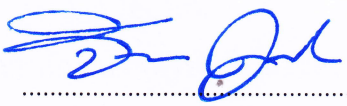
การเพิ่มผลผลิตในกระบวนการผสมยางคอมปาวด์: กรณีศึกษากระบวนการผลิตยางรถยนต์

ปิติภูมิ ศิริมา

งานนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
ธันวาคม 2559
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

คณะกรรมการควบคุมงานนิพนธ์และคณะกรรมการสอบปากเปล่างานนิพนธ์ ได้พิจารณางานนิพนธ์ของ ปิติภูมิ ศิริมา ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

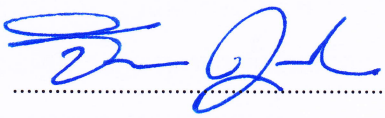
คณะกรรมการควบคุมงานนิพนธ์



..... อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

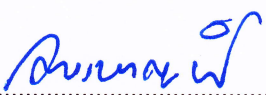
(ดร. จักรวาล คุณะดิลก)

คณะกรรมการสอบปากเปล่างานนิพนธ์



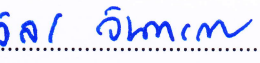
..... ประธาน

(ดร. จักรวาล คุณะดิลก)



..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. บรรหาญ ลิลา)



..... กรรมการ

(ดร. ฤภูวัลย์ จันทรสา)

คณะวิศวกรรมศาสตร์อนุมัติให้รับงานนิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ของมหาวิทยาลัยบูรพา

.....คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

(ดร. อาณัติ ดีพัฒนา)

วันที่ 29 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2559

กิตติกรรมประกาศ

งานนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงลงได้ด้วยดี ด้วยความกรุณาจาก ดร. จักรวาล คุณะดิลก อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำแนวทางที่ถูกต้อง ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความละเอียดถี่ถ้วนและเอาใจใส่ด้วยดีเสมอมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบคุณพนักงานในบริษัทที่เกี่ยวข้องทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลในการทำงานวิจัยให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี และขอขอบคุณมหาวิทยาลัยบูรพาที่ให้โอกาสผู้วิจัยได้เข้ามาศึกษาหาความรู้ จนส่งผลให้ประสบความสำเร็จในวันนี้ รวมถึงผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่ไม่ได้กล่าวถึง ณ โอกาสนี้

คุณค่าและประโยชน์สูงสุดของงานนิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นกตัญญูกตเวทิตาแด่บุพการี บูรพาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านทั้งในอดีตและปัจจุบันที่ทำให้ข้าพเจ้าเป็นผู้มีการศึกษาและประสบความสำเร็จมาจนตราบเท่าทุกวันนี้

ปิติภูมิ ศิริมา

53920667 : สาขาวิชา: วิศวกรรมอุตสาหการ; วศ.ม. (วิศวกรรมอุตสาหการ)
คำสำคัญ : การเพิ่มผลผลิต/ การผลิตยางคอมปาวด์/ อุตสาหกรรมการผลิตยางยานยนต์

ปิติภูมิ ศิริมา: การเพิ่มผลผลิตในกระบวนการผสมยางคอมปาวด์: กรณีศึกษากระบวนการผลิตยางรถยนต์ คณะกรรมการผู้ควบคุมงานนิพนธ์: จักรวาล คุณะดิลก, Ph.D. 63 หน้า ปี พ.ศ. 2559.

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตยางรถยนต์ ในส่วนของกระบวนการผสมยางคอมปาวด์ จากปัญหาปัจจุบันพบว่าการผลิตยางคอมปาวด์ ยังไม่สามารถทำการผลิตได้ตามค่าเป้าหมายที่คาดไว้ คือ 760 ตันต่อวัน แต่กระบวนการผลิตในปัจจุบันผลิตได้สูงสุดต่อวันคือ 700 ตันต่อวัน ซึ่งส่งผลกระทบถึงการส่งมอบสินค้าให้ลูกค้าได้ไม่ทันกำหนด จากการวิเคราะห์ปัญหาพบว่า มี 2 สาเหตุหลัก ๆ คือ การปรับตั้งค่า Dry cycle ของเครื่องจักรไม่เหมาะสมและระบบ Safety ของเครื่องจักรชำรุด การปรับปรุงกระบวนการผลิตดำเนินการโดยทำการแก้ไขโปรแกรมให้เทยางขณะที่ยางในห้องสกรูเต็ม 3 ระดับ (High level) เพื่อแก้ปัญหาเวลายางรอหน้าห้องผสมหลังจากยางที่นวดเสร็จ จากนั้นแก้ไขลดเวลาหน่วงลงเพื่อลดเวลายางที่ชั่งเสร็จเคลื่อนที่ลงห้องผสม และทำแบบฟอร์มตรวจสอบระบบ Safety ของเครื่องจักร โดยรวบรวมระบบ Safety ทั้งหมดของเครื่องจักรแล้วทำการเข้าไปตรวจสอบทุกวันเป็นเวลา 1 เดือน แล้วทำการซ่อมแซมแก้ไข ผลการดำเนินงานหลังจากการปรับปรุงพบว่าสามารถลดได้ทั้งหมด คือ 8.5 วินาที เมื่อคำนวณหากำลังการผลิตของการผสมยางของเครื่องจักรที่มีอยู่ทั้งหมด 5 เครื่อง สามารถทำการผลิตปริมาณยางคอมปาวด์ได้สูงสุด 759.5 ตันต่อวัน ซึ่งสามารถทำการผลิตได้ใกล้เคียงค่าเป้าหมายที่คาดไว้

53920667: INDUSTRIAL ENGINEERING; M.Eng. (INDUSTRIAL ENGINEERING)
KEYWORD: REGRESSION/ COLD FORMING

PITIPOOM SIRIMA: PRODUCTIVITY IMPROVEMENT OF MIXING COMPOUND PROCESS: A CASE STUDY OF TIRE MANUFACTURING PROCESS. ADVISORS: JAKRAWARN KUNADILOK, Ph.D., 63 P. 2016.

This objective of this research is increase productivity of compound mixing process in a tire manufacturing Industry. According to data from Time Study, production capacity of the mixing process was 200 batches per shift or about 700 tons per shift. The longest time in the process is the blending time in the mixing room, which was 140.6 seconds per bath. Cause and Effect Diagram and a scoring based on Decision-matrix were applied to select the major causes of the wasting production time. The inappropriate parameter setting of dry cycle in mixing room and the malfunction of the safety system of the machine were determined as the major causes of the problem. New compound feeder setting of the machine was designed and programmed with the concept of continuous feeding compound. Check sheet and work instruction for verification of safety system of the machine were applied to prevent the malfunction of safety equipments. The equipments with high-failure opportunity were repaired or replaced as needed. The results of this research indicated that the blending time was reduced to 132 seconds per batch. Consequently, the production capacity was increased to 759.5 tons per shift which almost achieve the target production capacity at 760 tons per shift.

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

สารบัญ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ซ

สารบัญภาพ ..... ฌ

บทที่

1 บทนำ 1

ที่มาและความสำคัญของปัญหา 1

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 3

ขอบเขตงานวิจัย 3

ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย 3

ผลที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย 3

แผนการดำเนินงานวิจัย 4

2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 5

ผลิตภาพ 5

การศึกษาวิธีการทำงาน 7

แผนภูมิกระบวนการผลิต 8

การจับเวลาและการบันทึกข้อมูลเวลา 10

การกำหนดจำนวนครั้งที่จะจับเวลา 11

วงจร PDCA 12

เครื่องมือคุณภาพ 7 ชนิด 14

การจัดลำดับความสำคัญของปัญหา 20

การหากำลังการผลิต 22

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 23

3 วิธีการดำเนินการวิจัย 26

ศึกษาสภาพทั่วไปของโรงงานกรณีศึกษาและขั้นตอนการผลิตยางคอมปาวด์ 26

เก็บข้อมูลเบื้องต้นเพื่อกำหนดปัญหาของกระบวนการผลิตยางคอมปาวด์ 30

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4 ผลการศึกษาการดำเนินงาน	37
การวิเคราะห์หาสาเหตุที่ส่งผลทำให้เกิดความล่าช้าในระหว่างการผลิต	37
การดำเนินการแก้ไขปรับปรุง	41
เปรียบเทียบผลการผลิตก่อนและหลังปรับปรุง	49
5 สรุปผลวิจัยและข้อเสนอแนะ	54
สรุปผลการดำเนินงานวิจัย	54
ข้อเสนอแนะ	55
บรรณานุกรม	56
ภาคผนวก	57
ประวัติย่อของผู้วิจัย	63

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1-1	แผนการดำเนินงาน	5
2-1	สัญลักษณ์ที่ใช้บันทึกขั้นตอนการทำงาน	11
2-2	แผนภูมิบันทึกขั้นตอนการทำงาน	11
2-3	การจัดลำดับความสำคัญของปัญหา	25
3-1	ผลการจับเวลาการผสมยางก่อนการปรับปรุง	37
3-2	ผลการหาจำนวนครั้งที่จะต้องจับเวลาการผสมยางก่อนการปรับปรุง	39
3-3	แผนภูมิการไหลของการผสมยาง	40
4-1	การกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน	44
4-2	ผลการตรวจสอบเพื่อตัดสินใจ	44
4-3	การสรุปหัวข้อปัญหาและแนวทางแก้ไข	45
4-4	การจับเวลา dry cycle ของเครื่องผสมยางขนาดความจุ 370 ลิตร	48
4-5	สาเหตุและการแก้ไขปัญหาการปรับตั้งค่า dry cycle ไม่เหมาะสม	48
4-6	การจับเวลาการผสมยางหลังการปรับปรุง	55
4-7	ผลการหาจำนวนครั้งที่จะต้องจับเวลาการผสมยางหลังการปรับปรุง	57
4-8	แผนภูมิการไหลของการผสมยางหลังปรับปรุง	58
4-9	เปรียบเทียบกำลังการผลิตระหว่างก่อนและหลังปรับปรุง	58

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

1-1 ข้อมูลสินค้าส่งออก กระทรวงพาณิชย์ ปี พ.ศ. 2554-พ.ศ. 2557 (Q1) 1

2-1 ใบตรวจสอบ 15

2-2 แผนผังพาเรโต 16

2-3 กราฟแท่ง 17

2-4 แผนภาพแสดงเหตุและผล 18

2-5 แผนผังกระจาย 18

2-6 ลักษณะแผนภูมิควบคุม 19

2-7 ฮีสโตแกรม 20

3-1 โรงงานกรณีศึกษา 27

3-2 กระบวนการผลิตยางรถยนต์ 28

3-3 การเตรียมวัตถุดิบในการผสมยาง 29

3-4 ถังเติมผงคาร์บอน 29

3-5 กระบวนการรีดยางและการเก็บยางใส่พาเลท 30

3-6 แผนผังการทำงานของการผสมยาง 31

3-7 ขั้นตอนการทำงานของการผสมยาง 32

4-1 การวิเคราะห์ปัญหาโดยใช้เทคนิคแผนผังสาเหตุและผล 38

4-2 Mixing chart 41

4-3 ตำแหน่งที่เกิดเวลา dry cycle ของเครื่องผสม 42

4-4 แผนผังเงื่อนไขการทำงานของเครื่องผสมยางก่อนปรับปรุง 43

4-5 ไฟเต็มในระดับที่ 3 45

4-6 ไฟในระดับที่ 2 45

4-7 แผนผังเงื่อนไขการทำงานของเครื่องผสมยางหลังปรับปรุง 46

4-8 การทำงานของเครื่องผสมที่หน่วงเวลาก่อนป้อนวัตถุดิบ 47

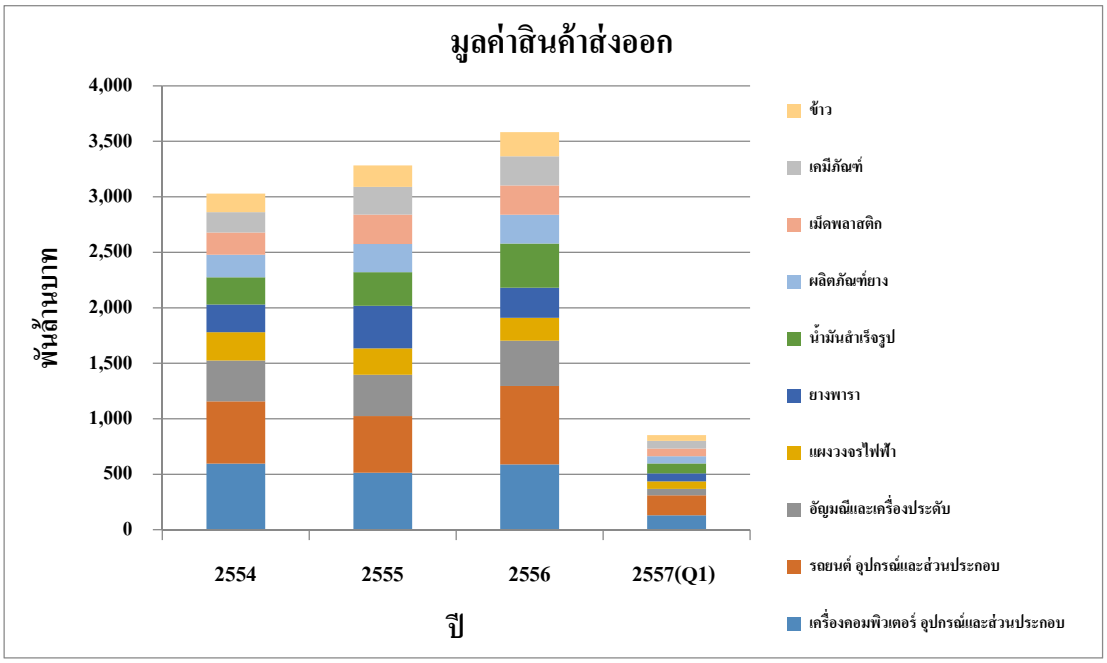
4-9 แผนผังเงื่อนไขการทำงานของเครื่องผสมยางก่อนปรับปรุง 47

4-10 แบบฟอร์มตรวจสอบระบบ Safety ของเครื่องจักร 48

บทที่ 1
บทนำ

ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันรถยนต์และส่วนประกอบรถยนต์ถือเป็นสินค้าส่งออกที่สำคัญของประเทศ โดยมีอัตราการเติบโตอย่างต่อเนื่อง เมื่อศึกษาจากข้อมูลสินค้าส่งออกของประเทศไทยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554 รถยนต์และส่วนประกอบรถยนต์สามารถทำการส่งออกได้เป็นอันดับ 2 ของประเทศ ซึ่งทำการส่งออกได้ถึงร้อยละ 18.52 ของมูลค่าการส่งออกทั้งหมด ออกจำหน่ายไปยังต่างประเทศ คิดเป็นมูลค่าในการส่งออก 561,108.8 ล้านบาท และมีอัตราเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจนสามารถส่งออกเป็นอันดับ 1 ของประเทศในปี พ.ศ. 2555 โดยมีมูลค่าการส่งออกถึงร้อยละ 19.72 ของมูลค่าการส่งออกทั้งหมด คิดเป็นมูลค่าในการส่งออก 707,711.9 ล้านบาท ดังภาพที่ 1-1



ภาพที่ 1-1 ข้อมูลสินค้าส่งออก กระทรวงพาณิชย์ ปี พ.ศ. 2554 -พ.ศ. 2557 (Q1)

จากมูลค่าการส่งออกรถยนต์และส่วนประกอบที่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้ชิ้นส่วนประกอบหลักของรถยนต์เช่น ยางรถยนต์ มีอัตราการเติบโตเพิ่มขึ้นตามไปด้วย จากข้อมูลของศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์ พบว่าเมื่อเทียบรวมกับสินค้าประเภทผลิตภัณฑ์ยางด้วยกันที่มีการส่งออกทั้งหมดตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554-พ.ศ. 2557 ยางรถยนต์ถือเป็นสินค้าส่งออกอันดับ 1 ในกลุ่มผลิตภัณฑ์ยาง โดยในปี พ.ศ. 2556 ยางรถยนต์มียอดการส่งออกถึง 84,765.7 ล้านบาท ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับมูลค่าการส่งออกรถยนต์และส่วนประกอบรถยนต์ในปีเดียวกันแล้วถือได้ว่ายางรถยนต์มีอัตราส่วนการส่งออกถึงร้อยละ 15.10 หรือคิดเป็น 1 ใน 7 ของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ทั้งหมด ซึ่งทำให้เห็นได้ว่ายางรถยนต์เป็นส่วนประกอบหลักที่สำคัญของยานพาหนะ รวมถึงยังช่วยเพิ่มมูลค่าสินค้าส่งออกที่สำคัญของประเทศไทยด้วย

จากที่กล่าวมาขั้นต้นนั้น ผู้ศึกษาได้ใช้โรงงานผลิตยางรถยนต์เป็นกรณีศึกษา ซึ่งโรงงานแห่งนี้ผลิตยางรถยนต์ยี่ห้อหนึ่งซึ่งมีส่วนแบ่งทางการตลาดติดอันดับ 1 ใน 3 ของโรงงานผลิตยางรถยนต์ทั้งหมด ทางโรงงานมีความต้องการที่จะปรับปรุงกระบวนการการทำงานให้สอดคล้องกับความต้องการยางรถยนต์ในตลาดโลกที่เพิ่มขึ้นทุกวัน ซึ่งรวมถึงการผลิตเพื่อเป็นส่วนประกอบให้กับโรงงานผลิตรถยนต์โดยตรง (Original equipment: OE) การผลิตเพื่อใช้เปลี่ยนทดแทนภายในประเทศ (Replacement) และส่งออก (Export) ซึ่งโรงงานต้องการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตให้สอดคล้องกับปริมาณการส่งออกที่เพิ่มขึ้น ซึ่งทำให้โรงงานกรณีศึกษาต้องมีการปรับแผนการผลิต รวมถึงปรับกระบวนการผลิตเพื่อให้สถานประกอบการรักษาส่วนแบ่งทางการตลาดรวมไปถึงการสร้างผลกำไร เพื่อความอยู่รอดของสถานประกอบการต่อไป

หน่วยงานที่ผู้ศึกษาเข้าไปศึกษานั้น คือ กระบวนการผสมยางคอมปาวด์ (Mixing process) ซึ่งเป็นหน่วยงานที่ผู้ศึกษารับผิดชอบ ในกระบวนการผลิตยางคอมปาวด์นั้นเริ่มจากรับแผนการผลิตประจำสัปดาห์จากหน่วยงานวางแผนการผลิต จากนั้นทางแผนกต้องทำการวางแผนการผลิตประจำวันให้พนักงานระดับปฏิบัติการทำการผลิต โดยผลผลิตต่อวันที่ได้จากการทำงานของพนักงานผสมยางคอมปาวด์นั้นยังไม่สามารถตอบสนองนโยบายการผลิตของโรงงานได้ กล่าวคือ การผลิตยังไม่ได้ตามเป้าหมายที่โรงงานตั้งไว้

จากการที่โรงงานกรณีศึกษาเป็นบริษัทผลิตยางรถยนต์ ที่ต้องให้ความสำคัญกับการส่งมอบสินค้าให้กับลูกค้าอย่างทันเวลาเป็นหลัก เนื่องจากอุตสาหกรรมยางรถยนต์เป็นอุตสาหกรรมที่ผลิตอย่างต่อเนื่อง ดังนั้นโรงงานกรณีศึกษาจึงต้องเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตเพื่อให้เกิดความน่าเชื่อถือในด้านการส่งมอบและส่งผลต่อความสามารถในการแข่งขันในอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนยานยนต์

จากสภาพปัญหาในปัจจุบันของโรงงานผลิตยางรถยนต์ที่ใช้เป็นกรณีศึกษา พบว่าประสิทธิภาพการใช้เครื่องจักรในการผสมยางคอมปาวด์ (Bunbary) ไม่สามารถทำการผลิตได้ตามค่าเป้าหมายที่คาดไว้ ซึ่งจะเห็นได้ว่าค่าเป้าหมายของการผลิตของโรงงานถูกตั้งไว้ที่ 80,000 เส้น/วัน (เป้าหมายปี พ.ศ. 2558) หรือเมื่อคิดเป็นปริมาณยางคอมปาวด์ที่ต้องผลิตคือ 760 ตัน/ วัน (ใช้ยางคอมปาวน์ 9.5 กิโลกรัม/ การผลิตยางรถยนต์ 1 เส้น) แต่กระบวนการผลิตในปัจจุบันยังไม่สามารถตอบสนองค่าเป้าหมายการผลิตได้ โดยข้อมูลเฉลี่ยของแต่ละเดือนในปี พ.ศ. 2557 มีข้อมูลการผลิตที่สูงสุด/ วัน คือ 700 ตัน/ วัน แต่ก็ยังต่ำกว่าค่าเป้าหมายของการผลิตอยู่ค่อนข้างมาก ซึ่งส่งผลกระทบถึงการส่งมอบสินค้าให้ลูกค้าได้ไม่ทันกำหนด

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อปรับปรุงกระบวนการและลดความสูญเปล่าภายในกระบวนการผสมยางคอมปาวด์
2. เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการการผสมยางคอมปาวด์ตามนโยบายที่บริษัทกำหนด

ขอบเขตงานวิจัย

1. ศึกษาในกระบวนการผสมยางคอมปาวด์ Final ของเครื่องผสมขนาดความจุ 370 ลิตร

ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

1. ศึกษาสภาพทั่วไปของโรงงานกรณีศึกษาและขั้นตอนการผลิตยางคอมปาวด์
2. เก็บข้อมูลเบื้องต้นเพื่อกำหนดปัญหาของกระบวนการผลิตยางคอมปาวด์
3. วิเคราะห์หาสาเหตุที่ส่งผลทำให้เกิดความล่าช้าในระหว่างการผลิต
4. ดำเนินการแก้ไขปรับปรุง
5. เปรียบเทียบผลการผลิตก่อนและหลังปรับปรุง
6. สรุปผลการวิจัย

ผลที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย

1. เพื่อลดต้นทุนและเพิ่มกำลังการผลิตในกระบวนการผสมยางคอมปาวด์
2. เพื่อลดความสูญเปล่าภายในกระบวนการผสมยางคอมปาวด์
3. เพื่อนำแนวทางในการศึกษาไปประยุกต์ใช้กับกระบวนการผลิตอื่น ๆ ภายในโรงงาน

แผนการดำเนินงานวิจัย

ตารางที่ 1-1 แผนการดำเนินงาน

No.	หัวข้อ	ระยะเวลา										
		มิ.ย. 57	ก.ค. 57	ส.ค. 57	ก.ย. 57	ต.ค. 57	... …	…	ม.ค. 59	ก.พ. 59	มี.ค. 59	เม.ย. 59
1	การค้นปัญหาและเลือกหัวข้อเรื่อง	↔										
2	ศึกษาสภาพทั่วไปของโรงงานกรณีศึกษาและขั้นตอนการผลิตยางคอมปาวด์ศึกษา		↔									
3	ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง			↔								
4	เก็บข้อมูลเบื้องต้นเพื่อกำหนดปัญหาของกระบวนการผลิตยางคอมปาวด์				↔							
5	วิเคราะห์หาสาเหตุที่ส่งผลทาให้เกิดความล่าช้าในระหว่างการผลิต					↔						
6	ดำเนินการแก้ไขปรับปรุง						⟷	⟷				
7	เปรียบเทียบผลการผลิตก่อนและหลังปรับปรุง								⟷	⟷		
8	สรุปผลการวิจัย										⟷	⟷

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผลิตภาพ (Productivity)

คำว่า “ผลิตภาพ” เป็นคำที่มีความหมายตามสูตรที่ใช้เช่นเดียวกับคำว่า “ประสิทธิภาพ” กล่าวคือ ผลิตภาพเป็นดัชนีแสดงความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตต่อทรัพยากรที่ใช้ในการก่อเกิดผลผลิตนั้นหรือในเทอมเดียวกันเป็นสูตรดังนี้

Productivity = Output/ Input

แม้จะใช้สูตรเขียนแบบเดียวกันแต่ความหมายของผลิตภาพนั้นมีความสัมพันธ์ของผลผลิตต่อทรัพยากรที่ใช้ต่าง ๆ กันโดยมีการคำนวณค่าเชิงเศรษฐกิจทั้งผลผลิตและทรัพยากรที่ใช้ จึงไม่ได้วัดออกมาเป็นเปอร์เซ็นต์ แต่จะวัดออกมาเป็นตัวเลขโดยไม่จำเป็นต้องน้อยกว่าหนึ่งและโดยหลักการที่ถูกต้องแล้วจะต้องมากกว่าหนึ่งเสมอ

การเพิ่มผลผลิตหรือผลิตภาพ คือ การวัดประสิทธิภาพของคน เครื่องจักร โรงงาน ระบบ เป็นต้น โดยการเปลี่ยนปัจจัยการผลิตต่าง ๆ ให้เป็นผลผลิตที่เกิดประโยชน์ การเพิ่มผลผลิตหรือผลิตภาพถูกคำนวณโดยการหารผลเฉลี่ยต่อช่วงเวลาโดยค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นทั้งหมดหรือทรัพยากร (เงินทุน พลังงาน วัสดุ และบุคลากร) ที่ใช้ในช่วงเวลานั้น การเพิ่มผลผลิตหรือผลิตภาพเป็นปัจจัยที่สำคัญของการประหยัดค่าใช้จ่ายอย่างมีประสิทธิภาพ

การเพิ่มผลผลิตหรือผลิตภาพทำให้มาตรฐานความเป็นอยู่ดีขึ้นเพราะว่ารายได้จริงเพิ่มมากขึ้น ขีดความสามารถของการซื้อและการใช้การบริการก็มีมากขึ้นด้วย การพัฒนาปรับปรุงที่อยู่อาศัย การพักผ่อน การศึกษา และนำไปสู่โครงการทางสังคมและสิ่งแวดล้อม การเติบโตของการเพิ่มผลผลิตหรือผลิตภาพเป็นสิ่งสำคัญกับธุรกิจเพราะว่ารายได้จริงเพิ่มมากขึ้น หมายความว่าธุรกิจตอบสนองข้อตกลงกับลูกค้า ผู้จัดจำหน่าย คนงาน ผู้ถือหุ้น และรัฐบาล (ภาษีและกฎข้อบังคับ) และยังคงมีการแข่งขันหรือแม้กระทั่งการปรับปรุงรูปแบบการแข่งขันในตลาด

หลักการเพิ่มผลผลิตหรือผลิตภาพมี 2 หลักใหญ่ ๆ ด้วยกัน คือ

1. เพิ่มผลผลิต
2. ลดปัจจัยการผลิต

องค์กรมีทางเลือกหลายทางเพื่อใช้สูตรนี้ ผลิตภาพด้านแรงงาน ผลิตภาพด้านเงินลงทุน ผลิตภาพด้านเครื่องจักร ผลิตภาพด้านพลังงาน เป็นต้น อัตราส่วนการเพิ่มผลผลิตหรือผลิตภาพอาจถูกคำนวณสำหรับการปฏิบัติงานเพียงลักษณะเดียว แผนกเดียว องค์กรเดียว หรือแม้กระทั่งประเทศ

การเพิ่มผลผลิตหรือผลิตภาพเป็นแนวความคิดทางวิทยาศาสตร์ สามารถกำหนดเหตุและผล การสังเกตโดยทำการวัดในรูปของปริมาณซึ่งมีคุณสมบัติเป็นตัวแปร เพราะฉะนั้นสามารถกำหนดและทำการวัดได้อย่างสัมบูรณ์หรือในรูปแบบของความสัมพันธ์ อย่างไรก็ตามคำจำกัดความในความสัมบูรณ์ของการเพิ่มผลผลิตไม่เป็นประโยชน์มากถ้าเป็นแนวความคิดในการปฏิบัติกับความสัมพันธ์ของผลิตภาพหรือเป็นปัจจัยในการเพิ่มผลผลิต

การเพิ่มผลผลิตหรือผลิตภาพใช้ประโยชน์เป็นการวัดความสัมพันธ์ของการผลิตที่แท้จริงของการผลิต โดยเปรียบเทียบกับปัจจัยการผลิตที่แท้จริงของทรัพยากรต่าง ๆ เพราะฉะนั้นการวัดประสิทธิภาพสามารถอธิบายวิธีการใช้ทรัพยากรภายในองค์กรเพื่อทำการผลิตให้เหมาะสมที่สุด

การเพิ่มผลผลิตหรือผลิตภาพบ่อยครั้งสับสนกับประสิทธิภาพ ประสิทธิภาพโดยทั่วไปเป็นอัตราส่วนของเวลาที่ต้องการเพื่อปฏิบัติงานกับเวลามาตรฐานที่กำหนดไว้ล่วงหน้า อย่างไรก็ตามการเพิ่มผลผลิตโดยปกติอธิบายใน 3 รูปแบบด้วยกัน คือ

1. การวัดผลิตภาพแบบบางส่วน (Partial-factor productivity)

เป็นการกำหนดมาตรฐานของการเพิ่มผลผลิตหรือผลิตภาพโดยแท้จริง เป็นที่รู้จักกันในการวัดแบบบางส่วนผลิตภาพ สูตรสำหรับการวัดผลิตภาพแบบบางส่วนคำนวณโดยหาอัตราส่วนของผลผลิตโดยรวมกับปัจจัยการผลิตเดี่ยว โดยทั่วไปผู้จัดการใช้การวัดผลิตภาพแบบบางส่วนเพราะว่าข้อมูลพร้อมและง่ายกว่าในการสร้างความสัมพันธ์กับกระบวนการต่าง ๆ ที่เฉพาะเจาะจง ซึ่งชั่วโมงแรงงานพื้นฐานบ่อยครั้งใช้เป็นตัวแปรปัจจัยการผลิตในสมการ ในกรณีนี้ดูเหมือนว่าการเพิ่มผลผลิตหรือผลิตภาพอาจเพิ่มขึ้นโดยใช้เครื่องจักรแทนที่แรงงานคนแต่อาจไม่ใช่ความคิดที่ชาญฉลาด การวัดแรงงานพื้นฐานไม่รวมถึงการใช้เครื่องจักรกลหรือระบบอัตโนมัติในปัจจัยการผลิต ดังนั้นระบบอัตโนมัติสามารถแทนที่แรงงานซึ่งอาจทำให้เกิดการเข้าใจผิดขึ้นได้

2. การวัดผลิตภาพแบบหลายปัจจัย (Multifactor productivity)

สามารถวัดได้มากกว่าปัจจัยเดี่ยว ตัวอย่างเช่น ทั้งแรงงานและเงินทุน การวัดผลิตภาพแบบหลายปัจจัย คือ อัตราส่วนของผลผลิตรวมกับเซตย่อยของปัจจัยการผลิต เซตย่อยของปัจจัยการผลิตอาจประกอบด้วยแรงงานและวัสดุ หรืออาจรวมถึงเงินทุน เห็นได้ชัดว่าปัจจัยที่แตกต่างต้องถูกวัดในหน่วยที่เหมือนกัน ตัวอย่างเช่น หน่วยเงินบาท หรือชั่วโมงมาตรฐาน

3. การวัดผลิตภาพโดยรวม (Total productivity)

เป็นการวัดกว้าง ๆ โดยวัดผลกระทบของทรัพยากรทั้งหมดที่ใช้ในการผลิตสินค้าและบริการ (แรงงาน เงินทุน วัตถุดิบ และพลังงาน เป็นต้น) และหารด้วยผลผลิต อัตราส่วนคำนวณได้โดยการเพิ่มชั่วโมงมาตรฐานของแรงงานผลิตแท้จริงบวกชั่วโมงมาตรฐานของเครื่องจักรที่ทำการผลิตแท้จริงในเวลาที่กำหนดให้หารด้วยชั่วโมงที่แท้จริงที่มีอยู่สำหรับทั้งแรงงานและเครื่องจักรในช่วงเวลา

ผลผลิตรวมต้องอธิบายในหน่วยที่เหมือนกันของการวัด และปัจจัยการผลิตต้องอธิบายในหน่วยที่เหมือนกันของการวัด อย่างไรก็ตามผลผลิตโดยรวมและปัจจัยการผลิตโดยรวมต้องไม่อธิบายในหน่วยที่เหมือนกันของการวัด ทรัพยากรต่าง ๆ สามารถแปลงเป็นค่าหน่วยเงินบาทหรือชั่วโมงมาตรฐาน ดังนั้นเพื่อให้เป็นจำนวนเดียวซึ่งสามารถวัดปัจจัยการผลิตหรือผลผลิตรวม ตัวอย่างเช่น ผลผลิตรวมสามารถอธิบายเป็นจำนวนของหน่วยการผลิตและปัจจัยการผลิตรวมสามารถอธิบายเป็นหน่วยของเงินบาท เช่น ตันของเหล็กกล้าที่ผลิตต่อปัจจัยการผลิตรวมสามารถอธิบายเป็นหน่วยของเงินบาทหรือชั่วโมงมาตรฐานของผลผลิตต่อชั่วโมงที่แท้จริงของปัจจัยการผลิต การวัดผลิตภาพโดยรวมเป็นการวัดที่โปรดปรานของชาวญี่ปุ่น

การศึกษาวิธีการทำงาน

การศึกษาวิธีการทำงานมีจุดมุ่งหมายในการพัฒนาวิธีการทำงานที่ดีขึ้น ขั้นตอนวิธีการาง ๆ ของการศึกษาการทำงานดำเนินการเป็นขั้นตอน ชัดเจน ทุกขั้นตอนจะใช้ประสบการณ์ และสามัญสำนึกรวมทั้งทักษะในการดำเนินงาน การศึกษาวิธีการทำงานจึงเป็นเทคนิควิธีการที่ง่ายและได้ผลอย่างยิ่ง รูปแบบวิธีการของการศึกษาวิธีการทำงานจะเป็นการค้นหาวิเคราะห์และพัฒนากระบวนการวิธีที่ดีกว่าเดิม

สำหรับขั้นตอนการศึกษาวิธีการทำงานมีดังนี้

1. การเลือกงาน

ในการเลือกงานที่จะศึกษาควรพิจารณาความสำคัญของงานตางเงื่อนไขต่าง ๆ สำหรับเกณฑ์การตัดสินใจเลือกงานเพื่อศึกษาวิธีการทำงาน เราจะต้องพิจารณาองค์ประกอบในด้านเศรษฐกิจ ด้านเทคนิค ด้านปฏิกิริยาแรงงาน และด้านผลกระทบอื่น ๆ

2. การเก็บข้อมูลวิธีการทำงาน

เราจำเป็นต้องทำการเก็บข้อมูลวิธีการทำงานของงานที่เลือกจะวิเคราะห์การทำงาน ซึ่งจะต้องทำการเก็บข้อมูลให้ถูกต้องแม่นยำครบถ้วนตามความจริงเท่านั้น จึงจะเกิดประโยชน์ในการวิเคราะห์และพัฒนาวิธีการทำงานที่ดีขึ้นได้

3. การวิเคราะห์วิธีการทำงาน

การพิจารณาตรวจตราข้อมูลวิธีการทำงานที่บันทึกมาเพื่อวิเคราะห์วิธีการทำงานจะใช้เทคนิคการตั้งคำถามเพื่อช่วยให้สามารถกำหนดแนวทางในการปรับปรุงวิธีการทำงาน

4. การปรับปรุงวิธีการทำงาน

เทคนิคที่ใช้ในการปรับปรุงวิธีการทำงาน ได้แก่ ตัดหรือลด แยกหรือรวม เปลี่ยนขั้นตอนทำกระบวนการให้เรียบง่ายขึ้น และใช้เครื่องมือเข้ามาช่วย

5. การเปรียบเทียบวัดผลวิธีการทำงาน

การวัดผลงานสามารถใช้การเปรียบเทียบทรัพยากรที่ใช้สำหรับวิธีการทำงานเดิมและวิธีการทำงานใหม่ เช่น จำนวนคนที่ลดลง จำนวนวัสดุที่ใช้น้อยลง จำนวนเครื่องจักรที่น้อยลง หรือค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ที่ลดลง

6. การพัฒนามาตรฐานวิธีการทำงาน

เป็นการจัดทำเป็นมาตรฐานเพื่อใช้เป็นแนวทางปฏิบัติตามมาตรฐานหรือวิธีการที่ปรับปรุงแล้ว ซึ่งจะใช้เป็นเอกสารอ้างอิงและเมื่อมีการบันทึกในรูปแบบวีดิทัศน์ก็จะสามารถใช้เป็นเครื่องมือในการอบรมพัฒนาบุคลากรในด้านมาตรฐานวิธีการทำงาน

7. การส่งเสริมใช้วิธีการทำงานที่ปรับปรุงแล้ว

เป็นขั้นตอนที่ต้องใช้ความสามารถทางจิตวิทยาและมีมนุษยสัมพันธ์ในการส่งเสริมผลักดันให้คนงานซึ่งมักจะมีแนวโน้มที่จะใช้วิธีการทำงานของตนเองให้เปลี่ยนแปลงวิธีการทำงานตามมาตรฐานวิธีการทำงาน การทำความเข้าใจถึงผลประโยชน์ที่คนงานจะได้รับทั้งในส่วนของบุคคลและองค์กรจากการใช้วิธีการทำงานใหม่

8. การติดตามใช้วิธีการทำงานที่ปรับปรุงแล้ว

เป็นสิ่งที่จำเป็นที่ต้องควบคุมดูแลการทำงานของคนงานในการทำงานด้วยวิธีการที่ปรับปรุงแล้ว เพื่อให้แน่ใจว่าคนงานมีความสามารถและความเชี่ยวชาญในการทำงานวิธีการใหม่ในระดับที่น่าพอใจ โดยมีผลผลิตหรือผลงานตามที่คาดหวังไว้และคนงานมีความคุ้นเคยการทำงานด้วยวิธีการใหม่

แผนภูมิกระบวนการผลิต (Process chart)

แผนภูมิกระบวนการผลิตที่ใช้บันทึกขั้นตอนกระบวนการผลิตอย่างต่อเนื่อง สำหรับส่วนของงานที่เราสนใจเพื่อปรับปรุงขั้นตอนวิธีการทำงาน ซึ่งจะส่งผลให้เกิดผลงานหรือผลผลิตสูงขึ้น การบันทึกจึงต้องจำกัดขอบข่ายของงานโดยมีการกำหนดจุดเริ่มต้นและสิ้นสุดของงานให้ชัดเจน รายละเอียดและขั้นตอนกิจกรรมที่บันทึกในแบบฟอร์มมาตรฐานหรือเอกสารการบันทึกใด ๆ จะถูก

นำมาพิจารณาตรวจตราและวิเคราะห์เพื่อกำหนดแนวทางขั้นตอนวิธีการทำงานที่ดีขึ้น เนื่องจากแผนภูมิการผลิตไม่มีการแสดงสเกลเวลาวัดการทำงานของแต่ละกิจกรรม เราจะสามารถใช้การบันทึกเวลาทำงานของแต่ละกิจกรรมแทน แผนภูมิกระบวนการผลิตแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. แผนภูมิกระบวนการผลิตประเภทคน
2. แผนภูมิกระบวนการผลิตประเภทวัสดุ
3. แผนภูมิการผลิตประเภทเครื่องจักร

แผนภูมิกระบวนการผลิตจึงใช้บันทึกกระบวนการผลิตอย่างต่อเนื่องว่า คนมีการทำงานตามลำดับขั้นตอนอะไรบ้าง วัสดุถูกขนย้ายหรือถูกทำงานอย่างไร และเครื่องจักรถูกทำงานตามขั้นตอนอะไรบ้าง การบันทึกจะใช้สัญลักษณ์มาตรฐานทั้ง 5 ดังตารางที่ 2-1 และตัวอย่างการเขียนแผนภูมิกระบวนการผลิต แสดงดังตารางที่ 2-2

ตารางที่ 2-1 สัญลักษณ์ที่ใช้บันทึกขั้นตอนการทำงาน

สัญลักษณ์	**ความหมาย**
	กิจกรรมปฏิบัติงาน
	กิจกรรมการเคลื่อนย้าย
	กิจกรรมการตรวจสอบ
	การรอหรือเก็บพักชั่วคราว
	การหยุดหรือการเก็บถาวร

ตารางที่ 2-2 แผนภูมิบันทึกขั้นตอนการทำงาน

แผนภูมิการไหล									
☑วิธีการเดิม ☐ วิธีที่เสนอ						สรุปผล			
ชื่อเรื่อง:							วิธีเดิม	วิธีเสนอ	ความแตกต่าง
หน่วยงาน:									
บันทึกโดย:						การทำงาน	○		
						การขนส่ง	⇨		
						การตรวจสอบ	□		
						การรอคอย	D		
						การเก็บรักษา	▽		
ระยะทาง(m)	เวลา (sec)	สัญลักษณ์					คำอธิบายการทำงาน		
		○	⇨	□	D	▽			
		○	⇨	□	D	▽			
		○	⇨	□	D	▽			
		○	⇨	□	D	▽			
		○	⇨	□	D	▽			
		○	⇨	□	D	▽			
		○	⇨	□	D	▽			

การจับเวลาและการบันทึกข้อมูลเวลา

การจับเวลาสามารถใช้การเก็บข้อมูลเวลาเป็นสองแบบ คือ

1. แบบต่อเนื่องหรือแบบเวลาสะสม
2. แบบวัดจับเวลาได้โดยตรง

การจับเวลาแบบต่อเนื่องหรือแบบเวลาสะสม เมื่อใช้นาฬิกา เข็มวินาทีของนาฬิกาจะเดินไปข้างหน้าตลอดเวลา การอ่านค่าเวลาจะใช้ตัดเลข ค่าเวลาที่จุดแบ่งแยกงานย่อยของทุก ๆ งาน

การหาค่าเวลางานย่อยแต่ละงาน จะใช้วิธีคิดคำนวณจากการลดค่าที่อ่านได้แต่ละจุดกับค่าถัดไป

การจับแบบจับวัดเวลาโดยตรงนาฬิกาเริ่มเดินจากจุดเริ่มต้นของงานย่อยหนึ่ง ๆ เมื่อถึงจุดสิ้นสุดของงานย่อยจะอ่านค่าและบันทึกค่าเวลาตามตำแหน่งของนาฬิกาแล้วให้กดปุ่มบนนาฬิกาทำให้เข็มวินาทีตีกลับไปเริ่มต้นที่ศูนย์และเริ่มเดินเพื่อวัดเวลาของงานย่อยต่อไป

การกำหนดจำนวนครั้งที่จะจับเวลา

การกำหนดจำนวนครั้งที่จะจับเวลา ก็คือ การหาขนาดของตัวอย่างในการบันทึกเวลา โดยทั่วไปเมื่อเราบันทึกเวลาจะพบว่าโอกาสที่จะบันทึกเวลาให้สามารถจับเวลาของงานย่อยแต่ละงานให้มีค่าเวลาเดียวกันในทุก ๆ วัฏจักรของงานที่จับได้เป็นเรื่องที่ยาก ซึ่งอาจเกิดความผิดพลาดในการจับเวลา หรือความไม่สม่ำเสมอในการทำงานของคนงานหรือเพราะมีความผันแปรด้านอื่น ๆ ของงาน ดังนั้นจึงต้องเก็บข้อมูลหลาย ๆ รอบ จากนั้นเลือกใช้เวลาที่เป็นตัวแทนเวลาของงานย่อยแต่ละงาน โดยจะเลือกใช้ค่าเฉลี่ย (mean) เท่ากับ μ และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) เป็น σ ซึ่งสองค่านี้ได้มาจากกการจับเวลา ซึ่งแต่ละครั้งจะได้ค่าเวลา x_i

$$\mu = \sum_{i=1}^{n\prime} \frac{x_i}{n\prime} \tag{2-1}$$

$$\sigma = \frac{1}{n\prime}\sqrt{n' \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \tag{2-2}$$

เนื่องด้วยเป็นการเก็บตัวอย่าง ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานจึงต้องเป็นของตัวอย่างแทนด้วย $\sigma_{\bar{x}}$

$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \tag{2-3}$$

ในการกำหนดขนาดของตัวอย่างต้องกำหนดความแม่นยำ (Precision) และระดับความเชื่อมั่น (Confident level) ว่าเป็นเท่าใด

ถ้าให้ k = ตัวประกอบของระดับความเชื่อมั่น

S = ความแม่นยำ

$$n = \left[\frac{(k)(\sigma)}{(s)(\mu)}\right]^2 \tag{2-4}$$

$$n = \left[\frac{\frac{k}{s}\sqrt{n'\sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i}\right]^2 \quad (2\text{-}5)$$

เมื่อ

n = จำนวนครั้งที่ต้องจับเวลา

n' = จำนวนครั้งที่จับเวลาครั้งแรก

s = ความแม่นยำ

k = ตัวประกอบของระดับความเชื่อมั่น ซึ่งมีค่าที่นิยมใช้ ดังต่อไปนี้ 68.3% k = 1, 95.5% k = 2, 99.7% k = 3

วงจร PDCA (Plan-do-check-act)

เป็นกิจกรรมพื้นฐานในการพัฒนาประสิทธิภาพและคุณภาพของการดำเนินงาน ซึ่งประกอบด้วย ขั้นตอน 4 ขั้น คือ วางแผน-ปฏิบัติ-ตรวจสอบ-ปรับปรุงการดำเนินกิจกรรม PDCA อย่างเป็นระบบให้ครบวงจรอย่างต่อเนื่อง หมุนเวียนไปเรื่อย ๆ ย่อมส่งผลให้การดำเนินงานมีประสิทธิภาพและมีคุณภาพเพิ่มขึ้น โดยตลอดวงจร PDCA นี้ได้พัฒนาขึ้นโดย ดร. ชิวฮาร์ท ต่อมา ดร. เดมมิ่ง ได้นำมาเผยแพร่จนเป็นที่รู้จักกันอย่างแพร่หลาย ขั้นตอนแต่ละขั้นของวงจร PDCA มีรายละเอียด ดังนี้

1. Plan (วางแผน) หมายความรวมถึง การกำหนดเป้าหมาย/ วัตถุประสงค์ในการดำเนินงานวิธีการและขั้นตอนที่จำเป็นเพื่อให้การดำเนินงาน บรรลุเป้าหมายในการวางแผนจะต้องทำความเข้าใจกับเป้าหมายวัตถุประสงค์ให้ชัดเจน เป้าหมายที่กำหนดต้องเป็นไปตามนโยบาย วิสัยทัศน์และพันธกิจขององค์กรเพื่อก่อให้เกิดการพัฒนาที่เป็นไปในแนวทางเดียวกันทั่วทั้งองค์กร การวางแผนในบางด้านอาจจำเป็นต้องกำหนดมาตรฐาน ของวิธีการทำงานหรือเกณฑ์มาตรฐานต่าง ๆ ไปพร้อมกัน ด้วยข้อกำหนดที่เป็นมาตรฐานนี้จะช่วยให้การวางแผนมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น เพราะใช้เป็นเกณฑ์ในการตรวจสอบได้ว่า การปฏิบัติงานเป็นไปตามมาตรฐานที่ได้ระบุไว้ในแผนหรือไม่

2. DO (ปฏิบัติ) หมายถึง การปฏิบัติให้เป็นไปตามแผนที่ได้กำหนดไว้ ซึ่งก่อนที่จะปฏิบัติงานใด ๆ จำเป็นต้องศึกษาข้อมูลและเงื่อนไขต่าง ๆ ของสภาพงานที่เกี่ยวข้องเสียก่อน ในกรณีที่เป็นงานประจำที่เคยปฏิบัติหรือเป็นงานเล็กอาจใช้วิธีการเรียนรู้ ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง แต่ถ้าเป็นงานใหม่หรือ งานใหญ่ที่ต้องใช้บุคลากรจำนวนมากอาจต้องจัดให้มีการฝึกอบรม ก่อนที่จะปฏิบัติจริง การปฏิบัติจะต้องดำเนินการไปตามแผน วิธีการ และขั้นตอน ที่ได้กำหนดไว้และ

จะต้องเก็บรวบรวมและบันทึก ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงานไว้ด้วยเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการดำเนินงานในขั้นตอนต่อไป

3. Check (ตรวจสอบ) เป็นกิจกรรมที่มีขึ้นเพื่อประเมินผลว่ามีการปฏิบัติงานตามแผนหรือไม่มีปัญหาเกิดขึ้นในระหว่างการปฏิบัติงานหรือไม่ ขั้นตอนนี้มีความสำคัญ เนื่องจากในการดำเนินงานใด ๆ มักจะเกิดปัญหาแทรกซ้อนที่ทำให้การดำเนินงานไม่เป็นไปตามแผนอยู่เสมอ ซึ่งเป็นอุปสรรคต่อประสิทธิภาพและคุณภาพของการทำงาน การติดตาม การตรวจสอบและการประเมินปัญหาจึงเป็นสิ่งสำคัญที่ต้องกระทำควบคู่ไปกับการดำเนินงาน เพื่อจะได้ทราบข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการปรับปรุงคุณภาพ ของการดำเนินงานต่อไปในการตรวจสอบ และการประเมินการปฏิบัติงาน จะต้องตรวจสอบด้วยว่าการปฏิบัตินั้น เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนดไว้หรือไม่ ทั้งนี้เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาคุณภาพของงาน

4. Act (การปรับปรุง) เป็นกิจกรรมที่มีขึ้นเพื่อแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นหลังจากได้ทำการตรวจสอบแล้วการปรับปรุงอาจเป็นการแก้ไขแบบเร่งด่วน เฉพาะหน้า หรือการค้นหาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหา เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดปัญหาซ้ำรอยเดิม การปรับปรุงอาจนำไปสู่การกำหนดมาตรฐานของวิธีการ ทำงานที่ต่างจากเดิมเมื่อมีการดำเนินงานตามวงจร PDCA ในรอบใหม่ ข้อมูลที่ได้จากการปรับปรุงจะช่วยให้การวางแผนมีความสมบูรณ์และมีคุณภาพเพิ่มขึ้นได้ด้วย

การบริหารงานในระดับต่าง ๆ ทุกระดับตั้งแต่เล็กสุด คือ การปฏิบัติงานประจำวันของบุคคลคนหนึ่งจนถึงโครงการในระดับใหญ่ที่ต้องใช้ กำลังคนและเงินงบประมาณจำนวนมากย่อมมีกิจกรรม PDCA เกิดขึ้นเสมอ โดยมีการดำเนินกิจกรรมที่ครบวงจรบ้างไม่ครบวงจรบ้าง แตกต่างกันตามลักษณะงานและสภาพแวดล้อมในการทำงาน ในแต่ละองค์กรจะมีวงจร PDCA อยู่หลาย ๆ วง วงใหญ่สุด คือ วงที่มีวิสัยทัศน์และแผนยุทธศาสตร์ ขององค์กรเป็นแผนงาน (P) แผนงานวงใหญ่อาจครอบคลุมระยะเวลาต่อเนื่องกันหลายปีจึงจะบรรลุผล การจะผลักดันให้วิสัยทัศน์และแผนยุทธศาสตร์ ขององค์กรปรากฏเป็นจริงได้จะต้องปฏิบัติ (P)โดยนำแผนยุทธศาสตร์มากำหนดเป็นแผนการปฏิบัติงาน ประจำปีของหน่วยงานต่าง ๆ ขององค์กรแผนการปฏิบัติงานประจำปีจะก่อให้เกิดวงจร PDCA ของหน่วยงานขึ้นใหม่ หากหน่วยงานมีขนาดใหญ่ มีบุคลากรที่เกี่ยวข้องจำนวนมาก ก็จะต้องแบ่งกระจาย ความรับผิดชอบไปยังหน่วยงานต่าง ๆ ทำให้เกิดวงจร PDCA เพิ่มขึ้นอีกหลาย ๆ วง โดยมีความเชื่อมโยงและซ้อนกันอยู่ การปฏิบัติงานของหน่วยงาน ทั้งหมดจะรวมกันเป็น (D) ขององค์กรนั้น ซึ่งองค์กรจะต้องทำการติดตามตรวจสอบ (C) และแก้ไขปรับปรุงจุดที่เป็นปัญหาหรืออาจต้องปรับแผนใหม่ ในแต่ละปี (A) เพื่อให้วิสัยทัศน์และแผนยุทธศาสตร์ระยะยาวนั้นปรากฏเป็นจริงและทำให้การดำเนินงานบรรลุเป้าหมายและวัตถุประสงค์รวมขององค์กร ได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีคุณภาพ

เครื่องมือคุณภาพ 7 ชนิด (7 QC Tools)

เครื่องมือคุณภาพช่วยในการศึกษาสภาพของปัญหา การเลือก การสำรวจ การค้นหาและวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา นำไปสู่การแก้ไขปัญหาทางด้านคุณภาพ จัดทำมาตรฐานและควบคุมติดตามผลอย่างต่อเนื่อง ประกอบด้วย

1. แผ่นตรวจสอบ (Check sheet)

แผ่นตรวจสอบเป็นเอกสารที่อยู่ในรูปของตาราง แบบฟอร์ม หรือแผนภาพใด ๆที่ออกแบบให้มีลักษณะง่ายต่อการจดบันทึกข้อมูล การจำแนกข้อมูลและการวิเคราะห์ผลหรืออาจจะมีลักษณะเป็นตารางแสดงลายละเอียดต่าง ๆ ที่ต้องการตรวจสอบไว้พร้อมแล้ว และสามารถนำไปใช้งานโดยไม่ต้องกรอกรายละเอียดใหม่ เพียงกาเครื่องหมายลงในช่องที่ตรงกับรายละเอียดที่จัดไว้เท่านั้น

ขั้นตอนเริ่มต้นในการเก็บข้อมูล คือ การออกแบบแผ่นบันทึกข้อมูล (Data sheet) ไว้ใช้ในการเก็บข้อมูลทั้งที่เป็นตัวเลขและไม่เป็นตัวเลข แผ่นบันทึกข้อมูลที่ได้จะได้จากประสบการณ์จากการทำงานจริง จากนั้นจึงออกแบบเป็นใบตรวจสอบ (Check sheet) ซึ่งต้องมีองค์ประกอบ คือ รายละเอียดของผลิตภัณฑ์ ผู้ตรวจสอบ วันและเวลาที่ตรวจสอบ จำนวนตัวอย่างที่ตรวจสอบ และตารางหรือรูปแสดงข้อมูล การออกแบบใบตรวจสอบที่เหมาะสมต้องเก็บข้อมูลได้รวดเร็ว ง่าย และไม่ยุ่งยาก ง่ายต่อการวิเคราะห์ข้อมูล และแสดงผลได้อย่างชัดเจน นอกจากนั้นในการออกแบบยังต้องคำนึงถึงปัจจัยที่สำคัญต่อการควบคุมกระบวนการ เพื่อที่จะสามารถจัดเก็บข้อมูลได้ตรงตามความต้องการจริง

บริษัท XYZ จำกัด

ใบตรวจสอบข้อบกพร่องของเครื่องรับโทรทัศน์

Model 1013 ผู้ตรวจสอบ กิรติ

เวลาตรวจสอบ 18 – 22 เมษายน 39 ช่างเทคนิคผู้แก้ไข กิติพล

IC	///// /
Capacitors	///// ///// ///// ///// ///// /
Resistance	//
Tranformers	////
ชุดคำสั่ง	
จอภาพ (CRT)	/
อื่น ๆ	/

ภาพที่ 2-1 ใบตรวจสอบ

2. แผนผังพาเรโต (Pareto diagram)

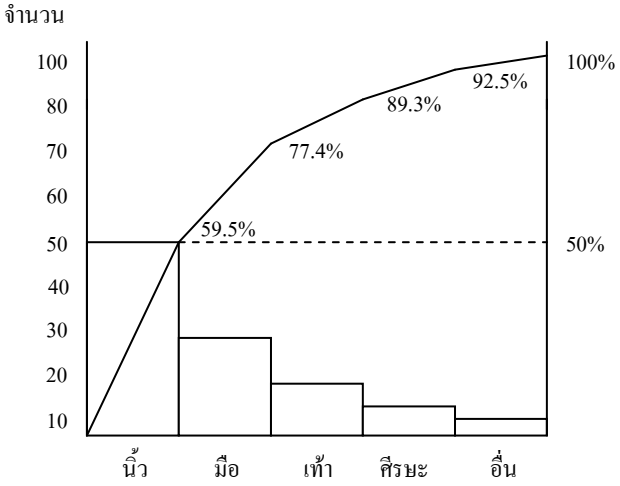
แผนผังพาเรโตเป็นเครื่องมือที่ชี้ให้เห็นถึงปัญหาที่มีความสำคัญมากจำนวนเล็กน้อย และข้อมูลที่มีความสำคัญเพียงเล็กน้อยจำนวนมากมาย และแสดงให้เห็นสาเหตุหลักเพียงไม่กี่อย่าง ที่มีบทบาทสำคัญต่อปัญหาที่เกิดขึ้น แล้วทำการจำแนกข้อมูล โดยการเรียงลำดับค่าของข้อมูลที่มีค่าสูงสุดไว้ทางซ้าย แล้วเรียงลำดับค่าของข้อมูลที่ลดลงมาทางขวาของกราฟ ใช้เปรียบเทียบลำดับความสำคัญของข้อมูล พร้อมกับระบุขนาดหรือปริมาณของความสำคัญของข้อมูล และใช้กับการตัดสินใจ หลักการพาเรโต คือ หลักการ “80-20%” คือ ปัญหาที่มีความสำคัญมากจำนวนประมาณ 80% มักจะมีสาเหตุมาจากประมาณ 20% ของสาเหตุทั้งหมดในขณะที่จำนวนที่เหลือประมาณ 80% จะมีผลต่อปัญหาที่มีความสำคัญเพียงเล็กน้อยอีกจำนวนประมาณ 20% ของปัญหาเท่านั้น

หลักการเขียนของแผนภูมิพาเรโตประกอบด้วย

1. จำแนกลักษณะและประเภทสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้น
2. เก็บรวบรวมข้อมูล นับจำนวนลักษณะ หรือประเภทของปัญหาที่เกิดขึ้น

3. เรียบเรียงข้อมูลที่นับจำนวนได้จากมากไปหาน้อย จัดทำร้อยละสะสม

4. เขียนแผนภูมิจากร้อยละสะสม โดยให้แกนนอนเป็นลักษณะ หรือประเภทของปัญหา และแกนตั้งเป็นร้อยละของลักษณะหรือประเภทของปัญหาแล้วเขียนกราฟแท่งเรียงปัญหาจากมากไปหาน้อย พร้อมทั้งกำหนดจุดและลากเส้นร้อยละสะสมของลักษณะหรือประเภทของปัญหา ดังแสดงในภาพที่ 2-2



ภาพที่ 2-2 แผนผังพาเรโต

3. กราฟ (Graph)

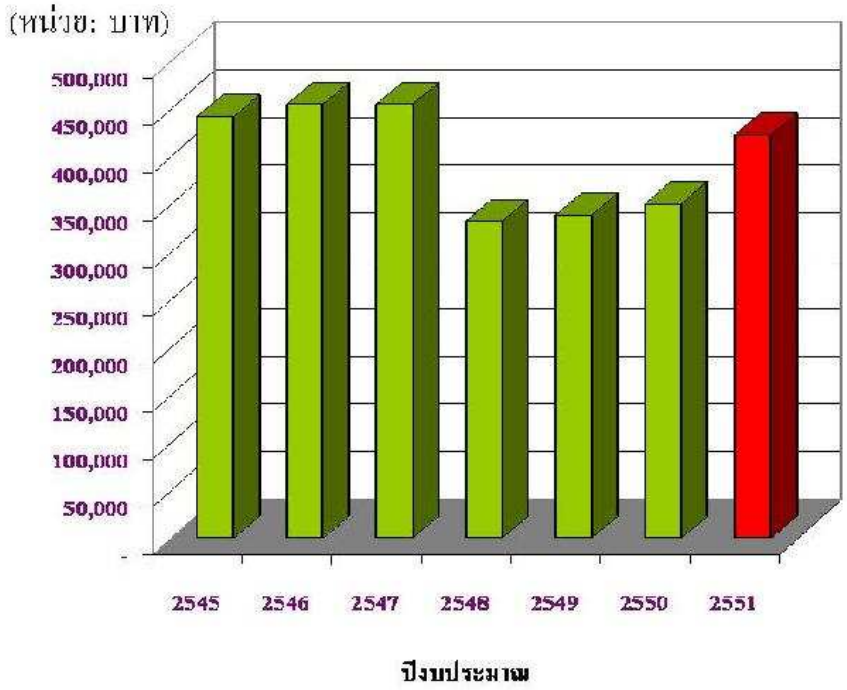
กราฟ (Graph) เป็นเครื่องมือที่ใช้นำเสนอข้อมูล ที่สามารถทำให้ผู้อ่านเข้าใจข้อมูลต่าง ๆ ได้ดี สะดวกต่อการแปลความหมาย และสามารถให้รายละเอียดของการเปรียบเทียบได้ดีกว่าการนำเสนอด้วยวิธีอื่น ทำให้เข้าใจเนื้อหาได้ง่าย อ่านได้อย่างรวดเร็ว หรือสามารถเปรียบเทียบข้อมูลแต่ละข้อมูลได้อย่างชัดเจน กราฟเป็นสิ่งที่มีประโยชน์มากในด้านการวิเคราะห์ทางสถิติสำหรับงานวิศวกรรม

ประโยชน์ของกราฟ

1. การอธิบาย เช่น อัตราส่วนข้อบกพร่อง
2. การสร้างความเข้าใจ โดยการวิเคราะห์เปรียบเทียบข้อมูลในปัจจุบันกับข้อมูลในอดีต
3. การควบคุม เช่น ควบคุมอุณหภูมิ
4. การวางแผน เช่น การวางแผนผลิตประจำวัน
5. การคำนวณเนื่องจากกราฟมีหลายชนิดในบทนี้จะขอกล่าวถึงเฉพาะกราฟที่เกี่ยวข้องกับสารนิพนธ์ ดังนี้

กราฟแท่ง (Bar chart)

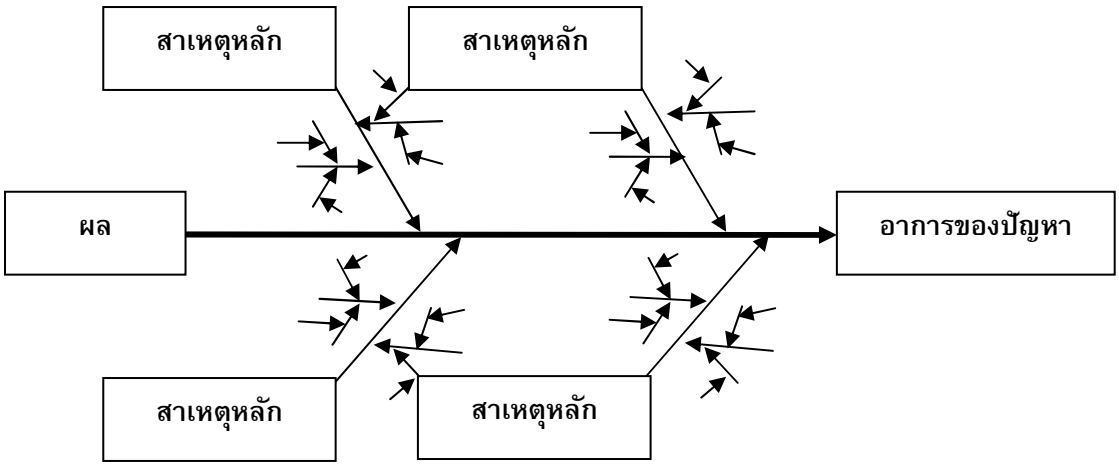
กราฟแท่งใช้เปรียบเทียบความแตกต่างในเชิงปริมาณที่มีการเปรียบเทียบเป็นตัวเลข ดังแสดงในภาพที่ 2-3



ภาพที่ 2-3 กราฟแท่ง

4. แผนผังแสดงเหตุและผล (Cause & effect diagram)

แผนผังแสดงเหตุและผล คือ แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุและผลของปัญหาที่จะพิจารณา การใช้แผนภาพเหตุและผลต้องมีการระดมสมองจากผู้ที่มีประสบการณ์ในการค้นหาสาเหตุและผลของปัญหา โดยสาเหตุของปัญหาที่ค้นพบนั้นได้มาจากข้อมูลจริง ในสภาวะการทำงานจริงและสถานที่ปฏิบัติงานจริง โดยผลของสาเหตุอยู่ที่ปลายสุดของแผนผังแสดงเหตุและผล และสุดปลายของแนวนอนจะเป็นผลของสาเหตุ โดยปัญหาที่เกิดขึ้นจะมีต้นเหตุของปัญหาที่เป็นสาเหตุของปัญหาเล็ก ๆ แตกแขนงออกจากเส้นแนวนอนที่ชี้ไปยังผลของสาเหตุ ดังแสดงในภาพที่ 2-4

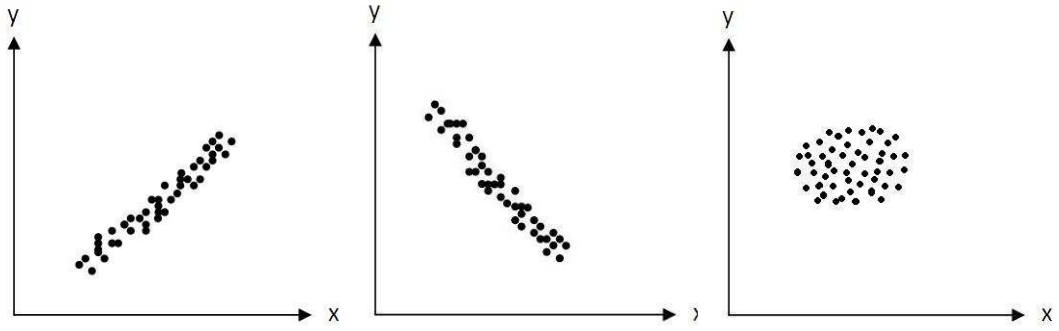


ภาพที่ 2-4 แผนภาพแสดงเหตุและผล

5. แผนผังการกระจาย (Scatter diagram)

แผนผังการกระจายใช้แสดงค่าของข้อมูลที่เกิดจากความสัมพันธ์ของตัวแปร 2 ตัว ว่ามีแนวโน้มไปในทางใด เพื่อที่จะใช้หาความสัมพันธ์ที่แท้จริง โดยตัวแปร X คือ ตัวแปรอิสระ หรือค่าที่ปรับเปลี่ยนไป ตัวแปร Y คือ ตัวแปรตาม หรือผลที่เกิดขึ้นในแต่ละค่าที่เปลี่ยนแปลงไปตามของตัวแปร X แผนผังกระจายแสดงดังภาพที่ 2-5

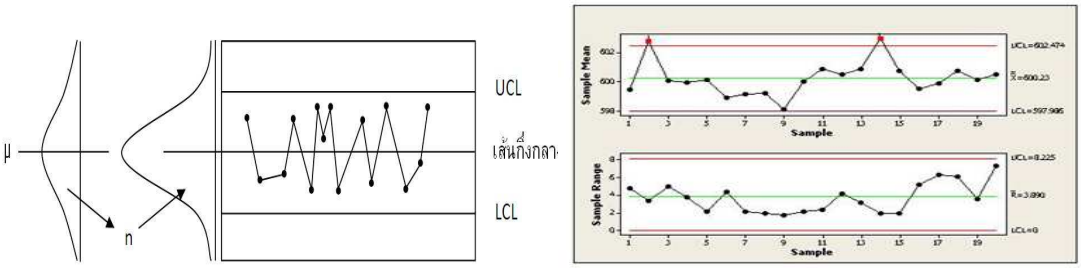
แผนผังการกระจายความสัมพันธ์เชิงบวก แผนผังการกระจายความสัมพันธ์เชิงลบ แผนผังกระจายแบบไม่มีความสัมพันธ์



ภาพที่ 2-5 แผนผังกระจาย

6. แผนภูมิควบคุม (Control chart)

แผนภูมิควบคุมเป็นเครื่องมือทางสถิติที่ใช้ควบคุมกระบวนการผลิตเพื่อให้รู้ว่า ณ เวลาใดที่กระบวนการมีปัญหาหรือผิดปกติ เพื่อการแก้ไขปรับปรุงกระบวนการผลิตให้กลับสู่สภาพปกติ แผนภูมิควบคุมประกอบด้วยเส้นควบคุม 3 เส้น เส้นค่ากลาง คือ เส้นที่แสดงจำนวนหรือขนาดของข้อกำหนดหรือเป้าหมายในการผลิต และเส้นขอบเขตการควบคุมอีก 2 เส้น คือ เส้นขอบเขตควบคุมค่าสูงและค่าต่ำที่ยอมให้เกิดขึ้นถ้าผลผลิตที่ได้มีค่าที่กำหนดอยู่ภายในขอบเขตการควบคุมระหว่างสองเส้นนี้ แสดงว่าเป็นค่าที่ยอมรับได้ ถ้าหากค่าดังกล่าวอยู่นอกเขตการควบคุม ถือว่าเป็นค่าที่ยอมรับไม่ได้ต้องมีการดำเนินการแก้ไขและปรับปรุง ใช้ตรวจนับหาจุดข้อบกพร่อง ณ เวลาใด ๆ ที่ผิดไปจากเขตควบคุมและตรวจจับแนวโน้มในการเกิดความผิดปกติต่าง ๆ ต้องพิจารณาวิธีการจำแนกข้อมูลและแบ่งจำนวนข้อมูลกลุ่มย่อยให้รอบคอบ ลักษณะของแผนภูมิควบคุม แสดงในภาพที่ 2-6



รูปแบบทั่วไปของแผนภูมิควบคุม แผนภูมิควบคุม

ภาพที่ 2-6 ลักษณะแผนภูมิควบคุม

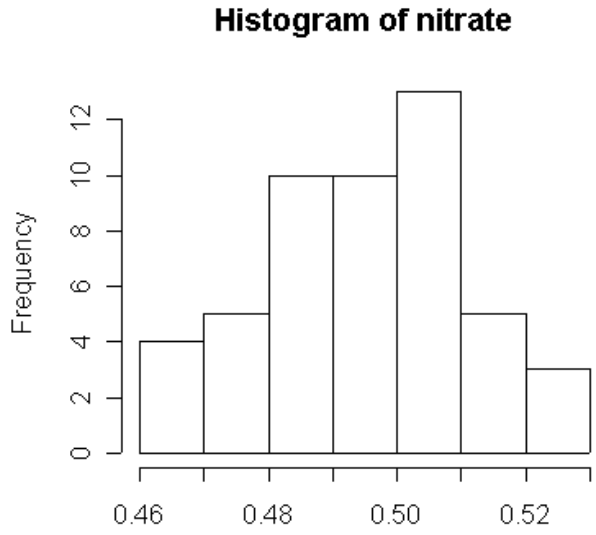
7. ฮีสโตแกรม (Histogram)

ฮีสโตแกรม ใช้ดูความแปรปรวนของกระบวนการ โดยการสังเกตรูปร่างของฮิสโตแกรมที่สร้างขึ้นจากข้อมูลที่ได้มาโดยการสุ่มตัวอย่างเป็นกราฟแท่งสี่เหลี่ยมที่มีความกว้างเท่ากันและมีด้านข้างติดกัน

วิธีการสร้างฮีสโตแกรม

1. เก็บรวบรวมข้อมูลกระบวนการเดียวกันของสิ่งที่สนใจ
2. กำหนดช่วงชั้นของกราฟที่ต้องการแสดงโดยปกติจำนวนแท่งอยู่ระหว่าง 6-10 แท่ง
3. กำหนดค่าในแต่ละช่วง (อันตรภาคชั้น) จากค่าพิสัย โดยต้องกำหนดให้ครอบคลุมทุกอย่างของข้อมูลที่เก็บได้ และจะต้องไม่มีค่าใดตกอยู่ในช่วงของข้อมูลมากกว่า 1 ช่วง

4. สร้างตารางแจกแจงความถี่ของแต่ละช่วงแล้วเขียนกราฟ



ภาพที่ 2-7 ฮีสโตแกรม

การจัดลำดับความสำคัญของปัญหา

ในการจัดลำดับของปัญหามีขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดหลักเกณฑ์ในการจัดลำดับความสำคัญของปัญหา ต้องมีการกำหนดตัวเกณฑ์เบื้องต้นเป็นพื้นฐาน แล้วนำตัวเกณฑ์นั้น ๆ มาพิจารณาจัดลำดับความสำคัญของปัญหาต่อไป การกำหนดตัวเกณฑ์ หมายถึง การกำหนดหลักเกณฑ์สำคัญที่จะนำมาใช้วัดตรวจสอบหรือพิจารณาในเรื่องนั้น ๆ ตัวเกณฑ์ที่สำคัญที่ใช้ในการพิจารณาจัดลำดับความสำคัญของปัญหามีดังนี้

1.1 ความสำคัญของปัญหา หมายถึง เมื่อเกิดปัญหานี้แล้ว ผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียใส่ใจเรื่องนี้มากน้อยเพียงใด

1.2 ความถี่ของปัญหา หมายถึง จำนวนครั้งในการเกิดปัญหานี้

1.3 ความเป็นไปได้ในการแก้ปัญหา หมายถึง ความเป็นไปได้/ ความสามารถของกลุ่ม/ หน่วยงานที่จะนำปัญหานี้ไปแก้ไขจริงได้ (ตัวเลขมาก หมายถึง ความเป็นไปได้ในการแก้ไขปัญหามาก)

1.4 ระยะเวลาแก้ไขปัญหา หมายถึง เวลาที่ใช้ในการแก้ไขปัญหาจนสำเร็จ (ใช้เวลาน้อย ได้คะแนนมาก)

2. ให้น้ำหนักตัวเกณฑ์แต่ละตัว

การให้น้ำหนักตัวเกณฑ์แต่ละตัว จะต้องพิจารณาตัวเกณฑ์แต่ละตัวเท่านั้น (ไม่พิจารณาปัญหา) แล้วกำหนดน้ำหนักความสำคัญออกมาเป็นสูงมาก สูงปานกลาง ปานกลาง ต่ำปานกลาง และต่ำตามลำดับ สำหรับน้ำหนักคะแนนกำหนดออกมาเป็น 5, 4, 3, 2 และ 1 ตามลำดับ โดยการประชุมร่วมกันของสมาชิกในกลุ่มโดยพิจารณาเสียงข้างมากของตัวเกณฑ์แต่ละตัวเป็นค่าน้ำหนักของแต่ละตัวเกณฑ์ เพื่อให้สะดวกขึ้นเมื่อได้คะแนนเสียงข้างมากของน้ำหนักตัวเกณฑ์แต่ละตัวแล้ว

3. ให้คะแนนตัวปัญหาแต่ละปัญหาที่มีความสัมพันธ์กับตัวเกณฑ์แต่ละตัว

ในการนี้ต้องกำหนดคะแนนความสำคัญของปัญหา โดยเทียบกับเกณฑ์แต่ละตัวออกมาเป็นสูงมาก สูงปานกลาง ต่ำ ต่ำมาก และไม่มีความสัมพันธ์เลย อาจกำหนดคะแนนออกมาเป็น 5, 4, 3, 2 และ 1 ตามลำดับ

ตัวอย่างการจัดลำดับความสำคัญของปัญหาโดยวิธีการหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างปัญหากับตัวเกณฑ์ แสดงในตารางที่ 2-3

ตารางที่ 2-3 การจัดลำดับความสำคัญของปัญหา

ตัวเกณฑ์ / ปัญหา	ความร้ายแรงและเร่งด่วนของปัญหา	ขนาดของกลุ่มชนและพื้นที่ที่ถูกกระทบจากปัญหา	ขนาดของปัญหา	ความเสียหายในแง่การพัฒนา	การยอมรับปัญหาร่วมกันของชุมชน	คะแนนร่วม	ลำดับ
	(น้ำหนัก) 4	(น้ำหนัก) 4	(น้ำหนัก) 3	(น้ำหนัก) 3	(น้ำหนัก) 3		
	(คะแนน)	(คะแนน)	(คะแนน)	(คะแนน)	(คะแนน)		
น้ำประปา	4 16	5 20	4 12	4 12	3 9	69	3
การจราจร	4 16	4 16	3 9	5 15	3 9	65	4
น้ำท่วม	5 20	5 20	4 12	4 12	4 12	76	2
ชุมชนแออัด	2 8	3 12	2 6	5 15	4 12	53	5
ขยะมูลฝอย	5 20	5 20	4 12	5 15	4 12	79	1

เมื่อสมาชิกในกลุ่มได้มีการพิจารณาให้ค่าน้ำหนักหรือคะแนนตัวเกณฑ์แต่ละตัวจนครบทุกตัวน้ำหนักตัวเกณฑ์แล้ว จากนั้นให้ร่วมกันพิจารณาตามสภาพข้อเท็จจริงของปัญหาแต่ละตัวที่นำมาจัดลำดับความสำคัญของปัญหา (พิจารณาปัญหาทุกตัวตามช่องแนวตั้งของตัวเกณฑ์ทีละตัว) เพื่อให้คะแนนปัญหาตามสภาพข้อเท็จจริงที่ปรากฏ จากนั้นให้นำคะแนนปัญหาของแต่ละตัวตามที่ได้รับการพิจารณาความสัมพันธ์กับตัวเกณฑ์ดังกล่าวข้างต้น ไปคูณกับค่าน้ำหนักของตัวเกณฑ์แต่ละตัว เช่น ปัญหาน้ำประปาในตัวอย่างให้คะแนนตามช่องความสัมพันธ์ตัวเกณฑ์ความร้ายแรงและเร่งด่วนของปัญหา คือ 4 คะแนน ก็ให้ไปคูณกับน้ำหนักคะแนนของปัญหาน้ำประปาในช่องความร้ายแรงและเร่งด่วนของปัญหาน้ำประปา คือ 4 ก็จะได้คะแนนความสัมพันธ์ระหว่างปัญหากับตัวเกณฑ์ในช่องนี้ คือ 16 คะแนน และดำเนินการในทำนองเดียวกันนี้ทุกช่องแล้วนำมาบวกกัน ก็จะได้คะแนนรวมของปัญหาน้ำประปาเท่ากับ 69 คะแนน

วิธีการให้คะแนนที่เสนอมานี้ เป็นวิธีการหนึ่งในการจัดลำดับความสำคัญของปัญหาเพื่อที่จะเห็นความแตกต่างในความสำคัญของปัญหาให้ชัดเจนและเด่นชัดมากยิ่งขึ้น อาจจะพิจารณาคะแนนแตกต่างไปจากตัวอย่างก็ได้

การหากำลังการผลิต

กำลังการผลิต (Capacity) คือ ขีดความสามารถของ คนงาน เครื่องจักร หน่วยผลิต แผน หรือองค์กรในการผลิตผลผลิตต่อหน่วยเวลา (เป็นปริมาณของงานที่สามารถทำได้ในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่งที่กำหนดไว้) กำลังการผลิตเป็นอัตราการทำงานไม่ใช่ปริมาณของงานที่ทำได้

การวัดกำลังการโดยทั่วไปสำหรับการวางแผนการผลิตจะระบุหน่วยของผลิตภัณฑ์หรือหน่วยมาตรฐานหน่วยใดหน่วยหนึ่งของผลผลิต (Output) เป็นหน่วยวัดกำลังการผลิต เช่นเดียวกันกับการวางแผนกำลังการผลิต หากไม่สามารถระบุในรูปของหน่วยผลผลิตทั่วไปได้ หน่วยวัดกำลังการผลิตมักจะถูกพิจารณาออกมาในเทอมของชั่วโมงการทำงานที่มีอยู่ (Hours available) สำหรับหน่วยของผลผลิต (Units of output) หรือหน่วยมาตรฐานทั่วไป หากผลิตภัณฑ์ที่ผลิตมีความหลากหลายไม่มากนัก สามารถจะใช้หน่วยทั่วไปของผลผลิตได้ เช่น ตัน แกลลอน บาร์เรล จำนวนหน่วยผลผลิต เป็นต้น แต่หากมีความหลากหลายของผลิตภัณฑ์มาก การใช้หน่วยทั่วไปของผลผลิตอาจจะเป็นไปไม่ได้ ดังนั้นจึงต้องกำหนดหน่วยวัดในรูปของเวลา เช่น ชั่วโมงการทำงานมาตรฐาน (Standard hour) หน่วยวัดกำลังการผลิตอาจจะมีความแตกต่างกันไปตามระดับของโครงสร้างของโรงงาน ซึ่งโดยทั่วไปสามารถแบ่งความแตกต่างได้ 3 ระดับ คือ ระดับโรงงาน ระดับหน่วยผลิต และระดับแต่ละหน่วยเครื่องจักร

ขั้นแรกในการเลือกหน่วยวัดกำลังการผลิต คือ ใช้ความคิดในการชี้บ่งทรัพยากรที่สำคัญ (ในการควบคุมกำลังการผลิต หากประยุกต์ไปใช้กับทรัพยากรทุกรายการจะซับซ้อนเกินไป) ขั้นตอนถัดไประบุหน่วยวัดถ้าทรัพยากรที่สำคัญ คือ คน การใช้ชั่วโมงแรงงานอาจจะมีความเหมาะสมในกรณีอื่น ๆ อาจจะวัดเป็นตัน แกลลอน จำนวนของแม่พิมพ์ จำนวนเตาชั่วโมงการทำงานของเครื่องจักร ตารางหลา ความยาว (ฟุต) บรรทัดของรหัส จำนวนครั้งที่ลูกค้าเรียก ชั่วโมงของเซลล์ที่ถูกใช้งาน ในบางกรณีหน่วยวัดเหล่านี้อาจถูกเปลี่ยนเป็นหน่วยวัดที่เทียบเท่าเพื่อให้เกิดความสะดวกในการใช้กับทรัพยากรและผลิตภัณฑ์ที่หลากหลาย

หลังจากหาทรัพยากรและหน่วยวัดกำลังการผลิตได้แล้ว ขั้นต่อไป คือ การหากำลังการผลิตที่นำไปใช้ได้ (Capacity available) ซึ่งประเด็นหลักในที่นี้ ก็คือ ทฤษฎีกับการปฏิบัติ วิศวกรสามารถจัดเตรียมกำลังการผลิตตามทฤษฎีได้จากข้อกำหนดการออกแบบ (Design specification) ของเครื่องจักรหรือจากการศึกษาเวลาของพนักงาน ส่วนประเด็นรอง ก็คือ จะใช้เต็มกำลังการผลิตหรือเพียงบางส่วน (โดยทั่วไป 75-80%) และประเด็นต่อไป ก็คือ ความยืดหยุ่นของกำลังการผลิต ทรัพยากรใดก็ตามโดยมากแล้วถ้ามีความสำคัญจริง ๆ จะต้องดูถึงผลผลิตที่ทำได้จริง เรามักจะได้เห็นผลการดำเนินงานหลายครั้งที่มีการคำนวณกำลังการผลิตมากเกินไปและต่ำเกินไป

สำหรับงานนิพนธ์นี้จะทำการวัดกำลังการผลิตโดยใช้สมการดังนี้

$$\text{กำลังการผลิต} = \left(\frac{\text{เวลาในการผลิตที่มี - เวลาในการผลิตงานชิ้นแรก}}{\text{รอบเวลาการผลิต}} \right) + 1$$

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วัชระ อาสนไพบูลย์ (2552) ได้ทำการศึกษากระบวนการผลิตยางแผ่นแล้วเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตและลดต้นทุนการผลิตโดยใช้หลักแนวคิดแบบ Lean เข้ามาปรับปรุงสายการผลิต ในการศึกษาปัญหาพบว่ายังมีกระบวนการผลิตที่ไม่สมดุลมี Bottle neck ในกระบวนการทำงานที่จุดลูกกลิ้ง โดยที่จุดผสมยางต้องหยุดรอจุดลูกกลิ้งเพื่อให้ลูกกลิ้งตัดแผ่นยางให้เป็นเส้นหมดก่อน จึงจะสามารถผสมยางแบ็ทช์ต่อไปได้ เนื่องจากเวลาที่ใช้ในการผลิตที่จุดลูกกลิ้งมีเวลานานที่สุดและยางไม่สามารถผสมต่อเนื่องได้เพราะจะทำให้คุณภาพของยางไม่ได้มาตรฐาน ดังนั้นจึงปรับปรุงวิธีการทำงานที่จุดลูกกลิ้งเพื่อทำให้สายการผลิตสมดุลและลดเวลาการรอระหว่างกระบวนการ โดยการลดเวลาการผลิตที่จุดลูกกลิ้ง ทำได้โดยติดตั้งชุดลูกกลิ้งเล็กและเพิ่มชุดใบมีดที่จุดลูกกลิ้ง นอกจากนี้ยังได้ทำการติดตั้ง Timer เพื่อช่วยให้พนักงานผสมยางทราบ

เวลาในการเริ่มผสมยาง ซึ่งผลของการปรับปรุงทำให้ใช้เวลาในการผลิตลดลงเพิ่มผลิตภาพกระบวนการผลิตได้ 29.41%

ไชยา วรสิงห์ (2552) ได้ทำการศึกษาวิธีการผลิตดุมล้อรถยนต์ของโรงงานผลิตชิ้นส่วนรถยนต์และอะไหล่เครื่องจักรแล้วลดเวลาในการผลิตสินค้า โดยศึกษาวิธีการทำงานและกิจกรรมกลุ่มคุณภาพ สำหรับปัญหาที่พบ คือ ในขั้นตอนการทำงานของเครื่องกัดใช้เวลาในการเซทชิ้นงานนาน ไม่มีการกำหนดลำดับขั้นตอนการทำงานที่ชัดเจนและใช้อุปกรณ์จับยึดชิ้นงานไม่เหมาะสม ซึ่งก่อให้เกิดการเสียหายต่อชิ้นงาน ผู้ศึกษาจึงได้เก็บข้อมูลการผลิตเพื่อหาเวลามาตรฐานและวิเคราะห์ปัญหาจากข้อมูลที่คำนวณได้ จัดประชุมหาสาเหตุของปัญหาโดยการระดมสมองและใช้เทคนิคทำไม ทำไม (Why-Why analysis) มาช่วย และจัดตั้งกลุ่มการทำงานคุณภาพ โดยมีการระบุหน้าที่รับผิดชอบที่ชัดเจนและมีการประชุมติดตามการดำเนินงานอย่างต่อเนื่อง แนวทางแก้ไขกระบวนการผลิตทางกลุ่มได้ออกแบบอุปกรณ์จับยึดใหม่โดยเน้นการใช้งานที่สะดวกกำหนดทิศทางการเคลื่อนที่ของชิ้นงานครบทุกทิศทาง กำหนดวิธีการทำงานที่ชัดเจนให้แก่พนักงานและจัดตั้งกลุ่มงานคุณภาพเพื่อคอยติดตาม และควบคุมเรื่องคุณภาพผลผลิต โดยตั้งเป้าหมายเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต 10% และลดของเสียให้ไม่เกิน 1% หลังการปรับปรุงพบว่าประสิทธิภาพการผลิตเพิ่มขึ้น 33.28% และของเสียในกระบวนการผลิตลงได้จากเดิม 3% เหลือ 0.5%

ธารชุดา พันธ์นิกุล, ดวงพร สังฆะมณี และปรีดาภรณ์ งามสง่า (2557) ได้ทำการปรับปรุงประสิทธิภาพในกระบวนการประกอบรถจักรยานด้วยเครื่องมือทางวิศวกรรมอุตสาหการเพื่อช่วยในการลดต้นทุนด้านเวลาและแรงงานให้กับผู้ประกอบการ โดยโรงงานกรณีศึกษาเป็นโรงงานขนาดย่อมในจังหวัดอุบลราชธานีและใช้แรงงานคนในการประกอบเป็นหลัก หลังจากศึกษาขั้นตอนการทำงานพบว่า การประกอบยังเป็นไปด้วยความล่าช้าและมีการรอคอยของพนักงานซึ่งเป็นการเสียเวลาไปโดยเปล่าประโยชน์ ในงานวิจัยนี้จึงได้นาเครื่องมือทางวิศวกรรมอุตสาหการต่าง ๆ เช่น การศึกษางาน การจับเวลา การใช้แผนภูมิกระบวนการผลิต (Operation process chart: OPC) แผนผังก้างปลา และเทคนิคการปรับปรุงงาน (ECRS) เป็นต้น มาช่วยในการแก้ปัญหาให้กับโรงงาน โดยพบว่าหลังจากปรับปรุงการทำงานแล้ว สามารถลดเวลาสูญเปล่าในการทำงานลงได้จากเดิม 509 วินาที เหลือเพียง 43 วินาที และในภาพรวมใช้เวลาประกอบจักรยานลดลงจาก 837 วินาที/ คัน เหลือเพียง 595 วินาที หรือ ใช้เวลาประกอบจักรยานได้เร็วขึ้น 28.91%

พิทธพนธ์ พิทักษ์ (2551) ได้ทำการเพิ่มอัตราผลิตภาพในกระบวนการผลิตของโรงงานล้างขวด ซึ่งขอบเขตของงานวิจัยนี้ครอบคลุมตั้งแต่ ขั้นตอนการรับวัตถุดิบแยกผลิตภัณฑ์ การล้างทำความสะอาด จนกระทั่งบรรจุพร้อมส่งให้ลูกค้าต่อไป ผู้วิจัยดำเนินงานวิจัย ประกอบด้วยการศึกษาเบื้องต้นในข้อมูลต่าง ๆ ของโรงงาน วิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นและเสนอแนวทางแก้ปัญหา

และปรับปรุงงาน ทดลองปฏิบัติงานตามแนวทางที่นำเสนอ วิเคราะห์เปรียบเทียบผลการดำเนินงานก่อน-หลังปรับปรุง และสรุปผล ซึ่งการปรับปรุงงานในงานวิจัยนี้ ได้เน้นหนักไปที่การปรับปรุงเครื่องจักรใหม่และออกแบบวิธีการทำงานใหม่ ผลการศึกษาพบว่า อัตราผลิตภาพรวมเพิ่มขึ้นร้อยละ 36.0 อัตราผลิตภาพแรงงานเพิ่มขึ้นร้อยละ 58.5 อัตราผลิตภาพวัตถุดิบเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.38 อัตราผลิตภาพแรงงานเพิ่มขึ้นร้อยละ 8.50

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

ศึกษาสภาพทั่วไปของโรงงานกรณีศึกษาและขั้นตอนการผลิตยางคอมปาวด์

1. ข้อมูลทั่วไปของโรงงานตัวอย่าง

บริษัท ซูมิโตโม รับเบอร์ (ไทยแลนด์) จำกัด ในเครือ SRI GROUP เป็นบริษัทญี่ปุ่น ตั้งอยู่ในนิคมอุตสาหกรรมอมตะซิตี้ จังหวัดระยอง บริษัทเป็นผู้ผลิตยางรถยนต์ภายใต้เครื่องหมายการค้า DUNLOP ที่ใหญ่ที่สุดในโลก จากโรงงานทั้งสิ้น 6 แห่ง ของ Sumitomo rubber industrial group ทั่วโลก โดยมีเนื้อที่ 584,000 ตารางเมตร ด้วยเงินลงทุนจดทะเบียนถึง 4.8 พันล้านบาท นอกจากความกว้างขวางใหญ่โตแล้ว ยังเพียบพร้อมไปด้วยบุคลากรคุณภาพกว่า 6,000 คน อีกทั้งเทคโนโลยีและเครื่องจักรอันทันสมัย ที่ใช้ในกระบวนการผลิต พร้อมระบบการจัดการภายในโรงงาน การคัดสรรวัตถุดิบ และการควบคุมคุณภาพที่ได้มาตรฐานระดับสากล จนได้รับใบรับรอง ISO 9001: 2000 โดยตั้งเป้าการผลิตภายในสิ้นปี 2558 ไว้ที่ 80,000 เส้น/ วัน ภายใต้อุดมการณ์ทางธุรกิจ 3 ประการ คือ

1.1 Growth ความเจริญเติบโตโดยการพัฒนาบุคลากรให้มีคุณภาพ พร้อมเป้าหมายที่จะก่อตั้งโรงงานแห่งนี้ ให้เป็นโรงงานผลิตยางรถยนต์ที่ใหญ่ติดอันดับโลกภายใต้การบริหารของคนไทย

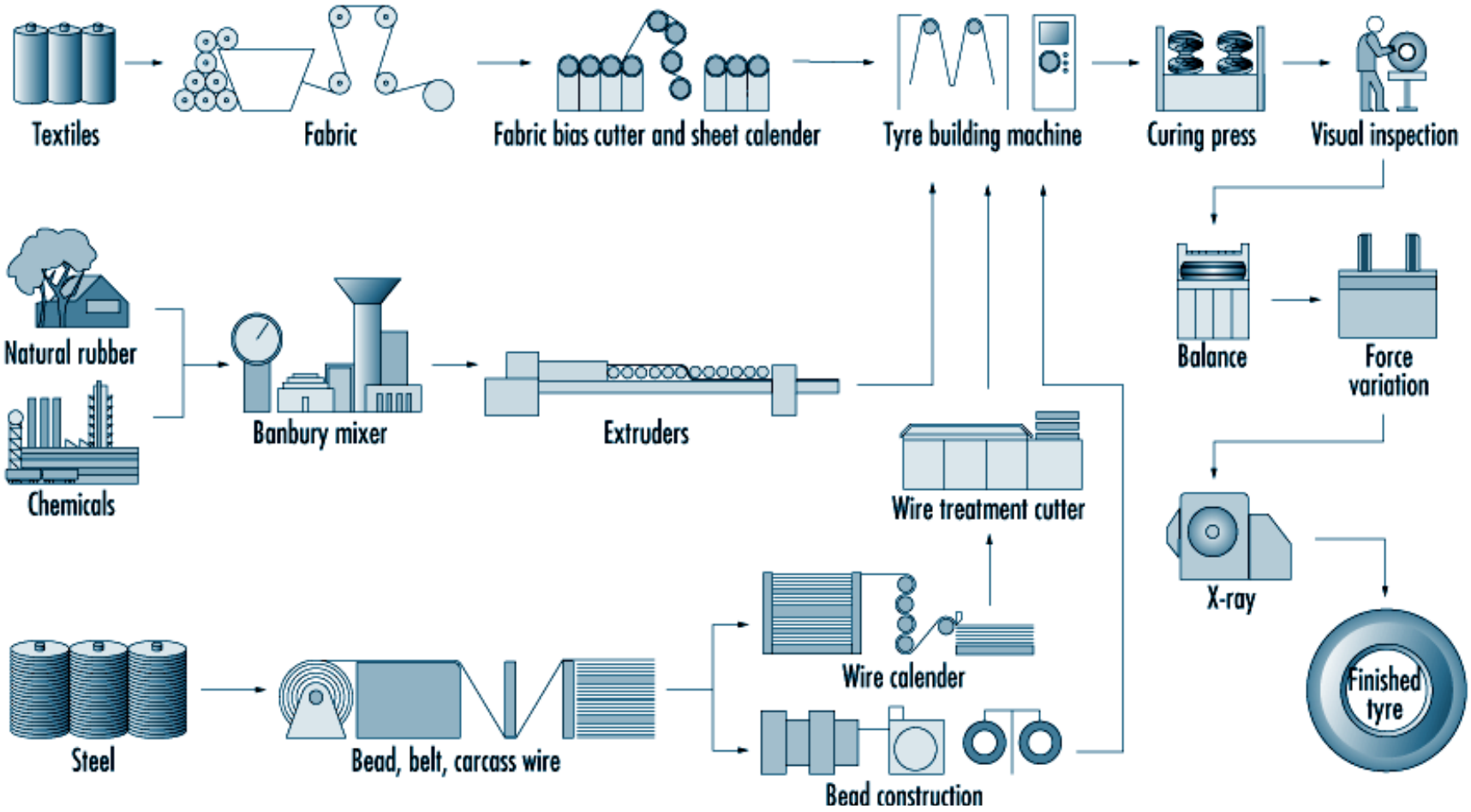
1.2 Advance ความล้ำสมัยในการจำหน่ายสินค้าที่มีประสิทธิภาพ และสมรรถนะสูง ภายใต้การผลิตด้วยเทคโนโลยีที่ล้ำสมัยอย่าง Sun system

1.3 Harmony การสร้างความกลมกลืนให้เข้ากับท้องถิ่น โดยคำนึงถึงสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัยเป็นสำคัญ

ภาพที่ 3-1 โรงงานกรณีศึกษา

2. กระบวนการผลิตยางรถยนต์

ขั้นตอนกระบวนการผลิตเริ่มจากนำยางธรรมชาติยางสังเคราะห์และจะนำสารเคมีเข้าไปทำปฏิกิริยากับสายโมเลกุลของยาง เพื่อจะให้เกิดการเชื่อมโยงระหว่างโมเลกุล ทำให้ยางคงรูปที่เครื่องบดผสมยาง (Mixing process) โดยจะทำการผสมครั้งละ Batch เพื่อทำเป็นยางตั้งต้น (Rubber compound) เพื่อใช้ในการผลิตยางรถยนต์ จากนั้นส่งไปทำการรีดผสมกับเส้นลวดภายในกระบวนการขึ้นรูปวัตถุดิบ (Topping process) พร้อมกับการรีดหน้ายาง (Tread extrusion) และแก้มยาง (Side wall extrusion) จากนั้นส่งต่อไปขึ้นรูปยางที่กระบวนการขึ้นรูปยาง (Building process) แล้วส่งต่อไปยังกระบวนการอบยาง (Curing process) ประมาณ 10 นาทีแล้วส่งต่อไปยังกระบวนการตกแต่งและตรวจสอบ จากนั้นจะได้ยางรถยนต์เป็นผลิตภัณฑ์ยางรถยนต์สำเร็จรูปเพื่อเตรียมส่งให้ลูกค้า แสดงดังภาพที่ 3-2



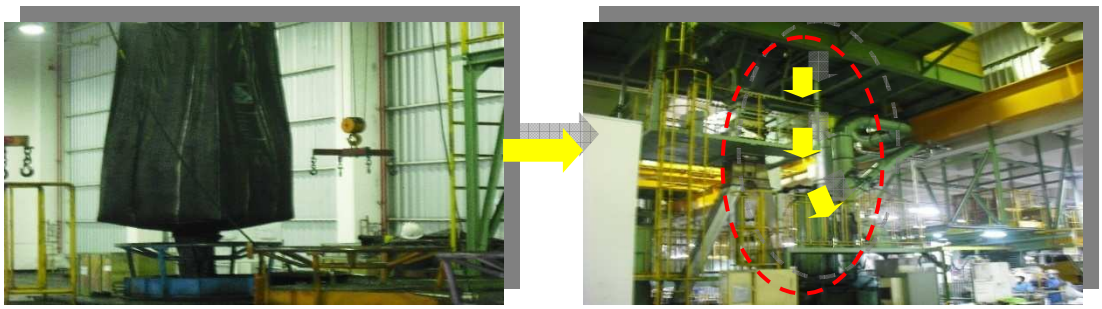
ภาพที่ 3-2 กระบวนการผลิตยางรถยนต์

3. การศึกษากระบวนการผสมยาง (Mixing)

ขั้นตอนการผสมยาง (Mixing) ถือเป็นกระบวนการแรกสำหรับทำการผลิตยางโดยหน้าที่หลักของกระบวนการนี้นั้นเป็นการนำเอาวัตถุดิบที่ได้จากโกดังเก็บวัตถุดิบ เช่น ยางพารา ยางสังเคราะห์ ผงคาร์บอน น้ำมันมิเนรอล (Mineral oil) วัตถุดิบเหล่านี้จะถูกนำไปผสมตามสูตรที่ทางแผนก Production technology กำหนด แสดงดังภาพที่ 3-3

ภาพที่ 3-3 การเตรียมวัตถุดิบในการผสมยาง

เมื่อทำการ ตวง วัด ปริมาณของวัตถุดิบได้ตามที่กำหนดแล้วจึงทำการนำวัตถุดิบเหล่านั้นเข้าเครื่องผสม (Banbury machine) เพื่อทำการบดผสมให้วัตถุผสมเข้าเป็นเนื้อเดียวกันและขณะเดียวกันผงคาร์บอนที่เตรียมไว้ในถัง (Carbon tank) ด้านบนจะถูกเปิดประตูให้ไหลมารวมกับยางที่ถูกนำไปเข้าเครื่องผสม (Banbury machine) แสดงดังภาพที่ 3-4



ภาพที่ 3-4 ถังเติมผงคาร์บอน

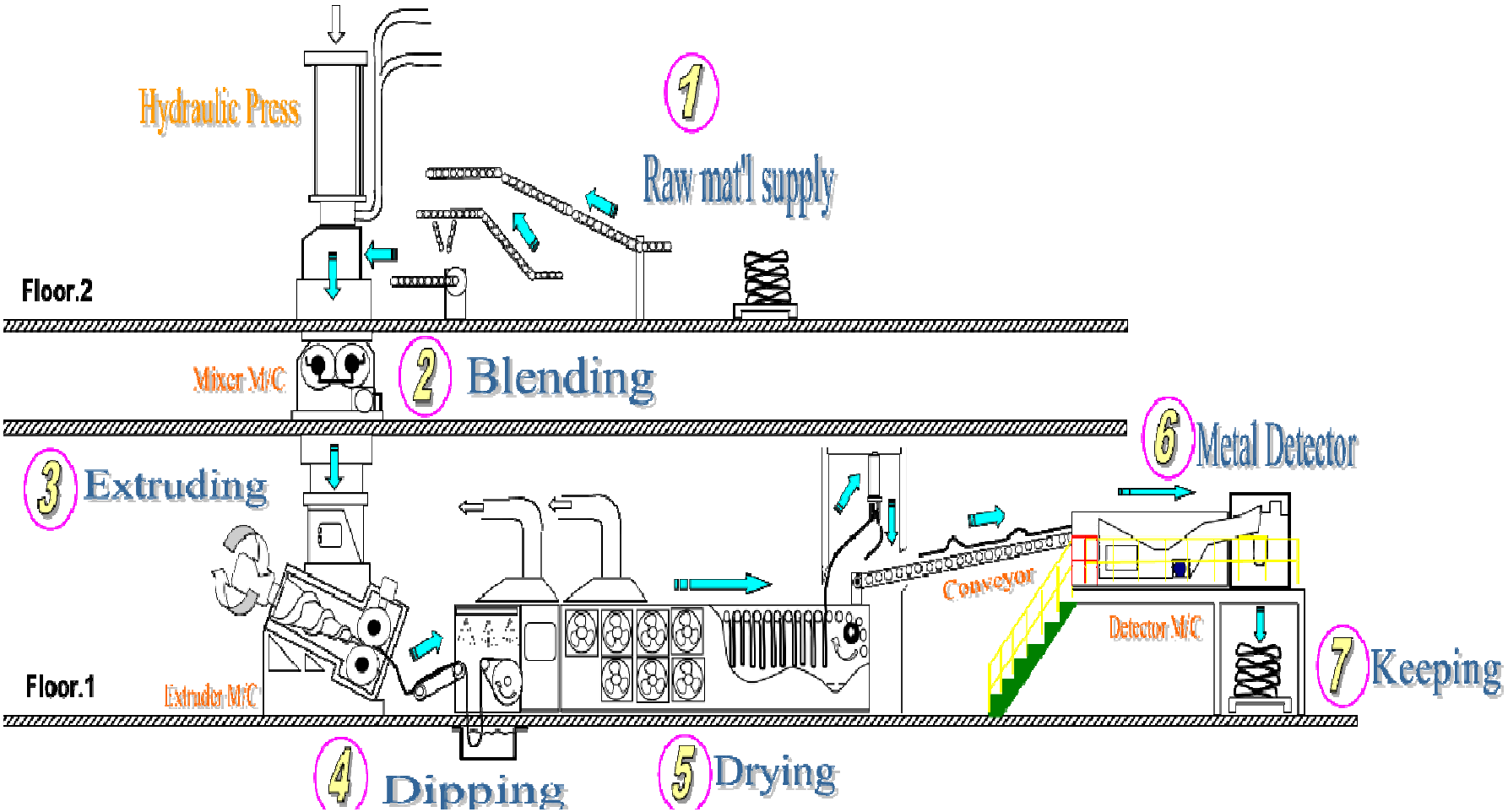
หลังจากที่วัตถุดิบที่นำเข้าเครื่องผสม (Banbury machine) เรียบร้อยแล้วเครื่องจะทำการบดผสมยางจนเป็นเนื้อเดียวกันจากนั้นยางจะถูกทำการ Extrude รีดยางออกมาผ่าน Roller 2 ตัวซึ่งเรียกว่า Calender ทำให้ยางออกมาเป็นแผ่น จากนั้นยางจะถูกเคลือบด้วยสารกันติด (Anti-tack) แล้วเข้าสู่กระบวนการทำให้เย็นโดยยางจะถูกพาดกับบาร์ แล้วเคลื่อนไปในห้องทำให้เย็น จนถึงขั้นตอนสุดท้าย คือ การเก็บยางใส่พาเลท ผลิตภัณฑ์นี้เรียกว่ายางคอมปาวด์ แสดงดังภาพที่ 3-5

ภาพที่ 3-5 กระบวนการรีดยางและการเก็บยางใส่พาเลท

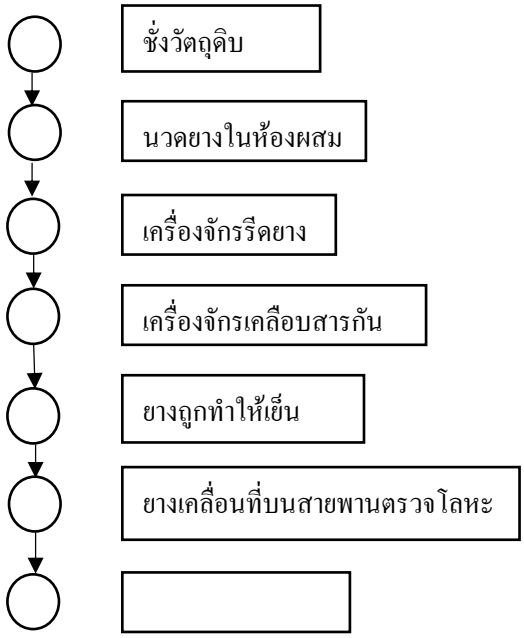
เก็บข้อมูลเบื้องต้นเพื่อกำหนดปัญหาของกระบวนการผลิตยางคอมปาวด์

1. การจับเวลา

จากการศึกษาขั้นตอนการผสมยาง (Mixing) เวลาที่ใช้ในการผลิตต่อ 1 Batch (350 กิโลกรัม) คือ เวลา 1 รอบที่ใช้ในการผลิต ผู้ศึกษาได้ทำการเขียนกระบวนการผสมยาง (Mixing) แสดงไว้ในภาพที่ 3-6 แผนผังการทำงานของการผสมยาง (Mixing) ได้ดังภาพที่ 3-7



ภาพที่ 3-6 แผนผังการทำงานของการผสมยาง



ภาพที่ 3-7 ขั้นตอนการทำงานของการผสมยาง (Mixing)

จากนั้นทำการจับเวลาแต่ละขั้นตอนในการศึกษางาน ผู้ศึกษาได้ใช้นาฬิกาจับเวลาโดยตรง (Direct time study) ซึ่งจะได้เวลาจากการศึกษางานของจริง ในการจับเวลาได้จับจำนวน 5 ครั้ง ในแต่ละกิจกรรม ดังแสดงในตารางที่ 3-1

ตารางที่ 3-1 ผลการจับเวลาการผสมยางก่อนการปรับปรุง

ขั้นตอนที่	คำอธิบาย	ครั้งที่จับ					เวลาเฉลี่ย (วินาที)	ค่าพิสัย
		1	2	3	4	5		
1	ชั่งวัตถุดิบ	87	94	90	91	88	90.0	7
2	นวดยางในห้องผสม	141	143	137	139	143	140.6	6
3	เครื่องจักรรีดยาง	118	120	118	120	119	119.0	2
4	เครื่องจักรเคลือบสารกันติด	112	110	111	112	110	111.0	2
5	ยางถูกทำให้เย็น	133	134	132	133	134	133.2	2
6	ยางเคลื่อนที่บนสายพานตรวจโลหะ	23	25	26	25	23	24.4	3
7	เก็บยางลงพาเลท	127	123	122	125	128	125.0	6
	รวม						743.2	

จากข้อมูลในตารางที่ 3-1 ทำการหาจำนวนรอบของแต่ละขั้นตอน โดยกำหนดความคลาดเคลื่อนไว้ ±5% และระดับความเชื่อมั่นไม่ต่ำกว่า 95% ผู้ศึกษาขอยกตัวอย่างการคำนวณจำนวนครั้งที่จะต้องจับเวลา เฉพาะขั้นตอนที่ 1 สำหรับรายละเอียดการคำนวณของขั้นตอนที่ 2-7 แสดงในภาคผนวก ก

ในการหาจำนวนครั้งที่จะต้องจับเวลา สามารถหาได้จากสมการ

$$n = \left[\frac{k}{s}\sqrt{n'\sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}\right]^2$$

เมื่อ n = จำนวนครั้งที่ต้องจับเวลา

n' = จำนวนครั้งที่จับเวลาครั้งแรก

s = ความแม่นยำ

k = ตัวประกอบของระดับความเชื่อมั่น ซึ่งมีค่าที่นิยมใช้ ดังต่อไปนี้ 68.3% k = 1, 95.5% k = 2, 99.7% k = 3

จากข้อมูลจะได้ค่า $x_i = 450$, $x_i^2 = 40{,}530$, n' = 5, k = 2, s = 0.05

จากสูตร

$$n = \left[\frac{k}{s}\sqrt{n'\sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}\right]^2$$

แทนค่า

$$n = \left[\frac{2}{0.05}\sqrt{5(40{,}530) - (450)^2}\right]^2$$

$$n = 1.19$$

ผลจากการหาจำนวนครั้งที่จะต้องจับเวลาในแต่ละกิจกรรม ดังแสดงในตารางที่ 3-2

ตารางที่ 3-2 ผลการหาจำนวนครั้งที่จะต้องจับเวลาการผสมยางก่อนการปรับปรุง

ขั้นตอนที่	คำอธิบาย	ครั้งที่จับ					เวลาเฉลี่ย (วินาที)	ค่าพิสัย	รอบจับเวลา
		1	2	3	4	5			
1	ชั่งวัตถุดิบ	87	94	90	91	88	90.0	7	1.19
2	นวดยางในห้องผสม	141	143	137	139	143	140.6	6	0.44
3	เครื่องจักรรีดยาง	118	120	118	120	119	119.0	2	0.09
4	เครื่องจักรเคลือบสารกันติด	112	110	111	112	110	111.0	2	0.10
5	ยางถูกทำให้เย็น	133	134	132	133	134	133.2	2	0.05
6	ยางเคลื่อนที่บนสายพานตรวจโลหะ	23	25	26	25	23	24.4	3	3.87
7	เก็บยางลงพาเลท	127	123	122	125	128	125.0	6	0.53
	รวม						743.2		

จากการหาจำนวนครั้งที่ต้องจับเวลาพบว่า รอบจับเวลาของขั้นตอนที่ 6 มีค่ามากที่สุดซึ่งคำนวณได้เท่ากับ 3.87 ครั้ง ซึ่งน้อยกว่าจำนวนจับเวลาจริง คือ 5 ครั้ง แสดงว่าจำนวนครั้งที่ใช้ในการจับเวลาเพียงพอ ไม่ต้องทำการจับเวลาเพิ่ม

ดังนั้นสามารถนำเวลาเฉลี่ยในแต่ละงานย่อย มาเขียนแผนภูมิการไหลการผสมยางได้ดังตารางที่ 3-3

ตารางที่ 3-3 แผนภูมิการไหลของการผสมยาง

แผนภูมิการไหลการผสมยาง

☑ วิธีการเดิม	☐ วิธีที่เสนอ	สรุปผล			
ชื่อเรื่อง: การผสมยาง			วิธีเดิม	วิธีเสนอ	ความแตกต่าง
หน่วยงาน: Mixing					
บันทึกโดย: นายปิติภูมิ ศิริมา		การทำงาน	743.2		
		การขนส่ง	0		
		การตรวจสอบ	0		
		การรอคอย	0		
		การเก็บรักษา	0		

ระยะทาง(m)	เวลา(sec)	สัญลักษณ์	คำอธิบายการทำงาน
0	90.0	● ⇨ □ D ▽	ชั่งวัตถุดิบ
0	140.6	● ⇨ □ D ▽	นวดยางในห้องผสม
0	119.0	● ⇨ □ D ▽	เครื่องจักรรีดยาง
0	111.0	● ⇨ □ D ▽	เครื่องจักรเคลือบสารกันติด
0	133.2	● ⇨ □ D ▽	ยางถูกทำให้เย็น
0	24.4	● ⇨ □ D ▽	ยางเคลื่อนที่บนสายพานตรวจโลหะ
0	125.0	● ⇨ □ D ▽	เก็บยางลงพาเลท
0	743.2	7 0 0 0 0	

2. การหากำลังการผลิต

ในการวัดกำลังการผลิต สามารถหาได้ 2 ทาง คือ การวัดกำลังการผลิตจากผลผลิต และการวัดกำลังการผลิตจากปัจจัยการผลิต ผู้ศึกษาได้ทำการวัดกำลังการผลิตจากผลผลิตในแต่ละกะการทำงานของพนักงาน (8 ชั่วโมง) ดังต่อไปนี้

$$\text{กำลังการผลิต} = \left(\frac{\text{เวลาในการผลิตที่มี - เวลาในการผลิตงานชิ้นแรก}}{\text{รอบเวลาการผลิต}} \right) + 1$$

เวลาในการผลิตที่มี = 480 นาที หรือเท่ากับ 28,800 วินาที

แทนค่า

กำลังการผลิต = ((28,800-743.2)/ 140.6) + 1

= 200.55 batch หรือเท่ากับ 200 batch ต่อกะต่อเครื่อง

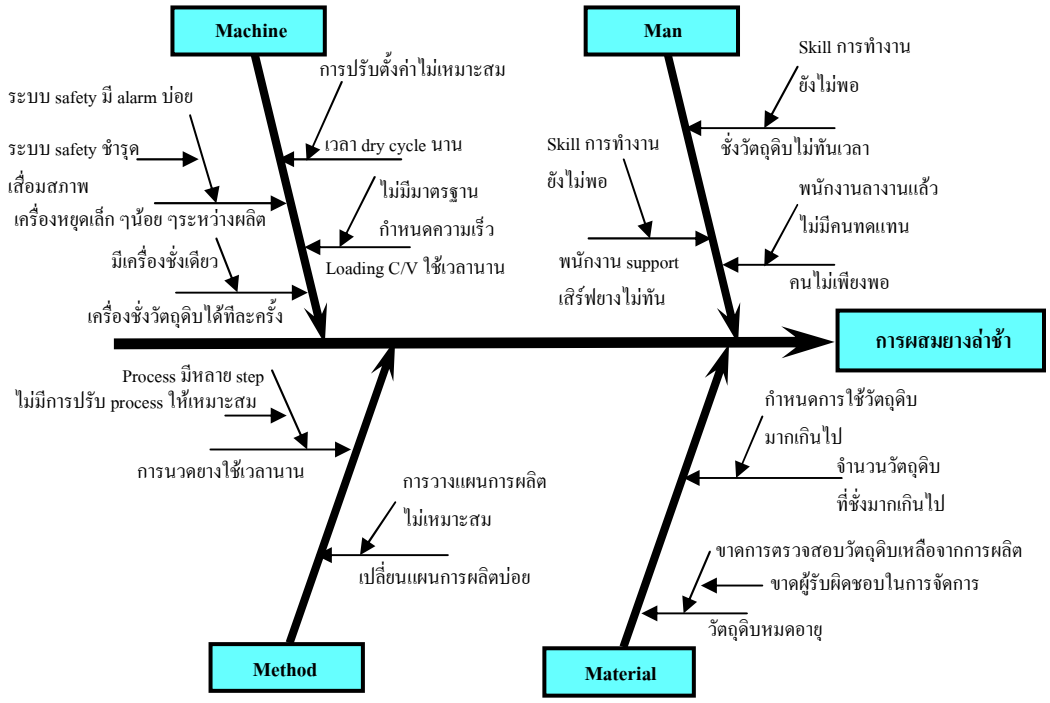
จากการหากำลังการผลิตของการผสมยางใน 8 ชั่วโมง สามารถผลิตได้สูงสุด 200 batch ต่อกะต่อเครื่อง แต่ในอนาคตแผนการผลิตอาจเพิ่มขึ้น จะทำให้ไม่สามารถผลิตงานได้ทัน ส่งผลให้จะต้องมีการเพิ่มเวลาการทำงานล่วงเวลาของพนักงาน ทำให้บริษัทต้องเสียค่าใช้จ่ายค่าแรงของพนักงานเพิ่มขึ้น ดังนั้นต้องหาแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขการผลิตเพื่อเพิ่มผลผลิตให้ตอบสนองแผนการผลิตที่เพิ่มขึ้นในอนาคตให้ได้

บทที่ 4
ผลการศึกษาการดำเนินงาน

จากการศึกษาข้อมูลการผสมยางในบทที่ 3 ทำให้ผู้ศึกษาทราบถึงสภาพปัจจุบันของการผสมยาง ข้อมูลที่ได้นั้นบ่งบอกถึงความสามารถในการผลิตในปัจจุบัน หากในอนาคตบริษัทมีการเพิ่มแผนการผลิตขึ้น ก็จะทำให้ส่งผลกระทบต่อการผลิตงานและส่งมอบงานไม่ทัน ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องวิเคราะห์ปัญหาเพื่อหาสาเหตุแล้วทำการปรับปรุงกระบวนการผสมยาง ดังนี้

การวิเคราะห์หาสาเหตุที่ส่งผลทำให้เกิดความล่าช้าในระหว่างการผลิต

ในการวิเคราะห์ผู้ศึกษาได้ใช้แผนผังสาเหตุและผล (Cause and effect diagram) เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ โดยกำหนดปัญหาที่หัวปลา จากนั้นกำหนดกลุ่มปัจจัยที่ทำให้เกิดปัญหาประกอบด้วย คน เครื่องจักร วัตถุดิบ และวิธีการ แล้วขอความร่วมมือพนักงานที่อยู่ในสังกัดร่วมกันเสนอความคิดเห็นสาเหตุหลักและสาเหตุย่อยออกมาให้มากที่สุด ผู้ศึกษาใช้วิธีการกระตุ้นความคิดของสมาชิกโดยการถาม ทำไม ทำไม ทำไม ในการเขียนแต่ละก้างย่อย ซึ่งผลการวิเคราะห์ แสดงในภาพที่ 4-1



ภาพที่ 4-1 การวิเคราะห์ปัญหาโดยใช้เทคนิคแผนผังสาเหตุและผล (Cause and effect diagram)

จากการวิเคราะห์ปัญหา ผู้ศึกษาและสมาชิกในกลุ่มได้ทำการระดมสมองโดยใช้ตารางตรวจสอบเพื่อตัดสินใจ เพื่อเป็นการคัดเลือกปัญหาโดยการกำหนดเกณฑ์การตัดสินใจ ประกอบด้วย ความสำคัญของปัญหา ความถี่ของปัญหา ความเป็นไปได้ในการแก้ไขปัญหาและระยะเวลาแก้ไขปัญหา ตามลำดับ โดยกำหนดน้ำหนักเกณฑ์แต่ละตัวกำหนดออกมาเป็นระดับสูง ปานกลาง และต่ำตามลำดับ สำหรับน้ำหนักคะแนนกำหนดออกมาเป็น 3, 2 และ 1 ตามลำดับ ส่วนเกณฑ์คะแนนความสำคัญกำหนดระดับออกมาเป็น สูง ปานกลาง ต่ำ ตามลำดับ สำหรับคะแนนกำหนดออกมาเป็น 3, 2 และ 1 ตามลำดับ รายละเอียดข้อมูลแสดงดังตารางที่ 4-1 และผลการระดมสมองโดยใช้ตารางตรวจสอบเพื่อตัดสินใจแสดงดังตารางที่ 4-2

ตารางที่ 4-1 การกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน

ความสำคัญของปัญหา (3)	ความถี่ของปัญหา (3)	ความเป็นไปได้ในการแก้ไขปัญหา (2)	ระยะเวลาแก้ไขปัญหา (2)	คะแนน
มีผลกระทบต่อลูกค้าหรือหน่วยงานถัดไป	มากกว่าหรือเท่ากับ 4 ครั้ง/ เดือน	สูง (แก้ไขง่าย/ ใช้เงินลงทุนน้อย)	1-3 เดือน	3
มีผลกระทบต่อภายในหน่วยงาน	1-3 ครั้ง/ เดือน	ปานกลาง	3-5 เดือน	2
มีผลกระทบเฉพาะพนักงาน	น้อยกว่า 1 ครั้ง/ เดือน	ต่ำ (แก้ไขยาก/ ใช้เงินลงทุนมาก)	> 5 เดือน	1

ตารางที่ 4-2 ผลการตรวจสอบเพื่อตัดสินใจ

ปัจจัยหลัก	สาเหตุของปัญหา	ความสำคัญของปัญหา (3)	ความถี่ของปัญหา (3)	ความเป็นไปได้ในการแก้ไขปัญหา (2)	ระยะเวลาแก้ไขปัญหา (2)	คะแนน
Man	- Skill การทำงานยังไม่พอ	2 6	2 6	3 6	1 2	20
	- พนักงานลางานแล้วไม่มีคนทดแทน	2 6	2 6	3 6	1 2	20
Machine	- การปรับตั้งค่า dry cycle ไม่เหมาะสม	3 9	3 9	3 6	2 4	28
	- ไม่มีมาตรฐานกำหนดความเร็วการทำงานของเครื่องจักร	2 6	2 6	2 4	2 4	20
	- มีเครื่องชั่งเครื่องเดียว	2 6	3 9	1 2	1 2	19
	- ระบบ Safety ชำรุด เสื่อมสภาพ	3 9	3 9	2 4	3 6	28

ตารางที่ 4-2 (ต่อ)

ปัจจัยหลัก	สาเหตุของปัญหา	ความสำคัญของปัญหา (3)	ความถี่ของปัญหา (3)	ความเป็นไปได้ในการแก้ไขปัญหา (2)	ระยะเวลาแก้ไขปัญหา (2)	คะแนน
Material	- กำหนดการใช้วัตถุดิบมากเกินไป	3 9	2 6	2 4	1 2	21
	- ขาดผู้รับผิดชอบในการจัดการวัตถุดิบหมดอายุ	2 6	2 6	3 6	2 4	22
Method	- ไม่มีการปรับ Process ให้เหมาะสม	3 9	2 6	2 4	2 4	23
	- การวางแผนการผลิตไม่เหมาะสม	3 9	2 6	2 4	2 2	23
	รวม					224

จากตารางตรวจสอบเพื่อตัดสินใจในตารางที่ 4-2 ทางกลุ่มสมาชิกกำหนดเกณฑ์เลือกเฉพาะสาเหตุที่มีคะแนนมากที่สุดมาทำการปรับปรุง ซึ่งได้แก่ การปรับตั้งค่า dry cycle ไม่เหมาะสม และระบบ Safety ชำรุดเสื่อมสภาพ โดยได้ทำการสรุปหัวข้อปัญหาและแนวทางแก้ไข ดังตารางที่ 4-3

ตารางที่ 4-3 การสรุปหัวข้อปัญหาและแนวทางแก้ไข

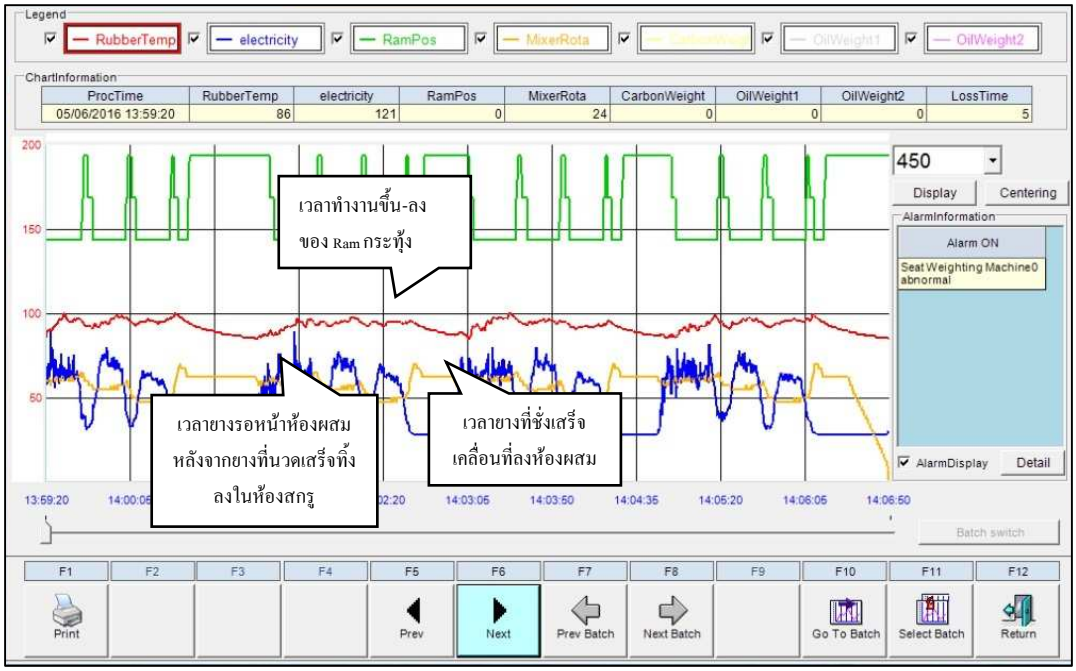
ปัจจัยปัญหา	สาเหตุ	แนวทางการแก้ไข
Machine	- การปรับตั้งค่า dry cycle ไม่เหมาะสม	- สำรวจค่าเวลา dry cycle ของเครื่องจักรแล้วหาวิธีลดเวลา
Machine	- ระบบ Safety ชำรุดเสื่อมสภาพ	- สำรวจระบบ Safety ที่ชำรุดแล้วทำการซ่อมแซม

การดำเนินการแก้ไขปรับปรุง

จากการวิเคราะห์ปัญหาของผู้ศึกษาและสมาชิกในกลุ่ม ทำให้ได้หัวข้อการแก้ไขปัญหาที่แสดงในตารางที่ 4-3 จากนั้นผู้ศึกษาและสมาชิกในกลุ่มจึงทำการศึกษาในรายละเอียดของแต่ละหัวข้อแล้วทำการปรับปรุงแก้ไขดังนี้

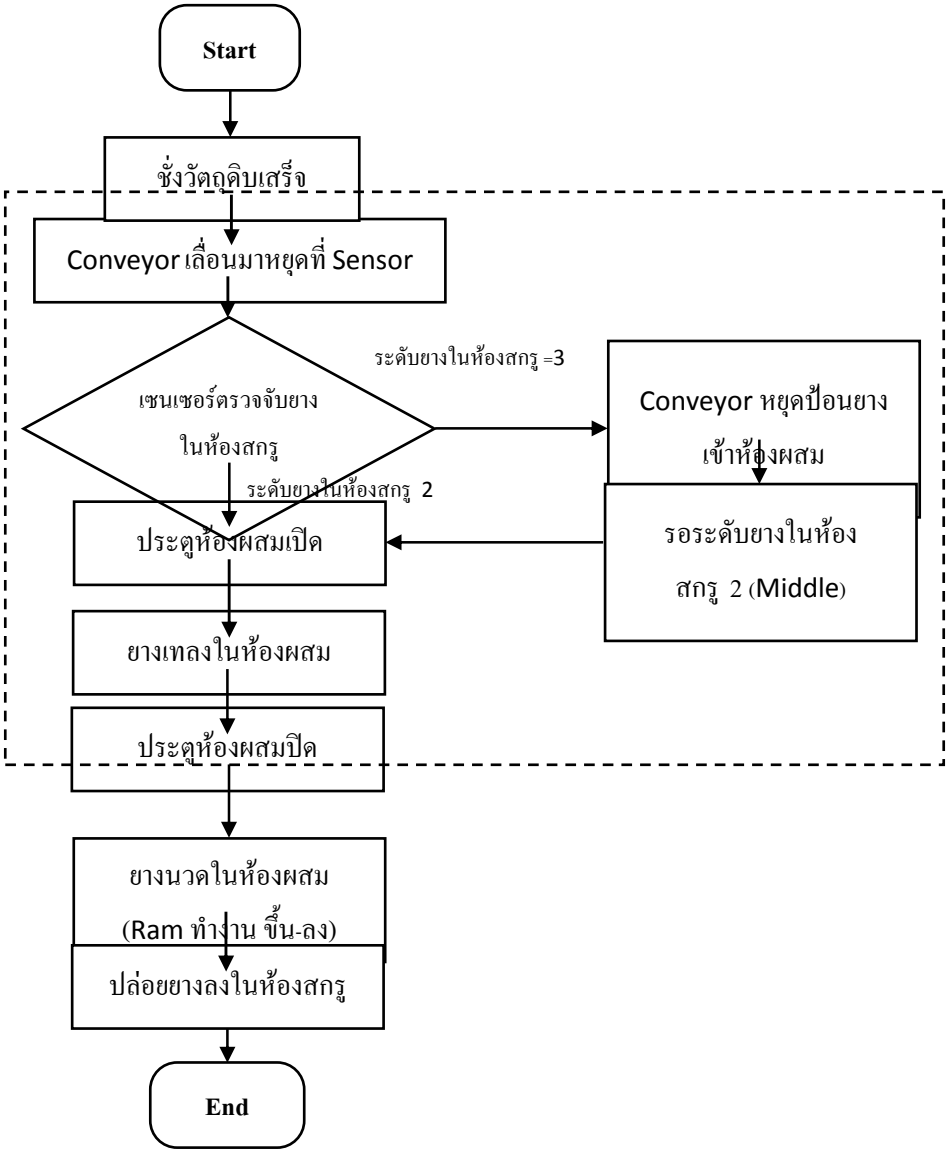
1. การปรับตั้งค่า dry cycle ไม่เหมาะสม

การตรวจสอบเวลา dry cycle (คือ เวลาในระหว่างการผลิตที่รอเครื่องจักรทำงานเสร็จเรียบร้อยก่อนทำการผลิตในลำดับถัดไปซึ่งรวมอยู่ใน Cycle time) ของเครื่องผสมยางทำได้โดยการดูที่ Mixing chart ดังภาพที่ 4-2 ที่แสดงอยู่ที่จอมอนิเตอร์หน้างาน โดยเวลา dry cycle ของเครื่องผสม ได้แก่ เวลายางที่ชั่งเสร็จเคลื่อนที่ลงห้องผสม เวลายางรอหน้าห้องผสมหลังจากยางที่นวดเสร็จทิ้งลงในห้องสกรูและเวลาทำงานขึ้น-ลงของ Ram กระทุ้ง ดังภาพที่ 4-3 โดยสามารถเขียนแผนผังเงื่อนไขการทำงานของเครื่องผสมยางก่อนปรับปรุงได้ ดังภาพที่ 4-4 ซึ่งผู้ศึกษาได้ทำการจับเวลา dry cycle ของเครื่องผสมยางแต่ละชนิดได้ผลดังตารางที่ 4-4



ภาพที่ 4-2 Mixing chart

ภาพที่ 4-3 ตำแหน่งที่เกิดเวลา dry cycle ของเครื่องผสม



ภาพที่ 4-4 แผนผังเงื่อนไขการทำงานของเครื่องผสมยางก่อนปรับปรุง

ตารางที่ 4-4 การจับเวลา dry cycle ของเครื่องผสมยางขนาดความจุ 370 ลิตร

Dry cycle	**เวลา (วินาที)**
- เวลา Ram ขึ้น	4
- เวลา Ram ลง	5
- เวลายางที่ชั่งเสร็จเคลื่อนที่ลงห้องผสม	4
- เวลายางรอหน้าห้องผสมหลังจากยางที่นวดเสร็จทิ้งลงในห้องสกรู	5

จากข้อมูลตารางที่ 4-4 ผู้ศึกษาและสมาชิกในกลุ่มได้ปรึกษากัน เลือกที่จะลดเวลาในหัวข้อ เวลายางที่ชั่งเสร็จเคลื่อนที่ลงห้องผสม และเวลายางนวดเสร็จรอทิ้งลงห้องสกรู เนื่องจากทางกลุ่มสามารถแก้ไขปรับปรุงได้ง่ายกว่าการแก้ไขเวลาขึ้นลงของ Ram ซึ่งเครื่องจักรทำงานได้เต็มประสิทธิภาพแล้ว

หลังจากนั้นผู้ศึกษาและสมาชิกในกลุ่มได้ระดมสมองวิเคราะห์สาเหตุที่ทำให้เครื่องจักรทำงานช้า และกำหนดการแก้ไขปัญหา ดังแสดงในตารางที่ 4-5

ตารางที่ 4-5 สาเหตุและการแก้ไขปัญหาการปรับตั้งค่า dry cycle ไม่เหมาะสม

ปัญหา	สาเหตุ	การแก้ไขปัญหา
เวลายางรอหน้าห้องผสมหลังจากยางที่นวดเสร็จทิ้งลงในห้องสกรู	เนื่องจากยางที่นวดเสร็จจะ Weighing conveyor จะหยุดการป้อนยางเข้าห้องผสมเมื่อ Sensor ตรวจพบว่ายางในห้องสกรู เต็ม 3 ระดับ (High level)	แก้ไขโปรแกรมให้เทยางขณะที่ยางในห้องสกรูเต็ม 3 ระดับ (High level)
เวลายางที่ชั่งเสร็จเคลื่อนที่ลงห้องผสม	การตั้งเวลาหน่วงหลังนวดยางเสร็จใช้เวลานานเกินไป	แก้ไขลดเวลาหน่วงลง

1.1 แก้ไขโปรแกรมให้เทยางขณะที่ ยางในห้องสกรูเต็ม 3 ระดับ (High level)

โดยที่รายละเอียดเงื่อนไขของปัญหาเวลายางรอหน้าห้องผสมหลังจากยางที่นวดเสร็จทิ้งลงในห้องสกรู ก็คือ Weighing conveyor จะหยุดป้อนวัตถุดิบเข้าห้องผสมชั่วขณะ เมื่ออุปกรณ์ตรวจจับยางในห้องสกรูตรงตำแหน่ง Roller head extrusion: RHE และตำแหน่ง Mixer แสดงไฟในระดับเต็ม 3 ดวง (High level) แสดงดังภาพที่ 4-5 และจะสามารถป้อนวัตถุดิบเข้าห้องผสมได้ก็ต่อเมื่อ Microwave sensor ตรงตำแหน่ง RHE และตำแหน่ง Mixer แสดงไฟในระดับที่ 2 (Middle level) แสดงดังภาพที่ 4-6

โดยการแก้ไขได้ทำการปรับปรุงให้ Weighing conveyor สามารถทำการป้อนวัตถุดิบเข้าห้องผสมแล้วเครื่องนวดยางสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องแม้ว่าระดับยางในห้องสกรูที่แสดงตรงตำแหน่ง RHE และตำแหน่ง Mixer จะมีระดับเต็ม 3 ดวง (High level) แต่กระบวนการนวดยางมีเงื่อนไขการทำงานดังนี้

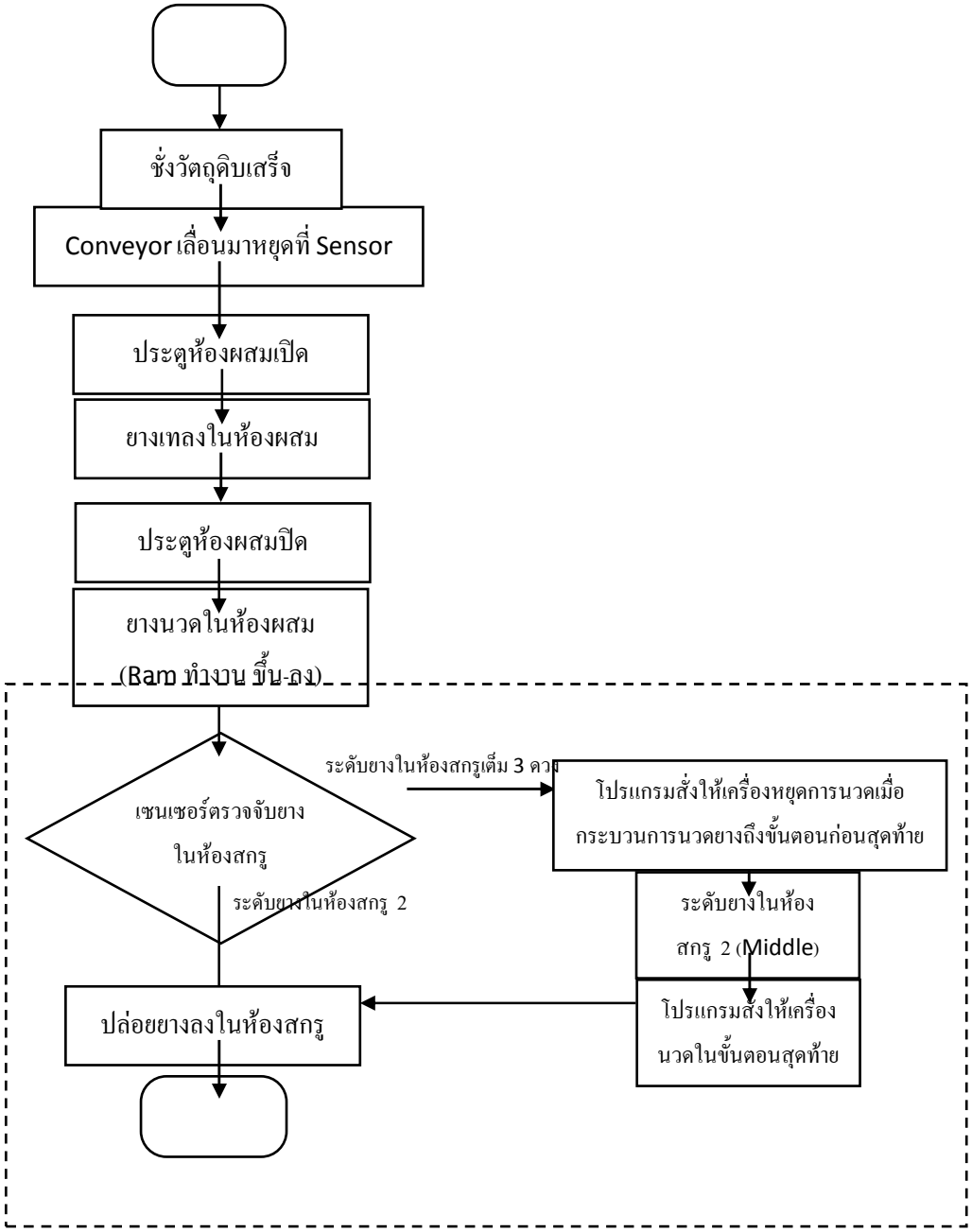
1.1.1 หากระดับยางในห้องสกรู ที่ตำแหน่ง RHE และตำแหน่ง Mixer แสดงไฟในระดับน้อยกว่าหรือเท่ากับ 2 เครื่องจะทำการนวดยางตามปกติ และเมื่อจบขั้นตอนการนวด เครื่องจะทำการปล่อยยางลงห้องสกรู

1.1.2 หากระดับยางในห้องสกรู ที่ตำแหน่ง RHE และตำแหน่ง Mixer แสดงไฟในระดับเต็ม 3 ดวง โปรแกรมจะทำการสั่งให้เครื่องหยุดการนวดเมื่อกระบวนการนวดยางถึงขั้นตอนก่อนสุดท้าย เพื่อรอระดับยางในห้องสกรู ที่ตำแหน่ง RHE และตำแหน่ง Mixer แสดงไฟในระดับน้อยกว่าหรือเท่ากับ 2 จากนั้นโปรแกรมจะทำการสั่งให้เครื่องนวดยางในขั้นตอนสุดท้าย และเมื่อจบขั้นตอนการนวด เครื่องจะทำการปล่อยยางลงห้องสกรู

ซึ่งเงื่อนไขดังกล่าว สามารถเขียนแผนผังเงื่อนไขการทำงานเครื่องผสมยางหลังปรับปรุงได้ ดังภาพที่ 4-7

ภาพที่ 4-5 ไฟเต็มในระดับที่ 3 (High level)

ภาพที่ 4-6 ไฟในระดับที่ 2 (Middle level)



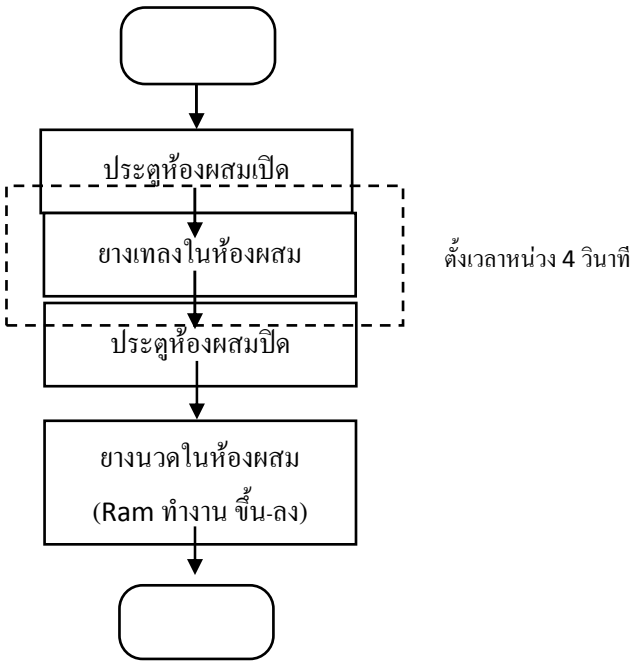
ภาพที่ 4-7 แผนผังเงื่อนไขการทำงานของเครื่องผสมยางหลังปรับปรุง

โดยเงื่อนไขการทำงานแบบใหม่นี้จะสามารถลดเวลาได้เฉลี่ย 4 วินาที ต่อ batch เนื่องจาก Weighing conveyor จะสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องและหลักจากการปรับปรุงแก้ไขไม่มีผลกระทบต่อปัญหาคุณภาพยางคอมปาวด์สำหรับการผลิตยางรถยนต์

1.2 การแก้ไขลดเวลาหน่วงลง

สำหรับรายละเอียดปัญหาเวลายางที่ชั่งเสร็จเคลื่อนที่ลงห้องผสมใช้เวลานาน ก็คือ หลังจากยางทำการนวดในห้องผสมเสร็จ ก่อนที่จะมีการป้อนวัตถุดิบใน batch ต่อไป ดังภาพที่ 4-8 เครื่องจักรจะมีการตั้งหน่วงเวลาไว้ประมาณ 4 วินาที โดยสามารถเขียนแผนผังการทำงาน ดังภาพที่ 4-9

ภาพที่ 4-8 การทำงานของเครื่องผสมที่หน่วงเวลาก่อนป้อนวัตถุดิบ



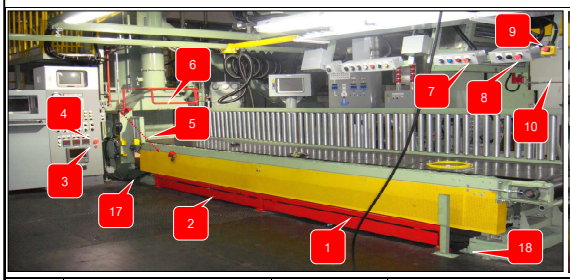
ภาพที่ 4-9 แผนผังเงื่อนไขการทำงานของเครื่องผสมยางก่อนปรับปรุง

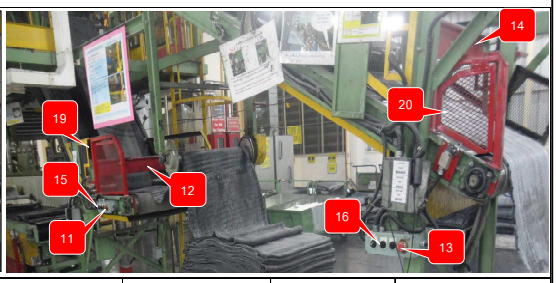
ทางผู้ศึกษาและสมาชิกในกลุ่มมีความเห็นว่าการตั้งเวลาหน่วง 4 วินาทีนั้นใช้เวลานานเกินไป ดังนั้นจึงทำการแก้ไขเวลาหน่วงให้ลดลงและทำการทดสอบปรากฏว่าสามารถลดเวลาได้เฉลี่ย 2.5 วินาที ต่อ batch โดยที่ไม่ทำให้เครื่องจักรเกิดปัญหา

2. ระบบ Safety ชำรุดเสื่อมสภาพ

สำหรับสาเหตุระบบ Safety ชำรุดเสื่อมสภาพนี้จะส่งผลต่อการผลิตล่าช้าเมื่อระบบ Safety มีการชำรุดหรือเสื่อมสภาพก็จะทำให้เครื่องจักรหยุดการทำงานจากนั้นพนักงานจะต้องเสียเวลาในการแก้ไขปัญหาเพื่อให้เครื่องจักรสามารถทำงานได้ต่อ โดยเฉลี่ย 2 วินาที ต่อ batch และเมื่อมีการหยุดบ่อย ๆ ก็จะส่งผลให้เสียเวลามากขึ้น โดยลักษณะปัญหาที่เกิดขึ้นแบบนี้ เรียกว่า Chokotei ผู้ศึกษาและสมาชิกในกลุ่มจึงทำแบบฟอร์มตรวจสอบระบบ Safety ของเครื่องจักร ดังภาพที่ 4-10 โดยรวบรวมระบบ Safety ทั้งหมดของเครื่องจักรแล้วทำการเข้าไปตรวจสอบทุกวันเป็นเวลา 1 เดือน แล้วทำการแจ้งช่างผู้มีส่วนรับผิดชอบเครื่องจักรทำการซ่อมแซมแก้ไขและทำการติดตามผลเป็นเวลา 1 เดือน โดยสามารถลดเวลาได้เฉลี่ย 2 วินาที ต่อ batch

SAFETY MAP	ชื่อเครื่องจักร Mixer No.7	แผนก Production Primay	หน่วยงาน Mixing Process	วันที่ออกเอกสาร 09-Sep-2014	Rev. 01





หมายเลข	ชื่ออุปกรณ์หยุดฉุกเฉิน	การตรวจสอบ	จุดควบคุม	ผลการตรวจสอบ	กำหนดแก้ไข	สถานะการแก้ไข
1	SAFETY KICK BAR	ใช้เท้าเตะ	ชุด Weighing C/V & ชุด Feed C/V หยุดอัตโนมัติ			
2	SAFETY KICK BAR	ใช้เท้าเตะ	ชุด Weighing C/V & ชุด Feed C/V หยุดอัตโนมัติ			
3	EMERGENCY STOP DUST COLECTOR	กดปุ่ม	Dust Conlectorหยุดทำงานอัตโนมัติ			
4	EMERGENCY STOP	กดปุ่ม	ชุด Mixer & Dust Conlector หยุดทำงานอัตโนมัติ			
5	SAFETY AREA SENSOR	บังขวาง	ชุด Weighing C/V หยุดอัตโนมัติ			
6	SAFETY PUSHER BAR	ใช้มือผลัก	ชุดWeighing C/V & ชุด Feed C/Vชุด Mixer & Dust Conlectorหยุดทำงาน			
7	EMERGENCY STOP (Feed Conveyor Box 1)	กดปุ่ม	ชุด Weighing C/V & ชุด Feed C/V หยุดอัตโนมัติ			
8	EMERGENCY STOP (Feed Conveyor Box 2)	กดปุ่ม	ชุด Weighing C/V & ชุด Feed C/V หยุดอัตโนมัติ			
9	EMERGENCY STOP (VACCUM)	กดปุ่ม	ชุด Vaccum หยุดทำงาน			
10	SAFETY ROPE	ดึงลวดสลิง	ชุด Weighing C/V & ชุด Feed C/V หยุดอัตโนมัติ			
11	EMERGENCY STOP FEED C/V # 1	กดปุ่ม	ชุด Weighing C/V & ชุด Feed C/V หยุดอัตโนมัติ			
12	SAFETY PLATE FEED C/V # 1	ใช้มือผลัก	ชุด Weighing C/V & ชุด Feed C/V หยุดอัตโนมัติ			
13	EMERGENCY STOP FEED C/V # 2	กดปุ่ม	ชุด Weighing C/V & ชุด Feed C/V หยุดอัตโนมัติ			
14	SAFETY PLATE FEED C/V # 2	ใช้มือผลัก	ชุด Weighing C/V & ชุด Feed C/V หยุดอัตโนมัติ			
15	ปุ่มกด Feed C/V # 1	ใช้มือกด	ชุด Feed C/V ทำงาน			
16	ปุ่มกด Feed C/V # 2	ใช้มือกด	ชุด Feed C/V ทำงาน			
17	Foot Switch	ใช้เท้าเหยียบ	ชุด Weighing C/V ทำงาน			
18	Foot Switch	ใช้เท้าเหยียบ	ชุด Weighing C/V ทำงาน			
19	SAFETY PLATE FEED C/V # 1	ใช้มือผลัก	ชุด Weighing C/V & ชุด Feed C/V หยุดอัตโนมัติ			
20	SAFETY PLATE FEED C/V # 2	ใช้มือผลัก	ชุด Weighing C/V & ชุด Feed C/V หยุดอัตโนมัติ			

ภาพที่ 4-10 แบบฟอร์มตรวจสอบระบบ Safety ของเครื่องจักร

เปรียบเทียบผลการผลิตก่อนและหลังปรับปรุง

1. การหาค่าเวลาการทำงานหลังปรับปรุง

หลังจากการแก้ไขปรับปรุงเสร็จ ทำการจับเวลาแต่ละขั้นตอนอีกครั้ง โดยใช้นาฬิกาจับเวลาโดยตรง (Direct time study) ในการจับเวลาได้จับจำนวน 5 ครั้ง ในแต่ละกิจกรรม ดังแสดงในตารางที่ 4-6

ตารางที่ 4-6 การจับเวลาการผสมยางหลังการปรับปรุง

ขั้นตอนที่	คำอธิบาย	ครั้งที่จับ					เวลาเฉลี่ย (วินาที)	ค่าพิสัย
		1	2	3	4	5		
1	ชั่งวัตถุดิบ	87	94	90	91	88	90.0	7
2	นวดยางในห้องผสม	130	132	134	134	130	132.0	4
3	เครื่องจักรรีดยาง	118	120	118	120	119	119.0	2
4	เครื่องจักรเคลือบสารกันติด	112	110	111	112	110	111.0	2
5	ยางถูกทำให้เย็น	133	134	132	133	134	133.2	2
6	ยางเคลื่อนที่บนสายพานตรวจโลหะ	23	25	26	25	23	24.4	3
7	เก็บยางลงพาเลท	127	123	122	125	128	125.0	6
	รวม						734.6	

จากข้อมูลในตารางที่ 4-6 ทำการหาจำนวนรอบของแต่ละขั้นตอน โดยกำหนดความคลาดเคลื่อนไว้ ±5% และระดับความเชื่อมั่นไม่ต่ำกว่า 95% ผู้ศึกษาขอยกตัวอย่างการคำนวณจำนวนครั้งที่จะต้องจับเวลา เฉพาะขั้นตอนที่ 1 สำหรับรายละเอียดการคำนวณของขั้นตอนที่ 2-7 แสดงในภาคผนวก ก

ในการหาจำนวนครั้งที่จะต้องจับเวลา สามารถหาได้จากสมการ

$$n = \left[\frac{\frac{k}{s}\sqrt{n'\sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i}\right]^2$$

เมื่อ n = จำนวนครั้งที่ต้องจับเวลา

n' = จำนวนครั้งที่จับเวลาครั้งแรก

s = ความแม่นยำ

k = ตัวประกอบของระดับความเชื่อมั่น ซึ่งมีค่าที่นิยมใช้ ดังต่อไปนี้ 68.3%

k = 1, 95.5% k = 2, 99.7% k = 3

จากข้อมูลจะได้ค่า $\sum x_i = 450$, $\sum x_i^2 = 40{,}530$, n' = 5, k = 2, s = 0.05

จากสูตร

$$n = \left[\frac{k}{s}\sqrt{n'\sum x_i{}^2 - (\sum x_i)^2}{\sum x_i}\right]^2$$

แทนค่า

$$n = \left[\frac{2}{0.05}\sqrt{5(40{,}530) - (450)^2}{450}\right]^2$$

n = 1.19

ผลจากการหาจำนวนครั้งที่จะต้องจับเวลาในแต่ละกิจกรรม ดังแสดงในตารางที่ 4-7

ตารางที่ 4-7 ผลการหาจำนวนครั้งที่จะต้องจับเวลาการผสมยางหลังการปรับปรุง

ขั้นตอนที่	คำอธิบาย	ครั้งที่จับ					เวลาเฉลี่ย (วินาที)	ค่าพิสัย	รอบจับเวลา
		1	2	3	4	5			
1	ชั่งวัตถุดิบ	87	94	90	91	88	90.0	7	1.19
2	นวดยางในห้องผสม	130	132	134	134	130	132.0	4	0.29
3	เครื่องจักรรีดยาง	118	120	118	120	119	119.0	2	0.09
4	เครื่องจักรเคลือบสารกันติด	112	110	111	112	110	111.0	2	0.10
5	ยางถูกทำให้เย็น	133	134	132	133	134	133.2	2	0.05
6	ยางเคลื่อนที่บนสายพานตรวจโลหะ	23	25	26	25	23	24.4	3	3.87
7	เก็บยางลงพาเลท	127	123	122	125	128	125.0	6	0.53
	รวม						734.6		

จากการหาจำนวนครั้งที่ต้องจับเวลาพบว่า รอบจับเวลาของขั้นตอนที่ 6 มีค่ามากที่สุดซึ่งคำนวณได้เท่ากับ 3.87 ครั้ง ซึ่งน้อยกว่าจำนวนจับเวลาจริง คือ 5 ครั้ง แสดงว่าจำนวนครั้งที่ใช้ในการจับเวลาเพียงพอ ไม่ต้องทำการจับเวลาเพิ่ม

ดังนั้นสามารถนำเวลาเฉลี่ยในแต่ละงานย่อย มาเขียนแผนภูมิการไหลการผสมยางได้ดังตารางที่ 4-8

ตารางที่ 4-8 แผนภูมิการไหลของการผสมยางหลังปรับปรุง

แผนภูมิการไหลการผสมยาง

☐วิธีการเดิม ☑วิธีที่เสนอ							สรุปผล		
ชื่อเรื่อง: การผสมยาง							วิธีเดิม	วิธีเสนอ	ความแตกต่าง
หน่วยงาน: Mixing									
บันทึกโดย: นายปิติภูมิ ศิริมา									
						การทำงาน	743.2	734.6	8.6
						การขนส่ง	0	0	0
						การตรวจสอบ	0	0	0
						การรอคอย	0	0	0
						การเก็บรักษา	0	0	0
ระยะทาง(m)	เวลา(sec)	สัญลักษณ์					คำอธิบายการทำงาน		
		○	⇨	□	D	▽			
0	90.0	●	⇨	□	D	▽	ชั่งวัตถุดิบ		
0	132.0	●	⇨	□	D	▽	นวดยางในห้องผสม		
0	119.0	●	⇨	□	D	▽	เครื่องจักรรีดยาง		
0	111.0	●	⇨	□	D	▽	เครื่องจักรเคลือบสารกันติด		
0	133.2	●	⇨	□	D	▽	ยางถูกทำให้เย็น		
0	24.4	●	⇨	□	D	▽	ยางเคลื่อนที่บนสายพานตรวจ		
		●		□	D	▽	โลหะ		
0	125.0		⇨				เก็บยางลงพาเลท		
0	734.6	7	0	0	0	0			

2. การหากำลังการผลิตหลังปรับปรุง

ในการวัดกำลังการผลิต สามารถหาได้ เช่นเดียวกับในบทที่ 3 ผู้ศึกษาได้ทำการวัดกำลังการผลิตจากผลผลิตหลังจากการปรับปรุงในแต่ละกะการทำงานของพนักงาน (8 ชั่วโมง) ดังต่อไปนี้

$$\text{กำลังการผลิต} = \left(\frac{\text{เวลาในการผลิตที่มีอยู่ - รอบเวลาในการผลิตชิ้นงานชิ้นแรก}}{\text{จุดที่เป็นคอขวด (Bottleneck)}} \right) + 1$$

เวลาในการผลิตที่มี = 480 นาที หรือเท่ากับ 28,800 วินาที

แทนค่า

กำลังการผลิต = ((28,800 - 734.6)/ 133.2) + 1

= 217.22 batch หรือเท่ากับ 217 batch ต่อกะต่อเครื่อง

จากการหากำลังการผลิตของการผสมยางใน 8 ชั่วโมง สามารถผลิตได้สูงสุด 217 batch ต่อกะการผลิต เพิ่มขึ้นจากเดิม 17 batch โดยคิดเป็นจำนวนน้ำหนักยางคอมปาวด์ ได้น้ำหนักยางคอมปาวด์เพิ่มขึ้นเท่ากับ 5.95 ตันต่อกะต่อเครื่อง

3. การเปรียบเทียบกำลังการผลิตระหว่างก่อนและหลังปรับปรุง

ทำการเปรียบเทียบผลของกำลังการผลิตระหว่างก่อนและหลังปรับปรุงได้ ดังตารางที่ 4-9

ตารางที่ 4-9 เปรียบเทียบกำลังการผลิตระหว่างก่อนและหลังปรับปรุง

หัวข้อ	หน่วยวัด	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
กำลังการผลิตที่ได้	batch	200	217
คิดเป็นน้ำหนักที่ได้ (1 batch = 350 kg)	กิโลกรัมต่อเครื่องต่อกะ	= 200 x 350 = 70,000	= 217 x 350 = 75,950
	กิโลกรัมต่อเครื่องต่อวัน	= 70,000 x 2 = 140,000	= 75,950 x 2 = 151,900
น้ำหนักที่ได้จำนวน 5 เครื่อง	กิโลกรัมต่อวัน	= 140,000 x 5 = 700,000	= 151,900 x 5 = 759,500
	ตันต่อวัน	700.0	759.5

จากข้อมูลเปรียบเทียบผลในตารางที่ 4-9 เมื่อพิจารณาปริมาณน้ำหนักยางคอมปาวด์ที่ได้สามารถทำการผลิตได้ใกล้เคียงค่าเป้าหมายที่คาดไว้ ซึ่งเป้าหมายของการผลิตยางคอมปาวด์ คือ 760 ตันต่อวัน แต่หลังจากการปรับปรุงสามารถผลิตยางคอมปาวด์ได้ 759.5 ตันต่อวัน

บทที่ 5
สรุปผลวิจัยและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการดำเนินงานวิจัย

ผู้ศึกษาได้ทำการศึกษากระบวนการผสมยางคอมปาวด์ ซึ่งเป็นหน่วยงานที่ผู้ศึกษารับผิดชอบ สำหรับโรงงานในกรณีศึกษาให้ความสำคัญแก่การส่งมอบสินค้าให้ทันเวลาเป็นหลัก เนื่องจากกระบวนการผลิตยางรถยนต์เป็นอุตสาหกรรมที่ผลิตอย่างต่อเนื่อง

ในการศึกษากระบวนการผลิตยางคอมปาวด์ มีขั้นตอนการทำงานดังนี้

1. ชั่งวัตถุดิบ
2. นวดยางในห้องผสม
3. เครื่องจักรรีดยาง
4. เครื่องจักรเคลือบสารกันติด
5. ยางถูกทำให้เย็น
6. ยางเคลื่อนที่บนสายพานตรวจโลหะ
7. เก็บยางลงพาเลท

ก่อนทำการปรับปรุงผู้ศึกษาได้ทำการจับเวลาแต่ละขั้นตอนพบว่า ในขั้นตอนนวดยางในห้องผสมใช้เวลาเฉลี่ยนานที่สุด คือ 140.6 วินาที เมื่อคำนวณหากำลังการผลิตของการผสมยางใน 8 ชั่วโมง สามารถผลิตได้สูงสุด 200 batch ต่อกะต่อเครื่อง (70 ตันต่อกะต่อเครื่อง หรือ 140 ตันต่อวัน หรือ 700 ตันต่อวันต่อ 5 เครื่อง)

ผู้ศึกษาได้วิเคราะห์ปัญหาโดยการระดมสมองเพื่อหาสาเหตุของปัญหา ซึ่งหลัก ๆ มี 2 สาเหตุ คือ การปรับตั้งค่า dry cycle ของเครื่องจักรไม่เหมาะสมและระบบ Safety ของเครื่องจักรชำรุด

หลังจากนั้นผู้ศึกษาและสมาชิกในกลุ่มได้ระดมสมองวิเคราะห์สาเหตุที่ทำให้เครื่องจักรทำงานช้า และกำหนดการแก้ไขปัญหาโดยทำการแก้ไขโปรแกรมให้เทยางขณะที่ยางในห้องสกรูเต็ม 3 ระดับ (High level) เพื่อแก้ปัญหาเวลายางรอหน้าห้องผสมหลังจากยางที่นวดเสร็จทิ้งลงในห้องสกรู สามารถลดเวลาได้เฉลี่ย 4 วินาทีต่อ batch นอกจากนี้ทำการแก้ไขลดเวลาหน่วงลงเพื่อลดเวลายางที่ชั่งเสร็จเคลื่อนที่ลงห้องผสมสามารถลดเวลาได้เฉลี่ย 2.5 วินาทีต่อ batch โดยที่ไม่ทำให้เครื่องจักรเกิดปัญหา สำหรับสาเหตุระบบ safety ชำรุดเสื่อมสภาพนี้จะส่งผลต่อการผลิตล่าช้าเมื่อ

ระบบ Safety มีการชำรุดหรือเสื่อมสภาพก็จะทำให้เครื่องจักรหยุดการทำงานทำให้พนักงานเสียเวลาในการแก้ไขปัญหาเพื่อให้เครื่องจักรสามารถทำงานได้ต่อ โดยเฉลี่ย 2 วินาทีต่อ batch ผู้ศึกษาและสมาชิกจึงทำแบบฟอร์มตรวจสอบระบบ Safety ของเครื่องจักร โดยรวบรวมระบบ Safety ทั้งหมดของเครื่องจักรแล้วทำการเข้าไปตรวจสอบทุกวันเป็นเวลา 1 เดือน แล้วทำการแจ้งช่างผู้มีส่วนรับผิดชอบเครื่องจักรทำการซ่อมแซมแก้ไขและทำการติดตามผลเป็นเวลา 1 เดือน โดยสามารถลดเวลาได้เฉลี่ย 2 วินาทีต่อ batch รวมเวลาเฉลี่ยที่สามารถลดได้ทั้งหมด คือ 8.5 วินาที ทำให้ขั้นตอนนวดยางในห้องผสมใช้เวลาเฉลี่ยลดลงเหลือ 132.0 วินาที เมื่อคำนวณหากำลังการผลิตของการผสมยางใน 8 ชั่วโมง สามารถผลิตได้สูงสุด 217 batch ต่อกะต่อเครื่อง หรือได้น้ำหนักยางคอมปาวด์เพิ่มขึ้นเท่ากับ 5.95 ตันต่อกะ เมื่อคำนวณหากำลังการผลิตของการผสมยางของเครื่องจักรที่มีอยู่ทั้งหมด 5 เครื่อง สามารถทำการผลิตปริมาณยางคอมปาวด์ได้สูงสุด 759.5 ตันต่อวัน ซึ่งสามารถทำการผลิตได้ใกล้เคียงค่าเป้าหมายที่คาดไว้ คือ 760 ตันต่อวัน

ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาและทำการปรับปรุงในครั้งนี้สามารถทำให้ได้น้ำหนักยางคอมปาวด์เพิ่มขึ้นได้ค่อนข้างมาก จึงสามารถเป็นแนวทางในการขยายผลไปยังเครื่องผสมยางที่มีขนาดความจุเท่ากันของเครื่องอื่น ๆ ได้ ก็จะยิ่งสามารถเพิ่มปริมาณน้ำหนักยางคอมปาวด์ได้มากยิ่งขึ้น ทำให้สามารถเพิ่มผลผลิตซึ่งสามารถตอบสนองการส่งมอบสินค้าทันเวลาได้

บรรณานุกรม

จำลักษณ์ ขุนพลแก้ว. (2546). *หลักการเพิ่มผลผลิต*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์โรงพิมพ์ประชาชน.

ไชยา วรสิงห์. (2552). *การเพิ่มผลิตภาพการผลิตโดยการศึกษาการทำงานกรณีศึกษา: โรงงานผลิตชิ้นส่วนและอะไหล่เครื่องจักร*. สารนิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรม, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

ธารชุดา พันธ์นิกุล, ดวงพร สังฆะมณี และปรีดาภรณ์ งามสง่า. (2557). *การปรับปรุงประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตด้วยเครื่องมือทางวิศวกรรมอุตสาหการ กรณีศึกษา: โรงงานประกอบรถจักรยาน*. วารสารการประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ ประจำ ปี พ.ศ. 2557. 30-31 ตุลาคม 2557, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

พิทธพนธ์ พิทักษ์. (2551). *การศึกษากระบวนการผลิตเพื่อการเพิ่มผลผลิต กรณีศึกษา อุตสาหกรรมล้างขวด*. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการและระบบ, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

วัชระ อาสนไพบูลย์. (2552). *การปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตของโรงงานผลิตคอมปาวด์*. สารนิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรม, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

วันชัย ริจิรวนิช. (2555). *การศึกษาการทำงาน: หลักการและกรณีศึกษา*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อนุศักดิ์ ฉิ่นไพศาล. (2557). *การพัฒนางานด้วยระบบคุณภาพและเพิ่มผลผลิต*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ซีเอ็ดเคยูชั่น.

ภาคผนวก

1. การหาจำนวนครั้งที่จะต้องจับเวลาจับเวลาการผสมยางก่อนการปรับปรุง

1.1 การหาจำนวนครั้งที่จะต้องจับเวลาจับเวลาขั้นตอนที่ 2

จากข้อมูลจะได้ค่า $\sum x_i = 703$, $\sum x_i^2 = 98{,}869$, n' = 5, k = 2, s = 0.05

จากสูตร

$$n = \left[\frac{k}{s}\sqrt{n'\sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}\right]^2$$

แทนค่า

$$n = \left[\frac{2}{0.05}\sqrt{5(98{,}869) - (703)^2}\right]^2$$

n = 0.44

1.2 การหาจำนวนครั้งที่จะต้องจับเวลาจับเวลาขั้นตอนที่ 3

จากข้อมูลจะได้ค่า $\sum x_i = 595$, $\sum x_i^2 = 70{,}809$, n' = 5, k = 2, s = 0.05

จากสูตร

$$n = \left[\frac{k}{s}\sqrt{n'\sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}\right]^2$$

แทนค่า

$$n = \left[\frac{2}{0.05}\sqrt{5(70{,}809) - (595)^2}\right]^2$$

n = 0.09

1.3 การหาจำนวนครั้งที่จะต้องจับเวลาจับเวลาขั้นตอนที่ 4

จากข้อมูลจะได้ค่า $\sum x_i = 555$, $\sum x_i^2 = 61{,}609$, n' = 5, k = 2, s = 0.05

จากสูตร

$$n = \left[\frac{k}{s}\sqrt{n'\sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}\right]^2$$

แทนค่า

$$n = \left[\frac{\frac{2}{0.05}\sqrt{5(61{,}609) - (555)^2}}{555}\right]^2$$

n = 0.10

1.4 การหาจำนวนครั้งที่จะต้องจับเวลาจับเวลาขั้นตอนที่ 5

จากข้อมูลจะได้ค่า $\sum x_i = 666$, $\sum x_i^2 = 88{,}714$, n' = 5, k = 2, s = 0.05

จากสูตร

$$n = \left[\frac{\frac{k}{s}\sqrt{n'\sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i}\right]^2$$

แทนค่า

$$n = \left[\frac{\frac{2}{0.05}\sqrt{5(88{,}714) - (666)^2}}{666}\right]^2$$

n = 0.05

1.5 การหาจำนวนครั้งที่จะต้องจับเวลาจับเวลาขั้นตอนที่ 6

จากข้อมูลจะได้ค่า $\sum x_i = 122$, $\sum x_i^2 = 2{,}984$, n' = 5, k = 2, s = 0.05

จากสูตร

$$n = \left[\frac{\frac{k}{s}\sqrt{n'\sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i}\right]^2$$

แทนค่า

$$n = \left[\frac{\frac{2}{0.05}\sqrt{5(2{,}984) - (122)^2}}{122}\right]^2$$

n = 3.87

1.6 การหาจำนวนครั้งที่จะต้องจับเวลาจับเวลาขั้นตอนที่ 7

จากข้อมูลจะได้ค่า $\sum x_i = 625$, $\sum x_i^2 = 78{,}151$, n' = 5, k = 2, s = 0.05

จากสูตร

$$n = \left[\frac{k}{s}\sqrt{n'\sum x_i{}^2 - (\sum x_i)^2}\right]^2$$

แทนค่า

$$n = \left[\frac{2}{0.05}\sqrt{5(78{,}151) - (625)^2}\right]^2$$

$$n = 0.53$$

2. การหาจำนวนครั้งที่จะต้องจับเวลาจับเวลาการผสมยางหลังการปรับปรุง

2.1 การหาจำนวนครั้งที่จะต้องจับเวลาจับเวลาขั้นตอนที่ 2

จากข้อมูลจะได้ค่า $\sum x_i = 660$, $\sum x_i^2 = 87{,}136$, $n' = 5$, $k = 2$, $s = 0.05$

จากสูตร

$$n = \left[\frac{k}{s}\sqrt{n'\sum x_i{}^2 - (\sum x_i)^2}\right]^2$$

แทนค่า

$$n = \left[\frac{2}{0.05}\sqrt{5(87{,}136) - (660)^2}\right]^2$$

$$n = 0.29$$

2.2 การหาจำนวนครั้งที่จะต้องจับเวลาจับเวลาขั้นตอนที่ 3

จากข้อมูลจะได้ค่า $\sum x_i = 595$, $\sum x_i^2 = 70{,}809$, $n' = 5$, $k = 2$, $s = 0.05$

จากสูตร

$$n = \left[\frac{k}{s}\sqrt{n'\sum x_i{}^2 - (\sum x_i)^2}\right]^2$$

แทนค่า

$$n = \left[\frac{2}{0.05}\sqrt{5(70{,}809) - (595)^2}\right]^2$$

$$n = 0.09$$

2.3 การหาจำนวนครั้งที่จะต้องจับเวลาจับเวลาขั้นตอนที่ 4

จากข้อมูลจะได้ค่า $\sum x_i = 555$, $\sum x_i^2 = 61{,}609$, n' = 5, k = 2, s = 0.05

จากสูตร

$$n = \left[\frac{\frac{k}{s}\sqrt{n'\sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i}\right]^2$$

แทนค่า

$$n = \left[\frac{\frac{2}{0.05}\sqrt{5(61{,}609) - (555)^2}}{555}\right]^2$$

n = 0.10

2.4 การหาจำนวนครั้งที่จะต้องจับเวลาจับเวลาขั้นตอนที่ 5

จากข้อมูลจะได้ค่า $\sum x_i = 666$, $\sum x_i^2 = 88{,}714$, n' = 5, k = 2, s = 0.05

จากสูตร

$$n = \left[\frac{\frac{k}{s}\sqrt{n'\sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i}\right]^2$$

แทนค่า

$$n = \left[\frac{\frac{2}{0.05}\sqrt{5(88{,}714) - (666)^2}}{666}\right]^2$$

n = 0.05

2.5 การหาจำนวนครั้งที่จะต้องจับเวลาจับเวลาขั้นตอนที่ 6

จากข้อมูลจะได้ค่า $\sum x_i = 122$, $\sum x_i^2 = 2{,}984$, n' = 5, k = 2, s = 0.05

จากสูตร

$$n = \left[\frac{\frac{k}{s}\sqrt{n'\sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i}\right]^2$$

แทนค่า

$$n = \left[\frac{\frac{2}{0.05}\sqrt{5(2{,}984) - (122)^2}}{122}\right]^2$$

n = 3.87

2.6 การหาจำนวนครั้งที่จะต้องจับเวลาจับเวลาขั้นตอนที่ 7

จากข้อมูลจะได้ค่า $\sum x_i = 625$, $\sum x_i^2 = 78{,}151$, n' = 5, k = 2, s = 0.05

จากสูตร

$$n = \left[\frac{\frac{k}{s}\sqrt{n'\sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i}\right]^2$$

แทนค่า

$$n = \left[\frac{\frac{2}{0.05}\sqrt{5(78{,}151) - (625)^2}}{625}\right]^2$$

n = 0.53