

บทที่ 4

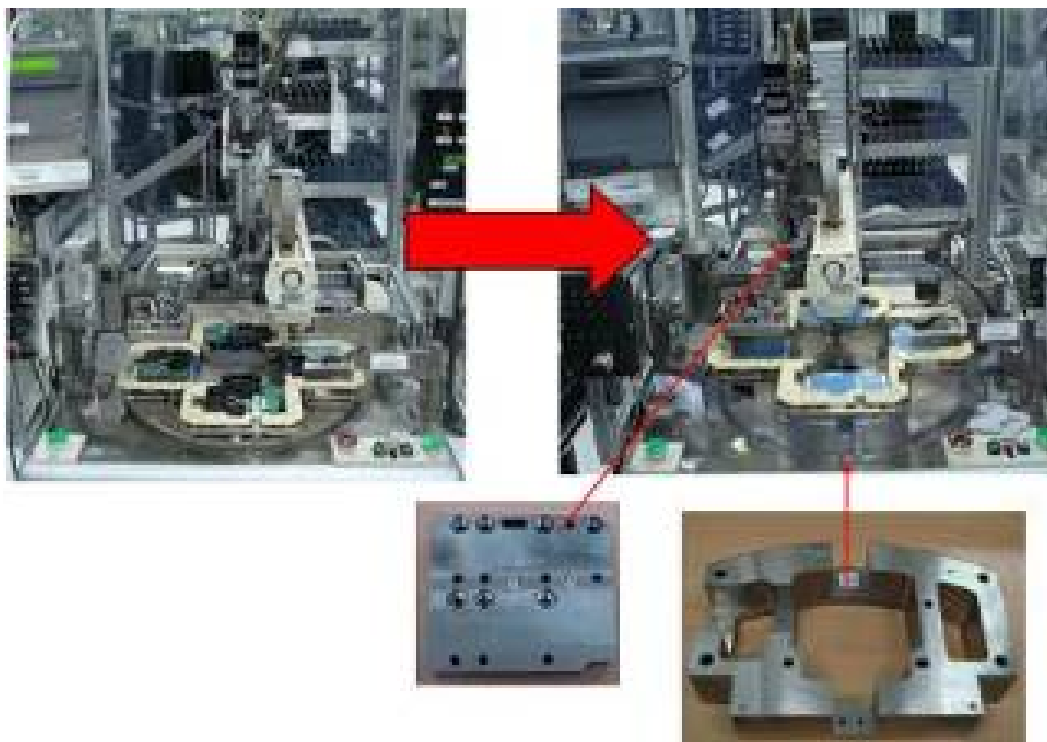
ผลการวิจัย

4.1 การปรับปรุงแก้ไขกระบวนการ (Improve Phase)

ขั้นตอนในการปรับปรุงแก้ไขรอบเวลาการทำงานของเครื่องประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ ได้ทำการปรับปรุงแต่ละกระบวนการย่อยกล่าวคือ เริ่มทำการปรับปรุงรอบการทำงาน จากกระบวนการย่อยที่มีรอบเวลาในการทำงานยาวนานที่สุด ซึ่งก็คือกระบวนการย่อยที่ 3 การขันยึดแน่นสกรู ซึ่งเป็นกระบวนการย่อยที่มีรอบเวลาในการผลิตนานที่สุด ในกระบวนการย่อยที่ 3 ยังสามารถทำการแยกการทำงานย่อยลงไปอีกเพื่อหาขั้นตอนการทำงานที่สามารถลดรอบเวลาการทำงานลงได้ดังนี้คือ การลดระยะทางในการเคลื่อนที่ในแนวแกน Z ของหัวชั้นสกรู และ การลดระยะทางในการเคลื่อนที่ในแนวระนาบ (แกน x, y) ของหัวชั้นสกรู

อีกกระบวนการย่อยหนึ่งที่ต้องทำการปรับปรุงรอบเวลาการทำงาน คือกระบวนการย่อยที่ 1 เอาจานเข้าและเอจานออก ซึ่งสามารถทำการลดขั้นตอนการทำงานของพนักงานปฏิบัติการโดยการใช้เซ็นเซอร์ม่านแสง (Light curtain sensor) มาทำงานแทนการกดปุ่มสตาร์ทของพนักงานฝ่ายปฏิบัติการ

4.1.1 การปรับปรุงระยะทางการเคลื่อนที่ในแนวแกน Z ของหัวชั้นสกรู ได้ทำการออกแบบ ตัวยึดหัวชั้นสกรูใหม่เพื่อย่นระยะทางการเคลื่อนที่ของตัวหัวชั้นสกรูให้ลดลงในแต่ละตำแหน่งของการขันสกรูลง 8 มิลลิเมตร ดังแสดงในภาพที่ 4.1 โดยแบ่งการออกแบบการลดระยะทางในการเคลื่อนที่ในแนวแกน Z ออกเป็น 2 ส่วนคือ การลดระดับของหัวชั้นสกรูลงและการยกกระดของฟีกเจอร์ขึ้น การออกแบบอุปกรณ์เพิ่มเติมเพื่อใช้ในการลดระยะทางการเคลื่อนที่ในแนวแกนของหัวชั้นสกรู ดังแสดงในภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1

การลดระยะในแนวแกน Z

4.1.1.1 อุปกรณ์เพิ่มเติมที่ใช้ในการลดระยะการเคลื่อนที่ในแนวแกน Z ประกอบไปด้วย ตัวยึดหัวชั้นสกรูเพื่อย่นระยะของหัวชั้นสกรู และ ตัวยกกระดับฟิกเจอร์

1) ตัวยึดหัวชั้นสกรูเพื่อย่นระยะของหัวชั้นสกรู ตัวย่นระยะของหัวชั้นสกรูออกแบบมาเพื่อช่วยลดระยะในแนวแกน Z จากหัวชั้นสกรูถึงฟิกเจอร์เพื่อลดระยะในการเคลื่อนจากหัวชั้นสกรูถึงชิ้นงานลงมา 40 มิลลิเมตร ดังแสดงในภาพที่ 4.2 ในการลดระดับของหัวชั้นสกรูนี้ เราต้องการลดระยะทางในการเคลื่อนที่ให้มากที่สุดเท่าที่ทำได้แต่ด้วยการออกแบบของเครื่องจักรทำให้สามารถลดระดับของหัวชั้นสกรูลงได้เพียง 40 มิลลิเมตรเท่านั้นเพราะหากทำการลดระดับของหัวชั้นสกรูมากกว่านี้จะทำให้ชุดป้อนสกรูเคลื่อนที่ชนกับชุดมอเตอร์แกน X ได้



ภาพที่ 4.2

ตัวยึดหัวขันสกรูเพื่อย่นระยะของหัวสกรู

2) ด้วยกระดับฟีกเจอร์ในแนวแกน Z ด้วยกระดับฟีกเจอร์ในแนวแกน Z นี้ออกแบบมาเพื่อยกระดับความสูงของตัวฟีกเจอร์ให้สูงกว่าระดับเดิมที่เป็นอยู่ขึ้นไปอีก 40 มิลลิเมตร โดยด้วยกระดับฟีกเจอร์จะยึดติดอยู่ระหว่างแผ่นเพลทและตัวฟีกเจอร์ดังแสดงในภาพที่ 4.3 การยกกระดับของฟีกเจอร์สามารถยกกระดับของฟีกเจอร์ได้เพียง 40 มิลลิเมตรเท่านั้น เพราะเป็นระดับสูงสุดเท่าที่จะทำได้หากทำการยกกระดับของฟีกเจอร์ไปมากกว่า 40 มิลลิเมตร จะทำให้การทำงานของพนักงานฝ่ายปฏิบัติลำบากในการเอางานเข้าและเอางานออกจากฟีกเจอร์เพราะเป็นระดับที่สูงเกินที่จะทำให้พนักงานทำงานได้สะดวก



ภาพที่ 4.3

ด้วยกระดับฟีกเจอร์

4.1.1.2 สิ่งที่ต้องควบคุมของกระบวนการปรับปรุง จากการศึกษาพบว่าปัจจัยที่ต้องควบคุมในกระบวนการปรับปรุงรอบเวลาการทำงานของเครื่องจักรในการลดระยะทางในการ

เคลื่อนที่ในแนวแกน Z มีทั้งหมด 3 ปัจจัยได้แก่ ความดันลมของกระบอกสูบ, ความเร็วรอบของหัวชั้นสกรู และค่าทอร์คในการชั้นสกรู ดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1
ปัจจัยและคุณลักษณะของปัจจัยป้อนเข้า

ลำดับ	ปัจจัย	ระดับการควบคุม
1	ความดันลมของกระบอกสูบ	5 bar
2	ความเร็วรอบของหัวชั้นสกรู	10 RPM
3	ค่า ทอร์ค	6.0 in-lb

4.1.1.3 การกำหนดสมมติฐานการทดลอง ในการทดลองนี้ได้ทำการกำหนดสมมติฐานการทดลองดังนี้

ระยะทางในการเคลื่อนที่ในแนวแกน Z ของหัวชั้นสกรู

- สมมุติฐานหลัก – ระยะทางในการเคลื่อนที่ในแนวแกน Z ของหัวชั้นสกรูไม่มีผลกับรอบเวลาการทำงานของเครื่องจักร
- สมมุติฐานรอง – ระยะทางในการเคลื่อนที่ในแนวแกน Z ของหัวชั้นสกรูมีผลกับรอบเวลาการทำงานของเครื่องจักร

4.1.1.4 การทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล ในการทดลองนี้ผู้วิจัยได้ทำการทดลองเพื่อตรวจสอบดูว่าระยะทางที่ลดลงไปในแนวแกน Z จำนวน 80 มิลลิเมตรว่ามีผลกับรอบเวลาการทำงานของเครื่องจักรหรือไม่ โดยจะทำการเก็บผลการทดลอง จำนวน 10 ผลการทดลองได้ตัวแทนของรอบเวลาในการเคลื่อนที่ขึ้นและลงของหัวชั้นสกรูคือ 1.24 วินาที ดังแสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2
ผลการทดลองการร่นระยะในแนวแกน Z

MAI REVISION : Rev. 02 MODULE / LINE : S/W REVISION :											
No.	Element Des	Observed Time (Sec)					Freq. /Cycle	Avg./Unit (Sec)	Rating (%)	B.T (Sec)	S.T (Sec)
		A	B	C	D	E					
1	หัวชั้นสกรูเคลื่อนที่ ขึ้นลง	1.23	1.22	1.24	1.23	1.24	1	1.24	100%	1.24	1.24
		F	G	H	I	J					
		1.27	1.25	1.23	1.24	1.27					

4.1.1.5 การทดสอบสมมติฐานการทดลองเปรียบเทียบค่า P-Value, ทำการเปรียบเทียบค่าของ P-Value ของสมมุติฐาน (0.000) กับระดับความเชื่อมั่นที่ 0.05 โดยใช้ข้อมูลที่ได้ก่อนทำการปรับปรุงและหลังทำการปรับปรุงมาเปรียบเทียบกัน ดังแสดงในตารางที่ 4.3 โดยใช้การทดสอบแบบ การทดสอบด้วย t แบบคู่ (Pair-t Test) ได้ผลว่าค่าของ P-Value น้อยกว่าระดับระดับความเชื่อมั่นที่ 0.05 ดังนั้นจึงปฏิเสธสมมุติฐานหลัก (การลดระยะทางการเคลื่อนที่ในแนวแกน Z มีผลกับรอบเวลาในการทำงานของเครื่องจักร) ดังแสดงในภาพที่ 4.4

ตารางที่ 4.3

เวลาการเคลื่อนที่ขึ้นลงของหัวชั้นสกรูก่อนและหลังทำการปรับปรุง

เวลาการเคลื่อนที่ขึ้นลงของหัวชั้นสกรู	
ก่อนทำการปรับปรุง (วินาที)	หลังทำการปรับปรุง (วินาที)
2.50	1.23
2.58	1.22
2.39	1.24
2.62	1.23
2.78	1.24
2.56	1.27
2.54	1.25
2.40	1.23
2.56	1.24
2.75	1.27

Paired T-Test and CI: Before, After

Paired T for Before - After

	N	Mean	StDev	SE Mean
Before	10	2.56800	0.12752	0.04033
After	10	1.24200	0.01687	0.00533
Difference	10	1.32600	0.12285	0.03885

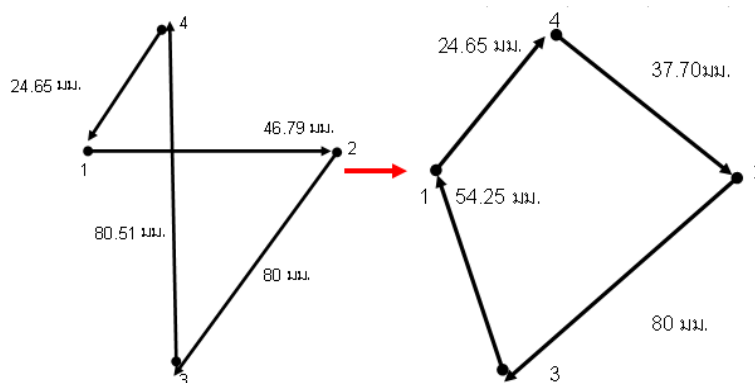
95% CI for mean difference: (1.23811, 1.41389)

T-Test of mean difference = 0 (vs not = 0): T-Value = 34.13 P-Value = 0.000

ภาพที่ 4.4

ผลลัพธ์การทดสอบสมมุติฐานของการระยะทางในการเคลื่อนที่ตามแนวแกน Z

4.1.2 การปรับปรุงระยะทางในการเคลื่อนที่ในแนวระนาบ (แกน x, y) ของหัวชั้นสกรูโดยการทำการหาระยะทางที่สั้นที่สุดในการเคลื่อนที่ของหัวชั้นสกรูในแนวระนาบ (แกน x, y) จากเดิม 231.94 มิลลิเมตรลดลงมาเป็น 196.6 มิลลิเมตร ดังแสดงในภาพที่ 4.5



ภาพที่ 4.5

การเปลี่ยนเส้นทางการเคลื่อนที่ของหัวชั้นสกรูในแนวระนาบ (แกน x, y)

4.1.2.1 อุปกรณ์เพิ่มเติมที่ใช้ในการลดระยะการเคลื่อนที่ของหัวชั้นสกรูในแนวระนาบ (แกน x, y) การปรับปรุงระยะทางการเคลื่อนที่ในแนวระนาบ (แกน x, y) นี้ไม่จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์เพิ่มเติมเพียงแต่ทำการเปลี่ยนเส้นทางการเดินทางของหัวชั้นสกรูที่จะไปชั้นสกรูในแต่ละตำแหน่งใหม่ให้มีระยะทางที่สั้นลงกว่าเดิม ดังแสดงในภาพที่ 4.5

[illegible]

4.1.1.5 การทดสอบสมมติฐานการทดลองเปรียบเทียบค่า P-Value, ทำการเปรียบเทียบค่า P-Value ของสมมติฐาน (0.004) กับระดับความเชื่อมั่น โดยใช้ข้อมูลที่ได้ก่อนทำการปรับปรุงและหลังทำการปรับปรุงมาเปรียบเทียบกัน ดังแสดงในตารางที่ 4.6 โดยใช้การทดสอบแบบ การทดสอบด้วย t แบบคู่ (Pair-t Test) ได้ผลว่า ค่า P-Value น้อยกว่าระดับความเชื่อมั่นที่ 0.05 ดังนั้น จึงปฏิเสธสมมติฐานหลัก (การลดระยะทางในการเคลื่อนที่ในแนวระนาบมีผลต่อรอบเวลาการทำงาน) ดังแสดงในภาพที่ 4.5

ตารางที่ 4.5

เวลาการเคลื่อนที่ของหัวขั้วสกรูในแนวระนาบก่อนและหลังการปรับปรุง

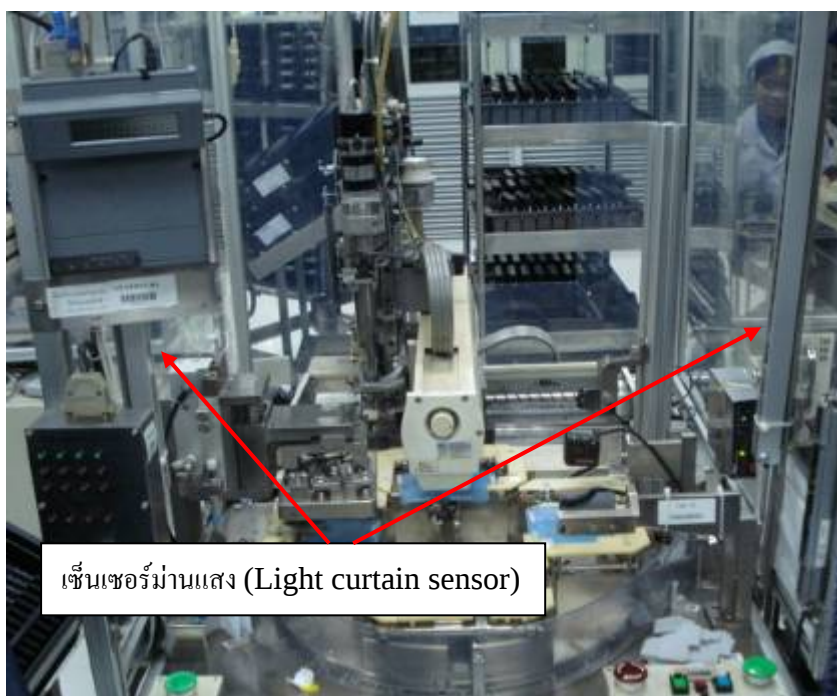
เวลาการเคลื่อนที่ของหัวขั้วสกรูในแนวระนาบ (แกน x, y)	
ก่อนทำการปรับปรุง (วินาที)	หลังทำการปรับปรุง (วินาที)
3.08	2.90
3.60	2.91
4.08	2.89
2.84	2.94
3.27	2.95
3.68	2.97
3.91	2.98
3.92	2.99
3.08	2.88
2.99	2.90

Paired T-Test and CI: Before, After					
Paired T for Before - After					
	N	Mean	StDev	SE Mean	
Before	10	3.44500	0.44652	0.14120	
After	10	2.93100	0.04012	0.01269	
Difference	10	0.514000	0.431669	0.136506	
95% CI for mean difference: (0.205203, 0.822797)					
T-Test of mean difference = 0 (vs not = 0): T-Value = 3.77 P-Value = 0.004					

ภาพที่ 4.6

ผลลัพธ์การทดสอบสมมติฐานของการลดระยะทางในการเคลื่อนที่ในแนวระนาบ

4.1.3 การลดขั้นตอนในการทำงานของพนักงานฝ่ายปฏิบัติการ โดยลดขั้นตอนการทำงานของพนักงานปฏิบัติการลงโดยใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่า เซ็นเซอร์ม่านแสง (Light curtain sensor) มาทำงานแทนการกดปุ่มสตาร์ทของพนักงานฝ่ายปฏิบัติการ ดังแสดงในภาพที่ 4.7



ภาพที่ 4.7

ติดตั้งเซ็นเซอร์ม่านแสงแทนการกดปุ่มสตาร์ทเพื่อลดการทำงานของพนักงานฝ่ายปฏิบัติการ

4.1.3.1 สิ่งที่ต้องควบคุมของกระบวนการปรับปรุง จากการศึกษา พบว่าปัจจัยที่ต้องควบคุมในกระบวนการปรับปรุงรอบเวลาการทำงานของเครื่องจักรในการลดขั้นตอนการทำงานของพนักงานฝ่ายปฏิบัติการ ไม่พบว่ามีปัจจัยใดต้องทำการควบคุม

4.1.3.2 การกำหนดสมมติฐานการทดลอง ในการทดลองนี้ได้ทำการกำหนดสมมติฐานการทดลองดังนี้

ขั้นตอนในการทำงานของพนักงานปฏิบัติการ

- สมมุติฐานหลัก – จำนวนขั้นตอนของการทำงานของพนักงานปฏิบัติการไม่มีผลกับรอบเวลาการทำงานของกระบวนการย่อยที่ 1
- สมมุติฐานรอง – จำนวนขั้นตอนของการทำงานของพนักงานปฏิบัติการมีผลกับรอบเวลาการทำงานของกระบวนการย่อยที่ 1

4.1.3.3 การทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล ในการทดลองนี้ผู้วิจัยได้ทำการทดลองเพื่อตรวจสอบดูว่าการลดขั้นตอนการทำงานของพนักงานฝ่ายปฏิบัติการโดยการใช้เซ็นเซอร์ม่านแสง (Light curtain sensor) มาใช้แทนการกดปุ่มสตาร์ทของพนักงานว่ามีผลกับรอบเวลาการทำงานของกระบวนการย่อยที่ 1 หรือไม่โดยจะทำการเก็บผลการทดลองจำนวน 10 ผลการทดลอง จะได้ตัวแทนของรอบเวลาการทำงาน 9.87 วินาที ดังแสดงในตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6

ผลการทดลองจากการลดการทำงานของพนักงานปฏิบัติการ

STUDY NO :		003		STUDIED BY :		Pongsathorn N.		SHIFT/GROUP :		A	
OPERATION :		Panarobot Mahine		STUDIED ON :		10-Jan-10		SHEET NO : PAGE		1 OF 1	
PRODUCT :		All		COMPILED ON :		10-Jan-10		RELAX ALLOWANCE : 9%			
MAI REVISION :		Rev. 02		MODULE / LINE :		S/W REVISION :					
No.	Element Description	Observed Time (Sec)					Freq. /Cycle	Avg./Unit (Sec)	Rating (%)	B.T (Sec)	S.T (Sec)
		A	B	C	D	E					
1	สถานีย่อยที่ 1	8.90	8.89	8.85	9.07	8.91	1	9.06	100%	9.06	9.87
		F	G	H	I	J					
		8.85	9.87	9.12	9.04	9.07					

4.1.3.4 การทดสอบสมมติฐานการทดลอง, ทำการเปรียบเทียบค่า P-Value ของสมมติฐาน (0.000) กับระดับของความเชื่อมั่น โดยใช้ข้อมูลที่ได้ก่อนทำการปรับปรุงและหลังทำการปรับปรุงมาเปรียบเทียบกัน ดังแสดงในตารางที่ 4.8 โดยใช้การทดสอบแบบ การทดสอบด้วย t แบบคู่ (Pair-t Test) ได้ผลว่า ค่า P-Value น้อยกว่าระดับความเชื่อมั่นที่ 0.05 ดังนั้นจึงปฏิเสธสมมติฐานหลัก (การลดขั้นตอนการทำงานของพนักงานปฏิบัติการมีผลต่อรอบเวลาการทำงาน) ดังแสดงในภาพที่ 4.8

ตารางที่ 4.7

เวลาการทำงานของสถานีย่อยที่ 1 ก่อนและหลังการปรับปรุง

รอบเวลาการทำงานของสถานีย่อยที่ 1	
ก่อนทำการปรับปรุง (วินาที)	หลังทำการปรับปรุง (วินาที)
9.94	8.90
9.90	8.89
9.62	8.85
9.70	9.07
9.70	8.91
9.42	8.85
9.86	9.87
9.42	9.12
9.86	9.04
9.50	9.07

Paired T-Test and CI: Before, After

Paired T for Before - After

	N	Mean	StDev	SE Mean
Before	10	9.69200	0.19759	0.06248
After	10	9.05700	0.30284	0.09577
Difference	10	0.635000	0.325858	0.103045

95% CI for mean difference: (0.401895, 0.868105)

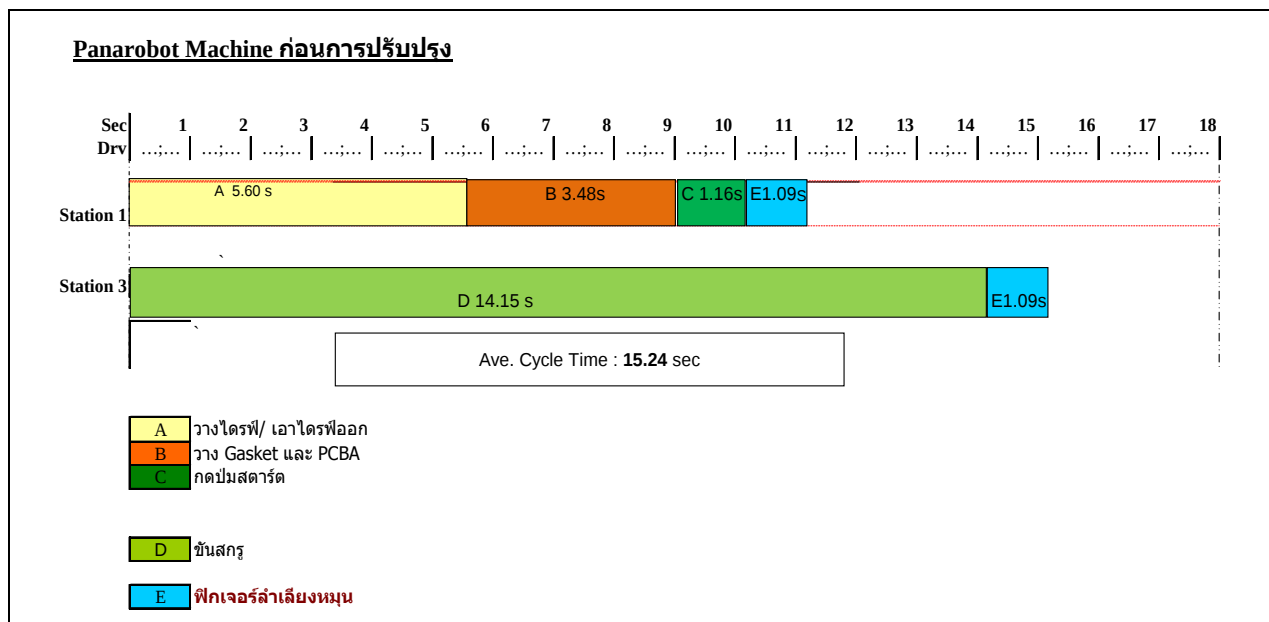
T-Test of mean difference = 0 (vs not = 0): T-Value = 6.16 P-Value = 0.000

ภาพที่ 4.8

ผลลัพธ์ของการทดสอบสมมติฐานในการลดขั้นตอนการทำงานของพนักงานปฏิบัติการ

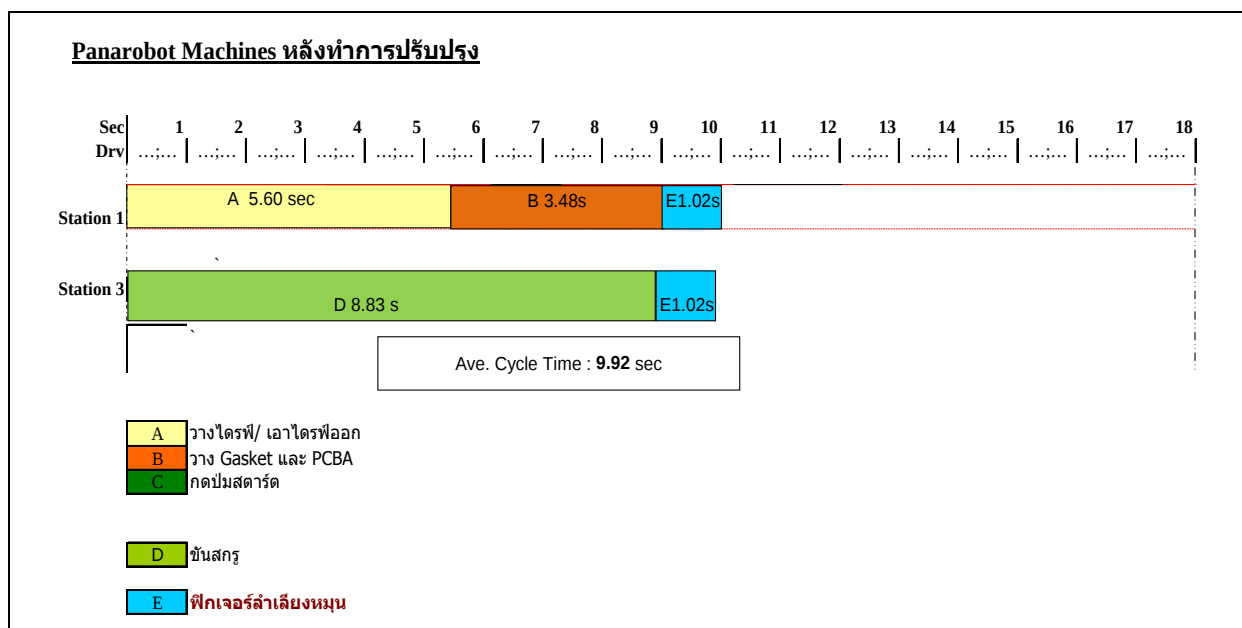
4.2 สรุปผลการดำเนินงาน

วัตถุประสงค์ในการทำการวิจัยครั้งนี้ คือ เพื่อลดรอบเวลาในการทำงานของของเครื่องจักรที่ใช้ในการประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ โดยประยุกต์ใช้วิธีการการศึกษางาน การศึกษาเวลาการทำงาน และการศึกษาการเคลื่อนไหว ซึ่งหลังจากการดำเนินงานแก้ไขปัญหาดังกล่าวแล้วสามารถสรุปผลที่ได้จากการปรับปรุงรอบเวลาการทำงานของเครื่องจักร โดยทำการเปรียบเทียบรอบเวลาก่อนทำการปรับปรุง และหลังการปรับปรุง ดังแสดงในภาพที่ 4.9 และ ภาพที่ 4.10 ตามลำดับ



ภาพที่ 4.9

การเปรียบเทียบรอบเวลาก่อนทำการปรับปรุง



ภาพที่ 4.10

การเปรียบเทียบรอบเวลาหลังทำการปรับปรุง

จากภาพที่ 4.9 จะเห็นว่ารอบการทำงานของเครื่องจักรที่มากที่สุดอยู่ที่กระบวนการย่อยที่ 3 คือมีรอบเวลาการทำงานทั้งหมดเท่ากับ 14.15 วินาที เมื่อรวมกับเวลาที่ฟิกเจอร์หมุนอีก 1.09 วินาที รวมเป็น 15.24 วินาที ซึ่งมีรอบเวลาการทำงานนานที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับกระบวนการย่อยอื่นๆ เมื่อทำการปรับปรุงรอบการทำงานที่กระบวนการย่อยที่ 3 โดยใช้การลดระยะทางการเคลื่อนที่ของหัวขันสกรูในแนวแกน Z และ ระยะทางในการเคลื่อนที่ในแนวระนาบ (แกน x, y) ของหัวขันสกรู ทำให้เวลาโดยรวมของรอบการทำงานของกระบวนการย่อยที่ 3 ลดลงโดยรวมเหลือ 8.83 วินาที เมื่อรวมกับเวลาที่ฟิกเจอร์หมุนอีก 1.09 วินาที เป็น 9.92 วินาที ทำให้รอบเวลาการทำงานของกระบวนการย่อยที่ 1 ซึ่งมีรอบเวลาการทำงานอยู่ที่ 11.33 วินาทีเป็นรอบเวลาการทำงานที่นานที่สุดแทน

การลดรอบการทำงานของกระบวนการย่อยที่ 3 นั้น การลดระยะในแนวแกน Z ทั้งหมด 80 มิลลิเมตรนั้น สามารถลดเวลาในการเคลื่อนที่ขึ้นลงของหัวขันสกรูทั้ง 4 ครั้ง ได้ 5.34 วินาทีจากเดิม 10.3 วินาที ทำให้เหลือเวลาในการเคลื่อนที่ขึ้นลงของหัวสกรูในแนวแกน Z ทั้งหมดเพียง 4.96 วินาที ส่วนการลดระยะทางในการเคลื่อนที่ของหัวขันสกรูในแนวระนาบ (x, y) นั้นจากเดิมที่มีระยะทางในการเคลื่อนที่เพื่อทำการขันสกรูให้ครบทั้ง 4 ตำแหน่งที่ 231.94 มิลลิเมตร ลด

ให้เหลือเพียง 196.6 มิลลิเมตร โดยทำการหาระยะทางในการขึ้นสกรูทั้ง 4 ตำแหน่งให้สั้นที่สุด ทำให้สามารถลดรอบเวลาการเคลื่อนที่ของหัวขึ้นสกรูในแนวระนาบ (แกน x, y) ลง 0.97 วินาที จากเดิม 3.87 วินาที ทำให้เหลือรอบเวลาในการเคลื่อนที่ของหัวขึ้นสกรูในแนวระนาบ (แกน x, y) ทั้งหมดเพียง 2.9 วินาที

การลดรอบเวลาการทำงานของกระบวนการย่อยที่ 1 นั้น ได้ทำการลดขั้นตอนการทำงานของพนักงานฝ่ายปฏิบัติการลง 1 ขั้นตอนคือ การตัดขั้นตอนการกดปุ่มสตาร์ทของพนักงานออก โดยใช้เซ็นเซอร์มาแสงมาทำงานทดแทน ทำให้สามารถลดรอบเวลาการทำงานลงได้ 1.16 วินาที จากเดิม 10.24 วินาที เหลือเพียง 9.08 วินาที เมื่อรวมรอบเวลาการทำงานของกระบวนการย่อยที่ 1 กับ เวลาที่ฟีกเจอร์หมุนอีก 1.09 วินาทีทำให้รอบเวลาการทำงานรวมเท่ากับ 10.17 วินาที

กระบวนการย่อยที่ 1 มีรอบเวลาการทำงานทั้งหมดเมื่อรวมกับเวลาที่ฟีกเจอร์หมุนอยู่ที่ 10.17 วินาที ซึ่งยังคงมากกว่ารอบเวลาการทำงานของกระบวนการย่อยที่ 3 รวมกับเวลาที่ฟีกเจอร์หมุน (9.85 วินาที) ทำให้รอบเวลาการทำงานโดยรวมของเครื่องจักรประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์อยู่ที่รอบเวลาการทำงานของกระบวนการย่อยที่ 1 คือ 10.17 วินาที ดังแสดงในภาพที่ 4.10

4.3 การวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์

หลังจากทำการปรับปรุงรอบเวลาการทำงานของเครื่องจักรประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ โดยใช้การศึกษางาน การศึกษาเวลาในการทำงาน และการศึกษาเคลื่อนไหว ทำให้สามารถเพิ่มกำลังการผลิตได้ 129 ไดรฟ์ต่อชั่วโมง จากเดิม 225 ไดรฟ์ต่อชั่วโมง มาเป็น 354 ไดรฟ์ต่อชั่วโมง คิดเป็นอัตราการเพิ่มขึ้นของกำลังการผลิตเป็น 57 เปอร์เซ็นต์ เมื่อทำการคำนวณจากจำนวนเครื่องที่ได้ทำการปรับปรุงรอบการทำงาน ทั้งหมด 19 เครื่องทำให้สามารถรองรับการผลิตได้อีก 2,540 ไดรฟ์ต่อชั่วโมง

ต้นทุนในการปรับปรุงรอบเวลาการทำงานของเครื่องจักรประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ต่อเครื่องคิดเป็นเงิน 73,000 บาทต่อเครื่อง ทำการปรับปรุงรอบการทำงานทั้งหมด 19 เครื่องคิดเป็นเงินทั้งสิ้น 1,387,000 บาท ดังแสดงในตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8

รายการค่าใช้จ่ายในการลงทุนปรับปรุงรอบเวลาการทำงานของเครื่องจักร

รายการอุปกรณ์ที่ใช้ในการปรับปรุงเครื่องจักร	ราคาต่อชิ้น (บาท)	จำนวนชิ้นต่อเครื่อง	ราคารวมของอุปกรณ์ต่อเครื่อง	จำนวนเครื่องที่ทำการปรับปรุง	จำนวนเงินที่ต้องใช้ในแต่ละรายการ (บาท)
ตัวยึดหัวชั้นสกรูเพื่อย่นระยะของหัวชั้นสกรู	3,000	1	3,000	19	57,000
ด้วยกระดับฟีกเจอร์ในแนวแกน Z	5,000	4	20,000	19	380,000
เซ็นเซอร์มันแสง (light curtain)	50,000	1	50,000	19	950,000
เงินที่ใช้รวมทั้งหมด			73,000	19	1,387,000

สรุปว่าการปรับปรุงรอบเวลาการทำงาน ของเครื่องจักรในครั้งนี้ได้ทำการลงทุนในการปรับปรุงไปทั้งหมด 1,387,000 บาท แต่สามารถเพิ่มกำลังการผลิตได้ทั้งหมด 2.540 โดิร์ฟต่อชั่วโมง ซึ่งเท่ากับเป็นการเพิ่มเครื่องจักรในการผลิตอีกเป็นจำนวน 11 เครื่อง เมื่อคิดที่ความเร็วรอบในการทำงานที่ 16 วินาที หากคิดเป็นต้นทุนในการจัดซื้อเครื่องจักรเพิ่มในการผลิตแล้วคิดเป็นเงินลงทุนทั้งหมด 16,500,000 บาท (เครื่องจักร 1 เครื่องราคาเท่ากับ 1,500,000 บาท)

จากนั้นทำการหาจุดคุ้มทุนว่าต้องใช้เวลาเท่าไรในการผลิต เพื่อให้ได้ต้นทุนคืนมา หลังจากได้ทำการลงทุน ในการปรับปรุงรอบเวลาในการทำงานของเครื่องจักร การหาจุดคุ้มทุนได้ดังนี้

เงินลงทุนในการปรับปรุงรอบการทำงาน = 1,387,000 บาท คิดเป็นเครื่องจักรที่ต้องซื้อใหม่ 0.92 เครื่อง

ทำการคำนวณดูว่าหลังจากทำการปรับปรุงรอบการทำงานของเครื่องจักร ครบทั้ง 19 เครื่อง แล้วในแต่ละ 1 นาที จะได้ผลผลิตเพิ่มขึ้นกี่โดิร์ฟ แล้วทำการเปลี่ยนกลับเป็นจำนวนเครื่องจักรที่สามารถผลิตโดิร์ฟได้

จำนวนเครื่องจักรที่ได้เพิ่มขึ้นใน 1 นาที = $(2,451 \text{ โดิร์ฟต่อชั่วโมง} / 60 \text{ นาที}) / (225 \text{ โดิร์ฟต่อ 1 กำลังการผลิตของเครื่องจักรก่อนทำการปรับปรุงรอบการทำงาน})$ ได้จำนวนเครื่องจักรที่เพิ่มขึ้นเปรียบเทียบกับเวลาดังแสดงในตารางที่ 4.10

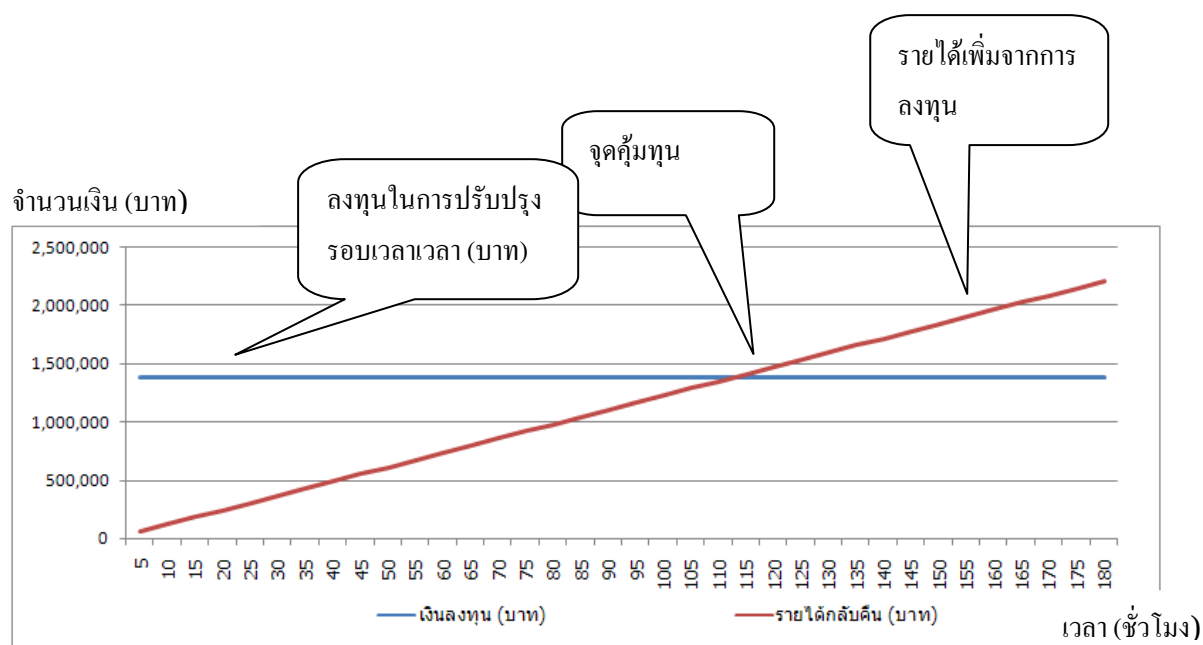
ตารางที่ 4.10

แสดงตารางจุดคุ้มทุน

เวลา (ชั่วโมง)	เงินลงทุน (บาท)	จำนวนโทรศัพท์ที่ได้เพิ่มขึ้น	รายได้กลับคืน (บาท)
5	1,387,000	12,255	61,275
10	1,387,000	24,510	122,550
15	1,387,000	36,765	183,825
20	1,387,000	49,020	245,100
25	1,387,000	61,275	306,375
30	1,387,000	73,530	367,650
35	1,387,000	85,785	428,925
40	1,387,000	98,040	490,200
45	1,387,000	110,295	551,475
50	1,387,000	122,550	612,750
55	1,387,000	134,805	674,025
60	1,387,000	147,060	735,300
65	1,387,000	159,315	796,575
70	1,387,000	171,570	857,850
75	1,387,000	183,825	919,125
80	1,387,000	196,080	980,400
85	1,387,000	208,335	1,041,675
90	1,387,000	220,590	1,102,950
95	1,387,000	232,845	1,164,225
100	1,387,000	245,100	1,225,500
105	1,387,000	257,355	1,286,775
110	1,387,000	269,610	1,348,050
115	1,387,000	281,865	1,409,325
120	1,387,000	294,120	1,470,600
125	1,387,000	306,375	1,531,875
130	1,387,000	318,630	1,593,150
135	1,387,000	330,885	1,654,425
140	1,387,000	343,140	1,715,700
145	1,387,000	355,395	1,776,975
150	1,387,000	367,650	1,838,250
155	1,387,000	379,905	1,899,525
160	1,387,000	392,160	1,960,800
165	1,387,000	404,415	2,022,075
170	1,387,000	416,670	2,083,350
175	1,387,000	428,925	2,144,625
180	1,387,000	441,180	2,205,900

การปรับปรุงรอบการทำงานของเครื่องประกอบฮาร์ดดิสก์โทรศัพท์เมื่อทำการปรับปรุง
ครบทั้ง 19 เครื่อง ที่มีอยู่ในสายการผลิต เราสามารถคืนทุนได้ภายใน 110 ชั่วโมง หรือประมาณ 5

วันหลังจากเริ่มทำการผลิต คิดโดยมูลค่าเพิ่มที่เครื่องจักรทำการประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์เท่ากับ 5 บาทต่อ 1 ไดรฟ์ ดังแสดงในภาพที่ 4.11 และตารางที่ 4.10



ภาพที่ 4.11

แผนภูมิจุดคุ้มทุน

4.4 การควบคุมกระบวนการ (Control Phase)

ในขั้นตอนการควบคุมนี้จะเน้นไปที่การควบคุมการปรับค่าต่างๆ ที่ใช้ในการควบคุมเครื่องจักรอันได้แก่ ความดันลม ความเร็วในการเคลื่อนที่ของหัวชั้นสกรูในแนวระนาบ (แกน x, y) ซึ่งอาศัยการกำหนดมาตรฐานลงในคู่มือการปฏิบัติงาน และรายการตรวจสอบสภาพของเครื่องจักรเป็นรายวัน และรายเดือนเพื่อรักษาสภาพของเครื่องจักรให้มีความพร้อมในการใช้งานตลอดเวลา

ความดันลมมีส่วนสำคัญเป็นอย่างมากในควบคุมการเคลื่อนที่ของหัวชั้นสกรูในแนวแกน Z เพราะในแนวแกนนี้ ใช้ลูกสูบในการขับเคลื่อนโดยอาศัยแรงดันลมในการขับเคลื่อน หากแรงดันลมมากเกินไปทำให้หัวชั้นสกรูเคลื่อนที่เร็วเกินไป ทำให้ชั้นสกรูแล้วไม่เป็นไปตามที่กำหนดไว้ คือทำให้ชั้นสกรูแล้วเอียง หรือทำความสูงของหัวสกรูสูงเนื่องมาจากชั้นสกรูไม่ครบรอบ ความดันลมที่เหมาะสมต้องทำการตั้งไว้อยู่ที่ 5-6 บาร์

ความเร็วในการเคลื่อนที่ของหัวชั้นสกรูในแนวระนาบ (แกน x , y) ต้องตั้งไว้ที่ 100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งถือว่าเป็นความเร็วสูงสุดที่เครื่องจักรสามารถทำได้หากตั้งไว้ต่ำกว่านี้ทำให้รอบการทำงาน of เครื่องจักรน้อยกว่าที่กำหนดไว้