บทที่ 3

การศึกษาโรงงานตัวอย่างและข้อมูลก่อนการปรับปรุง

3.1 การศึกษาลักษณะทั่วไปของโรงงานตัวอย่าง

ข้อมูลทั่วไป

- กำลังการผลิตสูงสุดปัจจุบันประมาณ 140 ตันต่อวัน
- พนักงานประจำ ประมาณ 1200 คน พนักงานรับเหมา ประมาณ 300 คน
- ลักษณะการทำงานแบ่งเป็น 4 ชุด 3 รอบการทำงาน โดยผลิตอย่างต่อเนื่อง
- พื้นที่รอบรั้วประมาณ 62 ไร่ เป็นส่วนพื้นที่โรงงานประมาณ 40 ไร่

3.2 การศึกษาผลิตภัณฑ์ทั้งหมดแบ่งเป็นประเภทใหญ่ๆดังนี้

ยางรถยนต์ที่เห็นโดยทั่วไปจะมีด้วยกันหลายแบบแล้วแต่ลักษณะการใช้งานที่เหมาะสม คุณสมบัติที่ดีของยางที่ควรจะมีสรุปได้ดังนี้

- ให้ความนุ่มนวลตอบสนองการขับขี่ดี
- การเกาะถนนดี
- ลดการเกิดเสียงดัง
- ทนความร้อน
- รับภาระน้ำหนักได้ดี
- ให้ความนุ่มนวลตอบสนองการขับขี่ดี
- ลดการเกิดเสียงดัง
- การรีดน้ำทีดี
- ทนต่อการยืดหยุ่น
- ทนต่อการสึกหรอ
- ทนต่อแรงกระแทก

ผลิตภัณฑ์ทั้งหมดแบ่งเป็นประเภทใหญ่ๆดังนี้

1) ยางไบแอสหรือยางรถบรรทุก (Bias tire)

2) ยางเรเดียลหรือยางรถยนต์เล็ก (Radial tire)

3) ยางรถจักรยานยนต์ (Motocycle tire)

4) ยางอะไหล่รถยนต์ (Mini spare tire)

5) ยางใน (Tube)

6) ยางรอง (Flap)

7) ยางหล่อดอก (Recamic)

แต่ละประเภทมีขนาดต่างๆและแบบต่างๆที่หลากหลาย

ในยางรถยนต์แต่ละชนิดจะมีโครงสร้างในที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะการนำยางรถยนต์นั้นไปใช้งาน แต่ยางรถยนต์ทุกชนิดจะมีโครงสร้างพื้นฐานที่คล้ายคลึงกัน ดังนี้

ขอบยาง (BEAD)

ขอบยางเป็นส่วนประกอบของยางรถยนต์ที่ติดอยู่กับกระทะล้อ ทำหน้าที่รักษารูปร่างของยางรถยนต์และเป็นส่วนที่ทำให้ยางติดกับกระทะล้อ รวมทั้งยังช่วยป้องกันไม่ให้อากาศภายในยางรถยนต์รั่วออกที่บริเวณรอยต่อระหว่างยางกับกระทะล้อ นอกจากนี้ยังเป็นส่วนที่กระจายน้ำหนักที่ตกอยู่กับยางรถยนต์ให้สม่ำเสมอยิ่งขึ้น โดยไม่ได้เป็นส่วนที่รับน้ำหนักโดยตรง

ขอบยางประกอบด้วยเส้นลวดที่มีความแข็งแรงหลายๆเส้นมาประกอบเข้าด้วยกันเป็นวงกลม ซึ่งจะเป็นหลักยึดของยางทั้งเส้น เส้นลวดพวกนี้จะถูกเคลือบด้วยยางก่อนจะนำมาประกอบเป็น BEAD และหลังจากนั้นจะถูกนำมาหุ้มด้วยยางที่แข็งแรงกว่า ซึ่งเรียกว่า BEAD FILLER เป็นส่วนที่ช่วยรองรับน้ำหนักที่ตกลงมาจากขอบยาง และช่วยให้ชั้นผ้าใบในส่วนที่พับได้รูปทรง เส้นลวดที่ใช้ทำขอบยางนี้เป็นลวดเหล็กที่ถูกฉาบด้วยทองแดงหรือทองเหลืองเพื่อป้องกันการเกิดสนิม แต่มีผลให้ประสิทธิภาพในการยึดตัวของลวดกับยางลดลงมาก ในยางประเภทที่ไม่มียางในหรือยางเรเดียล ขอบยางจะประกอบด้วยลวด 5-6 เส้น และในยางที่มีขนาดใหญ่ขึ้นจำนวนเส้นลวดที่ใช้ทำขอบยางก็จะมากขึ้นด้วย เพื่อให้ลวดอยู่ใกล้ขอบยางมากที่สุด และอยู่ห่างจากส่วนที่มีการโค้งงอเกิดขึ้นตลอดเวลา เช่น แก้มยาง ไหล่ยาง

I22238219

หน้ายาง (TREAD)

คือยางส่วนนอกหรือดอกยาง เป็นส่วนนอกสุดของยางที่สัมผัสถนน ส่วนนี้จะทำให้เกาะกับถนน ดังนั้นเนื่อยางที่ใช้ทำหน้ายางจึงต้องเป็นส่วนผสมที่ให้ความแข็งแรงและทนทานต่อการเสียดสีสึกกร่อนสูง วิศวกรจะต้องออกแบบยางให้มีการเกาะถนนดีและเหมาะสมกับการใช้งานเฉพาะอย่าง ดังนั้นจะเห็นว่ายางประเภทหนึ่งๆ จะแบ่งออกเป็นหลายแบบ ขึ้นอยู่กับชนิดของเนื้อยาง ดอกยาง และขนาดยาง

ชนิดของยางที่ใช้ทำหน้ายางส่วนมากเป็นยางธรรมชาติ โพลิบิวทาไดอีน สไตรีนบิวทาไดอีน โพลีไอโซพรีน ซึ่งสามารถทนต่อการเสียดสีได้ดีมาก และนอกจากนี้หน้ายางเราอาจจะใส่แผ่นยางบางที่เรียกว่า CUSHION ติดกับหน้ายางเพิ่มเติม เพื่อให้มีความร้อนเกิดขึ้นน้อยที่สุดขณะเกิดการโค้งงอของขอบยาง และช่วยให้หน้ายางเกาะกันได้ดีขึ้น นอกจากนี้เราอาจใส่แผ่นผ้าใบที่เรียกว่าเบรคเกอร์ ซึ่งเป็นส่วนที่ช่วยเสริมความแข็งแรงให้แก่หน้ายาง โดยรองไว้ใต้ CUSHION อีกชั้นหนึ่ง

เมื่อส่วนของ TREAD นี้ถูกอบในเครื่องอบยางจะมีรูปร่างต่างๆเหมือนแบบพิมพ์ทุกประการ ส่วนนี้เป็นส่วนป้องกันชั้นผ้าใบเนื่องจากรอยขีดข่วนและรอยแผลที่ไม่ค่อยลึกนัก ในยางบางชนิดนั้นอาจมีการสร้างที่แตกต่างออกไป คือส่วนที่เป็นดอกยางและแก้มยางจะเป็นคนละชั้น ซึ่งอาจจะเรียกการสร้างยางชนิดนี้ว่า Cap-Base Construction ซึ่งส่วนที่แยกออกนี้อาจจะเป็นยางสต็อกเดียวกันหรือคนละสต็อกก็ได้ขึ้นอยู่กับชนิดของยางรถยนต์ สำหรับยางที่ใช้สต็อกเดียวกันอาจเรียก Unit Tread

โดยทั่วไปแล้ว ดอกยางจะมีโครงสร้างซึ่งเป็นลักษณะสำคัญ 3 ส่วน คือ

1) RIB คือส่วนที่เป็นดอกยางนูนออกมาสัมผัสกับพื้นถนน

2) GROVE คือส่วนของร่องดอก

3) SIP คือส่วนของร่องดอกที่บากลึกลงใน RIB

ดอกยางมีผลต่อสมบัติของยางรถยนต์ดังนี้

1) ระยะทางในการวิ่ง (Mileage)

2) การบังคับพวงมาลัย (Handing)

3) เสียงที่เกิดจากการสั่นสะเทือน (Amount of Road Noise

4) การยึดเกาะถนน (Traction)

แก้มยาง (SIDEWALL)

แก้มยางเป็นส่วนของยางที่อยู่ระหว่างขอบยางและหน้ายาง คุณสมบัติของแก้มยางคือต้องมีความคงทนต่ออากาศ แสงแดด เนื้อยางที่ใช้ทำแก้มยางนี้อาจเป็นยางชนิดแข็งหรืออ่อนก็ได้ แต่ยางชนิดอ่อนจะทำให้แก้มยางมีความยืดหยุ่นได้มากกว่า จึงสามารถรับแรงกระแทกจากพื้นถนนที่ขรุขระได้ดี และยังช่วยป้องกันการสั่นสะเทือนได้ดีอีกด้วย

นอกจากนี้แก้มยางยังเป็นส่วนที่บอกรายละเอียดเกี่ยวกับยางเส้นนั้นๆ รายละเอียดที่อยู่บนแก้มยางได้แก่ เครื่องหมายการค้า ชื่อเรียก ขนาดของยาง

โครงชั้นใน (CARCASS)

ส่วนสำคัญของโครงชั้นในคือเส้นไนล่อนที่ฉาบยางซ้อนกันเป็นชั้น ซึ่งส่วนนี้จะเป็นโครงสร้างของยางทั้งเส้น ความแข็งแรงทนทานนี้ขึ้นอยู่กับจำนวนชั้นผ้าใบของไนลอน ผ้าใบที่ใช้กันในตอนแรกเป็นผ้าใบที่ทำด้วยฝ้าย ต่อมานิยมใช้เรยอนและไนลอน แต่เนื่องจากเรยอนดูดความร้อนได้ดี ทำให้ยางไม่ฉาบแน่น เป็นสาเหตุให้ยางบวมภายหลังการอบ ปัจจุบันนิยมใช้ไนลอนมากที่สุด

การฉาบยางลงบนผ้าใบอาจจะฉาบเพียงหน้าเดียวหรือสองหน้าก็ได้ แต่เพื่อเพิ่มความแข็งแรงของผ้าใบจึงนิยมฉาบทั้งสองหน้ามากกว่า การฉาบยางในตอนแรกจะเป็นการอัดเนื้อยางเข้าไปตามร่องของผ้าใบ ส่วนการฉาบยางในครั้งที่ 2 เป็นการฉาบลงบนผ้าใบ ผ้าใบที่ฉาบยางแล้วจะนำไปตัดให้ได้ขนาดเป็นแถบพอเหมาะกับขนาดล้อแล้วต่อเป็นวงกลม จากการตัดผ้าใบให้เป็นมุมเพื่อนำมาต่อเป็นวงกลมจะทำให้เส้นใยของผ้าใบทำมุมขวางกับแนวเส้นรอบล้อ ทำให้สามารถรับแรงกดหรือแรงอัดได้ดี

ส่วนของโครงชั้นในแบ่งเป็น 2 ชั้นย่อย ได้แก่

1) TREAD PLY & STABILIZER PLY

สำหรับในยางธรรมดาเป็น Tread Ply ซึ่งติดอยู่กับ Tread เป็นชั้นแรกของโครงผ้าใบ แต่ในชั้นนี้อาจจะมีหรือไม่มีก็ได้ ขึ้นอยู่กับกับการออกแบบชนิดของยาง ถ้ามีก็เพื่อต้องการให้มีการยึดตัวกันระหว่าง Tread และชั้นผ้าใบชั้นต่อๆไปได้ดียิ่งขึ้น ทำให้ส่วน Tread มีความแข็งแรงมากขึ้น

2) BODY PLY

ความจริงแล้วชั้นของ Tread Ply or Stabilizer Ply ก็เรียกรวมกันเป็นโครงผ้าใบของยางรถยนต์เหมือนกัน แต่ต้องการแยกให้เห็นชัดเจนยิ่งขึ้นจึงแบ่งได้อีกหัวข้อ ในชั้นนี้จะเป็นตัวที่รับน้ำหนักของยางรถยนต์ ซึ่งอาจมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับการใช้งานในสภาพ

ต่างๆ ผ้าใบของยางรถยนต์จะประกอบไปด้วยเส้นใยไนลอนและมียางเคลือบอยู่ที่ผิวทั้งสองข้างของไนลอน

ผ้าใบรัดหน้ายาง (CAP PLY)

ผ้าใบรัดหน้ายางเป็นชั้นผ้าใบที่มีอยู่เฉพาะในยางเรเดียลเสริมใยเหล็ก โดยอยู่ระหว่างหน้ายางกับ Stabilizer Ply ที่เป็นใยเหล็ก ผ้าใบชั้นนี้ช่วยรัด Stabilizer Ply ให้อยู่เฉพาะหน้ายางและไม่ให้ใยเหล็กนี้ทำความเสียหายแก่หน้ายาง ผ้าใบรัดหน้ายางเป็นผ้าใบเช่นเดียวกับโครงสร้างชั้นใน แต่ไม่ได้ทำหน้าที่ในการรับน้ำหนัก จึงไม่จัดรวมอยู่ในโครงชั้นใน

ส่วนช่วยระบายความร้อน (TREAD PLY)

เป็นยางที่อยู่บริเวณไหล่ของหน้ายางรถยนต์ ทำหน้าที่ระบายความร้อนออกจากหน้ายาง เนื่องจากบริเวณไหล่ของหน้ายางไบแอสเป็นส่วนที่หนาที่สุดของยาง จึงสะสมความร้อนไว้มากที่สุดและจำเป็นต้องมีส่วนที่มาช่วยในการระบายความร้อน เพื่อป้องกันการระเบิดของยางในขณะวิ่ง

คูชั่น (CUSHION)

คือ ส่วนของยางซึ่งเป็นแผ่นบางๆ เสริมติดไว้ใต้ดอกยาง เพื่อให้ดอกยางเกาะติดกับโครงชั้นในได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น นอกจากนี้ยังช่วยให้ความร้อนที่เกิดจากการโค้งงอของยางลดลงอีก

เบรคเกอร์ (BREAKER)

เป็นแผ่นผ้าใบที่ทำหน้าที่ช่วยเสริมความแข็งแรงให้กับหน้ายาง เบรคเกอร์นี้จะรองอยู่ใต้ยางเสริมอีกชั้นหนึ่ง

เชฟเฟอร์ (CHAFER)

เป็นชั้นผ้าใบที่ใช้หุ้มขอบยางและ Bead Filler ให้กระชับยิ่งขึ้น เนื่องจากแก้มยางและขอบยางซึ่งต้องพอดีกับขอบกระทะล้อนั้นเป็นส่วนที่รับน้ำหนักมากส่วนหนึ่ง น้ำหนักส่วนนี้อาจทำให้ยางหลุดจากขอบกระทะล้อได้ จึงต้องมี Chaffer มาเพิ่มความแข็งแรงแก่ขอบยางและแก้มยาง

ยางแทนยางใน (INNER LINER)

คือ ส่วนของยางในชั้นใด้สุด ซึ่งจะต้องมีในยางรถยนต์ชนิดที่ไม่ใช้ยางใน โดยยางที่ใช้ทำจะเป็นยางสังเคราะห์ประเภทฮาโลบิวทิว ได้แก่ ยางคลอโรบิวทิล หรือ ยางโบรโมบิวทิล ซึ่งมีคุณสมบัติในการป้องกันการรั่วซึมของอากาศได้ดีมาก ยางแทนยางในนี้จะช่วยให้อากาศซึ่งอยู่ในยางรถยนต์ได้มากและนานขึ้น จึงไม่จำเป็นต้องมีการสูบลมบ่อยๆ และยังไม่ให้อากาศผ่านเข้าไปถึงชั้นในของใยเหล็กซึ่งอาจทำให้เกิดสนิมได้ง่าย นอกจากนี้การใช้ยางแทนยางในยังช่วยป้องกันไม่ให้เกิดอันตรายจากการระเบิดอีกด้วย

ดอกยาง

ลักษณะของดอกยาง อาจแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท ได้แก่

1) RIB TYPE (ลายสร้อย)

ลายของดอกยางจะเรียงตามแนวของเส้นรอบวงมีผลต่อการรีดน้ำดีขึ้น ซึ่งจะช่วยให้รักษาการทรงตัวด้านข้างได้ดี ป้องกันไม่ให้เกิดการเซซ้ายหรือเซขวาในขณะที่รถวิ่งหรือเลี้ยว ดอกยางชนิดนี้มักใช้กับล้อหน้าของรถบรรทุก เพราะยางล้อหน้ามีความสำคัญต่อการขับขี่รถยนต์เป็นอย่างมาก ในขณะที่เกิดการระเบิดของยางขึ้น ถ้าเป็นยางล้อหน้าโอกาสที่จะทำให้รถคว่ำมีมากกว่ายางล้อหลัง ดังนั้นจะเห็นว่าดอกยางแบบ RIB TYPE จะมีผลต่อการทรงดัวด้านข้างเป็นหลัก

2) LUG TYPE (ลายบั้ง)

เป็นลายดอกยางตามแนวขวางกับหน้ายาง ดอกยางประเภทนี้มักใช้กับล้อหลังของรถบรรทุก เพราะว่าดอกยางประเภทนี้ออกแบบมาเพื่อต้องการแรงตะกุยไปข้างหน้าเพื่อให้รถสามารถเคลื่อนไปข้างหน้า

3) TIB & LUG TYPE (ลายผสม)

เป็นลายดอกยางที่นำเอาแบบที่ 1 และแบบที่ 2 มารวมกัน จุดประสงค์เพื่อจะนำเอาข้อดีของทั้งสองแบบมารวมกัน มักจะพบตามรถยนต์นั่งและรถขนาดกลาง

ดอกยางมีผลต่อยางรถยนต์นั่งดังนี้

1) ระยะทางในการวิ่ง (MILEAGE)

2) การบังคับพวงมาลัย (HANDING)

3) เสียงที่เกิดจากแรงสั่นสะเทือนขณะขับขี่(AMOUNT OF ROAD NOISE)

4) การยึดเกาะถนน (TRACTION)

<u>หน้าที่ของยางรถยนต์</u>

1) รับน้ำหนัก

2) บังคับทิศทาง

3) ถ่ายทอดกำลังขับเคลื่อน

4) บังคับทิศทาง

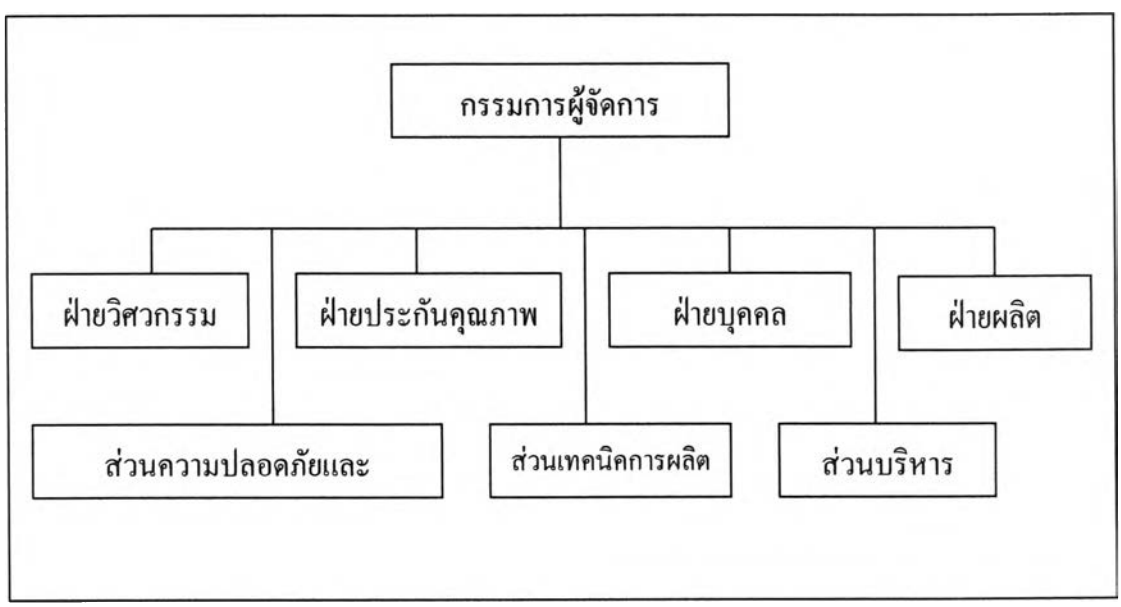
5) ให้ความนิ่มนวล

6) ช่วยในการหยุดรถ

3.3 การศึกษาด้านการบริหารงานในองค์กร

<u>ผังโครงสร้างองค์กร</u>

แสดงโครงสร้างการบริหารตามฝ่ายและส่วนต่างๆ โดยไม่รวมถึงแผนกที่อยู่ในแต่ละฝ่ายและส่วนต่างๆนั้นดังแสดงในรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 ผังองค์กรของโรงงานตัวอย่าง

ฝ่ายวิศวกรรม ดูแลเกี่ยวกับการซ่อมบำรุง และการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน การออกแบบติดตั้ง การปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่องจักรในกระบวนการผลิต ระบบพลังงาน เช่น น้ำ ไฟฟ้า ไอน้ำ เป็นต้น อีกทั้งดูแลระบบการป้องกันเหตุฉุกเฉินต่างๆ การดูแลอาคาร สถานที่ ด้านสาธารณูปโภคต่างๆ

ฝ่ายประกันคุณภาพ ดูแลระบบบริหารด้านคุณภาพโดยรวม โดยมีการติดตาม ตรวจสอบปัญหาคุณภาพที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต การนำสถิติมาใช้ควบคุมในกระบวนการ การตรวจสอบวัตถุดิบ ผลิตภิณฑ์ ในกระบวนการ ทั้งการตรวจสอบทางด้านเคมีและทางกายภาพ เพื่อรับประกันว่าผลิตภัณฑ์ที่ทำการผลิตเป็นไปตามข้อกำหนด

ฝ่ายบุคคล ดูแลเกี่ยวกับพนักงาน เช่น การว่าจ้าง การรับพนักงานใหม่ การจัดฝึกอบรม การพัฒนาพนักงาน เป็นต้น อีกทั้งดูแลทางด้านกฎหมาย ความสัมพันธ์กับชุมชน และส่วนงานราชการ

ฝ่ายผลิต ดูแลการผลิต คุณภาพ การส่งมอบสินค้า และเรื่องต่างๆที่เกี่ยวข้องในกระบวนการผลิต เช่น เครื่องจักร พนักงาน วัตถุดิบ เป็นต้น ให้สามารถดำเนินการผลิตให้มีประสิทธิภาพ และการควบคุมด้านคุณภาพในกระบวนการผลิต

ส่วนความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม ดูแลเกี่ยวกับระบบการจัดการสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัย การวิเคราะห์ ติดตาม และตรวจสอบ และให้มีการพัฒนาด้านความปลอดภัย และสิ่งแวดล้อมของโรงงาน

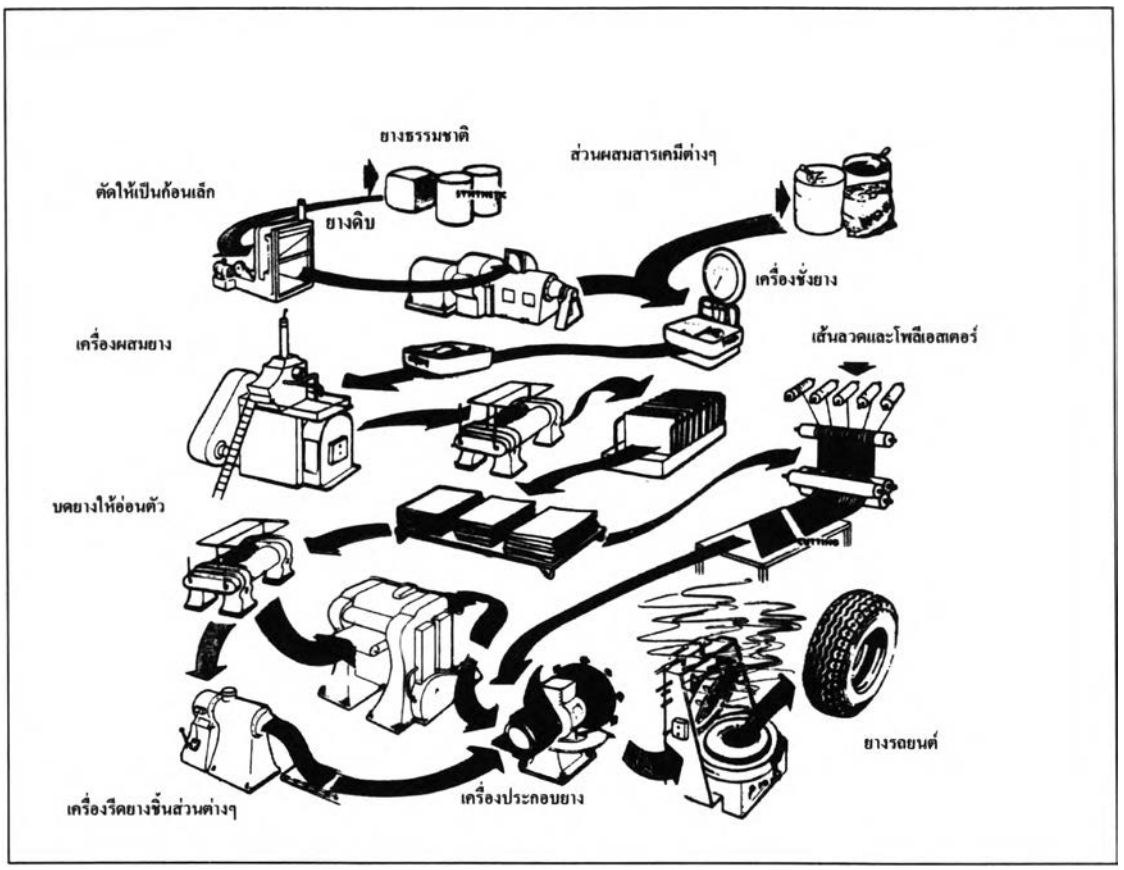
ส่วนเทคนิคการผลิต ดูแลการออกแบบผลิตภัณฑ์ การทดลองสำหรับผลิตภัณฑ์ใหม่ หรือการทดลองเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงใดๆที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตที่อาจมีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ การติดตาม วิเคราะห์ และเสนอแนะปัญหาทางคุณภาพที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต

ส่วนบริหาร ประกอบด้วยแผนกวางแผนการผลิต แผนกจัดซื้อวัดตุดิบ แผนกจัดซื้อทั่วไป แผนกบัญชีและต้นทุน แผนกวิศวกรรมอุตสาหการ และแผนกเทคโนโลยีสารสนเทศ โดยรวมทั้งหมดแล้วทางส่วนบริหาร มีหน้าที่ในการดูแลโดยให้มีส่วนสนับสนุนข้อมูล การวางแผนและกำหนดและจัดหาทรัพยากรต่างๆ สำหรับการผลิต และส่วนต่างๆ

3.4 การศึกษาด้านกระบวนการผลิต

3.4.1 การศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการผลิตยางรถยนต์ทั่วไป

กระบวนการผลิตยางรถยนต์โดยทั่วไป สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.2



รูป 3.2 ภาพแสดงกระบวนการผลิตทั่วไปสำหรับการผลิตยางรถยนต์

กระบวนการผลิตยางรถยนต์มีส่วนใหญ่ๆอยู่ 5 กระบวนการหลักดังนี้

1) กระบวนการผสมยาง

2) กระบวนการเตรียมชิ้นส่วน

3) กระบวนการประกอบยาง

4) กระบวนการอบยาง

5) กระบวนนากรตรวจแต่งสินค้าสำเร็จรูป

ในแต่ละกระบวนการขั้นตอนย่อยต่างๆ โดยมีรายละเอียดดังนี้

กระบวนการผสมยาง

จากสูตรของการผสมยาง จะสามารกำหนดอัตราส่วนของวัตถุดิบและเคมีภัณฑ์ต่างๆไว้ ผสมยางทำได้ 2 วิธี คือ การผสมในเครื่องผสมบานบูรี (BANBURY MIXER) และการผสมบนลูกกลิ้ง (MILL)

การผสมในบานบูรีจะใช้เวลาน้อยกว่า และสามารถผสมยางในปริมาณที่มากกว่าบนลูกกลิ้ง มีการควบคุมกระบวนการผสมยางได้ 3 วิธี

(1) การใช้เวลา วิธีนี้ไม่เหมาะสมในกรณีที่บานบูรีมีอุณหภูมิสูง จะทำให้ยางที่ผสมได้รับความร้อนมากเกินไปอาจทำให้ยางไหม้ (LUMPY)

(2) การใช้อุณหภูมิควบคุม ในกรณีที่อุณหภูมิคงที่วิธีนี้จะเหมาะสม แต่ถ้าอุณหภูมิสูงจะทำให้ยางผสมกันไม่ดี

(3) การใช้กำลังงานควบคุม วิธีนี้จะได้ผลดีเมื่อการควบคุมด้วยอุณหภูมิไม่ได้ผล คือเหมาะที่จะดำเนินการในช่วงที่อุณหภูมิในบานบูรีสูง การใช้อุณหภูมิควบคุมจะทำให้ยางหล่นลงมาก่อนที่ยางจะเข้ากัน เมื่อผสมยางจนถึงจุดที่กำหนดแล้วประตูเครื่องผสมก็จะเปิดออกและยางจะตกลงมา การผสมที่บานบูรีเป็นการผสมแบบ Batch Process ขั้นตอนการผสมยางมี 3 ขั้นตอนคือ

- Master Batch
- Remill
- Final Step

Master Batch เป็นการผสมยางดิบซึ่งอาจจะเป็นยางธรรมชาติหรือยางสังเคราะห์ หรือในบางสต๊อกมียางทั้งสองชนิดผสมกัน ให้เข้ากับสารเคมี แต่จะไม่รวมถึงสารวัลคาไนซ์ ตัวเร่งปฏิกิริยา สารเสริมตัวเร่งปฏิกิริยา รีทาเดอร์ ซึ่งถ้าผสมสารพวกนี้ในขั้นตอนนี้จะทำให้ยางสุกก่อนที่จะนำไปใช้งาน รวมทั้งอุณหภูมิในการผสมยางจะต้องควบคุมไม่ให้มากเกินไป คือประมาณ 300°F ในกรณีที่สารเคมีที่จะเติมมีอยู่มาก ก็จะทำ Master Batch ซ้ำอีก โดยการแบ่งสารเคมีครึ่งหนึ่งเข้าไปผสมก่อน จากนั้นจะนำ Batch ที่ผ่านการผสมแล้วมาผสมอีกที โดยการเติมสารเคมีส่วนที่เหลือมาผ่านกระบวนการอีกทีหนึ่ง ยางที่ต้องการความนิ่มมากกว่าปกติก็จะนำยางมาผ่านในบานบูรี โดยไม่ต้องเติมสารเคมีใดๆ เราเรียกว่า Master Rubber จากนั้นจึงนำเข้ากระบวนการแทนยางเดิม

Remill เป็นกระบวนการต่อจาก Master Batch ซึ่งในยางบางสต็อกอาจจะไม่ต้องทำ ในขั้นตอนนี้เพียงแต่ทำให้ยางนิ่มพอเหมาะก่อนที่จะนำไปเข้าสู่ขั้นตอนที่ 3 ต่อไป

Final Step เป็นขั้นตอนสุดท้ายของการผสมยาง ขั้นตอนนี้จะใส่สารวัลคาไนซ์รวมทั้งตัวเร่งปฏิกิริยา สารเสริมตัวเร่งปฏิกิริยา และรีทาเดอร์ อาจใส่ทุกตัวหรือใส่เฉพาะตัวขึ้นอยู่กับสูตรของยางแต่ละสูตรว่าจะใช้ทำส่วนใดของยางรถยนต์ ซึ่งสารที่ใส่ลงไปนั้นจะเป็นสารสำคัญที่ทำให้ยางถูกวัลคาร์ไนซ์ ขั้นตอนนี้จะต้องควบคุมอุณหภูมิให้แน่นอน มิฉะนั้นยางจะถูก Cure ก่อนจะนำไปใช้งานอุณหภูมิในการอบยางไม่ควรเกิน 220°F อุณหภูมิสุดท้ายในบานบูรีเรียกว่า Bump Temperature

ยางที่ผ่านผสมในบานบูรีจะถูกนำไปบดในลูกกลิ้ง (MILL) ก่อนแล้วจึงถูกส่งไปตามสายพาน ในช่วงที่อยู่บนสายพานยางจะถูกฉีดด้วยสบู่ เพื่อเป็นการลดอุณหภูมิของยางที่ผสมแล้วไม่ให้ร้อนเกินไป และมีการเป่าลมเพื่อให้น้ำสบู่แห้ง น้ำสบู่นี้จะช่วยไม่ให้ยางติดกันเพราะจะต้องเก็บรวมกันไว้ก่อนที่จะนำไปใช้ น้ำสบู่มีส่วนผสมที่ใช้คือ น้ำ สบู่ Clay การใส่ Clay เพื่อให้น้ำสบู่มีความเข้มข้นสามารถติดบนยางได้เมื่อฉีดลงบนยาง และเป็นตัวที่ทำให้น้ำสบู่ไม่เกิดฟอง ยางที่นำมาผ่านน้ำสบู่จะถูกนำมารวมกันไว้ โดยอุณหภูมิส่วนนี้เรียกว่า Loading Temperature ซึ่งอยู่ประมาณช่วง 110°F ยางที่เก็บไว้จะถูกนำไปเข้าขั้นตอนการรีดยาง (Extruder)

<u>กระบวนการเตรียมชิ้นส่วน</u>

- การรีดยาง

ยางที่ผ่านการ Aging จะถูกนำมารีดยาง (Extrude) เพื่อจะออกมาเป็นส่วนประกอบต่างๆ เช่น TREAD, SIDE WALL

EXTRUDE ที่ใช้มี 2 ประเภท คือ

(1) HOT FEED EXTRUDER คือ EXTRUDER ที่ต้อง WARM ยาง โดยการผ่าน MILL แล้วตัดเป็นแผ่น ก่อนเข้าเครื่อง EXTRUDER

(2) COLD FEED EXTRUDER คือ ยางที่ WARM แต่ภายในเครื่องสามารถตั้งอุณหภูมิได้ ยางจะถูกอุ่นในเครื่องเอง

ยางที่ผ่านเข้าเครื่อง HOT FEED EXTRUDER ธรรมดาการอุ่นยางจะประกอบด้วย MILL 3 ตัว คือ

1. BREAK DOWN MILL

2. INTERMEDIAT MILL

3. FEED MILL

BREAK DOWN MILL เป็นการผ่าน MILL ที่ทำหน้าที่บดยางที่เป็นแผ่นให้เข้ากันได้ดี ยางที่จะต้องใส่ไม่ควรมีปริมาณมากเพราะยางอาจไหม้ได้

FEEDยางที่ผ่านการประกอบจะ AGEING ไว้ประมาณ 8 ชั่วโมง เพื่อให้ยางมีคุณภาพที่ดี MILL เป็นการบดยางครั้งสุดท้าย เพื่อเตรียมยางสู่ CONVEYOR

- การรีดยางเป็น TREAD

EXTRUDER ที่ใช้รีด TREAD เรียกว่า DUAL HEAD TUBER (D.H.T.) เป็น EXTRUDER ที่ใส่ยาง 2 STOCK คือจะรีดยางออกมาเป็นหน้ายางที่ประกอบด้วย BASE กับ TREAD อยู่ในหน้ายางเดียวกัน สำหรับยาง BIAS

แต่ถ้าเป็นยางเรเดียลจะใช้ยาง STOCK เดียว เพราะยางเรเดียลไม่ต้องมีส่วนประกอบที่เป็น BASE เริ่มด้วยยางที่ผ่านการ AGEING แล้วเข้ามา D.H.T. ยางจะถูกใส่ทั้งแผ่นโดยไม่ต้องตัดให้เป็นแผ่นบางๆ

เครื่อง D.T.H. เป็น COLD FEED EXTRUDER ซึ่งยางจะถูก WARM ภายในตัวเครื่องเอง ภายในตัวเครื่องจะมีระบบ COOLING อยู่ที่หัว เพื่อป้องกันการ CURE ของยาง อุณหภูมิที่ยางถูกรีดออกมาจะอยู่ในช่วงที่กำหนดเพราะถ้าอุณหภูมิต่ำเกินไปยางจะรีดไม่ออก ถ้าสูงเกินไปยางจะไหม้

ยางที่ออกจากหัวรีดจะผ่านมาตามสายพาน ซึ่งมีหน้าที่ควบคุมความกว้างของยางและสามารถชั่งน้ำหนักและความหนาของยางให้ได้ตามที่กำหนด จากนั้นยางจะถูกเคลือบด้วย CUSHION ซึ่งเป็นส่วนประกอบที่รองใต้ TREAD จากนั้นยางจะถูกฉีดด้วยน้ำ เพื่อให้ยางเย็นตัวและทำความสะอาด จากนั้นยางจะถูกตัดด้วยเครื่องตัดอัตโนมัติ รอยตัดจะเป็นแนวเฉียง ที่รอยเฉียงนี้จะถูกทาด้วย TREAD SPLICER CEMENT เพื่อเวลานำทั้งสองสองข้างมาต่อกันจะได้ติดดียิ่งขึ้น ยางที่ถูกตัดเรียกว่า BOOKING TREAD

ยางที่ตัดเสร็จแล้วจะถูกเก็บใน TRAY ซึ่งประกอบกันหลายๆชั้น ยางจะถูกปิดอย่างมิดชิดเพื่อป้องกันฝุ่นละอองและรังสี ULTRA VIOLET ที่จะคอยทำลายพันธะในยาง ซึ่งอาจทำให้ยางเสีย คุณสมบัติได้

- การเคลือบยางลงบนผ้าใบไนลอน

ผ้าใบที่ใช้จะต้องผ่านจากแผนก RAW MATERIAL เสียก่อน ผ้าใบที่ใช้เป็นไนลอนเป็นใยทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งทำหน้าที่เป็นโครงสร้างที่ทำให้ส่วนต่างๆของยางรถยนต์ยึดติดกันได้

การเคลือบยางกับผ้าใบจะกระทำด้วยเครื่อง CALENDER ซึ่งเป็นแบบ 3 ลูกกลิ้ง จึงไม่สามารถฉาบยางลงบนผ้าใบครั้งละ 2 หน้าได้ ยางที่นำมาเคลือบต้องผ่านการควบคุมอย่างดีจากทางห้อง LAB การเคลือบจะเคลือบทั้ง 2 ด้านของชั้นผ้าใบ

เริ่มต้นด้วยการขึงผ้าใบให้ตึงที่สุด ในขั้นนี้ถ้าผ้าใบมีคุณสมบัติที่สามารถดูได้จากเส้นคอร์ดตามขวาง ถ้าดีเส้นคอร์ดจะเรียงตรงกัน จากนั้นผ้าใบจะถูกส่งมาที่ MILL 3 ตัว เรียงกันในแนวดิ่ง ยางที่ใช้จะถูกบดบน MILL และถูกอัดด้วย PRESSURE ให้เข้าตามร่องของผ้าใบที่ MILL ล่าง ความดันที่ใช้ประมาณ 800-1000 PSI ต้องมีการควบคุม MILL ให้ได้ความร้อนตามที่กำหนด

ลูกกลิ้งตัวบนและตัวล่างจะเป็นลูกกลิ้งที่มีน้ำร้อนอยู่ภายใน ซึ่งทำหน้าที่ในการบดยางแล้วส่งต่อไปยัง MILL ล่าง ซึ่งเป็นลูกกลิ้งเย็น ลูกกลิ้งล่างทำหน้าที่ดัดยางเข้าไปแทรกในผ้าใบไนลอนหรือ เรยอนที่นำมาเคลือบ ซึ่งต้องผ่านการ DIPPING มาแล้ว ยางที่อัดลงบนผ้าใบแล้วจะถูกขึงให้ตึงอีกครั้งหนึ่ง เพื่อให้ความตึงและเป็นการ COOLING จากนั้นจะถูกเจาะรูด้วยเครื่อง PIRECE ROLL เพื่อไล่อากาศก่อนม้วนเก็บ ยางที่เคลือบผ้าใบแล้วจะถูกตัดมาเช็คความหนา

- การตัดผ้าใบ

ผ้าใบที่ถูกเคลือบด้วยยางแล้วจะถูกนำมาตัดด้วยเครื่องอัตโนมัติ ซึ่งสามารถตั้งมุมที่จะตัดตามต้องการได้ มุมของผ้าใบ (BIAS ANGLE) จะมีผลเกี่ยวกับการทรงตัวของยาง จึงต้องคำนึงถึงเรื่องมุมเป็นสำคัญ ยางธรรมชาติมีคุณสมบัติด้าน TACK ดีมาก ดังนั้นการต่อผ้าใบหลังจากการตัดจึงไม่ต้องใช้ CEMENT ช่วย

ผ้าใบของยางเรเดียลจะตัดตั้งฉากกับผ้าใบ ส่วนผ้าใบของยางไบแอสจะตัดทำมุม 45-60 องศากับผ้าใบ สำหรับผ้าใบที่ใช้ทำ TREAD PLY จะตัดให้มีความกว้างเท่ากับยางเรเดียลแต่ละขนาด ส่วนมุมของผ้าใบส่วนนี้จะเป็นมุมของเส้นใยเรยอนสานกัน

- การทำขอบยาง

ขอบยางเปรียบเสมือนจุดศูนย์รวมของยาง เป็นแกนให้กับยางทั้งเส้น ถ้าขอบยางเกิดการเสียหายอาจจะเกิดความเสียหายถึงชีวิตได้ ส่วนนี้จึงเป็นส่วนที่สำคัญที่สุด วัสดุที่ใช้ทำขอบลวดจึงต้องใช้วัสดุที่ดี เส้นลวดที่ทำขอบยางเป็นเส้นลวดที่มีความเหนียวแน่นเป็นพิเศษ ลวดนี้ถูกฉาบด้วยทองแดงและยางอีกชั้นหนึ่ง

จากเครื่องรีดยางเล็กๆ เส้นลวดนี้จะถูกม้วนพันเข้ามาด้วยวงล้อที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางตามที่กำหนดไว้ จนกระทั่งครบรอบที่ต้องการก็จะถูกตัดออกโดยอัตโนมัติ จำนวนเส้นลวดจะขึ้นอยู่กับชนิดของยางที่จะใช้กับรถชนิดใด

การทำเริ่มด้วยการเคลือบเส้นลวดด้วยยาง จากนั้นนำเข้าเครื่องม้วนให้ได้จำนวนรอบที่ต้องการ ขอบล้อบางรุ่นจะนำมาใส่ BEAD FILLER และ BEAD INSULATOR ใน PLY หนึ่งๆจะประกอบด้วยเส้นลวดสี่เส้นเรียงห่างกันพอสมควร เส้นลวดที่ใช้มีขนาดเดียวกัน ยางที่เคลือบต้องออกสูตรให้มีความแข็งแรงมาก เมื่อเอาลวดมาทำเป็นวง ความยาวของลวดรอบสุดท้ายที่มาเกยนั้นขึ้นอยู่กับ SPECIFICATION ในการทำ BEAD INSULATOR ทำหน้าที่เป็นตัวที่ไม่ให้เกิดช่องว่างขึ้นระหว่างผ้าใบกับเส้นลวด

<u>กระบวนการสร้างยางรถยนต์</u>

เมื่อส่วนประกอบต่างๆถูกตระเตรียมเรียบร้อยแล้ว ก็จะเป็นการประกอบส่วนต่างๆเข้าด้วยกันเป็นยางรถ ยางรถจะถูกนำมาประกอบขึ้นบนแบบที่หุบได้ ชั้นไนลอนจะถูกวางทับกันเป็นชั้นๆ และจะพันกับขด ลวด หลังจากนั้นยางชั้นนอกและส่วนกลางก็จะประกอบเข้ามา เมื่อทำยางเสร็จแล้วก็จะหุบแบบเพื่อเอายางดิบออกจากแบบ ยางดิบนี้จะมีรูปร่างเหมือนถังที่ไม่มีฝาปิด ยางที่ประกอบเสร็จเรียกว่า GREEN TIRE สำหรับไบแอสจะมีรูปร่างเหมือนถังน้ำที่ไม่มีฝาบนและฝาล่าง ส่วนยางเรเดียลจะมีรูปร่างเหมือนตุ่มน้ำที่ตรงกลางป่องออกมากๆ

<u>กระบวนการอบยาง</u>

การอบยางเป็นการนำยางที่ผ่านการประกอบเรียบร้อยแล้วมาทำให้เกิดปฏิกิริยาวัลคาไนซ์เซชั่น มีการ CROSS LINK ยางก่อนที่จะเข้าอบ ต้องทาด้วย BAN PLY DOPE ในบริเวณภายในเพื่อป้องกันการติดกันของยางกับ BLADDER เวลาอบ ยางที่ผ่านการอบจะมีความแข็งแรงมากขึ้นคุณสมบัติต่างๆจะเปลี่ยนไปจากเมื่อเป็นยางดิบ

สิ่งที่ทำให้ยางเกิดการวัลคาไนซ์ได้นอกจากความร้อนแล้วยังมี ออกซิเจน และแสงอาทิตย์ แต่ที่ทางโรงงานใช้คือ ความร้อนจากไอน้ำ

กระบวนการตรวจแต่งสินค้าสำเร็จรูป

ยางที่อบแล้วทุกเส้นจะต้องผ่านการตรวจดังนี้

(1) INSPECTOR (ตรวจด้วยสายตา) เพื่อดูข้อบกพร่องและความเรียบร้อยสวยงามตามมาตรฐานยางที่มีตำหนิจะต้องถูกคัดออก

(2) X-RAY ยางเรเดียลเสริมใยเหล็กทุกเส้นจะต้องผ่านการตรวจด้วยเครื่อง X-RAY เพื่อดูการเรียงตัวของเส้นใยเหล็ก ความเรียบร้อยของการประกอบ STEEL BELT และสิ่งแปลกปลอม

(3) TUO (TIRE UNIFORMITY OPTIMIZATION) ยางเรเดียลทุกเส้นจะต้องผ่านการตรวจสอบจากเครื่องนี้ เพื่อวัดความกลมของวงล้อ (RADIAL RUN OUT) แรงเหวี่ยงหนีศูนย์ (RADIAL FORCE VARIATION) และค่าอื่นๆ อีก ที่เป็นปัจจัยที่ทำให้ยางเรเดียล "สั่น" ขณะที่ใช้งาน และวิ่งที่ความเร็วสูง

(4) STATIC BALANCE คือการตรวจหาจุดที่เบาที่สุดของยาง ซึ่งเป็นจุดที่ตรงกับตำแหน่งวาล์ว เมื่อใส่ขอบกระทะ

(5) SIDE WALL UNDULATION TEST คือการทดสอบความเรียบของแก้มยางเรเดียล (หรือทดสอบหาว่าแก้มยางเป็นคลื่นหรือเปล่า) เมื่อใส่ขอบกระทะและสูบลมตามที่กำหนด แก้มยางไม่เรียบ หรือเป็นคลื่นนั้น เป็นผลมาจากการต่อชั้น PLY หนาเกินไป ซึ่งไม่มีผลต่อ คุณภาพ แต่มีผลทางด้านความสวยงาม หลังจากผ่านการตรวจสอบดังกล่าวแล้วจะส่งเข้าโกดัง เพื่อจำหน่ายต่อไป

3.4.2 สรุปสาระสำคัญต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์ และกระบวนการผลิต

สาระสำคัญต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์ และกระบวนการผลิตโดยสรุปได้ดังนี้

- การรับวัตถุดิบ (Raw Material Store)
  - ตรวจสอบว่าวัตถุดิบที่ได้รับถูกต้องตามรหัส (Code) ของวัตถุดิบที่กำหนด
- การตรวจรับวัตถุดิบ (Raw Material Reception)
  - ตรวจสอบว่าวัตถุดิบ ที่ได้รับผ่านมาตรฐานการตรวจสอบที่กำหนด
- กระบวนการผสมยาง (Mixing)
  - ต้องตรวจสอบ วัตถุดิบก่อนใช้ว่า ผ่านการตรวจสอบมาตรฐานมาแล้วหรือไม่ โดยดูจากการสัญลักษณ์หรือรายละเอียดที่ระบุ

- มีการตรวจสอบในกระบวนการ

- การประกันคุณภาพโดยการเก็บตัวอย่างไปทดสอบว่ายางผสมที่ได้ผ่านมาตรฐานหรือไม่ เมื่อตรวจสอบแล้วว่าผ่านมาตรฐาน ก็ปล่อยให้ใช้ในกระบวนการต่อไป

- กระบวนการรีดยาง (Extruding)

  - ต้องใช้ยางผสมที่ผ่านการตรวจสอบว่าตรงตามมาตรฐานแล้ว

  - แผนกนี้ต้องควบคุม น้ำหนัก, ความกว้าง ความยาว ความหนาที่จุดต่าง ๆ และกระบวนการรีดยางที่อุณหภูมิไม่เกินที่กำหนดสำหรับ ส่วนผสมแต่ละสูตร / สต๊อค เพื่อให้ยางที่รีดแล้วมีคุณสมบัติครบถ้วนตามต้องการ

- กระบวนการทำบีด (Bead Room)

  - ใช้วัตถุดิบ ที่ผ่านการตรวจสอบแล้ว

  - ตรวจสอบโดยการวัดเส้นผ่านศูนย์กลาง (Diameter), จำนวนลวดในแต่ละชั้น และจำนวนชั้นในการตัดลวด (Ply และ Strand)

แผนกอื่นที่เหลือ ก็เช่นเดียวกันเช่นที่ Fabric Calender, Gum Calender, Stock Cutting, หน่วยงานประกอบชิ้นส่วนเข้าด้วยกันต้องมีกระบวนการตรวจสอบ

- กระบวนการอบยาง (Curing)

  - ต้องตั้งการอบยางให้ถูกกับชนิด และขนาดของยาง ตามที่กำหนด

- ตรวจแต่งยาง (Final Inspection)

  - ต้องตรวจยางตามมาตรฐานที่กำหนด

  - ยางที่ผ่านทุกกระบวนการผลิตอย่างถูกขั้นตอนเท่านั้นที่จะส่งเข้าคลังสินค้าเพื่อขายให้กับลูกได้

ชิ้นส่วนและผลิตภัณฑ์ที่ไม่เป็นไปตามมาตรฐานต้องคัดแยกออกมาจัดเก็บในพื้นที่เก็บของชิ้นส่วนที่ไม่ได้มาตรฐานของแต่ละพื้นที่เพื่อให้ผู้มีอำนาจในการตัดสินใจจำแนก แยกแยะออกมาว่าจะทำอย่างไรกับชิ้นส่วนนั้น เช่น ซ่อมกลับมาใช้ได้อีก หรือ Recycle ในกระบวนการใหม่ หรือต้องทิ้งไปเลย เป็นต้น

สำหรับหน่วยงานอื่น ๆ ไม่ว่าจะเป็นส่วนซ่อมบำรุง หรือหน่วยงานฝึกอบรมย่อม ต้องดูแล การซ่อมบำรุง, การสอบเทียบมาตรวัดต่าง ๆ ให้เป็นไปตามที่มาตรฐานกำหนด รวมถึงหน่วยงานฝึกอบรมเพื่อสร้างทักษะให้กับพนักงานด้วย

เมื่อทุกหน่วยงานได้ปฏิบัติตาม มาตรฐานการผลิตแล้วสินค้าที่ได้ก็จะตรงตามมาตรฐานการผลิตที่ผู้ออกแบบได้กำหนดไว้ ทั้งด้านคุณภาพและความปลอดภัย สำหรับลูกค้าซึ่งเป็นผู้ใช้ผลิตภัณฑ์

3.4.3 การศึกษาขั้นตอนของกระบวนการผลิตในแต่ละผลิตภัณฑ์หลัก

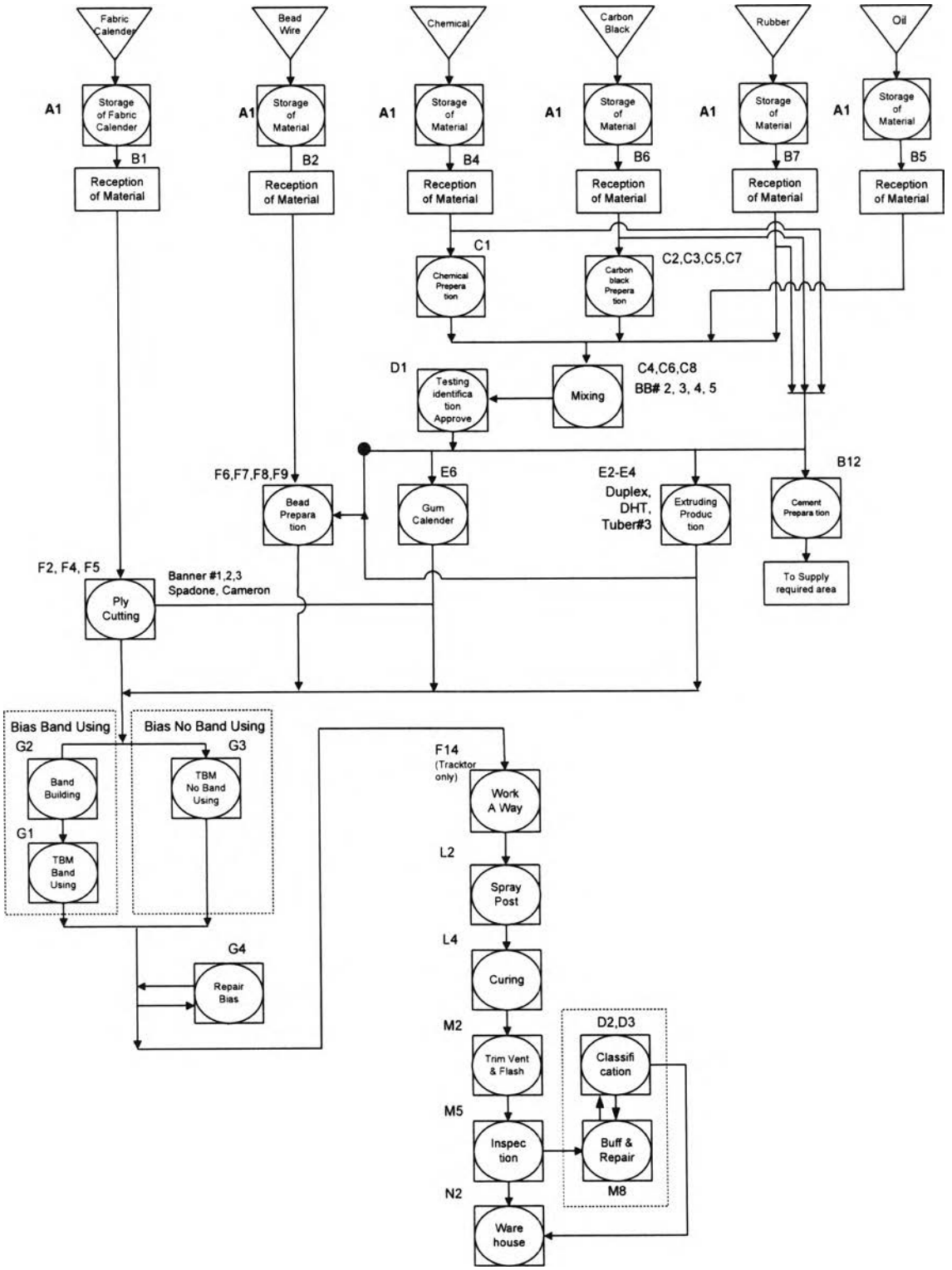
ผลิตภัณฑ์หลักที่ได้ทำการศึกษา มีดังนี้

(1) การศึกษาในกระบวนการผลิตยางไบแอส ดังแสดงในรูปที่ 3.3

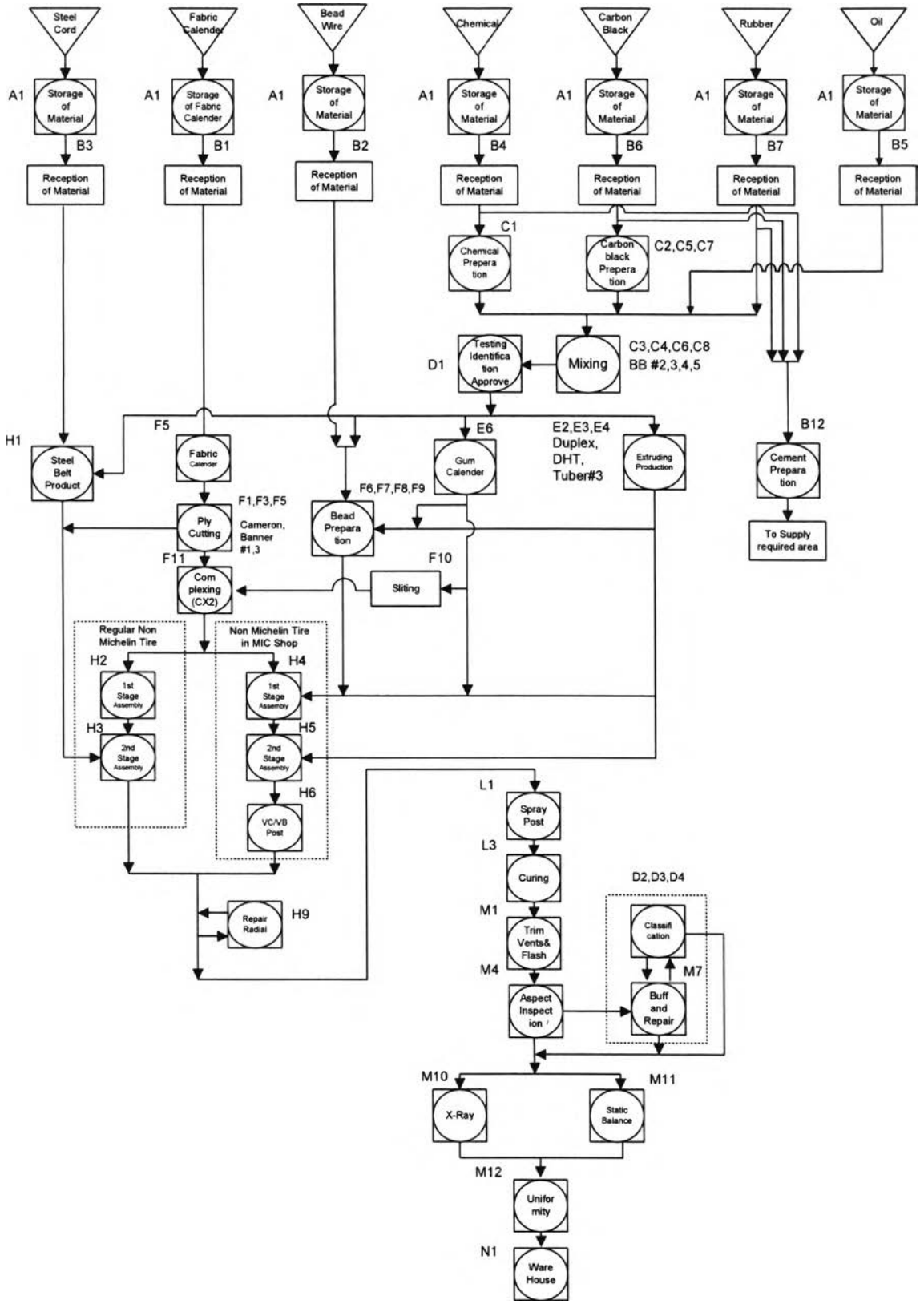
(2) การศึกษาในกระบวนการผลิตยางเรเดียล ดังแสดงในรูปที่ 3.4

(3) การศึกษาในกระบวนการผลิตยางจักรยานยนต์ ดังแสดงในรูปที่ 3.5

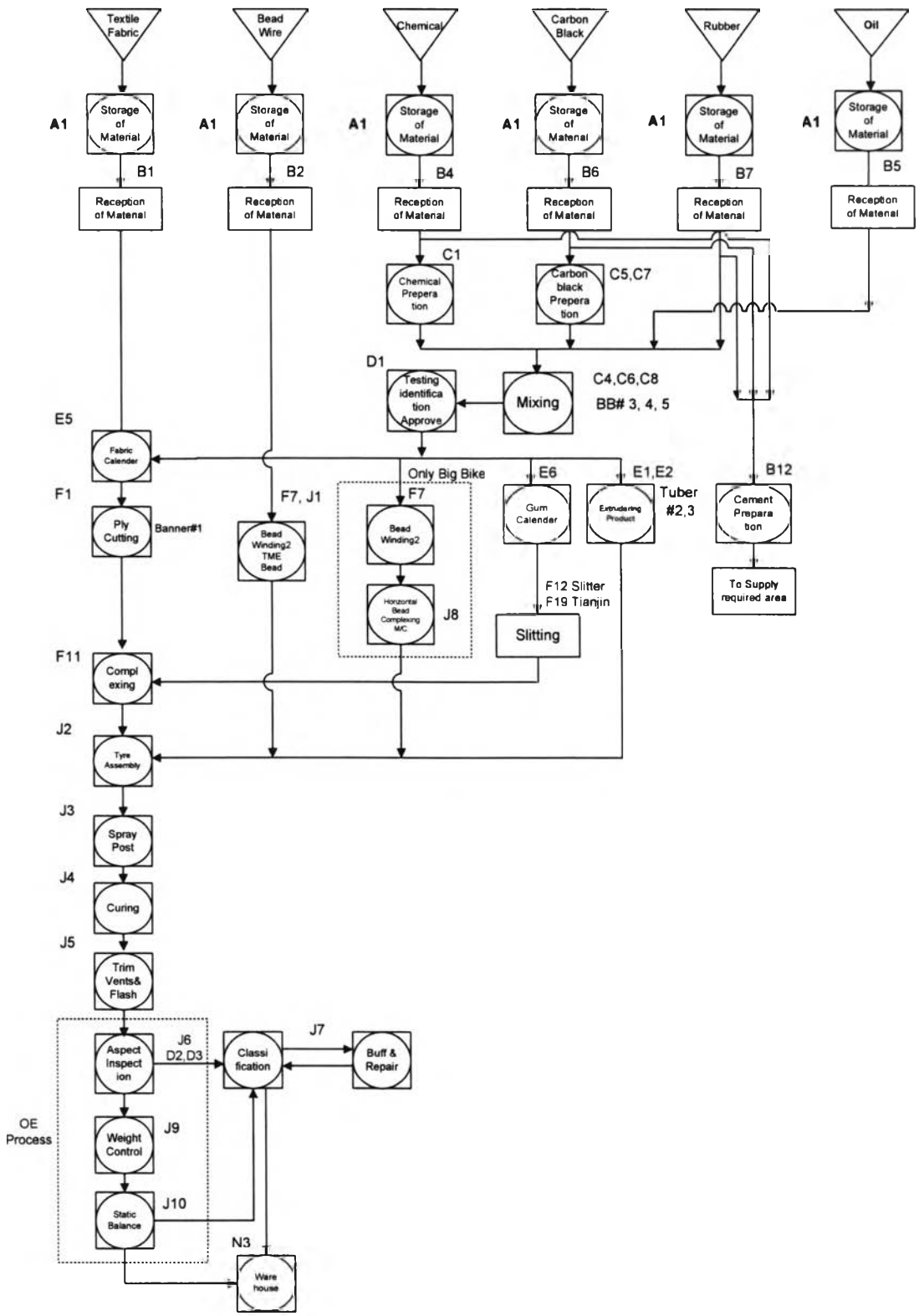
(4) การศึกษาในกระบวนการผลิตยางอะไหล่ ดังแสดงในรูปที่ 3.6



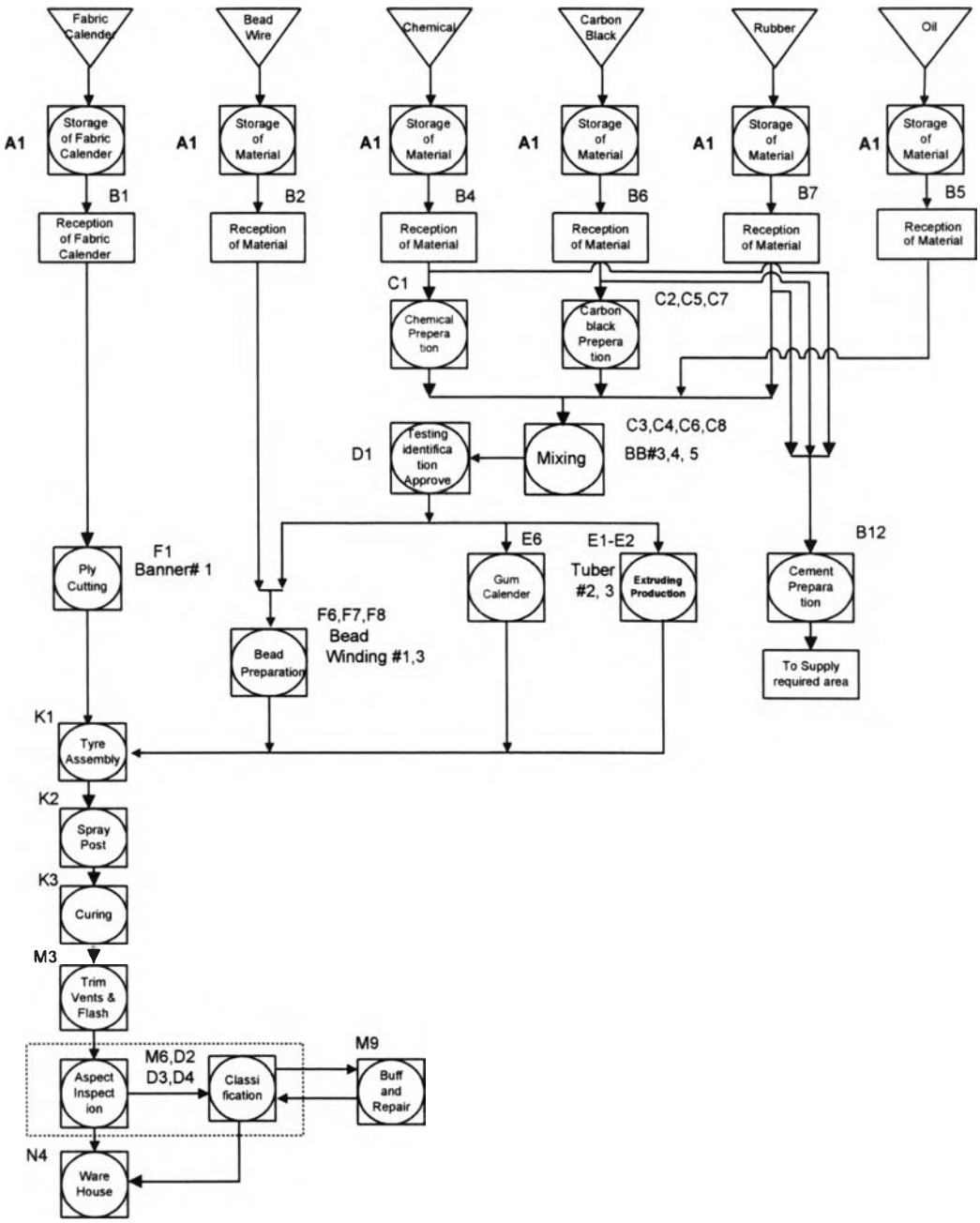
รูปที่ 3.3 แผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิตยางไบแอส



รูปที่ 3.4 แผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิตยางเรเดียล



รูปที่ 3.5 แผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิตยางจักรยานยนต์



รูปที่ 3.6 แผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิตยางอะไหล่

3.5 การศึกษารายละเอียดในกระบวนการรีดยาง

ประเภทของเสียในกระบวนการรีดยาง

ของเสียที่เกิดจากกระบวนการรีดยาง (Defect in extruding process) มีอยู่ 2 ลักษณะคือ

- Processing Return (P/R) คือ ยางที่ผ่านการขึ้นรูปแล้วแต่ไม่ได้มาตรฐาน พิจารณาแล้วสามารถนำไปเป็นส่วนผสมยางได้ใหม่ แต่ไม่สามารถนำไปใช้เป็นผลิตภัณฑ์ในกระบวนการผลิตต่อไปได้

- Non Conformity คือ ยางที่ผ่านการขึ้นรูปแล้วแต่ไม่ได้มาตรฐาน ไม่สามารถนำไปเป็นส่วนผสมยางได้ใหม่ ไม่สามารถนำไปใช้เป็นผลิตภัณฑ์ในกระบวนการผลิตต่อไปได้

ซึ่งของเสียที่เกิดขึ้น ถือเป็นการสูญเสียทางด้านต้นทุนวัตถุดิบ ทรัพยากร แรงงาน และพลังงานต่างๆ ส่งผลต่อกระบวนการวางแผนการผลิตและอื่นๆ

เครื่องจักรในกระบวนการรีดยาง

สำหรับผลิตภัณฑ์ยางเรเดียล ยางไบแอส ยางจักรยานยนต์ ยางอะไหล่ เกิดจากเครื่องจักรดังนี้

(1) เครื่องจักร Tuber#2

(2) เครื่องจักร Tuber#3

(3) เครื่องจักร DHT (Dual Head Extruder)

(4) เครื่องจักร Duplex Extruder

แต่ละผลิตภัณฑ์จะผ่านกระบวนการแต่ละเครื่องจักรดังแสดงในตารางที่ 3.1 นี้

ตารางที่ 3.1 สรุปผลิตภัณฑ์ที่ผ่านตามเครื่องจักรในกระบวนการรีดยาง

ผลิตภัณฑ์	เครื่องจักรในกระบวนการรีดยาง			
	Tuber#2	Tuber#3	DHT	Duplex
ยางเรเดียล		*	*	*
ยางไบแอส		*	*	*
ยางจักรยานยนต์	*	*		
ยางอะไหล่	*	*		

<u>ชิ้นส่วนประกอบจากกระบวนการรีดยางดังนี้</u>

เครื่องจักรในกระบวนการรีดยางนั้นจะผลิตชิ้นส่วนแตกต่างกัน สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 3.2

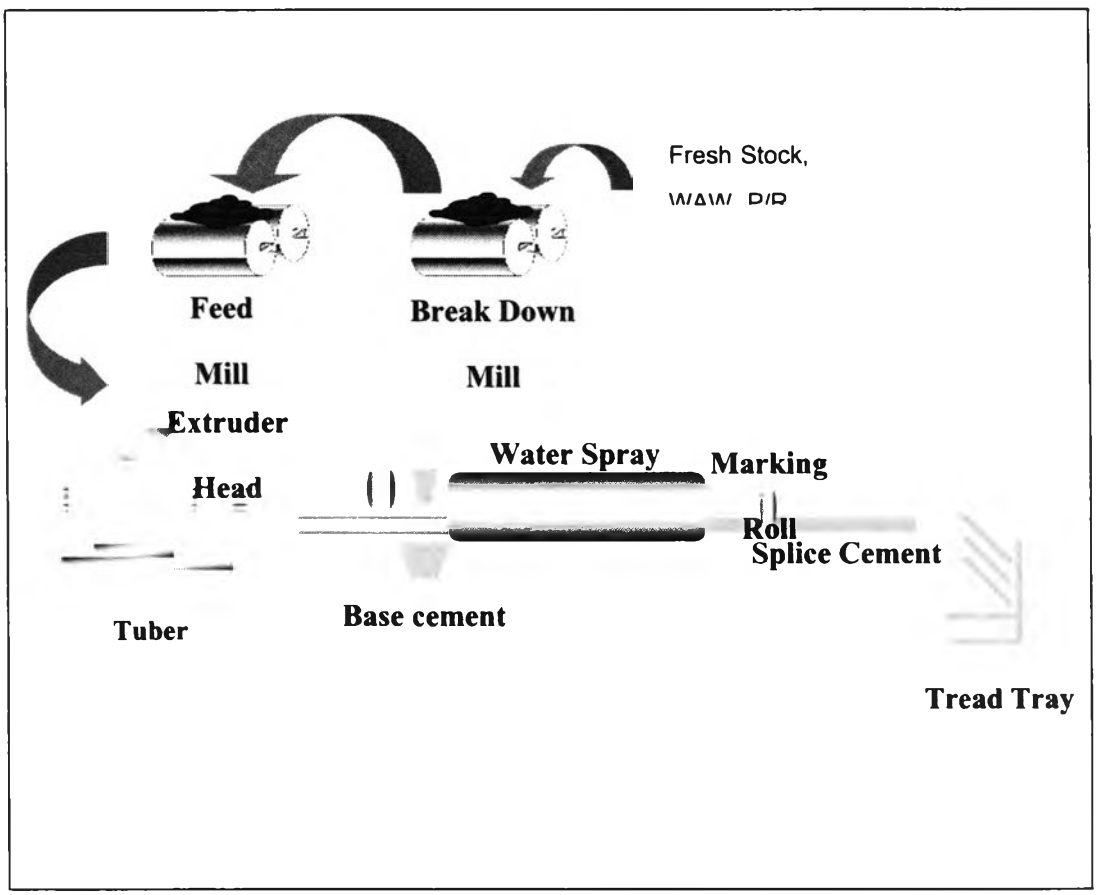
ตารางที่ 3.2 สรุปชิ้นส่วนประกอบยางในกระบวนการรีดยางแยกตามเครื่องจักร

Single Head Tuber (Hot Feed)	Dual Head Tuber (Cool Feed)
Tuber # 2 Motorcycle Tread Mini-spare Tread Fold Edge Back Side Wall Bead Filler TPI	*DHT* Bias Tread Radial Tread Side wall Recamic
Tuber # 3 Radial Tread Motorcycle Tread Mini-spare Tread	*Duplex* CX4 (Side wall + AGS) Back Side Wall Bias Bead filler (Radial, Bias) Fold Edge TPI (Tread Ply Insert)

ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับวิธีการทำงานเกี่ยวกับเครื่อง Tuber#2. 3

รายละเอียดของกระบวนการ

กระบวนการรีดยางที่เครื่อง Tuber อาจอธิบายได้โดยแสดงในรูปที่ 3.7



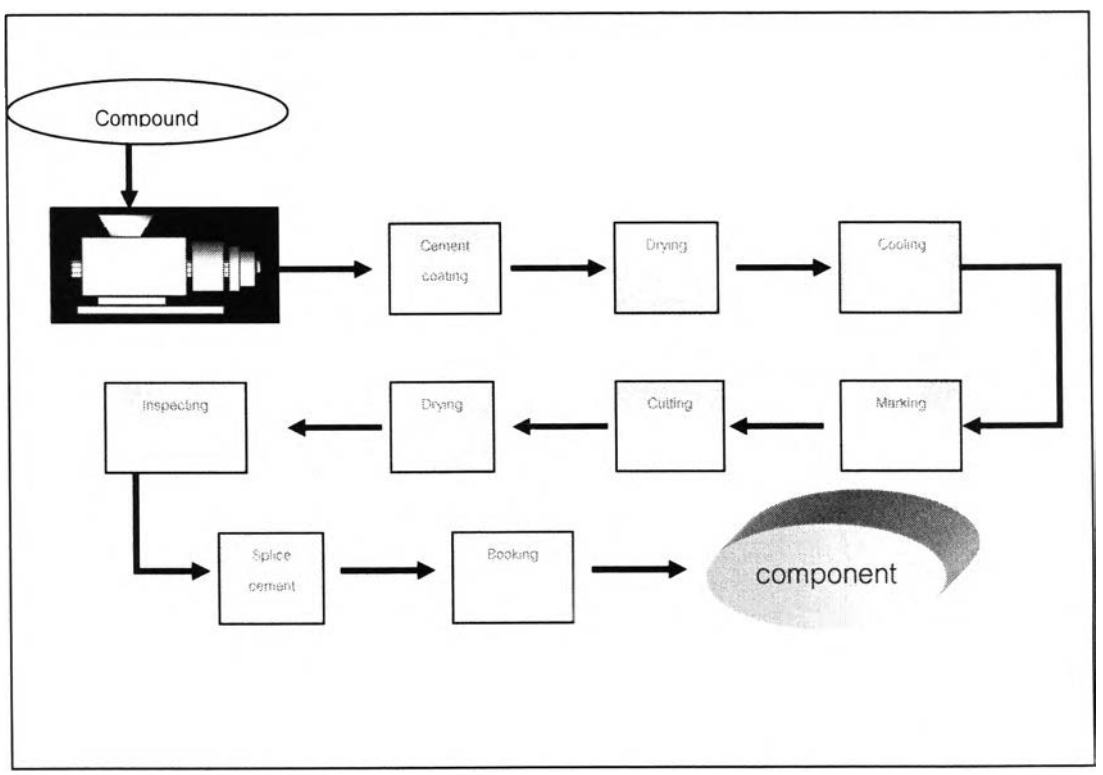
รูปที่ 3.7 รูปสำหรับการอธิบายกระบวนการผลิตของเครื่อง Tuber

กระบวนการรีดยางเริ่มต้นจากการนำยางที่ผ่านกระบวนการผสมยางแล้ว นำมาป้อนเข้าเครื่อง Mill ซึ่งเริ่มต้นที่เครื่อง Break down mill โดยเป็นขั้นตอนการนำยางแต่ละ Batch มาทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน จากนั้นจะส่งไปยัง Feed mill เพื่อทำยางให้เป็นเส้น ที่เรียกว่า Feed Strip ให้ได้ความกว้าง และความหนาที่กำหนด เพื่อนำไปยังขั้นตอนการรีดยางต่อไป

ยางจะผ่านที่เครื่องรีดยาง Extrude ยางที่ออกจากหัวรีดจะผ่านมาตามสายพาน ซึ่งมีการควบคุมรูปร่างลักษณะ (Profile) ความกว้างของยาง (width) และ น้ำหนัก (weight) ให้ได้ตามที่

กำหนด จากนั้นยางจะถูกเคลือบด้วย CUSHION ซึ่งเป็นส่วนประกอบที่รองใต้ TREAD แล้วผ่านขั้นตอนการเย็นตัวโดยยางจะถูกฉีดด้วยน้ำ เพื่อให้ยางเย็นตัวและเป็นการทำความสะอาด จากนั้นยางจะผ่านขั้นตอนการทำสัญลักษณะ และเส้นสี ยางจะถูกตัดด้วยเครื่องตัดอัตโนมัติ โดยมีการควบคุมความยาว (length) รอยตัดจะเป็นแนวเฉียง ที่มีองศาตามที่กำหนด และผ่านมาที่ขั้นตอนการทา Cement ที่รอยเฉียงนี้จะถูกทาด้วย TREAD SPLICER CEMENT เพื่อเวลานำทั้งสองสองข้างมาต่อกันจะได้ติดดียิ่งขึ้น

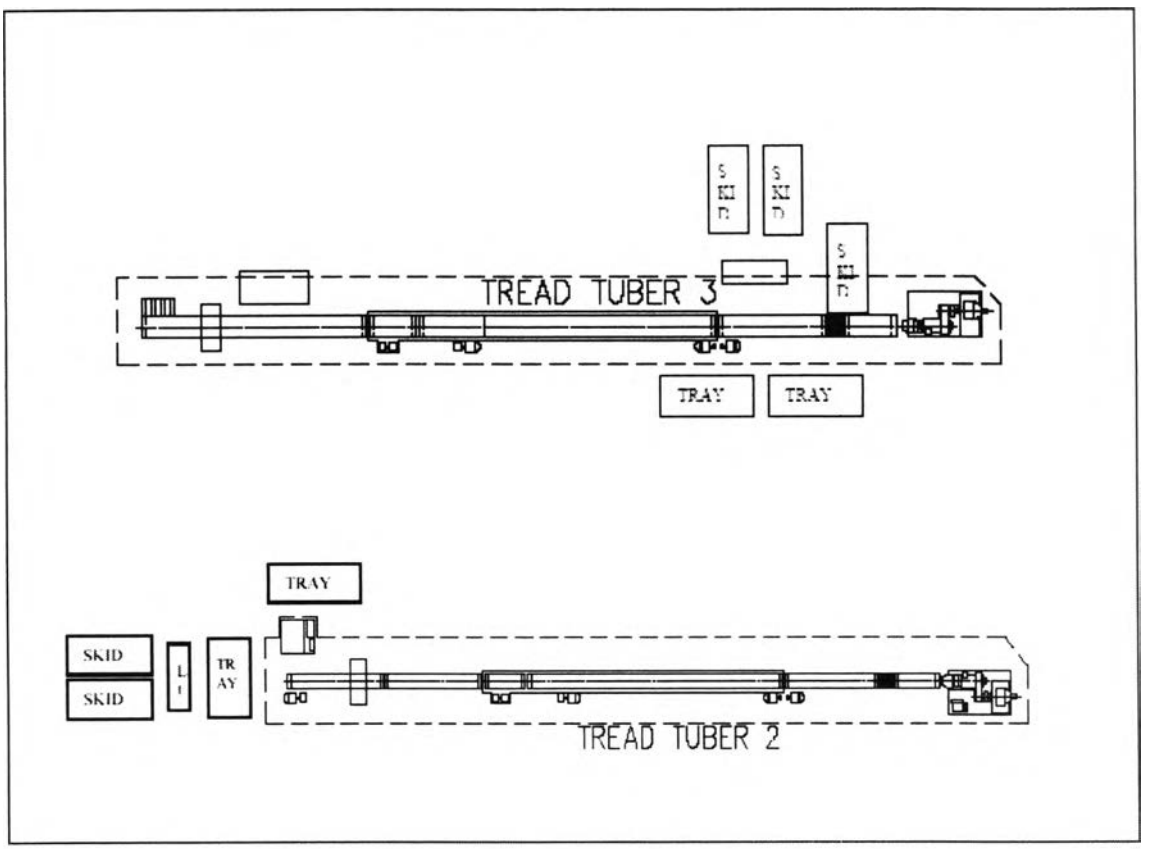
อาจสรุปขั้นตอนการผลิตย่อยในกระบวนการรีดยางที่เครื่อง Tuber แสดงได้ดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 แสดงกระบวนการย่อยของกระบวนการรีดยางที่เครื่อง Tuber

<u>รายละเอียดของเครื่องจักร Tuber#2. 3</u>

ลักษณะของเครื่องจักรและผังการจัดวางแสดงไว้ดังรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 แสดงแผนผังการจัดวางเครื่องจักร

ส่วนประกอบสำคัญของเครื่องจักรของกระบวนการรีดยาง

(1) เครื่องรีดยาง Extrude

(2) ชุดสายพานConveyor

(3) ชุดการตัด Cutting

(4) ชุด Cooling

<u>การศึกษาขั้นตอนการทำงานของพนักงานกับเครื่อง Tuber#2.3</u>

พนักงานที่ทำควบคุมเครื่องจักร Tuber มีดังนี้

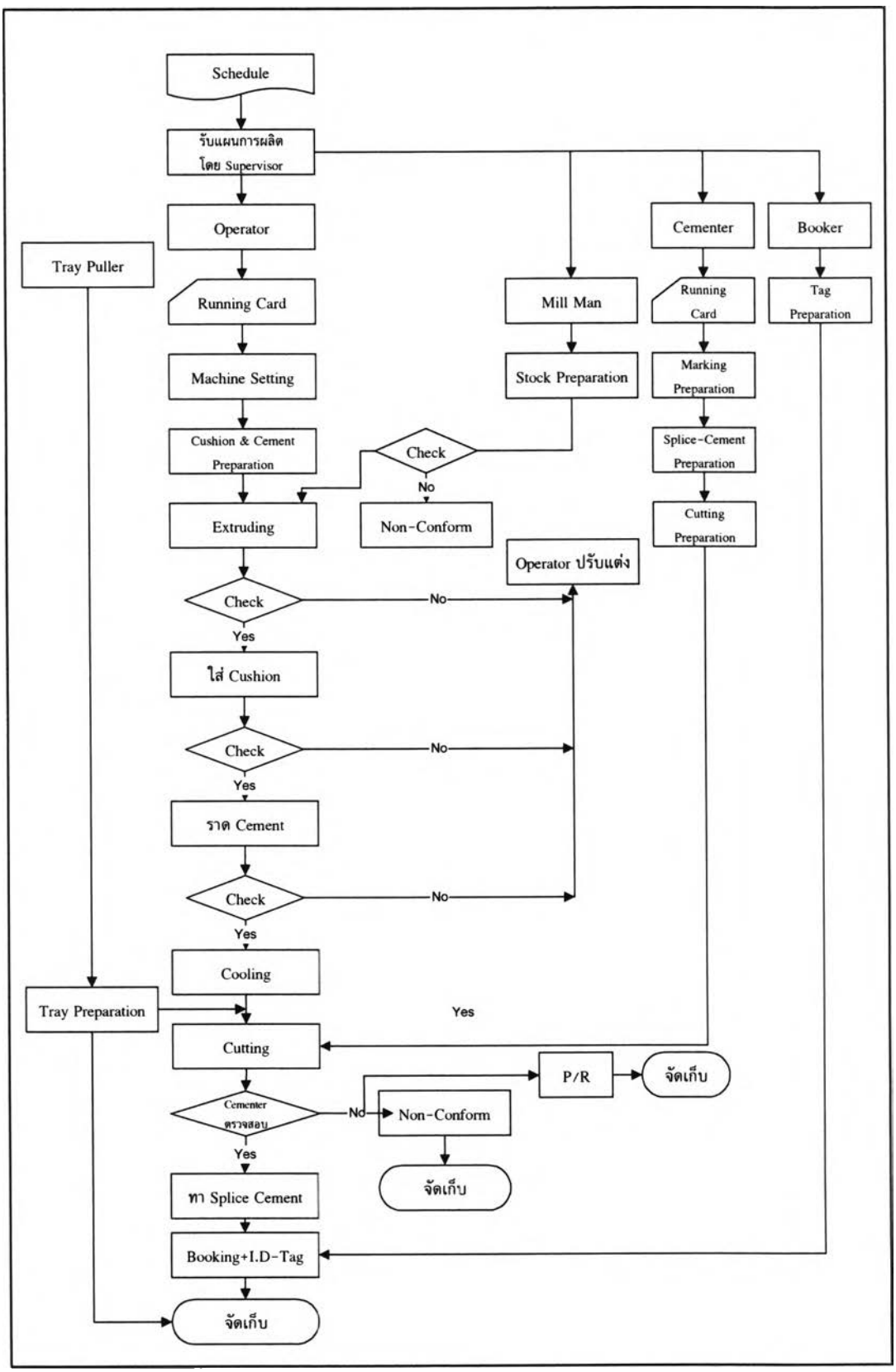
ความสัมพันธ์ของพนักงานที่ทำงานกับเครื่อง Tuber สามารถอธิบายได้ดังรูปที่ 3.10

(1) Mill man- การทำงานของพนักงานตำแหน่ง Mill man สามารถอธิบายได้ดังรูปที่ 3.11

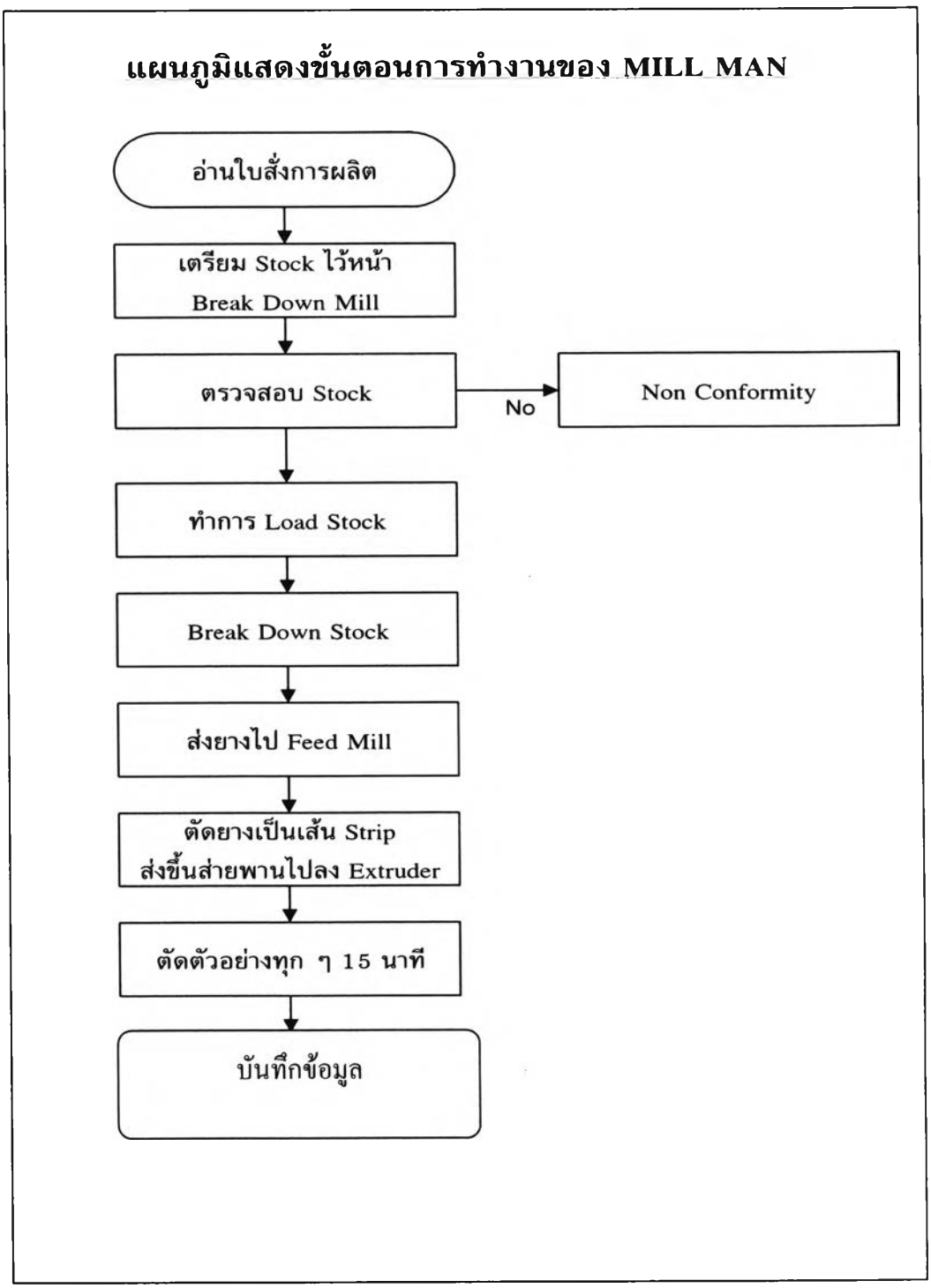
(2) Operator - การทำงานของพนักงานตำแหน่ง Operator สามารถอธิบายได้ดังรูปที่ 3.12

(3) Cementer การทำงานของพนักงานตำแหน่ง Cementer สามารถอธิบายได้ดังรูปที่ 3.13

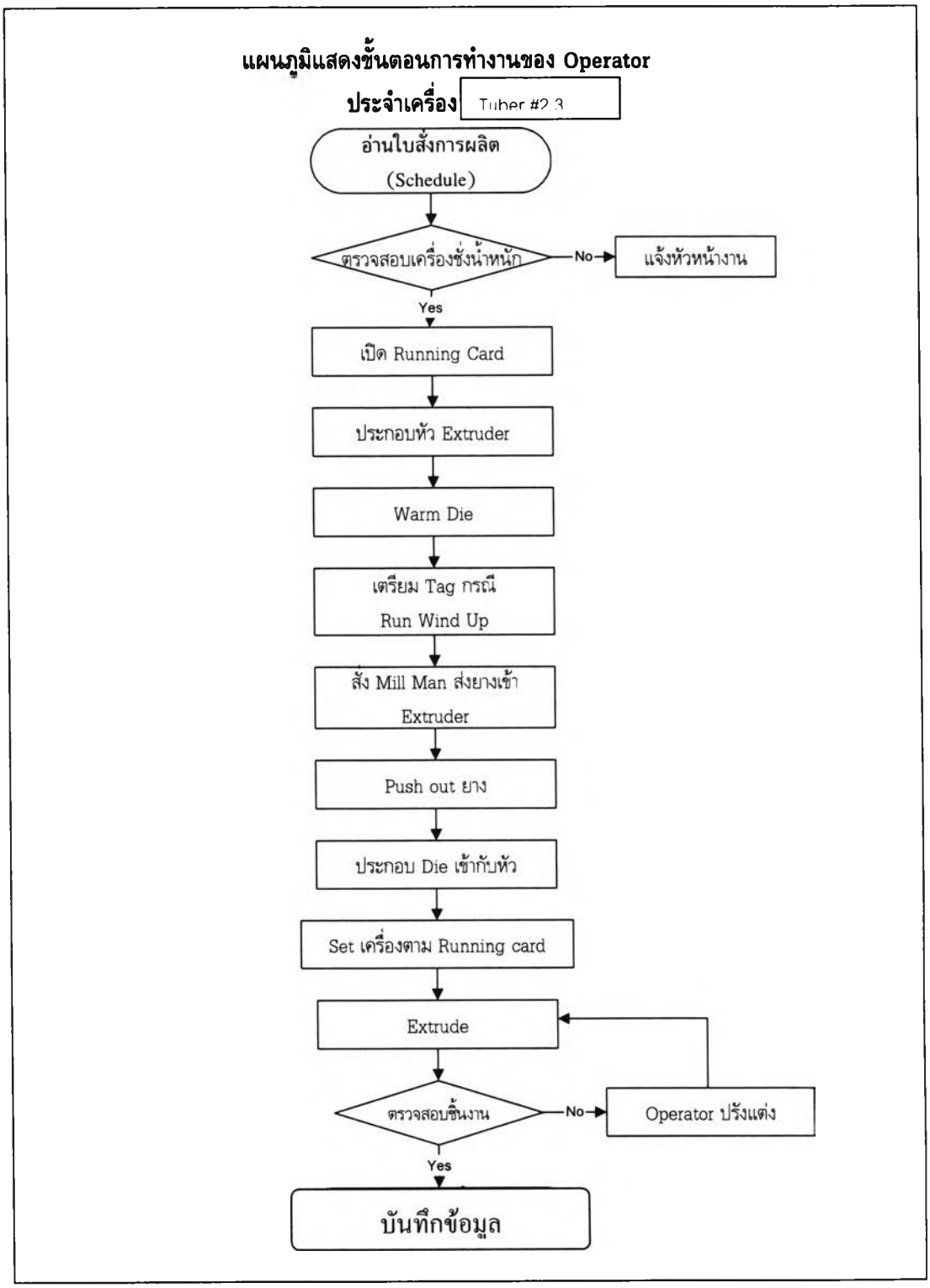
(4) Booker- การทำงานของพนักงานตำแหน่ง Booker สามารถอธิบายได้ดังรูปที่ 3.14



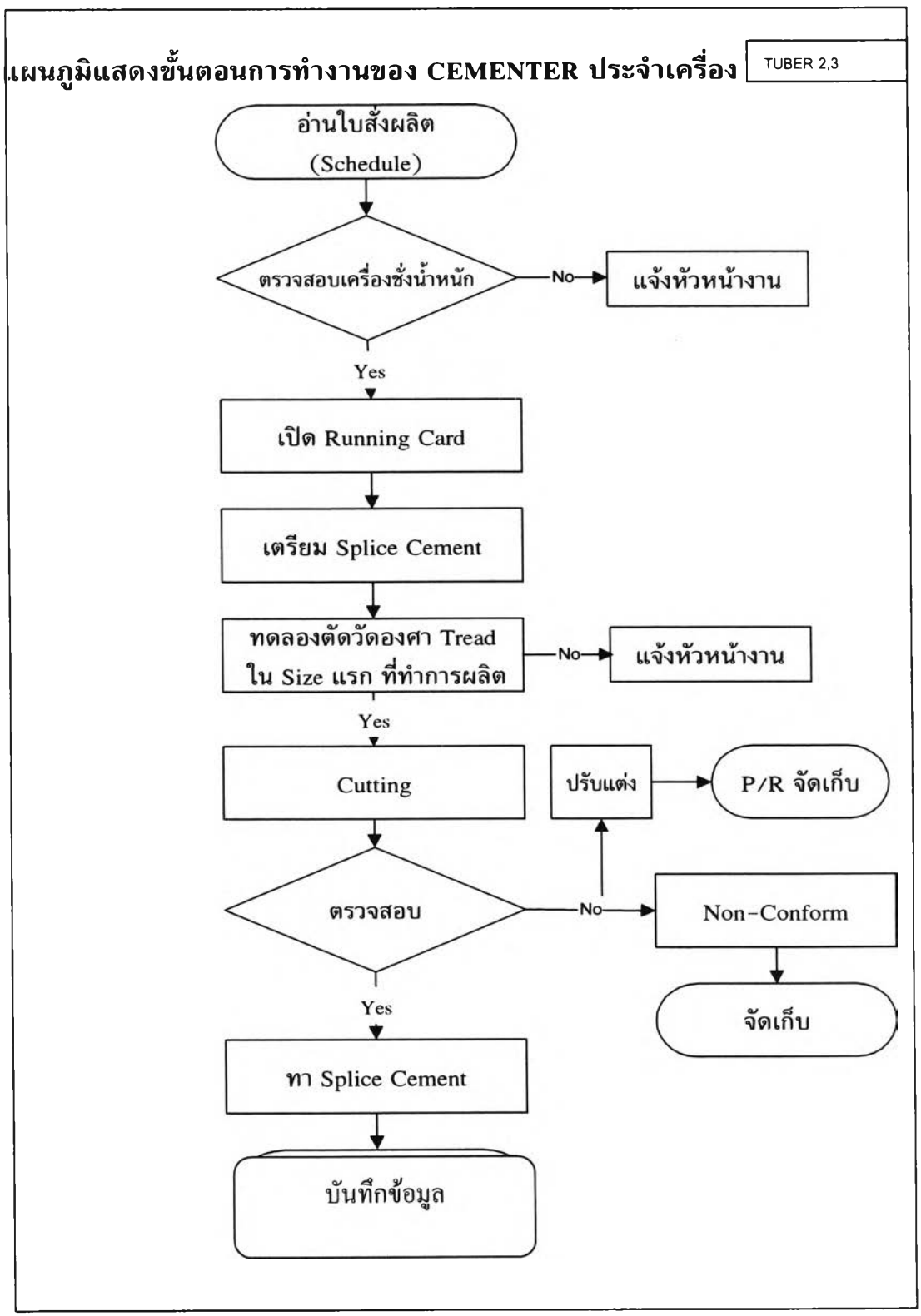
รูปที่ 3.10 แสดงความสัมพันธ์ในการทำงานของพนักงานที่เกี่ยวข้องกับเครื่อง Tuber



รูปที่ 3.11 แสดงการทำงานของพนักงานตำแหน่ง Mill man

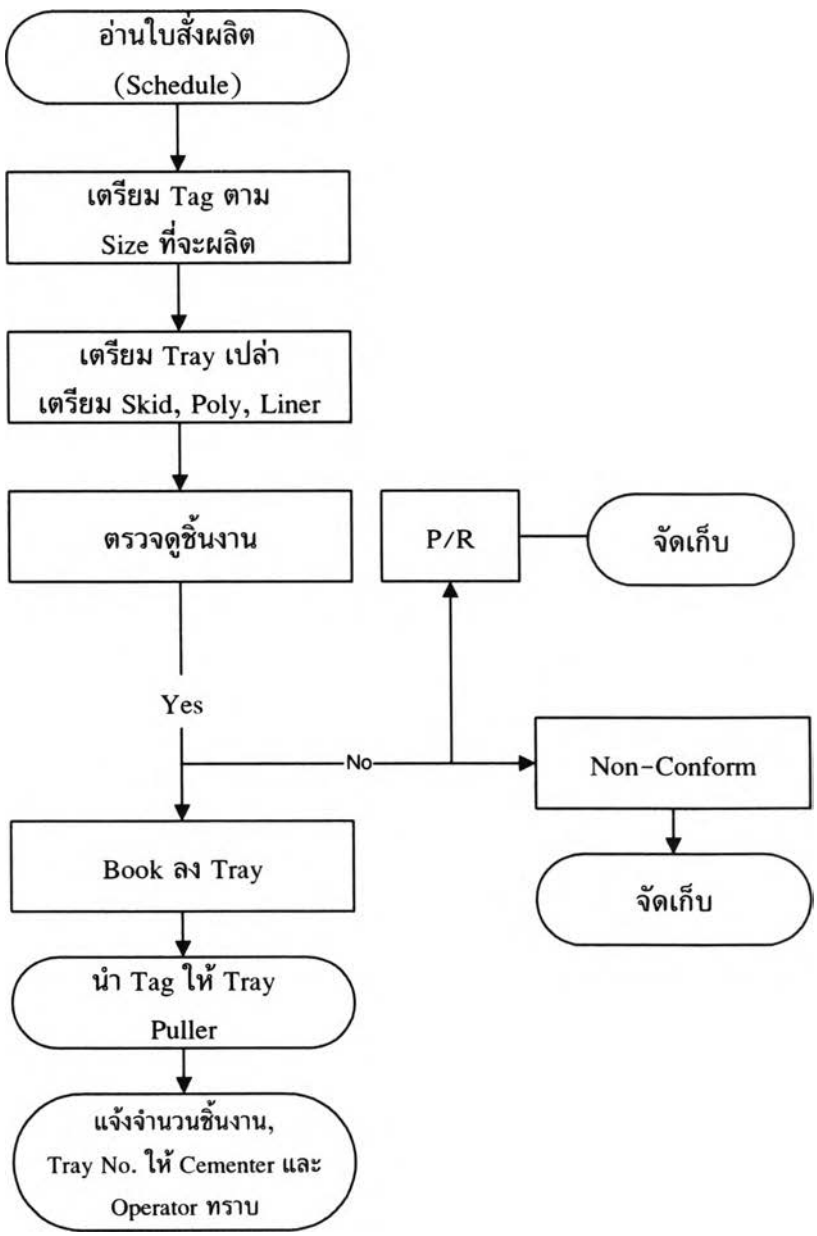


รูปที่ 3.12 แสดงการทำงานของพนักงานตำแหน่ง Operator



รูปที่ 3.13 แสดงการทำงานของพนักงานตำแหน่ง Cementer

แผนภูมิแสดงขั้นตอนการทำงานของ BOOKER ประจำเครื่อง Tuber #2,3



รูปที่ 3.14 แสดงการทำงานของพนักงานตำแหน่ง Booker

การตรวจสอบผลิตภัณฑ์จากเครื่อง Tuber #2.3

- เครื่องมือและอุปกรณ์ (TOOLS AND EQUIPMENT)

- ตลับเมตร
- ชุด marking
- ปากกา
- สี Mark
- เครื่องมือวัดองศา
- กระบอกสี
- ตาชั่ง (Scale)

- วิธีการตรวจสอบ Tread Motorcycle และ Tread Mini Spare Tire

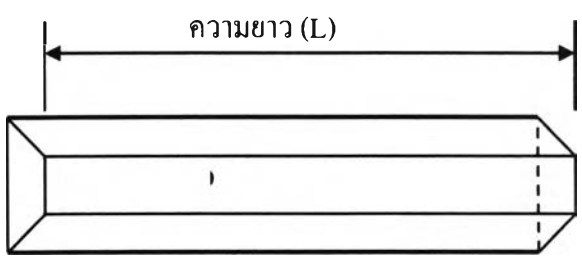
(1) ตรวจดูด้วยสายตาว่า Tread มีเม็ด Lumpy, Cement Lump และมีสิ่งแปลกปลอม (FM) ปะปนหรือไม่ ถ้ามีให้แยกจัดเก็บเป็น Non Conform Product

(2) ตรวจดูรอยตัด Tread (Tread Splice) ว่าเรียบหรือไม่ มีปัญหา Die Cut หรือไม่ ดูด้วยสายตา ถ้ามีปัญหาให้แยกจัดเก็บเป็น P/R

(3) ตรวจวัดองศารอยตัดของ Tread ทุกต้นกะ ด้วยเครื่องมือวัดองศา (Angle Protractor) โดยให้ด้ามด้านยาวขนานไปกับความยาวของชิ้นงานบริเวณ Shoulder ส่วนอีกด้านหนึ่งทาบขนานกับรอยตัด, Tread ที่ไม่ได้ตาม Standard ให้แยกเป็น P/R

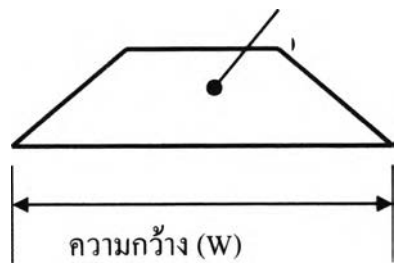
(4) ตรวจวัดความยาว, ความกว้างของ Tread ว่าได้ตาม มาตรฐาน ของ Size ที่ผลิตกำหนดหรือไม่ ถ้าไม่ได้ให้แยกเป็น P/R

(5) วิธีการตรวจวัดความยาวให้ใช้ตลับเมตรเกี่ยวปลาย Tread ข้างหนึ่งแล้วดึงไปถึงรอยตัดอีกข้างหนึ่งขณะอยู่บน Booking Roller Conveyor ดังรูป 3.15



รูปที่ 3.15 การตรวจวัดความยาวของชิ้นงาน

o วิธีวัดความกว้างให้ใช้ตลับเมตรวัดที่ท้อง Tread ด้านที่ราด Cement เกี่ยวริมข้างหนึ่งดึงถึงริมอีกข้างของ Tread ขณะอยู่บน Booking Roller Conveyor ดังรูป 3.16



รูปที่ 3.16 การตรวจวัดความกว้างของชิ้นงาน

(6) ตรวจสอบน้ำหนักของ Tread ว่าได้ตาม มาตรฐาน ของ Size ที่ผลิตกำหนดหรือไม่ โดยใช้ตาชั่ง (Scale) ที่ตั้งอยู่ข้าง Line ผลิต ถ้าไม่ได้ตาม มาตรฐาน ให้แยกจัดเก็บเป็น P/R

(7) กรณีที่ตรวจสอบพบว่า น้ำหนัก และ/หรือ ความกว้าง ของ Tread ขณะผลิตไม่ได้ตาม มาตรฐาน ให้ทำการตรวจสอบย้อน เพื่อคัดแยกช่วงที่ไม่ได้

(8) ตรวจสอบดู Marking Tread ด้วยสายตาว่าถูกต้องหรือไม่ ถ้าไม่ถูกต้องให้แยกจัดเก็บเป็น P/R

(9) ตรวจดูด้วยสายตาว่าน้ำแห้งหรือไม่ ถ้าไม่แห้งให้แยกจัดเก็บเป็น P/R

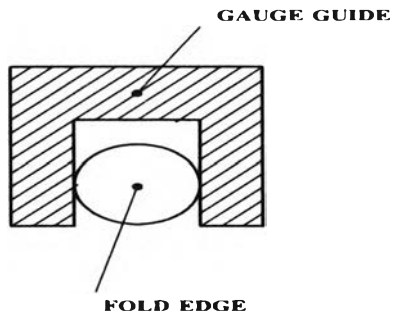
- วิธีการตรวจสอบ Component (Bead Filler, Tread Ply Insert (TPI), Fold Edge, Black Side Wall)

(1) ตรวจสอบด้วยสายตาว่าชิ้นงานมีเม็ด Lumpy, มีสิ่งแปลกปลอมปะปนหรือไม่ ถ้ามีให้แยกจัดเก็บเป็น Non Conform Product

(2) ตรวจสอบด้วยสายตาว่าชิ้นงานมีปัญหา Die Cut, น้ำไม่แห้งหรือไม่ ถ้ามีปัญหาให้แยกจัดเก็บเป็น P/R

(3) ตรวจสอบวัดความกว้างของชิ้นงานว่าได้ขนาดตาม มาตรฐาน ของ Size ที่ผลิตหรือไม่ ถ้าไม่ได้ให้แยกจัดเก็บเป็น P/R ให้ดูเรื่องการจัดเก็บ P/R

(4) ตรวจวัดขนาดตามโตของ Fold Edge โดยใช้ Gauge Guide วัด ดังรูปที่ 3.17 ถ้าไม่ได้ขนาดให้จัดเก็บเป็น P/R



รูปที่ 3.17 การตรวจวัดขนาดโดยใช้ Gauge guide

- วิธีการตรวจสอบอุณหภูมิของ Tread Mini Spare Tire, Tread Motorcycle และ Component Wind UP

ตรวจสอบด้วยเครื่องมือตรวจสอบอุณหภูมิ (Thermocouple) โดยใช้ส่วนปลายสัมผัสกับชิ้นงานช่วงที่ Extrude ออกจาก Extruder แล้วอ่านค่าถ้าเกินกว่า มาตรฐาน กำหนด (Max Extrusion Temp) ให้ทำการ Mark ชิ้นงานช่วงที่ Extrusion Temp เกินและให้แจ้ง Cementer หรือ Wind Up แยกชิ้นงานนั้นติด Tag Non-Conform พร้อมทั้งแจ้งไปยังแผนก MG ให้ทำการตรวจสอบ

- วิธีการตรวจน้ำหนักช่วงที่ Extrude

ตรวจสอบด้วยสายตาที่ Scale หลังจากปรับแต่งค่าความกว้างได้ตาม มาตรฐาน ระบุแล้วกรณีค่าน้ำหนักไม่อยู่ในช่วงที่ มาตรฐาน กำหนดให้บันทึกค่าจริงลงในใบ Quality Record เพื่อ Update มาตรฐาน และติดต่อ Die Maker เพื่อ Follow ข้อมูลของ Product ที่ Booking Area

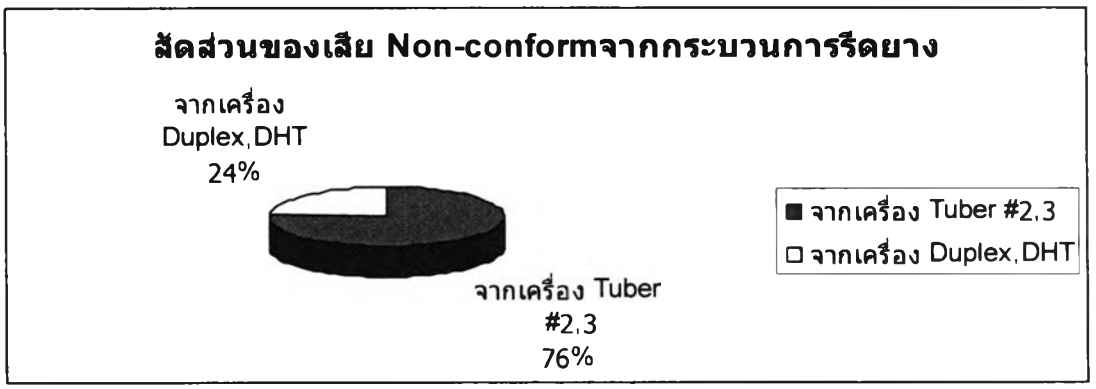
3.6 การศึกษาปัญหาด้านคุณภาพในกระบวนการรีดยาง

จากการศึกษาเบื้องต้น เพื่อหาปัญหาที่ทำให้เกิดของเสียจากกระบวนการรีดยาง สำหรับผลิตภัณฑ์หลัก ได้แก่ ยางเรเดียล ยางไบแอส ยางจักรยานยนต์ ยางอะไหล่ เพื่อที่จะได้นำไปหาวิธีการแก้ไขต่อไป จากข้อมูลของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการรีดยางในเดือน มิถุนายน ถึง สิงหาคม พ.ศ. 2547 จะเห็นได้ว่าของเสียจากเครื่องจักร Tuber #2, 3 เกิดขึ้นมากที่สุดโดยน้ำหนัก ดังแสดงรายละเอียดของข้อมูลแสดงไว้ในตาราง ที่ 3.3 และตารางที่ 3.4 และ แสดงให้เห็นสัดส่วนของเสียที่เกิดขึ้นในรูปที่ 3.18 และรูปที่ 3.19

ตารางที่ 3.3 แสดงข้อมูลของเสียประเภท Non conform ในกระบวนการรีดยาง

รวบรวมข้อมูลของเสียประเภท Non-conform	มิย.47	กค.47	สค.47	ข้อมูล มิย.-สค.47
ปริมาณ Compound (ยางที่ผ่านกระบวนการผสมยาง ก่อนผ่านกระบวนการรีดยาง) หน่วยเป็นตัน	2436	2401	2458	7295
ปริมาณยาง Non-conform จากกระบวนการรีดยาง หน่วยเป็นตัน	45	47	36	128
เปอร์เซ็นต์ของเสียรวม	100%	100%	100%	100%
ปริมาณยาง Non-conform จากเครื่อง Tuber #2,3 หน่วยเป็นตัน	29	38	30	97
% Non-conform จากเครื่อง Tuber #2,3 หน่วยเป็นตัน เทียบของเสีย Non –conform รวมที่เกิดขึ้นในกระบวนการรีดยาง	64%	81%	83%	76%
ปริมาณยาง Non-conform จากเครื่อง Duplex ,DHT หน่วยเป็นตัน	16	9	6	31
% Non-conform จากเครื่อง Duplex ,DHT หน่วยเป็นตัน เทียบของเสีย Non –conform รวมที่เกิดขึ้นในกระบวนการรีดยาง	36%	19%	17%	24%

ที่มา : จากโรงงานตัวอย่าง แผนกรีดยาง



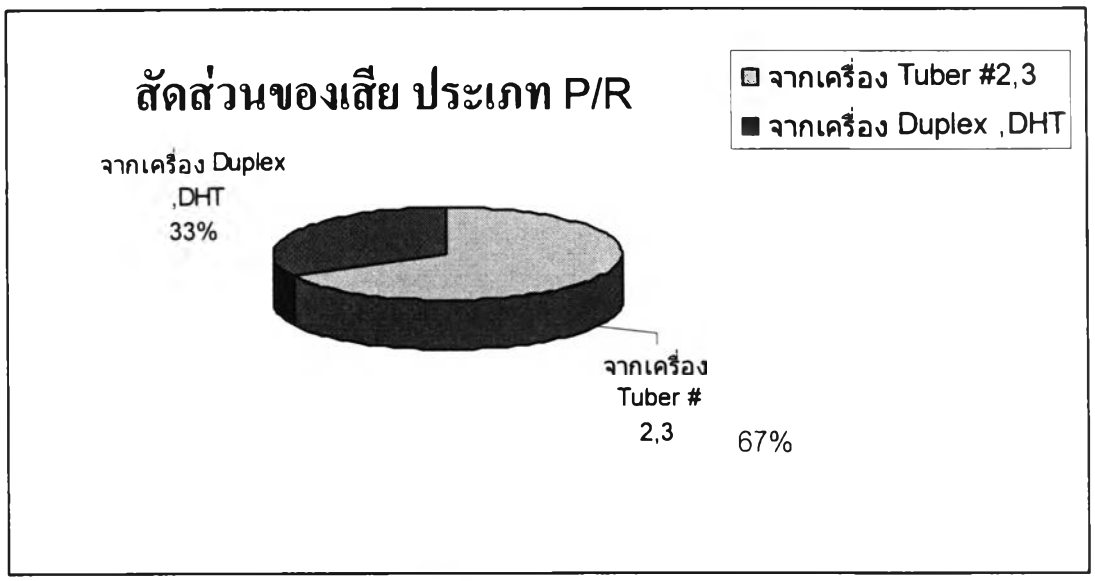
ที่มา : จากโรงงานตัวอย่าง แผนกรีดยาง

รูปที่ 3.18 แผนภูมิวงกลมแสดงสัดส่วนของเสีย Non-conform ในกระบวนการรีดยาง เดือนมิถุนายน ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ.2547

ตารางที่ 3.4 แสดงข้อมูลของเสียประเภท P/R ในกระบวนการรีดยาง

รวบรวมข้อมูลของเสียประเภท P/R	มิย.47	กค.47	สค.47	ข้อมูลรวม มิย. – สค. 47
ปริมาณของเสีย ประเภท P/R รวมจากกระบวนการรีดยาง	575	584	612	1771
P/R จากเครื่อง Tuber #2,3 โดยน้ำหนักเป็นตัน	373.75	402.96	416.16	1192.87
% สัดส่วน P/R จากเครื่อง Tuber #2,3 เทียบปริมาณของเสีย P/R รวมในกระบวนการรีดยางโดยน้ำหนัก	65.00%	69.00%	68.00%	67.36%
P/R จากเครื่อง Duplex ,DHT โดยน้ำหนักเป็นตัน	201.25	181.04	195.84	578.13
% สัดส่วน P/R จากเครื่อง Duplex ,DHT เทียบปริมาณของเสีย P/R รวมในกระบวนการรีดยาง โดยน้ำหนัก	35.00%	31.00%	32.00%	32.64%

ที่มา : จากโรงงานตัวอย่าง แผนกรีดยาง



ที่มา : จากโรงงานตัวอย่าง แผนกรีดยาง

รูปที่ 3.19 แผนภูมิวงกลมแสดงจำนวนสัดส่วนของเสียประเภท P/R ตามเครื่องจักรในกระบวนการรีดยางเดือนมิถุนายน ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ.2547

ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาในกระบวนการรีดยางที่เครื่องจักร Tuber #2, 3 ก่อน เพื่อจะทำการปรับปรุงคุณภาพในกระบวนการ และลดจำนวนของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการรีดยางโดยเก็บข้อมูลดังแสดงรายละเอียดไว้ในภาคผนวก ก.

3.6 การวิเคราะห์หาปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการ และสาเหตุที่เป็นไปได้

แนวทางการวิเคราะห์ปัญหาของเสียจากกระบวนการรีดยางในการผลิตยางรถยนต์นี้ จะใช้เครื่องมือทางคุณภาพ 4 อย่าง ค้นหาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของข้อบกพร่อง โดยมุ่งเน้นที่จะควบคุมปัจจัยทางคุณภาพเพื่อลดของเสียจากกระบวนการรีดยาง ซึ่งเครื่องมือทางคุณภาพดังกล่าว ได้แก่

1. แผนผังแสดงเหตุและผล (Causes and Effects diagram)
2. แผนภาพต้นไม้ (Tree diagram)
3. แผนภาพความสัมพันธ์ (Relation diagram)
4. การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบในกระบวนการผลิต (Failure Mode and Effects Analysis หรือ FMEA)

แผนผังแสดงเหตุและผล , แผนภาพต้นไม้ และ แผนภาพความสัมพันธ์ เป็นเครื่องมือทางคุณภาพที่ใช้หาสาเหตุของปัญหา โดยยึดข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นเป็นหลักแล้วหาปัจจัยที่มีผลกระทบกับข้อบกพร่องนั้น ซึ่งปัจจัยต่างๆ ได้แก่ปัจจัยจากพนักงาน, วิธีการทำงาน, วัสดุ หรือเครื่องจักร เป็นต้น ส่วนการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตจะหาสาเหตุของปัญหาโดยยึดขั้นตอนการผลิตเป็นหลัก แล้ววิเคราะห์ขั้นตอนการผลิตแต่ละขั้นตอน เพื่อพิจารณาว่าข้อบกพร่องนั้นๆ เกิดที่ขั้นตอนการผลิตใดบ้างแล้วจึงหาแนวทางแก้ไขตามขั้นตอนการผลิตนั้น โดยสรุปได้ดังตาราง ที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 ขั้นตอนการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบด้านกระบวนการผลิต

ลำดับที่	ขั้นตอนการดำเนินงาน	วัตถุประสงค์	เครื่องมือที่นำมาใช้	ผลที่คาดว่าจะได้รับ
1	ศึกษาสภาพการดำเนินงานปัจจุบันของโรงงานตัวอย่าง	• เพื่อทำให้ทราบถึงสภาพของปัญหาที่เกิดขึ้นด้านกระบวนการผลิต	• การตรวจกระบวนการผลิตและสภาพการทำงานจริงภายในโรงงาน • เก็บข้อมูลจากการสอบถามและจากเอกสารที่ใช้ในโรงงาน	• ได้ข้อมูลสภาพปัญหาด้านกระบวนการผลิต
2	เก็บข้อมูลปัญหาของเสียจากกระบวนการรีดยาง	• เพื่อรวบรวมลักษณะปัญหาที่เกิดขึ้น และนำมาใช้เป็นข้อมูลในการวิเคราะห์ปัญหาต่อไป	• แบบฟอร์มการเก็บข้อมูล (Check sheet)	• ได้ข้อมูลลักษณะปัญหาที่เกิดขึ้น
3	ค้นหาปัญหาหลัก	• เพื่อจัดลำดับความสำคัญของข้อมูล ที่ได้มาทำการวิเคราะห์และแก้ไขตามลำดับความสำคัญ	• แผนภูมิพาเรโต (Pareto Diagram)	• ได้ปัญหาหลักที่ทำให้เกิดของเสียในกระบวนการรีดยาง

ตารางที่ 3.5 ขั้นตอนการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบด้านกระบวนการผลิต (ต่อ)

ลำดับที่	ขั้นตอนการดำเนินงาน	วัตถุประสงค์	เครื่องมือที่นำมาใช้	ผลที่คาดว่าจะได้รับ
4	วิเคราะห์สาเหตุของการเกิดปัญหาและลักษณะข้อบกพร่องที่เกิดจากกระบวนการรีดยาง	• เพื่อค้นหาสาเหตุของปัญหาและลักษณะข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นในกระบวนการรีดยาง	• แผนผังกางปลา (Cause and effect diagram) • แผนผังต้นไม้ (Tree Diagram) • แผนภาพความสัมพันธ์ (Relation Diagram)	• ค้นพบสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้น
5	วิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่อง และผลกระทบจากกระบวนการ โดยใช้ตาราง FMEA	• เพื่อค้นหาโอกาส การเกิดลักษณะข้อบกพร่องในกระบวนการผลิต และกำหนดแนวทางในการแก้ไขและป้องกัน	• ตารางการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ (ตาราง FMEA)	• ได้แนวทางในการแก้ไขปรับปรุงเพื่อลดโอกาสการเกิดลักษณะข้อบกพร่องในกระบวนการผลิต
6	ทีมผู้เชี่ยวชาญของทางโรงงานให้คะแนนสำหรับค่า S,O,D และทำการคำนวณค่า RPN	• เพื่อคำนวณหาค่าดัชนีความเสี่ยงชี้นำ (Risk Priority Number) • เพื่อใช้ในการระบุค่าความเสี่ยงในการเกิดลักษณะข้อบกพร่องแต่ละลักษณะ	• แบบฟอร์มในการประเมินค่า S,O,D ของลักษณะข้อบกพร่องในตาราง FMEA	• ได้ค่า S,O,D สำหรับแต่ละลักษณะข้อบกพร่องและค่า RPN สำหรับแต่ละลักษณะข้อบกพร่อง

ตารางที่ 3.5 ขั้นตอนการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบด้านกระบวนการผลิต (ต่อ)

ลำดับที่	ขั้นตอนการดำเนินงาน	วัตถุประสงค์	เครื่องมือที่นำมาใช้	ผลที่คาดว่าจะได้รับ
7	เสนอปฏิบัติการแก้ไขสำหรับปัญหาที่มีค่า RPN > 100	• เพื่อทำการแก้ไขปรับปรุงกระบวนการผลิต ลดโอกาสการเกิดลักษณะข้อบกพร่องในกระบวนการผลิต	• แนวทางในการแก้ไข เช่น การใช้แบบฟอร์มในการตรวจติดตาม	• โอกาสการเกิดลักษณะข้อบกพร่องที่ลดลง ซึ่งจะส่งผลให้จำนวนของเสียที่เกิดขึ้นลดลงตามไปด้วย
8	เปรียบเทียบสภาพก่อนและหลังการดำเนินการปรับปรุง แก้ไขกระบวนการผลิต	• เพื่อวัดประสิทธิผลการศึกษาการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตที่ได้ดำเนินการปรับปรุงมาแล้ว	• เปอร์เซ็นต์ของเสียจากกระบวนการผลิต • ค่า RPN ที่ลดลงสำหรับกระบวนการผลิตที่มีการแก้ไข	• ค่าเปอร์เซ็นต์ของเสียที่ลดลง • ค่า RPN ที่อาจยังสูงอยู่สำหรับบางกระบวนการผลิต แม้ว่าจะได้รับการแก้ไขปรับปรุงแล้ว
9	ทบทวนการดำเนินการแก้ไขปรับปรุงสำหรับกระบวนการที่ยังมีค่า RPN สูง และทบทวนการวิเคราะห์ FMEA	• เพื่อเป็นการดำเนินการปรับปรุงแก้ไขอย่างต่อเนื่องไม่หยุดนิ่ง (Continual Improvement)	• เทคนิคการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบด้านกระบวนการ (Process Failure Mode and Effects Analysis)	• ได้เป้าหมายในการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง

จากตารางที่ 3.5 ทำให้สามารถสรุปได้ดังนี้ว่าขั้นตอนในการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบด้านกระบวนการผลิตทั้ง 9 ขั้นตอน ซึ่งมีรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนดังต่อไปนี้

(1) ทำการศึกษาถึงสภาพการดำเนินงานปัจจุบันของโรงงานตัวอย่างเกี่ยวกับปัญหาของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการรีดยางในการผลิตยางรถยนต์

ลักษณะบกพร่องของชิ้นงานที่ทำให้เกิดเป็นของเสียประเภท Non-Conform หรือยางที่ผ่านขั้นตอนการรีดยางแล้วแต่ไม่ได้มาตรฐาน ในกระบวนการรีดยาง มีดังนี้คือ

- Foreign Material - ชิ้นส่วนมีส่วนแปลกปลอมเข้ามาปะปน เป็นสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนผสมของยาง เช่น ไม้, หิน, กรวด, ทราย, กระดาษ, เหล็ก, ฝุ่น, จาระบี, น้ำมัน ฯลฯ รวมถึงการไม่เข้ากันของยาง เนื่องจากเป็นยางต่างประเภท และไม่สามารถรวมเป็นเนื้อเดียวกันได้ (Contamination)
- Lumpy - มีเม็ด Lumpy คือมีเนื้อยางที่เกิดปฏิกิริยาเป็นก้อนแข็ง หรือมีซีเมนต์เป็นก้อนแข็ง
- Blending Stock – มีการนำยางที่ผ่านกระบวนการผสมยางมาแล้วผิด ไม่สามารถนำมาใช้ได้ในกระบวนการผลิตต่อไป

ลักษณะบกพร่องของชิ้นงานที่ทำให้เกิดเป็นของเสียประเภท P/R หรือยางที่ผ่านขั้นตอนการรีดยางแล้วแต่ไม่ได้มาตรฐาน แต่อาจนำมา Recycle ในกระบวนการรีดยาง ดังแสดงในตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.6 แสดงประเภทกลุ่มของเสียในกระบวนการรีดยาง

กลุ่ม	ของเสีย	ลักษณะข้อบกพร่อง
1	Profile รูปร่างไม่ได้ตามกำหนด	Wrong profile รูปร่างผิดแบบ
		profile off-spec เกิดเป็นรอย ขีด แหว่งของชิ้นงาน จากการที่ Die ชำรุด
2	Blister การเกิดฟองอากาศ	การเกิดฟองอากาศบนผิวชิ้นงาน

ตารางที่ 3.6 แสดงประเภทกลุ่มของเสียในกระบวนการรีดยาง (ต่อ)

กลุ่ม	ของเสีย	ลักษณะข้อบกพร่อง
3	width ความกว้างไม่ได้ตามกำหนด	width off-spec ความกว้างไม่อยู่ในช่วงตามมาตรฐาน
4	Length ความกว้างไม่ได้ตามกำหนด	Wrong cutting length ความยาวของชิ้นส่วนยางไม่ได้ตามข้อกำหนด
5	Weight น้ำหนักไม่ได้ตามกำหนด	Weight out of spec. น้ำหนักไม่ไม่อยู่ในช่วงตามมาตรฐาน
6	Cement การทาเคมีที่ผิวหน้าไม่ดี	Poor apply สาร Cement บางหรือหนาเกินไป
7	Marking การบ่งชี้ผลิตภัณฑ์ไม่ถูกต้องตามที่กำหนด	Wrong marking การทำสัญลักษณ์ผิด
		Unclear Marking สัญลักษณ์ไม่ชัดเจน
8	Cutting รอยตัดไม่ได้ตามที่กำหนด	Wrong cutting angle รอยตัดมีองศาไม่ได้ตามที่กำหนด
		Poor cutting surface รอยตัดไม่สม่ำเสมอ
9	Drying ความแห้ง	Too wet ชิ้นงานไม่แห้ง หรือเปียกชื้นเกินไป
10	Splice Cement การทาเคมีที่รอยต่อไม่ดี	Imprecise applying การทาเคมีไม่สม่ำเสมอ
		Not applying cement ไม่ได้ทาเคมี
11	Other อื่นๆ	Contamination การไม่เข้ากันของ Compound
		Deformation of component การผิดรูปของ Component

โดยมีปัญหาหลักที่ทำให้เกิดลักษณะข้อบกพร่องของชิ้นงานที่ทำให้เกิดของเสียประเภท P/R จากกระบวนการรีดยาง ดังนี้คือ

- Start/stop – ของเสียจากการเริ่มผลิต โดยการเปลี่ยนยางที่ผ่านจากกระบวนการผสมยาง (Compound) หรือ เปลี่ยนขนาดของชิ้นส่วน ต้องมีการปรับแต่งเครื่องจักรและสภาวะของเครื่องจักร เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์เป็นไปตามข้อกำหนด
- End/finish – ชิ้นส่วนเหลือจากการหยุดกระบวนการผลิต
- Process control – การควบคุมกระบวนการ สาเหตุที่อาจเกิดจากความบกพร่องจากพนักงาน ความบกพร่องจากเครื่องจักร ความบกพร่องจากวิธีการทำงาน การตรวจสอบที่ไม่เหมาะสมถูกต้อง เพียงพอ และความบกพร่องจากวัตถุดิบ ทำให้เกิดปัญหาของเสียเกิดขึ้นได้ ลักษณะข้อบกพร่องที่มีดังนี้
  - Profile ไม่ได้ตามกำหนด
  - Blister การเกิดฟองอากาศ
  - Width ความกว้างไม่ได้ตามมาตรฐาน
  - Length ความยาวไม่ได้ตามมาตรฐาน
  - Weight น้ำหนักไม่ได้ตามมาตรฐาน
  - Cement เคมีที่บนชิ้นงานไม่ดี
  - Marking สัญลักษณ์และเส้นสีไม่ได้ตามมาตรฐาน
  - Cutting รอยตัดไม่ได้ตามมาตรฐาน
  - Drying ชิ้นงานไม่แห้ง
  - Splice cement เคมีที่รอยต่อไม่ดี
  - Other อื่นๆ เป็นข้อบกพร่องที่มักจะไม่เกิดขึ้นบ่อย
- Other – อุบัติเหตุ หรือ อื่นๆ

(2) ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลปัญหาของเสียที่เกิดจากกระบวนการรีดยาง โดยทำการบันทึกลงในแบบฟอร์มการเก็บข้อมูล (Check sheet) ดังรูปที่ 3.20 และ 3.21

เครื่อง extruder: Tuber # 2 , 3				วันที่ :_____ กะ :_____ ทีม :_____										
การติดตามปัญหา P/R														
Size Code	Die BK	Stock (สูตรยาง)	Production (ชิ้น)	ปริมาณของเสีย (ชิ้น)										
				Start-up (ช่วงเริ่มต้นการรัน)	Profile ไม่ได้ตามกำหนด	Width (ความกว้าง)	Weight (น้ำหนัก)	Length (ความยาว)	Blister (ลม)	Marking (มาร์คตัวอักษร))	Cutting (รอยตัด)	Cement (เคมีบนชิ้นงานไม่ดี)	End/Finish (ช่วงท้ายการรัน)	Others อื่น ๆ

รูปที่ 3.20 แบบฟอร์มเอกสารการเก็บรวบรวมข้อมูลของเสีย P/R จากกระบวนการรีดยาง เครื่องจักร Tuber #2, 3

เครื่อง extruder: Tuber # 2 , 3	วันที่ :_____ กะ :_____ ทีม :_____			
การติดตามปัญหา Non conform				
ครั้งที่	Foreign Material	Lumpy	Blending Stock	Others **อื่น ๆ**
รว ม				

รูปที่ 3.21 แบบฟอร์มเอกสารการเก็บรวบรวมข้อมูลของเสีย Non conform จากกระบวนการรีดยาง เครื่องจักร Tuber #2, 3

(3) ค้นหาปัญหาหลักโดยการใช้ผังพาเรโตในการจัดลำดับความสำคัญของปัญหาว่าปัญหาของเสียใดที่พบมากหรือมีความสำคัญต่อกระบวนการผลิต โดยสิ่งที่เป็นเกณฑ์จะใช้จำนวนของเสียที่เกิดจากกระบวนการรีดยาง ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2547 ดังแสดงในตารางที่ 3. 7 และ 3.8

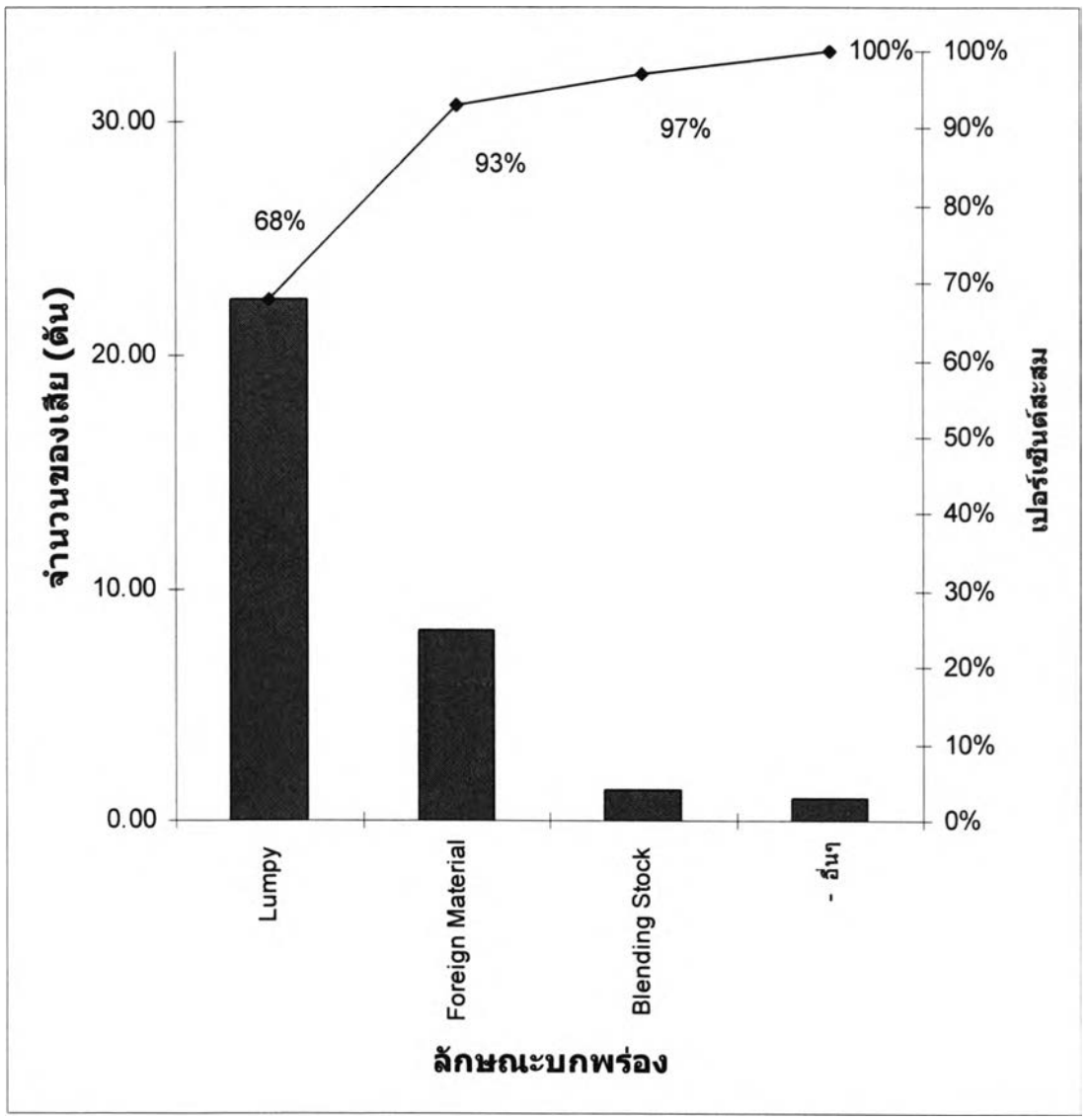
จากการเก็บข้อมูลของเสียจากกระบวนการรีดยาง ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2547 สามารถรวบรวมลักษณะของข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นได้ และพบว่ามีสัดส่วนของเสีย 26.07 เปอร์เซ็นต์เทียบยอดผลิตรวม โดยเป็นของเสียประเภท Non conform ที่ต้องนำไป scrap เป็นจำนวน 1.78 เปอร์เซ็นเมื่อเทียบกับยอดผลิต และของเสียประเภท P/R เป็นจำนวน 24.29 เปอร์เซ็นต์เมื่อเทียบกับยอดผลิต

สำหรับข้อมูลของเสียที่เกิดขึ้นดังกล่าวข้างต้นจึงนำมาวิเคราะห์ โดยใช้แผนผังพาเรโตสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.22 และ 3.23

ตารางที่ 3.7 แสดงจำนวนและเปอร์เซ็นต์ลักษณะข้อบกพร่องของชิ้นงานที่เป็นของเสียประเภท Non conform (1.78% เทียบยอดผลิต) ในกระบวนการรีดยางจากเครื่อง Tuber#2, 3 เดือนตุลาคม พ.ศ. 2547

ลักษณะของเสีย	จำนวนของเสีย (ตัน)	เปอร์เซ็นต์	เปอร์เซ็นสะสม
- Lumpy	22.44	68%	68%
- Foreign Material	8.25	25%	93%
- Blending Stock	1.32	4%	97%
- อื่นๆ (Compound ผสมผิดสูตร , คุณภาพวัตถุดิบไม่ได้ตามกำหนด , อุบัติเหตุ)	0.99	3%	100%
ยอดรวมของเสีย	33	100%	
ยอดการผลิตทั้งหมด (ตัน)	1509		

ที่มา : จากโรงงานตัวอย่าง แผนกรีดยาง



ที่มา : จากการเก็บข้อมูลจากโรงงานตัวอย่าง แผนกรีดยาง

รูปที่ 3.22 แผนภูมิพาเรโตจำนวนของเสียของปัญหา Non -conform

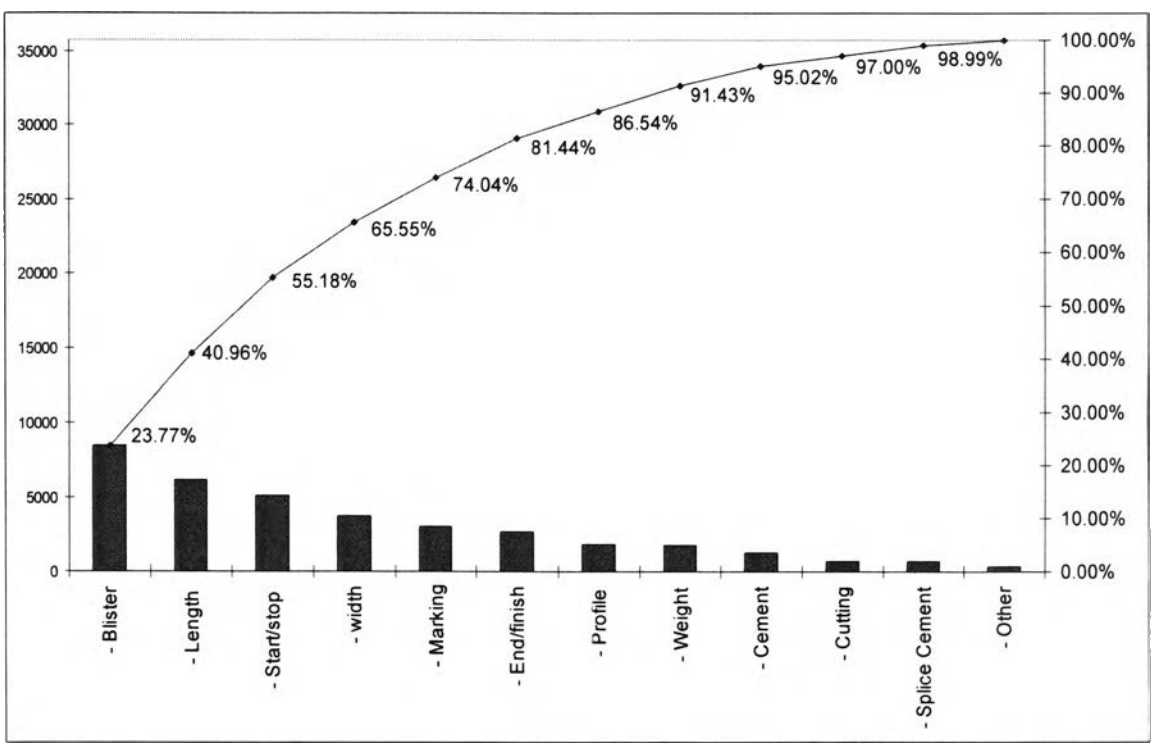
ตาราง 3.8 แสดงจำนวนและเปอร์เซ็นต์ลักษณะข้อบกพร่องของชิ้นงานที่เป็นของเสียประเภท P/R ในกระบวนการรีดยางจากเครื่อง Tuber#2, 3 เดือน ตุลาคม 2547

ลักษณะข้อบกพร่องของชิ้นงาน และปัญหาที่ทำให้เกิดของเสีย	จำนวนของเสีย (ชิ้น)	เปอร์เซ็นต์	เปอร์เซ็นสะสม
- Blister	8504	23.77%	23.77%
- Length	6146	17.18%	40.96%
- Start/stop	5086	14.22%	55.18%
- width	3710	10.37%	65.55%
- Marking	3038	8.49%	74.04%
- End/finish	2645	7.39%	81.44%
- Profile	1824	5.10%	86.54%
- Weight	1749	4.89%	91.43%
- Cement	1287	3.60%	95.02%
- Cutting	708	1.98%	97.00%

ตาราง 3.8 แสดงจำนวนและเปอร์เซ็นต์ลักษณะข้อบกพร่องของชิ้นงานที่เป็นของเสียประเภท P/R ในกระบวนการรีดยางจากเครื่อง Tuber#2, 3 เดือน ตุลาคม 2547 (ต่อ)

ลักษณะข้อบกพร่องของชิ้นงาน และปัญหาที่ทำให้เกิดของเสีย	จำนวนของเสีย (ชิ้น)	เปอร์เซ็นต์	เปอร์เซ็นสะสม
- Splice Cement	712	1.99%	98.99%
- Other	360	1.01%	100.00%
ยอดรวมของเสียประเภท P/R (ชิ้น)	35769	100.00%	
ยอดผลิตของเสียประเภท P/R (ชิ้น)	153944		

ที่มา : จากการเก็บข้อมูลในโรงงานตัวอย่าง แผนกรีดยาง



แหล่งที่มา : โรงงานตัวอย่าง แผนกรีดยาง

รูปที่ 3.23 แผนภูมิพาเรโตจำนวนสัดส่วนของเสียประเภท P/R ตามเครื่องจักรในกระบวนการรีดยาง

(4) วิเคราะห์หาสาเหตุของการเกิดของเสียจากกระบวนการรีดยาง

(ก) สร้างแผนผังต้นไม้

สำหรับการวิเคราะห์สาเหตุของแต่ละปัญหากระทำโดยการระดมสมองของผู้เชี่ยวชาญ ที่เกี่ยวข้องทางด้านกระบวนการผลิต สำหรับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ใช้วิธีการระดมสมองของพนักงานที่มีหน้าที่เกี่ยวข้อง ในกระบวนการผลิตทั้งระดับการจัดการ และระดับปฏิบัติการที่มีประสบการณ์ในการทำงาน 5 ปีขึ้นไป โดยการประชุมร่วมกันของพนักงานและผู้ทำการวิจัย ดังแสดงในภาคผนวก ข.

(ข) ผังแสดงเหตุและผล หรือผังก้างปลา

จากการวิเคราะห์โดยการใช้แผนภาพต้นไม้ เป็นขั้นตอนเริ่มต้นสำหรับการวิเคราะห์หาลักษณะข้อบกพร่องของกระบวนการผลิตที่ทำให้เกิดของเสีย และใช้แผนผังแสดงเหตุและผลในการวิเคราะห์หาสาเหตุของการเกิดลักษณะของบกพร่องเป็นขั้นตอนต่อไป สามารถรวบรวมผลการวิเคราะห์ สำหรับรายละเอียดของผังแสดงเหตุและผลแสดงไว้ในภาคผนวก ค.

จากปัจจัยที่ก่อให้เกิดข้อบกพร่องในการผลิตสามารถสรุปแยกแยะออกเป็น 5 ปัจจัยหลัก คือ ปัจจัยจากพนักงาน (Man), ปัจจัยจากเครื่องจักร (Machine), ปัจจัยจากวัตถุดิบ (Material), ปัจจัยจากวิธีการทำงาน (Method) และปัจจัยจากการวัด (Measurement) ซึ่งรายละเอียดของสาเหตุที่ก่อให้เกิดข้อบกพร่องของแต่ละปัจจัย และแนวทางในการควบคุมปัจจัยเหล่านั้น อาจสรุปได้ดังนี้

<u>ปัจจัยจากพนักงาน (Man)</u>

พบว่าสาเหตุของข้อบกพร่องที่เกี่ยวข้องกับพนักงานทั้งหมดเกิดจากความผิดพลาดของบุคคล (Human error) ซึ่งมีสาเหตุหลักมาจากสาเหตุดังนี้

1.ความผิดพลาดจากความเผอเรอ เป็นความผิดพลาดเนื่องจากกรณีที่บุคลากรไม่สามารถทำงานอย่างตั้งใจตลอดเวลา

2. ความผิดพลาดจากเทคนิค เป็นความผิดพลาดเนื่องจากการที่พนักงานขาดเทคนิคทักษะ และความรู้ที่จำเป็นบางประการ ที่สำคัญในการทำงาน

3. ความผิดพลาดจากการสื่อข้อความ เป็นความผิดพลาดในการสื่อข้อความกับพนักงานที่ไม่เพียงพอ อาจทำให้พนักงานไม่เข้าใจในคุณลักษณะของคุณภาพที่สำคัญ

บางประการไป หรือ อาจเกิดจากการละเลยจากการที่ให้พนักงานระดับปฏิบัติการเสนอข้อคิดเห็นที่มีคุณค่าต่อระบบการผลิต

ปัจจัยจากเครื่องจักร (Machine)

พบว่าสาเหตุของข้อบกพร่องที่เกี่ยวข้องกับเครื่องจักร คือ การเสื่อมสภาพของเครื่องจักร การขาดการดูแล บำรุงรักษา ซึ่งเป็นเหตุให้เกิดข้อบกพร่องขึ้นได้

ปัจจัยจากวัตถุดิบ (Material)

พบว่าสาเหตุของข้อบกพร่องที่เกี่ยวข้องกับวัตถุดิบเกิดจากการไม่มีการตรวจสอบสภาพ และคุณภาพของวัตถุดินก่อนนำมาใช้ในกระบวนการผลิต

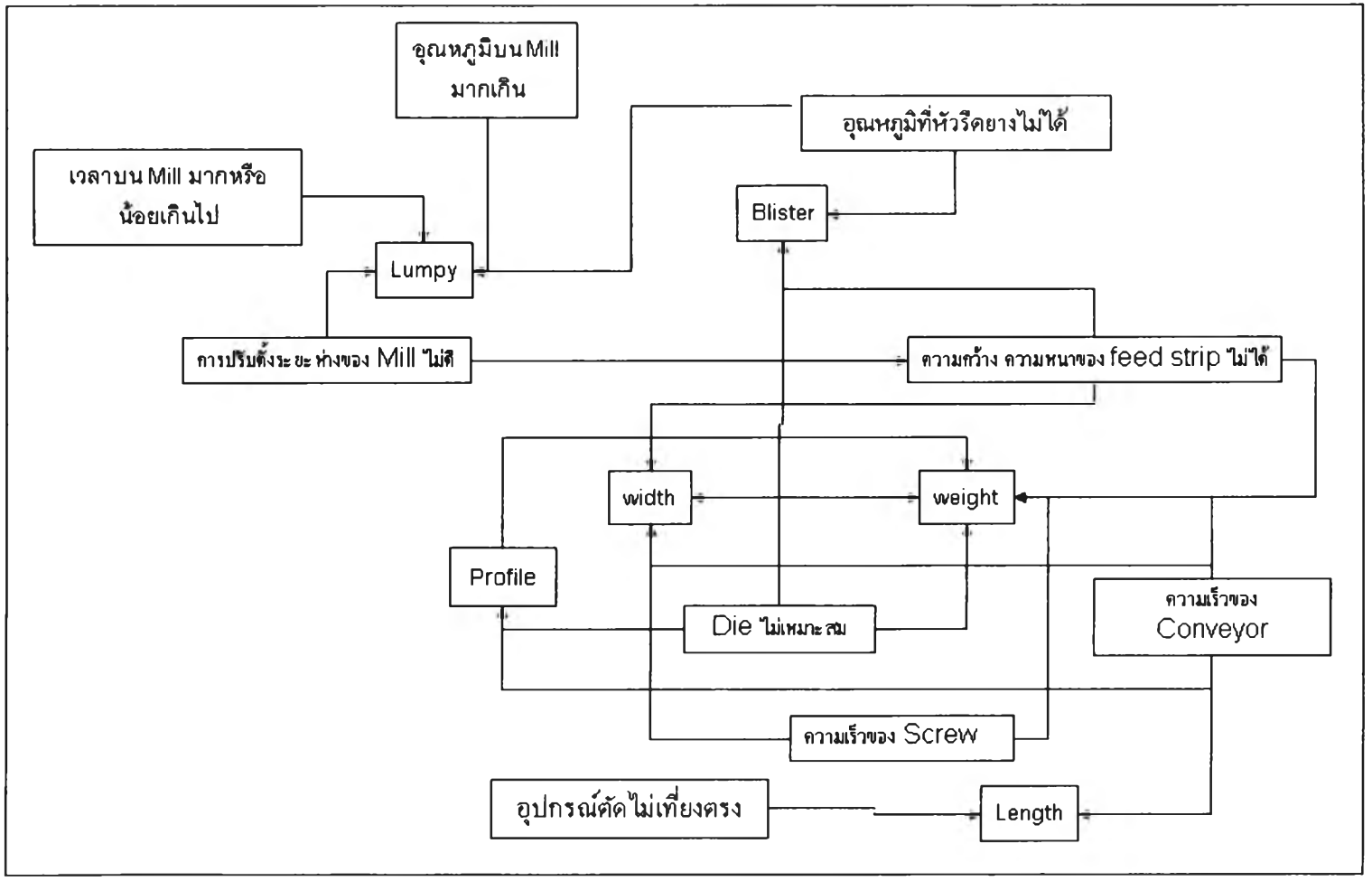
ปัจจัยจากวิธีการทำงาน (Methoc)

พบว่าสาเหตุของข้อบกพร่องด้านวิธีการทำงาน เกิดจากการที่ไม่มีมาตรฐานการทำงานที่ชัดเจน ในประเด็นหลักที่ทำให้เกิดข้อบกพร่องขึ้นได้

(ค) สร้างแผนภาพความสัมพันธ์

แผนภาพความสัมพันธ์ จะใช้เมื่อมีการกำหนดปัญหาอย่างชัดเจนแล้วโดยการรวบรวมปัญหาของเสียของผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากกระบวนการผลิต จากนั้นทำการระดมสมองของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญเพื่อทำการวิเคราะห์ปัญหาของเสียที่เกิดขึ้นโดยการใช้ผังต้นไม้และแผนผังแสดงเหตุและผล ทำให้ทราบสาเหตุของปัญหาของเสียที่เป็นไปได้ จากนั้นใช้แผนภาพความสัมพันธ์ (Relation Diagram) ช่วยในการหาความสัมพันธ์ซึ่งมีความสัมพันธ์กันอย่างซับซ้อน โดยแสดงในลักษณะรูปภาพ (Graphical Aid) ค้นหาความสัมพันธ์ของสาเหตุของปัญหา ที่เกิดขึ้นด้วยการเชื่อมโยงอย่างมีเหตุผลและปัญหาอาจมีความสัมพันธ์ของสาเหตุของปัญหา ที่เกิดขึ้นด้วยการเชื่อมโยงอย่างมีเหตุผลและปัญหาอาจมีความสัมพันธ์กันเองด้วยแผนภาพความสัมพันธ์ของปัญหาของเสียสำหรับโรงงานตัวอย่าง สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.24 โดยทิศทางของลูกศรจะออกจากสาเหตุไปหาผลลัพธ์ ซึ่งเป็นปัญหาของของเสียแต่ละชนิด

จากการใช้เครื่องมือทางคุณภาพข้างต้นสามารถนำมาวิเคราะห์ถึงลักษณะข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นในแต่ละกระบวนการได้ดังตารางที่ 3.9



รูปที่ 3.24 แสดงแผนภาพความสัมพันธ์ของสาเหตุหลักที่มีความซับซ้อนเกี่ยวข้องให้เกิดปัญหาในกระบวนการรีดยางที่เครื่อง Tuber

ตารางที่ 3.9 สรุปปัจจัยที่มีผลกระทบที่ทำให้เกิดของเสีย

ข้อบกพร่อง	กระบวนการรีดยาง									
	Mill	Extrusion	Apply cement	Cooling	Marking	Cutting	Drying	Apply Splice cement	Inspecting	Booking
ของเสียประเภท Non conform										
- Foreign Material ชิ้นส่วนมีส่วนแปลกปลอมเข้ามาปะปน	*	*	*	*				*	*	
- Lumpy มีเนื้อยางที่เกิดปฏิกิริยาเป็นก้อนแข็ง หรือมีซีเมนต์เป็นก้อนแข็ง	*	*								
- Blending Stock มีการนำยางที่ผ่านกระบวนการผสมยางมาแล้วผิด ไม่สามารถนำมาใช้ได้ในกระบวนการผลิตต่อไป	*	*								

ตาราง 3.8 สรุปปัจจัยที่มีผลกระทบที่ทำให้เกิดของเสีย (ต่อ)

ข้อบกพร่อง	กระบวนการรีดยาง									
	Mill	Extrusion	Apply cement	Cooling	Marking	Cutting	Drying	Apply Splice cement	Inspecting	Booking
P/R										
- Profile รูปร่างไม่ได้ตามกำหนด		*								
- Blister การเกิดฟองอากาศ	*	*								
- width ความกว้างไม่ได้ตามกำหนด		*								
- Length ความกว้างไม่ได้ตามกำหนด						*				

ตาราง 3.8 สรุปปัจจัยที่มีผลกระทบที่ทำให้เกิดของเสีย (ต่อ)

ข้อบกพร่อง	กระบวนการรีดยาง									
	Mill	Extrusion	Apply cement	Cooling	Marking	Cutting	Drying	Apply Splice cement	Inspecting	Booking
- Weight น้ำหนักไม่ได้ตามกำหนด									*	
- Cement การทาเคมีที่ผิวหน้าไม่ดี			*							
- Marking การบ่งชี้ผลิตภัณฑ์ไม่ถูกต้องตามที่กำหนด					*					
- Cutting รอยตัดไม่ได้ตามที่กำหนด										
- Splice Cement การทาเคมีที่รอยต่อไม่ดี										

จากการวิเคราะห์ปัญหาของเสียที่เกิดจากกระบวนการรีดยาง และทำการค้นหาสาเหตุและปัจจัยที่ทำให้เกิดของเสียโดยการใช้เครื่องมือ 3 ชนิด ดังกล่าวข้างต้น สามารถสรุปความสัมพันธ์ของสาเหตุและปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการรีดยาง หลังจากนั้นนำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ดังกล่าวมาประกอบใช้ในการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบด้านคุณภาพในกระบวนการผลิต (Failure Mode and Effect Analysis หรือ PFMEA) ของโรงงานตัวอย่างต่อไป

(5) การวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบด้านคุณภาพสำหรับกระบวนการผลิต (Process Failure Mode and Effect Analysis หรือ PFMEA) เป็นเทคนิคทางด้านวิศวกรรมเชิงคุณภาพที่ใช้ในการระบุ ชี้บ่ง และกำจัดสาเหตุของลักษณะข้อบกพร่อง ปัญหา ข้อผิดพลาดจากระบบ การออกแบบ กระบวนการผลิต ที่เกิดขึ้นแล้วและมีแนวโน้มว่ากำลังจะเกิดขึ้นอาจอยู่ในรูปของเสีย หรือความคลาดเคลื่อนก็ได้ในการวิเคราะห์ดังกล่าวจำเป็นที่จะต้องดำเนินการก่อนที่ผลิตภัณฑ์จะส่งถึงมือผู้บริโภค โดยข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบสามารถดำเนินการได้ 2 แนวทาง คือ ประการแรก ข้อมูลในอดีตของผลิตภัณฑ์ที่ทำการผลิตหรือจากผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะที่ใกล้เคียงกันหรือข้อมูลจากฝ่ายประกันคุณภาพที่ได้จากข้อร้องเรียนจากลูกค้า และอีกประการหนึ่ง คือ การใช้สถิติอนุมาน (Inferential Statistics)การจำลองลักษณะของปัญหา (Simulation) กระบวนการแปรหน้าที่ทางคุณภาพ (Quality Function Deployment) และ วิศวกรรมความน่าเชื่อถือ (Reliability Engineering) สำหรับการระบุและชี้บ่งถึงลักษณะของข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น อย่างไรก็ตามการใช้เทคนิค FMEA สามารถเลือกใช้แนวทางในการวิเคราะห์ลักษณะของปัญหาทั้ง 2 ประการร่วมกันอย่างเหมาะสมจึงจะก่อให้เกิดผลลัพธ์ที่ได้สูงสุด ขึ้นกับเงื่อนไขในการเลือกใช้ให้เหมาะสมกับลักษณะของปัญหา สำหรับรายละเอียดเกี่ยวกับการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบด้านคุณภาพสำหรับกระบวนการผลิต (Process Failure Mode and Effect Analysis หรือ PFMEA) ของโรงงานตัวอย่างมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

การวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบด้านคุณภาพในกระบวนการผลิตของโรงงานตัวอย่างมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

ก. กำหนดทีมผู้เชี่ยวชาญที่เข้ามามีส่วนร่วมในการวิเคราะห์และระดมสมองในการค้นหาปัญหาและกำหนดแนวทางในการแก้ไขปัญหา โดยเชิญผู้เชี่ยวชาญจากแต่ละหน่วยงานที่เกี่ยวข้องจำนวน 4 ท่าน (Stamatis, 1995 : 184) อันประกอบไปด้วย ผู้เชี่ยวชาญจากหน่วยงานประกันคุณภาพ 1 ท่าน หน่วยงานฝ่ายผลิต 1 ท่าน หน่วยงานฝ่ายวิศวกรรม 1 ท่าน และหน่วยงานเทคนิคการผลิต ที่มีอายุงานมากกว่า 5 ปีขึ้นไป และมีความรู้ประสบการณ์ในการทำงานเป็นอย่างดี มาเป็นผู้มีส่วนร่วมในการระดมสมอง

ข. วิเคราะห์กระบวนการผลิตโดยการใช้แผนผังการไหลของกระบวนการผลิต (Process Flow Chart) เพื่อเป็นการประกันว่าทุกคนในองค์กรมีแนวคิดและการดำเนินการไปในทิศทางเดียวกัน โดยแผนผังการไหลเป็นเครื่องมือในการมองภาพรวมและแบบจำลองการทำงานในรูปความสัมพันธ์และความเกี่ยวข้อง ของระบบระบบย่อย องค์ประกอบ และกระบวนการการผลิต

ค. จัดลำดับความสำคัญของกระบวนการผลิตว่ากระบวนการผลิตขั้นตอนใดมีความสำคัญและควรนำมาพิจารณา สำหรับกระบวนการผลิตของโรงงานตัวอย่างพบว่าปัญหาของเสียเกิดมากขึ้นที่กระบวนการรีดยาง จากเครื่องจักร Tuber #2,3

ง. วิเคราะห์ลักษณะของปัญหาและลักษณะข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นได้ในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการผลิต สาเหตุการเกิดลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบของลักษณะข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการรีดยาง ซึ่งสาเหตุของลักษณะข้อบกพร่องได้มาจากการวิเคราะห์ด้วยการระดมสมองโดยแผนผังแสดงเหตุและผล แผนภาพต้นไม้ และแผนภาพความสัมพันธ์ โดยสรุปได้ดังตารางที่ 3.10

ตารางที่ 3.10 สรุปสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดของเสีย

หน้าที่ของกระบวนการและความต้องการ	ลักษณะข้อบกพร่อง	ผลกระทบของลักษณะข้อบกพร่อง	สาเหตุหลัก
Loading on Mill การนำ Compound เข้าที่ Mill - เป็น Compound ที่ได้ตามข้อกำหนด - ไม่มีสิ่งแปลกปลอมปนเปื้อน - Feed strip ได้ขนาดความกว้างและยาวตามที่กำหนด	Blending stock -ไม่มีการ Blending - การนำเอา Compound มาใช้ผิด	Non conform มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ความทนทานการสึกหรอของยาง และความปลอดภัยของผู้ใช้ผลิตภัณฑ์	ความบกพร่องจากพนักงาน
	Lumpy compcund เนื้อยางที่เกิดปฏิกิริยาเป็นก้อนแข็ง ไม่รวมตัวเป็นเนื้อเดียวกัน	Non conform มีผลต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์ ความทนทานและการสึกหรอ	การทำงานบน Mill ในเวลาที่มากเกินไป
			Cooling system บกพร่อง
	Foreign Material การปนเปื้อนของสิ่งแปลกปลอม	Non conformสิ่งแปลกปลอมอาจก่อให้เกิดลมขังในยางจนยางเกิดระเบิดขณะใช้งาน	Process oil สกปรก
			Mill สกปรก มีเศษยางตกค้าง
			Feeding Conveyer สกปรก
	Blister การเกิดลมขังที่ผิวชิ้นงาน	P/R ทำให้ชิ้นส่วนยางไม่ได้มาตรฐานไม่สามารถนำไปใช้ในกระบวนการถัดไปได้	ความกว้างและความหนา ไม่ได้ตามที่กำหนด

ตารางที่ 3.10 สรุปสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดของเสีย (ต่อ)

หน้าที่ของกระบวนการและความต้องการ	ลักษณะข้อบกพร่อง	ผลกระทบของลักษณะข้อบกพร่อง	สาเหตุหลัก
Extrusion การรีดยาง จาก Die - ได้รูปร่างและความกว้างของหน้ายางที่ผ่านการีดจาก Die ได้ตามที่กำหนด - ไม่มีสิ่งแปลกปลอมปนเปื้อน - ชิ้นงานขึ้นรูปเต็มไม่มีฟองอากาศ	Wrong profile รูปร่างผิดแบบ	P/R ทำให้ชิ้นส่วนยางไม่ได้มาตรฐานไม่สามารถนำไปใช้ในกระบวนการถัดไปได้	นำ Die มาใช้ผิดแบบ
	Blister การเกิดลมขังที่ผิวชิ้นงาน	P/R ทำให้ชิ้นส่วนยางไม่ได้มาตรฐานไม่สามารถนำไปใช้ในกระบวนการถัดไปได้	ลมไม่สามารถออกจาก Die ได้ดีเนื่องจากการออกแบบ
	profile off-spec รูปร่างไม่ได้ตามที่กำหนด	P/R ทำให้ชิ้นส่วนยางไม่ได้มาตรฐานไม่สามารถนำไปใช้ในกระบวนการถัดไปได้	Die ชำรุด
			ความบกพร่องจากพนักงาน
	width off-spec ความกว้างไม่ได้ตามกำหนด	P/R ทำให้ชิ้นส่วนยางไม่ได้มาตรฐานไม่สามารถนำไปใช้ในกระบวนการถัดไปได้	Process capability ความสามารถของกระบวนการ
	Lumpy compound เนื้อยางที่เกิดปฏิกิริยาเป็นก้อนแข็ง ไม่รวมตัวเป็นเนื้อเดียวกัน	Non conform มีผลต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์ความทนทานและการสึกหรอ	การใช้อุณหภูมิในการรีดยางที่สูงเกินไป
			Cooling system บกพร่อง

ตารางที่ 3.10 สรุปสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดของเสีย (ต่อ)

หน้าที่ของกระบวนการและความต้องการ	ลักษณะข้อบกพร่อง	ผลกระทบของลักษณะข้อบกพร่อง	สาเหตุหลัก
	Contamination การไม่เข้ากันของยาง	Non conform สามารถเห็นได้ชัดเจนว่าผลิตภัณฑ์ไม่สามารถนำไปใช้งานได้	ไม่ได้นำ Stock ก่อนหน้าออก
Applying cement ขั้นตอนการเคลือบด้วยสารเคมี -ไม่มีการปนเปื้อน - การทา Cement ดี	Foreign Material การปนเปื้อนของสิ่งแปลกปลอม	Non conformสิ่งแปลกปลอมอาจก่อให้เกิดลมขังในยางจนยางเกิดระเบิดขณะใช้งาน	แปรงที่ใช้ทาสกปรก
			การที่ Cement ตกตะกอนในถัง
	Poor apply - สาร Cement บางหรือหนาเกินไป	P/R ทำให้ชิ้นส่วนยางไม่ได้มาตรฐานไม่สามารถนำไปใช้ในกระบวนการถัดไปได้	แปรงที่ใช้เสื่อมสภาพ
			อุปกรณ์ควบคุมการไหลของ Cement บกพร่อง
Cooling ขั้นตอนการปล่อยให้เย็นตัว - ไม่มีการปนเปื้อนของสิ่งแปลกปลอม	Foreign Material - การปนเปื้อนของสิ่งแปลกปลอม	Non conformสิ่งแปลกปลอมอาจก่อให้เกิดลมขังในยางจนยางเกิดระเบิดขณะใช้งาน	น้ำที่นำมาใช้ในการเย็นตัวของยางมีความสกปรก
Marking ขั้นตอนการทำแต้ม ทำสัญลักษณ์ - ให้มีสัญลักษณ์ที่ถูกต้องตามที่กำหนด	Wrong marking - การทำสัญลักษณ์ผิด	มีผลให้นำไปใช้ในกระบวนการอื่นๆผิด ทำให้เกิดความไม่ปลอดภัยแก่ผู้ใช้งานได้	ความบกพร่องจากพนักงาน
	Unclear Marking - สัญลักษณ์ไม่ชัดเจน	สร้างความไม่พอใจให้ลูกค้าได้	อุปกรณ์สำหรับการทำสัญสักษณ์ ไม่เหมาะสม

ตารางที่ 3.10 สรุปสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดของเสีย (ต่อ)

หน้าที่ของกระบวนการและความต้องการ	ลักษณะข้อบกพร่อง	ผลกระทบของลักษณะข้อบกพร่อง	สาเหตุหลัก
Cutting ขั้นตอนการตัดให้ได้ความยาวตามที่กำหนด - ให้ได้ชิ้นส่วนยางที่ได้ขนาดความยาว และรอยตัดตามที่กำหนด	Wrong cutting length - ความยาวของชิ้นส่วนยางไม่ได้ตามข้อกำหนด	P/R ทำให้ชิ้นส่วนยางไม่ได้มาตรฐานไม่สามารถนำไปใช้ในกระบวนการถัดไปได้	ความบกพร่องจากพนักงาน
			ความถูกต้องแม่นยำของ Cutter
			การไม่สัมพันธ์กันของ Cooling conveyer
	Wrong cutting angle - รอยตัดมีองศาไม่ได้ตามที่กำหนด	P/R ทำให้ชิ้นส่วนยางไม่ได้มาตรฐานไม่สามารถนำไปใช้ในกระบวนการถัดไปได้	ความผิดพลาดจากเครื่องจักร
	Poor cutting surface - รอยตัดไม่สม่ำเสมอ	เกิดเป็นปัญหาให้เกิดของเสียในกระบวนการผลิตถัดไปได้ เป็นปัญหารอยต่อปิดไม่สนิท	อุปกรณ์ Cutter ที่อ ไม่คม
Drying -- ขั้นตอนที่ปล่อยให้ชิ้นส่วนยางแห้ง	Too wet - ชิ้นงานไม่แห้ง หรือเปียกชื้นเกินไป	เกิดเป็นปัญหาให้เกิดของเสียในกระบวนการผลิตถัดไปได้ เป็นปัญหาในการสุกตัวของยาง	ความพกพร่องจากเครื่องเป่า Blower
Applying splice cement ขั้นตอนการทาเคมี ที่รอยต่อให้มี Cement ที่บริเวณรอยต่อดี	Foreign Material - การปนเปื้อนของสิ่งแปลกปลอม	Non conformสิ่งแปลกปลอมอาจก่อให้เกิดลมขังในยางจนยางเกิดระเบิดขณะใช้งาน	ไม่ได้ใช้พลาสติกวางรอง
	Imprecise applying การทาเคมีไม่สม่ำเสมอ	เกิดเป็นปัญหาให้เกิดของเสียในกระบวนการผลิตถัดไปได้	ความพบพร่องจากพนักงาน Cementer

ตารางที่ 3.10 สรุปสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดของเสีย (ต่อ)

หน้าที่ของกระบวนการและความต้องการ	ลักษณะข้อบกพร่อง	ผลกระทบของลักษณะข้อบกพร่อง	สาเหตุหลัก
	Not applying cement - ไม่ได้ทาเคมี	ไม่สามารถนำไปใช้ในกระบวนการถัดไปได้	ความบกพร่องจากพนักงาน Cementer
Inspecting ขั้นตอนการตรวจสอบ - การตรวจสอบน้ำหนัก - ไม่มีสิ่งปนเปื้อนในการชั่วน้ำหนัก	Weight out of spec. น้ำหนักไม่ได้ตามที่กำหนด	P/R เนื่องจากน้ำหนักคลาดเคลื่อนจากการชั่ง	ตาชั่ง บกพร่อง หรือผิดพลาด
	Foreign Material - การปนเปื้อนของสิ่งแปลกปลอม	Non conformสิ่งแปลกปลอมอาจก่อให้เกิดลมขังในยางจนยางเกิดระเบิดขณะใช้งาน	การปนเปื้อนจากเครื่องมือวัด
Booking on tray ขั้นตอนการวาง component บนรถใส่ - ได้ชิ้นส่วนประกอบยางที่ถูกต้องตามข้อกำหนด	Deformation of component - การผิดรูปของ Component	เกิดเป็นปัญหาให้เกิดของเสียในกระบวนการผลิตถัดไปได้ ทำให้ผลิตภัณฑ์ผิดรูป	วิธีการทำงานที่ไม่เหมาะสมของ Booker

จ. ใช้ตารางการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ ในการวิเคราะห์ปัญหา โดยทำการระบุลักษณะข้อบกพร่องที่เป็นไปได้ และผลกระทบของลักษณะข้อบกพร่องที่มีต่อกระบวนการผลิตและลูกค้า และค้นหาสาเหตุของการเกิดลักษณะของบกพร่อง ระบุให้คะแนนของความรุนแรงของข้อบกพร่อง (Severity) โอกาสการเกิดขึ้นของสาเหตุข้อบกพร่อง (Occurrence) และความสามารถในการตรวจพบของเสียจากการควบคุมของกระบวนการ (Detection) โดยทีมผู้เชี่ยวชาญของทางโรงงานตัวอย่าง สำหรับค่าคะแนนความรุนแรง (s) โอกาสการเกิดของสาเหตุของลักษณะบกพร่อง (o) และความสามารถในการตรวจพบของเสียจากการควบคุมของกระบวนการ (D) ในตารางเป็นคาเฉลี่ยที่ได้จาก ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 4 ท่าน

ค่าความรุนแรงของข้อบกพร่อง (Severity, S) เป็นค่าที่ชี้ความรุนแรงของผลกระทบจากลักษณะข้อบกพร่อง โดยถ้าผลกระทบมีความรุนแรงมากค่า Severity จะมีค่าสูงตามไปด้วย

ค่าโอกาสการเกิดขึ้นของสาเหตุข้อบกพร่อง (Occurrence, O) เป็นโอกาสการเกิดขึ้นได้ของสาเหตุที่ทำให้เกิดลักษณะข้อบกพร่องภายใต้การควบคุมของกระบวนการผลิตปัจจุบัน โดยถ้าโอกาสในการเกิดข้อบกพร่องมีโอกาสมากกว่า Occurrence จะมีค่าสูงตามไปด้วย

ค่าความสามารถในการตรวจพบของเสียจากการควบคุมของกระบวนการ (Detection, D) เป็นค่าที่สัมพันธ์กับลักษณะการควบคุมปัจจุบันของกระบวนการผลิตว่าสามารถตรวจพบรากเหง้าของสาเหตุ (Root Cause) การเกิดลักษณะข้อบกพร่องได้ก่อนที่ผลิตภัณฑ์จะผ่านออกจากพื้นที่ของกระบวนการผลิต ข้อควรระวังคือกรณีที่ Occurrence มีค่าต่ำไม่ได้หมายความไปด้วยว่าค่า Detection จะมีค่าต่ำไปด้วยทั้งนี้ค่า Detection ขึ้นกับความสามารถของกระบวนการปัจจุบันในการตรวจสอบ ส่วนค่า Occurrence ขึ้นอยู่กับลักษณะข้อกำหนดในการทำงานของกระบวนการผลิตในการผลิตผลิตภัณฑ์

(6) คำนวณค่าดัชนีความเสี่ยงชี้นำ (Risk Priority Number หรือ ค่า RPN) ของแต่ละปัจจัยที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์โดยค่าดับชีความเสี่ยงชี้นำ หรือ ค่า RPN

หาได้จาก RPN = S * O * D

ผลคูณของ Severity ,Occurrence และ Detection ใช้ในการระบุความเสี่ยงของกระบวนการ ที่จะส่งผลให้เกิดความล้มเหลวหรือเกิดลักษณะบกพร่องและใช้สำหรับระบุลำดับความสำคัญของลักษณะข้อบกพร่อง สำหรับทีมงานในการพิจารณาแก้ไขปรับปรุงกระบวนการผลิต สำหรับค่า RPN นั้นไม่มีค่าหรือสื่อความหมายที่มีสำคัญ แต่เป็นเครื่องบ่งชี้ให้เราใช้ช่วยในการจัดลำดับข้อบกพร่องของผลิตภัณฑ์ เท่านั้น (Ford , 1992)

สำหรับรายละเอียดเกี่ยวกับการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบด้านคุณภาพสำหรับกระบวนการผลิต (Process Failure Mode and Effect Analysis หรือ PFMEA) ของทางโรงงานตัวอย่างและรายละเอียดการให้คะแนนค่า Severity Occurrence และ Detection เพื่อใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงคุณภาพในกระบวนการรีดยาง ได้แสดงไว้ในตารางที่ 3.11

ตั้งแต่ขั้นตอนที่ 7 เป็นต้นไป ผู้วิจัยได้จัดไปอยู่ในส่วนของบทต่อไป ซึ่งเป็นขั้นตอนการปรับปรุงคุณภาพกระบวนการผลิตของโรงงานตัวอย่าง และการทบทวนการดำเนินการแก้ไขปรับปรุง

(7) เสนอแนวทางการปฏิบัติการในการแก้ไข เพื่อลดลักษณะข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น

(8) เปรียบเทียบสภาพก่อนและหลังของการดำเนินการแก้ไขปรับปรุงกระบวนการผลิต

(9) ทบทวนการดำเนินการแก้ไขปรับปรุง สำหรับกระบวนการที่ยังมีค่า RPN สูง และทบทวนการวิเคราะห์ FMEA

ตาราง 3.11 แสดงการจัดทำตาราง FMEA ก่อนการปรับปรุง

กระบวนการผลิต: กระบวนการรีดยาง เครื่องจักร : TUBER #2,3

หน้าที่ของกระบวนการ / ความต้องการ	ลักษณะข้อบกพร่อง	ผลกระทบของลักษณะข้อบกพร่อง	S	สาเหตุ / กลไกของลักษณะข้อบกพร่อง	O	การควบคุมในปัจจุบัน		D	RPN	ปฏิบัติการเสนอแนะ	ผู้รับผิดชอบและเป้าหมายเสร็จ	ปฏิบัติการที่ได้ดำเนินการ	ผลการแก้ไข			
						การป้องกัน	การตรวจจับ						S	O	D	RPN
Loading on Mill การนำ Compound เข้าที่ Mill - เป็น Compound ที่ได้ตามข้อกำหนด - ไม่มีสิ่งแปลกปลอมปนเปื้อน - Feed strip ได้ขนาดความกว้างและยาวตามที่กำหนด	Blending stock -ไม่มีการ Blending - การนำเอา Compound มาใช้ผิด	Non conform มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ความทนทาน การสึกหรอของยาง และความปลอดภัยของผู้ใช้ผลิตภัณฑ์	10	ความบกพร่องจากพนักงาน	3		- ตรวจสอบโดย LAB	4	120							
	Lumpy compound เนื้อยางที่เกิดปฏิกิริยาเป็นก้อนแข็งไม่รวมตัวเป็นเนื้อเดียวกัน	Non conform มีผลต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์ ความทนทานและการสึกหรอ	9	การทำงานบน Mill ในเวลาที่มากเกินไป	6		- ดูด้วยสายตาโดยพนักงาน Mill man - ดูด้วยสายตาในกระบวนการ	5	270							

ตาราง 3.11 แสดงการจัดทำตาราง FMEA ก่อนการปรับปรุง (ต่อ)

กระบวนการผลิต: กระบวนการรีดยาง เครื่องจักร : TUBER #2.3

หน้าที่ของกระบวนการ / ความต้องการ	ลักษณะข้อบกพร่อง	ผลกระทบของลักษณะข้อบกพร่อง	S	สาเหตุ / กลไกของลักษณะข้อบกพร่อง	O	การควบคุมในปัจจุบัน		D	RPN	ปฏิบัติการเสนอแนะ	ผู้รับผิดชอบและเป้าหมายเสร็จ	ปฏิบัติการที่ได้ดำเนินการ	ผลการแก้ไข			
						การป้องกัน	การตรวจจับ						S	O	D	RPN
							ถัดไป									
			9	Cooling system บกพร่อง	6		ตรวจสอบด้วยสายตาโดยพนักงาน Mill man	5	270							
	Foreign Material การปนเปื้อนของสิ่งแปลกปลอม	Non conformสิ่งแปลกปลอมอาจก่อให้เกิดลมขังในยางจนยางเกิดระเบิดขณะใช้งาน	10	Process oil สกปรก	5		ตรวจสอบด้วยสายตาโดยพนักงาน Mill man	5	250							
			10	Mill สกปรก มีเศษยางตกค้าง	5		ตรวจสอบด้วยสายตาโดยพนักงาน Mill man	3	150							

ตาราง 3.11 แสดงการจัดทำตาราง FMEA ก่อนการปรับปรุง (ต่อ)

กระบวนการผลิต: กระบวนการรีดยาง เครื่องจักร : TUBER #2.3

หน้าที่ของกระบวนการ / ความต้องการ	ลักษณะข้อบกพร่อง	ผลกระทบของลักษณะข้อบกพร่อง	S	สาเหตุ / กลไกของลักษณะข้อบกพร่อง	O	การควบคุมในปัจจุบัน		D	RPN	ปฏิบัติการเสนอแนะ	ผู้รับผิดชอบและเป้าหมายเสร็จ	ปฏิบัติการที่ได้ดำเนินการ	ผลการแก้ไข			
						การป้องกัน	การตรวจจับ						S	O	D	RPN
			10	Feeding Conveyer สกปรก	5		ตรวจสอบด้วยสายตาโดยพนักงาน Mill man	3	150							
	Blister การเกิดลมขังที่ผิวชิ้นงาน	P/R ทำให้ชิ้นส่วนยางไม่ได้มาตรฐาน ไม่สามารถนำไปใช้ในกระบวนการถัดไปได้	6	ความกว้างและความหนา ไม่ได้ตามที่กำหนด	8		ตรวจสอบขนาดที่ Mill โดยพนักงาน Mill man	5	240							
Extrusion การรีดยาง จาก Die - ได้รูปร่างและ	Wrong profile รูปร่างผิดแบบ	P/R ทำให้ชิ้นส่วนยางไม่ได้มาตรฐาน ไม่สามารถ	5	นำ Die มาใช้ผิดแบบ	6		ใบตรวจสอบการนำ Die มาใช้	5	150							

ตาราง 3.11 แสดงการจัดทำตาราง FMEA ก่อนการปรับปรุง (ต่อ)

กระบวนการผลิต: กระบวนการรีดยาง เครื่องจักร : TUBER #2.3

หน้าที่ของกระบวนการ / ความต้องการ	ลักษณะข้อบกพร่อง	ผลกระทบของลักษณะข้อบกพร่อง	S	สาเหตุ / กลไกของลักษณะข้อบกพร่อง	O	การควบคุมในปัจจุบัน		D	RPN	ปฏิบัติการเสนอแนะ	ผู้รับผิดชอบและเป้าหมายเสร็จ	ปฏิบัติการที่ได้ดำเนินการ	ผลการแก้ไข			
						การป้องกัน	การตรวจจับ						S	O	D	RPN
ความกว้างของหน้ายางที่ผ่านการรีดจาก Die ได้ตามที่กำหนด - ไม่มีสิ่งแปลกปลอมปนเปื้อน - ชิ้นงานขึ้นรูปเต็มไม่มีฟองอากาศ		นำไปใช้ในกระบวนการถัดไปได้														
	Blister การเกิดลมขังที่ผิวชิ้นงาน	P/R ทำให้ชิ้นส่วนยางไม่ได้มาตรฐาน ไม่สามารถนำไปใช้ในกระบวนการถัดไปได้	6	ลมไม่สามารถออกจาก Die ได้ดีเนื่องจากการออกแบบ	9		ใบตรวจสอบการนำ Dio มาใช้	5	270							
	profile off-spec รูปร่างไม่ได้ตามที่กำหนด	P/R ทำให้ชิ้นส่วนยางไม่ได้มาตรฐาน ไม่สามารถนำไปใช้ใน	5	Die ชำรุด	3		- การสุ่มตรวจสอบโดยพนักงานทำ Die	5	75							

ตาราง 3.11 แสดงการจัดทำตาราง FMEA ก่อนการปรับปรุง (ต่อ)

กระบวนการผลิต: กระบวนการรีดยาง เครื่องจักร : TUBER #2.3

หน้าที่ของกระบวนการ / ความต้องการ	ลักษณะข้อบกพร่อง	ผลกระทบของลักษณะข้อบกพร่อง	S	สาเหตุ / กลไกของลักษณะข้อบกพร่อง	O	การควบคุมในปัจจุบัน		D	RPN	ปฏิบัติการเสนอแนะ	ผู้รับผิดชอบและเป้าหมายเสร็จ	ปฏิบัติการที่ได้ดำเนินการ	ผลการแก้ไข			
						การป้องกัน	การตรวจจับ						S	O	D	RPN
		กระบวนการถัดไปได้	5	ความบกพร่องจากพนักงาน	3		-Verification plan แผนการตรวจสอบในกระบวนการ - การตรวจสอบในกระบวนการถัดไปโดย Cementer	5	75							
	width off-spec ความกว้างไม่ได้ตามกำหนด	P/R ทำให้ชิ้นส่วนยางไม่ได้มาตรฐาน ไม่สามารถนำไปใช้ใน	5	Process capability ความสามารถของกระบวนการ	7		บันทึกทางคุณภาพ	5	175							

ตาราง 3.11 แสดงการจัดทำตาราง FMEA ก่อนการปรับปรุง (ต่อ)

กระบวนการผลิต: กระบวนการรีดยาง เครื่องจักร : TUBER #2.3

หน้าที่ของกระบวนการ / ความต้องการ	ลักษณะข้อบกพร่อง	ผลกระทบของลักษณะข้อบกพร่อง	S	สาเหตุ / กลไกของลักษณะข้อบกพร่อง	O	การควบคุมในปัจจุบัน		D	RPN	ปฏิบัติการเสนอแนะ	ผู้รับผิดชอบและเป้าหมายเสร็จ	ปฏิบัติการที่ได้ดำเนินการ	ผลการแก้ไข			
						การป้องกัน	การตรวจจับ						S	O	D	RPN
		กระบวนการถัดไปได้														
	Lumpy compound เนื้อยางที่เกิดปฏิกิริยาเป็นก้อนแข็งไม่รวมตัวเป็นเนื้อเดียวกัน	Non conform มีผลต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์ ความทนทานและการสึกหรอ	9	การใช้อุณหภูมิในการรีดยางที่สูงเกินไป	6		- ตรวจสอบด้วยสายตาโดยพนักงาน - ตรวจสอบอุณหภูมิด้วยเครื่องมือ	3	162							
			9	Cooling system บกพร่อง	6		ตรวจสอบด้วยสายตาโดยพนักงาน Mill man	5	270							
	Contamination การไม่เข้ากัน	Non conform สามารถเห็นได้ชัดเจนว่า	10	ไม่ได้นำ Stock ก่อนหน้าออก	1		การสุ่มตรวจโดย Lab	8	80							

ตาราง 3.11 แสดงการจัดทำตาราง FMEA ก่อนการปรับปรุง (ต่อ)

กระบวนการผลิต: กระบวนการรีดยาง เครื่องจักร : TUBER #2.3

หน้าที่ของกระบวนการ / ความต้องการ	ลักษณะข้อบกพร่อง	ผลกระทบของลักษณะข้อบกพร่อง	S	สาเหตุ / กลไกของลักษณะข้อบกพร่อง	O	การควบคุมในปัจจุบัน		D	RPN	ปฏิบัติการเสนอแนะ	ผู้รับผิดชอบและเป้าหมายเสร็จ	ปฏิบัติการที่ได้ดำเนินการ	ผลการแก้ไข			
						การป้องกัน	การตรวจจับ						S	O	D	RPN
	ของยาง	ผลิตภัณฑ์ไม่สามารถนำไปใช้งานได้														
Applying cement ขั้นตอนการเคลือบด้วยสารเคมี -ไม่มีการปนเปื้อน - การทา Cement ดี	Foreign Material การปนเปื้อนของสิ่งแปลกปลอม	Non conformสิ่งแปลกปลอมอาจก่อให้เกิดลมขังในยางจนยางเกิดระเบิดขณะใช้งาน	10	แปรงที่ใช้ทาสกปรก	5		ตรวจสอบโดย Operator	5	250							
			10	การที่ Cement ตกตะกอนในถัง	5		ตรวจสอบโดย Operator	5	250							
	Poor apply - สาร Cement บางหรือหนาเกินไป	P/R ทำให้ชิ้นส่วนยางไม่ได้มาตรฐาน ไม่สามารถนำไปใช้ในกระบวนการ	8	แปรงที่ใช้เสื่อมสภาพ	5		ตรวจสอบโดย Operator	5	200							
			8	อุปกรณ์ควบคุมการไหลของ Cement บกพร่อง	5		ตรวจสอบโดย Operator	5	200							

ตาราง 3.11 แสดงการจัดทำตาราง FMEA ก่อนการปรับปรุง (ต่อ)

กระบวนการผลิต: กระบวนการรีดยาง เครื่องจักร : TUBER #2,3

หน้าที่ของกระบวนการ / ความต้องการ	ลักษณะข้อบกพร่อง	ผลกระทบของลักษณะข้อบกพร่อง	S	สาเหตุ / กลไกของลักษณะข้อบกพร่อง	O	การควบคุมในปัจจุบัน		D	RPN	ปฏิบัติการเสนอแนะ	ผู้รับผิดชอบและเป้าหมายเสร็จ	ปฏิบัติการที่ได้ดำเนินการ	ผลการแก้ไข			
						การป้องกัน	การตรวจจับ						S	O	D	RPN
		ถัดไปได้														
Cooling ขั้นตอนการปล่อยให้เย็นตัว - ไม่มีการปนเปื้อนของสิ่งแปลกปลอม	Foreign Material - การปนเปื้อนของสิ่งแปลกปลอม	Non conform สิ่งแปลกปลอมอาจก่อให้เกิดลมขังในยางจนยางเกิดระเบิดขณะใช้งาน	8	น้ำที่นำมาใช้ในการเย็นตัวของยางมีความสกปรก	1		- การสุ่มตรวจสอบโดย Lab - มีแผนการทำความสะอาด	3	24							
Marking ขั้นตอนการทำแต้ม ทำสัญลักษณ์ - ให้มีสัญลักษณ์ที่ถูกต้องตามที่กำหนด	Wrong marking - การทำสัญลักษณ์ผิด	มีผลให้นำไปใช้ในกระบวนการอื่นๆผิด ทำให้เกิดความไม่ปลอดภัยแก่ผู้ใช้งานได้	10	ความบกพร่องจากพนักงาน	1		ตรวจสอบโดย Cementer และในกระบวนการถัดไป	3	30							
	Unclear Marking	สร้างความไม่พอใจให้ลูกค้าได้	5	อุปกรณ์สำหรับการทำสัญลักษณ์ ไม่	6		ตรวจสอบโดย	5	150							

ตาราง 3.11 แสดงการจัดทำตาราง FMEA ก่อนการปรับปรุง (ต่อ)

กระบวนการผลิต: กระบวนการรีดยาง เครื่องจักร : TUBER #2.3

หน้าที่ของกระบวนการ / ความต้องการ	ลักษณะข้อบกพร่อง	ผลกระทบของลักษณะข้อบกพร่อง	S	สาเหตุ / กลไกของลักษณะข้อบกพร่อง	O	การควบคุมในปัจจุบัน		D	RPN	ปฏิบัติการเสนอแนะ	ผู้รับผิดชอบและเป้าหมายเสร็จ	ปฏิบัติการที่ได้ดำเนินการ	ผลการแก้ไข			
						การป้องกัน	การตรวจจับ						S	O	D	RPN
	- สัญลักษณ์ไม่ชัดเจน			เหมาะสม หรือบกพร่อง			Cementer และในกระบวนการถัดไป									
Cutting ขั้นตอนการตัดให้ได้ความยาวตามที่กำหนด - ให้ได้ชิ้นส่วนยางที่ได้ขนาดความยาว และรอยตัดตามที่กำหนด	Wrong cutting length - ความยาวของชิ้นส่วนยางไม่ได้ตามข้อกำหนด	P/R ทำให้ชิ้นส่วนยางไม่ได้มาตรฐาน ไม่สามารถนำไปใช้ในกระบวนการถัดไปได้	6	ความบกพร่องจากพนักงาน	4		ตรวจสอบโดย Cementer และในกระบวนการถัดไป	5	120							
			6	ความถูกต้องแม่นยำของ Cutter	4		ตรวจสอบโดย Cementer และในกระบวนการ	5	120							

ตาราง 3.11 แสดงการจัดทำตาราง FMEA ก่อนการปรับปรุง (ต่อ)

กระบวนการผลิต: กระบวนการรีดยาง เครื่องจักร : TUBER #2,3

หน้าที่ของกระบวนการ / ความต้องการ	ลักษณะข้อบกพร่อง	ผลกระทบของลักษณะข้อบกพร่อง	S	สาเหตุ / กลไกของลักษณะข้อบกพร่อง	O	การควบคุมในปัจจุบัน		D	RPN	ปฏิบัติการเสนอแนะ	ผู้รับผิดชอบและเป้าหมายเสร็จ	ปฏิบัติการที่ได้ดำเนินการ	ผลการแก้ไข			
						การป้องกัน	การตรวจจับ						S	O	D	RPN
							ถัดไป									
			6	การไม่สัมพันธ์กันของ Cooling conveyer	4		ตรวจสอบโดย Die maker และตรวจสอบในกระบวนการถัดไป	5	120							
	Wrong cutting angle - รอยตัดมีองศาไม่ได้ตามที่กำหนด	P/R ทำให้ชิ้นส่วนยางไม่ได้มาตรฐาน ไม่สามารถนำไปใช้ในกระบวนการถัดไปได้	6	ความผิดพลาดจากเครื่องจักร	4		ตรวจสอบองศาโดย Cementer	5	120							

ตาราง 3.11 แสดงการจัดทำตาราง FMEA ก่อนการปรับปรุง (ต่อ)

กระบวนการผลิต: กระบวนการรีดยาง เครื่องจักร : TUBER #2,3

หน้าที่ของกระบวนการ / ความต้องการ	ลักษณะข้อบกพร่อง	ผลกระทบของลักษณะข้อบกพร่อง	S	สาเหตุ / กลไกของลักษณะข้อบกพร่อง	O	การควบคุมในปัจจุบัน		D	RPN	ปฏิบัติการเสนอแนะ	ผู้รับผิดชอบและเป้าหมายเสร็จ	ปฏิบัติการที่ได้ดำเนินการ	ผลการแก้ไข			
						การป้องกัน	การตรวจจับ						S	O	D	RPN
	Poor cutting surface - รอยตัดไม่สม่ำเสมอ	เกิดเป็นปัญหาให้เกิดของเสียในกระบวนการผลิตถัดไปได้ เป็นปัญหารอยต่อปิดไม่สนิท	6	อุปกรณ์ Cutter ที่อไม่คม	4		ตรวจสอบโดย Cementer	3	72							
Drying -- ขั้นตอนที่ปล่อยให้ชิ้นส่วนยางแห้ง	Too wet - ชิ้นงานไม่แห้ง หรือเปียกชื้นเกินไป	เกิดเป็นปัญหาให้เกิดของเสียในกระบวนการผลิตถัดไปได้ เป็นปัญหาในการลุกตัวของยาง	5	ความพกพร่องจากเครื่องเป่า Blower	1		ตรวจสอบโดย Cementer	5	25							
Applying splice cement ขั้นตอนการทา	Foreign Material - การปนเปื้อน	Non conformสิ่งแปลกปลอมอาจก่อให้เกิดลมขัง	10	ไม่ได้ใช้พลาสติกวางรอง	5		ตรวจสอบโดย booker และใน	3	150							

ตาราง 3.11 แสดงการจัดทำตาราง FMEA ก่อนการปรับปรุง (ต่อ)

กระบวนการผลิต: กระบวนการรีดยาง เครื่องจักร : TUBER #2.3

หน้าที่ของกระบวนการ / ความต้องการ	ลักษณะข้อบกพร่อง	ผลกระทบของลักษณะข้อบกพร่อง	S	สาเหตุ / กลไกของลักษณะข้อบกพร่อง	O	การควบคุมในปัจจุบัน		D	RPN	ปฏิบัติการเสนอแนะ	ผู้รับผิดชอบและเป้าหมายเสร็จ	ปฏิบัติการที่ได้ดำเนินการ	ผลการแก้ไข			
						การป้องกัน	การตรวจจับ						S	O	D	RPN
เคมี ที่รอยต่อ - ให้มี Cement ที่บริเวณรอยต่อดี	ของสิ่งแปลกปลอม	ในยางจนยางเกิดระเบิดขณะใช้งาน					กระบวนการถัดไป									
	Imprecise applying - การทาเคมีไม่สม่ำเสมอ	เกิดเป็นปัญหาให้เกิดของเสียในกระบวนการผลิตถัดไปได้ เป็นปัญหารอยต่อไม่ติดสนิท	5	ความพบพร่องจากพนักงาน Cementer	4		ตรวจสอบโดย booker และในกระบวนการถัดไป	5	100							
	Not applying cement - ไม่ได้ทาเคมี	ไม่สามารถนำไปใช้ในกระบวนการถัดไปได้	10	ความบกพร่องจากพนักงาน Cementer	1		ตรวจสอบโดย booker และในกระบวนการถัดไป	5	50							

ตาราง 3.11 แสดงการจัดทำตาราง FMEA ก่อนการปรับปรุง (ต่อ)

กระบวนการผลิต: กระบวนการรีดยาง เครื่องจักร : TUBER #2.3

หน้าที่ของกระบวนการ / ความต้องการ	ลักษณะข้อบกพร่อง	ผลกระทบของลักษณะข้อบกพร่อง	S	สาเหตุ / กลไกของลักษณะข้อบกพร่อง	O	การควบคุมในปัจจุบัน		D	RPN	ปฏิบัติการเสนอแนะ	ผู้รับผิดชอบและเป้าหมายเสร็จ	ปฏิบัติการที่ได้ดำเนินการ	ผลการแก้ไข			
						การป้องกัน	การตรวจจับ						S	O	D	RPN
Inspecting ขั้นตอนการตรวจสอบ - การตรวจสอบน้ำหนัก - ไม่มีสิ่งปนเปื้อนในการชั่งน้ำหนัก	Weight out of spec. น้ำหนักไม่ได้ตามที่กำหนด	P/R เนื่องจากน้ำหนักคลาดเคลื่อนจากการชั่ง	5	ตาชั่ง บกพร่อง หรือผิดพลาด	1	การวางแผนสอบเทียบเครื่องมือ		3	15								
	Foreign Material - การปนเปื้อนของสิ่งแปลกปลอม	Non conformสิ่งแปลกปลอมอาจก่อให้เกิดลมขังในยางจนยางเกิดระเบิดขณะใช้งาน	10	การปนเปื้อนจากเครื่องมือวัด	2		ตรวจสอบโดย booker และในกระบวนการถัดไป	3	60							

ตาราง 3.11 แสดงการจัดทำตาราง FMEA ก่อนการปรับปรุง (ต่อ)

กระบวนการผลิต: กระบวนการรีดยาง เครื่องจักร : TUBER #2,3

หน้าที่ของกระบวนการ / ความต้องการ	ลักษณะข้อบกพร่อง	ผลกระทบของลักษณะข้อบกพร่อง	S	สาเหตุ / กลไกของลักษณะข้อบกพร่อง	O	การควบคุมในปัจจุบัน		D	RPN	ปฏิบัติการเสนอแนะ	ผู้รับผิดชอบและเป้าหมายเสร็จ	ปฏิบัติการที่ได้ดำเนินการ	ผลการแก้ไข			
						การป้องกัน	การตรวจจับ						S	O	D	RPN
Booking on tray ขั้นตอนการวาง component ในรถใส่ - ได้ชิ้นส่วนประกอบยางที่ถูกต้องตามข้อกำหนด	Deformation of component - การผิดรูปของ Component	เกิดเป็นปัญหาให้เกิดของเสียในกระบวนการผลิตถัดไปได้ ทำให้ผลิตภัณฑ์ผิดรูป	9	วิธีการทำงานที่ไม่เหมาะสมของ Booker	1		ตรวจสอบโดย booker และในกระบวนการถัดไป	3	27							