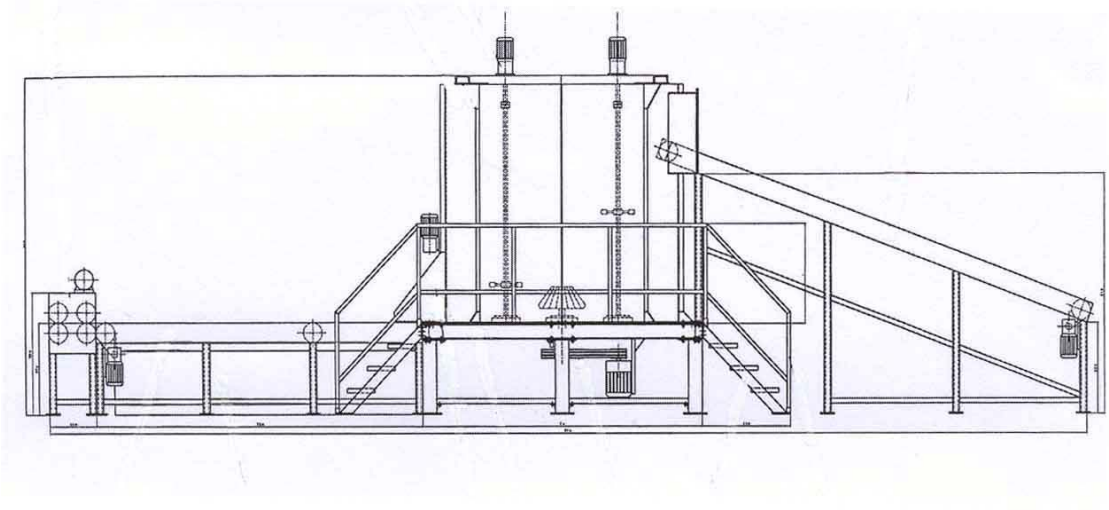
รูปที่ 3.7 พนักงานตากยางที่ผ่านกระบวนการล้างไว้บนราวตากยาง

รูปที่ 3.8 การนำแผ่นยางที่ผ่านการตากแล้วนำเข้าโรงรมควันเพื่ออบแห้ง

Concept เบื้องต้นในการออกแบบดังรูปที่ 3.9 Imaginary Draft for Rubber Sheet Peeling and Washing Machine ด้วยข้อจำกัดยางแผ่นมีรูปร่าง ขนาด และคุณสมบัติไม่แน่นอน (Irregular Shape) ดังนั้น จึงต้องใช้แรงทางอ้อมในการลอกและล้างไปในเวลาเดียวกัน



รูปที่ 3.9 Imaginary Draft for Sheet Rubber Peeling and Washing Machine

เมื่อได้ทำการทดลองนำยางแผ่นมาใส่ในถังน้ำ เพื่อหาความถ่วงจำเพาะของยางและทดลองตีน้ำให้หมุนพายางกระแทกกับผนังของถัง น้ำหนักจำเพาะของน้ำและยางมีขนาดพอกันคือยางลอยปริ่มน้ำพอดี ซึ่งเป็นจุดดี ในวิธีการเช่นนี้ แต่เมื่อเป็นยางที่ยึดติดกันระหว่างแผ่นต่อแผ่น แรงกระแทกจากน้ำไม่สามารถเอาชนะแรงเกาะติดของเนื้อยางได้ และน้ำไม่สามารถแทรกซึมเข้าไปได้ จึงเป็นจุดเปลี่ยน Concept ในการออกแบบใหม่ ซึ่งการตัดสินใจทุกขั้นจะได้มาจากการทดสอบทั้งสิ้น

เพื่อความเสี่ยงของการออกแบบต้นแบบ ทีมผู้วิจัยได้แยกการออกแบบเป็น 5 หน่วย ย่อย ๆ และได้ดำเนินการตามลำดับ ดังนี้ ดังรูป 3.10

1. ชุดล้างยาง (Washing Unit)
2. ชุดสายพานป้อนยาง (Feed Unit)
3. ชุดลอกยางแผ่น (Peeling Unit)
4. ชุดป้อนและยกยาง (Lift and Feed Unit)
5. ชุดรับยางลำเลียงลงสู่สายพานล้างยาง (Roller Feed Unit)

รูปที่ 3.10 Sheet Rubber Peeling and Washing Machine

**ก). การออกแบบชุดล้างยาง**

การออกแบบชุดล้างยางได้ปรับปรุงจากเครื่องเดิมที่มีอยู่ในโรงงาน แต่ได้เน้นการออกแบบเพื่อการผลิต การออกแบบเพื่อการประกอบ และการออกแบบเพื่อสิ่งแวดล้อมมากขึ้น ได้จุดเด่นของเครื่องล้างยางที่พัฒนาขึ้นโดยให้หน่วงความเร็วสัมพัทธ์ของลูกกลิ้งป้อนยางและชุดแปรงล้างชุดกลางเพื่อให้ยางมีเวลาแปรงกับล้อแปรงตัวสุดท้ายได้มากขึ้น ประกอบการบังคับอัตราการไหลของน้ำล้างที่พอเหมาะมีผลทำให้ยางสะอาดมากขึ้นอย่างเห็นได้ชัด ดังรูป 3.11

รูปที่ 3.11 ชุดล้างยาง (Washing Unit)

**ข). การออกแบบชุดสายพานป้อนยาง**

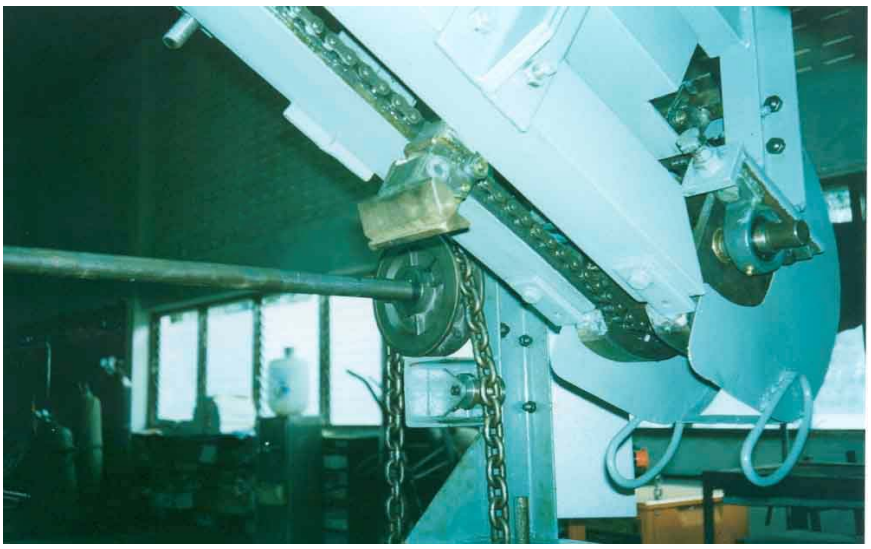
จากการวิเคราะห์ถึงความเป็นไปได้ที่จะรวมกระบวนการลอกและล้างยางมีความเป็นไปได้สูงที่สามารถจะรวมเป็นกระบวนการผลิตที่ต่อเนื่องกันได้ ประกอบกับต้องการใช้เวลาให้ยางสัมผัสกับน้ำก่อนเข้ากระบวนการล้าง จึงมี concept การออกแบบชุดสายพานป้อนยางและมีการฉีดน้ำล้างยางเบื้องต้นก่อนเข้ากระบวนการล้างจริง และยังคำนึงถึงการออกแบบที่จะต้องมีความเร็วที่เหมาะสมในการทำงาน เพื่อสมดุลเวลาการผลิตระหว่างกระบวนการลอกยาง และล้างยางซึ่งออกแบบแยกกันอย่างอิสระเพื่อประสิทธิภาพสูงสุดของกระบวนการผลิตซึ่งเป็นไปตามเงื่อนไขที่วางไว้ได้ดังรูปที่ 3.12

รูปที่ 3.12 ชุดสายพานป้อนยาง (Rubber feed Unit)

**ค). การออกแบบชุดลอกยาง**

การออกแบบชุดลอกยางเป็นสิ่งที่ท้าทายความสามารถของทีมวิจัยออกแบบเพราะเป็น Concept ใหม่ ที่ไม่เคยมีมาก่อน ความคิดเริ่มต้น (Initial Condition for Concept Design) แตกต่างกันโดยสิ้นเชิง จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีการทดลอง (Experiment) ทุกขั้นตอนเป็นตัวตัดสินใจ (Decision Making) ของทีมงานจึงเป็นวิวัฒนาการการออกแบบที่ต้องใช้เวลามาก ค่าใช้จ่ายสูง

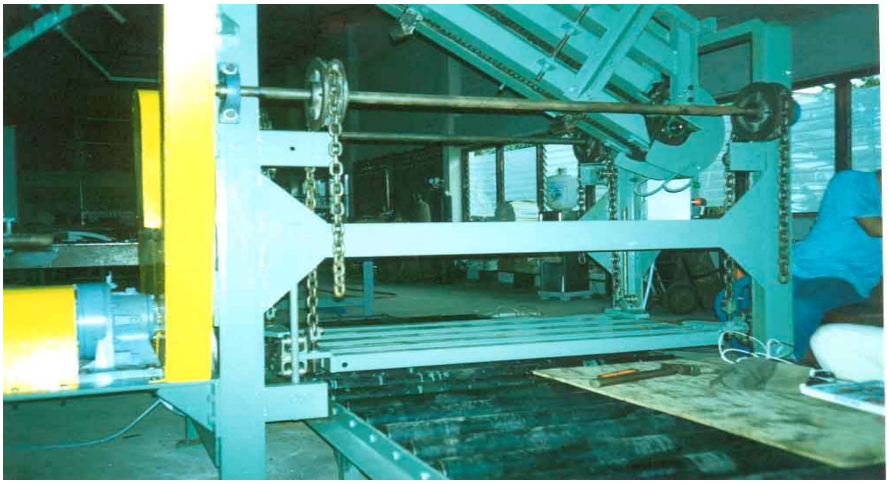
การลอกแผ่นยางได้จำลองความคิดมาจากการลอกแผ่นยางจริง โดยใช้คนงานในโรงงานและใช้หลักการจับยางแล้วดึงลอกโดยใช้แรงกลในทิศทางที่ต้องให้เกิดแรงเฉือนแผ่นยางออกจากกัน ดังนั้นทิศทางการลอกจึงขึ้นเป็นมุมเอียง จุดสำคัญอยู่ที่การออกแบบคลิ๊ป (Grip) จับยางว่าจะให้เปิดปิดอย่างไร ความคิดการออกแบบกลไกลูกเบี้ยวได้ถูกนำมาใช้โดยมีชุดให้กำลังลอกมาจากโซ่ ซึ่งรับแรงการหมุนมาจากมอเตอร์ขับได้ ดังรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.13 ชุดลอกยางแผ่น (Rubber Peeling Unit)

**ง). ชุดป้อนและยกยาง**

การออกแบบและสร้างชุดป้อนและยกยางมีวัตถุประสงค์เพื่อให้มีระบบป้อนยางซึ่งจัดยางไว้บน Pallet เตรียมเข้าสู่ลิฟท์เพื่อยกขึ้นให้ได้ระดับเพื่อให้คลิ๊ปของเครื่องลอกจับยางแผ่นได้พอเหมาะเพื่อเข้าสู่กระบวนการลอก เมื่อลอกได้หมดแล้วลิฟต์จะหยุดและลงมารับ Pallet ยางชุดต่อไปเตรียมลอกเป็นวัฏจักรเช่นนี้ ดังรูปที่ 3.14



รูปที่ 3.14 ชุดป้อนและยกยาง (Lift and Feed Unit)

**จ). ชุดรับยางลำเลียงลงสู่สายพานล้างยาง**

การออกแบบและสร้างชุดรับยางลำเลียงลงสู่สายพานล้างยางเป็นการออกแบบและทดสอบสร้างแผง Roller รับยางที่ลอกเสร็จแล้วถูกปล่อยตกลงมาให้ไหลอย่างต่อเนื่องลงสู่สายพานลำเลียงเข้าสู่กระบวนการล้างยาง จุดสำคัญอยู่ที่การปรับมุมของแผง Roller รับยางซึ่งต้องใช้วิธีการทดลองและ Optimization ว่าตัวแปรความยาวของยางที่ลอกโดยส่วนใหญ่เหมาะกับมุมของแผง Roller เท่าไร ซึ่งต้องใช้เวลามากในการทดลองและปรับเปลี่ยนต้นแบบตลอดเวลา ซึ่งสรุป Concept การออกแบบและสร้างชุดรับยางลำเลียงลงสู่สายพานล้างยางให้สามารถปรับมุมได้ดังรูปที่ 3.15

รูปที่ 3.15 ชุดรับยางลำเลียงลงสู่สายพานล้างยาง (Roller Feed Unit)

# บทที่ 4
# ผลการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลอง

## 4.1 ตัวชี้วัดของกระบวนการในเครื่องต้นแบบ

โครงการวิจัยการออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบ เครื่องลอกและล้างยางพาราเป็นโครงการวิจัยออกแบบที่เป็นไปในลักษณะของการออกแบบครั้งแรก Initial Design ซึ่งลักษณะดังกล่าว จึงทำให้ยากต่อการกำหนดประสิทธิภาพและสมรรถนะของเครื่องต้นแบบ แต่สามารถหาประสิทธิภาพและสมรรถนะของกระบวนการของเครื่องต้นแบบที่สร้างขึ้นมาได้ โดยการกำหนดจำนวนแผ่นยางเพื่อใช้ในกระบวนการลอกและล้างยางพาราขึ้นมาจำนวนหนึ่งที่ระดับความเชื่อมั่น ที่ถูกกำหนดขึ้นมาแล้วทำการลอกและล้างจากเครื่องต้นแบบ เพื่อหาว่าประสิทธิภาพของกระบวนการลอกและล้างเครื่องต้นแบบมีกี่เปอร์เซ็นต์ หลังจากนั้นจึงทำการหาสมรรถนะของกระบวนการเครื่องต้นแบบเป็นลำดับต่อไป

## 4.2 วิธีการทดลอง

เนื่องจากกระบวนการลอกและล้างยางพาราไม่สามารถวัดได้ในเชิงตัวเลข (Quantitative Method) แต่สามารถวัดได้ในเชิงคุณภาพ (Qualitative Method) การหาประสิทธิภาพของกระบวนการของเครื่องต้นแบบในเบื้องต้นจึงเป็นสิ่งที่ยาก จึงได้ประยุกต์วิธีการของ DOE (Design and Analysis of Experiment) เพื่อหาว่าจำนวนแผ่นยางน้อยสุดที่ความเชื่อมั่นที่ต้องการมาหาประสิทธิภาพของกระบวนการและสามารถยอมรับได้มีจำนวนกี่แผ่น

ซึ่งในการทดลองเพื่อหาจำนวนตัวอย่าง โดยใช้วิธีการของ DOE ซึ่งมีหลายวิธีแต่ในที่นี้ใช้วิธี Operating Characteristic Curves (OC-Curve) โดยกำหนดรายละเอียดของการกำหนดตัวอย่างดังนี้

1. กำหนดความเชื่อมั่นที่ 90% (probability of least = 0.90)
2. แบ่งกลุ่มการทดลองเป็น 1 กลุ่มย่อย และในกลุ่มย่อยมี 4 ระดับ (4 Level) ระดับละ 20 แผ่น (four treatment)
3. ค่าความเสี่ยง ($\alpha$)= 0.05

เมื่อกำหนดค่าต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้น จึงทำการทดลองนำแผ่นยางมากอง ๆ ละ 20 แผ่น เป็นจำนวน 4 กอง รวม 80 แผ่น นำมาทดลองลอกและล้างเพื่อเก็บข้อมูลด้านปริมาณ ซึ่งได้ผลการทดลองเป็นตัวเลขด้านปริมาณของแผ่นยางที่ผ่านกระบวนการลอกและล้าง ( กำหนดให้เป็น $\mu_1$ , $\mu_2$ $\mu_3$ , และ $\mu_4$ ) ดังนี้

$\mu_1$ = 18 , $\mu_2$ = 20 , $\mu_3$ = 16, และ $\mu_4$ = 19 และจากค่า $\mu_1$ ถึง $\mu_4$ สามารถหาค่าพิสัย (Range) = 20-16 =4 จากค่าพิสัย (R) = 4 สามารถนำมาหาค่า standard deviation ($\sigma$) ได้ดังนี้

จาก $\sigma = \frac{\overline{R}}{d_2}$

แต่เนื่องจากกลุ่มย่อยมีการทดลอง 1 กลุ่ม ดังนั้นจึงใช้ค่า $d_2$ (สำหรับการประมาณค่า $\sigma$ โดย $\overline{R}$) (กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ : การวิเคราะห์ระบบการวัด) ซึ่งได้ค่า $d_2$ = 2.447

ดังนั้น $\sigma$ = 4/2.447 = 1.63

จากวิธีการของการกำหนดตัวอย่างของ DOE โดยวิธี OC – Curve ซึ่งใช้สมการดังนี้

$$\phi^2 = \frac{n \sum_{i=1}^{a} \tau^2}{a \sigma^2}$$

$\tau_i$ = ผลต่างระหว่างค่าของ Mean

n = Choice of Sample Size

$\sigma$ = Standard deviation

a = Number of Level

1-$\beta$ = Power of Test

$\beta$ = TypeⅡ error

จากค่า $\mu_1$ = 18 , $\mu_2$ = 20 , $\mu_3$ = 16, และ $\mu_4$ = 19

$\sum\mu$ = (18+20+16+19) = 73

หาค่า $\tau$ ; $\tau_1 = \mu_1 - \overline{\mu}$ = 18-18.25 = -0.25

$\tau_2 = \mu_2 - \overline{\mu}$ = 20-18.25 = 1.75

$\tau_3 = \mu_3 - \overline{\mu}$ = 16-18.25 = -2.25

$\tau_4 = \mu_4 - \overline{\mu}$ = 19-18.25 = -0.75

$$\sum \tau^2 = (-0.25)^2+(1.75)^2+(-2.25)^2+(0.75)^2 = 8.75$$

$$\phi^2 = n\sum \tau^2 / a\sigma^2 = (n \times 8.75)/4 \times 4.63 = 1.34n$$

| N | $\phi^2$ | $\phi$ | a(n-1) | $\beta$ | 1-$\beta$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 3 | 4.02 | 2 | 8 | 0.27 | 0.73 |
| 4 | 5.36 | 2.32 | 12 | 0.06 | 0.94* |

เพราะฉะนั้นต้องการทำการทดลองซ้ำ 4 ครั้ง รวมจำนวนตัวอย่าง (จำนวนแผ่นยางน้อยสุด ) = 80x4 = 320 แผ่น เพราะให้ค่าความเชื่อมั่น = 94% ซึ่งมากกว่า 90%

**4.3 ผลการทดลอง**

**4.3.1 ประสิทธิภาพของกระบวนการลอกและล้างยาง**

จากข้อ 4.2 เมื่อได้จำนวนตัวอย่างที่นำมาทดลอง ซึ่งจำนวนน้อยสุดคือ 320 แผ่น ผลการทดลองโดยการลอกและล้างอย่างต่อเนื่องรวม 320 แผ่น โดยทำการลอกครั้งละ 80 แผ่น ติดต่อกัน 4 ครั้ง ผลปรากฏดังนี้

| ครั้งที่ | จำนวนแผ่นยาง | จำนวนแผ่นยางที่ผ่านกระบวนการลอกและล้างสมบูรณ์ | จำนวนแผ่นยางที่ผ่านกระบวนการลอกและล้างไม่สมบูรณ์ |
|---|---|---|---|
| 1 | 80 | 77 แผ่น | 3 แผ่น |
| 2 | 80 | 73 แผ่น | 7 แผ่น |
| 3 | 80 | 74 แผ่น | 6 แผ่น |
| 4 | 80 | 76 แผ่น | 4 แผ่น |

รวมจำนวนยางที่นำมาลอกและล้าง = 320 แผ่น

รวมจำนวนที่ผ่านกระบวนการลอกและล้างสมบูรณ์ = 300 แผ่น

คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ = (300x100) / 320

= 93.75 %

รวมจำนวนที่ผ่านกระบวนการลอกและล้างที่ไม่สมบูรณ์ = 20 แผ่น

คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ = (20x100) / 320

= 6.25%

**สรุป** ประสิทธิภาพของกระบวนการลอกและล้าง = 93.75% (ที่ความเชื่อมั่น 90 %)

**หมายเหตุ**

1. **ความสมบูรณ์** หมายถึง แผ่นยางที่ผ่านกระบวนการลอกและล้างยางตามลำดับและพร้อมที่จะนำแผ่นยางผึ่งลมเพื่อเข้าโรงรมควันได้

2. **ความไม่สมบูรณ์** หมายถึง แผ่นยางที่ไม่ผ่านกระบวนการลอกและล้างตามลำดับหรือผ่านกระบวนการลอกแต่ไม่ผ่านกระบวนการล้าง ซึ่งไม่สามารถนำแผ่นยางไปเข้าโรงรมควันได้

3. **เมื่อผ่านกระบวนการสมบูรณ์** บ่งชี้คุณภาพทางกายภาพโดยมีความสะอาดที่จะเข้าสู่กระบวนการในลำดับต่อไป

4.3.2 **กำลังการผลิต**

จากการทดลองลอกและล้างยางอย่างต่อเนื่อง ได้กำลังการผลิตของเครื่องต้นแบบลอกและล้างยาง ดังนี้

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1. **คิดต่อหน่วยชั่วโมง** | = | 728 | แผ่น/ชั่วโมง |
| หรือ | = | 1.019 | ตัน/ชั่วโมง |
| 2. **คิดต่อหน่วยเวลา 1 วัน** | = | 5,829 | แผ่น/วัน |
| หรือ | = | 8.16 | ตัน/วัน |

# บทที่ 5
# ผลการวิจัยการออกแบบและสร้างต้านแบบเครื่องลอกและล้างด้วยยาง

## 5.1 เครื่องต้นแบบ

ผลจากการวิจัยการออกแบบและสร้างต้นแบบ เครื่องลอกและล้างยางทำให้ได้เครื่องต้นแบบเครื่องลอกและล้างยาง ซึ่งแสดงรายละเอียดในภาคผนวกและประกอบด้วยส่วนย่อย ๆ ดังนี้

5.1.1 ชุดล้างยาง (Washing Unit)

5.1.2 ชุดสายพานป้อนยาง (Belt Feed Unit)

5.1.3 ชุดลอกยางแผ่น (Peeling Unit)

5.1.4 ชุดป้อนและยกยาง (Lift and Feed Unit)

5.1.5 ชุดรับยางลำเลียงลงสู่สายพานล้างยาง (Roller Feed Unit)

ซึ่งหลักการทำงานของเครื่องต้นแบบจะสัมพันธ์กันทั้ง 5 ส่วนประกอบดังกล่าว โดยมีขั้นตอนการทำงานจากเริ่มต้นกระบวนการจนสิ้นสุดกระบวนการล้าง มีดังนี้

1. ยางที่วางอยู่บน Pallet จะถูกเลื่อนเข้ามาบนชุดป้อนและยกยาง และยางจะถูกยกขึ้นมายังตำแหน่งที่ระดับพอเหมาะกับการลอก โดยชุดยก ซึ่งขั้นตอนนี้จะมี Limit Switch ช่วยในการกำหนดตำแหน่งสูงสุดของชุดยก

2. ขั้นการลอกยาง ภายหลังจากที่ยกขึ้นมาอยู่ในระดับที่เหมาะสม (โดยพนักงานที่คอยเปิดหน้ายาง สามารถบังคับ Lift ยกตามความเหมาะสมของพนักงานแต่ละคน ได้) โดยในขั้นนี้ใช้พนักงาน 1 คน คอยเปิดหน้ายางเพื่อให้ Grip จับยางลอกขึ้นไป โดยอัตโนมัติ และจะมีการปลดยางเอง โดยอัตโนมัติตามระยะที่กำหนดไว้

3. เมื่อยางถูกปลดตกลงมาจาก Grip แล้ว แผ่นยางจะตกลงมาสู่ชุดลำเลียงเพื่อป้อนลงสู่สายพานป้อนยาง ซึ่งในชุดลำเลียงนี้จะเพิ่มประสิทธิภาพของการล้าง เพราะแผ่นยางที่ถูกป้อนเข้าสู่สายพานลำเลียงจะมีลักษณะแบนราบทำให้กระบวนการป้อนยางเข้าสู่กระบวนการล้างมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น

4. ชุดสายพานป้อนยาง จะรับยางที่ส่งมาจากชุดรับยางลำเลียง ป้อนเข้าสู่ชุดล้างยาง โดยขั้นตอนนี้จะมีระบบน้ำฉีดตลอดความยาวของสายพานเพื่อให้การล้างทำความสะอาดดีขึ้น และด้านบนก็จะมีชุดฝาครอบ เพื่อป้องกันน้ำกระเซ็นออกไปบริเวณรอบนอก

5. ชุดล้างยางจะเป็นชุดสุดท้ายของกระบวนการลอกและล้างยาง ซึ่งชุดนี้จะประกอบด้วยป้อนยาง ซึ่งเป็นตัวดึงยางเข้าสู่กระบวนการขัดทำความสะอาดด้วยล้อขนแปรงที่อยู่ด้านหลังของล้อป้อนอีก 2 ชุด โดยในกระบวนการนี้มีจุดเด่นที่ล้อขนแปรงชุดนี้กับชุดหลังจะทำการหน่วงแผ่นยาง ให้ตึง –

หย่อน ในขณะล้างและขัด ทำให้แผ่นยางมีระยะเวลาอยู่ในระหว่างขั้นตอนนี้นานขึ้น ซึ่งมีผลทำให้กระบวนการล้างมีประสิทธิภาพมาก

**5.2 ประเมินผลเครื่องต้นแบบจากผลการทดลอง**

จากผลการทดลอง ซึ่งได้แสดงผลไว้ในบทที่ 4 ได้ผลดังนี้

5.2.1. ประสิทธิภาพของกระบวนการลอกและล้างยาง 93.75%(ที่ความเชื่อมั่น 90%)

5.2.2. ด้านสมรรถนะของการลอกและล้างยาง ประมาณ 5,829 แผ่น/วัน หรือ ประมาณ 8.16 ตัน/วัน

ซึ่งจากผลดังกล่าว สามารถประเมินผลได้ ดังนี้

1. เครื่องต้นแบบลอกและล้างยางผลออกมาค่อนข้างสมบูรณ์โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนของการล้าง สามารถนำไปใช้ในอุตสาหกรรมยางได้

2. แนวโน้มสามารถลดต้นทุนในอุตสาหกรรมยางได้ โดยเฉพาะต้นทุนด้านแรงงาน

3. แก้ปัญหาการขาดแคลนแรงงานที่จะนำมาใช้ในการลอกยาง เนื่องจากกระบวนลอกและล้างยาง เป็นกระบวนการที่อยู่ในประเภทสกปรกและหนัก (Dirty Labor) ทำให้การจัดหาคนงานค่อนข้างยาก

4. ได้เครื่องต้นแบบลอกและล้างยางที่เหมาะกับการนำไปใช้ในการเก็บข้อมูลของกระบวนการลอกและล้างยาง เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงและพัฒนาให้มีประสิทธิภาพและความเชื่อมั่นของกระบวนการที่สูงขึ้น ตลอดจนการนำไปสู่อุตสาหกรรมการผลิตเครื่องลอกและล้างยาง จำนวนมากได้ในอนาคต

5. ประสิทธิภาพและสมรรถนะ อาจมีค่าตัวเลขที่เปลี่ยนแปลงได้ด้วยสาเหตุที่ลักษณะทางกายภาพของแผ่นยางมีการเปลี่ยนแปลงมาก เช่น น้ำหนัก ความยาว ความหนา และระยะเวลาในการเก็บยางก่อนนำมาลอกและล้าง ซึ่งลักษณะทางกายภาพ ดังกล่าว ไม่สามารถควบคุมได้

**5.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากเครื่องต้นแบบ**

5.3.1 เครื่องต้นแบบลอกและล้างยาง

5.3.2 ลดต้นทุนในการผลิตยาง

5.3.3 ผลผลิตเพิ่มขึ้น

5.3.4 ขวัญกำลังของพนักงาน ในกระบวนการลอกและล้างยางดีขึ้น

5.3.5 เป็นแนวทางไปสู่การพัฒนาเครื่องลอกและล้างยางในระดับการผลิตจำนวนมาก

## 5.4 ข้อเสนอแนะ

ในการวิจัยการออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบลอกและล้างยางเป็นลักษณะของงานที่ต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์ ทักษะการออกแบบรวมทั้งทักษะการผลิต ระยะเวลาที่ยืดหยุ่นมากพอสมควรด้วยเหตุผลที่เป็นงานใหม่ ยังไม่มีรูปแบบที่แน่นอน ทุกขั้นตอนที่คิดต้องนำมาผ่านกระบวนการร่างแบบ ทดลองสร้าง และทดลองใช้ ประเมินผลแทบทั้งสิ้น จึงทำให้ทีมวิจัยต้องใช้ความมานะพยายามสูงมาก ภายใต้ขอบเขตที่จำกัดในด้านต่าง ๆ เช่น ภาระงานประจำ ข้อจำกัดการใช้เครื่องจักร และอุปกรณ์ในการผลิต ระยะเวลาในการวิจัย งบประมาณ และรูปแบบทางกายภาพของยางพาราแผ่นที่ไม่มีความแน่นอน ซึ่งจากข้อจำกัดในด้านต่าง ๆ ดังกล่าว ทางทีมวิจัยใคร่ขอเสนอแนะเพื่อนำไปสู่การปรับปรุงและพัฒนา เป็นข้อ ๆ ดังนี้

5.4.1 ปรับปรุงและเพิ่มเติมชุดจัดระเบียบแผ่นยางก่อนเข้าสู่ชุดสายพานป้อนยางเพื่อแก้ปัญหาความหลากหลายของรูปแบบทางกายภาพของแผ่นยาง

5.4.2 ระยะเวลาในการวิจัย งบประมาณและวิธีการจัดการควรเป็นระบบเปิดและยืดหยุ่นพอสมควรเพื่อที่จะเอื้อให้เกิดการวิจัยและพัฒนาเครื่องต้นแบบที่มีประสิทธิผล (Effective) และปรับปรุงให้เกิดประสิทธิภาพ (Efficiency) ให้ได้

5.4.3 การบริหารจัดการโครงการในส่วนของทรัพยากรมนุษย์ของทีมวิจัยฯ จำเป็นจะต้องใช้กลยุทธ์ในการดำเนินการค่อนข้างสูงมาก บางครั้งผู้จัดการโครงการรู้สึกเหนื่อยเกินความจำเป็น ปัญหาการไม่รู้จัก Description of Function ของตัวเอง ความรับผิดชอบจริงต่องานการทุ่มเทกับงาน การยึดเกาะติดงานวิจัยที่มอบหมาย ยังอยู่ในเกณฑ์ต่ำ จึงเห็นควรน่าจะมีการสัมมนา ถึงหน้าที่และความรับผิดชอบของผู้ร่วมวิจัย ผู้ช่วยวิจัยและหัวหน้าโครงการวิจัยบ้างในการทำโครงการวิจัยร่วมกันเป็นทีม

5.4.4 ต้นแบบเครื่องลอกและล้างยางใน Phase นี้ การวิจัยออกแบบเน้นลงไปให้กระบวนการทำงานทั้งกระบวนการนั้น ทำได้ก่อนตามวัตถุประสงค์ของกระบวนการลอกและล้าง แต่เมื่อจะนำมาสู่การเป็นต้นแบบที่สมบูรณ์นั้น เพื่อนำสู่การออกแบบต้นแบบเพื่อการผลิตที่เป็นจำนวนมาก จำเป็นอย่าง ยิ่งที่จะทำการ optimization ในหลาย ๆ ด้าน เช่น เมื่อได้ประสิทธิภาพและประสิทธิผลที่พอใจในระดับหนึ่งแล้วคุ้มค่าที่จะนำเข้าทดแทนแรงงานคนได้ ก็นำมาสู่การ optimization ต้นทุนการสร้างต่อเครื่อง การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางการเงิน ทางเศรษฐศาสตร์ และการตัดสินใจขั้นสุดท้ายก่อนนำไปสู่การผลิตจำนวนมาก

# บรรณานุกรม


1. บรรเลง ศรนิล และ ประเสริฐ ก๊วยสมบูรณ์ , 2524, ตารางงานโลหะ, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ
2. กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ, 2542, การวิเคราะห์ระบบการวัด, สมาคมส่งเสริมไทยญี่ปุ่น (ไทย- ญี่ปุ่น)
3. แผนกลยุทธ์และแผนปฏิบัติการเพื่อการปรับโครงสร้างอุตสาหกรรม สาขาอุตสาหกรรมยาง และผลิตภัณฑ์ยาง, http://www.dip.go.th/paper/study/rubber.html
4. บุญญศักดิ์ ใจจงกิจ, 2524 เครื่องกลขนถ่าย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ, กรุงเทพฯ.
5. มานพ ตันตระบัณฑิตย์และคณะ, 2539, ชิ้นส่วนเครื่องจักรกล, กรุงเทพฯ, ประชาชน.
6. สมยศ จันเกษม และคิโยคัตสึ ซึงะ, 2527, การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องกล, กรุงเทพฯ, ดวงกมล.
7. สมาน เสนงามและคณะ, 2540 การศึกษาเบื้องต้นของการลอกแผ่นยาง, คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ หาดใหญ่.
8. มงคลชนก ปราโมทย์ธนาและนัยสิทธิ์ เบ็ญจชัยพร, 2541, คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
9. Jun. Sakai และ สุรินทร์ พงศ์ศุภสมิทธิ์, 2542, เอกสารประกอบการบรรยายวิชา Product Design.
10. Douglas, C.M., 1996, Design and Analysis of Experiments, 4th ed., New York, John Wiley & Sons.
11. Roberta S. Russell., Bernard W. Taylor III., 1998, Operation Management, 2nd ed.,USA, Prentice Hall, Inc.

# ภาคผนวก ก
# บทความงานวิจัยสำหรับเผยแพร่

# การวิจัยการออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบลอกและล้างยาง

**คณะวิจัย**

**ผศ.ฉลอง อุไรรัตน์ รศ.สมพันธ์ อำพาวัน นายสุชาติ เย็นวิเศษ นายสุรพล ชูสวัสดิ์**
**นายวีรยุทธ จันทรักษา นายวิชัย ประยูร นายสุชาติ จันทรมณีย์**

**คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ-เครื่องมือกล**
**สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคใต้**

**สนับสนุนโดย สำนักงานกองทุนการวิจัย**

## บทคัดย่อ

โครงการวิจัยนี้เป็นโครงการวิจัยออกแบบ ทดลอง และสร้างต้นแบบ เครื่องลอกและล้างยางพารา ในกระบวนการผลิตยางแผ่นรมควัน นำไปสู่การปรับปรุงและการพัฒนากระบวนการผลิตยางแผ่นรมควัน เพื่อต้องการเพิ่มผลิตภาพและลดปัญหาการขาดแคลนแรงงานในอุตสาหกรรมยางแผ่นรมควัน โดยมีขั้นตอนการวิจัยโดยเริ่มจากการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับยางแผ่น กระบวนการลอกและล้างยาง คุณลักษณะของยางแผ่น และขั้นตอนการลอกและล้างยางในรูปแบบที่ใช้คนงาน แล้วจึงเก็บรวบรวมข้อมูลดังกล่าว เพื่อนำมาประมวลและสรุปผลออกมาเป็นแนวคิด กำหนดรูปแบบและคุณลักษณะของเครื่องต้นแบบลอกและล้างยางพารา แล้วทำการสร้างตามรูปแบบ และมีการทดลองใช้และปรับปรุง ในระหว่างการสร้างไปพร้อมกัน

ผลจากทดลองกระบวนการลอกและล้างยางจากเครื่องต้นแบบที่วิจัยออกแบบ ซึ่งหาประสิทธิภาพของกระบวนการลอกและล้างยางได้ 93.75 เปอร์เซ็นต์ (ที่ความเชื่อมั่น 90 เปอร์เซ็นต์) และมีกำลังการผลิตประมาณ 1.019 ตันต่อชั่วโมง

## 1. บทนำ

อุตสาหกรรมยางพาราเป็นอุตสาหกรรมแปรรูปขั้นต้นที่นำเอาน้ำยางสดที่กรีดได้จากต้นยางพารามาแปรรูปให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสมและสะดวกในการนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตผลิตภัณฑ์ยาง ยางพาราที่ผลิตได้แบ่งออกเป็น 5 ชนิด ได้แก่ ยางแผ่นรมควัน ยางแท่ง ยางเครป ยางผึ่งแห้งและน้ำยางข้น ยางพาราเหล่านี้จะนำไปใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ยางสำเร็จรูป เช่น ยางยานพาหนะ ยางรถยนต์ ยางรถจักรยาน-ยางรถจักรยานยนต์ ถุงมือยาง ถุงยางอนามัย ยางรัดของ ฯลฯ ปัจจุบัน

ประเทศไทยสามารถผลิตยางพาราได้มากเป็นอันดับหนึ่งของโลก โดยในปี พ.ศ. 2539 ผลิตได้ประมาณ 1.978 ล้านตัน หรือร้อยละ 31 ของที่โลกผลิตไดทั้งหมดจำนวน 6.34 ล้านตัน แต่เมื่อพิจารณาด้านการนำยางพาราไปใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ยางภายในประเทศแล้ว ปรากฏว่ามีการนำยางพารามาใช้เพียงประมาณ ร้อยละ 8 ของผลผลิตทั้งหมดเท่านั้น นอกนั้นต้องพึ่งตลาดส่งออก

สำหรับยางแผ่นรมควันนั้นมีขั้นตอนในกระบวนการผลิตหลายขั้นตอนด้วยกัน ซึ่งขั้นตอนที่มีความสำคัญก็คือขั้นตอนของการลอกและล้างยางนั่นเอง เพราะเป็นขั้นตอนการทำงานที่เป็นลักษณะของงานที่หนักและสกปรก ทำให้การจัดหาแรงงานค่อนข้างยากและคนงานที่ทำงานในขั้นตอนนี้ก็ต้องทำงานหนัก ดังนั้นการวิจัยออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบลอกและล้างยางนี้ เพื่อที่จะได้เครื่องต้นแบบลอกและล้างยางที่สามารถนำไปใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมยางและใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาในโอกาสต่อไปได้

## 2. วิธีการวิจัย

คณะทีมผู้วิจัยได้ทำการศึกษารายละเอียดต่างๆ ของการผลิตยางแผ่นรมควันทั้งในส่วนของโรงงานอุตสาหกรรมจริงและงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อรวบรวมข้อมูลต่างๆ เพื่อนำมาประมวลเป็นแนวคิดในการออกแบบและสร้างต้นแบบให้สอดคล้องกับการผลิต โดยแบ่งเป็นขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

2.1 สำรวจข้อมูลเบื้องต้นจากอุตสาหกรรมยางแผ่น

2.2 กำหนดหลักการในการลอกและล้างยาง

2.3 กำหนด Specification ของเครื่องและชิ้นส่วน

2.4 ออกแบบรูปร่างของเครื่องและเขียนแบบ

2.5 สร้างเครื่องลอกและล้างยาง

2.6 ทดลองการทำงาน

2.7 ปรับปรุงแก้ไข

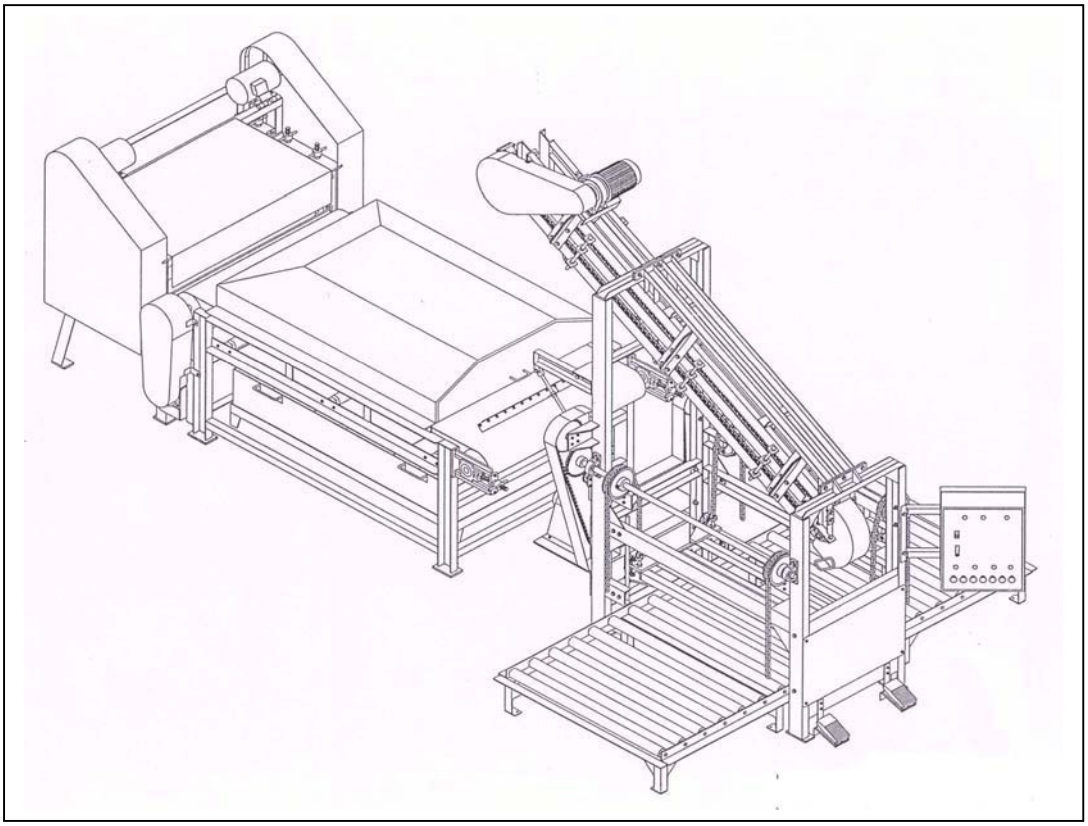
2.8 ทดสอบการทำงานให้ได้เครื่องต้นแบบที่สามารถทำงานได้

2.9 เผยแพร่และสาธิตการใช้เครื่อง

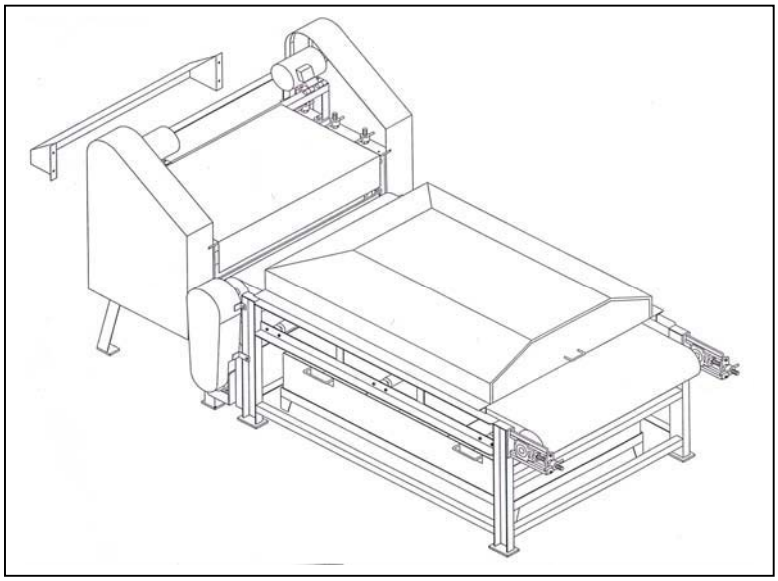
รูปที่ 1 กระบวนลอกและล้างยางในโรงงานอุตสาหกรรม

**3. ผลของการวิจัยการออกแบบและสร้างต้นแบบเครื่องลอกและล้างยาง**

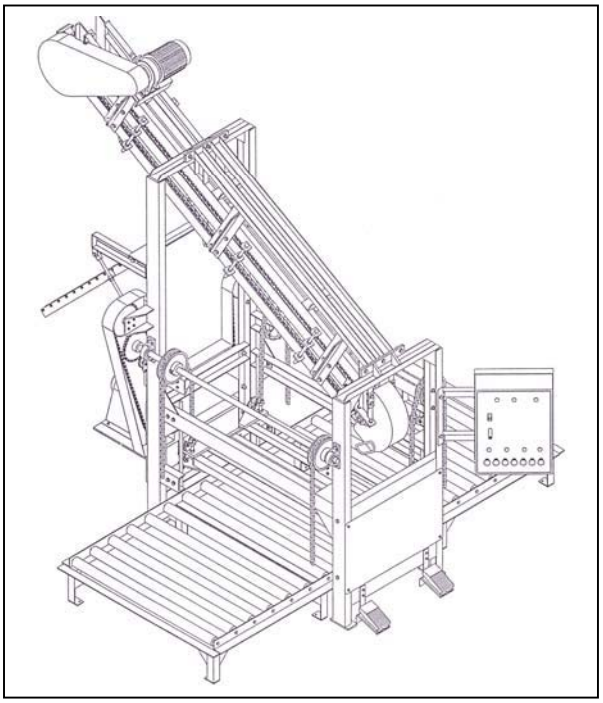
จากผลการวิจัยซึ่งผ่านขั้นตอนการออกแบบ การผลิต การทดลองใช้ และมีการปรับปรุงไปด้วยพร้อมๆ กัน ซึ่งทำให้ได้ต้นแบบเครื่องลอกและล้างยางที่มีประสิทธิภาพและกำลังการผลิตในระดับหนึ่ง ดังแสดงในรูปที่ 2 – รูปที่ 4



รูปที่ 2 เครื่องต้นแบบลอกและล้างยาง



รูปที่ 3 ชุดเครื่องล้างยาง



รูปที่ 4 ชุดเครื่องลอกยาง

## 4. สรุปผลของเครื่องต้นแบบ

จากเครื่องต้นแบบที่ถูกออกแบบและผลิตออกมา ดังแสดงในรูปที่ 2 – รูปที่ 4 ซึ่งหาประสิทธิภาพของกระบวนการลอกและล้างยาง รวมทั้งกำลังการผลิตของเครื่องต้นแบบได้ดังนี้

4.1 ประสิทธิภาพของกระบวนการลอกและล้าง = 93.75 % (ที่ความเชื่อมั่น 90%)

4.2 กำลังการผลิต = 728 แผ่น/ชั่วโมง (1.019 ตัน/ชั่วโมง)

หรือ = 5,829 แผ่น/วัน (8.16 ตัน/วัน)

## 5. ข้อเสนอแนะ

ในการวิจัยการออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบลอกและล้างยางเป็นลักษณะของงานที่ต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์ ทักษะการออกแบบรวมทั้งทักษะการผลิต ระยะเวลาที่ยืดหยุ่นมากพอสมควร ด้วยเหตุผลที่เป็นงานใหม่ ยังไม่มีรูปแบบที่แน่นอน ทุกขั้นตอนที่คิดต้องนำมาผ่านกระบวนการร่างแบบ ทดลองสร้าง และทดลองใช้ ประเมินผลแทบทั้งสิ้น จึงทำให้ทีมวิจัยต้องใช้ความมานะพยายามสูงมากภายใต้ขอบเขตที่จำกัดในด้านต่าง ๆ เช่น ภาระงานประจำ ข้อจำกัดการใช้เครื่องจักร และอุปกรณ์ในการผลิต ระยะเวลาในการวิจัย งบประมาณ และรูปแบบทางกายภาพของยางพาราแผ่นที่ไม่มีความแน่นอน ซึ่งจากข้อจำกัดในด้านต่าง ๆ ดังกล่าว ทางทีมวิจัยใคร่ขอเสนอแนะเพื่อนำไปสู่การปรับปรุงและพัฒนา เป็นข้อ ๆ ดังนี้

5.1 ปรับปรุงและเพิ่มเติมชุดจัดระเบียบแผ่นยางก่อนเข้าสู่ชุดสายพานป้อนยาง เพื่อแก้ปัญหาความหลากหลายของรูปแบบทางกายภาพของแผ่นยาง

5.2 ระยะเวลาในการวิจัย งบประมาณและวิธีการจัดการควรเป็นระบบเปิดและยืดหยุ่นพอสมควรเพื่อที่จะเอื้อให้เกิดการวิจัยและพัฒนาเครื่องต้นแบบที่มีประสิทธิผล (Effective) และปรับปรุงให้เกิดประสิทธิภาพ (Efficiency) ให้ได้

5.3 การบริหารจัดการโครงการในส่วนของทรัพยากรมนุษย์ของทีมวิจัยฯ จำเป็นจะต้องใช้กลยุทธ์ในการดำเนินการค่อนข้างสูงมาก บางครั้งผู้จัดการโครงการรู้สึกเหนื่อยเกินความจำเป็น ปัญหาการไม่รู้จัก Description of Function ของตัวเอง ความรับผิดชอบจริงต่องานการทุ่มเทกับงาน การยึดเกาะติดงานวิจัยที่มอบหมาย ยังอยู่ในเกณฑ์ต่ำ จึงเห็นควรน่าจะมีการสัมมนา ถึงหน้าที่และความรับผิดชอบของผู้ร่วมวิจัย ผู้ช่วยวิจัยและหัวหน้าโครงการวิจัยบ้างในการทำโครงการวิจัยร่วมกันเป็นทีม

5.4 ต้นแบบเครื่องลอกและล้างยางใน Phase นี้ การวิจัยออกแบบเน้นลงไปให้กระบวนการทำงานทั้งกระบวนการนั้น ทำได้ก่อนตามวัตถุประสงค์ของกระบวนการลอกและล้าง แต่เมื่อจะนำมาสู่การเป็นต้นแบบที่สมบูรณ์นั้น เพื่อนำสู่การออกแบบต้นแบบเพื่อการผลิตที่เป็นจำนวนมาก จำเป็นอย่างยิ่งที่จะทำการ Optimization ในหลาย ๆ ด้าน เช่น เมื่อได้ประสิทธิภาพและประสิทธิผลที่พอใจในระดับ

หนึ่งแล้วคุ้มค่าที่จะนำเข้าทดแทนแรงงานคนได้ ก็นำมาสู่การ Optimization ต้นทุนการสร้างต่อเครื่อง การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางการเงิน ทางเศรษฐศาสตร์ และการตัดสินใจขั้นสุดท้ายก่อนนำไปสู่การผลิตจำนวนมาก

## 6. เอกสารอ้างอิง


1. บรรเลง ศรนิล และ ประเสริฐ ก๊วยสมบูรณ์ , 2524, ตารางงานโลหะ, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ
2. กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ, 2542, การวิเคราะห์ระบบการวัด, สมาคมส่งเสริมไทยญี่ปุ่น (ไทย- ญี่ปุ่น)
3. แผนกลยุทธ์และแผนปฏิบัติการเพื่อการปรับโครงสร้างอุตสาหกรรม สาขาอุตสาหกรรมยาง และผลิตภัณฑ์ยาง, http://www.dip.go.th/paper/study/rubber.html
4. บุญญศักดิ์ ใจจงกิจ, 2524 เครื่องกลขนถ่าย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ, กรุงเทพฯ.
5. มานพ ตันตระบัณฑิตย์และคณะ, 2539, ชิ้นส่วนเครื่องจักรกล, กรุงเทพฯ, ประชาชน.
6. สมยศ จันเกษม และคิโยคัตสึ ซึงะ, 2527, การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องกล, กรุงเทพฯ, ดวงกมล.
7. สมาน เสนงามและคณะ, 2540 การศึกษาเบื้องต้นของการลอกแผ่นยาง, คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ หาดใหญ่.
8. มงคลชนก ปราโมทย์ธนาและนัยสิทธิ์ เบ็ญจชัยพร, 2541, คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
9. Jun. Sakai และ สุรินทร์ พงศ์ศุภสมิทธิ์, 2542, เอกสารประกอบการบรรยายวิชา Product Design.
10. Douglas, C.M., 1996, Design and Analysis of Experiments, 4th ed., New York, John Wiley & Sons.
11. Roberta S. Russell., Bernard W. Taylor III., 1998, Operation Management, 2nd ed.,USA, Prentice Hall, Inc.