การวิเคราะห์และจัดสรรพนักงานขนส่งในสายการผลิตให้เหมาะสม

ANALYSIS AND OPTIMAL ALLOCATION OF TRANSPORTATION OPERATORS IN PRODUCTION LINE

พรศิริ จงกล[1] ธีรศักดิ์ ทองสัมฤทธิ์[2] วรรณนิศา นุชคุ้ม[3]
[1]ผู้ช่วยศาสตราจารย์, สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
[2,3]นักศึกษาปริญญาโท, สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทคัดย่อ

การปรับปรุงผลิตภาพเป็นปัจจัยหนึ่งที่ใช้เป็นกลยุทธ์หลักเพื่อเพิ่มศักยภาพสำหรับการแข่งขันกันในตลาดโลก จากการศึกษาการทำงานของพนักงานขนส่งในสายการผลิตของบริษัทผู้ผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟแห่งหนึ่ง พบว่าจำนวนพนักงานขนส่งไม่เหมาะสมกับภาระงานที่ได้รับมอบหมาย ทำให้พนักงานขนส่งมีเวลาว่างที่เกิดจากการรอคอย วัตถุประสงค์ของการศึกษาครั้งนี้ คือ การกำหนดจำนวนพนักงานขนส่งในสายการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟที่เหมาะสมที่สุด จากนั้นแก้ปัญหาโดยศึกษาการทำงาน กำหนดงานย่อยของพนักงานขนส่ง วัดระยะทางการขนส่ง จับเวลาในการขนส่ง และคำนวณค่าเวลามาตรฐานในการทำงานของพนักงาน จากนั้นจึงคำนวณหาจำนวนพนักงานขนส่งน้อยที่สุดที่สามารถรับภาระงานได้มากที่สุด โดยพิจารณาจากค่าเวลามาตรฐาน ทำให้ลดจำนวนพนักงานขนส่งลงได้ 3 คนต่อกะ หรือ 6 คนต่อวัน ซึ่งเป็นการเพิ่มผลิตภาพการทำงานของพนักงานขนส่งได้ 37.5 % ดังนั้นการวัดงานจึงเป็นเครื่องมือหนึ่งที่มีความสำคัญ และใช้ในการประเมินประสิทธิภาพการทำงานของพนักงานขนส่งได้

คำสำคัญ: การวัดงาน, การศึกษาการทำงาน, การทำงานขนส่ง, ค่าเผื่อ, เวลามาตรฐาน

ABSTRACT

Productivity improvement is necessary as a major strategy to remain competitive in a global market. Utilization of transportation operators was studied in a hard disk drive manufacturer. The problem found was an inappropriate number of transportation operators that had affected the idle time of operators. The objective of this study was to determine the optimal number of transportation operators in hard disk drive manufacturing processes. To solve such a problem, work study was conducted. Work elements of transportation operation were identified. Travelling distance was measured using a measuring tape, whereas transportation time was recorded using stopwatches. Then, standard time was

determined. Finally, the minimum number of transportation operators was calculated using the standard time. The number of operators could be decreased 3 operators per shift or 6 operators per day. This results in 37.5% productivity improvement. It was concluded that work measurement was an important tool used for increasing productivity of transportation operation.

KEYWORDS: Work Measurement, Work Study, Transportation Operation, Allowance, Standard Time

1. บทนำ

อุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟเป็นหนึ่งในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ขนาดใหญ่ที่มีบทบาทต่อการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศไทยเป็นอย่างมาก ในปัจจุบันความต้องการผลิตภัณฑ์จากกลุ่มอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ส่งผลทำให้อุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟต้องปรับปรุงและพัฒนาการผลิตให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น [1] ในปัจจุบันมีการแข่งขันทั้งทางด้านคุณภาพและราคาของฮาร์ดดิสก์ แต่เนื่องจากเทคโนโลยีการผลิตนั้นมีความก้าวหน้าและใกล้เคียงกัน ผู้ผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟจึงให้ความสำคัญต่อการลดต้นทุนการผลิต โดยหาแนวทางกลยุทธ์และวิธีการต่าง ๆ มาใช้ในการจัดการระบบการผลิต เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตและสร้างโอกาสในการแข่งขันให้มีมากขึ้น

การปรับปรุงผลิตภาพเป็นวิธีการหนึ่งในการเพิ่มขีดความสามารถในการผลิตให้สูงขึ้น และใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์สูงสุด [2-3] ในการปรับปรุงผลิตภาพมีหลากหลายเทคนิคที่ใช้ในการพัฒนาและแก้ปัญหาเพื่อเพิ่มผลผลิต เช่น การศึกษาการทำงาน [4] การใช้เครื่องมือการปรับปรุงคุณภาพ การใช้แบบจำลองสถานการณ์ [5] เป็นต้น การศึกษาการทำงานและการวัดงาน (Work Measurement) เป็นเทคนิคที่ใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานโดยพิจารณาจากเวลาการทำงาน [6] โดยมีงานวิจัยหลายงานได้นำเทคนิคดังกล่าวไปใช้ในการกำหนดจำนวนพนักงานให้เหมาะสม [7-9]

บริษัทกรณีศึกษาในงานวิจัยนี้ เป็นบริษัทผู้ผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ซึ่งมีการผลิตผลิตภัณฑ์หลักอยู่ 2 ชนิด คือ ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ขนาด 2.5 นิ้ว สำหรับคอมพิวเตอร์แบบกระเป๋าหิ้ว (Notebook Computer) และฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟขนาด 3.5 นิ้ว สำหรับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (Personal Computer) จากการเข้าไปศึกษาเบื้องต้น พบว่า มีความสูญเปล่าเกิดขึ้นในกระบวนการผลิต อันเนื่องจากการรอคอยงานของพนักงานขนส่งในสายการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ซึ่งทำให้เกิดความไม่สมดุลในสายการผลิตและเกิดการไหลอย่างไม่ต่อเนื่องในการผลิต ด้วยเหตุดังกล่าวงานวิจัยนี้จึงได้หาแนวทางการใช้ทรัพยากรมนุษย์ที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์สูงสุดด้วยวิธีการศึกษาการทำงาน (Work Study) โดยมีวัตถุประสงค์ คือ กำหนดจำนวนพนักงานขนส่งในสายการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟให้เหมาะสม

2. วิธีการศึกษา

การศึกษาการวิเคราะห์อัตรากำลังของพนักงานขนส่งในสายการผลิตมีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

1. เลือกพื้นที่ที่ทำการศึกษา
2. วิเคราะห์งานของพนักงานขนส่ง
3. กำหนดขนาดตัวอย่าง
4. วัดงานโดยใช้นาฬิกาจับเวลา
5. กำหนดค่าเวลาเผื่อ
6. คำนวณค่าเวลามาตรฐานในการทำงาน
7. คำนวณหาจำนวนพนักงานขนส่งที่เหมาะสมที่สุด
8. วิเคราะห์การปฏิบัติงานขนส่งโดยใช้โปรแกรม สำเร็จรูป Flexsim

3. ผลการศึกษา

การศึกษาการทำงานของพนักงานขนส่งในสายการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ได้ผลดังนี้

3.1 การเลือกพื้นที่ที่ทำการศึกษา

ในกระบวนการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟมีการขนส่งเกิดขึ้น 8 จุดและจำนวนของพนักงานขนส่งทั้งหมดในกระบวนการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟเท่ากับ 158 คนต่อวัน เมื่อพิจารณาพฤติกรรมการทำงานของพนักงานขนส่งของแต่ละจุดพบว่า การขนส่งระหว่าง QC#3 ถึง LPP นั้นพนักงานต้องรองานจากท้ายสายการผลิตของผลิตภัณฑ์ให้ครบตามจำนวนที่รถเข็นสามารถบรรจุงานได้ก่อน จึงจะเข็นรถเข็นเพื่อขนส่งงานจากท้ายสายการผลิตของผลิตภัณฑ์ไปยังสถานีงานถัดไป เป็นผลให้เกิดการรอคอยของพนักงานมากที่สุด ดังนั้นจึงทำการเลือกศึกษาในพื้นที่การขนส่งระหว่าง QC#3 ถึง LPP ซึ่งทำการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ขนาด 2.5 และ 3.5 นิ้ว โดยมีจำนวนพนักงานขนส่งเท่ากับ 16 คน

3.2 การวิเคราะห์งานของพนักงานขนส่ง

จากการศึกษาการทำงานของพนักงานขนส่งในพื้นที่การขนส่งระหว่าง QC#3 ถึง LPP พบว่าพนักงานขนส่งปฏิบัติงานโดยใช้รถเข็นงาน 2 ประเภท คือ รถเข็นงานสำหรับฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟขนาด 2.5 นิ้ว และรถเข็นงานสำหรับฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ขนาด 3.5 นิ้ว โดยมีระยะทางในการขนส่งเท่ากับ 125.4 และ 128.4 เมตร สำหรับการขนส่งฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟขนาด 2.5 และ 3.5 นิ้ว ตามลำดับ ระยะเวลาการทำงานของพนักงานเท่ากับ 10.5 ชั่วโมงต่อกะ กิจกรรมงานย่อยของพนักงานขนส่ง (Flow Process Chart) เป็นดังแสดงในตารางที่ 1 และ 2

ตารางที่ 1 กิจกรรมงานย่อยของพนักงานขนส่งฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ขนาด 2.5 นิ้ว

ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟขนาด 2.5 นิ้ว	สัญลักษณ์
1.พนักงานเดินไปที่รถเข็นงาน	⇨
2.เข็นงานไปวาง ณ จุดวางที่สถานีงานถัดไป	⇨
3.เดินไปหยิบบัตรงาน	⇨
4.เดินไปเอารถเข็นงานเปล่า	⇨
5.รอถาดใส่งานมาใส่รถเข็นงานเปล่า	D
6.เข็นรถเข็นงานเปล่ามาที่ท้ายสายการผลิต	⇨
7.เดินไปนั่ง	⇨

ตารางที่ 2 กิจกรรมงานย่อยของพนักงานขนส่งฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ขนาด 3.5 นิ้ว

ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟขนาด 3.5 นิ้ว	สัญลักษณ์
1.พนักงานเดินไปที่รถเข็นงาน	⇨
2.เข็นงานไปวาง ณ จุดวางที่สถานีงานถัดไป	⇨
3.เดินไปเอารถเข็นงานเปล่า	⇨
4.รอถาดใส่งานมาใส่รถเข็นงานเปล่า	D
5.เข็นรถเข็นงานเปล่ามาที่ท้ายสายการผลิต	⇨
6.เดินไปนั่ง	⇨

3.3 การกำหนดขนาดตัวอย่าง

จากการจับเวลาการทำงานของพนักงานขนส่งในเบื้องต้น พบว่าเวลาที่ใช้ในการขนส่งแต่ละรอบอยู่ในช่วง 2–5 นาที จากนั้นจึงคำนวณหาขนาดตัวอย่างตามสมการ (1) ได้เท่ากับ 30 ตัวอย่าง [10] เมื่อนำข้อมูลเวลาการขนส่งมาวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าข้อมูลมีลักษณะการแจงแจงแบบปกติ โดยกำหนดค่าความคลาดเคลื่อนเท่ากับ ±5% และระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 95% ($\pm 2\sigma$)

$$\pm 2\sigma_x = \pm 0.05\,\bar{X}$$

$$N = \left[\frac{40\sqrt{n\sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x}\right]^2 \qquad (1)$$

โดย σ_x คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเวลาเฉลี่ย

N คือ จำนวนขนาดตัวอย่างที่เหมาะสม

n คือ จำนวนตัวอย่างที่ได้ทำการศึกษา

x คือ ข้อมูลเวลาของตัวอย่างที่ได้ทำการศึกษา

3.4 การวัดงาน

ภายหลังจากการจับเวลาการทำงานของพนักงานขนส่งงานทำให้ได้เวลาการทำงาน (Observe time) จากนั้นทำการประเมินอัตราการทำงาน (Rating) โดยใช้ระบบ Westing House ซึ่งผลคูณระหว่างค่าเวลาการทำงานกับอัตราการทำงาน ทำให้ได้เวลาการทำงานปกติ (Normal time) ในแต่ละรอบการทำงานของพนักงานขนส่งงาน โดยได้ผลดังนี้

ความชำนาญเฉลี่ย	D	0.00
ความพยายามเฉลี่ย	D	0.00
เงื่อนไขการทำงานดี	C	+0.02
ความสม่ำเสมอพอใช้	E	-0.02
รวม		0.00

ทำให้ได้ค่าเวลาการทำงานปกติ (Normal time) ในแต่ละรอบการทำงานดังตารางที่ 3 และ 4 จะเห็นได้ว่า เวลาการทำงานปกติของพนักงานขนส่งฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ขนาด 3.5 นิ้ว มีค่ามากกว่าเวลาการทำงานปกติของพนักงานขนส่งฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ขนาด 2.5 นิ้ว ซึ่งมีสาเหตุมาจากการใช้เวลาที่มากกว่าในขั้นตอนการเข็นงานไปวาง ณ จุดวางที่สถานีงานถัดไป การรอคอยถาดใส่งานมาใส่รถเข็นงานเปล่า และการเข็นรถเข็นงานเปล่ามาที่ท้ายสายการผลิต

ตารางที่ 3 เวลาการทำงานปกติของพนักงานขนส่งฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ขนาด 2.5 นิ้ว

ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ขนาด 2.5 นิ้ว	เวลาเฉลี่ย (วินาที)
1.พนักงานเดินไปที่รถเข็นงาน	6.42
2.เข็นงานไปวาง ณ จุดวางที่สถานีงานถัดไป	43.31
3.เดินไปหยิบบัตรงาน	2.58
4.เดินไปเอารถเข็นงานเปล่า	9.81
5.รอถาดใส่งานมาใส่รถเข็นงานเปล่า	45.24
6.เข็นรถเข็นงานเปล่ามาที่ท้ายสายการผลิต	44.38
7.เดินไปนั่ง	5.54
รวม	157.27

ตารางที่ 4 เวลาการทำงานปกติของพนักงานขนส่งฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ขนาด 3.5 นิ้ว

ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ขนาด 3.5 นิ้ว	เวลาเฉลี่ย (วินาที)
1.พนักงานเดินไปที่รถเข็นงาน	7.39
2.เข็นงานไปวาง ณ จุดวางที่สถานีงานถัดไป	64.55
3.เดินไปเอารถเข็นงานเปล่า	10.15
4.รอถาดใส่งานมาใส่รถเข็นงานเปล่า	66.55
5.เข็นรถเข็นงานเปล่ามาที่ท้ายสายการผลิต	56.44
6.เดินไปนั่ง	5.48
รวม	210.54

3.5 การกำหนดค่าเวลาเผื่อ

การกำหนดเปอร์เซ็นต์ค่าเวลาเผื่อของการทำงานขนส่ง เป็นดังแสดงในตารางที่ 5 เวลาเผื่อคงที่นั้นมาจากกิจส่วนตัว 5% และความเมื่อยล้า 4% ส่วนเวลาเผื่อผันแปรนั้นมาจากการยืนทำงาน 2% และการใช้อวัยวะในร่างกายซ้ำๆ 2% รวมเปอร์เซ็นต์ค่าเวลาเผื่อทั้งหมดเท่ากับ 13% [11]

ตารางที่ 5 เปอร์เซ็นต์ค่าเผื่อในการทำงาน

เวลาเผื่อ	เปอร์เซ็นต์ค่าเวลาเผื่อ
เวลาเผื่อคงที่	
กิจส่วนตัว	5%
ความเมื่อยล้า	4%
เวลาเผื่อผันแปร	
ยืนทำงาน	2%
การใช้อวัยวะในร่างกายซ้ำๆ	2%
รวม	13%

3.6 การคำนวณเวลามาตรฐานการทำงาน

การคำนวณเวลามาตรฐานการทำงาน ทำได้โดยการนำเวลาการทำงานปกติของพนักงานขนส่งคูณกับค่าเวลาเผื่อ คือ 1.13 ซึ่งมาจาก (1 + %ค่าเวลาเผื่อ) ทำให้ได้เวลาการทำงานมาตรฐานการทำงานสำหรับการขนส่งฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟขนาด 2.5 และ 3.5 นิ้วเท่ากับ 177.72 และ 237.91 วินาที ตามลำดับ ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 เวลามาตรฐานการทำงานของพนักงานขนส่ง

สายการผลิต	เวลามาตรฐาน (วินาที)
ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟขนาด 2.5 นิ้ว	177.72
ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟขนาด 3.5 นิ้ว	237.91

3.7 การคำนวณจำนวนพนักงานขนส่งที่เหมาะสมที่สุด

การคำนวณจำนวนพนักงานขนส่งที่เหมาะสมที่สุดนั้นต้องทราบจำนวนรอบในการขนส่งต่อพนักงานแต่ละคนต่อกะและแผนการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟต่อกะ ทั้งนี้เวลาการทำงานทั้งหมดต่อกะของพนักงานขนส่ง เท่ากับ 37,800 วินาที (10.5 ชั่วโมง x 60 นาที x 60 วินาที) ซึ่งเวลานี้ไม่รวมเวลาพักของพนักงาน จากนั้นนำเวลาการทำงานทั้งหมดต่อกะและเวลามาตรฐานการทำงานต่อรอบมาคำนวณหาจำนวนรอบในการขนส่งต่อกะของฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟดังสมการ (2) ผลปรากฏว่าจำนวนรอบในการขนส่งต่อคนต่อกะของฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟขนาด 2.5 นิ้วเท่ากับ 213 รอบ

$$\text{จำนวนรอบในการขนส่งต่อคนต่อกะ} = \frac{\text{เวลาการทำงานทั้งหมดต่อกะ}}{\text{เวลามาตรฐานการทำงานต่อรอบ}} \qquad (2)$$

$$= 213 \text{ รอบต่อกะ}$$

ส่วนการคำนวณหาจำนวนพนักงานในการขนส่งต่อกะของฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟขนาด 2.5 นิ้วนั้นใช้สมการ (3) ทั้งนี้จำนวนแผนการผลิตของฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟเป็นข้อมูลที่ไม่เปิดเผย ส่วนจำนวนหน่วยของฮาร์ดดิสก์ที่พนักงานแต่ละคนขนส่งต่อกะคำนวณจากจำนวนรอบในการขนส่งต่อคนต่อกะคูณด้วยจำนวนหน่วยที่พนักงานแต่ละคนขนส่งต่อรอบผลการคำนวณปรากฏว่าจำนวนพนักงานขนส่งต่อกะเท่ากับ 3 คน

$$\text{จำนวนพนักงานในการขนส่งต่อกะ} = \frac{\text{แผนการผลิตของฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟขนาด 2.5 นิ้ว ต่อกะ}}{\text{จำนวนหน่วยที่พนักงานแต่ละคนขนส่งต่อกะ}} \qquad (3)$$

$$= 3 \text{ คนต่อกะ}$$

ในการคำนวณหาจำนวนพนักงานในการขนส่งฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟขนาด 3.5 นิ้ว สามารถคำนวณได้โดยวิธีเดียวกันกับวิธีข้างต้น โดยได้ผลดังแสดงในตารางที่ 7 เมื่อเปรียบเทียบจำนวนพนักงานที่

ลดลง พบว่าในกระบวนการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟขนาด 2.5 นิ้ว สามารถลดจำนวนพนักงานลงได้ 2 คน และในกระบวนการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟขนาด 3.5 นิ้ว สามารถลดพนักงานได้ 1 คน (ตารางที่ 8)

ตารางที่ 7 จำนวนพนักงานขนส่งที่เหมาะสมที่สุด

สายการผลิต	รอบการขนส่ง (รอบ/กะ/คน)	จำนวนพนักงาน (คน/กะ)
ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟขนาด 2.5 นิ้ว	213	3
ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟขนาด 3.5 นิ้ว	159	2

ตารางที่ 8 การเปรียบเทียบจำนวนพนักงานที่ลดลง

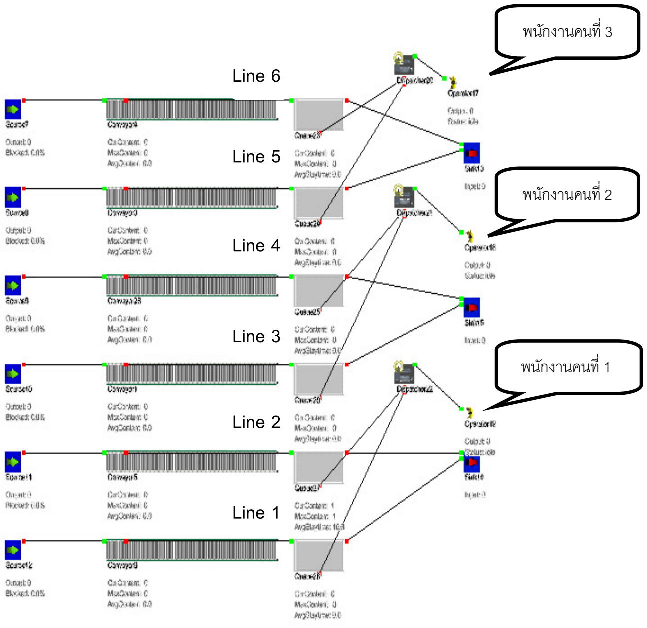
สถานการณ์	จำนวนพนักงาน ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ขนาด 2.5 นิ้ว (คน/กะ)	จำนวนพนักงาน ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ขนาด 3.5 นิ้ว (คน/กะ)
ปัจจุบัน	5	3
งานวิจัยนี้	3	2

3.8 การวิเคราะห์การปฏิบัติงานขนส่งโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

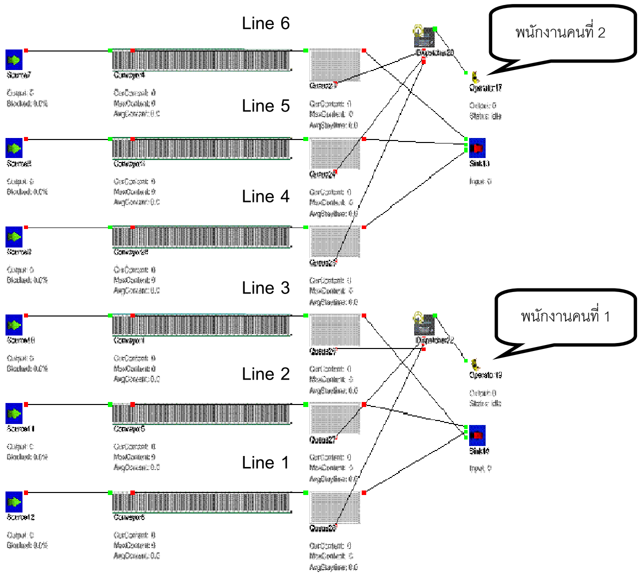
งานวิจัยนี้ทำการจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Flexsim การสร้างแบบจำลองสถานการณ์การปฏิบัติงานขนส่งงานในสายการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ใช้ข้อมูลดังนี้ 1) อัตราการเข้ามาของงานขนส่ง (Arrival rate) ซึ่งก็คือ อัตราการประกอบฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟขนาด 2.5 และ 3.5 นิ้ว ในสายการผลิต และ 2) เวลาที่พนักงานขนส่งใช้ในการขนส่งงานแต่ละรอบ ซึ่งก็คือ เวลามาตรฐานการทำงานของพนักงานขนส่ง

ลักษณะการจำลองระบบการทำงานจริงในปัจจุบันเป็นดังนี้คือ ในสายการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟขนาด 2.5 นิ้ว ซึ่งประกอบด้วย 10 สายการผลิตและมีพนักงานขนส่ง 5 คน โดยพนักงานแต่ละคนรับผิดชอบคนละ 2 สายการผลิต ส่วนการทำงานในสายการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ขนาด 3.5 นิ้ว ซึ่งประกอบด้วย 6 สายการผลิต และมีพนักงานขนส่ง 3 คน โดยพนักงานแต่ละคนรับผิดชอบคนละ 2 สายการผลิต (รูปที่ 1) ในขณะที่การจำลองระบบการทำงานหลังการปรับปรุงจำนวนพนักงานเป็นดังนี้คือ ในสายการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ขนาด 2.5 นิ้ว กำหนดจำนวนพนักงานขนส่งเท่ากับ 3 คน พนักงานแต่ละคนรับผิดชอบคนละ 4 สายการผลิต ส่วนการจำลองระบบการปฏิบัติงานขนส่งงาน

ในสายการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ขนาด 3.5 นิ้ว กำหนดให้มีพนักงานขนส่ง 2 คน โดยพนักงานแต่ละคนรับผิดชอบคนละ 3 สายการผลิต (รูปที่ 2)



รูปที่ 1 แบบจำลองการทำงานในปัจจุบันของสายการ ผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ขนาด 2.5 นิ้ว



รูปที่ 2 แบบจำลองการทำงานหลังการปรับปรุงของสายการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ขนาด 3.5 นิ้ว

การทดสอบความถูกต้องของแบบจำลองสถานการณ์การปฏิบัติงานขนส่งงานในสายการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟที่สร้างขึ้นนี้ทำได้โดยการเปรียบเทียบจำนวนผลผลิตที่ได้จากแบบจำลองกับจำนวนผลผลิตที่ได้จากการทำงานจริง ซึ่งผลปรากฏว่าไม่แตกต่างกัน จึงสามารถสรุปได้ว่าแบบจำลองสถานการณ์ที่สร้างขึ้นมานี้มีความถูกต้อง นอกจากนี้ยังทำการกำหนดค่าเริ่มต้นของแบบจำลองระบบการปฏิบัติงาน โดยให้ระบบทำงานเป็นเวลาทั้งหมด 75,600 วินาที เพื่อไม่ให้ค่าเริ่มต้น เช่น อัตราการเข้ามาของงานในช่วงเริ่มทำงานมีผลกระทบต่อค่าของผลการจำลอง

3.8.1 การหาจำนวนซ้ำ (Replications)

ในการศึกษาครั้งนี้ได้เลือกใช้วิธีการของ Confidence Interval [12] ซึ่งเป็นวิธีการที่ใช้หลักสถิติเข้ามาช่วยกำหนดจำนวนซ้ำ โดยทำการกำหนดปัจจัยนำเข้า ผลลัพธ์ กำหนดจำนวนซ้ำตามความแม่นยำที่ต้องการ ($d_{required}$) จากนั้นนำผลลัพธ์มาวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อนำมาเปรียบเทียบกับจำนวนซ้ำตามความแม่นยำที่ต้องการ โดยมีพารามิเตอร์ ดังนี้

1) ปัจจัยนำเข้า คือ เวลาการทำงานของพนักงานขนส่งงาน (วินาที)

2) ผลลัพธ์ คือ ร้อยละของเวลาการทำงานของพนักงานขนส่งงาน

3) ค่าเผื่อ (Look ahead) คือ การประมาณค่าเฉลี่ยที่ผิดพลาด มีค่าเท่ากับ 5

กำหนดให้ d_n เป็นครึ่งหนึ่งของความกว้างของ Confidence Interval ซึ่งคำนวณได้ในสมการ (4)

$$d_n = \frac{100 t_{n-1,\alpha/2} \, S_n / \sqrt{n}}{\overline{X}_n} \tag{4}$$

โดย n คือ จำนวนซ้ำที่ใช้

$t_{n-1,\alpha/2}$ คือ ค่า Student t สำหรับองศาอิสระ n-1 และนัยสำคัญของ 1-α

$\overline{X}_n$ คือ ค่าเฉลี่ยสะสมของผลลัพธ์

S_n คือ ค่าประมาณของส่วนเบี่ยงเบน

3.8.2 เงื่อนไขในการหยุดการเปรียบเทียบระหว่าง d_n กับ $d_{required}$ (Stopping Criteria)

Robinson [13] ได้เสนอเงื่อนไขในการหยุดการเปรียบเทียบระหว่าง d_n กับ $d_{required}$ ว่าเมื่อพบค่า d_n ที่น้อยที่สุดที่ไม่เกินค่า $d_{required}$ ให้ทำการหยุดการเปรียบเทียบ และ Law [12] แนะนำว่าใช้ค่า n ของ d_n นั้น เป็นจำนวนซ้ำที่เชื่อถือได้ แต่ทั้งนี้ก็เป็นไปได้ว่าอาจจะเกิดการหยุดก่อนที่ ควรจะเป็น ซึ่งจะนำไปสู่การประมาณค่าเฉลี่ยที่ผิดพลาดได้ เพื่อเป็นการป้องกันการเกิดปัญหานี้ จึงได้

มีการใช้ค่าเผื่อที่เรียกว่า “look ahead” ซึ่งแทนด้วย *kLimit* โดยค่า *kLimit* นิยมกำหนดให้มีค่าประมาณ 5 ในการเปรียบเทียบเพิ่ม เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงที่ยังคงไม่เกินค่า $d_{required}$ โดยจำนวนซ้ำที่ได้จะแทนด้วย N_{sol} ตามเงื่อนไขดังนี้

$$f(kLimit) = \begin{cases} kLimit, & n \le 100 \\ \left\lfloor n \times kLimit/100 \right\rfloor, & n > 100 \end{cases}$$

จากการศึกษา โดยการกำหนดจำนวนซ้ำที่ 20 ซ้ำ ผลจากการจำลองระบบการทำงานของพนักงานขนส่งงาน พบว่าผลลัพธ์ ซึ่งก็คือ ค่าร้อยละเวลาการทำงานของพนักงานขนส่งงาน (Loading time) มีค่าเท่ากันทุก ๆ ซ้ำ เนื่องจากปัจจัยนำเข้าของระบบเป็นค่าคงที่ เมื่อนำ d_{20} มาเปรียบเทียบกับ $d_{required}$ พบว่า d_{20} มีค่าไม่เกิน $d_{required}$ แสดงว่าการจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรมโดยใช้จำนวน 20 ซ้ำ มีความน่าเชื่อถือ แต่เพื่อป้องกันการประมาณค่าเฉลี่ยที่ผิดพลาดดังที่กล่าวไว้ในเงื่อนไขในการหยุดการเปรียบเทียบ จึงได้มีการเพิ่มค่า *kLimit* เท่ากับ 5 แล้วทำซ้ำอีกครั้งที่ d_{25} ผลปรากฏว่าไม่เกินค่า $d_{required}$ ฉะนั้นในการจำลองสถานการณ์จึงเลือกใช้จำนวนซ้ำเป็น 25 ซ้ำ

3.8.3 ผลที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์

จากการจำลองสถานการณ์การปฏิบัติงานขนส่งงานในสายการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ผลที่ใช้ในการพิจารณาคือร้อยละของเวลาการทำงานของพนักงานขนส่ง (Loading time) ร้อยละของเวลาว่างงานของพนักงานขนส่ง (Idle time) และผลผลิตที่ได้ของพนักงานขนส่ง (Output) ทั้งก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุงจำนวนพนักงาน เมื่อพิจารณาจากตารางที่ 9 พบว่าค่าเฉลี่ยของเวลาทำงานของพนักงานก่อนการลดจำนวนพนักงานเท่ากับร้อยละ 58.45 ได้เพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 82.32 ภายหลังจากการลดจำนวนพนักงานสำหรับสายการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟขนาด 2.5 นิ้ว สำหรับสายการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟขนาด 3.5 นิ้ว ค่าดังกล่าวได้เพิ่มจากร้อยละ 64.20 เป็น 90.75

ตารางที่ 9 การเปรียบเทียบร้อยละเวลาการทำงานของระบบก่อนและหลังปรับปรุงจำนวนพนักงาน

การจำลองสถานการณ์	ร้อยละเวลาทำงาน (Loading time)	
	ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง
ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ขนาด 2.5 นิ้ว		
พนักงานคนที่ 1	58.46	80.18
พนักงานคนที่ 2	58.46	80.83
พนักงานคนที่ 3	58.45	85.96
พนักงานคนที่ 4	58.45	-
พนักงานคนที่ 5	58.45	-
เฉลี่ย	58.45	82.32
ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ขนาด 3.5 นิ้ว		
พนักงานคนที่ 1	64.20	90.90
พนักงานคนที่ 2	64.20	90.60
พนักงานคนที่ 3	64.20	-
เฉลี่ย	64.20	90.75

ผลจากการเปรียบเทียบร้อยละของเวลาว่างงาน (ตารางที่ 10) พบว่า ค่าเฉลี่ยของเวลาว่างงานของพนักงานก่อนการลดจำนวนพนักงานเท่ากับร้อยละ 34.17 ได้ลดลงเป็นศูนย์ ภายหลังจากการลดจำนวนพนักงานสำหรับสายการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟขนาด 2.5 นิ้ว สำหรับสายการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟขนาด 3.5 นิ้ว ค่าดังกล่าวได้ลดลงจากร้อยละ 31.19 เป็นศูนย์เช่นกัน

ตารางที่ 10 การเปรียบเทียบร้อยละเวลาว่างงานของระบบก่อนและหลังปรับปรุงจำนวนพนักงาน

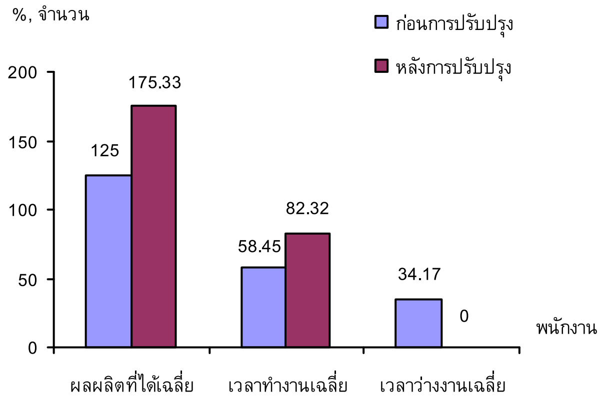
การจำลองสถานการณ์	ร้อยละเวลาว่างงาน (Idle time)	
	ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง
ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ขนาด 2.5 นิ้ว		
พนักงานคนที่ 1	33.12	0.00
พนักงานคนที่ 2	32.87	0.00
พนักงานคนที่ 3	34.44	0.00
พนักงานคนที่ 4	35.13	-
พนักงานคนที่ 5	35.29	-
เฉลี่ย	34.17	0.00
ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ขนาด 3.5 นิ้ว		
พนักงานคนที่ 1	30.93	0.00
พนักงานคนที่ 2	31.21	0.00
พนักงานคนที่ 3	31.42	-
เฉลี่ย	31.19	0.00

ส่วนผลการเปรียบเทียบผลผลิตที่ได้ (ตารางที่ 11) พบว่าค่าเฉลี่ยของผลผลิตก่อนการลดจำนวนพนักงาน เท่ากับ 125 รอบ ได้เพิ่มขึ้นเป็น 175.33 รอบ ภายหลังจากการลดจำนวนพนักงานสำหรับสายการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟขนาด 2.5 นิ้ว สำหรับสายการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟขนาด 3.5 นิ้ว ค่าดังกล่าวได้เพิ่มจาก 102 รอบ เป็น 144.50 รอบ

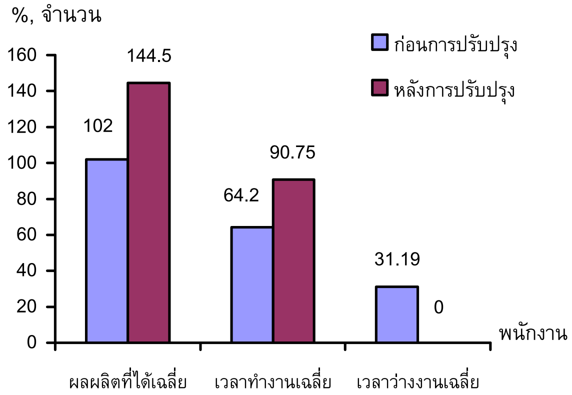
ตารางที่ 11 การเปรียบเทียบผลผลิตที่ได้ของระบบก่อนและหลังปรับปรุงจำนวนพนักงาน

การจำลองสถานการณ์	ผลผลิตที่ได้ (Output)	
	ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง
ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ขนาด 2.5 นิ้ว		
พนักงานคนที่ 1	125	171
พนักงานคนที่ 2	125	172
พนักงานคนที่ 3	125	183
พนักงานคนที่ 4	125	-
พนักงานคนที่ 5	125	-
เฉลี่ย	125	175.33
ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ขนาด 3.5 นิ้ว		
พนักงานคนที่ 1	102	145
พนักงานคนที่ 2	102	144
พนักงานคนที่ 3	102	-
เฉลี่ย	102	144.50

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของระบบก่อนและหลังปรับปรุงจำนวนพนักงานในสายการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ขนาด 2.5 นิ้ว และ 3.5 นิ้ว แสดงดังรูปที่ 3 และ 4 ตามลำดับ โดยการขนส่งงานในสายการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ขนาด 2.5 นิ้ว สามารถเพิ่มผลผลิตโดยเฉลี่ยของพนักงานขนส่งร้อยละ 40.26 เวลาการทำงานเพิ่มขึ้นร้อยละ 40.84 และลดเวลาว่างของพนักงานลงได้ร้อยละ 100 ในส่วนของการขนส่งงานในสายการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ขนาด 3.5 นิ้ว ผลผลิตโดยเฉลี่ยของพนักงานขนส่งเพิ่มขึ้นร้อยละ 41.67 เวลาการทำงานเพิ่มขึ้นร้อยละ 41.36 และสามารถลดเวลาว่างของพนักงานได้ร้อยละ 100



รูปที่ 3 การเปรียบเทียบระบบก่อนและหลังปรับปรุงจำนวนพนักงานในสายการผลิต ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟขนาด 2.5 นิ้ว



รูปที่ 4 การเปรียบเทียบระบบก่อนและหลังปรับปรุงจำนวนพนักงานในสายการผลิต ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟขนาด 3.5 นิ้ว

4. สรุป

การศึกษาครั้งนี้ พบว่าจำนวนพนักงานขนส่งลดลงได้ 3 คนต่อกะ หรือ 6 คนต่อวัน และผลิตภาพการทำงานของพนักงานขนส่งเพิ่มขึ้นร้อยละ 37.5 โดยจำนวนพนักงานขนส่งที่เหมาะสม คือ 3 คนสำหรับกระบวนการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟขนาด 2.5 นิ้ว และ 2 คนสำหรับกระบวนการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟขนาด 3.5 นิ้ว นอกจากนี้ผลจากการจำลองสถานการณ์การปฏิบัติงานขนส่งงานในสายการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์นั้นแสดงว่าหลังจากการลดจำนวนพนักงานขนส่งลง ทำให้พนักงานมีเวลาว่างงานลดลงและประสิทธิภาพการทำงานของพนักงานขนส่งเพิ่มขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากศูนย์วิจัยร่วมเฉพาะทางด้านส่วนประกอบฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น และศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีแห่งชาติ

เอกสารอ้างอิง

[1] Electronics Trend Publications. (2009). **The Worldwide Electronics Manufacturing Services Market.** (Cited 2010 March 25). Available from: http://www.electronictrendpubs.com

[2] Sink, D.S. (1983). “Much do about productivity: Where do we go from here”. **Industrial Engineering.** Vol.15, No.10, 36-48.

[3] Russell, R.S. and Taylor, B.W. (2007). **Operations Management: Along the Supply Chain**. 6th ed. New York, USA: John Wiley and Sons.

[4] Mayer, F.E. and Stewart, J.R. (2002). **Motion and Time Study for Lean manufacturing.** 3rd ed. Singapore: Prentice Hall.

[5] Banks, J., Carson, J.S., Nelson, B.L. and Nicol, D.M. (2005). **Discrete - Even System Simulation.** New York, USA: Prentice Hall.

[6] Barnes, R.M. (1980). **Motion and Time Study: Design and Measurement of work.** 7th ed. John Wiley and Sons, Inc.

[7] Blyer, L., Tieman, L., Stuart, J.A., Duplaga, L., Meyer, N. and Grant, E. (2003). “Plastic separation planning enhancement from new laser identification technology and work measurement analysis”. **Proceedings of the Electronics and the Environment**. 105-110.

[8] Kroll, E. (2010). “Application of work-measurement analysis to product disassembly for recycling”. **Concurrent Engineering**. Vol.18, No.2, 149-158.

[9] Soontornpas, C., Soontornpas, R. and Chumworathayi, P. (2008). “Work measurement by work sampling technique in Department of Pharmacy Service”. **Srinagarind Med J.** Vol.23, No.1, 45-52.

[10] Konz, S. and Johnson S. (2004). **Work Design: Occupational Ergonomics.** 6th ed. Arizona, USA: Holcomb Hathaway.

[11] Niebel, B.W. and Freivalds, A. (2003). **Methods, standards, and work design**. 11th ed. Singapore: McGraw-Hill

[12] Law, A.M. (2007). **Simulation Modeling and Analysis.** 4th ed. McGraw-Hill.

[13] Robinson, S. (2004). **Simulation; The Practice of Model Development and Use.** John Wiley & Sons Ltd.

ประวัติผู้เขียนบทความ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พรศิริ จงกล สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000
E-mail pornsiri@sut.ac.th

นายธีรศักดิ์ ทองสัมฤทธิ์ สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000
E-mail teerasak_ie@hotmail.com

นางสาววรรณนิศา นุชคุ้ม สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000
E-mail w_ann_isa@hotmail.com