การวิเคราะห์อัตรากำลังและการประเมินภาระงานของพนักงานขนส่ง

นางสาววรรณนิศา นุชคุ้ม

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ปีการศึกษา 2553

WORKFORCE ANALYSIS AND WORKLOAD ASSESSMENT OF TRANSPORTATION OPERATORS

Wannisa Nutkhum

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the

Degree of Master of Engineering in Industrial Engineering

Suranaree University of Technology

Academic Year 2010

การวิเคราะห์อัตรากำลังและการประเมินภาระงานของพนักงานขนส่ง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

_____

(อ. ดร.พงษ์ชัย จิตตะมัย)
ประธานกรรมการ

_____

(ผศ. ดร.พรศิริ จงกล)
กรรมการ (อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์)

_____

(รศ. ดร.นิวิท เจริญใจ)
กรรมการ

_____

(อ. ดร.วุฒิ ด่านกิตติกุล)
รักษาการแทนรองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ

_____

(รศ. น.อ. ดร.วรพจน์ ขำพิศ)
คณบดีสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

วรรณนิศา นุชคุ้ม : การวิเคราะห์อัตรากำลังและการประเมินภาระงานของพนักงานขนส่ง (WORKFORCE ANALYSIS AND WORKLOAD ASSESSMENT OF TRANSPORTATION OPERATORS) อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรศิริ จงกล, 138 หน้า.

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) ศึกษาหาเวลามาตรฐานการทำงานของพนักงานขนส่ง (2) กำหนดแนวทางในการจัดสรรพนักงานขนส่ง และ (3) ประเมินความหนักของภาระงานในการปฏิบัติงานของพนักงานขนส่ง การศึกษาการทำงานของพนักงานขนส่งนั้น มีกระบวนการขนส่งที่ทำการศึกษาทั้งหมด 5 เส้นทาง โดยแบ่งเป็นการขนส่งฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ขนาด 2.5 นิ้ว 3 เส้นทาง และการขนส่งฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ขนาด 3.5 นิ้ว 2 เส้นทาง จากนั้นทำการศึกษาเวลาเพื่อกำหนดเวลามาตรฐานการทำงานของพนักงานขนส่งในแต่ละกระบวนการ และคำนวณหาปริมาณงานของพนักงานขนส่งที่สามารถขนส่งได้ต่อกะ เพื่อนำมากำหนดแนวทางในการจัดสรรพนักงานขนส่ง สำหรับการประเมินความหนักของภาระงานนั้นทำการศึกษาโดยการวัดอัตราการเต้นของหัวใจทั้งก่อนและหลังการทำงาน และประเมินความหนักของภาระงานของพนักงานขนส่งโดยวิธีจิตพิสัย ซึ่งกลุ่มผู้ถูกทดสอบ คือ พนักงานขนส่งในสายการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์จำนวน 22 คน ผู้ชาย 16 คน และผู้หญิง 6 คน

ผลการศึกษาพบว่าเวลามาตรฐานการทำงานของพนักงานขนส่งฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ขนาด 2.5 นิ้ว อยู่ในช่วง 266.18 - 327.48 วินาที และเวลามาตรฐานการทำงานของพนักงานขนส่งฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ขนาด 3.5 นิ้ว อยู่ในช่วง 120.11 - 233.67 วินาที และปริมาณงานที่พนักงานสามารถขนส่งงานได้ต่อกะ อยู่ในช่วง 3,463 - 12,781 ชิ้น และจากการประเมินภาระงานพบว่าภาระงานของกลุ่มผู้ถูกทดสอบอยู่ในเกณฑ์ปกติจำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยละ 81.82 และภาระงานอยู่ในเกณฑ์ปานกลางจำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 18.18 และสำหรับการประเมินความหนักของภาระงานของพนักงานขนส่งโดยวิธีจิตพิสัย ผลปรากฏว่าพนักงานขนส่งส่วนใหญ่มีความรู้สึกความเหนื่อยล้าในระดับปานกลาง ซึ่งผลจากการศึกษาสามารถนำไปใช้ในการกำหนดจำนวนพนักงานขนส่งต่อกะได้

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่อนักศึกษา_____

ปีการศึกษา 2553 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา_____

WANNISA NUTKHUM : WORKFORCE ANALYSIS AND WORKLOAD ASSESSMENT OF TRANSPORTATION OPERATORS. THESIS ADVISOR : ASST. PROF. PORNSIRI JONGKOL, Ph.D., 138 PP.

WORK STUDY/WORK MEASUREMENT/TRANSPORTATION OPERATION/ WORKLOAD ASSESSMENT/HEART RATE

The objectives of this study were : (1) to determine standard times of transportation operators, (2) to allocate transportation operators to production lines, and (3) to assess workload of transportation operators. In this study, the number of selected transportation routes were three and two routes for 2.5 and 3.5 inch hard disk drive production lines, respectively. Time study was conducted to determine standard time of each transportation route and also the number of hard disk drives transported by the operator per shift. Heart rates of transportation operators were measured and assessed by Brouha's criterion. Modified Borg's scaled was used to evaluate workload subjectively. Twenty two transportation operators, 16 males and 6 females, participated in this study.

The results showed that the standard time of transportation operation ranged 266.18 to 327.48 seconds and 120.11 to 233.67 seconds for 2.5 and 3.5 inch hard disk drive production lines, respectively. The number of hard disk drives transported by the operator ranged 3,463 to 12,781 units per shift. When comparing the measured heart rates to Brouha's criterion, it was found that 81.82% of operators experienced normal workload, whereas 18.18% of operators experienced moderate workload. Using Borg's scale, it was found that fatigue of most transportation operators was at

moderate level. The results of this study can be used to allocate the transportation operators in hard disk drive production lines.

School of Industrial Engineering Student's Signature _____

Academic Year 2010 Advisor's Signature _____

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาอย่างยิ่งจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรศิริ จงกล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งท่านเมตตาให้โอกาสทางการศึกษาและทุนการศึกษา ให้คำแนะนำในด้านต่าง ๆ คอยดูแลด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างดี กระตุ้นเตือนและให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมา และให้คำปรึกษา ชี้แนะแนวทางในการดำเนินการวิจัยจนสามารถแก้ไขปัญหาต่าง ๆ รวมทั้งยังช่วยตรวจทานและแก้ไขข้อบกพร่องจนวิทยานิพนธ์เล่มนี้เสร็จสมบูรณ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.พงษ์ชัย จิตตะมัย และรองศาสตราจารย์ ดร.นิวิท เจริญใจ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่อการวิจัย ทำให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ตลอดจนคณาจารย์ทุกท่านที่อบรมสั่งสอน ให้ความรู้ทั้งในด้านวิชาการ ความคิด ศีลธรรมจรรยา ทำให้ผู้วิจัยสามารถดำเนินชีวิตได้ในทางที่ถูกต้อง

ขอขอบพระคุณ คุณพิทักษ์ จันทร์โรจนานนท์ และคุณศักดิ์ดา สังขปรีชา ที่ให้คำแนะนำสนับสนุนในการทำวิจัย และอำนวยความสะดวกในการติดต่อประสานงาน ตลอดจนพี่ ๆ พนักงานทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือดูแลเป็นอย่างดี ทั้งยังมอบน้ำใจไมตรีและมิตรภาพที่ดีให้

ขอขอบพระคุณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่ให้ทุนสนับสนุนการศึกษาและทำวิจัย

ขอขอบพระคุณ ศูนย์วิจัยร่วมเฉพาะทางด้านส่วนประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น และศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ที่ให้ทุนสนับสนุนการทำวิจัย

ท้ายนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบิดามารดา และทุกคนในครอบครัวที่ให้ความรักและความทุ่มเทในการอุปการะเลี้ยงดู อบรมสั่งสอน ปลูกฝังให้รักในการศึกษา ให้ความเชื่อมั่นและความไว้วางใจ ตลอดจนเป็นกำลังใจที่ดีและเป็นแรงผลักดันจนทำให้ประสบผลสำเร็จในชีวิต

วรรณนิศา นุชคุ้ม

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ (ภาษาไทย) .....ก
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ) .....ข
กิตติกรรมประกาศ .....ง
สารบัญ .....จ
สารบัญตาราง .....ซ
สารบัญรูป .....ญ

บทที่

1 บทนำ 1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 4
1.3 ข้อตกลงเบื้องต้น 4
1.4 ขอบเขตของการวิจัย 4
1.5 วิธีดำเนินการวิจัย 4
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 4
1.7 กรอบแนวคิด 5
2 ปริทัศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 6
2.1 ผลิตภาพ 6
2.2 การปรับปรุงผลิตภาพ 7
2.3 การศึกษาการทำงาน 8
2.4 การศึกษาวิธีการทำงาน 9
2.5 การวัดงาน 12
2.5.1 ประเภทของการวัดงาน 14
2.5.2 ขั้นตอนการศึกษาเวลาการทำงาน 14
2.6 การประเมินความหนักของภาระงาน 19
2.6.1 การตอบสนองทางสรีรวิทยาและจิตวิทยา 20

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.6.2 อัตราการเต้นของหัวใจ 21
2.6.3 การประเมินความหนักของภาระงานโดยใช้
อัตราการเต้นของหัวใจ 21
2.6.4 ความล้า (Fatigue) 23
2.6.5 การประเมินความหนักของภาระงานโดยวิธีจิตพิสัย 23
2.7 การวิเคราะห์ข้อมูล 25
2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 29
3 วิธีดำเนินการวิจัย 33
3.1 การศึกษาเวลามาตรฐานการทำงานของพนักงานขนส่ง 33
3.2 แนวทางการจัดสรรพนักงานขนส่ง 36
3.3 การประเมินความหนักของภาระงานในการปฏิบัติงาน
ของพนักงานขนส่ง 37
3.3.1 การประเมินความหนักของภาระงานในการปฏิบัติงาน
ของพนักงานขนส่งโดยการวัดอัตราการเต้นของหัวใจ 37
3.3.2 การประเมินความหนักของภาระงานในการปฏิบัติงาน
ของพนักงานขนส่งโดยวิธีจิตพิสัย 39
4 ผลการวิจัยและการวิเคราะห์ผล 41
4.1 การศึกษาหาเวลามาตรฐานการทำงานของพนักงานขนส่ง 41
4.1.1 การศึกษาการไหลของกระบวนการผลิต 41
4.1.2 พื้นที่ที่ทำการการศึกษา 42
4.1.3 การวิเคราะห์งาน 45
4.1.4 การจัดองค์กรในพื้นที่ที่ศึกษา 47
4.1.5 การหาจำนวนครั้งในการจับเวลา 49
4.1.6 การประเมินอัตราการทำงาน และคำนวณหาเวลา
การทำงานปกติ 50
4.1.7 การกำหนดค่าเวลาเผื่อ และคำนวณหาเวลามาตรฐาน 52
4.1.8 การคำนวณหาปริมาณงานของพนักงานขนส่ง 54

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.2 แนวทางในการจัดสรรพนักงานขนส่งในสายการผลิต 55
4.2.1 การเปรียบเทียบจำนวนพนักงานขนส่งก่อนและหลัง
การลดจำนวนพนักงาน 56
4.3 การประเมินความหนักของภาระงานในการปฏิบัติงานของ
พนักงานขนส่ง 57
4.3.1 การประเมินความหนักของภาระงานโดยใช้
อัตราการเต้นของหัวใจ 57
4.3.2 การประเมินความหนักของภาระงานโดยวิธีจิตพิสัย 65
5 สรุปและข้อเสนอแนะ 67
5.1 สรุปผลการวิจัย 67
5.2 การนำผลไปใช้ในทางปฏิบัติ 69
5.3 ข้อเสนอแนะในการวิจัยต่อไป 69
รายการอ้างอิง 70
ภาคผนวก
ภาคผนวก ก. ค่าการประเมินอัตราการทำงานในระบบเวสติงเฮาส์ 74
ภาคผนวก ข. ค่าเวลาเผื่อ (Allowance) ของ ILO 76
ภาคผนวก ค. การหาจำนวนครั้งในการจับเวลา (Simple Size) 79
ภาคผนวก ง. ข้อมูลเวลาการทำงานของพนักงานขนส่ง 84
ภาคผนวก จ. แบบสอบถามคุณลักษณะทางกายภาพและข้อมูลสุขภาพ
ของผู้ถูกทดสอบ 94
ภาคผนวก ฉ. ข้อมูลอัตราการเต้นของหัวใจของพนักงานขนส่ง 98
ภาคผนวก ช. รายชื่อบทความวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่ 101
ประวัติผู้เขียน 138

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 สัญลักษณ์ในการเขียนแผนภูมิกระบวนการทำงาน 11
2.2 การวัดการตอบสนองทางสรีรวิทยาและจิตวิทยา 20
2.3 อัตราการเต้นของหัวใจขณะพักหลังจากการทำงานที่ระดับภาระหนึ่ง ๆ 22
2.4 การประเมินภาระงานและความล้าตามเกณฑ์ของ Brouha 22
2.5 การประเมินภาระงานและความล้าตามเกณฑ์ของ Brouha ที่ปรับปรุงใหม่ 23
2.6 การเปรียบเทียบสเกลระดับคะแนนการรับรู้ภาระงานของเดิมและปรับใหม่ของ Borg 24
3.1 ระดับคะแนนความเหนื่อยล้าของพนักงานขนส่งในสายการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ 39
4.1 ระยะทางในการขนส่งงานแต่ละกระบวนการ 46
4.2 งานย่อยของพนักงานขนส่ง 47
4.3 จำนวนพนักงานขนส่งในแต่ละกระบวนการ 48
4.4 จำนวนครั้งในการจับเวลาของกระบวนการขนส่ง 49
4.5 เวลาการทำงานที่จับได้ของพนักงานขนส่ง 50
4.6 การประเมินอัตราการทำงานของพนักงานขนส่งโดยระบบเวสติงเฮาส์ 51
4.7 เวลาการทำงานปกติของพนักงานขนส่ง 52
4.8 ค่าเวลาเผื่อในการทำงาน 53
4.9 เวลามาตรฐานการทำงานของพนักงานขนส่ง 53
4.10 ปริมาณงานของพนักงานขนส่ง 54
4.11 จำนวนพนักงานในการขนส่งที่เหมาะสมสำหรับแผนการผลิต 20,000 ชิ้นต่อกะ 55
4.12 จำนวนพนักงานก่อนและหลังการลดจำนวนพนักงาน 56
4.13 ข้อมูลด้านสุขภาพของกลุ่มผู้ถูกทดสอบ (ร้อยละ) 57

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

4.14 อัตราการเต้นของหัวใจของพนักงานขนส่งก่อนปฏิบัติงาน 58
4.15 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าอัตราการเต้นของ
หัวใจของพนักงานขนส่ง 61
4.16 อัตราการเต้นของหัวใจ P1 P3 และผลต่างระหว่างอัตรา
การเต้นของหัวใจ P1 กับ P3 62
4.17 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าผลต่างระหว่าง
อัตราการเต้นของหัวใจ P1 กับ P3 63
4.18 ผลการประเมินภาระงานและความล้าตามเกณฑ์ของ Brouha
ที่ปรับปรุงใหม่ 64
4.19 ผลการประเมินความหนักของภาระงานโดยวิธีจิตพิสัย
ของพนักงานขนส่ง 66
ก.1 ค่าการประเมินอัตราการทำงานในระบบเวสติงเฮาส์ 75
ข.1 การกำหนดค่าเวลาเผื่อของ ILO 77
ค.1 เวลาการขนส่งงานขนาด 2.5 นิ้วจากตำแหน่งที่ 1 ไปยังตำแหน่งที่ 3 (10 รอบ) 80
ค.2 เวลาการขนส่งงานขนาด 2.5 นิ้วจากตำแหน่งที่ 1 ไปยังตำแหน่งที่ 4 (10 รอบ) 81
ค.3 เวลาการขนส่งงานขนาด 2.5 นิ้วจากตำแหน่งที่ 2 ไปยังตำแหน่งที่ 5 (10 รอบ) 81
ค.4 เวลาการขนส่งงานขนาด 3.5 นิ้วจากตำแหน่งที่ 6 ไปยังตำแหน่งที่ 8 (10 รอบ) 82
ค.5 เวลาการขนส่งงานขนาด 3.5 นิ้วจากตำแหน่งที่ 7 ไปยังตำแหน่งที่ 9 (10 รอบ) 82
ค.6 จำนวนครั้งในการจับเวลาการทำงานของพนักงานขนส่ง 83
ง.1 เวลาการทำงานที่จับได้ของพนักงานขนส่ง 85
ง.2 เวลาการขนส่งงานขนาด 2.5 นิ้วจากตำแหน่งที่ 1 ไปยังตำแหน่งที่ 3 (30 รอบ) 86
ง.3 เวลาการขนส่งงานขนาด 2.5 นิ้วจากตำแหน่งที่ 1 ไปยังตำแหน่งที่ 4 (30 รอบ) 87
ง.4 เวลาการขนส่งงานขนาด 2.5 นิ้วจากตำแหน่งที่ 2 ไปยังตำแหน่งที่ 5 (30 รอบ) 88
ง.5 เวลาการขนส่งงานขนาด 3.5 นิ้วจากตำแหน่งที่ 6 ไปยังตำแหน่งที่ 8 (30 รอบ) 89
ง.6 เวลาการขนส่งงานขนาด 3.5 นิ้วจากตำแหน่งที่ 7 ไปยังตำแหน่งที่ 9 (30 รอบ) 90
ฉ.1 อัตราการเต้นของหัวใจ P1 P2 P3 และผลต่างระหว่างอัตราการเต้น
ของหัวใจ P1 กับ P3 99

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

1.1 ผลิตภัณฑ์ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ 3
1.2 กรอบแนวคิดของงานวิจัย 5
2.1 การศึกษาการทำงาน 9
2.2 การวัดผลงาน 13
2.3 ระดับความเชื่อมั่น 16
2.4 พื้นที่บริเวณปฏิเสธ H_0 26
3.1 นาฬิกาจับเวลาดิจิตอล 33
3.2 เทปวัดระยะทาง 34
3.3 อุปกรณ์วัดอัตราการเต้นของหัวใจ 37
3.4 ระดับคะแนนความเหนื่อยล้าของพนักงานขนส่ง 40
4.1 กระบวนการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ 42
4.2 เส้นทางการไหลของกระบวนการขนส่งฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ ขนาด 2.5 นิ้ว 43
4.3 เส้นทางการไหลของกระบวนการขนส่งฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ ขนาด 3.5 นิ้ว 44
4.4 รถเข็นงานฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ขนาด 2.5 นิ้ว 45
4.5 รถเข็นงานฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ขนาด 3.5 นิ้ว 46
4.6 ตัวอย่างเวลาการพักของพนักงานขนส่ง 48
4.7 กราฟแสดงอัตราการเต้นของหัวใจก่อนปฏิบัติงานของ ผู้ถูกทดสอบ 58
4.8 กราฟแสดงข้อมูลอัตราการเต้นของหัวใจค่า P1 P2 และ P3 (ช่วงพักครั้งที่ 1) 59
4.9 กราฟแสดงข้อมูลอัตราการเต้นของหัวใจค่า P1 P2 และ P3 (ช่วงพักครั้งที่ 2) 60

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

4.10 กราฟแสดงข้อมูลอัตราการเต้นของหัวใจค่า P1 P2 และ P3 (ช่วงพักครั้งที่ 3) 60
4.11 กราฟแสดงระดับคะแนนความเหนื่อยล้าของผู้ถูกทดสอบ 65
ง.1 กราฟแสดงการแจกแจงแบบปกติของข้อมูลเวลาการทำงานของพนักงานขนส่งงานขนาด 2.5 นิ้วจากตำแหน่งที่ 1 ไปยังตำแหน่งที่ 3 91
ง.2 กราฟแสดงการแจกแจงแบบปกติของข้อมูลเวลาการทำงานของพนักงานขนส่งงานขนาด 2.5 นิ้วจากตำแหน่งที่ 1 ไปยังตำแหน่งที่ 4 92
ง.3 กราฟแสดงการแจกแจงแบบปกติของข้อมูลเวลาการทำงานของพนักงานขนส่งงานขนาด 2.5 นิ้วจากตำแหน่งที่ 2 ไปยังตำแหน่งที่ 5 92
ง.4 กราฟแสดงการแจกแจงแบบปกติของข้อมูลเวลาการทำงานของพนักงานขนส่งงานขนาด 3.5 นิ้วจากตำแหน่งที่ 6 ไปยังตำแหน่งที่ 8 93
ง.5 กราฟแสดงการแจกแจงแบบปกติของข้อมูลเวลาการทำงานของพนักงานขนส่งงานขนาด 3.5 นิ้วจากตำแหน่งที่ 7 ไปยังตำแหน่งที่ 9 93

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

อุตสาหกรรมเครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เป็นอุตสาหกรรมที่มีความสำคัญต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศไทย ปัจจุบันการส่งออกผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์มีอัตราการขยายตัวเฉลี่ยสูงถึงร้อยละ 38.4 เมื่อเทียบกับช่วงเดียวกันของปี 2552 โดยกลุ่มเครื่องใช้ไฟฟ้าขยายตัวร้อยละ 40.5 และกลุ่มอิเล็กทรอนิกส์ขยายตัวร้อยละ 37.2 ซึ่งในอนาคตอัตราการขยายตัวของการส่งออกผลิตภัณฑ์จากกลุ่มเครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง (ศูนย์วิจัยกสิกรไทย, 2553) อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์เป็นอุตสาหกรรมที่มีศักยภาพสูงในด้านการสร้างมูลค่าเพิ่มในประเทศ และความสามารถในการแข่งขันในตลาดโลก ผลิตภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์ส่งออกที่สำคัญของประเทศไทย ได้แก่ ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์และชิ้นส่วนประกอบ ซึ่งประเทศไทยถูกจัดว่าเป็นฐานการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ที่สำคัญของโลกประเทศหนึ่ง (สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน, 2552)

อุตสาหกรรมผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์เป็นหนึ่งในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ขนาดใหญ่และเป็นอุตสาหกรรมที่สร้างรายได้จากการส่งออกให้กับประเทศไทยเป็นอย่างมาก ปัจจุบันความต้องการผลิตภัณฑ์ดังกล่าวมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ตามการเจริญเติบโตของยอดขายสินค้าประเภทเครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ ที่ต้องมีหน่วยความจำเก็บข้อมูล อาทิเช่น กล้องถ่ายรูป โทรศัพท์มือถือ และเครื่องเล่นเพลง MP3 เป็นต้น ส่งผลทำให้อุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ต้องปรับปรุงการผลิตให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ในปัจจุบันมีการแข่งขันทั้งทางด้านคุณภาพและราคาของฮาร์ดดิสก์ แต่เนื่องจากเทคโนโลยีการผลิตนั้นมีความก้าวหน้าและใกล้เคียงกัน ผู้ผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์จึงให้ความสำคัญต่อการลดต้นทุนการผลิตโดยหากลยุทธ์และวิธีการต่าง ๆ มาใช้ในการจัดการระบบการผลิต เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตและสร้างโอกาสในการแข่งขันให้มีมากขึ้น

การปรับปรุงผลิตภาพ (Productivity Improvement) เป็นวิธีการหนึ่งในการเพิ่มขีดความสามารถในการผลิตให้สูงขึ้น และใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์สูงสุด อีกทั้งยังสามารถลดต้นทุนในการผลิตได้อีกทางหนึ่งด้วย ผลิตภาพ คือ ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตที่ได้กับปัจจัยการผลิตที่ใช้ เมื่อนำปัจจัยการผลิต เช่น วัตถุดิบ แรงงาน เครื่องจักร ตลอดจนสิ่งสนับสนุนการผลิตในด้านต่าง ๆ เข้าสู่กระบวนการแล้วจะได้ผลผลิตออกมาอยู่ในรูปสินค้าหรือบริการ (Sink, 1983) ผลิตภาพเพิ่มสูงขึ้นได้ เมื่อปัจจัยการผลิตลดน้อยลง (Russell and Taylor, 2007) การใช้ปัจจัยการ

ผลิตให้เกิดประโยชน์สูงสุดเป็นวิธีหลักสำหรับการลดต้นทุนการผลิต ในการปรับปรุงผลิตภาพมีหลากหลายเทคนิคที่ใช้ในการพัฒนาและแก้ปัญหาเพื่อเพิ่มผลผลิต อาทิเช่น การศึกษาการทำงาน (Mayer and Stewart, 2002) การใช้เครื่องมือการปรับปรุงคุณภาพ (Besterfield, 2009) การใช้แบบจำลองสถานการณ์ (Banks et al., 2005) เป็นต้น

การศึกษาการทำงาน (Work Study) เป็นเทคนิคที่ใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน โดยมีการศึกษาอย่างมีระเบียบถึงกระบวนการทำงานของคนและองค์ประกอบต่าง ๆ ในการทำงาน เพื่อปรับปรุงการทำงานให้ดีขึ้น ประกอบด้วยการศึกษาวิธีการทำงาน (Method Study) และการวัดงาน (Work Measurement) ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนามาตรฐานการทำงานและเวลาการทำงาน (ILO, 1978) โดยมีงานวิจัยหลายงานได้นำวิธีการศึกษาการทำงานไปใช้ในการปรับปรุงผลิตภาพ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานในอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ให้มากขึ้น การศึกษาหาแนวทางที่เหมาะสมในการลดรอบระยะเวลาที่ใช้ในการล้างงานเพื่อเพิ่มกำลังการผลิตในกระบวนการล้างแขนจับหัวอ่านเขียนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ให้เพียงพอต่อความต้องการ (พรพรหม เอกวัฒน์ และกฤษดา อัศวรุ่งแสงกุล, 2553) ซึ่งเป็นการศึกษาเวลาของกระบวนการ และทำการวิเคราะห์ด้วยแผนภูมิหลายกิจกรรม ผลที่ได้ คือ รอบเวลาการผลิตของเครื่องล้างลดลง ทำให้มีการประหยัดงบประมาณการซื้อเครื่องจักรใหม่ได้ 15,000,000 บาท นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่นำเอาการศึกษาการทำงานไปใช้ในการลดรอบเวลาการทำงานในขั้นตอนงานขันสกรูลง 37.43 เปอร์เซ็นต์ (พงศธร หนูศรีแก้ว และสวัสดิ์ ภาระราช, 2553)

การศึกษาการทำงานโดยการวัดงานเป็นการศึกษาเกี่ยวกับการใช้เวลาในการทำงานให้มีความเหมาะสม เพื่อกำหนดเวลามาตรฐานการทำงานในแต่ละขั้นตอน ซึ่งสามารถนำมาใช้ในการวางแผนการผลิต กำหนดระยะเวลาเสร็จสิ้นของงาน ดังเช่น การศึกษาเวลาขั้นตอนในกระบวนการรีไซเคิลพลาสติกจากคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลและเครื่องพิมพ์ (Blyler et al., 2003) ซึ่งมีปัญหาเกี่ยวกับต้นทุนด้านแรงงาน แนวทางในการนำการศึกษาการทำงานไปแก้ปัญหา คือ การวัดงานเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของพลาสติกที่ได้คัดแยกไว้กับเวลาที่ใช้ในการการถอดชิ้นส่วนและคัดแยก จากนั้นนำค่าเวลาไปใช้ในการวางแผนการผลิต นอกเหนือไปจากการนำการศึกษาการทำงานไปใช้ในการลดต้นทุนแล้วยังมีผู้นำวิธีการวัดงานไปใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ด้วย Kroll (1996) ได้ออกแบบผลิตภัณฑ์สำหรับการรีไซเคิลและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ซึ่งต้องคำนึงถึงการให้บริการและการบำรุงรักษาผลิตภัณฑ์ด้วย งานวิจัยดังกล่าวจึงทำการประเมินความยากง่ายของงานถอดชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์โดยการวัดงาน ซึ่งวิเคราะห์จากการทำงานถอดชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์ที่เป็นมาตรฐาน จากนั้นระบุข้อบกพร่องในการออกแบบและเปรียบเทียบปริมาณงานในแต่ละทางเลือกจากตัวอย่างการประเมินการถอดชิ้นส่วนไดร์ฟของคอมพิวเตอร์ งานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าการวัดงานสามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการออกแบบได้

บริษัทกรณีศึกษาในงานวิจัยนี้ เป็นบริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งมีการผลิตผลิตภัณฑ์หลักอยู่ 2 ชนิดด้วยกัน คือ ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ขนาด 2.5 นิ้ว สำหรับคอมพิวเตอร์แบบกระเป๋าหิ้ว (Notebook Computer) (รูปที่ 1.1ก) และฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ขนาด 3.5 นิ้ว สำหรับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (Personal Computer) (รูปที่ 1.1ข) จากการศึกษาเบื้องต้นพบว่ามีความสูญเปล่าเกิดขึ้นในกระบวนการผลิต อันเนื่องจากการรอคอยงานของพนักงานขนส่งในสายการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ ซึ่งทำให้เกิดความไม่สมดุลในสายการผลิต และเกิดการไหลอย่างไม่ต่อเนื่องในการผลิต นอกจากนี้การกำหนดจำนวนพนักงานขนส่งในแต่ละพื้นที่นั้นใช้การคาดการณ์ จึงทำให้มีพนักงานหลายคนต้องรองานในหลายพื้นที่ ทำให้เกิดความสูญเสียมายังกระบวนการผลิตจากสภาพการณ์ดังกล่าว จึงควรมีการศึกษาจำนวนพนักงานขนส่งในสายการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ที่เหมาะสมที่สุด ถ้าหากมีการกำหนดให้จำนวนพนักงานขนส่งน้อยเกินไปจะทำให้ไม่สามารถขนส่งงานได้ทันต่อความต้องการใช้งานในการผลิตขั้นถัดไป ส่งผลให้พนักงานประกอบในสายการผลิตรองาน แต่หากจำนวนพนักงานขนส่งมากเกินไปจะทำให้พนักงานขนส่งมีเวลาว่างเกิดขึ้นซึ่งเป็นการสูญเปล่า ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการศึกษาการวางแผนกำลังคนเพื่อใช้พนักงานที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์สูงสุด และเหมาะสมกับภาระงานที่ได้รับมอบหมาย ในขณะเดียวกันลักษณะงานขนส่งเป็นงานที่ต้องใช้แรงในการผลักรถเข็นงานไปส่งยังสถานีงานถัดไป เนื่องจากภาระงานอันเกิดจากน้ำหนักของงานและรถเข็นทำให้พนักงานมีความล้าเกิดขึ้น ซึ่งอาจทำให้พนักงานเกิดความไม่สบายและการบาดเจ็บในระยะยาวได้ ดังนั้นการจัดสรรพนักงานขนส่งจึงจำเป็นต้องมีการประเมินความหนักจากภาระงานด้วย ทั้งนี้เพื่อให้พนักงานมีความปลอดภัยในการทำงานตามหลักการยศาสตร์

ก. ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ ขนาด 2.5 นิ้ว

ข. ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ ขนาด 3.5 นิ้ว

รูปที่ 1.1 ผลิตภัณฑ์ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ

1. วัดเวลาที่ใช้ในการในการปฏิบัติงานของพนักงานขนส่งโดยการศึกษาเวลาการทำงาน
2. กำหนดแนวทางในการจัดสรรพนักงานขนส่งโดยพิจารณาจากเวลาและหลักการยศาสตร์
3. ประเมินความหนักของภาระงานในการปฏิบัติงานของพนักงานขนส่ง

1.3 ข้อตกลงเบื้องต้น

การวิจัยนี้ศึกษาเฉพาะงานขนส่งในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ 2 ชนิด คือ ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ ขนาด 2.5 และ 3.5 นิ้ว โดยพนักงานขนส่งทำงานวันละ 10.5 ชั่วโมง

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาเพื่อให้ได้จำนวนพนักงานขนส่งในสายการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ที่เหมาะสมที่สุด โดยทำการศึกษาในพื้นที่ภายนอกห้องสะอาดของบริษัทกรณีศึกษา การวัดอัตราการเต้นของหัวใจของพนักงานขนส่ง ทำได้โดยใช้อุปกรณ์พื้นฐานและการนับ ทั้งนี้เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาอันจะส่งผลกระทบต่อผลิตภัณฑ์จากอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่สร้างสนามแม่เหล็ก

1.5 วิธีดำเนินการวิจัย

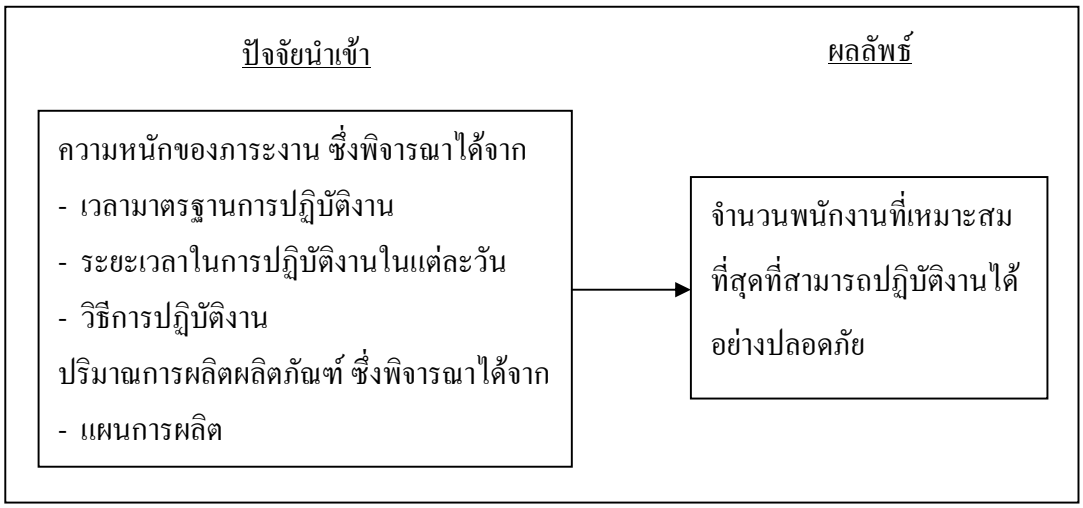
การวิจัยนี้มีการดำเนินการ ดังนี้ คือวัดเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงานของพนักงานขนส่งงานในสายการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ เพื่อศึกษาหาเวลามาตรฐานการทำงาน โดยใช้การวัดงานด้วยเทคนิคการจับเวลาโดยตรง จากนั้นจึงทำการประเมินความหนักของภาระงานของพนักงานขนส่ง โดยการวัดอัตราการเต้นของหัวใจทั้งก่อนและหลังการทำงาน เพื่อทำให้มั่นใจว่าพนักงานขนส่งงานมีความปลอดภัยในการทำงานตามหลักการยศาสตร์

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้แนวทางในการจัดสรรพนักงานขนส่งโดยใช้การศึกษาเวลาการทำงาน
2. ได้แนวทางในการปฏิบัติงานของขนส่งตามหลักการยศาสตร์
3. สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน และลดเวลาว่างงานของพนักงานขนส่งได้
4. สามารถนำแนวทางที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการขนส่งสถานีงานอื่น ๆ

1.7 กรอบแนวคิด

งานวิจัยนี้มีกรอบแนวคิด ดังนี้ ปัจจัยนำเข้าในการกำหนดจำนวนพนักงานที่เหมาะสม มีดังนี้ คือ (1) ความหนักของภาระงาน ซึ่งพิจารณาได้จากเวลามาตรฐานการปฏิบัติงาน ระยะเวลาในการปฏิบัติงานในแต่ละวัน วิธีการปฏิบัติงาน (2) ปริมาณการผลิตผลิตภัณฑ์ในแต่ละวัน ซึ่งพิจารณาได้จากแผนการผลิต ส่วนผลลัพธ์ของการศึกษา คือ จำนวนพนักงานที่เหมาะสมที่สุดที่สามารถปฏิบัติงานได้อย่างปลอดภัย แสดงดังรูปที่ 1.2



รูปที่ 1.2 กรอบแนวคิดของงานวิจัย

บทที่ 2
ปริทัศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาหาเวลามาตรฐานการทำงานของพนักงานขนส่งงานในสายการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ และทำการประเมินความหนักของภาระงานของพนักงานขนส่งโดยการวัดอัตราการเต้นของหัวใจ ในบทนี้แบ่งเนื้อหาออกเป็น 7 ส่วน ดังนี้

2.1 ผลิตภาพ (Productivity)

2.2 การปรับปรุงผลิตภาพ (Productivity Improvement)

2.3 การศึกษาการทำงาน (Work Study)

2.4 การศึกษาวิธีการทำงาน (Method Study)

2.5 การวัดงาน (Work Measurement)

2.6 การประเมินความหนักของภาระงาน (Workload Assessment)

2.7 การวิเคราะห์ข้อมูล

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ผลิตภาพ (Productivity)

ผลิตภาพ (Productivity) เป็นการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตต่อทรัพยากรที่ใช้ในการเกิดผลผลิตนั้น ซึ่งก็คืออัตราส่วนระหว่างผลผลิต (Output) ที่ได้ต่อหน่วยของปัจจัยการผลิตที่ใช้ (Input) เมื่อนำปัจจัยการผลิต เช่น วัตถุดิบ แรงงาน เครื่องจักร ตลอดจนสิ่งสนับสนุนการผลิตในด้านต่าง ๆ ป้อนเข้าสู่กระบวนการ (Process) เพื่อให้ได้ผลผลิตออกมาอยู่ในรูปสินค้าหรือบริการ ซึ่งสามารถเขียนแสดงได้ดังสมการที่ 2.1

$$\text{ผลิตภาพ (Productivity)} = \frac{\text{ผลผลิตที่ได้ (Output)}}{\text{ปัจจัยการผลิตที่ใช้(Input)}} \qquad (2.1)$$

ผลิตภาพสามารถแบ่งได้เป็น 3 ประเภท (Sumanth, 1985) คือ

1. ผลิตภาพเฉพาะส่วน (Partial Productivity) หมายถึง อัตราส่วนระหว่างผลผลิตที่ได้ต่อทรัพยากรที่ใช้ในแต่ละชนิด เช่น ผลิตภาพวัตถุดิบ (Material Productivity) ผลิตภาพแรงงาน (Labor Productivity) ผลิตภาพพลังงาน (Energy Productivity) ผลิตภาพค่าใช้จ่าย (Expense Productivity) ผลิตภาพเงินลงทุน (Capital Productivity) เป็นต้น

2. ผลิตภาพปัจจัยรวม (Total Factor Productivity) หมายถึง อัตราส่วนผลผลิตสุทธิต่อผลรวมของทรัพยากรด้านเงินทุนและแรงงาน โดยผลผลิตสุทธิได้จากผลผลิตรวมหักออกด้วยค่าสินค้าและบริการระหว่างกระบวนการซื้อ ส่วนทรัพยากรด้านเงินทุน คือ ทรัพยากรที่เป็นเงินทุนจม เช่น ที่ดิน เครื่องจักร เป็นต้น

3. ผลิตภาพรวม (Total Productivity) คือ อัตราส่วนผลผลิตต่อทรัพยากรที่ใช้ผลิตทั้งหมด

2.2 การปรับปรุงผลิตภาพ (Productivity Improvement)

การปรับปรุงผลิตภาพ (Productivity Improvement) คือ การทำให้ค่าอัตราส่วนของผลผลิตต่อปัจจัยการผลิตมีค่าเพิ่มขึ้น เพื่อให้ผลผลิตมีปริมาณที่พอเพียงกับความต้องการ ซึ่งเป็นการเพิ่มมูลค่าของสินค้าและบริการให้มีค่าสูงขึ้น เพื่อทำให้ต้นทุนลดลง วันชัย ริจิรวนิช (2545) ได้เสนอรูปแบบการปรับปรุงผลิตภาพเพื่อเพิ่มผลผลิต ซึ่งสามารถทำได้หลายวิธี ดังต่อไปนี้

1. เพิ่มผลผลิต แต่ลดปัจจัยการผลิต
2. เพิ่มผลผลิต แต่ควบคุมปัจจัยการผลิตเท่าเดิม
3. เพิ่มผลผลิตและปัจจัยการผลิต แต่อัตราการเพิ่มปัจจัยการผลิตน้อยกว่าของผลผลิต
4. ลดผลผลิตและปัจจัยการผลิต แต่อัตราการลดปัจจัยการผลิตมากกว่าของผลผลิต
5. ผลผลิตเท่าเดิม แต่ลดปัจจัยการผลิต

นิวิท เจริญใจ (2543) ได้กล่าวถึงประเภทของเทคนิคในการเพิ่มผลผลิต ซึ่งแบ่งออกเป็น 5 ประเภทใหญ่ ๆ คือ (1) เทคนิคการเพิ่มผลผลิตแบบเน้นงาน (2) เทคนิคการเพิ่มผลผลิตแบบเน้นเทคโนโลยี (3) เทคนิคการเพิ่มผลผลิตแบบเน้นพนักงาน (4) เทคนิคการเพิ่มผลผลิตแบบเน้นผลิตภัณฑ์ (5) เทคนิคการเพิ่มผลิตแบบเน้นวัสดุ

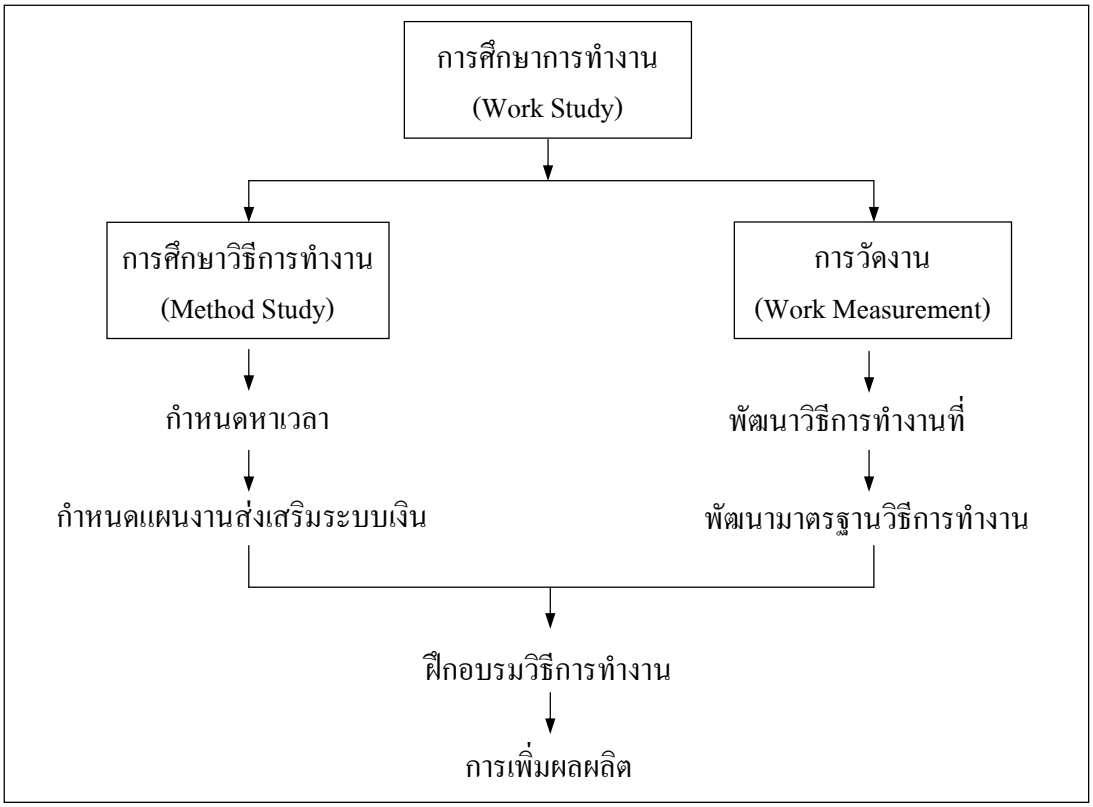
เทคนิคการเพิ่มผลผลิตแบบเน้นงานเป็นแนวทางในการเพิ่มผลผลิต โดยพิจารณาจากการทำงานเป็นหลัก ประกอบด้วย (1) การศึกษาการทำงาน (Work Study) โดยการวิเคราะห์การทำงานเพื่อหาวิธีการทำงานที่ดีและกำหนดมาตรฐานการทำงาน ซึ่งจะทำให้การทำงานมีมากขึ้นและต้นทุนการผลิตลดลง และ (2) หลักการทางการยศาสตร์ (Ergonomics) เป็นศาสตร์ที่เกี่ยวกับการปรับสภาพการทำงานให้เข้ากับสมรรถนะการทำงานของมนุษย์ทั้งด้านร่างกายและจิตใจ ซึ่งการทำให้คุณภาพชีวิตในการทำงานที่ดีขึ้นจะนำไปสู่การเพิ่มผลผลิตได้

2.3 การศึกษาการทำงาน (Work Study)

การศึกษาการทำงานเป็นวิธีการที่พัฒนาต่อเนื่องมาจากวิธีการศึกษาการเคลื่อนไหวและเวลา (Motion and Time Study) ซึ่งการศึกษาการเคลื่อนไหว (Motion Study) เริ่มขึ้นเมื่อปี ค.ศ.1885 โดย Gillbreth และภรรยาของเขา ซึ่งเป็นนักจิตวิทยา ผลงานของทั้งสองท่านเป็นการศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาปรับปรุงวิธีการทำงาน เพื่อลดความเมื่อยล้าและความเบื่อหน่ายของคนงาน และพัฒนาเทคนิคในการวิเคราะห์งานโดยใช้เทคนิค (1) Process Chart (2) Micromotion Study (3) Cyclegraphic และ (4) Chronocyclegraphic ส่วนการศึกษาเวลา (Time Study) เริ่มขึ้นเมื่อปี ค.ศ.1881 โดย Taylor ได้ศึกษาหาเวลาที่เหมาะสมในการทำงานของคนงานอย่างมีระบบและเป็นวิทยาศาสตร์ ซึ่งท่านเป็นคนแรกที่นำเอาวิธีการบริหารงานตามหลักวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้กับการบริหารงานอุตสาหกรรม จนเป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไป ในปลายศตวรรษที่ 19 – 20 Taylor ได้รับการยกย่องให้เป็น “บิดาของการบริหารงานแบบวิทยาศาสตร์” (Father of Scientific Management) การศึกษาทั้งสองส่วนนี้ถือกำเนิดในระยะเวลาใกล้เคียงกันแต่ไม่ได้นำมาสัมพันธ์กันจนกระทั่งในปี ค.ศ.1930 การศึกษาการเคลื่อนไหวและเวลาถูกนำมาใช้ร่วมกันเพื่อเสริมซึ่งกันและกัน เนื่องจากผลงานวิวัฒนาการทางวิธีการและผลจากการใช้งานอย่างกว้างขวาง จึงนิยามนามใหม่ว่า “การศึกษาการทำงาน” (นิวิท เจริญใจ, 2543; วันชัย ริจิรวนิช, 2545; วิจิตร ตัณฑสุทธิ์ และคณะ, 2545)

วันชัย ริจิรวนิช (2545) ให้คำนิยามของการศึกษาการทำงานว่า “การศึกษาการทำงาน (Work Study) คือ การศึกษาวิธีการทำงาน (Method Study) และการวัดงาน (Work Measurement) ใช้ในการศึกษากระบวนการทำงานและองค์ประกอบต่าง ๆ เพื่อปรับปรุงการทำงานให้ดีขึ้น และใช้ประโยชน์ด้านการพัฒนามาตรฐานการทำงานและเวลาทำงาน รวมถึงการใช้เป็นเครื่องมือในการพัฒนาส่งเสริมจูงใจบุคลากร นำไปสู่การเพิ่มผลผลิต”

การศึกษาการทำงานเป็นเครื่องมือหลักของการเพิ่มผลผลิตทั้งในอุตสาหกรรมการผลิตและการบริการจากทรัพยากรที่มีอยู่เดิมด้วยค่าใช้จ่ายการลงทุนที่น้อยลง รูปที่ 2.1 แสดงความหมายของการศึกษาการทำงานซึ่งประกอบด้วย 2 ส่วน คือ การศึกษาวิธีการทำงาน และการวัดงาน โดยมีจุดมุ่งหมายในการกำหนดหาเวลามาตรฐาน กำหนดแผนงานส่งเสริมระบบเงินจูงใจ พัฒนาการทำงานที่ดีกว่า พัฒนามาตรฐานวิธีการทำงาน แล้วใช้เป็นเครื่องมือในการฝึกอบรมวิธีการทำงาน และในที่สุดจะเป็นเครื่องมือในการเพิ่มผลผลิต



รูปที่ 2.1 การศึกษาการทำงาน (วันชัย ริจิรวนิช, 2545)

2.4 การศึกษาวิธีการทำงาน (Method Study)

การศึกษาวิธีการทำงาน เป็นการศึกษาและการบันทึกข้อมูลการทำงานอย่างเป็นระบบ รวมถึงการเสนอแนะแนวทางในการปรับปรุงวิธีการทำงาน เพื่อขจัดขั้นตอนที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่า นำไปสู่การพัฒนาและประยุกต์วิธีการที่ง่ายและมีประสิทธิภาพสูง ซึ่งทำให้สามารถลดค่าใช้จ่ายได้ (วิจิตร ตัณฑสุทธิ์ และคณะ, 2545)

การศึกษาวิธีการทำงาน มีวัตถุประสงค์และประโยชน์ดังต่อไปนี้

1. เพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิตและวิธีการทำงาน
2. เพื่อเพิ่มความสะดวกและง่ายต่อการทำงาน รวมทั้งลดความเมื่อยล้าในการทำงาน
3. เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้วัสดุ แรงงาน เครื่องจักร ที่ดิน เงินทุน และพลังงาน
4. เพื่อปรับปรุงสถานที่ทำงานและสภาพแวดล้อมในการทำงาน
5. เพื่อกำหนดหาวิธีการเคลื่อนย้ายวัสดุในกระบวนการผลิตให้เหมาะสมและต้นทุนต่ำ
6. เพื่อกำหนดมาตรฐานวิธีการทำงานที่ใช้ในการพัฒนาบุคลากร

กระบวนการศึกษาวิธีการทำงานแบ่งเป็น 8 ขั้นตอน ดังนี้

1. การเลือกงาน โดยเกณฑ์การตัดสินใจเลือกงานเพื่อศึกษาวิธีการทำงานนั้นจะพิจารณาองค์ประกอบดังต่อไปนี้

- ด้านเศรษฐกิจ โดยคำนึงว่าเป็นงานที่ต้องการลดค่าใช้จ่าย เช่น งานที่เป็นคอขวด (Bottlenecks) งานที่ต้องมีการเคลื่อนย้ายหรือขนส่งวัสดุตามระยะทาง งานที่ต้องใช้ผู้ปฏิบัติงานหรืออุปกรณ์เครื่องมือจำนวนมาก หรืองานที่ต้องทำซ้ำ ๆ
- ด้านเทคนิค โดยทำการปรับปรุงเทคนิควิธีการทำงาน เช่น การพัฒนาเทคโนโลยีเครื่องมือ อุปกรณ์ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น
- ด้านปฏิกิริยาแรงงาน โดยปรับปรุงจิตใจและอารมณ์ของผู้ปฏิบัติงานให้ดีขึ้น ซึ่งถ้าสามารถลดความเครียดของผู้ปฏิบัติงานลงได้ จะส่งผลให้การทำงานดีขึ้น

2. การเก็บข้อมูลวิธีการทำงาน เป็นการบันทึกข้อเท็จจริงทั้งหมดที่เกี่ยวกับวิธีการทำงาน การแสดงลำดับขั้นตอนวิธีการทำงาน การเคลื่อนไหวและเวลาที่ใช้ในการทำงาน โดยแสดงออกในรูปแผนภูมิและแผนผัง (Chart and Diagram) (นิวิท เจริญใจ, 2543) ซึ่งแบ่งออกเป็น

- การวิเคราะห์กระบวนการผลิต (Process Analysis) จะต้องศึกษาภาพรวมของระบบหรือภาพรวมของกระบวนการผลิตก่อน เครื่องมือที่ใช้กัน ได้แก่
  - ❖ แผนภูมิกระบวนการทำงาน (Flow Process Chart) เป็นเครื่องมือในการบันทึกข้อมูลกระบวนการทำงาน โดยมีรายละเอียดการทำงานตั้งแต่ต้นจนจบกระบวนการ โดยใช้สัญลักษณ์แทนความหมายของกิจกรรมต่าง ๆ แสดงดังตารางที่ 2.1 ซึ่งแบ่งกิจกรรมในกระบวนการทำงานออกเป็น 5 กิจกรรม ได้แก่ (1) การปฏิบัติงาน (Operation) หมายถึง การปฏิบัติงานบนชิ้นงานเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงลักษณะหรือคุณสมบัติของชิ้นงาน (2) การตรวจสอบ (Inspection) หมายถึง การตรวจสอบคุณภาพของชิ้นงานหรือการตรวจดู เพื่อให้แน่ใจในลักษณะของชิ้นงาน (3) การขนย้าย (Transportation) หมายถึง การเคลื่อนย้ายวัตถุจากจุดหนึ่งไปอีกจุดหนึ่ง (4) การรอคอย (Delay) หมายถึง ความล่าช้าของงาน เนื่องจากมีอุปสรรคมาขัดขวางไม่ให้ขั้นตอนการปฏิบัติงานขั้นถัดไปดำเนินไปได้ (5) การเก็บถาวร (Storage) หมายถึง การเก็บดูแลชิ้นงานอย่างถาวร ซึ่งการเบิกจ่ายควรมีคำสั่งจากผู้เกี่ยวข้อง
  - ❖ แผนผังการไหล (Flow Diagram) จะแสดงแผนผังของบริเวณพื้นที่ที่ทำงานแล้วทำการเขียนเส้นทางการเคลื่อนที่ของสิ่งที่ศึกษา ซึ่งสิ่งที่ศึกษาแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ (1) แผนผังการไหลของคน (Man Type) และ (2) แผนผังการไหลของวัสดุ (Material Type)
  - ❖ แผนภูมิการประกอบชิ้นส่วน (Assembly Process Chart) ใช้แสดงกระบวนการผลิตของงานชิ้นส่วนย่อย ๆ ที่แยกกันทำ และนำมาประกอบกันเข้าเป็นผลิตภัณฑ์โดยเรียงตามลำดับขั้นตอน

ตารางที่ 2.1 สัญลักษณ์ในการเขียนแผนภูมิกระบวนการทำงาน (รัชต์วรรณ กาญจนปัญญาคม, 2528)

สัญลักษณ์	ความหมาย	คำจำกัดความ
	การปฏิบัติงาน (Operation)	1. การเปลี่ยนคุณสมบัติทางเคมีหรือฟิสิกส์ของวัตถุ 2. การประกอบชิ้นส่วน หรือการถอดส่วนประกอบออก 3. การเตรียมวัตถุ เพื่องานขั้นต่อไป 4. การวางแผน การคำนวณ การให้หรือรับคำสั่ง
	การตรวจสอบ (Inspection)	1. ตรวจสอบคุณลักษณะของวัตถุ 2. ตรวจสอบคุณภาพหรือปริมาณ
	การขนถ่าย (Transportation)	1. การเคลื่อนวัตถุจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง 2. คนงานกำลังเดิน 3. มือกำลังเคลื่อน
	การรอ (Delay)	1. การเก็บวัสดุชั่วคราวระหว่างการปฏิบัติงานงาน 2. การคอยเพื่อให้งานขั้นต่อไปเริ่มต้น
	การเก็บถาวร (Storage)	1. การเก็บวัสดุไว้ในสถานที่ถาวร ต้องใช้คำสั่งในการเคลื่อนย้าย 2. การถือไว้ในมือ ใช้เฉพาะในการวิเคราะห์การทำงานของมือ

❖ แผนภูมิกระบวนการกลุ่ม (Gang Process Chart) เป็นการศึกษากิจกรรมการทำงานของกลุ่มคนที่ทำงานร่วมกันเพื่อผลงานเดียวกัน โดยรวมกระบวนการทำงานของแต่ละคนในกลุ่มมาอยู่ในแผนภูมิเดียวกัน

❖ แผนภูมิกิจกรรม (Activity Chart) เขียนแสดงกระบวนการหรือลำดับการทำงานกับเวลาที่ใช้สำหรับกิจกรรมนั้น ๆ ซึ่งจะแสดงการทำงานของคนกับเวลาหรือการทำงานของเครื่องจักรกับเวลาเท่านั้น

❖ แผนภูมิคน-เครื่องจักร (Man-Machine Chart) เป็นการแสดงกิจกรรมในสถานีงานที่มีคนทำงานร่วมกับเครื่องจักร เพื่อดูว่าในรอบการทำงานนั้นมีเวลาว่างเกิดขึ้นกับคนหรือเครื่องจักร แล้วหาทางกำจัดเวลาว่างนั้น

● การวิเคราะห์วิธีการทำงาน (Operation Analysis) เป็นการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวในการทำงานของคนเพื่อหาวิธีการทำงานที่ดีกว่า โดยเครื่องมือที่ใช้ คือ แผนภูมิการปฏิบัติงาน (Operation Chart) หรือแผนภูมิมือซ้าย-มือขวา (Left and Right Hand Chart) เป็นแผนภูมิที่เขียนแสดงการทำงานมือซ้ายและมือขวา และการประยุกต์ใช้หลักการประหยัดการเคลื่อนไหวร่วมกับแผนภูมิการปฏิบัติงาน

● การวิเคราะห์การเคลื่อนไหว (Motion Analysis) เช่น การศึกษาการเคลื่อนไหวอย่างละเอียด (Micromotion Study) เป็นเทคนิคของการบันทึกและจับเวลาการทำงานพร้อม ๆ กัน โดยอาศัยการถ่ายภาพที่มีเครื่องวัดเวลากำกับ

3. การวิเคราะห์วิธีการทำงาน เป็นการตรวจสอบวัตถุประสงค์ของการทำงาน สถานที่การทำงาน ลำดับขั้นตอนการทำงาน ผู้ปฏิบัติงาน วิธีการทำงานในแต่ละขั้นตอน การตรวจสอบวิธีการทำงานสามารถทำได้โดยการใช้เทคนิคตั้งคำถาม 6W–1H เพื่อหาสาเหตุและแนวทางในการปรับปรุงวิธีการทำงาน ได้แก่ What Who When Where Why Which และ How

4. การปรับปรุงวิธีการทำงาน โดยทำการปรับปรุงวิธีการทำงานให้เป็นจริงในทางปฏิบัติ โดยการใช้เทคนิค ECRS ประกอบด้วย (1) เพื่อขจัดงานที่ไม่จำเป็น (Eliminate) (2) เพื่อรวมการปฏิบัติงานเข้าด้วยกัน (Combine) (3) เพื่อเปลี่ยนลำดับขั้นการปฏิบัติงาน (Rearrange) (4) เพื่อให้การปฏิบัติงานที่จำเป็นง่ายขึ้น (Simplify)

5. การเปรียบเทียบวัดผลวิธีการทำงาน โดยทำการเปรียบเทียบวิธีการทำงานก่อนและหลังการปรับปรุง

6. การพัฒนามาตรฐานวิธีการทำงาน โดยทำการพัฒนาวิธีการทำงานที่ปรับปรุงแล้วให้เป็นวิธีการมาตรฐาน เพื่อใช้เป็นแนวปฏิบัติมาตรฐานวิธีการทำงาน

7. การส่งเสริมใช้วิธีการทำงานที่ปรับปรุงแล้ว โดยทำความเข้าใจกับผู้ปฏิบัติงานเพื่อให้ยอมรับการเปลี่ยนแปลงวิธีการทำงาน มีการฝึกอบรมผู้ปฏิบัติงานให้ทำงานตามวิธีการทำงานใหม่

8. การติดตามการใช้วิธีการทำงานที่ปรับปรุงแล้ว เพื่อรักษาสภาพการปฏิบัติตามวิธีใหม่อย่างสม่ำเสมอ โดยทำการตรวจสอบอยู่ตลอดเวลา

2.5 การวัดงาน (Work Measurement)

การวัดงานได้มีการพัฒนามาจาก “การศึกษาเวลา (Time Study)” เป็นการศึกษาเพื่อกำหนดหาเวลาการทำงานที่เป็นมาตรฐาน (Standard Time) ในการทำงานของคนงานที่มีระดับการทำงานที่เหมาะสม ด้วยเงื่อนไขสภาพการทำงานที่พอเหมาะ เพื่อให้ได้ผลงานหนึ่งหน่วย การวัดงานเป็นแนวทางที่ใช้ได้ผลที่สุดในการเพิ่มผลผลิต (วันชัย ริจิรวนิช, 2545)

การวัดงานมีวัตถุประสงค์และประโยชน์ ดังต่อไปนี้

1. ใช้ในการวางแผน จัดตารางการผลิต รวมถึงการจัดกำลังคนและทรัพยากรต่าง ๆ ให้สามารถผลิตผลิตภัณฑ์ได้ตามความต้องการ และในเวลาที่กำหนดการ

2. ใช้ในการคำนวณต้นทุนมาตรฐาน ประมาณค่าใช้จ่าย และจัดเตรียมงบประมาณ ซึ่งเป็นประโยชน์ในการตัดสินใจด้านราคา

3. ใช้ในการในการคำนวณประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักร จำนวนเครื่องจักรที่คนงานสามารถดูแลได้ และจัดสมดุลในสายการผลิต

4. ใช้เป็นพื้นฐานในการกำหนดแผนงานส่งเสริมค่าแรงจูงใจ

5. ใช้ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของวิธีการต่าง ๆ

ขั้นตอนการวัดงานแบ่งออกเป็น 6 ขั้นตอนดังนี้ ซึ่งสามารถเขียนเป็นแผนผังได้ดังรูปที่ 2.2

1. เลือก (Select) งานที่จะทำการศึกษา

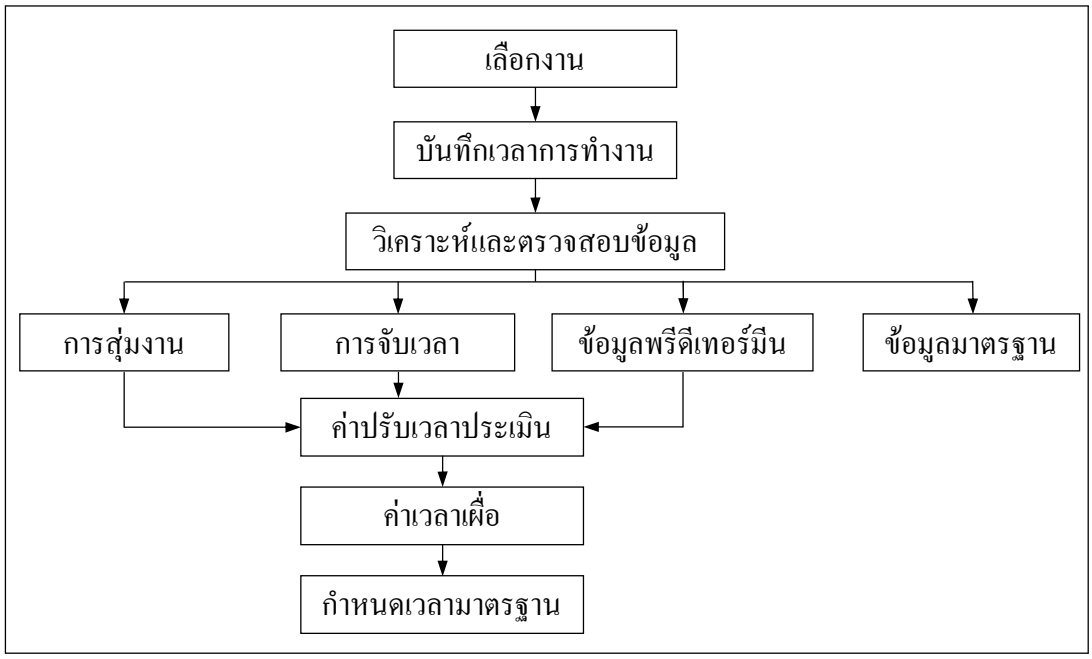
2. บันทึก (Record) ข้อมูลทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่ศึกษา

3. ตรวจตรา (Examine) ทำการวิเคราะห์อย่างละเอียดเพื่อให้ได้วิธีที่ให้ผลดีที่สุด และสามารถแยกงานที่ไร้ประสิทธิภาพออกจากงานที่เกิดประสิทธิภาพ

4. วัด (Measure) ทำการวัดงานที่เกี่ยวข้องในแต่ละส่วน โดยใช้เทคนิคการวัดงานพร้อมทั้งคำนวณหาเวลามาตรฐานของงานนั้น

5. รวบรวม (Compile) ทำการรวมเวลามาตรฐานของการทำงาน ในกรณีที่ใช้เทคนิคการจับเวลาโดยตรง ต้องรวมค่าปรับเวลาประเมินและค่าเวลาเผื่อเข้าไปด้วย เช่น เวลาเผื่อสำหรับธุระส่วนตัว ความล่าช้า เป็นต้น

6. กำหนด (Define) ทำการกำหนดขอบเขตและวิธีการทำงานให้ชัดเจน เพื่อกำหนดเวลามาตรฐานของการทำงานนั้น



รูปที่ 2.2 การวัดผลงาน (วันชัย ริจิรวนิช, 2545)

2.5.1 ประเภทของการวัดงาน

เทคนิคในการวัดงานเพื่อหาเวลามาตรฐาน มีดังต่อไปนี้

1. การจับเวลาโดยตรง (Direct Time Study) เป็นการศึกษาเวลาโดยการใช้เครื่องมือจับเวลาโดยตรงจากการทำงานของพนักงานที่มีการเลือกไว้แล้ว ซึ่งพนักงานที่ได้รับเลือกต้องเป็นพนักงานที่ทำงานนั้นจริง และได้รับการฝึกฝนให้ทำงานในวิธีที่ถูกต้องโดยทำงานในสถานที่การทำงานจริง ทั้งนี้ต้องคำนวณจำนวนครั้งในการจับเวลา จากนั้นนำมาหาเวลาทำงานปกติและเวลามาตรฐานต่อไป

2. การสุ่มงาน (Work Sampling) เป็นการศึกษาเวลาโดยอาศัยหลักการสุ่มตัวอย่างเชิงสถิติ โดยใช้ตัวเลขจากตารางสุ่มแปรเป็นเวลาในการเก็บข้อมูล และใช้ข้อมูลที่ได้จากการเก็บแบบสุ่มสื่อถึงข้อมูลที่เป็นจริง เพื่อให้ได้เวลามาตรฐานการทำงานจริง

3. การใช้การประมาณเวลาล่วงหน้า (Predetermined Motion Time System) หรือการหาเวลาโดยใช้ข้อมูลพรีดีเทอร์มีน (Predetermined Data) เป็นการศึกษาเวลาโดยกำหนดการเคลื่อนไหวส่วนต่าง ๆ ของร่างกายในขณะทำงาน สำหรับเวลาการเคลื่อนไหวนั้นมาจากตารางเวลาของการเคลื่อนที่พื้นฐาน เพื่อให้ได้เวลามาตรฐานการทำงาน ซึ่งการทำงานนั้นยังไม่เกิดขึ้น ระบบการหาเวลาพรีดีเทอร์มีน เช่น ระบบ Work Factor ระบบ MTM

4. การใช้ระบบข้อมูลมาตรฐาน (Standard Data System) หรือข้อมูลเวลาสังเคราะห์ (Synthesis Time Data) เป็นการศึกษาเวลาโดยอาศัยข้อมูลจากอดีต ซึ่งเวลามาตรฐานที่เคยศึกษานั้นถูกใช้เป็นฐานข้อมูลเพื่อหาเวลาการทำงานปกติ โดยไม่มีการจับเวลาแต่อาศัยหลักการทำงานทั่วไป คือ การประกอบงานย่อยที่มีลักษณะคล้าย ๆ กัน เรียกว่า “งานย่อยร่วม” หรือใช้สูตรในการคำนวณเวลา

จากเทคนิคในการวัดงานที่กล่าวมาข้างต้น การวัดงานโดยใช้เทคนิคการจับเวลาการทำงานโดยตรงเป็นที่นิยมใช้กันทั่วไป ทำโดยการจับเวลาในบริเวณพื้นที่การทำงานจริง ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อลักษณะการปฏิบัติงานปกติ แต่ข้อดีของวิธีนี้คือ สามารถมองเห็นลักษณะการทำงานได้อย่างละเอียดและเวลาที่ได้เป็นเวลาที่ทำงานจริง (Barnes, 1980)

2.5.2 ขั้นตอนการศึกษาเวลาการทำงาน

กำหนดงานที่ต้องการจับเวลาแล้วจึงทำการศึกษาเวลาตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. บันทึกข้อมูลทั้งหมดที่จะทำได้ของงานของผู้ปฏิบัติงานและสภาพแวดล้อมการทำงานนั้น ซึ่งมีผลต่อการทำงานชิ้นนั้นทั้งหมด

2. บันทึกวิธีการทำงานทั้งหมดและแบ่งงานใหญ่ออกเป็นงานย่อย ๆ ซึ่งหลักเกณฑ์ในการแบ่งงานย่อย มีดังนี้

- แยกงานระหว่างคนทำงานกับเครื่องจักรทำงานออกจากกัน เนื่องจากเวลาการทำงานของเครื่องจักรนั้นมักคงที่ไม่อยู่ในความควบคุมของคน แต่เวลาที่คนทำงานจะขึ้นอยู่กับผู้ปฏิบัติงาน
- แยกงานที่เกิดประจำออกจากงานที่ทำเป็นครั้งคราว งานย่อยที่เกิดเป็นประจำจะทำให้เปรียบเทียบผลได้ง่าย และงานที่ทำเป็นครั้งคราวจะแยกจับเวลาต่างหาก แล้วนำมาเฉลี่ยรวมเข้าไปภายหลัง
- แยกงานที่จำเป็นและงานที่ไม่จำเป็นออกจากกัน งานที่ไม่จำเป็น คือ ความล่าช้าต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากความผิดพลาดขณะทำงาน จำเป็นต้องแยกออกจากการทำงานปกติ เวลาความล่าช้าที่หลีกเลี่ยงไม่ได้จะนำมารวมภายหลังในรูปของเวลาค่าเผื่อ ส่วนเวลาความล่าช้าที่หลีกเลี่ยงได้จะกำจัดออกโดยวิธีการปรับปรุงงาน
- งานย่อยควรมีระยะเวลาที่สามารถวัดได้ เวลาของงานย่อยควรอยู่ระหว่าง 2.4 – 20 วินาที ถ้างานย่อยมีเวลาสั้นเกินไปให้รวมงานย่อยที่อยู่ติดกันเข้าด้วยกันโดยกำหนดจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดที่ชัดเจน

3. พิจารณางานที่แยกย่อยออก เพื่อทำให้เกิดความมั่นใจว่าจะได้วิธีการทำงานที่เกิดผลดีที่สุดแล้วทำการจับการเวลาการทำงานในแต่ละงานย่อย โดยมีการจับเวลา 2 แบบ คือ

- การจับเวลาแบบต่อเนื่อง (Continuous Timing) คือ การจับเวลาต่อไปเรื่อย ๆ เมื่อสิ้นสุดงานย่อยแรกจึงทำการอ่านค่าโดยไม่หยุดเวลา ซึ่งเวลาของงานย่อยเท่ากับเวลาเริ่มต้นของงานย่อยถัดไปลบด้วยเวลาเริ่มต้นของย่อยก่อนหน้า
- การจับเวลาแบบย้อนกลับ (Repetitive Timing หรือ Snapback Timing) คือ การจับเวลาของแต่ละงานย่อยโดยเริ่มต้นที่ 0 ทุกครั้ง ซึ่งเวลาที่อ่านได้จะเป็นเวลาจริงของงานย่อยนั้น

4. นำข้อมูลเวลาที่ได้มาคำนวณหาจำนวนครั้งในการจับเวลา ซึ่งถือว่าเป็นกระบวนการเก็บตัวอย่างทางสถิติ ซึ่งถ้าจำนวนครั้งในการจับเวลามากเท่าไรก็จะส่งผลให้ความน่าเชื่อถือของข้อมูลมากขึ้นด้วย ในทางสถิติต้องทดลองจับเวลาการทำงานจำนวนหนึ่งก่อน (n) เพื่อหาค่าเวลาของการทำงานมีการกระจายที่มีค่าเฉลี่ย (Mean) เท่ากับ μ และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) เป็น σ ซึ่งในการจับเวลาแต่ละครั้งได้ค่าเวลา (x_i) แสดงดังสมการที่ 2.2 และ 2.3

$$\mu = \sum_{i=1}^{n} \frac{x_i}{n} \qquad (2.2)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \mu)^2}{n}} \qquad (2.3)$$

ทั้งนี้เนื่องจากเป็นการเก็บข้อมูลตัวอย่าง (N) ดังนั้นค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) จึงเป็นค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่าง แทนด้วย $\sigma_{\bar{x}}$ แสดงดังสมการที่ 2.4

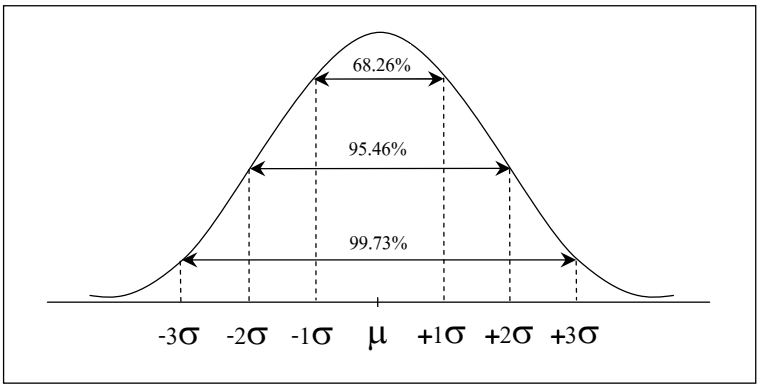
$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{N}} \qquad (2.4)$$

ในการคำนวณหาจำนวนครั้งในการจับเวลาที่เหมาะสมนั้น ขึ้นอยู่กับการกำหนดค่าความคลาดเคลื่อนและระดับความเชื่อมั่น (Confidence Level) ที่ต้องการ แสดงดังรูปที่ 2.3 โดยระดับความเชื่อมั่นมีดังนี้

$\pm 1\sigma$ ระดับความเชื่อมั่น 68.26%

$\pm 2\sigma$ ระดับความเชื่อมั่น 95.46%

$\pm 3\sigma$ ระดับความเชื่อมั่น 99.73%



รูปที่ 2.3 ระดับความเชื่อมั่น (Confidence Level)

ถ้าต้องการระดับความเชื่อมั่น 95% และค่าความคลาดเคลื่อน 5% ซึ่งหมายความว่ามีโอกาสอย่างน้อย 95 จาก 100 ที่ค่าเฉลี่ยของข้อมูลเวลาที่ได้นั้นจะมีความคลาดเคลื่อนไม่เกิน ±5% จากค่าจริง สามารถเขียนได้ดังสมการที่ 2.5

$$2\sigma_{\bar{x}} = 0.05\mu$$

$$2\frac{\sigma}{\sqrt{N}} = 0.05\mu$$

$$N = \left(\frac{2}{0.05}\frac{\sigma}{\mu}\right)^2$$

ถ้ากำหนดให้ k = ตัวประกอบของระดับความเชื่อมั่น

s = ค่าความคลาดเคลื่อน

N = จำนวนครั้งในการจับเวลาที่เหมาะสม

จะได้ว่า $$N = \left(\frac{k}{s}\frac{\sigma}{\mu}\right)^2$$

$$N = \left(\frac{\frac{k}{s}\sqrt{n\sum x_i^2 - \left(\sum x_i\right)^2}}{\sum x_i}\right)^2 \qquad (2.5)$$

5. วัดค่าเวลาโดยนาฬิกาจับเวลาตามจำนวนครั้งที่คำนวณได้ แล้วบันทึกค่าเวลาที่วัดได้ในแต่ละงานย่อย

6. พิจารณาอัตราการทำงานของผู้ปฏิบัติงาน โดยเปรียบเทียบกับมาตรฐานระดับการทำงานปกติ โดยอาศัยหลักการของการประเมิน (Rating)

มาตรฐานการประเมินอัตราการทำงาน (Standard Rating) คือ อัตราการทำงานเฉลี่ยซึ่งคนงานที่เหมาะสมทำงานได้ด้วยวิธีการทำงานที่ถูกต้อง

มาตรฐานความสามารถในการทำงาน (Standard Performance) คือ อัตราการทำงานซึ่งคนงานที่เหมาะสมทำงานได้ โดยไม่ต้องเร่งทำงานเกินกว่าอัตราการทำงานเฉลี่ยที่กระทำได้ในแต่ละวัน โดยที่คนงานนั้นเข้าใจวิธีการทำงานเป็นอย่างดีและพึงพอใจในการทำงานนั้น

ระบบในการประเมินอัตราการทำงานที่นิยมใช้กัน คือ การประเมินความเร็วในการทำงาน (Performance Rating) การประเมินโดยระบบเวสติงเฮาส์ (Westinghouse) การประเมินตามวัตถุประสงค์ (Objective Rating) การประเมินโดยการสังเคราะห์ (Synthetic Rating) และการ

ประเมินตามความชำนาญและความพยายาม (Skill and Effort Rating) ซึ่งการเลือกใช้หลักการการประเมินนั้นขึ้นอยู่กับลักษณะการปฏิบัติงาน

การประเมินอัตราการทำงานระบบเวสติงเฮาส์ (The Westinghouse System) เป็นระบบที่ถูกนำมาใช้ครั้งแรกในบริษัท Westinghouse Electric ในปี ค.ศ. 1927 ระบบนี้พิจารณาปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการทำงาน 4 ปัจจัย คือ ความชำนาญ ความพยายาม ความสม่ำเสมอ และสภาพการทำงาน (ภาคผนวก ก.) มีรายละเอียดดังนี้

1) ความชำนาญ (Skill) คือ ความสามารถในการทำงานตามวิธีที่กำหนด ซึ่งแบ่งเป็น 6 ระดับ คือ แย่ พอใช้ เฉลี่ย ดี ดีมาก และยอดเยี่ยม

2) ความพยายาม (Effort) คือ ความตั้งใจที่จะทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ และประสิทธิผล ซึ่งแบ่งเป็น 6 ระดับ คือ แย่ พอใช้ เฉลี่ย ดี ดีมาก และความพยายามสูงมาก

3) ความสม่ำเสมอ (Consistency) คือ การทำงานด้วยอัตราคงที่ของงานตามขั้นตอนต่าง ๆ ซึ่งแบ่งเป็น 6 ระดับ คือ แย่ พอใช้ เฉลี่ย ดี ดีมาก และสมบูรณ์

4) สภาพการทำงาน (Conditions) คือ สภาพแวดล้อมในการทำงานที่มีผลต่อการทำงานของคนงาน ซึ่งรวมถึงอุณหภูมิ การถ่ายเทอากาศ แสงสว่างและเสียง ซึ่งแบ่งเป็น 6 ระดับ คือ แย่ พอใช้ เฉลี่ย ดี ดีมาก และดีเยี่ยม

7. เปลี่ยนเวลาที่จับได้ (Observed Time) เป็นเวลาการทำงานปกติ (Normal Time) สามารถหาค่าเวลาการทำงานปกติ โดยใช้สมการที่ 2.6

$$\text{เวลาการทำงานปกติ} = \text{เวลาการทำงานที่จับได้} \times \left(\frac{\text{อัตราการทำงาน}}{100}\right) \qquad (2.6)$$

8. พิจารณาค่าเวลาเผื่อ (Allowance Time) หลังจากคำนวณเวลาการทำงานปกติได้แล้วจะต้องนำมารวมกับค่าเวลาเผื่อ จึงจะได้ค่าเวลามาตรฐานการทำงานนั้น ค่าเวลาเผื่อที่เพิ่มเข้าไปในเวลาการทำงานปกตินั้นก็เพื่อให้คนงานมีเวลาในการฟื้นตัวจากสภาพเหนื่อยล้าทางร่างกายและจิตใจขณะทำงาน การกำหนดค่าเวลาเผื่อแสดงในภาคผนวก ข. ซึ่งแบ่งค่าเวลาเผื่อออกเป็น 3 ประเภท คือ

- เวลาเผื่อคงที่ (Constant Allowances) เป็นเวลาที่ต้องเพิ่มให้กับพนักงานที่ทำงาน ได้แก่ เวลาเผื่อกิจส่วนตัว (Personal Allowance) ซึ่งการกำหนดเวลาเผื่อนี้ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมและลักษณะของงาน โดยทั่วไปแล้วเวลาเผื่อกิจส่วนตัวกำหนดไว้ที่ 5% ของเวลาทำงานปกติ นอกจากนี้ยังมีเวลาเผื่อความเมื่อยล้า (Fatigue Allowance) ซึ่งใช้กับงานที่ทำให้เกิดความเมื่อยล้าได้ง่าย โดยงานทั่วไปที่เป็นลักษณะงานเบาเวลาเผื่อความเมื่อยล้ากำหนดไว้ที่ 4%

ของเวลาการทำงานปกติ ในขณะที่งานหนักเวลาเผื่อความเมื่อยล้าจะมากกว่า 4% เนื่องจากต้องให้เวลาสำหรับการพักเหนื่อยมากขึ้น

- เวลาเผื่อผันแปร (Variable Allowances) เป็นเวลาเผื่อสำหรับความเครียดและสิ่งแวดล้อม เช่น ค่าเผื่อเวลาการทำงานในลักษณะยืน ค่าเผื่อเวลาการใช้แรง ค่าเผื่อสำหรับพื้นที่ที่มีแสง เสียงหรือบรรยากาศที่แตกต่างกัน เป็นต้น แม้ว่าจะเป็นงานชนิดเดียวกันเมื่ออยู่ในสภาพแวดล้อมที่ต่างกันค่าเวลาเผื่อที่เพิ่มเข้าไปในเวลาการทำงานปกติย่อมแตกต่างกันด้วย
- เวลาเผื่อพิเศษ (Special Allowances) เป็นค่าเวลาเผื่อสำหรับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นขณะทำงาน ประกอบด้วย (1) ค่าเผื่อความล่าช้าที่หลีกเลี่ยงได้ (Avoidable Delays) ส่วนใหญ่มาจากการทำงาน เช่น การหยุดชะงักของการผลิตเนื่องจากเปลี่ยนเครื่องมือ เครื่องจักร (2) ค่าเผื่อความล่าช้าที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ (Unavoidable Delays) เป็นเหตุการณ์สุดวิสัยไม่สามารถคาดเดาได้ว่าจะเกิดขึ้น เช่น เครื่องจักรเสีย สภาพภูมิอากาศไม่ดี การขัดจังหวะการทำงานจากหัวหน้างาน (3) ค่าเผื่อเสริม (Extra Allowances) เป็นการเผื่อสำหรับเงื่อนไขพิเศษ เช่น การใส่น้ำมันเครื่องจักร การทำความสะอาดสถานีงาน การใช้เวลามากขึ้นในการขนย้ายวัสดุเนื่องจากรถยกเสีย และ (4) ค่าเผื่อนโยบาย (Policy Allowances) ซึ่งเป็นค่าเผื่อที่ผู้บริหารเป็นผู้กำหนด เช่น ความสามารถในการทำงานที่แตกต่างกัน เนื่องจากพิการทางสายตา หรือการได้ยิน

9. คำนวณหาเวลามาตรฐาน (Standard Time) สำหรับงานนั้น เมื่อทราบค่าเวลาทำงานปกติและค่าเวลาเผื่อ สามารถคำนวณค่าเวลามาตรฐานของการทำงานได้โดยใช้สมการที่ 2.7

$$\text{เวลามาตรฐาน} = \text{เวลาทำงานปกติ} + (\text{เวลาทำงานปกติ} \times \% \text{ ค่าเวลาเผื่อ}) \qquad (2.7)$$

2.6 การประเมินความหนักของภาระงาน (Workload Assessment)

การประเมินความหนักของภาระงาน เป็นการศึกษาการทำงานของอวัยวะภายในร่างกายมนุษย์ที่เกี่ยวข้องกับภาระงานของกล้ามเนื้อที่เกิดขึ้นในขณะปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ การทำงานของมนุษย์ในกรณีใด ๆ ก็ตาม ต้องไม่ส่งผลต่อความล้าสะสมมากเกินไป เมื่อสิ้นสุดการทำงานในแต่ละวันร่างกายสามารถพักฟื้นจากความล้าเหล่านั้นได้ (นริศ เจริญพร, 2543) การประเมินความหนักของภาระงานนั้นทำได้โดยการวัดประสิทธิภาพการตอบสนองทางสรีรวิทยาและจิตวิทยาของคนงาน อาทิเช่น วัดอัตราการเต้นของหัวใจหรือวัดค่าออกซิเจนที่ใช้ในการทำงาน กล่าวคือเมื่อทำงานในอัตราเร็วเพิ่มขึ้น จะส่งผลให้หัวใจเต้นเร็วขึ้นและความต้องการออกซิเจนเพื่อใช้ในการสร้างพลังงานก็มากขึ้นด้วย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับภาระความหนักเบาของงานที่ได้รับนั่นเอง ซึ่งการประเมินดังกล่าวเป็นการวัดประสิทธิภาพการทำงานในเชิงการยศาสตร์

2.6.1 การตอบสนองทางสรีรวิทยาและจิตวิทยา

การตอบสนองของร่างกายทางสรีระและจิตวิทยาต่อภาระงานที่เกิดขึ้นเมื่อร่างกายต้องทำกิจกรรมต่าง ๆ จะเกี่ยวข้องโดยตรงกับระบบกล้ามเนื้อและกระดูกกับระบบหลอดเลือดและหัวใจ แรงกล้ามเนื้อจะรับภาระงานทางกายภาพ เช่น การเคลื่อนย้ายสิ่งของจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง กล้ามเนื้อต้องใช้พลังงานในการหดตัวและยืดตัวเพื่อรับภาระงาน ซึ่งการสร้างพลังงานนี้ทำให้ระบบหลอดเลือดและหัวใจต้องรับภาระ กล่าวคือ หัวใจต้องสูบฉีดโลหิตเร็วขึ้นและในปริมาณที่มากขึ้น เพื่อส่งออกซิเจนไปหล่อเลี้ยงกล้ามเนื้อที่ทำงานอยู่ ส่งผลให้อัตราการหายใจเพิ่มขึ้นเพื่อเพิ่มปริมาณออกซิเจนในเลือด ซึ่งการตอบสนองนี้จะแปรผันโดยตรงกับความหนักเบาของภาระงานการประเมินภาระงานทางสรีรวิทยาและจิตวิทยา จึงอยู่ในรูปของการตอบสนอง (ตารางที่ 2.2) เช่น อัตราการหายใจ อัตราการเต้นของหัวใจ อัตราการใช้ออกซิเจน ความดันโลหิต อุณหภูมิร่างกาย ความเข้มข้นของสารละลายในน้ำลาย เลือดหรือปัสสาวะ เป็นต้น (กิตติ อินทรานนท์, 2548)

ตารางที่ 2.2 การวัดการตอบสนองทางสรีรวิทยาและจิตวิทยา (กิตติ อินทรานนท์, 2548)

ปัจจัยที่ส่งผลกระทบ	ตัวแปรตอบสนอง
ด้านกายภาพ	การเต้นของหัวใจ
	ความดันโลหิต
	ปริมาณการใช้ออกซิเจน
	ปริมาตรอากาศที่หายใจเข้า
	คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ
	การวัดจิตฟิสิกส์ ความหนักเบาของงาน
ด้านสภาพแวดล้อม	การเต้นของหัวใจ
	ปริมาณการใช้ออกซิเจน
	อุณหภูมิของร่างกาย
	การวัดจิตฟิสิกส์ ความหนักเบาของงาน
	การวัดความละเอียดของการเห็น ความล้า
ด้านจิตภาพ	การเต้นของหัวใจ
	ความดันโลหิต
	การวัดจิตฟิสิกส์ ความหนักเบาของงาน
	การวัดความละเอียดของการเห็น ความล้า

จากตารางที่ 2.2 แสดงตัวแปรตอบสนองที่ใช้ในการประเมินภาระงาน จะเห็นได้ว่าการวัดอัตราการเต้นของหัวใจและการวัดความหนักเบาของงานเป็นตัวแปรที่ใช้มากที่สุด ในการประเมินปัจจัยที่ส่งผลกระทบทั้งหมด ซึ่งการวัดอัตราการเต้นของหัวใจเป็นวิธีที่นิยมใช้กันเนื่องจากมีความสะดวก วัดได้ง่ายและอุปกรณ์เครื่องมือมีราคาไม่แพง ทั้งนี้ในขณะวัดต้องคำนึงถึงปัจจัยภายนอกที่อาจส่งผลกระทบต่ออารมณ์ของผู้ปฏิบัติงานด้วย เช่น ความตื่นเต้น ดีใจหรือตกใจ ส่วนการวัดความหนักเบาของงาน หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า “วิธีจิตพิสัย” ทำได้โดยการสอบถามระดับความเหนื่อยล้าของผู้ปฏิบัติงาน ซึ่งใช้หลักการให้คะแนนของ Borg เรียกว่า “การจัดอันดับการรับรู้ภาระงาน”(Rating of Perceived Exertion Scale, RPE)

การวัดระดับของภาระงานนั้นทำได้ยาก จึงทำการวัดการตอบสนองของร่างกายเมื่อรับภาระงานแทน (Grandjean, 1988) มี 3 วิธี คือ (1) การสอบถามความเห็นของผู้ปฏิบัติงานในเรื่องระดับของภาระงานที่ผู้ปฏิบัติงานได้รับ โดยใช้แบบสอบถาม (2) การทดสอบการทำงานคู่ขนานโดยให้ทำงานทั้งสองงานพร้อม ๆ กัน งานหนึ่งเป็นงานหลักมีความสำคัญมากกว่าอีกงานหนึ่ง จากนั้นเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการทำงานทั้งสองงานนั้น และ (3) การวัดทางจิตสรีรวิทยา เป็นการใช้เครื่องมือในการวัดอัตราการเต้นของหัวใจ ความดันโลหิต คลื่นไฟฟ้าในสมอง ซึ่งผลจากการวัดนี้ถือว่าเป็นดัชนีในการประเมินความหนักของภาระงานได้

2.6.2 อัตราการเต้นของหัวใจ

หัวใจเป็นอวัยวะที่ทำหน้าที่สูบฉีดเลือดตลอดเวลา มีการบีบตัวและคลายตัวสลับกันเพื่อให้มีกระแสเลือดหมุนเวียนทั่วร่างกายอย่างต่อเนื่อง การบีบตัวของหัวใจนั้นทำให้แรงดันในหลอดเลือดสูงขึ้นและเมื่อคลายตัวแรงดันจะต่ำลง แรงดันนี้ส่งผลให้หลอดเลือดแดงเกิดการขยายตัวและหดตัวสลับกัน ทำให้เกิดวงจรที่เรียกว่า “วงจรการเต้นของหัวใจ” การเต้นของหัวใจ 1 ครั้งแบ่งออกเป็น 2 จังหวะ คือ (1) จังหวะการบีบตัว (Systole) และ (2) จังหวะการคลายตัว (Diastole) โดยปกติอัตราการเต้นของหัวใจของคนปกติเต้นด้วยจังหวะที่สม่ำเสมอประมาณ 60-100 ครั้งต่อนาที อัตราการเต้นเฉลี่ยอยู่ที่ 72 ครั้งต่อนาที

อัตราการเต้นของหัวใจของแต่ละคนนั้นแตกต่างกันขึ้นอยู่กับสภาวะร่างกาย โดยปกติอัตราการเต้นของหัวใจในเพศชายจะสูงกว่าเพศหญิง ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของอัตราการเต้นของหัวใจ คือ การทำงานในสภาพที่ร้อนมีอุณหภูมิสูงและการใช้แรงของกล้ามเนื้อในภาวะสถิตมากขึ้น (นริศ เจริญพร, 2543)

2.6.3 การประเมินความหนักของภาระงานโดยใช้อัตราการเต้นของหัวใจ

การศึกษาอัตราการเต้นของหัวใจเพื่อเป็นดัชนีในการบ่งชี้ความหนักของภาระงานมีวิธีดังนี้ คือ วัดอัตราการเต้นของหัวใจหลังจากหยุดงานแล้ว 3 ครั้ง ครั้งละ 30 วินาที (ตารางที่ 2.3) คือ ครั้งที่ 1 วัดอัตราการเต้นของหัวใจในระหว่างวินาทีที่ 30 ถึงวินาทีที่ 60 หลังจากหยุดงาน

ครั้งที่ 2 วัดอัตราการเต้นของหัวใจในระหว่างวินาทีที่ 90 ถึงวินาทีที่ 120 หลังจากหยุดงาน และครั้งที่ 3 วัดอัตราการเต้นของหัวใจในระหว่างวินาทีที่ 150 ถึงวินาทีที่ 180 หลังจากหยุดงาน จากนั้นทำการเทียบให้เป็นอัตราการเต้นของหัวใจต่อนาทีโดยนำจำนวนครั้งในการเต้นของหัวใจที่วัดได้คูณด้วยสอง เช่น นำเอาอัตราการเต้นของหัวใจที่วัดได้ในระหว่างวินาทีที่ 30 ถึงวินาทีที่ 60 หลังจากหยุดงานคูณด้วยสอง จะได้เป็นค่า P_1 จากนั้นทำการประเมินความหนักของภาระงานตามเกณฑ์ของ Brouha (นริศ เจริญพร, 2543)

Brouha (1967) ได้ให้เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินภาระงานและความล้า ซึ่งพิจารณาจากพื้นฐานการทำงานของหัวใจ โดยพิจารณาจากอัตราการเต้นของหัวใจขณะพักหลังจากทำงานที่ระดับภาระงานหนึ่ง คือ การทำงานมีภาระงานอยู่ในระดับปกติ ถ้าอัตราการเต้นหัวใจที่วัดได้หลังจากการหยุดพักควรมีค่าน้อยกว่า 90 ครั้งต่อนาที ($P_1, P_2, P_3 \leq 90$) และค่าความแตกต่างระหว่าง $P_1 - P_3$ ไม่น้อยกว่า 10 ครั้งต่อนาที แต่ถ้าการทำงานนั้นหนักเกินไป และส่งผลต่อความล้าสะสมภายในร่างกาย ค่าของ $P_1 - P_3$ จะน้อยกว่า 10 ครั้งต่อนาที และค่าของ P_3 มากกว่า 90 ครั้งต่อนาที ดังแสดงในตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.3 อัตราการเต้นของหัวใจขณะพักหลังจากการทำงานที่ระดับภาระหนึ่ง ๆ

อัตราการเต้นของหัวใจ	ระยะเวลาหลังจากหยุดงาน
P_1	วินาทีที่ 30 - 60
P_2	วินาทีที่ 90 - 120
P_3	วินาทีที่ 150 - 180

ตารางที่ 2.4 การประเมินภาระงานและความล้าตามเกณฑ์ของ Brouha (กิตติ อินทรานนท์, 2548)

สภาพของร่างกาย	เกณฑ์ในการประเมิน
เกณฑ์ปกติ ไม่มีภาระงานหนัก	$P_1 - P_3 \geq 10$ ครั้งต่อนาที และ $P_1, P_2, P_3 \leq 90$ ครั้งต่อนาที
เกณฑ์ปานกลาง มีภาระงาน ร่างกายฟื้นตัวกลับไม่ทัน	$P_1 - P_3 < 10$ ครั้งต่อนาที และ $P_3 > 90$ ครั้งต่อนาที
เกณฑ์หนักมาก ภาระงานหนักมาก อัตราการเต้นของหัวใจสูงขึ้นขณะ	$P_3 > 90$ ครั้งต่อนาที และ $P_1 - P_3 \leq -10$ ครั้งต่อนาที
เกณฑ์ทำงานได้ตลอดวัน ภาระงานปกติ ไม่มีความล้าสะสม	$P_1 \leq 110$ ครั้งต่อนาที และ $P_1 - P_3 \geq 10$ ครั้งต่อนาที

Fuller and Smith (1981) ได้ศึกษาอัตราการเต้นของหัวใจขณะพักและปรับปรุงเกณฑ์การประเมินภาระงานและความล้าของ Brouha ใหม่ ซึ่งแสดงดังตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 การประเมินภาระงานและความล้าตามเกณฑ์ของ Brouha ที่ปรับปรุงใหม่ (NIOSH, 1986)

สภาพของร่างกาย	เกณฑ์ในการประเมิน
เกณฑ์ปกติ ไม่มีภาระงานหนัก	$P_3 \leq 90$ ครั้งต่อนาที
เกณฑ์ปานกลาง มีภาระงาน	$P_1 - P_3 \approx 10$ ครั้งต่อนาที และ $P_3 \approx 90$ ครั้งต่อนาที
เกณฑ์หนักมาก ควรมีการปรับปรุงแก้ไขการทำงาน	$P_3 > 90$ ครั้งต่อนาที และ $P_1 - P_3 < 10$ ครั้งต่อนาที

2.6.4 ความล้า (Fatigue)

ความล้า หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า “ความเหนื่อยล้า” หมายถึง การรับรู้ของบุคคลถึงอาการความรู้สึกอ่อนเพลีย อ่อนแรง ซึ่งส่งผลทำให้ความสามารถในการทำงานทั้งทางด้านร่างกายและจิตใจลดลง ความล้าแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ (1) ความล้าจากกล้ามเนื้อ (Muscular Fatigue) ซึ่งเกิดจากการที่กล้ามเนื้อออกแรงมากเกินไปและเกิดขึ้นเฉพาะแห่ง (2) ความล้ากายภาพ (Physical Fatigue) เกิดจากการที่ร่างกายรับภาระจากงานและสิ่งแวดล้อมที่มากเกินไป เป็นการตอบสนองจากระบบหลอดเลือดและหัวใจของร่างกาย และ (3) ความล้าทั่วไป (General Fatigue) เป็นความรู้สึกที่เกิดขึ้นควบคู่กับอาการอ่อนเพลีย หดหู่ ท้อแท้ ทำให้สูญเสียสมาธิในการทำกิจกรรมใด ๆ

2.6.5 การประเมินความหนักของภาระงาน โดยวิธีจิตพิสัย

การวัดความหนักเบาของภาระงานใช้หลักการให้คะแนนของ Borg เรียกว่า การจัดอันดับการรับรู้ภาระงาน (Rating of Perceived Exertion Scale, RPE) Gunnar Borg (1982) ได้สร้างสเกลระดับคะแนนสำหรับการตรวจสอบความหนักของงานขณะผู้ปฏิบัติงานทำงาน โดยมีสเกลคะแนนอยู่ในช่วง 6-20 แบ่งออกเป็นช่วงคะแนนระหว่าง 6-9 หมายถึง งานเบา-เบามาก ช่วงคะแนนระหว่าง 10-13 หมายถึง งานค่อนข้างหนัก ช่วงคะแนนระหว่าง 14-20 หมายถึง งานหนัก-หนักมาก American College of Sport Medicine (1986) ได้ทำการปรับสเกลระดับคะแนนการรับรู้ภาระงานให้อยู่ในช่วง 0-10 โดยคะแนน 0 หมายถึง ไม่รู้สึกหนัก ในขณะที่คะแนน 10 หมายถึง หนักมาก ๆ (เกือบมากที่สุด) ดังแสดงในตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.6 การเปรียบเทียบสเกลระดับคะแนนการรับรู้ภาระงานของเดิมและการปรับใหม่ของ Borg (Powers and Howley, 1994)

สเกลระดับคะแนนของเดิม		สเกลระดับคะแนนปรับใหม่	
6	สบาย	0	ไม่รู้สึกหนัก
7	เบาสุด	0.5	เบามาก ๆ
8		1	เบามาก
9	เบามาก	2	เบา
10		3	ปานกลาง
11		4	ค่อนข้างหนัก
12		5	หนัก
13	ค่อนข้างหนัก	6	
14		7	หนักมาก
15	หนัก	8	
16		9	
17	หนักมาก	10	หนักมาก ๆ (เกือบมากที่สุด)
18			
19	หนักมากสุด		
20			

การจัดอันดับการรับรู้ภาระงานของ Borg เป็นที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในงานวิจัยที่ต้องการประเมินความหนักของงานที่มีลักษณะแตกต่างกันไป เช่น การเปรียบเทียบความหนักของโปรแกรมการออกกำลังกาย (Williams and Eston, 1989) การเปรียบเทียบการฟื้นฟูสมรรถนะทางกายของคนไข้ที่มีภาวะหลอดเลือดสมองตีบ (Crosbie et al., 2004) การเปรียบเทียบระดับขีดสุดแบบไม่ใช้ออกซิเจนในขณะออกกำลังกาย (Solberg et al., 2005)

2.7 การวิเคราะห์ข้อมูล

วิธีการที่ใช้ในการเปรียบเทียบข้อมูลจากการทดลองอย่างง่าย แบ่งออกเป็น 3 วิธี คือ

1. การสำรวจข้อมูลเบื้องต้น (Exploratory Data Analysis) เป็นกระบวนการทางสถิติเชิงพรรณนา ทำได้ด้วยการนำกราฟเข้ามาช่วยในการนำเสนอข้อมูล โดยการวิเคราะห์กราฟหรือตาราง ซึ่งอาศัยหลักการวิเคราะห์เบื้องต้น 4 ประการ คือ (1) ค่ากลางของข้อมูล (2) การกระจาย (3) รูปร่างลักษณะการแจกแจง และ (4) ข้อมูลที่ผิดปกติ โดยกราฟที่นิยมใช้ เช่น ฮีสโตแกรม แผนภูมิก้านและใบ แผนภาพจุด และแผนภาพกล่อง เป็นต้น

2. การทดสอบสมมติฐาน (Hypothesis Testing) เป็นวิธีการทดสอบเพื่อหาข้อสรุปทางสถิติ โดยค่าสถิติที่พิจารณา คือ ค่าเฉลี่ย (μ) และค่าความแปรปรวน (σ^2) ซึ่งแปรผันโดยตรงกับค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ) เป็นค่าที่ใช้อธิบายการกระจายของข้อมูล ในการทดสอบสมมติฐานนั้นจะต้องกำหนดข้อสมมติเป็น 2 ข้อ คือ (1) สมมติฐานหลัก (Null Hypothesis: H_0) เป็นข้อสมมติที่ต้องการพิสูจน์ว่าเป็นเท็จหรือต้องการที่จะปฏิเสธข้อความนั้น และ (2) สมมติฐานรอง (Alternate Hypothesis: H_1) เป็นข้อสมมติที่ต้องการพิสูจน์ว่าเป็นจริงหรือต้องการที่จะยอมรับข้อความนั้น สำหรับวิธีการในการทดสอบสมมติฐานจะต้องกำหนดระดับการทดสอบ หรือระดับนัยสำคัญ (Significance Level) หรือพิจารณาค่าความผิดพลาดในการทดสอบ ซึ่งแบ่งได้ 2 กลุ่ม คือ (ก) ค่าความผิดพลาดประเภทที่ 1 (Type I Error: α) คือ โอกาสที่ผลสรุปจากการทดสอบสมมติฐานยืนยันการปฏิเสธข้อความในสมมติฐานหลัก (H_0) และ (ข) ค่าความผิดพลาดประเภทที่ 2 (Type II Error: β) คือ โอกาสที่ผลสรุปจากการทดสอบสมมติฐานไม่สามารถปฏิเสธข้อความในสมมติฐานหลักได้ นั่นคือสมมติฐานรอง (H_1) ถูกต้อง

บริเวณวิกฤตหรือบริเวณปฏิเสธ H_0 คือ บริเวณที่มีพื้นที่รวมเท่ากับ α และตำแหน่งของบริเวณบนการแจกแจงสถิติที่ใช้ทดสอบระบุตามเครื่องหมายในสมมติฐานรอง (H_1) ซึ่งแสดงดังรูปที่ 2.4 ดังนี้

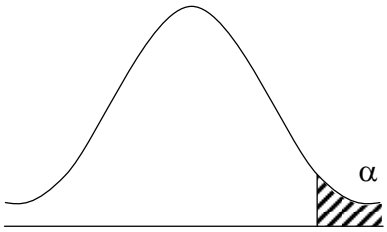
- สมมติฐานรอง (H_1) มีเครื่องหมาย “ $>$ ” พื้นที่บริเวณปฏิเสธ H_0 จะอยู่ทางด้านขวา และมีพื้นที่เท่ากับ α
- สมมติฐานรอง (H_1) มีเครื่องหมาย “ $<$ ” พื้นที่บริเวณปฏิเสธ H_0 จะอยู่ทางด้านซ้าย และมีพื้นที่เท่ากับ α
- สมมติฐานรอง (H_1) มีเครื่องหมาย “ $\neq$ ” พื้นที่บริเวณปฏิเสธ H_0 จะอยู่ทางด้านขวาและด้านซ้าย และแต่ละด้านมีพื้นที่เท่ากับ $\alpha/2$

ค่าที่เป็นตัวแบ่งบริเวณปฏิเสธ H_0 และบริเวณที่ปฏิเสธ H_0 ไม่ได้ คือ “ค่าวิกฤต” (Critical Value) ซึ่งได้จากการเปิดตารางของตัวทดสอบนั้น ๆ แต่ถ้าใช้โปรแกรมสำเร็จรูป เช่น โปรแกรม Mititab จะใช้ค่า P-Value เป็นตัวช่วยในการตัดสินใจ

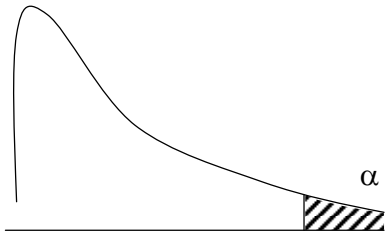
การทดสอบทางเดียว (One-Sided Test)

1) H_0 : $\theta \geq \theta_o$

H_1 : $\theta > \theta_o$



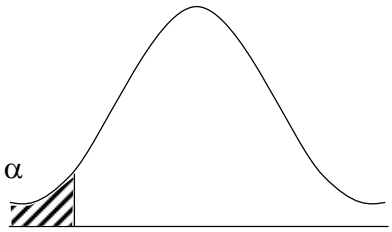
ก. กรณีทดสอบค่าเฉลี่ย



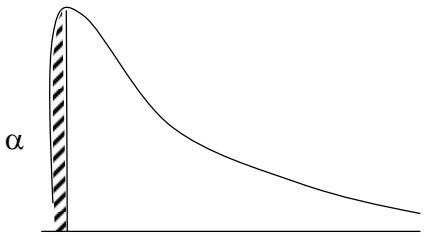
ข. กรณีทดสอบค่าความแปรปรวน

2) H_0 : $\theta \geq \theta_o$

H_1 : $\theta < \theta_o$



ค. กรณีทดสอบค่าเฉลี่ย

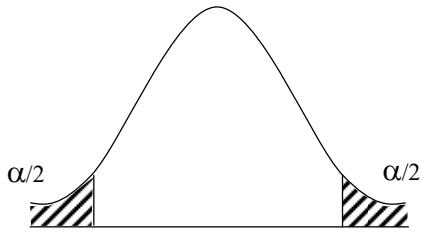


ง. กรณีทดสอบค่าความแปรปรวน

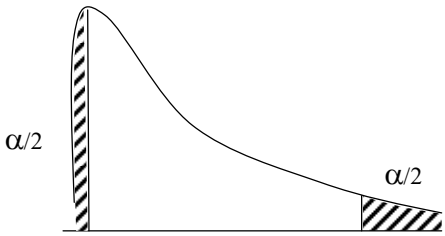
การทดสอบสองทาง (Two-Sided Test)

H_0 : $\theta = \theta_o$

H_1 : $\theta \neq \theta_o$



จ. กรณีทดสอบค่าเฉลี่ย



ฉ. กรณีทดสอบค่าความแปรปรวน

รูปที่ 2.4 พื้นที่บริเวณปฏิเสธ H_0 (Rejection Region)

P-Value คือ ระดับนัยสำคัญที่น้อยที่สุดหรือโอกาสที่น้อยที่สุดที่จะสามารถปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0) ได้ เมื่อค่า P-Value $< \alpha$ โดยทั่วไปค่า α ที่นิยมใช้ คือ 5% หรือ 0.05 แต่ตามความเป็นจริงแล้วค่า α สามารถใช้ได้ในช่วง 1% ถึง 10% หรือมีระดับความเชื่อมั่นไม่ต่ำกว่า 90% ในขณะที่ 1 – (P-Value) คือ ระดับความเชื่อมั่นที่แท้จริงของการทดสอบสมมติฐานนั้น ๆ

3. การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance: ANOVA) เป็นวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการออกแบบการทดลอง ซึ่งเป็นการทดสอบเพื่อหาข้อสรุปทางสถิติเกี่ยวกับค่าเฉลี่ยของระบบในกรณีศึกษาเปรียบเทียบกลุ่มตัวอย่างตั้งแต่ 2 กลุ่มขึ้นไป และต้องการทำการทดสอบเพียงครั้งเดียว โดยมีพื้นฐานมาจากการวิเคราะห์ที่มาของสาเหตุ แหล่งที่ก่อให้เกิดความแตกต่างของค่าตอบสนอง (Responses) หรือค่าผลลัพธ์ลักษณะทางคุณภาพที่ต้องการควบคุม

ในการวิเคราะห์จะแยกสาเหตุของความแตกต่างออกเป็น 2 ส่วนหลัก ๆ คือ

- ความแตกต่างที่สามารถอธิบายได้ (Explained Variation) คือ ความแตกต่างหรือการเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากปัจจัย (Factor) หรือวิธีปฏิบัติ (Treatment) ที่ใช้ในการออกแบบการทดลอง
- ความแตกต่างที่ไม่สามารถอธิบายได้ (Unexplained Variation) คือ ความแตกต่างหรือการเปลี่ยนแปลงที่ไม่สามารถอธิบายได้ ทั้งนี้อาจเกิดจากกรณีที่ผู้ศึกษาทราบถึงปัจจัยที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลง แต่ไม่สามารถควบคุมได้ในการทดลอง (Noise Factors) ซึ่งจะกล่าวถึงความแตกต่างนี้ในรูปของความผิดพลาดหรือส่วนที่ยังไม่สามารถอธิบายได้ (Error or Residuals)

ความแตกต่างจากสาเหตุหลักทั้งสองนี้ สามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าตอบสนอง ปัจจัย และความผิดพลาดตามรูปแบบการทดลอง ได้ดังสมการต่อไปนี้

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij} \tag{2.8}$$

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij} \tag{2.9}$$

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + (\tau\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk} \tag{2.10}$$

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + (\tau\beta)_{ij} + \gamma_k + (\tau\gamma)_{ik} + (\beta\gamma)_{jk} + (\tau\beta\gamma)_{ijk} + \varepsilon_{ijkl} \tag{2.11}$$

โดยที่ Y = ค่าตอบสนอง

μ = ค่าเฉลี่ยรวม

τ_i = ผลกระทบจากปัจจัยที่ 1 ระดับที่ i ; i = 1, 2, 3,…,a

β_j = ผลกระทบจากปัจจัยที่ 2 ระดับที่ j ; j = 1, 2, 3,…,b

γ_k = ผลกระทบจากปัจจัยที่ 3 ระดับที่ k ; k = 1, 2, 3,…,c

$(\tau\beta)_{ij}$ = ผลกระทบร่วม (Interaction) ระหว่างปัจจัยที่ 1 ระดับที่ i และปัจจัยที่ 2 ระดับที่ j

$(\tau\gamma)_{ik}$ = ผลกระทบร่วม (Interaction) ระหว่างปัจจัยที่ 1 ระดับที่ i และปัจจัยที่ 3 ระดับที่ k

$(\beta\gamma)_{jk}$ = ผลกระทบร่วม (Interaction) ระหว่างปัจจัยที่ 2 ระดับที่ j และปัจจัยที่ 3 ระดับที่ k

$(\tau\beta\gamma)_{ijk}$ = ผลกระทบร่วม (Interaction) ระหว่างปัจจัยที่ 1 ระดับที่ i ปัจจัยที่ 2 ระดับที่ j และ ปัจจัยที่ 3 ระดับที่ k

$\varepsilon_{ij..}$ = ความผิดพลาดหรือส่วนที่ยังไม่สามารถอธิบายได้ (Error or Residuals)

ซึ่งสามารถอธิบายสมการข้างต้นได้ว่า

สมการที่ 2.8 คือ สมการต้นแบบกรณีการออกแบบการทดลองที่ทราบว่ามีปัจจัยที่คาดว่าจะมีผลเพียง 1 ปัจจัย ศึกษาทั้งหมด a ระดับ เรียกว่า “การออกแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์” หรือ “การจำแนกทางเดียว” (Complete Randomized Design; CRD or One-Way ANOVA)

สมการที่ 2.9 คือ สมการต้นแบบกรณีการออกแบบการทดลองที่มีปัจจัยศึกษา 2 ปัจจัย คือ ปัจจัยวิธีปฏิบัติ (Treatment) และปัจจัยกลุ่ม (Block) เรียกว่า “การออกแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ในแต่ละกลุ่ม” หรือ “การจำแนกสองทาง” (Complete Randomized Block Design; RBD or Two-Way ANOVA)

สมการที่ 2.10 และ 2.11 คือ สมการต้นแบบกรณีการออกแบบการทดลองที่มีหลายปัจจัย (≥ 2 ปัจจัย) และสนใจศึกษาผลกระทบร่วม ซึ่งสมการที่ 2.10 กรณีศึกษา 2 ปัจจัย และสมการที่ 2.11 กรณีศึกษา 3 ปัจจัย แผนการทดลองนี้ เรียกว่า “การทดลองแบบแฟคทอเรียล” (Factorial Experiment)

ข้อสมมติฐานที่สำคัญในการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Assumption of ANOVA) ในการวิเคราะห์ความแปรปรวนจะสามารถทำได้ และรูปแบบสมการต้นแบบจะเหมาะสมก็ต่อเมื่อข้อสมมติฐานทั้ง 4 ข้อนี้เป็นจริง คือ

(1) ข้อมูลหรือข้อผิดพลาด (ε) มีการแจกแจงปกติ

(2) $E(\varepsilon_{ij}) = 0$ (ค่าเฉลี่ยของค่าความผิดพลาดมีค่าเท่ากับศูนย์)

(3) $V(\varepsilon_{ij}) = \sigma^2$ (ความแปรปรวนของค่าความผิดพลาดคงที่)

(4) ค่าความผิดพลาดเป็นอิสระต่อกัน ($Cov(\varepsilon_i, \varepsilon_j) = 0$)

ซึ่งสามารถตรวจสอบความถูกต้องของสมมติฐานได้ดังนี้

กรณีตรวจสอบสมมติฐานที่ (1) ใช้กราฟความน่าจะเป็นของการแจกแจงปกติ (Normal Probability Plot) ถ้ากราฟมีแนวโน้มเป็นเส้นตรง สรุปได้ว่าค่าความผิดพลาดมีการแจกแจงปกติ

กรณีตรวจสอบสมมติฐานที่ (2) (3) และ (4) ใช้กราฟค่าความผิดพลาด (Residuals Plot) โดยข้อสมมติฐานทั้ง 3 จะผ่านเมื่อกราฟ e_i *vs i or* $\hat{y}_i$ มีการกระจายของค่าความผิดพลาดรอบเส้นศูนย์กราฟ e_i *vs* $\hat{y}_i$ มีความกว้างของแถบคงที่ และกราฟ e_i *vs x* (ตัวแปรปัจจัย) ไม่มีรูปแบบซึ่งแสดงถึงความเป็นอิสระต่อกัน (ประไพศรี สุทัศน์ ณ อยุธยา และพงศ์ชนัน เหลืองไพบูลย์, 2551)

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษางานโดยการวัดงานเพื่อพัฒนามาตรฐานการทำงานและเวลาการทำงานนั้น มีงานวิจัยหลายงานได้นำวิธีการดังกล่าวไปใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานให้มีมากขึ้น (Kroll, 1996; Blyler et al., 2003; พรพรหม เอกวัฒน์ และกฤษดา อัศวรุ่งแสงกุล, 2553; พงศธร หนูศรีแก้ว และสวัสดิ์ ภาระราช, 2553) การศึกษางานเป็นเครื่องมือสำคัญอย่างหนึ่งที่ใช้ในการกำหนดอัตรากำลังคน ซึ่งมีบางงานวิจัยได้ศึกษาการวัดงานโดยใช้วิธีการสุ่มงาน Thomas and Daily (1983) ได้ศึกษาการวัดประสิทธิภาพการทำงานของทีมคนงานก่อสร้างโดยการสุ่มตัวอย่างกิจกรรม เพื่อเปรียบเทียบผลลัพธ์ของการวัดประสิทธิภาพการทำงานเดียวกันทั้ง 3 วิธี คือ (1) เทคนิคการสุ่มงาน (2) เทคนิคการกำหนดเวลากลุ่ม และ (3) เทคนิคการให้คะแนน 5 นาที จากการศึกษา พบว่าเทคนิคการสุ่มงานแสดงให้เห็นถึงเวลาความล่าช้าอันเนื่องมาจากการรอคอยวัสดุและคำสั่ง สำหรับเทคนิคการกำหนดเวลากลุ่มนั้นชี้ให้เห็นว่าสามารถนำไปใช้ในการประมาณระยะเวลาการทำงานและกำหนดจำนวนคนงานก่อสร้างให้เหมาะสมกับการทำงานได้ ส่วนเทคนิคการให้คะแนน 5 นาที สามารถประมาณเวลาความล่าช้าได้อย่างรวดเร็ว แต่ความน่าเชื่อถือของข้อมูลไม่ดีเท่าการสุ่มงาน นอกจากนี้งานวิจัยของ Soontornpas et al. (2008) ได้ศึกษาหาสัดส่วนเวลาที่ใช้ในการทำงานที่เป็นผลงานและไม่เป็นผลงานของบุคลากร เพื่อคำนวณหาเวลามาตรฐานของการทำงานและกำหนดอัตรากำลังของบุคลากรที่เหมาะสมสำหรับหน่วยจ่ายยาในโรงพยาบาลแห่งหนึ่ง โดยใช้การวัดงานด้วยเทคนิคการสุ่มงาน จากการศึกษาพบว่าสัดส่วนเวลาที่เป็นผลงานและไม่เป็นผลงานเท่ากับร้อยละ 83.6 และ 16.4 ตามลำดับ จากนั้นนำสัดส่วนดังกล่าวไปใช้ในการกำหนดอัตรากำลังที่เหมาะสม ผลปรากฏว่างานบริการจ่ายยาในหน่วยจ่ายยาผู้ป่วยนอกได้อัตรากำลังเท่ากับ 23 คน และหน่วยจ่ายยาผู้ป่วยในได้อัตรากำลังเท่ากับ 12 คน

โดยทั่วไปแล้ว การวัดงานโดยใช้เทคนิคการสุ่มงานดังกล่าวไปแล้วข้างต้น เป็นการวัดเวลาการทำงานแบบทางอ้อม ทำให้ทราบถึงสัดส่วนเวลาการทำงาน แต่ไม่สามารถบอกได้ว่าเวลาที่ใช้ในการทำงานนั้นมีประสิทธิภาพอย่างไร แม้ว่าจะเป็นวิธีที่ง่ายและรวดเร็ว แต่ความน่าเชื่อถือของข้อมูลในด้านการคำนวณเวลามาตรฐานมีน้อยเมื่อเทียบกับเทคนิคการจับเวลาโดยตรง ซึ่งเป็นที่ยอมรับและนิยมใช้ในการคำนวณเวลามาตรฐาน สำหรับงานวิจัยด้านการศึกษาเวลามาตรฐานการทำงาน โดยใช้เทคนิคการจับเวลาโดยตรง ดังงานวิจัยของ Krenzelok and Dean (1978) ซึ่งนำเทคนิคการศึกษาการทำงานโดยการวัดงานมาใช้เพื่อคำนวณหาจำนวนบุคลากรในการให้บริการข้อมูลของศูนย์บริการข้อมูลด้านสารพิษ โดยใช้วิธีการจับเวลาโดยตรง จากการให้บริการในกิจกรรมต่าง ๆ จำนวน 324 ครั้ง พบว่าเวลาเฉลี่ยทั้งหมดที่ใช้ในการตอบคำถาม 1 คำถาม คือ 12.9 นาที ปริมาณงานการขอรับบริการต่อวัน คือ 104.7 ± 1.35 ครั้ง เมื่อนำปริมาณงานที่เข้ามาต่อวันคูณด้วยเวลาเฉลี่ยในการให้บริการ พบว่าจำนวนบุคลากรที่ต้องใช้ในการปฏิบัติงาน ณ ศูนย์บริการด้านสารพิษ คือ 5.4 คนต่อวัน ส่วนงานวิจัยของ Kuprenas and Fakhouri (2001) เป็นการศึกษาการปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานของโครงการก่อสร้างทางหลวง ในมลรัฐแคลิฟอร์เนีย เพื่อหาจำนวนแรงงานที่เหมาะสมในงานวางท่อระบายน้ำ โดยใช้วิธีการศึกษาเวลาการทำงานและสร้างแผนภูมิคนและงาน (Crew Balance Chart) จากการศึกษาพบว่าก่อนการปรับปรุงงาน จำนวนแรงงานที่ต้องการในการทำงาน คือ 5 คนต่อทีม แต่หลังจากมีการจัดสมดุลงานใหม่ ด้วยการวิเคราะห์แผนภูมิคนและงาน ทำให้จำนวนพนักงานที่ต้องการในการทำงานลดลงเหลือ 4 คนต่อทีม ซึ่งสามารถประหยัดค่าแรงงานได้ถึง 20% ขณะที่ได้ปริมาณงานและใช้ระยะเวลาการทำงานเท่าเดิม

ผลที่ได้จากการศึกษางานนั้นมีประโยชน์ต่อการเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน แต่อย่างไรก็ดีการเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานนั้นจะต้องอยู่บนพื้นฐานสวัสดิภาพของคนงานด้วย งานวิจัยของ Hendrich et al. (2008) ได้ศึกษาการทำงานของพยาบาล เพื่อขจัดงานที่ไม่ก่อให้เกิดประสิทธิภาพ และออกแบบการทำงานของพยาบาลให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยใช้วิธีการศึกษาเวลาและการเคลื่อนไหว ทั้งนี้ยังคงความปลอดภัยของพยาบาลและระดับคุณภาพการทำงานกับผู้ป่วย กลุ่มพยาบาลในงานวิจัยนี้ คือ กลุ่มพยาบาลที่ทำงานในห้องผ่าตัดและกลุ่มพยาบาลที่ทำงานดูแลผู้ป่วยจาก 36 โรงพยาบาล จำนวนพยาบาลทั้งหมด 767 คน โดยมีการแบ่งการศึกษาออกเป็น 4 กลุ่ม คือ กลุ่ม A B C และ D โดยแต่ละกลุ่มมีเป้าหมายการศึกษาที่แตกต่างกันคือ กลุ่ม A ศึกษาการทำงาน กลุ่ม B ศึกษาเวลาที่ใช้ในการทำงาน กลุ่ม C ศึกษาจำนวนหน่วยการทำงานและระยะทางในการเคลื่อนที่ระหว่างหน่วย และกลุ่มสุดท้ายศึกษาผลกระทบของภาระงานของพยาบาล โดยทำการวัดการตอบสนองทางสรีรวิทยาด้วยเครื่องมือวัดแบบปลอกแขน (SenseWear Pro Armband) เพื่อวัดอุณหภูมิผิวหนัง อุณหภูมิร่างกาย ปริมาณไฟฟ้าที่ผิวหนัง การถ่ายเทความร้อน และการเคลื่อนที่ จากข้อมูลดังกล่าวทำให้ทราบถึงค่าการใช้พลังงานที่เกิดขึ้น

ในขณะทำงานเมื่อเทียบกับการใช้พลังงานในขณะพัก (Normalized Metabolic Equivalent: Nme) ผลปรากฏว่าค่ากลางของการใช้พลังงานที่เกิดขึ้นในขณะทำงานเมื่อเทียบกับการใช้พลังงานในขณะพักเท่ากับ 1.71 และ 1.52 สำหรับกะกลางวันและกะกลางคืนตามลำดับ จากการศึกษาสามารถสรุปแนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานของพยาบาลในงานด้านเอกสารการจ่ายยาและการดูแลประสานงาน ซึ่งเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงานส่วนใหญ่ถูกใช้ในการทำงานเหล่านี้ โดยเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีที่ใช้ในการทำงาน กระบวนการทำงาน และองค์กรหน่วยงาน หลังจากการศึกษาหาเวลามาตรฐานในการทำงานแล้วนั้น เพื่อเป็นการสนับสนุนว่าเวลามาตรฐานในการทำงานที่คำนวณได้ สามารถดำเนินการได้ในทางปฏิบัติ ผู้ปฏิบัติงานไม่มีความล้าสะสมเกิดขึ้น ซึ่งอาจทำให้ผู้ปฏิบัติงานเกิดความไม่สบายและการบาดเจ็บในระยะยาว

การประเมินความหนักของภาระงานที่ผู้ปฏิบัติงานได้รับ มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานมีความปลอดภัยในการทำงานตามหลักการยศาสตร์ มีหลายงานวิจัยได้ศึกษาการประเมินความหนักของภาระงานโดยการวัดอัตราการเต้นของหัวใจ ซึ่งเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินแตกต่างกันไปด้วย Brouha (1967) อ้างใน Sanders and McCormick (1995) ได้เสนอเกณฑ์ว่าหากอัตราการเต้นของหัวใจเกิน 110 ครั้งต่อนาที ถือว่างานนั้นเป็นงานหนัก นอกจากนี้ NIOSH (1986) ได้กล่าวถึงการปรับปรุงวิธีการของ Brouha โดย Fuller and Smith (1981) ที่ใช้ในการประเมินความหนักของภาระงาน โดยพิจารณาจากการฟื้นตัวของค่าอัตราการเต้นของหัวใจภายหลังจากเลิกงานแล้วเป็นเวลา 1 2 และ 3 นาที หรือค่า P1 P2 และ P3 Wiriyanukul and Jongkol (2008) ได้ทำการศึกษาภาระงานของพนักงานตัดหญ้า ผลจากการวัดอัตราการเต้นของหัวใจพบว่าค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจขณะทำงานของพนักงานจำนวน 10 คน จาก 18 คน มีค่าสูงกว่า 110 ครั้งต่อนาที และมีพนักงานจำนวน 10 คน จาก 18 คน ที่อัตราการเต้นของหัวใจไม่ฟื้นตัวภายหลังจากการทำงาน เนื่องจากการทำงานตัดหญ้าภายใต้สภาพอากาศร้อนส่งผลให้ร่างกายเกิดความล้า

นอกเหนือจากการประเมินภาระงานตามวิธีของ Brouha แล้ว การเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจในขณะทำงานกับค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจในขณะพักเป็นอีกวิธีหนึ่งที่นิยมใช้ Tiwari and Gite (2006) ได้ทำการศึกษาภาระงานที่ใช้รถไถเดินตามในงานเกษตรกรรม ซึ่งเป็นการปฏิบัติงานภายใต้ความร้อนจากแสงอาทิตย์ ฝุ่น ความน่าเบื่อของงาน และการสั่นสะเทือนตลอดทั้งวันอันก่อให้เกิดความล้า นอกจากนี้ยังได้ศึกษาผลกระทบของระยะเวลาทำงานและเวลาพักของคนงาน งานวิจัยนี้ได้วัดภาระงานทางกายภาพโดยใช้การวัดอัตราการเต้นของหัวใจ ผลจากการศึกษาพบว่าค่าเฉลี่ยของความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจในขณะทำงานกับค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจในขณะพักอยู่ในช่วง 20-33 ครั้งต่อนาที ระยะเวลาการทำงานและการพักมีผลต่อค่าอัตราการเต้นของหัวใจ ระยะเวลาการทำงานที่สั้นจะทำให้อัตราการเต้นของหัวใจต่ำกว่าระยะเวลาการทำงานที่ยาว

นอกจากนี้ ยังมีการวัดภาระงานเป็นการวัดค่าร้อยละของค่าสำรองอัตราการเต้นของหัวใจ (Heart Rate Reserve, %HRR) ซึ่งคำนวณได้จากความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจในขณะทำงานกับค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจในขณะพัก แล้วหารด้วยความแตกต่างระหว่างค่าอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดกับค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจในขณะพัก จากนั้นคูณด้วยร้อย ซึ่งผลที่ได้จะเป็นการแสดงความหนักของงานเมื่อเทียบกับความสามารถของคน วิธีดังกล่าวนี้ได้มีนักวิจัยนำไปใช้ ดังงานของ van der Molen et al. (2011) ซึ่งทำการประเมินผลกระทบของการใช้รถเข็นของพนักงานปูอิฐต่อผลิตภาพ ภาระงาน และความรู้สึกไม่สบาย การวัดผลิตภาพของการทำงานทำได้โดยการสังเกตและนับจำนวนอิฐที่คนงานปูพื้นในเวลางาน ส่วนการวัดภาระงานเป็นการวัดค่าร้อยละของค่าของสำรองอัตราการเต้นของหัวใจ (%HRR) ผลการศึกษาพบว่าการไม่ใช้รถเข็นทำให้ผลิตภาพในการปูอิฐสูงกว่าการใช้รถเข็น นอกจากนี้ ค่าของสำรองอัตราการเต้นของหัวใจเมื่อไม่ใช้รถเข็นต่ำกว่าเมื่อใช้รถเข็น

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

บทนี้เป็นการแสดงถึงวิธีการดำเนินการศึกษาการทำงานของพนักงานขนส่งงานในสายการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ ซึ่งแบ่งเป็น 3 หัวข้อ ดังนี้ (1) การศึกษาเวลามาตรฐานการทำงานของพนักงานขนส่ง (2) แนวทางการจัดสรรพนักงานขนส่ง และ (3) การประเมินความหนักของภาระงานในการปฏิบัติงานของพนักงานขนส่ง

3.1 การศึกษาเวลามาตรฐานการทำงานของพนักงานขนส่ง

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้

1) นาฬิกาจับเวลาดิจิตอล ยี่ห้อ SEIKO รุ่น S23601P1 ดังรูปที่ 3.1
2) เทปวัดระยะทาง ยี่ห้อ STANLEY รุ่น 30-656N ดังรูปที่ 3.2
3) แบบบันทึกเวลา

รูปที่ 3.1 นาฬิกาจับเวลาดิจิตอล

รูปที่ 3.2 เทปวัดระยะทาง

การศึกษาการทำงานของพนักงานขนส่งงานในสายการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ มีขั้นตอนดังนี้

1) การศึกษาการไหลของกระบวนการผลิต เป็นการศึกษาขั้นตอนของกระบวนการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ในภาพรวม เพื่อรวบรวมข้อมูลว่ามีกระบวนการขนส่งในพื้นที่ใดในกระบวนการผลิต และทำการสังเกตวิธีการปฏิบัติงานของพนักงานขนส่งในแต่ละพื้นที่

2) การกำหนดพื้นที่ที่ทำการการศึกษา ในขั้นตอนนี้วิศวกรของบริษัทกรณีศึกษาเป็นผู้กำหนดพื้นที่ที่ทำการศึกษา โดยพิจารณาจากความจำเป็นเร่งด่วนในการแก้ปัญหาและความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติ

3) การวิเคราะห์งาน ขั้นตอนนี้เป็นการศึกษาวิธีการทำงานของพนักงานขนส่ง เครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่ใช้ในการปฏิบัติงานซึ่งก็คือ รถเข็น นอกจากนี้ยังทำการวัดระยะทางการขนส่งในแต่ละเส้นทางของพื้นที่ที่ทำการศึกษา และจำนวนพนักงานขนส่งที่ปฏิบัติงาน

4) การหาจำนวนครั้งในการจับเวลา ทำได้โดยทำการทดลองจับเวลาการทำงานของพนักงานขนส่งเพื่อให้ได้ข้อมูลจำนวนหนึ่ง จากนั้นนำข้อมูลดังกล่าวนั้นมาคำนวณหาจำนวนครั้งในการจับเวลาที่เหมาะสม คำนวณโดยใช้สูตรตามสมการที่ 2.5 ในงานวิจัยนี้กำหนดค่าความคลาดเคลื่อนไว้ ±5% และระดับความเชื่อมั่น 95%

$$N = \left(\frac{\frac{k}{s}\sqrt{n\sum x_i^2 - \left(\sum x_i\right)^2}}{\sum x_i} \right)^2 \qquad (2.5)$$

โดย N คือ จำนวนขนาดตัวอย่างที่เหมาะสม

k คือ ตัวประกอบของระดับความเชื่อมั่น

s คือ ค่าความคลาดเคลื่อน

n คือ จำนวนตัวอย่างที่ได้ทำการศึกษา

x_i คือ ค่าเฉลี่ยของตัวอย่างที่ได้ทำการศึกษา

5) การประเมินอัตราการทำงาน ในการศึกษาครั้งนี้ทำการประเมินอัตราการทำงานของพนักงานขนส่งโดยใช้ระบบเวสติงเฮาส์ ซึ่งเป็นระบบที่ใช้กันอย่างแพร่หลายและเหมาะสมกับลักษณะการทำงานในอุตสาหกรรม โดยมีการพิจารณา 4 ปัจจัย คือ ความชำนาญ ความพยายาม ความสม่ำเสมอ และสภาพการทำงาน รายละเอียดและเกณฑ์การประเมินแสดงในภาคผนวก ก. ในการประเมินอัตราการทำงานจะพิจารณาตามลักษณะสภาพการทำงานของแต่ละกระบวนการขนส่ง

6) การคำนวณหาเวลาการทำงานปกติ เมื่อคำนวณหาจำนวนครั้งในการจับเวลาที่เหมาะสมได้แล้ว จากนั้นทำการจับเวลาการทำงานขนส่งตามจำนวนครั้งในการจับเวลาที่คำนวณได้ ผลที่ได้ คือ เวลาการทำงานที่จับได้ ขั้นต่อไปทำการเปลี่ยนเวลาการทำงานที่จับได้ไปเป็นเวลาการทำงานปกติ โดยการนำเวลาการทำงานที่จับได้คูณด้วยอัตราการทำงาน ดังสมการที่ 2.6

$$\text{เวลาการทำงานปกติ} = \text{เวลาการทำงานที่จับได้} \times \left(\frac{\text{อัตราการทำงาน}}{100}\right) \qquad (2.6)$$

7) การกำหนดค่าเวลาเผื่อ เป็นการพิจารณาเวลาเผื่อที่เพิ่มไปในเวลาการทำงานปกติ เพื่อให้พนักงานมีเวลาสำหรับทำธุระส่วนตัว และมีเวลาสำหรับการฟื้นตัวจากสภาพเหนื่อยล้าทางร่างกายและจิตใจขณะทำงาน โดยทั่วไปแล้วค่าเวลาเผื่อแบ่งเป็น 3 ประเภท คือ (1) เวลาเผื่อคงที่ ซึ่งเป็นเวลาที่จำเป็นต้องเพิ่มให้กับพนักงานที่ทำงานทุกคนอันประกอบด้วยเวลาเผื่อกิจส่วนตัว และเวลาเผื่อความเมื่อยล้า (2) เวลาเผื่อผันแปร เป็นค่าเวลาเผื่อสำหรับการทำงานในสภาวะการทำงานที่ไม่เหมาะสม อาจส่งผลให้พนักงานเกิดความเครียดและเหนื่อยล้าทางจิตใจซึ่งมีผลต่อประสิทธิภาพการทำงาน เช่น ลักษณะท่าทางการทำงาน การทำงานโดยใช้แรงในการดึง ดันหรือยก การทำงานในพื้นที่ที่มีแสง เสียง หรือบรรยากาศที่ไม่เหมาะสม และ (3) เวลาเผื่อพิเศษ เป็นค่าเวลาเผื่อสำหรับเหตุการณ์ที่อาจจะเกิดขึ้นได้ในขณะทำงาน ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้จะทำการพิจารณาเฉพาะค่าเผื่อความล่าช้าที่หลีกเลี่ยงไม่ได้เท่านั้น ซึ่งเกิดจากการรองานจากกระบวนการผลิตก่อนหน้า การกำหนดค่าเวลาเผื่อใช้เกณฑ์ของ ILO (Niebel and Freivalds, 2004) ซึ่งแสดงในภาคผนวก ข.

8) การคำนวณหาเวลามาตรฐาน หลังจากทราบค่าเวลาทำงานปกติและค่าเวลาเผื่อ จากนั้นทำการคำนวณหาค่าเวลามาตรฐานการทำงานของพนักงานขนส่ง โดยการนำเวลาการทำงานปกติมารวมกับค่าเวลาเผื่อ ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 2.7

$$\text{เวลามาตรฐาน} = \text{เวลาทำงานปกติ} + (\text{เวลาทำงานปกติ} \times \%\ \text{ค่าเวลาเผื่อ}) \qquad (2.7)$$

9) การคำนวณหาปริมาณงานของพนักงานขนส่ง เมื่อได้เวลามาตรฐานการทำงานของพนักงานขนส่งในแต่ละกระบวนการแล้ว จากนั้นจึงทำการคำนวณหาปริมาณงานของพนักงานขนส่งที่สามารถขนส่งได้ต่อกะ โดยเริ่มจากการคำนวณหาจำนวนรอบที่พนักงานแต่ละคนขนส่งได้ในการทำงาน 1 กะ ซึ่งได้จากการนำเวลาการทำงานทั้งหมดต่อกะหารด้วยเวลามาตรฐานการทำงานของพนักงานต่อรอบ ตามสมการที่ 3.1 จากนั้นคำนวณหาปริมาณงานของพนักงานขนส่งแต่ละคนจากสมการที่ 3.2 ซึ่งเกิดจากจำนวนรอบในการขนส่งต่อคนต่อกะคูณด้วยจำนวนหน่วยที่พนักงานขนส่งได้ต่อรอบ ทั้งนี้จำนวนหน่วยที่ขนส่งได้ต่อรอบนั้นขึ้นอยู่กับการเลือกใช้รถเข็น สำหรับการขนส่งงานขนาด 2.5 นิ้ว มีรถเข็นที่ใช้ 3 ประเภท คือ รถเข็น 1 ชั้น 2 ชั้น และ 3 ชั้น ซึ่งสามารถขนส่งงานได้ 30 60 และ 90 หน่วย ตามลำดับ สำหรับการขนส่งงานขนาด 3.5 นิ้วนั้นมีการใช้รถเข็นประเภทเดียว คือ รถเข็น 1 ชั้น สามารถขนส่งงานได้ 30 หน่วย

$$\text{จำนวนรอบในการขนส่งต่อคนต่อกะ} = \frac{\text{เวลาการทำงานทั้งหมดต่อกะ}}{\text{เวลามาตรฐานการทำงานต่อคนต่อรอบ}} \qquad (3.1)$$

$$\text{จำนวนหน่วยที่พนักงานแต่ละคนขนส่งต่อกะ} = \left(\begin{matrix}\text{จำนวนรอบในการขนส่ง}\\ \text{ต่อคนต่อกะ}\end{matrix}\right) \times \left(\begin{matrix}\text{จำนวนหน่วยที่พนักงาน}\\ \text{ขนส่งต่อรอบ}\end{matrix}\right) \qquad (3.2)$$

3.2 แนวทางการจัดสรรพนักงานขนส่ง

ในการจัดสรรพนักงานขนส่งนั้น ต้องใช้ข้อมูลประกอบการพิจารณา คือ แผนการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ต่อกะ (Daily Production Plan) และจำนวนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ที่พนักงานแต่ละคนสามารถขนส่งได้ต่อกะ เพื่อนำมาคำนวณจำนวนพนักงานในการขนส่งที่เหมาะสม ดังสมการที่ 3.3

$$\text{จำนวนพนักงานในการขนส่งต่อกะ} = \frac{\text{แผนการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ต่อกะ}}{\text{จำนวนหน่วยที่พนักงานแต่ละคนขนส่งต่อกะ}} \qquad (3.3)$$

ผลที่ได้จากการคำนวณข้างต้นนั้นเป็นเพียงการกำหนดจำนวนพนักงานโดยพิจารณาจากเวลาในการปฏิบัติงาน แต่การกำหนดงานให้แก่พนักงานนั้นจำเป็นต้องพิจารณาภาระงานให้เหมาะสมกับความสามารถในการปฏิบัติงาน เพื่อให้แน่ใจว่าผู้ปฏิบัติงานสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและเกิดความปลอดภัย ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงทำการตรวจสอบว่าการลดจำนวนพนักงานขนส่งของบริษัทกรณีศึกษานั้นทำให้ภาระงานเพิ่มขึ้นจนส่งผลกระทบต่อสภาพร่างกายของพนักงานขนส่งหรือไม่ ซึ่งพิจารณาได้จากอัตราการเต้นของหัวใจ ซึ่งได้กล่าวถึงการประเมินความหนักของภาระงานของพนักงานขนส่งในตอนต่อไป

3.3 การประเมินความหนักของภาระงานในการปฏิบัติงานของพนักงานขนส่ง

ในการศึกษาการประเมินความหนักของภาระงานของพนักงานขนส่งนั้น มี 2 วิธี คือ

3.3.1 การประเมินความหนักของภาระงานในการปฏิบัติงานของพนักงานขนส่ง โดยการวัดอัตราการเต้นของหัวใจ

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้

1) แบบสอบถามเกี่ยวกับข้อมูลของผู้ถูกทดสอบ โดยแบบสอบถามนี้จะแบ่งออกเป็น2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 คุณลักษณะทางกายภาพของผู้ถูกทดสอบ ประกอบด้วย เพศ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง และประสบการณ์การทำงาน ส่วนที่ 2 ข้อมูลสุขภาพของผู้ถูกทดสอบ ประกอบด้วยคำถาม 12 ข้อ โดยมีคำถามเกี่ยวกับการเจ็บป่วย การได้รับอุบัติเหตุ โรคประจำตัว การใช้ยา การออกกำลังกาย การพักผ่อน ซึ่งแบบสอบถามดังกล่าวได้แสดงไว้ในภาคผนวก จ.

2) อุปกรณ์วัดอัตราการเต้นของหัวใจ ยี่ห้อ GREATER รุ่น ND-2505 ดังรูปที่ 3.3

รูปที่ 3.3 อุปกรณ์วัดอัตราการเต้นของหัวใจ

วิธีการวัดอัตราการเต้นของหัวใจ มีดังนี้

1) การวัดอัตราการเต้นของหัวใจของผู้ถูกทดสอบในขณะพัก ซึ่งทำการวัดก่อนที่ผู้ถูกทดสอบปฏิบัติงาน โดยให้ผู้ถูกทดสอบอยู่ในท่านั่ง

2) การวัดอัตราการเต้นของหัวใจหลังจากปฏิบัติงาน 3 ค่า คือ ค่า P1 P2 และ P3 โดยทำการวัดหลังจากหยุดพักงานแล้ว 3 ครั้ง ครั้งละ 30 วินาที คือ ครั้งที่ 1 (P1) วัดอัตราการเต้นของหัวใจในระหว่างวินาทีที่ 30 ถึงวินาทีที่ 60 หลังจากหยุดงานของนาทีที่ 1 ครั้งที่ 2 (P2) วัดอัตราการเต้นของหัวใจในระหว่างวินาทีที่ 90 ถึงวินาทีที่ 120 หลังจากหยุดงานของนาทีที่ 2 และครั้งที่ 3 (P3) วัดอัตราการเต้นของหัวใจในระหว่างวินาทีที่ 150 ถึงวินาทีที่ 180 หลังจากหยุดงานของนาทีที่ 3 ซึ่งการวัดค่า P1 P2 และ P3 นี้กระทำ 3 รอบ คือ ทำการวัดเมื่อผู้ถูกทดสอบหยุดงานในช่วงพัก 3 ครั้ง คือ พักครั้งที่ 1 พักครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3 (เลิกงาน)

วิธีการวิเคราะห์ผล

1) คำนวณหาความแตกต่างระหว่างอัตราการเต้นของหัวใจค่า P1 กับ P3 (P1-P3) จากนั้นนำไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ของ Brouha ที่ปรับปรุงใหม่ ตามตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 การประเมินภาระงานและความล้าตามเกณฑ์ของ Brouha ที่ปรับปรุงใหม่ (NIOSH, 1986)

สภาพของร่างกาย	เกณฑ์ในการประเมิน
เกณฑ์ปกติ ไม่มีภาระงานหนัก	$P_3 \leq 90$ ครั้งต่อนาที
เกณฑ์ปานกลาง มีภาระงาน	$P_1 - P_3 \approx 10$ ครั้งต่อนาที และ $P_3 \approx 90$ ครั้งต่อนาที
เกณฑ์หนักมาก ควรมีการปรับปรุงแก้ไขการทำงาน	$P_3 > 90$ ครั้งต่อนาที และ $P_1 - P_3 < 10$ ครั้งต่อนาที

2) ศึกษาผลกระทบของระยะเวลาที่พนักงานทำงานก่อนพักและครั้งที่พักที่มีต่ออัตราการเต้นของหัวใจ โดยทำการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) ซึ่งมีตัวแปรตาม คือ อัตราการเต้นของหัวใจ ตัวแปรอิสระ คือ (1) ระยะเวลาที่พนักงานทำงานก่อนพัก (8 ระดับ คือ 1 1.5 2.5 3 3.5 4 4.5 และ 5 ชั่วโมง) และ (2) ครั้งที่พัก (3 ระดับ คือ พักครั้งที่ 1 พักครั้งที่ 2 และเลิกงาน) โดยกำหนดให้ผู้ถูกทดสอบเป็นบล็อก

3) ศึกษาผลกระทบของระยะเวลาที่พนักงานทำงานก่อนพักและครั้งที่พักที่มีต่อผลต่างระหว่างอัตราการเต้นของหัวใจ P1 กับ P3 โดยวิเคราะห์ความแปรปรวน ซึ่งมีตัวแปรตาม คือ ผลต่างระหว่างค่าอัตราการเต้นของหัวใจ P1 กับ P3 โดยมีตัวแปรอิสระ คือ ครั้งที่พัก (3 ระดับ คือ พักครั้งที่ 1 พักครั้งที่ 2 และเลิกงาน) และกำหนดให้ผู้ถูกทดสอบเป็นบล็อก

3.3.2 การประเมินความหนักของภาระงานในการปฏิบัติงานของพนักงานขนส่งโดยวิธีจิตพิสัย เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้

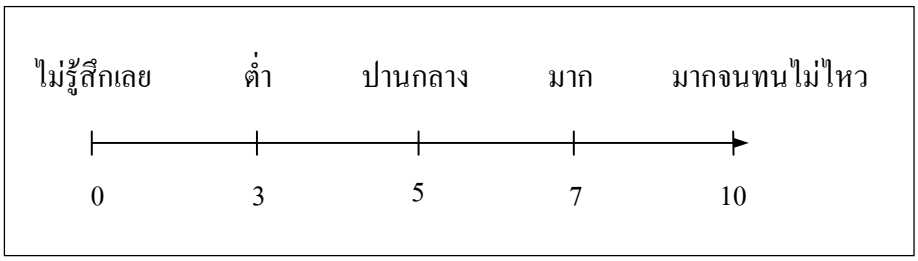
1) แบบสอบถาม ซึ่งดัดแปลงมาจาก Borg's scale ในการศึกษานี้ได้ทำการแบ่งสเกลความเหนื่อยล้าจาก 0 ถึง 10 โดยค่า 0 หมายถึง ไม่รู้สึกเหนื่อยล้าเลย และค่า 10 หมายถึง เหนื่อยล้ามากจนทนไม่ไหว ซึ่งระดับสเกลต่าง ๆ ดูได้จากตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ระดับคะแนนความเหนื่อยล้าของพนักงานขนส่งในสายการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์

ระดับคะแนนความเหนื่อยล้า	
0	ไม่รู้สึกเลย
1	
2	
3	ต่ำ
4	
5	ปานกลาง
6	
7	มาก
8	
9	
10	มากจนทนไม่ไหว

วิธีการวัดความเหนื่อยล้าของพนักงานขนส่ง ทำได้ดังนี้

สอบถามผู้ถูกทดสอบภายหลังจากที่ผู้ถูกทดสอบทำการหยุดพัก คือ ภายหลังจากการวัดอัตราการเต้นของหัวใจ ซึ่งทำการวัดในเวลาพัก 2 ครั้งและหลังเลิกงาน 1 ครั้ง รวมทั้งหมด 3 ครั้งในวันที่ทำการทดสอบ โดยให้ผู้ถูกทดสอบพิจารณารูปที่ 3.4 ประกอบการให้ค่าคะแนนความเหนื่อยล้าจากการทำงาน



รูปที่ 3.4 ระดับคะแนนความเหนื่อยล้าของพนักงานขนส่ง

วิธีการวิเคราะห์ผล

ทำการแปลผลจากระดับคะแนนเป็นระดับความเหนื่อยล้า จากนั้นหาค่าร้อยละของแต่ละระดับความเหนื่อยล้า

บทที่ 4
ผลการวิจัยและการวิเคราะห์ผล

หลังจากดำเนินการศึกษาตามขั้นตอนดังที่กล่าวในบทก่อนหน้าแล้วนั้น ในบทนี้แสดงถึงข้อมูลผลการวิจัยและการวิเคราะห์ผล เพื่อกำหนดแนวทางในการจัดสรรพนักงานขนส่งโดยพิจารณาจากเวลาการทำงานและหลักการยศาสตร์ ซึ่งแบ่งเป็นหัวข้อดังนี้

4.1 การศึกษาหาเวลามาตรฐานการทำงานของพนักงานขนส่ง

4.2 แนวทางในการจัดสรรพนักงานขนส่งในสายการผลิต

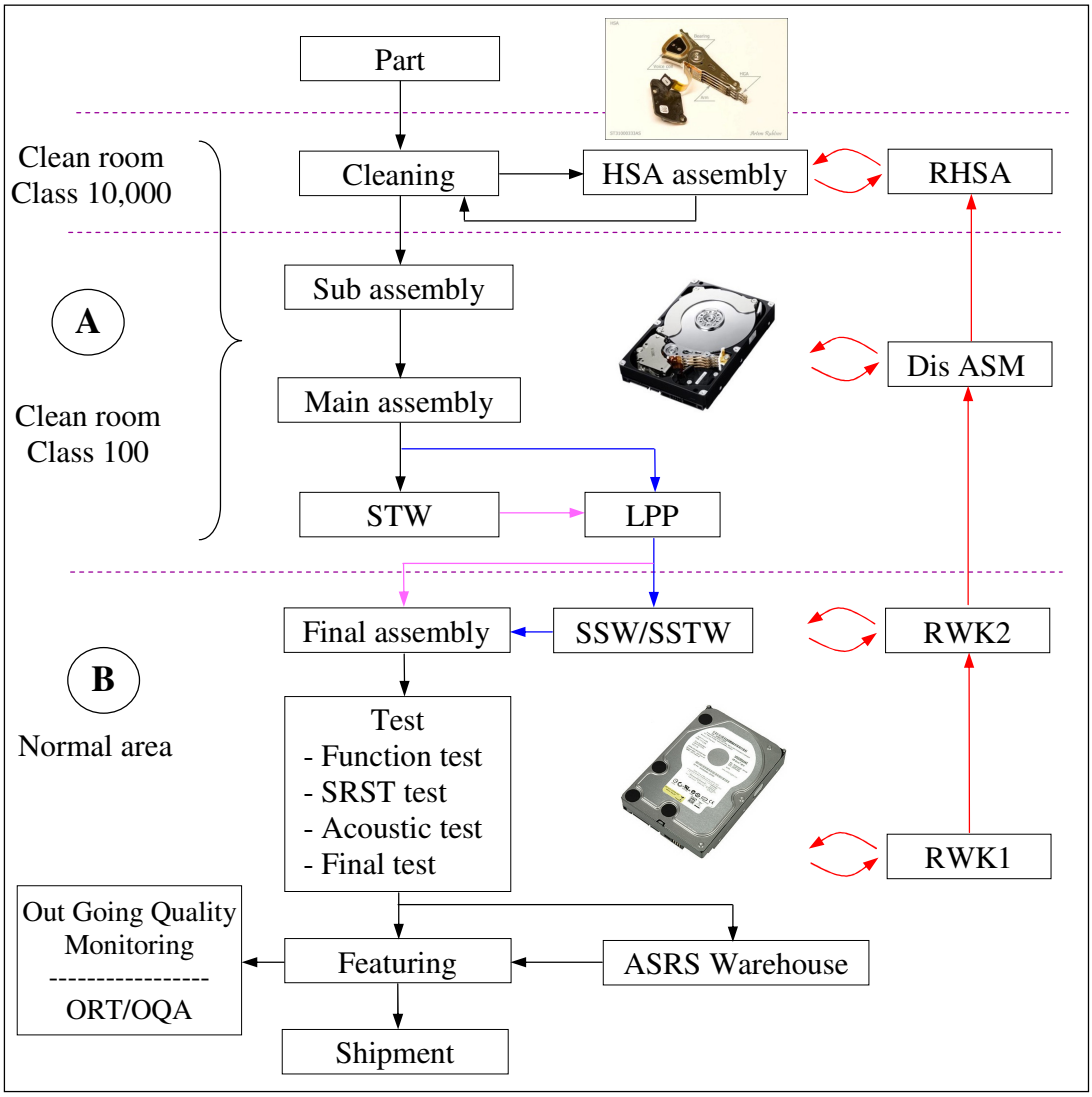
4.3 การประเมินความหนักของภาระงานในการปฏิบัติงานของพนักงานขนส่ง

4.1 การศึกษาหาเวลามาตรฐานการทำงานของพนักงานขนส่ง

การศึกษาการทำงานของพนักงานขนส่งในสายการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ เพื่อหาเวลามาตรฐานการทำงาน มีขั้นตอนดังนี้

4.1.1 การศึกษาการไหลของกระบวนการผลิต

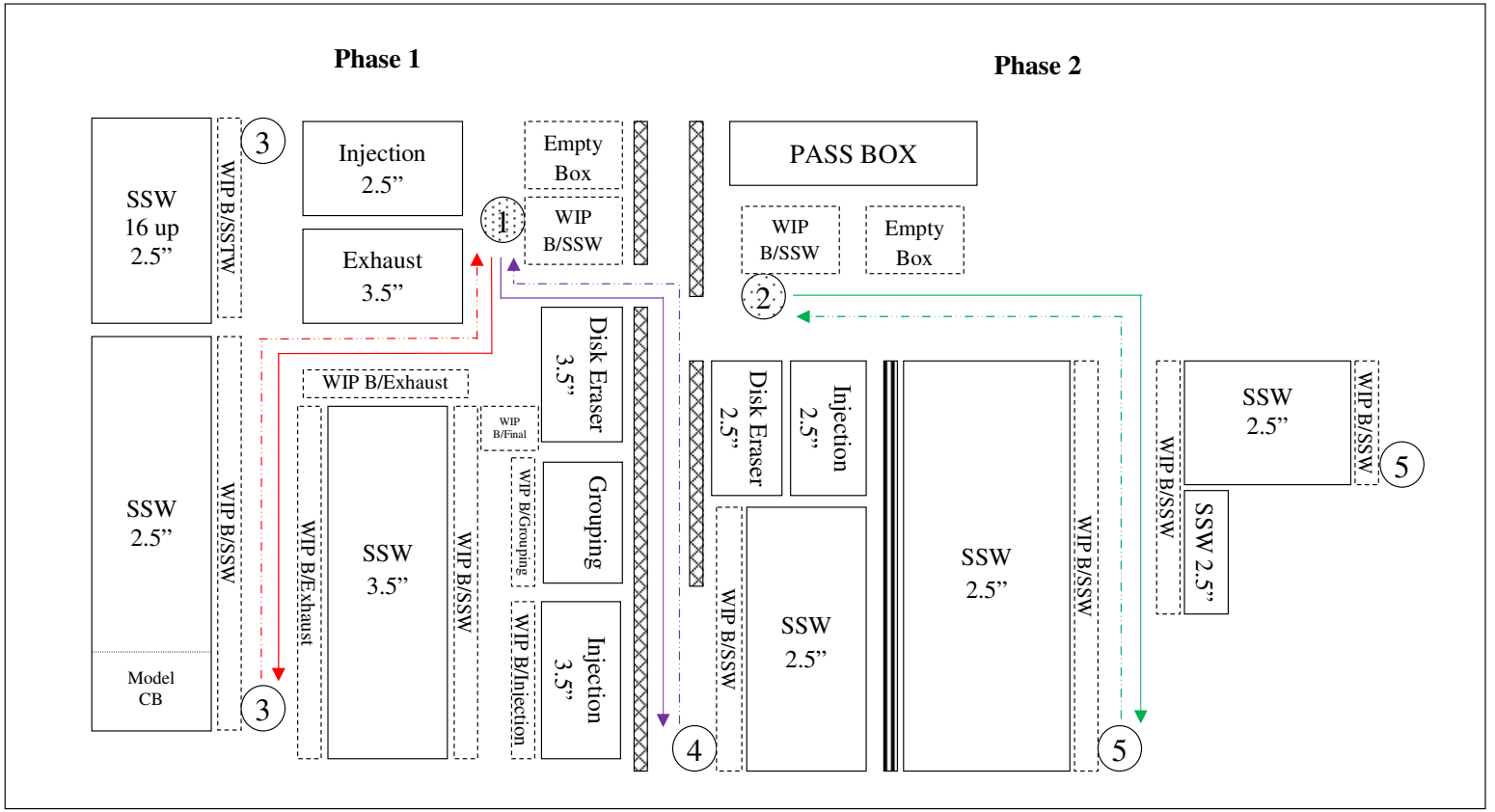
ในกระบวนการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ประกอบด้วยหลายขั้นตอนการผลิต โดยแบ่งพื้นที่การผลิตออกเป็น 2 ส่วน คือ การผลิตภายในห้องสะอาด (Clean Room) และการผลิตภายนอกห้องสะอาด (Normal Area) (รูปที่ 4.1) ซึ่งสามารถอธิบายกระบวนการผลิตได้ดังนี้ การผลิตเริ่มต้นที่กระบวนการผลิตภายในห้องสะอาด (เครื่องหมาย A ในรูปที่ 4.1) ขั้นตอนแรกเป็นการเตรียมชิ้นส่วน การล้างทำความสะอาดชิ้นส่วน การประกอบชิ้นส่วนต่าง ๆ ของฮาร์ดดิสก์จนกระทั่งเป็นผลิตภัณฑ์ รวมถึงขั้นตอนการถอดแยกชิ้นส่วนและประกอบใหม่สำหรับงานที่ไม่ผ่านเกณฑ์หรือมีการทำงานที่ไม่สมบูรณ์ จากนั้นทำการส่งผลิตภัณฑ์ออกไปยังพื้นที่กระบวนการผลิตภายนอกห้องสะอาด (เครื่องหมาย B ในรูปที่ 4.1) ประกอบด้วยขั้นตอนการเขียนสัญญาณเพื่อสร้างห้องข้อมูลของฮาร์ดดิสก์ การประกอบแผงวงจร การทดสอบการทำงานของผลิตภัณฑ์ และขั้นตอนสุดท้ายเป็นการบรรจุภัณฑ์เพื่อเตรียมส่งมอบให้ลูกค้า



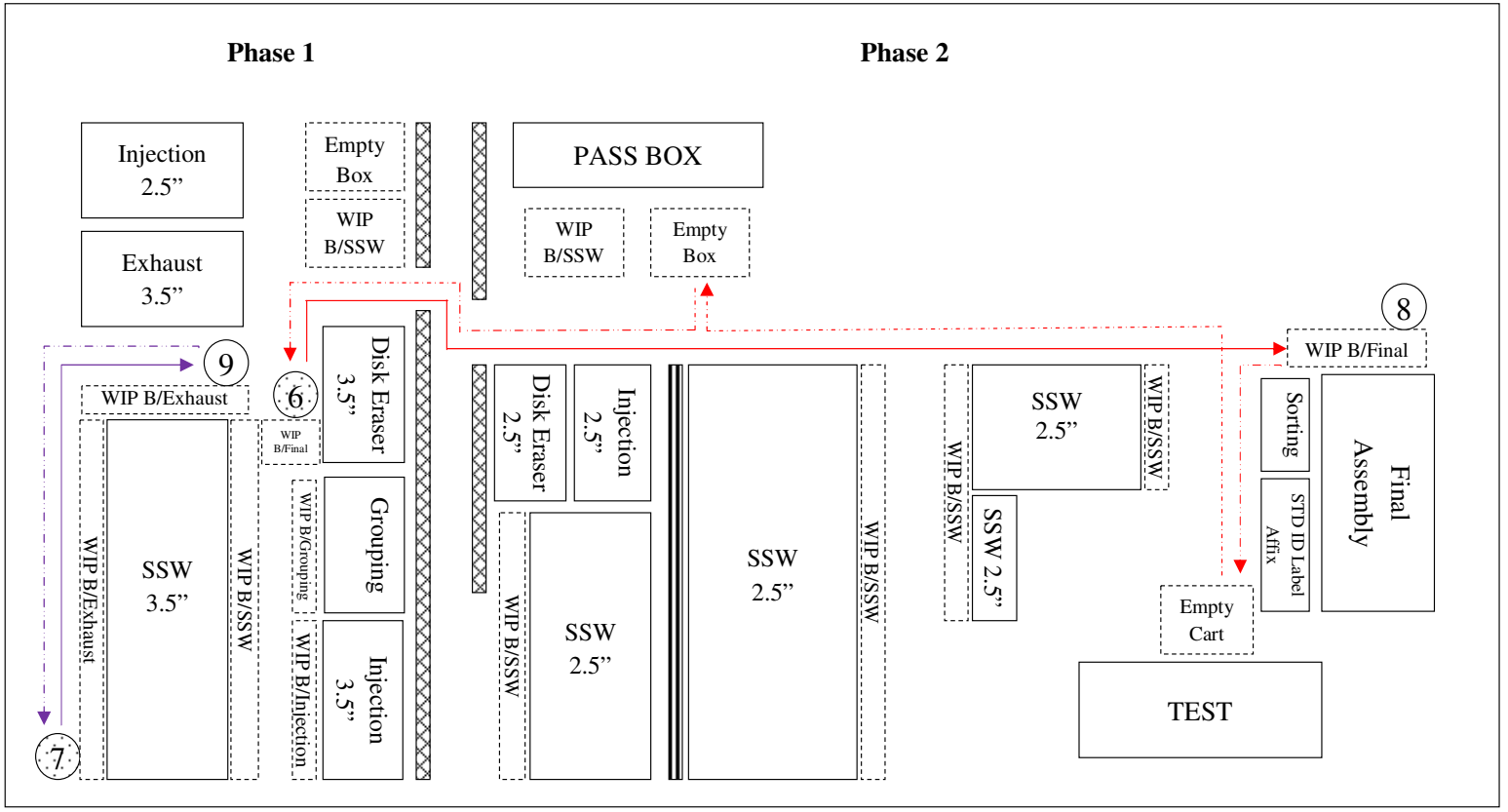
รูปที่ 4.1 กระบวนการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์

4.1.2 พื้นที่ที่ทำการการศึกษา

งานวิจัยนี้ศึกษาเฉพาะกระบวนการขนส่งงานในพื้นที่การผลิตภายนอกห้องสะอาด ซึ่งขนส่งงาน 2 ชนิด คือ ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ขนาด 2.5 นิ้ว และ 3.5 นิ้ว สามารถเขียนเส้นทางการไหล (Flow Diagram) ได้ดังรูปที่ 4.2 และ 4.3 โดยรูปที่ 4.2 เป็นการแสดงเส้นทางการขนส่งฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ขนาด 2.5 นิ้ว เข้าสู่สถานีงาน SSW โดยพนักงานขนส่งรับงานจากตำแหน่งที่ 1 และ 2 ไปส่งยังตำแหน่งที่ 3 4 และ 5 ส่วนรูปที่ 4.3 เป็นการแสดงเส้นทางการไหลของฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ขนาด 3.5 นิ้วเข้าสู่สถานีงาน Final assembly และ Exhaust ซึ่งมีจุดเริ่มต้นอยู่ตำแหน่งที่ 6 และ 7 และจุดสิ้นสุดอยู่ตำแหน่งที่ 8 และ 9 ตามลำดับ



รูปที่ 4.2 เส้นทางการไหลของกระบวนการขนส่งฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ขนาด 2.5 นิ้ว



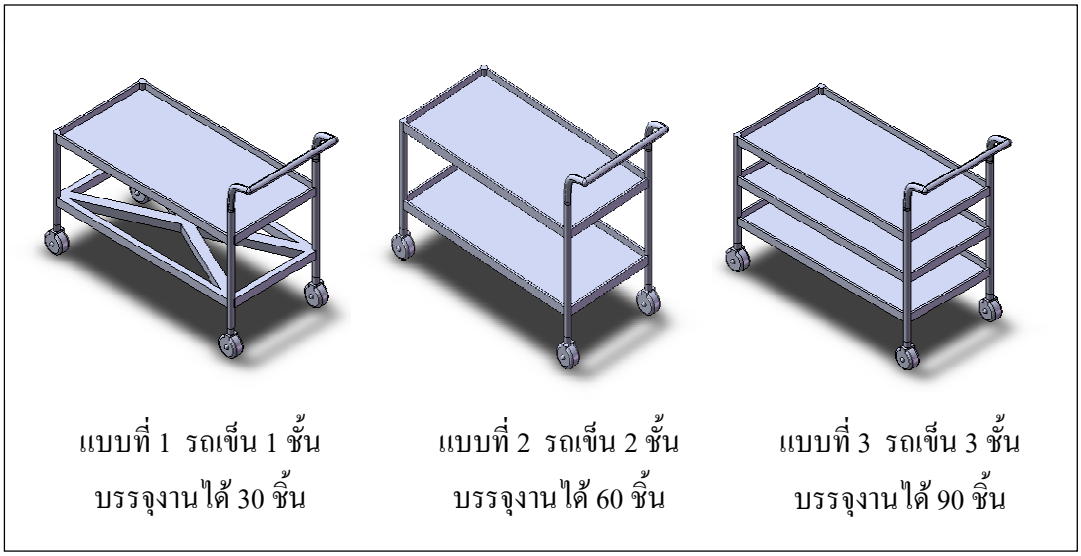
รูปที่ 4.3 เส้นทางการไหลของกระบวนการขนส่งฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ขนาด 3.5 นิ้ว

4.1.3 การวิเคราะห์งาน

จากการศึกษาการทำงานของพนักงานขนส่งในพื้นที่การผลิตภายนอกห้องสะอาด พบว่า กระบวนการขนส่งที่ทำการศึกษามีทั้งหมด 5 เส้นทาง โดยแบ่งการขนส่งออกเป็น 2 ประเภท คือ (1) การขนส่งฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ขนาด 2.5 นิ้ว มี 3 เส้นทาง โดยพนักงานขนส่งรับงานจากสถานีงานInjection เฟส 1 และ 2 จากนั้นนำไปส่งยังสถานีงาน SSW และ (2) การขนส่งฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ขนาด 3.5 นิ้ว มี 2 เส้นทาง ซึ่งมีตำแหน่งการรับงานที่ต่างกัน คือ พนักงานขนส่งรับงานจากสถานีงาน Grouping จากนั้นนำไปส่งยังสถานีงาน Final assembly และอีกเส้นทางหนึ่งก็คือ รับงานจากสถานีงาน SSW นำไปส่งยังสถานีงาน Exhaust ในการศึกษานี้ได้กำหนดเส้นทางการขนส่งทั้งหมด ดังนี้

เส้นทางที่ 1 การขนส่งงานขนาด 2.5 นิ้ว จากตำแหน่งที่ 1 ไปตำแหน่งที่ 3 (รูปที่ 4.2)
เส้นทางที่ 2 การขนส่งงานขนาด 2.5 นิ้ว จากตำแหน่งที่ 1 ไปตำแหน่งที่ 4 (รูปที่ 4.2)
เส้นทางที่ 3 การขนส่งงานขนาด 2.5 นิ้ว จากตำแหน่งที่ 2 ไปตำแหน่งที่ 5 (รูปที่ 4.2)
เส้นทางที่ 4 การขนส่งงานขนาด 3.5 นิ้ว จากตำแหน่งที่ 6 ไปตำแหน่งที่ 8 (รูปที่ 4.3)
เส้นทางที่ 5 การขนส่งงานขนาด 3.5 นิ้ว จากตำแหน่งที่ 7 ไปตำแหน่งที่ 9 (รูปที่ 4.3)

ในการขนส่งงานนั้นพนักงานปฏิบัติงานโดยใช้รถเข็นงาน ซึ่งมีรถเข็นงาน 2 ประเภท คือ รถเข็นงานขนาด 2.5 นิ้ว มี 3 แบบ (รูปที่ 4.4) และรถเข็นงานขนาด 3.5 นิ้ว (รูปที่ 4.5)



รูปที่ 4.4 รถเข็นงานฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ขนาด 2.5 นิ้ว

รูปที่ 4.5 รถเข็นงานฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ขนาด 3.5 นิ้ว (บรรจุงานได้ 30 ชิ้น)

สำหรับระยะทางและจำนวนพนักงานที่รับผิดชอบในการขนส่งฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์แต่ละกระบวนการ เป็นดังตารางที่ 4.1 จะเห็นได้ว่ากระบวนการขนส่งงานขนาด 3.5 นิ้ว จากตำแหน่งที่ 6 ไปยัง 8 มีระยะทางมากที่สุด คือ 180 เมตร และการขนส่งงานจากตำแหน่งที่ 7 ไปยัง 9 นั้นมีระยะทางน้อยที่สุด คือ 99.6 เมตร

ตารางที่ 4.1 ระยะทางในการขนส่งงานแต่ละกระบวนการ

ผลิตภัณฑ์	พื้นที่	กระบวนการ	ระยะทาง (เมตร)
ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ ขนาด 2.5 นิ้ว	เฟส 1	1-->3	136.8
	เฟส 2	1-->4	156.6
		2-->5	153.6
ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ ขนาด 3.5 นิ้ว	เฟส 1	6-->8	180
	เฟส 2	7-->9	99.6

จากการศึกษาการทำงานของพนักงานขนส่ง สามารถแยกการทำงานของพนักงานขนส่งออกเป็นงานย่อย ๆ ได้ดังตารางที่ 4.2 ซึ่งในกระบวนการขนส่งงานขนาด 2.5 นิ้ว มีขั้นตอนการทำงาน 5 ขั้นตอน ในขณะที่กระบวนการขนส่งงานขนาด 3.5 นิ้ว มีลักษณะการทำงาน 2 แบบ คือ การขนส่งในเส้นทางจากตำแหน่งที่ 6 ไปยัง 8 มีขั้นตอนการทำงาน 6 ขั้นตอน และอีกเส้นทางหนึ่งมี 3 ขั้นตอนการทำงาน

ตารางที่ 4.2 งานย่อยของพนักงานขนส่ง

กระบวนการขนส่ง		ขั้นตอนการทำงาน	สัญลักษณ์
ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ ขนาด 2.5 นิ้ว	ตำแหน่งที่ 1 ไปยัง 3 ตำแหน่งที่ 1 ไปยัง 4 ตำแหน่งที่ 2 ไปยัง 5	1. รองาน ณ จุด WIP B/SSW 2. ยกกล่องงานใส่รถเข็น 3. เข็นรถเข็นงานไปยังชั้นวางงาน 4. ยกกล่องงานวางที่ชั้นวางงาน 5. เข็นรถเข็นงานเปล่ามายังจุด WIP B/SSW	D ○ ⇨ ○ ⇨
ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ ขนาด 3.5 นิ้ว	ตำแหน่งที่ 6 ไปยัง 8	1. รองาน ณ จุด WIP B/Final 2. เข็นรถเข็นงานไปจุดวาง WIP B/Final 3. เดินไปยังจุดวางรถเข็นกล่องงานเปล่า 4. ยึดรถเข็นกล่องงานเปล่า 2 คัน ให้ติดกัน 5. เข็นรถเข็นกล่องงานเปล่าไปยังจุดวาง 6. เดินไปยังจุด WIP B/Final	D ⇨ ⇨ ○ ⇨ ⇨
	ตำแหน่งที่ 7 ไปยัง 9	1. รองาน ณ จุด WIP B/Exhaust 2. เข็นรถเข็นงานไปจุดวาง WIP B/Exhaust 3. เดินกลับไปยังจุดวาง WIP B/Exhaust	D ⇨ ⇨

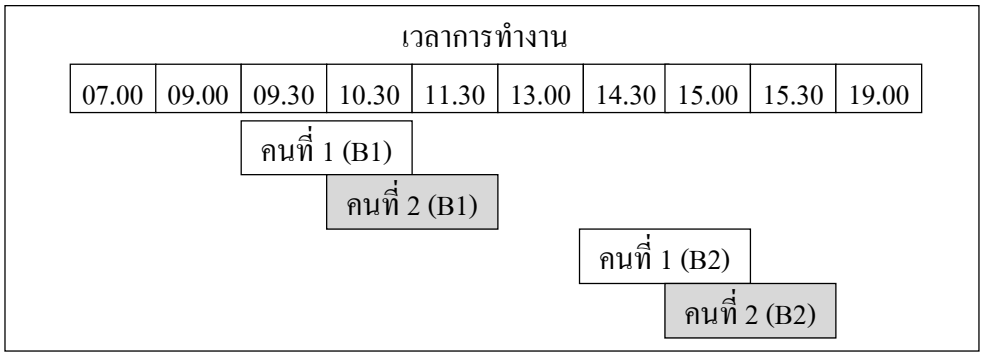
4.1.4 การจัดองค์กรในพื้นที่ที่ศึกษา (Work Organization)

จากการสำรวจการปฏิบัติงานของพนักงานขนส่งในแต่ละกระบวนการ พบว่า พนักงานขนส่งปฏิบัติงานในพื้นที่การผลิตภายนอกห้องสะอาด ที่อุณหภูมิ 26 ^{o}C และมีเสียงดัง ซึ่งเกิดจากการทำงานของตู้ทดสอบ โดยในแต่ละกระบวนการขนส่งนั้นมีพนักงานที่ทำหน้าที่รับผิดชอบการขนส่งอยู่จำนวนหนึ่ง ซึ่งแสดงดังตารางที่ 4.3 จะเห็นได้ว่าในการขนส่งงานขนาด 2.5 นิ้ว มีพนักงานขนส่งทั้งหมด 7 คนต่อกะ โดยแบ่งออกเป็นการขนส่งงานจากตำแหน่งที่ 1 ไป 3 และจากตำแหน่งที่ 1 ไป 4 มีพนักงานที่รับผิดชอบกระบวนการละ 2 คน ส่วนการขนส่งงานจากตำแหน่งที่ 2 ไป 5 มีพนักงานที่รับผิดชอบ 3 คน สำหรับการขนส่งงานขนาด 3.5 นิ้ว มีพนักงานขนส่งทั้งหมด 3 คนต่อกะ โดยกระบวนการขนส่งงานจากตำแหน่งที่ 6 ไป 8 มีพนักงานที่รับผิดชอบ 2 คน และการขนส่งงานจากตำแหน่งที่ 7 ไป 9 มีพนักงานที่รับผิดชอบ 1 คน

ตารางที่ 4.3 จำนวนพนักงานขนส่งในแต่ละกระบวนการ

ผลิตภัณฑ์	พื้นที่	กระบวนการ	จำนวนพนักงาน (คน/กะ)
ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ ขนาด 2.5 นิ้ว	เฟส 1	1-->3	2
	เฟส 2	1-->4	2
		2-->5	3
ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ ขนาด 3.5 นิ้ว	เฟส 1	6-->8	2
	เฟส 2	7-->9	1

กระบวนการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์นั้นเกิดขึ้นตลอดทั้งวัน โดยแบ่งการทำงานออกเป็น 2 ช่วงเวลา คือ กะกลางวันและกะกลางคืน ซึ่งเวลาการทำงานของกะกลางวันเริ่มตั้งแต่ 07.00 ถึง 19.00 น. และกะกลางคืนเริ่มตั้งแต่ 19.00 ถึง 07.00 น. สำหรับระยะเวลาในการปฏิบัติงานของพนักงานขนส่ง คือ 10.5 ชั่วโมงต่อกะ ในการทำงาน 1 กะ ของพนักงานขนส่งมีการพักระหว่างการทำงาน 2 ครั้ง ซึ่งพนักงานขนส่งจะผลัดเปลี่ยนกันไปพักโดยเหลื่อมเวลาพักกัน ครั้งแรกพักคนละ 1 ชั่วโมง เริ่มพักตั้งแต่เวลา 09.30 น. และครั้งที่ 2 พักคนละครึ่งชั่วโมง เริ่มพักตั้งแต่เวลา 14.30 น. จากนั้นพนักงานขนส่งทำงานจนกว่าจะหมดเวลาการทำงาน ลักษณะการพักของพนักงานขนส่งแสดงดังรูปที่ 6 เช่น การขนส่งงานขนาด 2.5 นิ้ว จากตำแหน่งที่ 1 ไป 3 มีพนักงานขนส่ง 2 คน เริ่มทำงานเวลา 07.00 น. เมื่อถึงเวลา 09.30 น. พนักงานขนส่งคนที่ 1 ไปพัก 1 ชั่วโมง กลับเข้ามาทำงานเวลา 10.30 น. เมื่อคนแรกกลับมาทำงานแล้วพนักงานขนส่งคนที่ 2 ไปพักอีก 1 ชั่วโมง กลับเข้ามาทำงานเวลา 11.30 น. จากนั้นทำงานไปถึงเวลา 14.30 น. พนักงานขนส่งคนที่ 1 ไปพัก 0.5 ชั่วโมง กลับเข้ามาทำงานเวลา 15.00 น. ต่อไปพนักงานขนส่งคนที่ 2 ไปพักอีก 0.5 ชั่วโมง กลับมาทำงานเวลา 15.30 น. จากนั้นพนักงานทำงานจนถึงเวลา 19.00 น.



รูปที่ 4.6 ตัวอย่างเวลาการพักของพนักงานขนส่ง

4.1.5 การหาจำนวนครั้งในการจับเวลา

หลังจากกำหนดขั้นตอนการทำงานพนักงานขนส่งแล้ว ขั้นต่อไปเป็นการจับเวลาการทำงานของพนักงานขนส่งมาจำนวนหนึ่ง เพื่อนำมาคำนวณหาจำนวนครั้งในการจับเวลาที่เหมาะสมตามสมการที่ 2.5 โดยกำหนดค่าความคลาดเคลื่อน ±5% และระดับความเชื่อมั่น 95%

$$N = \left(\frac{\frac{k}{s}\sqrt{n\sum x_i^2 - \left(\sum x_i\right)^2}}{\sum x_i} \right)^2 \qquad (2.5)$$

โดย N คือ จำนวนขนาดตัวอย่างที่เหมาะสม

k คือ ตัวประกอบของระดับความเชื่อมั่น

s คือ ค่าความคลาดเคลื่อน

n คือ จำนวนตัวอย่างที่ได้ทำการศึกษา

x_i คือ ค่าเฉลี่ยของตัวอย่างที่ได้ทำการศึกษา

ผลการคำนวณหาจำนวนครั้งในการจับเวลาของแต่ละกระบวนการ (ภาคผนวก ค.) เป็นดังตารางที่ 4.4 จะเห็นได้ว่าจำนวนครั้งในการจับเวลาแต่ละกระบวนการที่คำนวณได้นั้นมีขนาดไม่เท่ากัน ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงทำการเก็บข้อมูลเวลาการทำงานของพนักงานขนส่งเป็นจำนวน 30 รอบ หลังจากนั้นทำการจับเวลาตามจำนวนครั้งที่คำนวณได้ เมื่อนำข้อมูลเวลาที่ได้มาวิเคราะห์ผลทางสถิติ พบว่าข้อมูลมีลักษณะการแจงแจงแบบปกติ ซึ่งถือได้ว่าข้อมูลนั้นมีความน่าเชื่อถือและยอมรับได้ (ภาคผนวก ง.)

ตารางที่ 4.4 จำนวนครั้งในการจับเวลาของกระบวนการขนส่ง

ผลิตภัณฑ์	พื้นที่	กระบวนการ	จำนวนครั้งในการจับเวลา(รอบ)
ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ ขนาด 2.5 นิ้ว	เฟส 1	1-->3	22.74
	เฟส 2	1-->4	22.47
		2-->5	28.11
ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ ขนาด 3.5 นิ้ว	เฟส 1	6-->8	28.09
	เฟส 2	7-->9	19.36

เมื่อได้ชุดข้อมูลเวลาที่มีความน่าเชื่อถือและยอมรับได้ ส่งผลให้สามารถกำหนดเวลาในกลุ่มข้อมูลชุดนั้นเป็นเวลาการทำงานที่จับได้ เพื่อนำไปคำนวณหาเวลาการทำงานมาตรฐานต่อไป ดังแสดงในตารางที่ 4.5 ซึ่งจากตารางดังกล่าวได้แสดงข้อมูลเวลาการทำงานที่จับได้ตามลักษณะการทำงาน คือ เวลารอคอย เวลาทำงาน และเวลาการขนส่ง นอกจากนี้ข้อมูลที่ได้ยังสามารถนำไปหาความเร็วในการทำงานขนส่งได้อีกด้วย ทั้งนี้เนื่องจากลักษณะการทำงานขนส่งส่วนใหญ่ทำงานโดยการเดิน ฉะนั้นความเร็วในการทำงานขนส่งจึงเป็นองค์ประกอบหนึ่งในการพิจารณาประเมินอัตราการทำงานได้ ซึ่งความเร็วในการทำงานขนส่งนั้นหาได้จากการนำระยะทางในการขนส่งหารด้วยเวลาในการขนส่ง ผลที่ได้แสดงในตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.5 เวลาการทำงานที่จับได้ของพนักงานขนส่ง

กระบวนการขนส่ง	ระยะทาง (เมตร)	ความเร็วในการทำงานขนส่ง (เมตร/วินาที)	เวลาการทำงานที่จับได้ (วินาที)			รวม
			เวลารอคอย D	เวลาทำงาน ○	เวลาการขนส่ง ⇨	
1-->3	136.8	1.33	26.10	103.60	102.66	206.27
1-->4	156.6	1.60	26.10	147.27	97.92	245.19
2-->5	153.6	1.21	39.84	119.71	127.42	247.14
6-->8	180	1.05	8.44	16.61	171.43	188.04
7-->9	99.6	1.16	19.83	-	86.16	86.16

จากตารางที่ 4.5 แสดงค่าเวลาการทำงานที่จับได้ ซึ่งเกิดจากผลรวมของเวลาทำงานกับเวลาขนส่ง ส่วนเวลารอคอยนั้นจะนำไปพิจารณาในส่วนของค่าเวลาเผื่อ จากข้อมูลจะเห็นได้ว่ากระบวนการขนส่งงานจากตำแหน่งที่ 2 ไปยัง 5 มีเวลาการทำงานที่จับได้มากที่สุด ในขณะที่การขนส่งงานจากตำแหน่งที่ 7 ไปยัง 9 มีเวลาการทำงานที่จับได้น้อยที่สุด

4.1.6 การประเมินอัตราการทำงาน และคำนวณหาเวลาการทำงานปกติ

การศึกษาครั้งนี้ทำการประเมินอัตราการทำงานโดยใช้ระบบเวสติงเฮาส์ ซึ่งมีปัจจัยที่มีผลต่อการทำงาน 4 ปัจจัย คือ ความชำนาญ ความพยายาม ความสม่ำเสมอ และสภาพการทำงาน (ภาคผนวก ก.) โดยการประเมินอัตราการทำงานนั้นจะพิจารณาตามสภาพลักษณะการทำงานของแต่ละกระบวนการขนส่ง ผลการประเมินเป็นดังตารางที่ 4.6 มีหลักในการพิจารณาดังนี้

1) ความชำนาญ พิจารณาจากลักษณะการทำงานและประสบการณ์ทำงาน ซึ่งกลุ่มผู้ถูกทดสอบนั้นมีประสบการณ์ทำงานเฉลี่ย 2 ปี 10 เดือน ดังนั้นจึงประเมินในระดับดีมาก (B2)

2) ความพยายาม พิจารณาจากความสนใจในการหางาน เช่น ในกรณีที่งาน ณ จุดรับงานไม่มี พนักงานขนส่งจะเดินไปอีกเฟสเพื่อหางานตลอดเวลา ดังนั้นจึงประเมินในระดับดี (C2)

3) ความสม่ำเสมอ พิจารณาจากเวลาการรอคอยและสภาพคล่องของเส้นทางในการเข็นงาน เนื่องจากต้องใช้เส้นทางร่วมกับกระบวนการอื่น จึงต้องมีการหลบหลีก และหยุดรอ ดังนั้นจึงประเมินในระดับพอใช้ (F) แต่ในการขนส่งจากตำแหน่งที่ 6 ไปยัง 8 นั้นมีเวลารอคอยน้อย จึงประเมินในระดับเฉลี่ย (D)

4) สภาพการทำงาน พิจารณาอุณหภูมิและเสียง ซึ่งอุณหภูมิตั้งไว้ที่ 26 °C และเสียงดังเกิดจากเครื่องจักร ดังนั้นจึงประเมินในระดับพอใช้ (E1)

ตารางที่ 4.6 การประเมินอัตราการทำงานของพนักงานขนส่งโดยระบบเวสติงเฮาส์

กระบวนการขนส่ง	ปัจจัยในการประเมินอัตราการทำงานโดยระบบเวสติงเฮาส์				รวม
	ความชำนาญ	ความพยายาม	ความสม่ำเสมอ	สภาพการทำงาน	
1-->3	ดีมาก (B2) +0.08	ดี (C2) +0.02	พอใช้ (F) -0.03	พอใช้ (E1) -0.04	0.03
1-->4	ดีมาก (B2) +0.08	ดี (C2) +0.02	พอใช้ (F) -0.03	พอใช้ (E1) -0.04	0.03
2-->5	ดีมาก (B2) +0.08	ดี (C2) +0.02	พอใช้ (F) -0.03	พอใช้ (E1) -0.04	0.03
6-->8	ดีมาก (B2) +0.08	ดี (C2) +0.02	เฉลี่ย (D) 0.00	พอใช้ (E1) -0.04	0.06
7-->9	ดีมาก (B2) +0.08	ดี (C2) +0.02	พอใช้ (F) -0.03	พอใช้ (E1) -0.04	0.03

จากตารางที่ 4.6 จะเห็นได้ว่าการประเมินอัตราการทำงานของพนักงานขนส่งในกระบวนการขนส่งจากตำแหน่งที่ 1 ไป 3 ตำแหน่งที่ 1 ไป 4 ตำแหน่งที่ 2 ไป 5 และตำแหน่งที่ 7 ไป 9 มีผลการประเมินเท่ากับ 0.03 หมายความว่าพนักงานขนส่งทำงานมากกว่าอัตราการทำงานปกติ 3% ฉะนั้นอัตราการทำงานของกระบวนการขนส่งดังกล่าวจึงเท่ากับ 103 และกระบวนการขนส่งจากตำแหน่งที่ 6 ไป 8 มีผลการประเมินเท่ากับ 0.06 ซึ่งนั่นหมายถึงว่าพนักงานขนส่งทำงานมากกว่าอัตราการทำงานปกติ 6% ดังนั้นอัตราการทำงานของกระบวนการขนส่งนี้จึงเท่ากับ 106

เมื่อกำหนดอัตราการทำงานของพนักงานขนส่งแล้ว จากนั้นคำนวณหาเวลาการทำงานปกติของพนักงานขนส่งในแต่ละกระบวนการ โดยใช้สมการที่ 2.6 ผลที่ได้แสดงในตารางที่ 4.7

$$\text{เวลาการทำงานปกติ} = \text{เวลาการทำงานที่จับได้} \times \left(\frac{\text{อัตราการทำงาน}}{100}\right) \tag{2.6}$$

ตารางที่ 4.7 เวลาการทำงานปกติของพนักงานขนส่ง

กระบวนการขนส่ง	เวลาการทำงานที่จับได้ (วินาที)	อัตราการทำงาน	เวลาการทำงานปกติ (วินาที)
1-->3	206.27	103	212.46
1-->4	245.19	103	252.55
2-->5	247.14	103	254.55
6-->8	188.04	106	199.32
7-->9	86.16	103	88.74

จากตารางที่ 4.7 กระบวนการขนส่งงานขนาด 2.5 นิ้ว จากตำแหน่งที่ 2 ไป 5 มีเวลาการทำงานปกติมากที่สุด ขณะที่กระบวนการขนส่งงานขนาด 3.5 นิ้ว จากตำแหน่งที่ 7 ไป 9 และจากตำแหน่งที่ 7 ไป 9 มีเวลาการทำงานปกติน้อยที่สุด

4.1.7 การกำหนดค่าเวลาเผื่อ และคำนวณหาเวลามาตรฐาน

จากการศึกษาลักษณะการทำงานของพนักงานขนส่งในสายการผลิต สามารถจำแนกค่าเผื่อเวลาได้ 5 ประเภท คือ เวลาเผื่อกิจส่วนตัว เวลาเผื่อความเหนื่อยล้า เวลาเผื่อสำหรับท่ายืนทำงาน การใช้อวัยวะในร่างกายซ้ำ ๆ และความล้าช้าที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ (Unavoidable Delays) ซึ่งการกำหนดเปอร์เซ็นต์ค่าเวลาเผื่อ (ภาคผนวก ข.) แสดงดังตารางที่ 4.8 เวลาเผื่อคงที่นั้นมาจากกิจส่วนตัว 5% และความเมื่อยล้า 4% ส่วนเวลาเผื่อผันแปรนั้นมาจากการยืนทำงาน 2% และการใช้อวัยวะในร่างกายซ้ำ ๆ 2% รวมเปอร์เซ็นต์ค่าเวลาเผื่อทั้งหมดเท่ากับ 13%

ตารางที่ 4.8 ค่าเวลาเผื่อในการทำงาน

เวลาเผื่อ	ค่าเวลาเผื่อ (%)	เวลาเผื่อ	ค่าเวลาเผื่อ (วินาที)
เวลาเผื่อคงที่ ◆ กิจส่วนตัว	5%	เวลาเผื่อพิเศษ ◆ ความล้าช้าที่หลีกเลี่ยงไม่ได้	
◆ ความเมื่อยล้า	4%	■ เวลารอคอย 1-->3	26.10
เวลาเผื่อผันแปร		■ เวลารอคอย 1-->4	26.10
◆ ยืนทำงาน	2%	■ เวลารอคอย 2-->5	39.84
◆ การใช้อวัยวะในร่างกายซ้ำ ๆ	2%	■ เวลารอคอย 6-->8	8.44
รวม	13%	■ เวลารอคอย 7-->9	19.83

จากนั้นคำนวณหาเวลามาตรฐาน (Standard Time) แสดงในตารางที่ 4.9 เมื่อทราบค่าเวลาทำงานปกติและเวลาเผื่อ สามารถคำนวณค่าเวลามาตรฐานของการทำงานของพนักงานขนส่งได้โดยใช้สมการที่ 3.1

$$\text{เวลามาตรฐาน} = \text{เวลาทำงานปกติ} \times (1 + \%\text{ค่าเวลาเผื่อ}) + \begin{matrix}\text{ความล่าช้าที่} \\ \text{หลีกเลี่ยงไม่ได้}\end{matrix} \qquad (3.1)$$

ตารางที่ 4.9 เวลามาตรฐานการทำงานของพนักงานขนส่ง

กระบวนการขนส่ง	เวลาการทำงานปกติ (วินาที)	เปอร์เซ็นต์ค่าเวลาเผื่อ	ความล้าช้าที่หลีกเลี่ยงไม่ได้	เวลามาตรฐาน (วินาที)
1-->3	212.46	13	26.10	266.18
1-->4	252.55	13	26.10	311.48
2-->5	254.55	13	39.84	327.48
6-->8	199.32	13	8.44	233.67
7-->9	88.74	13	19.83	120.11

จากตารางที่ 4.9 พนักงานขนส่งงานขนาด 2.5 นิ้ว จากตำแหน่งที่ 2 ไป 5 มีเวลามาตรฐานการทำงานมากที่สุด ส่วนกระบวนการขนส่งงานขนาด 3.5 นิ้ว จากตำแหน่งที่ 7 ไป 9 มีเวลามาตรฐานการทำงานน้อยที่สุด

4.1.8 การคำนวณหาปริมาณงานของพนักงานขนส่ง

เวลาการทำงานทั้งหมดต่อกะ คือ 37,800 วินาที (10.5 ชั่วโมง x 60 นาที x 60 วินาที) ซึ่งเวลานี้ไม่รวมเวลาพักของพนักงาน จากนั้นนำเวลาการทำงานทั้งหมดต่อกะมาคำนวณหาจำนวนรอบในการขนส่งต่อกะ ดังสมการที่ 3.2 สำหรับการคำนวณหาปริมาณงานของพนักงานขนส่งแต่ละคน สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 3.3 ผลที่ได้แสดงดังตารางที่ 4.10

$$\text{จำนวนรอบในการขนส่งต่อคนต่อกะ} = \frac{\text{เวลาการทำงานทั้งหมดต่อกะ}}{\text{เวลามาตรฐานการทำงานต่อคนต่อรอบ}} \qquad (3.2)$$

$$\text{จำนวนหน่วยที่พนักงานแต่ละคนขนส่งต่อกะ} = \left(\text{จำนวนรอบในการขนส่งต่อคนต่อกะ}\right) \times \left(\text{จำนวนหน่วยที่พนักงานขนส่งต่อรอบ}\right) \qquad (3.3)$$

ตารางที่ 4.10 ปริมาณงานของพนักงานขนส่ง

กระบวนการขนส่ง	จำนวนรอบในการขนส่ง (รอบ/คน/กะ)	จำนวนหน่วยที่พนักงานสามารถขนส่งได้ (หน่วย/คน/กะ)		
		รถเข็น 1 ชั้น	รถเข็น 2 ชั้น	รถเข็น 3 ชั้น
การขนส่งฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ขนาด 2.5 นิ้ว				
1-->3	142	4260	8521	12781
1-->4	121	3641	7281	10922
2-->5	115	3463	6926	10388
การขนส่งฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ขนาด 3.5 นิ้ว				
6-->8	162	4853	-	-
7-->9	315	9442	-	-

จากตารางที่ 4.10 เมื่อเปรียบเทียบปริมาณงานที่พนักงานสามารถขนส่งได้ในเวลาการทำงานที่เท่ากัน การขนส่งงานขนาด 2.5 นิ้ว โดยใช้รถเข็น 1 ชั้น พบว่าพนักงานขนส่งงานจากตำแหน่งที่ 1 ไป 3 มีปริมาณงานที่ทำได้มากที่สุด คือ 4,260 ชิ้น ในขณะที่พนักงานขนส่งจากตำแหน่งที่ 2 ไปยัง 5 มีปริมาณงานที่ทำได้น้อยที่สุด คือ 3,463 ชิ้น สำหรับการขนส่งงานขนาด 3.5 นิ้ว พบว่าพนักงานขนส่งงานจากตำแหน่งที่ 7 ไป 9 มีปริมาณงานที่ทำได้มากที่สุด คือ 9,442 ชิ้น และการขนส่งงานจากตำแหน่งที่ 6 ไปยัง 8 มีปริมาณงานที่ทำได้น้อยที่สุด คือ 4,853 ชิ้น

4.2 แนวทางในการจัดสรรพนักงานขนส่งในสายการผลิต

การคำนวณหาจำนวนพนักงานในการขนส่งที่เหมาะสมนั้น สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 3.4 แต่เนื่องจากการศึกษาครั้งนี้ไม่สามารถเปิดเผยจำนวนแผนการผลิตของฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ได้ ดังนั้นจึงสมมติแผนการผลิตขึ้นมาใหม่ คือ แผนการผลิตจำนวน 20,000 ชิ้นต่อกะ เพื่อคำนวณหาจำนวนพนักงานในการขนส่งที่เหมาะสมสำหรับแผนการผลิตนี้ ผลที่ได้ปรากฏดังตารางที่ 4.11

$$\text{จำนวนพนักงานในการขนส่งต่อกะ} = \frac{\text{แผนการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ต่อกะ}}{\text{จำนวนหน่วยที่พนักงานแต่ละคนขนส่งต่อกะ}} \qquad (3.4)$$

ตารางที่ 4.11 จำนวนพนักงานในการขนส่งที่เหมาะสมสำหรับแผนการผลิต 20,000 ชิ้นต่อกะ

กระบวนการ	แผนการผลิต	ทางเลือก	จำนวน
1-->3	20000	ทางเลือกที่ 1 ใช้รถเข็น 1 ชั้นอย่างเดียว	5
	20000	ทางเลือกที่ 2 ใช้รถเข็น 2 ชั้นอย่างเดียว	2
	20000	ทางเลือกที่ 3 ใช้รถเข็น 3 ชั้นอย่างเดียว	2
1-->4	20000	ทางเลือกที่ 1 ใช้รถเข็น 1 ชั้นอย่างเดียว	5
	20000	ทางเลือกที่ 2 ใช้รถเข็น 2 ชั้นอย่างเดียว	3
	20000	ทางเลือกที่ 3 ใช้รถเข็น 3 ชั้นอย่างเดียว	2
2-->5	20000	ทางเลือกที่ 1 ใช้รถเข็น 1 ชั้นอย่างเดียว	6
	20000	ทางเลือกที่ 2 ใช้รถเข็น 2 ชั้นอย่างเดียว	3
	20000	ทางเลือกที่ 3 ใช้รถเข็น 3 ชั้นอย่างเดียว	2
6-->8	20000	ทางเลือกที่ 1 ใช้รถเข็น 1 ชั้นอย่างเดียว	4
7-->9	20000	ทางเลือกที่ 1 ใช้รถเข็น 1 ชั้นอย่างเดียว	3

หมายเหตุ กระบวนการขนส่งงานขนาด 3.5 นิ้ว จากตำแหน่งที่ 6 ไป 8 และจากตำแหน่งที่ 7 ไป 9 นั้นใช้รถเข็น 1 ชั้นเพียงอย่างเดียว เนื่องจากงานขนาด 3.5 นิ้ว มีขนาดใหญ่และมีน้ำหนักมาก เพื่อความปลอดภัยต่อชิ้นงานและผู้ปฏิบัติงาน จึงไม่สามารถใช้รถเข็น 2 ชั้น และ 3 ชั้นได้

จากตารางที่ 4.11 การจัดสรรจำนวนพนักงานในการขนส่งให้เหมาะสมกับแผนการผลิต 20,000 ชิ้นต่อกะ ตัวอย่างเช่น กระบวนการขนส่งงานขนาด 2.5 นิ้ว จากตำแหน่งที่ 1 ไป 3 ถ้าเลือกทางเลือกที่ 1 คือ ใช้รถเข็น 1 ชั้นอย่างเดียว จำนวนพนักงานที่เหมาะสม คือ 5 คน แต่ถ้าหากเลือกทางเลือกที่ 2 และ 3 คือ ใช้รถเข็น 2 ชั้น และ 3 ชั้นเพียงอย่างเดียว ตามลำดับ จำนวนพนักงานที่เหมาะสม คือ 2 คน

4.2.1 การเปรียบเทียบจำนวนพนักงานขนส่งก่อนและหลังการลดจำนวนพนักงาน

การศึกษาครั้งนี้เป็นการตรวจสอบว่าการลดจำนวนพนักงานขนส่งของบริษัทกรณีศึกษาลงจากจำนวนพนักงานขนส่งเดิมที่ปฏิบัติงานอยู่แล้ว ภาระงานของพนักงานขนส่งแต่ละคนได้รับนั้นก่อให้เกิดความล้ามากน้อยเพียงใด ส่งผลกระทบต่อสุขภาพร่างกายหรือไม่ ทั้งนี้เพื่อประสิทธิภาพในการทำงานของพนักงานขนส่ง ซึ่งจำนวนพนักงานขนส่งก่อนและหลังการลดจำนวนพนักงานแสดงได้ดังตารางที่ 4.12 จากจำนวนพนักงานขนส่งเดิมที่ปฏิบัติงานอยู่มี 13 คน ลดลงเหลือ 10 คน ดังนั้นจึงทำการประเมินความหนักของภาระงานของพนักงานขนส่ง โดยการวัดอัตราการเต้นของหัวใจซึ่งจะกล่าวในหัวข้อถัดไป

ตารางที่ 4.12 จำนวนพนักงานก่อนและหลังการลดจำนวนพนักงาน

ผลิตภัณฑ์	พื้นที่	กระบวนการ	จำนวนพนักงาน (คน)	
			ก่อนการลดพนักงาน	หลังการลดพนักงาน
ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ ขนาด 2.5 นิ้ว	เฟส 1	1-->3	2	2
	เฟส 2	1-->4	3	2
		2-->5	4	3
ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ ขนาด 3.5 นิ้ว	เฟส 1	6-->8	3	2
	เฟส 2	7-->9	1	1
รวม			13	10

4.3 การประเมินความหนักของภาระงานในการปฏิบัติงานของพนักงานขนส่ง

4.3.1 การประเมินความหนักของภาระงานโดยใช้อัตราการเต้นของหัวใจ

การประเมินความหนักของภาระงานของพนักงานขนส่ง โดยการวัดอัตราการเต้นของหัวใจทั้งก่อนและหลังการทำงาน เป็นการตรวจสอบว่าภาระงานของพนักงานขนส่งแต่ละคนได้รับนั้นก่อให้เกิดความล้ามากน้อยเพียงใด ทั้งนี้เพื่อให้การทำงานของพนักงานขนส่งมีทั้งประสิทธิภาพและความปลอดภัย มีรายละเอียดการศึกษาดังนี้

1) คุณลักษณะทางกายภาพและข้อมูลสุขภาพของผู้ถูกทดสอบ

ในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการสอบถามข้อมูลคุณลักษณะทางกายภาพและสุขภาพผู้ถูกทดสอบโดยใช้แบบสอบถาม (ภาคผนวก จ.) จากข้อมูลของผู้ถูกทดสอบจำนวน 22 คน ซึ่งเป็นผู้ชาย 16 คน และผู้หญิง 6 คน มีอายุเฉลี่ยเท่ากับ 28 ปี น้ำหนักตัวเฉลี่ยเท่ากับ 61 กิโลกรัม ค่าเฉลี่ยของส่วนสูงเท่ากับ 168.3 เซนติเมตร และมีประสบการณ์ทำงานเฉลี่ย 2 ปี 10 เดือน สำหรับข้อมูลด้านสุขภาพของกลุ่มผู้ถูกทดสอบเป็นดังตารางที่ 4.12 พบว่ากลุ่มผู้ถูกทดสอบมีความรู้สึกเหนื่อยล้าจากการทำงานร้อยละ 23 สูบบุหรี่ร้อยละ 23 ดื่มสุรา เบียร์หรือเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ร้อยละ45 ดื่มเครื่องดื่มชูกำลังหรือที่มีคาเฟอีนร้อยละ 86 และออกกำลังกายร้อยละ 41

ตารางที่ 4.13 ข้อมูลด้านสุขภาพของกลุ่มผู้ถูกทดสอบ (ร้อยละ)

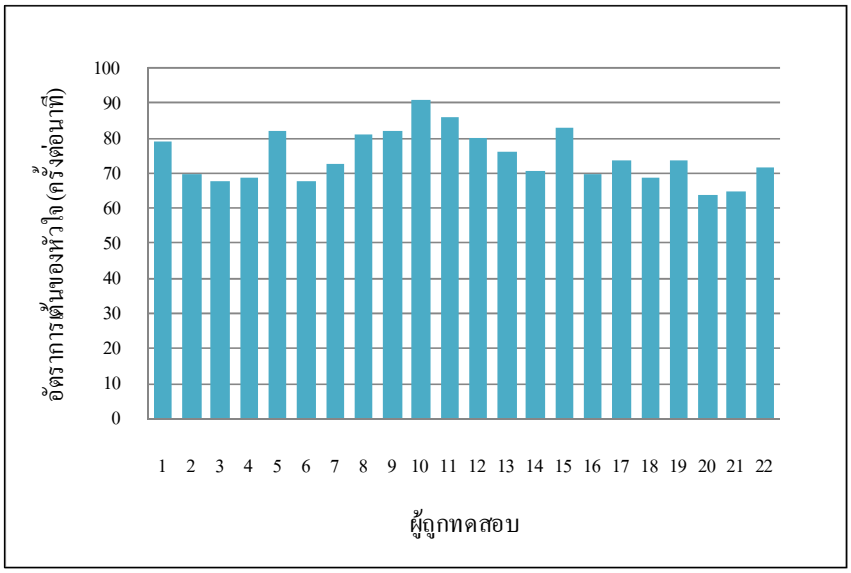
รายการ	ไม่ใช่	ใช่
1. ในช่วง 1 เดือนที่ผ่านมาท่านเคยป่วยหรือไม่สบายหรือไม่	73	27
2. ในช่วง 1 เดือนที่ผ่านมาท่านเคยป่วยหรือไม่สบายจากการทำงานหรือไม่	95	5
3. ในช่วง 1 เดือนที่ผ่านมาท่านเคยได้รับบาดเจ็บหรืออุบัติเหตุจากการทำงานหรือไม่	100	0
4. ปัจจุบันท่านมีโรคประจำตัวหรือไม่	91	9
5. ปัจจุบันท่านต้องกินยา (รวมทั้งยาสมุนไพร) เป็นประจำหรือไม่	95	5
6. โดยปกติแล้วท่านใช้เวลานอนเฉลี่ย 7-8 ชั่วโมงต่อวัน	0	100
7. ปัจจุบันท่านรู้สึกทำงานด้วยความเหนื่อยล้าหรือไม่	77	23
8. ท่านรู้สึกได้รับการพักผ่อนหย่อนใจอย่างเพียงพอหรือไม่	45	55
9. ปัจจุบันท่านสูบบุหรี่หรือไม่	77	23
10. ปัจจุบันท่านดื่มสุรา เบียร์ หรือเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์หรือไม่	55	45
11. ปัจจุบันท่านดื่มเครื่องดื่มชูกำลัง หรือเครื่องดื่มที่มีคาเฟอีนหรือไม่	14	86
12. ปัจจุบันท่านออกกำลังกายหรือไม่	59	41

2) ผลการวัดอัตราการเต้นของหัวใจของพนักงานขนส่งก่อนปฏิบัติงาน

การวัดอัตราการเต้นของหัวใจก่อนปฏิบัติงานของผู้ถูกทดสอบจำนวน 22 คน ได้ค่าของอัตราการเต้นของหัวใจ ดังแสดงในตารางที่ 4.14 เมื่อเปรียบเทียบด้วยกราฟรูปที่ 4.7 พบว่าอัตราการเต้นของหัวใจอยู่ในช่วง 64-91 ครั้งต่อนาที

ตารางที่ 4.14 อัตราการเต้นของหัวใจของพนักงานขนส่งก่อนปฏิบัติงาน

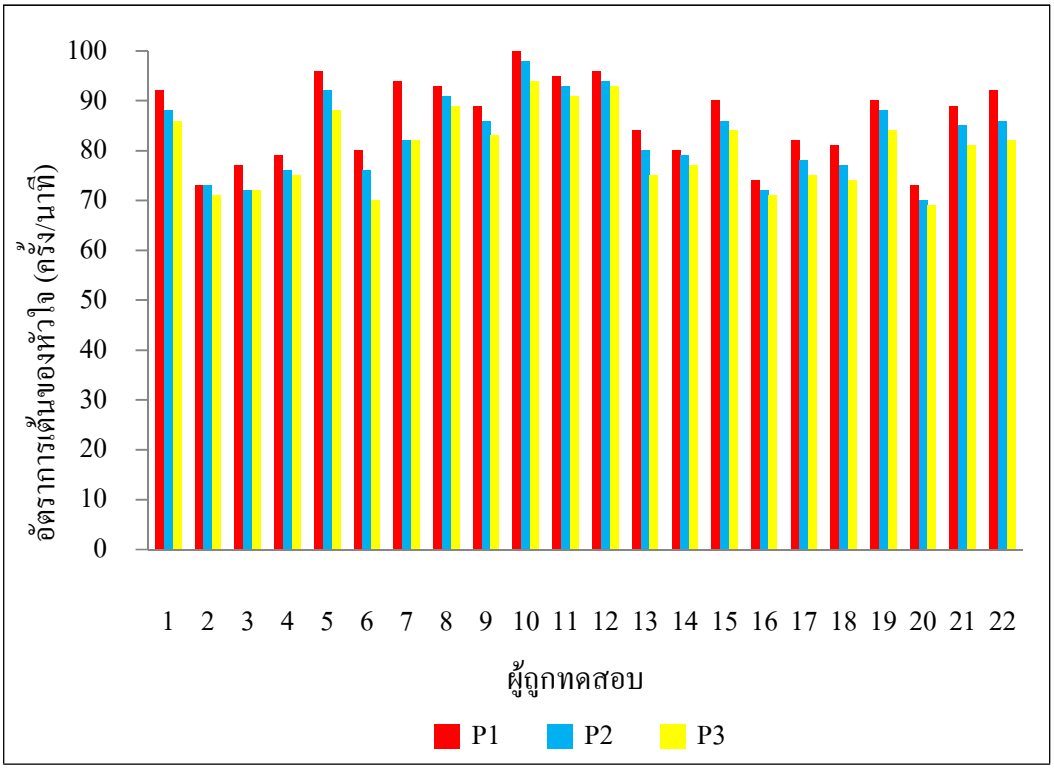
ผู้ทดสอบคนที่	อัตราการเต้นของหัวใจ ก่อนปฏิบัติงาน	ผู้ทดสอบคนที่	อัตราการเต้นของหัวใจ ก่อนปฏิบัติงาน
1	79	12	80
2	70	13	76
3	68	14	71
4	69	15	83
5	82	16	70
6	68	17	74
7	73	18	69
8	81	19	74
9	82	20	64
10	91	21	65
11	86	22	72



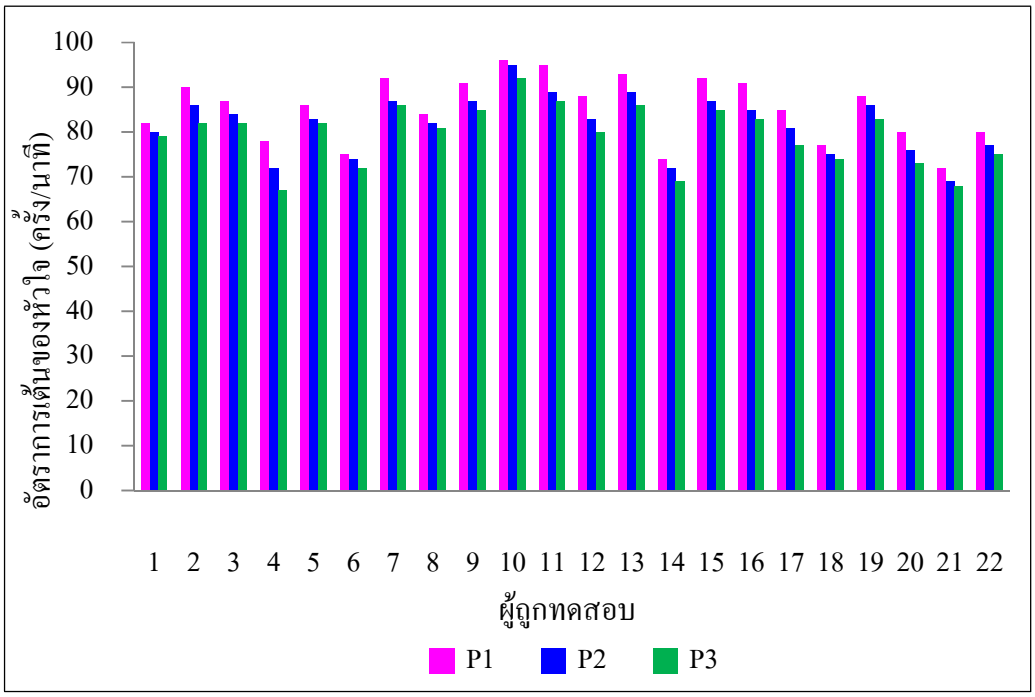
รูปที่ 4.7 กราฟแสดงอัตราการเต้นของหัวใจก่อนปฏิบัติงานของผู้ถูกทดสอบ

3) ผลการวัดอัตราการเต้นของหัวใจของพนักงานขนส่งหลังปฏิบัติงาน

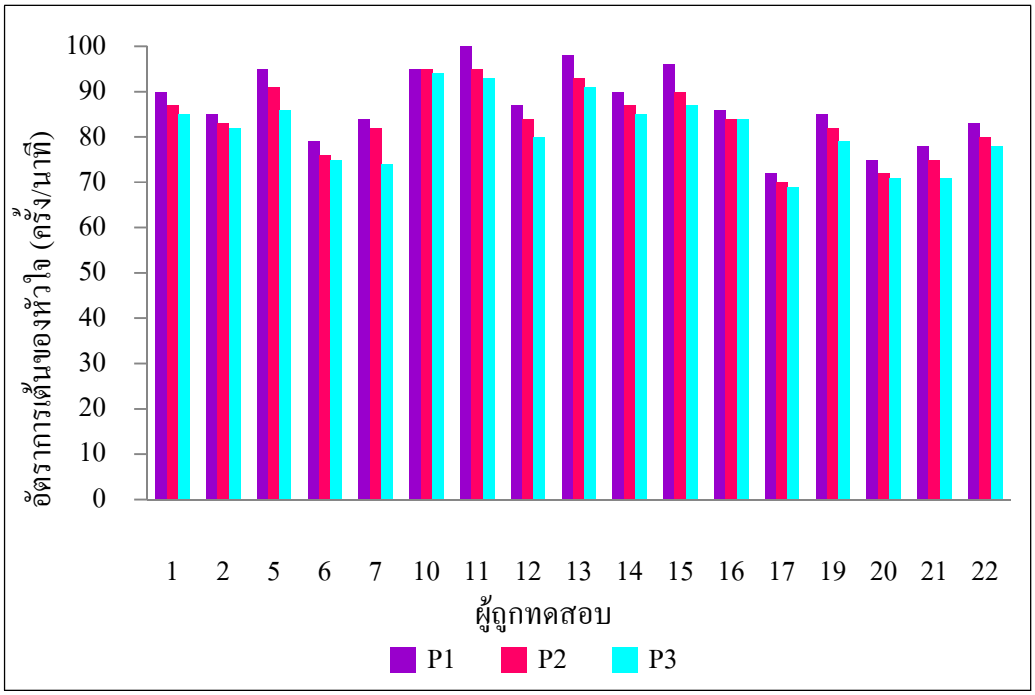
โดยทั่วไปแล้วพนักงานขนส่งมีช่วงเวลาการพักงานเป็นจำนวน 2 ช่วงในระหว่างทำงานโดยเหลื่อมเวลากัน ดังนั้น การวัดอัตราการเต้นของหัวใจของผู้ถูกทดสอบจำนวน 22 คน ได้ทำในช่วงเวลาพักงาน 2 ครั้ง และเวลาหลังเลิกงานอีก 1 ครั้ง รวมเป็นจำนวน 3 ครั้ง (มีผู้ถูกทดสอบจำนวน 5 คน คือ คนที่ 3 4 8 9 และ18 ไม่สามารถวัดค่าอัตราการเต้นของหัวใจหลังเลิกงานได้) โดยวัดหลังจากหยุดพักงานแล้ว 3 ครั้งครั้งละ 30 วินาที คือ ครั้งที่ 1 (P1) วัดอัตราการเต้นของหัวใจในระหว่างวินาทีที่ 30 ถึงวินาทีที่ 60 หลังจากหยุดงาน ครั้งที่ 2 (P2) วัดอัตราการเต้นของหัวใจในระหว่างวินาทีที่ 90 ถึงวินาทีที่ 120 หลังจากหยุดงาน และ ครั้งที่ 3 (P3) วัดอัตราการเต้นของหัวใจในระหว่างวินาทีที่ 150 ถึงวินาทีที่ 180 หลังจากหยุดงาน (ภาคผนวก ฉ.) อัตราการเต้นของหัวใจของพนักงานขนส่งหลังปฏิบัติงานในแต่ละครั้งที่พัก แสดงดังรูปที่ 4.8 4.9 และ 4.10



รูปที่ 4.8 กราฟแสดงข้อมูลอัตราการเต้นของหัวใจค่า P1 P2 และ P3 (ช่วงพักครั้งที่ 1)



รูปที่ 4.9 กราฟแสดงข้อมูลอัตราการเต้นของหัวใจค่า P1 P2 และ P3 (ช่วงพักครั้งที่ 2)



รูปที่ 4.10 กราฟแสดงข้อมูลอัตราการเต้นของหัวใจค่า P1 P2 และ P3 (ช่วงพักครั้งที่ 3)

หลังจากนั้นนำข้อมูลอัตราการเต้นของหัวใจมาวิเคราะห์ทางสถิติ แสดงในตารางที่ 4.15 โดยมีสมมติฐาน ดังนี้

สมมติฐานเกี่ยวกับ ระยะเวลาที่พนักงานทำงานก่อนพัก

H_0 : ระยะเวลาที่พนักงานทำงานก่อนพักไม่มีผลต่ออัตราการเต้นของหัวใจ

H_1 : ระยะเวลาที่พนักงานทำงานก่อนพักมีผลต่ออัตราการเต้นของหัวใจ

สมมติฐานเกี่ยวกับ ครั้งที่พัก (Break)

H_0 : ครั้งที่พักไม่มีผลต่ออัตราการเต้นของหัวใจ

H_1 : ครั้งที่พักมีผลต่ออัตราการเต้นของหัวใจ

สมมติฐานเกี่ยวกับ ผู้ถูกทดสอบ

H_0 : ผู้ถูกทดสอบไม่มีผลต่ออัตราการเต้นของหัวใจ

H_1 : ผู้ถูกทดสอบมีผลต่ออัตราการเต้นของหัวใจ

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนโดยมีปัจจัย คือ ระยะเวลาที่พนักงานทำงานก่อนพัก (8 ระดับ คือ 1 1.5 2.5 3 3.5 4 4.5 และ 5 ชั่วโมง) ครั้งที่พัก (3 ระดับ คือ พักครั้งที่ 1 พักครั้งที่ 2 และพักครั้งที่ 3) และผู้ถูกทดสอบโดยให้ถูกทดสอบเป็นบล็อก ผลปรากฏว่าระยะเวลาที่พนักงานทำงานก่อนพักและครั้งที่พัก ไม่มีผลต่อค่าอัตราการเต้นของหัวใจอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง แต่ผู้ถูกทดสอบมีผลต่อค่าอัตราการเต้นของหัวใจอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

ตารางที่ 4.15 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าอัตราการเต้นของหัวใจของพนักงานขนส่ง

แหล่งความแปรปรวน	องศาอิสระ	ผลรวมกำลังสอง	ผลเฉลี่ยกำลังสอง	ค่าสถิติเอฟ	ค่าพี
ระยะเวลาที่พนักงานทำงานก่อนพัก	1	58.88	0.17	0.01	0.940
ครั้งที่พัก	2	37.29	25.50	0.87	0.419
ผู้ถูกทดสอบ	16	5706.88	356.68	12.23	0.000**
ความคลาดเคลื่อน	133	3879.12	29.17		
รวม	152	9682.17			

หมายเหตุ ** = ระดับนัยสำคัญ 0.01

เมื่อได้ข้อมูลอัตราการเต้นของหัวใจค่า P1 P2 และ P3 แล้ว จากนั้นทำการหาผลต่างระหว่างอัตราการเต้นของหัวใจ P1 กับ P3 ดังแสดงในตารางที่ 4.16 เพื่อนำไปประเมินความหนักของภาระงาน

ตารางที่ 4.16 อัตราการเต้นของหัวใจ P1 P3 และผลต่างระหว่างอัตราการเต้นของหัวใจ P1 กับ P3

ผู้ถูกทดสอบ	1			2			3			4		
	P1	P3	P1-P3	P1	P3	P1-P3	P1	P3	P1-P3	P1	P3	P1-P3
พักครั้งที่ 1	92	86	6	73	71	2	77	72	5	79	75	4
พักครั้งที่ 2	82	79	3	90	82	8	87	82	5	78	67	11
พักครั้งที่ 3	90	85	5	85	82	3	-	-	-	-	-	-
ผู้ถูกทดสอบ	5			6			7			8		
	P1	P3	P1-P3	P1	P3	P1-P3	P1	P3	P1-P3	P1	P3	P1-P3
พักครั้งที่ 1	96	88	8	80	70	10	94	82	12	93	89	4
พักครั้งที่ 2	86	82	4	75	72	3	92	86	6	84	81	3
พักครั้งที่ 3	95	86	9	79	75	4	84	74	10	-	-	-
ผู้ถูกทดสอบ	9			10			11			12		
	P1	P3	P1-P3	P1	P3	P1-P3	P1	P3	P1-P3	P1	P3	P1-P3
พักครั้งที่ 1	89	83	6	100	94	6	95	91	4	96	93	3
พักครั้งที่ 2	91	85	6	96	92	4	95	87	8	88	80	8
พักครั้งที่ 3	-	-	-	95	94	1	101	93	8	87	80	7
ผู้ถูกทดสอบ	13			14			15			16		
	P1	P3	P1-P3	P1	P3	P1-P3	P1	P3	P1-P3	P1	P3	P1-P3
พักครั้งที่ 1	84	75	9	80	77	3	90	84	6	74	71	3
พักครั้งที่ 2	93	86	7	74	69	5	92	85	7	91	83	8
พักครั้งที่ 3	98	91	7	90	85	5	96	87	9	86	84	2
ผู้ถูกทดสอบ	17			18			19			20		
	P1	P3	P1-P3	P1	P3	P1-P3	P1	P3	P1-P3	P1	P3	P1-P3
พักครั้งที่ 1	82	75	7	81	74	7	90	84	6	73	69	4
พักครั้งที่ 2	85	77	8	77	74	3	88	83	5	80	73	7
พักครั้งที่ 3	72	69	3	-	-	-	85	79	6	75	71	4
ผู้ถูกทดสอบ	21			22								
	P1	P3	P1-P3	P1	P3	P1-P3						
พักครั้งที่ 1	89	81	8	92	82	10						
พักครั้งที่ 2	72	68	4	80	75	5						
พักครั้งที่ 3	78	71	7	83	78	5						

จากนั้นนำข้อมูลผลต่างระหว่างอัตราการเต้นของหัวใจ P1 กับ P3 มาวิเคราะห์ทางสถิติอีกครั้ง ดังแสดงในตารางที่ 4.17 โดยมีสมมติฐาน ดังนี้

สมมติฐานเกี่ยวกับ ระยะเวลาที่พนักงานทำงานก่อนพัก

H_0 : ระยะเวลาที่พนักงานทำงานก่อนพักไม่มีผลต่อผลต่างระหว่างค่า P1 กับ P3

H_1 : ระยะเวลาที่พนักงานทำงานก่อนพักมีผลต่อผลต่างระหว่างค่า P1 กับ P3

สมมติฐานเกี่ยวกับ ครั้งที่พัก (Break)

H_0 : ครั้งที่พักไม่มีผลต่อผลต่างระหว่างค่า P1 กับ P3

H_1 : ครั้งที่พักมีผลต่อผลต่างระหว่างค่า P1 กับ P3

สมมุติฐานเกี่ยวกับ ผู้ถูกทดสอบ

H_0 : ผู้ถูกทดสอบไม่มีผลต่อผลต่างระหว่างค่า P1 กับ P3

H_1 : ผู้ถูกทดสอบมีผลต่อผลต่างระหว่างค่า P1 กับ P3

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนโดยมีปัจจัย คือ ระยะเวลาที่พนักงานทำงานก่อนพัก (8 ระดับ คือ 1 1.5 2.5 3 3.5 4 4.5 และ 5 ชั่วโมง) ครั้งที่พัก (3 ระดับ คือ พักครั้งที่ 1 พักครั้งที่ 2 และพักครั้งที่ 3) และผู้ถูกทดสอบ ผลปรากฏว่าระยะเวลาที่พนักงานทำงานก่อนพัก ครั้งที่พัก และผู้ถูกทดสอบไม่มีผลต่อค่าผลต่างระหว่างอัตราการเต้นของหัวใจ P1 กับ P3

ตารางที่ 4.17 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลต่างระหว่างอัตราการเต้นของหัวใจ P1 กับ P3

แหล่งความแปรปรวน	องศาอิสระ	ผลรวมกำลังสอง	ผลเฉลี่ยกำลังสอง	ค่าสถิติเอฟ	ค่าพี
ระยะเวลาที่พนักงานทำงานก่อนพัก	1	0.825	1.292	0.21	0.654
ครั้งที่พัก	2	5.395	2.697	0.43	0.655
ผู้ถูกทดสอบ	16	102.367	6.364	1.01	0.471
ความคลาดเคลื่อน	31	195.100	6.294		
รวม	50	303.686			

4) การประเมินความหนักของภาระงานโดยใช้อัตราการเต้นของหัวใจ

การวัดอัตราการเต้นของหัวใจ ใช้เป็นดัชนีบ่งชี้ความหนักของภาระงานได้ เมื่อได้ค่า P_1 P_2 และ P_3 จากนั้นทำการประเมินความหนักของภาระงานตามเกณฑ์ของ Brouha ที่ปรับปรุงใหม่ ผลที่ได้แสดงในตารางที่ 4.18

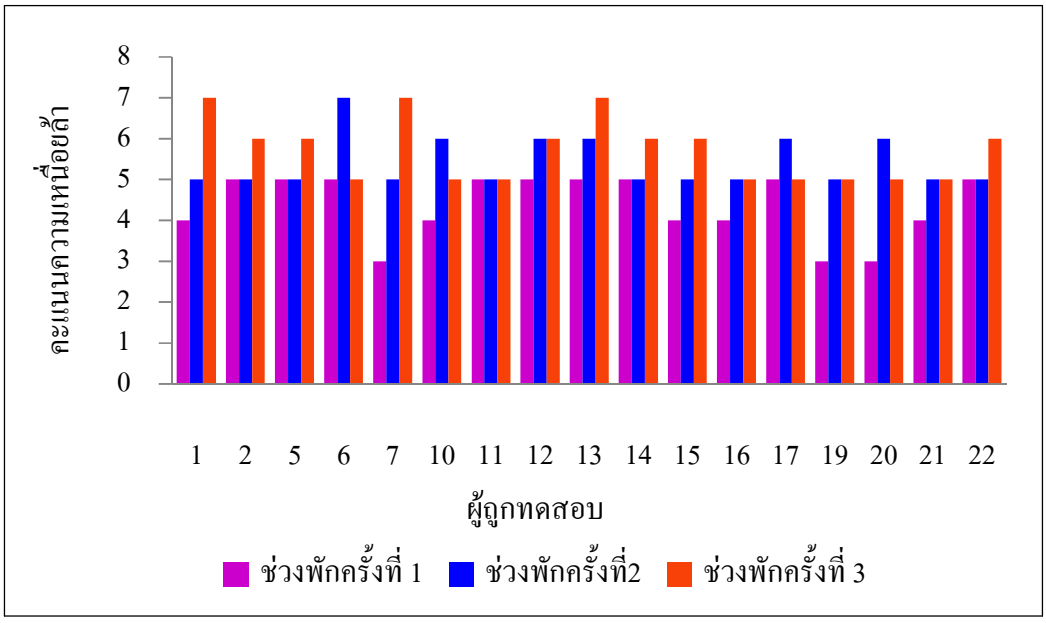
ตารางที่ 4.18 ผลการประเมินภาระงานตามเกณฑ์ของ Brouha ที่ปรับปรุงใหม่ (NIOSH, 1986)

สภาพของร่างกาย	เกณฑ์ในการประเมิน	ผู้ถูกทดสอบคนที่	จำนวนรวม	คิดเป็นร้อยละ
เกณฑ์ปกติ ไม่มีภาระงานหนัก	$P_3 \leq 90$ ครั้งต่อนาที	1,2,3,4,5,6,7,8, 9,14,15,16,17, 18,19,20,21,22	18	81.82
เกณฑ์ปานกลาง มีภาระงาน	$P_1 - P_3 \approx 10$ ครั้งต่อนาที และ $P_3 \approx 90$ ครั้งต่อนาที	10,11,12,13	4	18.18
เกณฑ์หนักมาก ควรมีการปรับปรุงแก้ไขการทำงาน	$P_3 > 90$ ครั้งต่อนาที และ $P_1 - P_3 < 10$ ครั้งต่อนาที	-	-	-

จากตารางที่ 4.17 ผลการประเมินภาระงานพบว่าการปฏิบัติงานขนส่งของกลุ่มผู้ถูกทดสอบอยู่ในเกณฑ์ปกติ คือ ค่าอัตราการเต้นของหัวใจ P3 ต่ำกว่าหรือเท่ากับ 90 ครั้งต่อนาที จำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยละ 81.82 และการปฏิบัติงานอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง คือ ค่าอัตราการเต้นของหัวใจ P3 ประมาณ 90 ครั้งต่อนาที และผลต่างระหว่างค่า P1 กับ P3 ประมาณ 10 ครั้งต่อนาที จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 18.18

4.3.2 การประเมินความหนักของภาระงานโดยวิธีจิตพิสัย

การประเมินความหนักของภาระงานของพนักงานขนส่ง โดยวิธีจิตพิสัยเป็นการวัดความหนักเบาของภาระงานจากการสอบถามระดับความเหนื่อยล้าของพนักงานขนส่ง ผลที่ได้แสดงดังรูปที่ 4.11 และจากการวิเคราะห์ข้อมูลระดับความเหนื่อยล้าของพนักงานขนส่ง ผลที่ได้แสดงในตารางที่ 4.19 ซึ่งจะแบ่งออกเป็น 3 ช่วงเวลาการพัก คือ ช่วงพักครั้งที่ 1 พนักงานขนส่งมีความรู้สึกความเหนื่อยล้าในระดับปานกลางร้อยละ 54 ระดับระหว่างต่ำถึงปานกลางร้อยละ 32 และระดับต่ำร้อยละ 14 ช่วงพักครั้งที่ 2 พนักงานขนส่งมีความรู้สึกความเหนื่อยล้าในระดับปานกลางร้อยละ 64 ระดับระหว่างปานกลางถึงสูงร้อยละ 27 และระดับสูงร้อยละ 9 และช่วงพักครั้งที่ 3 พนักงานขนส่งมีความรู้สึกความเหนื่อยล้าในระดับปานกลางร้อยละ 47 ระดับระหว่างต่ำถึงปานกลางร้อยละ 35 และระดับต่ำร้อยละ 18 จะเห็นได้ว่าส่วนใหญ่พนักงานขนส่งมีความรู้สึกความเหนื่อยล้าในระดับปานกลาง



รูปที่ 4.11 กราฟแสดงระดับคะแนนความเหนื่อยล้าของผู้ถูกทดสอบ

ตารางที่ 4.19 ผลการประเมินความหนักของภาระงานโดยวิธีจิตพิสัยของพนักงานขนส่ง

ระดับคะแนนความเหนื่อยล้า		พนักงานร้อยละ		
		ช่วงพักครั้งที่ 1	ช่วงพักครั้งที่ 2	ช่วงพักครั้งที่ 3
0	ไม่รู้สึกเลย			
1				
2				
3	ต่ำ	14		
4		32		
5	ปานกลาง	54	64	47
6			27	35
7	สูง		9	18
8				
9				
10	สูงมาก (ทนไม่ไหว)			

บทที่ 5
สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

การศึกษาวิจัยในหัวข้อการวิเคราะห์อัตรากำลังและการประเมินภาระงานของพนักงานขนส่งมีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) วัดเวลาที่ใช้ในการในการปฏิบัติงานของพนักงานขนส่งโดยการศึกษาเวลาการทำงาน (2) กำหนดแนวทางในการจัดสรรพนักงานขนส่งโดยพิจารณาจากเวลาและหลักการยศาสตร์ และ (3) ประเมินความหนักของภาระงานในการปฏิบัติงานของพนักงานขนส่ง งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาการทำงานของพนักงานขนส่งในสายการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์และทำการประเมินความหนักของภาระงานของพนักงานขนส่ง

ในการศึกษาการทำงานของพนักงานขนส่ง มีกระบวนการขนส่งที่ทำการศึกษาทั้งหมด 5 เส้นทาง โดยแบ่งเป็นการขนส่งฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ขนาด 2.5 นิ้ว มี 3 เส้นทาง คือ การขนส่งงานจากสถานีงาน Injection เฟส 1 และ 2 เข้าสู่สถานีงาน SSW โดยพนักงานขนส่งมารับงานจากตำแหน่งที่ 1 และ 2 ไปส่งยังตำแหน่งที่ 3 4 และ 5 และการขนส่งฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ขนาด 3.5 นิ้ว มี 2 เส้นทาง คือ การขนส่งงานจากสถานีงาน Grouping นำไปส่งยังสถานีงาน Final assembly และการขนส่งงานจากสถานีงาน SSW นำไปส่งยังสถานีงาน Exhaust โดยพนักงานขนส่งมารับงานจากตำแหน่งที่ 6 และ 7 นำไปส่งยังตำแหน่งที่ 8 และ 9 จากนั้นทำการศึกษาเวลาเพื่อกำหนดเวลามาตรฐานการทำงานของพนักงานขนส่งในแต่ละกระบวนการ และคำนวณหาปริมาณงานของพนักงานขนส่งที่สามารถขนส่งได้ต่อกะ เพื่อนำมากำหนดแนวทางในการจัดสรรพนักงานขนส่ง

ในการประเมินความหนักของภาระงานในการปฏิบัติงานของพนักงานขนส่งนั้นทำการวัดอัตราการเต้นของหัวใจก่อนปฏิบัติงานและหลังปฏิบัติงาน โดยการวัดอัตราการเต้นของหัวใจหลังปฏิบัติงานเป็นการวัดในช่วงเวลาหยุดพักงาน 2 ครั้ง และเวลาหยุดเมื่อเลิกงานอีก 1 ครั้ง รวมเป็นจำนวน 3 ครั้ง ทั้งนี้การวัดอัตราการเต้นของหัวใจหลังปฏิบัติงานในแต่ละช่วงเวลาหยุดพักงานเป็นการวัด 3 ครั้ง คือ ครั้งที่ 1 (P1) วัดในระหว่างวินาทีที่ 30 ถึงวินาทีที่ 60 หลังจากหยุดงาน ครั้งที่ 2 (P2) วัดในระหว่างวินาทีที่ 90 ถึงวินาทีที่ 120 หลังจากหยุดงาน และครั้งที่ 3 (P3) วัดในระหว่างวินาทีที่ 150 ถึงวินาทีที่ 180 หลังจากหยุดงาน เมื่อได้ข้อมูลอัตราการเต้นของหัวใจค่า P1 P2 และ P3 แล้วจึงนำข้อมูลดังกล่าวไปวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อหาผลกระทบของช่วงเวลาพักที่มีต่ออัตราการเต้นของหัวใจ และทำการประเมินความหนักของภาระงานตามเกณฑ์ของ Brouha

ที่ปรับปรุงใหม่ นอกจากนี้แล้วงานวิจัยนี้ได้ทำการประเมินความหนักของภาระงานโดยวิธีจิตพิสัย โดยใช้สเกลของ Borg เพื่อวัดความรู้สึกเหนื่อยล้าของพนักงานขนส่ง

ผลการศึกษาได้ข้อสรุปดังนี้

1. เวลามาตรฐานการทำงานของพนักงานขนส่งงานขนาด 2.5 นิ้ว จากตำแหน่งที่ 1 ไปยัง 3 ตำแหน่งที่ 1 ไปยัง 4 และตำแหน่งที่ 2 ไปยัง 5 มีเวลามาตรฐานการทำงานเท่ากับ 266.18 311.48 และ 327.48 วินาที ตามลำดับ ส่วนกระบวนการขนส่งฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ขนาด 3.5 นิ้ว จากตำแหน่งที่ 6 ไปยัง 8 มีเวลามาตรฐานการทำงานเท่ากับ 233.67 วินาที ส่วนการขนส่งจากตำแหน่งที่ 7 ไปยัง 9 มีเวลามาตรฐานการทำงานเท่ากับ 120.11 วินาที

2. จากการคำนวณปริมาณงานของพนักงานขนส่งงานขนาด 2.5 นิ้ว ที่สามารถขนส่งได้ต่อกะ ผลปรากฏว่าในเวลาการทำงานที่เท่ากัน การขนส่งงานโดยใช้รถเข็น 1 ชั้น (30 ชิ้นต่อรอบ) รถเข็น 2 ชั้น (60 ชิ้นต่อรอบ) หรือรถเข็น 3 ชั้น (90 ชิ้นต่อรอบ) ปริมาณงานที่พนักงานขนส่งงานสามารถทำได้มากที่สุด คือ 4,260 8,521 และ 12,781 ชิ้น ตามลำดับ ซึ่งเกิดจากการขนส่งงานจากตำแหน่งที่ 1 ไปยัง 3 ในขณะที่การขนส่งงานจากตำแหน่งที่ 2 ไปยัง 5 มีปริมาณงานที่สามารถทำได้น้อยที่สุด คือ 3,463 6,926 และ 10,388 ชิ้น โดยใช้รถเข็น 1 ชั้น 2 ชั้น และ 3 ชั้น ตามลำดับ

3. จากการคำนวณปริมาณงานของพนักงานขนส่งงานขนาด 3.5 นิ้ว ที่สามารถขนส่งได้ต่อกะ ผลปรากฏว่าในเวลาการทำงานที่เท่ากัน การขนส่งงานจากตำแหน่งที่ 7 ไปยัง 9 มีปริมาณงานที่ทำได้มากที่สุด คือ 9,442 ชิ้น และการขนส่งงานจากตำแหน่งที่ 6 ไปยัง 8 มีปริมาณงานที่ทำได้น้อยที่สุด คือ 4,853 ชิ้น

4. ผลจากการประเมินภาระงานตามเกณฑ์ของ Brouha ที่ปรับปรุงใหม่ พบว่าภาระงานของกลุ่มพนักงานขนส่งผู้ถูกทดสอบอยู่ในเกณฑ์ปกติจำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยละ 81.82 และมีภาระงานอยู่ในเกณฑ์ปานกลางจำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 18.18 สำหรับการประเมินความหนักของภาระงานของพนักงานขนส่งด้วยวิธีจิตพิสัยโดยใช้สเกลของ Borg นั้น ผลปรากฏว่าพนักงานขนส่งส่วนใหญ่มีความรู้สึกความเหนื่อยล้าในระดับปานกลาง

5. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนพบว่า ระยะเวลาที่พนักงานทำงานก่อนพัก และครั้งที่พักไม่ทำให้อัตราการเต้นของหัวใจแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

6. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนพบว่า ระยะเวลาที่พนักงานทำงานก่อนพัก ครั้งที่พัก และผู้ถูกทดสอบไม่ทำให้ผลต่างระหว่างอัตราการเต้นของหัวใจ P1 กับ P3 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

5.2 การนำผลไปใช้ในทางปฏิบัติ

จากการประเมินความหนักภาระงานตามเกณฑ์ของ Brouha ที่ปรับปรุงใหม่พบว่าภาระงานของพนักงานขนส่งนั้นอยู่ในเกณฑ์ปกติและปานกลาง นอกจากนี้ยังพบว่าไม่มีความล้าสะสมเมื่อเลิกปฏิบัติงาน ดังนั้นพนักงานขนส่งสามารถปฏิบัติงานดังกล่าวได้ตลอดทั้งกะโดยไม่เกิดอันตราย

5.3 ข้อเสนอแนะในการวิจัยต่อไป

1. ควรทำการจำลองสถานการณ์เพื่อเปรียบเทียบการใช้ประโยชน์ของพนักงานขนส่งที่ได้จากการปรับอัตราเร็วในการผลิตฮาร์ดดิสก์ เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดจำนวนพนักงานให้เหมาะสมยิ่งขึ้น

2. ควรทำการศึกษาผลกระทบของเสียงที่มีต่ออัตราการเต้นของหัวใจของพนักงานขนส่งในขณะปฏิบัติงาน

3. ควรทำการศึกษาการออกแบบรถเข็นงานโดยใช้หลักการยศาสตร์ เพื่อให้พนักงานขนส่งสามารถปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น

รายการอ้างอิง

กิตติ อินทรานนท์. (2548). **การยศาสตร์.** พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นิวิท เจริญใจ. (2543). **การศึกษาการเคลื่อนไหวและเวลา.** มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

นริศ เจริญพร. (2543). **การยศาสตร์.** พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

ประไพศรี สุทัศน์ ณ อยุธยา และพงศ์ชนัน เหลืองไพบูลย์. (2551). **การออกแบบและวิเคราะห์การทดลอง.** กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ท็อป.

พงศธร หนูศรีแก้ว และสวัสดิ์ ภาระราช. (2553). **การปรับปรุงรอบเวลาการทำงานของเครื่องประกอบฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ**. อุบลราชธานี: การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ.

พรพรหม เอกวัฒน์ และกฤษดา อัศวรุ่งแสงกุล. (2553). **การเพิ่มกำลังการผลิตในกระบวนการล้างแขนจับหัวอ่านเขียนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ.** อุบลราชธานี: การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ.

รัชต์วรรณ กาญจนปัญญาคม และเนื้อโสม ติงสัญชลี. (2528). **การศึกษาการเคลื่อนไหวและเวลา**. กรุงเทพฯ: ฟิสิกส์เซ็นเตอร์,

วันชัย ริจิรวนิช. (2545). **การศึกษาการทำงาน : หลักการและกรณีศึกษา.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วิจิตร ตัณฑสุทธิ์ วันชัย ริจิรวนิช จรูญ มหิทธาฟองกุล และชูเวช ชาญสง่าเวช. (2545). **การศึกษาการทำงาน.** กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศูนย์วิจัยกสิกรไทย. (2553). **ส่งออกอิเล็กทรอนิกส์และเครื่องใช้ไฟฟ้าครึ่งปีหลัง AFTA/FTA ยังหนุนแม้ภาวะตลาดอาจชะลอตัว(มองเศรษฐกิจฉบับที่ 2888)**[ออนไลน์] 23 กรกฎาคม 2553 http://www.kasikornresearch.com/TH/KEcon%2 0 Analysis/Pages/ViewSummary.aspx?docid=25497

สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน. (2552). **Thailand Board of Investment: Industrial Production of Selected Major Projects** [ออนไลน์] 3 พฤศจิกายน 2552 http://www.boi.go.th/thai/how/industrial_production_selected_major_products.asp

Banks, J., Carson, J.S., Nelson, B.L., and Nicol, D.M. (2005). **Discrete – Even System Simulation.** 4th ed. New Jersey: Prentice Hall.

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

Besterfield, D.H. (2009). **Quality control.** 8th ed. New Jersey: Prentice Hall.

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 IEEE International Symposium on Electronics and the Environment,** (Boston, MA, May 19-21) pp. 105-110.

Borg, G.V. (1982) Psychological basis of perceived exertion. **Medicine and Science in Sports and Exercise**., American College of Sports Medicine. 14: 377-381

Brouha, L. (1967). **Physiology in Industry.** New York:Pergamon Press.

Crosbie, J.H., McDonough, S.M., Lennon, S., Pokluda, L., and McNeill, M.D.J. (2004). Virtual reality in the rehabilitation of the upper limb after stroke: the user's perspective. **5th International Conference for Disability, Virtual Reality and Associated Technology**., Oxford, UK.

Grandjean, E. (1988). **Fitting The Task to the Man**. 4th ed. London:Taylor and Francis.

Hendrich, A., Chow, M., Skierczynski, B.A., and Lu, Z. (2008). A 36 Hospital Time and Motion Study: How Do Medical-Surgical Nurses Spend Their Time?. **The Permanente Journal.** 12(3): 25-34.

ILO. (1979). **Introduction to Work Study.** 3rd ed. Geneva, Switzerland: International Labour Office,

Krenzelok, E.P., and Dean, B.S. (1987). Personnel requirements of a poison information center. **American Journal of Hospital Pharmacy**. 44(9):2084-2086

Kroll, E. (1996). Application of work-measurement analysis to product disassembly for recycling. **Concurrent Engineering**. 4(2): 149-158.

Kuprenas, J.A., and Fakhouri, A.S. (2001). A Crew Balance Case Study – Improving Construction Productivity. **Construction Management Association of America**

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

National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). (1986). **Occupational exposure to hot environments.** NIOSH Publication No. 86-113. Washington, DC.

Niebel, B. W., and Freivalds, A. (2004). **Methods, standards, and work design**. 11th ed. Singapore: McGraw-Hill

Powers, S.K., and Howley, E.T. (1990). **Exercise physiology: theory and application to fitness and performance.** Dubuque, IA: William C. Brown.

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

Sanders, M.S., and McCormick, E.J. (1995). **Human Factors In Engineering and Design**. 7th ed. Singapore: McGraw-Hill

Sink, D.S. (1983). Much do about productivity: Where do we go from here. **Industrial Engineering.** 15(10): 36-48.

Solberg, G., Robstad, B., Skjønsberg, O.H., and Borchsenius, F. (2005). Respiratory gas exchange indices for estimating the anaerobic threshold. **Journal of Sports Science and Medicine.** 4:29-36

Soontornpas, C., Soontornpas, R., and Chumworathayi, P. (2008). Work measurement by work sampling technique in Department of Pharmacy Service. **Srinagarind Med J.** 23(1): 45-52.

Sumanth, D.J. (1985). **Productivity Engineering and Management International**. Student McGraw-Hill Book Co., Singapore.

Thomas, H.R., and Daily, J. (1983). Crew Performance Measurement via Activity Sampling **Journal of Construction Engineering and Management**. 109(3): 309-320

Tiwari, P. S., and Gite, L. P. (2005). **Evalution of work-rest schedules during operation of a rotary power tiller**. International Journal of Industrial Ergonomics, 36(3):203-210

Williams, J.G., and Eston, R.G. (1989). Determination of the intensity dimension in vigorous exercise programmes with particular reference to the use of the Rating of Perceived Exertion. **Sports. Med**. 8(3):177–189

Wiriyanukul, N., and Jongkol, P. (2008). **An Evaluation of Physiological Strain From Lawn Mowing**. The 9th Southeast Asian Ergonomics Society Conference 2008 (SEAES 2008). Achieving Organization Goals with Ergonomics: From Theories to Application & From Researchers to Practitioners. Grand Mercure Fortune Bangkok, Thailand; 22-24 October.

van der Molen, H.F., Kunst, K., Kuijer, P.P.F.M., and Frings-Dresen, M.H.W. (2011) Evaluation of the effect of a paver's trolley on productivity, task demands, workload and local discomfort. **International Journal of Industrial Ergonomics**. 41(1):59-63

ภาคผนวก ก

ค่าการประเมินอัตราการทำงานในระบบเวสติงเฮาส์

ตารางที่ ก.1 ค่าการประเมินอัตราการทำงานในระบบเวสติงเฮาส์ (Niebel and Freivalds, 2004)

ความชำนาญ (Skill)			ความพยายาม (Effort)		
+0.15	A1	ยอดเยี่ยม (Superskill)	+0.13	A1	พยายามสูงมาก (Excessive)
+0.13	A2		+0.12	A2	
+0.11	B1	ดีมาก (Excellent)	+0.10	B1	ดีมาก (Excellent)
+0.08	B2		+0.08	B2	
+0.06	C1	ดี (Good)	+0.05	C1	ดี (Good)
+0.03	C2		+0.02	C2	
0.00	D	เฉลี่ย (Average)	0.00	D	เฉลี่ย (Average)
-0.05	E1	พอใช้ (Fair)	-0.04	E1	พอใช้ (Fair)
-0.10	E2		-0.08	E2	
-0.16	F1	แย่ (Poor)	-0.12	F1	แย่ (Poor)
-0.22	F2		-0.17	F2	
ความสม่ำเสมอ (Consistency)			เงื่อนไขการทำงาน (Conditions)		
+0.06	A	สมบูรณ์ (Ideal)	+0.04	A	สมบูรณ์(Perfect)
+0.04	B	ดีมาก (Excellent)	+0.03	B	ดีมาก (Excellent)
+0.02	C	ดี (Good)	+0.01	C	ดี (Good)
0.00	D	เฉลี่ย (Average)	0.00	D	เฉลี่ย (Average)
-0.03	E	พอใช้ (Fair)	-0.02	E	พอใช้ (Fair)
-0.07	F	แย่ (Poor)	-0.04	F	แย่ (Poor)

ภาคผนวก ข

ค่าเวลาเผื่อ (Allowance) ของ ILO

ตารางที่ ข.1 การกำหนดค่าเวลาเผื่อของ ILO (Niebel and Freivalds, 2004)

ลักษณะของค่าเวลาเผื่อ	% เวลามาตรฐาน
1. เวลาเผื่อคงที่ (Constant allowances):	
1.1 เวลาเผื่อกิจส่วนตัว	5
1.2 เวลาเผื่อความเมื่อยล้า	4
2. เวลาเผื่อผันแปร (Variable allowances):	
2.1 ยืนทำงาน	2
2.2 ท่ายืนผิดปกติ	
2.2.1 อึดอัดเล็กน้อย	0
2.2.2 อึดอัด (ก้ม)	2
2.2.3 อึดอัดมาก (นอน, เหยียดตัว)	7
2.3 งานที่ใช้แรงและพลังงานกล้ามเนื้อ (ยก, ดึง, ดัน)	
น้ำหนักของการยกมีหน่วยเป็นปอนด์ (1 ปอนด์ เท่ากับ 0.454 กิโลกรัม)	
5	0
10	1
15	2
20	3
25	4
30	5
35	7
40	9
45	11
50	13
60	17
70	22
2.4 แสงสว่าง	
2.4.1 แสงสว่างต่ำกว่ามาตรฐานเล็กน้อย	0
2.4.2 แสงสว่างต่ำกว่ามาตรฐาน	2
2.4.3 แสงสว่างไม่เพียงพอ	5

ตารางที่ ข.1 การกำหนดค่าเวลาเผื่อของ ILO (Niebel and Freivalds, 2004) (ต่อ)

ลักษณะของค่าเวลาเผื่อ	% เวลามาตรฐาน
2.5 สภาพบรรยากาศ (ความร้อนและความชื้น)	0-100
2.6 ความตั้งใจในการทำงาน	
2.6.1 งานละเอียดพอสมควร	0
2.6.2 งานละเอียดหรือแม่นยำ	2
2.6.3 งานละเอียดมากหรือแม่นยำมาก	5
2.7 ระดับเสียงรบกวน	
2.7.1 เสียงดังต่อเนื่อง	0
2.7.2 เสียงดังไม่ต่อเนื่องเป็นช่วง ๆ	2
2.7.3 เสียงดังมากและเป็นช่วง ๆ	5
2.7.4 เสียงดังและระดับเสียงสูง (เสียงแหลม)	5
2.8 ความเครียดทางจิตใจ	
2.8.1 กระบวนการทำงานซับซ้อนพอสมควร	1
2.8.2 กระบวนการทำงานซับซ้อนหรือมีงานต้องดูแลมาก	4
2.8.3 กระบวนการทำงานซับซ้อนมาก	8
2.9 ความซ้ำซากของงาน	
2.9.1 ซ้ำซากน้อย	0
2.9.2 ซ้ำซากปานกลาง	1
2.9.3 ซ้ำซากมาก	4
2.10 ความน่าเบื่อ (การใช้อวัยวะในร่างกายซ้ำๆ)	
2.10.1 ค่อนข้างน่าเบื่อ	0
2.10.2 น่าเบื่อ	2
2.10.3 น่าเบื่อมาก	5

ภาคผนวก ค

การหาจำนวนครั้งในการจับเวลา (Simple Size)

การหาจำนวนครั้งในการจับเวลาที่เหมาะสมนั้น ทำการศึกษาโดยจับเวลาการทำงานของพนักงานขนส่งมาจำนวนหนึ่ง เพื่อนำมาคำนวณหาจำนวนครั้งในการจับเวลาสำหรับการกำหนดเวลามาตรฐานการทำงานของพนักงานขนส่ง ข้อมูลเวลาการทำงานของพนักงานขนส่งแต่ละกระบวนการแสดงดังตารางที่ ค.1-ค.5

ตารางที่ ค.1 เวลาการขนส่งงานขนาด 2.5 นิ้วจากตำแหน่งที่ 1 ไปยังตำแหน่งที่ 3 (10 รอบ)

รอบที่	ขั้นตอนการทำงาน					
	1. รองานที่จุด WIP B/SSW	2. ยกกล่องงานใส่รถเข็น (10 กล่อง)	3. เข็นรถเข็นงานไปยังชั้นวางงาน	4. ยกกล่องงานวางที่ชั้นวางงาน	5. เข็นรถเข็นเปล่ามายังจุด WIP B/SSW	รวม (วินาที)
1		59.37	54.07	19.13	56.46	189.03
2		64.52	59.25	22.97	54.98	201.72
3		53.23	79.47	51.51	89.41	273.62
4		98.92	41.87	34.19	37.94	212.92
5		87.25	25.38	61.37	46.90	220.90
6		22.90	79.18	16.12	56.79	174.99
7		73.88	58.33	20.24	56.07	208.52
8		73.23	57.11	18.05	52.87	201.26
9		88.72	58.16	25.72	53.72	226.32
10		29.25	57.74	66.23	47.59	200.81
ผลรวมเวลาการทำงานของพนักงานขนส่งในแต่ละรอบ ($\sum X_i$)						2110.09

ตารางที่ ค.2 เวลาการขนส่งงานขนาด 2.5 นิ้วจากตำแหน่งที่ 1 ไปยังตำแหน่งที่ 4 (10 รอบ)

รอบที่	ขั้นตอนการทำงาน					
	1. รองานที่จุด WIP B/SSW	2. ยกกล่องงานใส่รถเข็น (10 กล่อง)	3. เข็นรถเข็นงานไปยังชั้นวางงาน	4. ยกกล่องงานวางที่ชั้นวางงาน	5. เข็นรถเข็นเปล่ามายังจุด WIP B/SSW	รวม (วินาที)
1		122.07	46.72	76.51	49.08	294.38
2		58.87	48.86	25.47	59.31	192.51
3		97.99	59.19	76.22	48.24	281.64
4		71.39	51.35	58.12	45.24	226.10
5	23.58	84.48	45.73	77.79	52.67	260.67
6		74.33	57.30	44.47	52.68	228.78
7		66.15	54.89	73.00	50.40	244.44
8		101.53	58.15	54.84	48.25	262.77
9		72.16	46.69	55.39	49.31	223.55
10		74.20	44.89	63.89	47.19	230.17
ผลรวมเวลาการทำงานของพนักงานขนส่งในแต่ละรอบ ($\sum X_i$)						2445.01

ตารางที่ ค.3 เวลาการขนส่งงานขนาด 2.5 นิ้วจากตำแหน่งที่ 2 ไปยังตำแหน่งที่ 5 (10 รอบ)

รอบที่	ขั้นตอนการทำงาน					
	1. รองานที่จุด WIP B/SSW	2. ยกกล่องงานใส่รถเข็น (10 กล่อง)	3. เข็นรถเข็นงานไปยังชั้นวางงาน	4. ยกกล่องงานวางที่ชั้นวางงาน	5. เข็นรถเข็นเปล่ามายังจุด WIP B/SSW	รวม (วินาที)
1	26.5	61.55	66.05	35.82	60.62	224.04
2		40.03	64.41	21.23	75.86	201.53
3	39.4	69.95	58.38	40.20	76.13	244.66
4	16.6	75.07	43.78	33.53	55.24	207.62
5		26.88	57.85	8.72	63.37	156.82
6		43.72	58.32	8.75	68.11	178.9
7		44.19	70.57	65.09	51.31	231.16
8		28.98	69.31	55.64	52.65	206.58
9		50.31	60.59	53.73	91.41	256.04
10		23.14	53.74	55.82	93.4	226.1
ผลรวมเวลาการทำงานของพนักงานขนส่งในแต่ละรอบ ($\sum X_i$)						2133.45

ตารางที่ ค.4 เวลาการขนส่งงานขนาด 3.5 นิ้วจากตำแหน่งที่ 6 ไปยังตำแหน่งที่ 8 (10 รอบ)

รอบที่	ขั้นตอนการทำงาน						
	1. รองานที่จุด WIP B/SSW	2. เข็นรถเข็นงานไปจุดวาง WIP B/Final	3. เดินไปยังจุดวางรถเข็นกล่องงานเปล่า	4. ยึดรถเข็นกล่องงานเปล่า 2 คัน ให้ติดกัน	5. เข็นรถเข็นกล่องงานเปล่าไปยังจุดวาง	6. เดินไปยังจุด WIP B/Final	รวม (วินาที)
1		72.73	21.00	15.85	57.72	28.45	195.75
2		78.14	19.13	17.07	39.13	35.83	189.30
3		78.44	15.01	14.05	103.12	58.05	268.67
4		81.02	21.43	25.81	102.08	40.39	270.73
5		77.97	15.00	15.08	54.96	55.16	218.17
6		86.24	14.14	14.33	60.07	27.92	202.70
7		82.68	16.06	14.16	53.05	30.92	196.87
8		83.89	14.25	16.65	62.54	33.53	210.86
9		76.73	15.27	15.12	52.08	35.49	194.69
10		71.07	20.12	16.52	63.87	30.20	201.78
ผลรวมเวลาการทำงานของพนักงานขนส่งในแต่ละรอบ ($\sum X_i$)							2149.52

ตารางที่ ค.5 เวลาการขนส่งงานขนาด 3.5 นิ้วจากตำแหน่งที่ 7 ไปยังตำแหน่งที่ 9 (10 รอบ)

รอบที่	ขั้นตอนการทำงาน			
	1. รองานที่จุด WIP B/Exhaust	2. เข็นรถเข็นงานไปจุดวาง WIP B/Exhaust	3. เดินกลับไปยังจุดวาง WIP B/Exhaust	รวม (วินาที)
1		46.52	35.38	81.90
2		45.37	36.29	81.66
3		52.88	46.33	99.21
4		43.89	36.56	80.45
5		42.90	40.09	82.99
6		41.08	38.42	79.50
7		42.20	35.91	78.11
8		44.27	62.27	106.54
9		42.39	33.31	75.70
10		48.52	39.32	87.84
ผลรวมเวลาการทำงานของพนักงานขนส่งในแต่ละรอบ ($\sum X_i$)				853.90

จากนั้นคำนวณหาจำนวนครั้งในการจับเวลา (N) โดยกำหนดค่าความคลาดเคลื่อนไว้ ±5% และระดับความเชื่อมั่น 95% ดังนั้น k = 2 s = 0.05 n = 10 สมการที่ใช้คือ

$$N = \left(\frac{\frac{k}{s}\sqrt{n\sum x_i^2 - \left(\sum x_i\right)^2}}{\sum x_i} \right)^2 \qquad (2.5)$$

เมื่อแทนค่าในสมการแล้ว จะได้จำนวนครั้งในการจับเวลาการทำงานของพนักงานขนส่งในแต่ละกระบวนการ ดังแสดงในตารางที่ ค.6

ตารางที่ ค.6 จำนวนครั้งในการจับเวลาการทำงานของพนักงานขนส่ง

กระบวนการทำงานขนส่ง ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์	$\sum x_i$	$\left(\sum x_i\right)^2$	$\sum x_i^2$	n	N
จากตำแหน่งที่ 1 ไปยังตำแหน่งที่ 3	2110.09	4452479.81	451576.02	10	22.74
จากตำแหน่งที่ 1 ไปยังตำแหน่งที่ 4	2445.01	5978073.90	606202.94	10	22.47
จากตำแหน่งที่ 2 ไปยังตำแหน่งที่ 5	2133.45	4551608.90	463158.50	10	28.11
จากตำแหน่งที่ 6 ไปยังตำแหน่งที่ 8	2149.52	4620436.23	470155.39	10	28.09
จากตำแหน่งที่ 7 ไปยังตำแหน่งที่ 9	853.90	729145.21	73796.68	10	19.36

ภาคผนวก ง

ข้อมูลเวลาการทำงานของพนักงานขนส่ง

เมื่อคำนวณหาจำนวนครั้งในการจับเวลาที่เหมาะสมได้แล้ว จากนั้นทำการจับเวลาตามจำนวนครั้งที่คำนวณได้ ซึ่งข้อมูลเวลาการทำงานของพนักงานขนส่งแต่ละกระบวนการแสดงดังตารางที่ ง.2-ง.6 โดยสามารถสรุปผลได้ดังตารางที่ ง.1

ตารางที่ ง.1 เวลาการทำงานที่จับได้ของพนักงานขนส่ง

กระบวนการทำงานขนส่ง ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์	เวลารอเฉลี่ย (วินาที)	เวลาการทำงานเฉลี่ยที่จับได้ของพนักงานขนส่ง(วินาที)
จากตำแหน่งที่ 1 ไปยังตำแหน่งที่ 3	26.10	206.27
จากตำแหน่งที่ 1 ไปยังตำแหน่งที่ 4	26.10	245.19
จากตำแหน่งที่ 2 ไปยังตำแหน่งที่ 5	39.84	247.14
จากตำแหน่งที่ 6 ไปยังตำแหน่งที่ 8	8.44	188.04
จากตำแหน่งที่ 7 ไปยังตำแหน่งที่ 9	19.83	86.16

ตารางที่ ง.2 เวลาการขนส่งงานขนาด 2.5 นิ้วจากตำแหน่งที่ 1 ไปยังตำแหน่งที่ 3 (30 รอบ)

รอบที่	ขั้นตอนการทำงาน					
	1. รองานที่จุด WIP B/SSW	2. ยกกล่องงานใส่รถเข็น (10 กล่อง)	3. เข็นรถเข็นงานไปยังชั้นวางงาน	4. ยกกล่องงานวางที่ชั้นวางงาน	5. เข็นรถเข็นเปล่ามายังจุด WIP B/SSW	รวม (วินาที)
1	25.03	63.23	56.36	19.43	55.15	194.17
2	12.26	74.99	49.06	25.43	51.78	201.26
3	36.92	31.26	50.68	35.17	52.80	169.91
4	193.80	109.52	41.95	13.25	53.55	218.27
5	105.52	79.96	58.81	37.28	54.94	230.99
6	35.03	53.45	63.08	63.16	59.83	239.52
7	210.06	57.58	52.48	20.42	55.63	186.11
8	71.93	84.39	69.92	31.53	59.43	245.27
9	16.18	41.42	68.32	54.61	48.84	213.19
10	16.50	98.42	63.64	20.22	53.41	235.69
11	21.83	56.18	52.95	44.76	55.68	209.57
12	12.32	60.69	59.07	26.31	56.57	202.64
13	25.66	47.71	50.74	30.62	49.98	179.05
14		76.98	63.77	46.01	57.20	243.96
15		58.00	55.31	30.45	53.12	196.88
16		75.21	61.34	27.41	63.28	227.24
17		58.07	58.78	37.39	49.48	203.72
18		62.73	55.59	25.14	47.39	190.85
19		57.13	73.25	43.23	49.47	223.08
20		24.50	44.37	29.67	27.82	126.36
21		52.98	47.51	38.19	30.24	168.92
22		61.22	36.20	32.10	52.32	181.84
23		116.46	42.02	38.55	25.07	222.10
24		58.07	52.57	21.96	24.53	157.13
25		89.32	53.55	65.84	39.52	248.23
26		97.90	56.14	43.48	44.83	242.35
27		101.69	54.18	28.58	40.35	224.80
28		101.95	53.95	20.19	40.67	216.76
29		109.17	57.78	40.57	42.93	250.45
30		21.77	48.58	35.16	32.18	137.69
เวลารอเฉลี่ย	26.10	เวลาการทำงานเฉลี่ยของพนักงานขนส่ง			206.27	

ตารางที่ ง.3 เวลาการขนส่งงานขนาด 2.5 นิ้วจากตำแหน่งที่ 1 ไปยังตำแหน่งที่ 4 (30 รอบ)

รอบที่	ขั้นตอนการทำงาน					
	1. รองานที่จุด WIP B/SSW	2. ยกกล่องงานใส่รถเข็น (10 กล่อง)	3. เข็นรถเข็นงานไปยังชั้นวางงาน	4. ยกกล่องงานวางที่ชั้นวางงาน	5. เข็นรถเข็นเปล่ามายังจุด WIP B/SSW	รวม (วินาที)
1	25.03	99.58	46.07	67.15	47.34	260.14
2	12.26	86.62	59.24	73.44	48.02	267.32
3	36.92	100.46	44.86	53.75	52.09	251.16
4	193.80	121.10	41.30	59.02	50.29	271.71
5	105.52	63.64	42.74	55.29	48.48	210.15
6	35.03	79.79	40.68	46.29	66.36	233.12
7	210.06	93.80	41.30	55.10	46.13	236.33
8	71.93	85.92	43.51	30.61	42.41	202.45
9	16.18	99.95	46.71	104.89	41.48	293.03
10	16.50	52.23	44.73	62.35	75.79	235.10
11	21.83	60.87	43.59	76.90	53.05	234.41
12	12.32	87.22	44.91	59.15	41.62	232.90
13	25.66	46.56	42.19	105.73	46.70	241.18
14		55.73	53.17	63.49	47.33	219.72
15		101.68	52.19	55.99	52.31	262.17
16		81.22	44.85	72.88	64.42	263.37
17		118.64	49.71	36.97	44.17	249.49
18		77.05	47.54	77.53	47.47	249.59
19		110.89	59.80	21.06	45.31	237.06
20		119.90	49.91	85.64	46.53	301.98
21		59.81	46.68	48.32	44.64	199.45
22		73.94	45.19	23.69	43.93	186.75
23		146.08	56.43	67.52	50.47	320.50
24		91.83	50.81	24.82	47.15	214.61
25		65.85	46.72	69.47	46.18	228.22
26		80.76	45.79	80.13	56.79	263.47
27		47.48	49.50	58.60	52.95	208.53
28		82.70	57.14	54.68	51.92	246.44
29		105.28	47.25	35.62	53.00	241.15
30		87.09	50.73	108.44	47.89	294.15
เวลารอเฉลี่ย	26.10	เวลาการทำงานเฉลี่ยของพนักงานขนส่ง			245.19	

ตารางที่ ง.4 เวลาการขนส่งงานขนาด 2.5 นิ้วจากตำแหน่งที่ 2 ไปยังตำแหน่งที่ 5 (30 รอบ)

รอบที่	ขั้นตอนการทำงาน					
	1. รองานที่จุด WIP B/SSW	2. ยกกล่องงานใส่รถเข็น (10 กล่อง)	3. เข็นรถเข็นงานไปยังชั้นวางงาน	4. ยกกล่องงานวางที่ชั้นวางงาน	5. เข็นรถเข็นเปล่ามายังจุด WIP B/SSW	รวม (วินาที)
1	35.92	39.51	69.21	82.58	83.45	274.75
2	97.45	85.06	59.91	36.59	72.93	254.49
3	50.55	48.48	71.87	49.52	42.77	212.64
4	140.85	64.51	62.5	127.16	44.73	298.9
5	124.39	79.63	73.69	76.14	49.47	278.93
6	194.67	70.08	80.64	52.97	63.38	267.07
7	183.56	44.19	70.57	65.09	51.31	231.16
8	47.38	84.45	57.35	63.71	43.57	249.08
9	80.54	70.29	63.65	58.54	62.08	254.56
10	42.28	40.03	64.41	21.23	75.86	201.53
11	92.09	89.23	77.65	51.00	57.81	275.69
12	23.14	78.26	84.06	40.83	55.32	258.47
13	26.54	61.5	61.39	49.77	57.39	230.05
14	39.35	90.49	54.84	56.24	63.24	264.81
15	16.63	57.61	68.5	73.19	69.53	268.83
16		85.74	56.2	35.92	61.43	239.29
17		56.33	53.4	45.45	77.79	232.97
18		79.35	51.25	56.89	56.05	243.54
19		63.44	87.17	21.63	70.26	242.5
20		84.01	62.97	53.40	50.28	250.66
21		60.62	54.44	41.83	59.05	215.94
22		52.83	70.57	35.31	51.09	209.8
23		61.45	76	96.08	63.03	296.56
24		59.73	73.68	59.63	63.62	256.66
25		52.18	69.83	52.67	61.26	235.94
26		61.55	66.05	35.82	60.62	224.04
27		77.83	76.32	56.14	56.62	266.91
28		69.95	58.38	40.20	76.13	244.66
29		75.07	43.78	33.53	55.24	207.62
30		23.14	53.74	55.82	93.4	226.1
เวลารอเฉลี่ย	39.84		เวลาการทำงานเฉลี่ยของ		247.14	

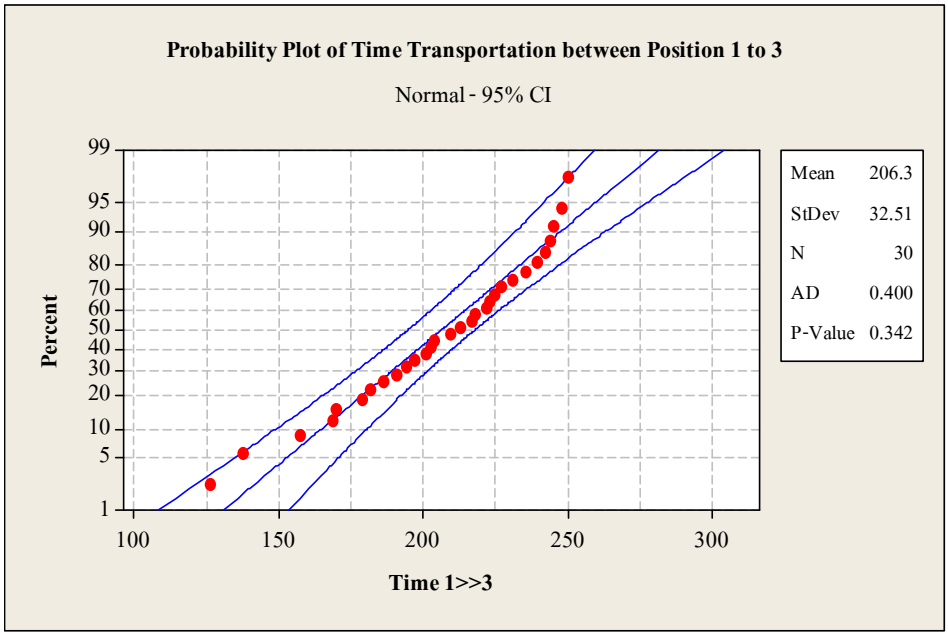
ตารางที่ ง.5 เวลาการขนส่งงานขนาด 3.5 นิ้วจากตำแหน่งที่ 6 ไปยังตำแหน่งที่ 8 (30 รอบ)

รอบที่	ขั้นตอนการทำงาน						
	1. รองานที่จุด WIP B/Final	2. เข็นรถเข็นงานไปจุดวาง WIP B/Final	3. เดินไปยังจุดวางรถเข็นกล่องงานเปล่า	4. ยึดรถเข็นกล่องงานเปล่า 2 คัน ให้ติดกัน	5. เข็นรถเข็นกล่องงานเปล่าไปยังจุดวาง	6. เดินไปยังจุด WIP B/Final	รวม (วินาที)
1	90.60	73.85	13.82	15.33	53.57	35.34	191.91
2	155.35	78.94	19.73	23.51	53.55	35.80	211.53
3	7.11	76.85	11.49	14.97	61.64	27.16	192.11
4		69.75	16.11	7.39	77.98	40.25	211.48
5		76.33	16.15	7.93	87.91	30.41	218.73
6		75.78	13.35	17.60	60.71	25.11	192.55
7		66.56	19.03	10.38	57.50	37.01	190.48
8		73.91	15.20	19.45	45.02	39.92	193.50
9		75.35	13.47	20.75	38.50	25.23	173.30
10		77.16	14.96	19.53	40.18	24.82	176.65
11		71.31	16.86	20.59	34.00	26.60	169.36
12		71.27	15.32	18.39	32.57	25.04	162.59
13		75.04	19.20	15.89	40.78	23.16	174.07
14		79.70	19.89	19.88	35.40	24.39	179.26
15		76.37	15.65	14.88	39.31	23.42	169.63
16		73.73	18.82	14.74	40.45	24.51	172.25
17		81.46	12.62	17.69	35.73	26.22	173.72
18		105.26	16.13	26.16	39.85	23.60	211.00
19		83.67	16.54	16.70	46.23	29.96	193.10
20		63.83	19.43	19.86	48.81	26.56	178.49
21		98.36	22.76	26.11	38.88	28.53	214.64
22		95.35	21.81	14.34	36.56	30.81	198.87
23		95.64	15.22	16.70	45.11	31.61	204.28
24		71.71	10.34	9.82	41.30	24.11	157.28
25		75.04	13.87	18.82	41.14	45.44	194.31
26		67.35	35.91	10.67	37.64	24.37	175.94
27		91.57	25.08	9.13	46.33	29.53	201.64
28		81.76	14.03	18.03	42.51	54.96	211.29
29		62.84	13.53	19.29	33.95	28.94	158.55
30		71.64	19.13	13.77	58.09	26.11	188.74
เวลารอเฉลี่ย	8.44	เวลาการทำงานเฉลี่ยของพนักงานขนส่ง					188.04

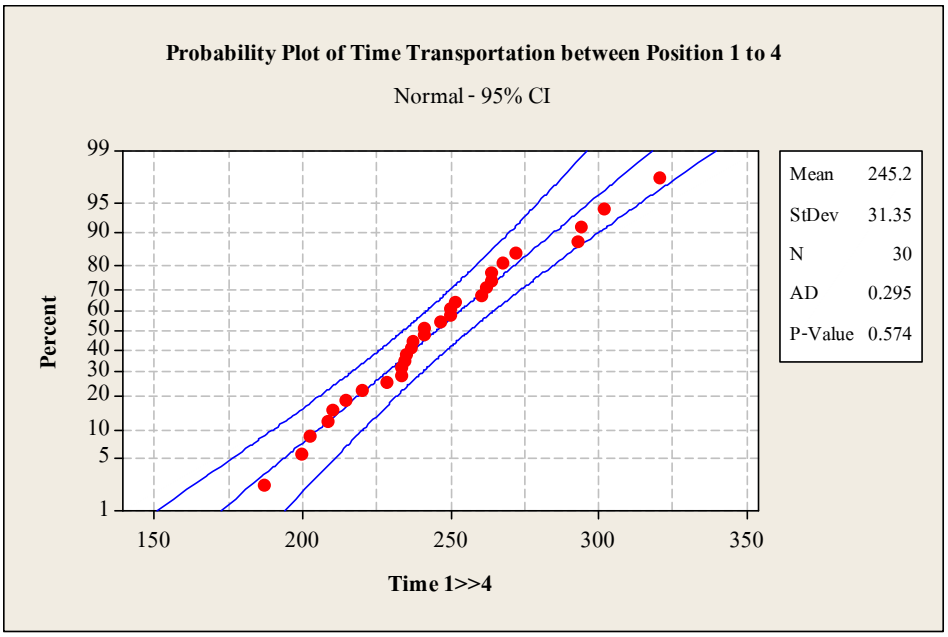
ตารางที่ ง.6 เวลาการขนส่งงานขนาด 3.5 นิ้วจากตำแหน่งที่ 7 ไปยังตำแหน่งที่ 9 (30 รอบ)

รอบที่	ขั้นตอนการทำงาน			
	1. รองานที่จุด WIP B/Exhaust	2. เข็นรถเข็นงานไปจุดวาง WIP B/Exhaust	3. เดินกลับไปยังจุดวาง WIP B/Exhaust	รวม (วินาที)
1	22.03	34.95	40.21	75.16
2	36.8	43.33	40.83	84.16
3	9.75	47.16	39.95	87.11
4	67.73	49.97	40.60	90.57
5	48.9	42.07	39.02	81.09
6	43.35	43.39	42.59	85.98
7	33.25	40.30	39.63	79.93
8	9.62	42.44	41.07	83.51
9	5.83	45.31	41.42	86.73
10	32.62	40.29	40.67	80.96
11	40.25	41.65	41.67	83.32
12	40.64	50.08	42.56	92.64
13	69.33	44.74	39.98	84.72
14	75.43	41.51	38.53	80.04
15	59.38	43.40	43.65	87.05
16		46.64	40.68	87.32
17		50.56	38.57	89.13
18		42.35	40.18	82.53
19		40.89	40.42	81.31
20		42.10	42.55	84.65
21		44.43	44.61	89.04
22		47.76	45.27	93.03
23		40.99	43.54	84.53
24		38.59	38.77	77.36
25		51.06	45.06	96.12
26		53.28	35.96	89.24
27		45.87	42.09	87.96
28		52.33	41.69	94.02
29		59.46	40.66	100.12
30		47.70	37.91	85.61
เวลารอเฉลี่ย	19.83	เวลาการทำงานเฉลี่ยของพนักงานขนส่ง		86.16

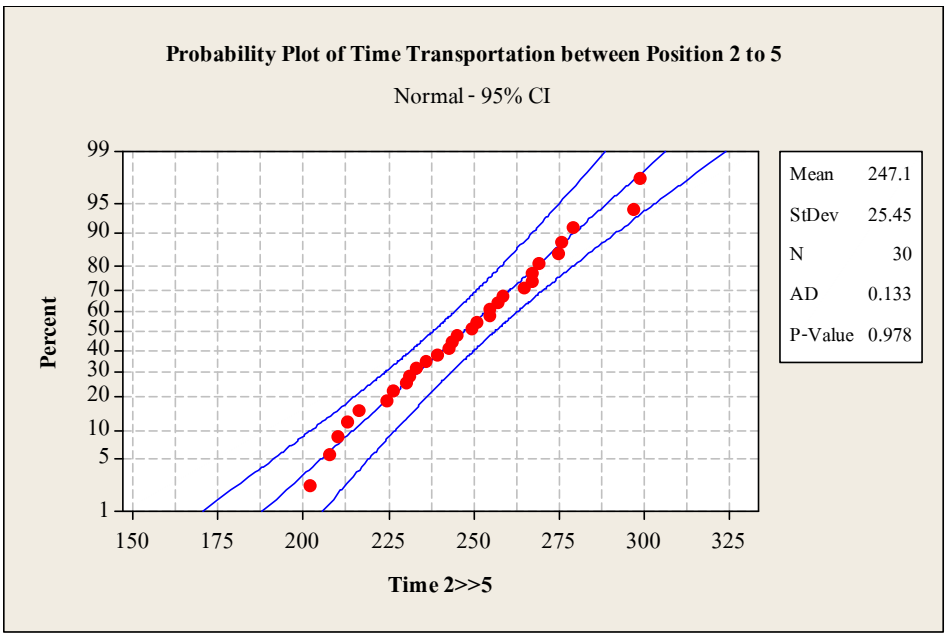
จากนั้นทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติของข้อมูลเวลาการทำงานของพนักงานขนส่งแต่ละกระบวนการ ด้วยโปรแกรม MINITAB เพื่อพิจารณาลักษณะการแจกแจงของข้อมูล ได้ผลดังรูปที่ ง.1-ง.5



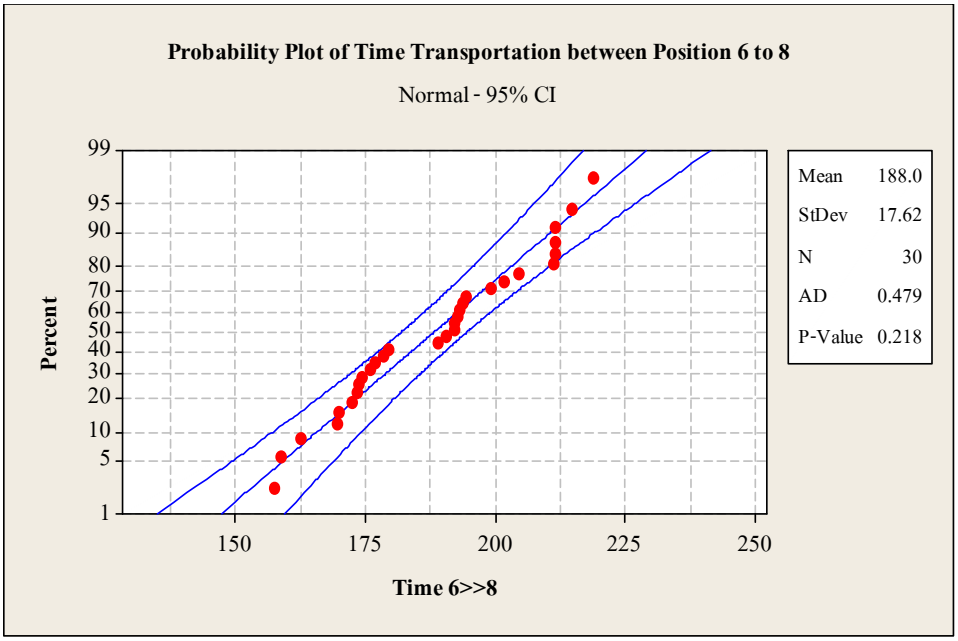
รูปที่ ง.1 กราฟแสดงการแจกแจงแบบปกติของข้อมูลเวลาการทำงานของพนักงานขนส่งงานขนาด 2.5 นิ้ว จากตำแหน่งที่ 1 ไปยังตำแหน่งที่ 3



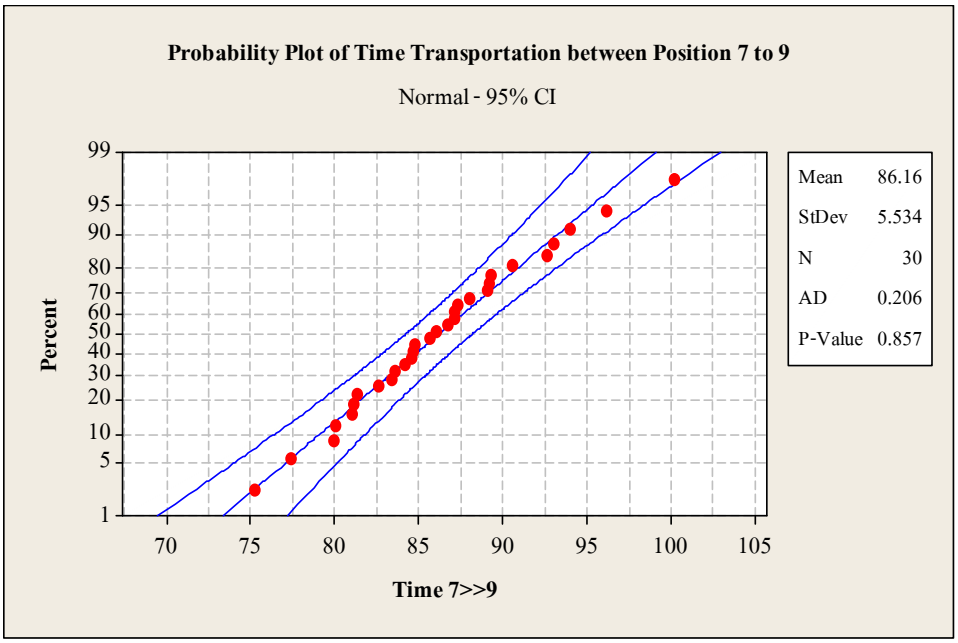
รูปที่ ง.2 กราฟแสดงการแจกแจงแบบปกติของข้อมูลเวลาการทำงานของพนักงานขนส่งงานขนาด 2.5 นิ้ว จากตำแหน่งที่ 1 ไปยังตำแหน่งที่ 4



รูปที่ ง.3 กราฟแสดงการแจกแจงแบบปกติของข้อมูลเวลาการทำงานของพนักงานขนส่งงานขนาด 2.5 นิ้ว จากตำแหน่งที่ 2 ไปยังตำแหน่งที่ 5



รูปที่ ง.4 กราฟแสดงการแจกแจงแบบปกติของข้อมูลเวลาการทำงานของพนักงานขนส่งงานขนาด 3.5 นิ้ว จากตำแหน่งที่ 6 ไปยังตำแหน่งที่ 8



รูปที่ ง.5 กราฟแสดงการแจกแจงแบบปกติของข้อมูลเวลาการทำงานของพนักงานขนส่งงานขนาด 3.5 นิ้ว จากตำแหน่งที่ 7 ไปยังตำแหน่งที่ 9

ภาคผนวก จ

แบบสอบถามคุณลักษณะทางกายภาพและข้อมูลสุขภาพของผู้ถูกทดสอบ

แบบสอบถามข้อมูลสุขภาพของพนักงานขนส่งในสายการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์

<u>คำชี้แจง</u> แบบสอบถามข้อมูลสุขภาพของพนักงานขนส่งในสายการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์มีวัตถุประสงค์ในการรวบรวมข้อมูลสุขภาพเบื้องต้นของพนักงานขนส่ง เพื่อใช้ประกอบการประเมินความล้าจากภาระงานด้วยการวัดอัตราการเต้นของหัวใจของพนักงานขนส่ง ทั้งนี้เพื่อให้พนักงานมีความปลอดภัยในการทำงานตามหลักการยศาสตร์ ซึ่งข้อมูลของท่านจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับงานวิจัย เรื่อง *"การวิเคราะห์อัตรากำลังและการประเมินภาระงานของพนักงานขนส่ง"*

แบบสำรวจนี้มี 2 ตอน ดังนี้
ส่วนที่ 1: ข้อมูลส่วนบุคคลทั่วไป
ส่วนที่ 2: ข้อมูลสุขภาพ

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน ☐ และเติมข้อความลงในช่องว่างตรงตามความเป็นจริง

<u>ส่วนที่ 1</u> ข้อมูลส่วนบุคคลทั่วไป

รหัสผู้ตอบแบบสอบถาม.....

อายุ.....ปี เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง

น้ำหนัก.....กิโลกรัม

ส่วนสูง.....เซนติเมตร

ประสบการณ์ทำงาน.....

<u>ส่วนที่ 2</u> ข้อมูลสุขภาพ

1. ในช่วง 1 เดือนที่ผ่านมา ท่านเคยป่วยหรือไม่สบายหรือไม่
   ☐ ไม่เคย ☐ เคย ระบุ.....
2. ในช่วง 1 เดือนที่ผ่านมา ท่านเคยป่วยหรือไม่สบายจากการทำงานหรือไม่
   ☐ ไม่เคย ☐ เคย ระบุ.....
3. ในช่วง 1 เดือนที่ผ่านมา ท่านเคยได้รับบาดเจ็บหรืออุบัติเหตุจากการทำงานหรือไม่
   ☐ ไม่เคย ☐ เคย ระบุ.....

4. ปัจจุบันท่านมีโรคประจำตัวหรือไม่

☐ ไม่มี ☐ มี (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ หอบหืด ☐ ภูมิแพ้ เช่น แพ้ฝุ่น อากาศ อาหาร ละอองเกสร ฯลฯ

☐ เบาหวาน ☐ ความดันโลหิตสูง

☐ มะเร็ง ☐ โรคหัวใจ

☐ อื่น ๆ ระบุ.....

5. ปัจจุบันท่านต้องกินยา (รวมทั้งยาสมุนไพร) เป็นประจำหรือไม่

☐ ไม่กิน ☐ กิน ระบุชื่อยา.....

6. โดยปกติแล้วท่านใช้เวลานอนเฉลี่ย.....ชั่วโมงต่อวัน

7. ปัจจุบันท่านรู้สึกทำงานด้วยความเหนื่อยล้าหรือไม่

☐ ใช่ ☐ ไม่ใช่

8. ท่านรู้สึกได้รับการพักผ่อนหย่อนใจอย่างเพียงพอหรือไม่

☐ เพียงพอ ☐ ไม่เพียงพอ

9. ปัจจุบันท่านสูบบุหรี่หรือไม่

☐ ไม่สูบ ☐ เคยสูบ แต่เลิกได้แล้ว

☐ สูบอยู่ จำนวน.....มวน/วัน

สูบมานาน.....ปี

10. ปัจจุบันท่านดื่มสุรา เบียร์ หรือเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์หรือไม่

☐ ไม่ดื่ม ☐ เคยดื่ม แต่เลิกได้แล้ว

☐ ดื่มอยู่ ระบุประเภทเครื่องดื่ม.....

ปริมาณ.....แก้ว/ครั้ง

ความถี่ในการดื่ม ☐ น้อยกว่า 1 ครั้ง/สัปดาห์

☐ ดื่มอยู่ 2-3 ครั้ง/สัปดาห์

☐ ดื่มอยู่มากกว่า 3 ครั้ง/สัปดาห์

☐ อื่น ๆ ระบุ.....

11. ปัจจุบันท่านดื่มเครื่องดื่มชูกำลัง หรือเครื่องดื่มที่มีคาเฟอีนหรือไม่

☐ ไม่ดื่ม ☐ เคยดื่ม แต่เลิกได้แล้ว

☐ ดื่มอยู่ ระบุประเภทเครื่องดื่ม.....

ปริมาณ.....ขวด/ครั้ง

ความถี่ในการดื่ม ☐ น้อยกว่า 1 ครั้ง/สัปดาห์

☐ ดื่มอยู่ 2-3 ครั้ง/สัปดาห์

☐ ดื่มอยู่มากกว่า 3 ครั้ง/สัปดาห์

☐ อื่น ๆ ระบุ.....

12. ปัจจุบันท่านออกกำลังกายหรือไม่ อย่างไร

☐ ไม่ได้ออกกำลังกาย ☐ ออกกำลังกาย

☐ มากกว่า 3 วันต่อสัปดาห์

☐ 3 วันต่อสัปดาห์

☐ น้อยกว่า 3 วันต่อสัปดาห์

---------- ขอขอบพระคุณที่ให้ความร่วมมือ ----------

ภาคผนวก ฉ

ข้อมูลอัตราการเต้นของหัวใจของพนักงานขนส่ง

ตารางที่ ฉ.1 อัตราการเต้นของหัวใจ P1 P2 P3 และผลต่างระหว่างอัตราการเต้นของหัวใจ P1 กับ P3

ผู้ทดสอบคนที่	เวลาพัก	อัตราการเต้นของหัวใจหลังจากหยุดการทำงาน			P1-P3
		P1	P2	P3	
1	21.30	92	88	86	6
	2.30	82	80	79	3
	4.30	90	87	85	5
2	22.30	73	73	71	2
	3.00	90	86	82	8
	4.30	85	83	82	3
3	21.30	77	72	72	5
	3.00	87	84	82	5
4	23.30	79	76	75	4
	3.30	78	72	67	11
5	10.30	96	92	88	8
	14.30	86	83	82	4
	18.30	95	91	86	9
6	11.30	80	76	70	10
	15.00	75	74	72	3
	18.30	79	76	75	4
7	10.00	94	82	82	12
	14.00	92	87	86	6
	18.00	84	82	74	10
8	22.00	93	91	89	4
	3.00	84	82	81	3
9	21.00	89	86	83	6
	2.30	91	87	85	6
10	9.30	100	98	94	6
	14.30	96	95	92	4
	19.00	95	95	94	1
11	11.00	95	93	91	4
	15.00	95	89	87	8
	18.30	101	95	93	8

ตารางที่ ฉ.1 อัตราการเต้นของหัวใจ P1 P2 P3 และผลต่างระหว่างอัตราการเต้นของหัวใจ P1 กับ P3 (ต่อ)

ผู้ทดสอบคนที่	เวลาพัก	อัตราการเต้นของหัวใจหลังจากหยุดการทำงาน			P1-P3
		P1	P2	P3	
12	22.30	96	94	93	3
	2.30	88	83	80	8
	4.00	87	84	80	7
13	21.30	84	80	75	9
	2.00	93	89	86	7
	4.00	98	93	91	7
14	12.00	80	79	77	3
	15.30	74	72	69	5
	19.00	90	87	85	5
15	11.00	90	86	84	6
	15.00	92	87	85	7
	18.30	96	90	87	9
16	10.00	74	72	71	3
	14.30	91	85	83	8
	18.30	86	84	84	2
17	11.00	82	78	75	7
	15.30	85	81	77	8
	18.30	72	70	69	3
18	22.30	81	77	74	7
	3.00	77	75	74	3
19	10.30	90	88	84	6
	15.30	88	86	83	5
	19.00	85	82	79	6
20	9.30	73	70	69	4
	14.30	80	76	73	7
	19.00	75	72	71	4
21	9.30	89	85	81	8
	15.00	72	69	68	4
	18.30	78	75	71	7
22	10.30	92	86	82	10
	14.30	80	77	75	5
	18.30	83	80	78	5

ภาคผนวก ช

รายชื่อบทความวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่

รายชื่อบทความวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่

พรศิริ จงกล ธีรศักดิ์ ทองสัมฤทธิ์ และวรรณนิศา นุชคุ้ม. (2554). **การวิเคราะห์งานและการจัดสรรพนักงานขนส่งในสายการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ.** วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. ปีที่ 13 ฉบับที่ 2.

พรศิริ จงกล ธีรศักดิ์ ทองสัมฤทธิ์ และวรรณนิศา นุชคุ้ม. (2554). **การวิเคราะห์และจัดสรรพนักงานขนส่งในสายการผลิตให้เหมาะสม**. วิศวกรรมสารเกษมบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต. ปีที่ 1 ฉบับที่ 1.

พรศิริ จงกล และวรรณนิศา นุชคุ้ม. (2553). **การวิเคราะห์อัตรากำลังของพนักงานขนส่งในสายการผลิต**. การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ 2553. 13-15 ตุลาคม. โรงแรมสุนีย์แกรนด์ แอนด์ คอนเวนชั่นเซ็นเตอร์ จังหวัดอุบลราชธานี.

ถิรพันธ์ กังวานสุระ ภัทราภา คงชนะ วรรณนิศา นุชคุ้ม และพงษ์ชัย จิตตะมัย. (2553). **การหาจำนวนจุดจอดรถของหน่วยบริการการแพทย์ฉุกเฉินที่เหมาะสมสำหรับพื้นที่อำเภอเมืองจังหวัดนครราชสีมา**. การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ 2553. 13-15 ตุลาคม. โรงแรมสุนีย์แกรนด์ แอนด์ คอนเวนชั่นเซ็นเตอร์ จังหวัดอุบลราชธานี.

พรศิริ จงกล วรรณนิศา นุชคุ้ม และธีรศักดิ์ ทองสัมฤทธิ์. (2553). **การจัดสรรพนักงานขนส่งในสายการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟโดยใช้วิธีการวัดงาน**. การประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยราชภัฏกลุ่มภูมิภาคตะวันตก ครั้งที่ 1. 13-14 พฤษภาคม. อาคารศูนย์ภาษาและคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง.

Jongkol, P., Nutkhum, W., and Thongsumrit, T. (2010). **Work Analysis of Transportation Operators**. First Southeast Asian Network of Ergonomics Societies Conference. December 14-17, Marco Polo Hotel. Cebu City, Philippines.

Jongkol, P., Thongsumrit, T., and Nutkhum, W. (2010). **Assessment of Discomfort in Checkstand Cashiers**. First Southeast Asian Network of Ergonomics Societies Conference. First Southeast Asian Network of Ergonomics Societies Conference. December 14-17, Marco Polo Hotel. Cebu City, Philippines.

เอกสารรับรองโครงการวิจัยในมนุษย์
คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์
ขอรับรองว่า

โครงการ การวิเคราะห์อัตรากำลังและการประเมินภาระงานของพนักงานขนส่ง

โครงการเลขที่ของผลิตภัณฑ์ทางการแพทย์ --

ชื่อหัวหน้าโครงการ นางสาววรรณนิศา นุชคุ้ม

สังกัด สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

โครงการได้มาตรฐานทางวิชาการ ไม่ขัดต่อหลักจริยธรรมสากล และเป็นไปตามคำประกาศเฮลซิงกิ

จึงเห็นสมควรให้ดำเนินการวิจัยในขอบข่ายของโครงการที่เสนอได้ ณ วันที่ 13 มกราคม 2554

ลงชื่อ.....

(แพทย์หญิงพยอม บูรณสิน)
ประธานคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ใบรับรองมีระยะเวลา 1 ปีหลังจากวันที่อนุมัติ

คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
สำนักงาน : สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
โทรศัพท์/โทรสาร 0-4422-4750

แบบแจ้งผลการพิจารณาผลงานทางวิชาการ เพื่อตีพิมพ์เผยแพร่ใน

วารสารวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

Journal of Science & Technology, Ubon Ratchathani University

วันที่ 17 กพ. 2554

ตามที่ ผศ.ดร.พรศิริ จงกล ได้ส่งผลงานทางวิชาการ เรื่อง "**การวิเคราะห์งานและการจัดสรรพนักงานขนส่งในสายการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ**" เพื่อตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี นั้น

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ได้พิจารณานำผลงานดังกล่าวตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ปีที่ 13 ฉบับที่ 2 พฤษภาคม – สิงหาคม พ.ศ.2554

(ผศ.ดร.ศิริพร จึงสุทธิวงษ์)

ผู้ช่วยอธิการบดีฝ่ายวิจัย

โครงการจัดตั้งกองส่งเสริมการวิจัยฯ สำนักงานอธิการบดี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

โทรศัพท์ 045-353035 โทรสาร 045-288508 Email address: anatcha2010@gmail.com

การวิเคราะห์งานและการจัดสรรพนักงานขนส่งในสายการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ

Work Analysis and Allocation of Transportation Operators in Hard Disk Drive Production Line

พรศิริ จงกล*, ธีรศักดิ์ ทองสัมฤทธิ์ และวรรณนิศา นุชคุ้ม
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
111 ถนนมหาวิทยาลัย อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000
*E-mail: pornsiri@sut.ac.th

บทคัดย่อ

การปรับปรุงผลิตภาพ เป็นกลยุทธ์หลักที่ใช้ในการเพิ่มศักยภาพสำหรับการแข่งขันกันในตลาดโลก จากการศึกษาการทำงานของพนักงานขนส่งในสายการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ พบว่าจำนวนพนักงานขนส่งไม่เหมาะสมกับภาระงานที่ได้รับมอบหมาย ทำให้พนักงานขนส่งมีเวลาว่างที่เกิดจากการรอคอย วัตถุประสงค์ของการศึกษาครั้งนี้ คือ 1) เพื่อกำหนดจำนวนพนักงานขนส่งในสายการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟที่เหมาะสมที่สุด และ 2) เพื่อวัดความสามารถในการออกแรงดึงและแรงดันสถิตของพนักงานขนส่งในสายการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ในการแก้ปัญหาเรื่องจำนวนพนักงานทำได้โดยใช้การศึกษาการทำงาน กำหนดงานย่อยของพนักงานขนส่ง ระยะทางการขนส่ง เวลาในการขนส่ง และคำนวณเวลามาตรฐานในการทำงานของพนักงาน จากนั้นจึงคำนวณจำนวนพนักงานขนส่งน้อยที่สุดที่สามารถรับภาระงานได้มากที่สุด โดยพิจารณาจากค่าเวลามาตรฐาน ทำให้ลดจำนวนพนักงานขนส่งลงได้ 3 คนต่อกะ หรือ 6 คนต่อวัน ซึ่งเป็นการเพิ่มผลิตภาพการทำงานของพนักงานขนส่งได้ 37.5 % ในส่วนของการประเมินความสามารถในการออกแรงดึงและแรงดันสถิตของพนักงานขนส่ง เป็นการวัดความหนักของภาระงานการเคลื่อนรถเข็นและฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟโดยใช้เครื่องชั่งสปริงวัดค่าแรงในขณะที่รถเข็นเคลื่อนที่ และวัดความสามารถในการออกแรงโดยใช้เครื่องมือวัดแรงสถิตของพนักงานขนส่งจำนวน 39 คน ผู้ชาย 21 คนและผู้หญิง 18 คน ผลจากการเก็บข้อมูลพบว่าความสามารถในการออกแรงดึงและแรงดันสถิตสูงสุดของพนักงานผู้ชายเท่ากับ 16.23 และ 15.40 กิโลกรัม และค่าดังกล่าวของพนักงานผู้หญิงเท่ากับ 10.97 และ 8.37 กิโลกรัม ตามลำดับ ผลที่ได้จากงานวิจัยนี้สรุปได้ว่าการวัดงานจึงเป็นเครื่องมือหนึ่งที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพการทำงานของพนักงานขนส่งได้

คำสำคัญ : การวัดงาน, การศึกษาการทำงาน, การทำงานขนส่ง, ค่าเผื่อ, เวลามาตรฐาน, การออกแรงสถิต, ความสามารถในการออกแรงของมนุษย์, ความสามารถในการออกแรงสูงสุดเท่าที่มนุษย์จะกระทำได้โดยสมัครใจ

Abstract

Productivity improvement is necessary as a major strategy to remain competitive in a global market. Utilization of transportation operator was studied in a hard disk drive manufacturer. The problem found was an inappropriate number of transportation operators. The objectives of this study were to determine the optimal number of transportation operators in hard disk drive manufacturing processes and to measure static push and pull strengths of transportation operators. To solve a problem of optimal number of operators, work study was conducted. Work elements of transportation operation were identified. Traveling distances were measured using a measuring tape, whereas transportation time was measured 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. Pull and push strengths were measured using a static strength measurement system.

There were 39 subjects in this study (21 males and 18 females). Pull and push strengths were exerted at the handle height of the wagon. The mean, standard deviation, and percentiles of strength data were computed. The results showed that the highest pull and push strengths of male were 16.23 and 15.40 kg, respectively, whereas those of females were 10.97 and 8.37 kg, respectively. The lowest pull and push strengths of male were 4.73 and 4.23 kg, respectively, whereas those of females were 3.40 and 3.60 kg, respectively. It was concluded that work measurement was an important tool used to increase productivity of transportation operation.

Keywords : Work Measurement, Work Study, Transportation Operation, Allowance, Standard Time, Static Strength, Human Strength, Maximum Voluntary Exertion

1. บทนำ

อุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟเป็นหนึ่งในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ขนาดใหญ่ที่มีบทบาทต่อการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศไทยเป็นอย่างมาก ปัจจุบันเทคโนโลยีการผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ได้พัฒนาไปอย่างรวดเร็ว ทำให้อุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟมีการปรับปรุงและพัฒนาการผลิตให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น [1] การผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟได้มีการแข่งขันทั้งทางด้านคุณภาพและราคาของฮาร์ดดิสก์ แต่เนื่องจากเทคโนโลยีที่ใช้การผลิตนั้นมีความก้าวหน้าและใกล้เคียงกัน ผู้ผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟจึงให้ความสำคัญต่อการลดต้นทุนการผลิต โดยหาแนวทางกลยุทธ์และวิธีการต่าง ๆ มาใช้ในการจัดการระบบการผลิต เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตและสร้างโอกาสในการแข่งขันให้มีมากขึ้น การปรับปรุงผลิตภาพเป็นวิธีการหนึ่งในการเพิ่มขีดความสามารถในการผลิตให้สูงขึ้นและใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์สูงสุด การศึกษาการทำงานและการวัดงาน เป็นเทคนิคหนึ่งที่ใช้ในการปรับปรุงผลิตภาพ [2] และได้มีการนำเทคนิคดังกล่าวไปใช้ประยุกต์ใช้ในการกำหนดจำนวนพนักงานให้เหมาะสม [3], [4], [5]

การจัดการเกี่ยวกับสุขภาพและความปลอดภัยของพนักงานนับเป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อความสามารถในการแข่งขันของสถานประกอบการ การออกแบบการทำงานให้แก่พนักงานนั้นจะต้องคำนึงถึงทั้งความปลอดภัยของพนักงานและประสิทธิภาพ หากมีการบาดเจ็บหรือความไม่สบายอันเนื่องจากการทำงานแล้ว ย่อมส่งผลต่อผลิตภาพด้วย ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่ต้องทราบขีดความสามารถในการทำงานของพนักงานโดยเฉพาะอย่างยิ่งขีดความสามารถในการทำงานโดยใช้แรง ดังเช่น การยก การดันหรือการเข็น และการดึงหรือการลาก [6] ดังนั้นตัวพนักงานเองจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทราบขีดความสามารถในการออกแรงของตนเองและพยายามที่จะไม่ออกแรงเกินค่าดังกล่าวเพื่อป้องกันอันตรายที่จะเกิดขึ้น [7] ซึ่งโดยทั่วไปแล้วพนักงานไม่ควรออกแรงเกินค่า 15% ของความสามารถในการออกแรงสูงสุด (Maximum Voluntary Exertion) สำหรับการทำงาน 8 ชั่วโมงต่อเนื่องกัน [8]

ปัจจัยที่มีผลต่อการเคลื่อนย้ายวัตถุด้วยการดึงหรือดัน แบ่งเป็น 3 ปัจจัยคือ 1) ปัจจัยที่เกี่ยวกับงานและสถานที่ทำงาน ได้แก่ ระยะทางการเคลื่อนย้าย ความถี่ของการทำงาน ความสูงของระยะมือจับ และน้ำหนักในการเคลื่อนย้าย 2) ปัจจัยที่เกี่ยวกับวิธีการทำงานและท่าทางในการทำงาน ได้แก่ ระยะของเท้าถึงรถเข็น ระยะห่างระหว่างเท้าทั้งสอง ค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน และความเร็วในการเดิน และ 3) ปัจจัยเนื่องจากตัวพนักงานเอง ได้แก่ เพศ และน้ำหนักของร่างกาย [9] ปัจจุบันการเคลื่อนย้ายวัสดุด้วยแรงคนโดยการดันและการดึงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นและมักใช้อุปกรณ์ช่วยในการเคลื่อนย้ายที่สำคัญคือ รถเข็น ซึ่งมีน้ำหนักบรรทุกอยู่ระหว่าง 2-1,500 กิโลกรัม และมีระยะทางการเข็นอยู่ระหว่าง 9-500 เมตร แต่การใช้รถเข็นขนย้ายสิ่งของต่างๆ ไม่ได้เป็นการช่วยผ่อนแรงเสมอไป ดังนั้นจำเป็นต้องมีการปฏิบัติงานที่เหมาะสมเพื่อช่วยลดแรงในการปฏิบัติงานและการบาดเจ็บจากการปฏิบัติงานให้น้อยลง [10] ซึ่งการออกแรงดันหรือแรงดึงจะแปรผันตรงกับน้ำหนักของรถเข็นที่เพิ่มขึ้น ถ้าของที่บรรทุกในรถเข็นมีน้ำหนักมากขึ้นก็จะทำให้พนักงานต้องออกแรงที่มือในการเข็นมากขึ้นด้วย [11]

บริษัทกรณีศึกษาในงานวิจัยนี้ เป็นบริษัทผู้ผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ซึ่งมีการผลิตผลิตภัณฑ์หลักอยู่ 2 ชนิด คือ ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ขนาด 2.5 นิ้ว สำหรับคอมพิวเตอร์แบบ

กระเป๋าหิ้ว (Notebook Computer) และฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟขนาด 3.5 นิ้ว สำหรับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (Personal Computer) จากการเข้าไปศึกษาเบื้องต้น พบว่ามีความสูญเปล่าเกิดขึ้นในกระบวนการผลิต อันเนื่องจากการรอคอยงานของพนักงานขนส่งในสายการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ นอกจากนี้ลักษณะการทำงานของพนักงานขนส่งเป็นการเข็นรถเข็นซึ่งบรรจุฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟในกระบวนการผลิตโดยมีระยะเวลาการทำงานประมาณ 10.5 ชั่วโมงต่อวัน งานวิจัยนี้จึงศึกษาการทำงานของพนักงานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตจากทรัพยากรที่มีอยู่เดิม โดยใช้เทคนิคการวัดงานด้วยการจับเวลาโดยตรง [12] เพื่อกำหนดค่าเวลามาตรฐาน (Standard Time) โดยมีวัตถุประสงค์ของการศึกษา คือ 1) เพื่อกำหนดจำนวนพนักงานขนส่งในสายการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟที่เหมาะสมที่สุด และ 2) เพื่อประเมินความสามารถในการออกแรงดึงและแรงดันสถิตของพนักงานขนส่งในสายการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ

2. วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้แบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ส่วน คือ

2.1 การศึกษาภาระงานและวิเคราะห์อัตรากำลังของพนักงานขนส่งในสายการผลิต มีขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาวิธีการปฏิบัติงานของพนักงานขนส่งในปัจจุบันและการไหลของงาน
2. เลือกพื้นที่ที่ทำการศึกษา
3. วิเคราะห์งานของพนักงานขนส่งในพื้นที่ที่ทำการศึกษา
4. กำหนดวิธีการทำงานมาตรฐาน
5. กำหนดขนาดตัวอย่าง
6. เก็บรวบรวมข้อมูลและทำการวัดงาน
7. กำหนดค่าเวลาเผื่อและคำนวณค่าเวลามาตรฐานในการทำงาน
8. คำนวณหาจำนวนพนักงานขนส่งที่เหมาะสมที่สุด
9. วิเคราะห์และสรุปผล

2.2 การศึกษาความสามารถในการออกแรงสถิตและประเมินภาระงานของพนักงานขนส่งในสายการผลิต มีวิธีการเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลของงานวิจัยเป็นดังนี้

1. การศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพของผู้ถูกทดสอบ

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้มีดังนี้คือ เครื่องชั่งน้ำหนักและเครื่องวัดส่วนสูง การเก็บข้อมูลคุณลักษณะทางกายภาพเป็นการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับ อายุ เพศ น้ำหนัก ส่วนสูง และประสบการณ์ทำงานของผู้ถูกทดสอบ จากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูลคุณลักษณะทางกายภาพ โดยคำนวณหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลคุณลักษณะทางกายภาพ

2. การศึกษาภาระงานของพนักงานขนส่ง

อุปกรณ์ที่ใช้ในการปฏิบัติงานขนส่งมีดังนี้ คือ รถเข็น ชิ้นงาน และถาดใส่ชิ้นงาน การเก็บข้อมูลเกี่ยวกับภาระงานประกอบด้วย น้ำหนักและขนาดของรถเข็น ชิ้นงาน และถาดใส่ชิ้นงาน ความหนักของภาระงานนั้นพิจารณาจากแรงที่ใช้ในการเข็นเพื่อให้รถเข็นเคลื่อนที่ ซึ่งวัดโดยเครื่องชั่งสปริง จากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูลความหนักของภาระงาน โดยคำนวณหาค่าน้ำหนักรวมของการขนส่งแต่ละรอบและแรงที่ใช้ในการเคลื่อนที่รถเข็น

3. การศึกษาความสามารถในการออกแรงสถิตของพนักงานขนส่ง

เครื่องมือที่ใช้คือ เครื่องมือวัดแรงสถิต (Jackson strength measurement system) โดยทำการวัดความสามารถในการออกแรงดึงและดันของพนักงานที่ระดับความสูง 90 เซนติเมตร ซึ่งเท่ากับ ระดับความสูงของรถเข็นที่ใช้ในการขนส่งฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟในสายการผลิต การออกแรงเป็นการใช้แรงจากท่อนแขนเป็นส่วนใหญ่

ท่าทางในการออกแรงเป็นดังนี้ ผู้ถูกทดสอบยืนเท้าทั้งสองข้างห่างจากกัน 30 เซนติเมตร มือทั้งสองข้างกำมือจับของอุปกรณ์ทดสอบไว้ โดยจัดให้แขนท่อนบนของผู้ถูกทดสอบขนานชิดกับลำตัวและแขนท่อนล่างขนานกับพื้น (แขนท่อนบนตั้งฉากกับแขนท่อนล่าง)ให้ ผู้ถูกทดสอบออกแรงสูงสุดในระยะเวลา 5 วินาที โดยในช่วง 2 วินาทีแรกเป็นช่วงของการเริ่มออกแรง ส่วนในช่วง 3 วินาทีถัดมาเป็นช่วงที่ออกแรงให้สูงสุด จากนั้นนำค่าแรงที่วัดได้ในช่วงนี้ไปคำนวณหาค่าเฉลี่ย ผลที่ได้เป็นค่าความสามารถในการออกแรงในครั้งนั้นๆและมีหน่วยเป็นกิโลกรัม จากนั้นทำการวิเคราะห์โดยการคำนวณหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

4. การประเมินภาระงานของพนักงานขนส่ง

การประเมินภาระงานของพนักงานขนส่งผู้ชายและผู้หญิงทำได้โดยนำค่าร้อยละ 15 ของค่าความสามารถในการออกแรงสถิตสูงสุดของพนักงานแต่ละคนมาเปรียบเทียบกับความหนักของภาระงานการเข็นรถเข็น ภาระงานดังกล่าวนี้เท่ากับ 0.5 กิโลกรัมซึ่งวัดจากค่าแรงเสียดทานของพื้นในขณะเข็นรถเข็นที่บรรจุฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ

3. ผลการวิจัย

ผลการดำเนินงานวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

3.1 ผลการศึกษาภาระงานและวิเคราะห์อัตรากำลังของพนักงานขนส่งในสายการผลิต

1. เลือกพื้นที่ที่ทำการศึกษา

จำนวนพนักงานที่ใช้ในการขนส่งแต่ละจุดเป็นดังแสดงในตารางที่ 1 กระบวนการขนส่งระหว่าง Part Supply ถึง Line Main มีจำนวนพนักงานขนส่งมากที่สุด คือ 28 คน รองลงมา คือ กระบวนการการขนส่งระหว่าง QC#3 ถึง LPP มีจำนวนพนักงาน 26 คน จะเห็นได้ว่า พนักงานขนส่งของ 2 กระบวนการมีจำนวนใกล้เคียงกัน จากนั้นจึงเข้าไปศึกษาในพื้นที่การทำงานจริง เมื่อเปรียบเทียบพฤติกรรมการทำงานของพนักงานขนส่งของ 2 กระบวนการนี้ พบว่า ในกระบวนการขนส่งระหว่าง Part Supply ถึง Line Main พนักงานขนส่งงานมีเวลาว่างจากการทำงานน้อยกว่ากระบวนการการขนส่งระหว่าง QC#3 ถึง LPP เนื่องจากหน้าที่การทำงานของ Part Supply คือ การแจกจ่ายชิ้นส่วนอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการประกอบฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟเข้าสู่แต่ละ Line Main ซึ่งมีจำนวนชิ้นส่วนหลายชนิดที่พนักงานต้องทำการขนส่งในช่วงเวลาทำงาน ส่วนการขนส่งระหว่าง QC#3 ถึง LPP นั้น พนักงานต้องรองานให้ครบตามจำนวนที่รถเข็นสามารถบรรจุงานได้ จึงจะเข็นรถเข็นเพื่อขนส่งงานจากท้ายสายการผลิตของผลิตภัณฑ์ไปยังสถานีงานถัดไป ดังนั้นจึงทำการเลือกศึกษาในพื้นที่การขนส่งระหว่างท้ายสายการผลิต QC#3 ถึง LPP ในสายการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟมีการผลิต 2 รูปแบบ คือ การผลิตแบบ Conveyer เป็นการประกอบฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟให้เสร็จสิ้นบนสายพานการผลิตเดียวกัน และการผลิตแบบ Modular เป็นการประกอบฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟที่ไม่สามารถประกอบให้เสร็จสิ้นบนสายพานการผลิตเดียวกัน ต้องนำไปประกอบต่อในสายการผลิตถัดไปก่อนส่งไปยังสถานีงาน LPP ซึ่งมีจำนวนพนักงานขนส่งที่รับผิดชอบพื้นที่ที่ทำการศึกษาทั้งหมด 26 คน ดังนี้ พนักงานขนส่ง 10 คน ทำการขนส่งฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ขนาด 2.5 นิ้ว และพนักงานขนส่ง 6 คน ทำการขนส่งฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ขนาด 3.5 นิ้ว ในสายการผลิตแบบ Conveyer พนักงานขนส่ง 8 คน ทำการขนส่งฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ขนาด 2.5 นิ้ว ในสายการผลิตทั้ง 2 แบบ คือ Conveyer และ Modular ส่วนพนักงานที่เหลืออีก 2 คนทำหน้าที่คอยสนับสนุน เป็นจำนวนพนักงานที่สำรองไว้ในกรณีที่มีการขาดหรือลางาน ทั้งนี้วิศวกรประจำบริษัทได้เลือกให้ทำการศึกษาสายการผลิตแบบสายพาน(Conveyer) สำหรับฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ขนาด 2.5 และ 3.5 นิ้ว ซึ่งจำนวนพนักงานขนส่งในสายการผลิตดังกล่าวมีทั้งหมด 16 คน แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 1 จำนวนของพนักงานขนส่งในสายการผลิต

กระบวนการ	จำนวนพนักงานขนส่งต่อวัน
Cleaning ⇒ Stock HSA	16
Stock HS ⇒ HSA Line	18
FHSA ⇒ FHSA Room	2
FHSA Room ⇒ DI	14
Part Supply ⇒ Line Main	28
Material Handling of FHSA ⇒ QC#2	18
QC#3 ⇒ LPP	26
LPP ⇒ Ship check	16
Ship Check ⇒ Pass Box	20

ตารางที่ 2 จำนวนของพนักงานขนส่ง QC#3 ถึง LPP

Line	Phase#1		Phase#2		Support	Total
	2.5	3.5	3.5	2.5		
Conveyer	*10*		*6*		2	26
Modular	-	-	-	8		

2. วิเคราะห์งาน

จากการศึกษาการทำงานของพนักงานขนส่งในพื้นที่การขนส่งระหว่าง QC#3 ถึง LPP พบว่า พนักงานขนส่งปฏิบัติงานโดยใช้รถเข็นงาน โดยรถเข็นงานมี 2 ประเภท คือ รถเข็นงานสำหรับฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ขนาด 2.5 นิ้ว สามารถบรรจุงานได้ 60 หน่วย และรถเข็นงานสำหรับฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ขนาด 3.5 นิ้ว สามารถบรรจุงานได้ 30 หน่วย ระยะทางในการขนส่งโดยประมาณเท่ากับ 125.4 และ 128.4 เมตร สำหรับการขนส่งฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ขนาด 2.5 และ 3.5 นิ้ว ตามลำดับ บทความนี้ไม่แสดงค่าข้อมูลแผนการผลิตของฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟและข้อมูลอื่นที่เกี่ยวข้องกับการผลิต เนื่องจากอาจส่งผลกระทบต่อการแข่งขันทางธุรกิจ เพื่อความสะดวกในการวัดงานจึงได้ทำการแบ่งงานของพนักงานขนส่งออกเป็นงานย่อย ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 งานย่อยของพนักงานขนส่ง

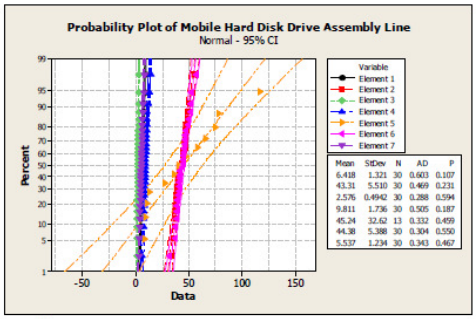
ลำดับ	ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ขนาด 2.5 นิ้ว	ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ขนาด 3.5 นิ้ว
1	พนักงานเดินไปที่รถเข็นงาน	พนักงานเดินไปที่รถเข็นงาน
2	เข็นงานไปวาง ณ จุดวางที่สถานีงานถัดไป	เข็นงานไปวาง ณ จุดวางที่สถานีงานถัดไป
3	เดินไปหยิบบัตรงาน	เดินไปเอารถเข็นงานเปล่า
4	เดินไปเอารถเข็นงานเปล่า	รอคอยถาดใส่งานมาใส่รถเข็นงานเปล่า
5	รอคอยถาดใส่งานมาใส่รถเข็นงานเปล่า	เข็นรถเข็นงานเปล่ามาที่ท้ายสายการผลิต
6	เข็นรถเข็นงานเปล่ามาที่ท้ายสายการผลิต	เดินไปนั่ง
7	เดินไปนั่ง	-

3. กำหนดขนาดตัวอย่าง

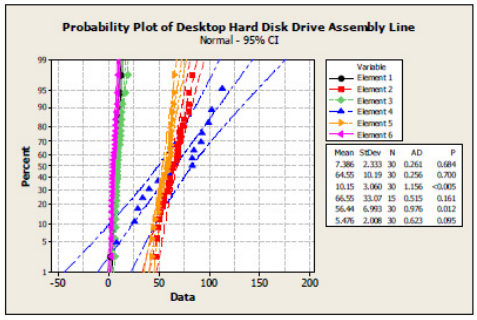
จากการสังเกตและจับเวลาการทำงานของพนักงานขนส่งในช่วงแรก พบว่าเวลาที่ใช้ในการขนส่งแต่ละรอบอยู่ในช่วง 2 – 5 นาที จากนั้นคำนวณหาขนาดตัวอย่างตามสมการ (1) ได้เท่ากับ 30 ตัวอย่าง [8] เมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าข้อมูลมีลักษณะการแจงแจงแบบปกติ แสดงดังรูปที่ 1 และ 2 โดยกำหนดค่าความคลาดเคลื่อนไว้ ±5% และระดับความเชื่อมั่น 95%

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

โดย N คือ จำนวนขนาดตัวอย่างที่เหมาะสม
n คือ จำนวนตัวอย่างที่ได้ทำการศึกษา
x คือ ข้อมูลเวลาของตัวอย่างที่ได้ทำการศึกษา



รูปที่ 1 กราฟแสดงการแจกแจงแบบปกติของข้อมูลเวลาการทำงานของพนักงานขนส่งฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟขนาด 2.5 นิ้ว



รูปที่ 2 กราฟแสดงการแจกแจงแบบปกติของข้อมูลเวลาการทำงานของพนักงานขนส่งฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟขนาด 3.5 นิ้ว

4. การวัดงาน

จากการจับเวลาการทำงานของพนักงานขนส่งงานและวิเคราะห์ข้อมูล ทำให้ได้เวลาการทำงาน (Observe time) จากนั้นทำการประเมินอัตราการทำงาน (Rating) โดยใช้ระบบ Westing House ทำการประเมินองค์ประกอบ 4 ด้าน คือ ความชำนาญ ความพยายาม เงื่อนไขการทำงาน และความสม่ำเสมอในการทำงาน 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

ดังนั้น เวลาการทำงานปกติ (Normal time) จึงเท่ากับเวลาการทำงาน (Observe time) จากตารางที่ 4 และ 5 จะเห็นได้ว่าเวลาการทำงานปกติของพนักงานขนส่งฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ขนาด 3.5 นิ้ว มีค่ามากกว่าเวลาการทำงานปกติของพนักงานขนส่งฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ขนาด 2.5 นิ้ว ซึ่งมีสาเหตุมาจากการใช้เวลามากกว่าในขั้นตอนการเข็นงานไปวาง ณ จุดวางที่สถานีงานถัดไป การรอคอยถาดใส่งานมาใส่รถเข็นงานเปล่า และการเข็นรถเข็นงานเปล่ามาที่ท้ายสายการผลิต

ตารางที่ 4 เวลาการทำงานของพนักงานขนส่งฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ขนาด 2.5 นิ้ว

ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ขนาด 2.5 นิ้ว	เวลาเฉลี่ย (วินาที)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
1. พนักงานเดินไปที่รถเข็นงาน	6.42	1.32
2. เข็นงานไปวาง ณ จุดวางที่สถานีงานถัดไป	43.31	5.51
3. เดินไปหยิบบัตรงาน	2.58	0.49
4. เดินไปเอารถเข็นงานเปล่า	9.81	1.74
5. รอคอยถาดใส่งานมาใส่รถเข็นงานเปล่า	45.24	32.62
6. เข็นรถเข็นงานเปล่ามาที่ท้ายสายการผลิต	44.38	5.39
7. เดินไปนั่ง	5.54	1.23
รวม	157.27	

ตารางที่ 5 เวลาการทำงานของพนักงานขนส่งฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ขนาด 3.5 นิ้ว

ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ขนาด 3.5 นิ้ว	เวลาเฉลี่ย (วินาที)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
1. พนักงานเดินไปที่รถเข็นงาน	7.39	2.33
2. เข็นงานไปวาง ณ จุดวางที่สถานีงานถัดไป	64.55	10.19
3. เดินไปเอารถเข็นงานเปล่า	10.15	3.06
4. รอคอยถาดใส่งานมาใส่รถเข็นงานเปล่า	66.55	33.07
5. เข็นรถเข็นงานเปล่ามาที่ท้ายสายการผลิต	56.44	6.99
6. เดินไปนั่ง	5.48	2.01
รวม	210.54	

5. การกำหนดค่าเวลาเผื่อ

ค่าเวลาเผื่อ (Allowance) เป็นเวลาที่เพิ่มเข้าไปในเวลาการทำงานปกติ เพื่อลดความเมื่อยล้าและความเครียดจากการทำงานของพนักงาน แม้ว่าได้มีการจัดวิธีการทำงานให้เหมาะสมแล้ว เวลาเผื่อมี 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. เวลาเผื่อคงที่ (Constant Allowances) เป็นค่าเวลาที่ต้องเพิ่มให้กับพนักงานที่ทำงานทุกคน ได้แก่

1.1 เวลาเผื่อกิจส่วนตัว (Personal Allowance) การกำหนดเวลาเผื่อให้มากหรือน้อยจะขึ้นอยู่กับลักษณะของงาน ความหนักเบา ระยะเวลาทำงาน เงื่อนไขในการทำงาน เป็นต้น โดยเวลาเผื่อกิจส่วนตัวมักอยู่ระหว่าง 5-7% ของเวลาทำงานปกติ

1.2 เวลาเผื่อความเมื่อยล้า (Fatigue Allowance) เป็นเวลาที่เพิ่มให้กับงานที่ทำให้เกิดความเมื่อยล้าได้ง่าย งานทั่วไปที่เป็นลักษณะงานเบามีเวลาเผื่อความเมื่อยล้าเท่ากับ 4% ของเวลาทำงานปกติ สำหรับงานหนักต้องให้เวลาพักเหนื่อยมากขึ้น

2. เวลาเผื่อผันแปร (Variable Allowances) เป็นค่าเวลาเผื่อสำหรับความเครียดและสิ่งแวดล้อมเช่น ค่าเผื่อเวลาการทำงานในลักษณะยืน ค่าเผื่อเวลาการใช้แรง ค่าเผื่อสำหรับพื้นที่ที่มีแสง เสียง บรรยากาศที่แตกต่างกัน เป็นต้น แม้ว่าจะเป็นงานชนิดเดียวกัน เมื่ออยู่ในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันค่าเวลาเผื่อที่เพิ่มเข้าไปในเวลาการทำงานปกติย่อมแตกต่างกันด้วย

จากการศึกษาลักษณะการทำงานของพนักงานขนส่งในสายการผลิต สามารถจำแนกค่าเผื่อเวลาได้ 4 ประเภท คือ เวลาเผื่อกิจส่วนตัว เวลาเผื่อความเมื่อยล้า เวลาเผื่อสำหรับท่ายืนทำงาน และเวลาเผื่อความซ้ำซากในการใช้อวัยวะในร่างกาย ซึ่งการกำหนดเปอร์เซ็นต์ค่าเวลาเผื่อ แสดงดังตารางที่ 6 เวลาเผื่อคงที่นั้นมาจากกิจส่วนตัว 5% และความเมื่อยล้า 4% ส่วนเวลาเผื่อผันแปรนั้นมาจากการยืนทำงาน 2% และการใช้อวัยวะในร่างกายซ้ำๆ 2% [13] รวมเปอร์เซ็นต์ค่าเวลาเผื่อทั้งหมดเท่ากับ 13%

ตารางที่ 6 เปอร์เซ็นต์ค่าเผื่อในการทำงาน

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

6. การคำนวณเวลามาตรฐานการทำงาน

การคำนวณเวลามาตรฐานการทำงาน ทำได้โดยการนำเวลาการทำงานปกติของพนักงานขนส่งคูณกับค่าเวลาเผื่อ คือ 1.13 ซึ่งมาจาก (1 + %ค่าเวลาเผื่อ) ทำให้ได้เวลามาตรฐานสำหรับการขนส่งฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟขนาด 2.5 และ 3.5 นิ้ว ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 เวลาการทำงานมาตรฐานของพนักงานขนส่ง

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

7. การหาจำนวนพนักงานขนส่งที่เหมาะสมที่สุด

เวลาการทำงานทั้งหมดต่อกะ คือ 37,800 วินาที (10.5 ชั่วโมง x 60 นาที x 60 วินาที) ซึ่งเวลานี้ไม่รวมเวลาพักของพนักงาน จากนั้นนำเวลาการทำงานทั้งหมดต่อกะมาคำนวณหาจำนวนรอบในการขนส่งต่อกะของฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟขนาด 2.5 นิ้ว ดังสมการ (2)

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

$$= 213 \text{ รอบต่อกะ}$$

การคำนวณหาจำนวนพนักงานในการขนส่งต่อกะของฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟขนาด 2.5 นิ้วสามารถคำนวณได้จากสมการ (3)

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

$$= 3 \text{ คนต่อกะ}$$

ในส่วนของฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟขนาด 3.5 นิ้ว สามารถคำนวณได้โดยวิธีเดียวกันกับข้างต้น ผลเป็นดังแสดงในตารางที่ 8 จากผลการคำนวณพบว่า ในส่วนของฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟขนาด 2.5 นิ้วสามารถลดจำนวนพนักงานลงได้ 2 คน และลดได้ 1 คน สำหรับฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟขนาด 3.5 นิ้ว แสดงดังตารางที่ 9 ซึ่งจะนำไปเป็นแนวทางในการจัดสรรพนักงานขนส่งต่อไป เมื่อทำการลดจำนวนพนักงานลงได้ 6 คนต่อวัน จาก 16 คนต่อวัน ทำให้ผลิตภาพเพิ่มขึ้น 37.5%

ตารางที่ 8 จำนวนพนักงานขนส่งที่เหมาะสมที่สุด

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

ตารางที่ 9 การเปรียบเทียบจำนวนพนักงานที่ลดลง

สถานการณ์	จำนวนพนักงานฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟขนาด 2.5 นิ้ว (คน/กะ)	จำนวนพนักงานฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟขนาด 3.5 นิ้ว (คน/กะ)
ปัจจุบัน	5	3
การศึกษา	3	2

3.2 ผลการศึกษาความสามารถในการออกแรงสถิตและประเมินภาระงานของพนักงานขนส่งในสายการผลิต

1. คุณลักษณะทางกายภาพของผู้ถูกทดสอบ

ตารางที่ 10 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคุณลักษณะของผู้ถูกทดสอบจำนวน 39 คน ซึ่งเป็นผู้ชาย 21 คน และผู้หญิง 18 คน โดยเฉลี่ยแล้วผู้ชายมีอายุ 29.05 ปี สูง 166.81 เซนติเมตร หนัก 58.38 กิโลกรัม และมีประสบการณ์ทำงาน 3.33 ปี ส่วนผู้หญิงโดยเฉลี่ยมีอายุ 29.33 ปี สูง 159.11 เซนติเมตร หนัก 49.72 กิโลกรัม และมีประสบการณ์ทำงาน 3.78 ปี

ตารางที่ 10 คุณลักษณะทางกายภาพของผู้ถูกทดสอบ 39 คน

รายการ (หน่วย)	ผู้ชาย		ผู้หญิง	
	Mean	S.D.	Mean	S.D.
อายุ (ปี)	29.05	3.49	29.33	4.95
ส่วนสูง (ซม.)	166.81	7.25	159.11	6.86
น้ำหนัก (กก.)	58.38	7.25	49.72	6.22
ประสบการณ์(ปี)	3.33	1.77	3.78	2.84

2. ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับภาระการออกแรงของพนักงานขนส่ง

จากการวัดขนาดของรถเข็นที่ใช้ในการขนส่งชิ้นงานขนาด 2.5 นิ้ว พบว่ารถเข็นสูง 90 เซนติเมตร กว้าง 16 เซนติเมตร และหนา 3 เซนติเมตร ซึ่งตารางที่ 11 แสดงค่าน้ำหนักของการขนส่งโดยแต่ละรอบมีน้ำหนัก 28.8 กิโลกรัม การวัดความหนักของภาระงานทำได้โดยใช้เครื่องชั่งสปริงแบบแขวนวัดค่าแรงที่ทำให้รถเข็นเคลื่อนที่และได้ค่าเท่ากับ 0.5 กิโลกรัม

ตารางที่ 11 น้ำหนักของการขนส่งในแต่ละรอบ

รายการ	น้ำหนักต่อรอบการขนส่ง (กก.)
รถเข็น 1 คัน	18.3
ชิ้นงาน 60 ชิ้น	6.0
ถาดใส่ชิ้นงาน 15 ถาด	4.5
รวมน้ำหนักทั้งหมด	28.8

3. ความสามารถในการออกแรงสถิตของพนักงานขนส่ง

ตารางที่ 12 แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเปอร์เซ็นไทล์ต่าง ๆ ของค่าความสามารถในการออกแรงดึงและแรงดันของพนักงานขนส่งผู้ชายและผู้หญิง จากการทดสอบในพื้นที่ปฏิบัติงานจริงพบว่าค่าแรงดึงและแรงดันสถิตเฉลี่ยของพนักงานผู้ชายเท่ากับ 10.10 และ 9.74 กิโลกรัม ตามลำดับ และค่าแรงดึงและแรงดันสถิตเฉลี่ยของพนักงานผู้หญิงเท่ากับ 6.27 และ 5.46 กิโลกรัม ตามลำดับ

ตารางที่ 12 ข้อมูลความสามารถในการออกแรงดึงและแรงดันของพนักงานขนส่งผู้ชายและผู้หญิง

ข้อมูล	ค่าความสามารถในการออกแรงสถิตของผู้ชาย (กก.)		ค่าความสามารถในการออกแรงสถิตของผู้หญิง (กก.)	
	แรงดึง	แรงดัน	แรงดึง	แรงดัน
Mean	10.10	9.74	6.27	5.46
S.D.	3.37	3.20	2.62	1.54
Min	4.73	4.23	3.40	3.60
25^{th} Percentile	7.53	7.93	3.90	3.93
50^{th} Percentile	9.47	9.17	5.63	5.42
75^{th} Percentile	12.17	11.93	8.04	6.72
95^{th} Percentile	16.07	15.30	10.74	7.83
Max	16.23	15.40	10.97	8.37

4. ผลการประเมินภาระงานของพนักงานขนส่ง

4.1 ผลการประเมินภาระงานของพนักงานขนส่งผู้ชาย

การประเมินภาระงานของพนักงานขนส่งผู้ชายเริ่มจากการคำนวณค่าแรงดึงและแรงดันที่ 15% ของค่าแรงดึงและแรงดันสูงสุด (15% MVE) ที่พนักงานแต่ละคนทำได้ เช่น ข้อมูลของผู้ถูกทดสอบคนที่ 1 มีค่าแรงดึงสูงสุดเท่ากับ 4.73 กิโลกรัม ดังนั้นค่าแรงดึงที่ 15% ของค่าแรงดึงสูงสุดเท่ากับ 0.71 กิโลกรัม ดังแสดงในตารางที่ 13

เมื่อเปรียบเทียบค่า 15% ของแรงดึงและแรงดันสูงสุดกับค่าแรงเสียดทาน 0.5 กิโลกรัมที่ใช้ในการทำให้รถเข็นเคลื่อนที่ พบว่า ค่า 15% ของพนักงานผู้ชายทุกคนมีค่าสูงกว่าแรงเสียดทาน ดังนั้นความหนักของภาระงานขนส่งจึงไม่เกินกำลังของพนักงานชาย

ตารางที่ 13 ผลการคำนวณแรงดึงและแรงดันที่ 15% ของแรงดึงและแรงดันสูงสุดของพนักงานขนส่งผู้ชาย

ผู้ถูกทดสอบ	ค่าความสามารถในการออกแรงสูงสุดของผู้ชาย (กก.)		15% ของค่าความสามารถในการออกแรงสูงสุดของผู้ชาย (กก.)	
(N=21)	แรงดึง	แรงดัน	แรงดึง	แรงดัน
1	4.73	4.23	0.71	0.64
2	5.27	5.87	0.79	0.88
3	6.37	6.53	0.96	0.98
4	7.27	6.63	1.09	1.00
5	7.43	7.17	1.12	1.08
6	7.53	7.93	1.13	1.19
7	8.70	8.00	1.31	1.20
8	8.90	8.13	1.34	1.22
9	8.93	8.27	1.34	1.24
10	8.93	8.37	1.34	1.26
11	9.47	9.17	1.42	1.38
12	9.57	9.20	1.44	1.38
13	10.00	9.83	1.50	1.48
14	10.93	10.07	1.64	1.51
15	11.00	11.33	1.65	1.70
16	12.17	11.93	1.83	1.79
17	13.17	13.33	1.98	2.00
18	13.97	13.37	2.10	2.01
19	15.50	14.53	2.33	2.18
20	16.07	15.30	2.41	2.30
21	16.23	15.40	2.44	2.31
ค่าเฉลี่ย	10.10	9.74	1.52	1.46

4.2 ผลการประเมินภาระงานของพนักงานขนส่งผู้หญิง

การประเมินภาระงานของพนักงานขนส่งผู้หญิงเริ่มจากการคำนวณค่าแรงดึงและแรงดันที่ 15% ของค่าแรงดึงและแรงดันเป็นไปในลักษณะเช่นเดียวกับของพนักงานขนส่งผู้ชาย ดังแสดงในตารางที่ 14

ผลปรากฏค่า 15% ของแรงดึงและแรงดันสูงสุดของพนักงานผู้หญิงทุกคนมีค่าสูงกว่าแรงเสียดทาน ดังนั้นความหนักของภาระงานขนส่งจึงไม่เกินกำลังของพนักงานหญิง เช่นเดียวกับผลของพนักงานผู้ชาย

ตารางที่ 14 ผลการคำนวณแรงดึงและแรงดันที่ 15% ของแรงดึงและแรงดันสูงสุดของพนักงานขนส่งผู้หญิง

ผู้ถูกทดสอบ	ค่าความสามารถในการออกแรงสูงสุดของผู้หญิง (กก.)		15% ของค่าความสามารถในการออกแรงสูงสุดของผู้หญิง (กก.)	
(N=18)	แรงดึง	แรงดัน	แรงดึง	แรงดัน
1	3.40	3.60	0.51	0.54
2	3.77	3.67	0.57	0.55
3	3.80	3.70	0.57	0.56
4	3.80	3.83	0.57	0.58
5	3.85	3.90	0.58	0.59
6	4.07	4.03	0.61	0.61
7	4.33	4.20	0.65	0.63
8	4.33	5.07	0.65	0.76
9	5.43	5.20	0.82	0.78
10	5.83	5.63	0.88	0.85
11	6.27	6.03	0.94	0.91
12	7.23	6.27	1.09	0.94
13	7.87	6.27	1.18	0.94
14	8.10	6.87	1.22	1.03
15	8.67	6.87	1.30	1.03
16	10.40	6.97	1.56	1.05
17	10.70	7.73	1.61	1.16
18	10.97	8.37	1.65	1.26
ค่าเฉลี่ย	6.27	5.46	0.94	0.82

4. สรุปและเสนอแนะ

จากการศึกษาการทำงานของพนักงานขนส่งงานในสายการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ได้สรุป ผลการศึกษาออกเป็น 3 ส่วน คือ

4.1 ผลการศึกษาภาระงานและวิเคราะห์อัตรากำลังของพนักงานขนส่งในสายการผลิต

ผลการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า สามารถลดจำนวนพนักงานขนส่งลงได้ 3 คนต่อกะ หรือ 6 คนต่อวัน ซึ่งเป็นการเพิ่มผลิตภาพการทำงานของพนักงานขนส่งได้ 37.5 % โดยจำนวนพนักงานขนส่งที่เหมาะสมที่สามารถรับภาระงานที่มอบหมายให้ได้ คือ จำนวนพนักงานเท่ากับ 3 คนในการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟขนาด 2.5 นิ้ว และเท่ากับ 2 คนในการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟขนาด 3.5 นิ้ว เห็นได้ว่าการวัดงานเป็นเครื่องมือหนึ่งที่ใช้ในการเพิ่มผลิตภาพในการทำงานของพนักงานขนส่งได้

4.2 ผลการศึกษาความสามารถในการออกแรงสถิตของพนักงานขนส่งในสายการผลิต

จากการศึกษาความสามารถในการออกแรงสถิตของพนักงานขนส่ง สรุปได้ว่าความสามารถในการออกแรงดึงและแรงดันสถิตสูงสุดของพนักงานผู้ชายเท่ากับ 16.23 และ 15.40 กิโลกรัม ของพนักงานผู้หญิงเท่ากับ 10.97 และ 8.37 กิโลกรัม ตามลำดับ และความสามารถในการออกแรงดึงและแรงดันสถิตต่ำสุดของพนักงานผู้ชายเท่ากับ 4.73 และ 4.23 กิโลกรัม ของพนักงานผู้หญิงเท่ากับ 3.40 และ 3.60 กิโลกรัม ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าค่า 15% ของแรงดึงและแรงดันสูงสุดของพนักงานทุกคนมีค่าสูงกว่าแรงเสียดทาน ดังนั้นความหนักของภาระงานขนส่งของพนักงานขนส่งในสายการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟจึงไม่เกินกำลังของพนักงาน

4.3 แนวทางในการจัดสรรพนักงานขนส่งในสายการผลิต

จากการศึกษาเวลาในการทำงานขนส่งและการออกแรงสถิตของพนักงานขนส่งในขณะปฏิบัติงานโดยใช้หลักการยศาสตร์ พบว่าบริษัทสามารถลดจำนวนพนักงานขนส่งในกระบวนการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟขนาด 2.5 นิ้ว ลงได้ 2 คน และฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟขนาด 3.5 นิ้ว สามารถลดได้ 1 คน เมื่อพิจารณาความหนักของภาระงานขนส่งแล้วพบว่าพนักงานออกแรงต่ำกว่าร้อยละ 15 ของความสามารถในการออกแรงสูงสุด ซึ่งถือว่าเป็นภาระงานที่สามารถปฏิบัติได้อย่างต่อเนื่องในระยะเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมงหรือนานกว่านั้นโดยไม่เสี่ยงต่อการบาดเจ็บจากการทำงาน ทั้งนี้การลดจำนวนพนักงานขนส่งลงโดยที่ความหนักของการออกแรงในการขนส่งไม่ได้เกินค่าร้อยละ 15 ของความสามารถในการออกแรงสูงสุดเป็นเรื่องที่เป็นไปได้ในทางปฏิบัติ

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากศูนย์วิจัยร่วมเฉพาะทางด้านส่วนประกอบฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น และศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

ขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่ให้ทุนสนับสนุนการศึกษาและทำวิจัย

บรรณานุกรม

[1] Electronics Trend Publications. 2009. **The World-wide Electronics Manufacturing Services Market**. http://www.electronictrendpubs.com

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

[3] 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, pp. 105-110.

[4] Kroll, E. 1996. "Application of work-measurement analysis to product disassembly for recycling". **Concurrent Engineering**. 4(2): 149-158.

[5] Soontornpas, C., Soontornpas, R. and Chumwora-thayi, P. 2008. "Work measurement by work sampling technique in Department of Pharmacy Service". **Srinagarind Med J.** 23(1): 45-52.

[6] Mital, A. and Ramakrishnan, A. 1999. "A comparison of literature-based design recommendations and experimental capability data for a complex manual materials handling activity". **International Journal of Industrial Ergonomics** 24(1): 73-80.

[7] Das, B. 1985. **The assessment of the manual materials handling problem**. In Proceeding of the 18th Annual Conference of HFAC, Human Factors Association of Canada. 63-66.

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

[9] Hoozemans, M.J.M., Van Der Kreek, A.J., Frings-Dresen, M.H.W., Van Duk, F.J.H. and Van Der Woude, L.H.V. 1998. "Pushing and Pulling in relation to musculoskeletal disorders: a review of risk factors". **Ergonomics** 41(41): 757-781.

[10] Mack, K., Haslegrave, C.M. and Gray M.I. 1995. "Usability of manual handling aids for transporting materials". **Applied Ergonomics** 26(5): 353-364.

[11] Al-Eisawi, K.W., Kerk, C.J., Congleton, J.J., Amendola, A.A., Jenkins, O.C. and Gaines, W. 1999. "Factors affecting minimum push and pull forces of manual carts". **Applied Ergonomics** 30(3): 235-245.

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

[13] Niebel, B. W. and Freivalds, A. 2004. **Methods, standards, and work design.** 11th ed. Singapore: McGraw-Hill.

มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต
KASEM BUNDIT UNIVERSITY

ที่ วศ.0204/246 คณะวิศวกรรมศาสตร์

5 เมษายน 2554

เรื่อง กองบรรณาธิการแจ้งรับบทความที่ประสงค์ลงตีพิมพ์ในวิศวกรรมสารเกษมบัณฑิต

เรียน ผศ.ดร.พรศิริ จงกล

ตามที่ท่านได้ส่งบทความ **เรื่อง การวิเคราะห์และจัดสรรพนักงานขนส่งในสายการผลิตให้เหมาะสม (ANALYSIS AND OPTIMAL ALLOCATION OF TRANSPORTATION OPERATORS IN PRODUCTION LINE)** เพื่อลงตีพิมพ์ในวิศวกรรมสารเกษมบัณฑิต นั้น

ขณะนี้บทความของท่านได้ผ่านการพิจารณาจากกองบรรณาธิการและผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาบทความแล้ว

กองบรรณาธิการจะดำเนินการตีพิมพ์บทความของท่านลงใน **"วิศวกรรมสารเกษมบัณฑิต ปีที่ 1 ฉบับที่ 1 (เดือนมกราคม – เดือนมิถุนายน 2554)"** ในลำดับต่อไป

กองบรรณาธิการวิศวกรรมสารเกษมบัณฑิต ขอขอบคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับบทความของท่านเพื่อนำลงตีพิมพ์ในวิศวกรรมสารเกษมบัณฑิตอีกในลำดับต่อไป เพื่อเป็นประโยชน์แก่วงการวิศวกรรมและสังคมโดยรวมตามเจตนารมย์ของท่านและวิศวกรรมสารเกษมบัณฑิต

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ชัยฤทธิ์ สัตยาประเสริฐ)
บรรณาธิการวิศวกรรมสารเกษมบัณฑิต

1761 ถนนพัฒนาการ เขตสวนหลวง กรุงเทพฯ 10250
โทรศัพท์ (02) 320-2777 ต่อ 1211 โทรสาร (02) 321-6930-8 ต่อ 1211
E-mail : engkasemjournal@hotmail.com, engkasemjournal@eng.kbu.ac.th

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. วิเคราะห์การปฏิบัติงานขนส่งโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Flexsim

3. ผลการศึกษา

การศึกษาการทำงานของพนักงานขนส่งในสายการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ได้ผลดังนี้

3.1 การเลือกพื้นที่ที่ทำการศึกษา

ในกระบวนการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟมีการขนส่งเกิดขึ้น 8 จุดและจำนวนของพนักงานขนส่งทั้งหมดในกระบวนการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟเท่ากับ 158 คนต่อวัน เมื่อพิจารณาพฤติกรรมการทำงานของพนักงานขนส่งของแต่ละจุดพบว่า การขนส่งระหว่าง QC#3 ถึง LPP นั้นพนักงานต้องรองานจากท้ายสายการผลิตของผลิตภัณฑ์ให้ครบตามจำนวนที่รถเข็นสามารถบรรจุงานได้ก่อน จึงจะเข็นรถเข็นเพื่อขนส่งงานจากท้ายสายการผลิตของผลิตภัณฑ์ไปยัง

สถานีงานถัดไป 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 รถเข็นงานสำหรับฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ขนาด 2.5 นิ้ว และรถเข็นงานสำหรับฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ขนาด 3.5 นิ้ว โดยมีระยะทางในการขนส่ง เท่ากับ 125.4 และ 128.4 เมตร สำหรับการขนส่งฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ขนาด 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

หลังจากการจับเวลาการทำงานของพนักงานขนส่งงาน ทำให้ได้เวลาการทำงาน จากนั้นทำการประเมินอัตราการทำงานโดยใช้ระบบWesting House โดยได้ผลดังนี้

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

ซึ่งผลคูณระหว่างค่าเวลาการทำงานกับอัตราการทำงาน ทำให้ได้เวลาการทำงานปกติในแต่ละรอบการทำงานของพนักงานขนส่งงาน ดังตารางที่ 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 นิ้ว เท่ากับ 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

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

$$= 213 \text{ รอบต่อกะ}$$

ส่วนการคำนวณหาจำนวนพนักงานในการขนส่งต่อกะของฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟขนาด 2.5 นิ้วนั้นใช้สมการ (3) ทั้งนี้จำนวนแผนการผลิตของฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟเป็นข้อมูลที่ไม่เปิดเผย ส่วนจำนวนหน่วยของฮาร์ดดิสก์ที่พนักงานแต่ละคนขนส่งต่อกะคำนวณจากจำนวนรอบในการขนส่งต่อคนต่อกะคูณด้วยจำนวนหน่วยที่พนักงานแต่ละคนขนส่งต่อรอบผลการคำนวณปรากฏว่าจำนวนพนักงานขนส่งต่อกะเท่ากับ 3 คน

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

$$= 3 \text{ คนต่อกะ}$$

ในการคำนวณหาจำนวนพนักงานในการขนส่งฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟขนาด 3.5 นิ้ว สามารถคำนวณได้โดยวิธีเดียวกันกับวิธีข้างต้น โดยได้ผลดังแสดงในตารางที่ 7 เมื่อเปรียบเทียบจำนวนพนักงานที่ลดลง 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

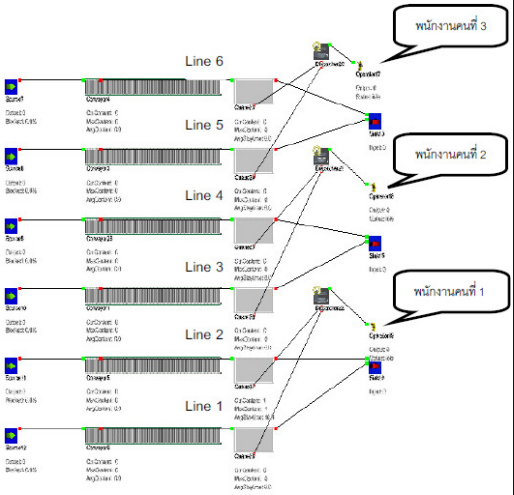
ตารางที่ 8 การเปรียบเทียบจำนวนพนักงานที่ลดลง

สถานการณ์	จำนวนพนักงานฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟขนาด 2.5 นิ้ว (คน/กะ)	จำนวนพนักงานฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟขนาด 3.5 นิ้ว (คน/กะ)
ปัจจุบัน	5	3
งานวิจัยนี้	3	2

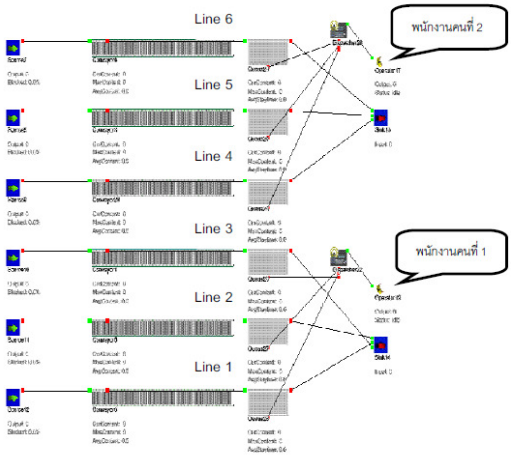
3.8 การวิเคราะห์การปฏิบัติงานขนส่งโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

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

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



รูปที่ 1 แบบจำลองการทำงานในปัจจุบันของสายการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ขนาด 2.5 นิ้ว



รูปที่ 2 แบบจำลองการทำงานหลังการปรับปรุงของสายการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ขนาด 3.5 นิ้ว

การทดสอบความถูกต้องของแบบจำลองสถานการณ์การปฏิบัติงานขนส่งงานในสายการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟที่สร้างขึ้นนี้ทำได้โดยการเปรียบเทียบจำนวนผลผลิตที่ได้จากแบบจำลองกับจำนวนผลผลิตที่ได้จากการทำงานจริง ซึ่งผลปรากฏว่าไม่แตกต่างกัน จึงสามารถสรุปได้ว่าแบบจำลองสถานการณ์ที่สร้างขึ้นมานี้มีความถูกต้อง นอกจากนี้

ยังทำการกำหนดค่าเริ่มต้นของแบบจำลองระบบการปฏิบัติงาน 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)

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

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

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

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

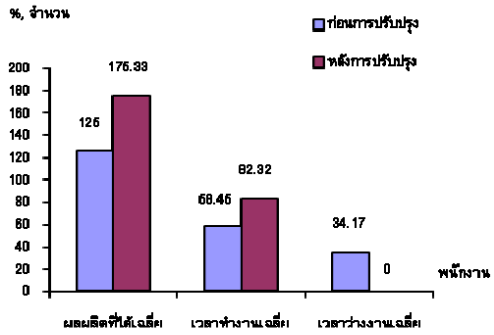
การจำลองสถานการณ์	ร้อยละเวลาว่างงาน (Idle time)	
	ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง
ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ขนาด 2.5 นิ้ว		
พนักงานคนที่ 1	33.12	0.00
พนักงานคนที่ 2	32.87	0.00
พนักงานคนที่ 3	34.44	0.00
พนักงานคนที่ 4	35.13	-
พนักงานคนที่ 5	35.29	-
เฉลี่ย	34.17	0.00
ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ขนาด 3.5 นิ้ว		
พนักงานคนที่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

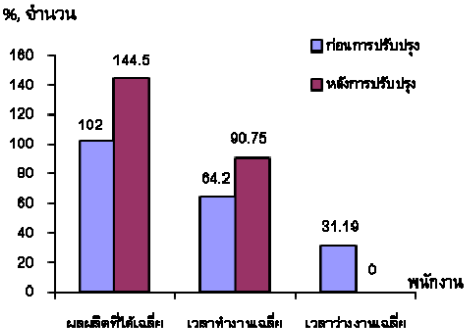
ตารางที่ 11 การเปรียบเทียบผลผลิตที่ได้ของระบบก่อนและหลังปรับปรุงจำนวนพนักงาน

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 การเปรียบเทียบระบบก่อนและหลังปรับปรุงจำนวนพนักงานในสายการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟขนาด 2.5 นิ้ว



รูปที่ 4 การเปรียบเทียบระบบก่อนและหลังปรับปรุงจำนวนพนักงานในสายการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟขนาด 3.5 นิ้ว

4. สรุป

การศึกษาครั้งนี้ พบว่าจำนวนพนักงานขนส่งลดลงได้ 3 คนต่อกะ หรือ 6 คนต่อวัน และผลิตภาพการทำงานของพนักงานขนส่งเพิ่มขึ้นร้อยละ 37.5 โดยจำนวนพนักงานขนส่งที่เหมาะสม คือ 3 คน สำหรับกระบวนการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟขนาด 2.5 นิ้ว และ 2 คนสำหรับกระบวนการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟขนาด 3.5 นิ้ว นอกจากนี้ผลจากการจำลองสถานการณ์การปฏิบัติงานขนส่งงานในสายการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์นั้นแสดง

ว่าหลังจากการลดจำนวนพนักงานขนส่งลง ทำให้พนักงานมีเวลาว่างงานลดลงและประสิทธิภาพการทำงานของพนักงานขนส่งเพิ่มขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากศูนย์วิจัยร่วมเฉพาะทางด้านส่วนประกอบฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น และศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีแห่งชาติ

ขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่ให้ทุนสนับสนุนการศึกษาและทำวิจัย

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., 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., 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., 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.

การวิเคราะห์อัตรากำลังของพนักงานขนส่งในสายการผลิต

Workforce Analysis for Transportation Operators in Production Line

พรศิริ จงกล และ วรรณนิศา นุชคุ้ม*
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
111 ถนนมหาวิทยาลัย อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000
E-mail: w_ann_isa@hotmail.com*

บทคัดย่อ

การปรับปรุงผลิตภาพ (Productivity) เป็นปัจจัยหนึ่งที่ใช้เป็นกลยุทธ์หลักเพื่อเพิ่มศักยภาพสำหรับการแข่งขันกันในตลาดโลก จากการศึกษาการทำงานของพนักงานขนส่งในสายการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ พบว่า จำนวนพนักงานขนส่งไม่เหมาะสมกับภาระงานที่ได้รับมอบหมาย ทำให้พนักงานขนส่งมีเวลาว่างที่เกิดจากการรอคอย เป้าหมายของการศึกษาครั้งนี้ คือ การหาจำนวนพนักงานขนส่งในสายการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟที่เหมาะสมที่สุด จากนั้นทำการแก้ปัญหาโดยใช้การศึกษาการทำงาน กำหนดงานย่อยของพนักงานขนส่ง ระยะทางการขนส่ง เวลาในการขนส่ง และหาเวลามาตรฐานในการทำงานของพนักงาน จากนั้นจึงคำนวณหาจำนวนพนักงานขนส่งน้อยที่สุดที่สามารถรับภาระงานได้มากที่สุด โดยพิจารณาจากค่าเวลามาตรฐาน 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. 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 measured using stopwatches. Then, standard time was determined. Finally, the minimum number of transportation operators was calculated using the standard time. 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

อุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟเป็นหนึ่งในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ขนาดใหญ่ ที่มีบทบาทต่อการพัฒนาทางเศรษฐกิจของประเทศไทยอย่างมาก ปัจจุบันความต้องการผลิตภัณฑ์จากกลุ่มอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง (Electronics Trend Publications, 2009) ซึ่งส่งผลให้อุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟต้องทำการปรับปรุงและพัฒนาการผลิตให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ในปัจจุบันมีการแข่งขันกันทั้งทางด้านคุณภาพและราคา แต่เนื่องจากเทคโนโลยีการผลิตมีความก้าวหน้าและใกล้เคียงกัน ผู้ผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟจึงได้เล็งเห็นและให้ความสำคัญต่อการลดต้นทุนการผลิต หาแนวทางและวิธีการต่าง ๆ มาใช้ในการจัดการระบบการผลิต เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตและสร้างโอกาสในการแข่งขันให้มีมากขึ้น

การปรับปรุงผลิตภาพ (Productivity Improvement) เป็นวิธีการหนึ่งในการศึกษาการเพิ่มขีดความสามารถใน

การผลิตให้ดียิ่งขึ้น และใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์สูงสุด อีกทั้งยังสามารถลดต้นทุนในการผลิตได้อีกทางหนึ่งด้วย ผลิตภาพ (Productivity) เป็นการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตต่อทรัพยากรที่ใช้ในการผลิต ซึ่งก็คืออัตราส่วนระหว่างผลผลิต (Output) กับปัจจัยการผลิต (Input) เมื่อนำปัจจัยการผลิต เช่น วัตถุดิบ แรงงาน เครื่องจักร ตลอดจนสิ่งสนับสนุนการผลิตในด้านต่างๆ ป้อนเข้าสู่กระบวนการ (Process) เพื่อให้ได้ผลผลิตออกมาอยู่ในรูปสินค้าหรือบริการ (Sink, 1983) ผลิตภาพสามารถเพิ่มมากขึ้นได้ เมื่อสามารถทำให้จำนวนวัตถุดิบขาเข้าลดน้อยลง (Russell and Taylor, 2007) การใช้วัตถุดิบขาเข้าให้เกิดประโยชน์สูงสุดเป็นวิธีหลักสำหรับการลดค่าใช้จ่าย ผลิตภาพมีหลายรูปแบบสามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ ผลิตภาพเฉพาะส่วน (Partial Productivity) หมายถึง อัตราส่วนระหว่างผลผลิตต่อทรัพยากรที่ใช้ในแต่ละชนิด เช่น ผลิตภาพวัตถุดิบ (Material Productivity) ผลิตภาพแรงงาน (Labor Productivity) ผลิตภาพพลังงาน (Energy Productivity) ผลิตภาพค่าใช้จ่าย (Expense Productivity) ผลิตภาพเงินลงทุน (Capital Productivity) เป็นต้น ผลิตภาพมูลค่าเพิ่ม (Value Added Productivity) หมายถึง อัตราส่วนผลผลิตสุทธิต่อผลรวมของทรัพยากรด้านเงินทุนและแรงงาน ผลผลิตสุทธิได้จากผลผลิตรวมหักค่าวัสดุและค่าบริการที่ต้องซื้อ และสุดท้ายผลิตภาพรวม (Total Productivity) คือ อัตราส่วนของผลผลิตต่อทรัพยากรที่ใช้ทั้งหมด ในการปรับปรุงผลิตภาพมีหลากหลายเทคนิคที่ใช้ในการพัฒนาและแก้ปัญหาเพื่อเพิ่มผลผลิต เช่น การศึกษาการทำงาน (Mayer and Stewart, 2002) การใช้เครื่องมือการปรับปรุงคุณภาพ การใช้แบบจำลองสถานการณ์ (Banks et al., 2005) เป็นต้น

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเกี่ยวกับการลดต้นทุนในการผลิต และใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์สูงสุด เพื่อทำให้บริษัทมีกำไรมากขึ้น โดยการปรับปรุงผลิตภาพ (Productivity Improvement) ด้วยวิธีการวัดงาน (Work Measurement) บริษัทกรณีศึกษาในงานวิจัยนี้ เป็นบริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งมีการผลิตผลิตภัณฑ์หลักอยู่ 2 ชนิดด้วยกัน คือ ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ขนาด 2.5 นิ้ว สำหรับคอมพิวเตอร์ฉบับกระเป๋าหิ้ว (Notebook Computer) และฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟขนาด 3.5 นิ้ว สำหรับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (Personal Computer) จากการเข้าไปศึกษาเบื้องต้น พบว่า มีความสูญเปล่าเกิดขึ้นในกระบวนการผลิต เกิดการรอคอยชิ้นงานของพนักงานขนส่งในสายการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ซึ่งทำให้เกิดความไม่สมดุลในสายการผลิต และเกิดการไหลอย่างไม่ต่อเนื่องในการผลิต นอกจากนี้ทางบริษัทกำลังให้ความสนใจในเรื่องการใช้ความสามารถในการปฏิบัติงานของพนักงานให้เกิดประโยชน์สูงสุด เพื่อลดต้นทุนในการผลิต และสร้างความสามารถในการแข่งขันได้ การศึกษานี้จึงมุ่งศึกษาการทำงานของพนักงานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตจากทรัพยากรที่มีอยู่เดิม ซึ่งเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพโดยไม่เสียค่าใช้จ่ายในการลงทุนเพิ่มเติม โดยใช้เทคนิคการวัดงาน (Work Measurement) ด้วยการจับเวลาโดยตรง (Direct time study) (Barnes, 1980) ซึ่งเป็นการศึกษาเพื่อกำหนดหาเวลามาตรฐาน (Standard Time) โดยเป้าหมายของการศึกษาครั้งนี้ คือ การหาจำนวนพนักงานขนส่งในสายการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟที่เหมาะสมที่สุด

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อจัดทำเวลามาตรฐานของการขนส่งงานโดยการศึกษางาน

2.2 เพื่อปรับปรุงผลิตภาพการทำงานของพนักงานขนส่งโดยพิจารณาจากเวลามาตรฐาน

3. วิธีการดำเนินงานวิจัย

การศึกษาการทำงานของพนักงานขนส่งในสายการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ มีขั้นตอนดังนี้

3.1 เลือกพื้นที่ที่ทำการศึกษา

จากการศึกษาจำนวนของพนักงานขนส่งในสายการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ พบว่า จำนวนของพนักงานขนส่งมีทั้งหมด 158 คนต่อวัน จากการเปรียบเทียบจำนวนพนักงานที่ใช้ในการขนส่งแต่ละจุดจากตารางที่ 1 พบว่า ในกระบวนการขนส่งระหว่าง Part Supply ถึง Line Main มีจำนวนพนักงานขนส่งมากที่สุด คือ 28 คน รองลงมา คือ การขนส่งระหว่าง QC#3 ถึง LPP มีจำนวนพนักงาน 26 คน จะเห็นได้ว่า จำนวนพนักงานขนส่งระหว่าง 2 กระบวนการมีความแตกต่างกันไม่มากนัก จากนั้นจึงเข้าไปศึกษาในพื้นที่การทำงานจริง เมื่อเปรียบเทียบพฤติกรรมการทำงานของพนักงานขนส่งระหว่าง 2 กระบวนการนี้ พบว่า ในกระบวนการขนส่งระหว่าง Part Supply ถึง Line Main พนักงานขนส่งงานมีเวลาว่างจากการทำงานน้อยกว่าการขนส่งระหว่าง QC#3 ถึง LPP เนื่องจากหน้าที่การทำงานของ Part Supply คือ การแจกจ่ายชิ้นส่วนอุปกรณ์ (Part) ต่าง ๆ ที่ใช้ในการประกอบฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟเข้าสู่แต่

ละ Line Main ซึ่งมีจำนวน Part หลายชนิดที่พนักงานต้องทำการขนส่งในช่วงเวลาทำงาน เมื่อเปรียบเทียบกับการทำงานของการขนส่งระหว่าง QC#3 ถึง LPP พนักงานต้องรองานจากท้ายสายการผลิตของผลิตภัณฑ์ให้ครบตามจำนวนที่รถเข็นสามารถบรรจุงานได้ก่อน จากนั้นพนักงานทำหน้าที่เข็นรถเข็นเพื่อขนส่งงานจากท้ายสายการผลิตของผลิตภัณฑ์ไปยังสถานีงานถัดไป ดังนั้นจึงทำการเลือกศึกษาในพื้นที่การขนส่งระหว่าง QC#3 ถึง LPP ก่อน ทั้งนี้สายการผลิตที่ถูกเลือกให้ศึกษาโดยวิศวกรประจำบริษัทเป็นการผลิตแบบสายพานการผลิต (Conveyer) ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ขนาด 2.5 และ 3.5 นิ้ว ซึ่งจำนวนพนักงานขนส่งในสายการผลิตดังกล่าวมีทั้งหมด 16 คน แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 1 จำนวนของพนักงานขนส่งในสายการผลิต

กระบวนการ	การทำงาน	จำนวนพนักงานขนส่งต่อวัน
Cleaning ⟹ Stock HSA	⇨	16
Stock HS ⟹ HSA Line	⇨	18
FHSA ⟹ FHSA Room	⇨	2
FHSA Room ⟹ DI	⇨	14
Part Supply ⟹ Line Main	⇨	28
Material Handling of FHSA ⟹ QC#2	⇨	18
QC#3 ⟹ LPP	⇨	26
LPP ⟹ Ship check	⇨	16
Ship Check ⟹ Pass Box	⇨	20

ตารางที่ 2 จำนวนของพนักงานขนส่ง QC#3 ถึง LPP

Line	Phase#1		Phase#2		Support	Total
	2.5	3.5	3.5	2.5		
Conveyer	*10*		*6*		8	2	26
Modular	-	-	-			

3.2 วิเคราะห์งาน

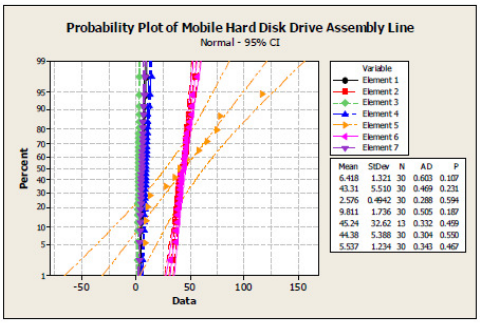
จากการศึกษาการทำงานของพนักงานขนส่งในพื้นที่การขนส่งระหว่าง QC#3 ถึง LPP พบว่า พนักงานขนส่งปฏิบัติงานโดยใช้รถเข็นงาน (Wagon) โดยรถเข็นงานมี 2 ประเภท คือ รถเข็นงานสำหรับฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ขนาด 2.5 นิ้ว สามารถบรรจุงานได้ 60 หน่วย และรถเข็นงานสำหรับฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ขนาด 3.5 นิ้ว สามารถบรรจุงานได้ 30 หน่วย ระยะทางในการขนส่ง คือ 125.4 และ 128.4 เมตร สำหรับการขนส่งฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ขนาด 2.5 และ 3.5 นิ้ว ตามลำดับ บทความนี้ไม่แสดงค่าข้อมูลแผนการผลิตของฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟและข้อมูลอื่นที่เกี่ยวข้องกับการผลิต เพื่อความสะดวกในการวัดงานจึงได้ทำการแยกงานย่อยของพนักงานขนส่ง แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 งานย่อยของพนักงานขนส่งในสายการผลิต

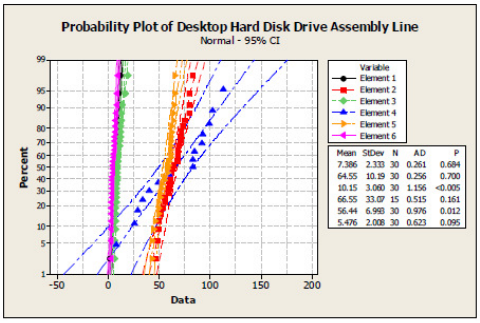
ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ขนาด 2.5 นิ้ว	ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ขนาด 3.5 นิ้ว
1. พนักงานเดินไปที่รถเข็นงาน	1. พนักงานเดินไปที่รถเข็นงาน
2. เข็นงานไปวาง ณ จุดวางที่สถานีงานถัดไป	2. เข็นงานไปวาง ณ จุดวางที่สถานีงานถัดไป
3. เดินไปหยิบบัตรงาน	3. เดินไปเอารถเข็นงานเปล่า
4. เดินไปเอารถเข็นงานเปล่า	4. รอคอยถาดใส่งานมาใส่รถเข็นงานเปล่า
5. รอคอยถาดใส่งานมาใส่รถเข็นงานเปล่า	5. เข็นรถเข็นงานเปล่ามาที่ท้ายสายการผลิต
6. เข็นรถเข็นงานเปล่ามาที่ท้ายสายการผลิต	6. เดินไปนั่ง
7. เดินไปนั่ง	-

3.3 กำหนดขนาดตัวอย่าง

จากการสังเกตและจับเวลาการทำงานของพนักงานขนส่งในช่วงแรก พบว่าเวลาที่ใช้ในการขนส่งแต่ละรอบอยู่ในช่วง 2 – 5 นาที จากนั้นคำนวณหาขนาดตัวอย่างได้เท่ากับ 30 ตัวอย่าง (Konz, 1995) เมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าข้อมูลมีลักษณะการแจงแจงแบบปกติ แสดงดังรูปที่ 1 และ 2 โดยกำหนดค่าความคลาดเคลื่อนไว้ ±5% และระดับความเชื่อมั่น 95%



รูปที่ 1 กราฟแสดงการกระจายแบบปกติของเวลาการทำงานของพนักงานขนส่งฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ขนาด 2.5 นิ้ว



รูปที่ 2 กราฟแสดงการกระจายแบบปกติของเวลาการทำงานของพนักงานขนส่งฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ขนาด 3.5 นิ้ว

3.4 การวัดงาน

จากการจับเวลาการทำงานของพนักงานขนส่งงานและวิเคราะห์ข้อมูล ทำให้ได้ค่าเวลาการทำงานปกติ (Normal time) ในแต่ละรอบการทำงานของพนักงานขนส่งงาน ได้ผลดังตารางที่ 4 และ 5 จะเห็นได้ว่า เวลาการทำงานปกติของพนักงานขนส่งฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ขนาด 3.5 นิ้ว มีค่ามากกว่าเวลาการทำงานปกติของพนักงานขนส่งฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ขนาด 2.5 นิ้ว ซึ่งมีสาเหตุมาจากใช้เวลามากกว่าในขั้นตอนการเข็นงานไปวาง ณ จุดวางที่สถานีงานถัดไป การรอคอยถาดใส่งานมาใส่รถเข็นงานเปล่า และการเข็นรถเข็นงานเปล่ามาที่ท้ายสายการผลิต

ตารางที่ 4 เวลาการทำงานของพนักงานขนส่งฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ขนาด 2.5 นิ้ว

ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ขนาด 2.5 นิ้ว	เวลาเฉลี่ย (วินาที)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
1. พนักงานเดินไปที่รถเข็นงาน	6.42	1.32
2. เข็นงานไปวาง ณ จุดวางที่สถานีงานถัดไป	43.31	5.51
3. เดินไปหยิบบัตรงาน	2.58	0.49
4. เดินไปเอารถเข็นงานเปล่า	9.81	1.74
5. รอคอยถาดใส่งานมาใส่รถเข็นงานเปล่า	45.24	32.62
6. เข็นรถเข็นงานเปล่ามาที่ท้ายสายการผลิต	44.38	5.39
7. เดินไปนั่ง	5.54	1.23
รวม	157.27	

ตารางที่ 5 เวลาการทำงานของพนักงานขนส่งฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ขนาด 3.5 นิ้ว

ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ขนาด 3.5 นิ้ว	เวลาเฉลี่ย (วินาที)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
1. พนักงานเดินไปที่รถเข็นงาน	7.39	2.33
2. เข็นงานไปวาง ณ จุดวางที่สถานีงานถัดไป	64.55	10.19
3. เดินไปเอารถเข็นงานเปล่า	10.15	3.06
4. รอคอยถาดใส่งานมาใส่รถเข็นงานเปล่า	66.55	33.07
5. เข็นรถเข็นงานเปล่ามาที่ท้ายสายการผลิต	56.44	6.99
6. เดินไปนั่ง	5.48	2.01
รวม	210.54	

3.5 การกำหนดค่าเวลาเผื่อ

ค่าเวลาเผื่อ (Allowance) เป็นเวลาที่จำเป็นต้องเพิ่มเข้าไปในเวลาการทำงานปกติด้วย แม้ว่าได้มีการจัดวิธีการทำงานให้เหมาะสมแล้ว เพื่อลดความเมื่อยล้าและความเครียดจากการทำงานของพนักงาน เวลาเผื่อมี 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. เวลาเผื่อคงที่ (Constant Allowances) จำเป็นต้องเพิ่มให้กับพนักงานที่ทำงานทุกคน ได้แก่

1.1 เวลาเผื่อกิจส่วนตัว (Personal Allowance) การกำหนดเวลาเผื่อให้มากหรือน้อยจะขึ้นอยู่กับลักษณะของงาน ความหนักเบา ระยะเวลาทำงาน เงื่อนไขในการทำงาน เป็นต้น โดยเวลาเผื่อกิจส่วนตัวมักอยู่ระหว่าง 5-7% ของเวลาทำงานปกติ

1.2 เวลาเผื่อความเมื่อยล้า (Fatigue Allowance) มีความจำเป็นโดยเฉพาะกับงานที่มีเงื่อนไขการทำงานที่ทำให้เกิดความเมื่อยล้าได้ง่าย โดยงานทั่วไปที่เป็นลักษณะงานเบาให้ 4% ของเวลาทำงานปกติ สำหรับงานหนักต้องให้เวลาพักเหนื่อยมากขึ้น

2. เวลาเผื่อผันแปร (Variable Allowances) ได้แก่ ค่าเวลาเผื่อสำหรับความเครียดและสิ่งแวดล้อมเช่น ค่าเผื่อเวลาการทำงานในลักษณะยืน ค่าเผื่อเวลาการใช้แรง ค่าเผื่อสำหรับพื้นที่ที่มีแสง เสียง บรรยากาศที่แตกต่างกัน เป็นต้น แม้ว่าจะเป็นงานชนิดเดียวกัน เมื่ออยู่ในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันค่าเวลาเผื่อที่เพิ่มเข้าไปในเวลาการทำงานปกติย่อมแตกต่างกันด้วย

สำหรับงานวิจัยนี้ จากการศึกษาลักษณะการทำงานของพนักงานขนส่งในสายการผลิต สามารถจำแนกค่าเผื่อเวลาได้ 4 ประเภท คือ เวลาเผื่อกิจส่วนตัว เวลาเผื่อความเมื่อยล้า เวลาเผื่อสำหรับท่ายืนทำงาน และเวลาเผื่อความซ้ำซากในการใช้อวัยวะในร่างกาย ซึ่งการกำหนดเปอร์เซ็นต์ค่าเวลาเผื่อ (Niebel and Freivalds, 2004) แสดงดังตารางที่ 6 เวลาเผื่อคงที่นั้นมาจากกิจส่วนตัว 5% และความเมื่อยล้า 4% ส่วนเวลาเผื่อผันแปรนั้นมาจากการยืนทำงาน 2% และการใช้อวัยวะในร่างกายซ้ำๆ 2% รวมเปอร์เซ็นต์ค่าเวลาเผื่อทั้งหมดเท่ากับ 13%

ตารางที่ 6 เปอร์เซ็นต์ค่าเผื่อในการทำงาน

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

3.6 การคำนวณเวลามาตรฐานการทำงาน

การคำนวณเวลามาตรฐานการทำงาน ทำได้โดยนำเวลาการทำงานปกติของพนักงานขนส่งคูณกับค่าเวลาเผื่อ คือ 1.13 ซึ่งมาจาก (1+ %ค่าเวลาเผื่อ) ทำให้ได้เวลามาตรฐานการทำงานสำหรับการขนส่งฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟขนาด 2.5 และ 3.5 นิ้ว ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 เวลาการทำงานมาตรฐานของพนักงานขนส่ง

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

3.7 การหาจำนวนพนักงานขนส่งที่เหมาะสมที่สุด

เวลาการทำงานทั้งหมดต่อกะ คือ 37,800 วินาที (10.5 ชั่วโมง x 60 นาที x 60 วินาที) ซึ่งเวลานี้ไม่รวมเวลาพักของพนักงาน จากนั้นนำเวลาการทำงานทั้งหมดต่อกะมาคำนวณหาจำนวนรอบในการขนส่งต่อกะของฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟขนาด 2.5 นิ้ว ดังสมการ (1)

$$\text{จำนวนรอบในการขนส่งต่อคนต่อกะ} = \frac{\text{เวลาการทำงานทั้งหมดต่อกะ}}{\text{เวลามาตรฐานการทำงานต่อรอบ}} \quad (1)$$

$$= 213 \text{ รอบต่อกะ}$$

การคำนวณหาจำนวนพนักงานในการขนส่งต่อกะของฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟขนาด 2.5 นิ้ว สามารถคำนวณได้จากสมการ (2)

$$\text{จำนวนพนักงานในการขนส่งต่อกะ} = \frac{\text{แผนการผลิตของฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟขนาด 2.5 นิ้ว ต่อกะ}}{\text{จำนวนหน่วยที่พนักงานแต่ละคนขนส่งต่อกะ}} \quad (2)$$

$$= 3 \text{ คนต่อกะ}$$

ในส่วนของฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟขนาด 3.5 นิ้ว สามารถคำนวณได้โดยวิธีเดียวกันกับข้างต้น ผลเป็นดังแสดงในตารางที่ 8 จากผลการศึกษาในส่วนของฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟขนาด 2.5 นิ้วสามารถลดจำนวนพนักงานลงได้ 2 คน และลดได้ 1 คน สำหรับฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟขนาด 3.5 นิ้ว แสดงดังตารางที่ 9

ตารางที่ 8 จำนวนพนักงานขนส่งที่เหมาะสมที่สุด

สายการผลิต	ความถี่ในการขนส่ง (รอบ/กะ/คน)	จำนวนพนักงาน (คน/กะ)
ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ขนาด 2.5 นิ้ว	213	3
ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ขนาด 3.5 นิ้ว	159	2

ตารางที่ 9 การเปรียบเทียบจำนวนพนักงานที่ลดลง

สถานการณ์	จำนวนพนักงานฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟขนาด 2.5 นิ้ว (คน/กะ)	จำนวนพนักงานฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟขนาด 3.5 นิ้ว (คน/กะ)
ปัจจุบัน	5	3
การศึกษา	3	2

4. สรุปผล

จากการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูล สามารถลดจำนวนพนักงานขนส่งลงได้ 3 คนต่อกะ หรือ 6 คนต่อวัน ซึ่งสามารถเพิ่มผลิตภาพการทำงานของพนักงานขนส่งคิดเป็น 37.5 % โดยจำนวนพนักงานขนส่งที่เหมาะสมที่สามารถรับภาระงานที่มอบหมายให้ได้ คือ ในส่วนของฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟขนาด 2.5 นิ้ว จำนวนพนักงาน คือ 3 คน โดยมีเวลามาตรฐานในการทำงานเท่ากับ 177.72 วินาที สำหรับฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟขนาด 3.5 นิ้ว จำนวนพนักงาน คือ 2 คน และมีเวลามาตรฐานในการทำงานเท่ากับ 237.91 วินาที เห็นได้ว่าการวัดงานเป็นเครื่องมือหนึ่งที่ใช้ในการเพิ่มผลิตภาพในการทำงานของพนักงานขนส่งได้

บรรณานุกรม

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

Barnes, Ralph M. 1980. **Motion and Time Study: Design and Measurement of work.** 7th ed. John Wiley and Sons, Inc.

Electronics Trend Publications. 2009. **The Worldwide Electronics Manufacturing Services Market** http://www.electronictrendpubs.com [2010 March 25]

Konz, S. 1995. **Work Design**: Industrial Ergonomics. 4th ed. Arizona, USA: Publishing Horizons.

Niebel, Benjamin W. and Freivalds, Andris. 2004. **Methods, standards, and work design**. 11th ed. Singapore: McGraw-Hill

Sink, D.S. 1983. **Much do about productivity: Where do we go from here**, Industrial Engineering 15(10) 36-48.

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

Russell, Roberta S. and Taylor, Bernard W. 2007. **Operations Management: Along the Supply Chain**. 6th ed. New York, USA: John Wiley and Sons.

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากศูนย์วิจัยร่วมเฉพาะทางด้านส่วนประกอบฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น และศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

Work Analysis of Transportation Operators

Pornsiri Jongkol[1], Wannisa Nutkhum[2], Teerasak Thongsumrit[3]
[1,2,3]School of Industrial Engineering, Institute of Engineering
Suranaree University of Technology, Nakhon Ratchasima, Thailand
[1]pornsiri@sut.ac.th
[2]w_ann_isa@hotmail.com
[3]teerasak_ie@hotmail.com

Abstract - **Productivity improvement is necessary as a major strategy to remain competitive in a global market. Utilization of transportation operator was studied in a hard disk drive manufacturer. The problem found was an inappropriate number of transportation 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 distances were measured using a measuring tape, whereas transportation time was measured using stopwatches. Then, standard time was determined. Finally, the minimum number of transportation operators was calculated using the standard time. It was concluded that work measurement was an important tool used to increase productivity of transportation operation.**

Keywords - **Work Measurement, Work Study, Standard Time, Transportation Operation, Allowance**

I. INTRODUCTION

Hard disk drive manufacturing has become one of the largest electronic and appliance industry in Thailand. Productivity improvement is a competitive strategy for manufacturing industries. Productivity is defined as the ratio of output against input [1]. According to this definition, productivity can be increased as input is decreased [2]. In industrial situation, utilization of inputs is a major method for cost reduction. To improve productivity, several techniques have been developed to solve the problems for different areas such as work study, quality improvement tools, and simulation approaches [3]. Workforce planning is also an essential component of productivity management for hard disk drive manufacturers. It deals mainly with the assignment of workers to cover the labor requirement at the operational level. In recent years, numerous studies have been conducted to deal with this problem [4]. Several techniques have been used to evaluate the properness and efficiency of the workforce planning.

Transportation operation was studied in a hard disk drive manufacturer in Thailand. This operation required manual workforce. Previously, there were 158 transportation operators per day along the manufacturing processes, as shown in Table 1. However, it was unclear whether the previous number of transportation operators was proper since the operators had to wait for the incoming works from the predecessor assembly lines. This situation was considered as low productivity for the transportation operation. The objective of this study was to determine the minimum number of transportation operators in hard disk drive manufacturing processes using work measurement. If the number of transportation operators was excessive, some operators would be assigned to work in the assembly lines.

TABLE I
NUMBERS OF TRANSPORTATION OPERATORS

No.	Workflow	Operation	Number of Operators per Day
1	Cleaning ⇒ Stock HSA	⇨	16
2	Stock HS ⇒ HSA Line	⇨	18
3	FHSA ⇒ FHSA Room	⇨	2
4	FHSA Room ⇒ DI	⇨	14
5	Part Supply ⇒ Line Main	⇨	28
6	Material Handling of FHSA ⇒ QC#2	⇨	18
7	QC#3 ⇒ LPP	⇨	26
8	LPP ⇒ Ship check	⇨	16
9	Ship Check ⇒ Pass Box	⇨	20

The General Concept of Work Study

Work study is the popular quantitative evaluation method that would clarify how much time the operators spent on the task. It is widely used on an industrial investigation for operators [5]. Work study involves three techniques including Method Study or Motion Study, Work Measurement, and Job Evaluation.

Work measurement is a technique for recording the times and the rates of working for the elements of a specified job performed under specified condition. This technique is then used for analyzing the data so as to determine the time necessary for carrying out a specified job at a predefined level of performance. There are 8 steps in work measurement technique: (1) selecting the job to be studied, (2) recording and analyzing the operations into elements, and checking for standard conditions, (3) record the time for each element, (4) computing the observed time, (5) rating the performance, (6) determining the normal time, (7) assessing allowances, and (8) calculating the standard time.

II. METHODOLOGY

A. Selecting the Assembly Lines

To select the study assembly lines, the numbers of transportation operators throughout the manufacturing processes was observed. From Table 1, the greatest number of transportation operators was found in the transportation process from Part Supply to Line Main with 28 transportation operators. The second greatest number of transportation operators was found in the transportation process from QC#3 to LPP with 26 transportation operators. However, the waiting time spent on the transportation process from QC#3 to LPP was greater than that Part Supply to Line Main. Therefore, the transportation process from QC#3 to LPP was selected in this study. In this process, the manual transportation was needed for all assembly lines. Due to time constraint, the transportation operations in specific assembly lines were selected by the engineers who were responsible for production. These included the conveyor assembly lines of mobile hard disk drives and those of desktop hard disk drives. The total number of transportation operators of these lines was sixteen as shown in Table 2.

TABLE III
NUMBERS OF TRANSPORTATION OPERATORS QC#3 TO LPP

Line	Phase#1		Phase#2		Support	Total
	2.5	3.5	3.5	2.5		
Conveyer	*10*		*6*		8	2	26
Modular	-	-	-			

B. Analyzing the Job

The transportation operators were both males and females. They performed their tasks using wagons. There were two types of wagon. The wagon for mobile hard disk drives was able to carry 60 units, whereas that for desktop hard disk drives carried 30 units (Fig 1 and 2). The travelling distances were 125.4 and 128.4 m. for mobile and desktop hard disk drives, respectively. Force requirement to move the wagon was approximately 0.5 kg. Daily work duration was 10.5 hours per shift.

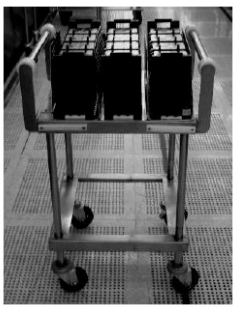


Fig. 1. Wagon for mobile hard disk drives

Fig. 2. Wagon for desktop hard disk drives

The daily production plans were 68,250 mobile units and 18,300 desktop units for phase I and II assembly lines. For ease of work measurement, the transportation operations were broken down into elements as shown in Table 3. The transportation operation for mobile hard disk drives was divided into 7 elements, whereas that for desktop hard disk drives was broken into 6 elements.

TABLE III
ELEMENTS OF TRANSPORTATION OPERATIONS

Elements of Transportation for Mobile Hard Disk Drives Assembly Line	Elements of Transportation for Desktop Hard Disk Drives Assembly Line
1. Moving to a work wagon.	1. Moving to a work wagon.
2. Pushing a work wagon to the area of WIP B/F LPP line.	2. Pushing a work wagon to the area of WIP B/F LPP line.
3. Moving to pick a Kanban card.	3. Moving to the empty wagon at LPP line.
4. Moving to the empty wagon at LPP line.	4. Waiting for unit trays to fill in a wagon.
5. Waiting for unit trays to fill in a wagon.	5. Pushing the empty wagon to the line main.
6. Pushing the empty wagon to the line main.	6. Moving to rest area.
7. Moving to rest area.	-

C. Number of Observations

From direct observation and work measurement at the beginning of study, it was found that times spent for each round of transportation were 2-5 minutes. According to the method of number of observations determination [6], fifteen observations for each work element were adequate. To increase reliability of data, however, the sample size used in this study was thirty. The recorded times of all work elements were normally distributed as shown in probability plots (Fig 3 and 4).

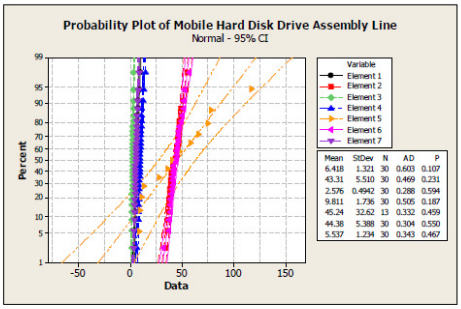


Fig. 3. Probability plot of recorded times for mobile hard disk drives transportation

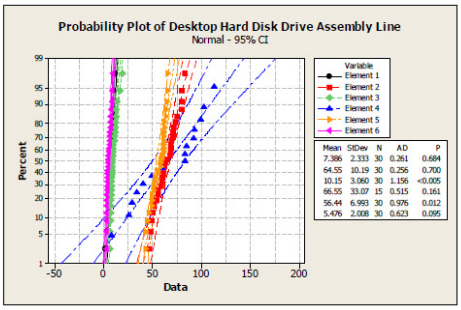


Fig. 4. Probability plot of recorded times for desktop hard disk drives transportation

D. Strength Capability of Transportation Operators

Thirty nine transportation operators (21 males and 18 females) participated in this part of study. Before measuring push and pull strengths, the transportation operators were informed of the purpose of the study, procedures, and physical risks and informed consent and waiver forms were voluntarily completed. The Jackson strength measurement system was used to measure the strength data. The handle was set at the same height of the wagon handle. The operators were in standing position with their feet apart. They were instructed to exert push or pull strengths against the handle using both arms. This amounted to the total of four trials (two trials for each direction of exertion). The condition of strength exertion was randomly selected. The operators exerted maximum force for five seconds and two minute rest period was provided between trials to prevent muscle fatigue [7].

III. RESULTS

A. Work Measurement

Directed time study was used to determine the normal time for each type of hard disk drives. The observed times of transportation operations for the mobile and desktop hard disk drives were 157.27 and 210.54 seconds, respectively (Tables 4 and 5). It was found that the observed time of transportation for the desktop hard disk drives was greater than that for the mobile hard disk drives. The differences in the observed times between these two transportation operations were clearly found in three work elements including pushing a work wagon to the area of WIP B/F LPP line, waiting for unit trays to fill in a wagon, and pushing the empty wagon to the line main.

TABLE IV
OBSERVED TIME OF TRANSPORTATION
FOR MOBILE HARD DISK DRIVES ASSEMBLY LINE

Elements of Transportation for Mobile Hard Disk Drives Assembly Line	Average (sec.)	SD
1. Moving to a work wagon.	6.42	1.32
2. Pushing a work wagon to the area of WIP B/F LPP line.	43.31	5.51
3. Moving to pick a Kanban card.	2.58	0.49
4. Moving to the empty wagon at LPP line.	9.81	1.74
5. Waiting for unit trays to fill in a wagon.	45.24	32.62
6. Pushing the empty wagon to the line main.	44.38	5.39
7. Moving to rest area.	5.54	1.23
Observed time	157.27	

TABLE V
OBSERVED TIME OF TRANSPORTATION
FOR DESKTOP HARD DISK DRIVES ASSEMBLY LINE

Elements of Transportation for Desktop Hard Disk Drives Assembly Line	Average (sec.)	SD
1. Moving to a work wagon.	7.39	2.33
2. Pushing a work wagon to the area of WIP B/F LPP line.	64.55	10.19
3. Moving to the empty wagon at LPP line.	10.15	3.06
4. Waiting for unit trays to fill in a wagon.	66.55	33.07
5. Pushing the empty wagon to the line main.	56.44	6.99
6. Moving to rest area.	5.48	2.01
Observed time	210.54	

The activities of transportation operators were further analyzed (Fig 5 and 6). The greatest proportion of time was devoted to pushing the wagons, whereas the smallest proportion of time was devoted to the waiting. However, the waiting times accounted for 11-15% of total working time.

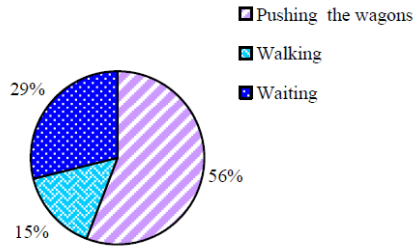


Fig. 5. Time of transportation activities for mobile hard disk drives assembly lines

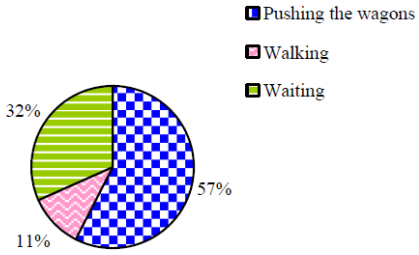


Fig. 6. Time of transportation activities for desktop hard disk drives assembly lines

B. Rating and Allowances

There were some factors that can directly impact the actual time required to perform each work element of the study. These factors included skill, effort, condition, and consistency. For this reason, it was necessary to adjust the operating time of the operators. Since most of the operators always followed the same pace from beginning to end, it is customary to apply one rating to the entire study. A fair performance rating was needed to evaluate the operator's effectiveness in terms of a normal operator performing the same task.

Using a Westing House System of rating, the rating of transportation operator was judged as shown in Table 6 [8]. As a result, a calculated rating is 100%. Since the rating is 100%, the normal times are equal to the observed times.

TABLE VI
CALCULATION OF RATING USING THE WESTING HOUSE SYSTEM

Skill	D	0.00
Effort	D	0.00
Condition	C	+0.02
Consistency	E	-0.02
Total		0.00

Due to the interruptions that were able to take place on a daily basis, no operators can maintain an average pace throughout the working day. Therefore, allowances were provided when interruptions occurred. These allowances were: personal allowance such as going for a drink or to the restroom; fatigue allowance which affected even the strongest operators and unavoidable delays such as supervisor interruptions or tool breakage. The main purpose of the allowances was to add enough time to the normal operation time to enable the average worker to meet the established standards when performing at the normal rate. These allowances were meant to give flexibility and justified rest to the operators and thus ensure smooth and efficient working. Justification to the allowances of this is shown below.

Working conditions of transportation operators were considered as follows,

Atmospheric condition = normal
Noise = normal
Light = normal

Personal allowance was five percent and basic fatigue was four percent. Standing allowance was two percent and tediousness was also two percent as recommended by International Labour Organization [9]. Table 7 shows that the total allowance assigned for this study is 13%. This value of allowance was readily expressed as a multiplier of 1.13.

TABLE VII
CALCULATION OF ALLOWANCES

Allowances	Percent
Constant allowances	
Personal	5%
Basic Fatigue	4%
Variable allowances	
Standing	2%
Tediousness	2%
Total	13%

C. Standard Time and Total Working Time Per Shift

To determine the standard time, the normal times were multiplied by 1.13. After allowances were provided, the cycle times of transportation operations for the mobile and desktop hard disk drive assembly lines were 177.72 and 237.91 seconds, respectively, as shown in Table 8.

TABLE VIII
STANDARD TIME OF TRANSPORTATION OPERATION

Product Lines	Production Plan (Units/Shift)	Standard Time (Sec.)	Wagon Capacity (Units)
Mobile, Phase I	34,125	177.72	60
Desktop, Phase II	9,150	237.91	30

Total working time per shift excluding lunch break was 37, 800 seconds (10.5 hours per shift x 60 minutes x 60 seconds). For the mobile hard disk drive assembly lines, the standard time of transportation operation was 177.72 seconds per round. Therefore, the transportation for each operator was expected to be:

$$\frac{\text{working time per shift}}{\text{standard time per round}}$$

$$= \frac{37{,}800 \text{ seconds per shift}}{177.72 \text{ seconds per round}}$$

$$= 213 \text{ rounds per shift.}$$

Based on the result of 213 rounds per shift, the number of units being transported by each operator was 12,780 units (213 rounds per shift x 60 units per round). Therefore, the number of operators needed was:

$$\frac{\text{shift production plan}}{\text{number of units transported per person}}$$

$$= \frac{34{,}125 \text{ units per shift}}{12{,}780 \text{ units per person}}$$

$$= 3 \text{ persons per shift.}$$

Using the same calculation, the transportation for each operator for the desktop hard disk drive assembly line was expected to be:

$$= \frac{37{,}800 \text{ seconds per shift}}{237.91 \text{ seconds per round}}$$

$$= 159 \text{ rounds per shift}$$

The number of units being transported by each operator was 4,770 units (159 rounds per shift x 30 units per round). Therefore, the number of operators needed was:

$$= \frac{9{,}150 \text{ units per shift}}{4{,}770 \text{ units per person}}$$

$$= 2 \text{ persons per shift}$$

The numbers of operator calculated are shown in Table 9.

TABLE IX
MINIMUM NUMBER OF TRANSPORTATION OPERATOR

Product Lines	Frequency of Transportation (Rounds/Shift/Person)	Operators Needed (Persons/Shift)
Mobile, Phase I	213	3
Desktop, Phase II	159	2

This study shows that the number of transportation operators can be decreased by 2 persons for mobile hard disk drive assembly lines and by 1 person for desktop disk drive assembly lines (Table 10), as shown in Fig. 7.

TABLE X
DECREASE IN NUMBER OF TRANSPORTATION OPERATORS

Situation	Operators for mobile phase 1 (Persons/Shift)	Operators for desktop phase 2 (Persons/Shift)
Current	5	3
This Study	3	2

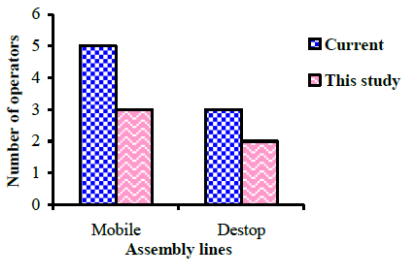


Fig. 7. Differences between current number of operators and computed number of operators

D. Push and Pull Strength Exertions

Push and pull strengths of transportation operators are shown in Table 11. The pull strength was greater than the push strength. The average push strengths were 9.74 and 5.46 kg for male and female operators, respectively. The average pull strengths were 10.1 and 6.27 kg for male and female operators, respectively. From these data, it is suggested that the transportation operators can alternate force directions during work instead of pushing as found in current working situation.

TABLE XI
PUSH AND PULL STRENGTHS OF TRANSPORTATION OPERATORS

Operators	Push strength (kg)		Pull strength (kg)	
	Mean	SD	Mean	SD
Male operators	9.74	3.2	10.1	3.37
Female operators	5.46	1.54	6.27	2.62

IV. CONCLUSION

From data analysis, it was found that the number of operators could be decreased 3 operators per shift or 6 operators per day. The proposed numbers of operators were 3 and 2 operators for the assembly lines of mobile and desktop, respectively. This results in 37.5% productivity improvement. Work measurement is an important tool used to increase productivity of transportation operation in this study.

ACKNOWLEDGEMENT

This research is funded by Industry/University Cooperative Research Center (I/UCRC) in HDD Component, the Faculty of Engineering, Khon Kaen University and National Electronics and Computer Technology Center, National Science and Technology Development Agency.

REFERENCES

[1] L. J. Krajewski and L. P. Ritzman, *Operations Management: Strategy and Analysis*. 6th ed. New Jersey, USA: Prentice Hall, 2002.
[2] R. S. Russell and B. W. Taylor, *Operations Management: Along the Supply Chain*, 6th Ed. New York, USA: John Wiley and Sons, 2007.
[3] H. Huang, L. Lee, H. Song and B.T. Eck, "SimMan—A simulation model for workforce capacity planning," *Computers & Operations Research*, vol. 36, pp. 2490-2497, 2009.
[4] S. Okada and Y. Ohno, "New approach for the time motion analysis of medical staffs in a ward by video image processing." SICE Annual Conference 2007, Kagawa University, Japan, Sept. 17-20, 2007.
[5] M. Z. M. Saman and L. C. Ying, "Work improvement at a car manufacturing company," *Jurnal Teknologi*, vol. 36(A), pp. 55-69, Jun. 2002.
[6] S. Konz, *Work Design*. 4th ed. Arizona, USA: Publishing Horizons, 1995.
[7] S. Herring and M.S. Hallbeck, "The effects of distance and height on maximal isometric push and pull strength with reference to manual transmission truck drivers," International Journal of Industrial Ergonomics, vol. 37, pp. 685-696, 2007.
[8] B. W. Niebel and A. Freivalds, *Methods, Standards, and Work Design*. 11th ed. Singapore: McGraw-Hill, 2004.
[9] ILO, *Introduction to Work Study*. 3rd ed. Geneva, Switzerland: International Labour Office, 1979.

ประวัติผู้เขียน

นางสาววรรณนิศา นุชคุ้ม เกิดเมื่อวันที่ 18 เมษายน พ.ศ. 2530 ที่จังหวัดอ่างทอง เริ่มศึกษาระดับประถมศึกษาที่โรงเรียนวัดบันลือธรรม “ลำกะประชารัฐ” และระดับมัธยมศึกษาที่โรงเรียนบางไทรวิทยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา จากนั้นได้เข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา และสำเร็จการศึกษาในปีการศึกษา 2551 ต่อมาได้คำนึงถึงความสำคัญในการหาความรู้เพิ่มเติมด้านวิศวกรรมอุตสาหการ จึงศึกษาต่อระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ ณ สถาบันการศึกษาเดิม ในระหว่างการศึกษาได้ปฏิบัติงานเป็นผู้ช่วยวิจัยโครงการ “การวิเคราะห์และจัดสรรพนักงานขนส่งในสายการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ให้เหมาะสม” และผู้สอนปฏิบัติการรายวิชาปฏิบัติการกรรมวิธีการผลิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ในระหว่างการศึกษาระดับปริญญาโท ได้มีผลงานตีพิมพ์จำนวน 7 บทความ โดยมีรายละเอียดปรากฏดังภาคผนวก ช.