็นหลักและการจัดการในการผลิตโดยใช้ระบบ first in first out แล้ว การวิจัยครั้งนี้ยังพิจารณาเครื่องมือลีน แบบต่างๆ เข้ามาประยุกต์ใช้เพื่อปรับปรุงเชิงป้องกันปัญหาต่างๆ ในกระบวนการดังนี้

4.3.1 การปรับปรุงกระบวนการเพื่อป้องกันการดำเนินงานผลิตพลาดของผู้ปฏิบัติงาน หรือ Pokayoke โดยการเปลี่ยนวิธีการปฏิบัติงานจากการใช้การจดหรือลงบันทึกค่าต่างๆ โดยพนักงานปฏิบัติงานมาเป็นการนำระบบคอมพิวเตอร์มาใช้และเชื่อมต่อกับระบบฐานข้อมูล เพื่อให้เกิดการทำงานเป็นระบบอัตโนมัติมากขึ้น โดยการทำงานแบบเดิมนั้น พนักงานต้องทำการวัดค่าที่ทำได้จากเครื่องสไปดซ์แล้วนำค่าที่ได้มาคำนวณด้วยเครื่องคิดเลขและลงบันทึกไปในเอกสารการทำงาน ซึ่งข้อด้อยของแบบนี้คือถ้าพนักงานอ่านค่าผิด หรือคำนวณผิด รวมทั้งการลงบันทึกผิดจะทำให้ผลการประกอบชิ้นงานผิดเพี้ยน ส่งผลให้งานชิ้นนั้นๆ จะเป็นของเสียในภายหลังและจะทำให้กระทบถึงการส่งงานไปยังลูกค้าซ้ำ ดังนั้นการนำระบบฐานข้อมูลเชื่อมต่อกับกระบวนการทำงานนี้จะ

ช่วยขจัดปัญหาดังกล่าวได้ เพราะว่าค่าที่พนักงานวัดได้จะถูกถ่ายโอนข้อมูลไปยังฐานข้อมูลและจะถูกคำนวณแบบอัตโนมัติลงไปในการแสดงแบบอิเล็กทรอนิกส์ซึ่งพนักงานจะเห็นอยู่บนหน้าจอขณะที่ทำงาน



ภาพที่ 4.9

การนำระบบฐานข้อมูลมาเชื่อมต่อกับสถานีการทำงาน