# บทที่ 5

## แนวทางการวิเคราะห์สายการผลิตและผลจากแบบจำลองปัญหา

ในงานวิจัยฉบับนี้ได้ศึกษา วิเคราะห์ปัจจัยที่มากระทบกับสายการผลิต ซึ่งได้แก่ การจัดวางตำแหน่งของสถานีงานในสายการผลิต และการเคลื่อนย้ายชิ้นงานในการผลิตโดยจะแยกแนวทางในการวิเคราะห์แนวทางในการปรับปรุงปัจจัยทั้ง 2 อย่างดังนี้

### 5.1 การจัดวางตำแหน่งของสถานีขั้นตอน DET Test

ในปัจจุบันการวางตำแหน่ง DET Test จะมีลักษณะเป็นกลุ่มตามกระบวนการผลิตแยกออกมาจากสายการประกอบทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดตามผลิตภัณฑ์รุ่นก่อนหน้า และไม่ได้มีการปรับปรุงเมื่อมีผลิตภัณฑ์ใหม่เข้ามาประกอบ

จุดอ่อนของการจัดวางตำแหน่งของสถานีขั้นตอน DET Test

- เนื่องจากเป็นกระบวนการที่ต้องกระทำทุกครั้งที่ประกอบชิ้นงานจึงทำให้มีการเคลื่อนย้ายชิ้นงานหลายครั้งในการประกอบ
- ต้องจัดพนักงานสำหรับการเคลื่อนย้ายชิ้นงานจากสายการผลิตมายังสถานีขั้นตอน DET Test
- ต้องจัดพื้นที่สำรองสำหรับชิ้นงานรอการขนย้ายไปยังสถานีขั้นตอน DET Test

แนวทางในจัดตำแหน่งสถานีขั้นตอน DET Test

จากปัญหาที่กล่าวมาแล้ว จึงได้เสนอทางเลือกในการจัดสถานีขั้นตอน DET Test ไว้ในสายการประกอบเนื่องจากมีพื้นที่เพียงพอในการจัดวาง

### 5.2 การเคลื่อนย้ายชิ้นงานในการผลิต

ในส่วนการเคลื่อนย้ายชิ้นงานผลิตจะพบว่าจะมีการเคลื่อนย้ายชิ้นงานออกและเข้าที่ขั้นตอนต่างๆดังนี้

1. หลังขั้นตอนการติด Barcode เป็นการเคลื่อนย้ายชิ้นงานหัวอ่าน-เขียนสำเร็จมาประกอบที่สายการประกอบ

2. หลังขั้นตอน Low Audit glue จะเป็นการเคลื่อนย้ายชิ้นงานจากสายการประกอบไปยังเครื่องล้างชิ้นงาน (AQ) และนำชิ้นงานที่ผ่านขั้นตอน AQ แล้วกลับมายังสายการประกอบ

3. หลังขั้นตอน Gram Load Check จะมีการเคลื่อนย้ายชิ้นงานจากสายการประกอบไปยังสถานีขั้นตอน DET Test และนำชิ้นงานที่ผ่านขั้นตอน DET Test ไปยังสายการประกอบ

4. หลังขั้นตอน Group Lot เป็นการเคลื่อนย้ายชิ้นงานที่ประกอบเสร็จเรียบร้อยแล้วไปยังจุดบรรจุภัณฑ์

ข้อจำกัดการเคลื่อนย้ายชิ้นงานในแบบจำลอง

1. ลักษณะการขนย้ายจะใช้คนในการเคลื่อนย้าย โดยจะทำการเข็นรถเข็นที่บรรจุชิ้นงานไปยังจุดต่างๆที่ต้องการ โดยกำหนดพนักงานที่ทำหน้าที่เคลื่อนย้ายชิ้นงาน 2 สายการประกอบต่อ 1 คน ดังนั้นในแบบจำลองจะมีพนักงานเคลื่อนย้ายชิ้นงานทั้งหมด 4 คน โดยการขนย้ายจะแยกระหว่างการขนย้ายข้อที่ 1, 2 และ 4 กับ การขนย้ายข้อที่ 3 โดยการขนย้ายในข้อที่ 1, 2 และ 4 จะขนย้ายด้วยรถเข็น แต่การขนย้ายในข้อที่ 3 จะเคลื่อนย้ายด้วยการถือของคนซึ่งจะเป็นพนักงานที่ประจำที่สถานีขั้นตอน DET Test

2. ปริมาณการเคลื่อนย้ายต่อ 1 ครั้งจะเท่ากับ 160 ชิ้นต่อ 1 เที่ยวสำหรับชิ้นงานชุดประกอบหัวอ่าน-เขียนสำเร็จ และ 800 ชิ้นต่อ 1 เที่ยวสำหรับชิ้นงานหัวอ่าน-เขียนสำเร็จ

3. ปริมาณการเคลื่อนย้ายไปยังขั้นตอน DET Test จะมีปริมาณเท่ากับ 20 ชิ้นต่อ 1 เที่ยว

4. ตามลักษณะการทำงานจะรอจนกระทั่งชิ้นงานเต็มรถเข็นจึงจะทำการเคลื่อนย้ายชิ้นงานไปยังจุดที่ต้องการ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5. ระยะทางในการเคลื่อนย้ายไปยังจุดต่างๆมีระยะทางคงที่

แนวทางในการจัดสรรจำนวนพนักงานเคลื่อนย้ายชิ้นงาน

ในงานวิจัยนี้ได้ทดลองจำลองแบบปัญหาโดยกำหนดจำนวนพนักงานเคลื่อนย้ายชิ้นงานเป็นดังนี้

1. จัดสรรพนักงานเคลื่อนย้ายชิ้นงาน 2 สายการประกอบต่อ 1 คน (แบบเดิม)

2. จัดสรรพนักงานเคลื่อนย้ายชิ้นงาน 4 สายการประกอบต่อ 1 คน

3. จัดสรรพนักงานเคลื่อนย้ายชิ้นงาน 7 สายการประกอบต่อ 1 คน

**5.3 สรุปแนวทางในการวิเคราะห์การปรับปรุงสายการผลิต**

1. ปรับปรุงการจัดสมดุลสายการผลิตตามบทที่ 4 แบบกำหนดรอบเวลาการผลิต และมีการจัดสถานีขั้นตอน DET Test แบบกลุ่มกระบวนการผลิต (แบบเดิม) และมีพนักงานเคลื่อนย้ายชิ้นงาน 2 สายการประกอบต่อ 1 คน

2. ปรับปรุงการจัดสมดุลสายการผลิตตามบทที่ 4 แบบกำหนดรอบเวลาการผลิต และมีการจัดสถานีขั้นตอน DET Test ไว้ในสายการผลิต และมีพนักงานเคลื่อนย้ายชิ้นงาน 2 สายการประกอบต่อ 1 คน

3. ปรับปรุงการจัดสมดุลสายการผลิตตามบทที่ 4 แบบกำหนดรอบเวลาการผลิตโดยมีการจัดสถานีขั้นตอน DET Test ไว้ในสายการผลิตและมีพนักงานเคลื่อนย้ายชิ้นงาน 4 สายการประกอบต่อ 1 คน

4. ปรับปรุงการจัดสมดุลสายการผลิตตามบทที่ 4 แบบกำหนดรอบเวลาการผลิตโดยมีการจัดสถานีขั้นตอน DET Test ไว้ในสายการผลิตและมีพนักงานเคลื่อนย้ายชิ้นงาน 7 สายการประกอบต่อ 1 คน

5. ปรับปรุงการจัดสมดุลสายการผลิตตามบทที่ 4 แบบกำหนดจำนวนสถานีงานโดยมีการจัดสถานีขั้นตอน DET Test ไว้ในสายการผลิตและมีพนักงานเคลื่อนย้ายชิ้นงาน 2 สายการประกอบต่อ 1 คน

## 5.4 ผลจากโปรแกรมแบบจำลองปัญหา

สำหรับผลที่ได้จากแบบจำลองปัญหาจะแบ่งเป็น 4 ส่วนด้วยกันคือ

5.4.1 จำนวนสถานีงาน

เป็นการเปรียบเทียบจำนวนสถานีทั้งหมดในแต่ละสายการผลิตทั้งผลิตภัณฑ์ Rigel แบบ 1x, 2x และ 3x โดยในแต่ละแบบของการจัดสมดุลสายการผลิตเป็นดังนี้

1. การจัดสมดุลสายการผลิตแบบเดิม จะมีจำนวนสถานีงานในแต่ละสถานีงานเป็นดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 แสดงจำนวนสถานีงานในแต่ละสถานีงานของการจัดสมดุลสายการผลิตแบบเดิมของโรงงานกรณีตัวอย่าง

| สถานีงานที่ | จำนวนสถานีงาน | | |
|---|---|---|---|
| | 1x | 2x | 3x |
| 1 | 1 | 1 | 1 |
| 2 | 2 | 2 | 2 |
| 3 | 2 | 2 | 2 |
| 4 | 2 | 2 | 2 |
| 5 | 2 | 2 | 2 |
| 6 | 1 | 1 | 1 |
| 7 | 2 | 2 | 2 |
| 8 | 2 | 2 | 2 |
| 9 | 2 | 2 | 2 |
| 10 | 1 | 1 | 1 |
| 11 | เป็นกลุ่มกระบวนการผลิตมี 22 สถานี | | |
| 12 | | | |
| 13 | 3 | 3 | 3 |
| 14 | 1 | 1 | 1 |
| 15 | 1 | 1 | 1 |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สำหรับสถานีงานที่ 11 และ 12 จะเป็นสถานีงานที่เป็นขั้นตอนการผลิตที่จัดวางเป็นกลุ่มกระบวนการผลิต ซึ่งได้จัดให้มีทั้งหมด 11 สถานีงานต่อ 1 เขตการผลิตในแต่ละสถานีงาน (ปกติจะเป็น 4 สายการประกอบ แต่ในที่นี้จะมี 4 สายการประกอบ และ 3 สายการประกอบ เนื่องจากอีก 1 สายการประกอบอยู่ในระหว่างการปรับปรุงสายการผลิต)

จาก

| | | |
|---|---|---|
| สายการประกอบ Rigel 1x | 3 | สายการประกอบ |
| สายการประกอบ Rigel 2x | 1 | สายการประกอบ |
| สายการประกอบ Rigel 3x | 3 | สายการประกอบ |

ดังนั้นจะสามารถสรุปจำนวนสถานีงานทั้งหมดได้ดังนี้

จำนวนสถานีงานทั้งหมดคือ 198 สถานีงาน

2. การจัดสมดุลสายการผลิตแบบกำหนดรอบเวลาการผลิตจะมีจำนวนสถานีงานในแต่ละสถานีงานเป็นดังตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.2 แสดงจำนวนสถานีงานในแต่ละสถานีงานของการจัดสมดุลสายการผลิตแบบกำหนดรอบเวลาการผลิต

| สถานีงานที่ | จำนวนสถานีงาน | | |
|---|---|---|---|
| | 1x | 2x | 3x |
| 1 | 2 | 2 | 2 |
| 2 | 2 | 2 | 2 |
| 3 | 2 | 2 | 2 |
| 4 | 1 | 1 | 1 |
| 5 | 2 | 2 | 2 |
| 6 | 2 | 2 | 2 |
| 7 | 2 | 2 | 2 |
| 8 | 1 | 1 | 1 |
| 9 | 2 | 2 | 3 |
| 10 | 2 | 2 | 2 |
| 11 | 1 | 1 | 2 |
| รวม | 19 | 19 | 20 |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ดังนั้นจะสามารถสรุปจำนวนสถานีงานทั้งหมดได้ดังนี้

จำนวนสถานีงานทั้งหมดคือ 136 สถานีงาน

ซึ่งจำนวนสถานีงานนี้จะเท่ากันไม่ว่าจำนวนพนักงานที่ทำหน้าที่เคลื่อนย้ายชิ้นงานจะมีจำนวนเท่าไรก็ตาม

3. การจัดสมดุลสายการผลิตแบบกำหนดจำนวนสถานีงานการประกอบจะมีจำนวนสถานีงานในแต่ละสถานีงานเป็นดังตารางที่ 5.3

ตารางที่ 5.3 แสดงจำนวนสถานีงานในแต่ละสถานีงานของการจัดสมดุลสายการผลิตแบบกำหนดจำนวนสถานีงานการประกอบ

| สถานีงานที่ | จำนวนสถานีงาน | | |
|---|---|---|---|
| | 1x | 2x | 3x |
| 1 | 1 | 1 | 1 |
| 2 | 2 | 2 | 2 |
| 3 | 2 | 2 | 2 |
| 4 | 2 | 2 | 2 |
| 5 | 1 | 1 | 2 |
| 6 | 2 | 2 | 1 |
| 7 | 1 | 1 | 2 |
| 8 | 2 | 2 | 2 |
| 9 | 1 | 1 | 2 |
| 10 | 2 | 3 | 1 |
| 11 | 2 | 2 | 3 |
| 12 | 2 | 2 | 2 |
| 13 | 1 | 2 | 2 |
| 14 | | | 2 |
| รวม | 21 | 23 | 26 |

ดังนั้นจะสามารถสรุปจำนวนสถานีงานทั้งหมดได้ดังนี้

จำนวนสถานีงานทั้งหมดคือ 164 สถานีงาน

ตารางที่ 5.4 แสดงจำนวนสถานีทั้งหมดในแต่ละแบบการปรับปรุงสายการผลิต

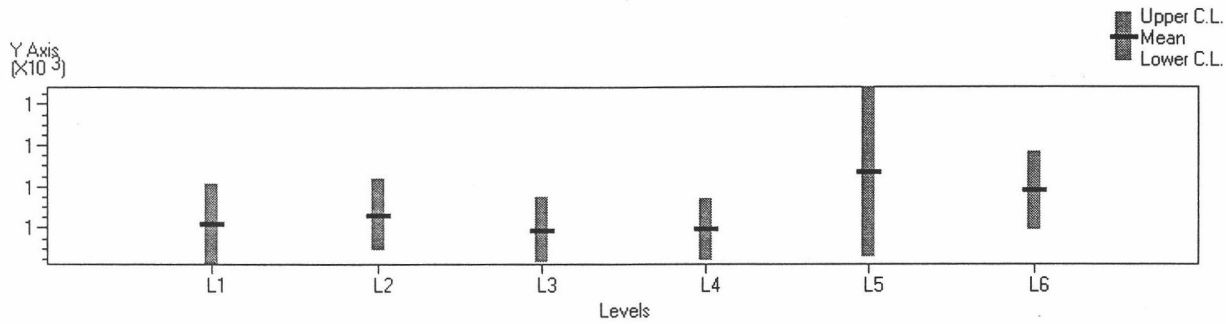
| แบบการปรับปรุงสายการผลิต | จำนวนสถานีงานทั้งหมด |
|---|---|
| แบบเดิม | 198 |
| แบบที่ 1 | 136 |
| แบบที่ 2 | 136 |
| แบบที่ 3 | 136 |
| แบบที่ 4 | 136 |
| แบบที่ 5 | 164 |

จากผลข้างต้นจะพบว่าในแบบการจัดสมดุลการผลิตเดิมของโรงงานกรณีตัวอย่างจะมีจำนวนสถานีงานสูงที่สุดคือ 198 สถานี และการจัดสมดุลสายการผลิตแบบกำหนดรอบเวลาการผลิตที่ต้องการจะมีจำนวนสถานีงานน้อยที่สุดคือ 136 สถานีงานซึ่งจะพิจารณาควบคู่กับตัววัดประสิทธิภาพตัวอื่นอีกครั้งหนึ่ง

5.4.2 จำนวนชิ้นงานระหว่างการผลิต

ในการวิเคราะห์ในส่วนของจำนวนชิ้นงานระหว่างการผลิต เป็นการนำผลที่ได้จากโปรแกรมแบบจำลองปัญหามาวิเคราะห์ในโปรแกรม Output Analyzer ซึ่งเป็นโปรแกรมชุดที่ติดตั้งพร้อมกับโปรแกรม ARENA โดยทำการวิเคราะห์ ANOVA แบบ One-way และเปรียบเทียบด้วยวิธี Bonferoni เนื่องจากจำนวนข้อมูลไม่เท่ากันด้วยนัยสำคัญ 0.05 ซึ่งจะเป็นการเปรียบเทียบในแนวทางการปรับปรุงที่ได้เสนอไปแล้วข้างต้นทั้ง 6 แบบ โดยผลการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมจะเป็นดังนี้ (ค่าเฉลี่ยจะอยู่ในภาคผนวก ข)

รูปที่ 5.1 การวิเคราะห์ ANOVA ในส่วนของชิ้นงานในกระบวนการผลิตสายการผลิตที่ 1 (1x)
รูปที่ 5.2 การวิเคราะห์ ANOVA ในส่วนของชิ้นงานในกระบวนการผลิตสายการผลิตที่ 2 (2x)
รูปที่ 5.3 การวิเคราะห์ ANOVA ในส่วนของชิ้นงานในกระบวนการผลิตสายการผลิตที่ 3 (1x)
รูปที่ 5.4 การวิเคราะห์ ANOVA ในส่วนของชิ้นงานในกระบวนการผลิตสายการผลิตที่ 4 (3x)
รูปที่ 5.5 การวิเคราะห์ ANOVA ในส่วนของชิ้นงานในกระบวนการผลิตสายการผลิตที่ 5 (3x)
รูปที่ 5.6 การวิเคราะห์ ANOVA ในส่วนของชิ้นงานในกระบวนการผลิตสายการผลิตที่ 6 (3x)
รูปที่ 5.7 การวิเคราะห์ ANOVA ในส่วนของชิ้นงานในกระบวนการผลิตสายการผลิตที่ 7 (1x)

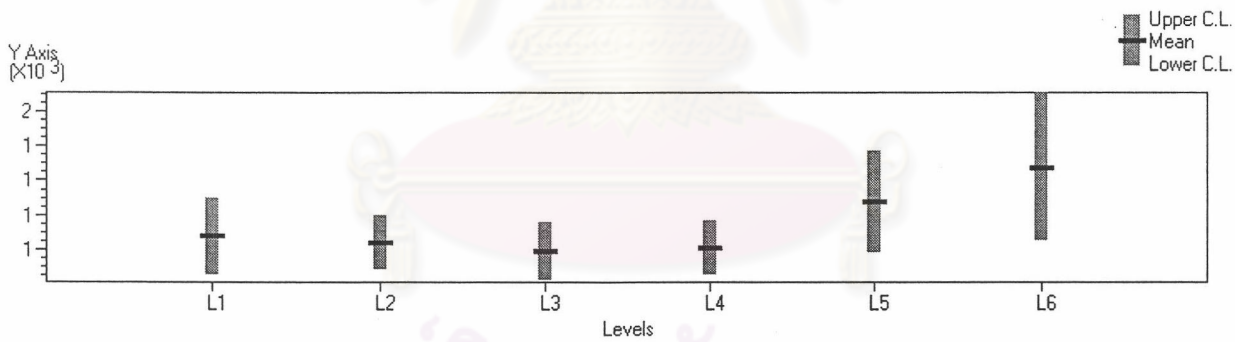



```
          One-Way ANOVA Table :

L1  -         WorkinM5
L2  -         WorkinM5
L3  -         WorkinM5
L4  -         WorkinM5
L5  -         WorkinM5
L6  -         WorkinM5

SOURCE OF VARIATION   SUM SQUARES     DF  MEAN SQUARES      F-EXP
-------------------------------------------------------------------
BETWEEN TREATMENTS     3.805e+005      5     7.61e+004      1.752
ERROR (W.TREATMENTS)   1.434e+006     33     4.34e+004
-------------------------------------------------------------------
TOTAL                  1.814e+006     38         F-CRIT     2.503
FAIL TO REJECT  HO  => MEANS ARE EQUAL  AT  0.05 LEVEL
```

รูปที่ 5.1 การวิเคราะห์ ANOVA ในส่วนของชิ้นงานในกระบวนการผลิตสายการผลิตที่ 1

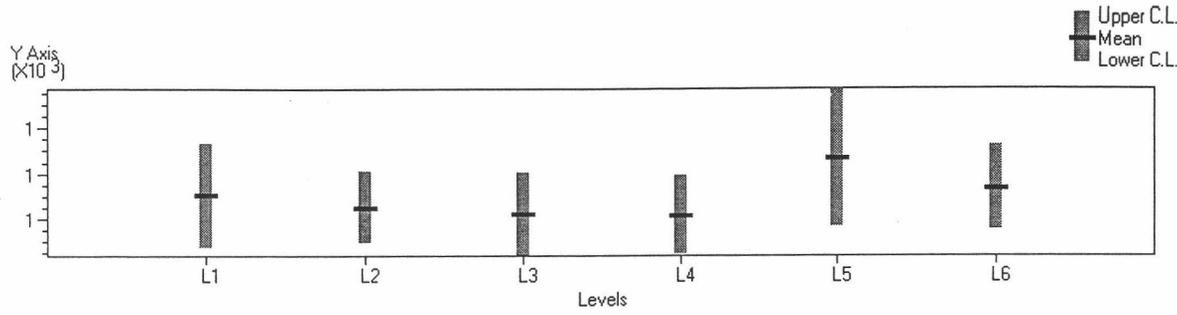



```
          One-Way ANOVA Table :

L1  -         WorkinM6
L2  -         WorkinM6
L3  -         WorkinM6
L4  -         WorkinM6
L5  -         WorkinM6
L6  -         WorkinM6

SOURCE OF VARIATION   SUM SQUARES     DF  MEAN SQUARES      F-EXP
-------------------------------------------------------------------
BETWEEN TREATMENTS     1.113e+006      5     2.226e+005      3.759
ERROR (W.TREATMENTS)   1.717e+006     29      5.92e+004
-------------------------------------------------------------------
TOTAL                   2.83e+006     34         F-CRIT     2.545
REJECT  HO  => NOT ALL MEANS ARE EQUAL  AT  0.05 LEVEL
```

รูปที่ 5.2 การวิเคราะห์ ANOVA ในส่วนของชิ้นงานในกระบวนการผลิตสายการผลิตที่ 2

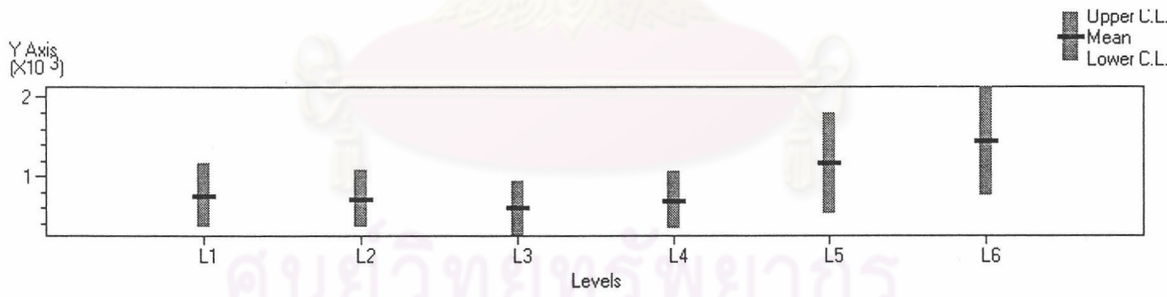



```
          One-Way ANOVA Table :

L1  -         WorkinM7
L2  -         WorkinM7
L3  -         WorkinM7
L4  -         WorkinM7
L5  -         WorkinM7
L6  -         WorkinM7

SOURCE OF VARIATION   SUM SQUARES     DF  MEAN SQUARES      F-EXP
-------------------------------------------------------------------
BETWEEN TREATMENTS     2.734e+005      5    5.468e+004      1.353
ERROR (W.TREATMENTS)   1.212e+006     30     4.04e+004
-------------------------------------------------------------------
TOTAL                  1.485e+006     35        F-CRIT      2.534
FAIL TO REJECT  HO  => MEANS ARE EQUAL  AT  0.05 LEVEL
```

รูปที่ 5.3 การวิเคราะห์ ANOVA ในส่วนของชิ้นงานในกระบวนการผลิตสายการผลิตที่ 3

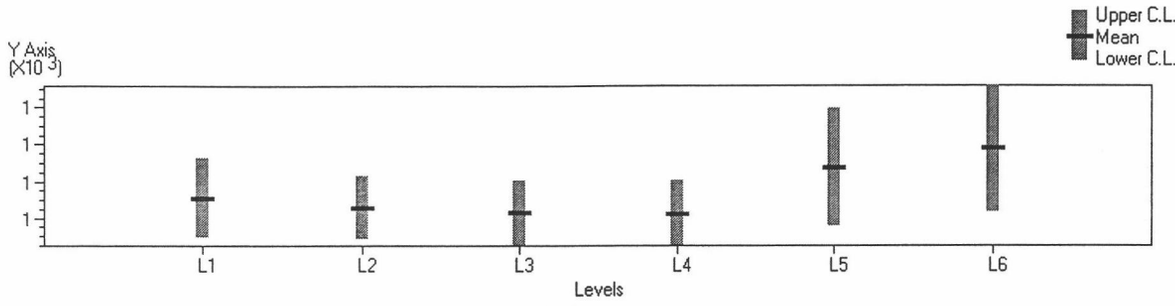



```
          One-Way ANOVA Table :

L1  -         WorkinM8
L2  -         WorkinM8
L3  -         WorkinM8
L4  -         WorkinM8
L5  -         WorkinM8
L6  -         WorkinM8

SOURCE OF VARIATION   SUM SQUARES     DF  MEAN SQUARES      F-EXP
-------------------------------------------------------------------
BETWEEN TREATMENTS     8.881e+005      5    1.776e+005      2.882
ERROR (W.TREATMENTS)   1.849e+006     30     6.16e+004
-------------------------------------------------------------------
TOTAL                  2.737e+006     35        F-CRIT      2.534
REJECT  HO  => NOT ALL MEANS ARE EQUAL  AT  0.05 LEVEL
```

รูปที่ 5.4 การวิเคราะห์ ANOVA ในส่วนของชิ้นงานในกระบวนการผลิตสายการผลิตที่ 4

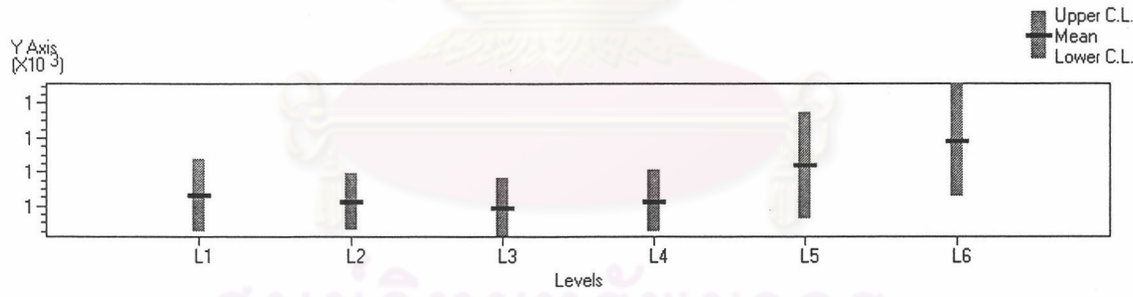



```
          One-Way ANOVA Table :

L1  -        WorkinM10
L2  -        WorkinM10
L3  -        WorkinM10
L4  -        WorkinM10
L5  -        WorkinM10
L6  -        WorkinM10

SOURCE OF VARIATION   SUM SQUARES     DF  MEAN SQUARES      F-EXP
-------------------------------------------------------------------
BETWEEN TREATMENTS     6.885e+005      5    1.377e+005      2.282
ERROR (W.TREATMENTS)    1.81e+006     30     6.03e+004
-------------------------------------------------------------------
TOTAL                  2.498e+006     35        F-CRIT      2.534
FAIL TO REJECT  HO  => MEANS ARE EQUAL  AT  0.05 LEVEL
```

รูปที่ 5.5 การวิเคราะห์ ANOVA ในส่วนของชิ้นงานในกระบวนการผลิตสายการผลิตที่ 5

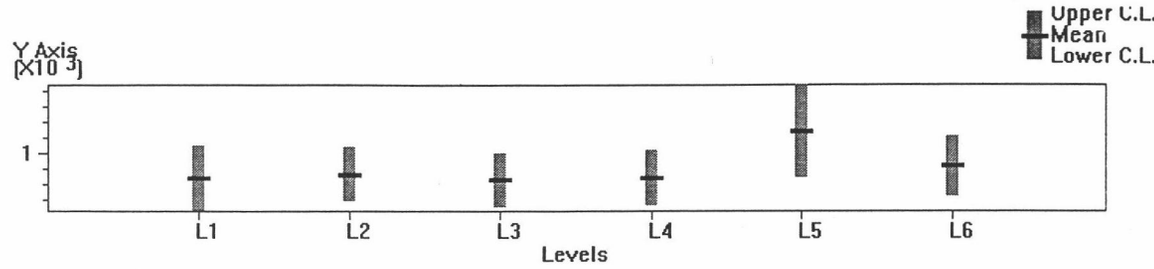



```
          One-Way ANOVA Table :

L1  -        WorkinM11
L2  -        WorkinM11
L3  -        WorkinM11
L4  -        WorkinM11
L5  -        WorkinM11
L6  -        WorkinM11

SOURCE OF VARIATION   SUM SQUARES     DF  MEAN SQUARES      F-EXP
-------------------------------------------------------------------
BETWEEN TREATMENTS      7.91e+005      5    1.582e+005      2.706
ERROR (W.TREATMENTS)   1.754e+006     30     5.85e+004
-------------------------------------------------------------------
TOTAL                  2.545e+006     35        F-CRIT      2.534
REJECT  HO  => NOT ALL MEANS ARE EQUAL  AT  0.05 LEVEL
```

รูปที่ 5.6 การวิเคราะห์ ANOVA ในส่วนของชิ้นงานในกระบวนการผลิตสายการผลิตที่ 6




One-Way ANOVA Table :

L1 - WorkinM12
L2 - WorkinM12
L3 - WorkinM12
L4 - WorkinM12
L5 - WorkinM12
L6 - WorkinM12

| SOURCE OF VARIATION | SUM SQUARES | DF | MEAN SQUARES | F-EXP |
|---|---|---|---|---|
| BETWEEN TREATMENTS | 4.738e+005 | 5 | 9.477e+004 | 2.070 |
| ERROR (W.TREATMENTS) | 1.419e+006 | 31 | 4.58e+004 | |
| TOTAL | 1.893e+006 | 36 | F-CRIT | 2.523 |

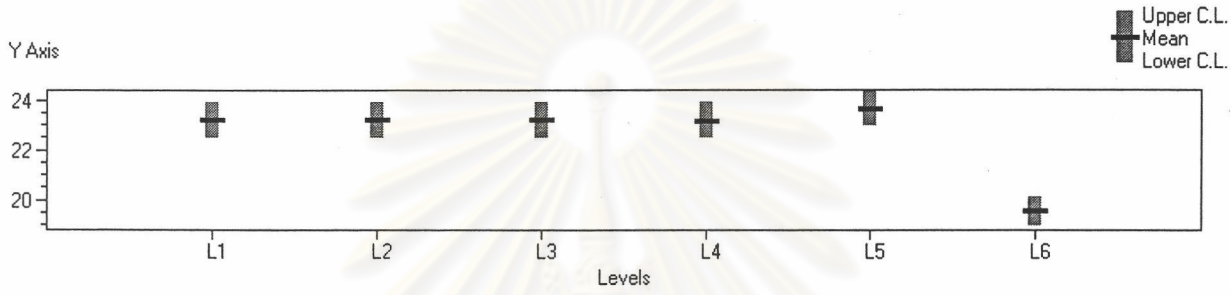
FAIL TO REJECT H0 => MEANS ARE EQUAL AT 0.05 LEVEL

รูปที่ 5.7 การวิเคราะห์ ANOVA ในส่วนของชิ้นงานในกระบวนการผลิตสายการผลิตที่ 7

จากการวิเคราะห์ ANOVA ทั้ง 7 สายการผลิตจะพบว่ามีเพียงสายการผลิตที่ 2, 4 และ 6 เท่านั้นที่มีความแตกต่างของจำนวนชิ้นงานในการผลิตที่แตกต่างกันในแต่ละแนวทางการปรับปรุง โดยจะแนวทางการปรับปรุงที่ 2 กับแนวทางการปรับปรุงที่ 3 จะแตกต่างกับแนวทางการปรับปรุงที่ 5 นั่นคือ การเพิ่มของจำนวนชิ้นงานระหว่างการผลิตจะไม่มีความสัมพันธ์อย่างเป็นนัยสำคัญกับจำนวนพนักงานการเคลื่อนย้ายชิ้นงาน แต่จะมีความแตกต่างอย่างเป็นนัยสำคัญกับการจัดสายการผลิตแบบกำหนดจำนวนสถานี ซึ่งก็แล้วแต่สายการผลิตเนื่องจากสายการผลิตที่ 2 จะเป็นการผลิตผลิตภัณฑ์ Rigel 2x และสายการผลิตที่ 4 และ 6 จะเป็นสายการผลิตผลิตภัณฑ์ Rigel 3x แต่ในส่วนสายการผลิตที่ 5 ซึ่งเป็นสายการผลิตผลิตภัณฑ์ Rigel 3x เช่นกันก็ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ แต่เมื่อสังเกตค่าจากรูปข้างต้นจะพบว่าการลดจำนวนพนักงานเคลื่อนย้ายชิ้นงานมีแนวโน้มที่จะทำให้ชิ้นงานระหว่างการผลิตสูงขึ้นอย่างไม่มีนัยสำคัญ โดยจะพบว่าค่าเฉลี่ยของชิ้นงานระหว่างการผลิตของพนักงานเคลื่อนย้าย 7 สายการผลิตต่อคน (แบบปรับปรุงที่ 5) จะอยู่ในช่วง 1040 ถึง 1140 ชิ้น และ 791-848 ชิ้น สำหรับพนักงานเคลื่อนย้าย 2 และ 4 สายการผลิตต่อคน

### 5.4.3 รอบเวลาการผลิตจริง

ในการวิเคราะห์ในส่วนของรอบเวลาการผลิตจริง จะเป็นการนำผลที่ได้จากโปรแกรมแบบจำลองปัญหามาวิเคราะห์ในโปรแกรม Output Analyzer เช่นเดียวกับวิธีการวิเคราะห์จำนวนชิ้นงานระหว่างการผลิตซึ่งจะได้ผลดังต่อไปนี้ (ค่าเฉลี่ยอยู่ในภาคผนวก ข)




One-Way ANOVA Table :

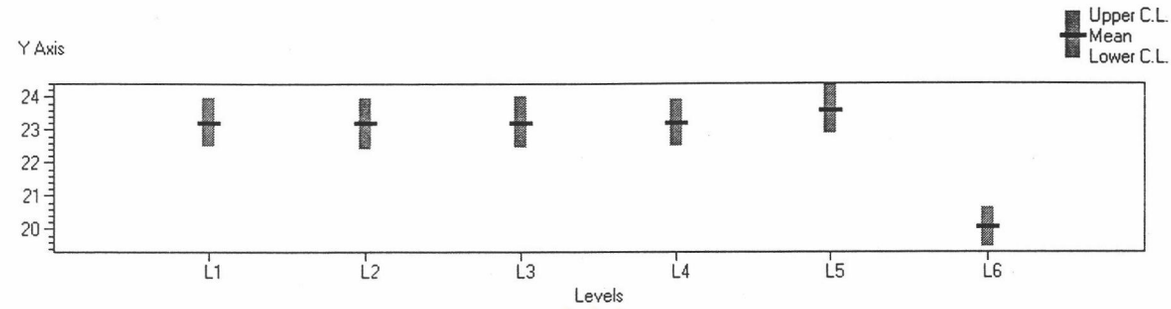
L1 - Depart m5_Ta
L2 - Depart m5_Ta
L3 - Depart m5_Ta
L4 - Depart m5_Ta
L5 - Depart m5_Ta
L6 - Depart m5_Ta

| SOURCE OF VARIATION | SUM SQUARES | DF | MEAN SQUARES | F-EXP |
|---|---|---|---|---|
| BETWEEN TREATMENTS | 425.4 | 5 | 85.09 | 23.480 |
| ERROR (W.TREATMENTS) | 670.4 | 185 | 3.62 | |
| TOTAL | 1096 | 190 | F-CRIT | 2.263 |

REJECT HO => NOT ALL MEANS ARE EQUAL AT 0.05 LEVEL

รูปที่ 5.8 การวิเคราะห์ ANOVA ในส่วนของรอบเวลาการผลิตจริงสายการผลิตที่ 1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

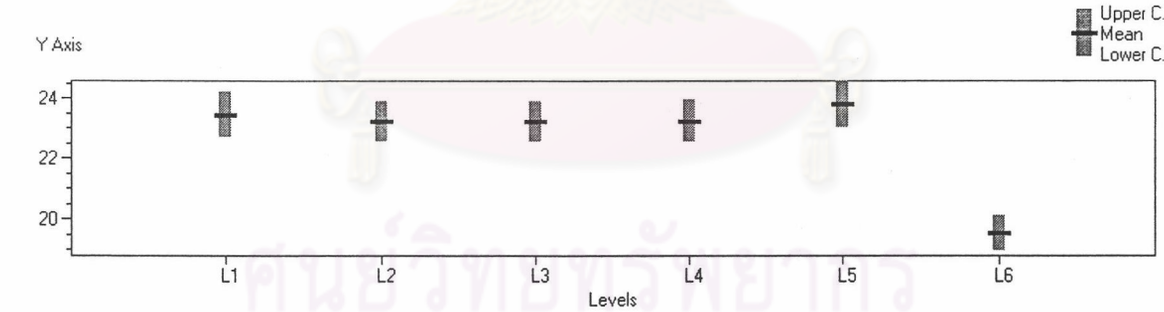



```
          One-Way ANOVA Table :

L1  -     Depart m6_Ta
L2  -     Depart m6_Ta
L3  -     Depart m6_Ta
L4  -     Depart m6_Ta
L5  -     Depart m6_Ta
L6  -     Depart m6_Ta

SOURCE OF VARIATION   SUM SQUARES     DF  MEAN SQUARES      F-EXP
-------------------------------------------------------------------
BETWEEN TREATMENTS          310.9      5          62.19     15.695
ERROR (W.TREATMENTS)        729.1    184           3.96
-------------------------------------------------------------------
TOTAL                      1040    189          F-CRIT      2.263
REJECT  HO  => NOT ALL MEANS ARE EQUAL  AT  0.05 LEVEL
```

รูปที่ 5.9 การวิเคราะห์ ANOVA ในส่วนของรอบเวลาการผลิตจริงสายการผลิตที่ 2

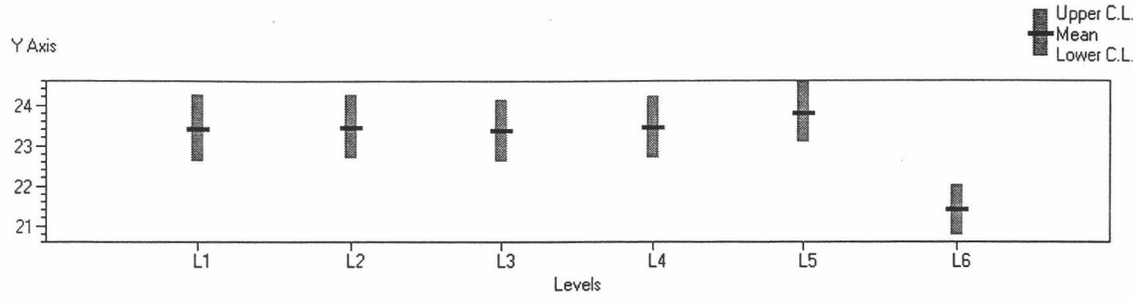



```
          One-Way ANOVA Table :

L1  -     Depart m7_Ta
L2  -     Depart m7_Ta
L3  -     Depart m7_Ta
L4  -     Depart m7_Ta
L5  -     Depart m7_Ta
L6  -     Depart m7_Ta

SOURCE OF VARIATION   SUM SQUARES     DF  MEAN SQUARES      F-EXP
-------------------------------------------------------------------
BETWEEN TREATMENTS          446.2      5          89.23     24.024
ERROR (W.TREATMENTS)        683.4    184           3.71
-------------------------------------------------------------------
TOTAL                      1130    189          F-CRIT      2.263
REJECT  HO  => NOT ALL MEANS ARE EQUAL  AT  0.05 LEVEL
```

รูปที่ 5.10 การวิเคราะห์ ANOVA ในส่วนของรอบเวลาการผลิตจริงสายการผลิตที่ 3

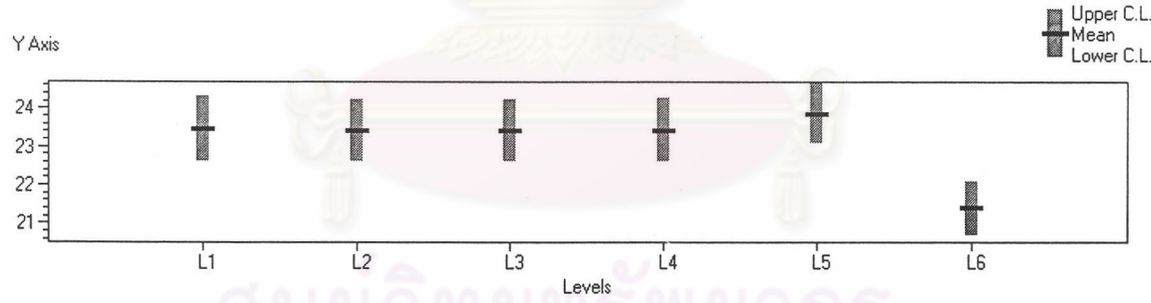



```
          One-Way ANOVA Table :

L1  -     Depart m8_Ta
L2  -     Depart m8_Ta
L3  -     Depart m8_Ta
L4  -     Depart m8_Ta
L5  -     Depart m8_Ta
L6  -     Depart m8_Ta

SOURCE OF VARIATION   SUM SQUARES     DF  MEAN SQUARES      F-EXP
--------------------------------------------------------------------
BETWEEN TREATMENTS          124.1      5          24.81      5.921
ERROR (W.TREATMENTS)        745.9    178           4.19
--------------------------------------------------------------------
TOTAL                       870      183         F-CRIT       2.265
REJECT  HO  => NOT ALL MEANS ARE EQUAL  AT  0.05 LEVEL
```

รูปที่ 5.11 การวิเคราะห์ ANOVA ในส่วนของรอบเวลาการผลิตจริงสายการผลิตที่ 4

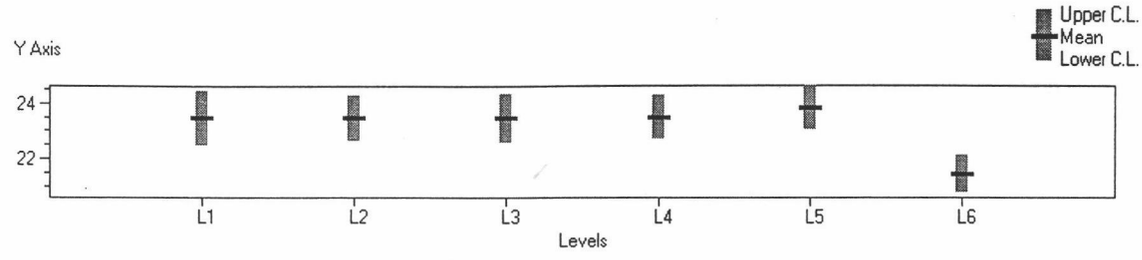



```
          One-Way ANOVA Table :

L1  -     Depart m10_Ta
L2  -     Depart m10_Ta
L3  -     Depart m10_Ta
L4  -     Depart m10_Ta
L5  -     Depart m10_Ta
L6  -     Depart m10_Ta

SOURCE OF VARIATION   SUM SQUARES     DF  MEAN SQUARES      F-EXP
--------------------------------------------------------------------
BETWEEN TREATMENTS          126.5      5          25.31      5.443
ERROR (W.TREATMENTS)          823    177           4.65
--------------------------------------------------------------------
TOTAL                       949.5    182         F-CRIT       2.265
REJECT  HO  => NOT ALL MEANS ARE EQUAL  AT  0.05 LEVEL
```

รูปที่ 5.12 การวิเคราะห์ ANOVA ในส่วนของรอบเวลาการผลิตจริงสายการผลิตที่ 5

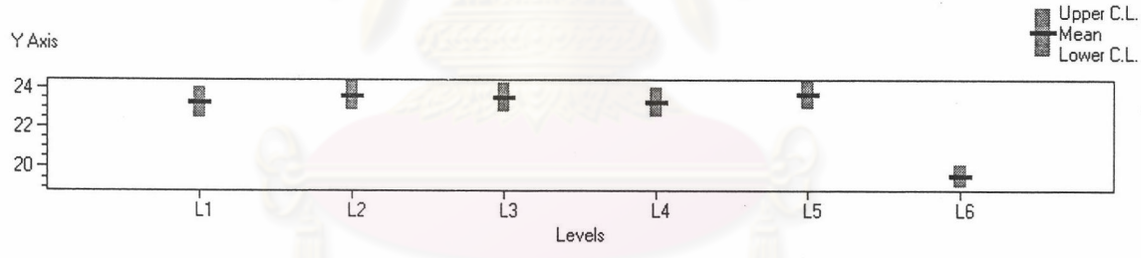



```
          One-Way ANOVA Table :

L1  -    Depart m11_Ta
L2  -    Depart m11_Ta
L3  -    Depart m11_Ta
L4  -    Depart m11_Ta
L5  -    Depart m11_Ta
L6  -    Depart m11_Ta

SOURCE OF VARIATION   SUM SQUARES     DF  MEAN SQUARES      F-EXP
--------------------------------------------------------------------
BETWEEN TREATMENTS          121.8      5          24.37      4.960
ERROR (W.TREATMENTS)        869.5    177           4.91
--------------------------------------------------------------------
TOTAL                       991.4    182          F-CRIT      2.265
REJECT  HO  => NOT ALL MEANS ARE EQUAL  AT  0.05 LEVEL
```

รูปที่ 5.13 การวิเคราะห์ ANOVA ในส่วนของรอบเวลาการผลิตจริงสายการผลิตที่ 6




```
          One-Way ANOVA Table :

L1  -    Depart m12_Ta
L2  -    Depart m12_Ta
L3  -    Depart m12_Ta
L4  -    Depart m12_Ta
L5  -    Depart m12_Ta
L6  -    Depart m12_Ta

SOURCE OF VARIATION   SUM SQUARES     DF  MEAN SQUARES      F-EXP
--------------------------------------------------------------------
BETWEEN TREATMENTS          457.5      5          91.5      23.360
ERROR (W.TREATMENTS)        716.8    183           3.92
--------------------------------------------------------------------
TOTAL                       1174     188          F-CRIT      2.263
REJECT  HO  => NOT ALL MEANS ARE EQUAL  AT  0.05 LEVEL
```

รูปที่ 5.14 การวิเคราะห์ ANOVA ในส่วนของรอบเวลาการผลิตจริงสายการผลิตที่ 7

จากรูปการวิเคราะห์ ANOVA ในส่วนของรอบเวลาการผลิตจริงข้างต้นจะพบว่ารอบเวลาการผลิตจริงของการจัดสมดุลการผลิตแบบเดิมและแบบกำหนดรอบเวลาการผลิตจะแตกต่างกับการจัดสมดุลด้วยวิธีกำหนดจำนวนสถานีงาน จาก Box plot จะเห็นว่าการจัดสมดุลด้วยวิธีกำหนดจำนวนสถานีงานจะมีรอบเวลาการผลิตจริงที่น้อยที่สุดคือมีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 19.5 ถึง 21.4 วินาทีและกำหนดจำนวนพนักงานเคลื่อนย้ายชิ้นงานไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และไม่มีความแตกต่างกันของการจัดสถานีงาน DET Test ไว้ในสายการประกอบกับการจัดเป็นกลุ่มกระบวนการผลิต โดยจะมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 23.2 ถึง 23.9 วินาที

5.4.4 ประสิทธิภาพของสายการประกอบ

ในการวิเคราะห์สายการประกอบ ตัววัดประสิทธิภาพของการจัดสมดุลสายการประกอบที่สำคัญอีกตัวหนึ่งก็คือประสิทธิภาพของสายการประกอบ ซึ่งเป็นตัววัดการจัดงานในแต่ละสถานีให้เวลาของแต่ละสถานีงานมีความใกล้เคียงกันมากน้อยเพียงใด ถ้าประสิทธิภาพของสายการผลิตน้อยจะแสดงถึงเวลาว่างงานของสถานีงานบางสถานีจะมีมากในขณะที่บางสถานีจะต้องทำงานตลอดเวลา เวลาที่ว่างงานของสถานีงานนั้นก็จะเป็นความสูญเสียอย่างหนึ่งของการผลิต

สำหรับการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของสายการประกอบนี้จะเป็นการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม MiniTab เนื่องจากสถานีในระบบมีมากไม่สามารถที่จะเขียนโปรแกรมและสรุปในไฟล์เดียวได้ จึงได้เก็บข้อมูล Utilization ของแต่ละสถานีแยกเป็น 10 ช่วงเวลาแล้วจึงนำข้อมูลเหล่านี้มาวิเคราะห์ ANOVA อีกครั้งหนึ่ง ซึ่งในแต่ละสถานีแต่ละของแต่ละวิธีการจะมีข้อมูลรายละเอียดข้อมูลดังต่อไปนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.5 แสดง Utilization ของสถานีงานทั้ง 7 สายการประกอบ 10 ช่วงเวลาของการจัดสมดุลสายการผลิตแบบเดิม

| | ช่วงเวลาที่ | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| สถานีที่ 1 | 0.2740 | 0.2737 | 0.2743 | 0.2740 | 0.2742 | 0.2733 | 0.2747 | 0.2741 | 0.2741 | 0.2749 |
| สถานีที่ 2 | 0.7906 | 0.7905 | 0.7906 | 0.7915 | 0.7906 | 0.7909 | 0.7907 | 0.7912 | 0.7911 | 0.7910 |
| สถานีที่ 3 | 0.9961 | 0.9960 | 0.9962 | 0.9959 | 0.9958 | 0.9958 | 0.9958 | 0.9960 | 0.9960 | 0.9957 |
| สถานีที่ 4 | 0.2785 | 0.2790 | 0.2783 | 0.2784 | 0.2785 | 0.2788 | 0.2784 | 0.2787 | 0.2781 | 0.2787 |
| สถานีที่ 5 | 0.3581 | 0.3579 | 0.3581 | 0.3579 | 0.3581 | 0.3579 | 0.3580 | 0.3582 | 0.3579 | 0.3581 |
| สถานีที่ 6 | 0.8610 | 0.8606 | 0.8606 | 0.8608 | 0.8608 | 0.8608 | 0.8609 | 0.8605 | 0.8607 | 0.8608 |
| สถานีที่ 7 | 0.6130 | 0.6127 | 0.6130 | 0.6137 | 0.6134 | 0.6131 | 0.6127 | 0.6131 | 0.6129 | 0.6131 |
| สถานีที่ 8 | 0.8468 | 0.8469 | 0.8468 | 0.8469 | 0.8469 | 0.8468 | 0.8469 | 0.8469 | 0.8468 | 0.8468 |
| สถานีที่ 9 | 0.6100 | 0.6160 | 0.6130 | 0.6108 | 0.6155 | 0.6107 | 0.6184 | 0.6093 | 0.6151 | 0.6158 |
| สถานีที่ 10 | 0.7808 | 0.7910 | 0.7880 | 0.7852 | 0.7885 | 0.7877 | 0.7913 | 0.7851 | 0.7871 | 0.7890 |
| สถานีที่ 11 | 0.6725 | 0.6818 | 0.6798 | 0.6769 | 0.6788 | 0.6789 | 0.6828 | 0.6760 | 0.6777 | 0.6794 |
| สถานีที่ 12 | 0.3209 | 0.3261 | 0.3240 | 0.3230 | 0.3242 | 0.3245 | 0.3261 | 0.3224 | 0.3242 | 0.3239 |
| สถานีที่ 13 | 0.3645 | 0.3702 | 0.3692 | 0.3667 | 0.3687 | 0.3680 | 0.3711 | 0.3667 | 0.3678 | 0.3668 |
| สถานีที่ 14 | 0.7376 | 0.7503 | 0.7483 | 0.7450 | 0.7476 | 0.7471 | 0.7509 | 0.7447 | 0.7467 | 0.7467 |
| สถานีที่ 15 | 0.1948 | 0.2011 | 0.2011 | 0.2005 | 0.1972 | 0.2015 | 0.1999 | 0.1996 | 0.1973 | 0.1980 |
| Utilization ของระบบ | 0.5799 | 0.5836 | 0.5827 | 0.5818 | 0.5826 | 0.5824 | 0.5839 | 0.5815 | 0.5822 | 0.5826 |

ตารางที่ 5.6 แสดง Utilization ของสถานีงานทั้ง 7 สายการประกอบ 10 ช่วงเวลาของแบบการปรับปรุงที่ 1

| | ช่วงเวลาที่ | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| สถานีที่ 1 | 0.9276 | 0.9273 | 0.9277 | 0.9283 | 0.9277 | 0.9281 | 0.9278 | 0.9279 | 0.9279 | 0.9276 |
| สถานีที่ 2 | 0.9957 | 0.9959 | 0.9961 | 0.9960 | 0.9958 | 0.9961 | 0.9961 | 0.9960 | 0.9962 | 0.9961 |
| สถานีที่ 3 | 0.6369 | 0.6367 | 0.6364 | 0.6364 | 0.6367 | 0.6368 | 0.6365 | 0.6369 | 0.6366 | 0.6361 |
| สถานีที่ 4 | 0.8608 | 0.8608 | 0.8610 | 0.8605 | 0.8609 | 0.8612 | 0.8607 | 0.8606 | 0.8608 | 0.8609 |
| สถานีที่ 5 | 0.6130 | 0.6128 | 0.6132 | 0.6129 | 0.6129 | 0.6129 | 0.6134 | 0.6130 | 0.6131 | 0.6131 |
| สถานีที่ 6 | 0.8468 | 0.8469 | 0.8468 | 0.8468 | 0.8468 | 0.8468 | 0.8469 | 0.8469 | 0.8469 | 0.8469 |

ตารางที่ 5.6 แสดง Utilization ของสถานีงานทั้ง 7 สายการประกอบ 10 ช่วงเวลาของแบบการปรับปรุงที่ 1 (ต่อ)

| | ช่วงเวลาที่ | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| สถานีที่ 7 | 0.6101 | 0.6133 | 0.6141 | 0.6143 | 0.6139 | 0.6166 | 0.6123 | 0.6108 | 0.6141 | 0.6138 |
| สถานีที่ 8 | 0.7812 | 0.7890 | 0.7892 | 0.7873 | 0.7872 | 0.7902 | 0.7850 | 0.7871 | 0.7880 | 0.7898 |
| สถานีที่ 9 | 0.7409 | 0.7463 | 0.7491 | 0.7473 | 0.7476 | 0.7478 | 0.7449 | 0.7452 | 0.7467 | 0.7506 |
| สถานีที่ 10 | 0.9976 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 |
| สถานีที่ 11 | 0.7041 | 0.7051 | 0.7057 | 0.7042 | 0.7046 | 0.7050 | 0.7058 | 0.7052 | 0.7040 | 0.7048 |
| Utilization ของระบบ | 0.7922 | 0.7940 | 0.7945 | 0.7940 | 0.7940 | 0.7947 | 0.7936 | 0.7936 | 0.7940 | 0.7945 |

ตารางที่ 5.7 แสดง Utilization ของสถานีงานทั้ง 7 สายการประกอบ 10 ช่วงเวลาของแบบการปรับปรุงที่ 2

| | ช่วงเวลาที่ | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| สถานีที่ 1 | 0.9272 | 0.9278 | 0.9286 | 0.9270 | 0.9279 | 0.9286 | 0.9289 | 0.9289 | 0.9281 | 0.9285 |
| สถานีที่ 2 | 0.9960 | 0.9960 | 0.9962 | 0.9957 | 0.9956 | 0.9959 | 0.9960 | 0.9959 | 0.9958 | 0.9958 |
| สถานีที่ 3 | 0.6371 | 0.6361 | 0.6367 | 0.6363 | 0.6360 | 0.6368 | 0.6368 | 0.6370 | 0.6365 | 0.6371 |
| สถานีที่ 4 | 0.8603 | 0.8607 | 0.8606 | 0.8607 | 0.8607 | 0.8606 | 0.8607 | 0.8609 | 0.8608 | 0.8607 |
| สถานีที่ 5 | 0.6125 | 0.6134 | 0.6134 | 0.6130 | 0.6133 | 0.6133 | 0.6127 | 0.6131 | 0.6130 | 0.6130 |
| สถานีที่ 6 | 0.8467 | 0.8468 | 0.8469 | 0.8468 | 0.8467 | 0.8468 | 0.8468 | 0.8469 | 0.8468 | 0.8469 |
| สถานีที่ 7 | 0.6129 | 0.6100 | 0.6156 | 0.6122 | 0.6143 | 0.6147 | 0.6116 | 0.6136 | 0.6153 | 0.6127 |
| สถานีที่ 8 | 0.7840 | 0.7863 | 0.7905 | 0.7860 | 0.7882 | 0.7895 | 0.7862 | 0.7867 | 0.7882 | 0.7882 |
| สถานีที่ 9 | 0.8706 | 0.8726 | 0.8756 | 0.8708 | 0.8755 | 0.8745 | 0.8721 | 0.8706 | 0.8762 | 0.8724 |
| สถานีที่ 10 | 0.9976 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 |
| สถานีที่ 11 | 0.7013 | 0.7055 | 0.7047 | 0.7042 | 0.7058 | 0.7047 | 0.7063 | 0.7048 | 0.7051 | 0.7044 |
| Utilization ของระบบ | 0.8042 | 0.8050 | 0.8062 | 0.8048 | 0.8058 | 0.8059 | 0.8053 | 0.8053 | 0.8060 | 0.8054 |

ตารางที่ 5.8 แสดง Utilization ของสถานีงานทั้ง 7 สายการประกอบ 10 ช่วงเวลาของแบบการปรับปรุงที่ 3

| | ช่วงเวลาที่ | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| สถานีที่ 1 | 0.9278 | 0.9281 | 0.9282 | 0.9283 | 0.9281 | 0.9286 | 0.9279 | 0.9287 | 0.9281 | 0.9294 |
| สถานีที่ 2 | 0.9959 | 0.9959 | 0.9961 | 0.9957 | 0.9957 | 0.9956 | 0.9961 | 0.9963 | 0.9954 | 0.9961 |
| สถานีที่ 3 | 0.6368 | 0.6363 | 0.6365 | 0.6369 | 0.6363 | 0.6374 | 0.6369 | 0.6360 | 0.6366 | 0.6363 |
| สถานีที่ 4 | 0.8605 | 0.8610 | 0.8607 | 0.8613 | 0.8607 | 0.8608 | 0.8612 | 0.8609 | 0.8606 | 0.8609 |
| สถานีที่ 5 | 0.6131 | 0.6133 | 0.6134 | 0.6131 | 0.6132 | 0.6128 | 0.6133 | 0.6129 | 0.6131 | 0.6136 |
| สถานีที่ 6 | 0.8467 | 0.8468 | 0.8468 | 0.8469 | 0.8468 | 0.8468 | 0.8469 | 0.8468 | 0.8468 | 0.8468 |
| สถานีที่ 7 | 0.6128 | 0.6125 | 0.6139 | 0.6119 | 0.6134 | 0.6158 | 0.6119 | 0.6156 | 0.6122 | 0.6122 |
| สถานีที่ 8 | 0.7839 | 0.7875 | 0.7876 | 0.7876 | 0.7864 | 0.7928 | 0.7823 | 0.7926 | 0.7869 | 0.7854 |
| สถานีที่ 9 | 0.8703 | 0.8752 | 0.8732 | 0.8727 | 0.8709 | 0.8795 | 0.8687 | 0.8794 | 0.8718 | 0.8713 |
| สถานีที่ 10 | 0.9953 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 |
| สถานีที่ 11 | 0.7026 | 0.7043 | 0.7044 | 0.7055 | 0.7041 | 0.7063 | 0.7056 | 0.7045 | 0.7052 | 0.7052 |
| Utilization ของระบบ | 0.8042 | 0.8055 | 0.8055 | 0.8054 | 0.8051 | 0.8070 | 0.8046 | 0.8067 | 0.8052 | 0.8052 |

ตารางที่ 5.9 แสดง Utilization ของสถานีงานทั้ง 7 สายการประกอบ 10 ช่วงเวลาของแบบการปรับปรุงที่ 4

| | ช่วงเวลาที่ | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| สถานีที่ 1 | 0.9282 | 0.9273 | 0.9282 | 0.9287 | 0.9283 | 0.9284 | 0.9281 | 0.9281 | 0.9270 | 0.9284 |
| สถานีที่ 2 | 0.9955 | 0.9960 | 0.9955 | 0.9957 | 0.9961 | 0.9956 | 0.9962 | 0.9956 | 0.9958 | 0.9960 |
| สถานีที่ 3 | 0.6360 | 0.6358 | 0.6371 | 0.6363 | 0.6368 | 0.6371 | 0.6364 | 0.6367 | 0.6365 | 0.6363 |
| สถานีที่ 4 | 0.8608 | 0.8606 | 0.8605 | 0.8608 | 0.8605 | 0.8608 | 0.8607 | 0.8610 | 0.8606 | 0.8611 |
| สถานีที่ 5 | 0.6132 | 0.6126 | 0.6137 | 0.6132 | 0.6129 | 0.6135 | 0.6134 | 0.6138 | 0.6130 | 0.6125 |
| สถานีที่ 6 | 0.8469 | 0.8469 | 0.8468 | 0.8468 | 0.8468 | 0.8468 | 0.8469 | 0.8469 | 0.8469 | 0.8468 |
| สถานีที่ 7 | 0.6141 | 0.6123 | 0.6146 | 0.6136 | 0.6094 | 0.6123 | 0.6190 | 0.6119 | 0.6150 | 0.6123 |
| สถานีที่ 8 | 0.7887 | 0.7844 | 0.7898 | 0.7889 | 0.7861 | 0.7828 | 0.7913 | 0.7878 | 0.7867 | 0.7935 |
| สถานีที่ 9 | 0.8733 | 0.8701 | 0.8756 | 0.8740 | 0.8725 | 0.8685 | 0.8774 | 0.8744 | 0.8705 | 0.8796 |
| สถานีที่ 10 | 0.9964 | 0.9999 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 |

ตารางที่ 5.9 แสดง Utilization ของสถานีงานทั้ง 7 สายการประกอบ 10 ช่วงเวลาของแบบการปรับปรุงที่ 4 (ต่อ)

| | ช่วงเวลาที่ | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| สถานีที่ 11 | 0.7033 | 0.7057 | 0.7050 | 0.7061 | 0.7062 | 0.7070 | 0.7060 | 0.7046 | 0.7050 | 0.7053 |
| Utilization ของระบบ | 0.8051 | 0.8047 | 0.8061 | 0.8058 | 0.8050 | 0.8048 | 0.8069 | 0.8055 | 0.8052 | 0.8065 |

ตารางที่ 5.10 แสดง Utilization ของสถานีงานสายการประกอบ Rigel 1x, 2x 10 ช่วงเวลาของแบบการปรับปรุงที่ 5

| | ช่วงเวลาที่ | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| สถานีที่ 1 | 0.3301 | 0.3312 | 0.3303 | 0.3301 | 0.3299 | 0.3309 | 0.3307 | 0.3301 | 0.3302 | 0.3306 |
| สถานีที่ 2 | 0.9472 | 0.9476 | 0.9464 | 0.9474 | 0.9468 | 0.9479 | 0.9481 | 0.9477 | 0.9467 | 0.9459 |
| สถานีที่ 3 | 0.9983 | 0.9984 | 0.9984 | 0.9982 | 0.9983 | 0.9983 | 0.9984 | 0.9985 | 0.9983 | 0.9985 |
| สถานีที่ 4 | 0.7581 | 0.7576 | 0.7584 | 0.7569 | 0.7574 | 0.7578 | 0.7584 | 0.7584 | 0.7580 | 0.7587 |
| สถานีที่ 5 | 0.9761 | 0.9757 | 0.9757 | 0.9752 | 0.9761 | 0.9762 | 0.9752 | 0.9757 | 0.9758 | 0.9759 |
| สถานีที่ 6 | 0.6696 | 0.6703 | 0.6699 | 0.6690 | 0.6694 | 0.6698 | 0.6700 | 0.6697 | 0.6701 | 0.6700 |
| สถานีที่ 7 | 0.8954 | 0.8954 | 0.8955 | 0.8947 | 0.8950 | 0.8956 | 0.8954 | 0.8952 | 0.8954 | 0.8950 |
| สถานีที่ 8 | 0.8481 | 0.8417 | 0.8432 | 0.8457 | 0.8465 | 0.8454 | 0.8514 | 0.8458 | 0.8374 | 0.8470 |
| สถานีที่ 9 | 0.8481 | 0.8421 | 0.8431 | 0.8440 | 0.8481 | 0.8442 | 0.8512 | 0.8472 | 0.8386 | 0.8474 |
| สถานีที่ 10 | 0.9514 | 0.9523 | 0.9536 | 0.9527 | 0.9560 | 0.9553 | 0.9547 | 0.9530 | 0.9465 | 1.0643 |
| สถานีที่ 11 | 0.5534 | 0.5504 | 0.5498 | 0.5514 | 0.5531 | 0.5515 | 0.5552 | 0.5529 | 0.5480 | 0.5537 |
| สถานีที่ 12 | 0.6570 | 0.6541 | 0.6534 | 0.6599 | 0.6570 | 0.6556 | 0.6605 | 0.6587 | 0.6544 | 0.6596 |
| สถานีที่ 13 | 0.8743 | 0.8669 | 0.8751 | 0.8652 | 0.8803 | 0.8692 | 0.8765 | 0.8706 | 0.8730 | 0.8687 |
| Utilization ของสายการประกอบ | 0.7929 | 0.7911 | 0.7918 | 0.7916 | 0.7934 | 0.7921 | 0.7943 | 0.7926 | 0.7902 | 0.8012 |

ตารางที่ 5.11 แสดง Utilization ของสถานีงานสายการประกอบ Rigel 3x 10 รอบการทำซ้ำของแบบการปรับปรุงที่ 5

| | ช่วงเวลาที่ | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| สถานีที่ 1 | 0.3055 | 0.3047 | 0.3057 | 0.3049 | 0.3047 | 0.3043 | 0.3050 | 0.3052 | 0.3048 | 0.3029 |
| สถานีที่ 2 | 0.8774 | 0.8781 | 0.8782 | 0.8778 | 0.8788 | 0.8782 | 0.8784 | 0.8783 | 0.8777 | 0.8787 |
| สถานีที่ 3 | 0.9896 | 0.9893 | 0.9891 | 0.9895 | 0.9902 | 0.9901 | 0.9897 | 0.9895 | 0.9895 | 0.9896 |
| สถานีที่ 4 | 0.5333 | 0.5329 | 0.5323 | 0.5327 | 0.5319 | 0.5325 | 0.5330 | 0.5330 | 0.5316 | 0.5327 |
| สถานีที่ 5 | 0.5430 | 0.5427 | 0.5429 | 0.5430 | 0.5429 | 0.5428 | 0.5430 | 0.5429 | 0.5429 | 0.5426 |
| สถานีที่ 6 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 |
| สถานีที่ 7 | 0.7427 | 0.7429 | 0.7429 | 0.7436 | 0.7421 | 0.7435 | 0.7436 | 0.7437 | 0.7431 | 0.7431 |
| สถานีที่ 8 | 0.9201 | 0.9198 | 0.9198 | 0.9200 | 0.9201 | 0.9200 | 0.9202 | 0.9201 | 0.9202 | 0.9197 |
| สถานีที่ 9 | 0.6630 | 0.6720 | 0.6721 | 0.6634 | 0.6656 | 0.6786 | 0.6604 | 0.6727 | 0.6710 | 0.6634 |
| สถานีที่ 10 | 0.9637 | 0.9700 | 0.9770 | 0.9702 | 0.9657 | 0.9797 | 0.9684 | 0.9748 | 0.9736 | 0.9667 |
| สถานีที่ 11 | 0.9351 | 0.9415 | 0.9496 | 0.9421 | 0.9373 | 0.9513 | 0.9393 | 0.9471 | 0.9456 | 0.9401 |
| สถานีที่ 12 | 0.4994 | 0.5040 | 0.5065 | 0.5052 | 0.5008 | 0.5079 | 0.5030 | 0.5074 | 0.5064 | 0.5028 |
| สถานีที่ 13 | 0.5976 | 0.5996 | 0.6071 | 0.6011 | 0.5968 | 0.6077 | 0.5988 | 0.6065 | 0.6010 | 0.6022 |
| สถานีที่ 14 | 0.5818 | 0.5870 | 0.5905 | 0.5881 | 0.5846 | 0.5937 | 0.5860 | 0.5899 | 0.5893 | 0.5855 |
| Utilization ของสายการประกอบ | 0.7252 | 0.7275 | 0.7295 | 0.7273 | 0.7258 | 0.7307 | 0.7263 | 0.7294 | 0.7283 | 0.7264 |
| Utilization ของระบบ | 0.7590 | 0.7593 | 0.7606 | 0.7594 | 0.7596 | 0.7614 | 0.7603 | 0.7610 | 0.7593 | 0.7638 |

จากข้อมูลข้างต้นจะนำค่า Utilization ของระบบในแต่กรณีมาวิเคราะห์ ANOVA ด้วยโปรแกรม MiniTab โดยเปรียบเทียบแต่ละทางเลือกด้วยวิธี Tukey's pairwise ซึ่งจะได้ผลดังนี้

One-way ANOVA: response versus method

Analysis of Variance for response

| Source | DF | SS | MS | F | P |
|---|---|---|---|---|---|
| method | 5 | 0.3950988 | 0.0790198 | 8.6E+04 | 0.000 |
| Error | 54 | 0.0000496 | 0.0000009 | | |
| Total | 59 | 0.3951484 | | | |

Individual 95% CIs For Mean

Based on Pooled StDev

| Level | N | Mean | StDev | -------+---------+---------+--------- |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 10 | 0.582327 | 0.001103 | * |
| 2 | 10 | 0.801714 | 0.000722 | (* |
| 3 | 10 | 0.805403 | 0.000621 | * |
| 4 | 10 | 0.805436 | 0.000850 | * |
| 5 | 10 | 0.805565 | 0.000731 | * |
| 6 | 10 | 0.760370 | 0.001458 | * |

-------+---------+---------+---------

Pooled StDev = 0.000958 0.630 0.700 0.770

Tukey's pairwise comparisons

Family error rate = 0.0500

Individual error rate = 0.00462

Critical value = 4.18

Intervals for (column level mean) - (row level mean)

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| 2 | -0.220654 | | | | |
| | -0.218121 | | | | |
| 3 | -0.224342 | -0.004955 | | | |
| | -0.221810 | -0.002423 | | | |
| 4 | -0.224376 | -0.004989 | -0.001300 | | |
| | -0.221843 | -0.002456 | 0.001233 | | |
| 5 | -0.224504 | -0.005117 | -0.001428 | -0.001395 | |
| | -0.221972 | -0.002585 | 0.001104 | 0.001138 | |
| 6 | -0.179310 | 0.040077 | 0.043766 | 0.043800 | 0.043928 |
| | -0.176777 | 0.042610 | 0.046299 | 0.046332 | 0.046461 |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากผลการวิเคราะห์ ANOVA จะพบว่าการจัดสมดุลสายการผลิตใหม่ด้วยวิธีกำหนดรอบเวลาการผลิตและการกำหนดจำนวนสถานีงานมีความแตกต่างกับการจัดสมดุลสายการผลิตแบบเดิมคือ การจัดสมดุลสายการผลิตแบบเดิมของโรงงานกรณีตัวอย่างจะมีประสิทธิภาพสายการผลิต 58.23% หลังจัดสมดุลสายการผลิตใหม่จะมีประสิทธิภาพสายการผลิต 80.17% และการจัดสมดุลสายการผลิตแบบกำหนดจำนวนสถานีงานจะมีประสิทธิภาพสายการผลิต 76.04%

สำหรับการจัดสถานีงาน DET Test แยกเป็นกลุ่มกระบวนการผลิตจะมีความแตกต่างกับการจัดลงในสายการประกอบ แต่จะมีความแตกต่างกันไม่มากนักคือ 80.17% กับ 80.54%

สำหรับการวิเคราะห์การจัดจำนวนพนักงานเคลื่อนย้ายชิ้นงาน พบว่าไม่มีความแตกต่างกันในด้านประสิทธิภาพสายการผลิต

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย