

การลดงานระหว่างกระบวนการผลิตด้วยการศึกษางานและเทคนิค การจัดสมดุลสายการผลิต

WORK IN PROCESS REDUCTION BY WORK STUDY AND LINE BALANCING TECHNIQUE

เยาวเรศ ใจจุมปา*

*บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต / สาขาการจัดการอุตสาหกรรม / สถาบันเทคโนโลยีไทย – ญี่ปุ่น

บทคัดย่อ – การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา และปรับปรุงกระบวนการผลิตโดยลดจำนวนงานระหว่างกระบวนการทดสอบการทำงานของ ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ของบริษัทกรณีศึกษารายหนึ่ง โดยการศึกษาการทำงานและเทคนิคการจัดสมดุลสาย การผลิต เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการผลิต โดยประยุกต์ใช้วิธีการศึกษาการทำงานและนำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์สภาพการณ์ พบว่าสาเหตุของจำนวนงานระหว่างการผลิตเกิดจากกำลังการผลิตของเครื่องจักรในแต่ละสถานีย่อยไม่เท่ากัน ซึ่งการประยุกต์ใช้ทฤษฎีการปรับปรุงสายการผลิตด้วยการออกแบบกระบวนการผลิตและเทคนิคอีซีอาร์เอส (ECRS) ในการสมดุลสายการผลิต หลังจากการปรับสมดุลสายการผลิตแล้วพบว่าประสิทธิภาพของกระบวนการเพิ่มขึ้นจาก 64.01% เป็น 66.23% หรือเพิ่มขึ้นจากเดิม 2.22% ทำให้ภาพรวมของกระบวนการผลิตดีขึ้นรอบเวลารวมทั้งหมด (Total Cycle Time) ของกระบวนการลดลงจาก 46.9 วินาที เป็น 22.9 วินาที ลดลงจากเดิม 24 วินาที และทำให้ยอดการผลิตเพิ่มขึ้นจาก 1,728 ตัวต่อวัน เป็น 3,545 ตัวต่อวัน ลดจำนวนพนักงานลง 69 คน คิดเป็นเงิน 1,104,000 บาท ต่อเดือน และยังสามารถลดจำนวนเงินลงทุนในส่วนของเครื่องจักรและอุปกรณ์ได้ในการติดตั้งสถานีงานเป็นจำนวนเงิน 6,142,000 บาท

คำสำคัญ – เทคนิคการจัดสมดุลสาย การผลิต, ทฤษฎีการปรับปรุงสายการผลิตด้วยการออกแบบกระบวนการผลิต, เทคนิคอีซีอาร์เอส.

Abstract - This research aims to study and improve the process by reducing the number of jobs manufacturing in the hard disk drive test process. Business case study of one company by balance studies and techniques in the production line. To optimize the production process, the method was done by work study and line balancing technique to collect and analyze data, found the cause of work in process concerned machine capacity in sub-station unbalance. After applying new design by relocation process and ECRS technique can reduce cycle time, balancing capacity of sub-station and can get improvement in production efficiency and cost saving. The process efficiency was up to 66.23 % from 64.01% increased by 2.22%. Total cycle time decreased from 46.9 sec/unit to 22.9 sec/unit. The process capacity increased from 1,728 unit/day to 3,545 unit/day. Man power decreased by 69 person, which could save labor cost by 1,104,000 Baht/Month. Sub-Station decreased by 30 stations, which could save investment cost of line setup 6,142,000 Baht.

Keywords - line balancing technique, relocation process, ECRS technique.

1. บทนำ

ในภาคอุตสาหกรรม กระบวนการผลิตเป็นการสร้างสินค้าและบริการเพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้า โดยมีการแปรรูปปัจจัยการผลิตเพื่อเพิ่มมูลค่า และจากความต้องการของลูกค้าที่เปลี่ยนแปลงไปในแต่ละเดือน สายการผลิตจะต้องมีความยืดหยุ่นต่อความต้องการนั้นๆ และมักจะพบว่าการ ปรับปรุง สายการผลิต เพื่อให้มีผลผลิตภาพ (Productivity) สูง ซึ่งทำให้เกิดการผลิตเกิน (Overproduction) ขึ้นบ้างจุด ทำให้เกิดการรอคอยงาน บางจุดทำงานไม่มีเวลาพัก ซึ่งเป็นการบ่งชี้ความไม่สมดุล ดังนั้นองค์กรจึงควรให้ความสำคัญกับการบริหารกระบวนการผลิตให้มากขึ้นและดำเนินการอย่างจริงจังเพื่อสร้างความสามารถในการแข่งขันให้มากขึ้นอย่างยั่งยืนและต่อเนื่อง

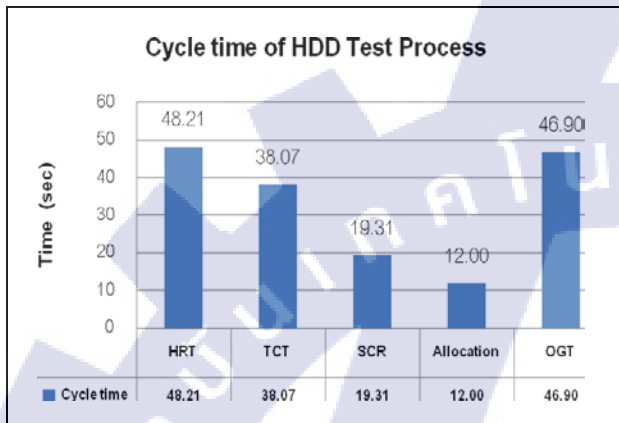
บริษัทกรณีศึกษาเป็นบริษัทที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรม การผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ ซึ่งประกอบธุรกิจผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ขนาด 2.5 นิ้ว สำหรับ คอมพิวเตอร์ โน้ตบุ๊ก ซึ่งเป็นการผลิตจำนวนมาก (Mass Production) โดยโรงงานกรณีศึกษามีการผลิตตลอด 24 ชั่วโมง รูปแบบสายการผลิตของอุตสาหกรรมผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์เป็นการจัดตารางการผลิตแบบต่อเนื่อง (Continues Flow) และในกระบวนการผลิตแต่ละขั้นตอนยังคงมีปัญหาที่รอการแก้ไขปรับปรุงเพื่อให้กระบวนการผลิตมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และสภาพปัญหาที่พบในสายการผลิตของบริษัทกรณีศึกษา คือความไม่สมดุลในสายการผลิต ขั้นตอนการผลิตที่ผู้วิจัยให้ความสนใจศึกษาและทำการปรับปรุง คือ ขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของ ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ ซึ่งพบว่าในกระบวนการทดสอบการทำงานของฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ มีความไม่สมดุลเกิดขึ้น โดยพบชิ้นงานที่หยุดรอกระบวนการถัดไปมีจำนวนมากเกินไป เนื่องจากการออกแบบสถานีการผลิตและขั้นตอนการทำงานนั้นไม่สมดุลกับกำลังการผลิตของเครื่องจักรแต่ละชนิด กำลังการผลิตของเครื่องจักรของกระบวนการก่อนหน้าที่มีกำลังการผลิตมากกว่ากระบวนการถัดไป ทำให้เกิดชิ้นงานหยุดรอกระบวนการถัดไป และเป็นสาเหตุให้เกิดสภาวะคอขวด

ขั้นตอนการทดสอบการทำงานของฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ (HDD Test) ประกอบด้วยกระบวนการ ดังนี้

1. กระบวนการทดสอบด้วยเครื่อง HRT (Heat Running Test)
2. กระบวนการทดสอบด้วยเครื่อง TCT (Temperature Control Test)

3. กระบวนการทดสอบด้วยเครื่อง SCR (Screening Test)
4. กระบวนการจำแนกชิ้นงาน Allocation
5. กระบวนการ OGT (Out Going Test) ซึ่งมีกระบวนการย่อย ดังนี้
 - 5.1 การโหลดเฟิร์มแวร์ (FW Loader)
 - 5.2 การทดสอบการทำงานของเฟิร์มแวร์ (ATA Tester)
 - 5.3 การทดสอบการวัดค่าเสียงขณะฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ทำงาน (Noise Measurement)
 - 5.4 การบรรจุหีบห่อ (Packing)

จากการศึกษากระบวนการทดสอบ ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ที่ได้กล่าวมาแล้วสามารถนำมาวิเคราะห์ เพื่อทำการปรับปรุงกระบวนการ โดยใช้รอบเวลาในการดำเนินงานในแต่ละกระบวนการ ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 รอบเวลาในแต่ละกระบวนการในการทดสอบการทำงานของฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์

จากรูปที่ 1 พบว่ากระบวนการทดสอบ การทำงานของ ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์มี 3 กระบวนการที่มีรอบเวลาในการดำเนินการสูง และการทดสอบการทำงานของฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ด้วยเครื่อง HRT มีรอบเวลาในการดำเนินการสูงที่สุด 48.21 วินาที ลำดับที่ 2 คือกระบวนการ OGT 46.9 วินาที ลำดับที่ 3 คือ กระบวนการ TCT 38.07 วินาที การทดสอบด้วยเครื่อง HRT และ TCT รอบเวลาในการดำเนินการที่เกิดขึ้นนั้นเป็นเวลากการทำงานของเครื่องจักร และได้มีการกำหนดแนวทางในการลดรอบเวลาการดำเนินงานด้วยการเพิ่มจำนวนของเครื่องจักร แต่กระบวนการ OGT นั้นยังพบจำนวนงานระหว่างการผลิตเกิดขึ้นระหว่างกระบวนการโหลดเฟิร์มแวร์กับกระบวนการทดสอบการทำงานของเฟิร์มแวร์

งานวิจัยนี้ศึกษาส่วนงานแผนก ทดสอบการทำงานของฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ (Test Process) เฉพาะกระบวนการ OGT (Out Going Test) โดยการประยุกต์ใช้ทฤษฎีการปรับปรุงสายการผลิตด้วยการศึกษางานออกแบบกระบวนการผลิต และเทคนิคอีซีอาร์เอส (ECRS) ในการจัดสมดุลสายการผลิต [1-12]

2. วิธีดำเนินการงาน

ขั้นตอนดำเนินงานมีรายละเอียดดังนี้

- 2.1 ศึกษากระบวนการผลิตแต่ละขั้นตอน
- 2.2 กำหนดขอบเขตและเก็บข้อมูลที่เป็นในการจำลองสถานการณ์
- 2.3 เก็บข้อมูลและรวบรวมข้อมูลจากการสังเกต ณ สถานที่ปฏิบัติงานจริง
- 2.4 ศึกษาปัจจัยที่ก่อให้เกิดความสูญเสียในกระบวนการผลิต โดยใช้แผนภูมิกระบวนการ
- 2.5 เปรียบเทียบและสรุปผลของแนวทางลดจำนวนงานระหว่างการผลิตที่เกิดขึ้นกับการจำลองสถานการณ์และกระบวนการปัจจุบัน
- 2.6 กำหนดแนวทางปฏิบัติสำหรับการลดจำนวนงานระหว่างการผลิตที่ได้จากการจำลองสถานการณ์

3. ผลการศึกษา

3.1 สํารวจและศึกษาขั้นตอนการทำงาน

ศึกษาขั้นตอนการทำงาน ของสายการผลิต ในกระบวนการ OGT โดยทำการจับเวลาใหม่ เพื่อหารอบเวลาทำงานและศึกษาการทำงาน ของสายการผลิตโดยใช้แผนภูมิ การไหลของ กระบวนการ (Flow Process Chart) [2] ดังตารางที่ 1

จากตารางที่ 1 พบว่าช่วงระยะเวลาระหว่างกระบวนการมีความสูญเสียเกิดขึ้นได้แก่ ระยะเวลาที่ไม่สร้างคุณค่าต่อผลิตภัณฑ์ 75.3 วินาที คิดเป็น 31.29% ของเวลาที่ใช้ในการผลิตทั้งหมด 240 วินาที

จากข้อมูล พบว่าระยะเวลาในระหว่างกระบวนการที่สูญเสียไปนั้น เกิดจากการปฏิบัติงานในกิจกรรมย่อยในกระบวนการผลิต นอกจากนี้ เวลาที่ใช้ไปในกิจกรรมอื่นๆ ซึ่งไม่ใช่กิจกรรมในการผลิตได้แก่ การตรวจนับจำนวน การตรวจสอบ ใช้เวลาประมาณ 67.9 วินาที คิดเป็น 28.21% ของเวลาที่ใช้ในกระบวนการผลิตทั้งหมด 240 วินาที โดยคิดเป็นอัตราส่วนระยะเวลาที่ใช้ไปในกิจกรรมต่างๆ ในกระบวนการผลิตดังตารางที่ 2

เมื่อพิจารณาถึงรายละเอียดต่างๆ ในกระบวนการผลิตจาก แผนภูมิกระบวนการของกระบวนการ พบว่ามีงานหยุดรอกระบวนการถัดไปอยู่ 4 จุด ได้แก่ กระบวนการหลังจากการนำงานออกจากเครื่อง โหลดเฟิร์มแวร์ (กระบวนการ 2.2), หลังการตรวจสอบด้วยสายตา (กระบวนการ 2.5), การรอคอยหลังจากนำ ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ออกจากเครื่อง ทดสอบการทำงานของเฟิร์มแวร์ (กระบวนการที่ 2.7) และการรอคอยหลังจากนำ ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ออกจากเครื่อง Noise Measurement (กระบวนการที่ 3.3)

3.2 วิธีแก้ปัญหและการกำหนดแนวทางที่เหมาะสม

จากการ ศึกษาการทำงานทางผู้วิจัยได้นำเสนอการปรับปรุงสายการผลิตโดย ปรับลดรอบเวลาการทำงานและออกแบบผังกระบวนการผลิตใหม่ มีขั้นตอนดังนี้

3.2.1) การออกแบบผังกระบวนการผลิตใหม่ (Relocation)

ออกแบบสายการผลิตใหม่โดยการพิจารณาจากจำนวนชิ้นงานระหว่างทำที่กองรอ ณ จุดคอขวดของการผลิต (Bottle Neck) ทำการปรับปรุงโดยการแยกขั้นตอนการโหลดเฟิร์มแวร์ออกมาเป็นสถานที่ 1 และขั้นตอนการทดสอบทดสอบการทำงานของเฟิร์มแวร์ การวัดค่า



ตารางที่ 1 แผนภูมิกระบวนการ ของกระบวนการ OGT ก่อนการปรับปรุง

แผนภูมิกระบวนการผลิต									
ชื่อกระบวนการ : GOT		แผ่นที่ : สรุป		สรุปผล					
				สัญลักษณ์		ปัจจุบัน	หลังปรับปรุง	หมายเหตุ	
สถานที่ตั้ง : Factory I 1st				แปรรูป ○		10			
				ตรวจปริมาณ □		2			
ประเภทของกระบวนการ				ตรวจคุณภาพ ◇		2			
■ คน □ วัสดุ ■ เครื่องจักร				ขนย้าย ⇨		3			
				จัดเก็บ △		1			
สภาวะการณ์		ผู้บันทึก :		พักรองาน D		4			
■ ปัจจุบัน		วันที่ :		เวลา (วินาที)		240.6			
□ หลังปรับปรุง				ลำดับกระบวนการ					
Work element			Time	แปรรูป	ตรวจปริมาณ	ตรวจคุณภาพ	ขนย้าย	จัดเก็บ	พักรองาน
			(sec.)	○	□	◇	⇨	△	D
1) F/W download	1.1) BRD load F/W	17.9	○	■	◇	⇨	△	D	
	1.2) Enter start.	1.4	●	□	◇	⇨	△	D	
	1.3) F/W download tester.	72.0	●	□	◇	⇨	△	D	
2) ATA test	2.1) Unload F/W.	2.0	○	□	◇	⇨	△	D	
	2.2) Put on tray.	1.8	○	□	◇	⇨	△	●	
	2.3) Attach label.	10.3	●	□	◇	⇨	△	D	
	2.4) Visual.	12.0	○	□	◆	⇨	△	D	
	2.5) Put on tray.	2.5	○	□	◇	⇨	△	●	
	2.6) Unload ATA.	2.0	○	□	◇	●	△	D	
	2.7) Put on tray.	1.4	○	□	◇	⇨	△	●	
	2.8) Load ATA.	2.0	●	□	◇	⇨	△	D	
	2.9) Enter start.	1.4	●	□	◇	⇨	△	D	
	2.10) ATA tester.	44.0	●	□	◇	⇨	△	D	
3) A/B	3.1) Open A/B door.	1.2	●	□	◇	⇨	△	D	
	3.2) Unload A/B.	2.2	○	□	◇	●	△	D	
	3.3) Put on tray.	1.8	○	□	◇	⇨	△	●	
	3.4) BRD load A/B.	6.3	○	■	◇	⇨	△	D	
	3.5) Key start.	1.4	●	□	◇	⇨	△	D	
	3.6) Acoustic box tester.	34.0	●	□	◇	⇨	△	D	
4) Packing	4.1) Visual.	12.0	○	□	◆	⇨	△	D	
	4.2) Seal.	5.0	●	□	◇	⇨	△	D	
	4.3) Set on packing box	6.0	○	□	◇	⇨	▲	D	
Sum			240.6	10	2	2	3	1	4
%				45.45%	9.09%	9.09%	13.64%	4.55%	18.18%

ตารางที่ 2 อัตราส่วนระยะเวลาที่ใช้ไปกับกิจกรรมต่างๆ ในกระบวนการผลิต

กิจกรรม	ระยะเวลา (วินาที)	%
1.เวลาทั้งหมดที่ใช้ในการผลิต	240.6	100
2. เวลาที่ใช้ในกิจกรรมการผลิต		
กิจกรรมที่สร้างคุณค่า	165.3	68.71
กิจกรรมที่ไม่สร้างคุณค่า	7.4	3.08
3. กิจกรรมอื่นๆ	67.9	28.21
รวม	240.6	100

Noise
Measurement

Noise
Measurement

Noise
Measurement

รูปที่ 2 จำนวนงานที่หยุดรอกระบวนการถัดไปก่อนและ
หลังการปรับปรุง

เสี่ยงขณะอาร์ดติสก์ไดรฟ์ทำงาน และการบรรจุหีบห่อเป็นสถานที่ที่ 2 ดัง
รูปที่ 2

จากการปรับปรุงนี้ช่วยลดจุดคอขวดของการผลิตของกระบวนการ
ลงจาก 5 เหลือ 2 และยังส่งผลให้สามารถลดจำนวนเครื่องจักร อุปกรณ์
แรงงาน ในขั้นตอนการโหลดเฟิร์มแวร์สายการผลิตถึง 50% จากเดิม

จากปรับปรุงสถานการณ์การทำงาน พบว่าต้นทุนลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับ
สถานการณ์การทำงานก่อนทำการปรับปรุงดังแสดงในตารางที่ 3 และ 4

ตารางที่ 3 จำนวนพนักงานในกระบวนการ OGT ก่อนและหลังการปรับปรุง

Condition	Manpower	Line Qty	Manpower		Stagger /Day 16.67%	Multiskill / Day 4.0%	G. Total Manpower / Day
			Per Shift	Per Day			
Before	OGT2 Opr./Line	60	60 x2 120	60 x4 240	42	10	292
After	FWDL		30 x1 30	30 x2 60	10	2	72
	FWDL 1 Opr./Line	30	30	60			
	ATA & FT		60 x1 60	60 x2 120	21	5	146
	ATA & FT 1 Opr./Line	60	60	120			
	MH Support		2	4	1	-	5
Total			92	184	32	7	223
Reduction							
							(69)

ตารางที่ 4 ต้นทุนที่ลดลงในการปรับปรุงสถานการณ์การทำงานใน
กระบวนการ OGT

Item	Reduce		Cost / unit baht	Cost saving / Month K. baht	Cost saving/ Year K. baht
1. Manpower	69	Person	16,000	1,104	13,248
2. Equipment	Set FWDL	30 unit	66,450	1,994	1,830
	Printer	30 unit	189,380	5,681	5,638
	Table	30 unit	6,400	192	192
	Chair	30 unit	3,800	114	114
	Computer Set	30 unit	44,400	1,332	1,332
	ATA Test Jig (Investment)	60 unit	71,250	(4,275)	(4,275)
Total				6,142	18,079

3.2.3) การประยุกต์ใช้เทคนิคอีซีอาร์เอส (ECRS) [2]

การปรับรอบเวลาทำงานของสายการประกอบ ดังนี้

กำจัดขั้นตอน การเอื้อมือไปกดปุ่ม Enter เพื่อให้เครื่องจักรทำงาน
โดยปรับปรุงการทำงานให้ง่ายขึ้น (Simplify) โดยออกแบบปุ่มกดไวใกล้
ตัวผู้ปฏิบัติงาน เพื่อลดภาระในการเอื้อมือของผู้ปฏิบัติงาน

การลดเวลาในกิจกรรม การหยิบจับชิ้นงาน ที่ซับซ้อนในการเปลี่ยน
ถ่ายชิ้นงานออกจากเครื่องจักรลงในถาดพักงาน และนำชิ้นงานจาก
ถาดพักงานมาวางบนอุปกรณ์รองรับ สำหรับติดฉลากผลิตภัณฑ์ แก้วไข
ด้วยการออกแบบถาดพักงานใหม่ให้สามารถเป็นได้ทั้งถาดพักงานและ
อุปกรณ์รองรับ สำหรับติดฉลากผลิตภัณฑ์ของชิ้นงาน ได้ในคราว
เดียวกัน โดยออกแบบให้มีจำนวนเท่ากับงานที่ทำการโหลดเฟิร์มแวร์

หลังการปรับปรุงรอบเวลาทำงานในสายการผลิต พบว่าเวลารวม
ทั้งหมดของกระบวนการลดลงจาก 46.9 วินาที เป็น 22.9 วินาที ลดลง
จากเดิม 24 วินาที และประสิทธิภาพของกระบวนการเพิ่มขึ้นจาก
64.01% เป็น 66.23% เพิ่มขึ้นจากเดิม 2.22% ทำให้ยอดการผลิต
เพิ่มขึ้นจาก 1,728 ตัวต่อวัน เป็น 3,545 ตัวต่อวัน เพิ่มขึ้นจากเดิม
1,718 ตัวต่อวัน

4. สรุป

จากแนวทางในการลดงานระหว่างการผลิตด้วย การจัดสมดุลการ
ผลิต (Production Line Balancing) โดยการปรับลดรอบเวลาทำงาน
(Cycle Time) ลงและการออกแบบผังกระบวนการผลิตใหม่
(Relocation) ทำให้ภาพรวมของกระบวนการผลิตดีขึ้น รอบเวลารวม
ทั้งหมด (Total Cycle Time) ของกระบวนการลดลงจาก 46.9 วินาที
เป็น 22.9 วินาที ลดลงจากเดิม 24 วินาที จำนวนงานก่อนการปรับปรุง
มีชิ้นงานระหว่างการผลิต 5 Unit และหลังการปรับปรุงงานระหว่างการ
ผลิตลดลงเหลือเพียง 2 Unit ลดลงจากเดิม 3 Unit จำนวนพนักงานที่
ปฏิบัติงานก่อนการปรับปรุงมีจำนวน 292 คนและหลังการปรับปรุงมี
จำนวนลดลงเหลือเพียง 223 คน ลดลงจากเดิม 69 คน ค่าแรงพนักงาน

ที่ปฏิบัติงานก่อนการปรับปรุงมีจำนวน 4,672,000 บาท และหลังการปรับปรุงมีจำนวนพนักงานลดลงจากเดิม 69 คน ส่งผลให้ค่าแรงลดลงตามไปด้วยเหลือเพียง 3,568,000 บาทต่อเดือน ลดลง 1,104,000 บาทต่อเดือน ต้นทุนในการติดตั้งสถานีงานก่อนปรับปรุงอยู่ที่ 118 ล้านบาท หลังการปรับปรุง ต้นทุนในการติดตั้งสถานีงานก่อนปรับปรุงอยู่ที่ 111.928 ล้านบาท ลดลงจากเดิม 6.142 ล้านบาท และประสิทธิภาพของกระบวนการเพิ่มขึ้นจาก 64.01% เป็น 66.23% เพิ่มขึ้นจากเดิม 2.22% และทำให้อัตราการผลิตเพิ่มขึ้นจาก 1,728 ตัวต่อวัน เป็น 3,545 ตัวต่อวัน เพิ่มขึ้นจากเดิม 1,817 ตัวต่อวัน

ตารางที่ 5 สรุปผลลัพธ์ที่ได้จากการปรับปรุงสมดุลสายการผลิต

รายการ	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ส่วนต่าง	หน่วย
จำนวนงานระหว่างผลิต	5	2	3	Unit
จำนวนพนักงาน	292	223	69	คน
ค่าแรง	4.672	3.568	1.104	ล้านบาท
ต้นทุนสถานีงาน	118.070	111.928	6.142	ล้านบาท
กำลังการผลิต	1.728	3.545	1.817	ล้านบาท
ประสิทธิภาพของกระบวนการผลิต	64.01%	66.23%	2.22%	%

เอกสารอ้างอิง

- [1] ชีราพรรณ แซ่แห้ว; นิวิธ เจริญใจ; และ วิชัย จัตรทินวัฒน์. "การประยุกต์ใช้ระบบดแบบแม็ก-มินในการจัดการสมดุลสายการประกอบ". *วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่*. (ฉบับที่) 17(2) : 48-54, 2553.
- [2] วิชัย จันทรักษา; ปฎิพัทธ์ หงษ์ษ์สุวรรณ; และ เฉลิมพล บุญอ่อน. "การเพิ่มผลผลิตในสายการประกอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์โดยใช้เทคนิคการจัดสมดุลสายการผลิต". *วารสารวิจัย มช.* (ฉบับที่) 18(3) : 969-980, 2551.
- [3] วันชัย วิจิราธิ. (2555). *การศึกษาการทำงาน หลักการและกรณีศึกษา*. (พิมพ์ครั้งที่ 8). กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- [4] ภาสกร จาตุรชาติ; นิวิธ เจริญใจ; และ คมกฤต เล็กสกุล. (2550). "การวิเคราะห์และการออกแบบผังโรงงานสำหรับผลิตภัณฑ์หลายประเภทในสายการผลิตเดียวกัน". การประชุมวิชาการขานงานวิศวกรรมอุตสาหการ ครั้งที่ 18 ระหว่างวันที่ 24-26 ตุลาคม 2550. เชียงใหม่ : ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 844-849.
- [5] สมเกียรติ จงประสิทธิ์พร; และ นิพนธ์ บุญปลาท. (2547). "การปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตด้วยวิธีการมอบหมายงานเพื่อการสมดุลสายการผลิตกรณีศึกษา : อุตสาหกรรมเสื้อผ้าสำเร็จรูป". การประชุมวิชาการด้านการวิจัยดำเนินงาน ประจำปี พ.ศ 2547. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 44-51.
- [6] สราวุธ เอี่ยมตระกูล; และคนอื่น ๆ . (2547). "การจัดสมดุลสายการประกอบในโรงงานผลิตอุปกรณ์เครื่องครัว: กรณีศึกษา สายการประกอบหม้อหุงข้าวไฟฟ้า". การประชุมวิชาการขานงานวิศวกรรมอุตสาหการ ครั้งที่ 13 ระหว่างวันที่ 20-22 ตุลาคม 2547. กรุงเทพฯ : ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- [7] Bukchin Joseph; and Rubinovitz Jacob, "A Weighted Approach for Assembly Line Design With Station Paralleling and Equipment Selection", *IIE Transactions* (2003), vol. 35, pp. 73-85, 2003.
- [8] Eryuruk S. H.; Kalaoglu F.; and Baskak M, "Assembly Line Balancing in A Clothing Company", *FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe* 2008., vol.16(1), pp.93- 98, 2008.

- [9] McMullen Patrick R.; and Tarasewich Peter, "Using Ant Techniques to Solve the Assembly Line Balancing Problem", *IIE Transactions* (2003)., vol. 35, pp. 605-617, 2003.
- [10] Sihombing Haeryip; Rassiah, Kannan; and Chidambaram, Parahsakthi, "Line Balancing Analysis of Tuner Product Manufacturing", *International Journal of Engineering Science and Technology (IJEST)*, vol. 3(6), pp. 5,206-214, 2011.
- [11] Hapaz and Hazmil Bin. *Productivity Improvement Through Line Balancing*. Thesis M.E. (Mechanical Engineering) : University Malaysia Pahang, (2008).
- [12] Mokhtar and Azizul Bin. *Line Balancing and Optimization for Single Model Assembly Line at A Small and Medium Industry (SMI)*. Thesis M.E. (Manufacturing Engineering) : Universiti Teknikal Malaysia Melaka, (2007).