บทที่ 5

การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา

5.1 บทนำ

นำข้อมูลปัจจัยนำเข้าที่สำคัญ 7 ปัจจัย จากการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่อง (FMEA) มากำหนดระดับของปัจจัยนำเข้าก่อนนำไปทดสอบสมมุติฐาน

เครื่องมือที่นำมาใช้ในการวิจัยประกอบด้วย

- โปรแกรม MINITAB เป็นโปรแกรมที่มีประสิทธิภาพสูง ในการวิเคราะห์ผลทางสถิติพื้นฐาน และสามารถประมวลผลการประยุกต์สถิติเชิงวิศวกรรม ที่ครอบคลุมทั้งด้านการควบคุมคุณภาพไปจนถึงการออกแบบการทดลอง ซึ่งโปรแกรม MINITAB นี้สอดคล้องกับเครื่องมือที่ประกอบอยู่ในซิกซ์ ซิกม่า

- การทดสอบสมมุติฐาน เพราะเป้าหมายของการวิจัยต้องการที่จะเน้นที่การเปลี่ยนแปลงของค่าผลลัพธ์ (KPOV) เป็นหลัก

5.2 ปัจจัยนำเข้าที่นำมาทดสอบสมมุติฐาน

จากขั้นตอนการวัดเพื่อกำหนดสาเหตุของปัญหาได้สรุปปัจจัยนำเข้าที่ทดสอบทั้งหมด 7 ปัจจัย ได้แก่

1. ชนิดของเมลามีนเรซิน
2. อัตราเร็วในการทำปฏิกิริยาของเรซินในกระดาษผิวหน้า (โอเวอร์เลย์)
3. ปริมาณเรซินในกระดาษผิวหน้า (โอเวอร์เลย์)
4. ปริมาณสารระเหยในกระดาษผิวหน้า(โอเวอร์เลย์)
5. อุณหภูมิในการอัด
6. แรงดันในการอัด
7. ระยะเวลาในการอัด

ในการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานของทั้ง 7 ปัจจัยนั้น จะทำการทดสอบสมมติฐานระดับของแต่ละปัจจัยใน 2 ระดับที่แตกต่างกัน ทั้งนี้เพื่อประหยัดค่าใช้จ่ายในการทดลองและสามารถทำการทดลองได้ง่าย ซึ่งมีรายละเอียดของขั้นตอนดำเนินการทดสอบสมมติฐาน ดังนี้

5.3 การทดสอบสมมติฐาน

สำหรับการทดสอบสมมติฐานทั้งหมดของปัจจัยนำเข้า จะทำการทดสอบกับกระดาษพิมพ์ลวดลายพิเศษที่มีระดับความเข้มของสีมากที่คือ C0 เฉดสีเขียวเข้มทั้งหมด และใช้การทดสอบสมติฐานแบบ Two Proportion เนื่องจากลักษณะข้อมูลในงานวิจัยนี้เป็นการทดสอบความแตกต่างระหว่างสัดส่วน

5.3.1 ชนิดของเมลามีนเรซิน

ปัญหา

ในปัจจุบันการการชุบเรซินของกระดาษโอเวอร์เลย์ใช้เมลามีนเรซินสูตรการผลิต 1 เนื่องจากไม่สามารถชุบกระดาษชนิดนี้กับเรซินสูตรการผลิต 2 ได้แต่กระดาษชุบเมลามีนเรซิน (แผ่นที่ 2) ที่เรียงไว้ใต้กระดาษพิมพ์ลวดลายพิเศษ ดังรูป 6.3.1 ชุบเมลามีนเรซินสูตรการผลิต 2 เนื่องจากกระดาษชนิดนี้จำเป็นต้องผลิตลามิเนทชนิดอื่นด้วยจึงทำการชุบเหมือนกัน และไม่มีข้อมูลที่สามารถบ่งชี้ว่าการใช้เรซินสูตรการผลิตไม่เหมือนกัน ของกระดาษโอเวอร์เลย์และกระดาษชุบเมลามีนเรซิน (แผ่นที่ 2) มีผลต่อปัญหาของเสีย คราบ/ฝ้า บนผิวหน้าของแผ่นลามิเนทหรือไม่

รูปที่ 5.1 แสดงการเรียงชุดกระดาษเพื่อแสดงรายละเอียดของปัญหาเมลามีนเรซิน

ดังนั้นจึงต้องดำเนินการทดสอบสมมติฐาน โดยวัดสัดส่วนของเสียปัญหาของเสียคราบ/ฝ้า บนผิวหน้าของแผ่นลามิเนท ด้วยการใช้กระดาษชุบเมลามีนเรซินที่วางใต้กระดาษพิมพ์ลวดลายพิเศษที่ได้จากการชุบเมลามีนเรซินสูตรการผลิต 1 และสูตรการผลิต 2

หมายเหตุ : เมลามีนเรซินสูตรการผลิต 1 และสูตรการผลิต 2เป็นความลับของโรงงานกรณีศึกษาไม่สามารถเปิดเผยได้

<u>ขั้นตอนในการทดลอง</u>

1. เตรียมกระดาษที่สำหรับใช้ในการผลิตทั้งหมด ดังนี้
   - กระดาษโอเวอร์เลย์ชุบเมลามีนเรซิน ตามมาตรฐานปกติ
   - กระดาษพิมพ์ลาย (ลวดลายพิเศษ)
   - กระดาษชุบเมลามีนเรซิน (แผ่นที่2) ที่ได้จากการชุบด้วยเมลามีนเรซินสูตรการผลิต 1 และสูตรการผลิต 2
   - กระดาษคร๊าฟชุบฟีนอลิคเรซิน

   โดยกระดาษแต่ละประเภทต้องผลิตในช่วงเวลาเดียวกัน
2. นำกระดาษทั้งหมดมาเรียงเป็นชุด ดังรูป 6.1
3. นำชุดกระดาษทั้งหมดไปทำการอัดที่รอบการอัดเดียวกัน เพื่อให้ได้สภาวะการอัดเหมือนกันทั้งหมด เพื่อลดความแปรปรวนที่อาจเกิดขึ้นได้
4. นำชุดตัวอย่างที่อัดแล้วมา ตรวจสอบผิวหน้าของชิ้นงาน
5. เก็บข้อมูลสัดส่วนข้อบกพร่องที่เกิดปัญหาคราบ/ฝ้า

<u>สมมติฐานที่ใช้ในการทดสอบ</u>

H0 : PA = PB ; ไม่มีความแตกต่างกันของอัตราข้อบกพร่องในแต่ละชนิดของเมลามีนเรซินที่ใช้

H1 : PA $\neq$ PB ; มีความแตกต่างกันของอัตราข้อบกพร่องในแต่ละชนิด ของเมลามีน เรซินที่ใช้

ทำการทดลองขั้นต้นตามขั้นตอนในการทดลอง โดยใช้ชุดกระดาษที่ได้จากเมลามีนเรซินสูตรการผลิต 1 จำนวน 20 ชุด และ ชุดกระดาษที่ได้จากเมลามีนเรซินสูตรการผลิต 2 จำนวน 20 ชุด

ผลการทดลองขั้นต้น

ตาราง 5.1 สัดส่วนของเสียเนื่องจากการใช้กระดาษชุบเมลามีนเรซินแผ่นที่2 ด้วยเมลามีนเรซินสูตรการผลิต 1 และสูตรการผลิต 2

ชนิดเมลามีนเรซิน	จำนวนตัวอย่าง	จำนวนของเสีย	สัดส่วนของเสีย
สูตรการผลิต 1	20	4	0.2
สูตรการผลิต 2	20	12	0.6

วิธีการคำนวณจำนวนสิ่งตัวอย่าง

จากข้อมูลสัดส่วนของเสีย ดังตาราง 5.1 พบว่าสัดส่วนของเสียเนื่องจากการใช้กระดาษชุบเมลามีนเรซินแผ่นที่2 ด้วยเมลามีนเรซินสูตรการผลิต 1 และสูตรการผลิต 2 มีค่าเท่ากับ 0.2 และ 0.6 ตามลำดับ สามารถนำข้อมูลที่ได้มาคำนวณสิ่งตัวอย่างโดยใช้โปรแกรม MINITAB ได้ดังนี้

Power and Sample Size

Test for Two Proportions

Testing proportion 1 = proportion 2 (versus not =)
Calculating power for proportion 2 = 0.6
Alpha = 0.05

Proportion 1	Sample Size	Target Power	Actual Power
0.200000	23	0.8000	0.8122
0.200000	30	0.9000	0.9061

จากการคำนวณโดยโปรแกรม MINITAB จำนวนสิ่งตัวอย่างที่ระดับความเชื่อมั่น 0.900 คือ 30

จากนั้นทำการทดลองใหม่โดยใช้จำนวนสิ่งตัวอย่าง 30 ตัวอย่าง ซึ่งจะได้ผลการทดลองดังแสดงในตาราง 5.2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง 5.2 สัดส่วนของเสียเนื่องจากการใช้กระดาษชุบเมลามีนเรซินแผ่นที่2 ด้วยเมลามีนเรซินสูตรการผลิต 1 และสูตรการผลิต 2

ชนิดเมลามีนเรซิน	จำนวนตัวอย่าง	จำนวนของเสีย	สัดส่วนของเสีย
สูตรการผลิต 1	30	11	0.2
สูตรการผลิต 2	30	19	0.6

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ

Test and CI for Two Proportions

Sample X N Sample p

1 19 30 0.633333

2 11 30 0.366667

Estimate for p(1) - p(2): 0.266667

95% CI for p(1) - p(2): (0.0227989, 0.510534)

Test for p(1) - p(2) = 0 (vs not = 0): Z = 2.14 P-Value = 0.032

สรุปผลการวิเคราะห์ทางสถิติ

จากการคำนวณโดย MINITAB ค่า P-value ที่คำนวณได้มีค่าเท่ากับ 0.032 จึงสรุปได้ว่ามีความแตกต่างกันของสัดส่วนข้อบกพร่องในแต่ละชนิดของเมลามีนเรซิน ด้วยระดับนัยสำคัญ 0.05 เพราะฉะนั้นปฏิเสธสมมติฐาน H0 สรุปว่ามีความแตกต่างกันของสัดส่วนข้อบกพร่องในแต่ละชนิดของเมลามีนเรซิน

5.3.2 อัตราเร็วในการทำปฏิกิริยาของเรซินในกระดาษผิวหน้า (โอเวอร์เลย์)

ปัญหา

ในปัจจุบันการการชุบเรซินของกระดาษโอเวอร์เลย์ ใช้อัตราเร็วในการทำปฏิกิริยาของเรซินเท่ากับ 8 นาที เนื่องจากกระดาษชนิดนี้จำเป็นต้องผลิตลามิเนทชนิดอื่นด้วยจึงทำการ

ชุบ ซึ่งไม่มีข้อมูลที่สามารถบ่งชี้ว่าอัตราเร็วในการทำปฏิกิริยาของเรซินของกระดาษโอเวอร์เลย์ มีผลต่อปัญหาของเสีย คราบ/ฝ้า บนผิวหน้าของแผ่นลามิเนทหรือไม่

ดังนั้นจึงต้องดำเนินการทดสอบสมมติฐาน โดยวัดสัดส่วนของเสียปัญหาของเสีย คราบ/ฝ้า บนผิวหน้าของแผ่นลามิเนท ด้วยการใช้กระดาษโอเวอร์เลย์ที่มีอัตราเร็วในการทำปฏิกิริยาของเมลามีนเรซินเท่ากับ 6 นาที และ 10 นาที ตามลำดับ

<u>ขั้นตอนในการทดลอง</u>

1. เตรียมกระดาษที่สำหรับใช้ในการผลิตทั้งหมด ดังนี้
   - -กระดาษโอเวอร์เลย์ชุบเมลามีนเรซินที่มีอัตราเร็วในการทำปฏิกิริยาของเมลามีนเรซินเท่ากับ 6 นาที และ 10 นาที
   - -กระดาษพิมพ์ลาย (ลวดลายพิเศษ)
   - -กระดาษชุบเมลามีนเรซิน ที่ได้จากการชุบด้วยสูตรการผลิต 2
   - -กระดาษคร๊าฟชุบฟีนอลิคเรซิน

โดยกระดาษแต่ละประเภทต้องผลิตในช่วงเวลาเดียวกัน

2. นำกระดาษทั้งหมดมาเรียงเป็นชุด ดังรูปที่ 5.1
3. นำชุดกระดาษทั้งหมดไปทำการอัดที่รอบการอัดเดียวกัน เพื่อให้ได้สภาวะการอัดเหมือนกันทั้งหมด เพื่อลดความแปรปรวนที่อาจเกิดขึ้นได้
4. นำชุดตัวอย่างที่อัดแล้วมา ตรวจสอบผิวหน้าของชิ้นงาน
5. เก็บข้อมูลสัดส่วนข้อบกพร่องที่เกิดปัญหาคราบ/ฝ้า

<u>สมมติฐานที่ใช้ในการทดสอบ</u>

H0 : P6 = P10 ; ไม่มีความแตกต่างกันของอัตราข้อบกพร่องในแต่ละอัตราเร็วในการทำปฏิกิริยาของเมลามีนเรซินที่ใช้

H1 : P6 $\neq$ P10 ; มีความแตกต่างกันของอัตราข้อบกพร่องในแต่ละอัตราเร็วในการทำปฏิกิริยาของเมลามีนเรซินที่ใช้

ทำการทดลองขั้นต้นตามขั้นตอนในการทดลอง โดยใช้ชุดกระดาษที่ได้จาก กระดาษโอเวอร์เลย์ชุบเมลามีนเรซินที่มีอัตราเร็วในการทำปฏิกิริยาของเมลามีนเรซินเท่ากับ 6 นาที และ 10 นาที อย่างละ 20 ชุด

ผลการทดลองขั้นต้น

ตาราง 5.3 สัดส่วนของเสียเนื่องจากการใช้กระดาษโอเวอร์เลย์ชุบเมลามีนเรซินที่มีอัตราเร็วในการทำปฏิกิริยาของเมลามีนเรซินเท่ากับ 6 นาที และ 10 นาที

ชนิดเมลามีนเรซิน	จำนวนตัวอย่าง	จำนวนของเสีย	สัดส่วนของเสีย
อัตราเร็วในการทำปฏิกิริยาของเมลามีนเรซินเท่ากับ 6 นาที	20	7	0.35
อัตราเร็วในการทำปฏิกิริยาของเมลามีนเรซินเท่ากับ 6 นาที	20	9	0.45

วิธีการคำนวณจำนวนสิ่งตัวอย่าง

จากข้อมูลสัดส่วนของเสีย ดังตาราง 5.3 พบว่าสัดส่วนของเสียเนื่องจากการใช้กระดาษโอเวอร์เลย์ชุบเมลามีนเรซินที่มีอัตราเร็วในการทำปฏิกิริยาของเมลามีนเรซินเท่ากับ 6 นาที และ 10 นาทีมีค่าเท่ากับ 0.35 และ 045 ตามลำดับ สามารถนำข้อมูลที่ได้มาคำนวณสิ่งตัวอย่างโดยใช้โปรแกรม MINITAB ได้ดังนี้

Test for Two Proportions

Testing proportion 1 = proportion 2 (versus not =)

Calculating power for proportion 2 = 0.45

Alpha = 0.05

Proportion 1	Sample Size	Target Power	Actual Power
0.350000	376	0.8000	0.8005
0.350000	503	0.9000	0.9004

จากการคำนวณโดยโปรแกรม MINITAB_ จำนวนสิ่งตัวอย่างที่ระดับความเชื่อมั่น 0.900 คือ 503 ตัวอย่าง แต่เนื่องจากจำนวนสิ่งตัวอย่างที่สูงทำให้ต้องใช้ค่าใช้จ่ายสูงจึงทำการลดจำนวนตัวอย่างลงให้มีค่าอย่างน้อยเท่ากับ 376 ตัวอย่างที่ระดับความเชื่อมั่น 0.800 จากนั้นทำการทดลองใหม่โดยใช้จำนวนสิ่งตัวอย่าง 376 ตัวอย่าง ซึ่งจะได้ผลการทดลองดังแสดงในตาราง 5.4

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง 5.4 สัดส่วนของเสียเนื่องจากการใช้กระดาษโอเวอร์เลย์ชุบเมลามีนเรซินที่มีอัตราเร็วในการทำปฏิกิริยาของเมลามีนเรซินเท่ากับ 6 นาที และ 10 นาที

ชนิดเมลามีนเรซิน	จำนวนตัวอย่าง	จำนวนของเสีย	สัดส่วนของเสีย
อัตราเร็วในการทำปฏิกิริยาของเมลามีนเรซินเท่ากับ 6 นาที	376	138	0.37
อัตราเร็วในการทำปฏิกิริยาของเมลามีนเรซินเท่ากับ 10 นาที	376	171	0.45

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ

Test and CI for Two Proportions

Sample	X	N	Sample p
1	238	376	0.632979
2	205	376	0.545213

Estimate for p(1) - p(2): 0.0877660

95% CI for p(1) - p(2): (0.0177176, 0.157814)

Test for p(1) - p(2) = 0 (vs not = 0): Z = 2.46 P-Value = 0.014

สรุปผลการวิเคราะห์ทางสถิติ

จากการคำนวณโดย MINITAB ค่า P-value ที่คำนวณได้มีค่าเท่ากับ 0.014 จึงสรุปได้ว่ามีความแตกต่างกันของสัดส่วนข้อบกพร่องในแต่ละการใช้ กระดาษโอเวอร์เลย์ชุบเมลามีนเรซินที่มีอัตราเร็วในการทำปฏิกิริยาของเมลามีนเรซินเท่ากับ 6 นาที และ 10 นาที ด้วยระดับนัยสำคัญ 0.05 เพราะฉะนั้นปฏิเสธสมมติฐาน H0 สรุปว่ามีความแตกต่างกันของสัดส่วนข้อบกพร่องในแต่ละการใช้กระดาษโอเวอร์เลย์ชุบเมลามีนเรซินที่มีอัตราเร็วในการทำปฏิกิริยาของเมลามีนเรซินเท่ากับ 6 นาที และ 10 นาที

5.3.3 ปริมาณเรซินในกระดาษผิวหน้า (โอเวอร์เลย์)

ปัญหา

ในปัจจุบันการชุบเรซินของกระดาษโอเวอร์เลย์ใช้ปริมาณเรซินเท่ากับ 57% เนื่องจากกระดาษชนิดนี้จำเป็นต้องผลิตลามิเนทชนิดอื่นด้วยจึงทำการชุบเหมือนกัน อีกทั้งยังไม่มีข้อมูลที่สามารถบ่งชี้ว่าปริมาณเรซินของกระดาษโอเวอร์เลย์ มีผลต่อปัญหาของเสีย คราบ/ฝ้า บนผิวหน้าของแผ่นลามิเนทหรือไม่

ดังนั้นจึงต้องดำเนินการทดสอบสมมติฐาน โดยวัดสัดส่วนของเสียปัญหาของเสียคราบ/ฝ้า บนผิวหน้าของแผ่นลามิเนท ด้วยการใช้กระดาษโอเวอร์เลย์ที่มีปริมาณเรซินเท่ากับ 56% และ 58%ตามลำดับ

ขั้นตอนในการทดลอง

1. เตรียมกระดาษที่สำหรับใช้ในการผลิตทั้งหมด ดังนี้
   - -กระดาษโอเวอร์เลย์ชุบเมลามีนเรซินที่มีปริมาณเรซินเท่ากับ 56% และ 58% ตามลำดับ
   - -กระดาษพิมพ์ลาย (ลวดลายพิเศษ)
   - -กระดาษชุบเมลามีนเรซิน ที่ได้จากการชุบด้วยสูตรการผลิต 2
   - -กระดาษคร๊าฟชุบฟีนอลิคเรซิน

   โดยกระดาษแต่ละประเภทต้องผลิตในช่วงเวลาเดียวกัน
2. นำกระดาษทั้งหมดมาเรียงเป็นชุด ดังรูป 51
3. นำชุดกระดาษทั้งหมดไปทำการอัดที่รอบการอัดเดียวกัน เพื่อให้ได้สภาวะการอัดเหมือนกันทั้งหมด เพื่อลดความแปรปรวนที่อาจเกิดขึ้นได้
4. นำชุดตัวอย่างที่อัดแล้วมา ตรวจสอบผิวหน้าของชิ้นงาน
5. เก็บข้อมูลสัดส่วนข้อบกพร่องที่เกิดปัญหาคราบ/ฝ้า

สมมติฐานที่ใช้ในการทดสอบ

H1 : P56 = P58 ; ไม่มีความแตกต่างกันของอัตราข้อบกพร่องในแต่ละปริมาณ เรซินในกระดาษผิวหน้า (โอเวอร์เลย์)ที่ใช้

H1 : P56 $\neq$ P58 ; มีความแตกต่างกันของอัตราข้อบกพร่องในแต่ละปริมาณเรซิน ในกระดาษผิวหน้า (โอเวอร์เลย์)ที่ใช้

ทำการทดลองขั้นต้นตามขั้นตอนในการทดลองโดยใช้ชุดกระดาษที่ได้จาก กระดาษโอเวอร์เลย์ชุบเมลามีนเรซินที่มีปริมาณเรซินเท่ากับ 56% และ 58%ตามลำดับอย่างละ 20 ชุด

ผลการทดลองขั้นต้น

ตาราง 5.5 สัดส่วนของเสียเนื่องจากการใช้กระดาษโอเวอร์เลย์ชุบเมลามีนเรซินที่มีที่มีปริมาณเรซินเท่ากับ 56% และ 58%

ชนิดเมลามีนเรซิน	จำนวนตัวอย่าง	จำนวนของเสีย	สัดส่วนของเสีย
ปริมาณเรซินเท่ากับ 56%	20	6	0.30
ปริมาณเรซินเท่ากับ 58%	20	9	0.45

วิธีการคำนวณจำนวนสิ่งตัวอย่าง

จากข้อมูลสัดส่วนของเสีย ดังตาราง 5.5 พบว่าสัดส่วนของเสียเนื่องจากการใช้กระดาษโอเวอร์เลย์ชุบเมลามีนเรซินที่มีที่มีปริมาณเรซินเท่ากับ 56% และ 58% มีค่าเท่ากับ 0.30 และ 045 ตามลำดับ สามารถนำข้อมูลที่ได้มาคำนวณสิ่งตัวอย่างโดยใช้โปรแกรม MINITAB ได้ดังนี้

Test for Two Proportions

Testing proportion 1 = proportion 2 (versus not =)

Calculating power for proportion 2 = 0.45

Alpha = 0.05

Sample Proportion 1	Target Size	Actual Power
0.300000	163	0.8016
0.300000	217	0.9002

จากการคำนวณโดยโปรแกรม MINITAB_ จำนวนสิ่งตัวอย่างที่ระดับความเชื่อมั่น 0.900 คือ 217 ตัวอย่าง แต่เนื่องจากจำนวนสิ่งตัวอย่างสูงทำให้ต้องเสียค่าใช้จ่ายสูงจึงทำการลด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จำนวนตัวอย่างลงให้มีค่าอย่างน้อยเท่ากับ 163 ตัวอย่างที่ระดับความเชื่อมั่น 0.800 จากนั้นทำการทดลองใหม่โดยใช้จำนวนสิ่งตัวอย่าง 163 ตัวอย่าง ซึ่งจะได้ผลการทดลองดังแสดงในตาราง 5.6

ตาราง 5.6 สัดส่วนของเสียเนื่องจากการใช้กระดาษโอเวอร์เลย์ชุบเมลามีนเรซินที่มีปริมาณเรซินเท่ากับ 56% และ 58%

ชนิดเมลามีนเรซิน	จำนวนตัวอย่าง	จำนวนของเสีย	สัดส่วนของเสีย
ปริมาณเรซินเท่ากับ 56%	163	85	0.52
ปริมาณเรซินเท่ากับ 58%	163	63	0.52

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ

Test and CI for Two Proportions

Sample	X	N	Sample p
1	78	163	0.478528
2	103	163	0.631902

Estimate for p(1) - p(2): -0.153374

95% CI for p(1) - p(2): (-0.259970, -0.0467781)

Test for p(1) - p(2) = 0 (vs not = 0): Z = -2.82 P-Value = 0.005

สรุปผลการวิเคราะห์ทางสถิติ

จากการคำนวณโดย MINITAB ค่า P-value ที่คำนวณได้มีค่าเท่ากับ 0.005 จึงสรุปได้ว่ามีความแตกต่างกันของสัดส่วนข้อบกพร่องในแต่ละ การใช้กระดาษโอเวอร์เลย์ชุบเมลามีน เรซิน ที่มีปริมาณเรซินเท่ากับ 56% และ 58% ด้วยระดับนัยสำคัญ 0.05 เพราะฉะนั้นปฏิเสธสมมติฐาน H0 สรุปว่ามีความแตกต่างกันของสัดส่วนข้อบกพร่อง ในแต่ละการใช้กระดาษโอเวอร์เลย์ชุบเมลามีนเรซินที่มีปริมาณเรซินเท่ากับ 56% และ 58%

5.3.4 ปริมาณสารระเหยในกระดาษผิวหน้า(โอเวอร์เลย์)

ปัญหา

ในปัจจุบันการชุบเรซินของกระดาษโอเวอร์เลย์ใช้ปริมาณสารระเหยเท่ากับ 8% เนื่องจากกระดาษชนิดนี้จำเป็นต้องผลิตลามิเนทชนิดอื่นด้วยจึงทำการชุบเหมือนกัน อีกทั้งยังไม่มีข้อมูลที่สามารถบ่งชี้ว่าปริมาณสารระเหยของกระดาษโอเวอร์เลย์ มีผลต่อปัญหาของเสียคราบ/ฝ้า บนผิวหน้าของแผ่นลามิเนทหรือไม่

ดังนั้นจึงต้องดำเนินการทดสอบสมมติฐาน โดยวัดสัดส่วนของเสียปัญหาของเสียคราบ/ฝ้า บนผิวหน้าของแผ่นลามิเนท ด้วยการใช้กระดาษโอเวอร์เลย์ที่มีปริมาณสารระเหยเท่ากับ 7% และ 9%ตามลำดับ

ขั้นตอนในการทดลอง

1. เตรียมกระดาษที่สำหรับใช้ในการผลิตทั้งหมด ดังนี้
   - -กระดาษโอเวอร์เลย์ชุบเมลามีนเรซินที่มีปริมาณสารระเหยเท่ากับ 7% และ 9% ตามลำดับ
   - -กระดาษพิมพ์ลาย (ลวดลายพิเศษ)
   - -กระดาษชุบเมลามีนเรซิน ที่ได้จากการชุบด้วยสูตรการผลิต 2
   - -กระดาษคร๊าฟชุบฟีนอลิคเรซิน

โดยกระดาษแต่ละประเภทต้องผลิตในช่วงเวลาเดียวกัน

2. นำกระดาษทั้งหมดมาเรียงเป็นชุด ดังรูป 5.1
3. นำชุดกระดาษทั้งหมดไปทำการอัดที่รอบการอัดเดียวกัน เพื่อให้ได้สภาวะการอัดเหมือนกันทั้งหมด เพื่อลดความแปรปรวนที่อาจเกิดขึ้นได้
4. นำชุดตัวอย่างที่อัดแล้วมา ตรวจสอบผิวหน้าของชิ้นงาน
5. เก็บข้อมูลสัดส่วนข้อบกพร่องที่เกิดปัญหาคราบ/ฝ้า

สมมติฐานที่ใช้ในการทดสอบ

H1 : P7 = P9 ; ไม่มีความแตกต่างกันของอัตราข้อบกพร่องในแต่ละปริมาณสารระเหยในกระดาษผิวหน้า (โอเวอร์เลย์) ที่ใช้

H1 : P7 ≠ P9 ; มีความแตกต่างกันของอัตราข้อบกพร่องในแต่ละปริมาณสารระเหยในกระดาษผิวหน้า (โอเวอร์เลย์) ที่ใช้

ทำการทดลองขั้นต้นตามขั้นตอนในการทดลองโดยใช้ชุดกระดาษที่ได้จากกระดาษโอเวอร์เลย์ชุบเมลามีนเรซินที่มีปริมาณสารระเหยเท่ากับ 7% และ 9%ตามลำดับอย่างละ 20 ชุด

ผลการทดลองขั้นต้น

ตาราง 5.7 สัดส่วนของเสียเนื่องจากการใช้กระดาษโอเวอร์เลย์ชุบเมลามีนเรซินที่มีปริมาณสารระเหยเท่ากับ 7% และ 9%

ชนิดเมลามีนเรซิน	จำนวนตัวอย่าง	จำนวนของเสีย	สัดส่วนของเสีย
ปริมาณสารระเหยเท่ากับ 7%	20	11	0.55
ปริมาณสารระเหยเท่ากับ 9%	20	12	0.60

วิธีการคำนวณจำนวนสิ่งตัวอย่าง

จากข้อมูลสัดส่วนของเสีย ดังตาราง 5.7 พบว่าสัดส่วนของเสียเนื่องจากการใช้กระดาษโอเวอร์เลย์ชุบเมลามีนเรซินที่มีที่มีปริมาณสารระเหยเท่ากับ 7% และ 9%มีค่าเท่ากับ 0.55 และ 0.60 ตามลำดับ สามารถนำข้อมูลที่ได้มาคำนวณสิ่งตัวอย่างโดยใช้โปรแกรม MINITAB ได้ดังนี้

Test for Two Proportions

Testing proportion 1 = proportion 2 (versus not =)

Calculating power for proportion 2 = 0.6

Alpha = 0.05

Proportion 1	Sample Size	Target Power	Actual Power
0.550000	1206	0.7000	0.7000
0.550000	1534	0.8000	0.8002
0.550000	2053	0.9000	0.9001

จากการคำนวณโดยโปรแกรม MINITAB จำนวนสิ่งตัวอย่างที่ระดับความเชื่อมั่น 0.900 คือ 2053 ตัวอย่าง แต่เนื่องจากจำนวนสิ่งตัวอย่างสูงทำให้เกิดค่าใช้จ่ายสูงจึงทำการลดจำนวนตัวอย่างลงให้มีค่าอย่างน้อยเท่ากับ 1206 ตัวอย่างที่ระดับความเชื่อมั่น 0.700 จากนั้นทำการทดลองใหม่โดยใช้จำนวนสิ่งตัวอย่าง 1206 ตัวอย่าง ซึ่งจะได้ผลการทดลองดังแสดงในตาราง 5.8

ตาราง 5.8 สัดส่วนของเสียเนื่องจากการใช้กระดาษโอเวอร์เลย์ชุบเมลามีนเรซินที่มีปริมาณสารระเหยเท่ากับ 7% และ 9%

ชนิดเมลามีนเรซิน	จำนวนตัวอย่าง	จำนวนของเสีย	สัดส่วนของเสีย
ปริมาณสารระเหยเท่ากับ 7%	1206	718	0.60
ปริมาณสารระเหยเท่ากับ 9%	1206	725	0.60

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ

Test and CI for Two Proportions

Sample	X	N	Sample p
1	488	1206	0.404643
2	481	1206	0.398839

Estimate for p(1) - p(2): 0.00580431

95% CI for p(1) - p(2): (-0.0333248, 0.0449334)

Test for p(1) - p(2) = 0 (vs not = 0): Z = 0.29 P-Value = 0.771

สรุปผลการวิเคราะห์ทางสถิติ

จากการคำนวณโดย MINITAB ค่า P-value ที่คำนวณได้มีค่าเท่ากับ 0.771 จึงสรุปได้ว่าไม่มีความแตกต่างกันของสัดส่วนข้อบกพร่อง ในแต่ละการใช้กระดาษโอเวอร์เลย์ชุบเมลามีนเรซิน ที่มีปริมาณสารระเหยเท่ากับ 7% และ 9% ด้วยระดับนัยสำคัญ 0.05 เพราะฉะนั้นปฏิเสธสมมติฐาน H1 สรุปว่าไม่มีความแตกต่างกันของสัดส่วนข้อบกพร่องในแต่ละการใช้กระดาษโอเวอร์เลย์ชุบเมลามีนเรซินที่มีปริมาณสารระเหยเท่ากับ 7% และ 9%

5.3.5 อุณหภูมิในการอัด

ปัญหา

ในปัจจุบันการในการอัดกระดาษใช้อุณหภูมิในการอัดเท่ากับ 135 องศาเซลเซียส เนื่องจากในการอัดกระดาษแต่ละรอบ ของลามิเนทลวดลายพิเศษจำเป็นต้องผลิตร่วมกับลามิเนทชนิดอื่นด้วยจึงทำการอัดเหมือนกัน อีกทั้งยังไม่มีข้อมูลที่สามารถบ่งชี้ว่าอุณหภูมิในการอัด มีผลต่อปัญหาของเสีย คราบ/ฝ้า บนผิวหน้าของแผ่นลามิเนทหรือไม่

ดังนั้นจึงต้องดำเนินการทดสอบสมมติฐาน โดยวัดสัดส่วนของเสียปัญหาของเสีย คราบ/ฝ้า บนผิวหน้าของแผ่นลามิเนท ด้วยการใช้อุณหภูมิในการอัดเท่ากับ 130 และ 135 องศาเซลเซียส ตามลำดับ

ขั้นตอนในการทดลอง

1. เตรียมกระดาษที่สำหรับใช้ในการผลิตทั้งหมด ดังนี้
   - กระดาษโอเวอร์เลย์ชุบเมลามีนเรซิน
   - กระดาษพิมพ์ลาย (ลวดลายพิเศษ)
   - กระดาษชุบเมลามีนเรซิน ที่ได้จากการชุบด้วยสูตรการผลิต 2
   - กระดาษคร๊าฟชุบฟีนอลิคเรซิน

   โดยกระดาษแต่ละประเภทต้องผลิตในช่วงเวลาเดียวกัน
2. นำกระดาษทั้งหมดมาเรียงเป็นชุด ดังรูป 5.1
3. นำชุดกระดาษทั้งหมดไปทำการอัดที่รอบการอัดใช้อุณหภูมิในการอัดเท่ากับ 130 และ 135 องศาเซลเซียส
4. นำชุดตัวอย่างที่อัดแล้วมา ตรวจสอบผิวหน้าของชิ้นงาน
5. เก็บข้อมูลสัดส่วนข้อบกพร่องที่เกิดปัญหาคราบ/ฝ้า

สมมติฐานที่ใช้ในการทดสอบ

H1 : P130 = P135 ; ไม่มีความแตกต่างกันของอัตราข้อบกพร่องในแต่ละอุณหภูมิในการอัดที่ใช้

H1 : P130 $\neq$ P135 ; มีความแตกต่างกันของอัตราข้อบกพร่องในแต่ละอุณหภูมิในการอัดที่ใช้

ทำการทดลองขั้นต้นตามขั้นตอนในการทดลองโดยใช้ชุดกระดาษที่ได้ไปอัดที่รอบการอัดใช้อุณหภูมิในการอัดเท่ากับ 130 และ 135 องศาเซลเซียส ตามลำดับอย่างละ 20 ชุด

ผลการทดลองขั้นต้น

ตาราง 5.9 สัดส่วนของเสียเนื่องจากการใช้อุณหภูมิในการอัดเท่ากับ 130 และ140 องศาเซลเซียส

ชนิดเมลามีนเรซิน	จำนวนตัวอย่าง	จำนวนของเสีย	สัดส่วนของเสีย
อุณหภูมิในการอัดเท่ากับ 130 องศาเซลเซียส	20	9	0.45
อุณหภูมิในการอัดเท่ากับ 140 องศาเซลเซียส	20	12	0.60

วิธีการคำนวณจำนวนสิ่งตัวอย่าง

จากข้อมูลสัดส่วนของเสีย ดังตาราง 5.9 พบว่าสัดส่วนของเสียเนื่องจากการใช้อุณหภูมิในการอัดเท่ากับ 130 และ140 องศาเซลเซียสมีค่าเท่ากับ 0.45 และ 0.60 ตามลำดับ สามารถนำข้อมูลที่ได้มาคำนวณสิ่งตัวอย่างโดยใช้โปรแกรม MINITAB ได้ดังนี้

Test for Two Proportions

Testing proportion 1 = proportion 2 (versus not =)

Calculating power for proportion 2 = 0.6

Alpha = 0.05

	Sample	Target	Actual
Proportion 1	Size	Power	Power
0.450000	173	0.8000	0.8005
0.450000	231	0.9000	0.9002

จากการคำนวณโดยโปรแกรม MINITAB จำนวนสิ่งตัวอย่างที่ระดับความเชื่อมั่น 0.900 คือ 231 ตัวอย่าง แต่เนื่องจากจำนวนสิ่งตัวอย่างสูงทำให้เกิดค่าใช้จ่ายสูงจึงทำการลดจำนวนตัวอย่างลงให้มีค่าอย่างน้อยเท่ากับ 173 ตัวอย่างที่ระดับความเชื่อมั่น 0.800 จากนั้นทำ

การทดลองใหม่โดยใช้จำนวนสิ่งตัวอย่าง 173 ตัวอย่าง ซึ่งจะได้ผลการทดลองดังแสดงในตาราง 5.10

ตาราง 5.10 สัดส่วนของเสียเนื่องจากการใช้อุณหภูมิในการอัดเท่ากับ 130 และ140 องศาเซลเซียส

ชนิดเมลามีนเรซิน	จำนวนตัวอย่าง	จำนวนของเสีย	สัดส่วนของเสีย
อุณหภูมิในการอัดเท่ากับ 130 องศาเซลเซียส	173	108	0.58
อุณหภูมิในการอัดเท่ากับ 140 องศาเซลเซียส	173	83	0.48

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ

Test and CI for Two Proportions

Sample	X	N	Sample p
1	65	173	0.375723
2	90	173	0.520231

Estimate for p(1) - p(2): -0.144509

95% CI for p(1) - p(2): (-0.248193, -0.0408243)

Test for p(1) - p(2) = 0 (vs not = 0): Z = -2.73 P-Value = 0.006

สรุปผลการวิเคราะห์ทางสถิติ

จากการคำนวณโดย MINITAB ค่า P-value ที่คำนวณได้มีค่าเท่ากับ 0.006 จึงสรุปได้ว่ามีความแตกต่างกันของสัดส่วนข้อบกพร่องในแต่ละการใช้อุณหภูมิในการอัดเท่ากับ 130 และ140 องศาเซลเซียส ด้วยระดับนัยสำคัญ 0.05 เพราะฉะนั้นปฏิเสธสมมติฐาน H0 สรุปว่ามีความแตกต่างกันของสัดส่วนข้อบกพร่องในแต่ละการใช้อุณหภูมิในการอัดเท่ากับ 130 และ 140 องศาเซลเซียส

5.3.6 แรงดันในการอัด

ปัญหา

ในปัจจุบันในการอัดกระดาษใช้แรงดันในการอัดเท่ากับ 300 บาร์ เนื่องจากในการอัดกระดาษแต่ละรอบของลามิเนทลวดลายพิเศษจำเป็นต้องผลิตร่วมลามิเนทชนิดอื่นด้วยจึงทำการอัดเหมือนกัน อีกทั้งยังไม่มีข้อมูลที่สามารถบ่งชี้ว่าแรงดันในการอัด มีผลต่อปัญหาของเสียคราบ/ฝ้า บนผิวหน้าของแผ่นลามิเนทหรือไม่

ดังนั้นจึงต้องดำเนินการทดสอบสมมติฐานโดยวัดสัดส่วนของเสียปัญหาของเสียคราบ/ฝ้า บนผิวหน้าของแผ่นลามิเนท ด้วยการใช้แรงดันในการอัดเท่ากับ 280 และ 320 บาร์ตามลำดับ

ขั้นตอนในการทดลอง

1. เตรียมกระดาษที่สำหรับใช้ในการผลิตทั้งหมด ดังนี้
   - กระดาษโอเวอร์เลย์ชุบเมลามีนเรซิน
   - กระดาษพิมพ์ลาย (ลวดลายพิเศษ)
   - กระดาษชุบเมลามีนเรซิน ที่ได้จากการชุบด้วยสูตรการผลิต 2
   - กระดาษคร๊าฟชุบฟีนอลิคเรซิน

   โดยกระดาษแต่ละประเภทต้องผลิตในช่วงเวลาเดียวกัน
2. นำกระดาษทั้งหมดมาเรียงเป็นชุด ดังรูป 5.1
3. นำชุดกระดาษทั้งหมดไปทำการอัดที่รอบการอัดใช้แรงดันในการอัดเท่ากับ 280 และ 320 บาร์
4. นำชุดตัวอย่างที่อัดแล้วมา ตรวจสอบผิวหน้าของชิ้นงาน
5. เก็บข้อมูลสัดส่วนข้อบกพร่องที่เกิดปัญหาคราบ/ฝ้า

สมมติฐานที่ใช้ในการทดสอบ

H1 : P280 = P320 ; ไม่มีความแตกต่างกันของอัตราข้อบกพร่องในแต่ละแรงดันในการอัดที่ใช้

H1 : P280 $\neq$ P320 ; มีความแตกต่างกันของอัตราข้อบกพร่องในแต่ละแรงดันในการอัดที่ใช้

ทำการทดลองขั้นต้นตามขั้นตอนในการทดลองโดยใช้ชุดกระดาษที่ได้ไปอัดที่รอบการอัดใช้แรงดันในการอัดเท่ากับ 280 และ 320 บาร์ ตามลำดับอย่างละ 20 ชุด

ผลการทดลองขั้นต้น

ตาราง 5.11 สัดส่วนของเสียเนื่องจากการใช้แรงดันในการอัดเท่ากับ 280 และ 320 บาร์

ชนิดเมลามีนเรซิน	จำนวนตัวอย่าง	จำนวนของเสีย	สัดส่วนของเสีย
แรงดันในการอัดเท่ากับ 280 บาร์	20	8	0.40
แรงดันในการอัดเท่ากับ 320 บาร์	20	9	0.45

วิธีการคำนวณจำนวนสิ่งตัวอย่าง

จากข้อมูลสัดส่วนของเสีย ดังตาราง 5.11 พบว่าสัดส่วนของเสียเนื่องจากการใช้แรงดันในการอัดเท่ากับ 280 และ 320 บาร์มีค่าเท่ากับ 0.40 และ 0.45 ตามลำดับ สามารถนำข้อมูลที่ได้มาคำนวณสิ่งตัวอย่างโดยใช้โปรแกรม MINITAB ได้ดังนี้

Test for Two Proportions

Testing proportion 1 = proportion 2 (versus not =)
Calculating power for proportion 2 = 0.45
Alpha = 0.05

Proportion 1	Sample Size	Target Power	Actual Power
0.400000	1206	0.7000	0.7000
0.400000	1534	0.8000	0.8002
0.400000	2053	0.9000	0.9001

จากการคำนวณโดยโปรแกรม MINITAB จำนวนสิ่งตัวอย่างที่ระดับความเชื่อมั่น 0.900 คือ 2053 ตัวอย่าง แต่เนื่องจากจำนวนสิ่งตัวอย่างที่สูงทำให้เกิดค่าใช้จ่ายสูงมากจึงทำการลดจำนวนตัวอย่างลงให้มีค่าอย่างน้อยเท่ากับ 1206 ตัวอย่างที่ระดับความเชื่อมั่น 0.700 จากนั้น

ทำการทดลองใหม่โดยใช้จำนวนสิ่งตัวอย่าง 1206 ตัวอย่าง ซึ่งจะได้ผลการทดลองดังแสดงในตาราง 5.12

ตาราง 5.12 สัดส่วนของเสียเนื่องจากการใช้แรงดันในการอัดเท่ากับ 280 และ 320 บาร์

ชนิดเมลามีนเรซิน	จำนวนตัวอย่าง	จำนวนของเสีย	สัดส่วนของเสีย
แรงดันในการอัดเท่ากับ 280 บาร์	1206	495	0.45
แรงดันในการอัดเท่ากับ 320 บาร์	1206	537	0.60

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ

Test and CI for Two Proportions

Sample	X	N	Sample p
1	711	1206	0.589552
2	669	1206	0.554726

Estimate for p(1) - p(2): 0.0348259

95% CI for p(1) - p(2): (-0.00464006, 0.0742918)

Test for p(1) - p(2) = 0 (vs not = 0): Z = 1.73 P-Value = 0.084

สรุปผลการวิเคราะห์ทางสถิติ

จากการคำนวณโดย MINITAB ค่า P-value ที่คำนวณได้มีค่าเท่ากับ 0.084 จึงสรุปได้ว่าไม่มีความแตกต่างกันของสัดส่วนข้อบกพร่องในแต่ละการใช้แรงดันในการอัดเท่ากับ 280 และ 320 บาร์ ด้วยระดับนัยสำคัญ 0.05 เพราะฉะนั้นปฏิเสธสมมติฐาน H1 สรุปว่าไม่มีความแตกต่างกันของสัดส่วนข้อบกพร่องในแต่ละการใช้แรงดันในการอัดเท่ากับ 280 และ 320 บาร์

5.3.7 ระยะเวลาในการอัด

ปัญหา

ในปัจจุบันในการอัดกระดาษใช้ระยะเวลาในการอัดเท่ากับ 35 นาที (ขั้นตอนการให้ความร้อน) เนื่องจากในการอัดกระดาษแต่ละรอบของลามิเนทลวดลายพิเศษจำเป็นต้องผลิตร่วมลามิเนทชนิดอื่นด้วยจึงทำการอัดเหมือนกัน อีกทั้งยังไม่มีข้อมูลที่สามารถบ่งชี้ว่าอุณหภูมิในการอัด มีผลต่อปัญหาของเสีย คราบ/ฝ้า บนผิวหน้าของแผ่นลามิเนทหรือไม่

ดังนั้นจึงต้องดำเนินการทดสอบสมมติฐานโดยวัดสัดส่วนของเสียปัญหาของเสีย คราบ/ฝ้า บนผิวหน้าของแผ่นลามิเนท ด้วยการใช้ระยะเวลาในการอัดเท่ากับ 30 และ 40 นาที (ขั้นตอนการให้ความร้อน) ตามลำดับ

ขั้นตอนในการทดลอง

1. เตรียมกระดาษที่สำหรับใช้ในการผลิตทั้งหมด ดังนี้
   - กระดาษโอเวอร์เลย์ชุบเมลามีนเรซิน
   - กระดาษพิมพ์ลาย (ลวดลายพิเศษ)
   - กระดาษชุบเมลามีนเรซิน ที่ได้จากการชุบด้วยสูตรการผลิต 2
   - กระดาษคร๊าฟชุบฟีนอลิคเรซิน

   โดยกระดาษแต่ละประเภทต้องผลิตในช่วงเวลาเดียวกัน
2. นำกระดาษทั้งหมดมาเรียงเป็นชุด ดังรูป 5.1
3. นำชุดกระดาษทั้งหมดไปทำการอัดที่รอบการอัดใช้ระยะเวลาในการอัดเท่ากับ 30 และ 40 นาที (ขั้นตอนการให้ความร้อน) ตามลำดับ
4. นำชุดตัวอย่างที่อัดแล้วมา ตรวจสอบผิวหน้าของชิ้นงาน
5. เก็บข้อมูลสัดส่วนข้อบกพร่องที่เกิดปัญหาคราบ/ฝ้า

สมมติฐานที่ใช้ในการทดสอบ

H1 : $P30 = P40$; ไม่มีความแตกต่างกันของอัตราข้อบกพร่องในแต่ละระยะเวลาในการอัดที่ใช้

H1 : $P30 \neq P40$; มีความแตกต่างกันของอัตราข้อบกพร่องในแต่ละระยะเวลาในการอัดที่ใช้

ทำการทดลองขั้นต้นตามขั้นตอนในการทดลองโดยใช้ชุดกระดาษที่ได้ไปอัดที่รอบการอัดที่ใช้ระยะเวลาในการอัดเท่ากับ 30 และ 40 นาที ตามลำดับอย่างละ 20 ชุด

ผลการทดลองขั้นต้น

ตาราง 5.13 สัดส่วนของเสียเนื่องจากการใช้ระยะเวลาในการอัดเท่ากับ 30 และ 40 นาที

ชนิดเมลามีนเรซิน	จำนวนตัวอย่าง	จำนวนของเสีย	สัดส่วนของเสีย
ระยะเวลาในการอัดเท่ากับ 30 นาที	20	11	0.55
ระยะเวลาในการอัดเท่ากับ 40 นาที	20	10	0.50

วิธีการคำนวณจำนวนสิ่งตัวอย่าง

จากข้อมูลสัดส่วนของเสีย ดังตาราง 5.13 พบว่าสัดส่วนของเสียเนื่องจากการใช้ระยะเวลาในการอัดเท่ากับ 30 และ 40 นาที มีค่าเท่ากับ 0.45 และ 0.60 ตามลำดับ สามารถนำข้อมูลที่ได้มาคำนวณสิ่งตัวอย่างโดยใช้โปรแกรม MINITAB ได้ดังนี้

Test for Two Proportions

Testing proportion 1 = proportion 2 (versus not =)

Calculating power for proportion 2 = 0.5

Alpha = 0.05

Proportion 1	Sample Size	Target Power	Actual Power
0.550000	1231	0.7000	0.7001
0.550000	1565	0.8000	0.8001
0.550000	2095	0.9000	0.9001

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากการคำนวณโดยโปรแกรม MINITAB จำนวนสิ่งตัวอย่างที่ระดับความเชื่อมั่น 0.900 คือ 2095 ตัวอย่าง แต่เนื่องจากสิ่งตัวอย่างที่สูงทำให้เกิดค่าใช้จ่ายสูงมากจึงทำการลดจำนวนตัวอย่างลงให้มีค่าอย่างน้อยเท่ากับ 1231 ตัวอย่างที่ระดับความเชื่อมั่น 0.700 จากนั้นทำการทดลองใหม่โดยใช้จำนวนสิ่งตัวอย่าง 1231 ตัวอย่าง ซึ่งจะได้ผลการทดลองดังแสดงในตาราง 5.14

ตาราง 5.14 สัดส่วนของเสียเนื่องจากการใช้ใช้ระยะเวลาในการอัดเท่ากับ 30 และ 40 นาที

ชนิดเมลามีนเรซิน	จำนวนตัวอย่าง	จำนวนของเสีย	สัดส่วนของเสีย
ระยะเวลาในการอัดเท่ากับ 30 นาที	1231	696	0.45
ระยะเวลาในการอัดเท่ากับ 40 นาที	1231	653	0.60

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ

Test and CI for Two Proportions

Sample X N Sample p

1 535 1231 0.434606

2 578 1231 0.469537

Estimate for p(1) - p(2): -0.0349310

95% CI for p(1) - p(2): (-0.0742255, 0.00436357)

Test for p(1) - p(2) = 0 (vs not = 0): Z = -1.74 P-Value = 0.081

สรุปผลการวิเคราะห์ทางสถิติ

จากการคำนวณโดย MINITAB ค่า P-value ที่คำนวณได้มีค่าเท่ากับ 0.081 จึงสรุปได้ว่าไม่มีความแตกต่างกันของสัดส่วนข้อบกพร่องในแต่ละการใช้ใช้ระยะเวลาในการอัดเท่ากับ 30 และ 40 นาที ด้วยระดับนัยสำคัญ 0.05 เพราะฉะนั้นปฏิเสธสมมติฐาน H1 สรุปว่าไม่มีความแตกต่างกันของสัดส่วนข้อบกพร่องในแต่ละการใช้ใช้ระยะเวลาในการอัดเท่ากับ 30 และ 40 นาที

5.4 สรุปปัจจัยที่ระดับของปัจจัยมีความแตกต่างกันจากการทดสอบสมมติฐาน

จากผลการทดสอบสมมติฐานของทั้ง 7 ปัจจัย พบว่า ถ้าค่า P-Value ของปัจจัยนั้นมีค่าน้อยกว่า 0.05 หมายความว่า สัดส่วนของเสียของแต่ละปัจจัยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งในที่นี้พบว่าเหลือเพียง 4 ปัจจัยนำเข้าที่สำคัญ คือ

- ชนิดของเมลามีนเรซินสำหรับกระดาษชุบเมลามีนเรซิน
- อัตราเร็วของปฏิกิริยาในกระดาษผิวหน้า (โอเวอร์เลย์)
- ปริมาณเรซินในกระดาษผิวหน้า (โอเวอร์เลย์)
- อุณหภูมิในการอัด

ดังแสดงในตาราง 5.15

ตาราง 5.15 สรุปปัจจัยที่ระดับของปัจจัยที่มีความแตกต่างกันจากการทดสอบสมมติฐาน

ลำดับที่	ปัจจัย	ระดับ		หน่วย
		-1	1	
1	ชนิดของเมลามีนเรซินสำหรับกระดาษชุบเมลามีนเรซิน	สูตรการผลิต 1	สูตรการผลิต 2	-
2	อัตราเร็วของปฏิกิริยาในกระดาษผิวหน้า (โอเวอร์เลย์)	6	10	นาที
3	ปริมาณเรซินในกระดาษผิวหน้า (โอเวอร์เลย์)	56	58	%
4	อุณหภูมิในการอัด	130	140	องศาเซลเซียส

ผลลัพธ์ของขั้นตอนการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาที่ได้ทั้ง 4 ปัจจัยดังกล่าวข้างต้นนั้น จะนำไปพิจารณาและวิเคราะห์ในขั้นตอนการปรับปรุงแก้ไขกระบวนการ ซึ่งเกี่ยวข้องกับการออกแบบการทดลองเพื่อปรับปรุงค่าสัดส่วนของเสียให้ดีขึ้น