



การเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการทำความสะอาด แขนจับยึดหัวอ่านฮาร์ดดิสก์ Efficiency Improvement in Hard Disk Drive Arm Cleaning Process

ชัยเทพ เหมรัตนกร และ สรรจุติชัย ชีวสุทธิศิลป์*

Chaithep Hemrattanakorn and Suntichai Shevasuthisilp*

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50200

Industrial Engineering Department, Faculty of Engineering, Chiang Mai University, 50200, Thailand

E-mail: shevasut@chiangmai.ac.th*

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการทำความสะอาดแขนจับยึดหัวอ่านฮาร์ดดิสก์ โดยใช้เทคนิคการประเมินค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรและความสูญเสียอันยิ่งใหญ่ 6 ประการ เพื่อหาสาเหตุที่ทำให้เกิดความสูญเสียประสิทธิภาพที่เกิดขึ้นของเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการทั้ง 3 เครื่อง พบว่าค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรทั้ง 3 เครื่องมีค่าไม่เท่ากัน โดยมีสาเหตุหลักคือ ความเร็วในการเคลื่อนที่ของแขนกลที่ใช้เคลื่อนย้ายชิ้นงานของแต่ละเครื่องจักรมีค่าไม่เท่ากัน และเมื่อใช้แบบจำลองสถานการณ์ทดสอบสมมติฐานดังกล่าวโดยปรับค่าความเร็วในการเคลื่อนที่ของแขนกลของเครื่องที่ 3 ซึ่งมีค่ารอบเวลาการทำงานสูงที่สุดให้มีค่าเท่ากับเครื่องที่ 1 ซึ่งมีค่ารอบเวลาการทำงานต่ำที่สุด พบว่าค่ารอบเวลาการทำงานของเครื่องจักรลดลงจนมีค่าใกล้เคียงกัน ดังนั้นจึงต้องปรับความเร็วของแขนกลของเครื่องจักรให้เร็วขึ้นเท่าที่เครื่องจักรสามารถทำได้ จากนั้นใช้เทคนิคการออกแบบการทดลองเชิงแฟกทอเรียลแบบ 2^k โดยทดลองในแบบจำลองสถานการณ์ เพื่อหาว่าขั้นตอนใดของกระบวนการที่มีผลต่อรอบเวลาการทำงาน แล้วจึงลดเวลาในกระบวนการที่มีผลกระทบเหล่านั้น หลังการแก้ไขปรับปรุงสามารถลดรอบเวลาการทำงานของเครื่องจักรลดลงร้อยละ 17.06 และสามารถตอบสนองปริมาณความต้องการสินค้าที่จะเพิ่มขึ้นในอนาคต

ABSTRACT

The aim of this paper is to improve efficiency in the hard disk drive arm cleaning process. Overall equipment effectiveness and 6 big losses were performed to determine causes of loss efficiency in these machines. The result found that the machines had different overall equipment effectiveness. Root cause of the problem was different speed of robot arm of each machine. Simulation model of the process was performed to test this concept by adjust the speed of movement of robot arm at the 3rd machine, which was the best time to run around the track equal to the 1st machine. Adjust the machines to increase speed of the robot arm was solution of this problem. After that, simulation model of the process was performed to determine which sub-processes related to cycle time of the process with 2^k factorial design experiment and reduced an operation time of the sub-processes. After the improvement, the cycle time of machines was reduced 17.06% and the process can support the higher demand in the future.

1. บทนำ

สถานการณ์อันเนื่องมาจากภาวะเศรษฐกิจถดถอยหลายปีติดต่อกัน ทำให้อุตสาหกรรมทั่วโลกได้รับผลกระทบทั้งทางตรงและทางอ้อมโดยเฉพาะอุตสาหกรรมประเภทอิเล็กทรอนิกส์ ดังนั้นบริษัทที่ผลิตสินค้าและชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ต้องหาทางลดต้นทุนในการผลิตลงเพื่อให้สามารถแข่งขันกับคู่แข่งทางธุรกิจได้ และต้องให้ได้คุณภาพตามที่ลูกค้าต้องการ ซึ่งหนึ่งในนั้นคือบริษัทผลิตแขนจับยึดหัวอ่านฮาร์ดดิสก์แห่งหนึ่งในลำพูน โดยปัญหาหนึ่งที่พบและทางบริษัทให้ความสำคัญคือ ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการทำความสะอาดแขนจับยึดหัวอ่านฮาร์ดดิสก์ซึ่งมีเครื่องจักร 3 เครื่อง มีค่าค่า โดยประสิทธิภาพของเครื่องจักรที่ 1 ถึง 3 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 82.37%, 83.99% และ 68.92% ตามลำดับ ซึ่งโดยทั่วไปเครื่องจักรที่นำมาใช้งานพร้อมกันควรมีค่าประสิทธิภาพใกล้เคียงกัน ผู้วิจัยจึงใช้เทคนิคการประเมินค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร ความสูญเสียอันยิ่งใหญ่ 6 ประการ และการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ร่วมกับการออกแบบการทดลองเชิงแฟกทอเรียลแบบ 2^k เพื่อหาสาเหตุที่ทำให้เกิดความสูญเสียประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องจักรทั้ง 3 เครื่อง ซึ่งถ้าสามารถเพิ่มประสิทธิภาพและกำลังการผลิตของกระบวนการให้สูงขึ้นจะสามารถตอบสนองปริมาณความต้องการสินค้าที่จะเพิ่มขึ้นในอนาคตซึ่งกำลังการผลิตในปัจจุบันไม่สามารถตอบสนองได้และอาจต้องซื้อเครื่องจักรเพิ่มซึ่งทำให้อัตนทุนในการผลิตเพิ่มขึ้น

2. วิธีดำเนินการวิจัย

2.1 ศึกษากระบวนการทำความสะอาดแขนจับยึดหัวอ่านฮาร์ดดิสก์

กระบวนการทำความสะอาดแขนจับยึดหัวอ่านฮาร์ดดิสก์ [1-2] ใช้เครื่องจักรที่มีการทำงานด้วยระบบอัตโนมัติโดยใช้แขนกลในการเคลื่อนย้ายงาน ในกระบวนการมีเครื่องจักรทั้งหมด 3 เครื่อง ซึ่งนำเข้ามาใช้งานพร้อมกันและมีรูปแบบการทำงานที่เหมือนกัน ซึ่งก่อน

เริ่มต้นการทำงาน พนักงานจะจัดเรียงชิ้นงานใส่ในตะกร้าใส่ชิ้นงานแล้วจึงนำตะกร้าใส่ชิ้นงานเข้าสู่เครื่องจักร เมื่อตะกร้าใส่ชิ้นงานเข้าสู่เครื่องจักรจะต้องผ่านกระบวนการย่อยทั้งหมด 9 ขั้นตอน โดยในแต่ละขั้นตอนจะทำภายในบ่อทั้งหมด 10 บ่อ ซึ่งแบ่งการทำงานเป็น 2 ส่วนหลัก คือ บ่อที่ 1 ถึง 6 เป็นส่วนที่ทำให้ชิ้นงานสะอาดด้วยการล้างชิ้นงานด้วยคลื่นอัลตราโซนิกและน้ำปราศจากไอออน (DI Water) และบ่อที่ 7 ถึง 10 เป็นส่วนที่ทำให้ชิ้นงานแห้งด้วยการใช้ลมเป่าและความร้อนในการอบชิ้นงาน โดยบ่อที่ 8 และ 9 ทำหน้าที่เหมือนกัน แต่เนื่องจากเป็นขั้นตอนที่ใช้เวลาในการเป่าชิ้นงานนานที่สุดจึงต้องมี 2 บ่อ ซึ่งเวลาที่ใช้ในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการทำความสะอาดแขนจับยึดหัวอ่านฮาร์ดดิสก์แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เวลาที่ใช้ในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการทำความสะอาดแขนจับยึดหัวอ่านฮาร์ดดิสก์

ขั้นตอนที่	บ่อที่	เวลาที่ใช้ (วินาที)
1	1	180
2	2	180
3	3	180
4	4	180
5	5	180
6	6	180
7	7	240
8	8,9	390
9	10	190

สำหรับการย้ายตะกร้าใส่ชิ้นงานไปยังขั้นตอนถัดไปใช้แขนกลในการเคลื่อนย้าย ซึ่งแขนกลมีทั้งหมด 8 แขน และมีหน้าที่ควบคุมการเคลื่อนย้ายตะกร้าใส่ชิ้นงานในบ่อที่แตกต่างกัน ซึ่งขอบเขตการควบคุมการเคลื่อนย้ายของแต่ละแขนกลสรุปดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 หน้าทำการควบคุมการเคลื่อนย้ายตะกร้าใส่ชิ้นงานของแต่ละแขนกล

แขนกลที่	การเคลื่อนย้ายตะกร้าใส่ชิ้นงาน	
	จาก	ไปยัง
1	ส่วนป้อนงานเข้า	บ่อที่ 1
2	บ่อที่ 1	บ่อที่ 2
3	บ่อที่ 2	บ่อที่ 3
4	บ่อที่ 3	บ่อที่ 4
5	บ่อที่ 4	บ่อที่ 5
6	บ่อที่ 5	บ่อที่ 6
7	บ่อที่ 6	บ่อที่ 7
8	บ่อที่ 7	บ่อที่ 8 หรือ 9
	บ่อที่ 8 หรือ 9	บ่อที่ 10
	บ่อที่ 10	ส่วนส่งงานออก

2.2 การประเมินค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร (Overall Equipment Effectiveness: OEE)

การประเมินค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรเป็นเทคนิคที่ทำให้ทราบว่าเกิดความสูญเสียประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องจักรที่ส่วนไหนมากที่สุด [3] เพื่อจะได้ปรับปรุงและแก้ไขได้ถูกต้อง ซึ่งแบ่งการคำนวณเป็น 3 ส่วนคือ อัตราการเดินเครื่อง ประสิทธิภาพการผลิต และ อัตราคุณภาพ ซึ่งค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรเกิดจากการนำค่าทั้ง 3 ส่วน มาคูณเข้าด้วยกันแล้วทำให้อยู่ในรูปของเปอร์เซ็นต์ โดยข้อมูลที่ใช้ในการประเมินค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร ได้แก่ เวลาเครื่องจักรทำงานตามแผน เวลาเครื่องจักรหยุดตามแผน เวลาเครื่องจักรหยุดนอกแผน รอบเวลามาตรฐาน จำนวนชิ้นงานดีและเสีย เป็นต้น ซึ่งการคำนวณค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรทั้ง 3 ส่วน มีสูตรการคำนวณในแต่ละส่วนดังสมการที่ (1)-(3) ดังนี้

$$\text{อัตราการเดินเครื่อง} = \frac{\text{เวลาเดินเครื่อง} / \text{เวลารับภาระงาน}}{\quad} \quad (1)$$

$$\text{ประสิทธิภาพการผลิต} = \frac{\text{เวลามาตรฐาน} \times \text{จำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้} / \text{เวลาเดินเครื่อง}}{\quad} \quad (2)$$

$$\text{อัตราคุณภาพ} = \frac{\text{จำนวนชิ้นงานที่ดี} / \text{จำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้}}{\quad} \quad (3)$$

จากการศึกษางานวิจัยของ อินทนนท์ สัตลพฤกษ์ [4] ที่นำวิธีการประเมินค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรมาหาจุดที่เกิดความสูญเสียประสิทธิภาพ โดยก่อนเริ่มการปรับปรุงมีค่าประสิทธิภาพโดยรวมเพียงร้อยละ 66.62 โดยสาเหตุที่ทำให้ประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรมีค่าต่ำมีสองประการ คือเกิดเหตุขัดข้องของเครื่องจักรบ่อยครั้งและใช้เวลานานในการปรับตั้งเครื่องจักรก่อนเริ่มผลิตและเปลี่ยนประเภทงาน โดยหลังปรับปรุงทั้งสองสาเหตุด้วยวิธีการฟื้นฟูสภาพเครื่องจักร ค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 84.50 ส่งผลให้ผลิตสินค้าได้ตามแผนและได้กำไรเพิ่มขึ้น

จากข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรทั้ง 3 เครื่อง ในเดือนพฤศจิกายน 2553 (แสดงดังตารางที่ 3) พบว่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรที่ 3 มีค่าต่ำที่สุด ซึ่งโดยทั่วไปเครื่องจักรที่เริ่มใช้งานพร้อมกันควรมีค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรใกล้เคียงกัน และเมื่อวิเคราะห์เพิ่มเติมพบว่าส่วนประสิทธิภาพการผลิตเป็นส่วนที่ทำให้ค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรลดลง จึงต้องนำไปวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาเพิ่มเติมในขั้นตอนถัดไป

2.3 การสร้างแบบจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรมอารินา

งานวิจัยนี้ได้ใช้เทคนิคการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรมอารินาในการหาวิเคราะห์และแก้ไขปัญหา ซึ่งเทคนิคการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรมอารินา คือการสร้างระบบงานด้วยแบบจำลองซึ่งอยู่ในรูปแบบของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สร้างจากสถานการณ์จริง โดยอาศัยการศึกษาและเก็บข้อมูลทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับระบบงานที่ต้องการศึกษาแล้วนำแบบจำลองสถานการณ์นั้นมาศึกษาพฤติกรรมของระบบงานเพื่อประเมินประสิทธิภาพของระบบงานนั้นและตรวจสอบว่าจุดไหนของระบบงานที่มีปัญหาและเมื่อ

ต้องการแก้ไขระบบงานจุดไหนที่สามารถทดลองแก้ไขในแบบจำลองสถานการณ์ได้โดยไม่ต้องแก้ไขที่สถานการณ์จริง ทำให้ลดความเสี่ยงและต้นทุนในการทดลองปรับปรุงที่อาจเกิดขึ้นกรณีแก้ไขสถานการณ์จริงแล้วได้ผลลัพธ์ที่แย่ลงกว่าเดิมหรือไม่เป็นไปตามที่คาดไว้

ขั้นตอนในการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรมอารีนา [5-6] สามารถสรุปได้ดังนี้

(1) กำหนดขอบเขตของระบบ โดยขอบเขตของการศึกษางานวิจัยนี้ เริ่มตั้งแต่การนำชิ้นงานเข้าสู่เครื่องทำความสะอาดแขนจับยึดหัวอ่านฮาร์ดดิสก์จนถึงการส่งชิ้นงานไปยังกระบวนการถัดไป โดยเน้นผลตอบทางด้านประสิทธิภาพและกำลังการผลิต

(2) การสร้างแบบจำลองสถานการณ์ โดยศึกษาถึงกลไกการทำงานและลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างขั้นตอนย่อยในเครื่องทำความสะอาดแขนจับยึดหัวอ่านฮาร์ดดิสก์ เช่น กลไกการทำงานของแขนกลในเครื่องจักร ความสัมพันธ์ของการทำงานของแขนกล เป็นต้น

(3) การจัดเตรียมข้อมูล โดยเก็บข้อมูลด้านเวลาที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการทำความสะอาดแขนจับยึดหัวอ่านฮาร์ดดิสก์ และเมื่อได้ข้อมูลทั้งหมดแล้วจึงหารูปแบบการแจกแจงของข้อมูลด้านเวลาที่เหมาะสมด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมอารีนาและนำไปใช้ในแบบจำลองสถานการณ์

(4) การทดสอบความถูกต้องของแบบจำลอง โดยการเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์กับสถานการณ์จริงโดยใช้ค่ารอบเวลาการทำงาน (Cycle Time) เป็นผลตอบ

การเปรียบเทียบผลลัพธ์ระหว่างสถานการณ์จริงกับแบบจำลองสถานการณ์แสดงดังตารางที่ 4 ซึ่งค่าร้อยละผลต่างมีค่าน้อยมาก ดังนั้นแบบจำลองสถานการณ์นี้จึงมีความน่าเชื่อถือและนำไปใช้วิเคราะห์แก้ปัญหาได้

ตารางที่ 3 ค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรในเดือนพฤศจิกายน 2553

หัวข้อ	เครื่องที่ 1	เครื่องที่ 2	เครื่องที่ 3
เวลาทำงานทั้งหมด (ชั่วโมง)	720	720	720
เวลาหยุดตามแผน (ชั่วโมง)	96	96	120
เวลาดำรงเครื่อง (ชั่วโมง)	26	26	25
การซ่อมบำรุงตามแผน (ชั่วโมง)	4	0	0
เวลาปรับเปลี่ยน เครื่องจักร (ชั่วโมง)	8.7	8.7	8.3
เวลาเครื่องจักรเสีย (ชั่วโมง)	1.5	1.5	17.67
เวลารับภาระงาน (ชั่วโมง)	585.33	589.33	566.67
เวลาเดินเครื่อง (ชั่วโมง)	583.83	587.83	549.00
อัตราการเดินเครื่อง ชิ้นงาน (ชิ้น)	99.7%	99.7%	96.9%
ชิ้นงานเสีย (ชิ้น)	607,760	613,411	488,843
เวลามาตรฐาน (นาที/ชิ้น)	0.0475	0.0475	0.0475
ประสิทธิภาพการผลิต	82.41%	82.61%	70.49%
ชิ้นงานเสีย (ชิ้น)	0	0	0
อัตราคุณภาพ	100%	100%	100%
ประสิทธิภาพโดยรวม ของเครื่องจักร	82.2%	82.4%	68.3%

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบค่ารอบเวลาการทำงานระหว่าง
สถานการณ์จริงกับแบบจำลองสถานการณ์

ข้อมูลทางสถิติ	รอบเวลาการทำงาน (วินาที)		
	สถานการณ์ จริง	แบบจำลอง สถานการณ์	ร้อยละ ผลต่าง
ค่าสูงสุด	311	309.1	0.61
ค่าเฉลี่ย	306	305.92	0.03
ค่าต่ำสุด	301	303.08	-0.69

2.4 วิเคราะห์สาเหตุของปัญหา

หลังจากศึกษากระบวนการทำความสะอาดแขนจับยึดหัวอ่านฮาร์ดดิสก์ การประเมินค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร และสร้างแบบจำลองสถานการณ์ ขึ้นตอนต่อไปคือการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาเพื่อใช้เป็นแนวทางในการดำเนินการวิจัย ซึ่งปัญหาที่นำมาวิเคราะห์นั้นได้มาจากการศึกษากระบวนการในขั้นตอนก่อนหน้า โดยแยกแนวทางการวิเคราะห์ปัญหาเป็น 2 ส่วน ดังนี้

2.4.1 วิเคราะห์สาเหตุที่ทำให้เกิดความสูญเสียค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร

จากข้อมูลประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรทั้ง 3 เครื่อง ดังตารางที่ 3 พบว่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรที่ 3 มีค่าต่ำที่สุด ซึ่งโดยปกติเครื่องจักรที่เริ่มใช้งานพร้อมกันควรมีค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรใกล้เคียงกัน และเมื่อวิเคราะห์เพิ่มเติมพบว่าส่วนประสิทธิภาพการผลิตเป็นส่วนที่ทำให้ค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรลดลง ดังนั้นจึงใช้เทคนิคความสูญเสียอันยิ่งใหญ่ 6 ประการ (6 Big Losses) เพื่อหาสาเหตุของความสูญเสียที่เกิดขึ้น [7] เมื่อนำเทคนิคความสูญเสียอันยิ่งใหญ่ 6 ประการมาวิเคราะห์สาเหตุของความสูญเสีย พบว่ามีสาเหตุของความสูญเสียทางด้านประสิทธิภาพการผลิตดังนี้

(1) การไหลของงานไม่ต่อเนื่อง เมื่อเข้าไปตรวจสอบสถานการณ์จริง พบว่าการไหลของงานขึ้นอยู่กับปริมาณงานที่เข้าสู่กระบวนการต่อวันและปริมาณความต้องการ

ของลูกค้า ซึ่งปริมาณงานเข้าสู่กระบวนการต่อวันมีปริมาณไม่เท่ากัน และถ้าปริมาณงานที่เข้าสู่กระบวนการน้อยกว่ากำลังการผลิตของเครื่องจักร จะทำให้เครื่องจักรว่างและส่งผลให้ค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรลดลง ซึ่งสาเหตุนี้เป็นสาเหตุที่ควบคุมและปรับปรุงได้ยากเนื่องจากขึ้นอยู่กับความต้องการของลูกค้าเป็นหลัก

(2) การเดินเครื่องต่ำกว่าความสามารถสูงสุดของเครื่องจักร เมื่อเข้าไปตรวจสอบค่ารอบเวลาการทำงานของแต่ละเครื่องจักร ได้ผลดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 รอบเวลาการทำงานของแต่ละเครื่องจักร

ข้อมูลทางสถิติ	รอบเวลาการทำงาน (วินาที)		
	เครื่องที่ 1	เครื่องที่ 2	เครื่องที่ 3
ค่าสูงสุด	311.0	312.0	323.0
ค่าเฉลี่ย	306.0	309.7	319.4
ค่าต่ำสุด	301.0	308.0	314.0

จากข้อมูลค่ารอบเวลาการทำงานของแต่ละเครื่องจักรพบว่าเครื่องจักรทั้ง 3 เครื่อง มีค่ารอบเวลาการทำงานไม่เท่ากัน โดยที่เครื่องจักรที่ 3 มีค่าสูงสุด และเครื่องจักรที่ 1 มีค่าต่ำสุด จึงต้องวิเคราะห์เพิ่มเติมในด้านเวลาการทำงานของแต่ละขั้นตอนเพื่อหาขั้นตอนการทำงานที่แตกต่างกันของทั้ง 3 เครื่อง พบว่าจุดที่แตกต่างกันของเครื่องจักรทั้ง 3 เครื่อง คือ เวลาในการเคลื่อนที่ของแขนกลที่ 8 ดังนั้นจึงตั้งสมมติฐานเบื้องต้นว่าเวลาในการเคลื่อนที่ของแขนกลที่ 8 ที่ระยะทางเท่ากันของทั้ง 3 เครื่องมีค่าไม่เท่ากันทำให้รอบเวลาการทำงานไม่เท่ากัน ซึ่งเวลาการเคลื่อนที่ของแขนกลที่ 8 ในจังหวะลงและขึ้นที่ระยะเท่ากันของเครื่องจักรทั้ง 3 เครื่อง แสดงดังตารางที่ 6 โดยเครื่องจักรที่ 3 ใช้เวลานานที่สุดซึ่งสอดคล้องกับค่ารอบเวลาการทำงานที่มากที่สุด และเครื่องจักรที่ 1 ใช้เวลาน้อยที่สุดซึ่งสอดคล้องกับค่ารอบเวลาการทำงานที่น้อยที่สุดเช่นกัน

ตารางที่ 6 เวลาการเคลื่อนที่ของแขนกลที่ 8 จังหวัดและขึ้นของเครื่องจักรทั้ง 3 เครื่อง

ข้อมูลทางสถิติ	เวลาการเคลื่อนที่ (วินาที)		
	เครื่องที่ 1	เครื่องที่ 2	เครื่องที่ 3
ค่าเฉลี่ย	12.93	16.76	18.98
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.53	0.28	0.72

เมื่อทดสอบสมมติฐานว่าเวลาในการเคลื่อนที่ของแขนกลที่ 8 มีผลกระทบต่อรอบเวลาการทำงานโดยทดสอบด้วยการเปลี่ยนค่าเวลาการเคลื่อนที่ของแขนกลที่ 8 ของเครื่องจักรที่ 3 ให้มีค่าเท่ากับเวลาของเครื่องจักรที่ 1 ในแบบจำลองสถานการณ์เพื่อตรวจสอบว่า เมื่อเปลี่ยนเวลาการเคลื่อนที่ของแขนกลที่ 8 ค่ารอบเวลาการทำงานจะได้เท่ากับเครื่องจักรที่ 1 หรือไม่ ซึ่งจากการทดสอบพบว่าค่ารอบเวลาการทำงานของเครื่องจักรที่ 3 มีค่าลดลงใกล้เคียงกับเครื่องจักรที่ 1 จาก 319.4 วินาที เหลือ 306.97 วินาที ดังนั้นจุดที่ทำให้ประสิทธิภาพการผลิตของแต่ละเครื่องไม่เท่ากันคือเวลาในการเคลื่อนที่ของแขนกลที่ 8 จึงต้องหาทางปรับปรุงในขั้นตอนถัดไป

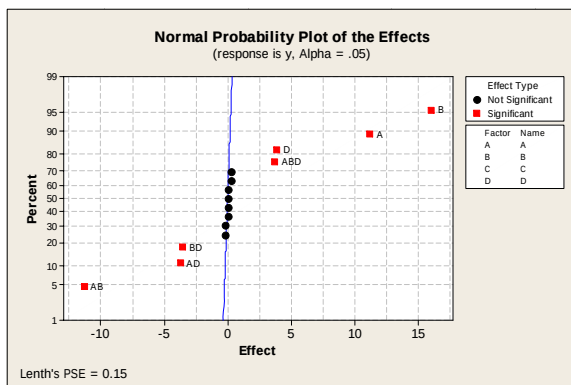
2.4.2 วิเคราะห์หาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อกำลังการผลิต

จากการระดมสมองกับทางวิศวกรของโรงงานพบว่าเวลาในการล้างและเป่าชิ้นงานในบางจุดนานเกินไปและสามารถลดเวลาได้ ดังนั้นจึงวิเคราะห์หาว่าขั้นตอนใดเมื่อลดเวลาทำงานแล้วมีผลต่อค่ารอบเวลาการทำงานโดยใช้เทคนิคการออกแบบการทดลองเชิงแฟกทอเรียลแบบ 2^k ทดลองในแบบจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรมอารินาที่สร้างขึ้น [8-9] โดยมีปัจจัยที่ใช้ในการทดสอบ 4 ปัจจัย คือ เวลาในบ่อที่ 6 เวลาในบ่อที่ 7 เวลาในบ่อที่ 8 และ 9 และเวลาในบ่อที่ 10 โดยใช้ค่ารอบเวลาการทำงานเป็นผลตอบซึ่งตารางการออกแบบการทดลองและผลตอบที่ได้แสดงดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ตารางการออกแบบการทดลองและผลตอบเพื่อหาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อรอบเวลาการทำงาน

รูปแบบการทดลอง	เวลาบ่อที่ 6 (A)	เวลาบ่อที่ 7 (B)	เวลาบ่อที่ 8 (C)	เวลาบ่อที่ 10 (D)	รอบเวลาการทำงาน (วินาที)
1	150	180	360	160	270.91
2	180	180	360	160	300.89
3	150	240	360	160	305.03
4	180	240	360	160	305.03
5	150	180	390	160	270.91
6	180	180	390	160	300.85
7	150	240	390	160	305.92
8	180	240	390	160	305.92
9	150	180	360	190	285.80
10	180	180	360	190	300.88
11	150	240	360	190	305.80
12	180	240	360	190	305.66
13	150	180	390	190	285.80
14	180	180	390	190	300.85
15	150	240	390	190	305.92
16	180	240	390	190	305.92

เมื่อใช้โปรแกรมมินิแทป (Minitab) วิเคราะห์ผลการทดลองพบว่าปัจจัยที่มีผลต่อค่ารอบเวลาการทำงานคือ เวลาในบ่อที่ 6 (A) เวลาในบ่อที่ 7 (B) เวลาในบ่อที่ 10 (D) รวมทั้งผลกระทบร่วมระหว่าง 2 ปัจจัย (AB, AD, BD) และ 3 ปัจจัยของปัจจัยหลักทั้ง 3 ปัจจัย (ABD) แสดงดังรูปที่ 1 ดังนั้นการลดรอบเวลาการทำงานของกระบวนการต้องลดเวลาในบ่อที่ 6 บ่อที่ 7 และบ่อที่ 10 พร้อมกัน เนื่องจากมีเทอมของผลกระทบร่วมระหว่าง 3 ปัจจัยที่มีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อค่ารอบเวลาการทำงาน



รูปที่ 1 ผลวิเคราะห์การออกแบบการทดลองเชิงแฟคทอเรียลเพื่อหาปัจจัยที่มีผลต่อรอบเวลาการทำงาน

3. ผลการวิจัย

3.1 การปรับปรุงค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร

จุดที่ทำให้ค่าประสิทธิภาพโดยรวมของแต่ละเครื่องจักรไม่เท่ากัน คือ เวลาการเคลื่อนที่ของแขนกลที่ 8 ของเครื่องจักรแต่ละเครื่องมีค่าไม่เท่ากัน ปัญหานี้จึงต้องลดเวลาการเคลื่อนที่ของแขนกลที่ 8 ของเครื่องที่ 2 และ 3 ให้ใกล้เคียงกับเครื่องจักรที่ 1 ซึ่งมีความเร็วสูงที่สุด แต่เนื่องจากการปรับความเร็วของแขนกลใช้กลไกการเคลื่อนที่แบบบอลสกรู (Ball Screw) ที่ใช้มอเตอร์ควบคุมการเคลื่อนที่ของแขนกลซึ่งยากต่อการปรับความเร็วให้ได้ค่าเท่ากับที่ต้องการ ดังนั้นการแก้ไขปรับปรุงแนวทางนี้ ความเร็วของแขนกลที่ 8 ของทุกเครื่องจักรอาจมีค่าไม่เท่ากัน แต่จะปรับให้มีค่าใกล้เคียงกันเท่าที่สามารถปรับได้

3.2 การทดลองลดเวลาในการล้างและเป่าชิ้นงาน

เมื่อวิเคราะห์ขั้นตอนการทำงานในบ่อที่ 6 บ่อที่ 7 และบ่อที่ 10 พบว่าในขั้นตอนการล้างชิ้นงานในบ่อที่ 6 ซึ่งสรุปขั้นตอนได้ตั้งแผนภูมิกระบวนการไหลของขั้นตอนการทำงานในบ่อที่ 6 (แสดงดังรูปที่ 2) ซึ่งความหมายของสัญลักษณ์ในแผนภูมิกระบวนการไหลแสดงดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 สัญลักษณ์มาตรฐานในการเขียนแผนภูมิกระบวนการไหล

สัญลักษณ์	ความหมาย
○	Operation การปฏิบัติงาน
□	Inspection การตรวจสอบ
➡	Transportation การเคลื่อนย้ายหรือเคลื่อนที่
D	Delay การคอย

ขั้นตอนการทำงาน	สัญลักษณ์	เวลา (วินาที)
เริ่มต้นล้างในบ่อที่ 6		0
บ่อที่ 6 ล้างชิ้นงาน	● ➡ □ D	180
แขนกลที่ 7 ยกตะกร้าใส่ชิ้นงานขึ้น	● ➡ □ D	71
รอแขนกลที่ 1-3 ลงไปหยิบตะกร้าขึ้นมา	○ ➡ □ D	32
รอแขนกลที่ 8 นำตะกร้าไปวางที่บ่อที่ 8 หรือ 9	○ ➡ □ D	5
แขนกลที่ 1-7 ย้ายตะกร้าไปวางพร้อมกันในบ่อที่ 1-7 และเริ่มต้นล้างอีกครั้ง	● ➡ □ D	18

รูปที่ 2 แผนภูมิกระบวนการไหลของขั้นตอนการทำงานในบ่อที่ 6

การทำงานของบ่อที่ 6 เริ่มต้นจากการล้างชิ้นงานในบ่อที่ 6 และเมื่อล้างเสร็จแขนกลที่ 7 จึงเริ่มยกตะกร้าขึ้น และรอให้แขนกลที่ 1 ถึง 3 ลงไปหยิบตะกร้าจากส่วนป้อนงาน เข้าถึงบ่อที่ 2 ขึ้นมา และต้องรอแขนกลที่ 8 ยกตะกร้าในบ่อที่ 7 และนำไปวางที่บ่อที่ 8 หรือ 9 แขนกลที่ 1 ถึง 7 จึงสามารถย้ายตะกร้าไปวางพร้อมกันในบ่อที่ 1 ถึง 7 และเริ่มต้นล้างชิ้นงานอีกครั้ง เมื่อตรวจสอบขั้นตอนการทำงานจากแผนภูมิวิเคราะห์การไหลดังรูปที่ 2 พบว่าเวลาในการเคลื่อนที่ของแขนกลที่ 7 ในขณะที่ยกตะกร้าขึ้นใช้เวลาานมากถึง 71 วินาที ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับเวลาในการยกตะกร้าขึ้นของแขนกลอื่นซึ่งใช้เวลาเพียง 9 ถึง 11 วินาที ดังนั้นถ้าลดเวลาการเคลื่อนที่ของแขนกลที่ 7 ในขณะที่ยกตะกร้าขึ้นให้เร็วขึ้น จะสามารถทดแทนการลดเวลาล้างในบ่อที่ 6 ได้ และทำให้คุณภาพด้านความสะอาดของชิ้นงานมีคุณภาพเท่าเดิม เนื่องจากไม่ต้องลดเวลาล้างชิ้นงานในบ่อที่ 6 ซึ่งหลังการปรับปรุงพบว่าสามารถลดเวลาการเคลื่อนที่ของแขนกลที่ 7 ในขณะที่ยกตะกร้าขึ้นจาก 71 วินาที เหลือ 19 วินาที แต่ขั้นตอนการเป่าชิ้นงานในบ่อที่ 7 และ 10 ต้องลดเวลาในการเป่าชิ้นงานโดยตรง เนื่องจากแขนกลทำงานปกติและไม่สามารถลดเวลาในจุดอื่นทดแทนได้ โดยปรับลดเวลาในการเป่าชิ้นงานที่บ่อที่ 7 จาก 240 วินาที เหลือ 180 วินาที และบ่อที่ 10 จาก 190 วินาที เหลือ 160 วินาที ตามตารางการออกแบบการทดลองดังตารางที่ 7

4. สรุปผลการวิจัย

เมื่อบริษัทได้ปรับปรุงตามแผนการปรับปรุงค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร และแผนการทดลองลดเวลาในการล้างและเป่าชิ้นงาน พบว่ารอบเวลาในการทำงานของเครื่องจักรทั้ง 3 เครื่อง ลดลงแสดงดังตารางที่ 8 ส่งผลให้กำลังการผลิตของกระบวนการทำความสะอาดแขนจับยึดหัวอ่านฮาร์ดดิสก์เพิ่มขึ้นมากกว่าเดิมโดยเฉลี่ย 17.06% หรือเพิ่มจาก 78,540 ชิ้น/วัน เป็น 94,689 ชิ้น/วัน ส่งผลให้สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าในอนาคตที่เพิ่มขึ้นได้ซึ่งกำลังการผลิตในปัจจุบันไม่สามารถทำได้และอาจต้องซื้อเครื่องจักรเพิ่ม ทำให้ต้นทุนในการผลิตเพิ่มขึ้น และสามารถเพิ่มกำลังการผลิตให้มากขึ้นโดยการหาแนวทางการแก้ปัญหาด้านอื่นที่นอกเหนือจากปัญหาด้านเครื่องจักรที่ทำให้เกิดความสูญเสียประสิทธิภาพของกระบวนการในอนาคต

ตารางที่ 8 ข้อมูลค่ารอบเวลาการทำงานของเครื่องจักร

ข้อมูล	รอบเวลาการทำงานเฉลี่ย (วินาที)		
	เครื่องที่ 1	เครื่องที่ 2	เครื่องที่ 3
ก่อนปรับปรุง	306.00	309.72	319.35
หลังปรับปรุง	257.30	252.30	266.00
ลดลงร้อยละ	15.92	18.54	16.71

เอกสารอ้างอิง

- [1] Holimchayachotikul, P. and Laosritaworn, W. (2008). Modeling and Optimization of Ultrasonic Cleaning Process for Hard Disk Drive Arm Using Support Vector Regression. *The 1st International Data Storage Technology Conference (DST-CON2008)*.
- [2] Amornsisudja, C. and Chattinnawat, W. (2008). Optimization of Parameters in Ultrasonic Cleaning Process for Hard Disk Drive Arm Using Taguchi Design of Experiment. *The 1st International Data Storage Technology Conference (DST-CON2008)*.
- [3] TPM Consulting Service (2554). *การวัดประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร*, [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา <http://www.tpmconsulting.org/main.php>
- [4] อินทนนท์ สิตลพฤกษ์. 2552. การปรับปรุงประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรในอุตสาหกรรมการผลิตพลาสติกแผ่น. *การค้นคว้าอิสระ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเชียงใหม่*.

- [5] รุ่งรัตน์ ภิธัชเพ็ญ (2553). คู่มือสร้างแบบจำลองด้วยโปรแกรม Arena. สำนักพิมพ์ซีเอ็ดยูเคชั่น (ประเทศไทย) จำกัด, กรุงเทพฯ. หน้า 2-4.
- [6] Kelton W. David, Randall P. Sadowski, David T. Sturrock (2009). Simulation with Arena, 5th ed. United States of America: McGraw-Hill.
- [7] Vorne Industries Inc., USA (2010). *Six Big Losses*, available online:
<http://www.oeo.com/oeo-factors.html>
- [8] วรณวิภา เสรณีวิจัยกิจการ. 2550. การปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตโดยใช้แบบจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์ กรณีศึกษา: โรงงานผลิตกาแฟแบบแก้วบด. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- [9] Banu Y. Ekren and Arslan M. Ornek (2008). A simulation based experimental design to analyze factors affecting production flow time. *Simulation Modeling Practice and Theory*, 16: 278-293