

วิธีวัดสมรรถนะของงานเสียบสายไฟเข้าหัวเชื่อมสายไฟของสายไฟในรถยนต์



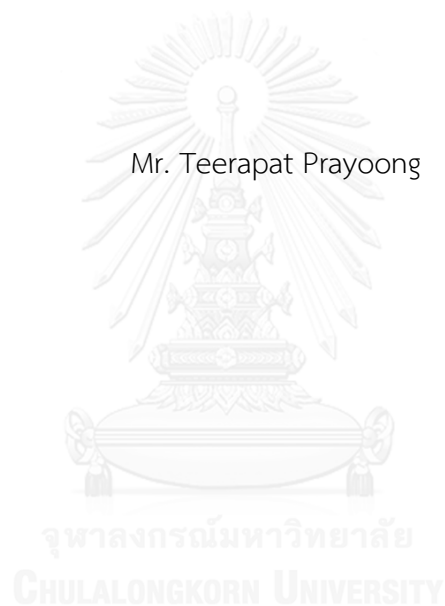
บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย

The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the University Graduate School.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2557
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Methodology to measure performance of wire plug into connector for a car wiring

Mr. Teerapat Prayoong



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering Program in Industrial Engineering

Department of Industrial Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2014

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	วิธีวัดสมรรถนะของงานเสียบสายไฟเข้าหัวเชื่อมสายไฟ ของสายไฟในรถยนต์
โดย	นายธีรภัทร์ ประยูง
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ดร. ไพโรจน์ ลดาวิจิตรกุล

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วน
หนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบริหารธุรกิจ

.....คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร. บัณฑิต เอื้ออาภรณ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. จิตรา ฐักิจการพานิช)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ดร. ไพโรจน์ ลดาวิจิตรกุล)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นภััสสงศ์ โจรนโรวรรณ)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ น.อ.สุทธิ ศรีบุรพา)

ธีรภัทร์ ประยูง : วิธีวัดสมรรถนะของงานเสียบสายไฟเข้าหัวเชื่อมสายไฟของสายไฟในรถยนต์ (Methodology to measure performance of wire plug into connector for a car wiring) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ดร. ไพโรจน์ ลดาวิจิตรกุล, 141 หน้า.

ในการประกอบชุดสายไฟสำหรับรถยนต์ขึ้นมาหนึ่งชุด จะต้องใช้สายไฟจำนวน 300-400 เส้น ซึ่งมีหลากหลายสีประกอบเข้ากับหัวเชื่อมสายไฟที่มีหลายชนิด โดยอาศัยการทำงานของคนเป็นหลัก เมื่อรูปแบบในการทำงานมีหลากหลายรวมทั้งปริมาณการผลิตที่เพิ่มมากขึ้น ทำให้เกิดข้อผิดพลาดจากการประกอบสายไฟเข้ากับหัวเชื่อมสายไฟเป็นประจำ ทำให้เสียเวลาในการซ่อมแก้ไขค่อนข้างนาน เสียโอกาสในการผลิตและกระทบต่อต้นทุนในการผลิต งานวิจัยนี้ได้ประยุกต์แนวคิดของ Fitts' Law เพื่อหาตัวชี้วัดการประเมินการทำงานที่เรียกว่าสมรรถนะของพิตส์ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ต่อการวางแผนการผลิต โดยที่ผู้เข้าร่วมการทดลองจำนวน 20 คน มีประสบการณ์แตกต่างกันตั้งแต่ 0 ถึง 5 ปี ทำการทดลองที่มีรูปแบบงาน 99 รูปแบบ (33 สีสายไฟ x 3 ชนิดหัวเชื่อมสายไฟ) โดยกำหนดจุดประสงค์ให้ต้องทำงานให้เร็วที่สุดโดยไม่ให้เกิดข้อผิดพลาด จากนั้นใช้ค่าสมรรถนะที่ได้จากการทดลองไปใช้เป็นเกณฑ์ในการกำหนดความเร็วในการการผลิตใหม่ ผลวิเคราะห์เปรียบเทียบจำนวนของเสียจากความเร็วสายพานที่ 0.66, 0.75, 0.90 และ 1.0 เมตรต่อนาที กับความสูญเสียโดยรวมจากการปรับความเร็วสายพาน พบว่าการปรับความเร็วสายพานต่ำกว่า 0.85 เมตรต่อนาที ทำให้ของเสียน้อยลงแต่จะได้ผลผลิตที่ต่ำลงมากด้วยทำให้ไม่คุ้มต่อการผลิต และพบว่าความเร็วสายพานที่ 0.94 เมตรต่อนาที มีต้นทุนต่ำที่สุดโดยเปรียบเทียบต้นทุนระหว่างการซ่อมของเสียกับเวลาในการซ่อม แต่ความเร็วระดับดังกล่าวจะเหมาะสมกับพนักงานที่มีประสบการณ์ตั้งแต่ 4-5 ปี ทำให้ไม่สอดคล้องกับความเป็นจริงที่พนักงานในสายการผลิตที่ส่วนใหญ่มีประสบการณ์เพียง 2 ปี ดังนั้นเมื่อพิจารณาความสูญเสียโดยรวมกับปัจจัยด้านประสบการณ์แล้วความเร็วของสายพานควรอยู่ที่ระดับความเร็ว 0.85-0.90 เมตรต่อนาที

ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหการ

ลายมือชื่อนิสิต

สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ

ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก

ปีการศึกษา 2557

5471068121 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING

KEYWORDS: WIRE PLUG / INDEX OF DIFFICULTY / FITTS' LAW

TEERAPAT PRAYOONG: Methodology to measure performance of wire plug into connector for a car wiring. ADVISOR: DR. PHAIROAT LADAVICHITKUL, 141 pp.

In order to assemble a set of automotive wiring harness it must be used 300 -400 wires varied in color to assemble with many types of connector by manual assembling. While the production demand increases, it causes human errors such as misassembling wires into the connector. A misassemble defect is use quite a long time to repair and impacts to production cost. This research had applied a concept of Fitts' Law to identify the work performance called Fitts' Performance. It can be applied to the production planning. The experiment classified working type into 99 patterns (33 wire color x 3 type of connectors) and conducted with the 20 subjects (0 to 5 year experience). The working objective had been defined as operating the task as fast as possible without errors. Fitt's performance was used to calculate new conveyor speeds. There were 4 conveyor speeds (0.66, 0.75, 0.9 and 1.0 m./min.) that were implemented in the real production line. An analysis results of conveyor speed showed that if the speed was lower than 0.85 m./min., the defect would be decreased but the production rate would be also low and unaccepted. Moreover, the conveyor speed at 0.94 m./min. would provide the lowest rates of total loss (comparing between misassemble correction and production stop). However this conveyor speed did not suitable for 2 year experienced operators because it was based on 4-5 years experienced operators. Therefore the conveyor speed should be set between 0.85-0.90 m./min. based on the experience of the major operators.

Department: Industrial Engineering Student's Signature

Field of Study: Industrial Engineering Advisor's Signature

Academic Year: 2014

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ด้วยความอนุเคราะห์และคำแนะนำของอาจารย์ ดร.ไพโรจน์ ลดาวิจิตรกุล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษารวมถึงข้อคิดเห็นต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ตลอดการทำงานวิจัยให้สำเร็จลุล่วงลงได้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์อันมี รองศาสตราจารย์ ดร.จิตรา ฐักิจการพานิช ในฐานะประธาน กรรมการสอบและผู้ให้แนวทางต่องานวิจัย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นภัสสวงศ์ โรจนโรวรรณ ทั้งในฐานะกรรมการสอบและฐานะผู้ให้แนวทางและคำแนะนำต่างๆ อันเป็นประโยชน์ต่อ งานวิจัยฉบับนี้ รวมไปถึงผู้บริหาร , พนักงานของโรงงานกรณีศึกษาและผู้เข้าร่วมทำการทดลอง ในการเอื้อเฟื้อสถานที่และอุปกรณ์ในการทำวิจัยตลอดจนการทดลองทั้งหมดลุล่วงไปได้ด้วยดี ท้ายที่สุดนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบคุณด้วยความรักและเคารพอย่างยิ่งในพระคุณของบิดา, มารดาและ ครอบครัวที่ให้การสนับสนุนจนเป็นผลให้งานวิจัยนี้สำเร็จสมบูรณ์



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญรูป.....	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ในงานวิจัย.....	12
1.3 ขอบเขตการศึกษางานวิจัย.....	12
1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ.....	12
1.6 วิธีดำเนินงานวิจัย.....	12
1.7 ระยะเวลาในการดำเนินงานวิจัย.....	14
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	15
2.1 Information Theory	18
2.2 Speed-accuracy trade off theory	19
2.3 การรับรู้และการตัดสินใจของมนุษย์.....	20
2.4 การจัดสถานีงานสำหรับทำเย็น	22
2.4.1 ขอบเขตและพื้นที่สำหรับงานเย็น.....	23
2.4.2 แนวทางในการออกแบบการทำงานลักษณะเย็น	24
2.4.3 พื้นผิวการทำงานแบบลาดเอียง.....	25
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	26
บทที่ 3 การดำเนินงานวิจัย	28

3.1	กลุ่มผู้เข้าทำการทดลอง	28
3.2	สถานที่ใช้ในการทดลอง	29
3.3	อุปกรณ์ที่ใช้ทำการทดลอง	29
3.4	การดำเนินการทดลองและเก็บข้อมูล	34
3.5	ตัวแปรในการทำการทดลอง.....	38
3.6	ขั้นตอนการทดลองการเสียบสายไฟเข้าหัวเชื่อมสายไฟ	39
บทที่ 4	ผลการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลอง.....	41
4.1	เวลาที่ใช้ในการเสียบสายไฟเข้ากับหัวเชื่อมสายไฟ (Movement time; MT)	41
4.2	การกำหนดมาตราของดัชนีความยาก (Index of difficulty; ID)	42
4.2.1	วิธีการกำหนดมาตราส่วนของดัชนีความยากโดยใช้ค่าเฉลี่ย	43
4.2.2	วิธีการกำหนดมาตราส่วนของดัชนีความยากด้วยวิธีการหาค่าที่ดีที่สุด	46
4.3	การสร้างกราฟสมรรถนะโดยใช้สมการถดถอยเชิงเส้น.....	49
4.4	การเปรียบเทียบสมรรถนะตามแนวคิดของ Fitts' law	53
4.4.1	การเปรียบเทียบสมรรถนะระหว่างผู้เข้าทดลอง 15 คน ที่ไม่มีประสบการณ์.....	53
4.4.2	การเปรียบเทียบสมรรถนะระหว่างพนักงานสายการผลิตที่มีประสบการณ์ 1-5 ปี.....	54
4.4.3	การเปรียบเทียบสมรรถนะระหว่างผู้ไม่มีประสบการณ์กับพนักงานสายการผลิต	56
4.5	การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อสมรรถนะการทำงานเสียบสายไฟเข้าหัวเชื่อมสายไฟ	58
4.6	การนำสมการถดถอยไปใช้คำนวณรอบการผลิตและทดลองใช้งาน	61
บทที่ 5	สรุปผลงานวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	69
5.1	สรุปผลการวิจัย	69
5.1.1	การสร้างวิธีการวัดสมรรถนะ	69
5.1.2	การนำค่าสมรรถนะไปใช้ในการคำนวณความเร็วสายพานและจุดที่คุ้มค่าที่สุด	70
5.2	ประโยชน์ที่ได้รับ.....	70

5.3 ข้อเสนอแนะ	71
รายการอ้างอิง	72
ภาคผนวก.....	74
ภาคผนวก ก.....	75
ภาคผนวก ข.....	103
ภาคผนวก ค.....	114
ภาคผนวก ง	121
ภาคผนวก จ.....	127
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์	141



สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1.1 กระบวนการผลิตสายไฟสำหรับรถยนต์ของโรงงานกรณีศึกษา.....	2
1.2 อัตราการเข้าออกงานของแต่ละแผนก	5
1.3 ข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นในโรงงานกรณีศึกษาและคำอธิบายข้อผิดพลาด.....	6
1.4 ข้อผิดพลาดจากกระบวนการประกอบสายไฟประตู.....	7
3.1 ข้อมูลอายุและส่วนสูงของพนักงานกระบวนการประกอบ.....	28
3.2 แสดงชนิดของสีสายไฟทั้งหมด 33 แบบ	34
3.3 ลำดับการทดลองการเสียบสายไฟ.....	35
3.4 ตัวอย่างตารางบันทึกผลการทดลอง.....	37
4.1 การกำหนดมาตรา ID ด้วยวิธีค่าเฉลี่ย MT	45
4.2 ค่า R^2 ของแต่ละผู้เข้าทดลอง.....	48
4.3 ค่าของ ID รวมของผู้ทดลองทุกคน จากการกำหนดด้วยวิธีหาค่าที่ดีที่สุด.....	48
4.4 สมการถดถอยเชิงเส้นและค่า R^2 ของผู้เข้าทดลอง.....	50
4.5 การเปรียบเทียบสมรรถนะของผู้เข้าทดลอง.....	53
4.6 สมการถดถอยของพนักงานจากสายการผลิตทั้ง 5 คน.....	54
4.7 เปรียบเทียบสมรรถนะของพนักงานสายการผลิต.....	55
4.8 เกณฑ์ในการแบ่งกลุ่มผู้ทดลองสำหรับใช้ทดสอบทางสถิติ.....	58
4.9 ตารางใช้สำหรับทดสอบ ANOVA	58
4.10 ตัวอย่างการคำนวณรอบเวลาของการผลิตของพนักงานคนที่ 13.....	62
4.11 ผลการคำนวณความเร็วสายพานจากช่วงประสบการณ์ต่างๆ.....	63
4.12 การคำนวณความสูญเสียของแต่ละความเร็วสายพาน.....	65

สารบัญรูป

รูปประกอบ	หน้า
1.1 ลักษณะผลิตภัณฑ์ 4 ประเภทหลักของโรงงานกรณีศึกษา.....	2
1.2 แสดงการไหลของผลิตภัณฑ์สายไฟรถยนต์อ้างอิงตามผังของโรงงาน.....	4
1.3 แผนผังกระบวนการประกอบสายไฟประตูลงยนต์.....	5
1.4 ขั้นตอนการเสียบสายไฟเข้าหัวเชื่อมสายไฟ.....	6
1.5 พาเรโตแสดงข้อผิดพลาดรวมของกระบวนการผลิตของโรงงานกรณีศึกษา.....	8
1.6 การวิเคราะห์สาเหตุของข้อผิดพลาดการเสียบสายไฟผิดช่อง.....	9
1.7 พาเรโตข้อผิดพลาดจากการเสียบผิดช่องจำแนกตามชนิดของหัวเชื่อมสายไฟ.....	10
1.8 หัวเชื่อมสายไฟรหัส 206	10
1.9 ตัวอย่างขนาดของหัวเชื่อมสายไฟแต่ละขนาดตามจำนวนรูเสียบสายไฟ.....	11
2.1 หน้าตัดของตามนุษย์แสดงส่วนประกอบของระบบตา.....	15
2.2 ตัวอย่างของ Snellen Chart และ E-Chart ที่ใช้ในการวัดระดับสายตา.....	16
2.3 ระยะเวลาของ Snellen Optotypes	17
2.4 ระดับของสายตาและมุมของการมองเห็นวัตถุที่มุมเท่ากันแต่มีขนาดต่างกัน	17
2.5 โมเดลของการสื่อสาร Shannon	18
2.6 ลักษณะการทำงานของ Fitts' Law	19
2.7 กระบวนการรับรู้ของมนุษย์.....	21
2.8 ข้อเสนอแนะการออกแบบส่วนต่างๆ ของงานที่ใช้การยีน.....	23
2.9 ระยะเวลาเอื้อมที่เหมาะสมของการทำงานลักษณะยีน.....	23
2.10 ระยะเวลาของขอบเขตในการหยิบจับแวนดิ่ง.....	24
2.11 มุมมองระหว่างเส้นระดับสายตาและเส้นในแนวระดับที่เหมาะสมสำหรับงานยีน.....	25

รูปประกอบ	หน้า
3.1 ห้องทำการทดลองการเสียบสายไฟและโต๊ะจำลองสถานีงาน.....	29
3.2 หัวเชื่อมสายไฟหมายเลข 206.....	29
3.3 หัวเชื่อมสายไฟหมายเลข 701.....	30
3.4 หัวเชื่อมสายไฟหมายเลข 25.....	30
3.5 กล้องบันทึกภาพเคลื่อนไหวยี่ห้อ Canon EOS 5D Mark II	31
3.6 ตัวอย่างแผนผังบอกตำแหน่งเสียบสายไฟของหัวเชื่อมสายไฟรุ่น 206.....	31
3.7 รูปแสดงกลุ่มสายไฟหลักและสายไฟเสริม.....	32
3.8 กระดานและแขนวางสายไฟสำหรับใช้ประกอบสายไฟ.....	33
4.1 จำนวนของการเสียบสายไฟผิดพลาดของแต่ละบุคคล.....	41
4.2 จำนวนของการเสียบสายไฟผิดพลาดแยกตามชนิดสีของสายไฟ.....	42
4.3 ค่าเฉลี่ย MT ของผู้ทดลอง 15 คน ของหัวเชื่อมสายไฟขนาดเล็ก.....	43
4.4 ค่าเฉลี่ย MT ของผู้ทดลอง 15 คน ของหัวเชื่อมสายไฟขนาดกลาง.....	43
4.5 ค่าเฉลี่ย MT ของผู้ทดลอง 15 คน ของหัวเชื่อมสายไฟขนาดใหญ่.....	43
4.6 กราฟค่าเฉลี่ยเวลาทำงานของผู้ทดลองทั้งหมด 15 คน	44
4.7 กราฟความสัมพันธ์ของค่าเฉลี่ยเวลาทำงานกับดัชนีความยากจากวิธีการกำหนด ดัชนีความยากจากค่าเฉลี่ยของ MT.	45
4.8 กราฟความสัมพันธ์ของค่าเฉลี่ยเวลาทำงานกับดัชนีความยากจากวิธีการกำหนด ดัชนีความยากจากค่าเฉลี่ยของ MT หลังปรับรวมดัชนีความยาก.....	46
4.9 ค่ามาตราของ ID จากการกำหนดด้วยวิธีการหาค่าที่ดีที่สุด.....	49
4.10 กราฟสมรรถนะตามแนวคิดของ Fitts' law.....	50
4.11 กราฟเปรียบเทียบสมรรถนะการทำงานของผู้เข้าทดลองทั้ง 15 คน	52
4.12 เปรียบเทียบสมรรถนะจากสมการถดถอยของผู้ทดลองคนที่ 2 และ 3.....	54
4.13 เปรียบเทียบสมรรถนะจากสมการถดถอยของพนักงานสายการผลิต.....	55
4.14 เปรียบเทียบสมรรถนะแบบ Channel line ก่อนและหลังตัดข้อมูลที่ผิดปกติ.....	56
4.15 กราฟสมการถดถอยเชิงเส้นเปรียบเทียบพนักงานสายการผลิตกับผู้เข้าทดลอง.....	57

รูปประกอบ	หน้า
4.16 ผลการทดสอบ ANOVA ของสมรรถนะจุดตัดแกน Y กับเพศด้วย minitab.....	59
4.17 ผลการทดสอบ ANOVA ของสมรรถนะจุดตัดแกน Y กับส่วนสูงด้วย minitab.....	59
4.18 ผลการทดสอบ ANOVA ของสมรรถนะจุดตัดแกน Y กับน้ำหนักด้วย minitab.....	60
4.19 ผลการทดสอบ ANOVA ของสมรรถนะจุดตัดแกน Y กับBMIด้วย minitab.....	60
4.20 ผลการทดสอบ ANOVA ของสมรรถนะจุดตัดแกน Y กับอายุด้วย minitab.....	60
4.21 กราฟแสดงช่วงสมรรถนะตามประสบการณ์การทำงาน.....	61
4.22 ผลผลิตและสัดส่วนของเสียหลังปรับความเร็วสายพาน.....	64
4.23 กราฟแสดงความสูญเสียจากการปรับความเร็วสายพาน.....	66
4.24 กราฟแสดงความสูญเสียและสมการถดถอยของความสูญเสีย.....	67
4.25 ความสูญเสียโดยรวมของผลผลิตเมื่อความเร็วของสายพานเปลี่ยนไป.....	68

บทที่ 1

บทนำ

ในกระบวนการผลิตรถยนต์คันหนึ่งนั้นต้องใช้ชิ้นส่วนในการประกอบเป็นรถยนต์ 1 คัน จำนวนมากและชิ้นส่วนที่สำคัญของรถยนต์ในการควบคุมการทำงานรวมถึงอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ภายในรถยนต์คือชิ้นส่วนที่เป็นสายไฟซึ่งรถยนต์แต่ละคันนั้นก็ถูกประกอบสายไฟไว้ทั่วทั้งคันมากกว่า 500 เส้น ความหลากหลายของสายไฟนี้ประกอบกับปริมาณคำสั่งซื้อจากลูกค้าที่มีปริมาณมากและเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง มีผลทำให้กระบวนการประกอบสายไฟจำเป็นต้องลดเวลาของรอบการผลิตลง เพื่อให้ได้ผลผลิตที่มากขึ้นจึงเป็นสาเหตุทำให้การประกอบสายไฟที่ปกติจะต้องใช้ความจำของสมอง (Cognitive workload) และความแม่นยำในการเสียบสายไฟแต่ละเส้นเข้าหัวเชื่อมสายไฟนั้นมีความผิดพลาดมากขึ้นอย่างเห็นได้ชัด [1] และด้วยความผิดพลาดของการประกอบสายไฟที่เกิดขึ้นในแต่ละครั้งจะต้องหยุดสายการผลิตเพื่อรอพนักงานตรวจสอบคุณภาพมาดำเนินการแก้ไขจุดที่ประกอบสายไฟผิดพลาด ก่อนที่จะเดินสายการผลิตได้ต่อไปทำให้ผลผลิตในแต่ละวันไม่ได้ตามเป้าหมายที่ต้องการ ทำให้พนักงานในสายการผลิตถูกตำหนิและลาออกในแต่ละเดือนมากขึ้น ดังนั้นทางโรงงานผู้ผลิตสายไฟจึงควรที่จะหาทางจัดการกับวิธีการผลิตของงานประเภทนี้โดยการจัดสรรงานในปริมาณที่เหมาะสมกับเวลารอบของการผลิต เพื่อที่จะสามารถควบคุมจำนวนข้อผิดพลาดจากกระบวนการและลดอัตราการลาออกของโรงงานเพื่อรักษาพนักงานผู้ที่มีความสามารถและความเชี่ยวชาญในการทำงานไว้กับทางโรงงานด้วย

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

โรงงานกรณีศึกษาเป็นโรงงานประกอบธุรกิจผลิตสายไฟในรถยนต์เพื่อส่งให้กับโรงงานประกอบรถยนต์โดยที่ผลิตภัณฑ์ในโรงงานกรณีศึกษานี้สามารถแบ่งได้เป็น 4 ประเภทหลัก คือ

- สายไฟชุดเซ็นเซอร์ ABS
- สายไฟชุดคอนโซลหน้า
- สายไฟประตูรถยนต์
- สายไฟชุดต่อเครื่องยนต์

ผลิตภัณฑ์ทั้ง 4 ประเภทหลักนั้นมีลักษณะดังรูปที่ 1.1



กลุ่มที่ 1 สายไฟชุดเซ็นเซอร์ ABS



กลุ่มที่ 2 สายไฟชุดคอนโซลหน้า



กลุ่มที่ 3 สายไฟประตुरถยนต์





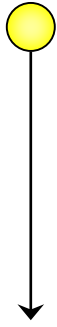

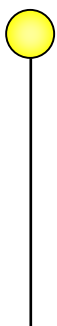

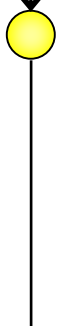

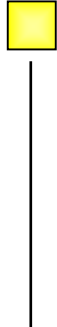

กลุ่มที่ 4 สายไฟชุดต่อเครื่องยนต์



รูปที่ 1.1 ลักษณะผลิตภัณฑ์ 4 ประเภทหลักของโรงงานกรณีศึกษา

จากผลิตภัณฑ์หลักของโรงงานกรณีศึกษาทั้ง 4 ประเภท นั้น ผลิตภัณฑ์ที่มีความยุ่งยากในกระบวนการประกอบและมีปริมาณคำสั่งซื้อของลูกค้ามากที่สุดคือ กลุ่มผลิตภัณฑ์ประเภทสายไฟประตुरถยนต์ โดยมีกระบวนการผลิตสายไฟชนิดนี้ดังตารางที่ 1.1

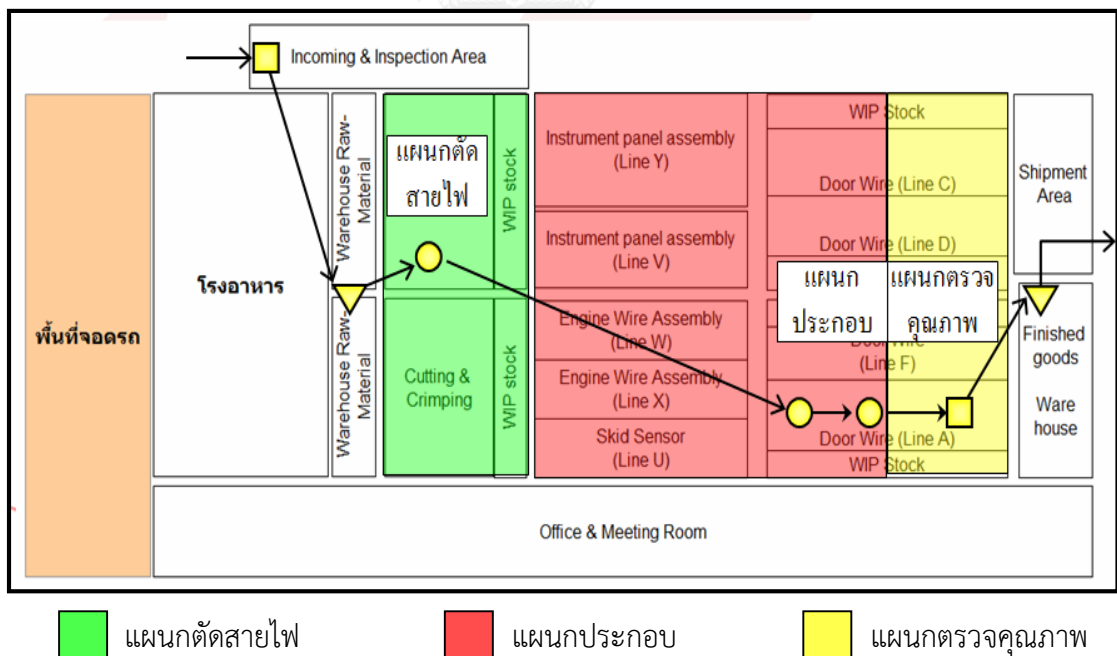
ตารางที่ 1.1 กระบวนการผลิตสายไฟสำหรับรถยนต์ของโรงงานกรณีศึกษา

สัญลักษณ์ (Symbol)	กระบวนการ (Process)	คำอธิบาย (Description)
	Warehouse 	จัดเก็บวัตถุดิบเข้าคลังสินค้า ก่อนที่จะเข้าสู่กระบวนการตัดความยาว

สัญลักษณ์ (Symbol)	กระบวนการ (Process)	คำอธิบาย (Description)
	<p>Size cutting & crimping</p> 	<p>นำวัสดุติดบสายไฟม้วนเข้าเครื่องตัดความยาว กำหนดโปรแกรมสำหรับเครื่องตัดจะตัดสายไฟเองตามขนาด พร้อมกับย้ำหัวสายไฟ โดยอัตโนมัติ</p>
	<p>Complete assembly</p> 	<p>นำสายไฟหลังจากการตัดมาประกอบใส่หัวเชื่อมสายไฟ และวางสายไฟบนกระดานประกอบเป็นโครง</p>
	<p>Taping process</p> 	<p>ใช้เทปดำพันรอบชิ้นงานตามโครงร่างที่ฝ่ายประกอบส่งมาเป็นชิ้นงานสำเร็จ</p>
	<p>Function test</p> 	<p>ทดสอบฟังก์ชันการใช้งานหลังการประกอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์</p>

สัญลักษณ์ (Symbol)	กระบวนการ (Process)	คำอธิบาย (Description)
	Finished goods warehouse 	จัดเก็บสินค้าสำเร็จในคลัง เตรียมการจัดส่งให้ลูกค้า

จากตารางที่ 1.1 ผลิตภัณฑ์สายไฟประตูลยนต์จะต้องผ่านกระบวนการผลิตที่สำคัญก่อนจัดจะเป็นชิ้นงานสำเร็จทั้งหมด 3 แผนก คือ แผนกตัดสายไฟ แผนกประกอบและแผนกตรวจสอบคุณภาพ โดยที่ผลิตภัณฑ์ชนิดนี้มีการไหลของชิ้นงานอ้างอิงตามผังของโรงงานกรณีศึกษา สามารถอธิบายได้ดังรูปที่ 1.2



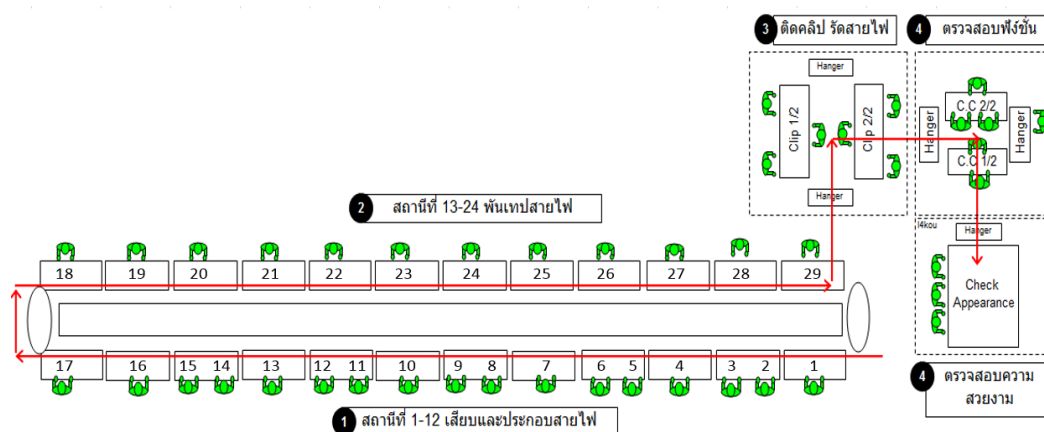
รูปที่ 1.2 การไหลของผลิตภัณฑ์สายไฟรถยนต์อ้างอิงตามผังของโรงงาน

ผลิตภัณฑ์สายไฟประตูลยนต์ซึ่งถือเป็นผลิตภัณฑ์หลักของโรงงานกรณศึกษานี้เนื่องจากปริมาณการสั่งซื้อของลูกค้าที่สูงที่สุดและมีแนวโน้มสูงขึ้นในทุกเดือน ดังนั้นสายการผลิตสายไฟประตูลยนต์จำเป็นต้องทำการเพิ่มปริมาณการผลิตขึ้นโดยทำการลดรอบเวลาการผลิตลงในช่วงเดือนมีนาคมและเมษายน เพื่อให้สอดคล้องกับปริมาณคำสั่งซื้อจากลูกค้า จึงเป็นสาเหตุทำให้เกิดข้อผิดพลาดในกระบวนการผลิตของโรงงานกรณศึกษานี้เพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมากและด้วยความผิดพลาดของการประกอบสายไฟที่เกิดขึ้นในแต่ละครั้งจะต้องหยุดสายการผลิตเพื่อรอฟังงานตรวจสอบคุณภาพมาดำเนินการแก้ไขจุดที่ประกอบสายไฟผิดพลาดซึ่งใช้เวลาแก้ไขครั้งละไม่ต่ำกว่า 10 นาที ก่อนที่จะเดินสายการผลิตได้ต่อไปทำให้ผลผลิตในแต่ละวันไม่ได้ตามเป้าหมายที่ต้องการ ทำให้พนักงานในสายการผลิตถูกตำหนิและลาออกในแต่ละเดือนมากขึ้น ซึ่งข้อมูลอัตราการเข้าออกงานของแต่ละแผนกจะแตกต่างกันมาก โดยอัตราการเข้าออกงานมากที่สุดจะเป็นแผนกประกอบสายไฟ ดังตารางที่ 1.2

ตารางที่ 1.2 อัตราการเข้าออกงานของแต่ละแผนก (เฉพาะสายการผลิตเกี่ยวกับสายไฟประตูลยนต์)

แผนก	จำนวนพนักงาน ในแผนกรวม 2 ละ (คน)	จำนวนพนักงานลาออก (คน)				ผลรวม (คน)	อัตราการเข้าออกงาน เฉลี่ยทั้ง 4 เดือน (%)
		มกราคม	กุมภาพันธ์	มีนาคม	เมษายน		
แผนกตัดสายไฟ	24	-	1	-	2	3	3.1%
แผนกประกอบสายไฟ	60	3	4	6	4	17	7.1%
แผนกตรวจสอบคุณภาพ	36	1	-	-	-	1	0.7%

และข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นมากที่สุด คือ ข้อผิดพลาดจากการเสียบสายไฟเข้าหัวเชื่อมสายไฟผิดช่องเนื่องจากพนักงานฝ่ายผลิตมีเวลาการประกอบสายไฟต่อชิ้นน้อยลงทำให้ต้องเร่งรีบทำงานมากขึ้นทำให้เกิดข้อผิดพลาดดังกล่าว ซึ่งในกระบวนการเสียบสายไฟของแผนกประกอบมีกระบวนการและขั้นตอน ดังรูปที่ 1.3 และ รูปที่ 1.4 ส่วนข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการผลิตในโรงงานกรณศึกษาทั้งหมดสรุปได้ดังตารางที่ 1.3 และปริมาณของข้อผิดพลาดดังตารางที่ 1.4




รูปที่ 1.3 แผนผังกระบวนการประกอบสายไฟประตูลยนต์



1. หยิบสายไฟที่จุดวางสายไฟ
2. เสียบสายไฟเข้ากับหัวเชื่อมสายไฟ
3. วางหัวเชื่อมสายไฟที่เสียบสายไฟแล้วที่จุดวาง

รูปที่ 1.4 ขั้นตอนการเสียบสายไฟเข้าหัวเชื่อมสายไฟ

ตารางที่ 1.3 ข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นในโรงงานกรณีศึกษาและคำอธิบายข้อผิดพลาด

ชนิดของข้อผิดพลาด	คำอธิบายข้อผิดพลาด
1. เสียบสายไฟผิดช่อง	<p>เป็นข้อผิดพลาดจากแผนประกอบ เกิดจากพนักงานในแผนกประกอบ เสียบสายไฟเข้ากับด้านท้ายของหัวเชื่อมสายไฟผิดช่อง ดังตัวอย่างตามรูป</p>  <p>ที่ถูกต้อง สายไฟสีเหลืองคาดดำดังลูกศรต้องประกอบเข้าที่ช่องที่วงกลมไว้</p>
2. หัวเชื่อมสายไฟผิดรูป	<p>หัวเชื่อมสายไฟมีการผิดรูป เช่น ช่องเสียบสายไฟด้านหลังบิดเบี้ยว ทำให้ไม่สามารถเสียบสายไฟเข้าหัวเชื่อมสายไฟได้ ซึ่งเกิดจากความผิดพลาดของผู้ผลิตชิ้นส่วน</p>

ชนิดของข้อผิดพลาด	คำอธิบายข้อผิดพลาด
3. หัว้าสายไฟผิดรูป	ในกระบวนการตัดสายไฟ หลังจากตัดสายไฟแล้วเครื่องตัดจะย้ายปลายสายไฟด้วยอลูมิเนียม เพื่อใช้เสียบและยึดเข้ากับหัวเชื่อมสายไฟ ซึ่งหัว้านี้เองเกิดการบิดเบี้ยวเสียรูป เกิดจากจังหวะที่ไม่สัมพันธ์กันของเครื่องป้อนและเครื่องตัด
4. ความยาวสายไฟไม่ได้ขนาด	ความยาวของสายไฟหลังกระบวนการตัดไม่ได้ตามข้อกำหนดของลูกค้า เกิดจากการตั้งโปรแกรมที่ผิดพลาดและเครื่องป้อนสายไฟ
5. เทปกาวพันสายไฟขาด	เทปกาวที่ใช้พันสายไฟมีรอยฉีกขาด เกิดจากการที่พนักงานดึงเทปกาวสายไฟแรงเกินไป
6. สายไฟมีรอยขีดข่วน	มีรอยขีดข่วนหรือรอยตำหนิที่ปลายด้านท้ายของสายไฟ ซึ่งเกิดจากกระบวนการผลิตของผู้ผลิตชิ้นส่วน
7. หัว้าสายไฟไม่ครบ	ปลายสายไฟด้านใดด้านหนึ่งไม่ได้หัวอะลูมิเนียมหลังจากกระบวนการตัด ซึ่งเกิดจากความผิดพลาดของเครื่องตัด

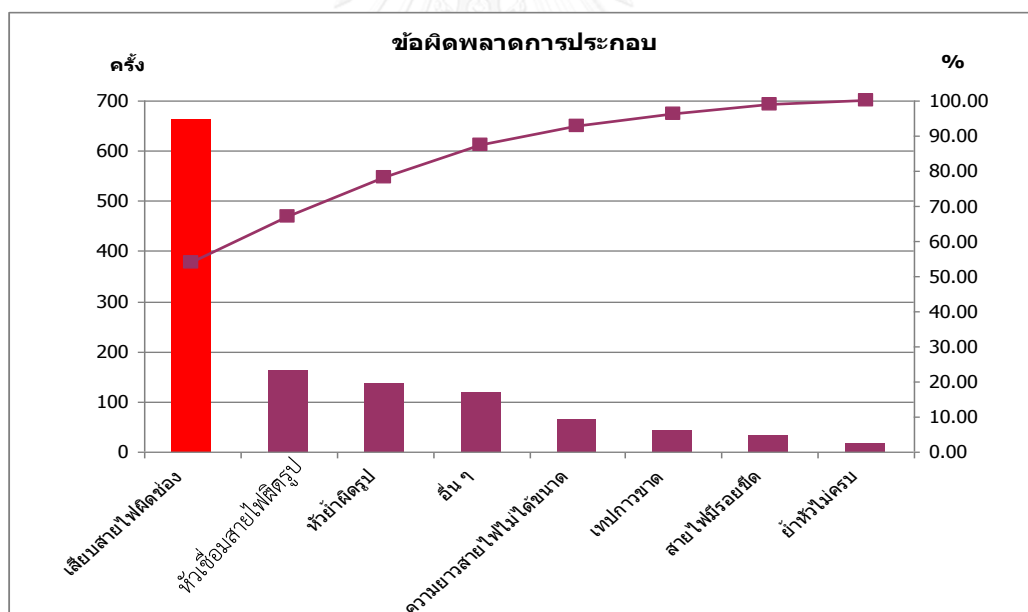
ตารางที่ 1.4 ข้อผิดพลาดจากกระบวนการประกอบสายไฟประตู่ในช่วงมกราคมถึงเมษายน 2556

No	ข้อผิดพลาดจากการประกอบ	มกราคม	กุมภาพันธ์	มีนาคม	เมษายน	รวม
1	เสียบสายไฟผิดช่อง	165	177	201	284	662
2	หัวเชื่อมสายไฟผิดรูป	50	41	58	62	161
3	หัว้าผิดรูป	45	30	26	80	136
4	อื่น ๆ	27	32	63	23	118
5	ความยาวสายไฟไม่ได้ขนาด	5	29	7	28	64
6	เทปกาวขาด	13	13	11	20	44
7	สายไฟมีรอยขีดข่วน	9	19	1	11	31
8	หัว้าไม่ครบ	2	6	0	9	15
	รวม	316	347	367	517	1231

ตารางที่ 1.5 สัดส่วนข้อผิดพลาดในแต่ละเดือน

ปริมาณ	เดือน				ผลรวม (ชิ้น)
	มกราคม	กุมภาพันธ์	มีนาคม	เมษายน	
ข้อผิดพลาดจากการประกอบต่อเดือน	316	347	367	517	1547
ปริมาณการผลิตต่อเดือน	11,214	11,938	12,138	14,722	50,012
สัดส่วนข้อผิดพลาดต่อปริมาณการผลิต	2.82%	2.91%	3.02%	3.51%	3.09%

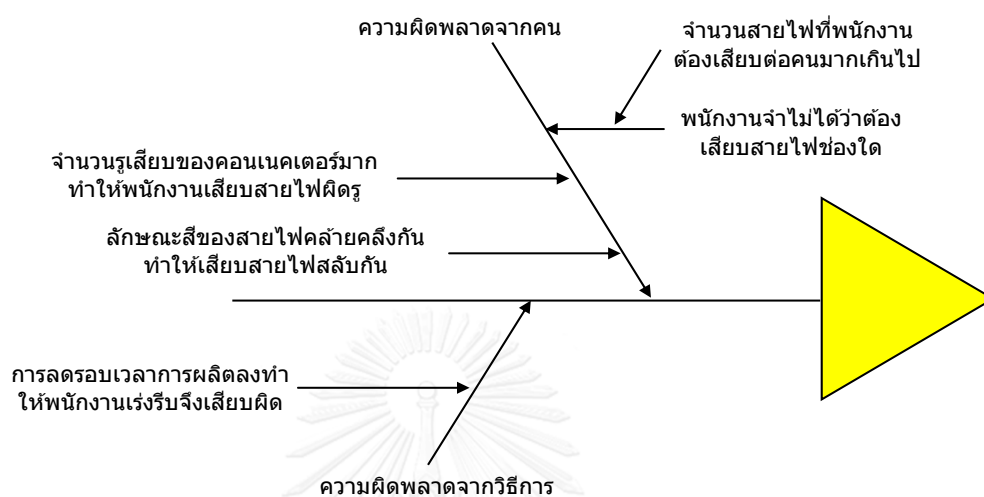
จากข้อมูลของข้อผิดพลาดตารางที่ 1.4 สามารถนำมาสรุปเป็นข้อมูลของข้อผิดพลาด ได้ดังรูปพาเรโตที่ 1.5



รูปที่ 1.5 พาเรโตแสดงข้อผิดพลาดรวมของกระบวนการผลิตของโรงงานกรณีศึกษา

จากการสรุปข้อมูลของข้อผิดพลาดจากการประกอบสายไฟประจําเดือนดังกล่าวพบว่าการเพิ่มกำลังการผลิตโดยลดรอบเวลาการผลิตลงทำให้เกิดข้อผิดพลาดจากการเสียบสายไฟผิดช่องมากขึ้นเรื่อยๆ ในแต่ละเดือน และข้อผิดพลาดนี้มีการเกิดมากที่สุดซึ่งคิดเป็น 50% ของข้อผิดพลาดทั้งหมด ผู้วิจัยได้นำข้อมูลดังกล่าวเข้าประชุมโดยการประชุมโดยระดมสมองกับผู้ควบคุมงานที่มีความเชี่ยวชาญ

ในงานประกอบของโรงงานกรณีศึกษาี้เพื่อทำการวิเคราะห์ถึงสาเหตุของการประกอบผิดพลาด และพบว่าสาเหตุของการประกอบผิดพลาดนั้นสามารถเกิดได้จาก 3 สาเหตุหลัก ดังแสดงการวิเคราะห์โดยแผนผังก้างปลาที่รูปที่ 1.6

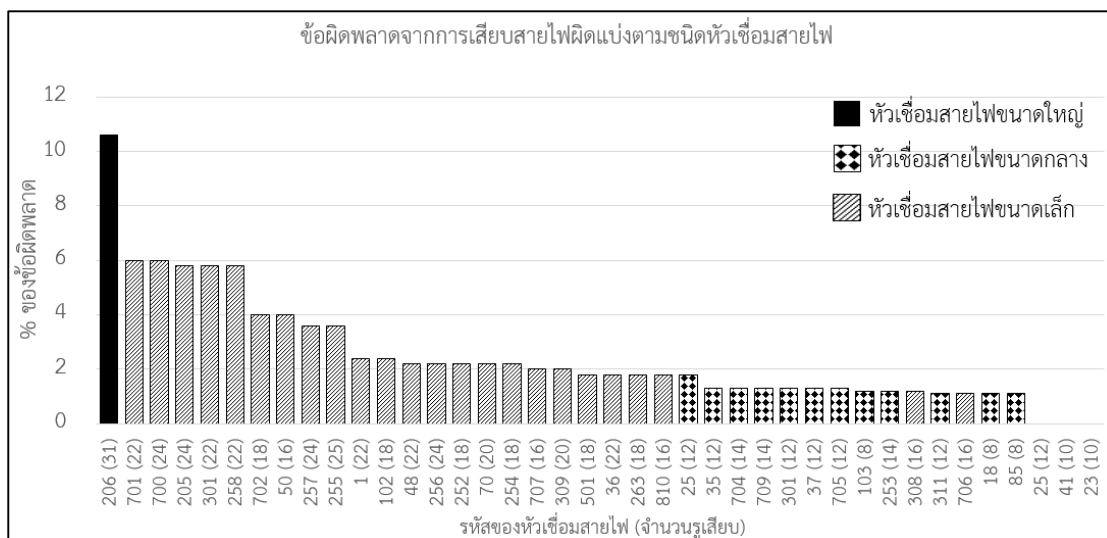


รูปที่ 1.6 การวิเคราะห์สาเหตุของข้อผิดพลาดการเสียบสายไฟผิดช่อง

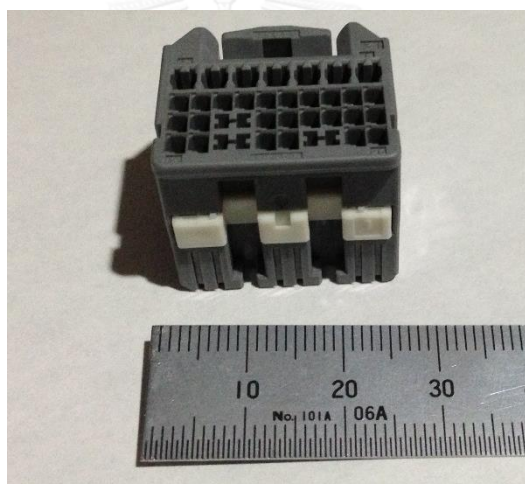
เมื่อทำการวิเคราะห์หาสาเหตุของการเกิดข้อผิดพลาดสามารถจำแนกเป็นปัจจัยที่มีส่วนทำให้เกิดการผิดพลาดในการประกอบคือ

1. จำนวนสายที่พนักงานต้องเสียบเข้าหัวเชื่อมสายไฟ
2. จำนวนรูของหัวเชื่อมสายไฟ
3. ความจำกัดของเวลาในการเสียบสายไฟ

ซึ่งเมื่อนำข้อผิดพลาดชนิดนี้มาจำแนกตามชนิดของหัวเชื่อมสายไฟพบว่าชนิดของหัวเชื่อมสายไฟแต่ละชนิดนั้นมีผลให้เกิดความผิดพลาดไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับจำนวนช่องของหัวเชื่อมสายไฟนั้นคือยิ่งหัวเชื่อมสายไฟมีจำนวนรูเสียบมากก็จะเกิดข้อผิดพลาดมาก ดังรูปที่ 1.7 ที่แสดงให้เห็นว่า หัวเชื่อมสายไฟรหัส 206 มีจำนวนความผิดพลาดมากที่สุดและมากกว่าชนิดอื่นถึง 2 เท่า ซึ่งหัวเชื่อมสายไฟชนิดนี้มีรูเสียบถึง 31 รูเสียบ ดังรูปที่ 1.8



รูปที่ 1.7 พารेटข้อผิดพลาดจากการเสียบผิดช่องจำแนกตามชนิดของหัวเชื่อมต่อสายไฟ



รูปที่ 1.8 หัวเชื่อมต่อสายไฟรหัส 206

จะเห็นได้ว่าหัวเชื่อมต่อสายไฟแต่ละรหัสจะมีระดับความผิดพลาดในการประกอบสายไฟที่แตกต่างกันออกไป ในบางรุ่นของหัวเชื่อมต่อสายไฟจะไม่มีข้อผิดพลาดเกิดขึ้นเลย แต่ในบางรุ่นเกิดข้อผิดพลาดมาก ดังเช่นหัวเชื่อมต่อสายไฟรุ่น 206 ด้วยสาเหตุนี้ทางโรงงานกรณีศึกษาได้เคยทำการแบ่งระดับของหัวเชื่อมต่อสายไฟไว้ตามจำนวนรูเสียบโดยแบ่งไว้ 3 กลุ่ม ดังนี้

1. หัวเชื่อมต่อสายไฟขนาดใหญ่ จะมีรูเสียบสายไฟ 26 – 35 รูเสียบ
2. หัวเชื่อมต่อสายไฟขนาดกลาง จะมีรูเสียบสายไฟ 16 – 25 รูเสียบ
3. หัวเชื่อมต่อสายไฟขนาดเล็ก จะมีรูเสียบสายไฟ 8 – 15 รูเสียบ

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างขนาดของหัวเชื่อมสายไฟตามที่แบ่งไว้ดังรูปที่ 1.7 นั้นจะเห็นได้ว่ากลุ่มของหัวเชื่อมสายไฟที่มีรูเสียบจำนวนมากขึ้น จะสอดคล้องกับข้อผิดพลาดจากการเสียบสายไฟผิดมากขึ้น



รูปที่ 1.9 ตัวอย่างขนาดของหัวเชื่อมสายไฟแต่ละขนาดตามจำนวนรูเสียบสายไฟ

จากการวิเคราะห์สาเหตุของข้อผิดพลาดซึ่งสามารถสรุปได้ว่าสาเหตุส่วนใหญ่เกิดจากความผิดพลาดของคนที่ต้องทำงานแข่งกับเวลาที่เร็วขึ้นเนื่องจากการเร่งการผลิตหรือการลดรอบเวลาการผลิต โดยที่ทางโรงงานเองนั้นไม่ได้กำหนดความเร็วรอบของการผลิตตามความสามารถของพนักงานแต่เป็นการกำหนดความเร็วรอบการผลิตตามปริมาณคำสั่งซื้อ ซึ่งการกำหนดความเร็วรอบการผลิตที่เร็วมากเกินไปจนเกินความสามารถของคนนั้นย่อมทำให้เกิดความผิดพลาดในการผลิต รวมถึงงานลักษณะนี้ต้องใช้ความจำสมอง (Cognitive workload) ในการจดจำสายไฟว่าจะต้องเสียบในตำแหน่งใดของหัวเชื่อมสายไฟ เมื่อพนักงาน 1 คน ต้องเสียบสายไฟมากแต่มีเวลาการทำงานหรือการตัดสินใจที่น้อยซึ่งเปรียบเสมือนการรับภาระงานที่มากเกินไปจนขีดความสามารถจนทำให้เกิด error [2] งานวิจัยนี้จึงต้องการมุ่งเน้นที่จะหาวิธีการวัดสมรรถนะของคนในงานเสียบสายไฟเข้าหัวเชื่อมสายไฟเพื่อที่จะใช้เป็นแนวทางในการกำหนดเวลามาตรฐานของรอบการผลิตที่ทำให้เกิดข้อผิดพลาดของการประกอบน้อยที่สุด โดยการศึกษาถึงความหลากหลายของงานที่พนักงานต้องทำในปัจจุบันเรื่องสีของสายไฟและชนิดของหัวเชื่อมสายไฟ ที่ซึ่งมีระดับความยากของงาน (Index of difficulty : ID) ที่แตกต่างกันออกไป โดยใช้แนวคิดของ Fitts' law มาประยุกต์หาสมรรถนะของงานลักษณะนี้ สมรรถนะที่กล่าวมานี้เกิดจากการหาความสัมพันธ์ระหว่างเวลาที่ใช้ในการทำงานกับระดับของความยากของงานหรือเป็นความชันของกราฟนั่นเอง [3] ซึ่งเมื่อสามารถหาสมรรถนะที่เป็นมาตรฐานหรือสมรรถนะที่เป็นค่ากลาง จากการทดลองได้ ก็จะสามารถนำไปเป็นแนวทางการคำนวณและกำหนดรอบเวลาของการผลิตที่เหมาะสมกับโรงงานได้

1.2 วัตถุประสงค์ในงานวิจัย

เพื่อสร้างวิธีการวัดสมรรถนะของงานเสียบสายไฟเข้ากับหัวเชื่อมสายไฟของสายไฟในรถยนต์

1.3 ขอบเขตการศึกษางานวิจัย

1. ศึกษาสมรรถนะงานการเสียบสายไฟจากกระบวนการประกอบเฉพาะผลิตภัณฑ์ประเภทสายไฟประตูดรถยนต์ในหัวเชื่อมสายไฟขนาด 12, 22 และ 31 รูเสียบ โดยอาศัยแนวคิดของ Fitts' Law
2. ทำการทดลองในสถานที่และสภาวะแวดล้อมที่กำหนดให้ใกล้เคียงสถานการณ์จริงกับผู้เข้าทดลองที่เป็นบุคคลทั่วไปที่ไม่มีประสบการณ์ในงานเสียบสายไฟ

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

ได้วิธีการวัดสมรรถนะของงานเสียบสายไฟเข้ากับหัวเชื่อมสายไฟเพื่อนำไปใช้ในการคำนวณรอบของเวลาการผลิตที่จะทำให้เกิดความผิดพลาดจากการประกอบน้อยที่สุด

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เป็นแนวทางให้โรงงานกรณีศึกษาใช้ในการกำหนดรอบเวลาการผลิตและวางแผนการผลิต
2. สามารถใช้ในข้อมูลเป็นแนวทางการกำหนดภาระงานของพนักงานแต่ละคนในกระบวนการประกอบสายไฟเข้ากับหัวเชื่อมสายไฟในผลิตภัณฑ์อื่น
3. เป็นแนวทางในการประยุกต์เพื่อหาสมรรถนะในงานประเภทอื่น

1.6 วิธีดำเนินงานวิจัย

1. ศึกษาทฤษฎีแนวคิดของ Fitts' Law ที่เกี่ยวกับความสัมพันธ์ของความเร็วกับความผิดพลาดในการเคลื่อนไหวของมนุษย์เป็นเชิงคณิตศาสตร์ ที่มีจุดประสงค์ของการเคลื่อนที่ให้เร็วที่สุดโดยที่ไม่เกิดความผิดพลาดขึ้น
2. ศึกษาสภาพของสถานการณ์งานในโรงงานกรณีศึกษาที่มีผลกระทบต่อเวลาของการทำงาน เพื่อนำมากำหนดตัวแปรที่จะต้องควบคุมของการทดลอง เช่น ปัจจัยในเรื่องของ อายุ, ส่วนสูง, ความสูงของสถานการณ์, แสงสว่างและอุณหภูมิ เป็นต้น

3. ออกแบบการทดลองโดยใช้ปัจจัยที่จะทดลองสองปัจจัยคือ สีของสายไฟและชนิดของหัวเชื่อมสายไฟ ในปัจจัยของสีสายไฟจะใช้ตามที่ทางโรงงานใช้อยู่ทั่วไปซึ่งมีทั้งหมด 33 สี ตามตารางที่ 3.1 และปัจจัยของชนิดหัวเชื่อมสายไฟอ้างอิงมาจากการแบ่งชนิดของตามโรงงานการศึกษาที่แบ่งไว้ 3 กลุ่ม ตามจำนวนรูเสียบ โดยเลือกตัวแทนของชนิดหัวเชื่อมสายไฟแต่ละกลุ่มมา 1 รุ่น เพื่อทำการทดลอง คือ ตัวแทนของหัวเชื่อมสายไฟขนาดใหญ่ใช้รุ่น 206 (31 รูเสียบ) ,ตัวแทนของหัวเชื่อมสายไฟขนาดกลางใช้รุ่น 701 (22 รูเสียบ) และตัวแทนของหัวเชื่อมสายไฟขนาดเล็กใช้รุ่น 25 (12 รูเสียบ)

4. สร้างกระดานประกอบสายไฟจำลอง โดยอ้างอิงเฉพาะจุดที่เป็นเส้นสายไฟหลัก กระดานประกอบสายไฟของโรงงานจริงจะมีแท่นวางสายไฟจำนวนมากประกอบไว้บนกระดานเพื่อให้ผลิตได้ทุกรุ่นของสายไฟรถยนต์ แต่จะมีสายไฟกลุ่มหนึ่งที่ต้องประกอบทุกรุ่นเรียกว่าสายไฟหลัก ในที่นี้ได้อธิบายรายละเอียดไว้ในหัวข้อ 3.3.6

5. คัดเลือกผู้ทำการทดลองจำนวน 15 คน เป็นเพศชายและหญิงอายุระหว่าง 20-25 ปี ส่วนสูงเพศชาย 165-173 ซม. ส่วนสูงเพศหญิงระหว่าง 155-162 ซม.

6. ทำการทดลองและเก็บข้อมูลตามแบบการทดลองที่กำหนดไว้ โดยกำหนดจุดประสงค์ของงานนี้ไว้คือให้ผู้ทำการทดลองเสียบสายไฟเข้าหัวเชื่อมสายไฟให้เร็วที่สุดและไม่ให้เสียบสายไฟผิดพลาด

7. นำวิดีโอที่บันทึกการทดลองไว้มาเปิดด้วยโปรแกรม Quick time player เพื่อใช้ทำการบันทึกเวลาการเสียบสายไฟแต่ละเส้นลงในแบบฟอร์มบันทึกผลการทดลอง

8. นำข้อมูลเวลาการเสียบสายไฟของผู้ทดลองทุกคนมาสร้างกราฟเทียบกับสีของสายไฟ โดยให้แกน X เป็นสีของสายไฟของแต่ละหัวเชื่อมสายไฟ ส่วนแกน Y เป็นเวลาการเสียบสายไฟ (MT) แล้วใช้วิธีกำหนดแกน X ด้วยวิธีการ Optimization ซึ่งคือสีสายไฟและขนาดหัวเชื่อมสายไฟที่เป็นเชิงคุณภาพ ปรับเข้าหาเส้นตรงให้ได้ผลรวม R^2 จากผู้ทดลองทุกคนสูงที่สุด จะได้งานเชิงปริมาณออกมาเมื่อปรับเป็นเชิงปริมาณได้แล้วสเกลของแกน X จะเป็นค่าดัชนีของความยาก (ID) ของสายไฟและหัวเชื่อมสายไฟ

9. เมื่อสามารถหา ID ได้แล้ว นำค่า ID นี้มาสร้างกราฟเทียบเวลาของผู้ทำการทดลองแต่ละคน โดยให้แกน X เป็นค่าของดัชนีความยาก ส่วนแกน Y เป็นค่าของเวลาการเสียบสายไฟของแต่ละบุคคล (MT) ซึ่งจะได้กราฟความสัมพันธ์ของ ID และ MT ที่มีความชันของกราฟเป็นค่าสมรรถนะ

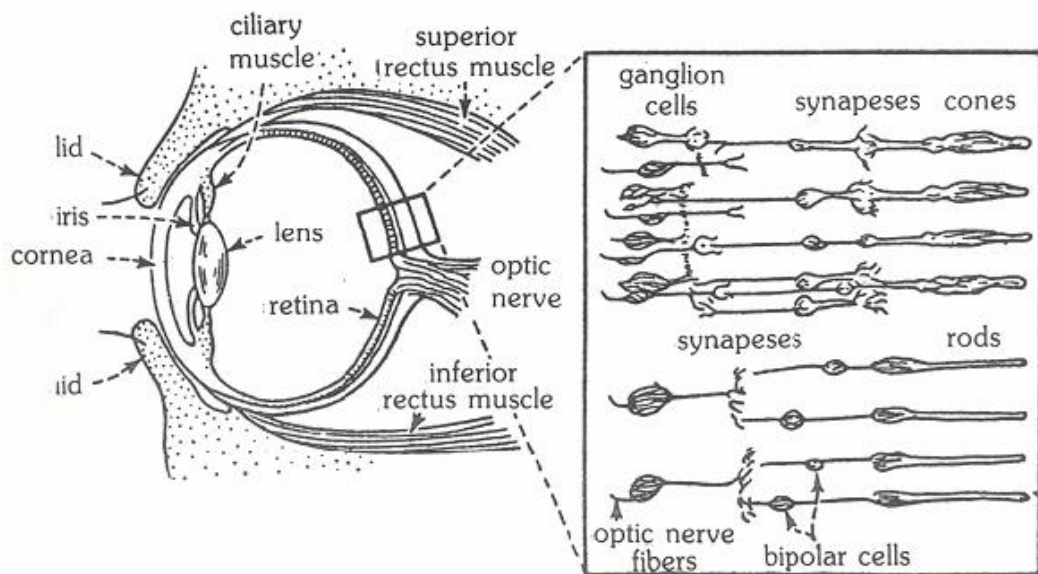
10. ทำการทดลองในแบบเดียวกัน ตามข้อ 6-9 กับพนักงานในโรงงานการศึกษาจำนวน 5 คนที่มีประสบการณ์การทำงานต่างกันในช่วง 1- 5 ปี และจะได้สมรรถนะของพนักงานในโรงงาน นำ

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึงงานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับ การใช้สายตาเพื่อแยกแยะสี ปัจจัยของสถานะแสงต่อการทำงานที่ต้องใช้สายตาอย่างมาก ทฤษฎี Speed-Accuracy Trade Off ซึ่งอธิบายถึงการปฏิสัมพันธ์ของคนต่ออุปกรณ์ไว้

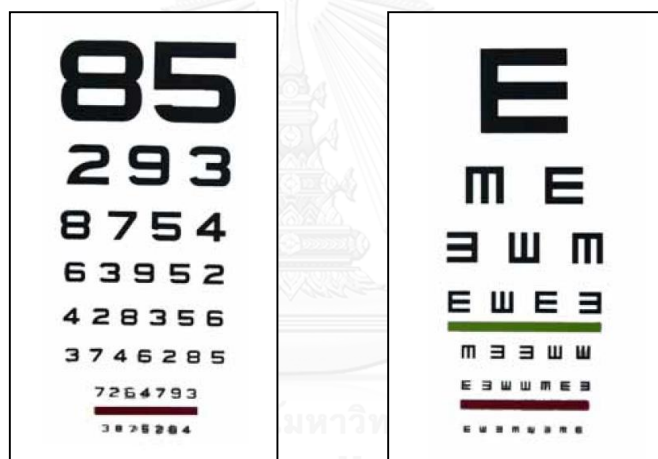
2.1 แสง สี การมองเห็นของตา

กลไกของการมองเห็น การมองเห็นต้องอาศัยการทำงานร่วมกันของระบบนัยน์ตาและระบบประสาท เมื่อแสงกระทบที่วัตถุใดๆ จนสะท้อนเข้าสู่กระบอกตา ผ่านกระจกตา (Cornea) เข้ามาในร่างกายจะมีกลไกการปรับระดับแสงสว่างบังคับด้วยกล้ามเนื้อ Ciliary muscle, Radial Muscle ให้รูม่านตา (Pupil) ขยายหรือหดเพื่อปรับระดับของแสงสว่าง จนแสงผ่านเข้าไปตกกระทบกับจอตา (Retina) ซึ่งจอตานี้เองจะมีเนื้อเยื่อประสาททั้งเซลล์รับแสงและเซลล์ประสาท [4] เซลล์รับแสงจะประกอบด้วย เซลล์รูปแท่ง (Rod Cells) และเซลล์รูปกรวย (Cone Cells) เชื่อมต่ออยู่กับเซลล์ประสาทอีกซึ่งมีหน้าที่ส่งสัญญาณภาพไปสู่สมอง



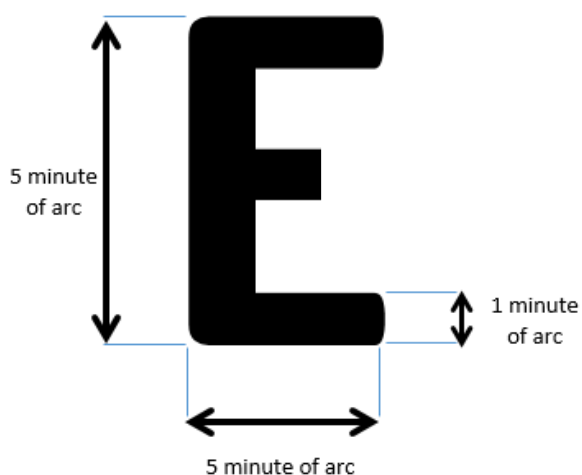
รูปที่ 2.1 หน้าตัดของตามนุษย์แสดงส่วนประกอบของระบบตา

ระดับสายตา (Visual Acuity : VA) คือ ความสามารถในการแยกความแตกต่าง ที่น้อยที่สุด ระหว่างวัตถุสองชิ้นหรือทั่วไปก็คือความคมชัดของสายตานั่นเอง การตรวจวัดระดับสายตาจึงมีความสำคัญในการประเมินผู้ป่วยทางตาและควรตรวจวัดระดับสายตาไว้ในการตรวจร่างกายทางตาทุกครั้ง โดยทั่วไปการวัดระดับสายตาควรตรวจวัดที่สองระยะ คือที่ไกล (Distance VA) หรือระยะ 6 เมตร และที่ระยะใกล้ (Near VA) คือที่ระยะ 33 เซนติเมตร ซึ่งเป็นระยะการทำงานบนโต๊ะทำงาน (Working Distance) ทั่วไป การทดสอบระดับสายตาสามารถทำได้หลายวิธี วิธีที่เป็นมาตรฐานและใช้กันมากคือการใช้ “Snellen Visual Acuity” โดยใช้แผ่นทดสอบที่เรียกว่า Snellen Chart ซึ่งเป็นแผ่นที่มีพื้นขาว-มีแสงไฟส่องมาจากด้านหลัง เพื่อให้มีความคมชัดของภาพที่สุด โดยมีตัวเลขหรือตัวอักษรเป็นตัวทดสอบ (Optotypes) ส่วนตัวทดสอบสายตาแบบอื่นอาจจะเป็นตัวอักษร “E” สำหรับผู้ที่ไม่รู้หนังสือหรือเด็ก ดังรูปที่ 2.2



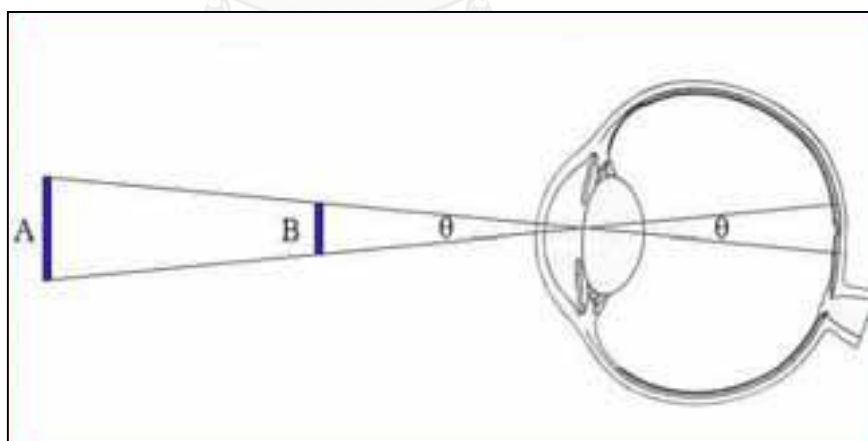
รูปที่ 2.2 ตัวอย่างของ Snellen Chart และ E-Chart ที่ใช้ในการวัดระดับสายตา

SNELLEN'S OPTOTYPES หรือตัวเลข,ตัวอักษรบนแผ่นวัดสายตาของ Snellen โดยแต่ละตัวจะทำมุมที่เรียกว่า “visual angle” ขนาด 5 minute of arc หากแบ่งขนาดของ optotype เป็น 5 ส่วน แต่ละส่วนจะมีขนาด 1 minute of arc ซึ่งก็คือ วัตถุที่มีขนาด 1 minute of arc จะสามารถกระตุ้นเซลล์ประสาท (photoreceptor) ที่จอร์รับภาพได้ดังนั้นหากจุดสองจุดมีระยะห่างกันน้อยกว่า 1 minute of arc ตาของเราจะไม่สามารถแยกความแตกต่างได้และจะเห็นเป็นจุดเดียว [5] ตัวอย่างของ Snellen Optotypes ดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 ระยะของ Snellen Optotypes

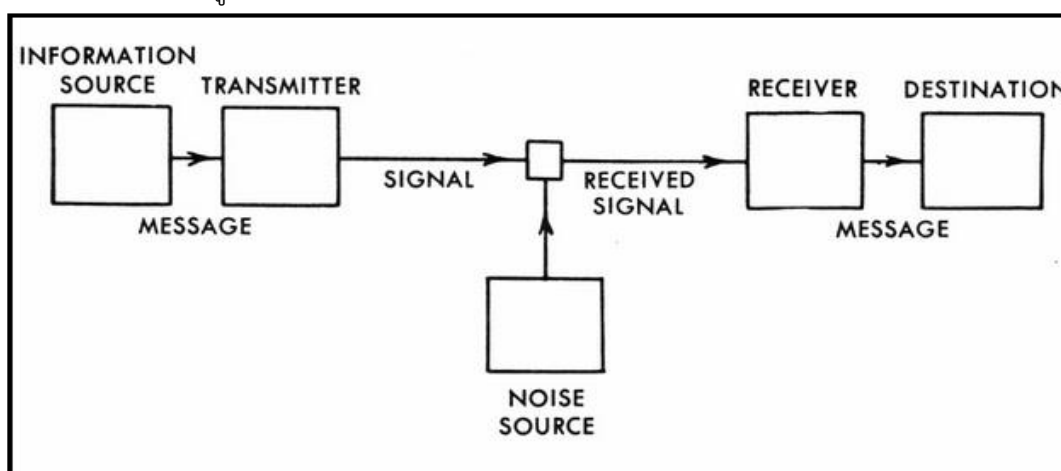
VISUAL ANGLE เป็นมุมที่เกิดจากเส้นสมมติขึ้น จำนวนสองเส้นตัดกันที่จุด Nodal ซึ่งอยู่หลังกระจกตา 7 มิลลิเมตร และอยู่หน้าต่อจอรับภาพ 15 มิลลิเมตร ตัวอักษรหรือตัวเลขบนแผ่นวัตถุสายตาก็จะมีขนาด visual angle 5 minute of arc โดยมุมนี้จะมีขนาดคงที่ไม่ว่าที่ระยะใด ดังเช่นรูปที่ 2.4 อธิบายได้ว่า วัตถุ 2 ชนิด ที่อยู่ห่างจากตาที่ระยะต่างกัน แต่จะมีมุมในการมองเห็นที่เท่ากัน



รูปที่ 2.4 ระดับของสายตาและมุมของการมองเห็นวัตถุที่มุมเท่ากันแต่มีขนาดต่างกัน

2.1 Information Theory

การส่งผ่านของข้อมูลหรือสารสนเทศนั้นย่อมมีความผิดพลาดในการส่งเนื่องจากการรบกวนโดยสัญญาณ (noise) โดยที่ทฤษฎีนี้มีจุดเริ่มต้นมาจากงานวิจัยของ Shannon ในการตีพิมพ์งานวิจัยเรื่อง “A Mathematical theory of communication” ซึ่งงานวิจัยนี้เป็นจุดเริ่มต้นและเป็นทฤษฎีพื้นฐานของการพัฒนาการสื่อสารมาจนถึงปัจจุบัน โดยที่ Shannon ได้ระบุโมเดลของการสื่อสารไว้ซึ่งการสื่อสารครั้งหนึ่งๆ จะมีองค์ประกอบหลายๆ อย่าง ประกอบด้วย จุดกำเนิดข้อมูล, ข่าวนสาร, เครื่องส่งสัญญาณ, สัญญาณ, ช่องส่งสัญญาณ, เครื่องรับสัญญาณและสัญญาณรบกวน โมเดลนี้สามารถอธิบายได้ดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 โมเดลของการสื่อสาร Shannon

จากโมเดลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าการสื่อสารในครั้งหนึ่งมีองค์ประกอบหลายๆ อย่าง ซึ่งทำงานแยกจากกันอย่างอิสระ และผลงานวิจัยนี้ได้แสดงเป็นสมการไว้ซึ่งแสดงถึงขีดจำกัดของช่องทางการสื่อสารซึ่งวัดโดยใช้เลขฐานสองต่อวินาที โดยที่เรียกสมการนี้ว่า Capacity of a white Gaussian noise channel

$$C = W \log_2 \left(1 + \frac{S}{N} \right)$$

เมื่อ C = ขีดความสามารถสูงสุดที่จะส่งข้อมูลได้โดยมีข้อผิดพลาดต่ำสุด (bits/s)

W = แบนด์วิดท์ หรือจำนวนข้อมูลที่ส่งต่อหน่วยเวลา (Hz)

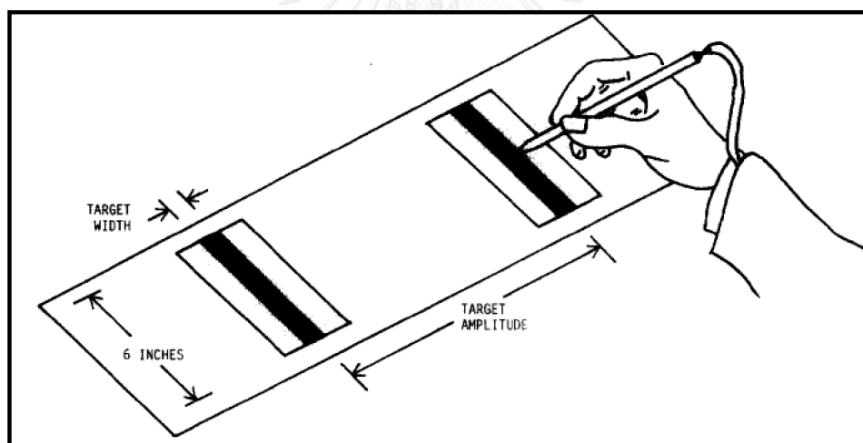
S = กำลังของสัญญาณส่ง (watt)

N = กำลังของสัญญาณรบกวน (watt)

เมื่อพิจารณาสมการของทฤษฎีการสื่อสารนี้เปรียบเทียบกับการทำงานของมนุษย์ก็จะพบว่าขีดความสามารถของมนุษย์ที่มีจำกัดนั้นเปรียบเสมือนช่องส่งสัญญาณของการสื่อสาร จะสามารถทำงานหรือรับภาระงานได้จำกัดเช่นกันเมื่อให้เวลาทำงานที่เท่ากัน แต่เมื่อภาระของงานต่อหน่วยเวลามากขึ้นจนเกินขีดความสามารถจะทำให้เกิดข้อผิดพลาดในการทำงานมากขึ้นซึ่งเรียกว่า error

2.2 Speed-accuracy trade off theory

กฎพื้นฐานที่ใช้อธิบายความสัมพันธ์ความเร็วในการเคลื่อนที่ของมนุษย์กับความผิดพลาดที่เกิดขึ้นซึ่งเป็นกฎของ Fitt's Law [6] ในกฎนี้ได้มาจากการทำการทดลอง ให้คนถือปากกาเพื่อแตะกับเป้าหมาย 2 เป้าหมายกลับไป-กลับมา โดยให้เป้าหมายทั้งสองมีขนาดความกว้างและ ระยะห่างของเป้าหมายทั้งสอง เป็นตัวแปรของการทดลองดังรูปที่ 2.6 แล้วทำการจับเวลาการเคลื่อนที่ของการจรดปากกาของผู้ทดลอง ซึ่งมีเจือใจให้ผู้ทำการทดลองเคลื่อนที่จรดปากกาให้เร็วที่สุด การทดลองนี้ได้พิสูจน์ถึงความสัมพันธ์ของความเร็วการเคลื่อนที่กับความผิดพลาดออกมาเป็นสมการดังนี้



รูปที่ 2.6 ลักษณะการทำงานของ Fitts' Law

สมการ Fitts' Law : $MT = a + b \log_2 \frac{2A}{W}$

โดยที่	A	คือ	ระยะห่างระหว่างจุดเริ่มต้นไปถึงเป้าหมาย
	W	คือ	ขนาดความกว้างของเป้าหมายในทิศทางเดียวกันกับการเคลื่อนที่
	MT	คือ	เวลาในการเคลื่อนที่ (Movement Time)
	a,b	คือ	Regression coefficient

ในงานวิจัยลักษณะเดียวกันกับ Schmidt ได้ทำการทดลองที่มีลักษณะคล้ายกันคือ ให้การทดลองทำการจรดปากกาเหมือนกันแต่เปลี่ยนตัวแปรจากของ Fitts ที่เป็นขนาดความกว้างของเป้าหมายและระยะทาง เป็นการกำหนดเวลาในการจรดปากกาแต่ละครั้งเป็นตัวแปรแทนซึ่งจะได้ตัวแปรตามจากการทดลองคือความผิดพลาดในการทำงาน ซึ่งอธิบายเป็นสมการทางคณิตศาสตร์ได้ดังนี้

สมการ Schmidt's Law
$$W_0 = K \times \frac{A}{MT}$$

โดยที่	A	คือ	ระยะห่างระหว่างจุดเริ่มต้นไปถึงเป้าหมาย
	W	คือ	ความกว้างของกลุ่มที่จรดปากกาหรือ ความผิดพลาด
	MT	คือ	เวลาในการเคลื่อนที่ (Movement Time)
	K	คือ	Regression coefficient

เมื่อพิจารณาจากสมการของ Schmidt's Law จะพบว่า เมื่อลักษณะงานหรือระยะทางของเป้าหมายเพิ่มขึ้นแต่มีการจำกัดเวลาการทำงานไว้เท่าเดิม จะทำให้เกิดข้อผิดพลาดในการทำงานเพิ่มมากขึ้น นั่นคือปริมาณของงานมากเกินไปทำให้มีผลกระทบต่อเรื่องคุณภาพที่ต่ำลง แต่ถ้าหากการออกแบบงานได้เหมาะสมสมดุลทั้งปริมาณงานและระยะเวลาจะทำให้สามารถควบคุมการทำงานได้ทั้งปริมาณและคุณภาพด้วย โดยการควบคุมตัวแปรต้นทั้งหมดจะถูกเรียกว่า ดัชนีความยาก (Index of Difficulty: ID)

ดัชนีความยากของงานคือ ตัวชี้วัดความยากในงานนั้น ๆ ที่มีผลกระทบต่อความเร็วการเคลื่อนไหว, ความแม่นยำ ค่าของ ID ยิ่งมีค่ามากนั้นก็คือ งานที่ทำนั้นจะมีความเร็วการทำงานและความแม่นยำที่ลดลง ส่วนในสมการของ Fitts' Law และ Schmidt's Law จะมี ID เป็นฟังก์ชันอยู่ แต่จะแตกต่างกันดังสมการ

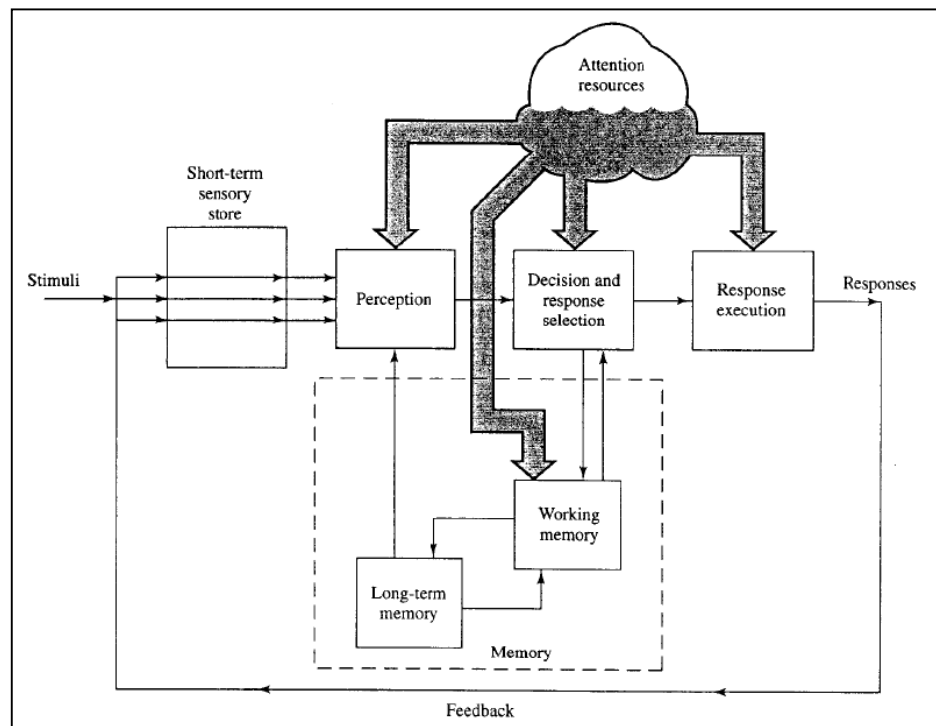
สมการ Fitts' Law :
$$ID = \log_2 \left(\frac{2A}{W} \right)$$

สมการ Schmidt's Law :
$$ID = \left(\frac{A}{MT} \right)$$

2.3 การรับรู้และการตัดสินใจของมนุษย์

โดยทั่วไปมนุษย์นั้นมีกระบวนการในการรับรู้ที่ประกอบด้วยกัน 4 องค์ประกอบ [7] คือ

1. กระบวนการในการรับรู้ (Perception)
2. กระบวนการตัดสินใจและเลือกปฏิบัติ (Decision and response selection)
3. การตอบสนอง (Response execution)
4. ความจำ (Memory)



รูปที่ 2.7 กระบวนการรับรู้ของมนุษย์

การรับรู้ของมนุษย์เริ่มจากการรับข้อมูลผ่านประสาทสัมผัสทั้ง 5 ของร่างกาย ในรูปต่างๆ เช่น เสียง, ภาพ หรือกลิ่น เป็นต้น เมื่อได้รับข้อมูลมาแล้วอันดับแรกข้อมูลนั้นจะผ่านเข้ามาเก็บไว้เป็นความจำระยะสั้น (Short-term sensory store) ซึ่งอาจจะถูกรบกวนได้ง่าย จากนั้นข้อมูลจะส่งไปยังหน่วยของการรับรู้ทำหน้าที่แปลความหมายของข้อมูล ในการแปลความหมายของข้อมูลมีโอกาสที่จะแปลข้อมูลถูกต้อง, ผิดพลาดหรือสามารถจดจำได้, จดจำไม่ได้ ซึ่งแล้วแต่ประสบการณ์และความรู้เดิมของแต่ละบุคคล เมื่อผ่านกระบวนการแปลข้อมูลแล้วต่อไปจะเป็นกระบวนการการตัดสินใจ (Decision and response selection) ทำการตัดสินใจว่าจะตอบสนองต่อข้อมูลนั้น ๆ หรือไม่ เมื่อตัดสินใจกระทำหรือตอบสนองต่อข้อมูลที่ได้รับนั้น ก็จะเข้าสู่กระบวนการตอบสนอง (Response) และในที่สุดท้ายจะเป็นการจดจำ (Memory) ซึ่งจะแบ่งการจดจำนี้ออกเป็น 2 ประเภท ดังรูป 2.7 คือ ความจำในการปฏิบัติงาน (Working memory) และความจำระยะยาว (Long term memory)

ความจำในการปฏิบัติงานเป็นการเก็บข้อมูลไว้ชั่วคราว เมื่อไม่มีการทบทวนข้อมูลเหล่านั้นก็จะหายไป ส่วนความจำในระยะยาวก็จะเกิดจากหน่วยความจำในการปฏิบัติงาน มีการทบทวนของข้อมูลนั้นบ่อยครั้ง ในส่วนนี้จะเป็นการที่มนุษย์ใช้ในการรับรู้และตัดสินใจตอบสนองออกมาแต่ในส่วน of ความเร็วในการตอบสนองนั้น Hick-Hyman Law ได้อธิบายไว้ตามการทดลอง Choice Reaction Time ถึงความสัมพันธ์ในเชิงเส้นเมื่อมีตัวเลือกที่จะต้องตัดสินใจในการตอบสนองที่มากขึ้น จะมีผลกระทบต่อเวลาที่ต้องใช้ในการตอบสนองที่มากขึ้นด้วย [8] ดังสมการเส้นตรง

$$\text{Choice Reaction time} \quad : \quad RT = a + bH$$

เมื่อ RT = เวลาที่ใช้ในการตอบสนอง (Reaction Time) มีหน่วยเป็น ms.

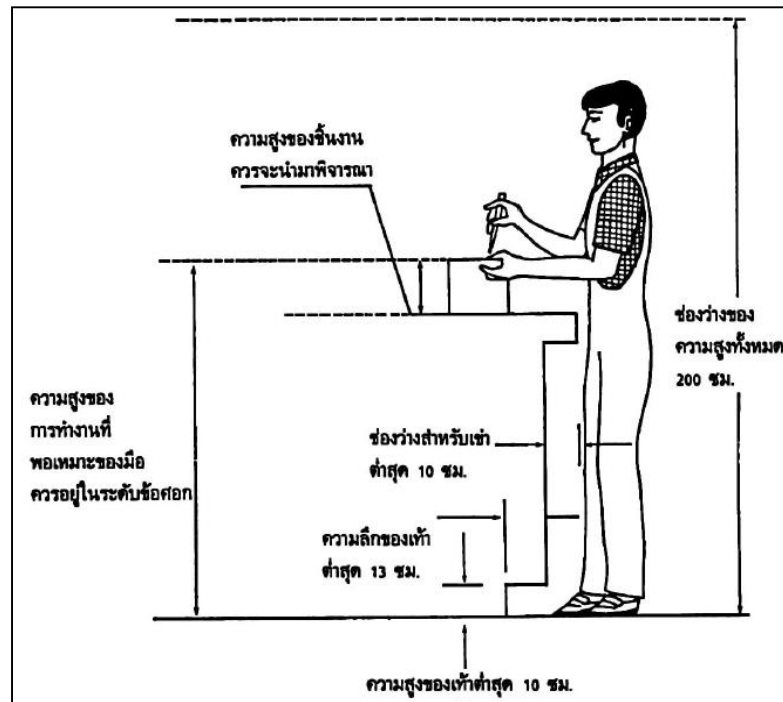
$H = \log_2(n)$ เมื่อ n เป็นจำนวนของตัวเลือกมีหน่วยเป็น bits.

a = ค่าคงที่หรือจุดตัดของแกน y

b = ค่าคงที่หรือความชัน (Slope)

2.4 การจัดสถานีงานสำหรับทำเย็น

ลักษณะงานเย็นเป็นงานในลักษณะหนึ่งที่สามารถพบเห็นได้ทั่วไป อาจจะเป็นการเย็นทำงาน บริเวณรอบเครื่องจักร, สถานีโต๊ะทำงานหรือเย็นทำงานอยู่กับที่ ในการออกแบบการทำงานให้เหมาะสมกับการทำงานลักษณะเย็นจำเป็นจะต้องพิจารณาถึงพื้นที่การทำงานทั้งในแนวราบและแนวตั้ง เช่น ระยะเอื้อม ตำแหน่งของศีรษะ มุมมอง พื้นผิวของสถานีงานแบบลาดเอียง [9, 10] ซึ่งเป็นส่วนที่สำคัญที่จะต้องพิจารณาให้เกิดความสมดุลระหว่างการทำงาน นั่นคือจะต้องออกแบบให้โต๊ะมีความสูงที่พอเหมาะ พื้นที่ในการทำงานมีเพียงพอ มีพื้นที่สำหรับวางขาและวางเท้า ดังรูปที่ 2.8

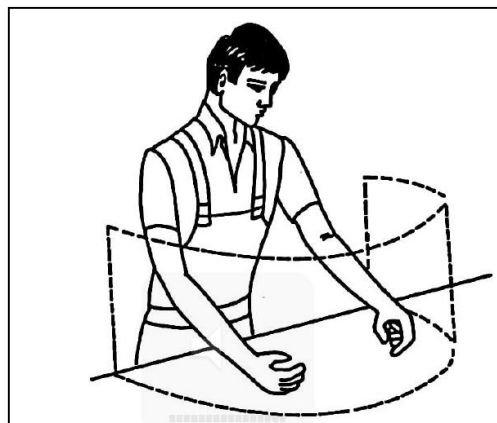


รูปที่ 2.8 ข้อเสนอแนะการออกแบบส่วนต่างๆ ของงานที่ใช้การยืน

และในการออกแบบสถานี่งานให้เหมาะสมมีข้อควรพิจารณาดังนี้

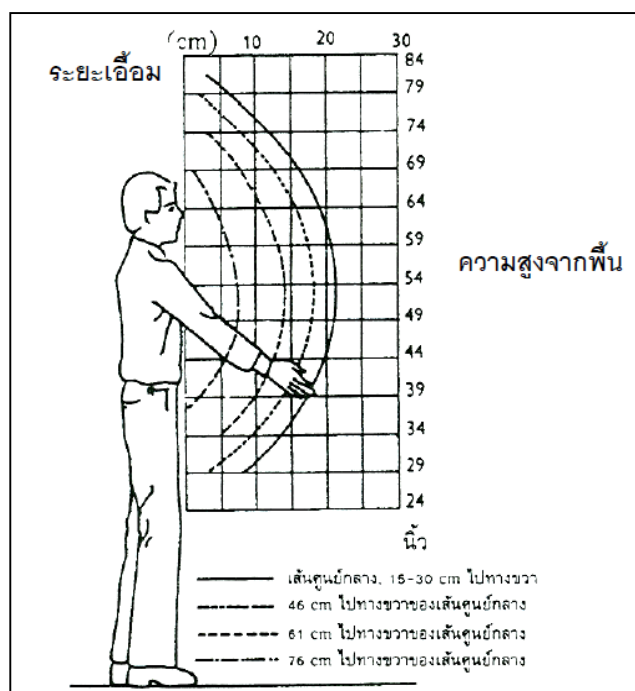
2.4.1 ขอบเขตและพื้นที่สำหรับงานยืน ควรจะพิจารณาเป็น 2 ลักษณะ คือ

พื้นที่ในการทำงานของแนวราบ เป็นพื้นที่ที่ผู้ปฏิบัติงานสามารถหยิบจับวัสดุบนโต๊ะทำงาน ซึ่งแบ่งเป็นพื้นที่ที่หยิบจับวัสดุได้ปกติและพื้นที่ที่ต้องใช้การเหยียดแขนช่วยในการหยิบจับหรือโน้มตัวเข้าช่วย ขอบเขตของพื้นที่นี้เกิดจากการกวาดมือและแขนทั้งสองข้างเป็นครึ่งวงกลมทับกันโดยใช้ข้อศอกกับหัวไหล่เป็นจุดหมุน ดังรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 ระยะเวลาการเอื้อมที่เหมาะสมของการทำงานลักษณะยืน

- ระยะการหยิบจับของแนวดิ่ง เป็นขอบเขตที่เกิดจากการยืนตัวตรงไม่เอนตัวข้างหน้า เหยียดแขนตรงแล้ววาดเป็นครึ่งวงกลมโดยใช้หัวไหล่เป็นจุดหมุน ซึ่งระยะการเอื้อมนี้สามารถกำหนดเป็นระยะที่ปกติสามารถทำงานได้อย่างสบาย ดังรูปที่ 2.10 แต่สำหรับระยะที่มากกว่านี้จะต้องมีการเอื้อมแขน เหยียดตัว เอนตัว ช่วยในการหยิบจับหรือการทำงาน



รูปที่ 2.10 ระยะของขอบเขตในการหยิบจับแนวดิ่ง

CHULALONGKORN UNIVERSITY

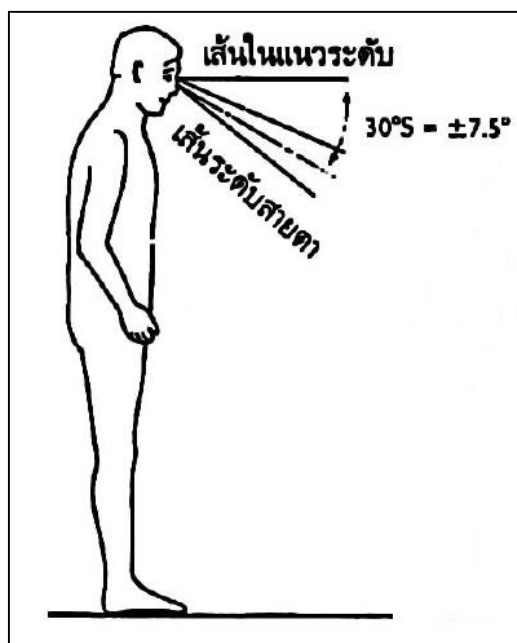
2.4.2 แนวทางในการออกแบบการทำงานลักษณะยืน ควรจะพิจารณาถึง 3 ปัจจัย

- ความสูงของระยะการเอื้อม ระยะการเอื้อมสูงที่สุดที่ร่างกายสามารถทำได้จำเป็นที่จะต้องทราบเพื่อนำมาออกแบบสถานีการทำงาน โดยอาจจะใช้การอ้างอิงจากสัมประสิทธิ์สำหรับอัตราส่วนระหว่างความยาวของร่างกายและความสูงของระยะการเอื้อมของทีเบอร์ก (Thiberg) คือ

$$\text{ระยะเอื้อมสูงสุด} = 1.24 \times \text{ความสูงของร่างกาย}$$

ตำแหน่งของศีรษะและมุมมอง บริเวณของการทำงานผู้ปฏิบัติงานจะต้องใช้สายตาอยู่ในตำแหน่งที่ศีรษะสามารถเคลื่อนไหวได้สะดวกหรืออยู่ในท่าที่สบาย ไม่ควรมีการก้ม การเงยขึ้นลงที่

มากเกินไปซึ่งจะทำให้เกิดอาการปวดเมื่อยตามกล้ามเนื้อบริเวณคอ และมุมมองที่เหมาะสมระหว่างเส้นระดับสายตา (line of sight) และเส้นในแนวระดับที่ทำงานได้สะดวกสบายสำหรับทำยี่นคือ มุมองศาที่ 23 – 37 องศา ดังรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.11 มุมมองระหว่างเส้นระดับสายตาและเส้นในแนวระดับที่เหมาะสมสำหรับงานยี่น

2.4.3 พื้นผิวการทำงานแบบลาดเอียง หลักการในการออกแบบพื้นผิวที่ลาดเอียงของสถานี่งานที่ เหมาะสมคือออกแบบให้สถานี่งานหรือโต๊ะสามารถปรับมุมมองศาความลาดเอียงได้ รวมถึงสามารถ ปรับระดับความสูงได้ ซึ่งความสูงควรจะปรับได้ในช่วง 65 – 130 ซม. และมุมมองศาควรจะปรับได้ 0 – 75 องศา จากแนวระดับ

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในงานทดลองที่เกี่ยวกับผลกระทบของสมรรถนะการทำงานจากการเปลี่ยนแปลงของสีตัวอักษรและสีของพื้นหลังของตัวอักษร [11, 12] ทำการทดลองโดยใช้จอแสดงผลแบบ TFT-LCD ขนาดหน้าจอ 12.1 นิ้ว ขนาดความละเอียดตั้งไว้ที่ 800x600 pixels บนความถี่ของหน้าจอที่ 60 Hz ในสถานะแสงที่ปกติในออฟฟิศทั่วไปคือ ประมาณ 450 lx ใช้ผู้ทำการทดลองเป็นผู้ชายจำนวน 48 คน ซึ่งผ่านการตรวจสายตามาแล้ว ไม่มีอาการของการตาบอดสีทำการทดลองโดยเขียนตัวอักษรที่เห็นบนจอคอมพิวเตอร์ลงบนกระดาษ แต่ครั้งจะมีตัวอักษรสุ่มขึ้นมาจำนวน 5 ตัว โดยอยู่บนสีมุมของหน้าจอและตรงกลางจอคอมพิวเตอร์ ตัวแปรที่สนใจในการทดลองคือความเร็วและความถูกต้องของตัวอักษรที่เขียนลงบนกระดาษเมื่อตัวอักษรและพื้นหลังถูกเปลี่ยนสีไป ในการทดลองกำหนดมาจำนวน 4 สี คือ สีน้ำเงิน สีม่วง สีแดงและสีเหลือง การทดลองของทั้งสองแสดงให้เห็นว่าสีนั้นมีผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่อสมรรถนะการทำงาน โดยสมรรถนะที่ดีที่สุดคือ สีตัวอักษรสีน้ำเงินบนพื้นหลังสีเหลือง ตามมาด้วย ตัวอักษรสีเหลืองบนพื้นหลังสีแดง และสีที่ให้สมรรถนะที่แย่ที่สุดคือ ตัวอักษรสีม่วงบนพื้นหลังสีแดง ซึ่งการทดลองนี้สามารถสรุปผลการทดลองได้ว่า สมรรถนะการทำงานจะสูงต่อเมื่อ อัตราความสว่างของสี (Luminance ratio) ของตัวอักษรต่อความสว่างของสีพื้นหลังมีค่ามาก กล่าวคือ ตัวอักษรสีเข้มบนพื้นหลังสีสว่างจะให้สมรรถนะการทำงานที่ดีกว่าตัวอักษรสีสว่างบนพื้นหลังสีเข้ม และในงานวิจัยที่มีลักษณะใกล้เคียงกันเกี่ยวกับสมรรถนะการค้นหาไอคอนเมื่อสีของไอคอนและสีพื้นหลังเปลี่ยนไป [13] ได้ทำการทดลองโดยใช้จอ LCD ขนาดหน้าจอ 23 นิ้ว ให้ผู้ทำการทดลองจำนวน 40 คน จดจำไอคอน สีของไอคอนและสีของพื้นหลัง ที่แสดงขึ้นมาบนหน้าจอด้วยเวลา 3 วินาที แล้วทำการคลิกลงบนไอคอนที่เป็นลักษณะเดียวกันสีเดียวกันที่แสดงขึ้น โดยตัวแปรที่สนใจคือเวลาในการค้นหาไอคอนที่ถูกต้องและความผิดพลาดของการคลิกไอคอนสีต่างๆ โดยสีที่นำมาทดลองมีสีเหลือง สีน้ำเงิน สีแดง สีขาว และสีดำ จากการทดลองทำให้พบว่าไอคอนที่ใช้เวลาในการค้นหาน้อยที่สุดคือมีไอคอนสี ขาวบนพื้นหลังสีเหลืองและไอคอนที่ใช้เวลานานที่สุดคือไอคอนสีดำบนพื้นหลังสีน้ำเงิน ซึ่ง Huang ได้สรุปผลการทดลองว่าเมื่อสีของไอคอนและพื้นหลังมีความแตกต่างกันมาก (High Contrast) จะทำให้การมองเห็นและแยกแยะรวมไปถึงจดจำได้ง่ายกว่าอย่างเช่นไอคอนสีเหลืองบนพื้นหลังสีเหลือง จะแยกแยะได้ง่ายกว่า ไอคอนสีดำบนพื้นหลังสีน้ำเงิน ในส่วนของงานวิจัยที่เกี่ยวกับความเร็วและการตอบสนอง ได้ทำงานวิจัยเกี่ยวกับการตอบสนองของผู้ใช้งานกับการใช้งานคอมพิวเตอร์ โดยอาศัยกฎของ Fitts' Law คือ งานใช้ความเร็วมากจะทำให้เวลาการเคลื่อนที่และเกิดข้อผิดพลาดมากขึ้นด้วย นั่นคือความยากของงาน (Index of difficulty) มีผลต่อเวลาของการเคลื่อนที่ ซึ่งเป็นทฤษฎีการแลกเปลี่ยนระหว่างความเร็วและความแม่นยำ (Speed and accuracy trade off) โดยมากจะนำมาประยุกต์กับงานที่เกี่ยวกับการใช้งานคอมพิวเตอร์ งานวิจัยเรื่อง

ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางกายภาพของเมาส์และสมรรถนะการใช้งานของผู้ใช้ [14] ประยุกต์แนวคิดลักษณะนี้เพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะการทำงานของเมาส์การยศาสตร์กับปกติ ทำการทดลองให้ทำงานชี้เมาส์แต่ละแบบไปในสองทิศทางคือทิศทางในแนวตั้งและในแนวนอนโดยมีเป้าหมายการทำงานให้ทำด้วยความเร็วมากที่สุดและไม่ให้เกิดความผิดพลาดขึ้นด้วยได้ผลการทดลองพบว่าการใช้เมาส์ทั้งสองแบบนี้ให้สมรรถนะของการทำงานที่ไม่แตกต่างกัน ในแนวคิดเดียวกันนี้ก็มีการประยุกต์ใช้เปรียบเทียบกับการทำงานด้วยแป้นพิมพ์ งานการประเมินสมรรถนะการใช้แป้นพิมพ์การยศาสตร์โดยอาศัยหลักการกฎของฟิตส์ [15] ได้ทำการทดลองด้วยแนวคิดเดียวกันแต่ทำการทดลองกับแป้นพิมพ์โดยทำการเปรียบเทียบสมรรถนะระหว่างแป้นพิมพ์การยศาสตร์กับแป้นพิมพ์ทั่วไปผลที่ได้จากการทดลองพิสูจน์ได้ว่าการทำงานด้วยแป้นพิมพ์การยศาสตร์สามารถให้สมรรถนะการทำงานที่ดีกว่าแป้นพิมพ์ทั่วไป ส่วนการนำไปประยุกต์กับงานในลักษณะอื่น ๆ นั้นมีงานวิจัยระยะห่างระหว่างโต๊ะสอบเพื่อป้องกันการทุจริตโดยใช้การแลกเปลี่ยนระหว่างความเร็วกับความแม่นยำ [16] ทำการทดลองด้วยแนวคิด Speed and accuracy trade off โดยประยุกต์ใช้กับการสอบ ให้ระยะห่างระหว่างโต๊ะสอบและระยะเวลาในการมองข้อสอบเป็นตัวแปรต้น เพื่อหาข้ออัตราการลอกข้อสอบที่ผิดพลาดในแต่ละระยะห่างโต๊ะสอบและเวลาของการมองข้อสอบ ทำให้สามารถหาดัชนีความยากของแต่ละรูปแบบงานและสร้างความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีความยากกับอัตราผิดพลาดในการลอกข้อสอบที่สามารถนำไปใช้เป็นหลักการในการจัดโต๊ะสอบและการออกแบบสถานีงานต่างๆได้

บทที่ 3 การดำเนินงานวิจัย

การดำเนินงานวิจัยเพื่อศึกษาสมรรถนะของบุคคลในการเสียบสายไฟเข้ากับหัวเชื่อมสายไฟ โดยอาศัยรูปแบบการหาสมรรถนะแบบ Fitts' law นำมาประยุกต์การออกแบบการทดลองในแต่ละแบบเพื่อแบ่งระดับความยากของงานโดยรายละเอียดขั้นตอนเป็นดังนี้

3.1 กลุ่มผู้เข้าทำการทดลอง

กลุ่มผู้เข้าทดสอบเลือกจากอาสาสมัครอ้างอิงจากข้อมูลพนักงานในกระบวนการประกอบของโรงงานกรณีศึกษา โดยคำนึงถึงปัจจัยที่น่าจะมีผลต่อการทดลองคือปัจจัยของอายุและส่วนสูง ในด้านปัจจัยของอายุจำเป็นต้องคัดเลือกผู้เข้าทดลองให้ใกล้เคียงกับทางโรงงานเนื่องการเคลื่อนไหวของคนที่มีอายุต่างกันจะตอบสนองการทำงานได้ไม่เหมือนกันและในส่วนปัจจัยส่วนสูงก็เช่นเดียวกันผู้ที่มีส่วนสูงมากเกินไปหรือน้อยเกินไปจะมีการเคลื่อนไหวในการทำงานกับสถานีงานที่มีความสูงที่กำหนดไว้แล้วต่างกัน ซึ่งข้อมูลของพนักงานเป็นดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ข้อมูลอายุและส่วนสูงของพนักงานกระบวนการประกอบ

เพศ	จำนวน	อายุ (ปี)		ส่วนสูง (ซม.)	
		เฉลี่ย	SD	เฉลี่ย	SD
ชาย	9	23.6	2.6	167.6	4.1
หญิง	27	21.4	3.8	158.7	3.8

การคัดเลือกผู้เข้าทดลองจึงเลือกผู้ที่มีอายุระหว่าง 20-25 ปี โดยที่มีทั้งเพศชายและหญิง ส่วนสูงของเพศชายระหว่าง 165-173 ซม. ส่วนสูงของเพศหญิงระหว่าง 155-162 ซม. ที่ถนัดมือขวา ไม่มีอาการบาดเจ็บที่ข้อมือ แขน ข้อศอก ตาไม่บอดสีและไม่เคยมีประสบการณ์ในการเสียบสายไฟเข้ากับหัวเชื่อมสายไฟมาก่อน โดยที่การทดลองนี้ต้องทำการควบคุมปัจจัยด้านอื่นๆ ที่ส่งผลกระทบต่อการทำงานเพื่อให้ได้ผลการทดลองที่น่าเชื่อถือโดยอ้างอิงจากสถานีงานจริง ดังนี้

- ควบคุมแสงสว่างที่ความเข้มประมาณ 300 - 350 ลักซ์
- ควบคุมอุณหภูมิในห้องที่ใช้ทดลองที่ประมาณ 25 องศาเซลเซียส
- ใช้โต๊ะประกอบอ้างอิงความสูงจากสถานีงานจริงที่ 0.8 เมตร

3.2 สถานที่ใช้ในการทดลอง

สถานที่ที่ใช้ในการทดลองเป็นห้องจำลองสถานีนงาน ซึ่งมีลักษณะเป็นห้องขนาด 20x5 เมตร เป็นห้องเป็นแสงแดดส่องไม่ถึง ควบคุมอุณหภูมิโดยใช้เครื่องปรับอากาศที่ 25 องศาเซลเซียส

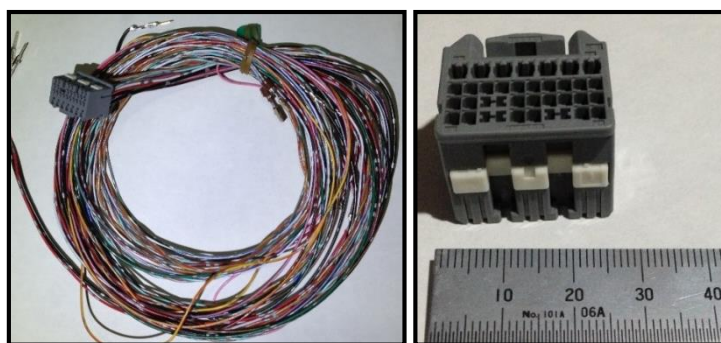


รูปที่ 3.1 ห้องทำการทดลองการเสียบสายไฟและโต๊ะจำลองสถานีนงานสูง 1 เมตร

3.3 อุปกรณ์ที่ใช้ทำการทดลอง

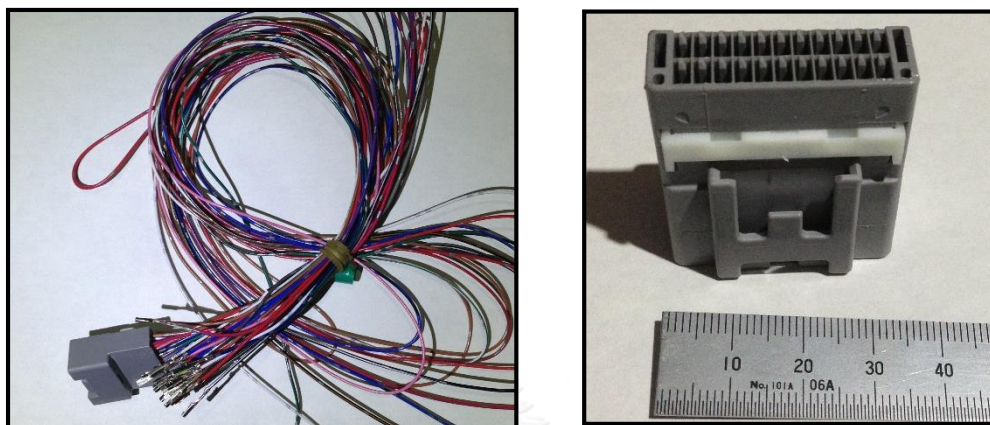
อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองจะเป็นชุดหัวคอนเชื่อมสายไฟและสายไฟสีต่าง ๆ ซึ่งหัวเชื่อมสายไฟที่จะนำมาทดลองนั้นแบ่งได้เป็น 3 กลุ่มใหญ่ ตามจำนวนรูเสียบสายไฟคือ ขนาดเล็ก ขนาดกลาง ขนาดใหญ่ มีลักษณะดังต่อไปนี้

3.3.1 หัวเชื่อมสายไฟของสายการผลิตที่เป็นชนิดที่เกิดความผิดพลาดจากการเสียบสายไฟมากที่สุด คือหัวเชื่อมสายไฟหมายเลข 206 ซึ่งมีจำนวนรูเสียบสายไฟมากที่สุด จำนวน 31 รูเสียบ (หัวเชื่อมสายไฟใหญ่) และชุดสายไฟสีต่างๆ ตามรุ่นของหัวเชื่อมสายไฟ



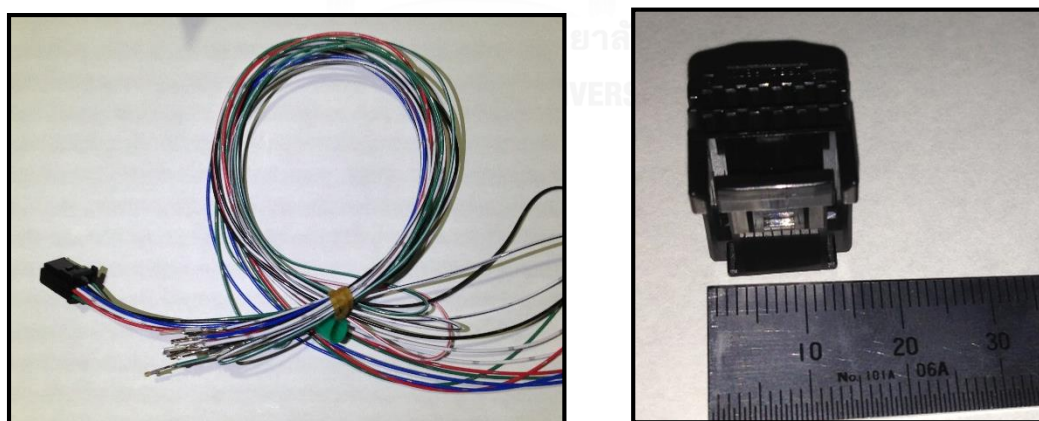
รูปที่ 3.2 หัวเชื่อมสายไฟหมายเลข 206

3.3.2 หัวเชื่อมสายไฟของสายการผลิตที่เป็นชนิดที่เกิดความผิดพลาดเป็นอันดับที่ 2 โดยที่มีจำนวนรูเสียบสายไฟจำนวน 22 รูเสียบ (หัวเชื่อมสายไฟกลาง) และชุดสายไฟสีต่างๆ ตามรุ่นของหัวเชื่อมสายไฟ



รูปที่ 3.3 หัวเชื่อมสายไฟหมายเลข 701

3.3.3 หัวเชื่อมสายไฟของสายการผลิตที่เป็นรุ่นที่ไม่ค่อยเกิดความผิดพลาดจากการเสียบสายไฟ ซึ่งมีจำนวนรูเสียบสายไฟจำนวน 12 รูเสียบ (หัวเชื่อมสายไฟเล็ก) และชุดสายไฟสีต่างๆ ตามรุ่นของหัวเชื่อมสายไฟ



รูปที่ 3.4 หัวเชื่อมสายไฟหมายเลข 25

3.3.4 กล้องบันทึกภาพเคลื่อนไหว รุ่น Canon EOS 5D Mark II เพื่อใช้บันทึกเวลาการเสียบสายไฟแต่ละเส้นและเก็บข้อมูลของการผิดพลาดในการเสียบสายไฟเข้าหัวเชื่อมสายไฟและขาตั้งกล้อง



รูปที่ 3.5 กล้องบันทึกภาพเคลื่อนไหวรุ่น Canon EOS 5D Mark II

3.3.5 ภาพแผนผังบอกตำแหน่งการเสียบสายไฟแต่ละสีกับตำแหน่งรูเสียบสายไฟของหัวเชื่อมสายไฟ โดยที่อ้างอิงตามคุณลักษณะของสถานีงานจริง

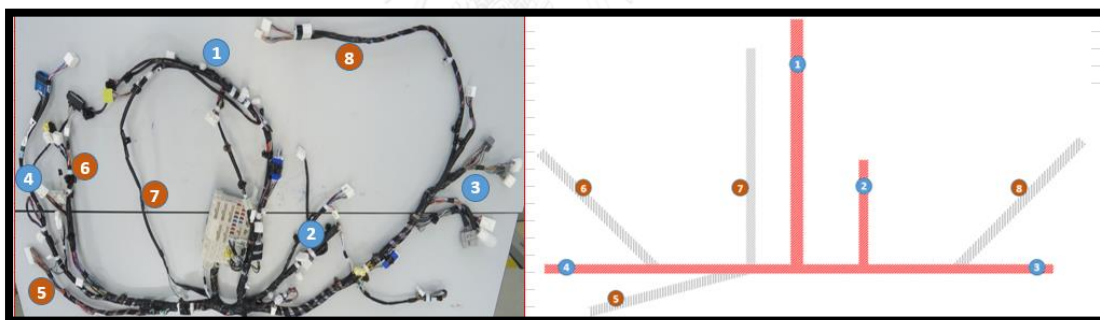


รูปที่ 3.6 ตัวอย่างแผนผังบอกตำแหน่งเสียบสายไฟของหัวเชื่อมสายไฟรุ่น 206

3.3.6 กระดานจำลองใช้วางสายไฟและชิ้นงาน

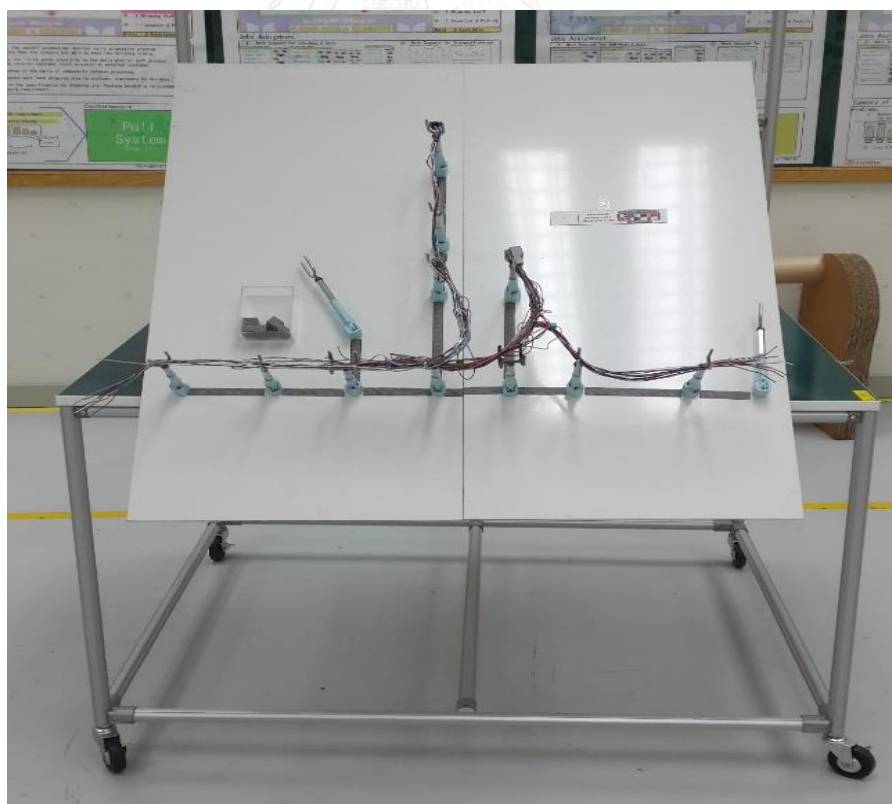
กระดานที่ใช้ในการประกอบสายไฟนั้นมีสองส่วนประกอบหลักคือกระดานกับแท่นวางสายไฟ กระดานประกอบสายไฟจริงที่ใช้ในโรงงานนั้นเป็นกระดานที่มีแท่นวางสายไฟเป็นจำนวนมากซึ่งเกิดจากชนิดของผลิตภัณฑ์ที่มีหลากหลายของรถยนต์เช่น กระจกมองข้างพับด้วยไฟฟ้าจะมีเฉพาะรุ่นของรถยนต์ที่มีราคาแพง นั่นคือรุ่นของรถยนต์ที่มีราคาแพงจะต้องมีการประกอบสายไฟที่มากกว่ารุ่นของรถยนต์ที่มีราคาถูกกว่า ในที่นี้จะมีสายไฟกลุ่มหนึ่งที่มีอยู่ในรถยนต์ทุกรุ่นซึ่งจะเรียกว่าสายไฟหลัก ส่วนสายไฟที่มีในบางรุ่นจะเรียกว่าสายไฟเสริม ในการสร้างกระดานประกอบจำลองเพื่อใช้ทดลองครั้งนี้จึงเลือกที่จะใช้เฉพาะสายไฟของรถยนต์สายหลักเนื่องจากหัวเชื่อมสายไฟที่ใช้ในการทดลองจะอยู่ที่สายไฟหลักอยู่แล้วและเพื่อลดค่าใช้จ่ายของแท่นวางสายไฟที่มีราคาค่อนข้างแพง โดยที่กลุ่มสายไฟหลักและสายไฟเสริมจะเป็นดังรูปที่ 3.7

รูปทางด้านซ้ายจะเป็นสายไฟจริงโดยมี หมายเลข 1-4 คือ กลุ่มของสายไฟหลักและ หมายเลข 5-8 คือกลุ่มของสายไฟเสริม และรูปทางด้านขวาเป็นแผนผังของสายไฟซึ่งสีแดงจะหมายถึงกลุ่มของสายไฟหลักและสีเทาจะหมายถึงกลุ่มสายไฟเสริม



รูปที่ 3.7 กลุ่มสายไฟหลักและสายไฟเสริม

จากนั้นนำแผนผังมาทำการสร้างกระดานจำลองซึ่งมีขนาดและมุมเป็นดังรูปที่ 3.8 โดยอ้างอิงมาจากสถานีงานจริงและชุดแท่นวางสายไฟที่ใช้วางสายไฟหลักจำนวน 12 แท่นวาง



รูปที่ 3.8 กระดานและแขนวางสายไฟสำหรับใช้ประกอบสายไฟ

3.4 การดำเนินการทดลองและเก็บข้อมูล

1. ศึกษาสภาพสถานีงานในโรงงานกรณีศึกษาเป็นกำหนดปัจจัยและอ้างอิงนำมาจำลองสถานีงานที่ห้องทำการทดลองโดยมีปัจจัยสภาพแวดล้อมที่ต้องควบคุมคือ ควบคุมอุณหภูมิที่ 25 องศาเซลเซียส ควบคุมความเข้มของแสงสว่างประมาณ 300 - 350 luxes ความสูงของสถานีงานจากพื้นจนถึงขอบกระดานประกอบด้านล่างที่ 80 ซม.

2. ออกแบบการทดลอง งานวิจัยนี้กำหนดรูปแบบการทดลองตามความยากของอุปกรณ์หัวเชื่อมสายไฟซึ่งมี 3 ขนาด หัวเชื่อมสายไฟขนาดที่ 1 มี 12 รูเสียบ ขนาดที่ 2 มี 22 รูเสียบ ขนาดที่ 3 มี 31 รูเสียบ ซึ่งรูปภาพและลักษณะของหัวเชื่อมสายไฟทั้งสามขนาดได้อธิบายไว้ในหัวข้อ 3.3 ส่วนชนิดของสายไฟแบ่งตามสีของสายไฟซึ่งมีทั้งหมด 34 แบบ ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 แสดงชนิดของสีสายไฟทั้งหมด 33 ชนิด

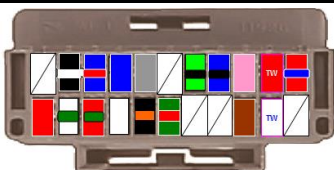

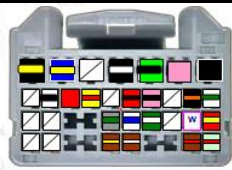


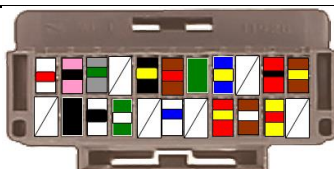

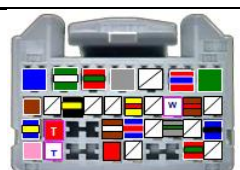
No.	สีสายไฟ	No.	สีสายไฟ
1	แดง	18	ดำ-ส้ม
2	ขาว	19	เขียว-แดง
3	น้ำเงิน	20	น้ำตาล
4	ดำ	21	ขาวสายม้วน
5	ดำ-ขาว	22	ดำ-เหลือง
6	เขียว-ขาว	23	น้ำเงิน-เหลือง
7	เขียว	24	ขาว-ดำ
8	ขาว-แดง	25	เหลือง-แดง
9	น้ำเงิน-แดง	26	แดง-ดำ
10	เทา	27	ชมพู-ดำ
11	เขียว-ดำ	28	เทา-เขียว
12	น้ำเงิน-ดำ	29	ขาว-น้ำเงิน
13	ชมพู	30	แดง-เหลือง
14	แดงสายม้วน	31	น้ำตาล-เหลือง
15	แดง-น้ำเงิน	32	น้ำตาล-ขาว
16	ขาว-เขียว	33	น้ำตาล-แดง
17	แดง-เขียว		

ในการทดลองเพื่อเก็บข้อมูลของการเสียบสายไฟทั้งหมด 33 แบบ เข้าหัวเชื่อมสายไฟทั้งหมด 3 ขนาด จึงแบ่งการทดลองเพื่อให้เก็บข้อมูลเวลาการเสียบสายไฟทุกสีในทุกๆ ขนาดหัวเชื่อมสายไฟได้ครบเป็น ดังนี้

- หัวเชื่อมสายไฟขนาด 31 รูเสียบ เสียบสายไฟ 22 เส้น ทำการทดลอง 2 ครั้ง
- หัวเชื่อมสายไฟขนาด 22 รูเสียบ เสียบสายไฟ 17 เส้น ทำการทดลอง 3 ครั้ง
- หัวเชื่อมสายไฟขนาด 12 รูเสียบ เสียบสายไฟ 8 เส้น ทำการทดลอง 3 ครั้ง

จากนั้นทำการสุ่มสีและตำแหน่งการเสียบเข้าไปในหัวเชื่อมสายไฟจะได้ลำดับการทดลองเป็นดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 ลำดับการทดลองการเสียบสายไฟ

การทดลองครั้งที่	รูปแบบของการทดลอง	จำนวนการทดลองซ้ำ (ครั้ง)
1	หัวเชื่อมสายไฟ ขนาดกลาง 22 รู เสียบสายไฟ 17 เส้น 	20
2	หัวเชื่อมสายไฟ ขนาดเล็ก 12 รู เสียบสายไฟ 8 เส้น 	20
3	หัวเชื่อมสายไฟขนาด ใหญ่ 31 รู เสียบสายไฟ 22 เส้น 	20
4	หัวเชื่อมสายไฟ ขนาดเล็ก 12 รู เสียบสายไฟ 8 เส้น 	20
5	หัวเชื่อมสายไฟ ขนาดเล็ก 12 รู เสียบสายไฟ 8 เส้น 	20
6	หัวเชื่อมสายไฟขนาด กลาง 22 รู เสียบสายไฟ 16 เส้น 	20
7	หัวเชื่อมสายไฟ ขนาดเล็ก 12 รู เสียบสายไฟ 9 เส้น 	20
8	หัวเชื่อมสายไฟขนาด ใหญ่ 31 รู เสียบสายไฟ 22 เส้น 	20

3. คัดเลือกผู้เข้าทดสอบ โดยคัดเลือกทั้งเพศชายและหญิง ตามเกณฑ์ในหัวข้อที่ 3.1
4. ก่อนทำการทดสอบ ทำการอธิบายลักษณะของสถานีงาน จุดวางชิ้นส่วนอุปกรณ์ ในสถานีงาน ลักษณะของชิ้นส่วนหัวเชื่อมสายไฟ ลักษณะของสายไฟสีต่างๆ และภาพแผนผังการเสียบสายไฟแก่ผู้เข้าทดลอง
5. ให้ผู้เข้าทดลองทดสอบฝึกทำการเสียบสายไฟเข้ากับหัวเชื่อมสายไฟตามแผนผังการเสียบสายไฟก่อนที่จะทำการทดสอบและเก็บเวลา เพื่อให้เกิดความเคยชินก่อนปฏิบัติจริง โดยที่ให้ฝึกปฏิบัติ 3 ครั้ง พร้อมทำการถ่ายวิดีโอด้วยและเก็บข้อมูลลงตามตารางที่ 3.4
6. ทำการทดสอบจริงโดยการทดลองเรียงลำดับตามตารางที่ 3.3 แต่ละการทดลองให้ผู้ทดสอบหยิบสายไฟแล้วเสียบเข้ากับหัวเชื่อมสายไฟโดยให้กำหนดจุดประสงค์เป็นการเสียบสายไฟเข้าหัวเชื่อมสายไฟให้เร็วที่สุดตามแผนผังการเสียบที่กำหนดให้ จำนวนการทดลองซ้ำในแต่ละการทดลอง 20 ครั้ง โดยรวมการฝึกปฏิบัติอีก 3 ครั้ง เป็นทั้งหมด 23 ครั้ง
7. ผู้เข้าทดลองทำการทดลองแต่ละระดับปัจจัยของการทดลอง ซึ่งกำหนดปัจจัย จำนวนของสายไฟจะขึ้นอยู่กับรูของหัวเชื่อมสายไฟที่เสียบ แต่ลักษณะของสีสายไฟจะเป็นปัจจัยแบบสุ่ม ซึ่งเกิดจากการหยิบของผู้ทดลองเอง หลังจากทำการทดลองจบ 1 ครั้ง จะให้ผู้เข้าทดสอบพักเป็นเวลา 1 นาที , พักระหว่างชั่วโมง 15 นาที และให้ผู้ทดสอบทำการทดสอบต่อวันไม่เกิน 4 ชั่วโมง
8. บันทึกวิดีโอผู้ทดสอบทุกคนครบทุกเงื่อนไข คือ ขนาดของหัวเชื่อมสายไฟ จำนวนสายเสียบ แล้วทำการจับเวลาแต่ละครั้งการทดลองตามเวลาที่ได้จากการบันทึกวิดีโอรวมถึงบันทึกความผิดพลาดที่เกิดจากการเสียบสายไฟลงในตารางบันทึกผลการทดลอง และเมื่อมีการเสียบสายไฟผิดพลาดหรือผิดช่องต้องทำการทดลองนั้นใหม่
9. หาความสัมพันธ์ของระยะเวลาในการเสียบสายไฟเข้ากับหัวเชื่อมสายไฟในแต่ละชนิดของสายไฟและชนิดของหัวเชื่อมสายไฟ นำข้อมูลเวลาการเสียบสายไฟของผู้เข้าทดลองทุกคนมาสร้างกราฟเทียบกับสีของสายไฟ โดยให้แกน X เป็นสีของสายไฟของแต่ละหัวเชื่อมสายไฟ ส่วนแกน Y เป็นเวลาการเสียบสายไฟ (MT) แล้วใช้วิธีกำหนดแกน X ด้วยวิธีการ Optimization ซึ่งคือสีสายไฟและขนาดหัวเชื่อมสายไฟที่เป็นเชิงคุณภาพ ปรับเข้าหาเส้นตรงด้วยการใช้วิธี GRG nonlinear ฟังก์ชัน solver ในโปรแกรม Microsoft excel ช่วยในการหาค่าสเกลของแกน x ที่ดีที่สุดโดยมีเป้าหมายคือได้ผลรวมของ R^2 ของผู้เข้าทดลองทุกคนสูงที่สุด ซึ่งผลรวมของ R^2 นี้้อธิบายได้ว่าเวลาในการทำงานกับดัชนีความยากมีความสัมพันธ์กันในเชิงเส้นตรงและเป็นดัชนีที่ใช้ได้กับทุกคน เมื่อได้เป็นงานเชิง

ปริมาณออกมาหรือสเกลของแกน X ที่เป็นค่าดัชนีของความยาก (ID) ของสายไฟและหัวเชื่อมสายไฟ จะนำไปสร้างกราฟสมรรถนะในขั้นตอนต่อไป

10. ทดลองหาสมรรถนะของผู้เข้าทดลองการเสียบสายไฟเข้าหัวเชื่อมสายไฟโดยหลังจากที่สามารถกำหนดค่า ID ได้แล้ว นำค่า ID นี้มาสร้างกราฟเทียบเวลาของผู้ทดลองแต่ละคนโดยให้แกน X เป็นค่าของดัชนีความยาก ส่วนแกน Y เป็นค่าของเวลาการเสียบสายไฟของแต่ละบุคคล (MT) ซึ่งจะได้กราฟความสัมพันธ์ของ ID และ MT ที่มีความชันของกราฟเป็นค่าสมรรถนะของงานเสียบสายไฟเข้าหัวเชื่อมสายไฟของแต่ละบุคคล แล้วทำการหาเส้นสมรรถนะที่เป็นค่ากลางใช้เป็นสมรรถนะมาตรฐาน หรือเป็นสมรรถนะที่คนส่วนมากสามารถทำงานนี้ได้

11. ทำการทดลองในแบบเดียวกัน กับพนักงานในโรงงานกรณีศึกษาจำนวน 5 คนซึ่งแต่ละคนมีประสบการณ์ในการทำงานที่แตกต่างกันและจะได้สมรรถนะของพนักงานในโรงงาน นำสมรรถนะของบุคคลที่ไม่มีประสบการณ์เสียบสายไฟมาเปรียบเทียบกับสมรรถนะของพนักงานโรงงานกรณีศึกษา

12. ทำการคำนวณหารอบเวลาของการผลิตโดย อ้างอิงจางค่าสมรรถนะที่ยอมรับเป็นมาตรฐานของบุคคลทั่วไปและสมรรถนะจากพนักงานที่มีประสบการณ์ตั้งแต่ 1-5 ปี แล้วทำการทดลองปรับค่ารอบเวลาของการผลิตที่สถานีงานจริงเก็บข้อมูลด้าน ความผิดพลาด ปริมาณงานที่ผลิตได้ต่อวัน เป็นระยะเวลา 1 สัปดาห์ เก็บข้อมูลผลการทดลองแล้ววิเคราะห์ผลการทดลอง

ตารางที่ 3.4 ตัวอย่างตารางบันทึกผลการทดลอง

ครั้งที่	1	2	3	23	เวลาเฉลี่ย
สายไฟ							
ดำ-ขาว							
น้ำเงิน-แดง							
น้ำเงิน							
เทา							
เขียว-ดำ							
น้ำเงิน-ดำ							
ชมพู							
แดงสายม้วน							
แดง-เขียว							
แดง							
ขาว-เขียว							
แดง-เขียว							
ขาว							
ดำ-ส้ม							
เขียว-แดง							
น้ำตาล							
ขาวสายม้วน							
เวลารวม							

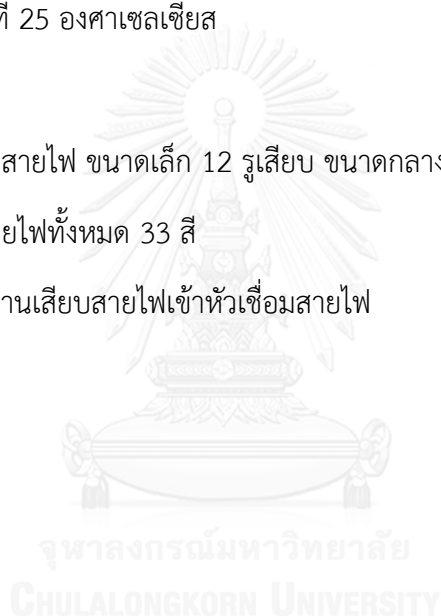
3.5 ตัวแปรในการทำการทดลอง

ตัวแปรควบคุม ได้แก่

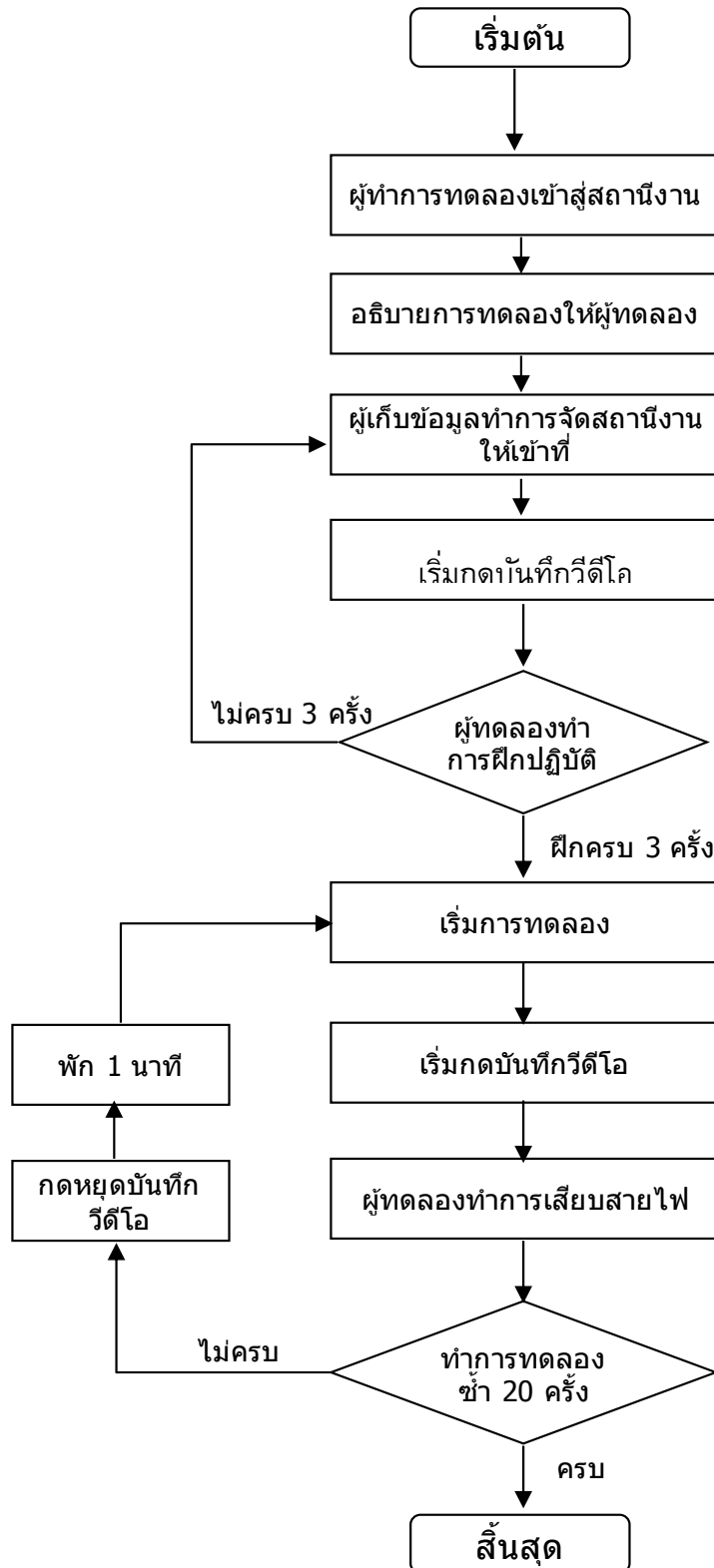
- ขนาดของแผนผังการเสียบสายไฟ กว้าง 3.5 ซม. ยาว 5 ซม.
- การจัดวางอุปกรณ์สายไฟ, หัวเชื่อมสายไฟ และการจัดสถานีงาน
- ระดับความสูงของพื้นจนถึงขอบกระดานประกอบ ที่ 80 ซม.
- วิธีการเสียบสายไฟเข้าหัวเชื่อมสายไฟ เสียบสายไฟให้เร็วที่สุดโดยไม่เกิดข้อผิดพลาด
- การส่องสว่างที่สถานีงานควบคุมที่ 300 – 350 ลักซ์
- อุณหภูมิควบคุมที่ 25 องศาเซลเซียส

ตัวแปรผันแปร ได้แก่

- ชนิดของหัวเชื่อมสายไฟ ขนาดเล็ก 12 รูเสียบ ขนาดกลาง 22 รูเสียบและใหญ่ 31 รูเสียบ
- ชนิดของสีของสายไฟทั้งหมด 33 สี
- เวลาของการทำงานเสียบสายไฟเข้าหัวเชื่อมสายไฟ



3.6 ขั้นตอนการทดลองการเสียบสายไฟเข้าหัวเชื่อมสายไฟ



รูปภาพตัวอย่างขั้นตอนการทดลองงานเสียบสายไฟเข้าหัวเชื่อมสายไฟ



1 ผู้ทดลองเข้าสู่สถานี



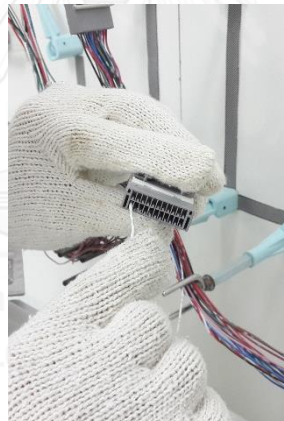
2 หยิบหัวเชื่อมสายไฟ



3 หยิบสายไฟ และเริ่ม
บันทึกวิดีโอ



6 เสียบสายไฟจนครบทุกเส้น



5 เสียบสายไฟตามแผนผัง



4 ดูแผนผังเสียบสายไฟ



7 วางหัวเชื่อมสายไฟลงบนกระดานประกอบ
หยุดบันทึกวิดีโอ



8 สิ้นสุดการทดลอง 1 ครั้ง

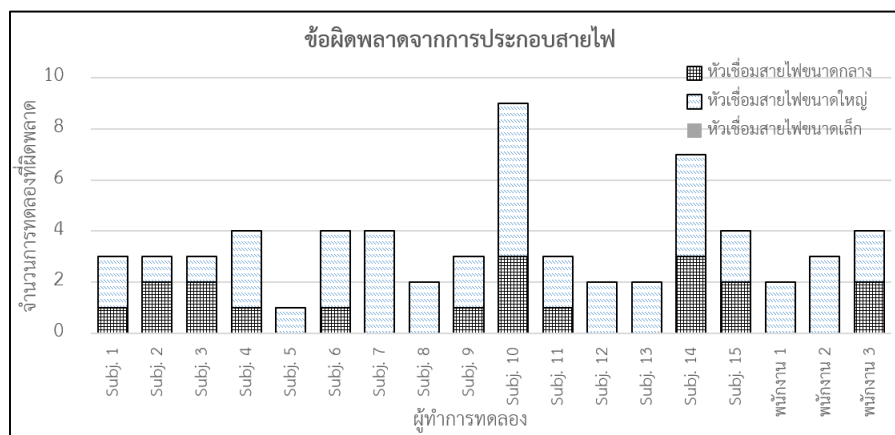
บทที่ 4

ผลการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลอง

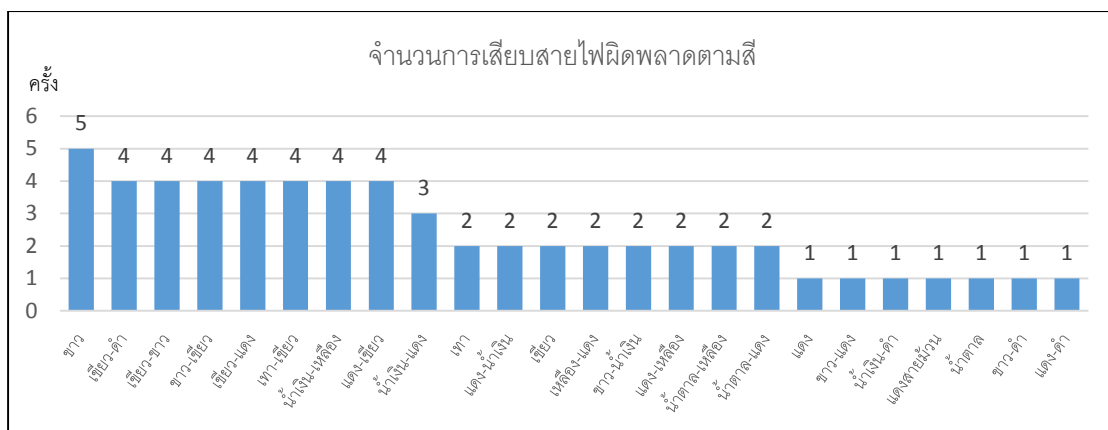
การทดลองเสียบสายไฟจำนวน 33 ชนิดของสี่เข้ากับหัวเชื่อมสายไฟจำนวน 3 ขนาด ตามที่ได้ออกแบบการทดลองไว้ทั้งหมด 8 การทดลอง แต่ละการทดลองทำซ้ำจำนวน 20 ครั้ง ผู้เข้าร่วมทำการทดลองจำนวน 15 คน และพนักงานจริงในสายการผลิตทำการทดลองจำนวน 3 คน เพื่อหาเวลาในการเสียบสายไฟเข้ากับหัวเชื่อมสายไฟเพื่อที่จะนำผลของเวลาการเคลื่อนที่จากการทดลองมาดำเนินการวิเคราะห์

4.1 เวลาที่ใช้ในการเสียบสายไฟเข้ากับหัวเชื่อมสายไฟ (Movement time; MT)

การเสียบสายไฟเข้ากับหัวเชื่อมสายไฟใช้การจับเวลาโดยบันทึกวิดีโอ เวลาในการเคลื่อนที่ของสายไฟแต่ละเส้นจะเริ่มนับตั้งจากผู้เข้าทำการทดลองหยิบสายไฟจนเสียบสายไฟเข้ากับหัวเชื่อมสายไฟเสร็จ ผู้ทำการทดลองทั้งหมด 18 คน รวมพนักงานจริงของสายการผลิตมีจำนวนการทดลองทั้งหมด 2,880 ครั้ง มีข้อผิดพลาดจากการเสียบสายไฟผิดพลาดทั้งหมด 63 ครั้ง ซึ่งการทดลองที่เกิดข้อผิดพลาดจากการเสียบสายไฟผิดช่องนี้ ตามข้อกำหนดในการทดลองจะไม่นำมาวิเคราะห์ผลแต่จะต้องทำการทดลองซ้ำเพิ่มเพื่อนำมาทดแทน โดยข้อผิดพลาดจากการทดลองที่เกิดขึ้นได้ทำการสรุปแยกแต่ละชนิดหัวเชื่อมสายไฟและสี่สายไฟ ดังรูปที่ 4.1 พบว่า ผู้ทำการทดลองที่มีการเสียบสายไฟผิดพลาดคือผู้ทดลองคนที่ 10 เสียบสายไฟผิดช่องจำนวน 9 การทดลอง ซึ่งคิดเป็น 5.6% และลำดับต่อมาคือผู้ทดลองคนที่ 14 มีจำนวนการเสียบสายไฟผิดช่องจำนวน 7 การทดลอง ซึ่งคิดเป็น 4.4% สี่ที่ผิดพลาดมากที่สุดคือสีขาว ดังรูปที่ 4.2 อันเกิดจากแผนผังบอกตำแหน่งเสียบจะมีช่องที่ไม่ได้เสียบสายไฟซึ่งใช้สีขาวแทนทำให้สีขาวในแผนผังนั้นมีจำนวนมากกว่าสี่ชนิดอื่น



รูปที่ 4.1 จำนวนของการเสียบสายไฟผิดพลาดของแต่ละบุคคล



รูปที่ 4.2 จำนวนของการเสียบสายไฟผิดพลาดแยกตามชนิดสีของสายไฟ

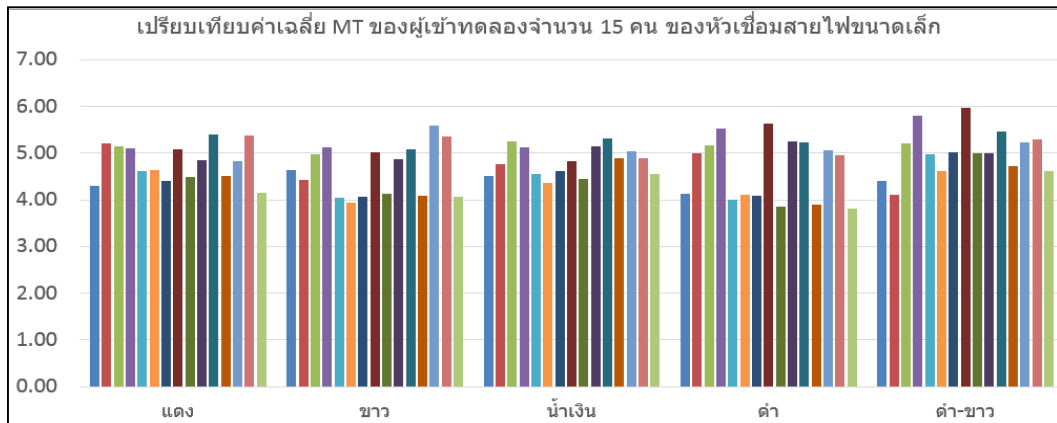
ให้ผู้เข้าทำการทดสอบแต่ละบุคคลทำการทดลองเพิ่มในการทดลองที่มีการเสียบสายไฟผิดพลาดเพื่อนำข้อมูล MT มาทดแทนการทดลองเดิมจนได้ข้อมูลครบ จากนั้นนำข้อมูลการทดลองมาทำการคัดกรองข้อมูลบางส่วนออกเนื่องจากการทดลองบางครั้งจะมีค่าแกว่งของเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนไหวสูงมาก (Outliers) จึงใช้วิธีการคัดกรองออกด้วยการกำหนดขอบเขตจาก การใช้ค่าเฉลี่ยของเวลาการเคลื่อนไหว \pm สองเท่าของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยค่าที่เกินขอบเขตดังกล่าวจะตัดออกไม่นำมาทำการวิเคราะห์ผลการทดลอง

4.2 การกำหนดมาตราของดัชนีความยาก (Index of difficulty; ID)

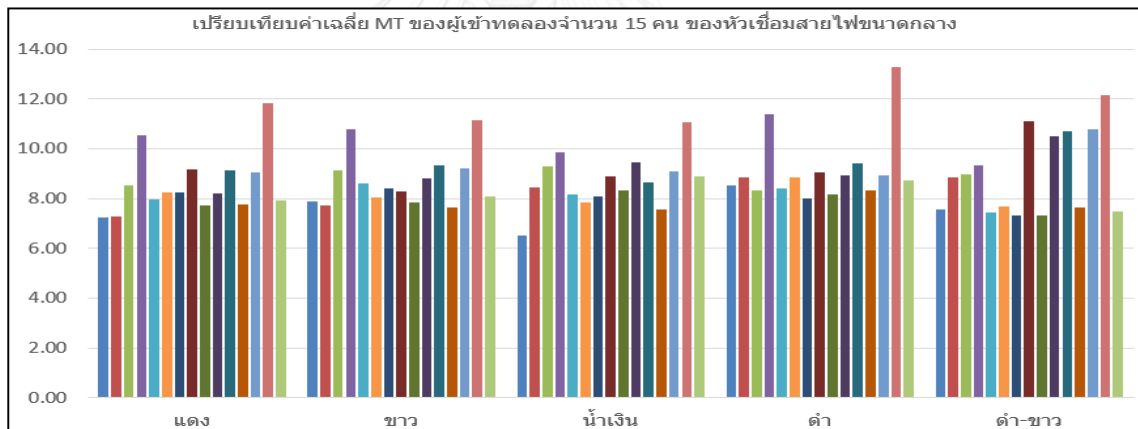
จากการทดลองของ fitts ที่ได้อธิบายถึงความสัมพันธ์ของเวลาในการเคลื่อนที่โดยเปรียบเทียบกับดัชนีของความยากในรูปกราฟ โดยที่กำหนดให้แกน y เป็นเวลาของการเคลื่อนที่ (MT) และในแนวแกน x กำหนดให้เป็นดัชนีของความยากที่เรียงจากน้อยไปสู่มาก เมื่อนำข้อมูลมาทำการสร้างกราฟในลักษณะนี้จะสามารถสร้างเส้นตรงที่มีความชันซึ่งเป็นสมรรถนะของการทำงานนั่นเอง ในการทดลองการเสียบสายไฟเข้ากับหัวเชื่อมสายไฟนี้ได้ใช้แนวคิดของ fitts เพื่อที่จะสร้างเส้นสมรรถนะของแต่ละบุคคลให้เปรียบเทียบกันได้ แต่ก่อนที่จะสร้างกราฟสมรรถนะจะต้องทำการกำหนดดัชนีของความยากเสียก่อน ซึ่งในการทดลองนี้ดัชนีความยากของงานจะถูกกำหนดตามลักษณะปัจจัยของขนาดของหัวเชื่อมสายไฟและสีของสายไฟซึ่งเป็นข้อมูลในเชิงคุณภาพ (Qualitative) จึงจำเป็นต้องนำข้อมูลนี้มาแปลงเป็น เชิงปริมาณ (Quantitative) เสียก่อนจึงจะสามารถกำหนดมาตราส่วนดัชนีความยากของงานได้

4.2.1 วิธีการกำหนดมาตรฐานของดัชนีความยากโดยใช้ค่าเฉลี่ย

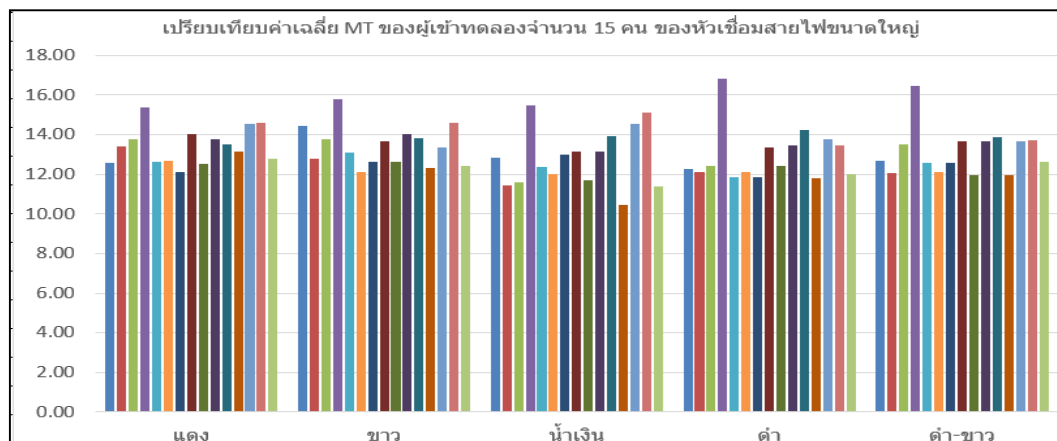
1. ทำการหาค่าเฉลี่ยของ MT ในแต่ละรูปแบบของงานของผู้เข้าทำการทดลอง 15 คน แล้วนำมาเปรียบเทียบกันในลักษณะกราฟแท่ง ค่าเฉลี่ยของ MT ดังรูปที่ 4.3, 4.4, 4.5 เป็นการยกตัวอย่างการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย MT ของสี่สายไฟ แดง, ขาว, น้ำเงิน, ดำ, ดำ-ขาว



รูปที่ 4.3 ค่าเฉลี่ย MT ของผู้ทดลอง 15 คน ของหัวเชื่อมสายไฟขนาดเล็ก

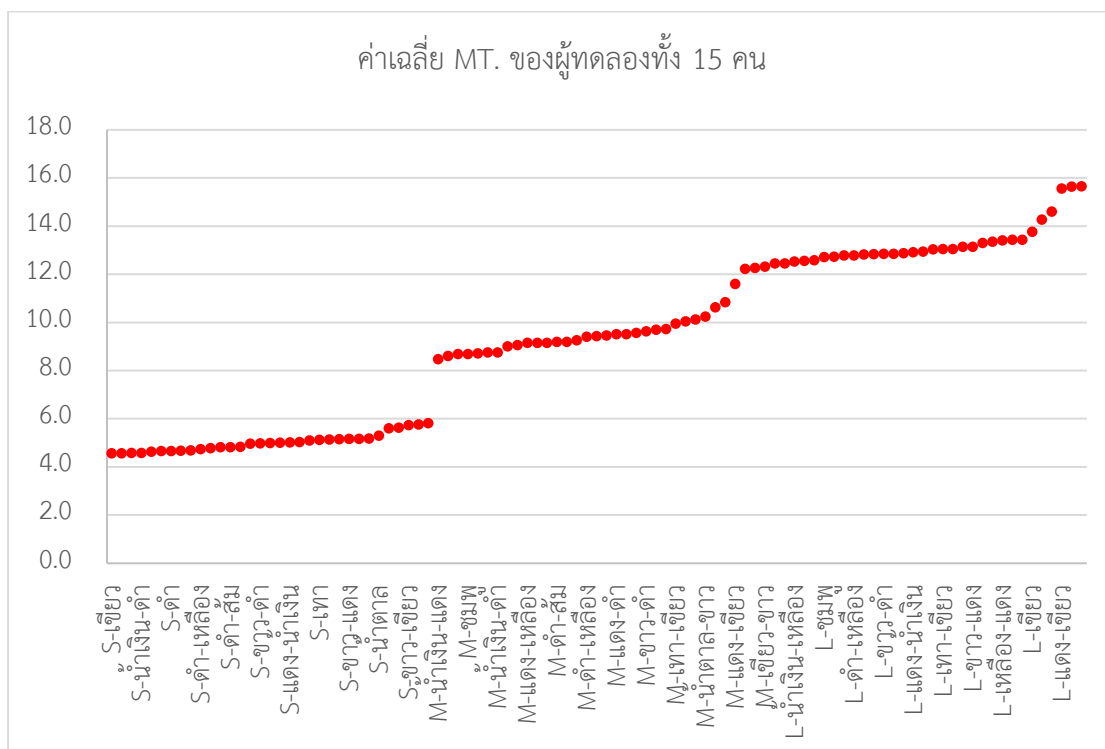


รูปที่ 4.4 ค่าเฉลี่ย MT ของผู้ทดลอง 15 คน ของหัวเชื่อมสายไฟขนาดกลาง



รูปที่ 4.5 ค่าเฉลี่ย MT ของผู้ทดลอง 15 คน ของหัวเชื่อมสายไฟขนาดใหญ่

2. หาค่าเฉลี่ย MT แต่ละรูปแบบของงาน รวมจากผู้ทดลองจำนวน 15 คน แล้วเรียงลำดับจากค่าน้อยที่สุดไปมากที่สุด จะได้ค่าเฉลี่ยของแต่ละรูปแบบงานทั้งหมด 99 รูปแบบ ดังแสดงในรูปที่ 4.6 ซึ่งกราฟค่าเฉลี่ยนี้มีความสัมพันธ์กับเวลาการทำงานในเชิงเส้นตรงที่ยังต่ำอยู่ ในขั้นตอนต่อไปจึงต้องการที่จะกำหนดรูปแบบงานให้เป็นงานเชิงปริมาณ

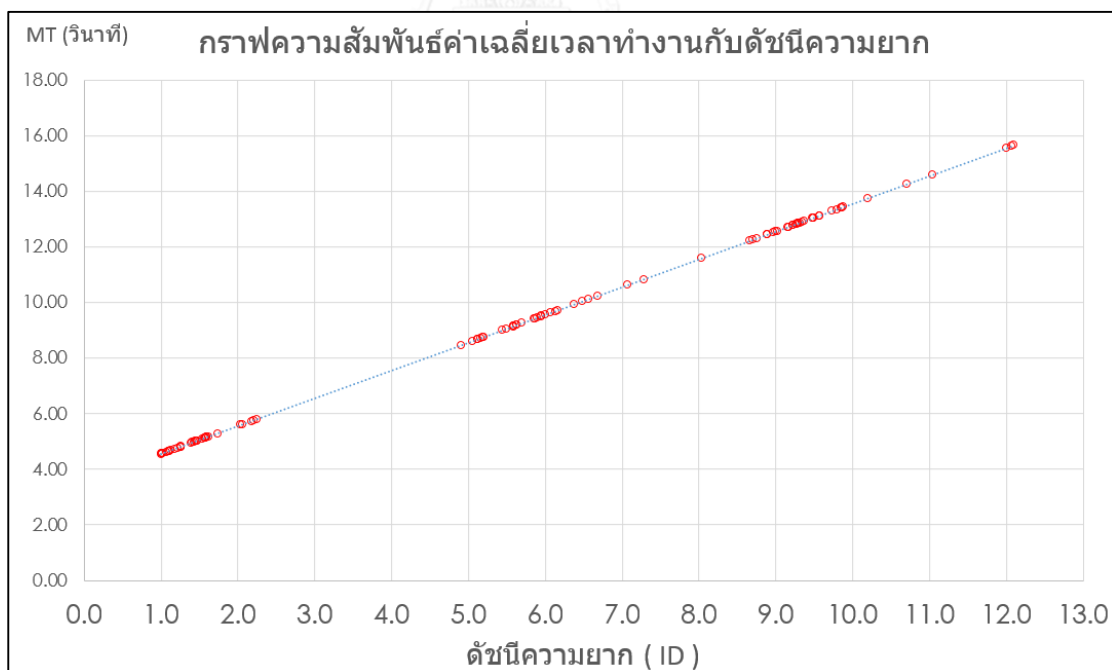


รูปที่ 4.6 กราฟค่าเฉลี่ยเวลาทำงานของผู้ทดลองทั้งหมด 15 คน

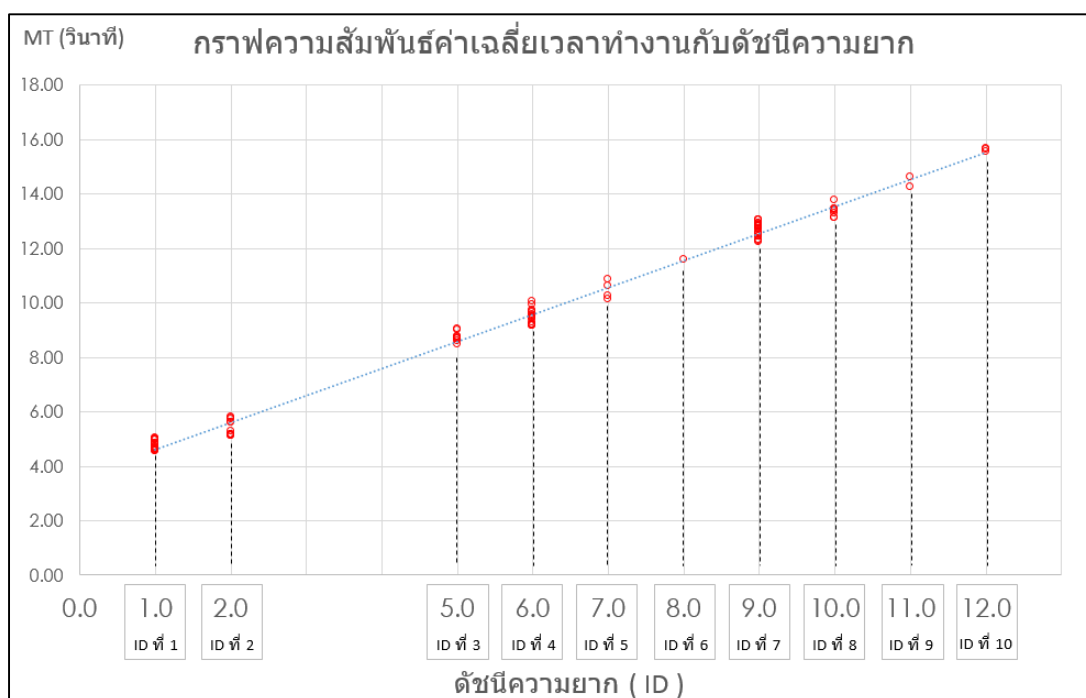
3. การกำหนดดัชนีความยากเริ่มจากหาค่าผลต่างของค่าเฉลี่ย MT ของลำดับที่อยู่ติดกัน โดยเริ่มจากค่าเฉลี่ยที่น้อยที่สุดเสียก่อน แล้วนำผลต่างนี้มากำหนดเป็นค่า ID โดยที่ค่าแรกสุดเริ่มจาก 1 แล้วบวกกับค่าผลต่างค่าเฉลี่ย MT ไปจนครบทุกรูปแบบงาน การกำหนดมาตรา ID ของงานเสียสลายไฟเข้ากับหัวเชื่อมสายไฟด้วยวิธีการใช้ค่าเฉลี่ยของ MT จะได้มาตรา ID ที่มีสีเขียวของหัวเชื่อมสายไฟขนาดเล็กต่ำที่สุดคือ 1.00 และมากที่สุดคือสายไฟสีเขียว-ขาว ของหัวเชื่อมสายไฟขนาดใหญ่ที่ 12.10 ดังตารางที่ 4.1 ซึ่งจะได้ค่าของ ID จำนวน 99 รูปแบบงานและมีความสัมพันธ์ในเชิงเส้นตรงมากขึ้น ดังรูปที่ 4.7 แต่สำหรับดัชนีความยากที่กำหนดมานี้พบว่ามีค่า ID ที่มีความใกล้เคียงกันมากอยู่หลายค่า ดังนั้นจึงพิจารณาที่จะรวม ID ที่ใกล้เคียงกันนี้เข้าด้วยกันเพื่อลดจำนวน ID และง่ายต่อการคำนวณและสรุปผลต่อไป และเมื่อรวม ID เข้าด้วยกันแล้วจะเหลือค่าของ ID จำนวน 10 รูปแบบ ดังรูปที่ 4.8

ตารางที่ 4.1 การกำหนดมาตรา ID ด้วยวิธีค่าเฉลี่ย MT

รูปแบบงาน	ค่าเฉลี่ย MT (วินาที)	ผลต่างจากค่าเฉลี่ย MT ของรูปแบบงานก่อนหน้า	ID (ID ก่อนหน้า + ผลต่าง MT)	รวม ID ที่ใกล้เคียงกันจากการปิดเศษทศนิยม	
S	เชียว	4.55	0.00	1.00	1.0
S	นำเงิน-เหลือ	4.56	0.01	1.01	1.0
S	ขมพู	4.57	0.02	1.02	1.0
S	นำเงิน-ดำ	4.58	0.00	1.02	1.0
S	ขาว	4.63	0.05	1.08	1.0
.
.
.
M	นำเงิน-แดง	8.46	2.66	4.91	5.0
M	แดง	8.60	0.14	5.05	5.0
M	เทา	8.67	0.07	5.12	5.0
M	ขมพู	8.67	0.00	5.12	5.0
M	นำเงิน	8.71	0.03	5.16	5.0
.
.
.
L	เชียว-ดำ	14.26	0.51	10.71	11.0
L	ขาว-เชียว	14.60	0.33	11.04	11.0
L	แดง-เชียว	15.56	0.96	12.00	12.0
L	เชียว-แดง	15.63	0.07	12.07	12.0
L	เชียว-ขาว	15.65	0.02	12.10	12.0



รูปที่ 4.7 กราฟความสัมพันธ์ของค่าเฉลี่ยเวลาทำงานกับดัชนีความยากจากวิธีการกำหนด
ดัชนีความยากจากค่าเฉลี่ยของ MT (ID = 99 ค่า)



รูปที่ 4.8 กราฟความสัมพันธ์ของค่าเฉลี่ยเวลาทำงานกับดัชนีความยากจากวิธีการกำหนดดัชนีความยากจากค่าเฉลี่ยของ MT หลังปรับรวมค่าดัชนีความยาก (ID = 10 ค่า)

การปรับรวมดัชนีความยากที่ใกล้เคียงกันเป็นดัชนีความยากเดียวกันจะทำให้ความสัมพันธ์ในเชิงเส้นตรงระหว่างเวลาการทำงานกับดัชนีความยากนั้นลดลง ดังนั้นในขั้นตอนต่อไปจึงต้องการที่ทำการเพิ่มความสัมพันธ์ในเชิงเส้นตรงให้มากขึ้นโดยใช้วิธีการหาค่าที่ดีที่สุด

4.2.2 วิธีการกำหนดมาตราส่วนของดัชนีความยากด้วยวิธีการหาค่าที่ดีที่สุด

การกำหนดมาตรา ID ด้วยวิธีการหาค่าที่ดีที่สุดเป็นวิธีการกำหนดค่าแกน X หรือ ID โดยเริ่มต้นจากนำค่าดัชนีความยากจากวิธีการกำหนดจากค่าเฉลี่ย MT เป็นจุดเริ่มต้น คำนวณหาผลรวมของ R^2 จากผู้ทดลอง 15 คน ซึ่งคำนวณได้ที่ 12.49 จากนั้นทำการปรับค่าดัชนีความยากใหม่ด้วยวิธีการ GRG nonlinear ที่จะทำให้ได้สมการถดถอยเชิงเส้นมีค่าผลรวมของ R^2 จากผู้เข้าทำการทดลองทั้ง 15 คน ให้ได้ค่าที่สูงที่สุด นั่นคือแกน X และแกน Y มีความสัมพันธ์กันในเชิงเส้นมากขึ้น โดยวิธีดังกล่าวมีรูปแบบดังนี้

Parameter

รูปแบบของงาน $I \in (1,2,3, \dots, 99)$; สีสายไฟ 33สี x ขนาดหัวเชื่อม 3 ขนาด

ผู้เข้าทดลอง $J \in (1,2,3, \dots, 15)$

การทำซ้ำ $K \in (1,2,3, \dots, 20)$

$n = 29,700$ (รูปแบบงาน x ผู้เข้าทดลอง x การทำซ้ำ)

Decision variable

x_{ijk} index of difficulty; ID

Objective function

$$\text{Maximize } Z = \sum_{j \in J} \left(\frac{\sum_{i \in I} \sum_{k \in K} \left(x_{ijk} - \frac{\sum_{i \in I} \sum_{k \in K} x_{ijk}}{n} \right) (y_{ijk} - \bar{y}_j)}{\sqrt{\sum_{i \in I} \sum_{k \in K} \left(x_{ijk} - \frac{\sum_{i \in I} \sum_{k \in K} x_{ijk}}{n} \right)^2 \sum_{i \in I} \sum_{k \in K} (y_{ijk} - \bar{y}_j)^2}} \right)^2$$

โดยที่ $Z = \sum_{j \in J} (R_j^2)$ หรือ ผลรวมของ R^2 จากผู้เข้าทดลอง 15 คน

Subject to

$$\begin{aligned} x_{1jk} &= x_{111} & \forall i \in I, \forall k \in K \\ x_{2jk} &= x_{211} & \forall i \in I, \forall k \in K \\ x_{3jk} &= x_{311} & \forall i \in I, \forall k \in K \\ & \vdots & \vdots \\ x_{99jk} &= x_{9911} & \forall i \in I, \forall k \in K \\ \\ x_{ijk} &\geq 1 & \forall i \in I, \forall j \in I, \forall k \in K \end{aligned}$$

จากการกำหนดมาตรา ID ด้วยวิธีดังกล่าวเป็นการคำนวณในการหาค่ามาตราของ ID ที่ทำให้ได้ผลรวมของค่า R^2 จากผู้เข้าทดลองทุกคนสูงที่สุด ซึ่งเท่ากับ 12.53 ค่าของ R^2 ของแต่ละบุคคลเป็นดังตารางที่ 4.2 และ ID ที่ได้จากการกำหนดค่ามาตรานี้จะได้ทั้งหมด 10 รูปแบบ ดังตารางที่ 4.3

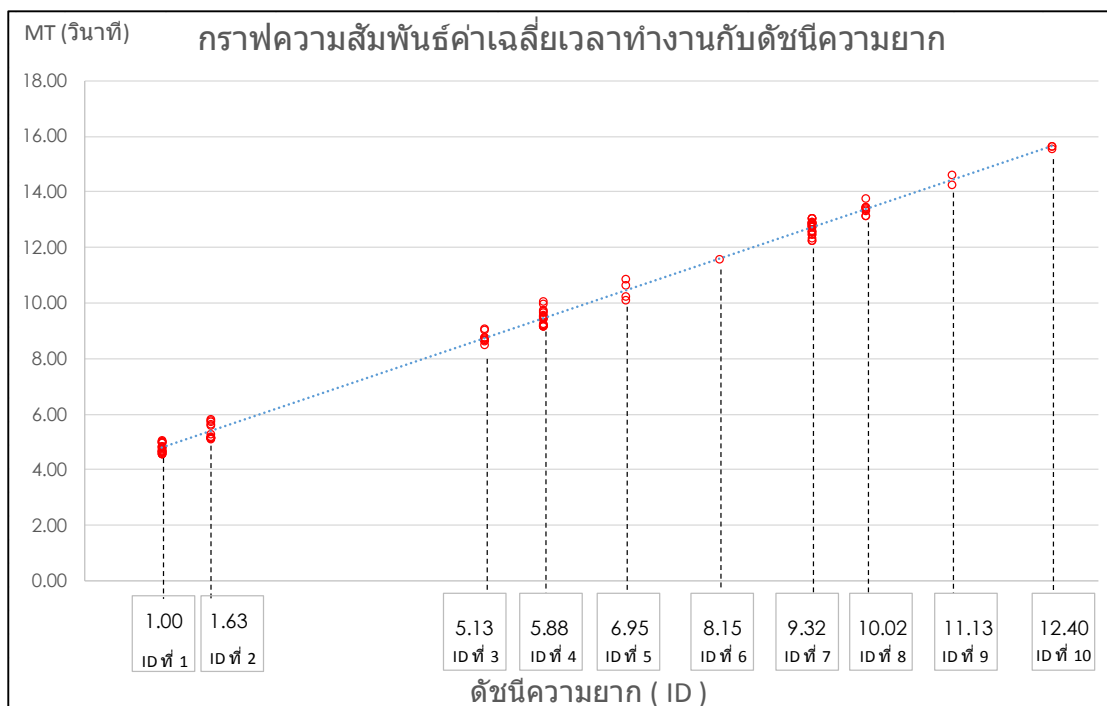
ตารางที่ 4.2 ค่า R^2 ของผู้เข้าทดลองแต่ละบุคคล

ค่า R^2 ของผู้เข้าทดลองแต่ละคน					
ผู้เข้าทดลอง คนที่	R^2	ผู้เข้า ทดลองคนที่	R^2	ผู้เข้า ทดลองคนที่	R^2
1	0.87	6	0.86	11	0.80
2	0.88	7	0.87	12	0.87
3	0.86	8	0.81	13	0.80
4	0.75	9	0.87	14	0.75
5	0.87	10	0.81	15	0.87
ผลรวม R^2			12.53		

ตารางที่ 4.3 ค่าของ ID จากการกำหนดด้วยวิธีการหาค่าที่ดีที่สุด

รูปแบบงานที่	ID	ขนาดของหัว เชื่อมสายไฟ	ชนิดสีของสายไฟ				
1	1.00	ขนาดเล็ก	แดง ขาว น้ำเงิน ดำ	น้ำเงิน-แดง ดำ-ขาว เขียว น้ำเงิน-ดำ	ชมพู แดงสายม้วน แดง-น้ำเงิน ดำ-ส้ม	ดำ-เหลือง น้ำเงิน-เหลือง ขาว-ดำ เหลือง-แดง	แดง-ดำ ขาว-น้ำเงิน แดง-เหลือง น้ำตาล-แดง
2	1.63	ขนาดเล็ก	เขียว-ขาว ขาว-แดง เทา	เขียว-ดำ ขาว-เขียว แดง-เขียว	เขียว-แดง น้ำตาล ขาวสายม้วน	ชมพู-ดำ เทา-เขียว น้ำตาล-เหลือง	น้ำตาล-ขาว
3	5.13	ขนาดกลาง	แดง ขาว	น้ำเงิน ดำ-ขาว	น้ำเงิน-แดง เทา	น้ำเงิน-ดำ ชมพู	ขาว-น้ำเงิน
4	5.88	ขนาดกลาง	ดำ เขียว ขาว-แดง แดงสายม้วน	แดง-น้ำเงิน ดำ-ส้ม น้ำตาล ขาวสายม้วน	ดำ-เหลือง น้ำเงิน-เหลือง ขาว-ดำ เหลือง-แดง	แดง-ดำ เทา-เขียว แดง-เหลือง น้ำตาล-เหลือง	น้ำตาล-แดง
5	6.95	ขนาดกลาง	เขียว-ดำ	ขาว-เขียว	ชมพู-ดำ	น้ำตาล-ขาว	
6	8.15	ขนาดกลาง	แดง-เขียว				
7	9.32	ขนาดกลาง	เขียว-ขาว	เขียว-แดง			
		ขนาดใหญ่	น้ำเงิน ดำ น้ำเงิน-แดง เทา	น้ำเงิน-ดำ ชมพู แดงสายม้วน แดง-น้ำเงิน	ดำ-ส้ม น้ำตาล ขาวสายม้วน ดำ-เหลือง	น้ำเงิน-เหลือง ขาว-ดำ แดง-ดำ ชมพู-ดำ	เทา-เขียว ขาว-น้ำเงิน น้ำตาล-เหลือง น้ำตาล-ขาว
8	10.02	ขนาดใหญ่	แดง ขาว	ดำ-ขาว เขียว	ขาว-แดง เหลือง-แดง	แดง-เหลือง น้ำตาล-แดง	
9	11.13	ขนาดใหญ่	เขียว-ดำ	ขาว-เขียว			
10	12.40	ขนาดใหญ่	เขียว-ขาว	แดง-เขียว	เขียว-แดง		

ค่าของมาตรา ID ที่กำหนดด้วยวิธีการ Optimization ของรูปแบบงานทั้งหมด 10 รูปแบบ จะมีค่าอยู่ในช่วง 1.00-12.40 ซึ่งในการหาค่า ID นี้เองเป็นการกำหนดค่าในมาตราแกน X เพื่อที่จะใช้ สำหรับการสร้างกราฟสมรรถนะ ดังรูปที่ 4.9

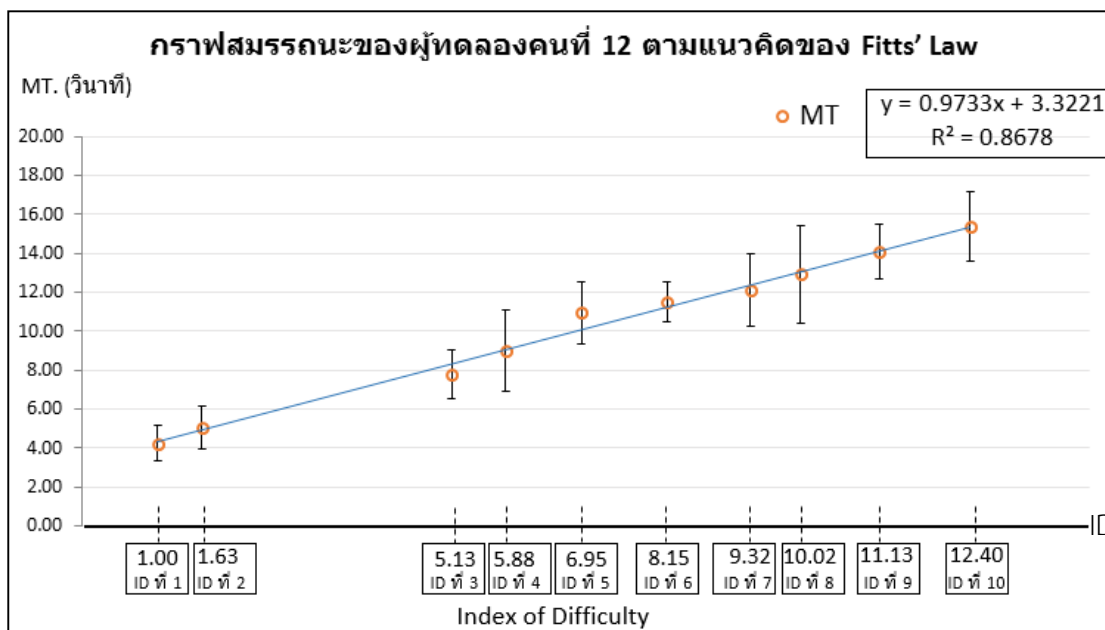


รูปที่ 4.9 ค่ามาตราของ ID ด้วยการกำหนดโดยวิธีการหาค่าที่ดีที่สุด

4.3 การสร้างกราฟสมรรถนะโดยใช้สมการถดถอยเชิงเส้น

เมื่อสามารถกำหนดมาตรา ID ของแต่ละรูปแบบงานได้แล้วขั้นตอนต่อไปเป็นการนำค่ามาตรา ID ที่ได้มาทำการสร้างกราฟสมรรถนะโดยการสร้างกราฟเทียบระหว่าง ID กับ MT โดยกำหนดให้แกน y เป็นค่าของ MT และแกน x เป็นค่าของ ID โดยการใช้มาตรา ID ที่กำหนดด้วยวิธีการหาค่าที่ดีที่สุดจากผู้ทดลองทุกคน ในการทดลองงานเสียบสายไฟเข้ากับหัวเชื่อมสายไฟสามารถสร้างกราฟสมรรถนะตามแนวคิดของ Fitts' Law ได้ดังรูปที่ 4.10 ซึ่งในกราฟสมรรถนะนี้แสดงให้เห็นว่างานที่มีดัชนีความยากมากกว่าจะต้องใช้เวลาในการทำงานและมีความผันผวนของ MT มากกว่า และแสดงสมรรถนะเป็นเส้นตรงซึ่งต่างจากกราฟที่สร้างจากค่าเฉลี่ยของ MT ดังในรูปที่ 4.6 ซึ่งจะแสดงเฉพาะค่าเฉลี่ยของ MT กับรูปแบบงานแต่ไม่แสดงความสัมพันธ์กันระหว่างรูปแบบของงานซึ่งไม่สามารถวิเคราะห์สมรรถนะของการทำงานได้

หลังจากการสร้างกราฟสมรรถนะตามแนวคิดของ Fitts' Law แล้วสามารถหาสมการถดถอยเชิงเส้นที่แสดงความสัมพันธ์กันระหว่าง MT กับ ID และค่า R^2 ได้ดังแสดงในตารางที่ 4.4



รูปที่ 4.10 กราฟสมรรถนะตามแนวคิดของ Fitts' Law ของผู้เข้าทดลองคนที่ 12

ตารางที่ 4.4 สมการถดถอยเชิงเส้นและค่า R^2 ของผู้เข้าทดลอง

ผู้ทดลอง	สมการถดถอย	R^2
1	$y = 0.9470x + 3.0897$	0.87
2	$y = 0.9667x + 3.0663$	0.88
3	$y = 0.9511x + 3.6231$	0.86
4	$y = 1.0352x + 4.7567$	0.75
5	$y = 0.9759x + 3.3704$	0.87
6	$y = 0.9768x + 3.2845$	0.86
7	$y = 0.9673x + 3.3882$	0.87
8	$y = 0.9176x + 4.2732$	0.81
9	$y = 0.9710x + 3.3186$	0.87
10	$y = 0.9184x + 4.2029$	0.81
11	$y = 0.9204x + 4.2349$	0.80
12	$y = 0.9733x + 3.3221$	0.87
13	$y = 0.9083x + 4.3258$	0.80
14	$y = 1.0238x + 4.8623$	0.75
15	$y = 0.9766x + 3.3189$	0.87

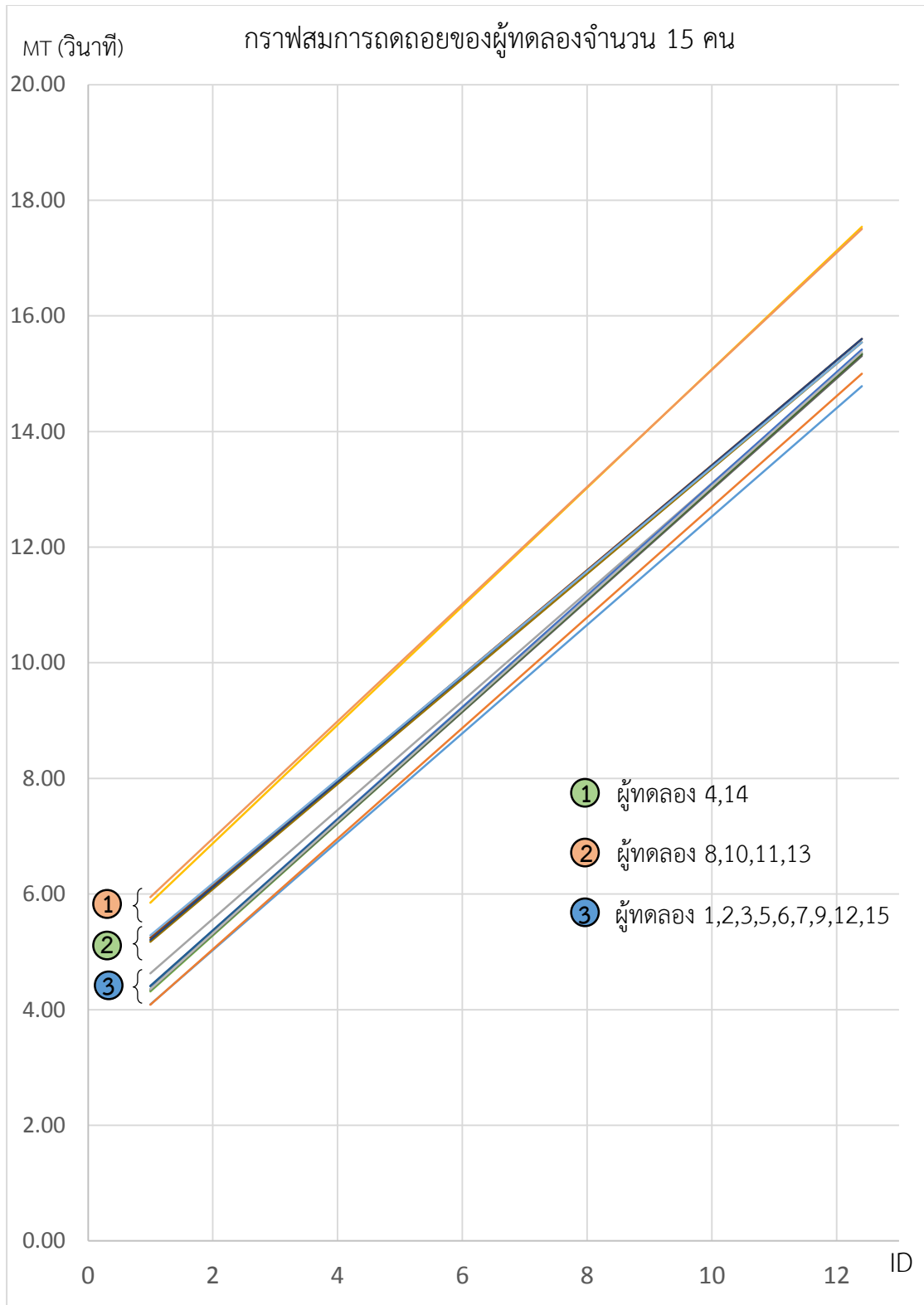
เมื่อสามารถหาสมการถดถอยเชิงเส้นของผู้เข้าทดลองทั้งหมดทุกคนแล้วจึงนำสมการดังตารางที่ 4.4 มาสร้างเป็นกราฟซึ่งสามารถทำการเปรียบเทียบสมรรถนะการทำงานของผู้เข้าทดลองตามลำดับความยากของงานโดยแบ่งสมรรถนะของผู้ทดลองได้เป็น 3 กลุ่มดังรูปที่ 4.11

จากกราฟของสมการถดถอยซึ่งแสดงสมรรถนะการทำงานของผู้เข้าทดลอง ดังรูปที่ 4.11 สามารถแบ่งผู้เข้าทดลองได้เป็น 3 กลุ่ม แบ่งตามการวิธีการวัดสมรรถนะซึ่งได้อธิบายไว้ในหัวข้อ 4.4

กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มที่มีสมรรถนะในการทำงานต่ำที่สุดหรือในงานเดียวกันจะเป็นกลุ่มคนที่ใช้เวลาการทำงานมากที่สุด ซึ่งดูได้จากค่าของความชันและจุดตัดของแกน y ที่มีค่ามากกว่าบุคคลในกลุ่มอื่นๆ

กลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มที่มีสมรรถนะการทำงานดีกว่ากลุ่มที่แรก จากสมรรถนะตามสมการถดถอยคนในกลุ่มนี้มีค่าความชันของสมการที่ดีกว่ากลุ่มอื่น แต่สมรรถนะจากค่าจุดตัดของแกน Y อยู่ในระดับปานกลาง นั่นคือในงานที่มีดัชนีความยากน้อยจะใช้เวลาทำงานที่ต่ำกว่ากลุ่มแรกแต่ยังคงทำงานช้ากว่าคนกลุ่มที่ 3 ส่วนในงานที่มีดัชนีความยากที่สูงจะใช้เวลาทำงานที่ใกล้เคียงกับกลุ่มที่ 3 ที่เป็นกลุ่มที่มีสมรรถนะที่ดีที่สุด

กลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มที่มีสมรรถนะดีกว่ากลุ่มอื่นๆ จากสมรรถนะตามสมการถดถอยคนในกลุ่มนี้มีค่าจุดตัดของแกน Y ที่ดีกว่ากลุ่มอื่นๆ นั่นคือในงานที่มีดัชนีความยากน้อยใช้เวลาในการทำงานที่น้อยกว่าคนในกลุ่มอื่นๆ และในงานที่มีระดับของดัชนีความยากที่สูงขึ้นก็ยังคงใช้เวลาในการทำงานที่ต่ำกว่าคนกลุ่มอื่นๆ อยู่แต่ค่อนข้างใกล้เคียงกับคนในกลุ่มที่ 2



รูปที่ 4.11 กราฟเปรียบเทียบสมรรถนะการทำงานของผู้เข้าทดลองทั้ง 15 คน

4.4 การเปรียบเทียบสมรรถนะตามแนวคิดของ Fitts' law

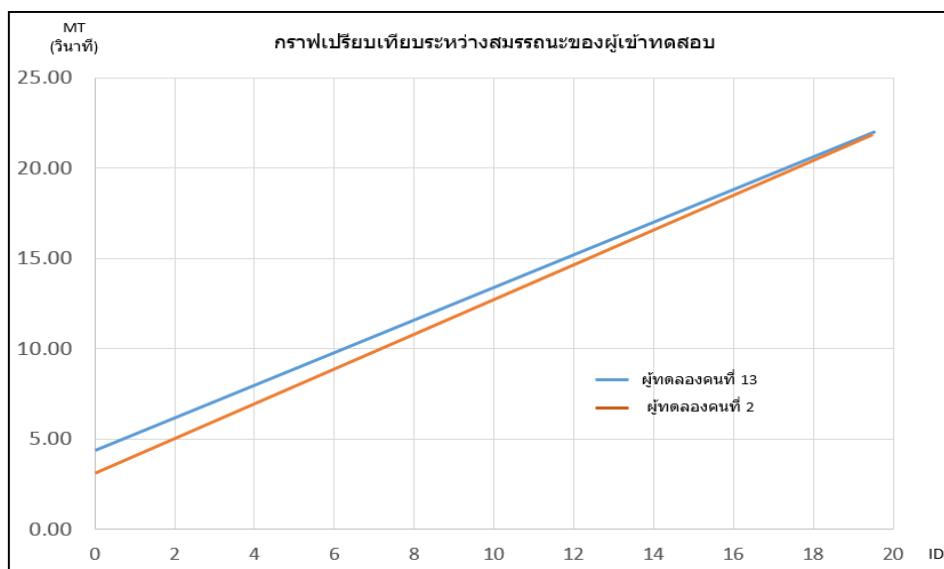
จากการสร้างสมการถดถอยด้วยมาตรา ID จากวิธีการ Optimization สามารถนำข้อมูลการทดลองมาทำการเปรียบเทียบสมรรถนะด้วยกัน 2 วิธีการ คือ การใช้วิธีดัชนีสมรรถนะการทำงาน (Index of performance: IP) ซึ่งเป็นส่วนกลับของความชันจากสมการถดถอย $MT=b*ID+a$ โดย $IP=1/b$ ซึ่งผู้ที่มีค่าของ IP สูงที่สุดจะเป็นผู้ที่มีสมรรถนะที่ดีกว่า ส่วนวิธีที่สองเปรียบเทียบจากจุดตัดของแกน Y จากสมการถดถอยหรือค่า a ซึ่งผู้ที่มีจุดตัดของแกน Y ที่ต่ำจะมีสมรรถนะที่ดีกว่า

4.4.1 การเปรียบเทียบสมรรถนะระหว่างผู้เข้าทดลอง 15 คน ที่ไม่มีประสบการณ์

ในการเปรียบเทียบสมรรถนะของงานการเสียบสายไฟเข้าหัวเชื่อมสายไฟนี้จึงเปรียบเทียบสมรรถนะของผู้เข้าทำการทดลองทั้ง 15 คน ด้วยวิธีทั้งสองวิธีดังกล่าวจะได้อันดับสมรรถนะของแต่ละวิธีที่แตกต่างกันดังตารางที่ 4.5 ซึ่งพบว่า ผู้เข้าทดลองคนที่ 13 มีสมรรถนะดีที่สุดในเมื่อใช้วิธีเปรียบเทียบจากค่า IP แต่ สมรรถนะจากการใช้จุดตัดของแกน Y ได้เป็นอันดับที่ 13 ซึ่งหมายความว่างานที่มีดัชนีความยากต่ำจะใช้เวลาทำงานที่ค่อนข้างสูงกว่าผู้อื่น แต่เวลาการทำงานจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในอัตราที่ต่ำกว่าผู้อื่นเมื่องานนั้นมีดัชนีความยากที่สูง และผู้เข้าทดลองคนที่ 2 มีสมรรถนะการทำงานดีที่สุดในเมื่อใช้วิธีการเปรียบเทียบจากจุดตัดของแกน Y แต่มีสมรรถนะเป็นอันดับที่ 7 เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีใช้ค่า IP ซึ่งหมายความว่าผู้เข้าทดลองคนนี้ใช้เวลาในการทำงานต่ำกว่าผู้อื่นเมื่องานนั้นมีดัชนีความยากที่ต่ำส่วนงานที่มีดัชนีความยากที่สูงขึ้นจะใช้เวลาในการทำงานที่อยู่ในระดับปานกลาง ดังรูปที่ 4.12 ส่วนกราฟการเปรียบเทียบของผู้ทดลองทั้งหมดเป็นดังรูปที่ 4.11

ตารางที่ 4.5 การเปรียบเทียบสมรรถนะของผู้เข้าทดลอง

ผู้ทดลอง	สมการถดถอย	สมรรถนะจากความชัน		สมรรถนะจากจุดตัดแกน Y	
		IP	อันดับ	Y-Intercept	อันดับ
1	$y = 0.9470x + 3.0897$	1.056	5	3.0897	2
2	$y = 0.9667x + 3.0663$	1.034	7	3.0663	1
3	$y = 0.9511x + 3.6231$	1.051	6	3.6231	9
4	$y = 1.0352x + 4.7567$	0.966	15	4.7567	14
5	$y = 0.9759x + 3.3704$	1.025	11	3.3704	7
6	$y = 0.9768x + 3.2845$	1.024	13	3.2845	3
7	$y = 0.9673x + 3.3882$	1.034	8	3.3882	8
8	$y = 0.9176x + 4.2732$	1.090	2	4.2732	12
9	$y = 0.9710x + 3.3186$	1.030	9	3.3186	4
10	$y = 0.9184x + 4.2029$	1.089	3	4.2029	10
11	$y = 0.9204x + 4.2349$	1.086	4	4.2349	11
12	$y = 0.9733x + 3.3221$	1.027	10	3.3221	6
13	$y = 0.9083x + 4.3258$	1.101	1	4.3258	13
14	$y = 1.0238x + 4.8623$	0.977	14	4.8623	15
15	$y = 0.9766x + 3.3189$	1.024	12	3.3189	5



รูปที่ 4.12 เปรียบเทียบสมรรถนะจากสมการถดถอยของผู้เข้าทดลองคนที่ 2 และ 13

4.4.2 การเปรียบเทียบสมรรถนะระหว่างพนักงานสายการผลิตที่มีประสบการณ์ 1-5 ปี

ในส่วนของการวัดสมรรถนะพนักงานสายการผลิตที่มีประสบการณ์ตั้งแต่ 1-5 ปี นั้น ดำเนินการเช่นเดียวกับผู้เข้าทดลองทั้ง 15 คน เริ่มจากการทำการทดลองหาเวลาการเคลื่อนที่ทุกรูปแบบงานแล้วนำมาสร้างกราฟสมรรถนะโดยใช้ดัชนีความยากที่กำหนดมาจากผู้เข้าทดลอง 15 คน ที่ไม่มีประสบการณ์ สมรรถนะของพนักงานสายการผลิตทั้ง 5 คน หาได้ตั้งเป็นสมการถดถอยดังตารางที่ 4.6

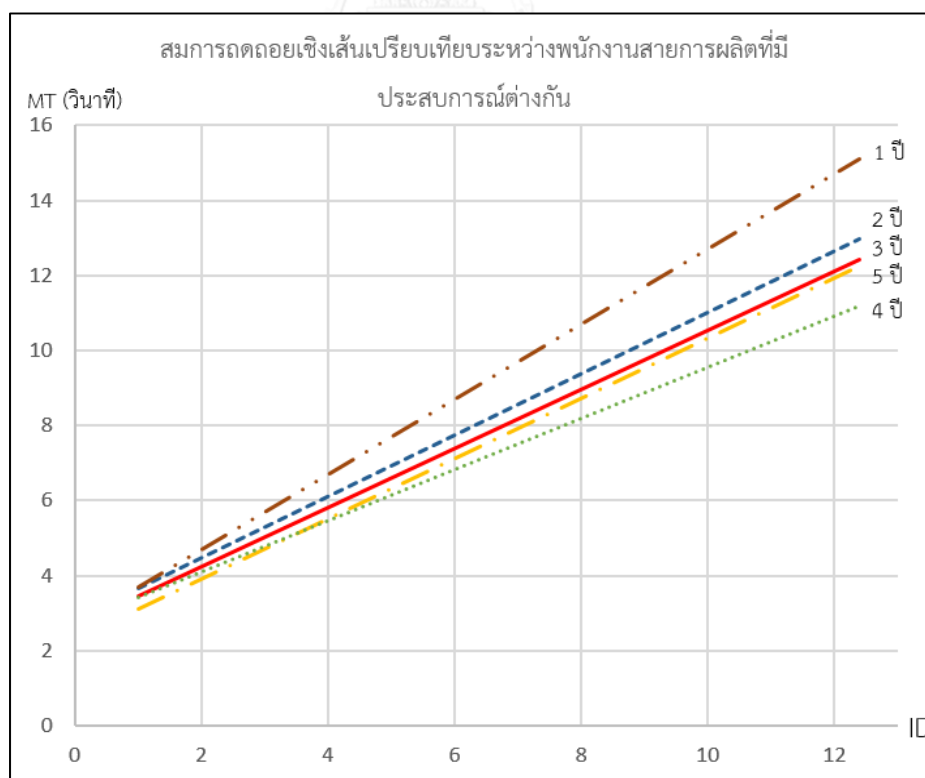
ตารางที่ 4.6 สมการถดถอยของพนักงานจากสายการผลิตทั้ง 5 คน

ผู้ทดลอง	ประสบการณ์การทำงาน	สมการถดถอย	R ²
พนักงานคนที่ 1	5 ปี	$y = 0.8004x + 2.3219$	0.77
พนักงานคนที่ 2	3 ปี	$y = 0.7894x + 2.6463$	0.74
พนักงานคนที่ 3	4 ปี	$y = 0.6824x + 2.7239$	0.72
พนักงานคนที่ 4	2 ปี	$y = 0.8191x + 2.8232$	0.78
พนักงานคนที่ 5	1 ปี	$y = 0.9997x + 2.7074$	0.81

สมรรถนะการทำงานของพนักงานสายการผลิตที่แสดงด้วยสมการถดถอยมีค่า R^2 ตั้งแต่ 0.72 จนถึง 0.81 มีค่าค่อนข้างสูงแสดงให้เห็นว่าดัชนีความยากที่กำหนดขึ้นมาจากวิธีการหาค่าที่ดีที่สุดจากผู้เข้าทดลองที่ไม่มีประสบการณ์นั้นสามารถนำมาใช้กับพนักงานที่มีประสบการณ์ได้ด้วย จากนั้นจึงนำสมการถดถอยที่ได้มาทำการเปรียบเทียบกันในกลุ่มของผู้ที่มีประสบการณ์ด้วยวิธีการเปรียบเทียบสมรรถนะทั้ง 2 วิธี ได้ดังตารางที่ 4.7 ซึ่งอธิบายได้ว่าพนักงานที่มีประสบการณ์ 1 ปี จะมีสมรรถนะการทำงานที่ค่อนข้างต่ำกว่าพนักงานที่มีประสบการณ์มากกว่า 1 ปี และมีแนวโน้มว่าสมรรถนะการทำงานจะดีขึ้นเรื่อยๆ ตามประสบการณ์ของการทำงาน ดังรูปที่ 4.13

ตารางที่ 4.7 เปรียบเทียบสมรรถนะของพนักงานสายการผลิต

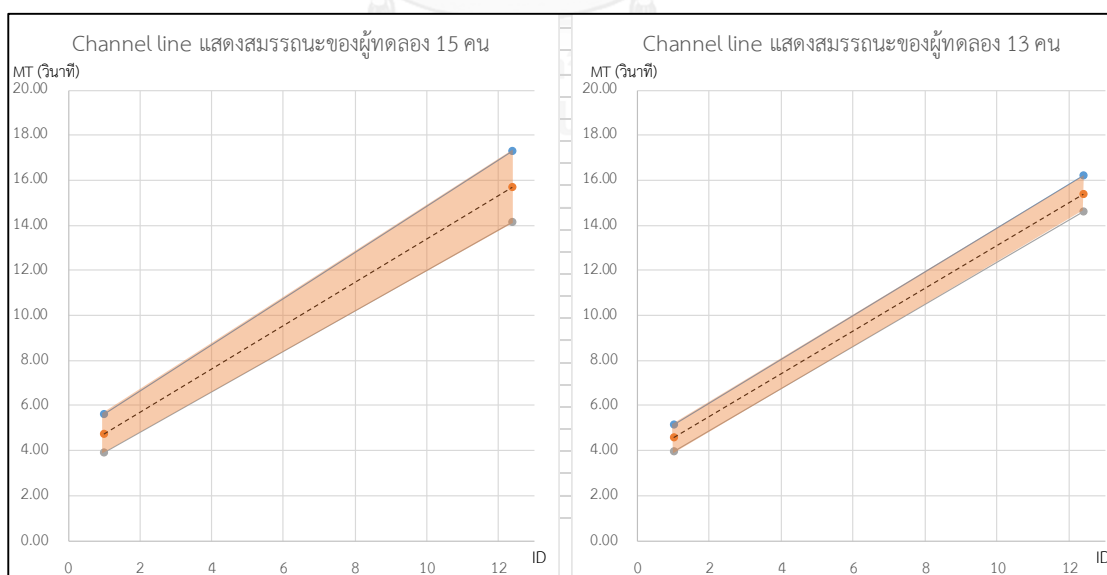
ผู้ทดลอง	ประสบการณ์การทำงาน	สมการถดถอย	สมรรถนะจากความชัน		สมรรถนะจากจุดตัดแกน Y	
			IP	อันดับ	Y-Intercept	อันดับ
พนักงาน 1	5 ปี	$y = 0.8004x + 2.3219$	1.249	3	2.3219	2
พนักงาน 2	3 ปี	$y = 0.7894x + 2.6463$	1.267	2	2.6463	2
พนักงาน 3	4 ปี	$y = 0.6824x + 2.7239$	1.465	1	2.7239	4
พนักงาน 4	2 ปี	$y = 0.8191x + 2.8232$	1.221	4	2.8232	5
พนักงาน 5	1 ปี	$y = 0.9997x + 2.7074$	1.000	5	2.7074	3



รูปที่ 4.13 เปรียบเทียบสมรรถนะจากสมการถดถอยของพนักงานสายการผลิต

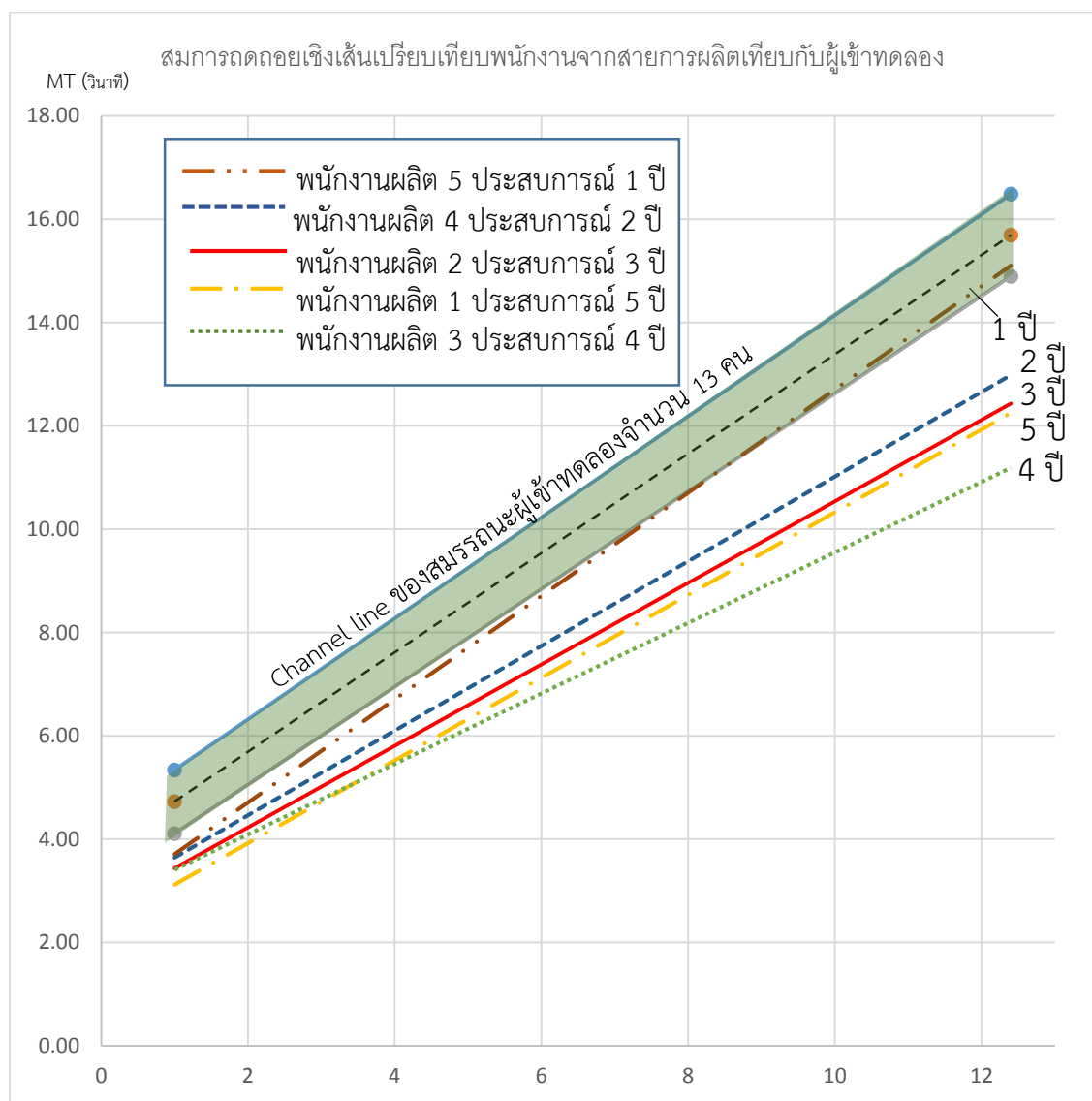
4.4.3 การเปรียบเทียบสมรรถนะระหว่างผู้ไม่มีประสบการณ์กับพนักงานสายการผลิต

การเปรียบเทียบสมรรถนะระหว่างผู้ไม่มีประสบการณ์กับพนักงานสายการผลิต โดยนำสมการถดถอยของผู้เข้าทดลองจำนวน 15 คน นำมาสร้างเป็นกราฟ Channel line หรือเป็นลักษณะเดียวกับกราฟของ Shewhart charts ที่จะมีค่ากึ่งกลางเป็นค่าเฉลี่ยและกรอบของเส้นกราฟจะเป็นค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานขนาด 1, 2, 3 SD [17] ในการทำกราฟ Channel line ของผู้ทดลองจำนวน 15 คนนี้จะใช้ $\bar{X} \pm SD$ เนื่องจากค่อนข้างครอบคลุมข้อมูลของผู้เข้าทดลองได้ทั้งหมดแต่ต้องทำการตัดข้อมูลของผู้เข้าทดลองคนที่ 4 และ 14 ออก ซึ่งถือเป็นค่าที่ผิดปกติจากการทดสอบด้วยวิธีการ Grubb's test คือวิธีการทดสอบค่าที่สงสัยโดยหาอัตราส่วนค่าความแตกต่างระหว่างค่าที่สงสัยกับค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ยังไม่ตัดค่าที่สงสัยออกแล้วนำค่าที่ได้ไปเทียบกับค่าวิกฤตกับสถิติของ Grubb [18] ข้อมูลที่เหลือนำมาสร้างเป็นกราฟ Channel line โดยแทนค่า x ในสมการถดถอยของผู้เข้าทดลองด้วยค่า ID ที่มากที่สุดกับน้อยที่สุด เท่ากับ 1 และ 12.40 ตามลำดับจะสามารถหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานได้ การแทนค่าด้วย ID = 1 จะได้ 4.72 ± 0.62 และการแทน ID ด้วย 12.40 จะได้ 15.69 ± 0.79 ค่าดังกล่าวนี้สามารถนำมาสร้าง channel line แสดงสมรรถนะของผู้ทดลองจำนวน 13 คนได้ และเมื่อนำข้อมูล Channel line ของผู้ทดลองทั้งก่อนตัดค่าผิดปกติและหลังตัดข้อมูลออกแล้วมาเปรียบเทียบกันดังรูปที่ 4.14 จะเห็นได้ว่าหลังตัดข้อมูลของผู้ทดลองคนที่ 4 และ 14 ออกไปเหลือข้อมูลผู้ทดลองจำนวน 13 คน Channel line จะแคบลงและมีความน่าเชื่อถือมากกว่า



รูปที่ 4.14 เปรียบเทียบสมรรถนะแบบ Channel line ก่อนและหลังตัดข้อมูลที่ผิดปกติ

เมื่อสามารถสร้างสมรรถนะของผู้ไม่มีประสบการณ์ได้แล้ว จากนั้นนำข้อมูลดังกล่าวมาสร้างกราฟสมรรถนะเปรียบเทียบกับผู้มีประสบการณ์จะได้ ดังรูปที่ 4.15 จะเห็นว่าผู้เข้าทดลองที่ไม่มีประสบการณ์ในการทำงานลักษณะนี้มาก่อนจะต่ำกว่าพนักงานของสายการผลิตที่มีประสบการณ์มากกว่า แต่สำหรับพนักงานที่มีประสบการณ์ 1 ปี เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับสมรรถนะกับผู้ไม่มีประสบการณ์จะอธิบายได้ว่า สำหรับงานที่มีดัชนีความยากที่ต่ำพนักงานที่มีประสบการณ์ 1 ปี จะใช้เวลาการทำงานน้อยกว่าผู้ไม่มีประสบการณ์เล็กน้อยแต่สำหรับงานที่มีดัชนีความยากที่สูงขึ้น พนักงานประสบการณ์ 1 ปี จะทำงานได้ไม่แตกต่างกับผู้ไม่มีประสบการณ์ ส่วนผู้ที่มีประสบการณ์ตั้งแต่ 2 ปีขึ้นไป สมรรถนะในการทำงานจะดีขึ้นมากอย่างเห็นได้ชัดทั้งในงานที่มีดัชนีความยากที่ต่ำและสูงจะใช้เวลาในการทำงานที่น้อยลงเรื่อยๆ ตามประสบการณ์ของการทำงาน



รูปที่ 4.15 กราฟสมการถดถอยเชิงเส้นเปรียบเทียบพนักงานจากสายการผลิตเทียบกับผู้เข้าทดลอง

4.5 การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อสมรรถนะการทำงานเสียบสายไฟเข้าหัวเชื่อมสายไฟ

การวัดสมรรถนะตามแนวคิดของ Fitts' law ดังหัวข้อที่ 4.4 จะมีการวัดสมรรถนะด้วยกัน 2 วิธี คือ การวัดสมรรถนะค่า IP และการวัดสมรรถนะด้วยจุดตัดของแกน Y ในหัวข้อนี้จึงเป็นการนำปัจจัยต่างๆ ของผู้ที่เข้าทำการทดลองมาวิเคราะห์หาปัจจัยที่มีผลต่อสมรรถนะการทำงาน ซึ่งปัจจัยที่นำมาวิเคราะห์คือ ส่วนสูง, เพศ, อายุ, น้ำหนัก, สายตาและค่าดัชนีมวลกาย โดยใช้การวิเคราะห์ทางสถิติด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนหรือ ANOVA โดยใช้โปรแกรม minitab ช่วยในการวิเคราะห์แต่ก่อนจะทำการวิเคราะห์ได้นั้นต้องทำการแบ่งผู้เข้าทดลองออกเป็นกลุ่มเสียก่อนเนื่องจากผู้เข้าทดลองนั้นมีเพียง 15 คน การแบ่งกลุ่มจะทำให้ข้อมูลมีความถี่มากขึ้น ซึ่งเกณฑ์ในการแบ่งกลุ่มเป็นดังตารางที่ 4.8 และหลังจากแบ่งกลุ่มตามเกณฑ์ดังกล่าวแล้วจะได้ตารางที่ใช้วิเคราะห์ทางสถิติดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.8 เกณฑ์ในการแบ่งกลุ่มผู้ทดลองสำหรับใช้ทดสอบทางสถิติ

ส่วนสูง		น้ำหนัก		BMI	
กลุ่มที่	ส่วนสูง (ซม.)	กลุ่มที่	น้ำหนัก (กก.)	กลุ่มที่	BMI
1	155.0-159.9	1	40.0-49.9	1	18.0-22.9
2	160.0-164.9	2	50.0-59.9	2	23.0-24.9
3	165.0-169.9	3	60.0-69.9	3	25.0-27.9
4	170.0-174.9	4	70.0-79.9	4	28.0-29.0

ตารางที่ 4.9 ตารางใช้สำหรับทดสอบ ANOVA

ผู้เข้าทดลอง	เพศ	ส่วนสูง (cm.)	น้ำหนัก (kg.)	อายุ	ค่าสายตา (metre)	BMI (kg/m ²)	สมการถดถอย	R ²	สมรรถนะจากความชัน		สมรรถนะจากจุดตัดแกน Y	
									IP	อันดับ	Y-Intercept	อันดับ
1	1	4	3	25	1.0	1.0	$y = 0.6112x + 2.6075$	0.87	1.6	5	2.6	2
2	2	1	3	25	1.0	3.0	$y = 0.6252x + 2.5621$	0.88	1.6	7	2.6	1
3	2	1	1	24	0.8	1.0	$y = 0.6122x + 3.1532$	0.85	1.6	6	3.2	9
4	2	1	3	24	1.0	3.0	$y = 0.6688x + 4.2212$	0.75	1.5	15	4.2	14
5	2	2	2	24	0.7	1.0	$y = 0.6319x + 2.8514$	0.87	1.6	12	2.9	7
6	2	2	2	25	1.0	1.0	$y = 0.6326x + 2.7641$	0.86	1.6	13	2.8	3
7	1	4	3	24	1.0	2.0	$y = 0.6265x + 2.8745$	0.87	1.6	8	2.9	8
8	1	4	4	25	1.0	3.0	$y = 0.5920x + 3.8072$	0.80	1.7	2	3.8	12
9	1	3	2	23	0.8	1.0	$y = 0.6292x + 2.7966$	0.87	1.6	9	2.8	4
10	2	3	3	23	1.0	1.0	$y = 0.5921x + 3.7394$	0.80	1.7	3	3.7	10
11	1	4	3	25	0.8	1.0	$y = 0.5938x + 3.7684$	0.79	1.7	4	3.8	11
12	2	2	2	24	1.0	2.0	$y = 0.6305x + 2.8038$	0.87	1.6	10	2.8	5
13	2	3	2	23	0.8	2.0	$y = 0.5858x + 3.8654$	0.79	1.7	1	3.9	13
14	2	2	4	23	1.0	3.0	$y = 0.6584x + 4.3644$	0.74	1.5	14	4.4	15
15	1	4	3	25	0.7	2.0	$y = 0.6312x + 2.8107$	0.87	1.6	11	2.8	6

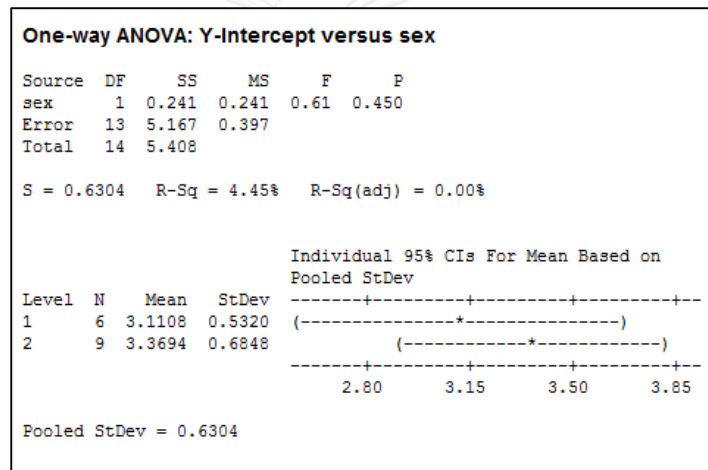
ในการวิเคราะห์นี้ใช้ระดับนัยสำคัญที่ $\alpha=0.05$ โดยการตั้งสมมติฐานดังนี้

H_0 = ค่าสมรรถนะของผู้ทดลองไม่มีความสัมพันธ์กับปัจจัยมนุษย์

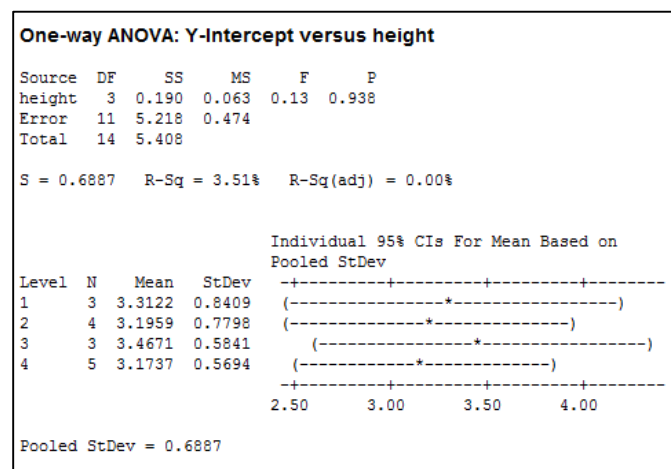
H_a = ค่าสมรรถนะของผู้ทดลองมีความสัมพันธ์กับปัจจัยมนุษย์

ขอบเขตการปฏิเสธสมมติฐานหลักเมื่อค่า P-value น้อยกว่า 0.05

ผลที่ได้จากการวิเคราะห์พบว่าเมื่อใช้สมรรถนะแบบค่าทั้ง IP และ จุดตัดของแกน Y เป็นตัวแปรตาม (Response) ซึ่งไม่มีตัวแปรอิสระใดๆ ที่มีความสัมพันธ์กับค่าสมรรถนะดังกล่าวอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากค่า P-value สูงกว่าค่านัยสำคัญที่ 0.05 โดยตัวอย่างผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของค่าสมรรถนะจากจุดตัดแกน Y กับปัจจัย เพศ, ส่วนสูง, น้ำหนัก, BMI และอายุด้วยโปรแกรม minitab รุ่น 16.0 เป็นดังรูปที่ 4.16 - 4.20 ส่วนของผลการทดสอบที่เหลือให้ดูที่ภาคผนวก



รูปที่ 4.16 ผลการทดสอบ ANOVA ของสมรรถนะจุดตัดแกน Y กับเพศ ด้วยโปรแกรม minitab



รูปที่ 4.17 ผลการทดสอบ ANOVA ของสมรรถนะจุดตัดแกน Y กับส่วนสูง ด้วยโปรแกรม minitab

One-way ANOVA: Y-Intercept versus weight

Source	DF	SS	MS	F	P
weight	3	1.680	0.560	1.65	0.234
Error	11	3.728	0.339		
Total	14	5.408			

S = 0.5822 R-Sq = 31.06% R-Sq(adj) = 12.26%

Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev
1	1	3.1532	*
2	5	3.0163	0.4757
3	7	3.2263	0.6668
4	2	4.0858	0.3940

Pooled StDev = 0.5822

รูปที่ 4.18 ผลการทดสอบ ANOVA ของสมรรถนะจุดตัดแกน Y กับน้ำหนักด้วยโปรแกรม minitab

One-way ANOVA: Y-Intercept versus bmi

Source	DF	SS	MS	F	P
bmi	2	1.219	0.610	1.75	0.216
Error	12	4.189	0.349		
Total	14	5.408			

S = 0.5908 R-Sq = 22.54% R-Sq(adj) = 9.64%

Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev
1	7	3.0972	0.4774
2	4	3.0886	0.5188
3	4	3.7387	0.8192

Pooled StDev = 0.5908

รูปที่ 4.19 ผลการทดสอบ ANOVA ของสมรรถนะจุดตัดแกน Y กับ BMI ด้วยโปรแกรม minitab

One-way ANOVA: Y-Intercept versus age

Source	DF	SS	MS	F	P
age	2	1.032	0.516	1.41	0.281
Error	12	4.376	0.365		
Total	14	5.408			

S = 0.6039 R-Sq = 19.08% R-Sq(adj) = 5.59%

Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev

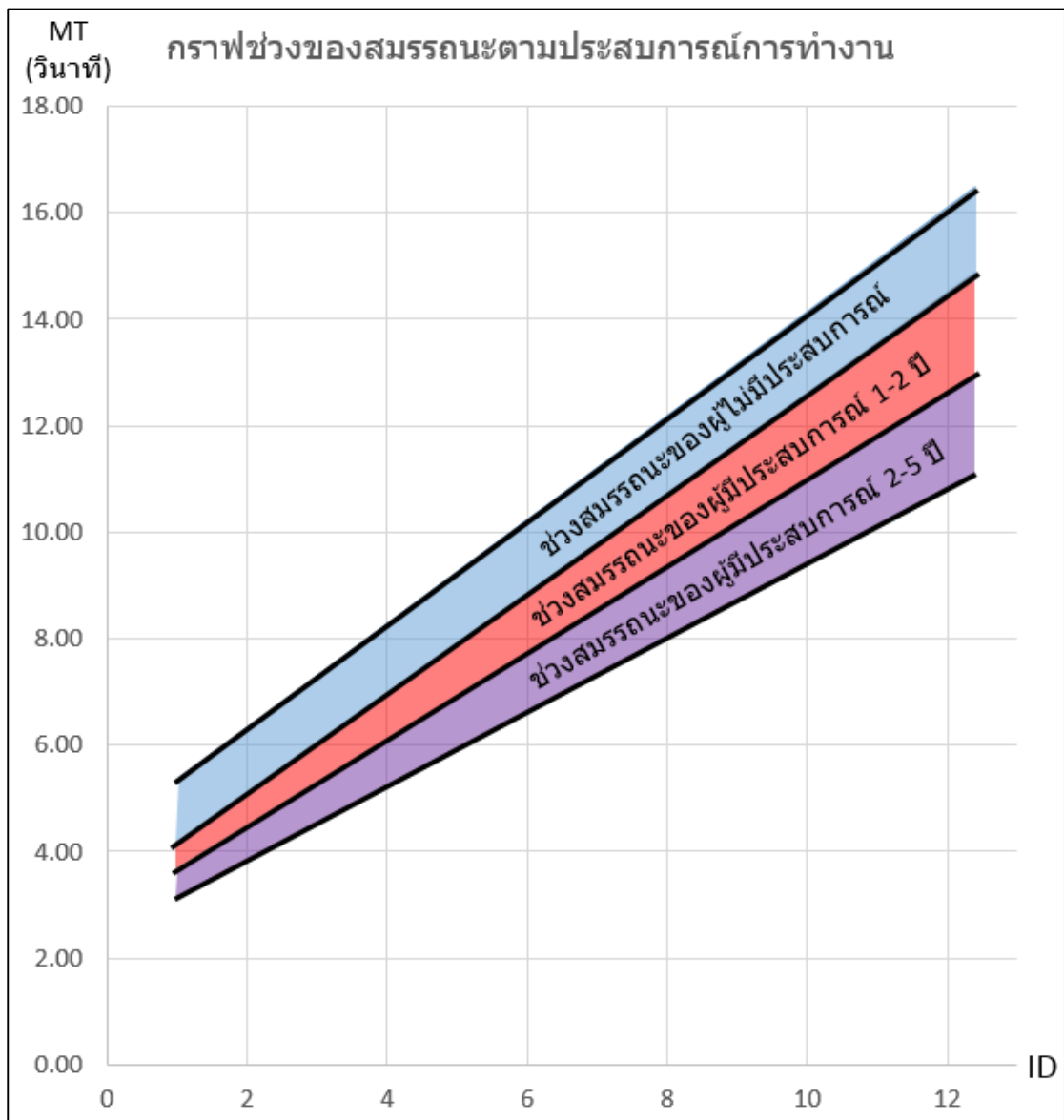
Level	N	Mean	StDev
23	4	3.6914	0.6548
24	5	3.1808	0.5974
25	6	3.0533	0.5766

Pooled StDev = 0.6039

รูปที่ 4.20 ผลการทดสอบ ANOVA ของสมรรถนะจุดตัดแกน Y กับอายุ ด้วยโปรแกรม minitab

4.6 การนำสมการถดถอยไปใช้คำนวณรอบการผลิตและทดลองใช้งาน

ในการนำสมการถดถอยไปใช้ในการคำนวณรอบของเวลาการผลิตนั้นขั้นต้นจะพิจารณาใช้ค่าสมรรถนะจากสมการถดถอยค่ากลางของผู้ไม่มีประสบการณ์มาทดลองปรับความเร็วสายพานเสียก่อน ซึ่งจะเป็นความเร็วสายพานที่ต่ำที่สุด จากนั้นจะปรับความเร็วสายพานเพิ่มขึ้น โดยใช้ค่าสมรรถนะของผู้ที่มีประสบการณ์มากขึ้นมาคำนวณ และค่าสมรรถนะค่าต่างๆ ที่นำมาคำนวณจะแบ่งเป็น 3 ช่วงด้วยกัน คือ ช่วงสมรรถนะของผู้ไม่มีประสบการณ์, ช่วงสมรรถนะของผู้มีประสบการณ์ 1-2 ปี และ ช่วงสมรรถนะของผู้มีประสบการณ์ 2-5 ปี เป็นดังรูปที่ 4.21



รูปที่ 4.21 กราฟแสดงช่วงสมรรถนะตามประสบการณ์การทำงาน

สำหรับการคำนวณจากสมรรถนะของผู้ไม่มีประสบการณ์จะใช้ค่าสมการถดถอยค่ากลางคือ $y = 0.9620x + 3.763$ โดยสมการนี้มีตัวแปร x เป็นดัชนีความยากของงาน และตัวแปร y เป็นเวลาที่ใช้ในการทำงานจากการคำนวณที่มีหน่วยเป็นวินาที ส่วนในการคำนวณรอบของเวลาการผลิตสามารถทำได้โดยนำงานการเสียบสายไฟเข้ากับหัวเชื่อมสายไฟของพนักงานกระบวนการประกอบสายไฟที่มีทั้งหมด 17 สถานี มาคำนวณตามสมการถดถอยดังกล่าวและจะเลือกใช้รอบของเวลาการผลิตจากพนักงานที่มีเวลาจากการคำนวณที่เป็นจุดคอขวดหรือผู้ที่คำนวณค่าได้มากที่สุดมาใช้เป็นรอบความเร็วของสายพาน ซึ่งในการคำนวณรอบการผลิตจากพนักงานทั้ง 17 สถานี ได้ผลการคำนวณรอบของเวลาการผลิตมากที่สุดคือ 135.29 วินาที หรือคิดเป็นความเร็วสายพานที่ 0.66 เมตรต่อนาที จากการคำนวณจำนวนงานของพนักงานสถานีที่ 13 ที่มีงานที่ต้องทำอยู่ทั้งหมด 12 งาน ตัวอย่างในการคำนวณดังตารางที่ 4.10 ความเร็วของสายการผลิตใหม่ที่ได้จากการคำนวณนี้มีค่าต่ำกว่าความเร็วสายพานของการผลิตเดิมที่ทางโรงงานกรณีศึกษาใช้อยู่ที่ 0.90 -1.00 เมตรต่อนาที ซึ่งสูงกว่าเดิมคิดเป็น 36% ในส่วนของค่าของความเร็วสายพานจากช่วงสมรรถนะของผู้มีประสบการณ์ 1 - 2 ปี และ 3 - 5 ปี ก็จะใช้วิธีในการคำนวณลักษณะเดียวกันซึ่งผลจากการคำนวณเป็นดังตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.10 ตัวอย่างการคำนวณรอบเวลาของการผลิตของพนักงานคนที่ 13

พนักงานคนที่ 13				
No.	ขนาดหัวเชื่อมสายไฟ	สีสายไฟ	ID	เวลาตามการคำนวณ (วินาที)
1	เล็ก	ขาว-ดำ	1.00	4.72
2	กลาง	ขาว	5.13	8.70
3	กลาง	น้ำเงิน	5.13	8.70
4	กลาง	เขียว-ขาว	9.32	12.73
5	กลาง	น้ำเงิน-ดำ	5.13	8.70
6	กลาง	น้ำตาล-แดง	5.88	9.42
7	ใหญ่	ขาว	10.02	13.41
8	ใหญ่	ขาว-แดง	10.02	13.41
9	ใหญ่	เขียว-ดำ	11.13	14.47
10	ใหญ่	แดง-เขียว	12.40	15.70
11	ใหญ่	ขาวสายม้วน	9.32	12.73
12	ใหญ่	ขาว-น้ำเงิน	9.32	12.73
			รวม	135.29

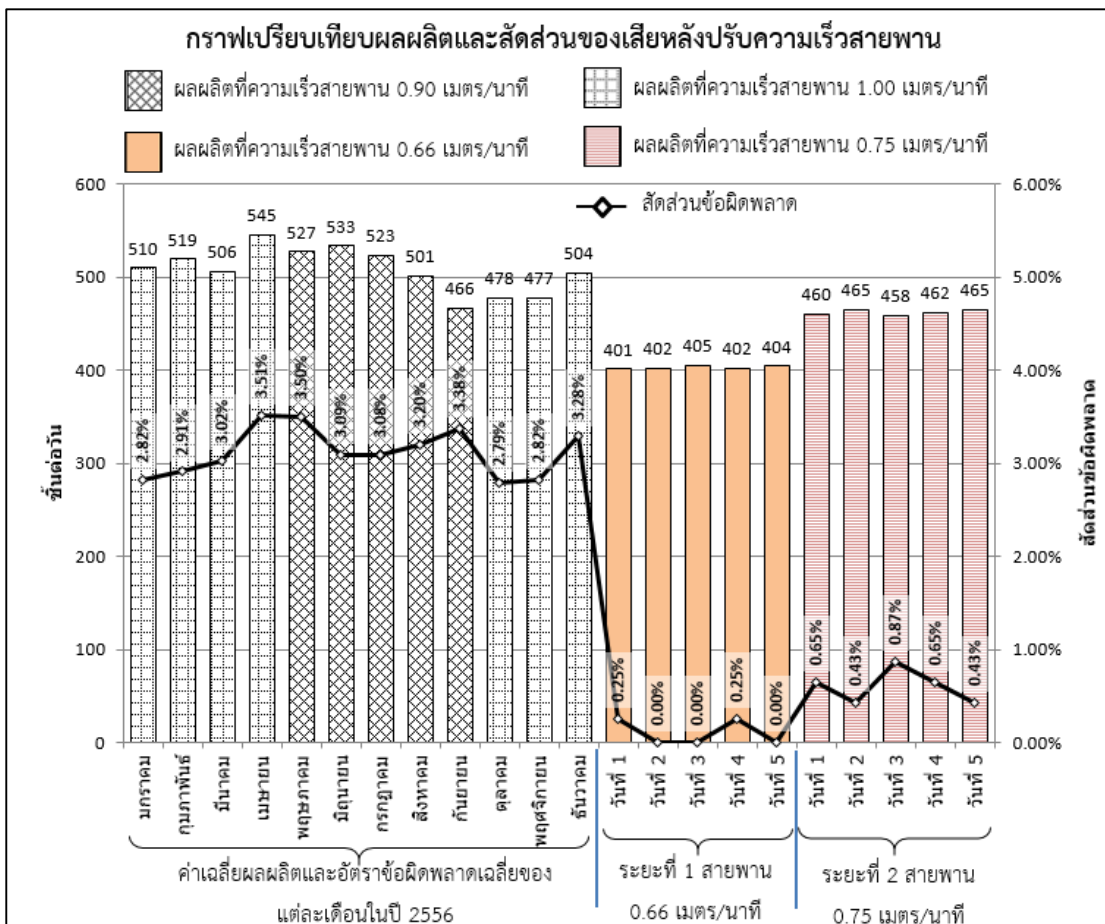
ตารางที่ 4.11 ผลจากการคำนวณความเร็วสายพานจากช่วงประสบการณ์ต่างๆ

ช่วงประสบการณ์	สมการถดถอย	รอบการผลิตที่คำนวณได้ (วินาที)	ความเร็วสายพานที่ คำนวณได้ (เมตร/นาที)
ไม่มีประสบการณ์	$y = 0.9620x + 3.7625$	135.29	0.66
1-2 ปี	$y = 0.8826x + 2.9935$	118.62	0.75
2-5 ปี	$y = 0.7574x + 2.5640$	101.74	0.90

ในการนำความเร็วรอบของการผลิตที่ได้จากการคำนวณไปใช้ทดลองกับสายการผลิตจริงจะใช้การปรับความเร็วของสายพานตั้งค่าที่คำนวณได้จากตารางที่ 4.9 ทั้งหมด 3 ค่าความเร็ว โดยเริ่มจากระยะเวลาในการทดลองระยะที่ 1 เป็นเวลาหนึ่งสัปดาห์หรือ 5 วันทำการของโรงงาน ใช้ความเร็วสายพานต่ำที่สุดหรือที่คำนวณได้จากสมรรถนะของผู้ไม่มีประสบการณ์จะได้ความเร็วสายพานที่ 0.66 เมตรต่อนาที ซึ่งผลการปรับความเร็วสายพานนี้มีผลทำให้สายการผลิตของโรงงานกรณีศึกษามีผลผลิตที่ลดลงจากเดิมเฉลี่ยอยู่ที่ 505 ชิ้นต่อวัน ลดลงเหลือ 402 ชิ้นต่อวัน หรือลดลงคิดเป็น 21% แต่ผลของข้อผิดพลาดจากการประกอบสายไฟมีอัตราการลดลงเป็นอย่างมาก ซึ่งจากเดิมข้อผิดพลาดจากการประกอบผิดเฉลี่ยอยู่ที่ 14 ชิ้นต่อวัน หรือ 3.1% ต่อวัน ลดลงเหลือ 0-1 ชิ้นต่อวันหรือ 0.25% อัตราส่วนของข้อผิดพลาดที่ลดลงต่อวันคิดเป็น 92%

ในการทดลองระยะที่ 2 เป็นการทดลองในระยะที่สองเวลา 5 วัน เช่นกัน แต่จะใช้ความเร็วที่คำนวณจากสมรรถนะของผู้มีประสบการณ์ 1-2 ปี ซึ่งผลที่ได้จากการปรับความเร็วสายพานในระยะที่สองคือ ผลผลิตของสายการผลิตเพิ่มขึ้นจากระยะแรกเป็น เฉลี่ย 462 ชิ้นต่อวัน ส่วนข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นมีค่าเพิ่มขึ้นเช่นกันคือเฉลี่ยอยู่ที่ 3 ชิ้นต่อวัน ดังรูปที่ 4.22

ในส่วนองความเร็วสายพานที่คำนวณได้จากสมรรถนะของผู้มีประสบการณ์ 3-5 ปี นั้นไม่ได้ทำการทดลองเนื่องจากเป็นความเร็วของสายพานที่โรงงานกรณีศึกษามีการใช้อยู่เป็นประจำ ความเร็วสายพานที่คำนวณได้คือ 0.9 เมตรต่อนาที และความเร็วสายพานปกติที่ทางโรงงานกรณีศึกษาใช้อยู่จะอยู่ในช่วงความเร็ว 0.9 – 1.0 เมตรต่อนาที



รูปที่ 4.22 ผลผลิตและสัดส่วนของเสียหลังปรับความเร็วสายพาน

จากการทดลองปรับลดความเร็วสายพานที่ค่าต่างๆ ได้เก็บข้อมูลผลผลิตและเวลาที่ใช้ในการซ่อมชิ้นงานที่เกิดจากการประกอบผิดพลาดจึงสามารถนำข้อมูลข้างต้นมาคำนวณหาความเร็วของสายพานที่จะเป็นจุดที่คุ้มค่าที่สุดของสายการผลิตนี้ โดยคิดความคุ้มค่าจากความสูญเสียที่เกิดขึ้นจากการปรับสายพานที่ความเร็วต่างๆ ความสูญเสียจากการปรับสายพานที่นำมาคำนวณแบ่งได้เป็น 2 อย่างคือ

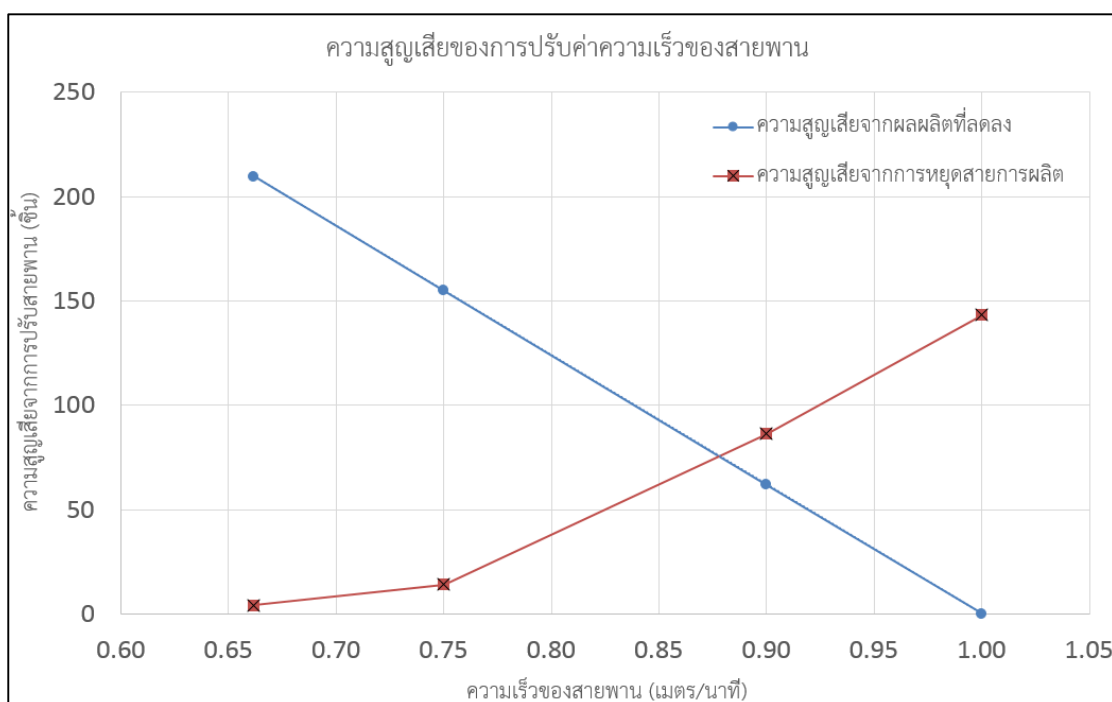
1. ความสูญเสียจากการเสียโอกาสผลิต คือ ความสูญเสียที่เกิดจากการปรับความเร็วของสายพานให้ลดลงจะมีผลทำให้ผลผลิตที่ควรจะได้ต่อวันนั้นลดลงซึ่งคำนวณได้จากนำเวลาการทำงานของหนึ่งวันของโรงงานหารด้วยความเร็วรอบของการผลิต ซึ่งจะได้ค่าดังกล่าวดังตารางที่ 4.12 คอลัมน์ที่ 4

2. ความสูญเสียจากการที่สายการผลิตหยุด แบ่งประเภทการหยุดสายการผลิตได้เป็น 2 ประเภท คือ ประเภทแรกการหยุดสายการผลิตเพื่อซ่อมชิ้นงานข้อมูลเป็นดังคอลัมน์ที่ 5 และ 6 ของตารางที่ 4.12 ข้อมูลที่เก็บมาจะเป็นหน่วยนาที่แล้วมาแปลงเป็นหน่วยชิ้น โดยการหารด้วยความเร็วรอบการผลิต ส่วนอีกประเภทคือการหยุดสายการผลิต เนื่องจากการประกอบชิ้นงานไม่ทันอันเกิดจากความเร็วยของสายพานสูงมากกว่าความสามารถของพนักงานทำให้ประกอบไม่ทันต้องหยุดสายการผลิตแล้วประกอบให้เสร็จก่อนที่จะทำการผลิตต่อ ซึ่งข้อมูลเป็นดังคอลัมน์ที่ 7 และ 8 ของตารางที่ 4.12 เมื่อนำความสูญเสียจากการหยุดสายการผลิตทั้งสองประเภทมารวมกันจะได้ความสูญเสียรวมดังคอลัมน์ที่ 9 ของตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 การคำนวณความสูญเสียของแต่ละความเร็วสายพาน

①	② = 1.5x60/①	③=930x60/①	④ = 620-③	⑤	⑥= ⑤x60/①	⑦	⑧ = ⑥x60/①	⑨=⑥+⑧
ความเร็วรอบการผลิต	ความเร็วสายพาน	ผลผลิตที่ควรจะได้ตามความเร็วสายพาน	ความสูญเสียจากจำนวนผลผลิตที่ลดลงเมื่อปรับสายพาน	ความสูญเสียจากการหยุดสายการผลิตเพื่อซ่อมชิ้นงาน	ความสูญเสียจากการหยุดสายการผลิตเนื่องจากการประกอบไม่ทัน	รวมความสูญเสียจากการหยุดผลิต		
(วินาที/ชิ้น)	(เมตร/นาที่)	(ชิ้น)	(ชิ้น)	(นาที่)	(ชิ้น)	(นาที่)	(ชิ้น)	(ชิ้น)
136	0.66	410	210	9.3	4.1	0.0	0.0	4.1
120	0.75	465	155	27.9	14.0	0.5	0.3	14.2
100	0.90	558	62	120.9	72.5	22.8	13.7	86.2
90	1.00	620	0	167.4	111.6	47.4	31.6	143.2

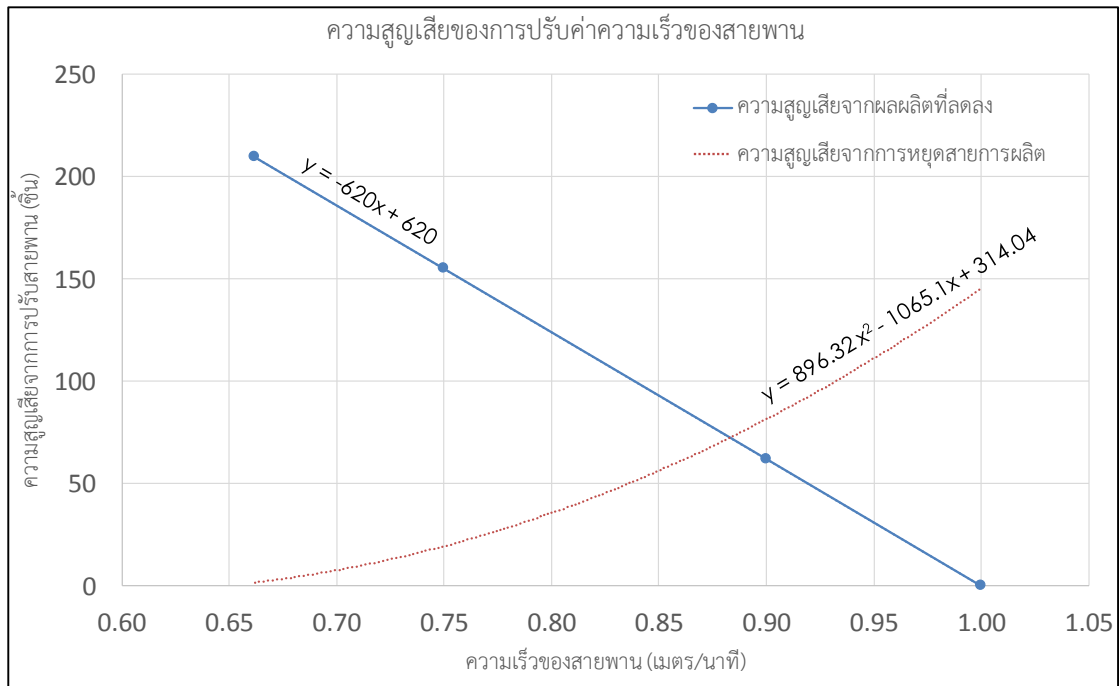
การคำนวณดังตารางในข้างต้นสามารถนำมาสร้างกราฟความสูญเสียจากการปรับสายพานได้ โดยใช้ข้อมูลความสูญเสียทั้งสองชนิด คือ ความสูญเสียจากจำนวนผลผลิตที่ลดลงจากการปรับความเร็วสายพานจากคอลัมน์ที่ 3 ของตารางที่ 4.11 และผลรวมความสูญเสียจากการหยุดสายการผลิตจากคอลัมน์ที่ 9 ของตารางที่ 4.12 โดยที่ต้นทุนทั้งสองที่นำมาใช้จะมีหน่วยเป็นชิ้น เมื่อนำต้นทุนทั้งสองดังกล่าวมาสร้างกราฟ จะได้ดังรูปที่ 4.23



รูปที่ 4.23 กราฟแสดงความสูญเสียจากการปรับความเร็วสายพาน

จากรูปที่ 4.23 จะได้กราฟของเส้นความสูญเสียจากการปรับสายพาน 2 เส้น คือ ความสูญเสียจากผลผลิตที่ลดลงตามความเร็วสายพานจะมีลักษณะเป็นเส้นตรงตามการปรับความเร็วสายพานและกราฟอีกเส้น คือ ความสูญเสียจากการหยุดสายการผลิตจะมีลักษณะเป็นเส้นโค้งที่มีความชันสูงขึ้นตามการปรับความเร็วสายพาน ซึ่งในการหาจุดที่คุ้มค่าของการผลิตนั้นจะต้องนำความสูญเสียทั้งสองชนิดดังกล่าวมารวมกันแล้วจะได้เป็นความสูญเสียโดยรวมของการปรับความเร็วสายพานโดยที่จุดที่ต่ำที่สุดของกราฟนั้นจะเป็นความเร็วของสายพานที่ให้ผลผลิตมากที่สุด

ขั้นตอนการหาความสูญเสียโดยรวมของการปรับความเร็วสายพานเริ่มต้นจากการหาสมการถดถอยของกราฟเส้นความสูญเสียทั้ง 2 ประเภท โดยการหาสมการถดถอยใช้ฟังก์ชัน trendline ของโปรแกรม Microsoft excel ช่วยในการหาสมการถดถอยซึ่งจะใช้สมการถดถอยแบบ linear สำหรับความสูญเสียจากผลผลิตที่ลดลงตามความเร็วสายพานจะได้สมการถดถอย $y = -620x + 620$ และใช้สมการถดถอยแบบ polynomial สำหรับความสูญเสียจากการหยุดสายการผลิตจะได้สมการถดถอย $y = 896.32x^2 - 1065.1x + 314.04$ สมการถดถอยของความสูญเสียทั้ง 2 ประเภทจะแสดงไว้ดังรูปที่ 4.24



รูปที่ 4.24 กราฟแสดงความสูญเสียและสมการถดถอยของความสูญเสีย

เมื่อสามารถหาสมการถดถอยของความสูญเสียทั้งสองประเภทได้แล้วสุดท้ายจะสามารถหาฟังก์ชันของความสูญเสียรวมและความเร็วสายพานที่ให้ผลผลิตที่ดีที่สุดได้ โดยที่ฟังก์ชันของความสูญเสียโดยรวมสามารถอธิบายได้ดังนี้

กำหนดให้

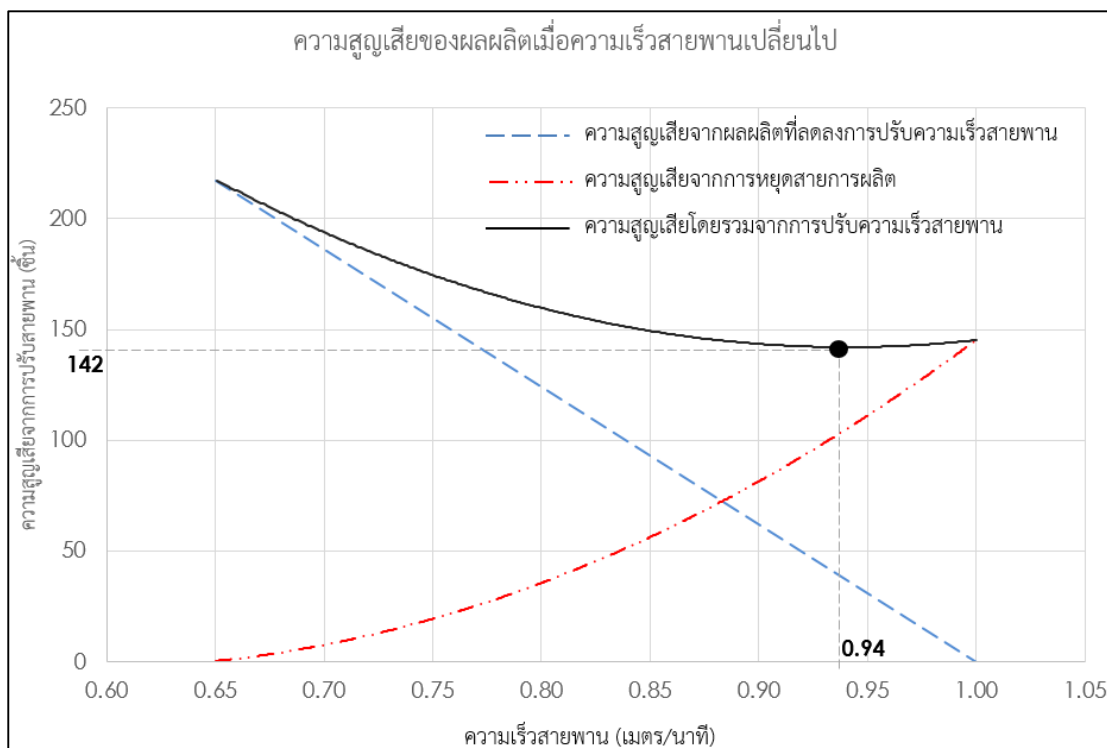
- y_{total} = ความสูญเสียโดยรวม
- y_a = ความสูญเสียจากผลผลิตที่ลดลงจากการปรับความเร็วสายพาน
- y_b = ความสูญเสียจากการหยุดสายการผลิต
- x = ความเร็วของสายพาน

$$y_{total} = y_a + y_b$$

$$y_{total} = (-620x + 620) + (896.32x^2 - 1065.1x + 314.04)$$

$$y_{total} = 896.32x^2 - 1685.1x + 934.04$$

สุดท้ายจะได้ฟังก์ชันของความสูญเสียโดยรวมคือ $896.32x^2 - 1685.1x + 934.04$ จากนั้นนำสมการนี้แทนค่าด้วยความเร็วสายพานจะสามารถหาค่าสายพานที่ให้ผลผลิตที่ดีที่สุดได้ดังรูปที่ 4.25



รูปที่ 4.25 ความสูญเสียโดยรวมของผลผลิตเมื่อความเร็วของสายพานเปลี่ยนไป

จากรูปที่ 4.25 การแทนค่าความเร็วสายพานในฟังก์ชันของความสูญเสียโดยรวมจะสามารถหาที่ต่ำสุดของกราฟคือจุดที่มีความสูญเสียต่อการผลิตต่ำที่สุดหรือเป็นความเร็วของสายพานจะทำให้ได้ผลผลิตมากที่สุด ซึ่งค่าดังกล่าวคือ ความเร็วสายพานที่ 0.94 เมตรต่อนาที โดยที่จะมีความสูญเสียโดยรวมต่ำที่สุดคือที่ 142 ชิ้นต่อวัน

จากค่าความเร็วสายพานที่ 0.94 เมตรต่อนาที ที่สามารถหาได้จากค่าความสูญเสียโดยรวมที่ต่ำที่สุดนั้น ถ้าเทียบกลับเป็นความเร็วสายพานที่คำนวณได้ตามประสบการณ์ดังในตารางที่ 4.11 จะใกล้เคียงกับความเร็วสายพานของช่วงประสบการณ์ 2-5 ปี แต่ในสายการผลิตที่ทำการทดลองนี้ พนักงานในสายการผลิตโดยส่วนมากจะมีประสบการณ์อยู่ที่ 2 ปี ถ้าพิจารณาปัจจัยของประสบการณ์ของพนักงานควรจะใช้ความเร็วของสายพานที่ความเร็ว 0.75-0.90 เมตรต่อนาที แต่การปรับความเร็วสายพานลงมาระดับที่ต่ำกว่าความเร็ว 0.85 เมตรต่อนาที จะทำให้ความสูญเสียโดยรวมนั้นสูงขึ้นมาก ดังนั้นการปรับความเร็วสายพานจึงควรที่จะพิจารณาถึงทั้งปัจจัยของประสบการณ์ของพนักงานและความสูญเสียโดยรวมด้วย จึงสรุปได้ว่าความเร็วของสายพานที่โรงงานกรณีศึกษานี้ควรจะใช้ ด้วยปัจจัยที่พนักงานส่วนมากมีประสบการณ์ 2 ปี กับระดับความสูญเสียโดยรวมแล้วควรที่จะอยู่ที่ระดับความเร็ว 0.85-0.90 เมตรต่อนาที ซึ่งเป็นความเร็วที่เหมาะสมกับสถานการณ์ปัจจุบัน

บทที่ 5

สรุปผลงานวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

การศึกษาถึงปัจจัยของงานการเสียบสายไฟเข้ากับหัวเชื่อมสายไฟตามปัญหาของโรงงานกรณีศึกษาที่มีข้อผิดพลาดจากการทำงานของพนักงานเสียบสายไฟผิดช่องเป็นอันดับแรกโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 3.1% ซึ่งมีสาเหตุมาจากการเพิ่มปริมาณการผลิตขึ้นจนเกินขีดความสามารถของพนักงาน งานวิจัยนี้จึงมีจุดประสงค์ที่จะสร้างวิธีการวัดสมรรถนะของงานการเสียบสายไฟเข้ากับหัวเชื่อมสายไฟเพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางในการกำหนดรอบของเวลาการผลิตให้เหมาะสมกับขีดความสามารถของบุคคลและเกิดอัตราข้อผิดพลาดขึ้นน้อยที่สุดด้วยการสร้างวิธีการวัดสมรรถนะตามแนวคิดของ Fitts' law แล้วนะสมรรถนะที่ได้ไปคำนวณเป็นความเร็วของสายพานให้กับสายการผลิตและเก็บข้อมูลอัตราการข้อผิดพลาดที่ลดลงกับการหยุดสายการผลิตที่น้อยลงมาทำการคำนวณค่าความเร็วของสายพานที่จะทำให้ได้ผลผลิตดีที่สุด

5.1.1 การสร้างวิธีการวัดสมรรถนะ

การสร้างวิธีการวัดสมรรถนะเริ่มจากการออกแบบการทดลองโดยใช้ปัจจัยที่จะทดลองสองปัจจัยคือ สีของสายไฟซึ่งมี 33 สีและชนิดของหัวเชื่อมสายไฟมี 3 ชนิด ดังนั้นรูปแบบงานจะมีทั้งหมด 99 รูปแบบ และใช้กระดานประกอบสายไฟจำลองและจัดสถานที่ทำการทดลองให้ใกล้เคียงกับสถานการณ์จริงจากนั้นดำเนินการทดลองขั้นตอนดังนี้

1. ทำการทดลองเพื่อหาเวลาการเคลื่อนที่ในการเสียบสายไฟเข้ากับหัวเชื่อมสายไฟกับบุคคลไม่มีประสบการณ์ 15 คน และพนักงานที่มีประสบการณ์การทำงานที่แตกต่างกัน ตั้งแต่ 1-5 ปีจำนวน 5 คน โดยที่มีรูปแบบของงานที่ 99 รูปแบบ
2. นำเวลาการเคลื่อนที่ ที่ได้จากการทดลองมาทำการกำหนดค่ามาตราแกน X หรือค่า ID ด้วยวิธีการหาค่ากำหนดจากค่าเฉลี่ยเพื่อแปลงรูปแบบงานจากเชิงคุณภาพเป็นเชิงปริมาณ แล้วพิจารณารวม ID ที่มีค่าใกล้เคียงกัน ซึ่งหลังจากการรวม ID ความสัมพันธ์ในเชิงเส้นจะลดลง งานวิจัยจึงนำ ID หลังจากยุบรวมแล้วไปกำหนดมาตราแกน X อีกครั้งด้วยวิธีการค่าที่ดีที่สุดของผลรวมจากค่า R^2 ซึ่งสามารถกำหนดค่า ID ได้ทั้งหมด 10 ค่า

3. สร้างกราฟความสัมพันธ์ที่มีแกน X เป็นค่า ID และแกน Y เป็นค่าเวลาการเคลื่อนที่ซึ่งจะได้กราฟสมรรถนะตามแนวคิดของ Fitts' law

5.1.2 การนำค่าสมรรถนะไปใช้ในการคำนวณความเร็วสายพานและจุดที่คุ้มค่าที่สุด

สร้างวิธีการวัดสมรรถนะสามารถนำค่าสมรรถนะที่ได้จากการทดลองไปทำการคำนวณรอบของเวลาการผลิตที่เหมาะสม ใช้ค่าสมรรถนะของผู้เข้าทดลองแต่ละช่วงประสบการณ์ที่มี 3 ช่วง คือ ไม่มีประสบการณ์, 1-2 ปี และ 2-5 ปี ไปทำการคำนวณความเร็วของสายพานโดยอ้างอิงจากงานของพนักงานสายการผลิตจริงซึ่งสายการผลิตกระบวนการประกอบสายไฟจะมีจำนวน 17 สถานี ทำการคำนวณเวลารอบของการผลิต ได้ความเร็วสายพานมีค่าความเร็วที่ 0.66, 0.75 และ 0.90 เมตรต่อนาที ตามลำดับสมรรถนะของช่วงประสบการณ์ที่นำมาคำนวณ จากนั้นในระยะเวลาจำนวน 2 สัปดาห์ ทำการปรับความเร็วสายพานของโรงงานกรณีศึกษา โดยที่ความเร็วของสายพานเดิมของโรงงานกรณีศึกษาที่ใช้คือ 0.90 และ 1.0 เมตรต่อนาที การทดลองจึงทดลองเพิ่มที่ความเร็วสายพานระดับ 0.66 และ 0.75 เมตรต่อนาที พร้อมกับเก็บข้อมูลผลผลิต, อัตราของเสียและเวลาการหยุดสายการผลิตต่อวันเพื่อที่จะนำมาใช้ในการคำนวณจุดที่คุ้มค่าที่สุด ซึ่งจุดที่คุ้มค่าที่สุดจะพิจารณาจากผลรวมของความสูญเสียจากผลผลิตที่ลดลงจากการปรับสายพานและความสูญเสียจากการหยุดสายการผลิตเพื่อซ่อมและประกอบไม่ทัน โดยที่ผลรวมของความสูญเสียต้องน้อยที่สุด ซึ่งจากข้อมูลการทดลองให้จุดคุ้มค่าที่สุดที่ความเร็วสายพาน 0.94 เมตรต่อนาที แต่ถ้าพิจารณาถึงค่าความเร็วของสายพานที่เหมาะสมกับช่วงประสบการณ์ของพนักงานส่วนใหญ่ที่มีประสบการณ์อยู่ที่ 2 ปี ควรจะใช้ความเร็วของสายพานที่ความเร็ว 0.75-0.90 เมตรต่อนาที แต่ในการปรับความเร็วสายพานลงมาระดับที่ต่ำกว่าความเร็ว 0.85 เมตรต่อนาที จะทำให้ความสูญเสียโดยรวมนั้นสูงขึ้นแบบมีอัตราเร่ง ดังนั้นการปรับความเร็วสายพานจึงควรที่จะพิจารณาถึงทั้งปัจจัยของประสบการณ์ของพนักงานและความสูญเสียโดยรวมจากการปรับสายพานด้วย ดังนั้นความเร็วของสายพานที่โรงงานกรณีศึกษานี้ควรจะใช้จากปัจจัยที่พนักงานส่วนมากมีประสบการณ์ 2 ปี กับระดับความสูญเสียโดยรวมแล้วควรที่จะอยู่ที่ระดับความเร็วช่วง 0.85-0.90 เมตรต่อนาที

5.2 ประโยชน์ที่ได้รับ

1. สมการสมรรถนะที่เป็นค่ากลางจากผู้เข้าทำการทดลองสามารถใช้เป็นแนวทางให้โรงงานกรณีศึกษาใช้ในการกำหนดรอบเวลาการผลิตรวมถึงการใช้วางแผนการผลิต ให้เหมาะสมกับขีดความสามารถของพนักงานและเกิดข้อผิดพลาดจากการประกอบสายไฟผิดที่น้อยลง

2. ใช้เป็นเกณฑ์การแบ่งภาระงานให้กับพนักงานแต่ละคนมีความเหมาะสมตามรอบเวลาของการผลิต โดยใช้ดัชนีของความยากช่วยในการแบ่งงานจากเดิมที่ทางโรงงานกรณีศึกษาใช้เฉพาะจำนวนสายไฟเป็นการแบ่งภาระงานเท่านั้น

3. สามารถใช้เป็นเกณฑ์การประเมินวัดผลความสามารถของพนักงานโดยที่ใช้การวัดสมรรถนะแสดงให้เห็นถึงการพัฒนาของความสามารถของพนักงานแต่ละคน

5.3 ข้อเสนอแนะ

1. รูปแบบของ ID จะมีความแม่นยำมากขึ้น ขึ้นอยู่กับจำนวนของผู้เข้าร่วมทดลองและดัชนีของความยากอาจจะมีการเปลี่ยนแปลงเมื่อทดลองกับชนิดของสายไฟอื่น ๆ ที่ไม่ได้นำมาทำการทดลอง เช่นสายไฟที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ใหญ่ขึ้น

2. แนวทางสำหรับการประยุกต์ใช้แนวคิดการสร้างสมรรถนะตามแนวคิดของ Fitts' law ในอุตสาหกรรมอื่นๆ โดยอาจมีการปรับเปลี่ยนวิธีการทดลอง ตัวแปรการทดลองเพื่อให้เหมาะสมกับลักษณะการทำงานที่แตกต่างกันออกไป

รายการอ้างอิง

1. Fitts P.M., Posner M.I. Human Performance. Belmont CA: Brooks/Cole; 1967. p. 162.
2. Shannon C.E., Warren W. The Mathematical Theory of Communication. Illinois: University of Illinois press; 1949.
3. Richard J.Jagacinski, John M., Flach. Information theory and Fitts' Law (control theory for humans). 2003:21.
4. กฤตนิยม จันทระจตุรงค์. แสงและการมองเห็น. พิมพ์ครั้งที่ 1: สำนักพิมพ์ ธรรมบัณฑิต.
5. การวัดระดับสายตาและการตรวจจอตตา (Visual Acuity and Ophthalmoscopy) [Internet]. <http://www.medicine.cmu.ac.th/dept/eye/lecture301.pdf>. 2551.
6. Mackenzie I.S. Fitts' Law as a Research and Design Tool in Human-Computer Interaction. Human-Computer Interaction. 1992:91.
7. Freivalds A., Niebel B. Design of Cognitive workload (Niebel's methods, Standard and work design). Newyork: McGraw Hill; 2009. p. 273.
8. Schneider D.W., Anderson J.R. A memory-based model of Hick,s law. International Journal of Cognitive Psychology. 2011;62:193.
9. สถาบันความปลอดภัยในการทำงาน. ข้อปฏิบัติความปลอดภัย การทำงานทำเย็น-ลักษณะการเย็นทำงาน. โครงการจัดตั้งศูนย์สารสนเทศความปลอดภัยในการทำงาน: สปท.-ข-018 / 2533-7.
10. สมโภชน์ เอี่ยมสุภชาติ. การออกแบบงานและสถานที่ทำงาน. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมธิราช สาขาวิทยาศาสตร์สุขภาพ. เอกสารการสอน ชุดวิชาเออร์กอนอมีกส์และจิตวิทยาในการทำงาน หน่วยที่ 9. พิมพ์ครั้งที่ 11 สำนักพิมพ์ บริษัทประชาชน จำกัด.
11. Shieh K.K., Lin C.C. Effects of screen type, ambient illumination, and color combination on VDT visual performance and subjective preference. International Journal of Industrial Ergonomics. 2000;26:527.
12. Lin C.C. Effects of screen luminance combination and text color on visual performance with TFT-LCD. International journal of Industrial Ergonomics. 2005;35:229.

13. Huang K.C. Effects of computer and figure/background area ratios and color combinations on visual search performance on a LCD monitor. sciencedirect. 2008.
14. ภัทรพร เกียรติธรรม. ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางกายภาพของเมาส์และสมรรถนะการใช้งานของผู้ใช้. วิทยานิพนธ์ปริญญาามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย; 2555.
15. พงศ์ภัทร อุไรวงศ์. การประเมินสมรรถนะการใช้แป้นพิมพ์การยศาสตร์โดยอาศัยหลักการกฎของฟิตส์. วิทยานิพนธ์ปริญญาามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย; 2555.
16. กรองกาญจน์ วิวัฒน์วิศวกร. ระยะห่างระหว่างโต๊ะสอบเพื่อป้องกันการทุจริต. วิทยานิพนธ์ปริญญาามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย; 2554.
17. Juran J.M., Gryna F.M. Quality planning and analysis: From product development through use. 3, editor. New York: McGraw-Hill; 1993.
18. บรรจง บุญชม. Analytical Chemistry 1. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบังวิทยาเขตชุมพร.



ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



ตาราง ก.1 เวลาการเคลื่อนที่ของผู้ทดลองคนที่ 1 สำหรับหัวเชื่อมสายไฟขนาดเล็ก

ผู้ทดลองคนที่ 1 หัวเชื่อมสายไฟขนาดเล็ก		ท่าเข้าครั้งที่																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	แดง	3.90	4.64	4.37	4.54	3.34	4.80	4.97	3.24	4.34	4.97	4.80	5.24	4.37	4.17	4.94	3.70	3.20	4.40	4.07	4.24
2	ขาว	3.77	4.34	4.34	3.30	4.87	4.97	4.40	3.64	4.74	5.90	5.00	5.44	4.94	4.37	3.40	4.40	4.70	5.94	4.64	5.74
3	น้ำเงิน	4.34	4.87	5.27	4.30	3.14	4.90	4.77	6.00	4.67	4.90	3.40	4.17	4.37	5.94	4.50	4.50	3.40	4.74	4.84	3.27
4	ดำ	4.37	4.17	3.54	4.10	3.60	4.04	4.57	6.14	3.84	5.00	4.50	3.24	4.60	3.67	4.20	4.90	3.17	4.80	4.24	4.10
5	ดำ-ขาว	4.97	3.70	4.37	5.00	3.74	5.20	4.54	4.57	5.64	4.27	4.17	4.00	4.57	4.17	5.70	4.74	4.94	3.67	4.17	4.54
6	เขียว-ขาว	4.14	4.07	3.20	4.64	4.17	3.37	3.47	4.80	6.64	4.57	4.44	3.34	4.67	4.17	5.87	4.80	4.57	3.90	4.40	4.44
7	เขียว	5.74	4.84	4.77	5.60	4.14	4.24	3.94	4.10	6.64	5.84	4.44	5.77	4.70	4.24	3.34	4.30	4.24	5.37	4.37	5.50
8	ขาว-แดง	4.27	5.67	4.40	5.94	6.47	5.84	3.30	4.64	6.67	5.34	5.00	5.67	6.47	7.50	5.87	4.50	5.34	5.50	4.87	6.90
9	น้ำเงิน-แดง	3.60	3.87	4.77	3.20	3.07	3.90	3.87	3.97	4.34	4.14	3.80	3.60	3.60	4.90	4.90	4.50	4.54	4.80	3.57	3.20
10	เทา	3.57	4.04	3.80	3.87	4.54	4.07	4.77	4.50	4.70	4.14	4.70	4.07	3.04	3.20	3.14	3.84	3.20	3.84	4.70	3.40
11	เขียว-ดำ	5.47	6.00	6.27	6.70	5.04	6.67	6.14	5.30	5.74	6.40	7.00	5.34	6.74	6.94	5.90	5.30	6.57	6.07	6.47	5.60
12	น้ำเงิน-ดำ	4.47	4.40	4.64	4.50	4.54	4.64	4.44	3.20	4.44	3.04	3.94	3.74	3.24	3.60	4.04	3.10	3.64	3.10	3.77	3.40
13	ชมพู	3.40	5.00	4.47	3.67	3.54	4.67	4.04	3.77	4.00	4.50	3.24	4.50	4.14	4.94	3.67	4.57	4.30	3.74	3.47	3.50
14	แดงสายม้วน	6.80	6.94	5.84	6.47	5.07	6.50	4.77	4.94	6.57	6.77	4.10	5.24	5.30	4.84	4.04	6.67	4.60	6.07	6.67	6.90
15	แดง-น้ำเงิน	4.80	4.37	5.77	4.77	4.37	5.20	5.20	4.30	6.87	6.27	4.17	6.80	5.57	6.17	4.07	6.74	5.80	4.34	4.74	6.37
16	ขาว-เขียว	5.90	5.27	5.04	6.64	5.57	5.20	5.84	5.70	6.24	6.17	5.47	6.34	5.07	6.90	6.20	6.14	5.80	5.40	6.70	5.50
17	แดง-เขียว	4.50	5.90	4.94	4.07	4.87	5.70	5.07	4.40	5.54	6.00	4.34	4.57	4.87	4.14	5.54	4.80	4.57	5.57	4.54	5.84
18	ดำ-ส้ม	4.64	4.37	5.20	3.44	5.77	5.70	4.77	3.94	4.27	4.17	3.97	5.04	4.74	5.97	4.00	5.94	5.74	3.80	4.90	4.10
19	เขียว-แดง	5.97	4.80	5.74	4.10	4.24	5.64	4.64	5.07	5.07	5.47	4.60	4.94	4.94	5.30	5.64	4.47	5.20	5.77	5.54	5.34
20	น้ำตาล	4.04	4.30	5.64	3.80	5.47	3.14	3.57	4.34	3.60	4.34	5.07	4.80	3.34	5.67	4.30	5.14	5.30	4.04	5.34	5.44
21	ขาวสายม้วน	3.14	3.94	4.04	3.80	4.70	3.57	3.97	3.30	3.27	3.84	3.30	3.44	4.54	3.90	3.87	4.44	3.34	4.07	3.70	4.07
22	ดำ-เหลือง	3.07	3.54	3.60	4.44	3.97	4.04	3.64	4.44	3.10	4.90	4.57	3.04	3.47	4.74	3.90	4.84	4.80	3.60	4.57	4.64
23	น้ำเงิน-เหลือง	3.10	3.80	3.34	3.54	4.17	4.37	3.90	4.80	4.80	3.34	3.44	4.07	3.70	4.14	3.20	4.70	3.47	4.80	3.04	3.40
24	ขาว-ดำ	4.20	4.94	4.14	5.00	3.30	3.24	5.37	3.07	3.07	3.87	3.40	4.07	5.77	5.27	4.30	4.47	4.30	4.60	3.50	4.10
25	เหลือง-แดง	3.67	5.44	4.24	3.47	3.60	4.64	3.80	3.67	5.07	3.57	4.27	3.90	5.17	3.37	5.64	3.70	4.00	5.24	3.50	4.27
26	แดง-ดำ	5.10	3.20	4.30	5.97	4.64	4.84	4.60	5.70	5.67	3.37	4.97	3.07	5.24	3.54	5.94	4.34	3.57	5.67	3.10	4.14
27	ชมพู-ดำ	4.97	6.17	6.17	5.64	4.64	4.77	4.64	6.00	4.47	6.04	5.14	4.70	6.37	5.60	6.20	4.40	6.74	6.14	5.14	5.90
28	เทา-เขียว	4.24	3.34	3.64	4.80	3.30	3.60	4.00	4.87	3.80	3.77	5.54	4.34	4.04	4.70	3.67	3.87	4.37	4.70	4.37	3.47
29	ขาว-น้ำเงิน	4.34	4.27	5.80	4.90	3.70	3.10	3.70	4.60	3.10	3.30	5.50	4.17	3.90	4.24	3.74	5.00	4.64	5.64	3.74	5.60
30	แดง-เหลือง	3.44	3.04	3.57	4.60	3.67	4.50	3.40	4.64	3.57	3.60	3.84	3.84	3.80	3.07	4.04	3.37	3.07	3.90	3.64	4.67
31	น้ำตาล-เหลือง	4.57	5.60	5.07	5.67	3.77	3.84	3.70	6.00	3.20	3.54	5.64	3.77	3.67	5.34	4.60	4.44	4.40	5.10	4.17	3.27
32	น้ำตาล-ขาว	4.87	3.87	5.04	5.74	5.87	4.77	4.50	4.84	4.54	3.37	5.50	5.10	4.10	5.67	5.17	3.24	3.70	3.54	5.44	5.47
33	น้ำตาล-แดง	4.47	4.40	4.60	4.40	4.27	4.30	3.64	4.80	4.14	4.10	3.24	3.27	4.57	4.44	4.27	4.04	3.07	3.84	4.40	3.34

ตาราง ก.2 เวลาการเคลื่อนที่ของผู้ทดลองคนที่ 1 สำหรับหัวเชื่อมสายไฟขนาดกลาง

ผู้ทดลองคนที่ 1 หัวเชื่อมสายไฟขนาดกลาง		ท่าเข้าครั้งที่																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	แดง	6.60	7.04	6.60	6.64	7.10	8.20	7.20	7.50	8.27	7.17	6.50	7.54	9.84	7.80	6.70	7.64	7.24	7.27	6.90	8.00
2	ขาว	7.54	8.20	7.54	8.24	6.57	7.27	9.64	7.40	8.60	8.00	7.94	7.04	6.10	7.87	7.90	9.74	7.34	9.00	8.94	7.17
3	น้ำเงิน	6.44	6.10	5.77	6.27	7.17	6.67	6.40	7.90	7.07	9.64	8.50	6.84	7.14	6.64	5.54	6.40	8.84	6.90	6.07	7.40
4	ดำ	10.67	10.84	9.80	7.90	6.57	8.57	8.07	7.00	6.67	7.87	9.07	8.14	6.84	10.27	6.87	6.87	9.97	9.14	8.90	10.40
5	ดำ-ขาว	6.94	7.10	7.80	7.54	6.44	7.64	8.70	8.00	7.34	8.60	9.90	7.97	6.77	7.37	7.84	6.40	8.47	7.60	7.84	7.34
6	เขียว-ขาว	11.94	11.87	9.40	10.27	9.27	9.70	14.00	10.77	9.30	12.90	11.04	11.70	12.00	9.64	10.30	11.54	13.30	9.90	12.14	13.60
7	เขียว	6.04	9.24	6.84	7.70	7.57	6.50	7.54	8.34	8.24	9.64	9.00	9.90	9.54	8.10	8.17	8.00	9.70	9.10	7.94	6.44
8	ขาว-แดง	8.90	9.87	8.97	8.30	9.34	7.70	8.67	7.04	7.04	7.14	8.24	8.00	7.47	7.20	8.37	9.90	9.67	9.60	7.50	8.64
9	น้ำเงิน-แดง	7.14	8.07	7.17	7.80	8.60	8.00	9.97	8.60	9.07	7.37	8.04	5.07	7.44	8.10	7.27	7.54	8.50	8.40	7.40	8.30
10	เทา	9.87	8.14	9.47	7.37	8.50	7.57	6.70	9.30	10.80	9.00	7.80	7.20	8.47	7.34	8.60	9.94	8.20	8.37	7.54	7.77
11	เขียว-ดำ	9.54	10.40	10.34	9.57	10.00	9.57	8.84	9.44	7.20	7.14	9.24	8.90	9.20	7.17	9.84	10.84	9.44	9.10	8.44	9.14
12	น้ำเงิน-ดำ	6.14	7.64	7.64	6.64	8.97	7.10	9.57	10.07	7.14	7.44	6.14	7.07	7.24	8.47	7.30	8.60	6.90	7.80	7.80	6.90
13	ชมพู	7.07	7.77	8.54	7.37	8.77	7.60	7.37	7.40	6.67	7.74	6.84	9.77	10.44	7.70	7.80	6.04	8.17	8.17	7.40	8.67
14	แดงสายม้วน	6.14	6.07	5.40	7.00	6.94	7.47	6.44	5.74	8.30	6.40	6.47	7.54	6.37	7.27	8.84	6.57	7.24	5.10	6.07	6.27
15	แดง-น้ำเงิน	6.64	7.27	6.14	7.44	6.54	6.20	5.20	6.17	8.37	6.50	6.07	7.84	6.64	7.17	7.74	6.90	7.10	5.60	6.24	7.47
16	ขาว-เขียว	8.50	9.40	9.77	8.30	9.27	8.64	9.87	8.30	8.54	8.94	9.34	6.97	8.24	8.80	8.00	8.94	8.84	6.37	8.74	8.34
17	แดง-เขียว	10.60	11.14	10.07	10.67	10.14	9.84	10.90	11.27	11.47	12.14	12.87	10.64	10.80	12.20	11.60	9.87	10.77	10.94	11.87	13.00
18	ดำ-ส้ม	6.87	7.30	8.77	6.97	6.80	7.07	7.14	6.30	7.20	6.20	9.77	8.47	9.97	8.44	6.20	7.64	6.80	8.74	7.50	8.60
19	เขียว-แดง	11.84	12.44	13.00	13.44	11.90	10.37	9.60	14.10	10.14	14.77	9.30	10.07	12.37	12.77	11.34	10.60	11.77	14.50	15.20	10.70
20	น้ำตาล	6.00	6.77	5.44	7.14	6.34	7.14	6.20	8.20	6.47	6.97	7.54	6.27	7.40	8.07	7.34	6.70	6.27	7.47	8.30	7.77
21	ขาวสายม้วน	5.10	6.60	5.90	7.47	6.94	7.77	7.30	6.77	7.50	7.77	8.27	7.04	7.90	7.00	6.64	7.30	5.87	7.97	7.70	6.34
22	ดำ-เหลือง	8.80	7.17	8.50	9.34	7.44	8.80	7.04	8.44	8.87	7.54	8.04	9.00	9.40	9.40	10.00	9.00	7.74	7.90	8.80	9.90
23	น้ำเงิน-เหลือง	10.97	9.30	7.24	8.14	7.90	8.67	9.67	9.80	6.57	7.97	10.04	8.14	6.67	6.47	6.77	9.54	8.40	6.80	8.67	9.90
24	ขาว-ดำ	10.54	8.70	7.40	10.84	9.77	9.37	6.64	9.64	8.97	9.70	7.94	8.37	7.74	8.77	8.44	7.70	7.30	8.44	8.34	9.57
25	เหลือง-แดง	8.90	7.94	6.17	10.47	10.14	7.54	7.47	6.57	10.07	10.57	7.70	6.04	7.07	10.44	10.40	9.64	7.04	7.87	7.57	9.80
26	แดง-ดำ	9.17	8.34	7.40	8.74	8.77	9.40	6.60	7.60	8.10	6.34	7.54	7.44	10.00	9.84	8.2					

ตาราง ก.3 เวลาการเคลื่อนที่ของผู้ทดลองคนที่ 1 สำหรับหัวเชื่อมสายไฟขนาดใหญ่

ผู้ทดลองคนที่ 1 หัวเชื่อมสายไฟขนาดใหญ่		ทำซ้ำครั้งที่																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	แดง	12.97	14.20	11.10	11.40	14.00	12.74	13.54	12.77	13.17	12.87	10.57	10.14	11.60	11.60	14.14	14.00	13.60	14.37	10.90	11.57
2	ขาว	13.50	16.20	15.20	13.40	16.30	14.77	15.87	11.27	12.47	14.14	13.80	14.64	15.57	14.27	13.07	13.27	14.67	13.90	15.07	14.00
3	น้ำเงิน	14.10	12.90	11.27	12.84	11.24	10.77	13.04	12.50	13.00	11.67	12.70	13.77	12.77	11.47	14.17	12.90	14.80	14.94	10.94	14.60
4	ดำ	11.24	11.84	12.24	11.47	12.74	11.70	13.77	12.60	10.97	11.24	14.10	10.90	12.24	10.17	12.87	13.54	14.24	12.70	10.80	13.54
5	ดำ-ขาว	12.74	13.57	11.97	11.30	12.44	13.57	12.64	10.64	15.40	14.47	12.50	12.50	13.10	13.20	14.87	10.14	14.67	10.30	11.80	12.07
6	เขียว-ขาว	15.64	18.30	17.37	14.27	16.44	13.40	14.04	12.37	10.37	16.70	15.60	15.47	16.07	13.07	14.60	15.50	16.87	15.47	16.30	14.47
7	เขียว	11.90	9.10	13.14	9.34	10.47	11.27	10.47	9.67	10.37	11.00	9.47	10.44	10.20	9.90	9.70	9.40	11.27	12.40	11.14	10.50
8	ขาว-แดง	12.60	11.44	12.47	12.87	11.67	13.04	11.17	14.77	13.67	13.30	11.54	12.80	12.00	13.07	14.74	10.70	12.60	10.90	13.17	11.60
9	น้ำเงิน-แดง	9.80	11.34	11.57	10.40	9.74	12.74	9.34	9.77	9.74	11.80	10.07	9.30	12.94	10.40	9.44	12.84	13.30	10.60	12.37	12.70
10	เทา	10.57	11.07	11.60	10.87	11.74	10.80	12.04	12.74	12.50	10.47	10.37	11.20	10.87	11.97	11.67	12.04	11.27	11.34	12.27	12.94
11	เขียว-ดำ	14.64	14.44	13.84	13.47	13.17	13.24	14.07	10.14	13.87	13.40	16.40	11.20	13.54	13.20	14.17	14.17	12.80	14.30	14.74	13.27
12	น้ำเงิน-ดำ	12.00	12.74	14.80	11.84	13.94	10.60	12.74	10.77	12.04	13.24	13.10	11.17	14.04	10.10	10.84	10.14	10.97	10.64	12.37	
13	ชมพู	12.54	10.77	11.84	11.50	9.54	13.34	9.87	10.94	11.47	8.57	12.74	11.30	13.67	9.77	11.47	10.30	11.14	12.30	11.77	13.87
14	แดงสามส่วน	11.60	13.47	14.40	11.17	11.74	11.20	11.10	14.30	13.47	10.14	13.04	12.37	12.54	12.47	13.24	12.37	13.30	13.54	10.67	
15	แดง-น้ำเงิน	13.24	14.27	12.80	11.57	12.90	11.20	14.87	11.74	11.64	12.30	10.54	12.44	14.44	10.50	13.20	10.20	11.67	11.44	10.10	10.40
16	ขาว-เขียว	13.10	14.40	13.30	15.27	13.84	12.37	13.60	14.70	13.27	12.74	12.60	13.80	15.17	14.64	13.37	13.34	13.24	14.24	10.54	11.40
17	แดง-เขียว	16.20	15.97	14.70	16.84	15.60	15.24	16.80	15.80	13.10	15.84	16.77	15.14	13.40	17.17	13.67	14.07	15.54	16.77	14.90	14.50
18	ดำ-ส้ม	11.17	13.80	8.47	11.17	15.80	11.20	13.50	14.40	11.47	12.57	13.94	11.70	15.77	11.74	10.60	12.30	15.00	13.64	11.74	12.27
19	เขียว-แดง	13.37	16.47	14.20	16.10	15.00	14.04	15.54	15.50	17.54	13.70	15.57	15.44	15.27	16.54	14.74	13.17	15.10	18.00	14.30	14.70
20	น้ำตาล	12.40	11.44	11.64	11.20	12.70	10.77	10.17	11.87	11.17	11.87	12.84	10.70	10.40	11.24	12.87	10.80	11.54	12.60	10.84	11.00
21	ขาวสามส่วน	11.67	10.90	12.07	11.80	10.67	12.20	11.60	12.70	10.97	12.30	12.94	11.90	12.94	11.47	11.37	12.50	12.27	10.47	12.67	11.97
22	ดำ-เหลือง	13.87	12.94	13.14	14.60	12.74	11.20	13.64	10.14	14.54	10.57	14.10	11.54	13.54	11.80	14.77	12.17	16.97	11.54	10.27	15.84
23	น้ำเงิน-เหลือง	12.87	17.50	12.94	13.94	14.77	10.10	11.87	15.00	12.60	13.77	11.37	14.20	13.07	15.40	12.64	13.90	14.60	14.74	10.57	12.67
24	ขาว-ดำ	13.97	13.57	14.24	10.17	10.87	12.50	13.40	10.44	14.50	16.97	10.77	12.37	13.24	14.70	11.34	11.90	15.10	10.60	15.90	12.07
25	เหลือง-แดง	11.64	13.50	8.10	11.74	13.94	10.67	14.77	11.60	14.24	12.70	16.07	12.47	13.90	15.04	12.87	10.74	10.60	10.37	10.04	14.77
26	แดง-ดำ	13.34	13.27	14.44	10.54	10.77	12.44	13.60	15.60	12.50	13.04	14.44	10.14	14.04	14.34	11.14	14.94	12.80	13.94	11.64	11.54
27	ชมพู-ดำ	11.50	13.94	9.00	11.54	13.64	10.17	14.10	14.74	11.87	11.37	15.24	11.54	13.34	10.07	10.97	10.20	14.74	16.67	10.37	10.80
28	เทา-เขียว	13.50	13.00	13.34	14.50	12.87	11.97	13.07	10.20	10.17	12.10	14.77	10.94	11.60	10.27	12.57	11.30	14.57	12.90	13.47	15.07
29	ขาว-น้ำเงิน	13.00	17.20	12.47	13.54	14.94	10.94	11.27	10.04	12.10	13.60	15.60	12.44	13.64	12.67	13.47	15.20	12.87	10.27	14.87	15.00
30	แดง-เหลือง	13.34	13.87	14.84	10.44	10.44	12.97	13.80	15.77	10.44	14.54	14.87	12.00	11.74	10.07	14.07	14.34	11.67	12.67	13.60	10.94
31	น้ำตาล-เหลือง	11.04	13.80	8.47	11.97	13.90	10.84	14.64	15.30	17.00	11.27	10.07	10.10	10.84	12.14	13.84	10.74	14.30	16.84	14.64	12.90
32	น้ำตาล-ขาว	13.20	13.30	14.67	10.54	10.74	12.34	13.80	12.87	13.94	15.54	13.14	11.50	13.10	10.14	14.67	11.94	14.47	12.37	12.74	13.40
33	น้ำตาล-แดง	14.44	11.67	12.30	14.34	10.94	11.07	10.34	12.04	13.07	10.74	10.74	10.97	10.24	12.24	13.84	15.20	12.20	13.34	14.10	14.07

ตาราง ก.4 เวลาการเคลื่อนที่ของผู้ทดลองคนที่ 2 สำหรับหัวเชื่อมสายไฟขนาดเล็ก

ผู้ทดลองคนที่ 2 หัวเชื่อมสายไฟขนาดเล็ก		ทำซ้ำครั้งที่																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	แดง	5.47	5.34	5.97	3.44	5.14	3.27	4.87	3.07	5.94	4.60	4.64	5.37	5.70	5.10	4.60	4.70	5.87	5.24	5.07	5.07
2	ขาว	3.04	3.10	4.67	3.40	3.64	5.00	4.97	4.77	5.20	3.64	4.30	5.57	3.67	3.04	5.14	4.17	4.97	6.00	4.34	5.77
3	น้ำเงิน	4.04	4.34	6.77	3.94	5.80	5.17	5.37	3.64	6.40	4.07	3.30	5.70	6.30	5.17	3.50	3.04	3.77	5.57	4.97	4.40
4	ดำ	6.64	4.77	4.64	3.97	4.07	3.14	3.70	5.44	5.77	6.64	5.74	6.00	4.60	5.50	4.87	4.30	4.17	6.44	4.60	4.87
5	ดำ-ขาว	4.74	4.20	4.30	4.54	3.84	4.37	3.04	4.47	4.40	3.60	4.27	4.14	3.34	3.80	3.80	3.40	4.17	4.70	3.64	3.97
6	เขียว-ขาว	5.40	4.94	5.44	5.00	4.54	5.84	5.17	5.64	5.74	5.77	4.17	5.37	4.77	5.27	5.77	5.90	4.04	4.27	5.17	4.57
7	เขียว	4.84	4.64	3.57	3.54	4.44	3.84	3.27	4.27	4.67	4.74	3.74	3.87	3.54	4.40	4.14	4.84	3.30	4.04	3.30	3.10
8	ขาว-แดง	3.37	3.57	5.00	3.30	3.90	4.24	4.50	3.27	3.30	3.07	4.80	4.90	4.00	4.50	3.10	3.60	4.67	4.07	4.34	3.37
9	น้ำเงิน-แดง	4.77	3.80	3.97	5.07	3.54	5.90	5.64	3.37	4.90	4.90	4.70	3.84	4.54	4.07	3.27	5.60	4.50	3.44	3.50	4.37
10	เทา	3.90	4.14	4.90	3.90	3.50	3.74	3.07	3.77	4.34	4.00	3.57	3.24	3.67	4.37	4.87	4.70	4.10	3.37	4.50	4.97
11	เขียว-ดำ	6.77	6.44	5.34	6.30	5.34	6.07	4.07	5.34	5.70	5.10	5.30	5.87	4.04	5.20	5.80	6.47	5.37	5.44	5.04	4.80
12	น้ำเงิน-ดำ	4.00	3.80	5.00	3.50	3.97	4.24	4.34	4.67	3.20	4.60	3.80	3.20	4.74	4.97	4.50	4.97	3.04	4.84	3.17	4.60
13	ชมพู	4.50	5.47	5.67	4.50	4.04	5.14	3.64	4.60	4.20	4.14	3.20	5.54	5.07	5.30	4.84	4.34	5.20	5.70	3.20	3.27
14	แดงสามส่วน	4.34	4.00	5.67	3.64	5.50	3.67	5.77	3.14	5.24	4.07	4.57	3.94	5.34	3.27	4.54	5.27	4.94	3.97	4.80	5.67
15	แดง-น้ำเงิน	4.24	5.44	4.20	4.87	5.34	5.80	4.57	3.47	4.00	4.64	3.87	5.87	5.87	5.10	5.24	4.84	5.00	4.80	4.40	5.10
16	ขาว-เขียว	4.77	5.54	5.44	3.80	4.84	3.17	3.90	5.27	4.74	3.50	3.74	4.84	5.54	3.44	4.14	5.10	5.10	4.50	4.94	4.34
17	แดง-เขียว	4.10	4.54	5.14	4.54	5.20	5.30	4.67	4.90	5.44	5.37	4.60	5.57	5.80	4.87	4.70	4.60	4.60	4.77	5.10	4.40
18	ดำ-ส้ม	4.20	4.04	3.04	4.07	3.87	3.74	4.97	4.94	3.27	3.70	5.00	3.80	5.00	4.40	4.74	4.97	4.57	3.27	3.90	3.77
19	เขียว-แดง	5.60	4.17	6.30	4.07	5.00	6.94	6.57	6.17	5.47	5.80	5.20	5.67	6.97	5.47	4.37	5.37	4.90	4.30	6.84	7.00
20	น้ำตาล	3.34	3.64	4.57	4.80	4.44	3.84	5.00	4.77	3.84	3.54	3.17	3.77	3.34	3.10	4.97	4.17	3.17	4.24	4.60	3.60
21	ขาวสามส่วน	4.70	4.30	3.14	4.30	4.84	5.90	3.94	5.70	5.24	5.57	3.27	4.87	5.77	3.84	4.74	5.70	4.80	5.70	3.20	4.47
22	ดำ-เหลือง	4.64	3.54	3.34	3.77	4.57	4.34	3.60	4.64	5.57	3.60	4.67	5.24	4.60	3.54	3.64	5.84	4.00	3.44	3.67	5.77
23	น้ำเงิน-เหลือง	4.90	3.90	3.04	3.37	4.80	4.84	4.94	3.84	4.10	3.14	3.50	4.07	3.80	4.40	3.37	3.47	3.97	3.74	4.14	3.07

ตาราง ก.5 เวลาการเคลื่อนที่ของผู้ทดลองคนที่ 2 สำหรับหัวเชื่อมสายไฟขนาดกลาง

ผู้ทดลองคนที่ 2 หัวเชื่อมสายไฟขนาดกลาง		ท่าซ้ำครั้งที่																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	แดง	7.47	8.97	6.14	8.17	6.77	8.40	7.94	7.90	6.47	6.77	6.94	9.00	7.70	7.47	7.47	6.10	6.10	6.04	7.60	6.40
2	ขาว	8.34	8.94	8.50	8.60	8.10	8.70	6.77	7.04	6.77	8.47	6.57	8.27	7.60	7.00	6.84	6.60	7.70	8.60	8.37	6.87
3	น้ำเงิน	7.57	7.77	8.80	7.97	7.27	9.00	8.60	8.94	9.44	8.44	8.50	8.10	7.74	8.34	8.24	8.57	9.84	8.37	8.20	9.74
4	ดำ	7.40	9.27	10.77	7.30	8.00	7.64	7.47	7.50	9.87	7.67	10.70	8.07	10.94	9.14	10.64	9.57	10.10	8.10	9.27	7.40
5	ดำ-ขาว	7.77	9.97	9.50	9.34	6.10	10.00	8.94	9.90	6.77	7.17	8.77	8.37	9.20	8.34	8.60	8.44	9.64	9.17	7.30	9.34
6	เขียว-ขาว	15.37	10.24	11.44	13.24	9.34	15.30	9.44	13.10	10.10	12.40	10.00	9.80	12.87	12.54	15.04	11.64	9.20	9.37	11.34	13.64
7	เขียว	7.77	8.87	8.07	6.47	9.07	9.97	6.14	8.07	9.80	6.84	9.34	7.37	8.27	8.87	6.70	8.54	9.64	8.84	7.50	7.10
8	ขาว-แดง	9.70	9.97	6.50	8.34	6.37	9.47	9.34	7.60	8.77	7.74	9.94	8.50	7.94	7.44	6.84	9.54	8.84	6.70	9.74	8.04
9	น้ำเงิน-แดง	8.74	6.34	8.40	9.27	6.57	9.37	8.34	8.94	8.77	7.77	9.10	8.60	7.70	9.54	9.64	6.67	7.04	8.77	6.80	7.30
10	เทา	8.00	7.04	8.80	9.27	9.14	8.00	8.37	9.97	8.74	9.67	8.74	7.57	8.20	9.74	7.37	7.37	8.10	8.67	7.74	8.30
11	เขียว-ดำ	9.70	8.04	7.97	7.47	7.40	7.47	8.20	9.84	7.07	10.50	9.50	7.40	11.70	10.40	7.74	10.57	7.97	10.60	9.90	8.77
12	น้ำเงิน-ดำ	8.90	6.90	6.90	10.00	6.70	9.07	7.27	7.87	9.00	6.94	9.00	9.50	6.84	7.94	8.00	7.57	9.27	9.24	9.94	8.74
13	ชมพู	7.47	7.57	8.47	7.27	7.37	7.90	8.94	6.97	8.30	8.54	6.67	7.70	8.47	6.84	6.44	6.04	7.47	8.47	7.00	7.77
14	แดงสายม้วน	8.04	9.90	9.70	7.14	8.97	6.17	9.07	6.84	7.87	8.70	8.34	9.90	6.94	6.57	6.84	9.30	8.37	7.57	9.00	7.17
15	แดง-น้ำเงิน	6.24	7.84	7.37	6.50	8.47	7.84	10.00	8.00	6.54	9.64	7.00	6.34	7.27	9.74	8.14	9.24	8.24	8.47	6.07	9.57
16	ขาว-เขียว	11.50	9.17	7.27	10.27	8.30	11.34	11.34	8.94	7.80	8.00	11.30	11.20	10.44	11.27	10.70	11.00	7.54	7.67	11.64	11.30
17	แดง-เขียว	11.30	9.30	9.50	10.47	12.97	10.14	10.10	12.87	9.40	10.67	12.97	12.57	12.00	12.07	10.80	10.70	10.30	12.34	11.74	11.77
18	ดำ-ส้ม	8.47	6.74	8.70	7.97	7.44	7.74	6.90	6.97	8.84	7.37	6.94	7.97	6.27	6.10	9.67	9.94	7.40	7.70	6.24	7.80
19	เขียว-แดง	12.84	11.24	10.37	14.20	14.84	9.77	12.14	9.20	11.94	10.97	14.77	9.07	13.50	9.97	11.84	14.20	9.20	9.07	12.17	11.54
20	น้ำตาล	7.50	8.10	9.50	9.64	9.04	7.60	8.94	9.07	7.30	9.44	8.57	9.94	9.64	9.27	7.27	7.27	7.94	8.50	7.40	9.47
21	ขาวสายม้วน	9.00	7.07	9.70	9.64	8.94	8.17	7.87	7.10	9.07	8.80	9.74	7.44	9.10	9.20	8.50	9.00	7.37	9.34	8.97	9.90
22	ดำ-เหลือง	9.40	9.97	8.40	6.67	7.44	7.40	6.27	7.24	6.20	7.97	8.34	9.60	6.87	7.87	6.97	8.80	6.40	6.50	6.47	6.94
23	น้ำเงิน-เหลือง	9.17	6.64	9.44	8.30	6.74	8.60	6.07	6.70	8.20	8.87	9.84	8.34	6.10	7.00	7.27	7.04	9.84	8.00	6.44	6.17
24	ขาว-ดำ	9.54	9.64	7.87	8.47	8.84	8.60	7.40	9.74	8.94	7.70	8.07	7.37	7.54	7.14	7.40	9.70	7.77	8.87	9.04	7.74
25	เหลือง-แดง	8.34	9.44	8.90	9.44	8.87	8.20	9.90	7.84	7.77	9.10	8.70	8.00	9.64	8.00	8.84	7.74	9.14	7.20	9.47	7.50
26	แดง-ดำ	10.64	9.40	8.00	8.80	9.90	7.74	10.57	10.20	8.30	8.50	9.67	10.60	8.24	9.87	7.47	9.07	7.20	10.00	11.00	7.37
27	ชมพู-ดำ	10.80	9.94	7.64	9.10	7.60	9.84	9.87	7.47	7.40	9.04	7.37	9.47	10.20	10.40	10.80	7.04	8.30	7.77	10.30	8.90
28	เทา-เขียว	7.50	7.97	8.57	8.74	6.44	5.34	5.64	8.70	8.17	8.37	6.50	8.27	8.20	8.74	6.60	6.84	9.74	9.00	6.97	6.07
29	ขาว-น้ำเงิน	5.57	5.40	5.10	10.00	8.30	5.97	7.94	7.90	7.37	7.80	5.14	7.97	6.44	7.87	8.27	5.40	6.40	8.37	6.10	8.74
30	แดง-เหลือง	5.17	8.17	9.27	5.87	7.37	8.10	6.77	5.80	9.27	7.87	7.80	9.14	6.47	9.50	5.24	9.37	5.34	9.67	6.67	8.04
31	น้ำตาล-เหลือง	7.57	5.50	9.07	8.07	7.70	8.30	7.14	7.97	9.57	6.74	7.97	8.97	9.34	7.47	8.14	6.64	5.77	9.97	9.64	6.27
32	น้ำตาล-ขาว	8.50	7.77	7.97	8.67	6.44	9.77	6.67	9.00	8.44	8.87	8.57	7.10	9.50	9.64	9.70	7.47	9.97	8.77	8.67	7.84
33	น้ำตาล-แดง	7.50	8.84	7.24	7.37	11.64	9.97	11.37	8.64	10.04	11.60	10.40	8.57	7.40	9.07	11.20	8.34	9.60	8.70	11.87	8.04

ตาราง ก.6 เวลาการเคลื่อนที่ของผู้ทดลองคนที่ 2 สำหรับหัวเชื่อมสายไฟขนาดใหญ่

ผู้ทดลองคนที่ 2 หัวเชื่อมสายไฟขนาดใหญ่		ท่าซ้ำครั้งที่																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	แดง	14.10	14.40	11.90	12.17	13.90	13.70	14.24	14.60	14.20	13.67	10.04	14.80	11.47	13.50	15.20	11.60	13.47	12.30	11.74	13.74
2	ขาว	10.27	12.14	14.37	12.74	14.74	10.24	12.44	10.64	11.27	11.20	14.34	12.94	15.40	13.14	13.30	12.04	13.84	11.77	14.74	14.04
3	น้ำเงิน	11.30	10.24	11.54	11.17	10.30	12.60	10.40	12.90	10.70	10.44	12.24	10.34	10.27	12.27	11.34	12.90	12.74	11.60	12.84	10.20
4	ดำ	13.14	12.00	13.50	11.14	10.30	10.67	13.80	11.44	12.44	10.70	11.80	10.10	12.84	11.50	12.90	12.97	13.67	12.54	12.37	12.60
5	ดำ-ขาว	13.54	13.74	10.54	10.54	10.27	13.74	11.84	12.07	11.14	12.17	11.60	11.50	13.47	13.27	11.67	13.30	11.20	10.77	12.04	13.14
6	เขียว-ขาว	13.84	16.37	15.97	16.47	15.60	15.84	14.64	15.20	16.57	15.34	13.60	16.20	16.54	15.80	14.20	16.67	14.60	13.14	16.67	16.70
7	เขียว	10.84	12.80	15.97	10.84	11.94	11.64	14.87	13.20	10.47	14.70	15.50	11.60	11.94	15.94	13.84	13.37	12.94	14.34	14.44	11.37
8	ขาว-แดง	13.24	10.17	13.57	13.97	10.44	11.47	13.60	11.94	13.87	13.00	12.20	12.30	12.70	10.60	12.17	10.47	11.77	11.74	13.97	13.27
9	น้ำเงิน-แดง	11.47	11.74	12.40	10.60	10.44	10.44	11.77	10.57	10.64	11.87	12.37	10.07	12.97	11.84	11.30	10.17	10.10	11.60	11.90	11.94
10	เทา	12.50	10.90	10.20	10.87	10.77	10.57	10.64	10.70	10.47	10.17	10.44	11.64	12.50	10.64	10.17	12.77	10.70	12.84	11.87	11.90
11	เขียว-ดำ	15.80	14.64	15.10	13.50	11.40	14.04	13.94	11.30	11.10	15.97	14.80	12.17	14.90	11.04	11.80	15.10	11.10	15.14	14.54	13.20
12	น้ำเงิน-ดำ	11.30	12.54	10.07	10.14	13.17	10.27	13.34	12.27	12.07	10.90	12.60	10.70	13.04	13.37	13.57	10.67	12.17	11.87	10.20	11.70
13	ชมพู	10.97	10.80	11.04	10.70	10.80	11.74	12.40	11.50	12.80	13.37	13.14	11.20	10.64	13.10	11.20	10.10	12.44	10.14	11.90	12.14
14	แดงสายม้วน	14.07	12.10	12.87	11.54	12.77	14.90	12.17	14.40	11.77	13.20	12.77	11.84	14.17	11.67	15.77	11.54	13.00	15.04	16.00	12.50
15	แดง-น้ำเงิน	12.97	14.07	12.67	13.27	12.90	12.24	12.90	14.57	14.74	14.50	11.10	11.84	15.37	14.47	12.37	15.47	14.27	15.34	14.80	13.57
16	ขาว-เขียว	12.04	15.44	15.00	13.84	13.70	11.27	15.54	11.90	14.74	15.40	15.37	14.10	15.24	14.80	14.07	14.00	15.37	12.70	15.14	11.67
17	แดง-เขียว	16.40	14.17	16.37	14.10	13.50	12.37	13.77	15.77	14.04	12.24	12.34	14.47	15.04	16.84	12.64	16.17	15.30	16.94	13.60	12.40
18	ดำ-ส้ม	11.54	12.00	10.87	13.94	10.40	12.54	12.27	10.90	12.97	11.70	11.70	10.90	12.27	13.90	11.07	12.94	12.34	13.74	12.60	12.64
19	เขียว-แดง	14.54	15.40	13.94	16.87	12.27	16.54	17.74	14.57	16.50	12.24	16.20	16.04	17.04	15.17	14.94	13.64	13.54	16.27	15.30	17.14
20	น้ำตาล	14.54	14.44	11.27	12.90	12.44	13.70	13.20	15.44	11.07	14.84	13.30	14.07	14.34	13.97	14.77	12.30	12.77	12.90	15.40	14.20
21	ขาวสายม้วน	13.24	13.90	10.67	12.90	12.77	11.67	15.90	14.00	13.50	13.40	15.47	11.40	10.47	10.74	14.70	11.14	12.84	11.24	15.74	15.07
22	ดำ-เหลือง	13.40	11.17	11.34	11.54	12.70	11.34	12.74	13.00	13.87	12.07	13.87	12.94	13.70	13.50	11.64	12.60	13.90	12.80	13.94	11.94
23	น้ำเงิน-เหลือง	13.37	13.74	13.50	13.60	11.04	11.57	11.97	12.14	12.77	13.74	13.34	11.07	13.80	12.57	11.24	11.90	13.57	12.94	13.50	11.37
24	ขาว-ดำ	13.30	15.57	13.30	15.84	10.34	10														

ตาราง ก.7 เวลาการเคลื่อนที่ของผู้ทดลองคนที่ 3 สำหรับหัวเชื่อมสายไฟขนาดเล็ก

ผู้ทดลองคนที่ 3 หัวเชื่อมสายไฟขนาดเล็ก		ท่าชั่วคราวที่																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	แดง	4.50	4.67	6.00	5.17	5.54	4.30	5.57	5.37	4.80	5.74	5.90	5.70	4.14	4.37	4.70	5.54	5.37	5.10	4.80	5.70
2	ขาว	5.84	5.07	5.57	3.34	5.17	6.10	6.10	5.80	3.60	4.20	3.07	5.94	4.27	5.17	6.34	4.30	4.07	3.20	5.70	6.90
3	น้ำเงิน	3.70	6.84	5.37	5.60	5.67	3.37	6.97	6.80	6.10	5.24	4.84	5.74	6.10	3.24	4.97	4.14	6.74	4.74	4.27	4.64
4	ดำ	5.84	5.37	6.00	5.94	4.24	5.74	4.10	5.40	5.80	4.80	4.74	4.90	4.94	4.74	5.37	4.90	5.00	4.60	5.34	5.60
5	ดำ-ขาว	5.70	5.67	6.77	4.00	3.04	4.07	6.70	5.37	4.47	6.84	5.60	5.14	6.47	4.77	4.10	6.40	4.27	3.50	5.77	5.70
6	เขียว-ขาว	6.00	6.14	5.87	5.34	4.07	4.14	4.24	4.70	4.24	5.87	5.90	6.77	4.37	5.40	6.67	6.50	6.70	6.70	5.84	5.17
7	เขียว	4.77	3.27	3.37	3.90	3.64	4.17	4.34	4.27	4.97	5.00	3.54	3.64	3.94	3.80	4.14	3.80	4.27	4.44	4.40	4.27
8	ขาว-แดง	5.04	4.90	5.14	3.14	5.20	4.37	5.27	3.60	5.70	3.10	6.00	4.67	5.47	3.90	6.00	4.54	5.74	5.14	4.34	3.54
9	น้ำเงิน-แดง	4.07	5.64	6.54	5.84	6.90	4.34	5.70	5.90	4.27	4.70	6.70	6.30	5.37	4.70	6.00	6.70	5.14	6.44	6.84	4.67
10	เทา	5.07	3.17	5.80	5.37	4.67	3.60	4.87	3.20	3.94	4.37	5.74	3.24	3.64	5.34	4.74	4.20	5.67	4.10	5.90	4.77
11	เขียว-ดำ	4.67	5.74	5.97	5.20	4.54	7.17	5.24	7.14	4.44	6.50	5.70	6.57	6.60	4.87	7.54	4.74	5.37	5.04	6.10	6.04
12	น้ำเงิน-ดำ	3.94	3.07	4.47	4.94	4.37	4.57	3.60	3.10	3.97	4.27	3.34	5.00	4.20	4.07	3.54	4.60	3.60	4.87	3.07	3.14
13	ชมพู	3.77	3.17	3.97	5.40	5.20	3.74	3.94	5.80	4.90	4.34	4.80	3.97	4.40	3.94	5.04	5.34	3.60	5.00	3.27	5.30
14	แดงสายม้วน	6.17	5.17	7.00	5.57	6.04	5.00	6.74	4.07	5.20	5.24	5.74	4.24	6.14	4.64	5.20	6.97	4.04	4.80	6.07	6.70
15	แดง-น้ำเงิน	6.80	6.97	6.34	6.14	6.27	5.97	4.84	5.10	4.47	4.90	5.84	4.74	4.64	4.60	5.27	5.47	4.70	5.94	4.94	5.17
16	ขาว-เขียว	6.20	7.00	5.74	6.90	5.47	5.57	6.57	5.24	5.40	6.60	5.94	6.17	6.34	6.17	5.90	6.24	6.24	6.10	6.44	5.64
17	แดง-เขียว	4.64	6.04	6.37	5.64	6.90	6.74	5.87	4.04	4.84	5.40	6.54	6.57	4.30	5.14	4.77	5.80	5.97	6.00	6.17	4.47
18	ดำ-ส้ม	4.57	4.80	3.94	3.77	3.77	3.90	4.77	4.17	3.04	4.54	5.20	5.90	4.14	4.60	5.20	4.74	3.80	5.14	5.67	4.30
19	เขียว-แดง	4.67	4.10	4.70	4.14	5.60	4.27	5.94	4.47	4.47	5.20	5.10	5.70	5.34	4.94	4.10	4.47	4.67	5.60	5.70	5.87
20	น้ำตาล	5.27	4.50	5.27	5.67	5.50	5.57	5.54	4.84	4.94	4.74	4.07	4.34	5.04	4.47	5.14	5.17	5.24	4.30	4.94	5.67
21	ขาวสายม้วน	4.47	4.44	4.84	5.90	5.07	5.94	5.74	4.40	5.10	5.34	4.54	4.74	4.37	4.10	5.07	4.07	5.74	5.97	5.84	4.64
22	ดำ-เหลือง	3.20	4.70	4.64	3.87	3.50	4.47	4.94	3.20	3.27	3.07	3.34	4.10	4.60	4.27	3.37	4.54	3.47	4.34	4.74	4.50
23	น้ำเงิน-เหลือง	5.24	4.64	4.40	5.10	4.64	6.00	4.17	5.67	5.80	5.40	4.40	5.87	4.57	5.40	4.30	5.54	4.04	5.87	4.27	5.64
24	ขาว-ดำ	5.67	4.70	4.64	4.10	4.60	5.50	4.37	4.50	4.27	4.84	4.40	4.80	5.40	4.04	5.50	4.24	5.60	4.74	4.97	4.70
25	เหลือง-แดง	4.14	5.34	4.44	6.90	6.20	5.14	5.64	6.30	5.80	5.74	6.77	4.67	5.77	6.10	5.10	4.80	4.64	4.17	6.40	6.30
26	แดง-ดำ	5.24	4.90	5.34	5.97	4.17	5.87	5.87	5.10	4.20	5.90	5.20	5.84	5.54	4.64	5.10	5.80	5.27	5.14	5.64	4.70
27	ชมพู-ดำ	4.07	5.17	4.64	5.27	4.30	4.94	5.84	5.24	5.04	5.87	5.17	5.00	5.77	5.64	5.37	5.20	5.64	4.44	4.60	5.67
28	เทา-เขียว	3.50	3.47	5.00	4.77	3.94	4.04	4.74	4.60	4.74	4.60	3.54	3.47	4.70	3.17	3.10	4.14	4.17	4.24	3.17	4.64
29	ขาว-น้ำเงิน	4.80	4.27	3.40	4.84	3.27	4.14	3.80	4.57	3.27	4.50	4.37	4.74	4.07	4.94	3.50	4.20	4.54	3.84	4.34	3.07
30	แดง-เหลือง	4.24	3.47	3.74	4.47	3.24	3.64	4.94	3.94	4.47	3.40	4.04	3.87	3.20	3.77	4.20	3.74	3.84	3.97	3.84	4.60
31	น้ำตาล-เหลือง	3.50	3.30	4.50	4.17	4.90	4.94	3.94	3.64	3.10	4.87	3.67	4.37	3.50	3.87	3.04	4.27	4.50	4.94	3.70	4.44
32	น้ำตาล-ขาว	3.10	3.57	3.54	4.77	4.44	3.70	3.24	3.17	3.64	4.84	4.00	3.50	3.80	4.30	4.84	4.87	4.37	5.00	4.60	3.20
33	น้ำตาล-แดง	5.27	5.44	5.80	5.90	4.44	4.14	4.24	5.97	4.30	5.27	5.54	4.57	4.60	4.34	4.60	4.44	4.84	4.24	5.30	4.37

ตาราง ก.8 เวลาการเคลื่อนที่ของผู้ทดลองคนที่ 3 สำหรับหัวเชื่อมสายไฟขนาดกลาง

ผู้ทดลองคนที่ 3 หัวเชื่อมสายไฟขนาดกลาง		ท่าชั่วคราวที่																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	แดง	8.00	8.67	7.40	7.50	8.47	8.67	9.07	9.20	7.87	10.00	9.57	9.57	8.40	7.77	7.87	7.84	9.87	7.30	9.74	7.90
2	ขาว	10.94	7.97	10.87	7.60	9.57	7.97	9.97	9.87	7.97	10.40	10.57	9.10	7.84	8.00	10.97	8.54	8.47	8.37	8.54	9.54
3	น้ำเงิน	9.34	10.44	8.97	10.67	7.27	8.34	9.10	8.40	9.30	10.24	9.64	10.44	8.67	7.77	10.80	9.47	10.80	8.50	7.67	10.94
4	ดำ	7.10	9.27	8.00	7.84	7.84	9.20	9.64	8.17	8.17	8.74	7.44	7.07	9.47	7.47	7.20	8.17	7.44	9.50	9.94	9.40
5	ดำ-ขาว	10.30	7.07	9.97	7.74	7.27	7.80	10.94	10.67	8.87	7.64	10.10	7.87	7.04	9.90	10.00	9.47	10.90	8.20	8.84	9.00
6	เขียว-ขาว	10.84	10.54	11.87	12.60	11.04	12.54	12.30	11.94	11.17	10.74	11.74	11.04	12.37	10.34	10.34	10.47	11.54	10.34	11.47	11.90
7	เขียว	10.70	6.17	6.97	10.40	9.80	8.80	9.50	8.04	10.60	7.04	6.10	8.04	6.84	10.30	8.70	6.94	8.44	7.97	6.47	7.64
8	ขาว-แดง	10.77	6.34	7.37	6.44	7.07	9.67	6.90	10.10	10.10	8.50	10.67	8.60	8.10	6.40	8.87	9.00	10.24	8.47	9.10	8.27
9	น้ำเงิน-แดง	9.04	10.27	9.80	7.30	7.70	9.07	9.67	9.34	7.27	10.80	7.17	9.60	7.37	7.10	7.94	7.37	7.30	7.40	10.07	10.94
10	เทา	9.84	7.20	9.40	7.04	9.60	9.44	7.74	7.10	8.20	8.14	8.47	9.14	9.77	8.74	8.34	9.90	7.84	8.40	9.64	7.20
11	เขียว-ดำ	9.07	9.50	9.14	9.67	9.30	9.50	10.04	8.34	10.77	10.10	9.87	10.47	10.80	8.40	8.34	10.00	9.30	9.10	9.27	8.10
12	น้ำเงิน-ดำ	8.70	9.34	7.77	7.84	11.20	8.17	12.00	9.27	7.87	9.70	11.87	9.10	9.24	7.60	9.57	10.34	7.40	9.57	8.10	9.77
13	ชมพู	11.00	7.10	7.77	11.20	11.24	7.10	8.60	11.84	7.04	11.87	11.27	9.60	11.10	8.27	8.00	10.77	7.20	8.34	7.67	11.90
14	แดงสายม้วน	9.04	7.74	9.54	9.47	9.90	9.84	8.47	8.80	7.10	9.67	7.20	8.30	9.77	8.24	9.94	7.30	8.04	7.47	9.30	
15	แดง-น้ำเงิน	11.37	9.90	8.04	10.20	9.74	9.40	9.74	7.27	11.10	10.50	9.90	10.90	9.60	8.87	9.30	7.90	10.07	8.67	11.27	7.60
16	ขาว-เขียว	9.87	10.07	8.17	9.37	10.00	10.84	10.67	11.77	8.30	8.14	9.10	10.64	9.97	9.10	8.54	10.64	8.37	10.74	10.37	
17	แดง-เขียว	11.40	12.60	10.17	12.04	10.17	10.67	11.70	11.10	11.14	12.74	12.07	9.10	12.57	11.57	9.07	10.84	9.54	11.87	9.07	9.04
18	ดำ-ส้ม	9.47	9.77	7.74	9.60	8.50	9.97	9.70	7.17	8.30	7.17	9.50	7.40	8.40	7.07	7.57	7.20	7.14	9.87	9.87	9.57
19	เขียว-แดง	12.87	13.97	12.90	11.27	11.47	13.74	13.57	9.57	12.64	10.70	9.40	11.97	12.50	10.77	11.80	11.60	10.67	12.34	9.94	11.64
20	น้ำตาล	9.97	8.70	8.10	8.87	7.80	9.64	9.10	7.70	9.84	7.07	9.07	7.17	9.90	8.24	9.67	9.84	9.97	8.87	9.90	8.14
21	ขาวสายม้วน	7.30	9.74	9.40	9.80	9.00	9.94	9.94	8.94	9.04	9.34	7.34	8.30	8.04	7.60	9.40	9.00	8.34	7.30	7.80	8.44
22	ดำ-เหลือง	8.54	6.37	7.04	7.44	7.70	6.67	8.90	8.10	8.44	8.37	7.60	7.14	6.57	9.50	6.04	7.94	6.50	7.80	7.27	6.50
23	น้ำเงิน-เหลือง	9.10	7.67	9.50	6.20	7.87	9.17	7.84	9.54	9.94	6.60	6.90	8.24	7.44	6.50	9.50	7.14	9.30	7.10	6.60	6.17
24	ขาว-ดำ	9.80	7.80	9.14	8.90	10.04	9.20	8.84	7.24	8.70	9.20	8.20	8.20	9.04	10.34	9.67	10.77	10.70	10.24	9.40	7.70
25	เหลือง-แดง	8.24	7.84	8.04	10.60	9.40	8.90	8.57	7.30	7.14	8.37	9.44	9.20	10.24	10.64	8.60	9.97	10.07	9.27	10.90	7.40
26	แดง-ดำ	10.97	10.17	8.27	9.44	11.00	9.30	8.44	9.04	9.27	10.60										

ตาราง ก.9 เวลาการเคลื่อนที่ของผู้ทดลองคนที่ 3 สำหรับหัวเชื่อมสายไฟขนาดใหญ่

ผู้ทดลองคนที่ 3 หัวเชื่อมสายไฟขนาดใหญ่		ท่าข้อครั้งที่																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	แดง	13.44	15.04	15.64	13.77	15.77	10.90	14.90	11.07	10.87	12.07	15.44	13.17	12.97	12.10	14.60	13.84	16.34	15.24	15.30	12.94
2	ขาว	12.34	13.27	10.84	15.64	12.80	12.64	15.37	16.27	16.00	12.57	15.94	10.57	11.64	16.27	10.47	13.54	13.97	16.40	16.50	12.00
3	น้ำเงิน	10.70	11.47	12.47	12.34	10.27	12.34	11.54	10.84	12.77	11.94	10.97	12.07	12.77	11.44	11.20	11.60	10.57	11.80	11.00	11.00
4	ดำ	10.14	12.84	11.27	10.37	13.17	13.07	13.80	10.04	15.00	12.34	12.14	11.27	13.37	14.00	14.47	14.90	12.97	10.47	11.37	11.30
5	ดำ-ขาว	11.47	13.80	13.47	15.00	12.47	14.17	14.64	13.77	12.44	12.80	13.47	12.04	13.37	13.24	13.67	12.84	13.10	14.50	10.40	14.17
6	เขียว-ขาว	14.37	17.77	13.20	16.87	14.50	17.44	13.47	14.57	15.54	14.40	14.80	14.90	17.00	14.90	16.57	13.87	14.64	15.80	17.57	16.37
7	เขียว	13.80	11.17	10.90	12.87	14.00	14.94	10.64	13.10	10.64	10.27	12.90	10.30	10.04	11.44	11.37	13.87	14.90	12.07	9.07	9.24
8	ขาว-แดง	14.60	13.50	14.57	14.74	13.57	12.70	14.14	11.40	13.77	12.94	11.80	13.04	13.67	13.64	13.47	12.97	14.77	13.17	13.27	12.17
9	น้ำเงิน-แดง	12.90	11.64	11.37	12.54	13.67	13.94	12.40	10.57	14.10	13.60	11.27	12.57	13.90	10.67	13.24	10.44	12.60	12.20	12.20	12.90
10	เทา	11.04	12.30	12.20	10.34	13.07	14.27	13.04	14.87	14.27	13.77	10.87	10.87	15.00	10.80	10.14	13.74	14.54	13.00	12.14	12.20
11	เขียว-ดำ	12.77	12.80	15.40	15.24	12.07	12.50	15.60	14.97	13.67	15.74	14.17	14.07	14.87	14.04	13.30	14.00	14.24	13.27	15.64	13.14
12	น้ำเงิน-ดำ	9.07	11.00	12.40	11.20	10.24	12.64	10.90	9.67	10.74	12.37	10.07	10.24	11.77	12.20	11.57	10.70	11.30	10.27	9.64	12.17
13	ชมพู	12.44	13.74	14.50	14.64	13.97	13.74	12.90	11.97	12.44	14.04	12.50	12.44	14.77	12.87	11.17	11.10	14.90	11.50	12.94	11.70
14	แดงสายม้วน	12.17	10.90	14.74	13.60	12.87	12.80	13.07	13.90	10.44	13.97	14.84	11.57	12.40	11.30	10.77	13.30	13.60	11.77	11.07	11.90
15	แดง-น้ำเงิน	11.24	13.47	12.14	11.94	12.97	11.04	12.67	11.10	11.70	10.40	11.74	14.17	12.80	14.54	12.84	11.64	10.74	10.77	11.84	12.67
16	ขาว-เขียว	15.87	12.70	15.60	13.00	15.70	15.54	15.34	12.10	15.84	14.77	12.07	14.90	15.30	13.30	13.17	15.30	12.70	15.07	12.94	15.87
17	แดง-เขียว	12.60	17.37	17.10	12.50	13.80	15.57	15.97	17.34	14.54	18.17	17.27	17.40	16.30	18.67	16.14	15.80	16.97	14.40	14.40	17.27
18	ดำ-ส้ม	13.37	13.67	13.20	13.20	13.77	11.37	11.34	12.10	11.10	12.10	11.47	13.97	12.54	11.14	12.94	12.60	11.87	11.10	12.24	12.57
19	เขียว-แดง	16.14	14.90	14.57	14.20	14.60	15.50	14.80	14.20	14.94	14.17	15.97	14.17	13.54	16.30	14.90	15.90	16.37	14.50	13.20	15.94
20	น้ำตาล	13.54	11.30	11.20	11.50	13.17	11.74	10.37	12.77	12.77	11.74	10.77	10.54	10.40	12.74	13.87	13.87	12.50	11.90	10.37	10.37
21	ขาวสายม้วน	12.60	10.84	11.77	9.74	9.37	14.40	9.20	13.27	9.77	10.90	14.64	13.90	10.70	10.40	14.50	11.84	9.47	12.74	13.40	14.24
22	ดำ-เหลือง	15.04	10.90	14.34	11.64	11.54	11.60	12.74	10.54	13.84	12.97	12.97	13.20	13.87	16.04	11.54	14.54	14.37	14.94	11.47	11.47
23	น้ำเงิน-เหลือง	13.00	16.77	14.47	16.67	11.94	14.34	16.14	13.84	12.10	10.70	13.50	14.64	11.50	11.44	13.17	16.57	10.37	14.27	13.50	11.57
24	ขาว-ดำ	13.67	13.97	14.77	14.04	13.57	14.04	14.97	14.44	13.47	14.40	12.27	13.24	14.90	14.14	12.54	14.87	12.54	14.24	14.34	14.24
25	เหลือง-แดง	14.70	10.84	15.24	15.60	13.90	16.77	15.60	13.00	12.57	16.87	11.10	15.84	11.74	11.90	14.34	14.14	10.77	15.50	12.30	12.94
26	แดง-ดำ	13.77	11.77	12.30	13.54	11.80	12.74	12.24	11.64	13.24	14.60	14.70	12.97	13.34	12.34	11.84	13.57	13.90	14.64	14.17	12.80
27	ชมพู-ดำ	11.20	13.17	12.87	12.54	11.64	12.67	12.60	11.04	11.94	13.47	14.57	12.14	12.50	13.14	11.27	13.67	11.20	11.70	11.84	13.97
28	เทา-เขียว	11.50	11.57	12.94	14.10	13.04	13.40	11.14	14.97	14.30	13.70	11.10	13.47	14.34	13.04	14.47	12.07	11.77	13.70	14.94	11.40
29	ขาว-น้ำเงิน	11.04	14.14	11.20	13.84	13.57	13.57	11.87	12.30	11.24	13.77	11.24	14.74	11.20	10.47	10.54	13.57	14.34	12.10	13.87	10.80
30	แดง-เหลือง	16.54	11.37	16.10	16.94	10.10	15.44	10.40	10.44	10.20	16.47	16.84	13.90	14.77	17.00	16.27	12.54	13.67	16.57	14.94	14.87
31	น้ำตาล-เหลือง	11.84	10.24	14.07	16.24	14.30	11.60	15.77	14.97	12.77	11.04	13.50	12.24	17.00	15.37	15.04	15.07	14.34	16.77	15.17	13.50
32	น้ำตาล-ขาว	12.64	13.54	16.64	14.17	14.14	14.90	13.37	13.07	14.07	15.24	14.54	11.37	11.60	16.94	10.34	16.27	11.44	16.87	16.47	13.44
33	น้ำตาล-แดง	13.70	11.60	10.34	13.04	10.07	10.44	12.64	12.04	12.07	10.87	12.30	11.34	10.14	10.44	11.30	13.34	11.34	12.17	13.70	11.37

ตาราง ก.10 เวลาการเคลื่อนที่ของผู้ทดลองคนที่ 4 สำหรับหัวเชื่อมสายไฟขนาดเล็ก

ผู้ทดลองคนที่ 4 หัวเชื่อมสายไฟขนาดเล็ก		ท่าข้อครั้งที่																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	แดง	6.97	4.07	3.97	6.40	4.34	5.34	4.30	5.17	3.10	5.00	6.90	6.54	5.14	4.37	3.80	6.24	3.47	6.70	3.27	7.00
2	ขาว	4.77	6.50	3.94	6.50	6.37	4.20	5.14	4.90	4.47	4.40	5.90	3.74	5.57	5.74	5.97	4.60	4.27	3.70	6.54	5.30
3	น้ำเงิน	6.87	5.74	6.04	4.97	5.57	6.94	6.77	4.30	4.74	4.00	5.24	4.80	4.50	3.74	4.67	5.67	6.14	3.67	4.17	4.10
4	ดำ	6.80	4.40	6.90	5.94	4.57	5.97	6.10	4.50	4.60	5.80	5.30	5.64	4.27	6.57	5.07	6.17	6.14	4.90	5.47	5.57
5	ดำ-ขาว	5.07	5.60	5.97	5.30	5.34	6.74	6.84	6.57	5.70	4.44	4.84	5.84	4.87	6.44	4.70	5.04	6.74	6.54	6.37	6.94
6	เขียว-ขาว	5.50	6.04	4.17	4.14	7.67	6.24	4.04	5.57	6.17	6.97	4.07	6.90	7.94	4.27	4.70	5.40	6.80	7.70	4.97	5.34
7	เขียว	7.87	4.04	5.17	5.54	7.64	4.24	6.24	4.67	4.47	5.00	4.10	4.84	4.27	6.64	6.97	4.24	6.40	4.44	7.20	6.24
8	ขาว-แดง	5.30	7.30	5.24	5.20	5.40	7.47	4.80	5.44	6.84	4.44	7.04	4.10	8.00	7.17	5.64	7.64	5.57	7.14	5.34	6.27
9	น้ำเงิน-แดง	8.67	5.34	7.07	5.14	8.14	9.57	9.10	7.90	5.67	9.37	7.24	9.77	6.30	6.10	6.84	6.80	6.00	8.34	8.90	8.70
10	เทา	6.40	4.04	7.24	4.97	5.74	7.47	7.60	7.77	6.07	7.60	7.74	7.64	7.80	4.07	6.90	6.97	5.14	4.34	7.07	5.90
11	เขียว-ดำ	4.87	3.57	3.07	6.74	4.07	5.57	6.54	5.57	4.90	6.64	4.14	3.90	4.77	5.17	3.20	5.70	6.50	3.64	3.57	6.57
12	น้ำเงิน-ดำ	4.24	6.64	6.54	5.57	4.70	4.44	3.54	5.27	6.94	6.37	4.17	4.10	4.20	4.70	6.24	3.60	3.27	4.94	5.30	5.87
13	ชมพู	5.60	3.70	3.50	4.77	3.04	3.24	5.30	5.34	4.40	3.44	3.54	4.24	5.37	5.44	5.74	5.57	5.84	5.17	5.20	6.04
14	แดงสายม้วน	6.27	6.70	8.84	7.07	10.00	8.60	9.67	6.04	9.17	7.07	6.70	9.54	7.77	5.57	7.24	9.70	9.24	6.70	6.20	5.64
15	แดง-น้ำเงิน	6.74	6.00	7.17	3.87	9.34	7.94	9.00	6.60	7.74	6.50	7.17	7.30	7.07	6.47	9.17	8.94	8.50	5.14	6.17	8.74
16	ขาว-เขียว	9.77	7.60	8.80	6.17	8.50	5.67	9.14	9.37	9.60	8.07	5.17	6.54	7.87	6.30	5.60	8.84	6.07	6.57	8.10	6.44
17	แดง-เขียว	8.97	5.40	7.07	8.44	4.60	8.67	5.17	7.04	7.77	4.47	4.84	6.04	7.50	8.70	8.37	4.77	5.54	4.77	4.17	6.37
18	ดำ-ส้ม	3.14	6.34	5.27	3.64	4.57	5.94	5.24	6.70	3.54	5.70	6.57	3.74	6.00	4.64	5.80	4.80	5.30	4.30	6.84	5.87
19	เขียว-แดง	7.17	7.74	7.54	6.34	6.97	7.34	8.40	6.17	7.60	6.80	7.24	8.07	6.04	8.30	7.44	6.37	7.00	7.57	7.00	7.97
20	น้ำตาล	6.07	7.44	6.77	7.97	7.37	5.40	6.14	7.07	4.60	4.67	7.47	6.40	6.67	4.30	5.40	5.44	4.24	5.60	7.50	7.50
21	ขาวสายม้วน	4.74	7.54	4.44	7.10	6.77	7.00	6.04	7.47	8.00	5.40	7.90	7.64	7.20	7.07	7.67	5.20	4.07	7.84	6.10	7.37
22	ดำ-เหลือง	7.14	4.07	4.07	5.54	7.80	7.20	5.04	4.04	4.34	6.04	4.80	5.70	5.47	4.90	5.94	6.30	4.10	6.74	6.14	7.67
23	น้ำเงิน-เหลือง	4.07	3.37	6.44	3.20	4.27	6.50	4.77	3.47	5.10	5.04	5.97	4.17	4.77	5.70	5.04	6.44	3.4			

ตาราง ก.11 เวลาการเคลื่อนที่ของผู้ทดลองคนที่ 4 สำหรับหัวเชื่อมสายไฟขนาดกลาง

ผู้ทดลองคนที่ 4 หัวเชื่อมสายไฟขนาดกลาง		ท่าซ้ำครั้งที่																			
สีของสายไฟ		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	แดง	10.67	7.10	8.60	8.80	13.94	9.27	12.90	14.24	8.20	10.10	9.57	7.90	13.20	14.80	13.60	11.17	9.80	8.50	10.84	7.97
2	ขาว	14.80	11.80	10.74	11.80	7.67	14.74	13.00	9.64	9.50	11.50	14.94	7.47	9.64	7.60	10.04	13.64	7.80	11.90	10.67	7.07
3	น้ำเงิน	8.57	10.27	7.57	10.74	11.47	11.50	7.90	10.00	10.67	10.97	9.54	9.07	7.20	8.80	8.50	11.04	6.30	11.74	9.97	11.54
4	ดำ	8.07	13.84	9.87	11.34	10.90	12.94	8.74	14.40	10.97	10.57	11.40	10.97	13.50	8.74	10.74	12.60	14.97	11.37	9.87	12.00
5	ดำ-ขาว	11.14	9.90	7.57	9.17	10.80	9.27	9.34	11.87	8.17	7.97	7.24	7.17	11.50	10.17	11.07	9.74	10.20	6.27	7.57	10.40
6	เขียว-ขาว	14.44	17.34	15.44	15.97	14.57	15.47	17.20	12.40	11.97	16.57	15.20	15.94	16.70	10.47	12.60	13.90	17.87	16.77	15.57	17.70
7	เขียว	14.67	11.14	17.44	12.30	12.64	12.80	14.70	17.77	15.47	17.40	11.57	17.07	16.50	16.30	10.20	14.30	10.37	15.74	15.44	10.87
8	ขาว-แดง	17.54	11.34	14.27	14.10	16.34	16.80	13.97	10.94	13.94	10.17	12.57	12.24	12.90	10.60	13.10	12.20	16.30	17.20	13.60	15.87
9	น้ำเงิน-แดง	6.44	7.54	12.60	8.20	8.60	9.60	12.57	11.10	10.87	6.97	8.14	12.67	11.24	6.50	10.77	7.84	8.74	7.57	10.70	12.74
10	เทา	10.27	8.50	6.74	10.74	6.14	9.44	7.14	6.54	12.20	10.80	8.17	6.04	10.47	12.87	7.94	11.67	12.77	11.07	8.34	6.77
11	เขียว-ดำ	13.60	11.57	14.40	10.37	9.24	9.20	14.20	11.34	12.14	9.54	13.00	8.74	14.27	12.20	13.70	12.87	12.67	9.77	13.54	13.17
12	น้ำเงิน-ดำ	9.40	9.20	9.07	9.14	7.24	5.70	5.87	9.10	6.54	10.20	9.70	5.90	9.60	8.27	9.24	8.24	9.77	6.70	10.97	8.87
13	ชมพู	8.87	9.07	7.80	5.47	10.40	9.80	9.77	6.34	8.30	9.07	5.24	10.34	5.10	10.37	5.64	7.27	8.24	9.87	10.97	7.74
14	แดงสายม้วน	9.87	9.17	12.07	9.44	13.27	10.50	9.00	10.34	12.64	12.04	10.14	13.80	9.37	9.00	11.20	12.27	8.60	8.10	12.07	8.60
15	แดง-น้ำเงิน	8.20	12.94	12.40	9.90	13.37	9.57	9.67	13.10	13.70	13.44	13.10	11.87	12.27	8.67	10.74	10.24	10.14	12.47	13.40	12.50
16	ขาว-เขียว	12.67	8.50	8.70	11.37	12.34	15.04	11.27	14.40	9.47	10.30	14.47	14.90	12.14	8.47	9.30	10.17	16.00	8.20	8.57	14.24
17	แดง-เขียว	12.10	11.44	13.30	9.87	11.87	14.10	13.90	9.34	10.67	13.47	11.70	14.54	10.97	9.90	9.77	14.00	11.60	12.94	8.24	14.54
18	ดำ-ส้ม	9.44	8.97	10.97	13.84	10.64	11.44	9.67	9.44	8.87	12.37	13.60	10.37	9.67	13.54	13.40	12.80	12.57	12.17	11.07	8.17
19	เขียว-แดง	9.77	9.90	9.84	15.90	14.07	15.74	14.50	12.50	12.47	9.90	9.74	13.80	13.77	14.87	12.84	11.00	12.27	8.17	14.70	11.67
20	น้ำตาล	11.94	14.64	14.40	13.07	14.47	11.87	11.00	14.30	14.90	10.20	14.47	7.27	10.07	9.67	9.54	9.77	7.64	11.47	13.80	13.57
21	ขาวสายม้วน	9.94	12.74	13.54	14.57	14.77	12.00	12.17	13.87	11.80	11.50	7.17	9.70	11.60	14.74	7.30	11.57	11.30	12.50	11.54	12.87
22	ดำ-เหลือง	9.14	9.50	12.80	11.70	13.27	13.37	13.77	11.07	9.17	9.10	9.40	12.34	9.27	14.47	14.20	12.00	12.97	12.10	11.67	14.50
23	น้ำเงิน-เหลือง	14.77	14.64	14.54	14.14	12.50	10.17	12.64	11.14	11.70	10.27	12.64	13.30	13.84	11.34	13.90	13.07	14.70	14.97	9.74	10.07
24	ขาว-ดำ	10.07	11.80	9.97	13.44	13.80	10.44	14.04	9.24	9.70	10.54	13.50	9.30	14.44	12.60	13.94	12.67	9.34	13.34	13.90	12.10
25	เหลือง-แดง	13.84	12.84	10.84	12.20	14.10	13.40	9.10	12.07	14.14	12.37	13.50	14.40	13.87	11.74	13.70	9.30	14.60	12.70	9.14	9.77
26	แดง-ดำ	11.60	13.77	9.77	14.07	14.37	14.60	13.44	11.10	14.17	13.14	11.87	12.60	9.44	12.97	12.77	9.14	12.50	9.60	10.47	11.37
27	ชมพู-ดำ	10.70	11.10	12.90	10.80	11.07	14.94	9.10	12.34	9.17	12.80	13.44	14.24	10.74	14.40	13.67	9.87	9.40	10.04	13.27	14.77
28	เทา-เขียว	14.37	9.14	12.37	12.04	12.14	14.04	9.64	12.07	9.94	14.04	11.04	10.30	10.27	9.04	14.87	9.60	9.24	14.87	14.90	11.07
29	ขาว-น้ำเงิน	12.34	14.70	14.84	9.17	10.64	14.20	12.14	14.70	14.30	12.34	14.90	10.17	12.57	11.47	9.54	13.10	11.47	12.90	13.70	11.10
30	แดง-เหลือง	7.40	8.37	7.87	9.24	9.00	12.24	13.77	13.64	12.80	12.24	12.17	8.17	13.97	13.87	13.70	10.14	12.30	11.80	10.17	9.44
31	น้ำตาล-เหลือง	10.60	11.50	9.00	7.14	13.70	14.04	7.44	12.54	14.97	8.44	8.14	12.00	8.24	12.47	8.14	9.24	11.30	12.04	10.40	8.00
32	น้ำตาล-ขาว	8.87	8.14	11.04	13.10	8.77	14.00	13.27	9.30	8.74	9.24	11.87	9.17	10.34	9.74	10.34	13.94	11.84	7.54	14.10	14.10
33	น้ำตาล-แดง	13.64	7.90	13.90	9.24	8.20	9.47	13.17	7.64	9.40	7.27	13.90	8.77	7.07	9.27	10.70	8.00	11.64	7.37	14.20	9.37

ตาราง ก.12 เวลาการเคลื่อนที่ของผู้ทดลองคนที่ 4 สำหรับหัวเชื่อมสายไฟขนาดใหญ่

ผู้ทดลองคนที่ 4 หัวเชื่อมสายไฟขนาดใหญ่		ท่าซ้ำครั้งที่																			
สีของสายไฟ		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	แดง	17.20	14.20	15.64	15.90	14.44	17.40	15.84	15.00	14.14	15.67	14.84	14.57	15.74	16.60	14.94	14.47	14.04	15.87	15.34	
2	ขาว	15.50	14.30	17.90	14.70	16.14	16.54	15.87	14.84	14.14	15.27	15.07	17.70	17.04	15.27	15.97	15.37	17.34	17.64	14.17	14.74
3	น้ำเงิน	12.07	14.94	16.04	15.54	15.80	18.20	13.70	17.24	15.34	12.94	18.50	17.10	17.44	17.20	16.10	16.14	11.84	14.00	16.74	12.24
4	ดำ	18.50	15.40	17.10	18.34	16.60	17.50	14.50	17.40	14.14	18.64	17.67	18.90	17.20	16.07	17.24	15.70	14.60	16.67	17.37	14.97
5	ดำ-ขาว	17.54	16.94	16.14	15.20	15.70	14.64	17.94	14.67	17.20	15.44	14.07	18.97	16.84	18.00	14.67	16.30	13.70	17.74	15.10	17.04
6	เขียว-ขาว	18.27	17.07	17.87	18.30	16.04	15.37	18.57	15.70	15.14	14.87	18.37	18.24	17.20	15.30	17.47	17.44	15.44	15.94	17.97	15.87
7	เขียว	18.77	11.97	18.04	16.77	10.27	14.50	14.54	11.27	14.80	10.54	13.40	12.54	18.34	17.60	14.04	16.77	18.47	14.87	11.87	13.74
8	ขาว-เขียว	15.24	16.07	17.37	16.27	16.80	17.07	17.40	16.70	14.64	15.47	15.70	14.97	15.60	16.24	17.70	17.57	15.77	16.10	17.34	16.30
9	น้ำเงิน-แดง	11.64	12.10	14.90	11.07	17.67	14.87	13.80	18.30	12.24	16.77	15.40	15.94	14.94	17.40	11.67	14.74	18.27	14.84	15.97	12.50
10	เทา	15.77	16.77	12.67	18.87	14.30	18.50	12.57	13.54	16.90	11.20	14.17	11.14	16.44	18.10	13.77	10.64	17.54	12.24	10.90	13.57
11	เขียว-ดำ	16.57	16.67	17.94	17.17	16.90	16.24	17.07	16.84	15.54	17.90	17.84	16.50	16.67	17.87	16.27	17.40	15.40	16.07	16.77	17.84
12	น้ำเงิน-ดำ	16.27	13.44	18.74	16.27	16.54	14.00	14.87	13.37	14.47	14.14	18.84	15.37	14.30	17.57	15.44	14.17	16.00	17.20	13.54	13.27
13	ชมพู	16.97	14.34	15.60	15.44	12.44	10.60	10.34	13.80	15.40	13.80	11.04	11.24	12.17	13.57	14.47	13.87	12.67	16.27	14.20	15.94
14	แดงสายม้วน	15.27	15.70	16.50	13.40	15.37	18.24	15.10	16.00	16.24	15.60	18.54	17.44	18.84	15.50	17.84	19.00	18.40	18.17	16.84	15.60
15	แดง-น้ำเงิน	13.30	17.84	13.47	13.54	15.27	15.07	15.17	14.87	15.77	18.44	15.57	15.37	16.54	16.57	15.90	16.60	16.17	15.24	15.70	14.70
16	ขาว-เขียว	15.44	17.77	16.07	17.14	15.40	16.67	17.67	16.34	15.44	16.34	16.57	15.07	16.07	15.60	16.70	16.84	17.64	15.37	16.10	16.10
17	แดง-เขียว	18.37	17.10	17.00	14.04	14.74	18.67	17.54	18.67	16.74	15.57	15.57	18.54	17.64	15.34	16.34	16.70	17.87	16.50	17.24	18.50
18	ดำ-ส้ม	12.80	10.67	10.94	16.50	12.27	10.77	11.80	16.10	12.57	14.30	15.10	15.54	16.74	11.77	18.50	17.80	18.04	15.70	14.80	
19	เขียว-แดง	16.84	13.67	18.47	15.30	14.44	15.24	17.97	14.07	16.14	17.64	13.50	17.40	16.80	15.60	17.57	14.87	17.47	14.74	16.20	13.07
20	น้ำตาล	13.74	18.20	16.90	11.74	15.60	12.47	13.27	17.47	18.17	17.17	12.44	16.64	16.00	13.17	17.57	11.27	17.94	17.24	16.44	18.90
21	ขาวสายม้วน	15.90	14.60	16.37	19.00	15.34	11.67	16.90	15.67	12.00	14.10	13.67	16.00	18.54	16.20	13.00	16.50	12.87	13.17	12.47	11.47
22	ดำ-เหลือง	9.04	9.87	10.74	14.07	14.04	14.94	10.50	17.27	16.87	15.77	17.37	13.50	16.70	9.70						

ตาราง ก.13 เวลาการเคลื่อนที่ของผู้ทดลองคนที่ 5 สำหรับหัวเชื่อมสายไฟขนาดเล็ก

ผู้ทดลองคนที่ 5 หัวเชื่อมสายไฟขนาดเล็ก	ท่าขาครั้งที่																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1 แดง	4.77	5.04	4.64	3.17	3.47	4.87	3.84	4.47	5.40	3.90	5.90	4.94	3.20	5.37	3.30	4.04	5.30	5.90	5.10	5.87
2 ขาว	3.67	3.97	4.94	4.77	3.14	3.67	3.87	3.44	3.94	4.34	4.44	4.40	4.27	4.10	3.37	3.57	4.50	3.87	4.57	4.14
3 น้ำเงิน	4.04	4.00	4.87	5.50	4.30	6.00	5.54	5.50	3.37	3.57	3.54	5.24	4.14	4.70	3.20	3.24	4.60	5.80	4.57	5.34
4 ดำ	4.27	3.50	3.87	3.84	4.07	3.34	4.57	4.84	4.67	4.20	3.77	3.60	3.77	4.37	3.54	3.10	3.74	3.97	4.64	4.57
5 ดำ-ขาว	6.80	3.80	6.90	3.17	3.44	6.54	4.84	4.47	5.64	4.37	6.20	5.87	3.77	3.34	6.07	3.80	4.84	6.44	6.17	3.07
6 เขียว-ขาว	4.84	5.70	6.90	4.87	6.90	4.44	6.67	4.80	5.54	6.17	5.90	6.54	5.27	4.84	4.70	6.10	5.50	5.34	4.80	4.84
7 เขียว	4.70	3.30	4.50	3.54	4.94	4.67	3.64	3.20	3.07	4.90	3.07	4.67	3.97	4.54	4.67	4.00	3.04	4.10	3.44	3.70
8 ขาว-แดง	5.04	5.87	4.77	5.97	5.20	5.20	4.47	5.67	4.57	5.07	5.07	5.30	5.87	4.37	4.27	4.64	4.90	5.04	4.64	5.60
9 น้ำเงิน-แดง	4.94	3.64	3.40	3.54	3.84	4.64	4.90	3.10	4.77	3.94	4.87	3.10	4.64	4.70	3.67	4.84	4.94	4.90	4.37	3.47
10 เทา	4.50	4.67	5.70	4.97	4.50	5.40	4.80	5.74	4.74	5.37	4.27	5.24	4.47	5.10	4.24	5.70	4.94	5.80	5.40	5.40
11 เขียว-ดำ	5.34	6.30	4.14	4.17	4.57	4.97	6.97	6.30	6.04	4.64	5.60	4.27	4.07	4.57	4.60	6.27	6.37	6.17	5.30	6.94
12 น้ำเงิน-ดำ	3.87	3.77	4.97	4.20	4.87	3.70	4.27	4.94	3.37	3.14	3.10	3.57	4.74	3.20	3.14	3.77	3.27	3.50	4.77	4.87
13 ชมพู	3.67	4.17	4.80	3.87	3.74	3.57	5.00	3.87	4.44	3.70	3.17	4.24	3.40	3.37	4.60	4.17	3.30	3.24	3.04	3.40
14 แดงสายม้วน	3.47	3.34	3.77	3.74	3.57	4.74	3.57	4.80	3.87	4.00	3.60	4.20	3.44	4.04	4.70	5.00	4.87	4.20	3.87	3.87
15 แดง-น้ำเงิน	3.60	3.37	3.80	3.07	4.20	3.77	3.07	3.54	3.10	3.57	4.40	4.84	4.84	3.20	3.77	4.77	4.64	3.50	3.50	3.97
16 ขาว-เขียว	4.94	4.80	5.67	5.00	5.07	5.24	4.07	4.54	5.50	5.37	5.40	4.97	5.14	5.44	4.84	4.04	5.04	4.40	4.20	4.20
17 แดง-เขียว	6.10	6.27	5.97	4.74	4.30	4.20	5.34	7.00	6.74	6.60	4.24	6.37	6.17	5.77	6.97	6.30	4.04	4.37	5.07	5.94
18 ดำ-ส้ม	4.40	5.24	4.27	3.74	3.37	4.80	3.14	4.04	6.07	5.80	4.94	3.47	3.47	4.27	5.54	4.14	4.57	6.90	3.04	3.44
19 เขียว-แดง	5.84	5.17	4.57	6.77	4.74	5.37	5.74	6.17	6.77	6.47	4.90	6.20	5.90	5.94	4.44	6.44	6.87	6.27	5.34	5.00
20 น้ำตาล	5.54	4.07	5.77	6.47	7.00	6.20	3.27	5.97	6.47	6.97	5.17	5.87	7.00	6.20	6.57	3.70	5.90	6.04	4.34	6.50
21 ขาวสายม้วน	5.30	5.87	6.60	4.87	3.50	5.27	5.84	3.60	3.17	3.04	5.30	6.80	4.80	3.70	5.60	5.87	3.64	4.87	6.70	6.04
22 ดำ-เหลือง	4.10	4.80	3.97	3.24	3.34	4.80	3.47	4.77	3.67	4.67	4.10	3.14	3.04	3.74	4.64	3.20	3.20	4.14	3.20	3.54
23 น้ำเงิน-เหลือง	3.80	3.77	4.24	5.00	4.10	3.70	4.80	4.37	4.74	3.34	3.94	4.64	4.20	4.14	4.27	3.27	3.94	3.57	3.20	3.34
24 ขาว-ดำ	3.37	4.20	3.47	5.87	6.17	3.30	5.60	4.50	6.80	5.64	5.64	4.00	5.24	5.27	5.80	5.70	4.07	6.87	6.94	4.47
25 เหลือง-แดง	3.34	4.60	3.84	4.04	3.67	4.07	4.34	4.84	4.07	3.80	4.64	4.50	4.97	4.97	3.40	3.40	3.07	4.24	4.37	4.87
26 แดง-ดำ	4.94	4.97	4.50	4.80	3.54	3.97	4.44	4.70	4.74	4.57	4.64	4.34	3.07	3.57	4.50	4.64	3.90	3.44	3.74	3.80
27 ชมพู-ดำ	5.70	4.44	5.64	4.20	5.57	6.00	5.77	5.60	5.97	4.40	4.94	5.44	4.97	4.10	4.37	4.44	4.80	5.30	4.07	4.64
28 เทา-เขียว	4.74	4.10	5.90	4.47	4.27	3.30	4.67	3.44	3.14	4.67	4.64	5.80	3.50	4.10	4.80	6.94	5.14	6.54	3.37	6.27
29 ขาว-น้ำเงิน	3.77	3.87	3.94	4.27	3.54	3.10	3.24	4.67	4.07	4.14	3.67	3.54	3.40	3.57	3.30	3.87	3.30	4.90	4.27	3.04
30 แดง-เหลือง	6.80	6.80	4.70	5.47	6.10	4.00	3.34	6.84	6.97	5.34	3.67	6.60	3.07	3.30	4.74	3.57	3.90	4.64	3.17	3.34
31 น้ำตาล-เหลือง	3.44	3.30	4.67	5.54	4.87	4.17	4.10	5.50	4.07	3.57	5.50	6.54	6.67	6.37	3.84	5.37	6.30	4.34	6.47	5.07
32 น้ำตาล-ขาว	6.70	6.60	6.40	3.47	4.30	3.54	6.30	6.97	4.57	3.20	4.87	5.74	6.20	3.97	4.47	6.30	6.67	4.54	4.87	6.97
33 น้ำตาล-แดง	4.80	4.84	3.57	4.64	4.37	4.04	4.10	3.77	4.10	4.50	5.00	4.67	4.60	4.04	4.50	3.40	4.77	3.07	4.20	3.34

ตาราง ก.14 เวลาการเคลื่อนที่ของผู้ทดลองคนที่ 5 สำหรับหัวเชื่อมสายไฟขนาดกลาง

ผู้ทดลองคนที่ 5 หัวเชื่อมสายไฟขนาดกลาง	ท่าขาครั้งที่																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1 แดง	9.14	6.37	8.34	9.20	9.47	7.80	9.84	9.34	6.30	6.87	9.17	7.60	6.04	6.24	6.37	7.40	8.60	9.84	8.30	8.30
2 ขาว	9.70	6.64	8.37	9.24	9.87	8.14	6.84	7.47	7.14	9.50	8.64	9.14	9.27	9.50	7.57	9.14	7.44	9.34	9.70	9.34
3 น้ำเงิน	10.00	7.67	6.84	6.74	8.20	6.67	8.84	9.70	7.80	6.97	9.80	8.90	8.90	7.60	6.14	9.57	7.57	9.24	6.50	9.77
4 ดำ	10.70	9.94	6.47	10.74	7.20	8.57	6.10	8.67	8.80	7.14	10.20	7.94	8.27	9.77	8.54	9.44	8.84	6.70	6.90	7.44
5 ดำ-ขาว	8.70	7.70	8.24	6.20	6.07	6.54	8.10	9.00	6.07	6.14	6.54	8.90	8.54	6.54	8.64	6.67	8.67	8.47	6.14	7.34
6 เขียว-ขาว	12.00	12.30	11.97	14.04	14.90	11.07	10.40	14.64	11.30	10.30	13.57	11.77	12.67	12.64	13.70	11.14	13.14	13.40	14.24	11.30
7 เขียว	8.40	8.74	7.70	7.74	10.84	7.97	7.04	6.90	6.80	10.67	10.04	9.84	10.27	9.37	9.50	9.44	8.44	8.30	7.30	8.64
8 ขาว-แดง	7.57	6.20	7.90	10.10	10.30	10.87	6.47	6.87	8.80	8.70	8.17	9.67	8.50	8.04	9.30	6.30	8.20	8.07	10.07	8.90
9 น้ำเงิน-แดง	6.17	8.60	7.87	6.77	8.97	7.64	7.27	8.87	6.97	7.80	7.47	8.47	7.77	6.40	7.34	6.14	6.17	7.17	8.30	7.07
10 เทา	8.97	6.47	7.07	8.27	9.90	9.00	9.20	8.70	8.47	8.94	7.84	6.60	9.14	8.97	8.77	7.84	6.24	9.37	6.14	7.87
11 เขียว-ดำ	11.04	9.07	8.14	11.60	11.10	8.44	9.17	9.40	10.40	10.57	11.14	8.77	9.04	9.30	11.84	10.67	9.94	8.07	9.14	10.84
12 น้ำเงิน-ดำ	8.14	8.54	7.87	8.57	8.74	7.47	7.37	8.70	9.50	7.87	7.57	10.00	8.87	9.77	8.70	8.84	7.27	7.30	8.34	7.67
13 ชมพู	9.94	7.70	8.00	6.77	6.47	6.90	6.64	10.00	7.57	6.97	7.90	9.80	7.00	6.34	8.30	7.84	9.07	9.97	9.77	9.77
14 แดงสายม้วน	7.50	7.84	7.34	8.80	9.84	10.60	7.54	9.34	9.97	7.47	7.84	8.90	8.67	7.24	7.74	10.70	10.24	8.10	7.67	7.80
15 แดง-น้ำเงิน	7.97	9.20	12.34	8.07	11.74	12.74	7.07	9.74	7.67	11.87	12.67	9.94	10.44	8.54	10.94	11.44	11.04	10.94	8.24	8.60
16 ขาว-เขียว	10.37	11.97	8.87	8.90	11.17	9.60	9.50	10.54	11.47	12.84	8.27	9.54	8.20	9.77	10.30	9.50	9.37	9.77	10.90	8.14
17 แดง-เขียว	12.97	11.70	10.24	11.60	11.04	11.30	12.64	13.00	10.47	10.30	11.70	11.37	10.24	11.40	11.97	11.00	11.60	10.40	12.90	11.17
18 ดำ-ส้ม	9.97	9.47	9.30	9.40	8.27	8.44	8.37	7.07	8.64	9.27	8.54	8.90	9.57	9.24	9.00	7.60	8.07	7.34	9.14	7.94
19 เขียว-แดง	11.94	14.07	12.50	10.90	13.04	11.70	13.37	10.94	13.74	12.14	13.30	12.50	11.00	12.74	12.84	10.67	13.34	12.37	13.10	12.17
20 น้ำตาล	7.90	7.24	6.87	9.44	6.44	8.97	7.84	6.80	7.97	6.97	7.60	9.77	9.20	8.80	6.77	7.74	8.67	8.74	9.87	7.77
21 ขาวสายม้วน	8.07	9.54	7.07	9.54	10.94	9.54	9.70	9.07	8.34	8.44	10.17	9.44	8.40	10.50	9.84	10.14	8.04	8.84	8.37	10.50
22 ดำ-เหลือง	10.74	10.50	10.24	10.14	11.70	10.84	11.87	7.77	11.77	10.44	10.57	8.74	11.64	10.87	9.80	7.04	8.97	11.17	11.17	10.77
23 น้ำเงิน-เหลือง	9.87	9.47	9.47	7.24	9.20	8.34	10.44	9.24	10.60	10.50	9.17	10.20	7.94	10.64	11.80	9.50	10.14	10.67	7.20	11.90
24 ขาว-ดำ	10.77	9.57	10.84	8.00	8.40	9.30	7.97	7.84	10.87	7.74	10.84	11.47	10.47	11.84	11.34	11.67	11.77	8.07	11.40	10.10
25 เหลือง-แดง	10.70	11.07	7.77	9.97	9.50	10.04	11.50	11.14	9.44	9.70	7.74	9.74	9.84	8.94	7.54	9.60	9.97	9.57	11.44	11.90
26 แดง-ดำ	10.54	10.87	9.27	11.67	9.94	11.17	8.14	7.70	9.20	8.74	11.67	7.94	9.54	7.97	10.80	11.54	9.10	11.70	10.80	8.67
27 ชมพู-ดำ	13.27	11.40	9.27	10.17	9.07	12.94	13.47	10.54	12.74	11.0										

ตาราง ก.15 เวลาการเคลื่อนที่ของผู้ทดลองคนที่ 5 สำหรับหัวเชื่อมสายไฟขนาดใหญ่

ผู้ทดลองคนที่ 5 หัวเชื่อมสายไฟขนาดใหญ่																					
สีของสายไฟ	ท่าซ้ำครั้งที่																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1	แดง	11.30	12.27	13.34	11.64	11.10	14.84	13.34	14.07	10.07	13.80	12.40	13.54	14.77	14.60	10.94	11.70	10.74	11.37	13.57	12.70
2	ขาว	12.20	14.17	13.27	14.20	12.40	10.94	11.67	12.90	12.37	13.84	12.57	12.60	12.77	13.80	13.07	14.50	14.14	12.07	12.87	13.74
3	น้ำเงิน	14.34	14.34	11.54	14.80	11.00	14.27	10.00	14.64	14.87	11.37	10.94	9.34	13.84	11.04	13.77	11.37	10.17	10.44	12.90	11.90
4	ดำ	10.77	13.10	11.84	10.47	12.84	13.74	12.60	12.74	12.30	10.84	13.14	11.74	11.04	10.57	11.10	11.44	10.80	12.00	12.77	11.14
5	ดำ-ขาว	14.17	10.84	11.44	14.54	10.44	11.10	11.07	14.67	14.57	11.40	12.14	13.97	14.90	12.40	14.74	10.60	12.94	10.20	14.34	10.54
6	เขียว-ขาว	14.24	16.17	16.20	15.57	13.07	16.64	17.37	17.87	15.50	15.07	15.44	16.24	13.97	17.57	15.20	16.14	13.97	14.70	15.84	17.90
7	เขียว	12.84	14.84	13.50	15.30	15.70	15.04	13.77	14.90	15.57	14.77	14.20	13.40	13.87	15.44	11.90	14.17	14.00	15.10	11.54	13.67
8	ขาว-แดง	14.84	13.94	13.40	9.17	12.17	14.34	13.74	13.90	11.47	14.80	14.14	11.50	10.74	9.37	13.87	15.00	9.64	14.50	10.34	11.07
9	น้ำเงิน-แดง	10.47	11.17	13.14	9.77	11.64	13.60	9.54	12.20	9.10	10.50	13.14	8.77	10.10	8.64	11.50	11.57	11.74	12.64	9.37	11.90
10	เทา	8.64	10.67	11.00	9.27	11.47	12.24	9.37	11.94	13.34	11.47	12.57	9.44	9.07	12.14	10.60	12.94	13.10	8.27	11.50	8.67
11	เขียว-ดำ	14.87	12.94	12.30	13.17	13.07	14.80	12.34	12.04	13.70	14.74	14.57	12.94	12.14	12.44	14.74	13.54	12.20	12.07	13.74	14.60
12	น้ำเงิน-ดำ	14.77	9.67	11.50	13.54	13.90	12.17	11.80	12.97	14.20	9.47	10.24	9.34	10.74	11.27	10.67	11.97	14.97	14.00	9.67	14.37
13	ชมพู	13.70	11.60	12.00	12.00	12.84	11.37	12.77	11.24	12.67	13.60	12.90	11.14	12.34	12.80	13.87	11.67	11.74	12.17	11.20	13.57
14	แดง-ขาว	10.94	14.50	12.97	11.97	12.54	13.64	12.40	9.57	14.57	9.04	9.87	12.90	12.10	11.87	12.40	10.07	12.24	10.67	13.80	9.87
15	แดง-น้ำเงิน	11.20	14.37	10.90	13.27	14.10	11.84	14.67	11.07	10.30	13.34	11.50	11.84	10.94	12.00	13.34	13.30	12.00	9.50	11.94	14.27
16	ขาว-เขียว	12.50	15.40	12.27	13.87	12.10	15.27	15.44	15.67	13.37	16.50	15.80	14.40	12.77	15.37	16.34	12.30	12.57	13.50	16.00	14.90
17	แดง-เขียว	15.90	14.44	15.34	16.60	14.00	16.90	17.04	13.40	16.34	15.50	17.74	18.64	17.17	13.97	12.17	14.77	16.64	18.04	12.40	16.80
18	ดำ-ส้ม	15.24	10.57	11.90	14.87	10.70	10.74	13.90	10.54	13.70	13.77	12.50	10.20	10.30	11.87	10.40	10.50	13.84	10.24	15.47	15.07
19	เขียว-แดง	15.50	14.77	14.67	19.00	13.57	18.54	14.04	18.34	15.57	16.60	15.60	13.00	12.54	15.34	14.14	15.50	17.70	15.37	18.50	15.67
20	น้ำตาล	10.10	12.44	14.54	13.04	12.10	10.74	13.90	12.10	11.57	12.87	13.94	11.40	11.44	13.17	11.44	13.94	14.80	13.77	11.54	11.07
21	ขาว-น้ำเงิน	14.80	14.64	14.00	10.57	12.34	10.90	11.30	14.47	12.27	14.70	10.07	13.24	13.70	10.80	11.24	11.80	11.10	11.10	13.70	11.47
22	ดำ-เหลือง	11.27	11.37	12.64	11.57	13.30	11.47	12.37	11.50	13.44	12.27	12.97	12.67	13.00	11.30	11.70	12.44	12.07	13.70	13.84	11.84
23	น้ำเงิน-เหลือง	13.27	11.47	11.77	11.70	11.74	10.87	11.10	12.30	10.44	12.70	13.74	10.60	11.60	12.07	13.77	13.00	13.47	10.87	10.97	10.67
24	ขาว-ดำ	13.34	12.44	10.90	12.70	13.24	13.14	11.27	13.20	10.27	11.37	13.20	10.94	13.57	13.64	14.44	13.44	10.20	11.67	12.67	14.60
25	เหลือง-แดง	12.74	11.30	14.67	16.37	16.87	16.77	16.67	14.54	16.04	13.94	14.14	11.50	12.24	12.50	13.87	16.44	13.27	14.80	11.14	13.17
26	แดง-ดำ	11.40	12.10	12.04	11.34	13.70	10.04	11.20	14.50	14.94	12.70	11.70	13.70	12.60	11.50	14.57	11.17	10.84	14.27	13.54	13.10
27	ชมพู-ดำ	12.67	12.04	13.37	13.97	11.47	13.70	10.97	12.50	13.97	13.00	11.14	13.40	13.87	12.10	13.84	13.74	13.27	10.77	10.87	12.20
28	เทา-เขียว	12.47	13.60	11.07	12.30	12.10	12.40	12.97	11.94	13.70	14.47	11.47	13.54	12.30	14.24	12.70	14.77	13.87	12.60	13.74	13.90
29	ขาว-น้ำเงิน	12.40	11.10	13.14	13.44	13.17	13.70	13.24	11.90	12.07	11.27	13.87	11.87	14.14	11.77	12.74	12.30	11.67	11.10	13.37	13.70
30	แดง-เหลือง	11.07	12.57	13.90	11.87	14.10	11.14	12.84	13.94	14.17	11.50	12.77	14.60	12.54	13.04	14.40	11.74	12.10	11.64	12.94	12.44
31	น้ำตาล-เหลือง	11.04	13.94	13.50	10.07	13.34	11.97	13.00	12.60	13.94	13.77	11.17	10.84	11.60	13.80	12.50	13.74	11.74	12.54	10.87	13.37
32	น้ำตาล-ขาว	10.07	9.84	12.57	9.34	12.67	10.64	14.77	13.67	11.90	14.60	10.50	14.14	11.20	10.90	12.94	11.60	13.90	12.54	11.64	9.94
33	น้ำตาล-แดง	14.54	16.84	11.64	14.20	14.00	16.20	14.70	15.87	14.54	13.17	14.17	13.47	13.40	14.50	16.30	16.10	11.44	13.27	16.34	15.67

ตาราง ก.16 เวลาการเคลื่อนที่ของผู้ทดลองคนที่ 6 สำหรับหัวเชื่อมสายไฟขนาดเล็ก

ผู้ทดลองคนที่ 6 หัวเชื่อมสายไฟขนาดเล็ก																					
สีของสายไฟ	ท่าซ้ำครั้งที่																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1	แดง	3.54	3.77	4.80	4.60	3.70	5.37	5.60	3.50	5.37	5.50	4.27	5.00	5.94	5.27	3.80	5.84	4.34	3.37	4.67	4.64
2	ขาว	3.14	4.64	4.47	4.57	3.17	3.74	3.20	3.47	3.34	3.20	3.24	4.10	4.97	4.47	4.87	3.87	3.34	3.97	4.20	5.00
3	น้ำเงิน	5.74	3.80	3.17	5.44	3.04	5.14	5.67	4.17	5.07	3.64	3.10	3.77	3.27	4.54	4.17	5.60	5.14	3.84	5.77	3.30
4	ดำ	4.54	4.04	4.90	4.00	3.70	4.97	4.57	3.84	4.50	3.64	3.50	3.84	3.74	4.64	4.54	3.14	4.60	3.44	4.04	4.10
5	ดำ-ขาว	5.37	6.57	6.87	6.60	5.97	3.44	4.34	3.50	3.80	3.97	3.10	4.20	3.20	3.14	6.50	4.64	3.50	6.17	4.44	3.20
6	เขียว-ขาว	5.14	5.04	7.00	4.67	4.17	5.70	5.24	5.50	6.97	5.50	5.37	5.47	5.60	5.50	5.97	6.77	4.57	5.80	5.54	5.47
7	เขียว	4.24	3.84	3.14	3.67	3.70	4.24	3.17	3.90	4.14	4.84	4.10	4.64	4.77	4.97	3.50	4.17	3.40	4.30	4.37	4.97
8	ขาว-แดง	5.70	5.47	4.04	4.94	5.84	5.50	5.00	5.64	4.37	4.24	4.80	5.50	5.60	4.40	5.10	4.84	4.84	5.04	4.50	5.34
9	น้ำเงิน-แดง	3.97	3.20	3.27	3.90	4.04	4.64	4.97	3.60	4.70	4.77	3.07	3.77	4.40	4.57	4.80	3.57	4.77	4.84	4.54	3.67
10	เทา	5.27	4.14	4.14	5.20	4.84	5.90	5.00	5.74	4.44	4.17	4.67	5.84	4.87	4.10	5.57	4.94	5.64	4.04	5.24	5.47
11	เขียว-ดำ	7.00	6.44	5.64	4.74	5.50	4.70	4.04	4.77	5.54	5.90	5.74	4.27	6.57	6.87	5.87	4.14	6.24	5.87	6.87	5.50
12	น้ำเงิน-ดำ	3.70	4.34	3.70	3.30	3.60	3.74	3.94	3.50	4.30	4.70	3.40	3.10	4.77	4.57	3.30	4.00	3.20	4.84	4.87	4.97
13	ชมพู	3.10	3.87	3.37	3.67	3.80	4.44	4.07	3.60	4.20	3.40	3.27	3.20	4.40	3.30	4.90	4.30	4.40	4.00	3.80	3.50
14	แดง-ขาว	4.87	3.77	3.04	4.67	4.50	4.14	5.00	3.44	4.97	3.87	4.10	4.54	3.44	3.87	3.47	3.40	4.64	3.54	3.80	3.80
15	แดง-น้ำเงิน	3.44	3.47	3.47	4.90	3.90	4.30	4.34	3.34	3.24	3.37	3.40	4.97	3.60	3.44	3.10	4.90	3.97	3.87	3.74	4.44
16	ขาว-เขียว	5.84	4.97	4.50	4.77	4.14	4.74	4.04	4.84	5.80	4.10	5.94	4.10	5.67	5.27	5.14	5.74	5.80	5.90	4.04	5.60
17	แดง-เขียว	5.44	5.00	4.07	5.20	6.84	6.87	5.97	6.57	4.74	5.34	4.97	6.80	5.00	6.24	5.37	4.44	4.30	6.50	5.90	6.14
18	ดำ-ส้ม	3.14	4.00	5.37	6.24	3.80	5.90	6.70	3.84	5.70	5.67	3.34	4.50	4.04	5.47	3.97	4.97	3.87	5.77	7.00	5.50
19	เขียว-แดง	5.27	5.20	4.60	5.10	4.84	4.64	4.60	5.34	4.30	5.87	4.70	5.94	4.20	4.67	5.50	6.47	4.27	4.94	6.34	6.00
20	น้ำตาล	4.44	6.84	4.87	3.07	4.54	4.27	6.44	3.20	3.27	3.30	3.34	6.94	5.40	4.34	3.47	5.60	3.84	6.87	4.20	5.77
21	ขาว-น้ำเงิน	4.73	4.54	5.50	4.74	6.84	3.60	4.64	5.97	5.70	3.60	5.00	5.57	4.47	3.17	4.37	5.54	3.54	4.00	5.47	6.70
22	ดำ-เหลือง	3.44	4.97	4.77	3.97	3.44	4.94	3.97	4.20	3.37	3.07	3.20	4.64	4.74	4.47	4.20	4.40	4.37	4.00	4.84	4.40
23	น้ำเงิน-เหลือง	4.34	4.00	3.24	3.30	3.07	4.67	4.17	3.20	4.10	4.47	4.57	4.94	4.84	3.24	3.90	3.20				

ตาราง ก.17 เวลาการเคลื่อนที่ของผู้ทดลองคนที่ 6 สำหรับหัวเชื่อมสายไฟขนาดกลาง

ผู้ทดลองคนที่ 6 หัวเชื่อมสายไฟขนาดกลาง		ท่าขาครึ่งที่																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	แดง	9.60	9.40	6.60	7.44	9.90	8.60	8.27	9.17	8.24	8.64	8.77	6.14	6.57	9.04	8.34	8.10	6.24	8.70	8.27	8.90
2	ขาว	9.34	8.74	7.34	7.94	7.04	9.34	9.00	10.00	8.27	6.54	8.40	8.14	6.17	7.24	6.84	8.77	7.07	9.87	6.47	8.17
3	น้ำเงิน	6.57	7.97	6.30	8.40	9.37	8.54	7.04	8.17	8.50	6.94	7.20	6.67	8.24	6.10	8.00	9.94	7.20	8.57	9.54	7.94
4	ดำ	6.77	8.77	10.84	10.97	10.90	6.77	8.74	8.50	7.47	9.50	10.80	10.10	7.74	9.10	6.07	10.74	9.74	8.20	8.77	6.40
5	ดำ-ขาว	8.40	8.77	8.24	7.04	8.47	8.04	7.00	8.40	7.27	6.10	6.74	8.94	8.70	8.04	6.54	6.97	7.47	8.34	7.37	6.80
6	เขียว-ขาว	11.20	14.47	10.30	10.34	14.27	13.67	14.37	13.57	14.04	10.54	10.70	10.67	13.97	12.34	14.27	12.50	12.27	11.17	14.17	11.30
7	เขียว	7.80	7.00	9.94	10.84	10.87	9.14	7.27	6.94	8.70	10.67	7.20	6.74	8.17	6.47	10.27	9.87	9.30	7.60	7.70	6.24
8	ขาว-แดง	8.70	7.17	6.07	10.54	6.94	8.04	10.27	7.84	7.87	10.34	10.64	9.40	6.74	10.94	9.14	8.54	9.54	7.94	9.67	11.00
9	น้ำเงิน-แดง	8.87	6.64	7.60	8.90	8.14	6.24	6.87	6.40	8.27	6.07	8.44	6.50	7.17	6.77	8.50	6.97	7.40	8.60	6.27	7.14
10	เทา	9.40	6.74	6.70	6.14	6.27	9.27	8.24	8.44	9.57	7.17	6.04	8.64	9.84	9.30	8.54	6.14	8.47	6.20	7.84	6.40
11	เขียว-ดำ	10.17	10.77	9.64	11.04	9.70	9.37	10.37	10.20	10.14	11.37	8.60	11.87	9.30	9.57	8.84	9.07	9.94	11.40	8.60	10.70
12	น้ำเงิน-ดำ	8.64	8.74	7.57	9.47	7.94	7.97	9.80	8.67	8.97	7.50	8.94	9.40	8.80	7.50	8.50	7.34	7.54	9.17	7.37	9.00
13	ชมพู	6.37	8.84	6.94	8.64	8.00	6.17	7.24	9.20	9.94	9.10	7.57	6.77	7.37	6.37	9.74	6.27	8.24	7.27	8.84	7.27
14	แดงลายม้วน	10.57	9.90	10.44	8.07	7.17	7.47	8.94	7.44	8.84	10.44	8.30	9.54	8.20	10.24	8.40	9.90	9.77	9.97	9.64	10.94
15	แดง-น้ำเงิน	7.70	12.50	11.97	7.10	9.10	8.37	12.00	11.37	10.70	8.94	9.67	12.24	7.97	8.54	12.44	10.74	10.64	8.90	12.94	10.74
16	ขาว-เขียว	10.24	10.30	9.10	9.60	11.07	10.54	12.64	9.07	10.97	11.70	10.80	11.50	11.47	12.20	11.70	8.34	8.77	8.60	10.20	11.60
17	แดง-เขียว	10.77	12.17	11.64	11.44	11.50	12.87	12.97	12.77	12.30	12.77	12.30	10.67	11.17	12.60	11.04	10.67	10.94	12.17	10.70	10.84
18	ดำ-ส้ม	8.17	9.10	9.07	8.74	7.80	9.30	7.70	7.54	7.20	8.44	7.97	8.97	7.80	9.70	7.27	8.34	7.77	7.70	9.70	7.14
19	เขียว-แดง	13.10	10.20	13.24	14.47	12.90	14.14	14.04	13.24	14.04	11.97	12.40	13.04	11.10	14.04	14.00	14.40	11.50	12.64	11.27	12.30
20	น้ำตาล	6.64	7.17	7.00	6.30	8.00	8.70	6.50	7.20	7.57	6.24	7.50	6.44	8.64	9.74	7.07	9.90	7.24	7.34	7.57	8.94
21	ขาวลายม้วน	10.64	9.27	9.20	10.37	10.80	8.97	8.97	8.17	10.60	8.07	11.00	8.34	10.77	7.07	8.50	10.64	7.74	8.34	7.30	8.07
22	ดำ-เหลือง	11.77	8.57	7.40	8.50	10.14	9.00	11.50	7.90	11.00	10.70	8.07	10.44	8.67	7.90	9.17	9.90	8.37	8.50	10.64	8.30
23	น้ำเงิน-เหลือง	11.80	8.27	8.14	11.77	11.37	9.40	12.00	9.64	11.14	8.14	11.67	11.80	11.27	11.27	7.17	8.47	9.20	10.84	7.40	8.44
24	ขาว-ดำ	10.30	11.37	10.24	10.14	8.57	8.20	8.54	7.70	7.34	7.97	11.97	11.80	9.07	11.67	7.64	7.54	9.47	8.90	7.70	11.87
25	เหลือง-แดง	10.27	8.87	9.24	11.74	8.64	7.97	8.07	7.17	8.60	10.14	9.70	7.94	10.27	9.77	8.34	7.80	8.00	9.44	7.94	10.54
26	แดง-ดำ	7.54	8.24	10.14	11.44	10.44	9.77	11.60	9.24	7.44	9.64	7.94	9.74	9.77	8.00	7.60	7.40	10.60	8.77	8.84	10.40
27	ชมพู-ดำ	13.77	12.04	13.77	12.44	11.00	9.34	13.57	10.30	13.30	10.40	10.50	9.34	11.34	13.37	12.07	8.20	12.10	11.30	12.77	12.97
28	เทา-เขียว	10.80	11.94	12.90	9.87	11.17	13.54	10.50	13.97	9.67	10.10	12.47	10.80	10.70	12.07	13.34	8.70	11.57	8.20	12.77	12.64
29	ขาว-น้ำเงิน	9.97	7.80	7.80	8.64	6.27	9.74	8.44	10.24	10.94	8.70	8.44	7.70	6.87	7.60	9.77	10.57	6.30	8.80	7.17	10.77
30	แดง-เหลือง	10.80	6.07	6.87	8.74	8.20	7.77	8.14	6.90	9.80	8.00	6.60	10.24	8.24	6.24	6.60	8.00	6.77	9.14	6.87	9.90
31	น้ำตาล-เหลือง	9.77	8.97	8.40	9.07	6.54	6.44	6.40	9.14	9.47	7.87	10.00	7.07	7.30	9.17	6.87	10.90	6.90	6.30	7.77	7.67
32	น้ำตาล-ขาว	11.24	13.77	11.10	12.47	9.94	10.27	13.47	9.34	8.20	11.30	13.64	10.37	12.37	8.67	12.34	8.17	12.34	13.97	8.94	9.14
33	น้ำตาล-แดง	10.30	12.00	10.00	10.20	13.27	11.67	13.14	12.50	11.14	12.34	11.00	12.87	13.80	11.60	9.14	10.50	12.10	9.04	13.67	13.60

ตาราง ก.18 เวลาการเคลื่อนที่ของผู้ทดลองคนที่ 6 สำหรับหัวเชื่อมสายไฟขนาดใหญ่

ผู้ทดลองคนที่ 6 หัวเชื่อมสายไฟขนาดใหญ่		ท่าขาครึ่งที่																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	แดง	11.10	15.00	12.20	10.17	13.80	10.34	14.64	14.04	12.74	14.47	12.34	11.84	12.97	11.97	14.37	13.20	10.90	14.94	10.64	12.94
2	ขาว	12.90	11.34	13.30	14.87	12.80	11.50	12.87	10.17	12.47	10.44	10.10	13.97	11.70	14.17	10.27	10.27	12.54	13.47	12.00	11.34
3	น้ำเงิน	10.94	11.27	11.34	13.97	12.24	12.87	12.34	12.77	13.57	9.54	11.47	13.07	13.30	12.94	13.57	9.47	9.84	14.84	10.14	10.77
4	ดำ	12.77	11.74	12.14	11.97	11.84	11.74	11.57	10.50	14.00	10.64	11.30	10.04	13.24	12.00	12.64	13.50	13.14	11.27	12.40	13.60
5	ดำ-ขาว	10.27	12.44	12.67	12.20	10.47	14.40	11.67	13.94	10.24	10.50	11.97	11.27	13.30	13.74	10.67	14.00	11.57	10.30	13.17	13.00
6	เขียว-ขาว	15.57	14.24	15.44	16.97	14.24	15.04	16.04	16.10	16.10	16.77	14.54	17.87	16.34	15.17	13.77	17.24	15.17	14.90	13.90	14.64
7	เขียว	11.84	15.70	13.60	13.27	15.10	14.20	15.00	11.50	13.20	13.80	15.34	12.64	14.14	12.64	11.80	13.84	14.97	12.90	14.64	11.77
8	ขาว-แดง	10.84	14.17	12.20	10.80	14.20	10.14	13.80	12.17	10.47	13.57	9.94	10.80	10.64	14.74	14.50	10.54	10.54	12.24	14.70	13.90
9	น้ำเงิน-แดง	13.57	8.87	13.14	11.17	13.70	9.14	13.34	12.12	12.90	11.10	11.77	13.47	8.84	8.44	8.47	12.67	11.40	8.07	9.57	8.07
10	เทา	10.17	10.90	10.67	10.94	11.30	8.74	9.37	12.94	10.90	13.30	12.87	13.44	9.24	8.97	10.60	13.84	10.87	13.54	13.70	11.24
11	เขียว-ดำ	14.77	13.57	13.44	13.64	13.54	12.14	14.07	15.00	12.37	14.20	13.90	13.17	12.90	13.17	13.27	12.27	13.67	14.57	14.74	12.17
12	น้ำเงิน-ดำ	9.17	13.94	11.60	11.87	12.40	11.14	12.90	13.70	9.67	9.07	9.27	13.90	10.20	12.20	11.50	12.60	12.50	9.44	12.44	14.34
13	ชมพู	13.40	12.14	12.07	13.80	11.10	11.90	13.14	12.40	13.84	13.04	12.60	13.94	13.00	13.37	12.04	11.74	13.97	11.30	13.34	11.24
14	แดงลายม้วน	14.47	9.14	13.44	11.84	9.57	15.00	9.50	14.67	12.14	13.37	14.30	11.77	12.64	12.60	11.90	13.90	10.90	9.64	14.14	11.87
15	แดง-น้ำเงิน	10.40	12.84	14.00	11.97	14.50	14.44	13.30	14.77	10.44	9.27	10.47	9.44	10.10	10.00	13.40	9.97	13.97	14.34	14.80	12.44
16	ขาว-เขียว	14.27	15.90	14.90	13.40	12.50	16.77	14.87	14.34	15.27	16.44	14.74	13.00	16.57	16.80	16.64	12.17	14.70	16.90	14.97	13.07
17	แดง-เขียว	14.94	16.14	17.70	17.00	12.77	12.64	14.27	13.90	12.24	16.84	13.47	14.97	16.50	17.87	15.97	15.14	13.00	12.30	17.74	17.20
18	ดำ-ส้ม	11.14	11.14	14.57	10.77	10.67	15.60	10.40	12.57	12.84	12.67	14.17	13.47	12.60	14.10	11.07	13.10	14.80	11.87	11.24	12.97
19	เขียว-แดง	17.30	15.44	15.20	14.27	18.70	17.80	14.17	16.40	16.37	17.20	12.54	16.27	14.14	16.20	16.70	17.10	12.84	12.80	18.40	14.14
20	น้ำตาล	14.40	14.30	14.20	13.47	12.87	10.34	10.10	12.40	14.50	11.67	13.14	10.54	10.47	13.50	13.44	14.24	14.50	13.54	11.54	13.27
21	ขาวลายม้วน	14.67	13.20	13.77	10.77	14.94	13.47	14.77	14.94	10.90	13.17	13.87	12.04	13.64	13.44	14.94	12.64	12.04	11.70	10.47	11.14
22	ดำ-เหลือง	13.10	12.17	11.90	13.60	13.30	11.90	13.07	11.10	12.40	13.14	14.00	11.14	12.20	11.50	13.10	12.50	13.77	12.30	12.97	11.24
23	น้ำเงิน-เหลือง	11.00	13.74	10.44	13.54	10.77	11.27	13.24	10.80	12.34	11.54	11.27	11.67	10.97	11.50	10.27	12.6				

ตาราง ก.19 เวลาการเคลื่อนที่ของผู้ทดลองคนที่ 7 สำหรับหัวเชื่อมสายไฟขนาดเล็ก

ผู้ทดลองคนที่ 7 หัวเชื่อมสายไฟขนาดเล็ก	ชื่อสายไฟ	ท่าซ้ำครั้งที่																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	แดง	5.74	5.07	5.97	3.97	3.37	5.77	3.97	3.30	3.47	4.14	3.57	5.27	3.17	5.60	3.20	5.47	5.70	3.40	3.47	4.60
2	ขาว	4.94	4.30	4.07	3.60	4.30	4.40	3.27	3.17	3.10	4.30	3.50	3.44	4.30	4.80	4.20	5.00	3.60	3.60	4.70	4.74
3	น้ำเงิน	5.57	3.80	5.90	3.84	5.40	3.47	3.87	4.94	4.50	4.20	4.90	5.37	4.74	5.70	5.34	4.37	5.27	3.07	4.50	3.50
4	ดำ	3.24	4.20	3.40	4.40	4.90	3.47	4.54	4.20	3.60	4.27	4.70	3.10	4.04	4.17	3.87	4.37	4.64	4.30	4.87	3.47
5	ดำ-ขาว	3.47	6.30	7.00	5.57	4.74	4.17	3.57	6.00	4.40	6.54	4.54	6.40	3.04	6.84	3.17	4.00	5.00	4.74	6.44	4.44
6	เขียว-ขาว	4.77	4.07	5.00	6.87	4.24	5.74	4.47	5.34	4.47	5.94	4.37	4.37	4.17	4.24	5.14	4.10	4.34	5.77	6.24	6.24
7	เขียว	3.40	4.50	4.57	4.14	3.20	3.70	3.60	4.37	3.27	4.94	4.84	4.17	3.84	4.40	4.30	4.24	3.50	4.17	4.47	4.90
8	ขาว-แดง	4.04	5.70	4.37	5.00	5.70	4.80	5.57	4.04	5.14	5.77	4.97	5.37	4.84	4.87	4.90	4.87	5.80	4.40	4.67	5.67
9	น้ำเงิน-แดง	4.07	4.77	3.54	3.87	3.57	3.50	4.84	3.67	4.40	4.14	4.17	4.30	3.24	4.40	3.30	3.57	4.47	4.10	4.44	3.44
10	เทา	5.47	4.07	5.57	4.74	5.47	5.77	4.90	5.77	4.44	5.67	5.84	5.80	5.60	4.47	4.24	5.17	6.00	4.04	4.10	5.30
11	เขียว-ดำ	5.17	6.54	6.44	4.94	5.60	4.30	5.64	6.77	6.27	5.90	6.90	6.07	5.17	5.44	6.47	5.47	6.34	6.14	4.84	5.84
12	น้ำเงิน-ดำ	3.57	3.17	4.67	3.54	3.34	4.80	4.34	4.40	3.10	4.60	3.70	3.04	3.97	4.07	3.27	3.17	3.84	5.00	4.17	4.17
13	ชมพู	4.74	4.97	4.44	3.74	3.90	4.87	4.04	4.70	4.34	3.57	4.70	3.97	4.74	4.97	3.40	4.14	3.17	4.77	3.07	4.00
14	แดงสายม้วน	4.37	3.64	4.00	3.74	5.00	3.74	3.20	3.90	3.47	3.07	3.14	4.87	5.00	4.40	4.50	4.87	3.54	4.70	4.14	3.97
15	แดง-น้ำเงิน	4.97	3.04	3.17	3.77	4.40	3.24	4.17	3.60	4.20	3.50	4.77	4.04	4.60	3.70	4.77	4.20	4.70	4.24	4.54	4.37
16	ขาว-เขียว	4.97	4.57	4.80	4.84	5.47	4.30	4.20	4.20	4.84	4.87	6.00	5.74	4.37	5.10	4.70	4.17	5.10	4.97	5.77	4.40
17	แดง-เขียว	6.14	4.87	4.84	6.07	4.50	5.30	4.40	5.57	5.87	4.10	5.14	4.70	6.90	6.90	6.50	5.34	6.40	6.34	6.07	7.00
18	ดำ-ส้ม	4.00	5.87	4.04	6.77	3.07	3.04	4.74	3.04	6.54	6.80	4.20	4.10	5.44	6.40	5.87	6.77	3.64	6.40	6.40	4.74
19	เขียว-แดง	4.40	6.10	6.10	6.70	4.30	5.27	6.94	5.57	6.94	6.07	5.97	6.60	6.77	6.77	6.74	5.87	4.40	6.24	6.20	6.67
20	น้ำตาล	5.80	6.07	6.67	3.67	3.80	3.70	4.87	4.80	4.00	4.50	3.24	6.67	5.27	4.07	6.17	5.07	4.04	6.40	4.94	4.44
21	ขาวสายม้วน	3.77	3.14	5.34	4.20	5.00	5.10	3.10	6.70	5.70	4.04	3.17	3.44	4.17	3.94	4.44	4.74	3.20	4.40	6.37	3.24
22	ดำ-เหลือง	4.20	3.27	3.17	4.90	4.77	3.87	3.24	3.10	3.14	4.00	3.64	3.04	3.74	4.00	3.04	3.37	4.00	5.00	4.87	3.50
23	น้ำเงิน-เหลือง	4.77	5.00	3.47	4.57	3.24	3.17	4.74	3.67	3.24	4.54	3.04	3.04	4.40	4.57	3.50	3.47	4.07	4.67	3.47	4.10
24	ขาว-ดำ	3.34	4.47	5.34	5.34	5.00	4.64	6.94	4.10	4.84	4.17	4.27	5.84	6.07	6.97	4.84	4.80	6.24	5.70	6.70	4.57
25	เหลือง-แดง	3.10	4.10	3.04	3.70	3.47	4.27	4.97	4.44	5.00	4.77	4.90	4.07	3.37	3.57	3.07	3.64	4.60	3.24	4.34	3.10
26	แดง-ดำ	3.80	4.90	4.54	4.17	3.70	3.10	3.60	3.47	3.74	3.80	4.97	3.17	4.17	3.87	3.07	4.74	4.10	4.00	3.87	3.87
27	ชมพู-ดำ	5.77	4.50	5.07	5.30	4.04	4.07	4.94	4.14	4.87	5.20	5.00	4.34	5.90	4.07	5.10	5.24	4.70	5.07	5.74	5.34
28	เทา-เขียว	5.44	3.50	5.44	6.04	3.24	6.10	6.64	6.74	5.30	6.44	5.54	5.20	4.67	5.10	5.07	6.34	5.77	5.37	5.27	4.00
29	ขาว-น้ำเงิน	4.24	3.24	4.57	4.94	4.57	4.57	4.20	4.20	3.44	4.70	4.84	4.17	3.67	3.74	3.10	3.27	4.54	4.84	4.70	4.07
30	แดง-เหลือง	4.90	5.74	6.67	5.37	4.50	6.20	5.07	3.67	3.44	3.04	4.50	5.94	3.74	4.27	5.50	6.80	3.07	4.00	3.87	4.70
31	น้ำตาล-เหลือง	7.00	6.10	5.04	5.94	3.34	4.57	4.70	4.00	3.07	6.84	3.44	6.54	4.40	5.14	6.14	6.84	3.47	4.37	6.30	6.44
32	น้ำตาล-ขาว	6.77	6.60	4.04	5.54	4.84	5.10	4.74	6.20	6.57	4.50	3.94	6.37	5.44	6.64	6.77	3.70	6.14	5.77	3.80	3.84
33	น้ำตาล-แดง	3.57	4.77	3.30	4.57	3.37	3.97	3.80	3.07	4.60	3.70	4.57	4.70	3.27	3.04	3.77	4.24	4.67	4.20	4.40	3.30

ตาราง ก.20 เวลาการเคลื่อนที่ของผู้ทดลองคนที่ 7 สำหรับหัวเชื่อมสายไฟขนาดกลาง

ผู้ทดลองคนที่ 7 หัวเชื่อมสายไฟขนาดกลาง	ชื่อสายไฟ	ท่าซ้ำครั้งที่																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	แดง	6.64	8.84	9.94	7.64	7.74	6.97	9.30	8.27	9.44	8.50	9.97	7.67	9.27	7.40	7.77	7.47	8.64	7.90	9.30	6.77
2	ขาว	7.80	9.67	9.27	8.27	6.07	8.50	9.80	8.87	7.57	6.44	9.80	7.70	9.80	9.17	8.24	7.44	9.37	8.94	9.80	6.10
3	น้ำเงิน	10.00	6.17	8.24	6.37	7.74	9.87	7.77	6.30	9.84	6.57	9.07	9.14	7.47	9.44	8.77	8.07	6.90	8.80	6.77	8.84
4	ดำ	6.87	9.67	7.67	6.80	9.64	9.80	6.90	3.60	6.57	6.77	6.30	6.44	8.24	6.90	8.14	7.34	9.14	10.64	6.84	6.84
5	ดำ-ขาว	6.20	6.14	8.47	6.64	6.50	6.14	6.80	7.97	8.87	8.24	6.24	8.27	8.27	7.44	7.47	6.10	6.84	7.10	8.94	6.20
6	เขียว-ขาว	13.37	12.37	12.94	12.27	12.90	14.67	14.47	10.67	13.40	11.94	11.64	14.94	11.77	10.20	14.14	12.37	12.34	11.77	12.54	14.57
7	เขียว	10.74	10.70	6.07	7.97	7.60	9.50	6.94	7.67	10.30	8.84	6.90	9.84	8.47	8.74	10.84	10.50	10.14	6.94	7.64	8.84
8	ขาว-แดง	9.64	7.64	10.50	9.24	9.64	10.94	9.10	9.70	10.14	6.57	9.74	6.37	8.50	10.40	6.57	7.07	9.60	7.57	7.14	7.74
9	น้ำเงิน-แดง	8.10	8.20	8.47	8.57	8.14	8.54	8.67	6.10	8.64	8.14	6.07	6.30	6.80	8.44	6.64	7.77	8.57	7.10	8.57	8.90
10	เทา	9.97	9.47	8.94	6.94	7.80	6.80	9.07	9.97	6.17	8.84	7.70	8.87	6.04	8.60	6.80	8.87	7.20	9.20	9.20	7.34
11	เขียว-ดำ	11.44	10.80	9.67	11.77	8.90	11.87	9.50	10.07	10.44	10.04	10.17	9.27	8.24	11.50	11.10	11.24	8.87	11.30	10.24	9.57
12	น้ำเงิน-ดำ	9.64	7.67	7.84	7.94	9.34	8.74	7.84	8.00	7.24	7.30	8.14	7.27	9.17	7.44	8.70	9.77	9.60	9.07	7.14	7.94
13	ชมพู	6.44	9.40	9.14	8.10	8.30	7.94	6.30	6.34	9.54	6.27	8.00	7.67	8.44	6.60	6.97	8.40	8.27	8.44	6.50	6.50
14	แดงสายม้วน	10.14	9.27	7.24	7.14	8.17	9.34	9.34	7.54	7.87	10.94	9.04	7.67	8.34	8.20	10.24	10.20	10.54	7.37	8.90	9.27
15	แดง-น้ำเงิน	7.94	12.57	9.00	7.54	12.90	12.67	8.37	12.64	7.67	7.77	7.10	9.70	10.20	8.47	11.30	9.44	10.44	7.44	7.84	11.30
16	ขาว-เขียว	12.47	12.64	8.50	11.44	9.07	12.30	10.67	9.40	8.67	12.67	12.24	12.57	10.77	8.14	10.84	12.04	12.74	12.47	12.64	12.27
17	แดง-เขียว	12.37	12.54	10.34	12.94	10.20	12.77	12.44	10.60	11.90	11.47	11.64	10.80	10.84	10.37	10.57	12.00	12.10	12.14	12.90	12.67
18	ดำ-ส้ม	9.14	7.80	7.84	7.10	8.27	7.87	9.90	8.94	9.84	7.77	8.94	7.67	10.00	8.04	9.60	9.80	9.40	9.80	8.67	7.30
19	เขียว-แดง	13.80	12.60	13.00	10.14	14.30	13.40	11.67	13.70	13.90	11.47	13.04	14.50	11.50	13.60	13.27	14.00	11.97	13.67	10.97	14.24
20	น้ำตาล	9.57	6.50	8.74	8.90	6.64	7.00	9.24	8.24	7.30	7.30	7.47	8.80	7.10	6.87	6.07	8.67	7.90	9.37	8.64	8.04
21	ขาวสายม้วน	10.47	8.70	8.74	10.90	8.54	9.14	7.40	10.20	9.37	10.90	10.37	9.34	9.74	8.84	8.94	8.10	7.14	10.77	10.77	10.70
22	ดำ-เหลือง	9.40	10.17	9.84	11.97	8.67	11.27	10.44	7.50	11.67	9.74	9.84	10.17	10.97	9.04	8.50	7.40	10.34	8.94	9.04	10.54
23	น้ำเงิน-เหลือง	9.94	9.10	9.67	11.97	10.04	9.50	7.24	8.47	11.27	8.80	8.10	7.20	8.67	9.80	9.67	9.47	8.07	8.77	10.10	11.47
24	ขาว-ดำ	7.24	10.10	7.40	11.60	10.44	11.84	10.80	9.34	11.64	8.60	10.87	10.00	7.34	8.70	8.84	8.04	7.54	7.90	9.17	9.47
25	เหลือง-แดง	7.60	7.40	11.14	3.10	9.07	10.47	7.80	10.90	9.17	11.00	7.60	11.80	7.80	11.07	11.20	8.87	7.40	9.70	11.77	10.50
26	แดง-ดำ	11.20	10.34	10.67	8																

ตาราง ก.21 เวลาการเคลื่อนที่ของผู้ทดลองคนที่ 7 สำหรับหัวเชื่อมสายไฟขนาดใหญ่

ผู้ทดลองคนที่ 7 หัวเชื่อมสายไฟขนาดใหญ่		ท่าชั่วคราวที่																			
สีของสายไฟ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1 แดง	12.67	10.14	11.84	13.24	13.37	10.40	13.17	12.00	14.54	10.67	11.10	12.64	11.84	14.34	14.00	12.87	10.44	11.37	11.10	10.84	
2 ขาว	14.34	14.60	12.67	13.97	12.47	12.10	12.04	10.70	14.14	10.94	11.24	10.87	14.97	12.54	11.64	11.84	11.70	12.64	13.44	13.47	
3 น้ำเงิน	11.17	13.77	14.10	12.57	12.64	12.64	14.67	11.54	14.67	13.57	13.54	14.77	14.07	10.30	9.70	12.14	12.00	10.90	14.27	13.54	
4 ดำ	10.70	10.17	13.80	11.34	11.40	11.04	14.00	10.37	11.54	10.54	13.00	11.94	11.17	10.37	12.90	10.24	12.87	12.84	13.24	13.80	
5 ดำ-ขาว	10.07	11.54	11.47	13.20	11.70	11.54	13.70	10.80	14.90	13.64	13.50	14.84	10.64	10.97	14.60	13.74	10.77	11.34	14.60	13.87	
6 เขียว-ขาว	14.37	14.84	15.54	17.70	16.04	16.00	16.04	16.24	13.47	15.50	15.30	13.04	17.94	17.24	14.64	14.37	13.87	16.74	14.94	15.90	
7 เขียว	12.50	13.57	12.17	15.47	14.87	13.64	14.04	11.90	15.37	12.40	14.37	13.84	11.37	15.10	13.50	11.30	15.47	12.67	13.70	15.74	
8 ขาว-แดง	12.87	13.67	13.80	10.27	12.67	14.57	14.60	13.97	13.04	11.27	12.67	10.84	13.20	10.80	10.77	11.64	12.57	10.47	11.20	10.04	
9 น้ำเงิน-แดง	9.04	9.67	9.47	11.67	8.94	8.57	8.27	10.60	10.40	13.10	8.60	10.10	8.94	9.60	13.27	12.34	9.40	8.67	13.47	13.47	
10 เทา	12.27	12.97	8.80	9.84	12.24	11.64	12.70	11.07	10.94	13.84	9.14	11.00	10.90	9.57	10.24	14.00	11.10	13.17	8.87	10.40	
11 เขียว-ดำ	12.07	14.30	13.94	12.90	12.14	14.04	12.60	13.07	14.77	14.07	14.14	13.60	13.90	14.17	12.47	13.94	14.10	12.64	12.07	13.07	
12 น้ำเงิน-ดำ	13.30	13.70	9.97	12.40	10.44	14.47	12.77	10.24	11.64	12.20	10.34	11.40	14.34	11.30	9.34	10.00	10.14	11.70	13.60	13.40	
13 ชมพู	13.24	13.44	13.84	12.00	12.97	12.87	11.54	11.50	11.77	12.20	11.67	13.14	12.50	13.30	11.40	13.04	11.74	13.44	11.84	11.57	
14 แดง-ขาว	14.30	14.94	11.50	12.37	14.87	10.47	9.20	9.94	12.07	13.77	12.64	11.14	12.87	13.17	14.27	10.34	10.40	11.64	10.74	10.74	
15 แดง-น้ำเงิน	9.97	11.50	11.54	11.37	12.30	13.30	12.27	10.70	14.74	11.90	11.24	10.00	10.90	10.54	13.44	13.70	12.34	12.97	10.70	12.87	
16 ขาว-เขียว	14.24	13.44	14.34	16.37	13.40	12.30	15.60	15.47	12.40	16.70	16.60	12.74	16.50	14.54	15.50	16.20	15.57	15.07	12.34	15.84	
17 แดง-เขียว	13.40	16.34	13.37	14.20	13.64	19.00	17.14	16.04	16.37	15.14	13.00	15.24	12.77	18.94	17.80	14.00	16.80	16.60	12.30	14.34	
18 ดำ-ส้ม	12.87	13.94	11.57	14.24	12.40	10.94	12.54	12.37	10.57	12.64	11.10	10.77	12.24	11.37	15.67	15.97	13.60	10.70	11.87	11.30	
19 เขียว-แดง	16.64	17.60	15.17	18.50	13.77	12.90	12.37	18.37	16.47	17.70	16.20	13.90	14.40	17.80	15.60	12.20	16.50	13.24	16.37	13.20	
20 น้ำตาล	11.30	13.40	12.00	14.27	10.07	11.60	11.07	14.80	13.44	10.77	11.20	13.34	13.04	12.60	14.64	13.00	11.04	13.07	12.34	14.84	
21 ขาว-ส้ม	12.74	10.27	12.77	13.67	14.20	11.87	10.77	14.34	13.04	11.57	12.20	13.47	12.17	14.10	13.44	14.97	13.47	13.30	13.47	10.64	
22 ดำ-เหลือง	13.80	13.44	13.64	13.64	11.50	12.80	11.50	13.84	12.97	12.90	12.27	12.47	13.30	12.04	11.14	13.60	11.54	13.54	11.64	11.07	
23 น้ำเงิน-เหลือง	10.27	11.67	13.37	13.87	11.40	13.77	12.64	10.17	12.57	11.44	11.54	10.07	13.87	11.60	12.10	12.77	13.97	10.80	10.60	12.94	
24 ขาว-ดำ	10.27	12.24	14.17	14.17	13.77	11.74	10.17	11.94	10.17	13.54	12.60	10.67	13.90	14.20	14.67	13.87	11.14	14.44	12.40	13.07	
25 เหลือง-แดง	13.50	13.27	12.34	11.70	12.60	14.70	15.74	15.74	12.94	11.14	15.60	13.27	12.34	11.90	12.90	12.67	15.57	15.70	11.14	15.10	
26 แดง-ดำ	13.44	10.50	12.74	10.67	12.67	12.57	14.07	12.40	14.77	10.27	10.84	10.70	10.74	10.10	10.04	15.00	10.34	12.24	14.54	11.77	
27 ชมพู-ดำ	13.27	12.24	10.70	10.70	10.34	11.54	13.84	12.90	13.24	13.07	13.24	12.50	11.40	10.87	11.90	11.77	10.44	11.04	13.07	13.00	
28 เทา-เขียว	14.74	14.70	12.34	14.30	12.57	13.20	11.20	11.27	12.34	12.50	14.87	13.07	13.37	13.60	13.97	14.67	14.67	12.54	12.04	14.47	
29 ขาว-น้ำเงิน	14.90	13.80	12.34	11.97	13.54	12.80	14.04	14.40	11.47	11.24	11.37	11.14	13.37	12.67	14.27	14.54	14.67	12.20	11.07	11.44	
30 แดง-เหลือง	13.14	13.44	11.50	11.77	13.04	13.40	12.64	11.24	12.87	13.17	14.64	14.90	13.74	14.90	11.27	11.94	14.87	14.60	14.84	11.30	
31 น้ำตาล-เหลือง	13.04	12.70	10.20	10.37	10.97	11.57	12.94	13.54	10.60	11.17	12.90	10.57	12.40	11.04	11.04	12.37	13.97	13.20	13.24	12.44	
32 น้ำตาล-ขาว	14.30	14.97	12.64	11.40	11.84	14.57	10.34	13.27	10.94	11.87	12.14	13.74	10.54	10.84	11.47	10.34	11.64	9.24	9.44	11.20	
33 น้ำตาล-แดง	11.34	11.44	15.20	13.64	16.54	13.04	14.90	12.70	15.34	11.14	15.04	16.24	16.50	13.17	16.00	12.67	11.04	14.27	12.20	11.40	

ตาราง ก.22 เวลาการเคลื่อนที่ของผู้ทดลองคนที่ 8 สำหรับหัวเชื่อมสายไฟขนาดเล็ก

ผู้ทดลองคนที่ 8 หัวเชื่อมสายไฟขนาดเล็ก		ท่าชั่วคราวที่																			
สีของสายไฟ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1 แดง	5.00	3.64	5.94	6.64	5.84	3.97	3.07	5.97	6.27	4.90	6.10	6.04	5.24	3.64	4.84	6.87	3.84	3.20	6.60	4.00	
2 ขาว	4.97	6.57	3.30	3.44	3.54	4.20	5.17	3.77	6.94	5.54	6.14	5.40	4.54	5.44	5.17	6.54	5.37	4.94	4.07	5.27	
3 น้ำเงิน	4.77	5.60	4.17	3.84	6.67	6.04	6.97	4.57	3.80	5.50	5.27	6.00	4.00	5.34	4.97	3.70	5.60	4.94	4.94	4.07	
4 ดำ	6.50	5.37	4.04	5.90	6.40	6.77	5.24	4.57	6.00	5.84	6.94	5.27	6.67	4.34	6.60	3.04	5.04	4.57	6.54	6.54	
5 ดำ-ขาว	4.84	6.00	5.47	4.34	6.74	3.20	4.10	6.74	5.84	6.24	5.50	6.07	5.34	6.24	6.14	5.24	6.44	6.70	4.60	5.94	
6 เขียว-ขาว	4.60	4.04	7.90	7.77	4.94	6.07	7.74	4.84	5.50	7.17	7.07	4.97	5.10	4.20	7.04	6.87	6.17	6.87	4.90	6.37	
7 เขียว	4.24	4.44	5.70	5.64	5.04	7.00	5.34	5.44	4.80	6.14	4.67	5.90	4.40	5.20	5.70	6.44	6.04	5.00	4.84	6.80	
8 ขาว-แดง	4.10	4.84	7.00	6.87	4.10	5.07	6.57	6.00	4.17	6.04	5.30	5.87	6.70	5.54	6.07	4.47	6.44	4.27	4.60	6.64	
9 น้ำเงิน-แดง	6.14	4.14	6.40	5.00	5.67	3.87	4.10	5.37	4.67	3.67	3.40	6.10	3.37	5.74	4.80	5.67	5.64	3.10	6.50	4.07	
10 เทา	6.80	5.30	5.50	5.27	6.67	5.64	4.84	5.14	4.60	6.74	5.87	6.34	4.30	4.70	6.94	4.74	4.64	4.77	6.20	6.74	
11 เขียว-ดำ	6.44	5.60	6.37	5.57	6.17	5.17	6.37	5.64	6.80	6.07	5.47	6.80	5.74	5.44	5.60	5.37	6.27	6.70	5.14	6.90	
12 น้ำเงิน-ดำ	5.04	4.20	6.20	4.80	5.54	5.07	5.87	6.20	4.17	5.94	4.84	6.60	6.74	6.77	6.50	5.60	5.87	6.80	4.24	6.04	
13 ชมพู	5.27	6.74	3.60	5.80	4.64	6.17	4.00	3.90	4.57	5.57	5.10	5.54	5.90	5.74	5.24	4.94	5.90	6.44	6.20	6.17	
14 แดง-ส้ม	4.07	5.67	5.70	7.57	7.54	5.77	5.70	7.40	5.14	5.17	4.37	7.80	5.74	4.94	4.47	6.84	6.30	4.40	5.80	6.77	
15 แดง-น้ำเงิน	7.00	5.34	6.17	5.77	5.17	4.07	4.90	5.30	5.77	5.50	4.84	7.97	4.90	4.17	5.04	5.64	7.34	6.40	6.74	5.97	
16 ขาว-เขียว	5.84	7.67	6.97	7.84	4.17	5.34	7.84	5.30	6.00	6.27	7.67	5.50	6.77	7.04	5.24	4.70	5.87	5.07	6.64	7.64	
17 แดง-เขียว	5.77	4.14	5.34	8.17	4.30	6.77	5.47	6.47	7.24	7.87	6.07	4.40	8.97	4.77	4.47	6.34	4.57	6.44	7.17	4.50	
18 ดำ-ส้ม	5.57	6.10	6.77	3.10	4.04	3.47	3.47	3.90	4.47	4.50	4.27	3.54	3.30	4.77	3.94	3.17	6.40	4.74	6.40	6.70	
19 เขียว-แดง	6.24	5.17	6.60	5.70	5.70	6.47	5.54	5.80	4.70	4.80	6.74	6.34	5.90	5.50	5.67	5.57	6.40	4.57	4.90	4.67	
20 น้ำตาล	7.80	8.00	5.44	6.54	5.27	4.67	6.40	7.14	4.37	4.37	4.14	4.27	6.87	7.07	7.24	4.24	6.47	5.00	5.34	4.70	
21 ขาว-ส้ม	6.30	6.44	6.77	6.67	5.37	5.77	6.04	6.67	5.64	4.90	6.54	4.74	6.44	6.04	5.14	5.70	6.87	6.44	4.17	6.44	
22 ดำ-เหลือง	6.80	4.80	7.54	7.14	5.27	4.74	7.57	7.24	5.77	4.80	5.37	7.77	5.00	6.07	7.84	5.30	7.04	7.00	7.24	7.07	
23 น้ำเงิน-เหลือง	6.44	4.14	4.47	6.74	6.10	5.67	4.27	4.87	5.40	4.10	6.47	5.17	5.40	6.04	5.24	5.24	5.74	4.54	6.37	5.64	
24 ขาว-ดำ	6.34	3.07	6.30	4.37	3.90	4.30	3.44	5.47	6.37	3.94	4.10	6.30	4.34	4.47	3.64	5.80	4.00	3			

ตาราง ก.23 เวลาการเคลื่อนที่ของผู้ทดลองคนที่ 8 สำหรับหัวเชื่อมสายไฟขนาดกลาง

ผู้ทดลองคนที่ 8 หัวเชื่อมสายไฟขนาดกลาง	สายไฟ	พฤษภาคม																				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1	แดง	6.47	10.34	10.27	8.84	6.27	9.60	9.34	11.54	10.27	6.17	11.00	6.50	9.47	10.80	9.27	11.64	8.67	9.77	7.10	9.67	
2	ขาว	7.54	11.27	8.57	8.87	8.87	6.67	8.14	12.00	6.67	8.84	7.14	10.97	6.37	10.67	7.37	7.44	7.27	10.37	8.17	6.77	
3	น้ำเงิน	11.24	9.40	11.87	9.74	9.94	8.87	6.07	9.07	7.04	9.80	8.90	7.20	7.24	8.17	9.57	11.04	9.80	6.87	9.87	6.64	
4	ดำ	9.60	6.34	11.20	10.94	9.70	10.47	8.00	6.74	8.37	6.80	7.74	7.50	10.70	11.34	9.87	9.24	11.00	10.07	7.17	8.17	
5	ดำ-ขาว	9.54	13.64	8.40	13.24	13.34	13.94	10.74	9.10	9.54	9.27	9.20	12.74	13.97	9.70	7.87	10.34	13.04	13.67	13.20	7.90	
6	เขียว-ขาว	10.14	12.47	13.20	9.87	10.74	12.77	13.00	13.24	11.80	10.44	10.64	9.84	9.57	11.87	13.20	13.00	9.37	13.87	12.07	13.94	
7	เขียว	7.94	10.30	10.47	10.37	9.94	9.44	11.40	9.24	11.14	11.60	11.57	11.74	7.20	12.14	7.27	10.44	10.20	13.00	10.37	10.94	
8	ขาว-แดง	8.24	12.64	10.37	8.40	10.84	10.17	11.70	7.10	10.24	9.67	10.97	11.27	12.97	10.10	11.10	8.50	12.90	7.60	9.77	11.97	
9	น้ำเงิน-แดง	6.67	7.90	8.17	7.20	6.50	7.67	7.04	7.10	11.74	9.17	6.97	11.90	10.00	9.14	8.30	6.37	8.10	6.04	8.30	8.47	
10	เทา	10.07	9.54	9.54	7.27	6.60	9.67	8.87	7.14	11.90	6.54	7.40	11.37	10.80	8.97	10.64	11.84	11.70	12.00	7.90	10.14	
11	เขียว-ดำ	11.27	14.97	14.44	8.04	9.37	13.94	10.87	14.87	14.44	10.20	13.84	13.00	14.00	11.00	14.74	8.80	14.97	14.00	12.40	14.80	
12	น้ำเงิน-ดำ	9.47	11.24	11.80	7.50	9.27	11.04	11.54	6.50	7.30	7.10	8.44	8.84	7.74	8.04	9.20	11.64	8.24	8.24	7.07	7.64	
13	ชมพู	8.97	8.54	8.77	8.54	7.20	10.90	8.14	6.90	10.94	8.10	6.97	6.47	9.10	10.24	6.10	9.30	8.07	8.77	10.77	10.87	
14	แดงสายม้วน	6.34	10.94	10.87	11.04	6.40	11.54	9.07	11.24	9.70	11.00	7.60	6.77	9.17	10.17	10.54	6.20	7.10	8.54	10.70	9.77	
15	แดง-น้ำเงิน	9.67	11.60	8.74	11.50	6.07	10.44	6.47	10.94	10.24	9.14	8.64	10.60	11.70	11.10	9.34	6.30	6.37	8.07	9.30	6.04	
16	ขาว-เขียว	10.57	8.60	14.84	9.50	9.87	13.34	8.70	12.60	9.84	12.50	11.74	14.97	14.87	9.64	12.37	12.87	11.30	11.00	13.54	10.47	
17	แดง-เขียว	11.57	11.84	10.74	11.54	11.04	10.47	12.30	11.57	12.04	11.37	12.27	12.47	10.60	12.14	12.77	10.84	11.67	11.80	10.17	11.40	
18	ดำ-ส้ม	11.14	11.10	10.30	11.34	8.37	8.04	9.50	9.60	11.37	11.70	11.47	10.60	12.00	10.50	9.00	12.00	7.57	7.67	8.20	9.97	
19	เขียว-แดง	13.40	15.97	14.70	11.37	12.47	15.50	12.37	10.00	14.74	9.17	12.94	11.07	9.27	10.40	9.04	12.04	10.44	14.77	15.97	14.64	
20	น้ำตาล	8.67	10.54	7.97	10.74	9.94	11.87	9.57	10.67	12.77	12.74	11.34	7.57	8.70	12.44	10.34	10.24	9.34	9.57	8.90	10.74	
21	ขาวสายม้วน	9.80	9.80	9.17	7.27	10.14	8.74	10.27	7.77	12.07	11.57	8.44	11.30	11.04	8.00	10.14	8.60	10.57	11.87	9.74	12.40	
22	ดำ-เหลือง	6.70	8.80	7.84	9.90	9.67	6.74	9.44	6.24	10.14	9.94	11.90	8.90	9.74	10.44	7.24	7.97	6.87	10.37	6.84	9.17	
23	น้ำเงิน-เหลือง	7.37	8.44	6.37	6.27	9.60	8.40	10.54	8.90	9.90	11.00	9.27	8.10	6.07	11.60	11.87	8.04	8.27	8.30	8.87	10.37	
24	ขาว-ดำ	11.07	8.14	12.00	11.10	11.47	11.74	8.10	10.70	6.37	10.54	8.87	6.24	9.30	11.67	6.10	11.67	6.30	8.40	7.87	11.70	
25	เหลือง-แดง	8.54	11.90	11.14	9.24	10.57	8.14	11.70	10.14	6.34	8.37	7.27	11.94	7.00	10.14	9.00	9.40	8.74	10.97	8.40	7.27	
26	แดง-ดำ	7.87	7.97	8.10	8.80	7.87	7.57	8.60	8.84	9.20	8.64	8.87	8.17	7.17	9.40	9.94	8.40	9.60	7.14	8.70	7.90	
27	ชมพู-ดำ	6.30	6.04	10.97	7.67	6.84	10.27	9.04	6.37	6.94	8.84	9.60	10.90	9.70	6.57	7.34	9.14	6.74	7.84	8.40	6.24	
28	เทา-เขียว	9.14	6.94	9.64	8.24	7.54	8.50	9.70	9.87	8.90	6.87	9.90	9.44	9.57	8.24	6.27	8.60	7.40	6.04	8.57	10.27	
29	ขาว-น้ำเงิน	6.10	8.80	6.60	7.47	6.20	10.60	11.00	9.54	10.60	9.90	9.24	9.97	6.57	6.24	10.14	6.50	6.60	9.04	6.57	9.70	
30	แดง-เหลือง	10.20	8.00	9.10	9.24	10.40	9.94	10.94	10.94	7.87	8.67	9.77	9.40	7.47	8.20	8.44	10.24	10.67	10.14	11.50	9.84	7.97
31	น้ำตาล-เหลือง	8.54	8.77	10.90	8.24	10.77	11.54	10.47	8.80	7.77	8.24	9.30	11.87	10.70	10.30	11.07	10.60	10.50	9.57	11.04	9.74	
32	น้ำตาล-ขาว	9.07	9.60	7.17	7.50	9.57	7.04	8.74	9.37	8.64	7.27	9.84	11.60	9.64	7.74	10.20	11.77	11.20	10.87	7.27	9.84	
33	น้ำตาล-แดง	8.57	9.44	7.47	11.64	11.90	11.54	7.14	9.34	11.37	9.87	9.90	8.97	10.10	10.34	9.30	9.50	7.80	7.40	9.70	10.64	

ตาราง ก.24 เวลาการเคลื่อนที่ของผู้ทดลองคนที่ 8 สำหรับหัวเชื่อมสายไฟขนาดใหญ่

ผู้ทดลองคนที่ 8 หัวเชื่อมสายไฟขนาดใหญ่	สายไฟ	พฤษภาคม																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	แดง	12.77	14.50	15.80	16.64	14.87	14.37	11.77	15.94	14.54	10.20	11.37	15.14	13.70	16.04	10.67	14.74	14.57	16.37	10.27	16.60
2	ขาว	11.70	11.64	12.37	12.37	14.50	10.67	13.74	14.10	14.67	13.90	16.34	15.84	14.47	16.00	10.60	12.74	15.60	11.64	15.30	14.70
3	น้ำเงิน	10.07	15.30	11.97	16.30	12.60	14.54	10.34	12.04	10.64	12.34	12.77	16.50	16.54	16.84	14.07	15.50	10.10	11.80	11.44	11.40
4	ดำ	14.07	11.50	15.24	13.54	11.40	12.47	11.80	11.84	16.44	15.40	16.90	10.34	13.90	12.47	14.24	15.54	11.07	12.90	14.47	11.64
5	ดำ-ขาว	10.17	11.47	13.34	14.44	11.77	16.10	16.94	16.87	10.50	16.54	12.50	13.70	14.87	12.77	16.44	16.00	15.54	11.67	11.30	10.17
6	เขียว-ขาว	13.67	14.24	16.64	17.04	15.60	14.94	16.94	14.77	13.37	13.04	17.37	15.34	15.74	16.44	16.50	16.44	15.77	17.47	15.87	13.14
7	เขียว	14.97	13.97	13.84	14.37	15.64	14.60	13.87	12.07	14.77	13.07	12.30	15.20	15.97	15.84	13.94	15.50	14.24	14.90	13.77	12.44
8	ขาว-แดง	10.44	14.27	11.57	15.74	11.94	14.17	14.47	11.07	11.24	13.67	11.77	12.44	14.70	16.47	13.37	14.77	11.80	15.74	12.07	11.24
9	น้ำเงิน-แดง	15.67	16.44	13.97	12.90	14.77	13.20	13.07	14.67	15.10	11.84	10.50	12.20	15.57	12.27	16.77	14.77	14.40	11.47	16.50	
10	เทา	11.54	11.27	10.80	16.80	15.00	12.70	15.57	11.64	14.64	14.54	12.07	11.07	15.00	12.57	14.57	12.47	11.80	15.47	10.54	16.94
11	เขียว-ดำ	15.47	16.97	13.27	16.94	16.17	13.97	13.30	14.54	16.64	15.37	13.94	14.50	13.54	13.84	16.64	14.77	16.97	14.60	16.07	16.70
12	น้ำเงิน-ดำ	13.44	11.17	15.60	10.24	14.44	13.87	15.04	10.30	12.20	9.94	15.00	10.94	13.34	15.77	14.57	13.17	11.37	14.14	11.70	15.44
13	ชมพู	12.60	12.54	11.24	11.77	12.87	10.07	13.77	13.37	14.40	15.07	14.37	12.34	14.70	15.87	12.50	14.27	14.14	13.04	13.10	12.97
14	แดงสายม้วน	15.30	11.47	15.94	14.37	16.87	16.24	10.30	14.97	12.54	16.80	16.20	15.04	13.60	10.94	15.00	10.94	14.30	10.84	16.67	16.47
15	แดง-น้ำเงิน	14.10	16.74	12.57	12.27	10.47	10.57	15.17	12.10	15.14	12.27	13.44	14.97	15.24	14.97	11.60	11.50	13.60	12.94	11.47	11.90
16	ขาว-เขียว	14.40	15.17	12.80	14.70	16.67	13.64	16.04	12.40	13.77	13.90	16.34	15.87	12.20	14.84	13.07	15.87	15.40	13.84	13.04	15.34
17	แดง-เขียว	16.20	15.67	13.80	17.40	14.97	13.64	16.84	14.10	18.20	13.14	13.14	12.87	18.50	14.27	13.20	13.44	17.14	12.84	15.90	
18	ดำ-ส้ม	16.67	14.94	9.84	11.54	15.07	14.80	9.90	14.07	11.47	12.67	15.17	13.57	11.70	10.37	16.84	10.17	11.80	10.94	13.34	14.90
19	เขียว-แดง	16.60	13.30	17.74	13.90	14.47	17.54	13.50	13.07	13.37	14.00	18.20	15.74	18.84	18.74	14.47	13.64	17.97	16.77	18.27	13.70
20	น้ำตาล	13.24	12.97	12.44	12.77	14.87	14.54	14.54	10.64	12.17	13.20	14.70	10.14	12.40	13.07	10.87	11.50	11.37	10.10	12.67	14.14
21	ขาวสายม้วน	13.14	10.30	11.60	10.50	10.34	14.47	12.77	10.00	12.20	10.64	12.17	11.70	11.94	13.17	15.90	15.84	14.10	9.07	10.84	12.87
22	ดำ-เหลือง	3.50	11.27	13.84	10.57	9.14	12.07	12.90	14.67	9.84	15.90	12.97	15.84	10.97	13.07	15.57	11.27	13.20	12.27	12.87	10.67
23	น้ำเงิน-เหลือง	12.07	11.94	11.20	12.84	9.84	10.94	9.54	13.1												

ตาราง ก.25 เวลาการเคลื่อนที่ของผู้ทดลองคนที่ 9 สำหรับหัวเชื่อมสายไฟขนาดเล็ก

ชื่อสายไฟ		ท่าขาครั้งที่																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	แดง	3.90	3.97	3.20	4.14	5.80	5.74	3.30	3.27	5.20	5.84	5.04	3.87	4.74	5.07	3.64	5.20	4.64	3.20	4.40	5.84
2	ขาว	3.57	3.14	3.57	4.87	3.77	5.00	4.77	4.37	4.84	4.74	4.50	4.47	3.94	3.47	3.17	4.40	3.94	3.64	4.60	4.07
3	น้ำเงิน	5.54	3.27	4.34	4.10	3.64	4.84	5.50	5.70	3.90	3.87	3.70	3.50	4.94	3.44	3.64	5.67	4.10	5.94	4.80	4.60
4	ดำ	3.24	4.10	3.87	3.04	4.04	4.57	4.94	3.47	4.20	3.64	4.00	3.14	3.57	3.77	4.40	3.94	3.24	3.94	4.84	3.04
5	ดำ-ขาว	3.44	5.87	3.24	3.80	4.50	5.57	6.87	3.20	4.70	6.04	5.84	6.94	4.94	5.54	5.70	5.50	5.60	3.47	4.54	4.74
6	เขียว-ขาว	6.60	4.14	6.10	4.77	6.57	5.97	5.30	5.77	4.24	4.34	5.04	5.47	5.94	6.87	4.20	6.04	4.40	6.47	5.50	6.47
7	เขียว	4.77	4.14	3.17	3.20	4.64	4.34	4.74	3.84	5.00	3.94	3.34	4.27	3.54	3.60	4.40	4.24	3.67	4.07	3.34	4.04
8	ขาว-แดง	5.70	4.24	5.00	4.77	4.77	5.80	4.17	5.60	5.30	5.94	4.64	4.80	4.64	4.47	5.84	5.07	4.97	4.17	5.34	4.24
9	น้ำเงิน-แดง	3.24	4.44	3.30	4.70	4.94	4.74	3.40	3.74	3.14	4.64	4.30	4.94	4.47	4.24	4.17	3.57	3.30	4.10	4.57	4.97
10	เทา	4.57	5.20	5.74	4.50	4.57	5.60	4.44	5.00	4.77	4.30	4.60	4.37	5.97	4.74	4.67	4.20	4.04	6.00	5.87	5.97
11	เขียว-ดำ	6.57	4.94	5.77	5.90	5.07	6.57	5.54	6.94	4.50	5.27	5.74	6.30	5.90	4.30	6.64	5.64	4.27	5.04	6.77	6.07
12	น้ำเงิน-ดำ	3.77	4.60	3.67	4.34	3.24	4.70	4.97	3.57	4.94	3.34	3.90	4.60	4.47	4.54	3.54	4.90	4.80	3.27	3.50	4.70
13	ชมพู	3.74	4.04	3.97	4.30	3.54	3.27	3.70	3.50	4.80	3.94	4.90	3.07	4.07	4.90	4.47	3.17	4.07	3.50	3.74	4.77
14	แดงสามส่วน	4.50	4.44	3.17	3.34	4.70	4.84	3.14	3.84	3.14	3.20	3.54	3.50	4.90	3.64	3.47	4.27	3.54	4.70	4.77	4.84
15	แดง-น้ำเงิน	4.27	4.57	4.94	4.50	4.37	3.30	4.40	3.54	3.40	4.74	3.84	3.50	4.47	3.60	3.70	4.40	3.30	3.74	4.07	4.40
16	ขาว-เขียว	5.87	4.44	5.27	5.70	4.77	5.77	4.64	5.24	5.90	5.07	4.90	5.97	5.40	5.84	5.34	4.67	5.47	5.77	4.14	4.54
17	แดง-เขียว	6.57	5.80	5.10	5.67	4.37	4.77	5.20	6.27	4.44	6.57	5.64	5.50	5.37	6.34	5.30	5.84	5.47	6.00	6.04	6.74
18	ดำ-ส้ม	3.40	3.37	6.34	6.64	5.40	4.37	5.40	4.20	4.70	4.90	5.70	3.77	4.64	6.20	4.84	6.20	5.60	5.04	5.70	5.34
19	เขียว-แดง	4.67	4.60	4.50	4.64	6.84	6.37	6.17	4.17	5.17	5.94	4.94	6.90	4.40	6.47	6.67	6.00	5.90	4.17	5.10	4.04
20	น้ำตาล	3.67	3.67	4.40	5.00	3.10	4.54	3.44	5.60	6.07	6.17	6.90	3.57	3.60	3.34	4.60	5.10	6.70	5.50	3.84	5.54
21	ขาวสามส่วน	4.70	6.60	3.84	3.17	3.17	4.17	3.70	5.24	3.54	6.34	6.10	4.67	5.37	6.97	4.40	3.60	6.84	4.24	5.00	6.17
22	ดำ-เหลือง	4.44	4.14	3.80	3.70	4.44	3.17	4.10	4.64	3.04	4.44	3.14	3.40	4.57	4.97	4.97	4.54	3.20	3.70	3.17	4.34
23	น้ำเงิน-เหลือง	4.84	4.10	3.44	3.30	3.34	4.30	4.24	4.40	4.77	4.04	3.07	4.40	4.57	3.67	4.50	4.30	4.00	4.24	3.80	4.20
24	ขาว-ดำ	6.50	4.10	5.44	6.37	3.44	4.90	4.77	4.34	3.14	6.70	3.04	4.24	3.07	5.27	5.97	6.34	5.37	3.24	5.67	6.54
25	เหลือง-แดง	4.20	3.17	4.14	3.44	3.40	4.30	4.54	3.64	3.94	4.90	4.30	3.57	3.30	4.14	4.44	3.77	3.54	4.20	4.47	4.00
26	แดง-ดำ	4.77	3.27	4.57	4.20	4.97	4.04	4.40	3.74	4.84	4.07	4.70	3.54	4.80	3.24	4.17	3.37	4.07	3.17	3.27	4.07
27	ชมพู-ดำ	5.30	4.94	5.64	5.27	5.64	5.84	5.24	4.07	5.87	4.97	5.04	5.97	6.00	5.04	4.34	5.67	4.47	5.80	5.30	5.87
28	เทา-เขียว	6.60	4.60	6.70	3.04	4.97	4.64	3.04	4.97	6.00	4.24	5.80	5.64	3.47	5.74	6.84	4.14	4.94	4.14	5.84	6.57
29	ขาว-น้ำเงิน	3.67	4.00	3.40	4.87	4.77	3.54	4.20	3.20	4.47	4.67	3.57	3.57	3.47	3.27	4.17	4.54	3.87	5.00	4.14	3.60
30	แดง-เหลือง	4.57	5.47	6.00	4.54	6.70	6.54	4.30	4.64	5.10	3.10	5.54	4.00	5.30	4.50	4.24	4.50	6.10	5.17	5.94	3.80
31	น้ำตาล-เหลือง	6.50	3.74	3.80	3.24	5.64	4.34	3.27	3.27	4.30	4.10	5.84	5.84	3.77	6.80	5.20	3.54	5.47	3.90	4.07	6.54
32	น้ำตาล-ขาว	6.30	6.10	6.30	4.94	4.70	4.27	6.14	3.20	4.87	4.60	3.04	3.84	4.47	6.00	5.27	4.40	3.97	4.80	4.67	6.20
33	น้ำตาล-แดง	3.97	3.67	4.30	4.67	4.74	3.90	4.70	4.84	4.77	4.10	4.17	3.84	3.14	3.77	4.47	5.00	3.70	3.47	3.30	3.47

ตาราง ก.26 เวลาการเคลื่อนที่ของผู้ทดลองคนที่ 9 สำหรับหัวเชื่อมสายไฟขนาดกลาง

ชื่อสายไฟ		ท่าขาครั้งที่																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	แดง	6.80	7.77	9.40	6.60	6.20	7.57	9.74	6.80	6.04	7.14	7.27	9.60	9.80	6.77	6.04	6.77	9.04	9.97	6.44	8.84
2	ขาว	9.80	9.37	6.97	7.57	7.44	7.24	7.57	8.47	6.40	7.47	9.47	8.24	9.44	7.47	7.50	7.74	6.04	7.17	8.94	6.80
3	น้ำเงิน	7.07	8.10	9.60	6.50	9.64	7.57	9.44	9.67	6.54	9.34	9.17	8.17	8.24	8.34	9.77	6.77	7.47	9.84	9.30	6.14
4	ดำ	7.30	6.97	10.27	9.77	7.30	8.37	10.20	8.07	9.30	8.04	7.74	7.27	8.17	7.57	9.27	8.00	8.74	6.24	8.54	6.70
5	ดำ-ขาว	6.14	7.80	8.77	7.24	8.70	7.14	8.57	6.70	6.47	8.04	7.04	8.27	7.57	7.00	7.04	8.87	7.04	6.04	7.54	6.84
6	เขียว-ขาว	10.57	13.14	12.34	14.57	14.30	10.37	10.47	11.77	11.00	10.67	10.97	10.80	12.04	11.84	13.64	10.24	10.67	13.70	11.84	13.50
7	เขียว	9.94	6.07	6.17	6.20	10.80	10.07	6.97	10.24	6.70	10.37	6.97	9.27	9.10	7.77	6.90	9.97	6.37	9.04	10.17	
8	ขาว-แดง	6.44	10.70	10.64	11.00	10.54	6.30	6.17	9.77	6.40	9.44	8.50	8.04	9.37	7.47	6.47	9.10	10.84	9.07	10.50	7.67
9	น้ำเงิน-แดง	8.44	7.60	8.50	7.34	6.37	8.77	8.20	6.90	6.77	8.64	7.70	7.27	7.44	7.84	7.07	8.90	6.04	8.30	8.00	8.74
10	เทา	8.40	8.77	6.47	9.97	7.80	8.64	7.87	8.30	9.94	8.17	9.90	7.90	7.30	7.50	7.10	6.30	6.44	8.90	10.00	6.70
11	เขียว-ดำ	8.84	10.34	10.24	10.54	11.74	10.54	11.90	10.44	8.80	8.74	8.40	10.80	8.94	11.97	10.04	10.47	11.07	9.27	9.80	9.20
12	น้ำเงิน-ดำ	9.04	8.17	7.90	7.97	7.70	9.54	9.47	8.37	8.30	7.74	7.27	8.10	9.70	7.77	7.60	7.27	7.10	8.47	7.80	8.30
13	ชมพู	8.17	9.80	7.90	6.27	6.80	6.17	9.70	8.34	9.27	8.27	7.20	9.60	7.87	6.34	7.04	9.27	7.97	7.54	8.14	8.04
14	แดงสามส่วน	10.94	9.00	7.04	7.47	8.67	7.17	9.74	7.87	9.64	9.80	7.80	7.74	9.94	9.60	10.47	7.44	9.80	8.04	7.97	7.70
15	แดง-น้ำเงิน	8.54	10.60	11.64	12.24	11.44	8.87	8.57	12.57	10.24	12.47	7.44	7.44	8.64	7.74	7.77	11.30	11.40	11.54	8.77	11.44
16	ขาว-เขียว	11.57	9.47	10.77	9.57	11.24	11.17	9.47	11.87	8.57	12.34	13.00	10.30	9.30	11.80	10.57	9.60	11.44	8.44	8.07	12.04
17	แดง-เขียว	11.57	10.67	10.90	12.44	11.97	10.57	12.04	12.10	10.24	11.64	11.30	11.37	10.74	11.40	12.67	11.50	11.07	10.40	10.34	11.60
18	ดำ-ส้ม	9.70	9.80	8.47	9.47	8.10	8.90	9.64	9.47	8.84	8.64	7.97	8.80	7.44	8.57	8.37	9.94	9.94	8.90	9.87	7.50
19	เขียว-แดง	12.27	14.10	11.34	14.00	12.84	10.90	10.30	11.14	10.74	10.27	12.97	10.24	10.37	13.24	10.04	12.90	13.50	10.54	12.34	13.24
20	น้ำตาล	6.74	9.17	6.44	9.67	7.04	10.00	8.20	6.87	6.34	6.14	7.60	6.54	6.20	6.44	7.47	8.04	9.00	7.24	9.20	9.17
21	ขาวสามส่วน	8.94	7.34	10.80	8.37	7.17	10.57	10.07	7.30	9.64	7.10	7.84	7.27	10.50	8.40	7.87	8.20	8.60	8.40	10.90	9.24
22	ดำ-เหลือง	11.40	9.30	8.77	9.44	9.90	9.77	9.67	10.90	8.07	10.57	10.80	10.70	7.70	9.67	9.17	9.87	8.00	10.47	7.20	10.97
23	น้ำเงิน-เหลือง	11.60	11.10	8.14	11.87	9.00	7.97	8.74	7.74	10.07	7.04	11.94	8.14	11.47	7.07	8.04	7.50	11.57	9.70	9.17	7.97
24	ขาว-ดำ	9.24	7.64	9.54	8.34	10.17	10.67	7.54	11.54	8.44	10.44	7.10	8.40	10.27	9.30	10.70	11.37	7.30	8.10	9.00	8.90
25	เหลือง-แดง	7.77	10.87	11.64	10.37	10.04	11.14	7.87	10.14	8.24	8.80	9.40	10.44	11.67	10.80	7.64	7.94	7.44	10.04	9.40	9.14
26	แดง-ดำ	11.87	11.64	8.67	9.40	7.64	10.94	7.57	8.64	1											

ตาราง ก.27 เวลาการเคลื่อนที่ของผู้ทดลองคนที่ 9 สำหรับหัวเชื่อมสายไฟขนาดใหญ่

ผู้ทดลองคนที่ 9 หัวเชื่อมสายไฟขนาดใหญ่		ท่าท่าครั้งที																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	แดง	12.80	12.64	13.40	14.54	11.74	14.47	11.40	11.10	13.84	11.50	11.84	13.14	11.44	14.94	11.27	11.80	12.64	11.54	14.04	10.84
2	ขาว	14.74	10.44	12.20	13.94	14.14	10.17	11.17	11.57	14.34	12.77	13.90	11.27	12.47	12.00	13.50	13.34	13.00	12.90	12.07	12.67
3	น้ำเงิน	11.20	9.04	9.50	13.27	11.00	10.84	9.04	10.34	11.40	11.84	12.67	14.54	13.97	12.17	10.87	10.90	12.60	13.50	12.30	12.60
4	ดำ	11.14	12.94	12.64	12.87	10.94	12.24	13.27	13.37	10.57	11.94	13.64	12.74	13.10	13.67	12.57	13.34	10.47	13.47	12.74	10.87
5	ดำ-ขาว	10.20	13.80	13.17	12.37	10.97	10.30	12.67	12.17	10.07	13.17	10.60	14.64	10.84	10.14	12.24	13.04	11.60	13.74	12.97	10.50
6	เขียว-ขาว	17.30	13.27	16.84	17.34	15.07	13.40	15.17	16.90	13.54	13.57	15.60	15.50	13.90	16.30	16.74	14.30	13.60	14.04	16.14	17.94
7	เขียว	15.04	15.77	13.04	14.97	12.70	13.27	13.64	12.60	12.84	13.94	14.20	12.74	14.50	15.40	14.87	14.60	15.70	16.00	12.40	13.77
8	ขาว-แดง	10.24	14.87	14.77	13.57	12.57	13.27	14.87	12.94	14.77	13.64	14.60	11.07	14.04	12.20	12.14	14.14	13.00	13.34	14.04	9.74
9	น้ำเงิน-แดง	10.57	8.80	12.90	8.67	12.97	9.14	9.90	12.44	13.77	13.80	9.24	11.97	9.44	10.04	9.77	10.37	13.64	9.24	8.20	13.80
10	เทา	9.90	10.60	9.30	9.70	10.54	11.30	13.94	13.14	10.30	13.90	10.20	11.27	10.24	10.07	9.67	9.44	9.00	12.30	9.14	12.57
11	เขียว-ดำ	14.57	14.40	12.04	14.54	14.37	14.10	14.60	13.07	12.54	13.84	13.90	12.54	12.90	14.14	13.70	14.17	12.60	14.90	14.04	12.27
12	น้ำเงิน-ดำ	13.57	13.87	9.94	10.70	9.40	10.50	9.64	12.80	14.30	14.57	14.67	14.10	9.17	11.84	10.44	15.00	13.47	9.74	10.90	13.27
13	ชมพู	12.47	11.60	13.14	12.97	11.40	11.24	13.97	12.64	11.67	13.37	11.64	12.60	12.64	12.37	12.70	13.07	12.70	12.50	13.40	13.47
14	แดง-ขาว	12.67	14.67	9.77	13.67	11.20	11.94	10.90	10.57	11.74	9.20	10.50	14.67	9.87	9.70	10.67	13.20	10.84	10.14	14.00	13.30
15	แดง-น้ำเงิน	11.60	12.80	13.37	9.30	11.07	9.47	12.54	13.80	9.57	14.90	10.74	12.00	14.90	9.97	11.94	12.80	10.20	13.47	14.60	11.64
16	ขาว-เขียว	16.17	14.04	13.84	15.30	13.10	13.54	12.07	13.90	14.84	14.70	12.84	16.57	12.97	15.17	14.84	14.14	16.30	14.44	15.20	13.37
17	แดง-เขียว	12.84	17.40	17.10	14.97	14.60	18.57	13.54	13.87	17.84	15.00	14.14	16.34	17.14	18.74	14.87	14.17	17.44	17.84	16.90	16.30
18	ดำ-ส้ม	14.64	13.10	12.64	14.10	12.84	12.87	13.10	15.90	15.67	14.50	13.24	10.37	15.77	14.67	11.84	13.34	15.57	14.97	13.10	13.50
19	เขียว-แดง	18.67	15.04	13.04	15.44	12.34	18.27	17.84	12.60	17.84	17.64	16.60	14.07	18.94	17.87	13.97	13.14	17.50	18.17	12.27	18.24
20	น้ำตาล	11.94	13.34	10.17	13.04	10.10	12.57	12.80	10.64	14.24	13.20	13.90	10.10	13.70	12.70	13.17	12.70	11.04	13.37	11.67	14.67
21	ขาว-ส้ม	12.04	11.10	13.30	14.27	14.97	11.60	14.00	11.97	11.10	14.04	11.97	12.87	12.20	10.30	15.00	13.30	12.00	12.57	12.94	12.60
22	ดำ-เหลือง	11.74	13.20	12.84	14.00	12.44	11.57	11.20	12.54	11.87	11.94	13.57	13.20	11.84	13.74	11.27	11.24	11.74	11.24	11.20	13.50
23	น้ำเงิน-เหลือง	11.24	10.57	11.07	12.67	12.74	11.57	13.10	11.77	12.57	10.80	12.30	10.40	10.40	12.47	11.77	11.37	11.17	12.17	10.37	11.37
24	ขาว-ดำ	10.04	12.80	12.80	14.67	10.34	10.47	11.07	12.60	13.77	14.00	13.14	14.20	10.70	12.00	14.94	11.10	12.70	10.27	14.20	10.34
25	เหลือง-แดง	16.47	13.10	12.54	14.80	13.24	11.40	12.10	12.54	12.84	16.04	13.00	15.40	15.10	15.67	14.44	13.44	16.27	15.37	13.60	13.57
26	แดง-ดำ	12.20	14.04	10.90	10.24	11.07	10.47	14.07	11.20	13.67	13.80	11.60	13.50	10.17	13.00	12.70	14.27	12.34	12.37	10.40	10.47
27	ชมพู-ดำ	13.74	10.54	12.20	12.94	13.37	12.64	12.60	11.00	11.47	10.40	10.27	10.80	10.60	11.84	12.84	12.80	12.24	12.74	11.50	10.47
28	เทา-เขียว	14.00	12.17	14.64	13.90	12.30	11.57	14.37	12.17	13.14	11.04	12.57	14.97	11.50	12.74	14.30	12.94	14.20	14.34	13.07	12.77
29	ขาว-น้ำเงิน	14.37	13.10	11.87	13.17	12.37	13.20	14.44	13.77	14.94	12.90	14.47	11.40	11.64	13.60	11.17	12.40	11.77	12.50	11.00	11.80
30	แดง-เหลือง	12.70	11.64	11.37	12.60	12.74	14.77	14.14	11.24	12.90	11.87	11.07	13.10	12.50	14.97	11.44	13.84	12.37	13.97	11.77	12.50
31	น้ำตาล-เหลือง	11.00	10.60	11.10	12.87	13.17	11.34	10.54	11.37	13.07	10.84	11.47	12.30	11.80	13.27	11.30	13.67	13.40	13.87	13.07	13.07
32	น้ำตาล-ขาว	11.94	9.64	11.84	13.20	11.44	13.90	13.97	12.14	11.34	13.50	11.27	12.67	13.97	9.84	9.60	12.94	12.14	9.50	12.00	12.50
33	น้ำตาล-แดง	15.00	13.80	15.84	15.17	15.44	16.00	16.10	14.27	14.37	16.04	16.24	13.80	11.74	15.27	14.44	13.04	12.44	13.90	14.70	12.57

ตาราง ก.28 เวลาการเคลื่อนที่ของผู้ทดลองคนที่ 10 สำหรับหัวเชื่อมสายไฟขนาดเล็ก

ผู้ทดลองคนที่ 10 หัวเชื่อมสายไฟขนาดเล็ก		ท่าท่าครั้งที																				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1	แดง	6.00	5.30	5.34	4.74	6.00	3.84	3.87	3.04	4.60	5.47	3.07	6.24	5.70	4.04	7.00	3.97	3.80	4.60	4.30	5.94	
2	ขาว	4.47	5.60	3.47	3.80	4.84	6.74	6.94	3.40	5.44	5.30	5.77	4.64	6.17	3.77	3.34	6.50	3.64	3.77	5.50	4.17	
3	น้ำเงิน	4.20	3.17	5.97	4.97	4.90	6.27	5.40	6.27	6.57	5.14	5.04	5.87	6.37	5.87	4.27	6.14	3.47	3.04	6.24	3.60	
4	ดำ	5.04	4.14	6.24	6.44	3.60	6.37	6.00	4.40	3.14	4.60	4.80	6.50	3.40	6.67	6.04	5.47	6.24	3.34	5.84	6.84	
5	ดำ-ขาว	5.00	7.00	4.30	4.20	3.97	5.57	3.60	3.27	3.74	5.10	5.40	3.70	5.24	4.30	5.30	6.50	5.54	5.30	6.04	6.77	
6	เขียว-ขาว	4.60	4.74	5.20	6.34	7.34	5.97	7.44	5.10	5.17	5.07	5.44	4.57	4.87	6.80	6.24	4.04	4.47	7.64	5.77	8.00	
7	เขียว	6.14	5.40	4.37	6.47	4.17	4.54	6.47	6.84	4.50	6.37	5.57	4.80	6.37	6.07	6.00	6.64	6.77	4.64	4.80	5.14	
8	ขาว-แดง	4.17	5.54	5.74	5.27	6.24	5.30	5.17	5.10	6.00	5.14	4.34	5.74	6.90	6.94	6.17	4.80	4.94	4.07	6.44	5.77	
9	น้ำเงิน-แดง	5.54	3.77	6.47	4.64	3.70	5.04	4.77	4.17	4.04	5.44	3.37	5.04	5.84	6.30	6.30	5.24	6.60	4.74	3.17	5.67	
10	เทา	5.74	7.00	4.94	6.30	6.84	4.47	5.74	5.34	4.04	5.47	5.94	6.04	5.07	5.30	5.04	5.07	5.54	6.34	5.94	4.17	
11	เขียว-ดำ	5.80	5.80	6.57	5.04	5.44	7.00	5.54	5.74	5.90	6.50	6.67	5.24	5.37	6.24	6.60	5.67	6.40	5.64	6.34	6.40	
12	น้ำเงิน-ดำ	4.67	6.74	6.40	5.80	4.67	6.24	6.84	4.14	4.44	4.77	6.87	5.90	6.90	6.80	6.60	6.40	4.50	4.74	6.64	5.50	5.20
13	ชมพู	4.90	4.04	5.00	5.27	5.57	5.67	3.80	4.64	3.17	5.67	5.04	3.97	3.54	6.04	4.90	4.24	4.34	4.74	3.60	6.04	
14	แดง-ส้ม	4.34	5.20	5.37	4.30	4.44	5.94	6.37	4.07	4.20	4.40	7.30	5.57	5.94	7.57	4.17	7.50	5.40	5.24	4.70	4.67	
15	แดง-น้ำเงิน	5.00	4.10	6.64	4.60	7.77	6.80	5.30	4.24	4.24	6.14	5.77	7.60	6.30	6.40	6.90	5.44	7.57	5.17	6.57	4.20	
16	ขาว-เขียว	5.94	7.37	5.94	4.27	7.80	5.30	6.54	7.00	7.77	5.84	6.67	7.80	5.10	6.50	7.94	5.57	7.90	5.04	7.37	5.64	
17	แดง-เขียว	8.64	7.54	4.30	8.07	4.64	7.90	7.64	6.77	7.54	7.60	4.27	6.07	6.27	5.74	4.10	4.64	6.27	5.64	7.14	4.07	
18	ดำ-ส้ม	6.30	6.90	5.67	4.60	4.94	4.87	3.04	5.94	6.00	4.77	4.97	5.37	6.10	4.87	3.50	3.57	6.87	6.04	3.44	3.64	
19	เขียว-แดง	4.40	4.10	6.47	4.94	4.97	5.67	6.57	5.04	4.84	4.24	6.84	6.00	4.04	5.94	6.00	6.80	5.27	5.97	6.57	5.67	
20	น้ำตาล	5.40	4.20	4.70	5.40	7.17	4.40	5.10	6.10	4.20	4.17	7.64	8.00	7.47	5.00	4.04	5.00	4.84	6.94	7.17	4.84	
21	ขาว-ส้ม	6.00	6.34	6.40	4.77	4.40	6.40	5.47	5.37	6.10	5.84	4.34	5.00	4.24	6.34	4.57	6.54	6.64	5.27	5.04	6.27	
22	ดำ-เหลือง	4.24	7.44	4.57	5.84	5.90	4.90	5.30	7.00	4.67	5.27	6.50	4.20	5.64	4.84	4.07	4.97	7.24	7.74	4.87	6.44	
23	น้ำเงิน-เหลือง	6.44	6.77	4.50	6.40	6.80	6.14	4.87	5.07	4.87	5.24	6.07	5.44	5.30	4.50	4.34	5.44	4.37	6.37	6.34		

ตาราง ก.29 เวลาการเคลื่อนที่ของผู้ทดลองคนที่ 10 สำหรับหัวเชื่อมสายไฟขนาดกลาง

ผู้ทดลองคนที่ 10 หัวเชื่อมสายไฟขนาดกลาง		ท่าซ้ำครั้งที่																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	แดง	7.20	9.64	6.34	8.84	8.34	10.10	7.50	9.10	7.27	7.07	7.94	10.60	6.57	7.94	11.27	9.77	6.07	6.27	9.74	6.47
2	ขาว	8.87	11.67	9.44	9.20	10.24	6.84	8.17	10.64	7.54	7.44	6.44	6.77	8.97	10.30	11.97	8.47	7.07	10.84	9.64	6.14
3	น้ำเงิน	11.14	10.84	6.74	11.97	11.20	11.30	8.87	9.27	10.34	11.37	10.64	9.77	8.44	7.50	7.67	7.07	7.90	7.80	11.30	8.47
4	ดำ	8.37	8.84	6.37	10.74	6.07	7.07	6.84	10.54	10.70	7.30	9.20	9.57	6.87	7.34	10.64	7.74	11.97	11.40	9.74	11.67
5	ดำ-ขาว	13.60	8.07	8.00	11.90	7.77	13.64	12.74	9.80	11.44	9.04	7.67	10.74	11.44	9.34	13.24	8.70	10.87	8.14	12.44	11.44
6	เขียว-ขาว	12.30	11.10	9.07	12.84	9.27	11.27	10.74	13.40	13.80	9.84	12.44	11.30	12.97	9.67	13.40	9.77	13.70	10.47	10.57	12.90
7	เขียว	11.44	8.30	8.80	7.97	9.87	7.10	11.87	10.14	11.14	10.00	11.07	10.97	8.14	7.54	8.87	7.87	10.50	8.27	10.77	8.04
8	ขาว-แดง	7.97	9.84	9.97	9.00	9.80	10.07	7.87	12.70	7.97	12.84	12.70	10.57	12.57	10.00	12.87	11.84	11.37	9.97	8.07	7.87
9	น้ำเงิน-แดง	9.50	7.67	6.04	9.64	11.47	10.87	9.07	11.40	8.70	9.70	10.07	9.64	8.30	11.17	10.90	11.07	8.94	9.17	11.67	8.17
10	เทา	8.30	6.60	6.40	6.67	6.20	11.60	11.44	7.44	7.54	9.84	7.84	10.07	10.57	10.40	11.90	11.30	11.24	8.47	9.00	7.07
11	เขียว-ดำ	12.77	11.30	8.44	9.10	10.27	8.47	10.37	13.37	14.14	9.97	9.54	9.64	8.40	8.07	11.64	12.30	12.80	9.04	9.80	14.84
12	น้ำเงิน-ดำ	11.77	7.90	9.07	11.17	11.50	9.04	11.84	11.54	8.90	10.04	7.47	9.50	8.64	10.17	8.90	11.07	9.60	11.14	10.00	10.87
13	ชมพู	9.64	10.57	7.20	9.04	7.70	9.14	7.27	10.87	11.17	7.44	6.70	8.97	6.50	10.50	7.67	8.80	10.94	6.57	6.30	11.94
14	แดง-ส้ม	10.50	9.44	7.37	11.44	10.44	11.20	10.64	7.30	8.00	7.20	8.84	8.70	7.74	9.37	9.27	7.94	10.90	7.37	9.67	7.10
15	แดง-น้ำเงิน	11.07	7.67	8.97	6.90	11.10	6.30	9.77	6.27	11.24	7.07	11.87	11.64	10.84	8.87	11.90	7.67	7.64	6.10	10.07	8.77
16	ขาว-เขียว	11.14	9.24	11.27	9.87	9.04	13.84	11.87	13.37	12.07	10.30	13.84	13.47	8.27	14.94	9.17	8.80	13.14	11.37	10.07	12.94
17	แดง-เขียว	10.84	11.64	10.57	10.14	12.40	11.37	12.04	12.37	11.30	11.80	12.27	11.84	12.77	11.20	10.10	12.04	11.64	12.14	12.57	10.40
18	ดำ-ส้ม	9.80	9.34	12.70	12.44	10.87	7.77	9.44	10.07	8.07	7.07	11.27	8.04	11.07	8.34	7.54	11.14	7.94	9.54	8.37	10.10
19	เขียว-แดง	9.50	9.04	13.10	10.20	14.24	15.40	12.54	14.04	10.80	9.54	13.04	11.17	14.94	10.70	12.90	9.90	15.04	14.77	11.44	9.64
20	น้ำตาล	11.30	12.64	8.70	11.17	12.00	12.87	7.37	10.20	12.37	13.00	11.24	9.40	12.90	9.74	11.94	7.90	10.10	11.27	11.34	11.07
21	ขาว-ส้ม	8.84	13.00	7.57	9.17	12.40	8.37	8.87	7.07	7.10	7.70	9.17	12.70	8.50	11.50	12.07	12.97	8.97	7.97	7.67	10.20
22	ดำ-เหลือง	9.57	9.00	11.37	9.07	7.70	7.20	9.07	6.47	9.20	9.34	7.54	10.07	6.07	7.87	9.07	10.10	6.17	7.80	11.00	7.07
23	น้ำเงิน-เหลือง	10.80	10.00	9.87	9.37	8.60	10.04	11.40	8.44	9.77	9.94	8.77	10.67	8.24	7.74	11.64	7.67	11.77	11.50	9.74	6.84
24	ขาว-ดำ	7.17	7.74	7.50	11.90	7.97	8.60	11.84	9.14	6.64	7.70	8.77	7.64	11.77	9.20	9.07	8.30	6.54	7.60	6.97	10.44
25	เหลือง-แดง	7.00	10.20	9.24	11.60	6.50	6.94	11.10	9.07	6.50	7.04	7.10	11.70	7.27	11.64	7.74	8.80	8.97	7.14	8.14	7.94
26	แดง-ดำ	8.57	8.54	8.87	9.00	9.84	7.57	8.87	8.44	9.10	8.40	9.04	7.67	7.57	8.14	9.40	10.07	7.67	7.47	7.97	8.94
27	ชมพู-ดำ	9.30	6.47	9.30	7.34	9.70	9.04	9.54	8.77	8.04	6.34	7.14	10.80	6.17	7.97	7.54	10.04	6.04	9.14	8.90	8.64
28	เทา-เขียว	7.74	10.10	7.60	10.00	6.40	10.20	10.07	7.80	9.40	10.90	9.34	9.37	8.14	6.37	9.27	6.37	9.27	7.00	8.24	10.50
29	ขาว-น้ำเงิน	10.64	8.80	10.37	6.74	7.70	9.64	9.57	7.74	10.07	7.24	8.87	9.77	8.90	8.84	6.20	6.40	8.94	9.97	6.44	10.20
30	แดง-เหลือง	8.84	8.87	9.10	7.30	9.57	11.80	9.87	8.84	7.04	9.97	9.14	10.60	8.24	9.07	9.27	8.80	11.67	8.70	10.90	10.37
31	น้ำตาล-เหลือง	8.07	8.60	8.00	9.00	10.57	11.10	7.37	9.17	7.77	11.74	10.97	11.47	7.54	11.47	7.40	9.14	7.27	9.17	8.77	7.87
32	น้ำตาล-ขาว	9.10	8.04	11.30	7.90	8.14	9.24	8.57	11.20	8.40	9.00	7.70	10.47	9.34	10.60	10.17	7.17	10.50	9.07	11.94	7.74
33	น้ำตาล-แดง	7.80	8.17	10.50	7.44	8.00	10.87	11.10	11.87	7.24	10.77	9.87	7.80	7.60	10.70	11.07	7.34	9.27	7.40	10.14	10.47

ตาราง ก.30 เวลาการเคลื่อนที่ของผู้ทดลองคนที่ 10 สำหรับหัวเชื่อมสายไฟขนาดใหญ่

ผู้ทดลองคนที่ 10 หัวเชื่อมสายไฟขนาดใหญ่		ท่าซ้ำครั้งที่																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	แดง	10.60	13.50	17.00	15.24	14.77	11.44	16.80	10.14	16.10	14.64	12.30	13.87	16.70	12.80	13.74	12.64	13.24	15.50	14.30	10.40
2	ขาว	12.34	15.07	15.77	13.14	16.47	16.84	13.20	10.77	12.90	15.77	14.77	15.64	11.80	15.84	15.74	11.24	10.24	16.67	10.67	15.94
3	น้ำเงิน	16.84	12.70	13.97	13.57	14.27	12.90	13.17	12.87	15.74	12.60	16.20	15.60	11.00	13.57	11.84	11.80	13.90	11.60	12.10	13.77
4	ดำ	15.60	15.44	13.97	13.17	12.60	16.24	13.27	12.27	11.17	14.40	10.80	10.60	13.90	16.00	12.20	10.20	16.20	12.94	15.64	12.77
5	ดำ-ขาว	16.20	12.40	15.27	10.30	15.94	13.97	10.74	10.70	15.90	16.24	12.77	11.94	14.10	16.07	14.24	14.17	11.47	14.80	13.74	12.54
6	เขียว-ขาว	17.27	14.64	15.30	16.07	13.34	14.10	15.00	17.40	16.84	17.10	16.40	15.30	14.54	13.10	13.97	16.37	15.44	17.10	13.97	16.54
7	เขียว	15.17	13.54	15.00	12.50	13.24	15.04	12.40	13.44	12.24	13.30	15.44	15.44	13.14	15.67	13.40	15.17	15.57	15.37	14.77	13.40
8	ขาว-แดง	15.24	16.80	13.90	14.60	16.90	11.74	14.40	10.37	10.94	16.10	10.50	13.54	12.17	17.00	12.70	16.27	12.87	12.17	11.20	10.94
9	น้ำเงิน-แดง	15.47	11.14	14.70	14.07	13.70	10.97	15.60	12.10	13.17	10.54	14.74	14.60	16.57	11.84	14.47	13.30	12.14	13.74	12.97	13.37
10	เทา	15.67	16.30	15.40	11.00	14.77	11.57	16.04	14.10	11.97	16.44	13.24	10.14	15.70	15.54	10.57	11.00	14.87	11.24	10.97	10.17
11	เขียว-ดำ	15.97	12.74	15.77	13.64	16.67	15.90	13.97	15.77	16.84	16.74	13.04	16.50	15.90	16.87	14.97	13.97	14.30	14.20	15.57	12.80
12	น้ำเงิน-ดำ	10.64	14.07	15.74	11.47	10.57	10.57	16.00	13.97	12.87	9.77	15.57	13.64	12.10	11.64	9.84	11.47	10.20	14.70	9.30	13.37
13	ชมพู	10.84	10.27	15.17	13.14	12.77	14.24	15.60	13.90	10.74	12.97	11.04	15.97	14.47	13.24	10.77	15.77	12.30	12.74	10.50	11.87
14	แดง-ส้ม	10.40	11.80	13.34	14.14	13.37	15.60	15.97	16.47	10.47	10.04	10.34	12.04	14.27	13.40	15.87	16.64	11.97	15.97	12.90	14.84
15	แดง-น้ำเงิน	14.87	11.34	15.74	11.44	11.64	10.84	16.57	13.20	11.90	12.84	14.87	14.14	11.20	10.04	14.04	10.37	14.00	15.70	12.97	16.57
16	ขาว-เขียว	16.30	16.97	12.84	12.30	14.20	12.04	13.87	12.67	14.40	13.67	16.27	13.70	13.90	16.60	13.24	12.80	15.94	15.80	13.34	14.14
17	แดง-เขียว	16.60	16.87	18.70	17.37	17.10	13.34	16.74	16.80	14.10	17.17	17.67	16.10	12.47	14.50	18.14	17.74	12.84	16.74	13.44	17.34
18	ดำ-ส้ม	14.14	12.74	16.97	10.70	13.20	15.97	16.67	12.50	14.20	11.20	9.37	11.14	11.60	11.97	9.30	9.50	16.70	14.94	9.90	11.67
19	เขียว-แดง	16.64	16.50	13.84	15.34	14.80	14.90	15.34	14.14	14.34	13.40	16.64	18.07	14.24	14.90	13.94	17.27	17.00	17.94	14.17	13.90
20	น้ำตาล	11.07	14.17	11.50	12.57	13.17	13.74	10.87	13.40	11.07	12.27	14.74	10.37	12.77	12.44	12.77	11.80	12.87	13.50	12.87	13.74
21	ขาว-ส้ม	9.04	10.60	15.14	10.70	12.54	10.27	12.44	14.77	15.27	15.30	10.97	9.30	12.44	12.77	13.70	11.64	10.77	15.94	14.70	14.27
22	ดำ-เหลือง	10.54	9.60	15.30	11.27	13.60	14.20	15.40	12.07	11.67	10.10	11.00	14.70	11.87	14.30	12.87	12.27	10.77	12.64	10.64	14.97
23	น้ำเงิน-เหลือง	11.97	15.77	10.67	9.27	11.94	12.00	9.37	9.54	15.44	14.77	14.60</									

ตาราง ก.31 เวลาการเคลื่อนที่ของผู้ทดลองคนที่ 11 สำหรับหัวเชื่อมสายไฟขนาดเล็ก

ผู้ทดลองคนที่ 11 หัวเชื่อมสายไฟขนาดเล็ก		ท่าขาครั้งที่																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	แดง	4.40	5.37	4.90	6.20	6.94	4.27	5.74	4.44	3.34	6.00	5.60	4.04	5.57	5.57	5.37	6.00	5.10	6.60	5.14	5.57
2	ขาว	5.60	5.50	6.57	5.30	5.44	3.67	5.74	5.04	3.34	5.87	6.90	3.74	3.77	5.64	6.44	3.37	3.04	4.87	6.07	5.77
3	น้ำเงิน	4.04	4.90	6.17	5.70	5.97	3.74	4.90	3.67	6.30	4.74	6.90	5.54	4.90	5.50	4.37	4.77	6.27	6.47	5.14	6.30
4	ดำ	6.67	4.07	6.04	4.67	3.27	4.40	5.27	5.50	4.60	3.80	6.90	6.60	4.94	6.60	3.84	5.37	5.60	5.54	4.84	6.30
5	ดำ-ขาว	5.30	6.90	3.90	5.07	4.17	6.04	7.00	6.70	4.10	3.54	6.80	4.90	6.00	5.84	6.74	6.20	5.00	4.67	5.47	4.77
6	เขียว-ขาว	6.30	5.47	4.10	6.74	7.90	7.90	7.30	7.74	5.17	4.24	6.84	5.87	4.57	6.97	7.24	7.07	5.74	7.87	5.64	5.37
7	เขียว	6.17	6.30	5.40	6.37	5.37	5.67	5.04	7.00	4.47	6.54	5.84	4.80	4.57	5.77	6.20	4.60	4.30	6.37	5.87	4.20
8	ขาว-แดง	6.57	5.90	4.40	4.34	6.04	5.07	4.47	7.00	6.20	6.77	5.60	4.57	5.17	4.94	6.84	5.80	5.00	6.64	4.70	6.47
9	น้ำเงิน-แดง	5.34	3.80	4.87	6.10	5.37	6.44	6.94	3.20	4.14	3.44	4.44	6.54	6.40	5.50	4.04	3.70	6.97	3.60	6.10	3.57
10	เทา	5.77	5.94	4.44	6.97	6.74	6.84	5.50	5.37	4.14	4.64	4.94	5.04	5.67	5.87	4.70	4.37	4.74	5.17	6.27	5.07
11	เขียว-ดำ	6.94	5.44	5.17	5.30	5.97	6.57	5.67	6.20	5.70	5.07	6.77	5.94	6.80	6.57	6.87	5.24	7.00	6.24	5.70	6.47
12	น้ำเงิน-ดำ	5.84	6.54	6.94	5.40	5.00	5.30	6.57	5.30	5.00	6.77	6.70	5.30	6.54	4.97	5.54	6.17	6.67	6.57	4.84	5.77
13	ชมพู	4.37	5.90	6.70	6.10	3.94	5.27	5.44	5.64	5.24	4.54	3.87	3.70	5.07	5.34	3.67	4.87	4.54	6.94	4.27	6.47
14	แดงสามส่วน	6.50	7.44	5.30	7.34	5.77	4.07	4.80	4.14	4.64	4.74	5.37	5.57	8.00	5.54	5.00	5.80	4.07	5.90	6.34	4.94
15	แดง-น้ำเงิน	7.47	6.60	5.40	4.47	7.64	5.70	4.50	4.70	5.10	5.90	4.94	5.40	5.20	4.77	6.54	7.20	6.10	4.30	7.84	4.17
16	ขาว-เขียว	7.67	7.00	6.00	7.57	7.04	5.87	6.04	5.30	7.27	5.00	4.70	5.10	6.67	7.24	4.37	7.44	4.87	4.20	6.90	4.44
17	แดง-เขียว	5.17	8.27	4.44	4.64	5.80	6.50	7.30	8.87	4.20	8.34	5.27	8.10	7.40	4.04	5.94	4.40	8.94	5.97	8.00	7.94
18	ดำ-ส้ม	3.94	3.64	5.20	4.80	3.37	4.57	3.14	3.87	4.27	3.34	6.00	6.17	4.04	4.10	4.60	4.44	5.57	4.24	5.07	5.90
19	เขียว-แดง	6.14	4.47	4.14	4.10	4.44	6.00	6.30	5.74	4.60	4.44	4.80	4.94	4.24	4.84	4.20	4.80	5.10	5.80	5.37	4.47
20	น้ำตาล	6.50	6.94	4.60	4.64	4.04	5.54	6.34	4.87	6.20	5.80	7.34	7.34	5.60	6.70	5.64	6.17	4.94	7.00	6.37	6.04
21	ขาวสามส่วน	6.27	5.07	6.17	4.07	5.67	7.00	6.54	4.84	4.04	4.87	7.00	5.10	4.20	6.07	5.94	5.64	6.17	4.10	6.14	6.17
22	ดำ-เหลือง	4.67	5.77	5.97	6.34	4.84	5.24	5.20	5.74	4.20	5.27	6.80	5.54	6.17	4.20	6.20	7.90	5.94	5.67	5.90	7.67
23	น้ำเงิน-เหลือง	4.84	6.44	6.74	6.77	6.10	5.17	6.44	5.27	6.34	5.84	6.70	4.90	5.57	6.67	4.94	5.37	5.84	4.07	5.77	4.07
24	ขาว-ดำ	6.14	6.60	6.20	5.54	3.67	6.04	6.94	3.47	6.87	5.87	5.34	6.47	4.27	6.77	3.60	6.80	4.47	5.94	5.44	3.47
25	เหลือง-แดง	7.94	5.17	6.17	7.94	6.90	4.14	7.54	7.80	5.60	4.44	5.00	4.47	6.84	5.77	4.64	7.44	6.40	4.47	5.04	6.17
26	แดง-ดำ	4.24	4.44	4.04	4.77	6.24	4.87	6.04	4.70	5.40	5.27	5.00	5.87	5.87	5.50	4.60	6.14	6.54	5.94	4.90	5.87
27	ชมพู-ดำ	4.64	6.84	6.17	6.07	4.27	6.70	6.44	4.44	5.94	6.70	4.30	4.37	4.14	4.54	6.10	5.37	5.84	4.17	4.50	6.44
28	เทา-เขียว	6.97	5.27	6.60	6.00	5.50	6.40	4.94	6.87	4.54	4.30	4.10	6.50	4.44	6.20	4.07	4.30	5.47	5.94	6.14	
29	ขาว-น้ำเงิน	5.94	5.84	6.50	4.37	5.17	6.70	5.07	6.74	5.20	4.30	4.27	4.47	7.00	4.97	6.67	6.00	6.37	4.64	5.77	6.54
30	แดง-เหลือง	5.80	4.67	4.34	4.77	4.37	6.14	6.50	4.64	5.10	5.07	6.84	5.54	4.10	4.04	4.80	4.10	4.30	4.27	5.64	5.84
31	น้ำตาล-เหลือง	4.40	6.30	6.04	6.67	5.30	4.67	6.30	6.67	4.64	4.94	5.17	4.44	6.34	5.14	4.10	4.40	5.90	5.60	4.67	6.47
32	น้ำตาล-ขาว	4.90	4.50	4.40	4.94	6.54	7.00	4.24	4.54	4.37	6.84	5.94	6.44	5.90	6.50	6.60	5.40	6.44	4.87	5.77	4.74
33	น้ำตาล-แดง	5.87	6.80	5.44	6.37	4.07	6.37	5.54	4.24	4.70	5.84	6.07	6.60	4.84	4.97	6.27	6.27	6.14	4.90	5.57	6.20

ตาราง ก.32 เวลาการเคลื่อนที่ของผู้ทดลองคนที่ 11 สำหรับหัวเชื่อมสายไฟขนาดกลาง

ผู้ทดลองคนที่ 11 หัวเชื่อมสายไฟขนาดกลาง		ท่าขาครั้งที่																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	แดง	12.00	7.67	6.24	6.07	6.84	9.87	8.60	7.47	6.90	9.70	11.90	11.60	10.44	8.60	11.34	10.74	6.84	8.60	9.57	11.44
2	ขาว	7.84	9.44	9.10	9.94	7.37	11.84	11.90	6.04	11.90	11.77	7.40	10.74	6.20	11.87	7.74	9.94	11.57	10.27	6.47	7.47
3	น้ำเงิน	10.80	11.24	6.34	10.20	9.50	6.07	10.80	8.54	10.24	6.40	7.57	9.67	7.64	10.90	9.14	6.14	7.04	7.64	6.50	11.00
4	ดำ	8.60	6.74	10.80	8.54	9.80	11.94	11.20	11.57	11.44	6.20	6.54	8.80	9.47	10.60	11.07	8.84	10.74	11.84	6.90	6.47
5	ดำ-ขาว	11.47	13.54	9.34	13.77	12.37	10.07	11.50	8.70	9.94	12.77	9.77	13.34	7.50	12.04	10.64	9.17	10.47	10.64	9.84	7.04
6	เขียว-ขาว	10.64	10.40	12.34	13.34	9.90	10.90	12.17	11.57	11.90	9.67	12.40	14.00	13.87	13.17	11.50	11.30	9.44	9.84	10.27	9.77
7	เขียว	8.24	12.34	9.60	10.20	7.70	12.14	9.27	12.54	8.34	7.84	12.07	8.04	12.87	8.87	11.47	9.04	10.10	8.34	9.94	10.60
8	ขาว-แดง	11.74	12.04	8.54	11.10	11.30	9.24	10.20	12.44	9.37	9.54	10.07	8.50	11.77	7.87	9.70	8.87	8.27	12.70	7.94	9.84
9	น้ำเงิน-แดง	11.60	8.67	8.30	8.80	8.77	7.84	11.57	11.04	7.00	8.97	11.40	10.20	8.10	9.94	8.40	9.74	7.07	7.07	6.74	8.24
10	เทา	7.54	11.47	10.80	10.77	8.17	10.04	11.94	7.60	8.54	6.07	11.67	8.94	11.30	10.80	8.07	6.97	7.97	7.10	10.80	8.70
11	เขียว-ดำ	14.64	11.87	9.84	8.44	8.90	9.64	8.64	8.74	8.17	14.17	9.37	13.84	11.37	13.37	13.14	13.60	14.44	13.07	12.90	11.14
12	น้ำเงิน-ดำ	11.47	7.04	10.97	6.60	8.47	6.44	9.37	10.37	8.54	7.94	6.57	6.27	10.87	10.84	11.50	7.00	11.37	10.17	9.87	6.97
13	ชมพู	6.64	9.00	6.50	11.07	10.60	7.30	9.54	11.14	9.10	6.94	10.84	6.64	10.47	6.80	7.17	11.50	9.64	7.20	10.54	10.24
14	แดงสามส่วน	6.77	11.64	7.27	9.90	6.44	7.94	11.34	6.17	11.27	8.10	6.10	8.47	6.87	9.67	11.30	6.54	9.67	6.80	10.10	8.90
15	แดง-น้ำเงิน	9.37	8.07	8.07	6.97	8.90	11.77	7.20	10.37	9.24	7.20	9.57	11.47	8.44	9.14	11.27	7.10	9.50	7.94	9.24	10.00
16	ขาว-เขียว	12.10	13.07	9.77	12.07	9.27	12.67	14.00	9.84	11.10	10.74	10.94	14.94	8.14	8.17	14.30	14.67	8.84	13.97	10.57	9.87
17	แดง-เขียว	10.44	10.40	10.44	10.07	10.14	11.97	12.80	10.70	11.47	11.60	10.64	12.14	11.04	11.24	11.64	11.84	10.97	11.37	10.37	12.74
18	ดำ-ส้ม	12.50	11.37	12.37	11.27	11.87	8.67	7.94	7.60	9.17	8.74	12.64	7.24	11.64	10.60	9.97	7.80	9.24	11.97	7.87	7.30
19	เขียว-แดง	13.44	9.30	10.17	15.54	10.30	15.30	12.57	12.90	14.54	12.14	12.64	15.20	9.47	13.00	14.30	10.94	10.80	14.24	15.60	11.50
20	น้ำตาล	12.30	7.67	12.57	12.67	11.44	10.27	12.04	9.07	10.77	12.07	11.44	11.97	9.87	10.80	11.87	11.30	12.40	9.94	8.57	7.57
21	ขาวสามส่วน	12.57	11.24	10.94	12.77	10.20	10.20	10.97	11.17	7.04	12.34	7.70	11.14	7.90	7.87	12.34	10.50	8.84	10.74	7.34	8.04
22	ดำ-เหลือง	8.74	9.97	8.04	6.77	8.40	10.80	8.84	10.60	6.67	7.07	11.64	9.64	8.64	8.47	11.20	10.47	6.24	8.20	9.00	11.87
23	น้ำเงิน-เหลือง	10.14	6.27	10.70	9.70	7.54	6.54	6.80	6.60	7.54	9.74	10.70	8.30	6.34	8.27	11.07	9.00	11.37	6.50	11.80	10.37
24	ขาว-ดำ	6.87	8.90	9.54	11.37	9.17	8.60	8.10	9.97	8.44	6.17	11.34	7.14	8.24	7.10	6.50	9.07	9.37	11.34	8.84	9.20
25	เหลือง-แดง	6.14	7.60	8.14	8.24	9.10	10.87	8.00	11.44	11.77	6.90	7.27	9.07	10.60	9.60	7.97	6.90	7.20			

ตาราง ก.33 เวลาการเคลื่อนที่ของผู้ทดลองคนที่ 11 สำหรับหัวเชื่อมสายไฟขนาดใหญ่

ผู้ทดลองคนที่ 11 หัวเชื่อมสายไฟขนาดใหญ่		ท่าท่าครั้งที่																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	แดง	10.07	13.30	13.57	14.80	16.40	14.84	15.84	14.30	15.14	15.54	11.17	14.07	14.94	15.27	12.30	14.07	10.87	10.90	11.44	11.67
2	ขาว	15.14	15.37	13.94	15.20	10.54	11.04	14.70	14.24	15.07	16.20	15.84	11.70	14.70	12.20	16.37	10.37	11.27	14.10	13.74	14.17
3	น้ำเงิน	13.50	14.67	13.10	13.34	12.47	14.80	13.10	14.84	16.20	10.50	14.17	13.30	16.80	12.64	12.00	13.24	15.00	16.07	15.47	13.37
4	ดำ	17.00	14.20	14.90	12.60	15.14	15.37	10.90	14.74	15.30	16.27	11.24	14.44	13.77	14.97	11.90	11.47	14.20	16.04	15.37	14.54
5	ดำ-ขาว	13.20	14.97	11.90	13.64	14.40	13.77	12.37	16.80	10.97	14.10	14.57	14.30	14.07	12.77	12.17	12.34	16.00	16.87	12.20	15.90
6	เขียว-ขาว	17.44	16.37	15.10	17.90	17.04	15.90	15.30	15.20	13.24	15.37	15.54	14.44	15.40	13.57	15.10	17.84	16.20	17.94	17.54	
7	เขียว	12.17	15.00	14.64	14.60	13.37	12.37	15.50	12.24	15.30	12.27	15.07	13.87	15.84	13.34	15.40	15.47	14.74	16.00	14.20	14.47
8	ขาว-แดง	11.17	15.27	13.84	12.17	10.57	15.97	15.50	10.20	11.84	10.64	13.84	13.87	14.80	11.50	14.24	16.00	15.04	10.77	11.44	16.24
9	น้ำเงิน-แดง	13.90	16.04	11.44	11.80	15.60	10.04	12.34	16.67	15.50	14.94	16.97	13.70	13.60	12.50	12.84	12.40	15.04	12.94	12.30	12.17
10	เทา	16.20	16.80	14.24	13.64	10.27	14.97	10.44	13.87	10.40	15.04	16.90	10.34	16.37	10.64	13.84	15.20	16.77	10.57	16.67	16.54
11	เขียว-ดำ	16.40	14.90	15.04	16.50	15.54	14.30	14.70	13.70	16.10	14.14	12.94	14.57	15.47	12.57	12.57	12.17	16.77	16.90	12.30	12.24
12	น้ำเงิน-ดำ	15.60	9.77	16.00	10.07	10.47	9.87	13.24	15.14	15.34	14.24	13.97	9.17	14.70	15.84	9.47	13.80	10.07	13.17	9.20	11.27
13	ชมพู	12.30	10.37	13.30	15.37	12.20	15.34	15.70	13.27	12.60	13.84	14.90	15.90	15.04	14.40	16.00	15.80	13.50	13.64	11.67	14.70
14	แดงสายม้วน	11.44	14.00	16.70	16.17	16.27	11.90	16.94	10.84	14.47	15.24	14.37	15.14	10.27	14.97	16.40	14.74	10.94	11.04	16.07	16.57
15	แดง-น้ำเงิน	15.37	13.74	10.64	10.77	13.70	11.17	14.64	10.74	14.50	11.54	16.44	17.00	14.90	12.00	15.77	12.80	10.60	10.20	10.24	16.27
16	ขาว-เขียว	12.14	14.84	13.04	13.04	14.07	16.27	13.54	14.90	12.77	13.80	12.40	12.47	13.17	14.00	13.34	15.40	15.97	16.47	13.07	16.90
17	แดง-เขียว	13.67	16.94	16.60	13.00	17.94	16.20	13.74	16.60	16.47	18.80	18.20	13.50	13.20	14.54	12.20	12.70	17.87	18.80	17.54	
18	ดำ-ส้ม	11.10	13.84	16.07	14.54	12.57	9.40	14.74	16.80	16.57	15.57	16.30	12.14	13.94	14.90	13.50	13.50	13.24	9.40	11.50	14.37
19	เขียว-แดง	15.90	15.97	17.90	14.17	16.04	15.80	15.37	14.44	16.10	18.67	16.87	17.10	17.20	15.14	17.74	13.84	18.14	16.94	17.90	15.10
20	น้ำตาล	14.07	11.94	10.87	10.77	11.30	10.40	11.04	13.24	12.97	10.17	13.94	13.00	10.60	14.40	10.80	10.20	14.40	10.10	12.90	10.47
21	ขาวสายม้วน	10.87	13.90	10.04	9.90	14.60	12.34	11.74	9.50	9.44	9.50	12.14	12.14	10.07	11.27	14.67	14.60	15.70	15.44	12.44	12.60
22	ดำ-เหลือง	15.20	11.94	11.87	15.50	12.57	11.07	10.07	11.17	15.20	13.94	9.10	9.50	10.37	12.24	11.97	12.17	9.90	13.67	13.90	12.00
23	น้ำเงิน-เหลือง	10.00	13.07	14.40	3.20	9.80	10.50	12.70	15.94	15.17	14.74	11.04	15.74	10.60	11.27	13.10	9.54	10.54	10.24	9.20	12.60
24	ขาว-ดำ	12.30	10.34	11.44	11.90	13.34	14.50	11.60	12.20	12.00	10.80	14.34	12.37	12.87	12.40	12.40	11.14	11.04	12.64	12.54	10.67
25	เหลือง-แดง	12.87	14.54	10.27	12.34	13.17	10.14	10.17	13.87	10.90	12.24	14.97	14.14	11.84	13.64	14.14	10.14	12.70	14.54	14.17	14.27
26	แดง-ดำ	11.80	10.77	13.54	10.57	13.97	10.64	14.87	10.34	13.60	14.20	12.37	11.84	14.47	10.74	14.17	13.54	14.04	12.44	12.00	11.47
27	ชมพู-ดำ	12.87	10.17	14.24	10.67	14.64	13.57	12.60	14.24	14.27	10.60	10.10	11.47	14.74	13.90	10.07	14.50	11.30	11.47	12.50	14.74
28	เทา-เขียว	10.74	10.57	10.94	11.30	11.34	10.20	14.17	11.70	11.90	10.74	14.17	10.97	14.77	11.40	11.37	15.84	14.60	12.17	14.74	15.44
29	ขาว-น้ำเงิน	12.94	11.30	15.30	10.50	12.30	11.24	15.24	12.17	11.70	12.50	12.50	12.04	14.44	14.20	12.60	15.14	13.44	13.44	13.00	14.04
30	แดง-เหลือง	14.10	15.57	15.47	11.10	13.04	13.80	15.67	13.44	10.17	14.67	13.60	14.74	14.57	13.24	10.84	14.60	11.50	12.50	15.30	14.00
31	น้ำตาล-เหลือง	11.07	10.17	12.10	11.24	15.60	14.90	10.07	14.54	13.67	12.94	12.50	13.17	14.67	12.37	10.24	13.60	14.14	11.84	15.47	10.04
32	น้ำตาล-ขาว	11.87	14.20	14.00	13.17	12.24	11.34	14.67	12.20	13.30	12.27	11.74	12.50	11.87	13.04	10.80	11.94	14.24	14.27	15.90	14.80
33	น้ำตาล-แดง	14.94	13.27	11.04	15.30	10.60	14.84	14.04	11.44	15.57	13.57	13.74	11.74	10.14	10.50	11.70	14.20	12.80	14.24	12.44	10.77

ตาราง ก.34 เวลาการเคลื่อนที่ของผู้ทดลองคนที่ 12 สำหรับหัวเชื่อมสายไฟขนาดเล็ก

ผู้ทดลองคนที่ 12 หัวเชื่อมสายไฟขนาดเล็ก		ท่าท่าครั้งที่																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	แดง	5.30	5.87	4.04	3.04	4.94	5.74	3.97	3.20	4.64	5.20	4.97	5.77	3.30	3.57	3.30	5.40	5.24	4.60	4.40	3.70
2	ขาว	4.37	4.17	4.54	4.87	4.30	3.14	4.64	4.34	4.14	4.24	3.47	4.20	3.80	3.17	3.64	3.50	3.10	4.80	3.84	4.94
3	น้ำเงิน	3.77	4.94	5.00	4.94	4.90	5.37	4.27	5.64	3.64	5.24	3.97	4.74	5.80	5.14	5.67	5.24	5.44	4.10	4.94	5.20
4	ดำ	4.64	4.37	4.74	3.24	3.04	4.94	3.17	4.54	4.04	3.80	4.00	3.40	3.97	3.17	4.10	3.54	3.20	3.37	3.64	4.04
5	ดำ-ขาว	3.40	4.80	3.60	6.20	4.37	5.34	4.84	4.10	3.87	5.97	4.67	6.64	3.60	4.17	3.54	6.10	6.37	3.87	6.10	3.07
6	เขียว-ขาว	6.77	4.64	6.44	5.04	5.70	4.40	6.34	5.30	5.14	5.14	5.34	6.30	6.04	5.30	5.00	5.60	6.90	5.64	5.84	4.54
7	เขียว	3.07	3.07	4.47	3.04	4.67	4.84	3.07	3.77	3.67	3.17	4.27	4.74	4.47	3.30	3.24	4.74	3.20	3.84	3.57	
8	ขาว-แดง	4.10	4.50	4.64	4.24	5.04	4.10	4.94	4.94	5.70	5.00	4.44	4.70	5.40	4.70	5.34	5.97	5.87	4.84	5.97	4.34
9	น้ำเงิน-แดง	3.04	3.04	3.04	4.54	4.14	4.67	4.57	3.07	3.60	3.47	4.80	3.80	3.04	4.20	4.44	4.50	4.57	3.14	4.44	5.00
10	เทา	5.30	5.67	5.17	5.94	4.27	4.87	4.57	4.40	5.27	5.64	5.70	4.77	5.27	5.74	5.00	4.54	4.94	4.04	4.67	4.47
11	เขียว-ดำ	5.24	6.67	4.84	4.10	4.20	5.84	4.10	6.44	5.80	4.67	5.37	5.50	5.27	4.77	6.00	6.00	5.14	5.47	5.04	4.80
12	น้ำเงิน-ดำ	4.87	4.60	4.04	3.57	3.70	4.37	4.57	3.50	4.40	4.00	4.47	3.80	3.50	3.67	3.54	4.77	4.24	3.30	4.47	4.70
13	ชมพู	4.14	3.64	4.54	4.50	3.80	4.00	4.44	3.64	4.80	3.50	4.10	4.47	4.17	4.07	3.87	3.34	3.70	4.70	5.00	3.94
14	แดงสายม้วน	4.17	4.57	4.57	3.97	3.10	4.07	4.37	4.70	4.94	4.50	4.90	4.67	4.70	4.57	3.54	4.50	3.60	3.74	4.14	4.67
15	แดง-น้ำเงิน	4.67	4.00	3.47	4.50	4.37	4.94	3.40	3.50	4.57	3.37	4.60	3.60	4.07	3.14	3.10	3.67	4.44	3.70	3.84	4.17
16	ขาว-เขียว	5.00	4.84	5.04	5.67	5.84	4.64	4.37	5.10	5.37	4.84	4.97	4.87	5.17	4.24	5.20	5.97	4.60	4.80	4.54	5.24
17	แดง-เขียว	4.44	6.30	4.77	5.94	6.74	6.00	6.27	5.14	5.54	5.90	5.60	4.94	6.77	5.84	6.24	5.70	5.50	5.77	4.84	4.47
18	ดำ-ส้ม	3.64	5.30	6.07	3.47	5.14	3.77	4.60	4.44	6.00	3.04	3.44	3.34	5.34	3.70	6.04	6.67	5.07	5.97	3.17	5.40
19	เขียว-แดง	4.44	5.27	4.20	4.44	6.54	4.57	5.74	5.27	5.27	5.87	5.27	6.57	4.14	4.70	4.50	6.40	5.90	6.37	5.57	6.80
20	น้ำตาล	4.20	3.87	3.37	6.64	6.17	3.87	6.34	5.17	5.94	4.64	5.70	4.77	4.87	4.37	6.20	3.80	4.04	6.57	3.14	3.50
21	ขาวสายม้วน	3.60	5.10	4.44	5.90	3.57	6.67	3.30	3.34	3.90	5.40	3.47	6.10	6.80	6.20	3.67	5.44	4.94	3.14	3.94	6.60
22	ดำ-เหลือง	5.00	4.20	3.34	3.70	4.60	4.77	3.44	4.60	3.77	4.57	4.67	3.94	4.47	4.80	3.54	4.04	3.90	3.17	4.90	3.87
23	น้ำเงิน-เหลือง	3.04	4.34	4.90	3.77	4.60	4.64	3.67	3.44	4.27	3.17	3.17	4.84	3.50	4.00	3.77	4.47	3.04			

ตาราง ก.35 เวลาการเคลื่อนที่ของผู้ทดลองคนที่ 12 สำหรับหัวเชื่อมสายไฟขนาดกลาง

ผู้ทดลองคนที่ 12 หัวเชื่อมสายไฟขนาดกลาง	สียงสายไฟ	ท่าขาครั้งที่																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	แดง	6.64	9.10	8.90	6.64	8.30	7.77	8.24	6.40	6.14	9.14	6.34	8.14	9.97	6.50	7.07	8.84	6.30	9.30	7.50	8.54
2	ขาว	9.04	7.10	8.40	6.17	6.64	7.00	6.50	6.57	8.40	8.70	9.70	9.74	6.94	7.24	6.40	6.84	7.77	8.24	8.60	7.37
3	น้ำเงิน	6.94	9.77	6.57	9.24	7.20	7.04	6.37	7.47	6.67	9.17	6.64	9.20	7.44	6.67	6.94	6.10	6.77	7.64	9.00	8.30
4	ดำ	7.74	9.17	9.90	6.70	6.44	6.27	7.37	6.84	9.77	9.57	7.44	9.94	9.60	6.07	10.90	7.97	8.14	10.00	8.34	8.37
5	ดำ-ขาว	6.10	8.10	8.70	8.70	6.50	6.40	7.70	7.14	6.47	6.44	7.70	8.47	8.14	8.74	6.00	8.74	6.20	8.60	6.87	8.90
6	เขียว-ขาว	11.50	11.20	12.34	12.34	10.14	12.77	11.37	12.70	14.80	13.84	12.60	12.30	12.24	13.07	13.44	10.14	13.04	13.37	11.94	14.70
7	เขียว	8.87	10.57	8.00	6.44	9.80	7.10	6.57	10.47	6.94	10.57	10.00	9.77	6.40	6.97	7.50	6.17	9.30	8.30	7.64	7.60
8	ขาว-แดง	6.44	10.04	7.47	6.50	6.97	10.77	6.40	9.34	10.27	10.20	8.10	7.04	9.67	10.27	8.44	9.20	10.27	6.20	10.04	6.34
9	น้ำเงิน-แดง	6.70	7.97	7.60	6.24	7.97	6.34	8.17	6.24	6.20	6.37	6.57	6.74	8.07	7.70	6.20	7.67	11.67	6.67	6.14	7.90
10	เทา	9.54	9.67	6.44	9.90	7.94	8.10	7.20	6.50	6.77	7.64	8.97	8.57	7.54	6.80	7.24	6.40	7.60	7.30	6.04	9.44
11	เขียว-ดำ	9.00	10.40	10.57	8.94	10.20	11.60	10.87	10.27	11.24	11.24	11.30	11.64	8.44	8.40	11.20	10.37	10.50	11.47	11.74	8.17
12	น้ำเงิน-ดำ	7.30	8.80	9.67	9.57	8.80	7.60	8.27	7.84	8.14	8.50	9.57	9.27	8.67	8.97	9.30	7.34	8.34	7.80	8.50	7.60
13	ชมพู	9.07	6.34	9.84	9.97	9.30	8.34	6.97	7.64	8.14	7.57	8.37	7.30	6.80	9.30	9.84	10.10	7.87	9.80	8.24	8.44
14	แดงสายม้วน	8.27	8.20	7.90	7.54	7.80	7.47	7.17	8.97	9.24	8.37	9.00	7.24	9.64	7.84	9.67	10.34	7.80	7.50	8.44	10.30
15	แดง-น้ำเงิน	11.04	10.84	8.70	8.77	9.67	8.77	9.47	9.37	7.57	12.77	7.07	7.10	12.80	8.44	7.17	11.90	11.90	10.17	12.27	11.54
16	ขาว-เขียว	9.40	11.44	8.77	10.77	12.20	12.80	9.27	10.80	10.14	11.10	12.64	12.84	12.94	8.60	9.94	10.34	12.70	8.54	10.37	9.74
17	แดง-เขียว	11.54	12.87	12.77	13.00	12.64	10.07	10.14	10.24	11.77	12.07	12.50	11.00	12.60	10.17	10.37	11.47	11.94	10.50	11.94	10.70
18	ดำ-ส้ม	8.90	7.94	7.57	9.00	8.37	8.40	8.30	9.30	7.60	8.47	9.77	7.14	9.97	9.67	9.30	7.27	7.97	9.57	8.70	7.40
19	เขียว-แดง	14.50	14.47	11.44	14.24	14.27	10.47	10.67	12.50	14.54	12.07	14.77	13.64	11.40	11.30	13.90	13.60	14.64	13.47	13.00	13.24
20	น้ำตาล	8.87	8.67	8.40	8.50	6.20	3.17	7.70	7.04	9.14	7.17	8.44	9.20	9.50	8.40	8.97	9.14	9.54	8.54	6.24	7.80
21	ขาวสายม้วน	10.64	10.47	7.87	7.07	10.07	9.54	9.40	7.27	10.77	7.44	8.84	8.40	8.07	9.87	9.44	10.70	7.74	7.84	8.67	8.90
22	ดำ-เหลือง	10.57	8.30	10.90	10.34	9.17	10.74	7.87	11.97	8.97	10.90	7.80	9.64	11.94	10.44	7.04	8.64	11.07	11.14	10.17	10.37
23	น้ำเงิน-เหลือง	10.34	10.17	9.67	10.64	9.94	9.04	11.04	11.07	9.87	10.10	8.70	8.04	7.97	11.20	7.40	7.44	10.97	9.44	10.24	8.87
24	ขาว-ดำ	10.77	11.70	7.14	10.40	11.40	7.30	11.14	10.74	8.40	7.14	8.57	8.84	8.07	8.84	10.17	8.57	11.37	11.50	7.34	7.70
25	เหลือง-แดง	8.44	9.30	11.60	10.27	11.67	11.64	8.17	8.94	7.60	7.84	8.04	9.97	8.00	11.77	8.54	10.04	10.14	9.67	9.20	10.40
26	แดง-ดำ	8.74	10.20	8.44	8.57	7.94	10.70	7.84	8.60	11.70	9.94	9.27	8.44	8.97	10.27	7.77	11.94	9.04	10.84	9.67	9.04
27	ชมพู-ดำ	10.37	8.30	13.14	13.10	13.60	10.24	9.60	12.27	10.24	12.04	11.50	11.20	8.97	12.74	10.30	10.24	9.37	13.37	9.87	13.90
28	เทา-เขียว	9.74	9.24	12.77	12.40	11.34	12.77	8.80	11.60	10.90	13.74	8.24	12.67	12.44	8.14	9.57	11.34	9.27	11.24	13.20	12.30
29	ขาว-น้ำเงิน	9.14	7.70	8.04	10.90	9.40	8.44	7.74	8.54	7.84	10.30	6.17	9.47	6.64	8.34	6.84	7.77	7.64	6.94	9.10	10.00
30	แดง-เหลือง	7.04	7.60	10.67	6.50	6.94	6.64	6.54	7.10	8.50	7.14	8.64	9.04	7.97	10.77	9.80	10.84	7.84	7.84	7.40	10.40
31	น้ำตาล-เหลือง	7.40	10.30	8.67	6.87	9.50	7.90	9.27	8.60	7.37	10.67	7.94	9.70	8.04	6.14	7.10	6.67	9.60	7.24	9.74	9.04
32	น้ำตาล-ขาว	13.60	11.14	8.67	13.07	13.90	10.37	13.54	13.04	8.04	10.04	11.67	9.44	12.64	12.24	8.80	12.84	10.50	13.00	9.80	11.67
33	น้ำตาล-แดง	11.50	8.54	13.90	10.44	12.67	9.80	10.84	9.67	12.10	13.84	8.67	8.14	9.80	13.04	13.20	8.94	11.24	13.17	11.47	9.50

ตาราง ก.36 เวลาการเคลื่อนที่ของผู้ทดลองคนที่ 12 สำหรับหัวเชื่อมสายไฟขนาดใหญ่

ผู้ทดลองคนที่ 12 หัวเชื่อมสายไฟขนาดใหญ่	สียงสายไฟ	ท่าขาครั้งที่																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	แดง	13.07	12.34	14.84	13.74	14.34	11.24	14.10	12.17	13.20	10.20	11.24	14.57	13.30	14.97	13.97	12.70	13.90	12.87	11.84	10.94
2	ขาว	13.10	15.00	10.17	10.77	11.10	14.07	11.37	12.00	11.84	11.34	10.67	11.87	13.37	13.87	14.67	12.10	10.40	11.37	14.60	13.07
3	น้ำเงิน	9.10	9.10	12.80	14.20	9.60	11.54	14.87	10.00	9.30	10.57	12.17	9.90	12.27	10.64	9.74	14.74	9.27	11.47	10.47	9.34
4	ดำ	13.90	10.87	10.60	10.94	10.17	10.07	11.67	11.44	12.70	13.50	11.10	13.34	13.37	10.70	10.27	13.57	12.40	14.00	13.40	11.40
5	ดำ-ขาว	12.44	13.94	10.47	12.67	12.64	10.74	11.07	11.84	11.97	13.90	12.20	13.44	12.04	11.27	11.30	10.80	10.90	13.47	10.64	11.24
6	เขียว-ขาว	14.04	15.60	13.37	17.84	17.94	14.60	14.77	15.60	14.24	17.70	16.94	16.70	14.34	15.64	14.24	15.17	16.00	15.17	15.00	13.60
7	เขียว	13.74	12.54	15.40	15.60	13.97	14.07	14.97	13.17	14.37	15.10	15.87	14.84	15.90	11.04	11.87	12.70	13.57	12.07	14.00	15.44
8	ขาว-แดง	11.74	14.30	9.94	10.14	13.24	11.57	10.84	14.77	12.80	9.37	12.70	11.60	11.77	11.70	11.14	9.10	11.27	10.60	13.94	11.07
9	น้ำเงิน-แดง	10.40	9.87	11.27	13.10	11.17	12.54	10.84	13.10	11.94	12.50	12.04	12.04	11.34	10.17	13.27	13.84	8.84	11.10	8.60	10.90
10	เทา	8.24	11.07	11.07	8.57	9.00	11.90	12.24	11.57	9.64	8.90	12.34	10.94	8.44	12.64	10.20	11.20	12.80	10.44	11.14	11.64
11	เขียว-ดำ	14.47	14.74	13.50	14.84	13.24	12.10	14.90	12.44	13.17	14.00	12.34	13.10	12.84	14.37	12.90	12.47	13.50	13.10	14.57	12.37
12	น้ำเงิน-ดำ	12.77	11.60	14.17	14.60	13.44	9.34	13.14	14.00	12.00	11.94	11.00	14.47	10.44	13.27	12.97	10.34	10.07	12.60	13.07	11.77
13	ชมพู	12.27	12.84	13.47	11.64	13.04	11.37	11.37	11.37	11.84	12.40	11.84	11.37	11.14	12.47	12.44	12.64	11.57	13.20	12.74	11.47
14	แดงสายม้วน	12.57	10.84	14.17	14.74	10.44	11.44	13.20	11.74	13.04	11.37	11.27	9.64	11.00	9.94	12.80	13.97	13.77	11.70	13.70	10.17
15	แดง-น้ำเงิน	13.94	10.97	11.27	13.67	14.37	11.27	13.30	13.40	14.14	11.60	14.17	14.90	14.80	10.77	11.87	14.74	14.60	14.00	12.07	12.20
16	ขาว-เขียว	12.27	16.57	13.34	14.04	16.50	15.24	13.94	16.97	14.17	12.44	16.54	13.74	15.74	14.54	14.14	12.50	16.24	15.67	12.70	16.07
17	แดง-เขียว	18.30	13.20	19.00	17.27	14.14	13.24	17.20	13.70	16.10	16.00	14.64	16.34	13.34	18.64	15.80	13.47	14.40	17.30	13.97	15.47
18	ดำ-ส้ม	10.24	13.10	12.57	13.57	14.30	11.94	12.27	11.34	12.50	14.34	14.74	10.37	11.50	11.47	14.70	11.60	14.90	12.20	10.80	
19	เขียว-แดง	13.57	18.50	14.90	15.47	17.54	12.60	15.24	12.04	18.34	16.40	12.97	17.07	13.87	16.00	12.07	16.10	17.17	13.20	14.14	15.37
20	น้ำตาล	12.84	13.20	14.50	12.67	10.10	13.77	10.10	12.54	10.74	14.37	11.54	14.07	12.47	10.70	12.70	13.37	12.57	12.94	13.70	13.20
21	ขาวสายม้วน	12.24	10.14	14.50	13.54	13.84	13.74	11.94	13.97	11.47	13.07	14.84	11.17	11.90	13.00	11.77	12.77	12.07	12.67	14.87	11.74
22	ดำ-เหลือง	11.04	11.50	13.54	13.74	11.60	12.60	13.20	11.20	13.80	12.64	11.97	14.00	12.34	11.44	11.70	13.37	11.94	13.80	11.24	13.60
23	น้ำเงิน-เหลือง	10.44	11.67	12.97	12.40	13.27	12.10	11.60	10.50	13.97	13.84	10.20	12.2								

ตาราง ก.37 เวลาการเคลื่อนที่ของผู้ทดลองคนที่ 13 สำหรับหัวเชื่อมสายไฟขนาดเล็ก

ผู้ทดลองคนที่ 13 หัวเชื่อมสายไฟขนาดเล็ก		ท่าขาครั้งที่																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	แดง	4.77	3.74	4.10	6.07	5.60	3.70	3.40	5.80	4.14	4.24	6.20	5.87	3.84	3.14	4.77	3.74	5.40	6.97	6.80	4.47
2	ขาว	5.07	6.54	4.24	4.20	4.60	4.80	6.97	4.14	6.17	6.27	6.90	6.24	6.57	3.80	6.24	6.17	6.60	5.80	5.34	5.07
3	น้ำเงิน	4.14	3.04	3.74	4.27	6.87	5.37	5.87	6.20	7.00	3.80	3.10	6.54	4.54	4.47	3.34	6.97	6.44	6.77	4.04	4.40
4	ดำ	4.14	6.07	4.50	6.04	6.04	5.30	6.07	6.80	5.47	3.77	3.50	6.90	3.74	3.57	4.10	4.04	6.57	4.47	3.74	6.37
5	ดำ-ขาว	6.40	3.27	6.64	6.37	6.80	5.57	5.24	3.97	4.54	4.77	6.44	3.77	5.87	6.54	5.60	6.57	4.07	3.27	3.87	5.27
6	เขียว-ขาว	5.27	4.74	6.77	7.77	7.97	6.87	5.37	7.97	6.44	4.84	6.27	5.67	7.77	4.90	7.54	6.57	5.74	6.70	4.80	7.47
7	เขียว	4.44	6.14	4.60	4.04	5.47	4.47	6.47	4.90	5.57	5.14	6.80	5.57	5.77	4.64	6.40	5.44	5.94	6.47	4.14	4.24
8	ขาว-แดง	4.20	4.84	5.97	6.24	4.10	6.27	4.87	4.27	5.94	6.74	5.87	4.47	5.34	4.60	5.04	6.10	5.10	4.64	5.64	4.64
9	น้ำเงิน-แดง	3.84	6.47	6.94	4.77	4.44	3.67	5.30	4.04	5.17	5.90	5.20	3.14	3.40	3.24	5.47	5.54	4.14	3.07	4.14	6.84
10	เทา	6.97	4.30	6.37	6.24	4.40	6.54	5.20	5.30	5.50	4.77	6.04	5.00	6.70	6.04	6.10	5.94	6.64	4.67	6.44	6.94
11	เขียว-ดำ	5.80	6.14	6.60	5.84	5.14	5.34	5.27	6.90	6.40	6.54	6.64	6.00	6.74	6.54	5.44	6.17	5.57	5.30	6.97	5.34
12	น้ำเงิน-ดำ	5.40	6.10	6.54	5.10	4.77	4.74	6.80	4.60	5.37	4.50	5.30	4.20	4.57	5.80	5.00	6.74	4.57	6.90	6.90	6.67
13	ชมพู	3.40	3.57	5.54	4.07	6.47	3.94	6.77	5.44	4.47	5.57	6.54	6.17	3.34	4.77	5.50	4.74	6.20	6.74	3.14	6.74
14	แดงสามส่วน	4.50	7.84	5.04	6.80	4.20	5.04	7.60	4.97	4.87	5.44	7.10	7.04	4.70	6.24	6.87	4.34	7.04	4.27	4.04	7.44
15	แดง-น้ำเงิน	4.07	4.30	5.37	6.30	5.77	7.97	6.50	6.94	7.37	7.80	5.97	7.64	7.94	4.40	5.67	6.47	7.47	5.20	5.07	7.67
16	ขาว-เขียว	5.50	7.54	7.87	5.74	4.40	6.54	6.17	7.64	6.27	5.70	7.10	6.30	4.57	6.50	5.47	4.24	6.77	5.90	6.90	6.37
17	แดง-เขียว	4.74	6.74	6.04	7.24	6.14	8.54	6.17	5.00	4.04	6.10	5.70	4.80	5.60	7.90	5.80	8.14	7.17	4.87	5.90	6.90
18	ดำ-ส้ม	4.77	4.24	3.64	5.54	6.54	4.27	5.94	5.84	4.57	3.64	3.77	6.37	4.37	5.84	3.10	4.24	3.30	4.94	6.47	4.27
19	เขียว-แดง	5.74	4.70	6.27	5.34	4.94	5.37	4.57	4.87	5.14	4.07	5.47	5.00	6.44	4.67	4.64	4.37	4.94	5.70	4.17	4.17
20	น้ำตาล	4.24	4.10	7.47	7.87	4.87	6.54	5.67	7.10	4.70	4.24	6.34	6.37	6.67	7.64	4.90	7.17	6.84	5.77	5.74	6.40
21	ขาวสามส่วน	6.07	6.10	4.54	4.84	6.84	5.50	7.00	5.54	5.00	6.77	6.30	6.54	5.10	4.50	4.94	6.90	5.80	6.74	5.60	4.64
22	ดำ-เหลือง	6.37	7.97	4.77	4.30	6.57	7.04	6.80	5.17	7.57	6.07	7.54	7.50	7.47	4.24	7.34	5.27	5.04	6.14	5.57	8.00
23	น้ำเงิน-เหลือง	6.80	4.77	4.14	4.17	4.20	5.90	4.94	4.20	4.44	4.77	6.90	4.60	5.47	4.54	6.44	5.94	6.67	4.64	4.20	4.50
24	ขาว-ดำ	3.37	5.40	6.30	6.47	3.20	3.20	3.04	6.47	4.60	6.37	3.37	6.87	4.50	6.77	4.60	6.10	6.10	6.94	3.10	6.47
25	เหลือง-แดง	7.84	7.14	6.77	7.54	5.90	7.34	5.00	5.40	6.54	7.60	7.80	7.64	5.80	6.14	5.04	4.67	4.70	5.14	5.30	6.40
26	แดง-ดำ	4.44	5.90	6.80	4.97	5.50	5.30	5.70	6.17	6.70	5.30	6.70	6.04	4.87	6.77	7.00	6.67	5.10	5.17	5.17	7.00
27	ชมพู-ดำ	5.37	6.74	6.84	4.84	5.64	4.77	6.84	5.54	6.27	6.24	4.97	6.74	6.30	5.90	4.64	6.84	4.54	6.70	7.00	6.84
28	เทา-เขียว	6.04	4.20	6.87	5.07	6.87	5.67	6.50	6.30	4.74	6.80	6.27	4.70	5.84	4.37	4.27	6.54	6.54	6.74	5.74	5.40
29	ขาว-น้ำเงิน	6.94	6.97	4.70	5.34	5.30	4.34	5.20	5.27	5.50	6.24	6.94	6.84	6.94	6.04	6.80	5.94	5.10	6.30	5.87	4.17
30	แดง-เหลือง	5.20	6.84	5.14	5.37	6.27	6.17	4.67	4.40	6.47	4.94	6.04	5.17	6.74	5.30	6.04	5.47	4.30	6.47	6.74	6.37
31	น้ำตาล-เหลือง	4.04	6.80	4.44	4.20	4.80	4.67	5.87	5.64	4.50	5.74	5.64	5.57	5.94	6.14	5.64	5.27	5.07	6.47	4.54	5.00
32	น้ำตาล-ขาว	6.34	5.74	5.67	4.70	6.37	5.00	6.47	5.54	4.70	4.44	5.80	6.50	4.40	5.80	5.60	6.77	4.44	6.54	5.37	4.24
33	น้ำตาล-แดง	5.87	4.67	4.34	5.60	4.17	6.94	6.87	5.17	5.74	4.44	6.64	4.44	6.97	6.10	6.50	5.27	4.20	6.30	5.74	5.60

ตาราง ก.38 เวลาการเคลื่อนที่ของผู้ทดลองคนที่ 13 สำหรับหัวเชื่อมสายไฟขนาดกลาง

ผู้ทดลองคนที่ 13 หัวเชื่อมสายไฟขนาดกลาง		ท่าขาครั้งที่																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	แดง	8.37	11.84	11.04	8.04	6.77	9.70	11.37	9.47	9.40	6.04	9.84	7.30	7.50	11.57	10.44	6.30	11.57	8.30	6.50	10.10
2	ขาว	8.14	10.80	7.64	11.70	6.17	7.00	10.04	7.04	11.20	10.74	7.10	10.70	9.64	11.47	7.94	9.77	8.04	10.00	7.30	11.77
3	น้ำเงิน	11.47	7.57	6.54	9.00	10.57	11.64	6.47	9.30	7.94	11.40	11.60	6.44	10.00	10.34	9.57	9.74	6.14	9.14	9.10	8.07
4	ดำ	7.57	9.27	9.67	9.20	8.44	11.77	6.17	11.50	8.37	9.77	9.30	7.04	11.77	6.97	8.40	11.14	7.60	8.24	6.80	9.40
5	ดำ-ขาว	8.00	11.60	12.44	9.50	10.77	13.64	12.67	12.60	8.74	8.30	13.24	7.64	8.20	10.67	13.20	13.00	9.00	10.80	10.94	10.70
6	เขียว-ขาว	10.77	10.84	13.57	12.60	13.30	12.50	11.47	13.00	11.24	10.14	12.14	12.17	11.57	11.17	13.04	10.30	12.90	13.14	9.30	11.17
7	เขียว	8.64	7.07	7.70	10.60	7.14	7.54	11.24	9.87	12.77	9.70	8.37	7.20	7.34	9.37	7.24	9.94	11.80	12.34	9.00	7.54
8	ขาว-แดง	8.47	11.80	12.60	12.84	12.60	7.24	10.27	7.94	7.40	8.27	8.17	10.34	8.07	9.10	7.54	8.80	8.94	10.14	8.94	10.30
9	น้ำเงิน-แดง	9.40	8.87	11.20	9.27	9.57	9.84	8.47	11.34	11.27	8.00	7.14	7.07	9.14	6.30	8.57	7.47	8.60	7.10	6.24	6.70
10	เทา	10.80	9.77	9.77	7.07	8.27	6.84	10.40	11.30	9.90	10.70	8.04	10.17	8.37	10.00	8.40	10.37	7.14	9.30	6.37	7.54
11	เขียว-ดำ	10.30	13.54	10.20	13.14	13.20	13.94	10.27	14.10	14.64	14.60	8.57	12.70	14.44	8.07	12.94	10.40	13.40	8.24	9.37	8.37
12	น้ำเงิน-ดำ	9.60	11.27	12.00	7.67	11.20	10.27	7.00	8.40	7.37	7.04	9.54	6.90	6.77	11.34	10.97	9.70	11.07	6.24	11.84	11.04
13	ชมพู	8.07	10.50	10.34	7.10	6.97	10.00	8.37	7.17	10.04	9.00	11.50	8.84	11.37	6.30	8.34	7.47	7.70	11.57	8.27	7.90
14	แดงสามส่วน	9.60	9.84	7.84	8.67	10.30	7.17	7.04	11.14	9.14	9.10	10.04	10.04	6.87	9.90	9.37	9.67	11.60	10.30	10.60	8.07
15	แดง-น้ำเงิน	9.80	9.97	8.60	6.34	9.94	9.40	8.04	6.97	10.67	7.20	9.57	8.77	9.87	11.17	10.24	9.77	9.87	6.60	6.40	7.80
16	ขาว-เขียว	8.34	11.17	14.24	10.87	10.00	12.24	12.80	11.14	14.44	13.77	10.74	10.47	12.04	10.34	11.77	13.20	8.77	8.34	13.87	14.84
17	แดง-เขียว	13.00	11.50	12.47	12.77	11.94	12.80	10.90	11.94	10.44	11.07	12.64	12.14	10.84	11.17	11.57	11.44	10.27	10.57	11.37	11.34
18	ดำ-ส้ม	7.60	7.57	10.57	11.07	12.80	11.00	7.20	12.80	8.07	11.90	11.47	7.57	9.70	11.84	12.60	8.64	12.84	11.80	9.70	11.17
19	เขียว-แดง	13.17	15.20	12.80	9.10	15.04	9.97	15.17	11.67	11.84	13.24	11.90	11.50	15.40	13.44	10.90	12.27	9.64	12.50	13.80	15.64
20	น้ำตาล	9.10	7.80	12.84	10.77	11.74	9.70	11.57	10.94	12.67	12.40	8.64	10.74	12.84	11.80	7.27	11.37	8.40	12.24	11.50	9.14
21	ขาวสามส่วน	7.87	9.60	8.54	12.97	7.84	9.50	11.84	12.80	10.44	12.20	8.50	10.77	10.70	10.47	10.67	7.20	8.27	11.40	7.87	7.64
22	ดำ-เหลือง	7.74	9.60	8.97	6.57	6.64	6.30	6.50	8.77	10.80	7.64	6.04	9.64	9.10	7.00	10.27	8.70	9.17	11.00	10.40	7.40
23	น้ำเงิน-เหลือง	11.20	6.87	6.64	6.70	8.44	8.80	9.34	11.27	9.37	10.00	7.80	9.70	10.50	11.80	8.00	11.20	9.50	11.74	8.30	10.00
24	ขาว-ดำ	11.54	6.47	7.34	6.94	11.47	11.74	8.67	10.60	10.94	8.77	9.27	9.00	9.20	8.14	8.04	8.27	11.14	9.60	7.90	11.84
25	เหลือง-แดง	11.07	7.97	10.77	7.77	8.90	10.47	6.70	6.67	6.14	9.77	9.90	6.67	6.64	9.97	11.24	10.04	9.74	10.04	1	

ตาราง ก.39 เวลาการเคลื่อนที่ของผู้ทดลองคนที่ 13 สำหรับหัวเชื่อมสายไฟขนาดใหญ่

ผู้ทดลองคนที่ 13 หัวเชื่อมสายไฟขนาดใหญ่		ท่าชั่วคราวที่																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	แดง	15.50	16.10	16.87	11.34	16.00	16.80	13.40	16.17	11.64	14.34	14.47	16.84	12.40	12.80	15.07	16.17	14.80	11.97	12.34	15.30
2	ขาว	15.90	10.77	16.30	10.90	10.34	16.50	11.47	12.14	15.60	13.90	10.60	13.37	12.94	12.50	13.67	16.70	14.77	10.67	11.60	15.30
3	น้ำเงิน	14.70	14.27	13.74	16.74	15.50	11.34	16.67	14.00	16.87	13.74	16.44	14.90	13.27	12.34	12.90	11.57	15.90	15.80	15.50	15.14
4	ดำ	11.34	10.67	13.07	14.67	16.47	12.37	14.90	13.90	13.87	16.30	16.47	12.27	10.74	16.54	12.37	15.60	11.20	12.04	16.34	13.60
5	ดำ-ขาว	11.47	16.77	14.77	14.37	13.47	15.64	15.30	10.77	15.77	10.17	10.14	10.04	16.00	10.84	11.47	12.30	15.94	16.14	16.30	15.10
6	เขียว-ขาว	15.77	17.74	15.04	14.87	17.74	13.24	16.84	13.47	16.44	14.67	14.50	15.20	15.77	17.37	13.57	14.57	13.40	15.94	14.00	14.00
7	เขียว	13.57	14.70	13.90	14.27	14.54	12.37	15.60	15.87	14.70	14.20	12.40	13.14	15.90	13.80	12.77	15.00	13.20	12.87	15.54	14.60
8	ขาว-แดง	12.17	11.54	15.57	12.40	13.00	11.40	15.94	11.47	15.30	15.10	12.57	12.00	14.70	14.64	14.97	14.34	14.30	11.64	16.60	11.94
9	น้ำเงิน-แดง	12.30	16.70	12.40	16.74	14.67	15.74	12.80	15.10	14.60	11.34	12.84	13.44	14.14	14.34	11.27	11.50	13.57	15.74	12.10	14.60
10	เทา	12.94	10.50	10.10	16.74	11.74	13.70	12.67	10.30	16.70	12.37	11.64	16.04	14.47	12.60	16.37	12.67	11.70	12.77	12.44	10.37
11	เขียว-ดำ	16.00	13.50	14.57	15.60	14.70	16.74	14.47	13.84	15.54	16.64	16.94	14.80	13.70	12.74	13.77	13.57	14.97	14.10	14.84	12.47
12	น้ำเงิน-ดำ	13.80	13.67	11.77	15.77	15.07	13.50	11.60	10.30	12.77	10.20	14.37	9.60	9.27	13.50	13.37	10.84	13.84	14.07	9.90	14.97
13	ชมพู	11.10	14.30	15.70	14.94	14.00	15.57	10.37	15.50	15.90	10.07	13.14	12.14	13.04	13.40	12.10	14.67	11.74	14.77	14.87	10.64
14	แดงสายม้วน	13.34	11.84	16.24	15.14	10.70	11.84	12.90	10.84	16.80	14.00	16.00	11.67	12.90	11.30	11.74	11.44	12.24	11.47	10.84	10.84
15	แดง-น้ำเงิน	10.24	16.00	14.67	16.67	11.44	13.04	12.14	12.50	13.27	12.17	14.47	12.14	15.47	14.30	16.50	13.64	15.94	12.54	15.60	16.14
16	ขาว-เขียว	17.00	15.37	13.47	14.27	16.60	16.80	14.37	15.84	12.17	12.34	13.30	14.67	12.50	16.77	14.67	14.17	13.30	12.20	16.27	14.17
17	แดง-เขียว	13.47	13.74	17.44	14.44	16.87	13.50	15.07	16.34	18.87	14.54	14.20	13.80	13.07	13.20	13.80	18.87	14.87	14.77	17.70	12.10
18	ดำ-ส้ม	14.14	15.67	13.80	11.14	16.07	9.80	9.84	11.64	10.60	10.57	14.94	13.84	10.67	14.47	14.80	14.10	10.10	16.57	13.94	11.24
19	เขียว-แดง	16.27	16.40	14.74	17.10	13.74	14.07	14.37	15.90	13.74	16.37	14.54	16.87	16.47	15.60	14.57	13.80	18.87	15.74	16.67	17.14
20	น้ำตาล	13.57	13.77	14.67	12.40	13.17	14.54	10.67	13.90	11.00	10.94	10.07	14.37	12.44	14.87	10.27	14.47	10.04	10.10	11.47	13.60
21	ขาวสายม้วน	11.10	13.27	16.00	9.40	11.54	15.50	10.90	15.30	12.90	9.40	9.84	14.67	14.57	9.17	10.70	16.00	12.17	10.90	10.97	12.67
22	ดำ-เหลือง	9.90	11.97	11.54	15.27	14.84	11.54	14.14	12.07	13.04	11.27	15.77	15.67	15.57	15.17	15.57	12.47	15.17	11.90	12.14	15.34
23	น้ำเงิน-เหลือง	13.90	10.60	13.70	12.70	14.60	13.70	10.10	11.97	12.07	9.17	11.67	14.00	12.74	11.07	14.17	9.04	9.80	15.37	14.40	13.70
24	ขาว-ดำ	14.44	12.57	12.70	12.64	10.20	12.44	13.04	10.44	10.20	13.74	12.37	13.77	14.30	11.67	13.14	10.70	12.50	13.07	10.27	14.97
25	เหลือง-แดง	11.27	13.40	14.04	10.80	11.87	10.47	14.57	13.57	10.40	10.60	10.40	12.77	11.77	12.70	10.04	11.70	11.44	13.00	12.37	12.84
26	แดง-ดำ	14.00	14.37	12.70	11.27	11.94	13.30	10.14	10.80	13.34	14.80	11.77	13.84	10.90	13.17	11.24	11.00	11.67	14.17	12.97	12.94
27	ชมพู-ดำ	13.00	10.64	14.17	10.47	12.57	13.47	11.27	14.67	12.34	13.30	13.37	10.10	11.00	13.30	13.44	13.40	10.54	14.90	12.07	14.70
28	เทา-เขียว	15.34	15.77	15.07	14.84	10.57	13.04	10.70	11.77	14.67	15.10	11.54	10.17	14.77	11.47	11.14	10.17	10.37	10.27	11.30	12.47
29	ขาว-น้ำเงิน	15.37	10.64	14.64	10.04	14.90	11.67	10.77	13.10	10.40	15.37	14.20	13.84	10.94	14.87	12.34	10.20	13.74	10.40	15.94	11.30
30	แดง-เหลือง	14.67	15.70	14.54	11.00	13.90	14.37	10.14	13.00	11.87	11.07	14.84	15.40	15.80	15.04	14.84	15.77	12.27	14.17	14.70	15.57
31	น้ำตาล-เหลือง	10.07	12.40	14.34	14.84	14.34	13.74	12.47	13.37	12.77	15.10	11.07	11.67	14.67	11.47	15.64	15.04	12.10	10.87	12.87	13.30
32	น้ำตาล-ขาว	10.70	11.67	11.37	15.94	15.50	11.10	10.17	15.60	13.34	14.04	10.60	10.77	14.84	15.97	14.27	12.54	13.40	10.40	10.10	10.14
33	น้ำตาล-แดง	12.10	13.20	11.57	14.97	13.37	10.34	12.30	13.97	13.77	15.67	11.17	12.04	13.24	11.54	15.67	11.57	12.14	11.27	10.20	11.00

ตาราง ก.40 เวลาการเคลื่อนที่ของผู้ทดลองคนที่ 14 สำหรับหัวเชื่อมสายไฟขนาดเล็ก

ผู้ทดลองคนที่ 14 หัวเชื่อมสายไฟขนาดเล็ก		ท่าชั่วคราวที่																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	แดง	5.94	4.67	4.10	5.24	3.04	6.74	5.94	6.94	4.87	4.67	6.24	3.34	6.24	4.37	6.27	5.30	6.90	6.54	6.47	3.97
2	ขาว	3.84	6.94	6.50	6.14	6.04	6.27	4.34	4.37	5.24	3.87	3.10	3.24	6.40	6.37	5.97	6.60	5.87	6.17	6.10	3.84
3	น้ำเงิน	3.17	3.84	5.57	5.47	4.87	5.97	5.50	4.80	4.17	3.34	6.90	5.90	3.77	4.44	4.34	3.80	5.57	5.67	3.74	7.00
4	ดำ	3.30	5.14	5.37	5.57	6.47	3.50	3.64	3.44	5.20	6.14	6.40	3.37	6.97	4.54	3.74	6.27	3.74	6.67	4.50	5.10
5	ดำ-ขาว	6.50	4.00	5.74	4.77	3.04	6.17	4.84	5.47	5.87	6.30	6.27	5.44	6.10	3.87	3.04	5.04	6.00	4.54	5.77	6.40
6	เขียว-ขาว	4.80	7.44	5.57	4.64	7.70	5.97	5.17	5.34	5.17	6.07	4.74	7.44	7.80	5.60	5.30	6.84	6.67	4.20	8.00	6.04
7	เขียว	4.74	5.97	5.07	4.37	4.10	5.44	5.50	4.17	3.34	3.17	3.17	3.20	3.40	5.50	3.30	5.34	4.50	5.40	3.10	5.80
8	ขาว-แดง	4.14	4.24	4.04	5.20	5.04	4.57	4.54	4.27	4.87	5.90	4.70	5.07	5.97	5.87	5.34	4.80	5.84	4.77	5.60	4.97
9	น้ำเงิน-แดง	4.17	7.74	5.84	6.17	6.24	5.10	5.87	7.04	7.54	5.14	5.10	7.57	6.87	4.17	4.60	7.10	6.34	5.30	5.77	7.20
10	เทา	6.90	6.64	4.87	4.37	4.54	6.60	3.94	5.10	4.50	6.64	6.50	3.04	5.77	6.77	3.30	5.07	5.64	5.14	4.10	5.47
11	เขียว-ดำ	7.74	5.60	7.40	5.40	7.10	7.90	6.90	7.10	5.84	6.10	6.57	6.94	5.10	5.74	7.44	7.20	6.60	5.64	5.37	5.24
12	น้ำเงิน-ดำ	6.04	3.74	3.47	6.20	4.50	4.40	5.70	3.90	5.07	4.80	5.57	6.64	4.27	6.27	3.97	4.40	4.14	3.20	5.27	5.80
13	ชมพู	7.80	4.30	4.97	4.54	4.47	6.10	7.84	6.54	4.30	7.17	7.94	7.97	5.34	7.34	6.87	6.57	5.44	4.77	7.34	6.60
14	แดงสายม้วน	3.70	3.50	5.47	6.04	4.14	3.14	6.00	6.24	6.07	3.57	4.20	4.24	5.10	3.60	3.90	4.27	4.77	6.60	5.70	5.94
15	แดง-น้ำเงิน	3.20	3.24	3.74	3.67	4.97	3.77	5.37	3.90	6.80	6.07	6.40	4.84	3.74	5.20	4.74	6.44	3.27	3.90	6.34	4.77
16	ขาว-เขียว	6.64	7.37	5.30	7.84	6.50	7.14	5.64	7.90	6.07	5.37	7.37	7.84	6.67	7.14	4.60	6.67	4.14	7.34	5.17	4.40
17	แดง-เขียว	6.67	4.50	8.94	6.34	7.97	8.07	8.37	7.44	6.57	4.60	7.50	6.10	8.00	7.74	5.70	5.84	8.47	7.77	8.24	4.94
18	ดำ-ส้ม	5.60	5.34	7.27	5.44	6.07	4.77	5.80	4.40	6.00	5.10	4.60	6.74	4.97	7.07	7.97	6.77	6.87	5.70	5.90	4.17
19	เขียว-แดง	7.20	6.77	8.07	5.20	5.74	4.70	7.20	4.80	6.27	5.10	6.70	8.14	6.64	6.80	4.94	5.27	8.14	6.54	8.24	6.60
20	น้ำตาล	5.40	7.44	5.07	7.00	7.90	5.44	4.60	6.14	5.10	4.47	5.94	4.27	7.00	7.37	5.70	8.00	4.74	4.34	4.54	6.94
21	ขาวสายม้วน	3.07	5.77	5.64	6.27	4.14	6.54	6.87	3.17	6.80	6.44	4.44	6.14	3.14	6.04	6.40	4.14	5.54	7.00	5.37	3.47
22	ดำ-เหลือง	6.54	3.50	6.44	6.67	3.10	4.04	5.97	7.00	3.94	3.97	5.70	3.34	4.10	6.84	3.54	3.20	6.34	5.40	6.54	5.80
23	น้ำเงิน-เหลือง	4.84	4.60	3.30	4.20	5.37	6.44	5.00	3.80	3.17	5.54	4.17	5.30	3.34	4.24	6.07					

ตาราง ก.41 เวลาการเคลื่อนที่ของผู้ทดลองคนที่ 14 สำหรับหัวเชื่อมสายไฟขนาดกลาง

ผู้ทดลองคนที่ 14 หัวเชื่อมสายไฟขนาดกลาง		ท่าขาครั้งที่																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	แดง	11.70	12.80	12.04	12.10	14.90	11.84	11.34	14.90	12.10	10.00	9.47	9.87	9.90	12.30	9.97	10.24	13.00	12.94	14.04	11.44
2	ขาว	8.77	12.00	13.90	9.94	13.54	13.90	9.67	8.80	10.37	8.14	14.40	9.14	10.30	12.97	11.20	13.90	14.54	11.07	8.14	8.30
3	น้ำเงิน	8.40	14.80	11.90	9.50	10.20	12.84	10.60	8.77	13.97	9.50	12.54	10.07	12.34	9.64	9.30	8.20	11.20	11.84	14.70	11.30
4	ดำ	13.00	11.57	16.77	16.47	11.00	14.87	11.14	16.94	13.60	9.17	15.44	12.40	9.64	11.57	16.37	9.24	13.37	13.84	14.70	14.50
5	ดำ-ขาว	9.77	11.47	14.14	9.70	12.24	11.67	15.40	10.40	9.07	12.87	15.84	9.74	14.74	11.94	8.37	13.17	14.84	14.97	14.37	8.47
6	เขียว-ขาว	14.54	11.24	12.47	12.47	15.14	11.87	10.47	16.10	14.47	14.67	15.30	12.20	15.67	16.20	17.64	11.27	13.77	10.24	13.50	10.27
7	เขียว	11.47	10.57	14.57	16.10	10.94	12.10	16.47	16.30	12.34	12.37	15.74	13.74	16.44	11.34	10.14	15.24	10.54	9.80	15.67	10.44
8	ขาว-แดง	16.00	17.70	10.70	15.77	17.47	12.04	14.10	15.67	10.70	15.07	10.44	14.54	14.37	17.24	16.90	11.67	15.24	17.47	13.84	13.87
9	น้ำเงิน-แดง	11.10	15.87	13.50	12.57	8.64	14.37	15.84	10.54	10.40	11.10	13.84	9.57	9.00	10.30	11.64	15.20	15.94	15.40	15.74	9.30
10	เทา	8.90	8.44	12.94	13.24	12.77	14.00	12.47	10.34	11.50	10.44	8.30	12.14	10.17	12.90	9.14	8.24	12.87	13.47	10.20	10.57
11	เขียว-ดำ	15.87	14.04	10.50	15.07	10.70	12.80	15.17	10.64	9.20	12.17	14.44	12.94	12.90	12.57	10.40	15.54	13.00	14.34	16.97	9.44
12	น้ำเงิน-ดำ	9.74	9.64	13.27	10.47	15.97	9.14	14.34	12.67	13.84	8.10	8.67	8.94	8.30	14.80	11.37	9.24	12.04	11.54	11.00	11.84
13	ชมพู	12.37	10.37	16.14	10.27	13.14	16.00	14.64	14.64	12.44	16.87	11.97	14.04	13.94	15.30	14.37	17.00	11.97	13.24	13.30	12.24
14	แดงสายม้วน	12.74	16.57	10.67	10.27	13.97	15.50	11.97	10.17	16.30	16.70	13.04	13.60	14.90	14.47	16.44	11.40	15.20	11.97	16.07	13.94
15	แดง-น้ำเงิน	12.04	14.84	11.17	15.04	11.44	12.84	13.00	14.54	11.07	12.07	10.64	11.87	15.24	16.70	11.10	12.87	16.30	14.34	14.87	12.10
16	ขาว-เขียว	14.30	14.87	15.54	10.07	11.70	16.90	14.57	11.37	9.17	12.70	9.40	16.44	9.27	9.44	15.80	12.90	15.24	10.94	14.47	12.27
17	แดง-เขียว	12.07	10.24	16.37	13.00	17.74	12.74	15.47	16.60	16.67	12.60	12.44	10.90	15.07	14.47	10.34	12.54	15.40	17.87	12.20	11.27
18	ดำ-ส้ม	13.24	12.97	11.17	12.37	12.37	12.94	9.27	12.44	9.84	10.27	11.27	9.00	9.54	11.24	11.57	13.84	10.17	11.37	13.57	10.50
19	เขียว-แดง	12.24	11.97	15.30	18.64	11.17	14.80	18.47	12.17	14.77	13.87	11.97	16.37	14.74	16.47	17.27	12.40	12.37	11.54	16.97	15.44
20	น้ำตาล	8.27	9.44	14.90	10.74	15.00	13.00	12.70	8.04	12.50	15.17	9.47	8.37	12.90	12.87	14.14	12.50	8.54	8.57	10.10	14.04
21	ขาวสายม้วน	13.40	9.00	9.87	14.67	10.97	11.40	14.90	8.97	12.44	12.80	13.67	14.40	10.84	12.54	14.57	14.04	14.20	13.50	15.67	11.60
22	ดำ-เหลือง	15.00	11.17	15.00	14.24	8.27	9.04	8.47	9.94	8.50	9.27	14.07	12.30	15.37	13.04	12.64	8.84	15.30	9.77	15.24	13.00
23	น้ำเงิน-เหลือง	14.07	15.27	15.40	8.74	9.54	9.94	13.20	8.90	13.54	10.24	9.77	12.37	14.74	13.44	11.40	15.47	14.34	11.64	14.64	14.00
24	ขาว-ดำ	17.37	9.14	14.94	16.30	11.37	14.77	16.57	9.64	9.70	10.74	11.57	14.47	9.87	17.90	9.04	10.34	15.70	12.77	17.17	16.87
25	เหลือง-แดง	10.20	12.27	12.14	16.54	9.54	11.44	14.87	11.24	10.20	10.20	15.90	10.47	9.30	11.90	12.80	13.60	15.80	11.47	9.80	11.30
26	แดง-น้ำเงิน	11.34	10.64	15.00	9.34	12.40	10.84	11.00	12.40	10.10	16.07	15.17	13.57	10.50	11.27	12.24	14.94	14.84	14.77	13.34	16.24
27	ชมพู-ดำ	12.77	9.27	13.80	13.77	11.00	13.10	11.07	13.30	15.74	16.00	9.17	14.10	13.77	10.87	14.30	15.27	8.27	8.80	14.87	8.64
28	เทา-เขียว	15.47	9.24	13.84	9.97	8.57	9.60	9.07	11.77	13.70	8.54	11.80	9.97	14.30	9.80	9.54	8.70	8.77	13.60	11.70	11.17
29	ขาว-น้ำเงิน	11.20	10.30	12.54	8.67	12.90	10.60	14.07	9.20	12.94	10.60	11.44	16.00	15.50	15.97	10.87	10.00	14.84	12.54	14.40	15.07
30	แดง-เหลือง	17.07	17.04	14.07	14.54	16.37	14.84	9.44	12.27	12.74	14.44	13.24	15.30	9.77	11.90	10.90	11.54	9.77	14.94	11.60	16.30
31	น้ำตาล-เหลือง	11.94	10.40	14.37	11.57	10.54	10.17	9.94	10.47	15.30	11.04	13.00	9.04	16.60	9.74	15.80	15.37	14.07	11.30	10.94	12.07
32	น้ำตาล-ขาว	11.04	14.80	9.00	13.64	15.90	10.07	9.70	9.34	11.40	11.10	14.04	14.24	9.07	14.84	10.94	9.70	11.07	12.70	8.37	12.64
33	น้ำตาล-แดง	13.64	12.24	14.24	12.47	9.40	17.74	10.80	11.50	11.44	9.50	13.54	11.64	12.30	14.47	9.94	13.54	9.04	9.64	15.37	17.80

ตาราง ก.42 เวลาการเคลื่อนที่ของผู้ทดลองคนที่ 14 สำหรับหัวเชื่อมสายไฟขนาดใหญ่

ผู้ทดลองคนที่ 14 หัวเชื่อมสายไฟขนาดใหญ่		ท่าขาครั้งที่																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	แดง	16.70	15.90	12.10	12.44	14.70	13.77	14.34	16.00	16.77	12.30	15.10	14.40	12.64	14.40	12.80	16.74	16.77	15.04	14.24	15.17
2	ขาว	13.80	13.24	17.00	15.24	14.20	12.77	16.67	13.17	13.30	13.94	12.34	16.90	13.04	15.17	13.74	16.67	14.24	15.44	15.64	15.67
3	น้ำเงิน	13.84	15.67	15.40	16.17	15.70	13.44	14.30	13.44	16.80	14.04	13.30	15.94	12.94	16.00	16.34	13.37	16.04	16.04	15.90	17.17
4	ดำ	11.37	16.54	10.47	12.47	16.94	16.04	12.37	11.94	14.00	11.80	12.47	14.87	16.80	10.14	13.34	12.64	10.94	15.97	15.70	12.24
5	ดำ-ขาว	10.77	14.20	15.87	13.67	13.20	12.77	12.24	15.87	13.54	16.44	16.77	11.30	16.34	13.57	10.40	11.30	15.87	11.27	14.14	16.57
6	เขียว-ขาว	18.60	15.30	17.24	13.80	18.87	16.80	16.94	16.17	15.27	18.14	18.94	17.30	14.87	17.47	16.67	15.84	15.00	15.90	18.34	14.74
7	เขียว	11.97	15.14	17.80	15.60	12.04	14.40	17.97	16.80	14.74	17.97	16.00	16.37	16.17	14.80	16.74	16.97	13.47	12.17	12.67	15.20
8	ขาว-แดง	14.14	15.80	15.17	15.54	15.80	15.27	12.67	13.57	13.04	10.50	13.47	10.74	9.14	9.87	12.97	13.20	14.34	13.30	13.04	14.47
9	น้ำเงิน-แดง	15.30	12.64	14.54	12.07	11.70	11.37	13.44	11.54	15.34	12.97	12.77	11.70	16.67	16.14	12.67	16.40	14.04	13.27	12.20	14.57
10	เทา	14.84	13.47	16.54	12.64	16.20	13.70	14.00	12.57	16.77	15.50	15.74	11.54	12.70	15.90	16.20	14.67	14.50	11.74	13.30	15.70
11	เขียว-ดำ	16.54	12.84	17.37	14.60	17.37	13.84	14.50	14.50	17.24	16.57	13.70	14.70	15.77	15.04	13.17	16.30	16.37	13.90	16.20	18.50
12	น้ำเงิน-ดำ	13.54	12.64	16.90	10.17	11.84	11.84	12.64	14.80	10.60	16.64	16.80	16.10	12.20	12.67	16.64	13.80	12.77	11.74	16.60	11.17
13	ชมพู	9.54	11.80	15.10	15.50	11.04	9.30	9.50	11.97	11.57	11.14	14.74	14.67	10.57	10.80	14.00	11.84	13.80	16.00	12.77	10.34
14	แดงสายม้วน	15.27	16.60	11.00	10.27	15.94	16.54	11.10	13.50	12.47	16.47	12.47	14.80	10.47	15.57	16.84	13.54	10.44	13.57	12.77	15.50
15	แดง-น้ำเงิน	15.80	12.17	10.30	10.20	10.67	13.64	10.10	14.94	13.10	13.20	14.94	14.94	10.80	15.37	13.17	13.20	15.14	16.37	14.24	11.27
16	ขาว-เขียว	17.47	15.10	17.90	15.40	17.47	13.87	16.90	15.34	14.70	13.67	17.07	13.50	12.44	15.80	13.30	16.60	14.50	18.64	14.10	18.20
17	แดง-เขียว	13.54	15.64	15.67	14.50	15.60	16.90	15.54	16.07	15.50	16.60	16.34	16.37	16.94	14.54	13.17	14.34	17.64	18.87	13.74	14.67
18	ดำ-ส้ม	13.87	12.54	13.60	11.50	13.70	13.20	13.07	11.27	15.27	12.04	12.97	14.57	12.00	13.54	12.04	13.00	11.60	13.74	13.67	13.67
19	เขียว-แดง	15.90	14.74	18.87	18.00	17.57	18.24	18.44	14.90	14.04	18.94	15.94	18.80	14.60	18.64	14.07	16.70	16.67	18.64	14.34	15.70
20	น้ำตาล	13.54	13.67	16.84	16.14	11.54	14.74	12.50	14.44	14.94	15.60	15.70	16.40	15.50	15.44	15.14	13.00	15.64	14.20	12.54	11.27
21	ขาวสายม้วน	16.20	15.37	11.64	15.74	16.40	12.64	12.57	15.24	13.10	15.70	15.44	12.80	14.74	16.97	11.44	13.67	11.67	12.97	14.47	14.70
22	ดำ-เหลือง	13.87	16.07	13.																	

ตาราง ก.43 เวลาการเคลื่อนที่ของผู้ทดลองคนที่ 15 สำหรับหัวเชื่อมสายไฟขนาดเล็ก

ผู้ทดลองคนที่ 15 หัวเชื่อมสายไฟขนาดเล็ก	สายไฟ	ท่าไม้ครั้งที่																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	แดง	3.97	5.97	4.94	4.40	3.54	3.50	4.20	4.90	3.90	3.74	5.14	4.57	4.07	5.00	3.04	3.84	5.84	4.77	3.24	4.10
2	ขาว	3.14	5.00	3.97	3.27	3.90	4.94	4.14	4.10	4.80	4.80	3.87	4.64	3.20	3.40	3.34	4.67	4.70	4.57	3.47	3.44
3	น้ำเงิน	3.94	4.97	4.90	4.47	3.94	5.50	3.60	5.27	5.54	5.90	5.90	4.07	3.57	3.17	5.47	3.74	5.24	3.67	3.40	4.70
4	ดำ	4.10	3.97	4.24	4.67	3.27	4.07	3.57	3.44	4.04	4.24	3.24	3.67	3.94	3.80	3.24	4.50	3.10	3.20	4.80	3.40
5	ดำ-ขาว	5.14	4.67	3.14	5.04	6.20	5.77	5.27	4.27	3.34	4.74	5.14	5.10	4.07	6.17	3.77	3.94	3.10	5.37	3.27	4.90
6	เขียว-ขาว	4.24	6.84	5.80	5.64	4.87	5.07	5.34	5.07	4.64	7.00	5.94	6.04	6.80	6.07	6.67	6.97	5.07	4.90	6.70	5.07
7	เขียว	3.27	4.80	3.14	3.04	4.17	3.10	3.34	3.14	3.30	3.27	3.50	3.34	3.30	3.40	3.90	4.87	3.60	3.57	4.14	4.57
8	ขาว-แดง	5.97	5.97	5.30	4.14	4.77	4.47	5.34	4.14	5.74	5.64	5.34	5.67	4.64	5.17	5.20	4.07	5.80	5.60	4.74	5.54
9	น้ำเงิน-แดง	4.90	3.20	4.47	3.24	3.44	3.14	4.20	4.54	4.57	4.14	4.07	3.10	3.97	4.40	3.77	3.87	3.77	4.67	4.90	3.20
10	เทา	4.70	4.70	5.14	5.60	5.27	5.67	4.40	5.47	5.04	5.57	5.30	4.14	4.14	5.00	4.87	5.94	6.00	5.57	5.90	5.20
11	เขียว-ดำ	6.17	4.64	6.84	6.10	5.17	5.54	4.37	5.37	5.40	5.67	6.14	6.87	6.44	4.60	5.94	5.97	5.84	4.80	4.04	5.50
12	น้ำเงิน-ดำ	3.87	3.10	3.74	3.10	5.00	3.97	3.60	3.50	4.14	3.67	4.67	4.24	4.77	4.54	4.20	3.54	3.50	4.00	3.37	4.84
13	ชมพู	4.04	3.84	3.64	3.94	4.67	4.27	4.34	3.54	4.60	4.14	4.87	3.70	3.67	3.14	3.64	4.90	4.47	4.97	5.00	3.60
14	แดง-ลายมัน	3.67	3.07	3.10	4.77	4.64	3.37	4.20	4.87	4.90	3.24	3.84	4.94	4.84	3.40	4.74	4.00	3.70	3.77	3.04	4.44
15	แดง-น้ำเงิน	3.40	4.10	4.30	4.37	4.77	3.07	3.24	3.94	4.57	3.10	4.10	3.40	5.00	3.60	4.94	3.10	3.84	4.80	4.00	4.90
16	ขาว-เขียว	5.84	5.54	6.00	5.97	4.47	5.44	5.47	5.40	5.97	5.07	5.47	5.60	5.97	5.44	5.90	4.10	5.57	5.17	4.94	5.47
17	แดง-เขียว	4.80	4.80	4.10	5.64	4.87	5.57	5.94	6.44	6.14	5.00	5.47	6.00	4.07	4.17	5.54	4.57	6.64	4.30	6.47	6.94
18	ดำ-ส้ม	5.97	5.84	4.24	4.64	5.64	3.74	5.47	3.10	5.14	6.17	3.97	4.77	5.70	5.14	6.34	5.10	3.77	3.07	4.74	4.37
19	เขียว-แดง	6.90	4.57	6.94	5.07	6.17	4.10	4.37	5.40	4.94	5.77	6.37	4.57	5.24	5.67	6.60	5.50	6.80	5.24	5.10	5.04
20	น้ำตาล	6.57	6.74	3.37	3.34	6.77	6.87	4.97	7.00	4.94	3.07	6.54	5.74	5.20	4.24	6.57	3.94	5.60	5.17	6.34	3.57
21	ขาว-ลายมัน	4.53	4.70	6.90	3.40	3.54	4.34	5.54	5.57	3.77	4.50	3.64	6.77	6.54	4.54	5.77	6.44	5.77	4.57	3.84	3.80
22	ดำ-เหลือง	4.44	4.47	3.50	3.64	4.67	3.57	4.24	4.50	4.20	4.77	3.27	3.37	3.54	4.30	4.90	4.30	4.00	4.64	3.14	4.30
23	น้ำเงิน-เหลือง	4.17	3.27	3.94	3.80	4.84	4.87	3.44	4.70	3.50	4.67	4.44	3.20	4.97	3.80	4.07	5.00	3.07	3.67	3.37	4.30
24	ขาว-ดำ	4.07	4.80	3.07	4.84	4.17	3.50	3.04	4.60	4.44	3.47	5.84	5.94	6.50	6.30	6.50	4.77	4.90	5.17	3.94	5.24
25	เหลือง-แดง	4.97	4.14	4.64	3.40	4.94	3.74	4.87	3.40	3.20	3.40	4.87	4.67	4.87	3.84	3.04	4.37	3.54	3.44	3.14	4.74
26	แดง-ดำ	4.54	4.10	4.67	4.27	3.40	3.14	3.20	3.97	4.74	3.80	3.50	3.74	4.34	3.67	4.40	4.24	4.04	4.70	3.97	4.47
27	ชมพู-ดำ	5.80	4.47	5.47	4.77	5.34	5.60	4.87	4.84	4.64	4.27	5.87	4.60	4.67	4.90	4.90	5.07	5.34	4.80	5.57	5.17
28	เทา-เขียว	4.07	5.47	4.30	4.90	5.34	6.14	5.90	6.84	6.44	4.10	5.34	4.14	5.90	3.07	4.60	4.04	4.57	6.60	5.24	6.90
29	ขาว-น้ำเงิน	3.40	4.47	3.27	4.67	3.20	3.87	4.80	4.94	4.94	4.17	4.80	4.47	4.00	4.47	3.44	3.87	4.60	4.64	3.27	3.60
30	แดง-เหลือง	5.47	3.87	4.47	6.60	6.24	4.97	5.44	4.40	4.54	5.80	3.70	4.37	3.30	3.97	5.57	3.37	3.87	4.54	5.30	4.47
31	น้ำตาล-เหลือง	5.24	3.47	3.70	4.77	3.10	6.40	4.10	4.80	6.30	3.90	6.17	4.00	3.44	6.37	5.70	7.00	6.44	5.80	6.80	6.67
32	น้ำตาล-ขาว	4.27	6.40	3.24	5.34	5.70	4.67	4.60	4.54	4.10	6.54	6.14	3.70	6.14	5.80	4.37	6.14	3.30	6.37	3.07	3.47
33	น้ำตาล-แดง	3.04	4.60	3.97	3.40	3.44	4.04	3.24	3.60	4.87	3.60	4.07	4.94	3.57	4.54	3.90	4.00	5.00	4.97	3.17	3.20

ตาราง ก.44 เวลาการเคลื่อนที่ของผู้ทดลองคนที่ 15 สำหรับหัวเชื่อมสายไฟขนาดกลาง

ผู้ทดลองคนที่ 15 หัวเชื่อมสายไฟขนาดกลาง	สายไฟ	ท่าไม้ครั้งที่																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	แดง	6.77	9.17	8.30	8.80	7.97	6.77	7.50	7.30	7.97	8.87	8.87	7.97	7.67	6.37	6.57	9.70	7.74	9.97	6.54	7.70
2	ขาว	8.20	8.90	9.67	8.70	7.47	8.37	9.27	7.70	8.97	6.07	9.87	9.10	8.37	6.24	7.47	6.37	6.84	7.40	7.24	9.54
3	น้ำเงิน	6.44	8.47	9.64	6.90	8.94	7.77	8.54	9.57	9.60	8.44	9.57	9.44	6.80	9.20	8.64	8.27	6.07	8.17	8.44	9.44
4	ดำ	9.67	10.64	8.30	6.04	10.07	10.90	10.70	8.77	10.30	7.20	10.34	6.84	9.70	10.34	7.50	8.34	6.17	7.07	9.27	6.90
5	ดำ-ขาว	8.34	8.60	6.34	6.77	6.10	8.94	8.34	7.27	6.30	6.90	6.10	8.17	8.10	8.27	6.94	7.04	8.74	6.34	8.64	6.64
6	เขียว-ขาว	14.44	14.00	14.00	11.57	13.74	13.20	11.94	13.97	10.30	14.54	13.17	11.54	10.57	12.17	10.64	13.04	14.54	10.74	11.70	10.97
7	เขียว	10.57	9.10	7.90	7.40	6.77	8.90	10.14	9.14	6.47	6.20	10.44	8.97	8.44	8.14	9.90	7.57	8.94	10.14	6.34	7.24
8	ขาว-แดง	10.80	6.40	8.44	8.37	8.07	9.04	7.14	10.37	6.37	6.94	6.57	9.27	7.30	9.04	10.04	10.77	9.74	10.10	9.60	10.27
9	น้ำเงิน-แดง	6.70	6.74	8.77	8.27	6.97	6.14	7.40	7.27	7.74	6.84	6.40	6.74	8.80	7.97	7.77	7.94	7.67	6.54	6.60	8.67
10	เทา	6.34	8.27	6.37	7.90	8.30	7.80	8.80	6.97	6.57	7.57	7.04	7.07	7.97	7.04	8.50	7.60	8.24	9.77	8.84	6.57
11	เขียว-ดำ	10.34	10.80	8.84	8.17	8.30	9.17	9.37	8.20	8.10	8.74	8.57	8.27	8.14	11.40	11.77	9.87	10.34	11.90	10.70	9.44
12	น้ำเงิน-ดำ	9.84	7.40	8.07	7.74	8.67	7.20	9.64	7.94	9.57	7.60	7.94	9.54	9.60	9.14	8.97	8.40	9.17	9.14	7.70	9.74
13	ชมพู	8.07	9.00	9.37	9.97	9.60	8.84	8.07	7.74	8.74	7.57	8.87	8.04	6.34	6.90	9.07	9.07	6.57	9.60	6.74	8.14
14	แดง-ลายมัน	9.27	9.37	9.14	9.60	8.10	10.77	10.20	9.40	7.60	7.74	7.44	9.47	10.30	9.97	8.50	10.24	10.10	8.70	9.24	9.30
15	แดง-น้ำเงิน	10.17	10.00	8.17	12.40	8.50	9.64	12.97	11.04	8.60	10.97	7.67	12.24	10.87	11.37	9.47	12.44	7.60	11.27	7.90	10.24
16	ขาว-เขียว	10.60	12.30	12.10	11.30	11.10	11.57	8.37	9.17	10.00	10.00	9.14	10.84	11.64	9.90	9.97	12.77	9.20	9.27	8.70	11.24
17	แดง-เขียว	11.34	12.30	11.07	10.50	12.47	12.60	11.90	10.07	10.67	12.04	10.90	10.27	11.77	10.47	11.47	11.47	10.97	11.74	12.50	10.37
18	ดำ-ส้ม	7.50	8.00	9.44	8.70	7.94	7.20	8.97	9.30	7.14	7.40	7.10	7.07	8.40	7.67	8.27	9.90	9.40	9.27	9.04	8.04
19	เขียว-แดง	13.30	14.07	10.04	14.74	13.44	13.40	14.17	12.24	13.94	14.84	12.20	11.74	10.10	10.30	10.90	11.47	14.30	12.07	13.67	10.80
20	น้ำตาล	6.67	7.57	7.94	6.44	7.10	9.44	7.94	6.04	7.64	7.54	7.84	7.97	8.37	6.17	7.34	9.74	9.60	9.24	7.64	9.34
21	ขาว-ลายมัน	8.24	8.04	10.64	7.57	9.27	8.10	7.30	9.80	9.67	8.97	8.40	7.84	8.40	7.34	9.54	9.24	8.44	9.24	10.57	7.57
22	ดำ-เหลือง	10.74	9.74	7.07	9.24	10.07	9.54	10.84	8.84	7.80	11.07	8.47	11.20	11.37	10.34	9.30	9.64	10.04	7.67	10.70	7.20
23	น้ำเงิน-เหลือง	10.37	9.44	10.40	11.37	8.40	10.70	10.97	11.70	7.97	7.37	7.64	7.50	11.74	11.77	9.04	9.87	7.07	8.74	9.74	9.67
24	ขาว-ดำ	10.54	8.24	10.74	10.00	7.57	9.00	10.24	8.47	9.04	9.74	7.27	9.20	10.54	7.10	8.70	10.97	10.50	9.60	10.80	10.74
25	เหลือง-แดง	8.44	7.97	11.60	7.54	8.74	11.64	8.34	10.37	8.70	10.37	8.00	7.90	10.37	9.10	11.10	9.04	8.30	10.70	9.94	11.00
26	แดง-ดำ	11.34	10																		

ตาราง ก.45 เวลาการเคลื่อนที่ของผู้ทดลองคนที่ 15 สำหรับหัวเชื่อมสายไฟขนาดใหญ่

ผู้ทดลองคนที่ 15 หัวเชื่อมสายไฟขนาดใหญ่	ทำซ้ำครั้งที่																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1 แสง	12.37	13.20	14.94	10.17	14.40	10.37	14.64	12.77	12.64	11.64	12.90	12.94	14.20	11.27	13.70	12.24	12.10	14.00	12.94	11.74
2 ชาว	12.67	14.07	13.84	12.74	11.04	10.97	10.84	14.60	12.00	12.74	12.70	10.97	11.84	11.57	11.24	13.34	14.47	11.70	12.10	12.94
3 น้ำมัน	10.54	9.14	12.00	10.94	9.04	9.44	14.20	9.44	11.24	12.97	14.74	9.10	9.47	10.17	14.00	13.00	14.40	12.34	12.44	9.27
4 สำ	12.64	13.17	13.20	14.00	12.84	12.94	10.84	10.80	10.27	10.54	12.74	12.80	10.57	12.04	13.97	10.94	11.97	11.64	11.74	
5 คำ-ชาว	13.50	11.47	10.57	14.54	13.10	14.27	12.87	10.50	11.27	10.50	12.94	14.77	10.34	14.30	13.87	10.97	14.34	14.64	10.24	13.14
6 เขียว-ชาว	16.57	17.47	15.04	16.00	17.20	17.54	13.70	13.74	16.34	15.57	14.50	14.94	14.60	14.30	13.24	14.64	14.74	16.57	16.54	16.67
7 เขียว	13.57	11.27	15.50	13.74	15.47	14.60	15.34	13.94	13.07	12.34	12.04	12.24	15.90	15.50	13.50	12.07	15.54	12.60	15.84	13.90
8 ชาว-แสง	13.07	13.10	12.94	12.77	9.24	10.17	9.87	13.77	9.40	14.37	10.44	12.87	14.54	13.50	14.60	11.60	12.14	12.07	11.60	13.50
9 น้ำมัน-แสง	8.87	10.40	8.47	13.94	13.50	13.70	11.80	13.60	9.37	10.07	9.64	11.50	8.07	9.94	12.44	8.47	11.24	13.80	12.94	13.84
10 เทา	10.30	11.87	8.84	8.84	10.34	12.54	11.84	8.70	12.94	14.00	10.60	11.37	11.37	9.37	10.30	10.74	12.14	10.14	9.50	9.04
11 เขียว-สำ	13.57	13.97	14.70	14.04	12.14	13.44	13.04	12.10	12.70	14.90	13.84	12.10	13.40	13.24	12.94	12.84	14.44	12.84	13.37	13.37
12 น้ำมัน-สำ	12.90	9.84	12.74	11.94	9.64	14.10	13.67	14.00	14.07	12.57	13.80	11.84	14.70	12.10	13.10	9.34	13.20	11.20	11.00	10.00
13 ชมพู	13.50	13.40	13.10	13.24	11.90	12.64	12.20	13.84	12.44	13.94	11.14	13.70	11.07	11.14	13.14	13.87	11.44	12.80	13.80	12.44
14 แดงสามนิ้ว	10.54	10.60	11.90	11.60	11.97	10.04	10.90	13.50	10.37	13.44	10.80	11.04	10.44	11.77	13.94	12.57	11.37	13.24	13.77	11.67
15 แดง-น้ำมัน	14.80	13.64	14.24	11.10	10.04	9.04	13.60	13.14	9.37	12.80	11.74	13.04	11.77	11.04	10.74	10.80	14.14	12.84	11.37	10.87
16 ชาว-เขียว	15.40	12.84	16.40	15.54	13.74	15.77	15.77	14.94	14.67	15.44	12.80	13.17	12.64	15.04	13.20	12.17	16.44	14.14	14.94	14.90
17 แดง-เขียว	16.30	18.94	12.24	13.70	17.47	12.34	12.54	15.27	14.94	16.87	19.00	12.80	16.70	12.97	14.00	12.04	18.97	16.24	13.47	15.67
18 สำ-ส้ม	10.27	10.67	10.14	14.40	13.77	14.64	10.87	15.10	14.20	13.60	12.74	10.04	10.77	11.70	15.84	15.34	10.04	11.74	14.50	14.90
19 เขียว-แสง	13.77	15.80	12.17	16.54	16.30	17.00	15.50	14.84	15.17	15.20	18.57	17.37	13.17	19.00	15.34	15.50	15.60	14.64	13.57	17.84
20 น้ำตาล	11.87	14.20	14.44	13.57	11.34	10.37	14.74	10.10	13.70	14.90	10.10	14.57	11.64	14.84	12.60	14.34	12.40	13.74	13.60	12.07
21 ชาวสามนิ้ว	13.14	12.07	14.57	12.87	10.90	14.24	13.20	14.54	13.84	11.17	14.50	10.57	11.27	14.27	10.77	10.67	14.90	10.80	14.97	11.00
22 สำ-เหลือง	12.84	12.97	12.24	13.77	12.90	12.27	11.40	12.37	13.94	11.74	11.40	12.70	12.47	11.37	12.80	13.74	12.20	11.50	11.74	12.70
23 น้ำมัน-เหลือง	12.60	13.80	11.37	10.57	10.30	12.54	13.34	12.24	13.27	11.50	12.80	13.74	11.40	10.50	10.94	13.44	13.70	11.77	11.04	11.94
24 ชาว-สำ	11.97	11.80	10.64	14.34	12.30	14.24	11.67	14.40	10.30	13.94	12.50	12.70	10.90	10.34	14.60	12.00	11.30	14.30	11.74	14.64
25 เหลือง-แสง	11.57	14.27	16.70	16.67	14.50	13.40	11.84	12.27	15.74	11.90	12.84	13.20	14.07	11.54	15.07	14.84	16.40	15.80	13.14	16.34
26 แดง-สำ	12.60	11.57	10.97	13.20	15.00	13.34	14.80	11.30	14.80	10.90	14.77	14.34	10.74	14.10	12.84	14.47	10.50	14.70	13.54	12.97
27 ชมพู-สำ	12.37	13.80	13.17	10.74	11.80	13.24	13.07	11.30	12.54	12.67	13.17	12.74	13.94	11.57	13.07	10.47	10.14	13.67	13.74	12.24
28 เทา-เขียว	11.17	12.50	11.54	13.47	12.94	12.24	11.10	14.57	14.84	13.90	12.67	12.27	13.50	14.90	12.80	14.17	11.64	14.37	12.77	11.97
29 ชาว-น้ำมัน	12.24	12.40	14.04	14.54	13.14	13.10	12.44	13.97	12.24	11.50	12.80	12.37	11.44	14.17	14.14	12.70	14.17	13.27	11.87	12.34
30 แดง-เหลือง	14.10	11.34	12.84	13.67	14.30	14.34	12.77	13.97	11.60	13.54	14.27	14.84	14.44	11.74	13.00	14.44	13.94	13.10	11.57	12.34
31 น้ำตาล-เหลือง	11.64	11.47	11.30	11.94	10.90	12.40	10.64	12.97	10.54	12.34	11.54	12.30	11.27	12.60	13.74	10.34	11.74	12.44	13.90	12.67
32 น้ำตาล-ชาว	13.57	13.00	11.64	11.24	14.30	10.17	13.64	11.17	9.27	13.44	13.10	14.04	12.74	12.54	12.70	14.57	12.50	11.24	11.80	9.67
33 น้ำตาล-แสง	14.17	16.47	15.34	16.27	13.04	11.80	13.90	16.10	11.44	11.74	13.84	11.80	13.80	12.24	13.67	13.84	16.20	15.64	14.84	15.84

ตาราง ก.46 เวลาการเคลื่อนที่ของพนักงานสายการผลิตคนที่ 1 สำหรับหัวเชื่อมสายไฟขนาดเล็ก

พนักงานสายการผลิตคนที่ 1 หัวเชื่อมสายไฟขนาดเล็ก	ทำซ้ำครั้งที่																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1 แสง	2.27	2.30	2.10	2.64	2.17	2.64	3.04	4.00	3.57	3.07	2.20	2.50	3.17	2.84	3.07	3.40	3.24	3.94	2.77	3.80
2 ชาว	3.04	2.27	3.80	2.90	2.87	2.77	3.40	4.00	3.20	3.30	3.34	3.90	2.94	2.80	2.14	2.04	3.64	3.40	2.70	3.24
3 น้ำมัน	3.24	4.60	4.60	4.07	3.07	3.70	4.50	3.34	3.67	3.37	3.84	3.60	5.97	3.10	4.90	4.60	3.74	3.44	4.67	4.37
4 สำ	3.80	3.34	4.00	2.34	3.77	2.54	2.60	2.20	3.40	2.34	3.37	2.24	2.27	2.50	3.20	2.77	3.47	3.57	3.14	3.87
5 คำ-ชาว	3.64	3.50	3.74	2.27	3.34	2.14	3.64	3.27	3.30	3.27	3.77	2.90	3.57	2.40	3.40	4.40	2.80	2.14	3.77	3.04
6 เขียว-ชาว	3.10	3.44	4.90	3.60	4.64	3.47	3.10	4.47	3.10	3.14	3.77	4.00	4.57	3.57	3.67	4.47	3.07	4.07	3.24	4.90
7 เขียว	4.10	3.20	3.60	4.27	3.34	3.04	3.70	3.14	4.47	3.70	4.40	5.00	4.00	3.20	3.97	4.34	3.07	3.54	4.14	5.00
8 ชาว-แสง	3.04	4.70	3.10	3.67	3.37	3.84	3.64	4.24	4.24	4.30	4.24	3.60	4.57	4.60	3.17	3.24	4.47	3.90	4.57	3.14
9 น้ำมัน-แสง	3.24	2.80	3.84	3.84	3.40	3.97	2.57	3.67	3.24	2.77	2.97	2.50	3.34	2.97	2.47	2.64	3.40	2.30	2.47	2.80
10 เทา	4.60	3.54	3.44	4.57	3.97	3.54	4.00	4.67	4.67	4.77	3.07	4.80	4.90	4.67	4.77	3.07	4.10	4.07	3.77	3.70
11 เขียว-สำ	4.04	3.30	3.80	4.40	4.27	3.97	4.74	3.04	4.17	3.60	3.57	4.94	4.47	4.37	4.30	4.47	4.44	4.07	4.57	3.04
12 น้ำมัน-สำ	2.64	2.60	3.10	3.20	2.57	2.24	3.87	3.04	3.10	3.70	3.77	3.74	2.74	3.87	2.40	3.24	2.37	2.60	3.87	2.14
13 ชมพู	3.24	3.30	3.70	3.80	4.30	3.74	4.10	4.54	5.00	3.14	3.34	4.00	4.07	3.57	3.57	4.50	4.80	3.67	3.20	3.07
14 แดงสามนิ้ว	2.47	2.50	3.04	2.70	2.60	2.30	3.74	2.17	2.10	3.77	3.50	3.67	3.07	2.70	2.17	2.27	2.50	2.07	3.94	2.14
15 แดง-น้ำมัน	2.64	2.27	2.37	3.20	3.50	2.47	3.34	3.67	2.80	2.27	3.84	2.80	4.00	3.97	3.94	3.87	2.27	2.47	2.70	3.60
16 ชาว-เขียว	4.00	3.20	2.40	2.64	2.20	2.54	2.17	3.47	2.37	2.90	3.04	3.00	3.57	2.34	2.04	3.37	2.20	2.24	3.34	2.44
17 แดง-เขียว	4.50	3.70	3.87	3.10	4.44	4.20	3.67	3.14	3.37	4.67	4.40	3.67	3.14	3.70	4.60	4.74	3.57	4.07	3.37	3.57
18 สำ-ส้ม	2.97	3.44	3.00	3.40	2.90	2.77	2.50	2.37	2.24	2.64	3.47	3.54	2.97	3.40	2.14	4.00	3.30	2.87	2.44	2.07
19 เขียว-แสง	5.10	4.87	5.04	4.94	3.90	5.87	3.64	5.67	5.40	4.30	5.54	3.94	3.24	4.60	5.27	5.17	3.47	3.20	4.17	3.34
20 น้ำตาล	3.17	2.50	3.80	2.87	3.27	2.27	2.80	2.87	2.87	2.37	3.17	2.17	2.84	2.87	2.27	3.54	2.04	3.84	3.54	2.34
21 ชาวสามนิ้ว	4.50	3.57	3.10	5.74	4.87	4.87	6.00	3.70	4.50	5.14	5.80	3.10	3.07	5.70	4.54	5.77	4.60	5.57	4.60	4.67
22 สำ-เหลือง	4.94	3.04	4.30	3.77	3.40	4.10	4.90	3.04	4.77	3.14	4.44	3.04	4.87	4.04	4.24	3.17	3.10	4.97	3.44	3.80
23 น้ำมัน-เหลือง	3.27	2.37	2.74	3.90	2.90	2.97	3.44	2.60	2.77	3.94	2.47	3.90	3.57	3.44	2.44	3.90	3.14	3.60	3.00	4.00
24 ชาว-สำ	3.80	3.20	3.57	3.84	3.44	4.34	3.34	3.94	4.40	3.37	3.60	3.50	3.74	4.94	3.20	3.57	3.37	4.37	3.97	3.50
25 เหลือง-แสง	3.54	3.20	3.10																	

ตาราง ก.47 เวลาการเคลื่อนที่ของพนักงานสายการผลิตคนที่ 1 สำหรับหัวเชื่อมสายไฟขนาดกลาง

สัของสายไฟ		ท่าขาครั้งที																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	แดง	7.74	7.57	6.14	6.34	6.90	6.87	7.07	8.70	7.14	7.97	7.90	6.70	4.24	5.07	5.14	4.67	7.24	5.00	5.77	6.77
2	ขาว	5.17	6.50	8.20	8.97	5.90	8.67	7.44	4.44	7.04	6.17	8.64	7.70	7.20	6.44	7.10	8.40	4.37	6.44	5.07	8.94
3	น้ำเงิน	4.27	7.54	7.40	4.50	8.64	7.00	7.10	8.64	4.97	8.50	6.44	5.14	8.10	4.20	4.70	4.24	4.80	8.40	4.24	8.70
4	ดำ	5.94	6.80	5.84	8.84	8.77	7.70	8.30	8.20	6.87	5.97	6.94	6.37	6.04	6.84	8.17	7.24	8.77	7.57	9.00	6.60
5	ดำ-ขาว	7.47	8.24	8.50	4.44	4.67	7.54	5.30	4.10	5.84	6.97	4.37	7.17	6.40	7.20	8.14	8.54	7.04	6.60	6.27	7.64
6	เขียว-ขาว	8.80	6.20	7.27	8.20	10.07	10.94	8.04	7.64	10.90	9.74	10.94	9.77	7.60	8.00	6.27	7.90	9.14	7.74	9.44	8.44
7	เขียว	7.47	8.87	7.14	7.47	9.67	9.90	6.44	8.10	8.00	8.87	6.77	9.90	9.64	8.20	9.10	9.94	9.60	7.24	9.04	9.04
8	ขาว-แดง	7.97	6.77	8.47	8.50	9.07	8.14	9.30	6.87	7.34	9.17	6.44	6.70	8.07	9.30	6.50	9.60	9.00	9.27	7.04	9.84
9	น้ำเงิน-แดง	5.04	4.94	5.57	5.00	5.10	5.47	4.34	5.90	5.77	4.64	5.37	4.20	4.60	5.77	4.60	5.47	4.27	5.14	6.00	5.44
10	เทา	4.47	5.40	4.70	5.54	4.94	5.10	6.00	4.17	5.10	4.44	5.70	5.04	5.47	5.77	4.10	5.60	4.57	4.97	5.84	5.90
11	เขียว-ดำ	7.97	7.57	4.10	5.30	4.70	5.04	5.54	7.50	6.54	6.80	5.77	4.94	4.94	4.50	5.87	5.24	6.77	7.20	6.84	4.50
12	น้ำเงิน-ดำ	6.10	4.10	4.20	4.90	8.00	7.84	6.20	5.47	6.94	7.14	6.07	7.94	6.10	4.20	6.44	5.84	6.64	7.30	4.84	5.84
13	ชมพู	5.40	6.54	6.07	6.17	7.84	7.40	4.67	5.10	4.40	6.77	7.77	6.34	4.94	7.17	5.77	5.57	4.10	4.64	5.14	6.64
14	แดงสายม้วน	6.80	5.90	6.10	4.47	6.34	6.64	4.40	5.04	4.20	6.50	5.44	4.14	5.90	5.17	6.14	5.97	6.50	4.24	4.04	4.90
15	แดง-น้ำเงิน	6.37	6.40	6.50	5.30	5.40	6.27	5.60	4.27	6.90	4.54	6.04	5.70	5.00	6.64	5.67	5.44	5.70	4.97	4.20	6.67
16	ขาว-เขียว	5.44	5.84	7.30	6.20	7.10	5.04	6.97	6.90	7.14	5.40	6.70	6.20	7.50	5.17	5.04	5.04	5.40	6.84	5.14	7.20
17	แดง-เขียว	5.04	5.27	7.27	5.74	5.47	6.04	6.87	6.84	5.24	6.44	7.57	7.84	7.30	6.40	5.27	5.40	6.67	6.94	6.40	6.94
18	ดำ-ส้ม	8.77	8.07	10.00	6.80	5.90	7.04	7.40	5.80	8.74	5.44	6.44	6.47	9.70	7.47	7.57	8.40	8.70	9.67	9.74	8.90
19	เขียว-แดง	5.20	7.97	9.90	8.77	7.17	7.57	9.14	5.80	7.37	7.94	8.14	9.54	9.64	9.20	6.67	9.67	8.37	9.57	5.24	8.87
20	น้ำตาล	4.44	4.97	5.47	6.94	5.40	6.20	6.20	6.64	6.50	5.17	6.40	6.87	6.24	6.97	6.94	7.00	4.24	5.94	6.74	4.44
21	ขาวสายม้วน	5.14	4.17	6.50	6.40	5.00	5.10	6.70	4.67	4.07	4.57	5.84	5.24	5.17	7.00	4.44	5.27	6.60	6.07	6.97	5.74
22	ดำ-เหลือง	6.84	6.00	7.87	5.50	8.97	6.67	8.90	8.87	5.60	5.80	5.94	5.90	8.14	5.67	6.30	6.74	7.10	6.77	5.67	5.67
23	น้ำเงิน-เหลือง	6.20	7.27	6.00	5.87	5.17	5.90	6.40	6.47	7.60	6.00	5.44	5.14	7.40	5.70	5.67	5.17	7.57	8.97	7.27	8.74
24	ขาว-ดำ	7.00	7.54	6.60	5.10	8.40	7.34	7.44	8.24	6.84	8.14	6.77	6.97	6.87	5.87	5.47	7.17	6.90	8.07	5.44	8.34
25	เหลือง-แดง	6.67	8.44	8.20	8.00	8.97	5.20	6.94	5.04	5.70	5.54	6.84	6.77	8.84	6.74	6.77	8.50	5.07	6.84	7.37	7.04
26	แดง-ดำ	5.17	6.84	5.50	5.24	5.24	5.07	7.40	5.64	7.90	6.64	7.24	5.90	6.57	6.54	5.74	7.87	5.87	7.77	6.00	7.80
27	ชมพู-ดำ	5.94	5.57	5.74	5.47	6.07	5.47	7.94	6.54	5.97	5.10	5.47	7.80	6.50	5.84	7.74	5.67	6.20	5.87	6.70	6.07
28	เทา-เขียว	7.64	6.87	7.17	7.00	7.30	7.27	6.97	6.94	5.27	7.90	5.84	5.57	6.84	6.34	6.40	7.04	6.70	7.00	6.60	6.87
29	ขาว-น้ำเงิน	7.07	5.24	7.67	5.04	5.07	6.57	7.27	5.34	6.60	5.67	5.07	6.04	6.10	7.74	5.80	7.67	7.54	5.94	7.70	5.97
30	แดง-เหลือง	7.64	7.00	7.04	5.44	6.54	5.54	5.84	8.90	6.90	8.90	6.04	6.87	5.77	8.80	6.87	8.27	6.70	6.77	7.70	5.07
31	น้ำตาล-เหลือง	8.10	8.07	6.27	5.20	5.60	7.97	5.97	5.87	5.74	5.77	7.60	8.30	8.34	5.50	8.47	6.27	7.94	6.00	8.37	8.54
32	น้ำตาล-ขาว	7.17	6.44	5.60	7.77	5.34	8.37	8.57	6.84	5.74	7.77	8.10	8.44	7.44	7.40	6.77	8.50	8.60	7.30	6.04	6.10
33	น้ำตาล-แดง	7.40	6.67	7.40	5.27	8.10	5.60	8.60	6.10	5.14	6.37	6.80	7.84	8.14	7.77	7.90	6.80	6.57	7.77	5.37	8.14

ตาราง ก.48 เวลาการเคลื่อนที่ของพนักงานสายการผลิตคนที่ 1 สำหรับหัวเชื่อมสายไฟขนาดใหญ่

สัของสายไฟ		ท่าขาครั้งที																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	แดง	12.80	10.50	13.80	12.90	7.07	10.17	8.70	13.97	8.80	9.87	7.90	11.67	8.30	11.70	9.64	8.07	11.17	11.64	11.90	9.20
2	ขาว	12.44	8.10	12.64	7.54	9.20	11.10	8.60	9.10	7.80	7.17	11.50	12.50	13.14	7.74	8.50	12.17	7.24	8.07	10.27	8.07
3	น้ำเงิน	12.84	10.14	7.40	8.77	8.04	9.24	9.57	9.24	9.57	7.54	13.50	13.20	10.70	10.30	7.44	7.17	10.44	13.37	13.97	13.07
4	ดำ	7.44	11.37	7.14	7.14	7.17	11.50	13.44	13.20	13.34	7.30	13.60	8.10	11.70	13.57	11.84	7.37	7.87	7.14	8.10	14.97
5	ดำ-ขาว	12.54	8.17	11.87	10.60	12.47	13.97	9.70	10.44	9.80	10.80	11.30	8.04	7.24	9.00	11.97	10.44	13.40	13.94	11.20	9.97
6	เขียว-ขาว	8.37	10.07	13.90	11.10	10.37	8.34	9.30	13.00	13.07	8.30	11.44	8.77	12.27	8.40	12.00	9.44	11.24	8.14	12.60	13.37
7	เขียว	13.90	15.40	9.94	10.50	13.14	13.54	12.94	11.70	14.84	13.60	10.70	11.24	10.97	13.10	8.04	11.17	12.97	8.27	11.40	13.74
8	ขาว-แดง	13.04	12.54	14.00	13.57	8.87	11.20	14.00	12.94	7.87	11.87	10.37	12.40	12.24	11.67	13.24	13.74	11.14	10.47	12.14	9.37
9	น้ำเงิน-แดง	9.20	9.07	11.30	9.00	9.20	12.47	9.20	12.50	11.10	9.17	9.10	9.34	8.47	8.97	12.77	9.57	14.14	8.04	13.94	14.47
10	เทา	11.77	7.70	7.94	7.64	12.34	10.04	7.34	10.90	11.57	9.60	12.97	13.04	8.30	10.17	13.50	7.14	14.87	12.34	14.10	9.97
11	เขียว-ดำ	10.97	10.14	10.07	11.54	8.07	11.87	9.97	14.70	11.50	12.24	12.60	11.54	12.80	12.50	11.84	12.24	11.10	12.00	13.67	11.40
12	น้ำเงิน-ดำ	9.44	9.70	7.64	12.24	13.67	8.20	12.07	10.27	12.07	10.97	10.77	12.00	9.77	10.04	12.04	9.34	9.30	7.70	11.37	8.34
13	ชมพู	9.47	8.30	14.74	7.40	10.07	11.30	7.37	14.97	10.40	7.07	12.10	11.34	13.00	7.70	11.04	8.94	8.64	11.94	8.60	8.87
14	แดงสายม้วน	7.54	9.14	8.64	7.27	13.30	8.67	11.47	11.37	10.20	10.37	10.60	7.64	9.70	11.07	11.24	11.27	11.30	12.80	12.07	13.47
15	แดง-น้ำเงิน	11.34	11.57	10.70	13.64	8.10	13.64	9.70	12.04	9.44	8.47	7.60	11.00	12.17	7.24	7.57	7.87	11.87	8.54	8.57	8.37
16	ขาว-เขียว	14.20	11.27	12.77	12.54	14.94	10.54	10.44	8.44	11.07	13.20	13.44	11.70	9.47	8.67	12.84	8.20	12.50	9.64	12.17	11.90
17	แดง-เขียว	13.34	13.14	8.60	13.80	8.20	10.20	9.34	11.17	10.20	14.84	10.37	14.50	10.74	15.87	16.00	14.60	14.14	13.74	12.90	14.94
18	ดำ-ส้ม	12.47	13.24	9.57	8.74	14.57	11.07	11.00	14.50	11.64	11.24	12.77	10.54	11.20	10.04	11.24	9.57	13.30	13.87	10.97	14.24
19	เขียว-แดง	8.57	15.00	9.40	9.30	14.70	14.04	11.07	14.64	10.07	9.27	9.97	11.07	8.87	9.00	14.70	13.34	9.64	11.64	12.64	9.54
20	น้ำตาล	10.84	13.70	12.84	9.60	9.40	12.47	9.57	10.14	10.10	12.27	7.10	13.34	7.87	8.50	7.07	13.67	9.54	9.50	7.90	9.30
21	ขาวสายม้วน	12.40	13.44	14.80	11.67	8.70	7.04	9.54	8.67	12.30	12.14	7.47	9.74	10.67	9.40	13.74	10.87	10.74	7.17	12.10	9.97
22	ดำ-เหลือง	10.60	12.54	7.47	8.40	13.94	10.87	11.67	9.07	7.34	10.74	11.50	10.20	7.44	10.17	7.84	10.37	13.40	12.34	9.14	11.17
23	น้ำเงิน-เหลือง	13.97	11.04	11.67	10.90	13.84	12.67	13.17	8.67	13.67	9.20	8.50	13.34	10.77	10.24	13.84	14.00	11.70	9.14	8.34	13.24
24	ขาว-ดำ	8.44	9.90	8.97	10.37	13.34	12.00	11.04	11.70	11.74	9.37	10.04	11.17	9.90	13.44	12.27	11.74	7.67	7.20	13.20	10.30
25	เหลือง-แดง	11.30	11.74	10.97	9.14	12.10	11.57	11.67	12.04	9.84	11.84	11									

ตาราง ก.49 เวลาการเคลื่อนที่ของพนักงานสายการผลิตคนที่ 2 สำหรับหัวเชื่อมสายไฟขนาดเล็ก

สื่องสายไฟ		ท่าซ้ำครั้งที่																				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1	แดง	3.54	4.50	3.57	3.40	3.97	4.77	4.04	4.54	5.84	4.84	5.57	5.37	5.57	4.14	5.74	3.50	3.30	5.54	3.80	3.90	
2	ขาว	4.44	5.14	3.97	5.94	6.00	5.00	4.34	4.77	3.60	5.70	3.97	3.30	3.90	3.74	4.37	3.40	4.37	3.27	4.17	3.60	
3	น้ำเงิน	3.54	3.27	4.50	4.94	3.70	3.17	5.07	5.97	3.60	4.00	3.10	3.50	3.40	5.30	3.90	3.90	3.70	5.50	4.37	4.50	
4	ดำ	3.24	3.34	3.17	3.57	4.30	4.94	4.14	3.84	4.90	4.80	4.44	5.34	4.47	4.00	3.10	4.44	3.64	4.47	3.50	5.44	
5	ดำ-ขาว	4.14	3.20	3.40	3.54	4.44	4.94	3.17	3.40	5.67	3.90	4.50	4.00	5.67	5.14	3.87	3.70	3.64	5.67	5.47	4.77	
6	เขียว-ขาว	3.37	6.90	5.14	4.90	6.90	4.10	6.17	4.07	6.67	3.57	4.84	5.67	6.60	5.00	6.84	6.17	6.44	6.70	3.37	3.60	
7	เขียว	6.27	6.57	4.54	3.14	3.14	3.47	4.97	6.70	4.97	4.14	3.17	4.77	3.34	4.77	4.97	6.20	4.07	4.90	5.14	4.47	
8	ขาว-แดง	3.34	3.87	2.37	2.44	3.94	2.87	3.67	3.74	2.90	3.80	3.70	2.54	3.40	3.00	2.34	2.84	3.64	3.37	3.97	3.67	
9	น้ำเงิน-แดง	2.34	3.84	2.87	2.90	2.47	3.17	3.47	2.97	3.37	2.24	3.64	2.87	3.37	3.80	2.57	3.37	2.87	2.80	3.84	2.34	
10	เทา	2.44	3.14	2.77	2.04	2.74	2.14	2.30	2.54	2.57	3.40	3.77	2.94	3.97	3.50	3.67	3.44	2.67	2.57	2.04	3.77	
11	เขียว-ดำ	3.04	5.94	3.27	5.60	3.90	5.34	5.67	5.07	4.80	4.44	3.64	3.50	5.74	4.74	4.34	3.24	4.54	5.20	5.14	4.04	
12	น้ำเงิน-ดำ	3.67	3.67	2.90	4.00	3.94	3.20	3.77	2.60	2.24	2.64	3.87	3.17	2.07	3.87	3.24	3.80	2.44	2.34	3.87	2.57	
13	ชมพู	3.50	3.50	3.74	4.00	3.00	3.97	3.64	2.07	3.20	3.00	3.80	2.20	2.47	3.80	3.87	2.20	2.94	3.27	3.87	2.97	
14	แดงสายม้วน	2.20	2.44	2.37	2.04	2.54	2.44	2.57	2.04	3.30	3.14	2.30	3.67	3.20	3.34	2.37	3.00	3.14	2.07	3.94	2.27	3.44
15	แดง-น้ำเงิน	2.67	2.50	3.24	2.50	2.04	2.17	3.47	2.80	3.10	3.40	3.60	2.80	2.80	3.04	2.27	3.44	3.70	3.44	3.90	2.17	
16	ขาว-เขียว	4.20	3.60	3.84	3.44	3.24	3.47	3.87	4.20	4.54	4.10	4.30	3.67	3.27	4.24	4.64	3.57	3.97	3.34	4.54	3.64	
17	แดง-เขียว	3.74	3.10	3.47	3.24	3.94	4.70	3.50	4.64	4.30	3.37	3.10	4.00	3.14	3.20	4.00	3.27	4.57	3.40	4.50	3.57	
18	ดำ-ส้ม	3.07	2.97	3.90	2.30	2.64	2.57	3.14	3.74	2.47	3.50	2.24	3.30	3.40	3.87	2.50	3.70	3.40	2.47	3.20	2.87	
19	เขียว-แดง	5.30	5.77	3.67	3.07	5.70	5.34	4.54	5.74	5.70	5.00	5.27	4.20	4.74	3.74	4.64	4.27	5.70	4.77	5.87	3.80	
20	น้ำตาล	3.07	3.20	4.30	3.94	3.40	5.00	3.27	4.77	3.37	3.67	4.24	3.20	4.74	3.97	3.24	3.44	4.97	4.27	4.44	4.67	
21	ขาวสายม้วน	3.60	3.10	2.54	4.00	2.94	3.27	2.97	2.07	2.04	2.34	2.10	2.44	3.94	3.90	2.54	2.90	2.34	2.24	3.90	3.54	
22	ดำ-เหลือง	4.94	3.14	4.27	3.44	4.70	5.00	3.27	4.77	3.80	3.57	3.77	3.07	4.04	3.60	4.80	3.90	4.17	3.80	3.90	3.10	
23	น้ำเงิน-เหลือง	3.70	3.37	3.40	4.60	3.04	3.20	4.04	4.20	4.64	3.90	3.97	3.27	3.77	3.44	3.60	3.77	3.97	4.20	4.50	4.80	
24	ขาว-ดำ	4.90	4.90	3.14	4.00	4.17	3.90	3.50	3.74	4.20	3.80	4.50	3.90	3.24	4.14	4.20	4.27	4.20	4.04	3.04	3.80	
25	เหลือง-แดง	4.50	3.24	3.54	4.14	3.14	4.30	3.84	3.20	5.00	4.67	3.87	4.27	3.47	4.40	4.47	4.94	4.64	3.60	3.70	3.60	
26	แดง-ดำ	3.30	4.64	4.47	3.44	3.84	3.17	4.97	4.77	3.97	3.84	4.00	3.97	4.17	4.10	4.87	3.24	3.90	4.80	3.67	4.17	
27	ชมพู-ดำ	4.30	3.04	4.50	3.40	4.57	3.80	3.90	3.20	3.64	3.17	3.84	3.77	3.80	3.67	3.77	3.67	4.84	3.04	3.27	4.04	
28	เทา-เขียว	2.17	2.07	2.74	2.70	2.30	3.70	2.24	3.74	2.44	2.87	3.84	2.74	2.10	3.80	2.10	3.57	3.64	3.80	2.24	3.14	
29	ขาว-น้ำเงิน	2.74	3.64	3.30	3.70	2.74	3.47	3.47	3.90	2.24	2.77	3.10	3.97	2.57	3.47	3.70	2.37	2.40	2.84	3.34	2.34	
30	แดง-เหลือง	4.34	3.50	3.14	4.70	3.90	3.04	4.77	3.04	4.67	4.74	4.34	4.27	3.27	3.77	3.84	4.10	4.40	3.84	3.07	3.10	
31	น้ำตาล-เหลือง	3.94	3.37	3.70	3.94	3.10	3.00	3.00	3.97	3.34	2.94	3.44	3.50	2.50	3.34	2.74	2.90	3.20	3.84	2.47	3.17	
32	น้ำตาล-ขาว	4.94	3.10	4.30	3.27	4.50	4.54	3.37	4.87	3.34	5.00	4.50	3.54	4.94	3.20	4.54	4.37	4.27	3.44	4.30	4.80	
33	น้ำตาล-แดง	4.87	3.34	4.74	4.47	4.20	4.00	3.84	4.10	4.37	4.74	3.14	3.67	3.14	4.34	3.40	4.17	3.84	4.44	4.40	4.00	

ตาราง ก.50 เวลาการเคลื่อนที่ของพนักงานสายการผลิตคนที่ 2 สำหรับหัวเชื่อมสายไฟขนาดกลาง

สื่องสายไฟ		ท่าซ้ำครั้งที่																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	แดง	8.50	8.84	6.80	7.24	4.10	7.97	7.04	7.37	4.54	4.67	7.07	5.87	7.27	4.50	8.87	8.24	7.44	8.40	5.07	5.94
2	ขาว	8.84	5.10	6.44	8.17	4.60	6.04	8.77	4.34	7.50	5.74	4.04	6.00	8.90	6.07	7.14	5.74	6.57	6.34	4.37	6.94
3	น้ำเงิน	6.07	5.60	5.87	6.17	6.64	7.54	4.20	7.20	4.20	5.30	7.00	6.90	4.97	4.40	6.57	6.57	7.30	4.94	7.07	5.87
4	ดำ	8.50	7.84	5.34	7.07	8.17	5.37	6.70	5.97	8.80	8.40	7.84	5.90	8.04	5.60	7.17	7.74	6.54	6.70	5.47	6.54
5	ดำ-ขาว	5.24	6.64	4.20	5.37	6.77	6.00	4.50	6.10	5.94	4.70	4.37	6.04	5.84	7.07	5.04	6.47	4.77	4.17	7.74	7.50
6	เขียว-ขาว	8.70	5.14	8.27	7.94	5.30	7.47	5.80	9.90	6.07	9.70	6.77	6.20	9.10	8.24	7.27	8.44	6.84	5.87	6.00	5.24
7	เขียว	5.17	4.80	7.00	7.07	4.87	7.04	7.87	4.94	7.24	7.00	4.20	7.84	6.34	8.84	7.04	8.17	8.94	6.37	6.67	6.00
8	ขาว-แดง	5.74	6.17	6.70	8.87	4.24	8.54	8.00	5.00	8.84	5.84	6.80	4.60	4.34	8.94	8.37	5.90	4.54	6.94	4.14	5.30
9	น้ำเงิน-แดง	6.44	5.84	6.14	6.40	7.14	6.60	4.67	8.20	8.24	7.07	4.84	6.90	7.57	6.74	6.04	8.40	7.00	8.74	6.50	
10	เทา	6.90	8.74	6.17	5.07	7.00	8.37	8.94	7.57	4.17	8.74	6.80	8.17	5.34	7.00	4.10	8.54	6.64	8.04	7.14	6.44
11	เขียว-ดำ	4.34	8.74	7.67	6.00	6.74	8.67	8.40	7.40	4.54	5.60	6.47	5.20	4.67	9.00	6.70	6.94	4.20	8.00	4.80	5.87
12	น้ำเงิน-ดำ	6.60	5.90	5.30	7.30	5.84	7.27	6.40	8.60	5.74	7.24	8.40	5.20	8.04	6.44	7.34	5.50	6.20	7.60	5.54	6.54
13	ชมพู	8.87	7.94	6.34	5.27	5.20	7.50	7.47	8.67	5.27	5.10	6.04	8.70	8.54	5.40	5.24	8.47	8.77	5.70	7.04	7.17
14	แดงสายม้วน	5.20	4.54	8.34	6.37	6.27	5.04	4.37	6.04	4.54	8.10	6.54	6.84	4.87	5.24	7.64	5.07	5.67	7.60	6.94	4.97
15	แดง-น้ำเงิน	7.44	6.30	7.37	5.10	6.74	5.97	4.94	4.57	4.90	4.30	8.10	7.10	7.04	7.57	6.04	4.20	4.30	4.47	5.10	4.90
16	ขาว-เขียว	9.57	7.20	8.20	8.34	8.47	7.80	8.04	9.00	5.94	8.90	6.00	9.64	6.30	6.57	8.87	9.94	9.70	5.07	6.67	5.67
17	แดง-เขียว	8.47	8.04	7.97	5.87	6.80	9.14	9.04	7.57	6.70	9.60	8.74	6.04	6.24	6.87	5.14	9.90	8.00	6.04	5.07	9.67
18	ดำ-ส้ม	8.00	7.34	8.47	6.80	9.94	8.47	7.54	7.50	7.54	5.47	6.67	9.04	8.70	8.97	9.00	5.37	8.47	8.94	6.40	6.07
19	เขียว-แดง	5.44	5.10	10.00	7.67	6.84	8.90	9.80	6.30	5.40	7.70	7.47	9.14	5.34	7.50	9.97	6.40	9.90	6.97	9.80	8.84
20	น้ำตาล	7.04	6.57	7.17	5.94	6.27	5.14	7.77	7.74	8.54	6.70	7.44	8.90	8.94	7.54	8.77	6.30	6.80	6.24	8.27	5.34
21	ขาวสายม้วน	7.30	6.80	7.10	5.24	7.97	8.97	6.27	5.04	6.20	6.47	5.17	8.87	5.97	8.60	5.74	7.34	6.87	6.67	5.67	5.40
22	ดำ-เหลือง	5.80	8.94	6.44	7.47	8.34	5.10	8.17	9.60	9.97	7.84	9.80	5.90	5.40	7.27	8.97	9.27	7.70	5.30	7.87	7.27
23	น้ำเงิน-เหลือง	8.80	4.37	4.44	7.44	5.24	4.24	7.27	5.84	4.04	6.04	4.87	7.57	7.74	5.20	6.50	7.17	6.30	5.74	4.30	8.37
24	ขาว-ดำ	8.40	8.47	4.07	6.14	6.14	7.37	8.84	8.20	6.10	4.54	5.10	6.40	7.94	5.14	8.17	8.84	6.27	7.97	6.67	6.04
25	เหลือง-แดง	5.67	6.20	6.84	8.17	6.70	5.10	7.77	6.67	5.94	7.90	5.37	5.77	7.40	7.94	6.64	7.14	5.84	8.54	7.40	5.07
26	แดง-ดำ	6.67	7.97	8.80	8.20	7.90	5.07	6.44	8.74	6.47	7.70	8.90	7.37	8.74	8.97	7.30	7.80	6.04	7.77	8.40	7.20
27	ชมพู-ดำ																				

ตาราง ก.51 เวลาการเคลื่อนที่ของพนักงานสายการผลิตคนที่ 2 สำหรับหัวเชื่อมสายไฟขนาดใหญ่

สีของสายไฟ		ท่าชั่วคราวที่																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	แดง	11.37	7.37	15.00	7.17	10.07	13.60	10.20	13.57	7.94	10.57	8.70	8.27	12.37	14.90	13.20	11.74	14.14	11.87	14.57	8.34
2	ขาว	13.07	13.20	7.90	13.67	9.84	11.67	12.97	8.87	13.47	11.94	14.00	13.04	9.84	14.97	11.80	11.50	13.70	9.00	7.14	9.27
3	น้ำเงิน	7.64	12.44	10.77	8.10	7.44	9.80	13.54	9.57	7.30	11.94	13.80	11.60	10.74	12.47	13.97	8.70	11.20	9.70	12.97	10.04
4	ดำ	9.24	8.00	8.17	10.60	9.07	9.50	10.47	10.90	9.54	7.60	9.74	11.17	8.00	11.34	8.54	10.20	11.54	10.70	10.54	8.44
5	ดำ-ขาว	8.44	12.90	10.74	7.20	11.50	10.34	11.40	12.17	8.37	8.10	12.24	7.40	8.20	12.80	12.27	11.00	9.34	11.40	8.00	7.50
6	เขียว-ขาว	11.30	9.34	8.87	10.77	9.14	8.84	13.47	12.60	13.54	11.44	9.67	8.34	12.44	8.44	9.77	11.84	8.07	10.47	12.84	10.44
7	เขียว	13.30	9.34	11.10	12.00	10.07	14.07	9.77	10.10	14.50	14.70	15.10	10.34	11.77	9.44	9.24	10.60	14.54	9.64	9.07	11.40
8	ขาว-แดง	10.47	12.04	9.84	8.84	11.87	7.87	12.47	7.54	8.60	7.60	10.37	7.97	10.80	11.27	12.24	9.24	10.90	7.34	13.70	10.10
9	น้ำเงิน-แดง	9.50	9.14	11.37	8.14	9.37	8.87	11.54	10.17	12.04	9.87	9.90	9.30	7.30	8.30	7.44	9.77	12.64	8.30	8.94	13.97
10	เทา	9.27	9.27	12.47	12.57	9.50	10.44	11.07	9.24	10.34	7.50	8.27	12.77	10.30	10.37	7.90	11.84	13.34	13.07	10.37	8.87
11	เขียว-ดำ	10.50	13.47	11.84	12.20	9.04	8.27	8.97	9.97	12.30	8.77	13.10	14.37	13.07	9.80	14.74	9.37	13.94	9.07	12.34	13.40
12	น้ำเงิน-ดำ	11.40	12.34	9.10	13.47	8.90	10.24	8.60	7.37	11.90	9.64	12.24	10.37	7.17	12.37	9.74	9.84	9.70	7.47	7.27	11.77
13	ชมพู	7.30	9.54	8.07	11.44	7.84	8.80	7.87	8.54	8.44	12.84	12.34	8.74	10.84	10.34	8.94	10.70	8.64	8.20	10.77	7.74
14	แดง-ขาว	8.54	7.20	12.87	12.34	10.84	10.37	11.40	11.40	7.87	9.40	10.74	8.24	10.14	11.94	12.74	13.34	8.40	13.87	13.54	13.44
15	แดง-น้ำเงิน	11.27	10.10	9.20	13.20	11.84	9.14	9.84	8.60	12.00	8.74	7.34	10.17	13.94	13.67	8.24	7.07	10.80	10.17	10.24	11.40
16	ขาว-เขียว	13.07	9.74	14.07	13.70	9.77	10.84	14.60	11.94	8.30	11.50	13.34	10.10	10.30	12.40	11.10	14.94	13.40	10.67	10.14	9.84
17	แดง-เขียว	9.50	10.84	11.40	14.90	15.60	10.57	16.00	11.60	13.80	11.47	15.14	15.77	15.07	14.10	15.54	10.54	11.84	11.87	9.90	12.77
18	ดำ-ส้ม	12.14	11.17	11.04	11.94	9.60	9.50	12.10	11.04	8.47	8.10	8.84	10.50	10.50	12.24	9.24	9.57	11.64	8.94	11.47	7.10
19	เขียว-แดง	10.07	12.04	9.07	10.30	10.94	9.07	12.14	10.20	9.74	12.47	10.70	14.67	12.44	15.74	10.64	14.77	10.80	15.50	10.60	14.27
20	น้ำตาล	10.07	12.94	13.60	15.27	9.94	10.04	10.47	14.37	12.27	15.60	14.80	11.24	12.94	10.84	13.50	14.14	15.00	12.64	11.47	11.77
21	ขาว-ส้ม	9.20	14.74	14.50	10.54	9.14	12.70	10.00	14.60	12.17	13.90	10.34	15.20	9.17	14.00	13.97	10.77	15.27	15.40	10.67	11.14
22	ดำ-เหลือง	10.04	11.04	13.67	7.97	13.14	13.97	9.84	9.54	7.80	15.00	11.80	10.07	12.57	9.34	8.97	10.87	7.20	13.50	10.30	11.27
23	น้ำเงิน-เหลือง	11.40	8.14	13.44	13.77	11.67	7.84	11.10	9.44	11.94	13.97	9.07	7.84	8.00	11.87	10.37	12.50	8.94	8.44	9.80	13.04
24	ขาว-ดำ	11.04	12.67	11.30	7.24	13.14	11.64	11.37	9.87	11.04	11.64	12.90	14.97	9.34	13.57	7.07	12.07	11.10	10.90	12.30	12.30
25	เหลือง-แดง	13.04	7.57	11.20	14.84	11.37	9.44	12.74	14.90	12.34	7.30	14.97	9.44	12.10	14.64	7.47	8.10	12.27	13.50	12.34	13.74
26	แดง-ดำ	8.90	10.84	10.04	7.60	9.87	10.04	13.04	14.97	12.37	7.74	8.04	12.94	10.84	9.07	9.54	8.54	10.84	12.94	7.07	12.47
27	ชมพู-ดำ	11.00	11.70	9.04	14.40	9.54	10.40	11.34	14.54	10.57	8.34	8.44	12.40	14.27	9.47	10.97	11.47	13.84	10.40	7.70	10.04
28	เทา-เขียว	13.17	10.74	8.20	8.94	13.54	8.84	13.37	11.17	8.97	12.50	7.24	9.54	12.84	9.77	10.50	10.37	12.14	14.57	9.84	9.20
29	ขาว-น้ำเงิน	9.60	7.57	12.14	9.60	11.87	13.40	8.90	14.87	9.67	13.40	10.17	10.77	12.67	10.67	8.90	9.30	11.34	11.50	14.27	9.50
30	แดง-เหลือง	14.64	7.40	12.60	7.24	10.37	12.77	12.50	10.74	12.80	8.34	8.27	8.90	14.10	13.84	9.34	7.47	12.07	8.37	13.37	8.17
31	น้ำตาล-เหลือง	12.04	14.94	7.67	13.87	9.27	9.27	14.00	13.37	10.97	7.50	8.90	15.00	11.04	9.27	7.24	12.74	10.70	14.34	12.90	14.24
32	น้ำตาล-ขาว	9.40	14.00	13.57	13.44	7.47	9.14	14.64	9.84	12.30	7.34	13.60	14.90	9.17	12.40	12.34	9.07	8.74	8.44	12.70	10.84
33	น้ำตาล-แดง	12.20	14.60	12.24	11.57	11.34	8.90	12.57	14.24	10.04	10.14	14.57	9.20	11.37	7.77	11.24	13.90	9.60	12.30	7.84	11.54

ตาราง ก.52 เวลาการเคลื่อนที่ของพนักงานสายการผลิตคนที่ 3 สำหรับหัวเชื่อมสายไฟขนาดเล็ก

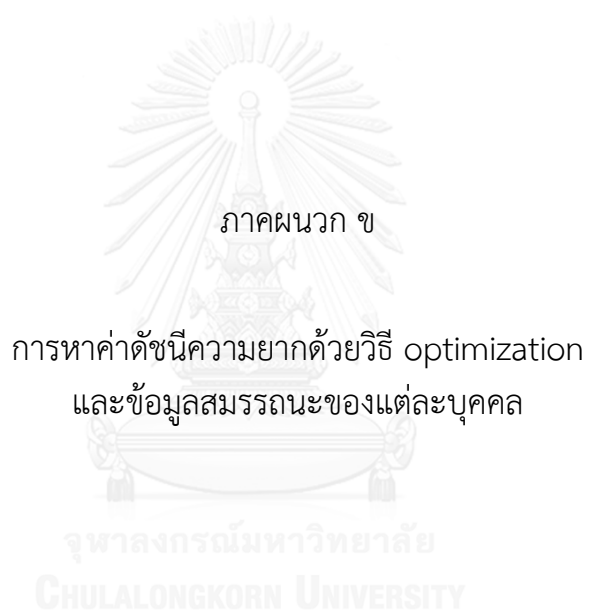
สีของสายไฟ		ท่าชั่วคราวที่																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	แดง	4.94	4.67	3.50	3.70	3.27	4.64	4.40	4.07	3.67	4.10	3.50	3.90	4.20	4.54	4.00	4.50	3.80	3.10	4.44	3.40
2	ขาว	3.07	3.97	3.77	4.24	3.37	3.90	4.87	4.14	4.10	4.37	4.44	4.47	4.57	3.34	4.27	4.40	3.84	3.24	3.60	3.17
3	น้ำเงิน	4.37	4.54	3.97	4.80	3.87	3.04	3.77	4.67	3.40	3.87	3.44	4.14	3.64	3.07	3.17	3.60	3.24	4.87	3.80	4.14
4	ดำ	3.34	3.24	4.04	4.77	3.74	3.10	4.80	3.84	4.57	4.10	4.34	3.37	4.80	4.00	3.74	4.37	4.27	3.80	4.34	4.07
5	ดำ-ขาว	4.70	4.14	4.44	3.24	4.57	3.14	4.90	3.57	3.74	4.74	3.84	4.77	4.17	3.80	3.34	4.20	3.07	4.27	4.87	3.87
6	เขียว-ขาว	3.44	5.00	4.40	4.10	4.64	4.17	3.10	3.37	3.57	4.10	5.00	3.64	3.30	3.24	4.50	4.74	4.90	3.44	3.34	3.20
7	เขียว	3.77	3.54	4.94	3.60	4.47	3.44	4.47	3.47	4.10	4.37	3.27	4.67	4.17	4.10	4.24	3.07	5.00	3.77	4.47	3.54
8	ขาว-แดง	4.17	3.64	4.20	3.84	5.00	3.24	4.44	4.60	4.80	3.54	3.97	3.97	4.70	4.44	3.44	4.17	3.44	4.07	3.74	3.67
9	น้ำเงิน-แดง	4.80	4.90	3.10	4.74	3.90	4.04	4.70	4.17	4.10	4.17	5.00	3.34	4.37	3.90	4.44	5.00	4.04	3.94	4.77	4.24
10	เทา	3.50	3.10	3.37	2.10	2.67	3.90	2.80	2.37	3.57	2.77	2.34	2.57	3.87	3.54	3.70	4.00	3.60	3.64	3.44	3.40
11	เขียว-ดำ	3.14	3.80	3.80	2.20	3.97	2.94	3.50	3.97	2.27	2.74	2.97	2.34	2.50	2.84	3.97	3.97	2.87	3.70	3.44	3.60
12	น้ำเงิน-ดำ	3.14	3.17	3.10	4.04	5.00	4.40	3.20	3.50	4.44	3.57	4.40	3.90	4.67	3.54	3.77	4.74	3.64	4.94	4.60	4.24
13	ชมพู	2.97	3.24	3.97	3.17	2.37	2.77	3.74	2.40	2.44	3.24	3.24	3.67	3.90	3.90	3.37	3.44	2.84	3.67	2.34	3.00
14	แดง-ขาว	4.24	4.74	3.30	3.17	3.74	3.84	3.27	3.27	3.64	4.27	3.74	4.00	4.00	4.50	3.04	4.47	4.14	4.84	4.77	3.20
15	แดง-น้ำเงิน	3.77	4.50	4.87	4.47	3.70	3.87	3.07	4.60	4.30	4.74	4.00	3.10	3.47	4.00	4.00	3.97	4.57	4.90	3.87	3.17
16	ขาว-เขียว	3.17	4.34	3.70	3.30	4.40	4.20	3.87	4.20	3.37	3.44	3.34	4.37	3.60	3.64	4.40	4.20	3.60	4.97	4.97	3.24
17	แดง-เขียว	3.17	3.24	4.17	3.47	3.94	3.67	4.14	4.90	4.77	3.94	3.80	3.80	3.97	3.37	3.07	4.57	4.67	3.24	4.24	3.04
18	ดำ-ส้ม	3.34	3.07	2.37	3.87	3.17	3.54	3.47	3.90	2.97	2.64	3.80	2.40	3.27	2.70	2.37	3.20	2.17	3.40	3.37	3.24
19	เขียว-แดง	4.37	4.47	4.54	3.60	3.57	3.60	3.57	4.34	3.04	4.04	3.17	4.37	4.00	3.77	4.50	4.60	3.94	3.64	3.10	3.04
20	น้ำตาล	4.97	3.17	3.87	4.40	4.80	4.00	4.94	3.14	3.44	3.67	3.24	3.87	3.84	4.74	3.04	4.24	3.64	3.37	3.77	3.14
21	ขาว-ส้ม	3.50	3.64	3.30	4.40	4.44	4.90	3.54	4.84	4.40	3.37	4.90	4.20	4.27	4.24	3.80	4.57	4.64	3.87	4.17	4.94
22	ดำ-เหลือง	3.04	4.57	3.54	3.14	4.47	4.70	3.57	4.64	4.07	4.97	4.30	4.00	4.97	3.94	4.70	4.37	3.04	4.14	3.20	4.74
23	น้ำเงิน-เหลือง	3.80	2.04	2.37	2.64	2.07	3.54	2.67	3.94	2.87	2.34	3.97	3.54	3.70	3.07	2.94	2.67	3.67	3.10	2.07	3.44
24	ขาว-ดำ	3.87	4.77	4.77	3.57	4.70	4.64	3.97	4.94	3.34	4.80	3.64	3.67	3.20	3.70	3.64	4.00	4.87	4.60	4.34	4.87
25	เหลือง-แดง</																				

ตาราง ก.53 เวลาการเคลื่อนที่ของพนักงานสายการผลิตคนที่ 3 สำหรับหัวเชื่อมสายไฟขนาดกลาง

พนักงานสายการผลิตคนที่ 3 หัวเชื่อมสายไฟขนาดกลาง																				
ชื่อของสายไฟ	ท่าเข้าครั้งที																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1 แดง	6.14	4.07	4.87	7.60	6.84	7.54	7.17	5.14	4.07	4.90	5.90	6.80	7.50	5.04	6.37	6.57	4.77	5.64	6.77	5.17
2 ขาว	4.47	5.34	7.14	7.87	4.77	5.90	6.47	4.07	7.24	5.60	7.50	4.27	5.24	7.77	4.10	4.50	4.90	7.07	4.30	5.30
3 น้ำเงิน	6.77	6.27	5.37	6.04	6.94	7.14	4.87	4.70	6.60	4.30	7.47	7.60	6.77	6.37	5.24	6.70	7.40	4.74	4.50	4.97
4 ดำ	6.67	4.60	5.87	7.07	7.24	4.44	6.70	4.47	6.14	7.64	5.07	4.90	5.94	6.67	4.60	6.27	7.47	4.54	5.87	4.57
5 ดำ-ขาว	5.14	5.07	5.14	4.34	6.80	4.27	5.24	5.37	5.74	4.20	4.34	4.04	4.40	5.20	6.54	6.50	5.50	5.57	4.24	4.10
6 เขียว-ขาว	5.54	5.80	7.34	5.60	5.60	6.30	5.74	5.74	5.84	6.90	5.37	7.87	6.20	6.30	5.47	5.74	5.50	7.30	5.40	7.74
7 เขียว	5.87	6.87	5.00	5.30	6.94	6.57	7.07	7.20	4.67	7.80	7.77	7.64	7.14	5.34	6.87	6.70	5.24	5.70	5.24	7.70
8 ขาว-แดง	5.27	6.00	6.07	5.17	4.37	4.60	5.00	6.07	6.90	6.84	7.44	6.07	5.17	4.90	8.00	4.54	5.80	6.70	7.54	6.10
9 น้ำเงิน-แดง	7.27	7.34	5.70	6.94	5.27	6.77	5.47	6.77	5.60	7.40	7.04	5.50	4.10	5.97	7.44	7.34	4.27	7.64	5.57	7.67
10 เทา	7.97	5.84	7.14	5.00	4.74	7.87	5.37	5.24	6.20	4.24	4.94	7.67	7.47	6.27	7.10	5.77	6.10	4.87	4.77	6.14
11 เขียว-ดำ	6.54	7.87	6.44	5.64	5.50	5.67	4.44	7.30	6.14	4.47	7.50	4.24	5.84	7.04	6.34	6.60	7.14	4.87	5.50	5.50
12 น้ำเงิน-ดำ	4.57	7.40	6.40	7.74	7.87	7.30	4.70	6.90	6.24	4.70	6.34	5.70	4.90	6.20	7.70	6.57	7.24	4.47	6.14	4.04
13 ชมพู	4.20	5.54	7.20	4.54	7.37	7.84	7.77	5.80	7.30	5.74	7.74	5.37	4.94	6.64	6.50	7.30	7.70	6.80	5.07	6.90
14 แดง-ขาวม่วง	5.30	4.87	5.37	5.47	8.47	5.44	7.67	7.77	5.07	5.37	6.77	8.27	4.47	4.14	7.30	6.90	5.77	8.50	7.20	8.24
15 แดง-น้ำเงิน	5.17	4.40	8.90	8.27	6.17	8.14	5.27	6.34	8.77	4.64	7.77	4.47	6.84	6.14	5.00	6.40	6.90	7.00	7.04	7.40
16 ขาว-เขียว	5.84	4.50	6.60	7.97	5.90	4.20	6.37	5.87	5.80	5.70	6.30	6.77	5.77	5.70	4.10	7.04	6.37	6.30	5.34	7.24
17 แดง-เขียว	6.64	7.34	6.70	4.27	7.37	5.60	5.14	6.34	6.94	5.60	8.00	4.77	5.20	4.87	7.70	6.80	6.70	6.57	5.17	8.00
18 ดำ-ส้ม	5.47	7.47	6.84	6.90	5.47	7.67	5.77	5.30	6.27	5.20	4.67	6.70	4.67	7.24	4.87	4.80	6.77	6.74	6.84	6.37
19 เขียว-แดง	6.47	7.14	4.77	4.37	6.34	4.24	4.27	7.14	7.14	6.74	7.60	4.84	4.84	6.47	5.94	4.44	7.24	5.50	7.40	4.70
20 น้ำตาล	7.74	6.17	6.50	5.64	7.44	5.34	6.74	5.37	8.00	7.30	7.50	7.80	4.30	6.60	4.34	5.17	6.77	7.94	5.14	6.34
21 ขาว-ส้มม่วง	7.84	7.17	5.34	7.40	6.60	6.80	4.27	5.07	7.27	7.14	5.04	7.20	5.94	7.57	7.67	6.14	4.44	5.24	6.84	6.50
22 ดำ-เหลือง	6.47	6.64	5.17	5.84	4.80	7.80	7.90	5.37	4.07	6.90	5.47	4.30	7.74	5.34	7.50	5.07	7.80	4.80	5.14	5.37
23 น้ำเงิน-เหลือง	6.80	4.77	5.70	7.94	5.14	7.77	5.64	4.77	6.34	4.10	4.64	5.74	4.30	4.77	6.27	4.67	7.74	5.70	4.67	7.40
24 ขาว-ดำ	4.37	6.40	6.87	5.14	5.60	6.47	6.30	5.47	5.67	5.00	7.60	7.84	7.47	6.34	6.44	6.84	4.90	4.07	6.94	6.64
25 เหลือง-แดง	7.30	4.30	4.30	5.44	6.84	4.77	5.84	6.40	8.07	8.50	6.20	8.70	8.74	7.94	7.24	4.14	7.57	7.54	7.27	5.44
26 แดง-ดำ	4.90	5.74	5.30	7.17	5.17	6.97	4.40	5.44	7.40	4.17	5.74	4.17	5.64	5.90	4.34	4.50	5.94	7.50	6.84	7.24
27 ชมพู-ดำ	5.74	6.40	5.07	4.50	6.74	4.24	5.30	6.10	4.77	7.10	5.84	5.30	5.84	6.84	4.20	5.94	4.60	7.34	4.67	4.54
28 เทา-เขียว	6.40	6.67	7.60	4.10	6.07	7.24	5.27	7.77	7.34	6.94	6.87	7.20	7.24	5.50	5.74	7.67	6.00	6.77	7.47	5.64
29 ขาว-น้ำเงิน	4.77	4.17	7.47	4.27	5.84	6.27	6.34	6.34	7.07	4.10	4.30	4.44	6.17	6.94	6.17	5.30	4.47	7.14	6.94	4.47
30 แดง-เหลือง	7.67	4.30	5.20	5.84	8.87	7.84	7.54	6.80	7.17	8.64	7.34	5.70	6.44	5.34	8.77	4.94	8.00	7.27	8.57	4.40
31 น้ำตาล-เหลือง	6.94	7.07	5.80	5.80	4.90	7.97	6.30	5.14	4.14	5.84	7.34	7.40	4.50	6.07	4.87	5.34	5.87	6.34	6.47	4.74
32 น้ำตาล-ขาว	7.44	4.30	6.87	4.67	7.90	4.80	7.24	5.54	7.97	4.24	7.77	7.27	6.40	4.24	7.47	5.34	7.64	7.87	5.14	6.14
33 น้ำตาล-แดง	6.30	5.30	5.44	4.07	4.60	6.37	7.17	6.94	7.70	4.77	6.47	5.30	5.50	6.20	4.27	4.87	6.40	7.30	7.57	5.30

ตาราง ก.54 เวลาการเคลื่อนที่ของพนักงานสายการผลิตคนที่ 3 สำหรับหัวเชื่อมสายไฟขนาดใหญ่

พนักงานสายการผลิตคนที่ 3 หัวเชื่อมสายไฟขนาดใหญ่																				
ชื่อของสายไฟ	ท่าเข้าครั้งที																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1 แดง	10.44	8.50	11.94	7.44	11.44	9.10	8.07	9.07	7.24	11.80	8.74	9.77	11.70	7.54	9.50	11.24	8.54	10.00	8.84	
2 ขาว	9.27	12.00	10.57	7.07	7.24	12.70	12.64	7.67	7.44	12.50	9.00	9.24	12.77	10.30	7.40	10.77	8.87	7.30	11.27	12.87
3 น้ำเงิน	9.57	11.54	9.44	9.70	8.64	12.80	12.47	9.14	9.90	12.34	10.47	9.44	8.44	12.64	7.10	11.00	9.07	10.04	7.90	12.84
4 ดำ	12.07	12.37	11.87	12.44	12.90	12.44	9.07	8.94	12.44	10.24	9.84	11.50	10.50	11.60	8.07	7.04	9.67	8.84	11.27	8.04
5 ดำ-ขาว	7.97	9.44	10.74	8.17	8.24	8.34	12.10	10.44	11.80	7.54	8.27	10.00	9.84	8.67	7.80	11.97	12.20	10.70	8.74	10.50
6 เขียว-ขาว	11.44	11.60	7.50	7.30	13.04	7.74	14.57	9.70	13.17	7.74	12.67	12.57	13.57	10.10	12.10	11.24	14.14	10.87	15.00	8.47
7 เขียว	8.20	7.90	9.74	10.30	12.40	12.97	13.44	12.47	8.00	12.37	12.44	10.30	7.34	7.94	9.20	7.90	10.47	13.27	13.10	9.20
8 ขาว-แดง	7.10	10.14	9.64	7.67	11.30	8.70	6.24	10.54	12.20	12.40	10.50	11.94	7.17	7.67	6.17	6.50	11.67	6.54	6.37	9.80
9 น้ำเงิน-แดง	13.50	13.87	8.20	10.97	8.40	9.74	12.87	8.04	7.94	10.90	13.90	11.47	11.20	9.84	9.27	7.07	7.20	10.70	12.10	12.97
10 เทา	11.34	13.47	12.17	9.97	8.54	11.87	13.60	9.20	7.77	11.20	13.64	7.37	10.64	13.67	13.90	11.94	9.64	8.34	10.17	8.34
11 เขียว-ดำ	11.44	9.27	9.50	12.80	10.30	11.04	12.17	6.84	6.20	11.30	6.34	11.74	10.20	7.74	10.94	12.47	8.04	9.60	11.44	12.54
12 น้ำเงิน-ดำ	9.00	9.20	12.84	8.34	11.34	9.00	11.00	12.50	11.34	9.57	10.30	8.87	8.67	10.34	9.77	10.67	11.54	7.47	10.67	9.57
13 ชมพู	11.80	10.07	12.54	11.37	9.74	6.94	7.04	8.50	9.47	12.14	8.57	7.27	11.64	10.57	11.60	6.50	11.64	8.24	9.10	6.77
14 แดง-ขาวม่วง	7.97	9.34	9.27	11.24	7.64	11.14	10.87	9.37	10.04	10.50	12.14	12.30	11.24	7.07	9.17	10.57	8.44	8.10	7.07	8.84
15 แดง-น้ำเงิน	9.60	8.60	7.87	9.54	12.10	12.00	12.57	12.20	7.90	9.64	7.77	13.00	12.57	7.67	12.94	9.00	11.70	9.77	10.97	10.30
16 ขาว-เขียว	9.44	11.14	13.60	11.04	12.94	9.90	14.30	10.17	13.57	12.34	8.84	7.90	11.24	7.24	11.74	14.44	9.94	10.77	7.17	7.14
17 แดง-เขียว	14.30	8.67	10.74	13.04	14.07	13.17	12.17	9.77	8.14	8.74	12.17	14.30	13.00	10.60	11.20	8.77	9.20	11.37	9.47	8.34
18 ดำ-ส้ม	11.20	9.97	8.40	12.17	6.70	6.64	7.04	10.94	9.47	9.50	8.24	6.84	9.74	7.60	6.84	10.57	6.74	6.44	6.77	12.37
19 เขียว-แดง	13.97	14.47	13.77	11.17	14.90	13.80	14.30	14.87	11.40	9.27	8.54	9.24	14.47	11.04	8.04	9.30	13.80	9.00	13.74	14.50
20 น้ำตาล	11.94	10.00	7.47	11.67	12.37	12.07	7.64	7.50	11.24	12.37	10.97	7.30	9.97	10.34	10.70	10.27	7.80	7.94	7.50	7.37
21 ขาว-ส้มม่วง	7.97	11.50	8.90	9.34	8.74	11.64	9.34	10.00	12.94	12.50	7.80	10.34	11.77	7.57	8.14	12.00	10.64	11.90	12.60	9.20
22 ดำ-เหลือง	11.50	13.00	6.70	7.67	7.84	9.27	9.07	12.50	9.27	7.74	8.90	6.60	8.67	9.37	8.54	10.60	7.50	6.97	6.47	9.30
23 น้ำเงิน-เหลือง	10.97	8.10	11.00	9.97	11.64	8.74	6.77	10.94	10.94	8.94	10.27	10.47	9.14	11.14	9.27	8.44	8.57	6.57	10.07	10.60
24 ขาว-ดำ	7.04	10.64	8.30	10.47	9.87	12.94	9.67	10.14	11.17	9.37	10.77	11.54	9.54	9.10	10.90	10.64	8.50	9.74	10.67	11.47
25 เหลือง-แดง	7.84	9.27	12.24	11.00	8.20	9.27	12.57	6.10	12.17	9.47	6.64	9.27	9.60	9.87	6.64	9.40	10.10	10.57	11.37	9.90
26 แดง-ดำ	10.84	12.07	10.24	11.77	9.40	8.97	8.54	12.44	9.54	10.07	6.77	9.50	6.74	10.80						



การกำหนดมาตราของ ID เพื่อหาดัชนีความยากของแต่ละรูปแบบงาน ด้วยวิธี Optimization เพื่อหาค่าผลรวมของ R^2 จากผู้เข้าทำการทดลองสูงที่สุดด้วยโปรแกรม Excel ทำได้ดังนี้

1. สร้างตารางตั้งรูปและนำข้อมูลจากผลของการทดลองมาใส่ลงตาราง โดยให้คอลัมน์ G,H เป็นรูปแบบของงาน และคอลัมน์ J ถึง X เป็น MT จากการทดลองของแต่ละบุคคล
2. สร้างตารางสำหรับการทำ Optimization ตามรูปแบบของงานในคอลัมน์ B,C และ D
3. ในส่วนของคอลัมน์ I ให้เป็น มาตราของแกน x และทำการผูกค่าของคอลัมน์ I ทั้งหมดให้เท่ากับค่าของคอลัมน์ D ตามแต่ละรูปแบบงาน

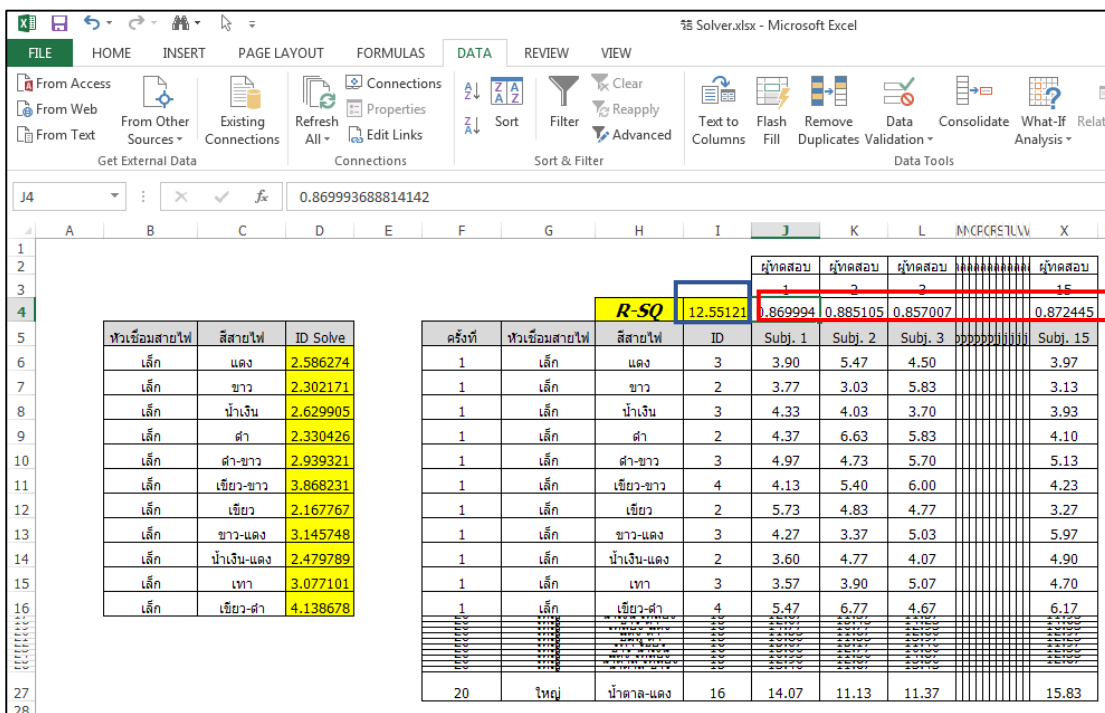
การทดลอง	พวเชื่อมสายไฟ	สียายไฟ	ID Solve	การทดลอง	พวเชื่อมสายไฟ	สียายไฟ	ID	Subj. 1	Subj. 2	Subj. 3	Subj. 4	Subj. 5	Subj. 6	Subj. 7	Subj. 8	Subj. 9	Subj. 10	Subj. 11	Subj. 12	Subj. 13	Subj. 14	Subj. 15
1	เล็ก	แดง		1	เล็ก	แดง		3.90	5.47	4.50												3.97
1	เล็ก	ขาว		1	เล็ก	ขาว		3.77	3.03	5.83												3.13
1	เล็ก	น้ำเงิน		1	เล็ก	น้ำเงิน		4.33	4.03	3.70												3.93
1	เล็ก	ดำ		1	เล็ก	ดำ		4.37	6.63	5.83												4.10
1	เล็ก	ดำ-ขาว		1	เล็ก	ดำ-ขาว		4.97	4.73	5.70												5.13
1	เล็ก	เขียว-ขาว		1	เล็ก	เขียว-ขาว		4.13	5.40	6.00												4.23
1	เล็ก	เขียว		1	เล็ก	เขียว		5.73	4.83	4.77												3.27
1	เล็ก	ขาว-แดง		1	เล็ก	ขาว-แดง		4.27	3.37	5.03												5.97
1	เล็ก	น้ำเงิน-แดง		1	เล็ก	น้ำเงิน-แดง		3.60	4.77	4.07												4.90
1	เล็ก	เทา		1	เล็ก	เทา		3.57	3.90	5.07												4.70
1	เล็ก	เขียว-ดำ		1	เล็ก	เขียว-ดำ		5.47	6.77	4.67												6.17
20	ใหญ่	น้ำตาล-แดง		20	ใหญ่	น้ำตาล-แดง		14.07	11.13	11.37												15.83

รูปที่ ข.1 ตารางใส่ข้อมูลการทดลองเพื่อใช้หามาตราของ ID

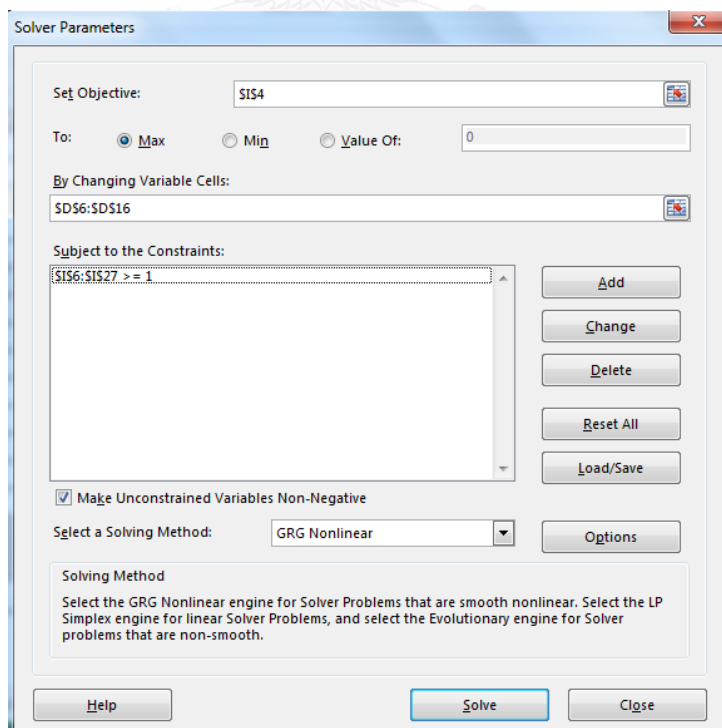
4. ให้ใส่สูตรของ R^2 ในช่อง J4 จนถึง X4 เช่น ในช่อง J4 = $RSQ(y, x)$
5. ในช่อง I4 ให้ใส่สูตร เป็นผลรวมของค่า R^2 ของ คอลัมน์ J4:X4
6. ใส่มาตราของ ID ที่ได้จากวิธีการใช้ค่าเฉลี่ยของ MT ลงในคอลัมน์ D

7. สำหรับ Excel version 2013 ที่แถบ Data เลือก Solver 

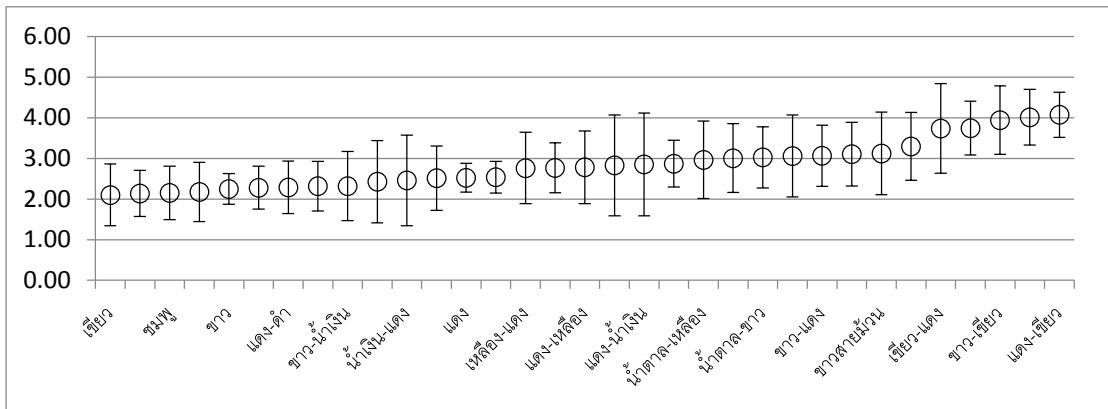
8. หน้าต่าง Solver ขึ้นมาให้กำหนดค่าตามรูปแล้สะกดปุ่ม Solve



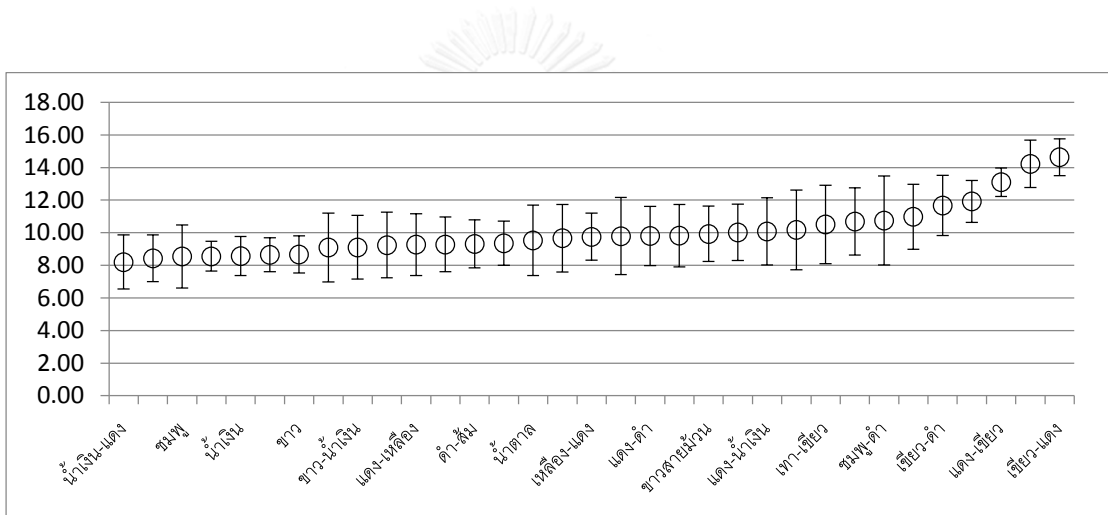
รูปที่ ข.2 การกำหนดเซลล์ที่ใช้หาค่า R²



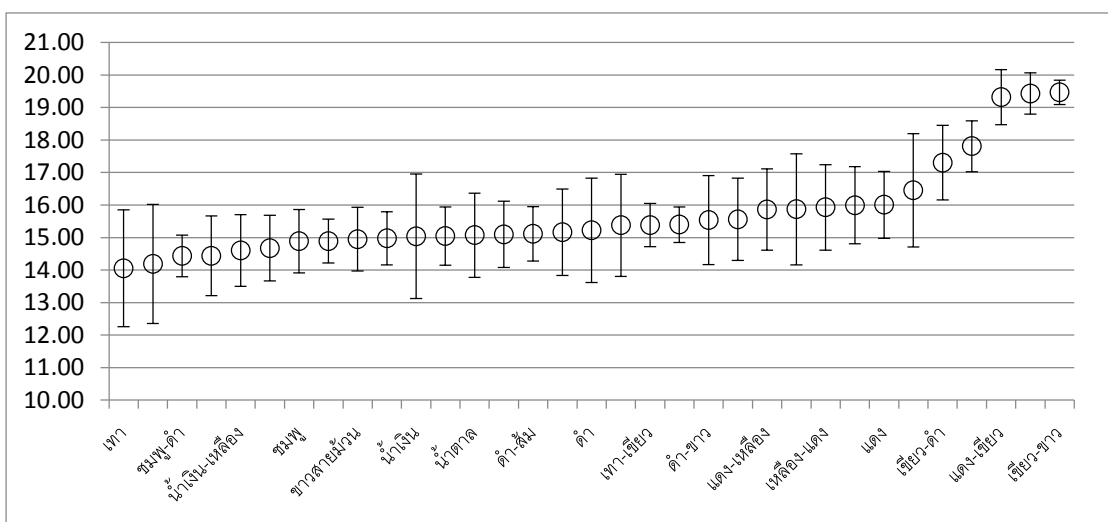
รูปที่ ข.3 การกำหนดค่าของโปรแกรม Excel ฟังก์ชัน Solver



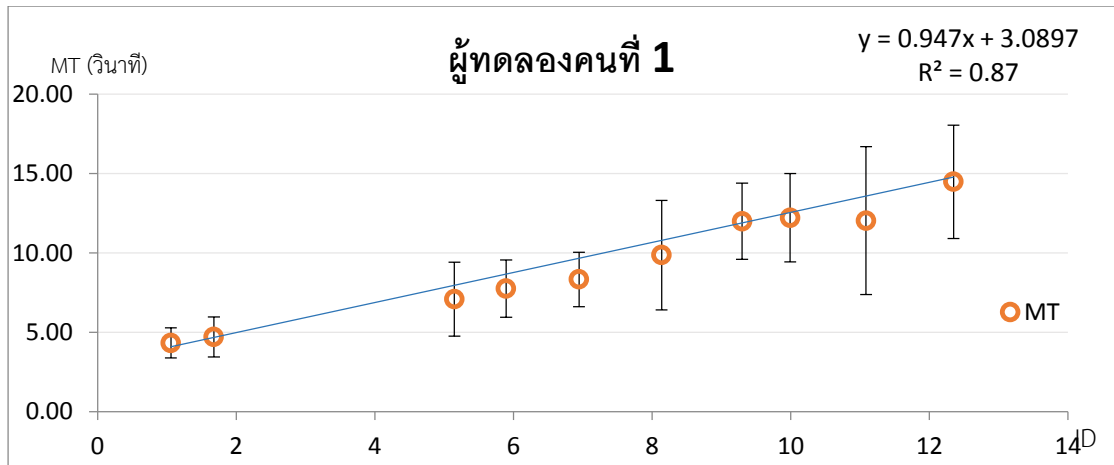
รูปที่ ข.4 ความแตกต่างของค่ามาตรา ID แยกของแต่ละบุคคล หัวเชื่อมสายไฟขนาดเล็ก



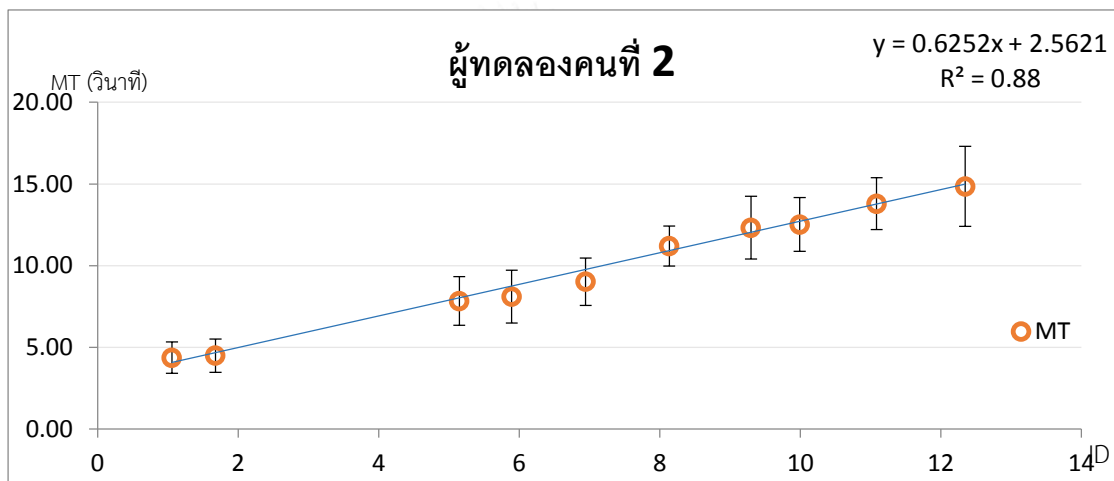
รูปที่ ข.5 ความแตกต่างของค่ามาตรา ID แยกของแต่ละบุคคล หัวเชื่อมสายไฟขนาดกลาง



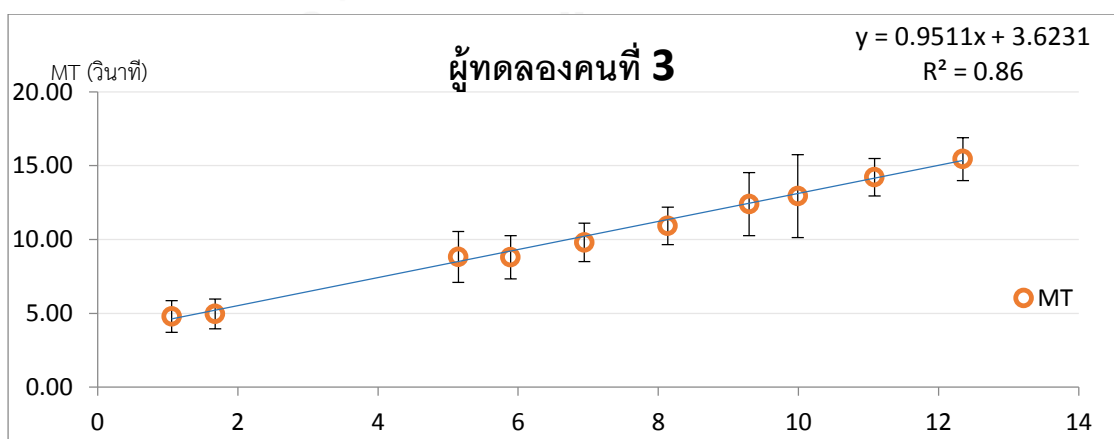
รูปที่ ข.6 ความแตกต่างของค่ามาตรา ID แยกของแต่ละบุคคล หัวเชื่อมสายไฟขนาดใหญ่



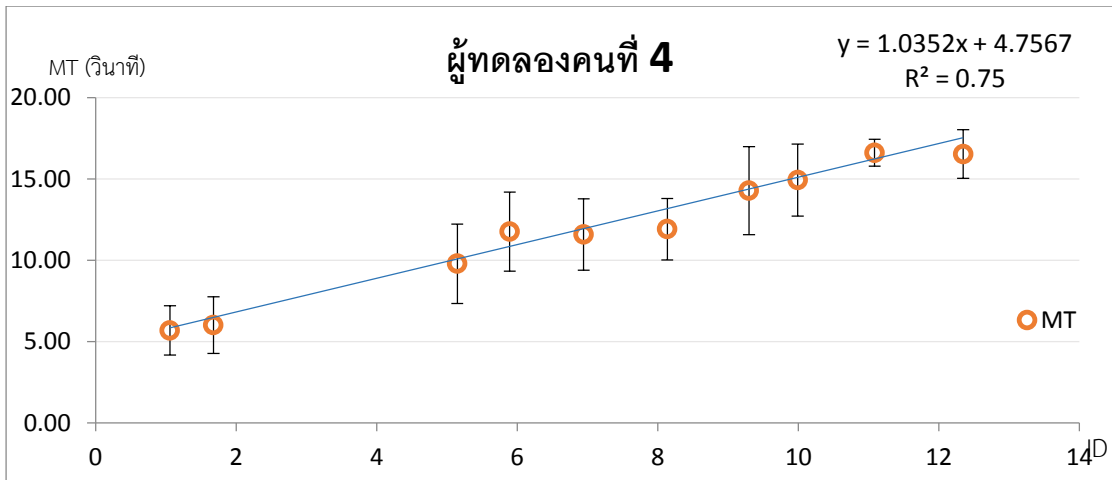
รูปที่ ข.7 สมการถดถอยของผู้ทดลองคนที่ 1



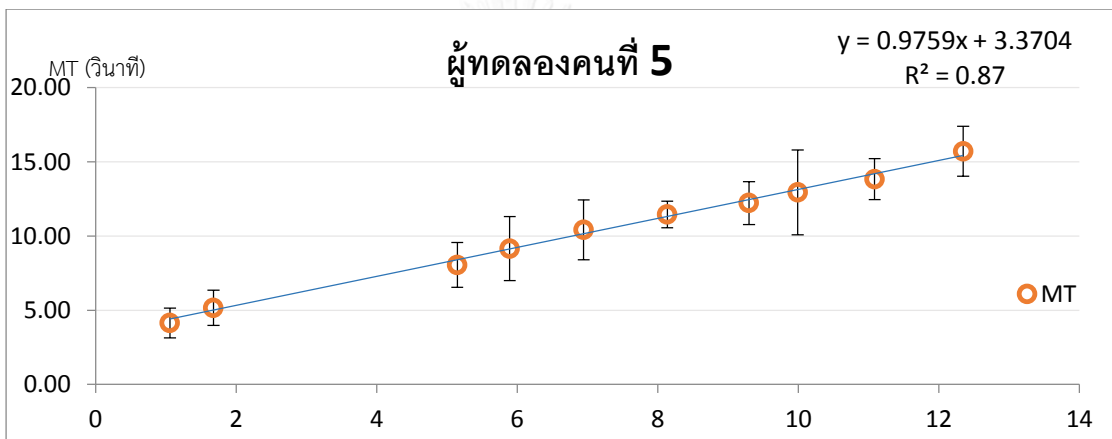
รูปที่ ข.8 สมการถดถอยของผู้ทดลองคนที่ 2



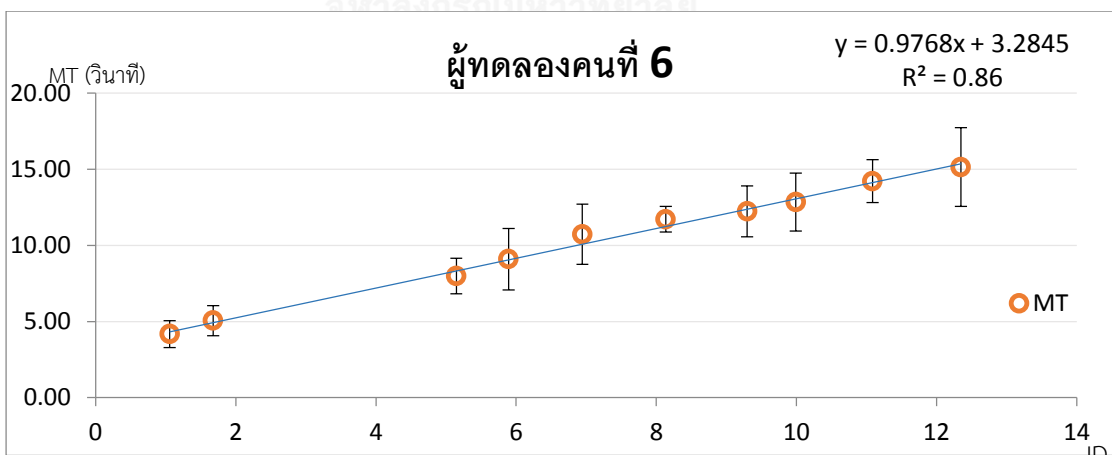
รูปที่ ข.9 สมการถดถอยของผู้ทดลองคนที่ 3



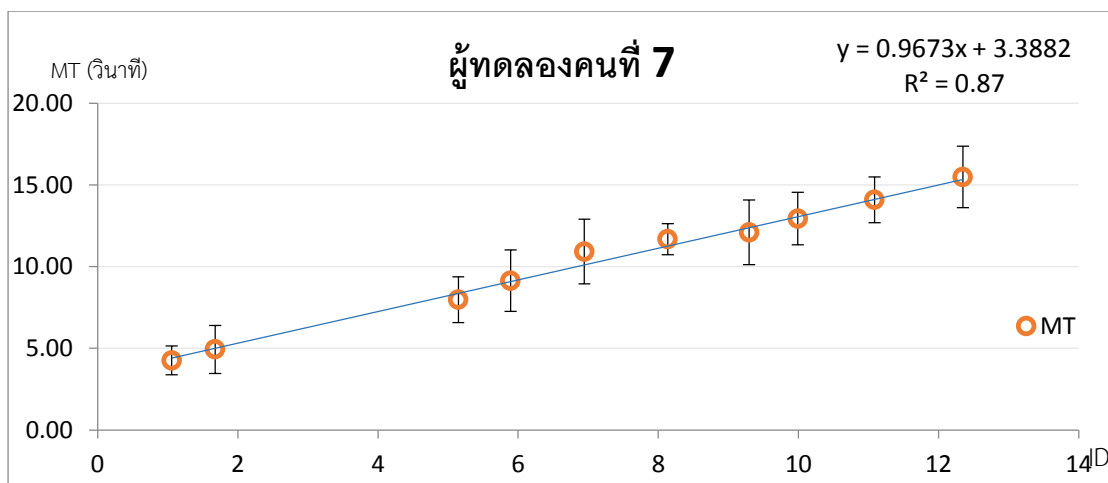
รูปที่ ข.10 สมการถดถอยของผู้ทดลองคนที่ 4



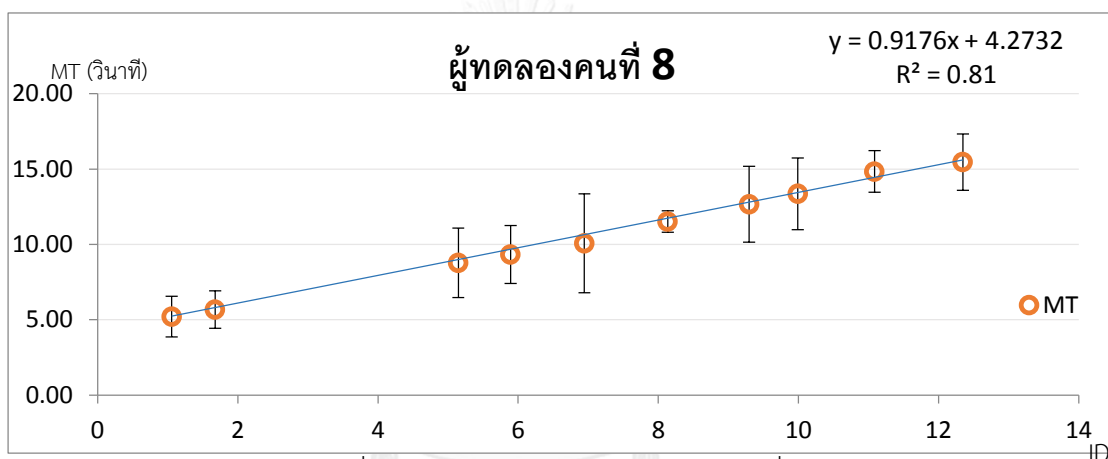
รูปที่ ข.11 สมการถดถอยของผู้ทดลองคนที่ 5



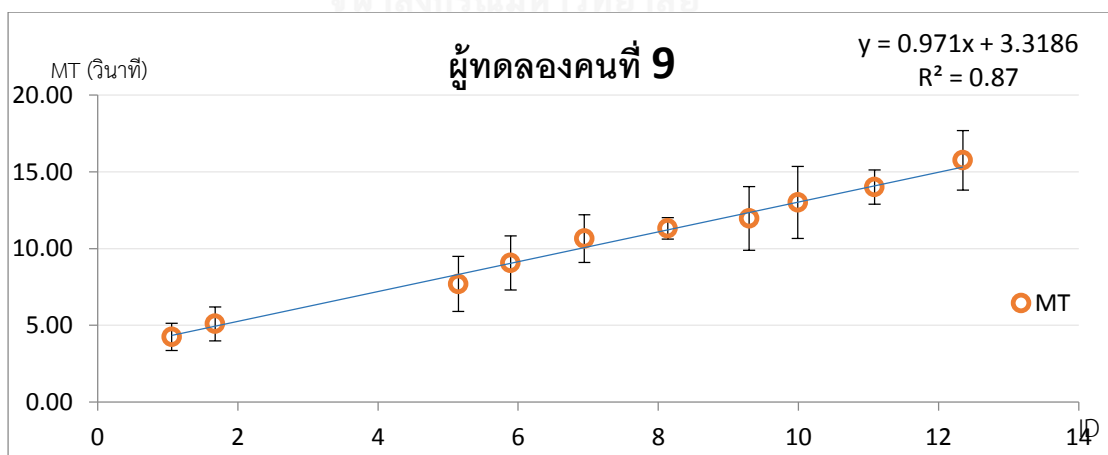
รูปที่ ข.12 สมการถดถอยของผู้ทดลองคนที่ 6



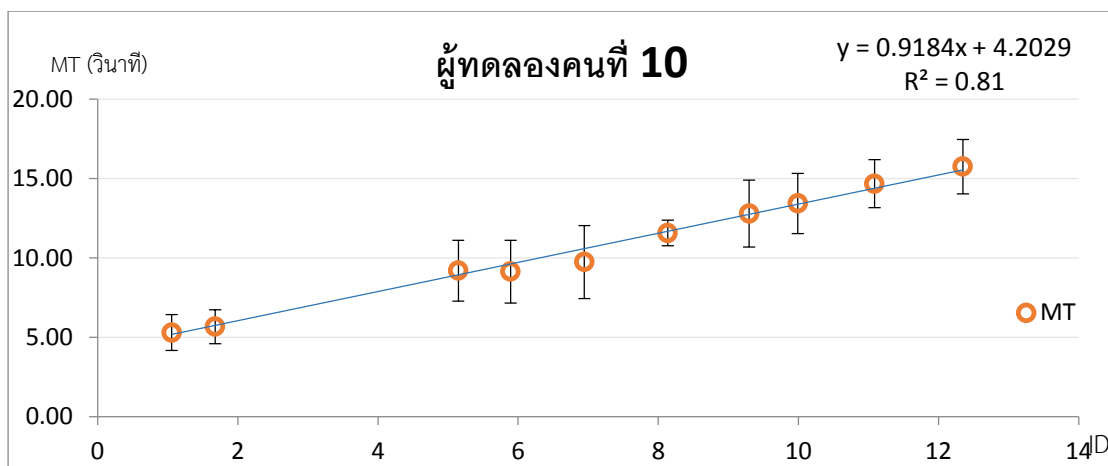
รูปที่ ข.13 สมการถดถอยของผู้ทดลองคนที่ 7



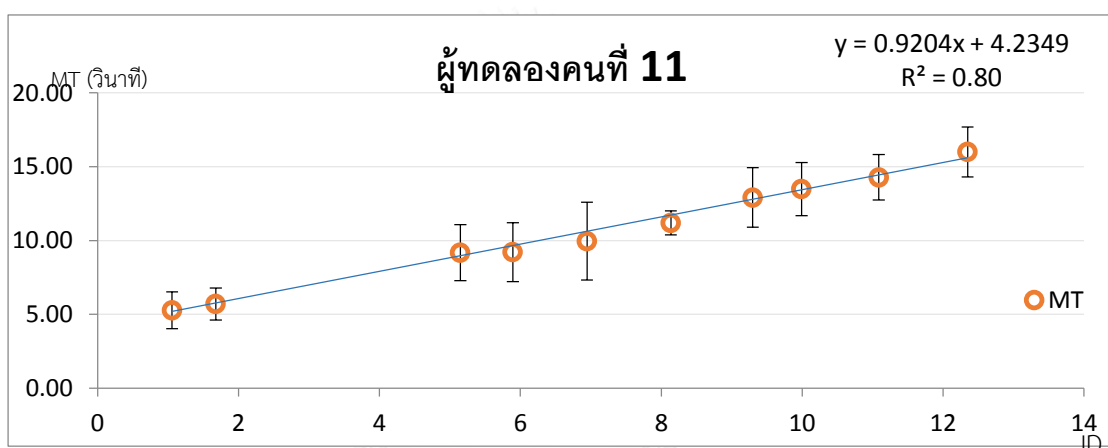
รูปที่ ข.14 สมการถดถอยของผู้ทดลองคนที่ 8



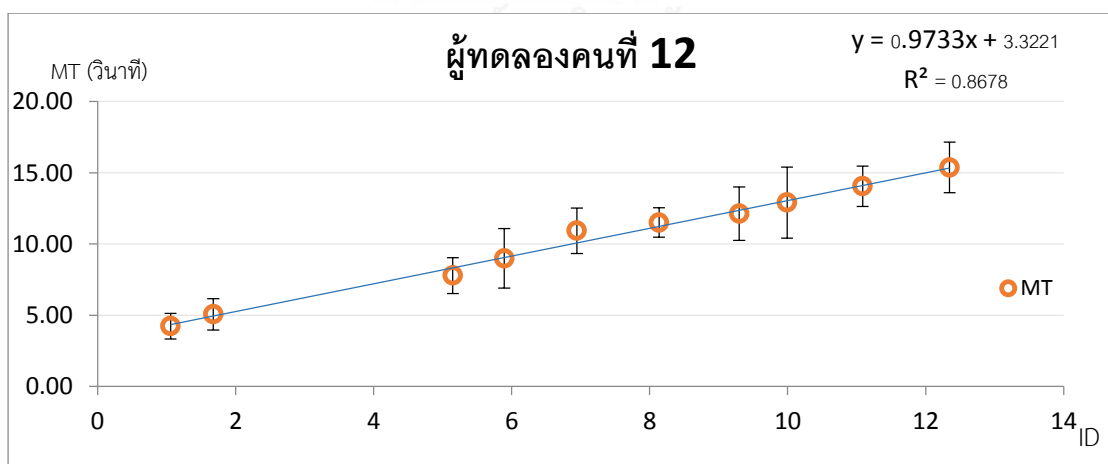
รูปที่ ข.15 สมการถดถอยของผู้ทดลองคนที่ 9



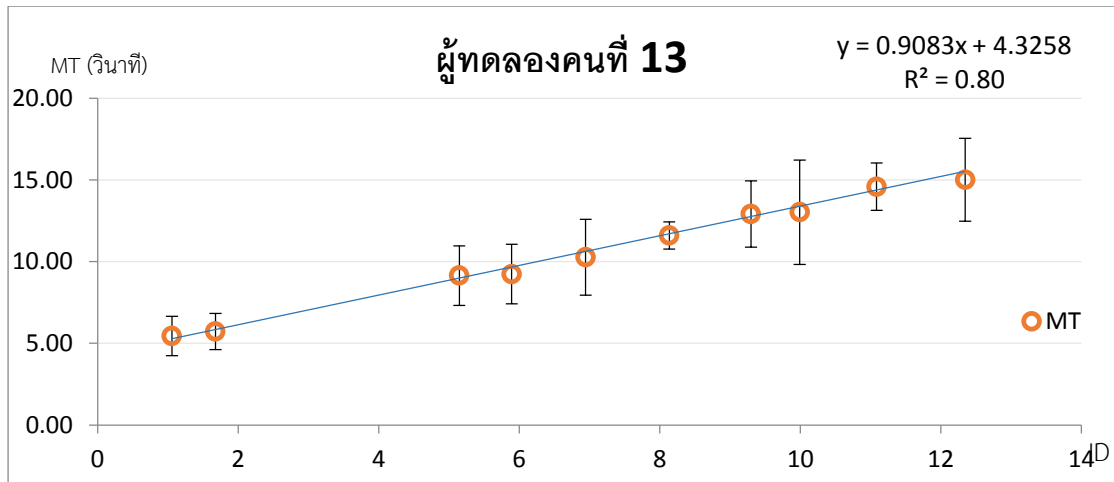
รูปที่ ข.16 สมการถดถอยของผู้ทดลองคนที่ 10



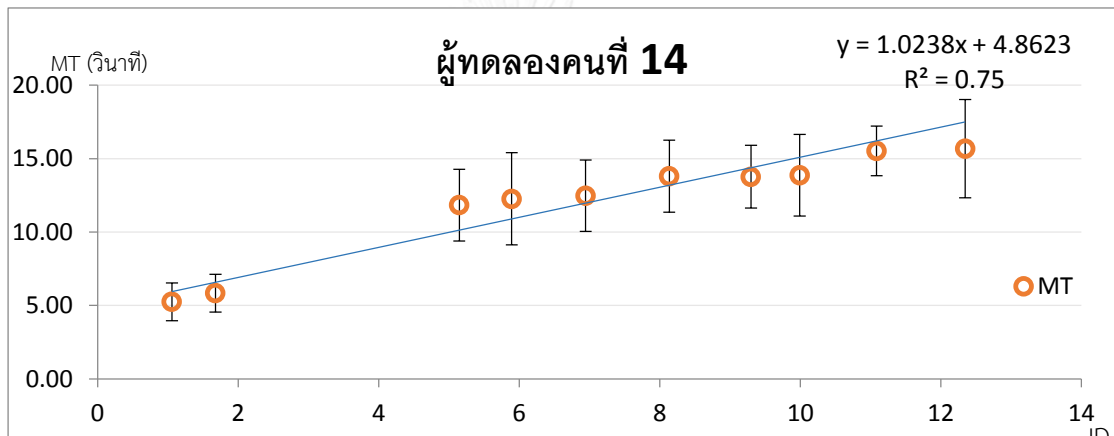
รูปที่ ข.17 สมการถดถอยของผู้ทดลองคนที่ 11



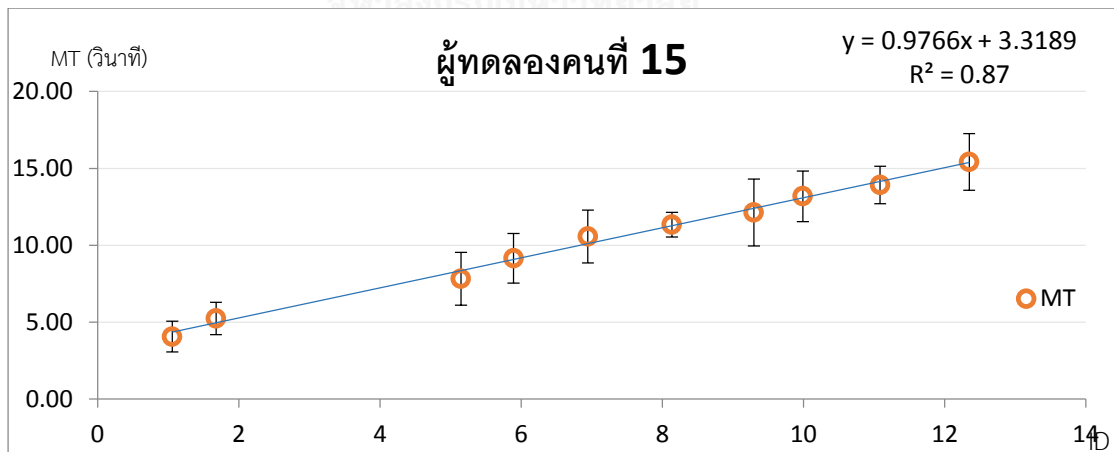
รูปที่ ข.18 สมการถดถอยของผู้ทดลองคนที่ 12



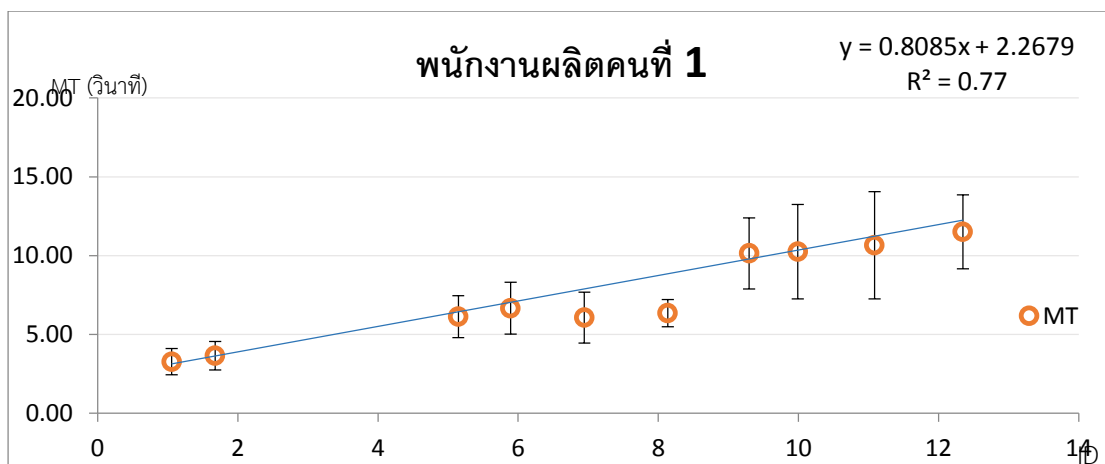
รูปที่ ข.19 สมการถดถอยของผู้ทดลองคนที่ 13



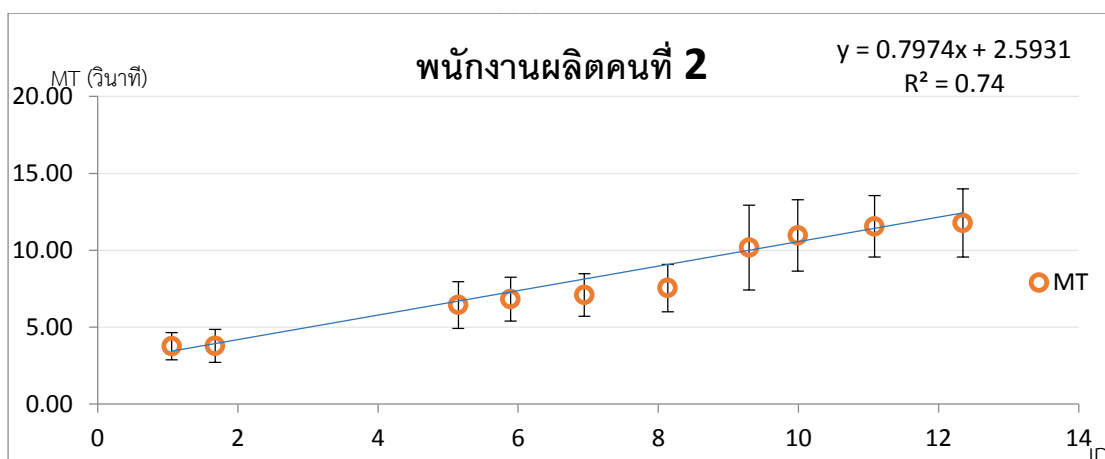
รูปที่ ข.20 สมการถดถอยของผู้ทดลองคนที่ 14



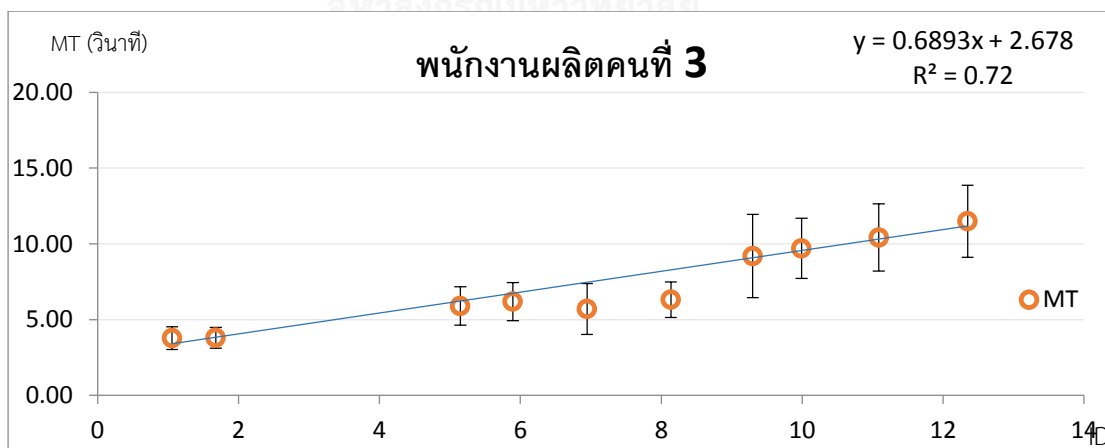
รูปที่ ข.21 สมการถดถอยของผู้ทดลองคนที่ 15



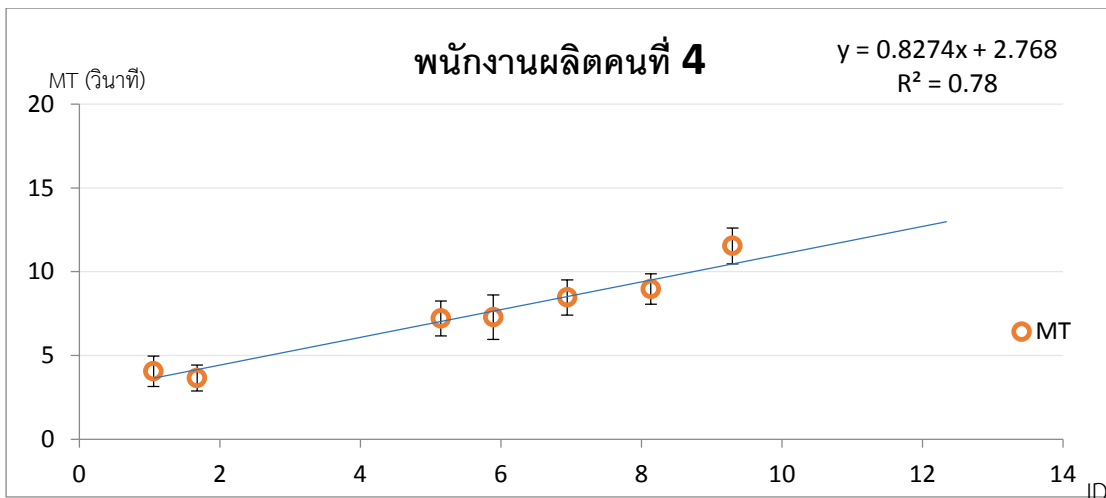
รูปที่ ข.22 สมการถดถอยของพนักงานสายผลิตคนที่ 1 ประสบการณ์ 5 ปี



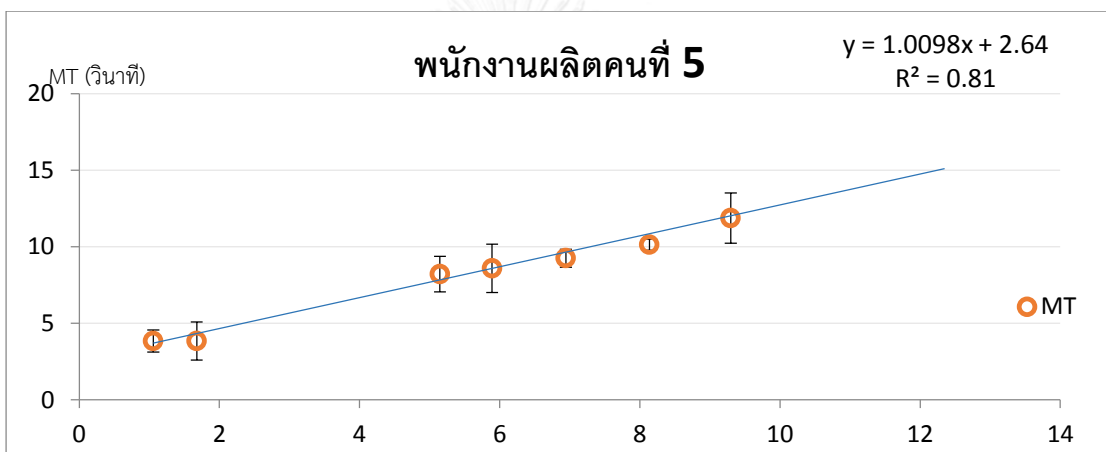
รูปที่ ข.23 สมการถดถอยของพนักงานสายผลิตคนที่ 2 ประสบการณ์ 3 ปี



รูปที่ ข.24 สมการถดถอยของพนักงานสายผลิตคนที่ 3 ประสบการณ์ 4 ปี



รูปที่ ข.24 สมการถดถอยของพนักงานสายผลิตคนที่ 4 ประสบการณ์ 2 ปี



รูปที่ ข.24 สมการถดถอยของพนักงานสายผลิตคนที่ 5 ประสบการณ์ 1 ปี



ตารางที่ ค.1 จำนวนรอบการผลิตของพนักงานสายการผลิตคนที่ 1

พนักงานคนที่ 1				
No.	ขนาดหัวเชื่อมสายไฟ	สีสายไฟ	ID	เวลาตามการคำนวณ (วินาที)
1	เล็ก	แดง	3	5.13
2	เล็ก	ดำ	2	4.51
3	กลาง	ดำ	9	8.86
4	กลาง	เขียว	10	9.48
5	กลาง	ขาว-แดง	10	9.48
6	กลาง	แดง-เขียว	13	11.34
7	กลาง	ดำ-เหลือง	10	9.48
8	ใหญ่	เขียว-ขาว	20	15.69
9	ใหญ่	แดงสายม้วน	16	13.21
10	ใหญ่	เขียว-แดง	20	15.69
11	ใหญ่	น้ำเงิน-เหลือง	15	12.59
12	ใหญ่	ขาว-น้ำเงิน	16	13.21
			รวม	128.67

ตารางที่ ค.2 จำนวนรอบการผลิตของพนักงานสายการผลิตคนที่ 2

พนักงานคนที่ 2				
No.	ขนาดหัวเชื่อมสายไฟ	สีสายไฟ	ID	เวลาตามการคำนวณ (วินาที)
1	เล็ก	แดง-น้ำเงิน	3	5.13
2	เล็ก	ดำ-เหลือง	2	4.51
3	เล็ก	น้ำตาล-แดง	2	4.51
4	กลาง	ขาวสายม้วน	10	9.48
5	กลาง	แดง-ดำ	10	9.48
6	กลาง	น้ำตาล-เหลือง	10	9.48
7	กลาง	น้ำตาล-แดง	11	10.10
8	ใหญ่	ขาว	16	13.21
9	ใหญ่	ดำ	16	13.21
10	ใหญ่	ขาว-แดง	16	13.21
11	ใหญ่	ดำ-ส้ม	16	13.21
12	ใหญ่	น้ำตาล-แดง	16	13.21
			รวม	118.73

ตารางที่ ค.3 จำนวนรอบการผลิตของพนักงานสายการผลิตคนที่ 3

พนักงานคนที่ 3				
No.	ขนาดหัวเชื่อมสายไฟ	สีสายไฟ	ID	เวลาตามการคำนวณ (วินาที)
1	เล็ก	แดงสายม้วน	3	5.13
2	กลาง	ขาวสายม้วน	10	9.48
3	กลาง	ดำ-เหลือง	10	9.48
4	กลาง	เหลือง-แดง	10	9.48
5	กลาง	เทา-เขียว	11	10.10
6	ใหญ่	ดำ-ส้ม	16	13.21
7	ใหญ่	น้ำเงิน-เหลือง	15	12.59
8	ใหญ่	เหลือง-แดง	16	13.21
9	ใหญ่	แดง-เหลือง	16	13.21
10	ใหญ่	น้ำตาล-เหลือง	15	12.59
11	ใหญ่	น้ำตาล-ขาว	15	12.59
				3.27
			รวม	124.32

ตารางที่ ค.4 จำนวนรอบการผลิตของพนักงานสายการผลิตคนที่ 4

พนักงานคนที่ 4				
No.	ขนาดหัวเชื่อมสายไฟ	สีสายไฟ	ID	เวลาตามการคำนวณ (วินาที)
1	เล็ก	ขาว	2	4.51
2	เล็ก	เทา	3	5.13
3	เล็ก	แดง-เขียว	4	5.75
4	เล็ก	เหลือง-แดง	3	5.13
5	กลาง	ขาว-แดง	10	9.48
6	กลาง	น้ำเงิน-ดำ	9	8.86
7	ใหญ่	ดำ-ขาว	16	13.21
8	ใหญ่	เทา	14	11.97
9	ใหญ่	ขาว-เขียว	18	14.45
10	ใหญ่	ขาวสายม้วน	15	12.59
11	ใหญ่	ขาว-น้ำเงิน	16	13.21
12	ใหญ่	น้ำตาล-แดง	16	13.21
			รวม	117.49

ตารางที่ ค.5 จำนวนรอบการผลิตของพนักงานสายการผลิตคนที่ 5

พนักงานคนที่ 5				
No.	ขนาดหัวเชื่อมสายไฟ	สีสายไฟ	ID	เวลาตามการคำนวณ (วินาที)
1	เล็ก	เขียว	2	4.51
2	เล็ก	ขาว-แดง	3	5.13
3	เล็ก	น้ำตาล-เหลือง	3	5.13
4	กลาง	แดง	9	8.86
5	กลาง	ขาว	9	8.86
6	กลาง	น้ำเงิน-แดง	8	8.24
7	กลาง	ชมพู	9	8.86
8	กลาง	เขียว-แดง	15	12.59
9	ใหญ่	ขาว	16	13.21
10	ใหญ่	เขียว-ขาว	20	15.69
11	ใหญ่	น้ำเงิน-แดง	14	11.97
12	ใหญ่	น้ำตาล-ขาว	15	12.59
			รวม	115.62

ตารางที่ ค.6 จำนวนรอบการผลิตของพนักงานสายการผลิตคนที่ 6

พนักงานคนที่ 6				
No.	ขนาดหัวเชื่อมสายไฟ	สีสายไฟ	ID	เวลาตามการคำนวณ (วินาที)
1	เล็ก	แดง-เหลือง	3	5.13
2	เล็ก	น้ำตาล-ขาว	3	5.13
3	กลาง	แดง	9	8.86
4	กลาง	เขียว-ขาว	15	12.59
5	กลาง	น้ำเงิน-แดง	8	8.24
6	กลาง	แดง-น้ำเงิน	10	9.48
7	ใหญ่	แดง	16	13.21
8	ใหญ่	น้ำเงิน	15	12.59
9	ใหญ่	เขียว-ดำ	18	14.45
10	ใหญ่	แดงสายม้วน	16	13.21
11	ใหญ่	แดง-ดำ	15	12.59
12	ใหญ่	เทา-เขียว	16	13.21
			รวม	128.67

ตารางที่ ค.7 จำนวนรอบการผลิตของพนักงานสายการผลิตคนที่ 7

พนักงานคนที่ 7				
No.	ขนาดหัวเชื่อมสายไฟ	สีสายไฟ	ID	เวลาตามการคำนวณ (วินาที)
1	เล็ก	น้ำเงิน-เหลือง	2	4.51
2	กลาง	แดง-น้ำเงิน	10	9.48
3	กลาง	แดง-เขียว	13	11.34
4	กลาง	ชมพู-ดำ	11	10.10
5	กลาง	น้ำตาล-แดง	11	10.10
6	ใหญ่	ขาว	16	13.21
7	ใหญ่	ดำ	16	13.21
8	ใหญ่	ชมพู	15	12.59
9	ใหญ่	แดง-เขียว	20	15.69
10	ใหญ่	น้ำตาล	15	12.59
11	ใหญ่	ดำ-เหลือง	15	12.59
			รวม	125.41

ตารางที่ ค.8 จำนวนรอบการผลิตของพนักงานสายการผลิตคนที่ 8

พนักงานคนที่ 8				
No.	ขนาดหัวเชื่อมสายไฟ	สีสายไฟ	ID	เวลาตามการคำนวณ (วินาที)
1	เล็ก	น้ำเงิน-แดง	2	4.51
2	เล็ก	แดงสายม้วน	3	5.13
3	เล็ก	แดง-ดำ	2	4.51
4	กลาง	แดง	9	8.86
5	กลาง	เขียว	10	9.48
6	กลาง	ดำ-ส้ม	10	9.48
7	ใหญ่	เขียว-ขาว	20	15.69
8	ใหญ่	ขาว-แดง	16	13.21
9	ใหญ่	เทา	14	11.97
10	ใหญ่	เขียว-แดง	20	15.69
11	ใหญ่	น้ำตาล	15	12.59
12	ใหญ่	น้ำตาล-แดง	16	13.21
			รวม	124.32

ตารางที่ ค.9 จำนวนรอบการผลิตของพนักงานสายการผลิตคนที่ 9

พนักงานคนที่ 9				
No.	ขนาดหัวเชื่อมสายไฟ	สีสายไฟ	ID	เวลาตามการคำนวณ (วินาที)
1	เล็ก	ดำ-ส้ม	3	5.13
2	เล็ก	เหลือง-แดง	3	5.13
3	กลาง	น้ำเงิน	9	8.86
4	กลาง	ขาว-แดง	10	9.48
5	กลาง	เขียว-แดง	15	12.59
6	กลาง	น้ำเงิน-เหลือง	10	9.48
7	ใหญ่	ขาว	16	13.21
8	ใหญ่	ดำ-ขาว	16	13.21
9	ใหญ่	น้ำเงิน-แดง	14	11.97
10	ใหญ่	แดง-น้ำเงิน	16	13.21
11	ใหญ่	ขาวสายม้วน	15	12.59
			รวม	114.84

ตารางที่ ค.10 คำนวณรอบการผลิตของพนักงานสายการผลิตคนที่ 10

พนักงานคนที่ 10				
No.	ขนาดหัวเชื่อมสายไฟ	สีสายไฟ	ID	เวลาตามการคำนวณ (วินาที)
1	เล็ก	เขียว-ขาว	4	5.75
2	เล็ก	เขียว-ดำ	4	5.75
3	เล็ก	ขาว-เขียว	4	5.75
4	กลาง	ชมพู	9	8.86
5	กลาง	ขาวสายม้วน	10	9.48
6	ใหญ่	น้ำเงิน	15	12.59
7	ใหญ่	เขียว-ดำ	18	14.45
8	ใหญ่	ชมพู	15	12.59
9	ใหญ่	ดำ-ส้ม	16	13.21
10	ใหญ่	ขาว-ดำ	15	12.59
11	ใหญ่	แดง-เหลือง	16	13.21
			รวม	114.22

ตารางที่ ค.11 คำนวณรอบการผลิตของพนักงานสายการผลิตคนที่ 11

พนักงานคนที่ 11				
No.	ขนาดหัวเชื่อมสายไฟ	สีสายไฟ	ID	เวลาตามการคำนวณ (วินาที)
1	เล็ก	แดง	3	5.13
2	กลาง	น้ำเงิน-แดง	8	8.24
3	กลาง	เขียว-แดง	15	12.59
4	กลาง	เทา-เขียว	11	10.10
5	กลาง	แดง-เหลือง	9	8.86
6	ใหญ่	แดง	16	13.21
7	ใหญ่	เขียว-ขาว	20	15.69
8	ใหญ่	เขียว	17	13.83
9	ใหญ่	แดง-น้ำเงิน	16	13.21
10	ใหญ่	เหลือง-แดง	16	13.21
11	ใหญ่	น้ำตาล-ขาว	15	12.59
			รวม	126.65

ตารางที่ ค.12 คำนวณรอบการผลิตของพนักงานสายการผลิตคนที่ 12

พนักงานคนที่ 12				
No.	ขนาดหัวเชื่อมสายไฟ	สีสายไฟ	ID	เวลาตามการคำนวณ (วินาที)
1	เล็ก	น้ำเงิน	3	5.13
2	เล็ก	แดง-เขียว	4	5.75
3	กลาง	ดำ	9	8.86
4	กลาง	น้ำเงิน-ดำ	9	8.86
5	กลาง	ขาวสายม้วน	10	9.48
6	กลาง	ชมพู-ดำ	11	10.10
7	กลาง	น้ำตาล-ขาว	11	10.10
8	ใหญ่	ดำ	16	13.21
9	ใหญ่	แดง-เขียว	20	15.69
10	ใหญ่	น้ำเงิน-เหลือง	15	12.59
11	ใหญ่	แดง-ดำ	15	12.59
12	ใหญ่	น้ำตาล-แดง	16	13.21
			รวม	125.57

ตารางที่ ค.13 คำนวณรอบการผลิตของพนักงานสายการผลิตคนที่ 13

พนักงานคนที่ 13				
No.	ขนาดหัวเชื่อมสายไฟ	สีสายไฟ	ID	เวลาตามการคำนวณ (วินาที)
1	เล็ก	ขาว-ดำ	3	5.13
2	กลาง	ขาว	9	8.86
3	กลาง	น้ำเงิน	9	8.86
4	กลาง	เขียว-ขาว	15	12.59
5	กลาง	น้ำเงิน-ดำ	9	8.86
6	กลาง	น้ำตาล-แดง	11	10.10
7	ใหญ่	ขาว	16	13.21
8	ใหญ่	ขาว-แดง	16	13.21
9	ใหญ่	เขียว-ดำ	18	14.45
10	ใหญ่	แดง-เขียว	20	15.69
11	ใหญ่	ขาวสายม้วน	15	12.59
12	ใหญ่	ขาว-น้ำเงิน	16	13.21
			รวม	136.75

ตารางที่ ค.14 คำนวณรอบการผลิตของพนักงานสายการผลิตคนที่ 14

พนักงานคนที่ 14				
No.	ขนาดหัวเชื่อมสายไฟ	สีสายไฟ	ID	เวลาตามการคำนวณ (วินาที)
1	เล็ก	เขียว-ขาว	4	5.75
2	เล็ก	น้ำเงิน-ดำ	2	4.51
3	เล็ก	ชมพู	2	4.51
4	เล็ก	น้ำตาล-แดง	2	4.51
5	กลาง	แดงสายม้วน	9	8.86
6	กลาง	แดง-เขียว	13	11.34
7	กลาง	ขาว-ดำ	10	9.48
8	ใหญ่	แดง	16	13.21
9	ใหญ่	น้ำเงิน	15	12.59
10	ใหญ่	ดำ	16	13.21
11	ใหญ่	น้ำเงิน-ดำ	15	12.59
12	ใหญ่	ขาว-เขียว	18	14.45
			รวม	115.00

ตารางที่ ค.15 คำนวณรอบการผลิตของพนักงานสายการผลิตคนที่ 15

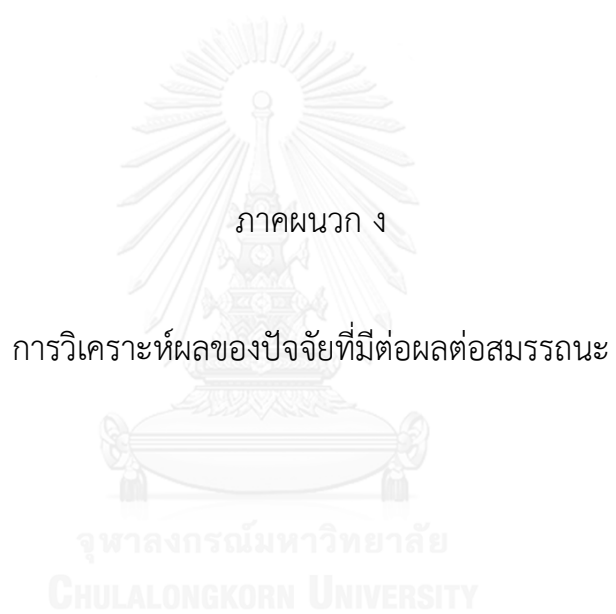
พนักงานคนที่ 15				
No.	ขนาดหัวเชื่อมสายไฟ	สีสายไฟ	ID	เวลาตามการคำนวณ (วินาที)
1	เล็ก	ดำ-เหลือง	2	4.51
2	เล็ก	น้ำตาล-เหลือง	3	5.13
3	กลาง	แดง	9	8.86
4	กลาง	ขาว	9	8.86
5	กลาง	เทา	9	8.86
6	กลาง	ชมพู	9	8.86
7	กลาง	เทา-เขียว	11	10.10
8	ใหญ่	เขียว-ขาว	20	15.69
9	ใหญ่	เทา	14	11.97
10	ใหญ่	น้ำเงิน-ดำ	15	12.59
11	ใหญ่	ดำ-เหลือง	15	12.59
12	ใหญ่	ขาว-น้ำเงิน	16	13.21
			รวม	121.22

ตารางที่ ค.16 คำนวณรอบการผลิตของพนักงานสายการผลิตคนที่ 16

พนักงานคนที่ 16				
No.	ขนาดหัวเชื่อมสายไฟ	สีสายไฟ	ID	เวลาตามการคำนวณ (วินาที)
1	เล็ก	ชมพู	2	4.51
2	เล็ก	เทา-เขียว	3	5.13
3	กลาง	น้ำเงิน	9	8.86
4	กลาง	เขียว-ขาว	15	12.59
5	กลาง	แดง-เหลือง	9	8.86
6	กลาง	น้ำตาล-เหลือง	10	9.48
7	กลาง	น้ำตาล-ขาว	11	10.10
8	ใหญ่	เทา	14	11.97
9	ใหญ่	แดงสายม้วน	16	13.21
10	ใหญ่	ดำ-ส้ม	16	13.21
11	ใหญ่	น้ำเงิน-เหลือง	15	12.59
12	ใหญ่	น้ำตาล-ขาว	15	12.59
			รวม	123.08

ตารางที่ ค.17 คำนวณรอบการผลิตของพนักงานสายการผลิตคนที่ 17

พนักงานคนที่ 17				
No.	ขนาดหัวเชื่อมสายไฟ	สีสายไฟ	ID	เวลาตามการคำนวณ (วินาที)
1	เล็ก	เขียว-ดำ	4	5.75
2	เล็ก	ดำ-เหลือง	2	4.51
3	เล็ก	ขาว-น้ำเงิน	2	4.51
4	กลาง	ดำ	9	8.86
5	กลาง	ดำ-ขาว	9	8.86
6	กลาง	เขียว	10	9.48
7	กลาง	น้ำเงิน-แดง	8	8.24
8	กลาง	เขียว-แดง	15	12.59
9	ใหญ่	น้ำเงิน	15	12.59
10	ใหญ่	ดำ-ขาว	16	13.21
11	ใหญ่	น้ำเงิน-แดง	14	11.97
12	ใหญ่	แดง-เขียว	20	15.69
			รวม	116.25



ตารางที่ ง.1 ข้อมูลทั่วไปของผู้เข้าทำการทดลองจำนวน 15 คน

ผู้เข้าทดลอง	เพศ	ส่วนสูง (cm.)	น้ำหนัก (kg.)	อายุ	ค่าสายตา (metre)	BMI (kg/m ²)	สมการถดถอย	R ²	สมรรถนะจากความขึ้น		สมรรถนะจากจุดตัดแกน Y	
									IP	อันดับ	Y-Intercept	อันดับ
1	ชาย	170.2	65.3	25	20/20-1	22.5	$y = 0.6112x + 2.6075$	0.87	1.6	5	2.6	2
2	หญิง	157.2	62.5	25	20/20	25.3	$y = 0.6252x + 2.5621$	0.88	1.6	7	2.6	1
3	หญิง	158.0	47.5	24	20/25	19.0	$y = 0.6122x + 3.1532$	0.85	1.6	6	3.2	9
4	หญิง	157.5	65.5	24	20/20-2	26.4	$y = 0.6688x + 4.2212$	0.75	1.5	15	4.2	14
5	หญิง	161.2	55.7	24	20/30	21.4	$y = 0.6319x + 2.8514$	0.87	1.6	12	2.9	7
6	หญิง	160.8	53.2	25	20/20-2	20.6	$y = 0.6326x + 2.7641$	0.86	1.6	13	2.8	3
7	ชาย	172.7	68.6	24	20/20	23.0	$y = 0.6265x + 2.8745$	0.87	1.6	8	2.9	8
8	ชาย	171.5	76.2	25	20/20-1	25.9	$y = 0.5920x + 3.8072$	0.80	1.7	2	3.8	12
9	ชาย	166.5	57.4	23	20/25	20.7	$y = 0.6292x + 2.7966$	0.87	1.6	9	2.8	4
10	หญิง	168.0	63.2	23	20/20	22.4	$y = 0.5921x + 3.7394$	0.80	1.7	3	3.7	10
11	ชาย	170.2	65.3	25	20/20-1	22.5	$y = 0.5938x + 3.7684$	0.79	1.7	4	3.8	11
12	หญิง	158.4	58.3	24	20/20-3	23.2	$y = 0.6305x + 2.8038$	0.87	1.6	10	2.8	5
13	หญิง	160.2	59.2	23	20/25	23.1	$y = 0.5858x + 3.8654$	0.79	1.7	1	3.9	13
14	หญิง	158.5	70.0	23	20/20	27.9	$y = 0.6584x + 4.3644$	0.74	1.5	14	4.4	15
15	ชาย	170.0	67.3	25	20/30	23.3	$y = 0.6312x + 2.8107$	0.87	1.6	11	2.8	6

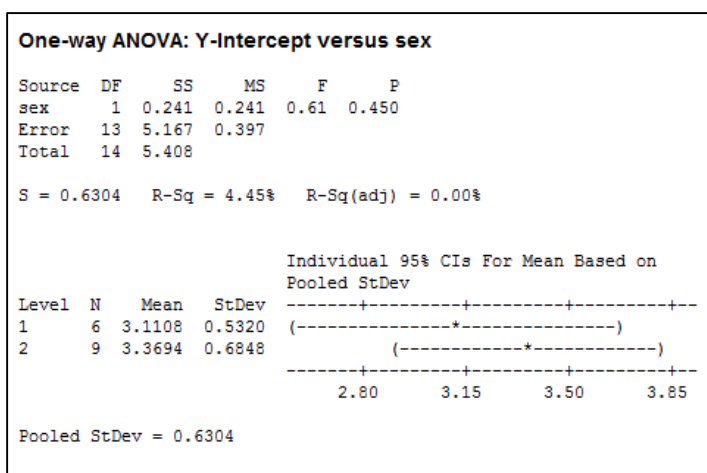
ตารางที่ ง.2 เกณฑ์ในการแบ่งกลุ่มผู้ทดลองสำหรับใช้ทดสอบทางสถิติ

ส่วนสูง		น้ำหนัก		BMI	
กลุ่มที่	ส่วนสูง (ซม.)	กลุ่มที่	น้ำหนัก (กก.)	กลุ่มที่	BMI
1	155.0-159.9	1	40.0-49.9	1	18.0-22.9
2	160.0-164.9	2	50.0-59.9	2	23.0-24.9
3	165.0-169.9	3	60.0-69.9	3	25.0-27.9
4	170.0-174.9	4	70.0-79.9	4	28.0-29.0

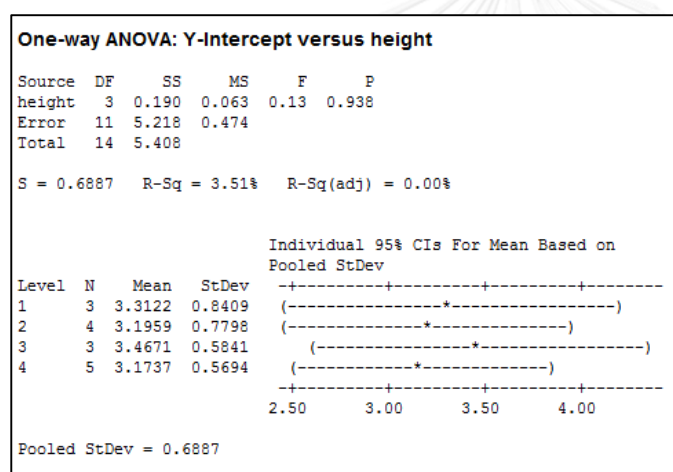
ตารางที่ ง.3 ตารางใช้สำหรับทดสอบ ANOVA

ผู้เข้าทดลอง	เพศ	ส่วนสูง (cm.)	น้ำหนัก (kg.)	อายุ	ค่าสายตา (metre)	BMI (kg/m ²)	สมการถดถอย	R ²	สมรรถนะจากความขึ้น		สมรรถนะจากจุดตัดแกน Y	
									IP	อันดับ	Y-Intercept	อันดับ
1	1	4	3	25	1.0	1.0	$y = 0.6112x + 2.6075$	0.87	1.6	5	2.6	2
2	2	1	3	25	1.0	3.0	$y = 0.6252x + 2.5621$	0.88	1.6	7	2.6	1
3	2	1	1	24	0.8	1.0	$y = 0.6122x + 3.1532$	0.85	1.6	6	3.2	9
4	2	1	3	24	1.0	3.0	$y = 0.6688x + 4.2212$	0.75	1.5	15	4.2	14
5	2	2	2	24	0.7	1.0	$y = 0.6319x + 2.8514$	0.87	1.6	12	2.9	7
6	2	2	2	25	1.0	1.0	$y = 0.6326x + 2.7641$	0.86	1.6	13	2.8	3
7	1	4	3	24	1.0	2.0	$y = 0.6265x + 2.8745$	0.87	1.6	8	2.9	8
8	1	4	4	25	1.0	3.0	$y = 0.5920x + 3.8072$	0.80	1.7	2	3.8	12
9	1	3	2	23	0.8	1.0	$y = 0.6292x + 2.7966$	0.87	1.6	9	2.8	4
10	2	3	3	23	1.0	1.0	$y = 0.5921x + 3.7394$	0.80	1.7	3	3.7	10
11	1	4	3	25	0.8	1.0	$y = 0.5938x + 3.7684$	0.79	1.7	4	3.8	11
12	2	2	2	24	1.0	2.0	$y = 0.6305x + 2.8038$	0.87	1.6	10	2.8	5
13	2	3	2	23	0.8	2.0	$y = 0.5858x + 3.8654$	0.79	1.7	1	3.9	13
14	2	2	4	23	1.0	3.0	$y = 0.6584x + 4.3644$	0.74	1.5	14	4.4	15
15	1	4	3	25	0.7	2.0	$y = 0.6312x + 2.8107$	0.87	1.6	11	2.8	6

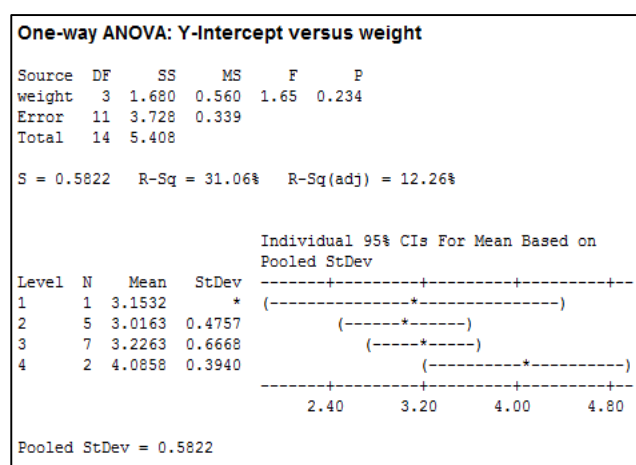
รูปที่ 3.3 ผลการทดสอบ ANOVA ระหว่างสมรรถนะจากจุดตัดแกน Y กับเพศ



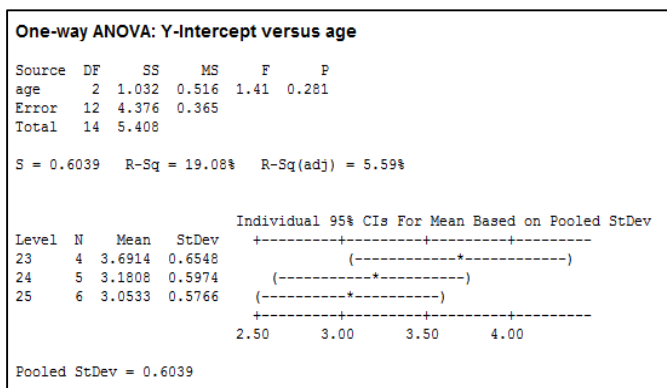
รูปที่ 3.3 ผลการทดสอบ ANOVA ระหว่างสมรรถนะจากจุดตัดแกน Y กับส่วนสูง



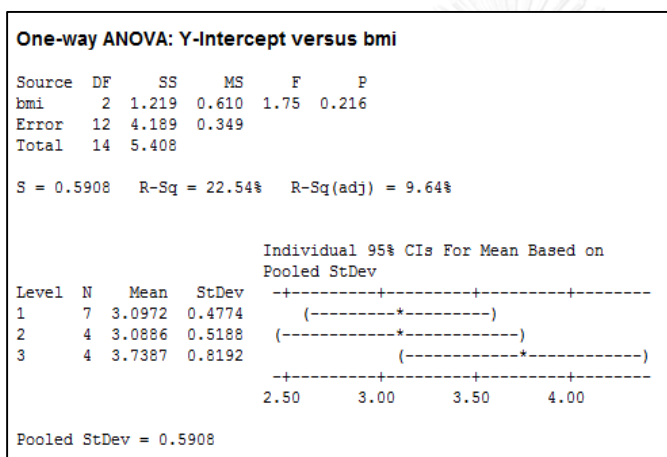
รูปที่ 3.3 ผลการทดสอบ ANOVA ระหว่างสมรรถนะจากจุดตัดแกน Y กับน้ำหนัก



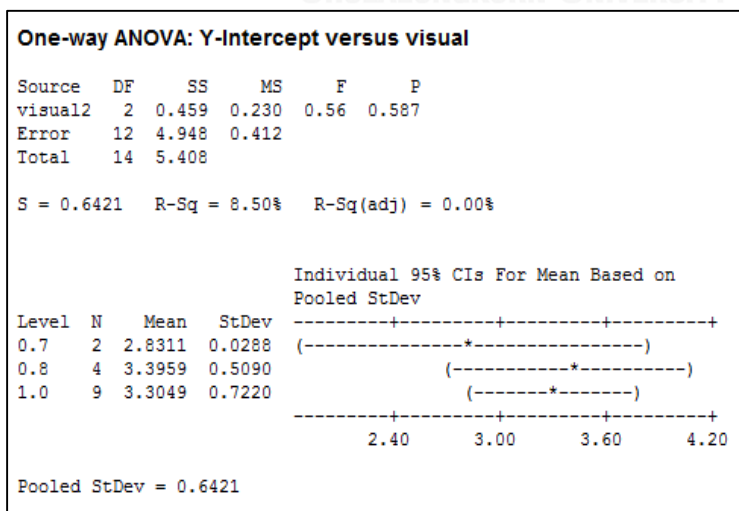
รูปที่ 3.3 ผลการทดสอบ ANOVA ระหว่างสมรรถนะจากจุดตัดแกน Y กับอายุ



รูปที่ 3.3 ผลการทดสอบ ANOVA ระหว่างสมรรถนะจากจุดตัดแกน Y กับ BMI



รูปที่ 3.3 ผลการทดสอบ ANOVA ระหว่างสมรรถนะจากจุดตัดแกน Y กับค่าสายตา



รูปที่ 3.3 ผลการทดสอบ ANOVA ระหว่างสมรรถนะจาก IP กับเพศ

One-way ANOVA: IP versus sex

Source	DF	SS	MS	F	P
sex	1	0.00340	0.00340	0.88	0.366
Error	13	0.05027	0.00387		
Total	14	0.05367			

S = 0.06219 R-Sq = 6.33% R-Sq(adj) = 0.00%

Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev	CI Lower	CI Upper
1	6	1.6299	0.0477	1.575	1.680
2	9	1.5991	0.0697	1.610	1.645

Pooled StDev = 0.0622

รูปที่ 3.3 ผลการทดสอบ ANOVA ระหว่างสมรรถนะจาก IP กับส่วนสูง

One-way ANOVA: IP versus height

Source	DF	SS	MS	F	P
height	3	0.02276	0.00759	2.70	0.097
Error	11	0.03091	0.00281		
Total	14	0.05367			

S = 0.05301 R-Sq = 42.40% R-Sq(adj) = 26.69%

Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev	CI Lower	CI Upper
1	3	1.5761	0.0720	1.560	1.620
2	4	1.5670	0.0322	1.620	1.680
3	3	1.6618	0.0634	1.680	1.740
4	5	1.6380	0.0484	1.620	1.680

Pooled StDev = 0.0530

รูปที่ 3.3 ผลการทดสอบ ANOVA ระหว่างสมรรถนะจาก IP กับน้ำหนัก

One-way ANOVA: IP versus weight

Source	DF	SS	MS	F	P
weight	3	0.00062	0.00021	0.04	0.987
Error	11	0.05304	0.00482		
Total	14	0.05367			

S = 0.06944 R-Sq = 1.16% R-Sq(adj) = 0.00%

Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev	CI Lower	CI Upper
1	1	1.6335	*	1.520	1.600
2	5	1.6091	0.0548	1.600	1.680
3	7	1.6120	0.0665	1.680	1.760
4	2	1.6040	0.1205	1.600	1.680

Pooled StDev = 0.0694

รูปที่ 3.3 ผลการทดสอบ ANOVA ระหว่างสมรรถนะจาก IP กับอายุ

One-way ANOVA: IP versus age

Source	DF	SS	MS	F	P
age	2	0.00806	0.00403	1.06	0.376
Error	12	0.04560	0.00380		
Total	14	0.05367			

S = 0.06165 R-Sq = 15.03% R-Sq(adj) = 0.87%

Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev
23	4	1.6260	0.0882
24	5	1.5787	0.0508
25	6	1.6290	0.0488

Pooled StDev = 0.0616

รูปที่ 3.3 ผลการทดสอบ ANOVA ระหว่างสมรรถนะจาก IP กับ BMI

One-way ANOVA: IP versus bmi

Source	DF	SS	MS	F	P
bmi	2	0.00720	0.00360	0.93	0.421
Error	12	0.04647	0.00387		
Total	14	0.05367			

S = 0.06223 R-Sq = 13.42% R-Sq(adj) = 0.00%

Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev
1	7	1.6279	0.0461
2	4	1.6184	0.0593
3	4	1.5757	0.0879

Pooled StDev = 0.0622

รูปที่ 3.3 ผลการทดสอบ ANOVA ระหว่างสมรรถนะจาก IP กับค่าสายตา

One-way ANOVA: IP versus visual

Source	DF	SS	MS	F	P
visual2	2	0.01004	0.00502	1.38	0.289
Error	12	0.04363	0.00364		
Total	14	0.05367			

S = 0.06030 R-Sq = 18.71% R-Sq(adj) = 5.16%

Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev
0.7	2	1.5834	0.0012
0.8	4	1.6535	0.0527
1.0	9	1.5990	0.0664

Pooled StDev = 0.0603

ภาคผนวก จ

คู่มือวิธีการสร้างการวัดสมรรถนะของงานเสียบสายไฟเข้ากับหัวเชื่อมสายไฟ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

คำนำ

คู่มือนี้จัดทำจากผลของการวิจัยการศึกษาสมรรถนะในงานการเสียบสายไฟเข้ากับหัวเชื่อมสายไฟของอุตสาหกรรมรถยนต์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการสร้างการวัดสมรรถนะการทำงานของพนักงานในสายการผลิตโดยใช้แนวคิดของ Fitt's Law โดยอาศัยทฤษฎีการแลกเปลี่ยนระหว่างความเร็วกับความแม่นยำ นั่นคืองานที่ต้องใช้ความเร็วก็จะไม่แม่นยำหรืองานที่ต้องใช้ความแม่นยำจะต้องให้ช้าลง ด้วยจุดประสงค์การวัดสมรรถนะนี้จะสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการวางแผนการผลิต การปรับปรุงงานและปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิต รวมถึงเป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้เพื่อหาจุดสมดุลย์ระหว่างความเร็วของการผลิตกับความผิดพลาดในการทำงานที่มักเกิดขึ้นในสายการประกอบสายไฟรถยนต์

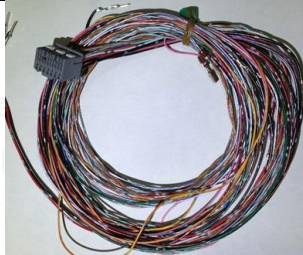
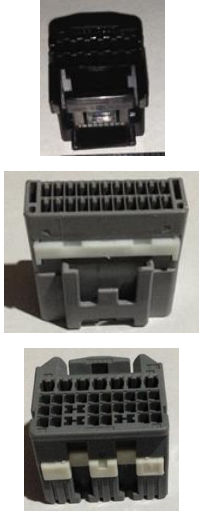


- การทดสอบ : การวัดสมรรถนะงานเสียบสายไฟเข้ากับหัวเชื่อมสายไฟ
- วัตถุประสงค์ : เพื่อสร้างการวัดสมรรถนะของพนักงานในช่วงประสบการณ์ต่างๆ
- ข้อมูลที่เก็บ : เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ในการเชื่อมชิ้นงาน ที่ผ่านเกณฑ์คุณภาพ
- เงื่อนไข : กำหนดวัตถุประสงค์ในการทำงานเสียบสายไฟโดยให้ผู้ทดสอบเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูงสุดและต้องไม่เกิดการเสียบสายไฟผิดพลาด
- ผู้เข้าทดสอบ : ตัวแทนพนักงานในสายการผลิตที่มีประสบการณ์ 0, 1, 2, 3, และ 5 ปี อย่างละหนึ่งคน

สถานที่ในการทดสอบ : พื้นที่จำลองสำหรับงานเสียบสายไฟหรือในสายการผลิตจริง

กำหนดรูปแบบงาน : รูปแบบงานคือชนิดของสายไฟกับชนิดของหัวเชื่อมสายไฟสายไฟ 33 สี และหัวเชื่อมสายไฟ 3 ขนาด

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

อุปกรณ์	รูปภาพ
1. ชุดสายไฟ 33 สี	
2. หัวเชื่อมสายไฟขนาด <ul style="list-style-type: none"> - ขนาดเล็ก 12 รูเสียบ - ขนาดกลาง 22 รูเสียบ - ขนาดใหญ่ 31 รูเสียบ 	

<p>3. สถานีจำลองสำหรับงานเสียบสายไฟ</p>	
<p>4. แผ่นผังบอกตำแหน่งการประกอบสายไฟ</p>	
<p>5. ถุงมือสำหรับงานเสียบสายไฟ</p>	
<p>6. กล้องบันทึกวิดีโอ</p>	

รูปแบบงานที่ใช้ทดสอบ

รูปแบบงาน 99 รูปแบบ : ชนิดสีของสายไฟ 33 สี x หัวเชื่อมสายไฟ 3 ขนาด

No.	สีสายไฟ	No.	สีสายไฟ
1	แดง	18	ดำ-ส้ม
2	ขาว	19	เขียว-แดง
3	น้ำเงิน	20	น้ำตาล
4	ดำ	21	ขาวสายม้วน
5	ดำ-ขาว	22	ดำ-เหลือง
6	เขียว-ขาว	23	น้ำเงิน-เหลือง
7	เขียว	24	ขาว-ดำ
8	ขาว-แดง	25	เหลือง-แดง
9	น้ำเงิน-แดง	26	แดง-ดำ
10	เทา	27	ชมพู-ดำ
11	เขียว-ดำ	28	เทา-เขียว
12	น้ำเงิน-ดำ	29	ขาว-น้ำเงิน
13	ชมพู	30	แดง-เหลือง
14	แดงสายม้วน	31	น้ำตาล-เหลือง
15	แดง-น้ำเงิน	32	น้ำตาล-ขาว
16	ขาว-เขียว	33	น้ำตาล-แดง
17	แดง-เขียว		



ข้อกำหนดในการทดสอบ

1. ผู้ทดสอบจะต้องทดสอบให้ครบทุกรูปแบบงานและทำซ้ำในงานรูปแบบเดียวกันอย่างน้อย 5 ครั้ง
2. แต่ละรูปแบบงาน ผู้ทดสอบจะต้องทดสอบอย่างน้อย 5 ครั้ง ซึ่งสามารถเพิ่มการทำซ้ำได้ขึ้นอยู่กับผู้ทำการทดลอง
3. เวลาพักระหว่างการทดลองแล้วพักอย่างน้อย 1 นาที
4. เวลาพักระหว่างชั่วโมงการทดสอบไม่น้อยกว่า 15
5. เมื่อมีการประกอบสายไฟผิดพลาดให้ทำการทดลองนั้นซ้ำเพิ่มเติม

ตัวแปรในการทำการทดลอง




- ขนาดของแผ่นผังการเสียบสายไฟ กว้าง 3.5 ซม. ยาว 5 ซม.
- การจัดวางอุปกรณ์สายไฟ, หัวเชื่อมสายไฟ และการจัดสถานีงาน

- ระดับความสูงของพื้นจนถึงขอบกระดานประกอบ ที่ 80 ซม.

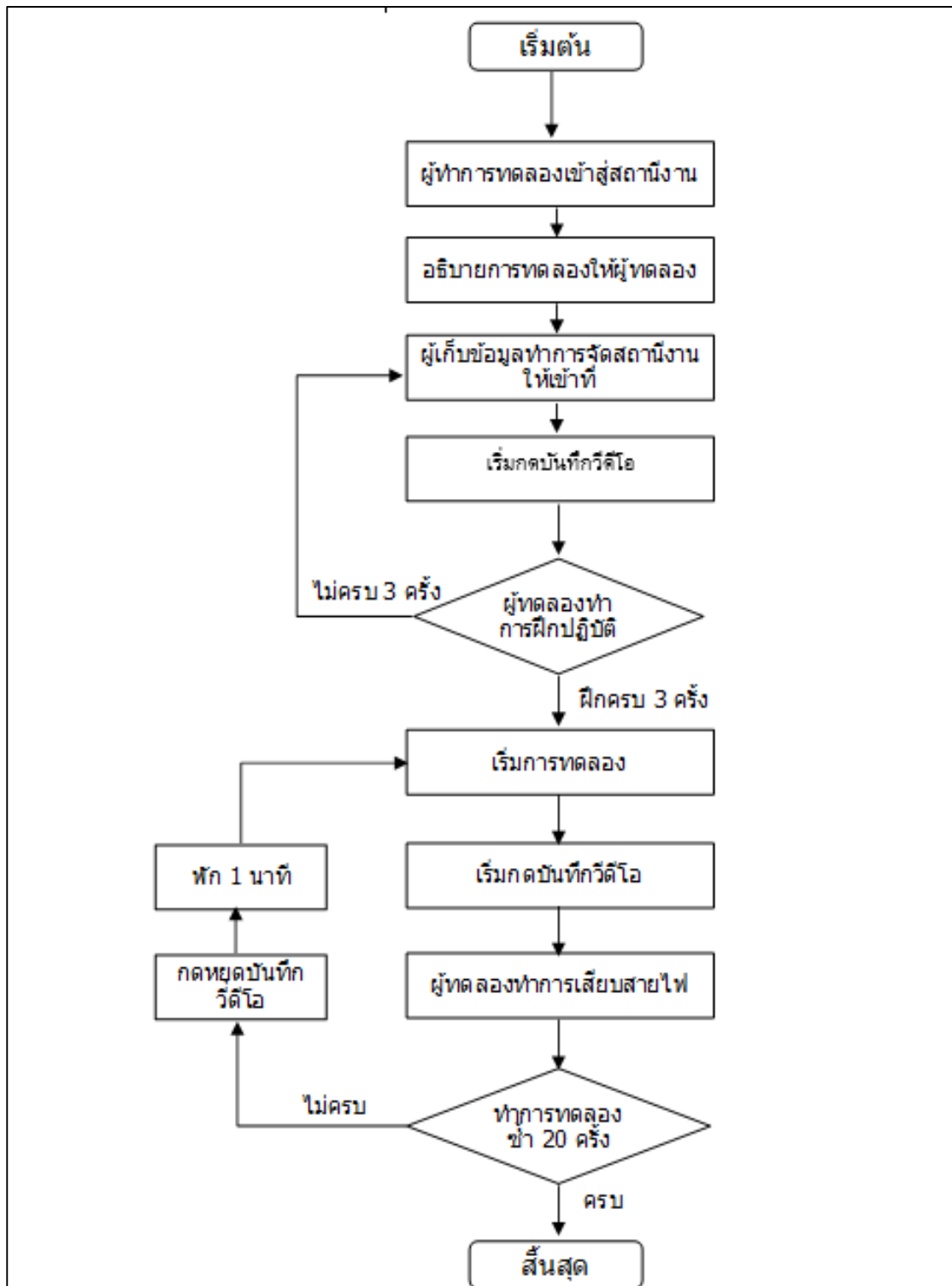
ตัวแปรผันแปร ได้แก่

- ชนิดของหัวเชื่อมสายไฟ ขนาดเล็ก 12 รูเสียบ ขนาดกลาง 22 รูเสียบและใหญ่ 31 รูเสียบ
- ชนิดของสีของสายไฟทั้งหมด 33 สี
- เวลาของการทำงานเสียบสายไฟเข้าหัวเชื่อมสายไฟ

การทดลองให้ครบทั้งหมด 99 รูปแบบงาน มีทั้งหมด 8 การทดลองดังนี้

การทดลอง ครั้งที่	รูปแบบของการทดลอง	จำนวนการ ทดลองซ้ำ (ครั้ง)
1	หัวเชื่อมสายไฟ ขนาดกลาง 22 รู เสียบสายไฟ 17 เส้น 	20
2	หัวเชื่อมสายไฟ ขนาดเล็ก 12 รู เสียบสายไฟ 8 เส้น 	20
3	หัวเชื่อมสายไฟขนาด ใหญ่ 31 รู เสียบสายไฟ 22 เส้น 	20
4	หัวเชื่อมสายไฟ ขนาดเล็ก 12 รู เสียบสายไฟ 8 เส้น 	20
5	หัวเชื่อมสายไฟ ขนาดเล็ก 12 รู เสียบสายไฟ 8 เส้น 	20
6	หัวเชื่อมสายไฟขนาด กลาง 22 รู เสียบสายไฟ 16 เส้น 	20
7	หัวเชื่อมสายไฟ ขนาดเล็ก 12 รู เสียบสายไฟ 9 เส้น 	20
8	หัวเชื่อมสายไฟขนาด ใหญ่ 31 รู เสียบสายไฟ 22 เส้น 	20

ขั้นตอนในการทดสอบ



การบันทึกเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่

ในการประกอบสายไฟเข้าหัวเชื่อมสายไฟ ทำการหาเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ในการประกอบแต่ละเส้นของสายไฟจากไฟล์วิดีโอโดยใช้โปรแกรม Quick time player ช่วยในการระบุเวลาการเคลื่อนที่ เวลาในการประกอบสายไฟ 1 เส้น เริ่มนับจากการหยิบสายไฟ ประกอบเข้าหัวเชื่อมสายไฟ จนถึงหยิบสายไฟเส้นถัดไป ให้นับเป็นเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ของสายไฟ 1 เส้นเท่านั้น

ตัวอย่างแบบฟอร์มบันทึกเวลาการเคลื่อนที่

ครั้งที่ สายไฟ	1	2	3	23	เวลาเฉลี่ย
ดำ-ขาว							
น้ำเงิน-แดง							
น้ำเงิน							
เทา							
เขียว-ดำ							
น้ำเงิน-ดำ							
ชมพู							
แดงสายม้วน							
แดง-เขียว							
แดง							
ขาว-เขียว							
แดง-เขียว							
ขาว							
ดำ-ส้ม							
เขียว-แดง							
น้ำตาล							
ขาวสายม้วน							
เวลารวม							

การวิเคราะห์ผลการทดสอบ

การวิเคราะห์ผลการทดสอบโดยการสร้างแผนภูมิกระจายที่แสดงความสัมพันธ์โดยมีแกน Y เป็น Movement Time (MT) และแกน X เป็นดัชนีความยาก (ID) โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. หาค่าเฉลี่ย Movement Time แต่ละรูปแบบงานของผู้ทดสอบของทุกคนโดยเรียงลำดับตามค่าเฉลี่ยจากน้อยไปหามาก

2. ทำการแปลงค่าเฉลี่ยของแต่ละรูปแบบงานให้เป็นดัชนีความยากโดยนำค่าเฉลี่ยที่ได้จากในข้อ 1 มาหาผลต่างและกำหนดเป็นมาตราในแกน x หรือเรียกว่าดัชนีความยาก โดยให้เริ่มต้นงานที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดเป็น 1.00 แล้วพิจารณารวมค่า ID ที่มีความใกล้เคียงกันให้เป็น ID เดียวกันเพื่อลดความหลากหลายของรูปแบบงาน

รูปแบบงาน	ค่าเฉลี่ย MT (วินาที)	ผลต่างจากค่าเฉลี่ย MT ของรูปแบบงานก่อนหน้า	ID (ID ก่อนหน้า + ผลต่าง MT)	รวม ID ที่ใกล้เคียงกันจากการปิดเศษทศนิยม
S เขียว	4.55	0.00	1.00	1.0
S น้ำเงิน-เหลือง	4.56	0.01	1.01	1.0
S ชมพู	4.57	0.02	1.02	1.0
S น้ำเงิน-ดำ	4.58	0.00	1.02	1.0
S ขาว	4.63	0.05	1.08	1.0
.
.
.
M น้ำเงิน-แดง	8.46	2.66	4.91	5.0
M แดง	8.60	0.14	5.05	5.0
M เทา	8.67	0.07	5.12	5.0
M ชมพู	8.67	0.00	5.12	5.0
M น้ำเงิน	8.71	0.03	5.16	5.0
.
.
.
L เขียว-ดำ	14.26	0.51	10.71	11.0
L ขาว-เขียว	14.60	0.33	11.04	11.0
L แดง-เขียว	15.56	0.96	12.00	12.0
L เขียว-แดง	15.63	0.07	12.07	12.0
L เขียว-ขาว	15.65	0.02	12.10	12.0

3. นำมาตราแกน x ที่ได้จากข้อ 2 มาทำการหาค่ามาตราแกน x ที่ดีที่สุดอีกครั้งด้วยวิธี optimization โดยอาจจะใช้โปรแกรม Microsoft excel ช่วยในการหาค่าที่ดีที่สุด โดยมีเป้าหมายที่จะทำให้ค่าผลรวมจากค่า R^2 ของผู้ทดลองทุกคนสูงที่สุด

- เริ่มจากการสร้างตารางตั้งรูปด้านล่างและนำข้อมูลจากผลของการทดลองมาใส่ลงตาราง โดยให้คอลัมน์ G,H เป็นรูปแบบของงาน และคอลัมน์ J ถึง X เป็น MT จากการทดลองของแต่ละบุคคล

- สร้างตารางสำหรับการทำ Optimization ตามรูปแบบของงานในคอลัมน์ B,C และ D

- ในส่วนของคอลัมน์ I ให้เป็น มาตราของแกน x และทำการผูกค่าของคอลัมน์ I ทั้งหมดให้เท่ากับค่าของคอลัมน์ D ตามแต่ละรูปแบบงาน

หัวข้อสายไฟ	สายไฟ	ID Solve	การทดลอง	หัวข้อสายไฟ	สายไฟ	ID	ผู้ทดสอบ 1	ผู้ทดสอบ 2	ผู้ทดสอบ 3	ผู้ทดสอบ 15
เล็ก	แดง		1	เล็ก	แดง		3.90	5.47	4.50	3.97
เล็ก	ขาว		1	เล็ก	ขาว		3.77	3.03	5.83	3.13
เล็ก	น้ำเงิน		1	เล็ก	น้ำเงิน		4.33	4.03	3.70	3.93
เล็ก	ดำ		1	เล็ก	ดำ		4.37	6.63	5.83	4.10
เล็ก	ดำ-ขาว		1	เล็ก	ดำ-ขาว		4.97	4.73	5.70	5.13
เล็ก	เขียว-ขาว		1	เล็ก	เขียว-ขาว		4.13	5.40	6.00	4.23
เล็ก	เขียว		1	เล็ก	เขียว		5.73	4.83	4.77	3.27
เล็ก	ขาว-แดง		1	เล็ก	ขาว-แดง		4.27	3.37	5.03	5.97
เล็ก	น้ำเงิน-แดง		1	เล็ก	น้ำเงิน-แดง		3.60	4.77	4.07	4.90
เล็ก	เทา		1	เล็ก	เทา		3.57	3.90	5.07	4.70
เล็ก	เขียว-ดำ		1	เล็ก	เขียว-ดำ		5.47	6.77	4.67	6.17
			20	ใหญ่	น้ำตาล-แดง		14.07	11.13	11.37	15.83

- ให้ใส่สูตรของ R^2 ในช่อง J4 จนถึง X4 เช่น ในช่อง J4 = $RSQ(y, x)$
- ในช่อง I4 ให้ใส่สูตร เป็นผลรวมของค่า R^2 ของ คอลัมน์ J4:X4
- ใส่สูตรของ ID ที่ได้จากวิธีการใช้ค่าเฉลี่ยของ MT ลงในคอลัมน์ D
- สำหรับ Excel version 2013 ที่แถบ Data เลือก Solver
- หน้าต่าง Solver ขึ้นมาให้กำหนดค่าตามรูปแล้วกดปุ่ม Solve

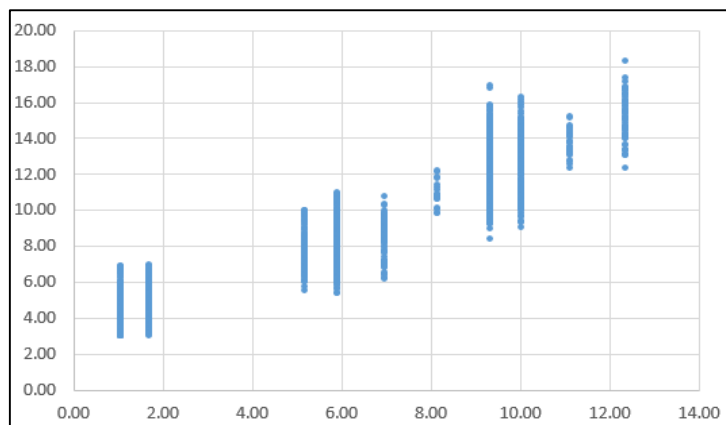
- โปรแกรม Solver ทำงานเสร็จจะได้ค่าผลรวมของ R2 สูงสุดตั้งช่อง I4 และค่าของ ID ดังตารางในคอลัมน์ D

หัวเชื่อมสายไฟ	สีสายไฟ	ID Solve
เล็ก	แดง	2.586274
เล็ก	ขาว	2.302171
เล็ก	น้ำเงิน	2.629905
เล็ก	ดำ	2.330426
เล็ก	ดำ-ขาว	2.939321
เล็ก	เขียว-ขาว	3.868231
เล็ก	เขียว	2.167767
เล็ก	ขาว-แดง	3.145748
เล็ก	น้ำเงิน-แดง	2.479789
เล็ก	เทา	3.077101
เล็ก	เขียว-ดำ	4.138678

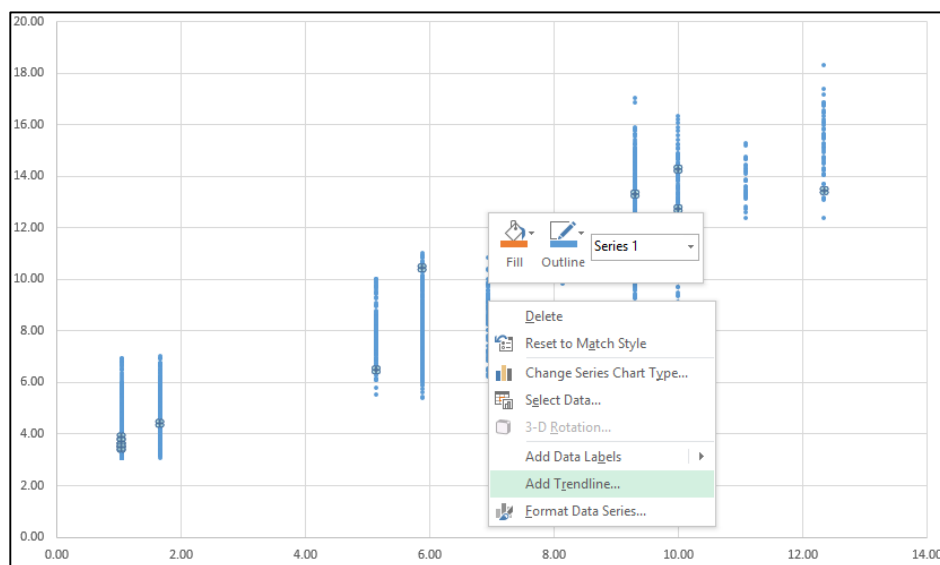
ครั้งที่	หัวเชื่อมสายไฟ	สีสายไฟ	ID	Subj. 1	Subj. 2	Subj. 3	Subj. 15
1	เล็ก	แดง	3	3.90	5.47	4.50	3.97
1	เล็ก	ขาว	2	3.77	3.03	5.83	3.13
1	เล็ก	น้ำเงิน	3	4.33	4.03	3.70	3.93
1	เล็ก	ดำ	2	4.37	6.63	5.83	4.10
1	เล็ก	ดำ-ขาว	3	4.97	4.73	5.70	5.13
1	เล็ก	เขียว-ขาว	4	4.13	5.40	6.00	4.23
1	เล็ก	เขียว	2	5.73	4.83	4.77	3.27
1	เล็ก	ขาว-แดง	3	4.27	3.37	5.03	5.97
1	เล็ก	น้ำเงิน-แดง	2	3.60	4.77	4.07	4.90
1	เล็ก	เทา	3	3.57	3.90	5.07	4.70
1	เล็ก	เขียว-ดำ	4	5.47	6.77	4.67	6.17
20	ใหญ่	น้ำตาล-แดง	16	14.07	11.13	11.37	15.83

4. นำข้อมูล ID และ Movement Time มาสร้างกราฟสมรรถนะของผู้ทดสอบโดยใช้โปรแกรม Excel สร้างตารางดังด้านล่าง แล้วสร้างกราฟแบบ scatter diagram

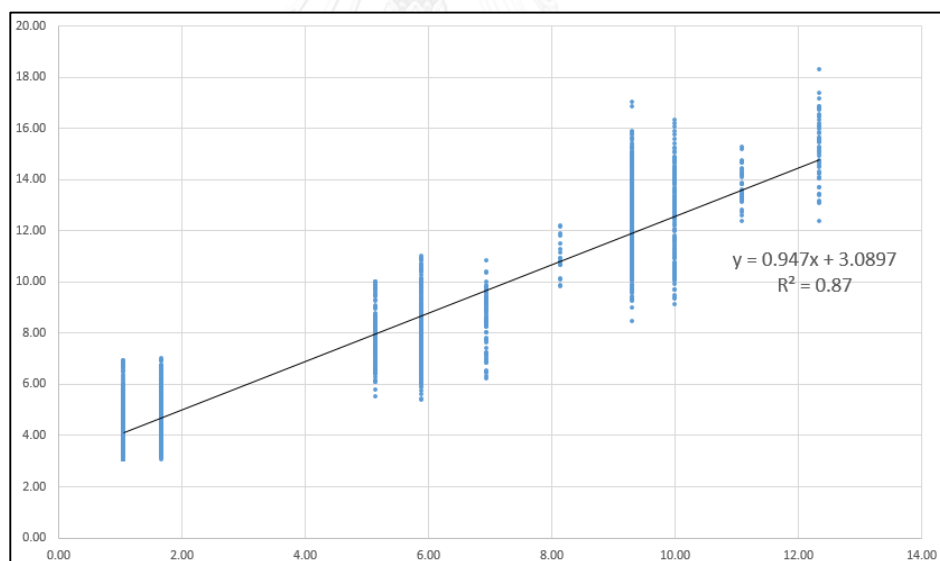
ทำซ้ำครั้งที่	หัวเชื่อมสายไฟ	สีสายไฟ	ID	MT ผู้ทดสอบ 1
1	เล็ก	แดง	1.06	3.90
1	เล็ก	ขาว	1.06	3.77
1	เล็ก	น้ำเงิน	1.06	4.33
1	เล็ก	ดำ	1.06	4.37
1	เล็ก	ดำ-ขาว	1.06	4.97
20	ใหญ่	น้ำตาล-แดง	9.99	14.07



- 5 เพิ่มเส้นแนวโน้มของข้อมูล โดยเลือกที่ข้อมูลในแผนภูมิ -->คลิกขวา-->add trendline

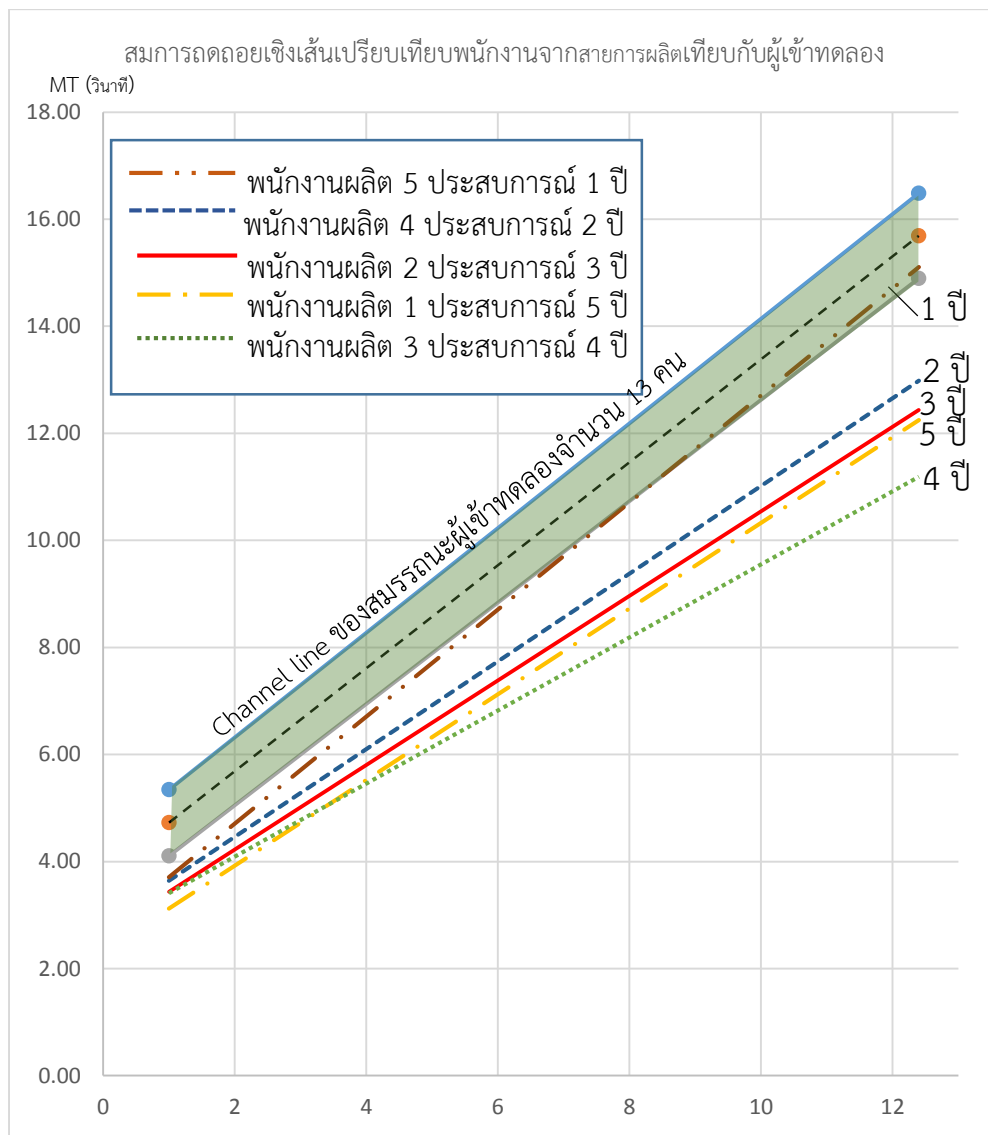


- 6 จะได้เส้นแนวโน้มและสมการถดถอยของผู้เข้าทดลอง

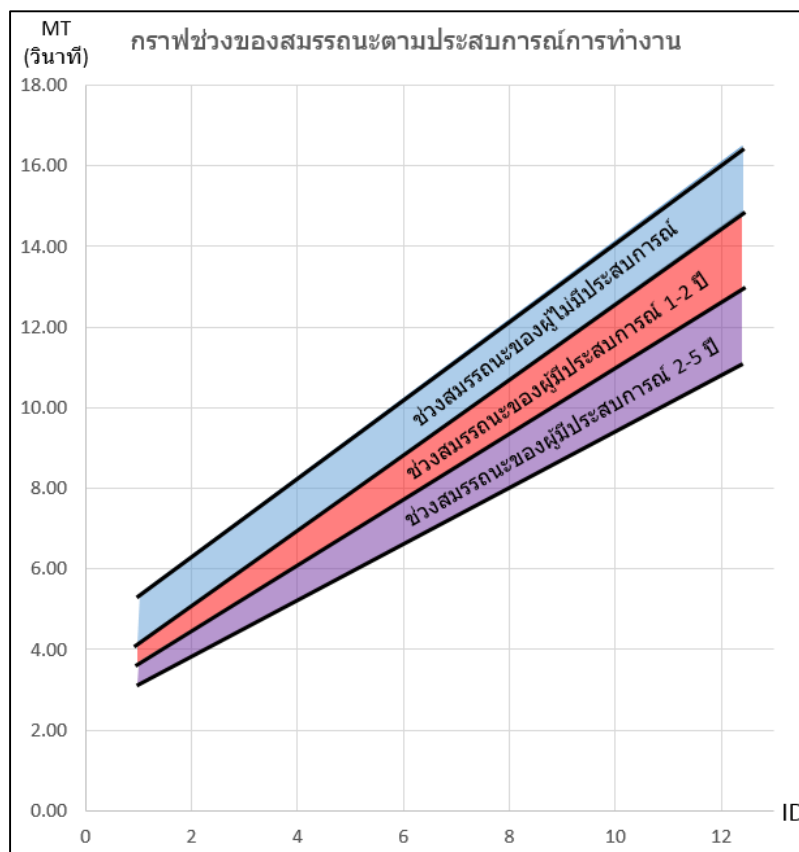


- 7 ปรับค่าของกราฟให้แสดงเฉพาะเส้นแนวโน้มแล้วทำการสร้างเส้นแนวโน้มนี้ให้ครบสำหรับผู้เข้าทดลองทุกคนโดยแยกตามประสบการณ์ในการทำงานแล้วสร้างกราฟในรูปแบบ Channel line หรือ $\bar{X} \pm SD$ โดยการแทนค่า x ในสมการถดถอยของผู้เข้าทดลองด้วยค่า ID ที่มากที่สุดกับน้อยที่สุด เท่ากับ 1 และ 12.40 ตามลำดับ และจะสามารถหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานได้

ซึ่งการแทนค่า ID =1 จะได้ 4.72 ± 0.62 และการแทน ID ด้วย 20 จะได้ 15.69 ± 0.79 นำค่าที่ได้ทั้ง 2 มาสร้าง Channel line



- 8 แบ่งช่วงสมรรถนะตามประสบการณ์ด้วยวิธีลักษณะเดียวกันกับข้อ 7 ซึ่งจะได้ช่วงของสมรรถนะแบ่งเป็น 3 ช่วง



- 9 แบ่งช่วงสมรรถนะตามประสบการณ์ของการทำงานจากผู้เข้าทดสอบแล้วใช้ค่ากลางของค่าสมรรถนะแต่ละช่วงเป็นตัวแทนในการนำไปคำนวณความเร็วการผลิตที่เหมาะสมโดยคำนวณจากงานของพนักงานในสายการผลิตแต่ละคนทำแล้วให้ใช้ค่าที่คำนวณได้มากที่สุดซึ่งถือเป็นจุดคอขวดของกระบวนการเป็นตัวกำหนดความเร็วสายการผลิต

ช่วงประสบการณ์	สมการถดถอย	รอบการผลิตที่คำนวณได้ (วินาที)	ความเร็วสายพานที่คำนวณได้ (เมตร/นาที)
ไม่มีประสบการณ์	$y = 0.9620x + 3.7625$	135.29	0.66
1-2 ปี	$y = 0.8826x + 2.9935$	118.62	0.75
2-5 ปี	$y = 0.7574x + 2.5640$	101.74	0.90

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายธีรภัทร์ ประยูง เกิดวันที่ 18 พฤษภาคม 2529 ในจังหวัดศรีสะเกษ สำเร็จชั้นมัธยมศึกษาที่โรงเรียนทวิธาภิเศกในจังหวัดกรุงเทพมหานครและสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ในปีการศึกษา 2551 ปัจจุบันทำงานที่บริษัทผลิตรถยนต์ตำแหน่งวิศวกรพัฒนาการจัดการฝ่ายควบคุมการผลิตและได้เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิตภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยในปีการศึกษา 2555

