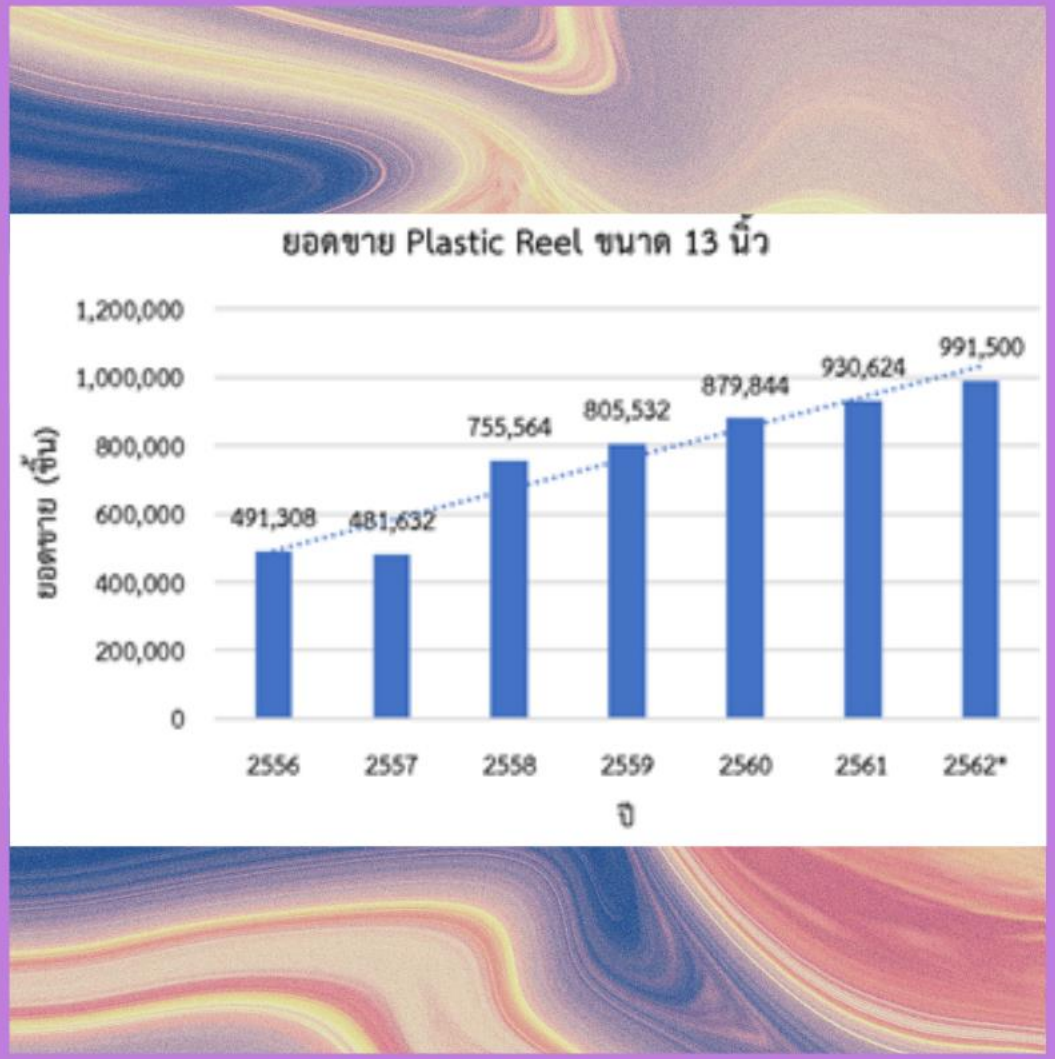
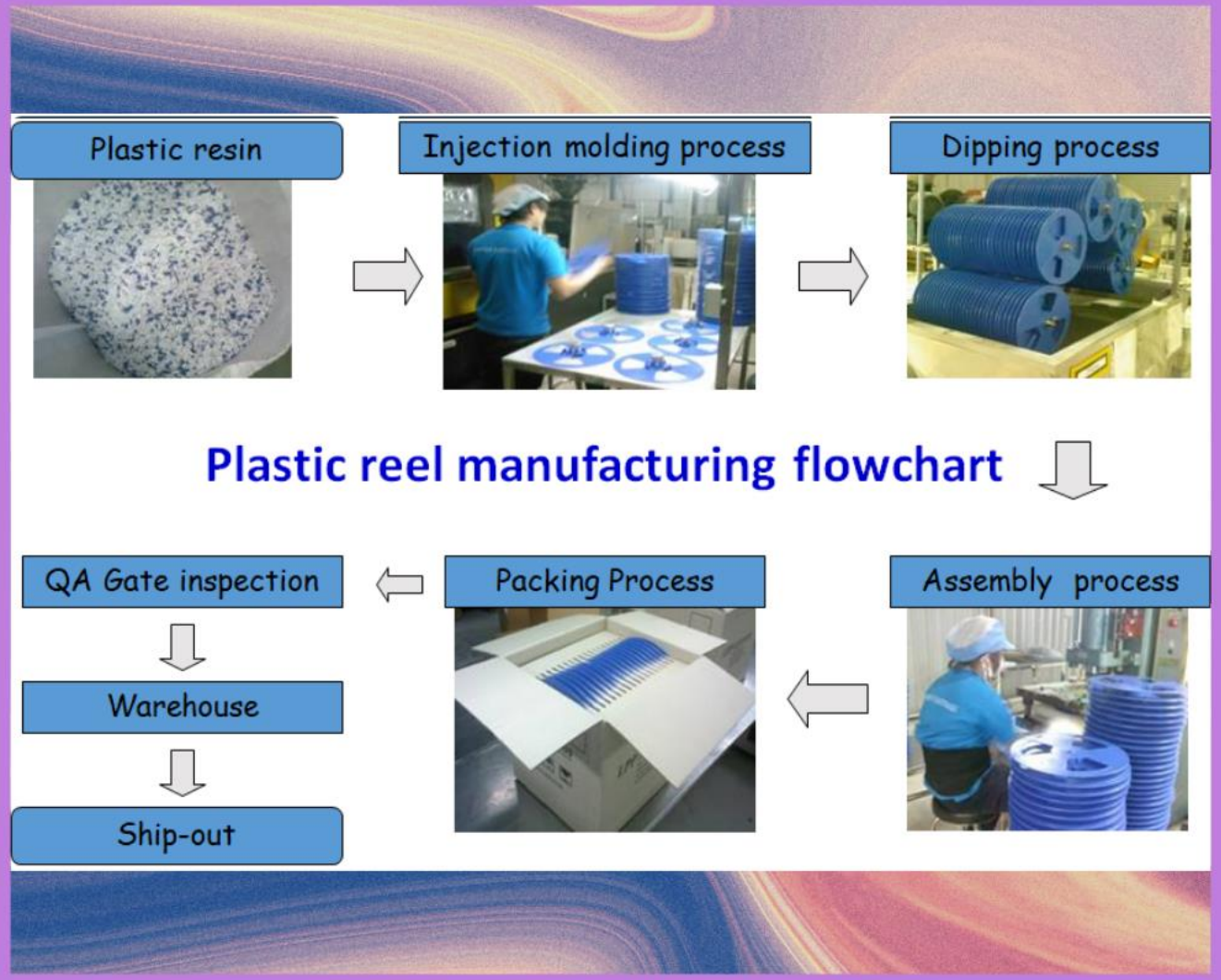
# การหาพารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดในกระบวนการฉีดพลาสติก




# ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำโครงงาน

ผลิตภัณฑ์ PLASTIC REEL ขนาด 13 นิ้ว เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีแนวโน้มยอดขายเพิ่มมากขึ้นทุกปี จึงมีความสำคัญที่ต้องเพิ่มกำลังการผลิตเพื่อให้สามารถรองรับความต้องการของลูกค้าที่เพิ่มมากขึ้นในอนาคตได้




# ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำโครงงาน

จากการสำรวจกระบวนการผลิตของ PLASTIC REEL ขนาด 13 นิ้ว พบว่า กระบวนการฉีดพลาสติก เป็นจุดที่ส่งผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปมากที่สุด และสามารถทำการปรับปรุงเพื่อลดเวลาในการฉีดพลาสติกจากเดิมได้

## วัตถุประสงค์

1. เพื่อหาค่าปัจจัยที่มีผลต่อเวลาการทำงานในกระบวนการฉีดพลาสติกและความสมบูรณ์ของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป
2. เพื่อลดเวลาการทำงานในกระบวนการฉีดพลาสติก

## ขอบเขตการศึกษา

1. สถานที่ศึกษา บริษัท ลำพูนพลาสแพค จำกัด ที่ตั้ง 55 หมู่ 15 ถนนอ้อมเมือง-ป่าซาง ตำบลป่าสัก อำเภอเมืองลำพูน จังหวัดลำพูน 51000
2. ศึกษาค่าปัจจัยที่มีผลต่อเวลาการทำงานในกระบวนการฉีดพลาสติก และความสมบูรณ์ของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป โดยใช้เทคนิคการออกแบบการทดลอง
3. ใช้โปรแกรมมินิแทป (MINITAB) และฟังก์ชันความพึงพอใจ (DESIRABILITY FUNCTION) ในการวิเคราะห์ผลการทดลอง เพื่อหาพารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดของกระบวนการฉีดพลาสติก

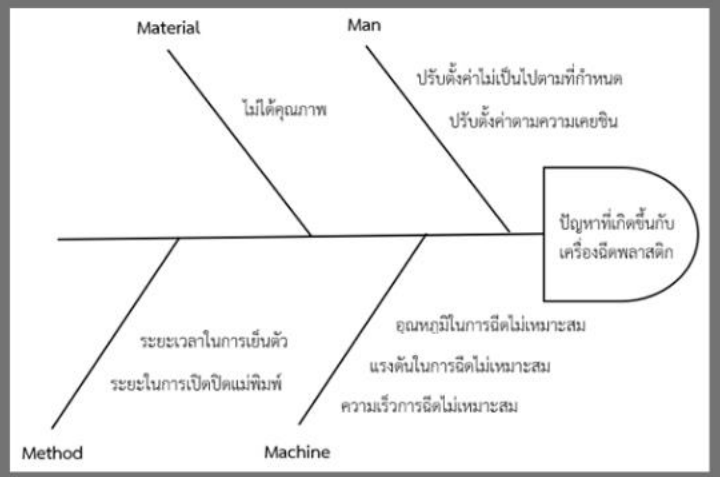
## ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบพารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดของกระบวนการฉีดพลาสติก
2. เครื่องฉีดพลาสติกสามารถเพิ่มอัตราผลผลิตได้จำนวนมากขึ้นกว่าเดิม
3. ลดเวลาการทำงานในกระบวนการฉีดพลาสติกไปได้อย่างน้อย 1 วินาทีต่อชิ้น

# ขั้นตอนการดำเนินงาน

- ศึกษากระบวนการทำงานของเครื่องฉีดพลาสติก และเก็บข้อมูลเวลาการทำงานในกระบวนการฉีดพลาสติก
- วิเคราะห์การทำงานของเครื่องฉีดพลาสติก เพื่อทราบผลของปัจจัยที่มีผลต่อผลตอบที่ทำการศึกษา
- ออกแบบการทดลอง โดยใช้หลักการทดลองเชิงแฟกทอเรียล $2^k$
- ทำการทดลอง และวิเคราะห์ผลการทดลอง
- ทำการทดลองยืนยันผล
- สรุปผลและจัดทำรายงานโครงงานวิจัย

# 1. ศึกษากระบวนการทำงานของเครื่องฉีดพลาสติก และเก็บข้อมูลเวลาการทำงานในกระบวนการฉีดพลาสติก




ประกบแม่พิมพ์ - ฉีดเติมเต็ม - ฉีดย้ำ - ปล่อยน้ำหล่อเย็น - ปลดชิ้นงาน

รอบเวลาการทำงาน (Cycle time)

ระบุสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหากับเครื่องฉีดพลาสติก
โดยใช้แผนผังสาเหตุและผล

# 1. ศึกษากระบวนการทำงานของเครื่องฉีดพลาสติก และเก็บข้อมูลเวลาการทำงานในกระบวนการฉีดพลาสติก

| ครั้งที่ | เวลาการทำงานในกระบวนการฉีดพลาสติกต่อชิ้นงาน (วินาที) | ความสมบูรณ์ของชิ้นงาน | ครั้งที่ | เวลาการทำงานในกระบวนการฉีดพลาสติกต่อชิ้นงาน (วินาที) | ความสมบูรณ์ของชิ้นงาน |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 27.10 | ปกติ | 16 | 27.35 | เป็นรอย |
| 2 | 26.98 | ปกติ | 17 | 27.28 | ปกติ |
| 3 | 27.00 | ฉีดไม่เต็มชิ้น | 18 | 27.39 | ปกติ |
| 4 | 27.10 | ปกติ | 19 | 27.29 | ปกติ |
| 5 | 27.25 | ปกติ | 20 | 27.29 | ปกติ |
| 6 | 27.18 | เป็นรอย | 21 | 27.22 | ฉีดไม่เต็มชิ้น |
| 7 | 27.26 | เป็นรอย | 22 | 27.26 | ปกติ |
| 8 | 27.22 | ปกติ | 23 | 27.29 | ปกติ |
| 9 | 27.23 | ปกติ | 24 | 27.27 | เป็นรอย |
| 10 | 27.23 | ปกติ | 25 | 27.23 | เป็นรอย |
| 11 | 27.38 | เป็นรอย | 26 | 27.00 | ปกติ |
| 12 | 27.07 | ปกติ | 27 | 26.99 | ปกติ |
| 13 | 27.03 | ปกติ | 28 | 26.93 | ปกติ |
| 14 | 27.12 | ปกติ | 29 | 27.10 | เป็นรอย |
| 15 | 27.29 | ปกติ | 30 | 27.18 | ปกติ |

## ข้อมูลที่จัดเก็บก่อนทำการออกแบบการทดลอง

เมื่อนำเวลาการทำงานในกระบวนการฉีดพลาสติกที่ได้จากชิ้นงานทั้งหมดมาทำการหาค่าเฉลี่ย จะได้เวลาการทำงานในกระบวนการฉีดพลาสติกก่อนทำการออกแบบการทดลองเท่ากับ 27.18 วินาทีต่อชิ้น และพบว่าความสมบูรณ์ของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปของชิ้นงานทั้งหมด ส่วนใหญ่เป็นชิ้นงานปกติที่ไม่มีตำหนิ คิดเป็นถึงร้อยละ 70 ที่เหลืออีกร้อยละ 30 เป็นชิ้นงานที่เป็นรอยและชิ้นงานที่ถูกฉีดไม่เต็มชิ้น

## 2. วิเคราะห์การทำงานของเครื่องฉีดพลาสติก เพื่อทราบผลของปัจจัยที่มีผลต่อผลตอบที่ทำการศึกษา

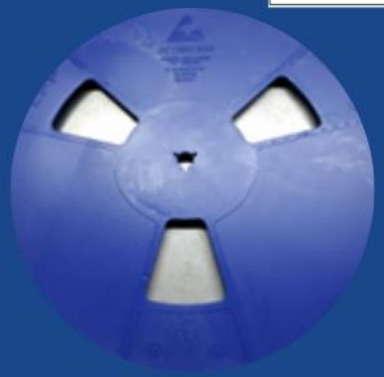
ผลตอบ (Response)

1) เวลาการทำงานในกระบวนการฉีดพลาสติก - พิจารณาจากค่าเฉลี่ยของชิ้นงาน 10 ชิ้น

2)ความสมบูรณ์ของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป - พิจารณาจากรูปลักษณ์ภายนอกของชิ้นงาน

โดยมีเกณฑ์กำหนดค่าความสมบูรณ์ดังนี้

| กรณี | ค่าความสมบูรณ์ |
|---|---|
| ชิ้นงาน 10 ชิ้นพบเฉพาะชิ้นงานปกติที่ไม่มีตำหนิ | 3 |
| ชิ้นงาน 10 ชิ้นพบชิ้นงานที่เป็นรอย 1 ชิ้น | 2 |
| ชิ้นงาน 10 ชิ้นพบชิ้นงานที่เป็นรอยมากกว่า 1 ชิ้น | 1 |
| ชิ้นงาน 10 ชิ้นพบชิ้นงานที่ถูกฉีดไม่เต็มชิ้น | 0 |



ชิ้นงานเป็นรอย

ชิ้นงานฉีดไม่เต็มชิ้น

## 2. วิเคราะห์การทำงานของเครื่องฉีดพลาสติก เพื่อทราบผลของปัจจัยที่มีผลต่อผลตอบที่ทำการศึกษา

ปัจจัย (Factor)

1. อุณหภูมิในการฉีด ปัจจุบันมีการใช้งานอยู่ที่ 205 องศาเซลเซียส
2. แรงดันในการฉีด ปัจจุบันมีการใช้งานอยู่ที่ 110 บาร์
3. ความเร็วการฉีด ปัจจุบันมีการใช้งานอยู่ที่ 85 เปอร์เซ็นต์ของกำลังเครื่องจักร

## 3. ออกแบบการทดลอง โดยใช้หลักการทดลองเชิงแฟกทอเรียล $2^k$

| ปัจจัยในการทดลอง | สัญลักษณ์ | หน่วย | ช่วงของปัจจัยในการทดลอง | |
|---|---|---|---|---|
| | | | ต่ำ (-1) | สูง (+1) |
| อุณหภูมิในการฉีด | A | องศาเซลเซียส | 195 | 215 |
| แรงดันในการฉีด | B | บาร์ | 105 | 115 |
| ความเร็วการฉีด | C | เปอร์เซ็นต์ของกำลังเครื่องจักร | 85 | 95 |

ออกแบบการทดลอง โดยมีปัจจัยทั้งหมด 3 ปัจจัย (k=3)
และแต่ละการทดลองจะทำการทดลองซ้ำจำนวน 3 ครั้ง
รวมถึงออกแบบการทดลองเสริมที่จุดศูนย์กลางจำนวน 5 ครั้ง

# 4. ทำการทดลอง และวิเคราะห์ผลการทดลอง

- ผลการทดลองทั้งหมด 29 การทดลอง

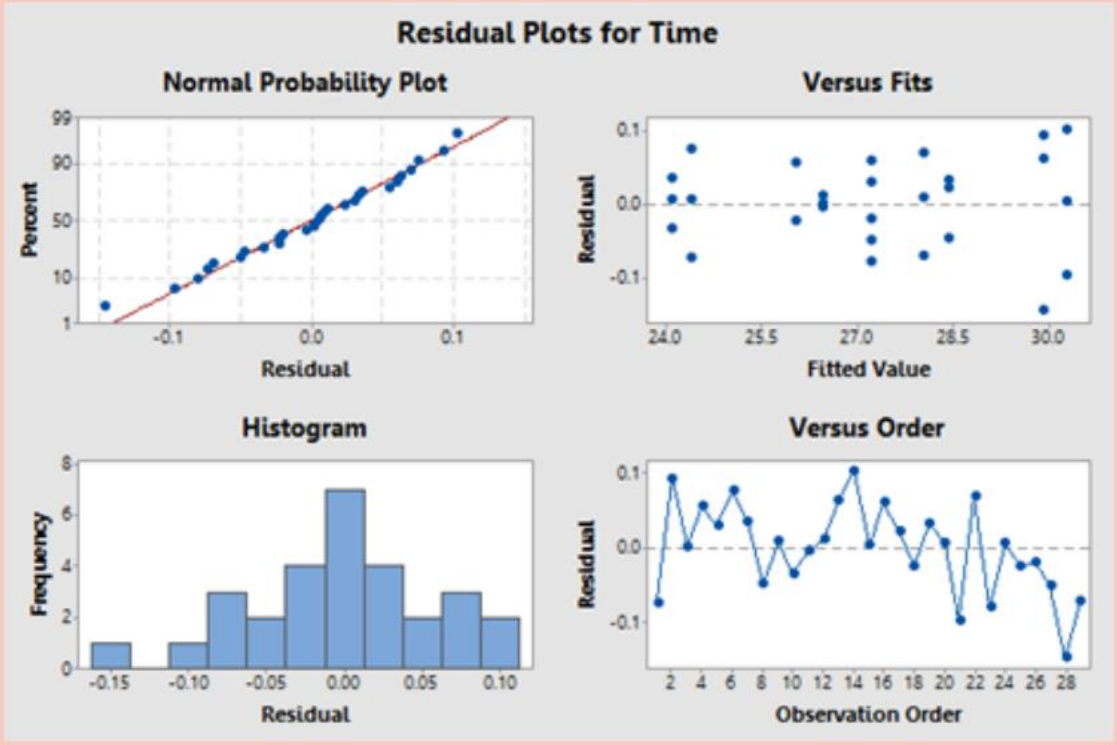
| ชุดการทดลอง | อุณหภูมิในการฉีด (องศาเซลเซียส) | แรงดันในการฉีด (บาร์) | ความเร็วในการฉีด (เปอร์เซ็นต์ของกำลังเครื่องจักร) | เวลาการทำงานในกระบวนการฉีดพลาสติกต่อชิ้นงาน (วินาที) | ความสมบูรณ์ของชิ้นงาน |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 195 (-1) | 105 (-1) | 85 (-1) | 30.27 | 3 |
| 2 | 215 (1) | 105 (-1) | 85 (-1) | 26.43 | 3 |
| 3 | 195 (-1) | 115 (+1) | 85 (-1) | 28.43 | 0 |
| 4 | 215 (+1) | 115 (+1) | 85 (-1) | 24.46 | 3 |
| 5 | 195 (-1) | 105 (-1) | 95 (+1) | 30.00 | 0 |
| 6 | 215 (+1) | 105 (-1) | 95 (+1) | 26.00 | 2 |
| 7 | 195 (-1) | 115 (+1) | 95 (+1) | 27.95 | 0 |
| 8 | 215 (+1) | 115 (+1) | 95 (+1) | 24.08 | 1 |
| 9 | 195 (-1) | 105 (-1) | 85 (-1) | 30.17 | 3 |
| 10 | 215 (1) | 105 (-1) | 85 (-1) | 26.44 | 1 |
| 11 | 195 (-1) | 115 (+1) | 85 (-1) | 28.44 | 0 |
| 12 | 215 (+1) | 115 (+1) | 85 (-1) | 24.39 | 3 |
| 13 | 195 (-1) | 105 (-1) | 95 (+1) | 29.76 | 0 |
| 14 | 215 (+1) | 105 (-1) | 95 (+1) | 26.00 | 2 |
| 15 | 195 (-1) | 115 (+1) | 95 (+1) | 28.09 | 0 |

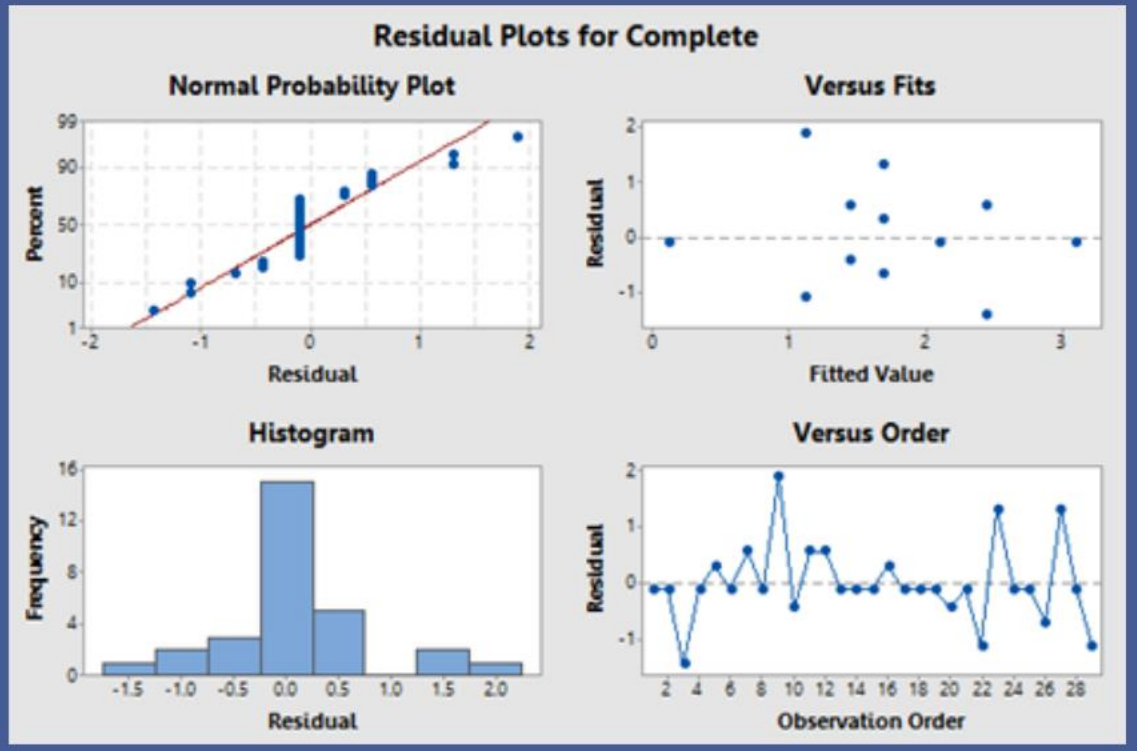
| ชุดการทดลอง | อุณหภูมิในการฉีด (องศาเซลเซียส) | แรงดันในการฉีด (บาร์) | ความเร็วในการฉีด (เปอร์เซ็นต์ของกำลังเครื่องจักร) | เวลาการทำงานในกระบวนการฉีดพลาสติกต่อชิ้นงาน (วินาที) | ความสมบูรณ์ของชิ้นงาน |
|---|---|---|---|---|---|
| 16 | 215 (+1) | 115 (+1) | 95 (+1) | 24.11 | 2 |
| 17 | 195 (-1) | 105 (-1) | 85 (-1) | 30.37 | 3 |
| 18 | 215 (1) | 105 (-1) | 85 (-1) | 26.45 | 3 |
| 19 | 195 (-1) | 115 (+1) | 85 (-1) | 28.36 | 0 |
| 20 | 215 (+1) | 115 (+1) | 85 (-1) | 24.31 | 3 |
| 21 | 195 (-1) | 105 (-1) | 95 (+1) | 29.97 | 0 |
| 22 | 215 (+1) | 105 (-1) | 95 (+1) | 26.08 | 2 |
| 23 | 195 (-1) | 115 (+1) | 95 (+1) | 28.03 | 3 |
| 24 | 215 (+1) | 115 (+1) | 95 (+1) | 24.04 | 1 |
| 25 | 205 (0) | 110 (0) | 90 (0) | 27.11 | 3 |
| 26 | 205 (0) | 110 (0) | 90 (0) | 27.25 | 2 |
| 27 | 205 (0) | 110 (0) | 90 (0) | 27.17 | 1 |
| 28 | 205 (0) | 110 (0) | 90 (0) | 27.14 | 3 |
| 29 | 205 (0) | 110 (0) | 90 (0) | 27.22 | 2 |

# 4. ทำการทดลอง และวิเคราะห์ผลการทดลอง

- การตรวจสอบข้อสมมติฐานของความคลาดเคลื่อน

โดยวิธีการวิเคราะห์ค่าเศษเหลือ (Residual Analysis)




- จากกราฟ Normal Probability Plot มีการเรียงตัวของข้อมูลเป็นแบบปกติ (Normal) เนื่องจากจุดของค่าต่าง ๆ อยู่บริเวณใกล้เส้น Ideal Normal แสดงว่าข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ
- จาก Histogram ข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์

- จากกราฟ Versus Order ข้อมูลที่ได้จากการทดลองมีลักษณะการสุ่ม และไม่มีรูปแบบของแนวโน้มหรือวัฏจักร แสดงว่าข้อมูลอยู่ภายใต้ความผันแปรจากสาเหตุธรรมชาติ
- จากกราฟ Versus Fits ข้อมูลแต่ละทรีตเมนต์มีความผันแปรสม่ำเสมอ แสดงว่าข้อมูลมีความผันแปรที่ไม่แตกต่างกัน

# 4. ทำการทดลอง และวิเคราะห์ผลการทดลอง

- ตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลตอบเวลาฯ

## Analysis of Variance

| Source | DF | Adj SS | Adj MS | F-Value | P-Value |
|---|---|---|---|---|---|
| Model | 7 | 115.599 | 16.5142 | 3471.81 | 0.000 |
| Linear | 3 | 115.566 | 38.5219 | 8098.53 | 0.000 |
| Temperature | 1 | 92.222 | 92.2219 | 19387.99 | 0.000 |
| Pressure | 1 | 22.531 | 22.5312 | 4736.77 | 0.000 |
| Speed | 1 | 0.813 | 0.8125 | 170.82 | 0.000 |
| 2-Way Interactions | 3 | 0.027 | 0.0091 | 1.91 | 0.158 |
| Temperature*Pressure | 1 | 0.025 | 0.0248 | 5.22 | 0.033 |
| Temperature*Speed | 1 | 0.000 | 0.0002 | 0.04 | 0.847 |
| Pressure*Speed | 1 | 0.002 | 0.0023 | 0.48 | 0.496 |
| 3-Way Interactions | 1 | 0.007 | 0.0065 | 1.37 | 0.254 |
| Temperature*Pressure*Speed | 1 | 0.007 | 0.0065 | 1.37 | 0.254 |
| Error | 21 | 0.100 | 0.0048 | | |
| Curvature | 1 | 0.001 | 0.0009 | 0.19 | 0.669 |
| Pure Error | 20 | 0.099 | 0.0049 | | |
| Total | 28 | 115.699 | | | |

## Model Summary

| S | R-sq | R-sq(adj) | R-sq(pred) |
|---|---|---|---|
| 0.0689685 | 99.91% | 99.88% | 99.82% |

## Coded Coefficients

| Term | Effect | Coef | SE Coef | T-Value | P-Value | VIF |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Constant | | 27.1904 | 0.0128 | 2123.07 | 0.000 | |
| Temperature | -3.9205 | -1.9603 | 0.0141 | -139.24 | 0.000 | 1.00 |
| Pressure | -1.9378 | -0.9689 | 0.0141 | -68.82 | 0.000 | 1.00 |
| Speed | -0.3680 | -0.1840 | 0.0141 | -13.07 | 0.000 | 1.00 |
| Temperature*Pressure | -0.0643 | -0.0322 | 0.0141 | -2.28 | 0.033 | 1.00 |
| Temperature*Speed | 0.0055 | 0.0027 | 0.0141 | 0.20 | 0.847 | 1.00 |
| Pressure*Speed | 0.0195 | 0.0098 | 0.0141 | 0.69 | 0.496 | 1.00 |
| Temperature*Pressure*Speed | 0.0330 | 0.0165 | 0.0141 | 1.17 | 0.254 | 1.00 |

อิทธิพลหลักของทั้งสามปัจจัยมีนัยสำคัญต่อผลตอบของเวลาฯ
กล่าวคือทั้งสามปัจจัยมีค่า P-Value น้อยกว่า 0.05 (P=0.000)

อิทธิพลร่วม 2 ปัจจัยระหว่างปัจจัยอุณหภูมิและแรงดันในการฉีดมีนัยสำคัญ
ต่อผลตอบเวลาฯ กล่าวคืออิทธิพลร่วมนั้นมีค่า P-Value น้อยกว่า 0.05 (P=0.033)

การทดลองนี้ไม่มีส่วนโค้งแบบควอดราติก หรือไม่มีผลจากพจน์ควอดราติก
เนื่องจาก Curvature มีค่า P-Value มากกว่า 0.05 (P=0.669)

ค่า R-Squared มีค่า 99.91 เปอร์เซ็นต์
แสดงว่าแบบจำลองนี้สามารถอธิบายความแปรผันของข้อมูลผลตอบ
ที่มีผลเกิดจากตัวแปรปัจจัยอยู่ 99.91 เปอร์เซ็นต์

# 4. ทำการทดลอง และวิเคราะห์ผลการทดลอง

- ตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลตอบความสมบูรณ์ฯ

### Analysis of Variance

| Source | DF | Adj SS | Adj MS | F-Value | P-Value |
|---|---|---|---|---|---|
| Model | 7 | 30.5000 | 4.3571 | 6.68 | 0.000 |
| Linear | 3 | 15.6667 | 5.2222 | 8.00 | 0.001 |
| Temperature | 1 | 8.1667 | 8.1667 | 12.51 | 0.002 |
| Pressure | 1 | 1.5000 | 1.5000 | 2.30 | 0.144 |
| Speed | 1 | 6.0000 | 6.0000 | 9.19 | 0.006 |
| 2-Way Interactions | 3 | 4.1667 | 1.3889 | 2.13 | 0.127 |
| Temperature*Pressure | 1 | 1.5000 | 1.5000 | 2.30 | 0.144 |
| Temperature*Speed | 1 | 0.0000 | 0.0000 | 0.00 | 1.000 |
| Pressure*Speed | 1 | 2.6667 | 2.6667 | 4.09 | 0.056 |
| 3-Way Interactions | 1 | 10.6667 | 10.6667 | 16.34 | 0.001 |
| Temperature*Pressure*Speed | 1 | 10.6667 | 10.6667 | 16.34 | 0.001 |
| Error | 21 | 13.7069 | 0.6527 | | |
| Curvature | 1 | 1.5736 | 1.5736 | 2.59 | 0.123 |
| Pure Error | 20 | 12.1333 | 0.6067 | | |
| Total | 28 | 44.2069 | | | |

### Model Summary

| S | R-sq | R-sq(adj) | R-sq(pred) |
|---|---|---|---|
| 0.807904 | 68.99% | 58.66% | 42.20% |

### Coded Coefficients

| Term | Effect | Coef | SE Coef | T-Value | P-Value | VIF |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Constant | | 27.1904 | 0.0128 | 2123.07 | 0.000 | |
| Temperature | -3.9205 | -1.9603 | 0.0141 | -139.24 | 0.000 | 1.00 |
| Pressure | -1.9378 | -0.9689 | 0.0141 | -68.82 | 0.000 | 1.00 |
| Speed | -0.3680 | -0.1840 | 0.0141 | -13.07 | 0.000 | 1.00 |
| Temperature*Pressure | -0.0643 | -0.0322 | 0.0141 | -2.28 | 0.033 | 1.00 |
| Temperature*Speed | 0.0055 | 0.0027 | 0.0141 | 0.20 | 0.847 | 1.00 |
| Pressure*Speed | 0.0195 | 0.0098 | 0.0141 | 0.69 | 0.496 | 1.00 |
| Temperature*Pressure*Speed | 0.0330 | 0.0165 | 0.0141 | 1.17 | 0.254 | 1.00 |

มีเพียงแค่อิทธิพลหลักของสองปัจจัย ได้แก่ อุณหภูมิและความเร็วในการฉีดที่มีนัยสำคัญต่อผลตอบของความสมบูรณ์ฯ กล่าวคือทั้งสองปัจจัยมีค่า P-Value น้อยกว่า 0.05 (P=0.002 และ P=0.006)

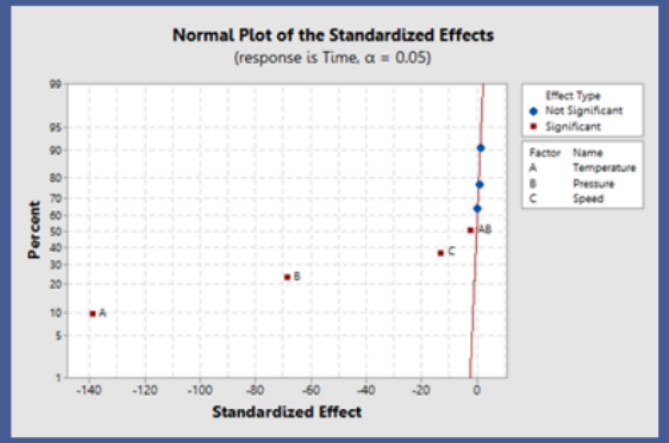
อิทธิพลร่วม 3 ปัจจัยระหว่างปัจจัยอุณหภูมิ แรงดัน และความเร็วในการฉีดมีนัยสำคัญต่อผลตอบความสมบูรณ์ฯ กล่าวคืออิทธิพลร่วมนั้นมีค่า P-Value น้อยกว่า 0.05 (P=0.001)

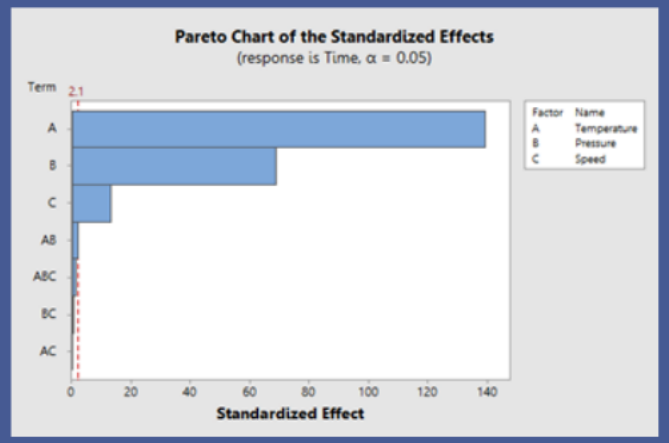
การทดลองนี้ไม่มีส่วนโค้งแบบควอดราติก หรือไม่มีผลจากพจน์ควอดราติก เนื่องจาก Curvature มีค่า P-Value มากกว่า 0.05 (P=0.123)

ค่า R-Squared มีค่า 68.99 เปอร์เซ็นต์ แสดงว่าแบบจำลองนี้สามารถอธิบายความแปรผันของข้อมูลผลตอบที่มีผลเกิดจากตัวแปรปัจจัยอยู่ 68.99 เปอร์เซ็นต์

# 4. ทำการทดลอง และวิเคราะห์ผลการทดลอง

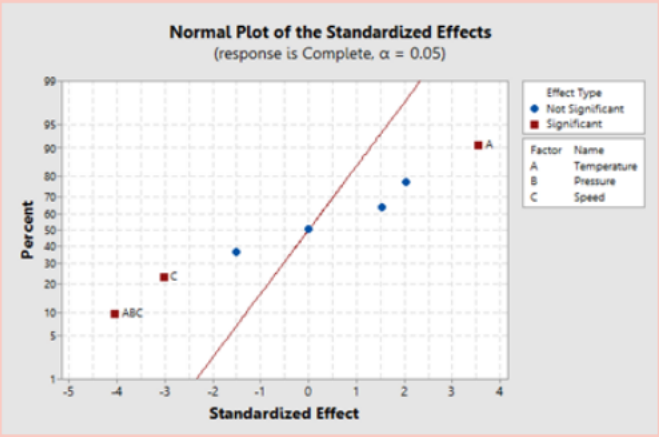
- กราฟ Effects plots ของผลตอบเวลาฯ

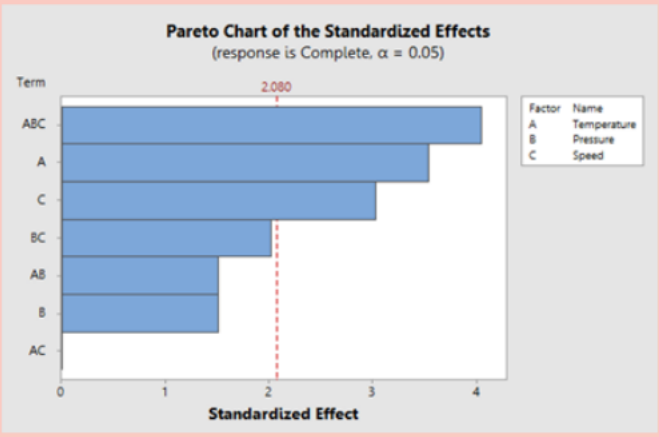



- อิทธิพลหลักของทั้งสามปัจจัยมีนัยสำคัญ
- อิทธิพลร่วม 2 ปัจจัยระหว่างอุณหภูมิและแรงดันในการฉีดมีนัยสำคัญ

- กราฟ Effects plots ของผลตอบความสมบูรณ์ฯ

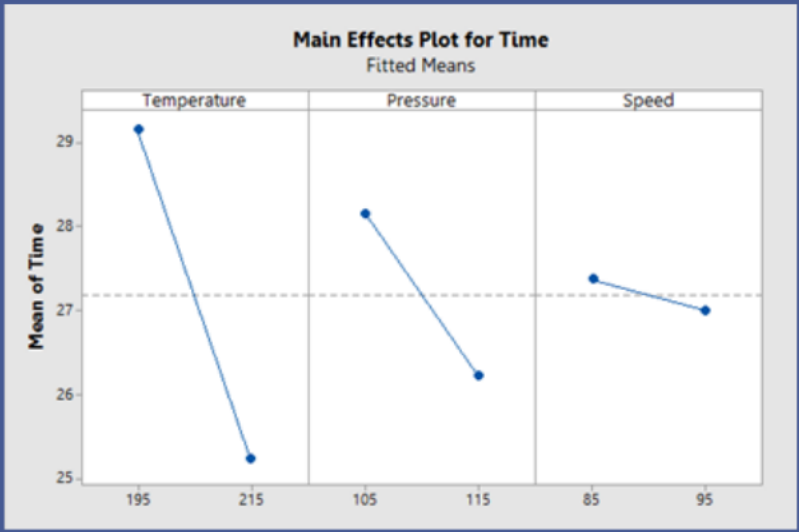


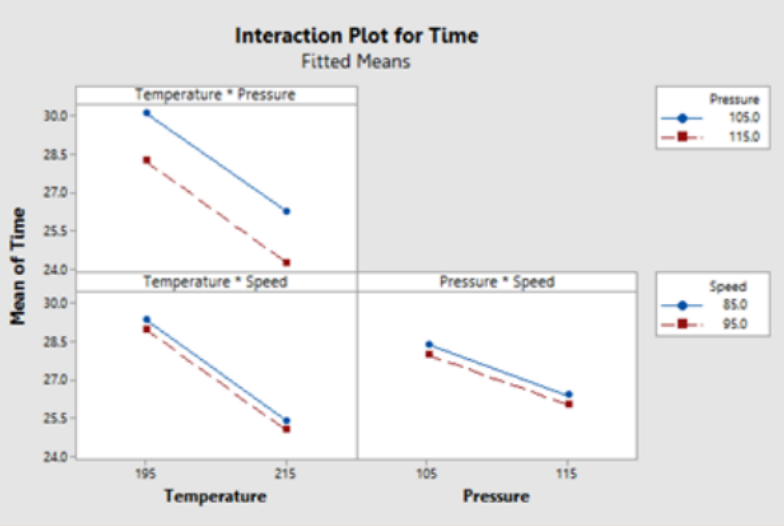




- อิทธิพลหลักของสองปัจจัย ได้แก่ อุณหภูมิและความเร็วในการฉีดมีนัยสำคัญ
- อิทธิพลร่วม 3 ปัจจัยระหว่างอุณหภูมิ แรงดัน และความเร็วในการฉีดมีนัยสำคัญ
- เนื่องจากอิทธิพลร่วม 3 ปัจจัยมีนัยสำคัญ จะถือว่าอิทธิพลหลักของปัจจัยแรงดันในการฉีดมีนัยสำคัญด้วย

# 4. ทำการทดลอง และวิเคราะห์ผลการทดลอง

- กราฟ Factorial Plots ของผลตอบเวลาฯ



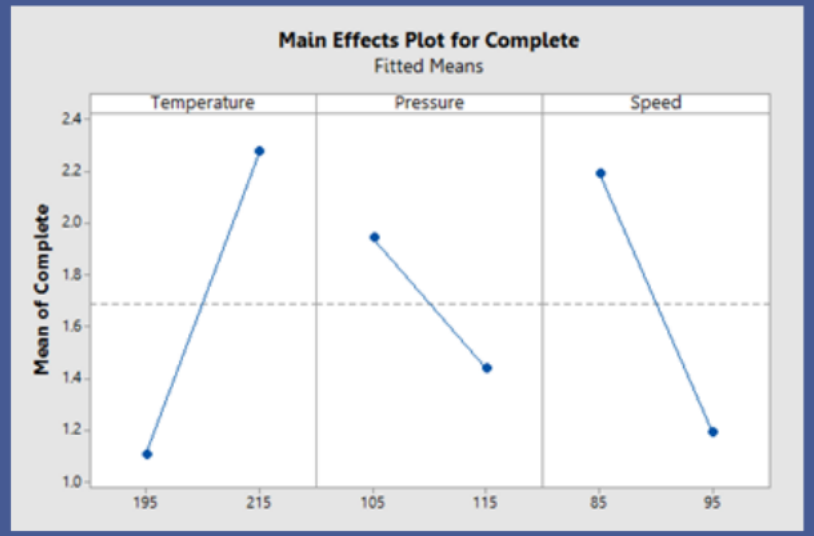



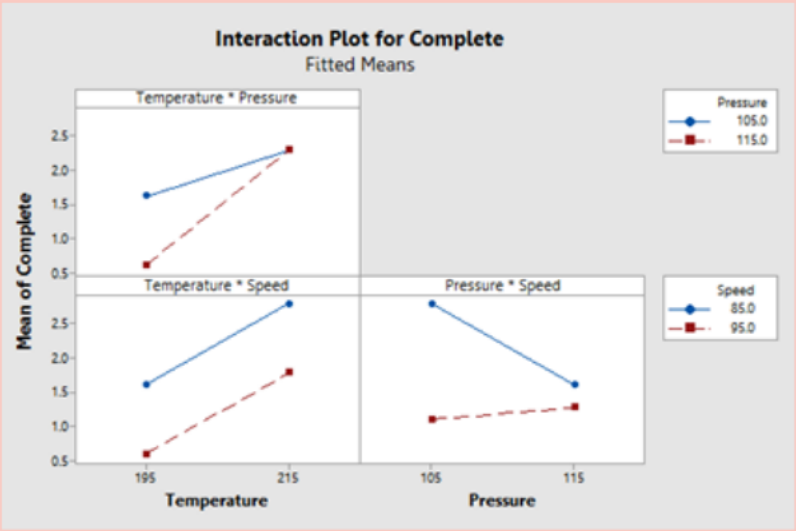

- การกำหนดค่าปัจจัยอุณหภูมิในการฉีดส่งผลต่อผลตอบเวลาฯมากที่สุด เนื่องจากเส้นกราฟมีลักษณะความชันมากที่สุด
- รองลงมาเป็นปัจจัยแรงดันในการฉีด และความเร็วในการฉีดที่ส่งผลเพียงเล็กน้อยตามลำดับ

- แทบจะไม่มีอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยใดที่มีผลต่อผลตอบเวลาฯ เนื่องจากไม่เกิดเส้นกราฟตัดกันระหว่างปัจจัย
- แต่เมื่อพิจารณาจากกราฟ Effect Plots พบว่าอิทธิพลร่วม 2 ปัจจัย ระหว่างปัจจัยอุณหภูมิและแรงดันในการฉีดมีนัยสำคัญ แต่ไม่ได้มีผลมากเมื่อเทียบกับอิทธิพลหลัก

# 4. ทำการทดลอง และวิเคราะห์ผลการทดลอง

- กราฟ Factorial Plots ของผลตอบความสมบูรณ์ฯ

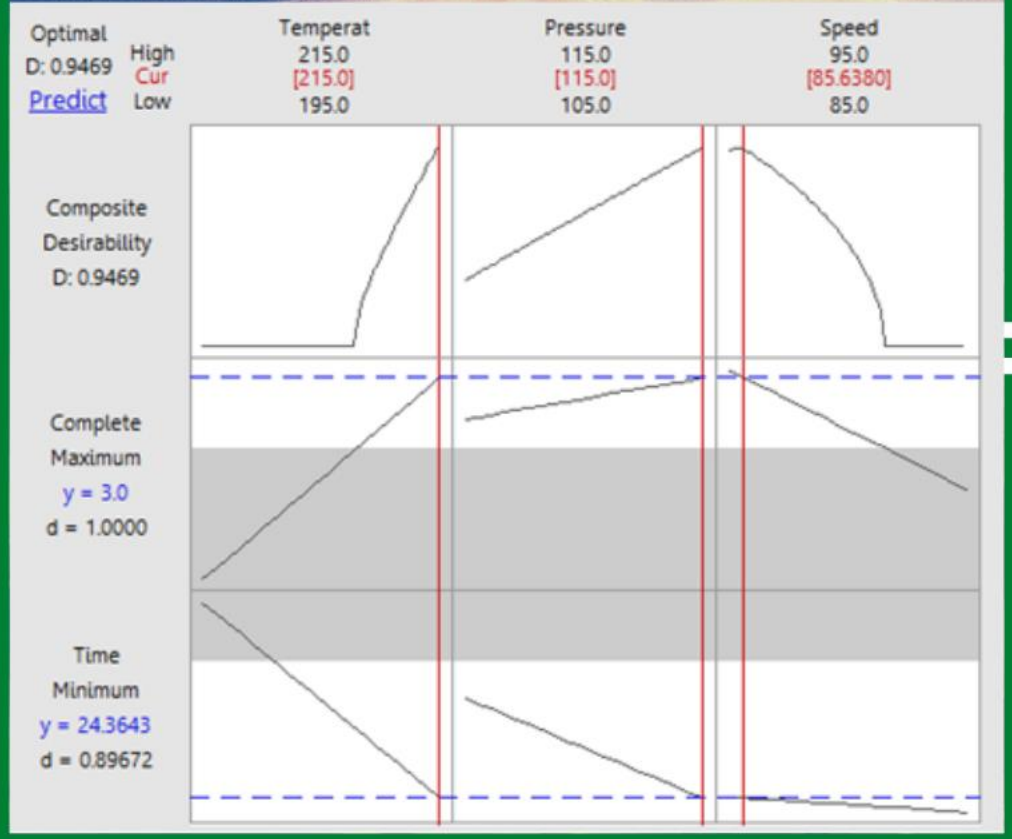



- การกำหนดค่าปัจจัยอุณหภูมิในการฉีดส่งผลต่อผลตอบความสมบูรณ์ฯมากที่สุด เนื่องจากเส้นกราฟมีลักษณะความชันมากที่สุด
- รองลงมาเป็นปัจจัยความเร็วในการฉีดที่ส่งผลใกล้เคียงกัน
- แต่พบว่าปัจจัยแรงดันในการฉีดไม่ได้ส่งผลต่อความสมบูรณ์ฯ เนื่องจากเส้นกราฟมีความชันไม่มากเมื่อเทียบกับปัจจัยอื่น ๆ (พิจารณาจากกราฟ Effect Plots ประกอบด้วย)

- อิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยอุณหภูมิและแรงดันในการฉีดมีผลต่อความสมบูรณ์ฯ เนื่องจากเกิดเส้นกราฟตัดกันระหว่างปัจจัย ถึงแม้ว่าอิทธิพลร่วมนี้จะไม่แสดงผลออกมาจากกราฟ Effect Plots ก็ตาม

- การวิเคราะห์ผลตอบที่เหมาะสม (Response Optimization)




## 4. ทำการทดลอง และวิเคราะห์ผลการทดลอง

พารามิเตอร์ที่เหมาะสมจากการคำนวณของโปรแกรมคือ

- อุณหภูมิในการฉีดเท่ากับ 215 องศาเซลเซียส
- แรงดันในการฉีดเท่ากับ 115 บาร์
- ความเร็วในการฉีดเท่ากับ 85 เปอร์เซ็นต์ของกำลังเครื่องจักร (ปัดลง)

โดยมีค่าการทำนายทั้งสองผลตอบดังนี้

- ค่าการทำนายของเวลาการทำงานในกระบวนการฉีดพลาสติก y = 24.3643 วินาที
- ค่าการทำนายของความสมบูรณ์ของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป y = 3

ที่ความพึงพอใจโดยรวม (Composite Desirability) D = 0.9469

# 5. ทำการทดลองยืนยันผล

- ผลการทดลองเพื่อยืนยันผล โดยใช้ค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการวิเคราะห์ผลตอบที่เหมาะสมจำนวน 3 การทดลอง

| อุณหภูมิในการฉีด (องศาเซลเซียส) | แรงดันในการฉีด (บาร์) | ความเร็วในการฉีด (เปอร์เซ็นต์ของกำลังเครื่องจักร) | เวลาการทำงานในกระบวนการฉีดพลาสติกต่อชิ้นงาน (วินาที) | ความสมบูรณ์ของชิ้นงาน |
|---|---|---|---|---|
| 215 | 115 | 85 | 24.31 | 3 |
| 215 | 115 | 85 | 24.40 | 3 |
| 215 | 115 | 85 | 24.32 | 3 |

- การตั้งสมมติฐาน เพื่อพิสูจน์ว่าค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างจากการทดลองยืนยันผลกับค่าทำนายผลมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่

$H_0$ : $\mu = 24.3643$

$H_1$ : $\mu \neq 24.3643$

โดยที่ $\mu$ : ค่าเฉลี่ยของเวลาการทำงานในกระบวนการฉีดพลาสติกของกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการทดลองยืนยันผล

$H_0$ : $\mu = 3$

$H_1$ : $\mu \neq 3$

โดยที่ $\mu$ : ค่าเฉลี่ยของความสมบูรณ์ของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปของกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการทดลองยืนยันผล

# 5. ทำการทดลองยืนยันผล

- ผลการทดสอบสมมติฐาน โดยใช้การแจกแจงแบบ T

## One-Sample T: Time

### Descriptive Statistics

| N | Mean | StDev | SE Mean | 95% CI for μ |
|---|---|---|---|---|
| 3 | 24.3433 | 0.0493 | 0.0285 | (24.2208, 24.4659) |

*μ: mean of Time*

### Test

| | |
|---|---|
| Null hypothesis | $H_0$: μ = 24.3643 |
| Alternative hypothesis | $H_1$: μ ≠ 24.3643 |

| T-Value | P-Value |
|---|---|
| -0.74 | 0.538 |

## One-Sample T: Complete

### Descriptive Statistics

| N | Mean | StDev | SE Mean | 95% CI for μ |
|---|---|---|---|---|
| 3 | 3.000 | 0.000 | 0.000 | (3.000, 3.000) |

*μ: mean of Complete*

### Test

| | |
|---|---|
| Null hypothesis | $H_0$: μ = 3 |
| Alternative hypothesis | $H_1$: μ ≠ 3 |

| T-Value | P-Value |
|---|---|
| * | * |

- ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างกับค่าทำนายไม่มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากยอมรับสมมติฐานหลัก
- มีความคลาดเคลื่อนจากการทดลองยืนยันผลคิดเป็น 0.09 และ 0.00 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

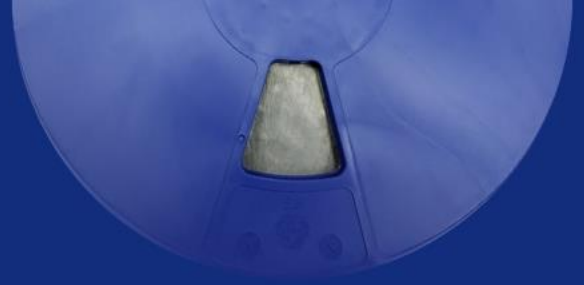
สามารถกล่าวได้ว่าเงื่อนไขปัจจัย

อุณหภูมิในการฉีดเท่ากับ 215 องศาเซลเซียส

แรงดันในการฉีดเท่ากับ 115 บาร์

ความเร็วในการฉีดเท่ากับ 85 เปอร์เซ็นต์ของกำลังเครื่องจักร

คือพารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดในกระบวนการฉีดพลาสติก



# สรุปผลการดำเนินงาน

เวลาการทำงานในกระบวนการฉีดพลาสติกลดลงจากเดิม 27.18 เป็น 24.3643 วินาทีต่อชิ้น ลดลงไปได้ถึง 2.8157 วินาทีต่อชิ้น คิดเป็นร้อยละ 10.36 ส่งผลต่อกำลังการผลิตของผลิตภัณฑ์ Plastic Reel ขนาด 13 นิ้วที่เพิ่มขึ้น

ปริมาณชิ้นงานที่มีตำหนิทั้งที่เป็นรอยและฉีดไม่เต็มชิ้นลดลงถึงเกณฑ์ที่กำหนด กล่าวคือมีค่าความสมบูรณ์ เท่ากับ 3

สามารถผลิตชิ้นงานได้ครบตามความต้องการต่อสัปดาห์ภายใน 6 วันทำงาน โดยไม่จำเป็นต้องทำงานล่วงเวลา ทำให้ประหยัดต้นทุนแรงงานไปได้ประมาณร้อยละ 8 ของต้นทุนแรงงานทางตรงทั้งหมดของแผนก

# ข้อเสนอแนะ

การนำค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการทดลองไปปรับใช้ในกระบวนการผลิตจริงอาจมีความคลาดเคลื่อนกับผลลัพธ์ที่ควรเป็น ซึ่งอาจเนื่องมาจาก

- ปัจจัยรบกวนอื่น ๆ ที่ส่งผลกระทบต่อกระบวนการผลิต เช่น อุณหภูมิของอากาศภายนอกที่มีผลต่อการขึ้นรูปชิ้นงาน คุณภาพของเม็ดพลาสติก และความคลาดเคลื่อนจากการทำงานของเครื่องฉีดพลาสติกเอง เป็นต้น
- รวมถึงสาเหตุจากการปรับตั้งค่าพารามิเตอร์ของเครื่องฉีดพลาสติกตามความเคยชินหรือจากประสบการณ์ของพนักงาน

ดังนั้นจึงควรกำหนดเป็นขั้นตอนมาตรฐานในการปฏิบัติงานและจัดทำระบบควบคุมการทำงาน เพื่อให้ผลการปรับปรุงมีความยั่งยืนและต่อเนื่อง

# จบการนำเสนอ

# THANK YOU

FOR YOUR ATTENTION