ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการวิศวกรรม)

ปริญญา

การจัดการวิศวกรรม | วิศวกรรมศาสตร์ศรีราชา

สาขา | **คณะ**

เรื่อง การใช้เทคโนโลยีสะอาดในการผลิตยางรถยนต์

Clean Technology for the Tire Manufacturing

นามผู้วิจัย นายพนมศักดิ์ วงศ์ศรีชา

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

(ศาสตราจารย์กิตติคุณอัมพิกา ไกรฤทธิ์, M.S.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม .....

(อาจารย์ณัฐพล จันทร์พาณิชย์, ปร.ด.)

ประธานสาขาวิชา .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สิรางค์ กลั่นคำสอน, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

.....

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ ..... **เดือน** ..... **พ.ศ.** .....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การใช้เทคโนโลยีสะอาดในการผลิตยางรถยนต์

Clean Technology for the Tire Manufacturing

โดย

นายพนมศักดิ์ วงศ์ศรีชา

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการวิศวกรรม)
พ.ศ. 2557

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พนมศักดิ์ วงศ์ศรีชา 2557: การใช้เทคโนโลยีสะอาดในการผลิตยางรถยนต์ ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการวิศวกรรม) สาขาวิชาการจัดการวิศวกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ศรีราชา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ศาสตราจารย์กิตติคุณ อัมพิกา ไกรฤทธิ์, M.S. 69 หน้า

งานวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์หลักที่จะนำเอาแนวความคิดของการประยุกต์ใช้แนวทางผลิต ภาพสีเขียวมาใช้กับกระบวนการผลิตยางรถยนต์โดยใช้หลักการ 3Rs (Reduce,Reuse,Recycle) สำหรับ Reduce นั้นจะมุ่งเน้นการลดพลังงานไฟฟ้าที่ใช้กระบวนการผลิตยางรถยนต์ซึ่งจะปรับหารอบการหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้าที่เหมาะสม ส่วนการ Reuse และ Recycle นั้นจะใช้วิธีการลดปริมาณของเศษผลิตภัณฑ์พลาสติกและยางที่เป็นของเหลือจากกระบวนการผลิตยางรถยนต์โดยจะนำไปแปรสภาพแล้วกลับมาใช้ใหม่เพื่อเป็นวัสดุที่ใช้ในกระบวนการผลิตตามลำดับ โดยผลของการลดของเสียจากการใช้แนวทางผลิตภาพสีเขียวพบว่าสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าจากการปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่องจักรได้ 11,462,601.6 กิโลวัตต์ต่อปี และลดการก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าได้ถึง 6.431 ตันCO2e ต่อปี เศษผลิตภัณฑ์ที่เป็นของเสียสามารถนำไปแยกชิ้นส่วนของ Poly Plastic แล้วนำไปทำการผสมแล้วขึ้นรูปใหม่สามารถประหยัดเงินได้ 37,826,585.28 บาทต่อปี นอกจากนี้งานวิจัยนี้ยังนำหลักการของ WOA (Work observe activity) เข้ามาช่วยในการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตให้มีมากขึ้น โดยพบว่าภายหลังการปรับปรุงหน้างานสามารถผลิตมากกว่า 800 เส้นต่อวันและสามารถลด Cycle time จาก 29 วินาทีเป็น 20 วินาที

_____ _____ __ /___ /__

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Phanomsak Wongsricha 2014: Clean Technology for the Tire Manufacturing. Master of Engineering (Engineering Management), Major Field: Engineering Management, Faculty of Engineering at Sri Racha. Thesis Advisor: Professor Emeritus Ampika Krairit, M.S. 69 pages.

The main objective of this research is to apply the concept of green productivity to the production of tire. The main focus is 3Rs principles (Reduce, Reuse, Recycle) principle. Reuse is the approach resulting from the Green Productivity can achieve electric consumption down from machine. Reuse and Recycle concerned with the waste in process which are plastic and compound rubber, respectively. The result revealed that the improvement can save the electrical use 11,462,601.6 kW / Yr and reduce Carbon dioxide emission 6.431 TonCO2e per year. Appling WOA (Work observe activity) method could increase productivity up to 800 piece/ day and reduce cycle time from 29 to 20 sec. In addition, recycling Poly plastics waste can reduce expenditure 37,826,585.28 Baht per year.

_____ _____ __ /___ /__

Student's Signature Thesis Advisor's Signature

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ศาสตรจารย์กิตติคุณอัมพิกา ไกรฤทธิ์ อาจารย์ที่ปรึกษา และอาจารย์ณัฐพล จันทร์พาณิชย์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมที่ให้คำปรึกษาแก่ผู้วิจัยในการเรียน การค้นคว้าวิจัย ตลอดจนการแนะนำและแก้ไขวิทยานิพนธ์จนกระทั่งเสร็จสมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์คณะวิศวกรรมศาสตร์ศรีราชาทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอนและมอบความรู้อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อผู้วิจัยในการนาไปใช้พัฒนาศักยภาพทั้งของผู้วิจัยและองค์กรให้สูงขึ้น เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการพัฒนาประเทศชาติต่อไป

ขอขอบพระคุณ คุณวลีรัตน์ พุทธาศรี นักวิชาการศึกษา และเจ้าหน้าที่ประจำคณะวิศวกรรมศาสตร์ศรีราชาทุกท่าน ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและให้คำแนะนำต่างๆ ต่อผู้วิจัยด้วยดีตลอดมา

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณบิดามารดา ที่เลี้ยงดูและอบรมสั่งสอนให้เติบใหญ่และเป็นคนดีของสังคมและเป็นกาลังใจให้กับผู้วิจัยในทุกๆเรื่อง ความดีหรือประโยชน์อันใดเนื่องจากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ขอมอบให้กับบิดา มารดาและอาจารย์ทุกท่าน

พนมศักดิ์ วงศ์ศรีชา

พฤษภาคม 2557

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(3)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	5
อุปกรณ์และวิธีการ	26
อุปกรณ์	26
วิธีการ	26
ผลและวิจารณ์	46
ผล	46
วิจารณ์	54
สรุปและข้อเสนอแนะ	55
สรุป	55
ข้อเสนอแนะ	58
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	59
ภาคผนวก	62
ภาคผนวก ก แบบประเมินเทคโนโลยีสะอาด	63
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	69

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	GP’s Triple Focus	6
2	แสดงขั้นตอนการทำงานในกระบวนการ Building	15
3	ตารางสรุปและชี้บ่งประเด็นปัญหาในโรงงานต่อสิ่งแวดล้อม	27
4	เงื่อนไขในการทดลอง	33
5	การวิเคราะห์ความสัมพันธ์จากผลการทดลองปรับความเร็วรอบของมอเตอร์	46
6	การวิเคราะห์ความสัมพันธ์จากผลการทดลองปรับความเร็วรอบของมอเตอร์	47
7	การตรวจสอบความหนาของแผ่นโพลี พลาสติกในส่วน Side wall	51
8	การตรวจสอบความหนาของแผ่นโพลี พลาสติกในส่วน Edge strip	52
9	แสดงการคำนวณการใช้พลังงานไฟฟ้าและการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ของเตาเผาเศษ Poly plastic	53
10	สรุปผลการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าและการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์หลังการปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่องจักร	57

ตารางผนวกที่

ก1	แบบประเมินเทคโนโลยีสะอาด ข้อมูลกระบวนการผลิต	64
ก2	แบบประเมินเทคโนโลยีสะอาด การคัดเลือกทางเลือกที่สามารถปฏิบัติได้	65
ก3	แบบประเมินเทคโนโลยีสะอาด การประเมินความเป็นไปได้ทางเทคนิค	66
ก4	แบบประเมินเทคโนโลยีสะอาด การประเมินความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์	67
ก5	แบบประเมินเทคโนโลยีสะอาด การคัดเลือกทางเลือกที่เหมาะสมเพื่อ	68

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แสดงกระบวนการประกอบยางรถยนต์ที่ทำการวิจัย	3
2	แสดงกระบวนการทำยางรถยนต์และแสดงกระบวนการที่ทำการวิจัย	4
3	แสดงผลที่ได้รับจากการทำเทคโนโลยีสะอาดในโรงงานอุตสาหกรรม	5
4	แสดงวิธีพัฒนาตามแนวคิดเทคโนโลยีสะอาด	6
5	แสดงวงจร PDCA	10
6	แสดงขั้นตอนการทำกิจกรรม WOA (Work observe activity)	13
7	แสดงการทำงานกระบวนการ Building	16
8	แสดงส่วนประกอบของยางรถยนต์	17
9	แสดงผลการใช้หลักการ 3Rs และเครื่องมือที่เกี่ยวข้อง	28
10	ของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตของกระบวนการผลิตยางรถยนต์	29
11	แสดงของเสียในภายในเครื่องจักร	29
12	แสดงยอดของเสียในแต่ละกระบวนการของปี พ.ศ. 2556	30
13	การวิเคราะห์อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าในกระบวนการประกอบยางรถยนต์	30
14	เครื่องจักรขึ้นรูปยางโดยใช้พลังงานไฟฟ้า	31
15	หน้าจอการปรับตั้งความเร็วรอบมอเตอร์	32
16	การแยกเศษวัสดุที่เหลือหรือของเสียจากระบวนผลิตเพื่อเตรียมไป Recycle	35
17	การนำ Poly plastic มาทำการ Recycle ใหม่	36
18	พลาสติกหลังจากทำการบดเพ่อให้เป็นเม็ด	36
19	การขึ้นรูปและการตรวจสอบคุณภาพ Poly plastic หลังจาก Recycle	37
20	พลาสติกหลังจาก Recycle และการนำไปใช้งาน	37
21	แผนงานการทำกิจกรรม WOA (Work Observe Activity)	38
22	แสดงผลของการเดินตรวจสอบที่หน้างานจริงโดยการอ้างอิงกับกฎของคุณภาพ	39
23	แสดงการวิเคราะห์และแก้ไขปัญหาโดยพนักงานทุกคนมีส่วนร่วม	40

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
24	แสดงการลงโทษสำหรับผู้ที่ไม่ปฏิบัติตามกฎคุณภาพ	41
25	แสดงยอดการผลิตต่อชั่วโมงที่ยังไม่ถึงมาตรฐานที่ตั้งไว้ของปี พ.ศ. 2556	42
26	นาฬิกาจับเวลา	43
27	แบบฟอร์มการบันทึกเวลาในการจัดทำกิจกรรม WOA (Work Observe Activity)	43
28	แบบฟอร์มการทำมาตรฐานของการทำงานกิจกรรม WOA (Work Observe Activity)	44
29	การทำงานกิจกรรม WOA (Work Observe Activity)	44
30	แสดงการปรับปรุง (Kaizen) กิจกรรม WOA	45
31	แสดงตัวแปรที่เป็น Main Effects คือ SS Stitcher Low speed	48
32	จำนวนของเสียในแต่ละเดือน	49
33	แสดงการ Recycle Poly plastic ชนิด GT 050	50
34	แสดงการ Recycle Poly plastic ชนิด PEM030	51
35	แสดงผลของการทำกิจกรรม WOA (Work Observe Activity)	54

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การใช้เทคโนโลยีสะอาดในการผลิตยางรถยนต์

Clean Technology for The Tire Manufacturing

คำนำ

การจัดการเรื่องสิ่งแวดล้อมในอดีตที่ผ่านมาของโรงงานผลิตยางรถยนต์ต่างมุ่งเน้นการบำบัดมลพิษที่ปลายเหตุเป็นส่วนใหญ่ เช่น การบำบัดน้ำเสีย มลพิษทางอากาศ และกากของเสียต่างๆ เป็นต้น โดยเข้าใจว่าการกำจัดและควบคุมปริมาณมลพิษที่ปล่อยสู่สิ่งแวดล้อมนั้นจะสามารถทำให้สิ่งแวดล้อมที่เสื่อมโทรมลงไปแล้วนั้น สามารถกลับฟื้นขึ้นมาได้ แต่เนื่องจากการบำบัดมลพิษที่เกิดขึ้นแล้วนั้น มีค่าใช้จ่ายในการบำบัดสูงมาก เป็นภาระของผู้ประกอบกิจการโรงงานอยู่ตลอดเวลา และในมุมของของผู้ผลิตเอง ถือว่าเป็นการลงทุนที่ไม่ก่อให้เกิดผลกำไร ยิ่งไปกว่านั้นของเสียหรือมลพิษที่บำบัดแล้วส่วนใหญ่เป็นเพียงการเปลี่ยนสถานะหนึ่งไปเป็นอีกสถานะหนึ่งเท่านั้น จึงเห็นได้ว่าการแก้ปัญหาที่ปลายเหตุนั้น ยังไม่ใช่วิธีการจัดการสิ่งแวดล้อมที่มีประสิทธิภาพและคุ้มค่าในการลงทุนการจัดการสิ่งแวดล้อมที่จะมีประสิทธิภาพและสามารถใช้เป็นเครื่องมือในการป้องกันและแก้ไขปัญหาด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมได้ต้องมีแนวคิดที่เปลี่ยนไปจากเดิมโดยมุ่งเน้นที่เป็นการจัดการที่สามารถก่อให้เกิดประโยชน์ทั้งสองด้านไปพร้อมๆกัน กล่าวคือก่อให้เกิดการพัฒนาภาคธุรกิจอุตสาหกรรมควบคู่ไปกับการรักษาสิ่งแวดล้อมภายในชุมชนด้วย

เทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด Clean technology (CT) เป็นแนวทางหนึ่งของการจัดการในลักษณะของการป้องกันมลพิษ (Pollution Prevention) ที่มีการประยุกต์และผสมผสานกลยุทธ์ต่างๆ เพื่อให้การดำเนินกิจกรรมของภาคการผลิตให้มีการป้องกันหรือลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมควบคู่ไปกับการพัฒนาศักยภาพในการผลิตของภาคอุตสาหกรรมยางรถยนต์ด้วยเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดเป็นการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงกระบวนการผลิตหรือผลิตภัณฑ์เพื่อให้เกิดการใช้วัตถุดิบพลังงานและทรัพยากรธรรมชาติให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดโดยทำให้เกิดของเสียน้อยที่สุดหรือไม่มีเลยรวมถึงการเปลี่ยนวัตถุดิบการใช้ซ้ำและการนำกลับมาใช้ใหม่จึงเป็นการลดมลพิษที่แหล่งกำเนิดช่วยอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติลดความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นกับมนุษย์และลดต้นทุนการผลิต

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

งานวิจัยนี้ได้นำหลักการเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดมาใช้กับกระบวนการประกอบยางรถยนต์ โดยประเมินจากการลดการใช้ทรัพยากร และการใช้ทรัพยากรให้มีความคุ้มค่าที่สุด รวมถึงอัตราการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกออกสู่ชั้นบรรยากาศในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า โดยจะต้องมีการศึกษาจะเน้นถึงการหาแนวทางที่จะปรับปรุงการลดการใช้และการนำกลับมาใช้ใหม่ของพลังงานของวัสดุต่างๆ ที่ใช้ในกระบวนการประกอบยางรถยนต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วัตถุประสงค์

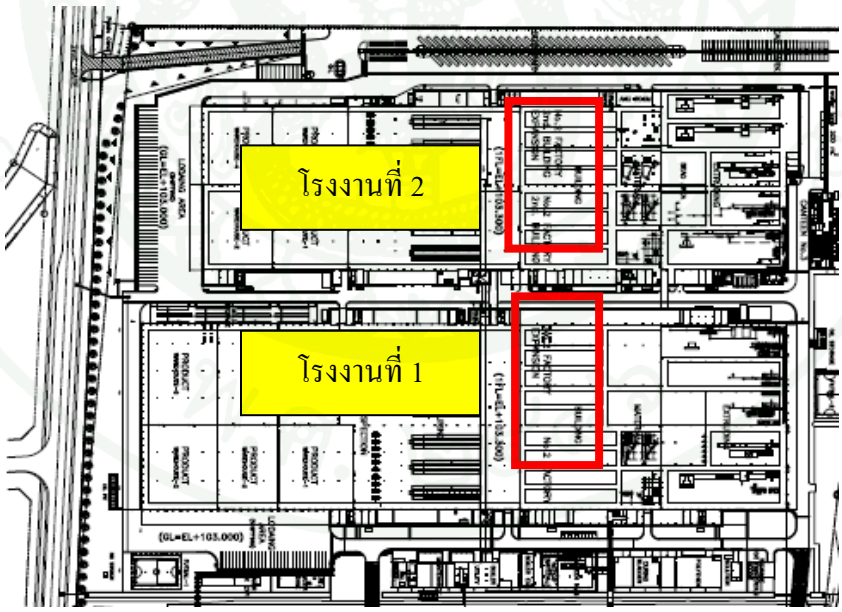
1. ลดการใช้พลังงานที่ไม่จำเป็นและลดของเสียออกจากกระบวนการผลิตยางรถยนต์

2. ปรับปรุงสายการผลิตยางรถยนต์ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นมา

ขอบเขตงานวิจัย

การศึกษากระบวนการผลิตยางรถยนต์โดยเกี่ยวข้องกับกระบวนการของประกอบยางรถยนต์ (Building Process) โดยการนำแนวทางของผลิตภาพสีเขียวมาประยุกต์ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ซึ่งมีขอบเขตดังนี้

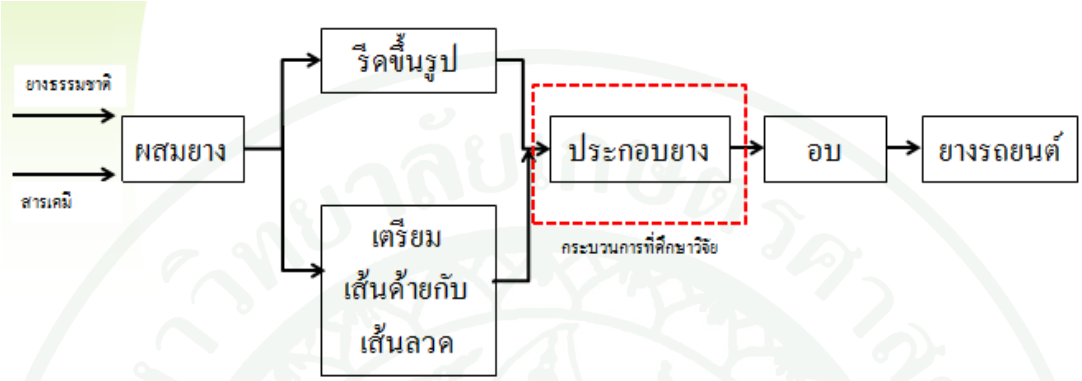
1. พื้นที่โรงงานที่สนใจคือบริเวณส่วนงานของโรงงานที่ 1 และ โรงงานที่ 2



ภาพที่ 1 แสดงกระบวนการประกอบยางรถยนต์ที่ทำการวิจัย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. กระบวนการประกอบยางรถยนต์ พิจารณาในเรื่องการควบคุมการใช้วัตถุดิบสิ้นเปลือง รวมถึงพลังงานต่างๆ ใน การตัด (Cut) การหมุน (Rotate) และการขึ้นรูป (Stitcher) ในการผลิตในกระบวนการประกอบยางรถยนต์เท่านั้น



ภาพที่ 2 แสดงกระบวนการทำยางรถยนต์และแสดงกระบวนการที่ทำการวิจัย

3.ใช้หลักการ 3Rs (Reduce, Reuse, Recycle) เพื่อที่จะลดปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการประกอบยางรถยนต์

4.ใช้หลักการ WOA (Work Obsreve Activity) เพื่อที่เพิ่มประสิทธิภาพการผลิตในกระบวนการประกอบยางรถยนต์

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถลดต้นทุนในการผลิตและช่วยให้ผลิตภัณฑ์ที่จะส่งมอบเป็นไปตามข้อกำหนดของลูกค้า

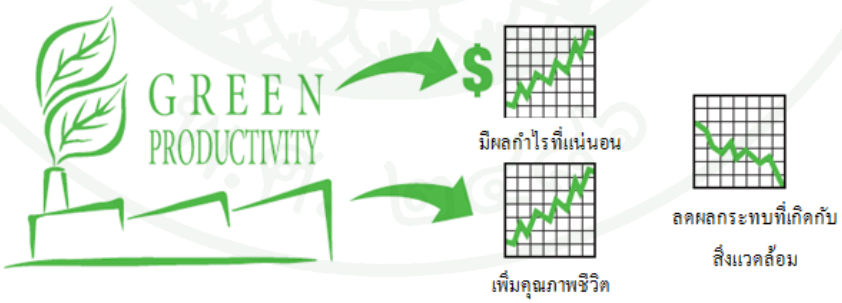
2. สร้างความน่าเชื่อถือและเพิ่มภาพลักษณ์ให้เกิดกับผลิตภัณฑ์ เพราะผลิตภัณฑ์ถือได้ว่าเป็นผลิตภัณฑ์ที่สะอาดและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมช่วยให้เกิดนวัตกรรมในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่โดยการประสานความร่วมมือกันระหว่างบริษัทผู้ส่งมอบกับบริษัทผู้ผลิต

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การตรวจเอกสาร

เทคโนโลยีสะอาด

เทคโนโลยีสะอาด คือ เทคโนโลยีการผลิตเชิงอุตสาหกรรม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้วัตถุดิบ และ พลังงานในการผลิตทำให้สามารถลดต้นทุนการผลิต โดยการปรับปรุงผลิตภัณฑ์และกระบวนการผลิตอย่างต่อเนื่องเพื่อลดของเสียที่แหล่งกำเนิด เป็นการลดภาระในการกำจัดของเสีย เพิ่มความปลอดภัยในการทำงาน ช่วยรักษาสิ่งแวดล้อม และช่วยสร้างภาพพจน์ที่ดีให้แก่ผู้ประกอบการ นอกจากนี้ยังเป็นจุดเริ่มต้นในการก้าวไปสู่มาตรฐาน ISO14000 ของอุตสาหกรรมอีกด้วย หลักการของเทคโนโลยีสะอาดเน้นการแก้ปัญหาที่ต้นเหตุคือ การลดการใช้พลังงานการใช้น้ำและ ทรัพยากรธรรมชาติอื่น ๆ ซึ่งจะเห็นว่าหลักการของเทคโนโลยีสะอาด เป็นการป้องกันปัญหามากกว่าการแก้ไขปัญหารวมถึงการดำเนินกิจการของสถานประกอบการอุตสาหกรรม ในยุคปัจจุบันจำเป็นต้องคำนึงถึงกระบวนการปรับปรุงในเชิงธุรกิจและการบริหารจัดการ ซึ่งก่อให้เกิดการลดต้นทุนและเพิ่มผลิตภาพเพื่อจะนำไปสู่ผลกำไรสูงสุดในขณะที่ต้องตระหนักถึงปัจจัยด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม พร้อมทั้งสร้างความเชื่อมั่นในความปลอดภัยและสภาพแวดล้อมในการทำงานของบุคลากรภายในสถานประกอบการ ทั้งนี้ เพื่อปรับตัวให้สอดรับกับความต้องการของลูกค้าและตลาดที่ให้ความสำคัญกับสินค้าที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากขึ้น อีกทั้งยังเป็นการเสริมสร้างความแตกต่างในเชิงนวัตกรรมและจุดแข็งให้แก่ธุรกิจในเวทีโลกด้วย



ภาพที่ 3 แสดงผลที่ได้รับจากการทำเทคโนโลยีสะอาดในโรงงานอุตสาหกรรม

ที่มา: APO Handbook on Green productivity

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เทคโนโลยีสะอาดเน้นการลดที่แหล่งกำเนิด และการนำกลับมาใช้ใหม่ โดยในการแก้ปัญหาและในการพัฒนาตามแนวคิดเทคโนโลยีสะอาด จำเป็นต้องมีความตระหนักถึงความสำคัญของ การพึ่งพาอาศัยกันของระบบเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม โดยมี 3 ส่วนหลักที่เรียกว่า GP's Triple Focus ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 GP's Triple Focus

ประเด็น	รายละเอียด
ด้านสิ่งแวดล้อม (Environment)	แสดงให้เห็นถึงการพัฒนาอย่างยั่งยืน
ด้านความสามารถในการทำกำไร (Profitability)	โดยพิจารณาจากปัจจัยนำเข้า
ด้านคุณภาพ (Quality)	ผ่านเสียงสะท้อนจากลูกค้าทั้งต่อสินค้าและบริการ โดยไม่เพียงแต่รับฟังความคิดเห็นของลูกค้าเท่านั้นแต่ทำความเข้าใจสาเหตุและที่มาของความเชื่อหรือความคิดเหล่านั้นและหาแนวทางที่จะพัฒนาสินค้าและบริการให้เกินกว่าความคาดหมายของลูกค้า

ภาพที่ 4 แสดงวิธีพัฒนาตามแนวคิดเทคโนโลยีสะอาด

ที่มา : APO Handbook on Green productivity

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การจัดการของเสียในกระบวนการผลิตแบบลำดับชั้น (Hierarchy of Waste Management)

การจัดการของเสียในกระบวนการผลิตแบบลำดับชั้นเป็นการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่าที่สุด บนพื้นฐานของหลักการ 3Rs (Reduce, Reuse, Recycle) เพื่อให้มีการผลิตที่เป็นลักษณะภาพสีเขียว เพิ่มสัดส่วนเทคโนโลยีสะอาดในการผลิตให้มากขึ้น ในปัจจุบันการจัดการของเสียในกระบวนการผลิตนับเป็นการดำเนินงานเชิงรุกด้านการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของกระทรวงอุตสาหกรรมที่คาดหวังให้ผู้ประกอบการสามารถเข้าร่วม เพื่อพัฒนาให้การประกอบกิจการเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากยิ่งขึ้นโดย หลักการ 3Rs ประกอบด้วย

R: Reduce คือ การลดการใช้ การบริโภคทรัพยากรที่ไม่จำเป็นลงโดยเฉพาะการลดการบริโภคทรัพยากรที่ใช้แล้วหมดไป เช่น น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ ถ่านหิน และแร่ธาตุ ต่าง ๆ การลดการใช้นี้ ทำได้ง่าย ๆ โดยการเลือกใช้เท่าที่ เพียงเท่านี้เราก็สามารถเก็บทรัพยากรด้านพลังงานไว้ใช้ได้นานขึ้น ประหยัดพลังงานและอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมอีกด้วย

R: Reuse คือ การใช้ทรัพยากรให้คุ้มค่าที่สุด โดยการนำสิ่งของเครื่องใช้ มาใช้ซ้ำ ซึ่งบางอย่างอาจใช้ซ้ำได้หลาย ๆ ครั้ง เช่น การนำชุดทำงานเก่าที่ยังอยู่ในสภาพดีมาใส่เล่นหรือใส่นอนอยู่บ้านหรือนำไปบริจาค แทนที่จะทิ้งไปโดยเปล่าประโยชน์ เป็นต้น

R : Recycle คือ การนำหรือเลือกใช้ทรัพยากรที่สามารถนำมาปรับปรุงหรือแปรรูปเพื่อกลับมาใช้ใหม่ เป็นการลดการใช้ทรัพยากรในธรรมชาติจำพวกต้นไม้ แร่ธาตุต่าง ๆ เช่น ยาง เหล็ก อลูมิเนียม ซึ่งทรัพยากรเหล่านี้ สามารถนำมารีไซเคิลได้ยกตัวอย่างเช่น เศษกระดาษสามารถนำไปรีไซเคิลกลับมาใช้เป็นกล่องหรือถุงกระดาษ การนำแก้วหรือพลาสติกมาหลอมใช้ใหม่เป็นขวดภาชนะใส่ของ หรือเครื่องใช้อื่นๆ ฝากระป๋องน้ำอัดลมก็สามารถนำมาหลอมใช้ใหม่หรือ

คาร์บอนฟุตปริ๊น (Carbon footprint, CF)

คาร์บอนฟุตปริ๊น เป็นค่าทางวิทยาศาสตร์ที่คำนวณปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากผลิตภัณฑ์หรือกิจกรรมต่างๆสู่บรรยากาศโดยคำนวณออกมาในรูปคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าซึ่งการวัดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกมีทั้งทางตรงและทางอ้อม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การวัดการปลดปล่อยปริมาณก๊าซเรือนกระจกโดยทางตรงนั้นเป็นการวัดปริมาณก๊าซที่ปล่อยออกมาจากกิจกรรมที่เกิดขึ้นโดยตรง เช่น การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงรวมถึงการใช้พลังงานในเครื่องจักรแต่ละเครื่องและยานพาหนะที่ใช้ในการขนส่ง ส่วนทางอ้อมเป็นการวัดปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากผลผลิตหรือผลิตภัณฑ์ที่เราใช้โดยคำนวณรวมทั้งกระบวนการผลิตตั้งแต่กระบวนการได้มาซึ่งวัตถุดิบ การเพาะปลูก การแปรรูป การขนส่ง

โดยที่คาร์บอนฟุตปริ๊นขององค์กรคือ ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกมาจากกิจกรรมต่างๆ ขององค์กรทั้งหมด เช่น การเผาไหม้ของเชื้อเพลิง การใช้ไฟฟ้า การจัดการของเสียและการขนส่ง วัดออกมาในรูปแบบของคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า โดยพิจารณาจาก 3 ส่วนหลักดังนี้

แบบที่ 1 การคำนวณคาร์บอนฟุตปริ๊นทางตรง (Direct Emissions) จากกิจกรรมต่างๆขององค์กรโดยตรง เช่น การเผาไหม้ของเครื่องจักร การใช้พาหนะขององค์กร (ที่องค์กรเป็นเจ้าของเอง) การใช้สารเคมีในการบำบัดน้ำเสีย การรั่วไหล จากกระบวนการ เป็นต้น

แบบที่ 2 คือ การคำนวณคาร์บอนฟุตปริ๊นทางอ้อมจากการใช้พลังงาน (Energy Indirect Emissions) ได้แก่ การซื้อพลังงานมาใช้ในองค์กร ได้แก่ พลังงานไฟฟ้า พลังงานความร้อน พลังงานไอน้ำ เป็นต้น

แบบที่ 3 คือ การคำนวณคาร์บอนฟุตปริ๊นทางอ้อมด้านอื่นๆ เช่น การเดินทางของพนักงานด้วยพาหนะที่ไม่ใช่ขององค์กร การเดินทางไปสัมมนานอกสถานที่ การใช้วัสดุอุปกรณ์ต่างๆ เป็นต้น

โดยชนิดของก๊าซเรือนกระจกที่ควบคุมภายใต้ข้อกำหนดของพิธีสารเกียวโต (Kyoto protocol) มี 6 ชนิด ได้แก่

1. คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2)

2. มีเทน (CH_4)

3. ไนตรัสออกไซด์ (N_2O)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. ไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFCs)

5. เพอร์ฟลูออโรคาร์บอน (PFCs)

6. ซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (SF_6)

ค่าศักยภาพในการทำให้โลกร้อน (Global Warming Potential) ในการปล่อยก๊าซเรือนกระจกหรือศักยภาพในการทำให้โลกร้อนประเมินได้จากการวัดหรือคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกแต่ละชนิดที่เกิดขึ้นจริง และแปลงค่าให้อยู่ในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า โดยใช้ค่าศักยภาพในการทำให้โลกร้อนในรอบ 100 ปี ที่เป็นค่าล่าสุดเป็นเกณฑ์ ตัวอย่างเช่น ก๊าซมีเทนมีค่า GWP100 เท่ากับ 25 หมายความว่าก๊าซมีเทน 1 กิโลกรัม มีศักยภาพในการทำให้โลกร้อนเท่ากับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 25 กิโลกรัม ดังนั้นการปล่อยก๊าซมีเทน 1 กิโลกรัม คิดเป็นศักยภาพในการทำให้โลกร้อนเท่ากับ 25 กิโลกรัม คาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า เป็นต้น สำหรับระยะเวลาที่ใช้ทำการประเมินในการประเมินผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ให้คำนวณเป็นค่าผลกระทบของปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าที่ถูกปล่อยออกในช่วง 100 ปี หลังจากมีการผลิตผลิตภัณฑ์นั้นๆ

4. การเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตด้วยหลักการ PDCA และ WOA

หลักการ PDCA คือวงจรที่พัฒนามาจากวงจรที่คิดค้นโดย วอล์ทเตอร์ ชิวฮาร์ท (Walter A. Shewart) ผู้เริ่มการใช้สถิติสำหรับวงการอุตสาหกรรม และต่อมาวงจรนี้เริ่มเป็นที่รู้จักกันมากขึ้นเมื่อเอดวาร์ด เดมมิ่ง (W. Edwards Deming) ได้นำมาเผยแพร่ให้เป็นเครื่องมือสำหรับการปรับปรุงกระบวนการทำงานของพนักงานภายในโรงงาน และช่วยค้นหาปัญหาอุปสรรคในแต่ละขั้นตอนการผลิตโดยพนักงานเอง จนวงจรนี้เป็นที่รู้จักกันในอีกชื่อว่า “วงจรเด็มมิ่ง” ต่อมาพบว่า แนวคิดในการใช้วงจร PDCA นั้นสามารถนำมาใช้ได้กับทุกกิจกรรม จึงทำให้เป็นที่รู้จักกันอย่างแพร่หลายมากขึ้นทั่วโลก PDCAเป็นอักษรนำของศัพท์ภาษาอังกฤษ 4 คำ คือ

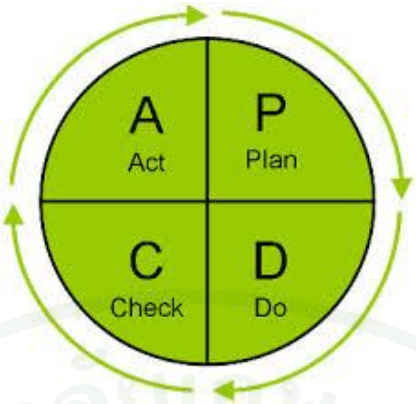
P : Plan = การวางแผน

D : Do = การปฏิบัติตามแผน

C : Check = การตรวจสอบหรือการประเมินผลและนำผลประเมินมาวิเคราะห์

A : Action = การปรับปรุงดำเนินการให้เหมาะสมตามผลการประเมิน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 5 แสดงวงจร PDCA

การวางแผน (Plan: P) เป็นส่วนประกอบของวงจรที่มีความสำคัญ เนื่องจากการวางแผนเป็นจุดเริ่มต้นของงานและเป็นส่วนสำคัญที่จะทำให้การทำงานในส่วนอื่น เป็นไปอย่างมีประสิทธิผล การวางแผนในวงจรเดมมิ่ง เป็นการหาองค์ประกอบของปัญหา โดยวิธีการระดมความคิด การหาสาเหตุของปัญหา การหาวิธีการแก้ปัญหา การจัดทำตารางการปฏิบัติงาน การกำหนดวิธีดาเนินการ การกำหนดวิธีการตรวจสอบ และประเมินผล ในขั้นตอนนี้ มีการดำเนินการดังนี้

- ตระหนักและกำหนดปัญหาที่ต้องการแก้ไข หรือปรับปรุงให้ดีขึ้น โดยสมาชิกแต่ละคนร่วมมือและประสานกันอย่างใกล้ชิด ในการระบุปัญหาที่เกิดขึ้น ในการดำเนินงาน เพื่อที่จะร่วมกันทำการศึกษาและวิเคราะห์หาแนวทางแก้ไขต่อไป

- เก็บรวบรวมข้อมูล สำหรับการวิเคราะห์และตรวจสอบการดำเนินงาน หรือหาสาเหตุของปัญหา เพื่อใช้ในการปรับปรุง หรือแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น ซึ่งควรจะวางแผนและดำเนินการเก็บข้อมูลให้เป็นระบบระเบียบ เข้าใจง่าย และสะดวกต่อการใช้งาน เช่น ตารางตรวจสอบ แผนภูมิ แผนภาพ หรือแบบสอบถาม เป็นต้น

- อธิบายปัญหาและกำหนดทางเลือก วิเคราะห์ปัญหา เพื่อใช้กำหนดสาเหตุ ของความบกพร่อง ตลอดจนแสดงสภาพปัญหาที่เกิดขึ้น ซึ่งนิยมใช้วิธีการเขียนและวิเคราะห์แผนภูมิหรือแผนภาพ เช่น แผนภูมิก้างปลา แผนภูมิพาเรโต และแผนภูมิการควบคุม เป็นต้น เพื่อให้สมาชิกทุกคน ในทีมงานคุณภาพเกิดความเข้าใจในสาเหตุและปัญหาอย่างชัดเจน แล้วร่วมกันระดมความคิด (Brainstorm) ในการแก้ปัญหา โดยสร้างทางเลือกต่างๆ ที่เป็นไปได้ ในการตัดสินใจแก้ปัญหา เพื่อ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

มาทำการวิเคราะห์และตัดสินใจเลือกที่เหมาะสมที่สุดมาดำเนินงาน

- เลือกวิธีการแก้ไขปัญหา หรือปรับปรุงการดำเนินงาน โดยร่วมกันวิเคราะห์ และวิจารณ์ทางเลือกต่างๆ ผ่านการระดมความคิด และการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นของสมาชิก เพื่อตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ไขปัญหาที่เหมาะสมที่สุดในการดำเนินงาน ให้สามารถบรรลุตามเป้าหมายได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งอาจจะต้องทำวิจัยและหาข้อมูลเพิ่มเติม หรือกำหนดทางเลือกใหม่ที่มีความน่าจะเป็นในการแก้ปัญหาได้มากกว่าเดิม

การปฏิบัติตามแผน (Do: D) เป็นการลงมือปฏิบัติตามแผนที่กำหนดไว้ในตาราง การปฏิบัติงาน ทั้งนี้ สมาชิกกลุ่มต้องมีความเข้าใจถึงความสำคัญและความจำเป็นในแผนนั้นๆ ความสำเร็จของการนำแผนมาปฏิบัติต้องอาศัยการทำงานด้วยความร่วมมือเป็นอย่างดี จากสมาชิกตลอดจนการจัดการทรัพยากรที่จำเป็นต้องใช้ในการปฏิบัติงานตามแผนนั้นๆ ในขั้นตอนนี้ ขณะที่ลงมือปฏิบัติจะมีการตรวจสอบไปด้วย หากไม่เป็นไปตามแผนอาจจะต้องมีการ ปรับแผนใหม่และเมื่อแผนนั้นใช้งานได้ก็นาไปใช้เป็นแผนและถือปฏิบัติต่อไป

การตรวจสอบ (Check: C) หมายถึง การตรวจสอบดูว่าเมื่อปฏิบัติงานตามแผน หรือการแก้ปัญหางานตามแผนแล้ว ผลลัพธ์เป็นอย่างไร สภาพปัญหาได้รับการแก้ไขตรงตามเป้าหมายที่กลุ่มตั้งใจหรือไม่ การไม่ประสบผลสำเร็จอาจจะเกิดจากสาเหตุหลายประการ เช่น ไม่ปฏิบัติตามแผน ความไม่เหมาะสมของแผน การเลือกใช้เทคนิคที่ไม่เหมาะสม เป็นต้น

การดำเนินการให้เหมาะสม (Action: A) เป็นการกระทำภายหลังที่กระบวนการ 3 ขั้นตอนตามวงจรได้ดำเนินการเสร็จแล้ว ขั้นตอนนี้เป็นการนำเอาผลจากขั้นการตรวจสอบ (C) มาดำเนินการให้เหมาะสมต่อไป

ประโยชน์ของ PDCA มีดังนี้

1. เพื่อป้องกัน

1.1 การนำวงจร PDCA ไปใช้ ทำให้ผู้ปฏิบัติมีการวางแผน การวางแผนที่ดีช่วยป้องกันปัญหาที่ไม่ควรเกิด ช่วยลดความสับสนในการทำงาน ลดการใช้ทรัพยากรมากหรือน้อยเกินความพอดีลดความสูญเสียในรูปแบบต่างๆ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.2 การทำงานที่มีการตรวจสอบเป็นระยะ ทำให้การปฏิบัติงานมีความรัดกุมขึ้น และแก้ไขปัญหาได้อย่างรวดเร็วก่อนจะลุกลาม

1.3 การตรวจสอบที่นำไปสู่การแก้ไขปรับปรุง ทำให้ปัญหาที่เกิดขึ้นแล้วไม่เกิดซ้ำหรือลดความรุนแรงของปัญหา ถือเป็นการนำความผิดพลาดมาใช้ให้เกิดประโยชน์

2. เพื่อแก้ไขปัญหา

2.1 สิ่งที่ไม่เหมาะสม ไม่สะอาด ไม่สะดวก ไม่มีประสิทธิภาพ ไม่ประหยัด เราควรแก้ปัญหา

2.2 การใช้ PDCA เพื่อการแก้ปัญหา ด้วยการตรวจสอบว่ามีอะไรบ้างที่เป็นปัญหา เมื่อหาปัญหาได้ ก็นำมาวางแผนเพื่อดำเนินการตามวงจรPDCA ต่อไป

3. เพื่อปรับปรุง

PDCA เพื่อการปรับปรุง คือ ไม่ต้องรอให้เกิดปัญหา แต่เราต้องเสาะแสวงหาสิ่งต่างๆ หรือวิธีการที่ดีกว่าเดิมอยู่เสมอ เพื่อยกระดับคุณภาพชีวิตและสังคม เมื่อเราคิดว่าจะปรับปรุงอะไร ก็ให้ใช้วงจร PDCA เป็นขั้นตอนในการปรับปรุง ข้อสำคัญ ต้องเริ่ม PDCA ที่ตัวเองก่อนมุ่งไปที่คนอื่น

ส่วนหลักการ WOA นั้นคือการเข้าไปดำเนินงานจริงที่หน้างานขณะที่พนักงานงานกำลังทำงานปกติโดยไม่รบกวนการทำงานของพนักงานโดยการ

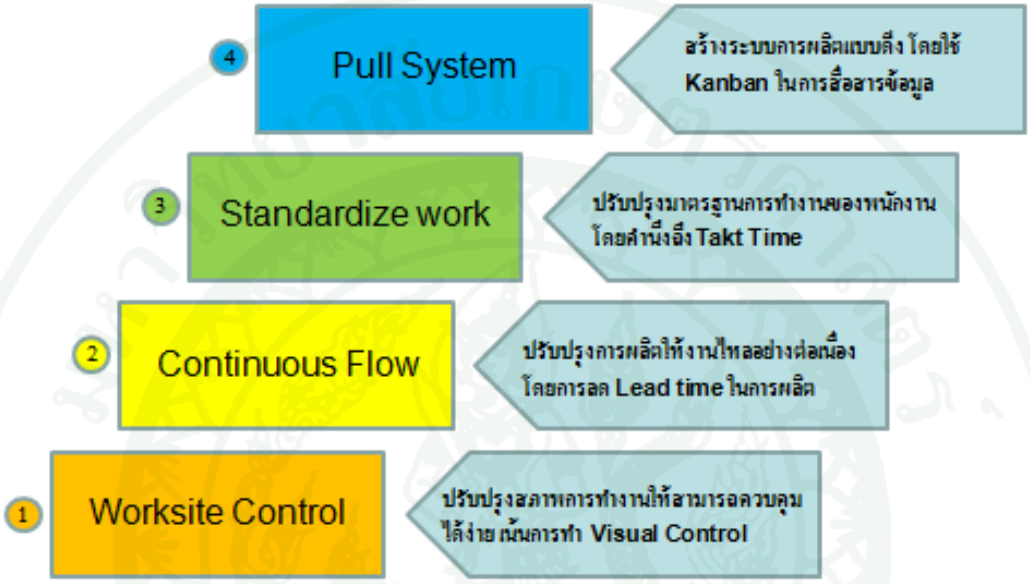
1. มีปริมาณสินค้าคงคลัง (Stock) ให้น้อยที่สุดหรือไม่มีเลย เพื่อไม่ให้เกิดต้นทุนการจัดเก็บต้นทุนค่าเสียโอกาส

2. ลดเวลานำ (Lead Time) ในกระบวนการต่างๆ ให้สั้นที่สุด เพื่อไม่ให้เกิดเวลาว่างของพนักงานและอุปกรณ์

3. ลดปริมาณของเสียที่เกิดจากกระบวนการประกอบยางรถยนต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. ขจัดความสูญเปล่า 7 ประการในกระบวนการผลิตซึ่ง ได้แก่ ไม่ผลิตมากเกินไป ไม่เกิดการรอคอยระหว่างการผลิต ไม่เคลื่อนย้ายวัสดุในระยะทางที่มากเกินไป ไม่เกิดการปฏิบัติงานที่ไม่จำเป็น ไม่มีวัตถุดิบหรือผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปมากเกินไป ไม่มีการเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็นของพนักงาน และไม่มีการผลิตผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีคุณภาพ



ภาพที่ 6 แสดงขั้นตอนการทำกิจกรรม WOA (Work observe activity)

5. ข้อมูลสถานประกอบการผลิตยางรถยนต์กรณีศึกษา

กรณีศึกษาเป็นสถานประกอบการผลิตยางรถยนต์ มีกำลังการผลิตประมาณ 60,000 เส้นต่อวันซึ่งได้รับรองมาตรฐานต่างๆ ได้แก่ ISO/TS16949, ISO14000, ISO 9000, OSHAS18001 และ VDA การจัดแบ่งพื้นที่อาคารผลิตภายในโรงงาน ประกอบด้วยอาคารสำหรับกระบวนการผลิตยางเส้นจำนวน 12 อาคาร โดยพื้นที่ภายในอาคารผลิตยางรถยนต์แบ่งออกเป็น 4 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 : งานผสมยาง

การนำยางธรรมชาติมาผสมกับสารเคมี เพื่อให้ได้เป็นสารตั้งต้น (Compound Rubber) ในการผลิตส่วนประกอบของยาง (Green tire)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ส่วนที่ 2 : งานขึ้นรูปวัตถุดิบ

การนำสารตั้งต้น (Compound Rubber) มาทำการใส่เส้นใยผ้า (Topping) และการตัดชิ้นงานเส้นลวด (Material) รวมถึงการขึ้นรูปของหน้ายางและแก้มยาง (Extruding)

ส่วนที่ 3 : งานประกอบขึ้นรูปยางรถยนต์ (Building)

การนำวัตถุมาประกอบกันเป็นยางรถยนต์ (Green tire)

ส่วนที่ 4 : งานอบยาง (Curing)

การนำยางต้นมาทำการให้ความร้อนเพื่อการคงรูปโดยผ่านแม่พิมพ์

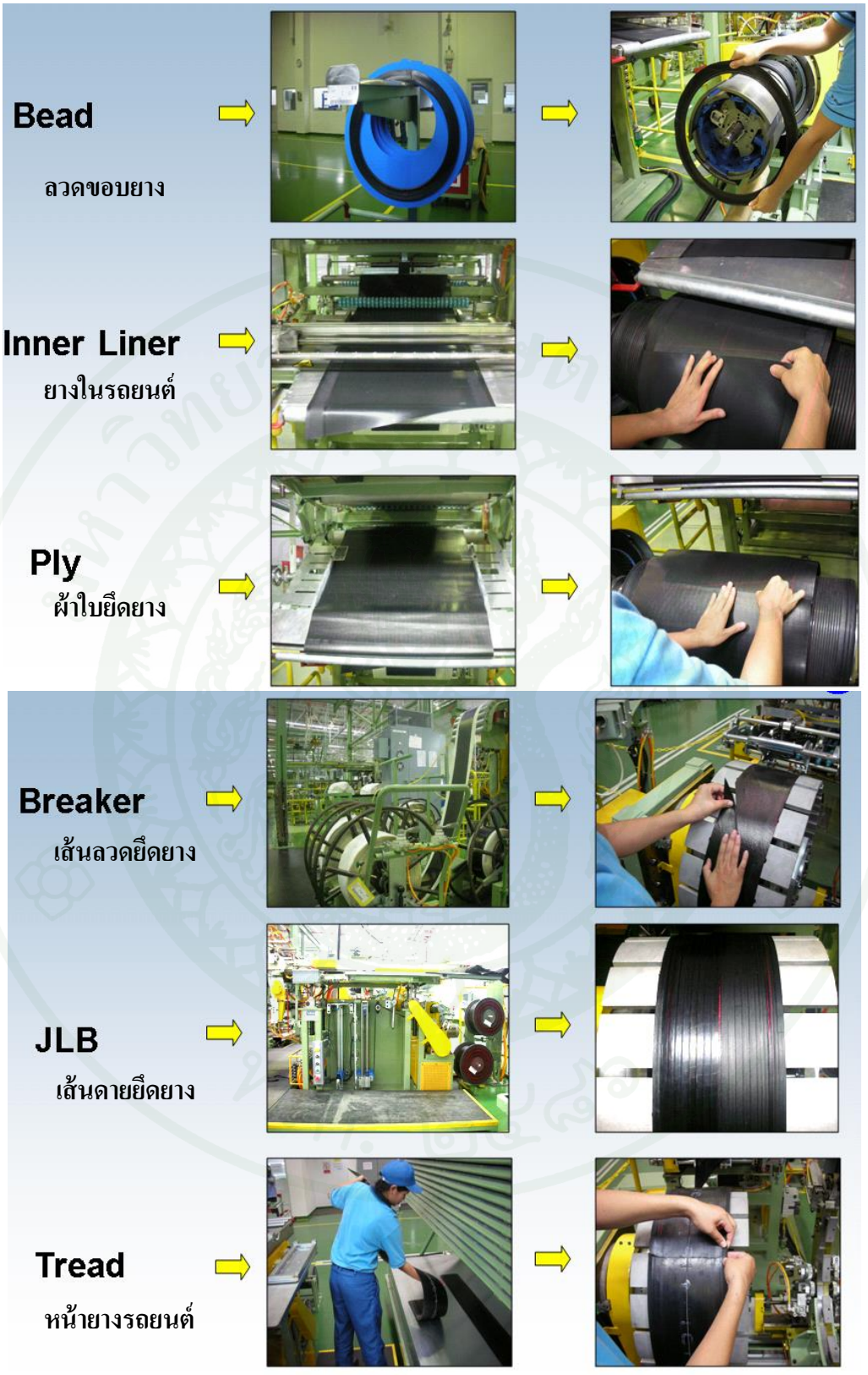
โดยในการทำการวิจัยจะทำการวิจัยที่กระบวนการทำงานของกระบวนการ Building โดยการทำงานของกระบวนการ Building มีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 2 และภาพที่ 7

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 2 แสดงขั้นตอนการทำงานในกระบวนการประกอบขึ้นรูปยางรถยนต์

ขั้นตอน	กระบวนการ
1	รับวัตถุดิบ (PLY ,Side wall ,Bead ,Tread , JLB,Breaker,Inner)
2	ทำการตรวจสอบคุณภาพของวัตถุดิบ
3	ทำการประกอบ Bead apex เข้ากับเครื่องจักร First stage
4	ทำการพัน Inner liner เข้ากับเครื่องจักร First stage
5	ทำการพัน Inner liner เข้ากับเครื่องจักร First stage
6	ทำการพัน Ply เข้ากับเครื่องจักร First stage
7	ทำการปล่อย First cover ไปกับราง Conveyer
8	ทำการตรวจสอบ Frist cover ว่ามีสภาพสมบูรณ์ถูกต้อง
9	ทำการประกอบ Breaker เข้ากับเครื่องจักร Second stage
10	ทำการประกอบ JLB เข้ากับเครื่องจักร Second stage
11	ทำการประกอบ Tread เข้ากับเครื่องจักร Second stage
12	ทำการประกอบชิ้นส่วนทุอย่างเข้ากับเครื่องจักร Second stage
13	ทำการปล่อย Raw cover ไปกับราง Conveyer
14	ทำการตรวจสอบ Raw cover ว่ามีสภาพสมบูรณ์ถูกต้อง
15	รอรถทำการยกยางใส่รถเข็ญ
16	ทำการเข็ญยางไปพ่นน้ำยาหล่อลื่น
17	ทำการเก็บยางใน Stock รออบ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

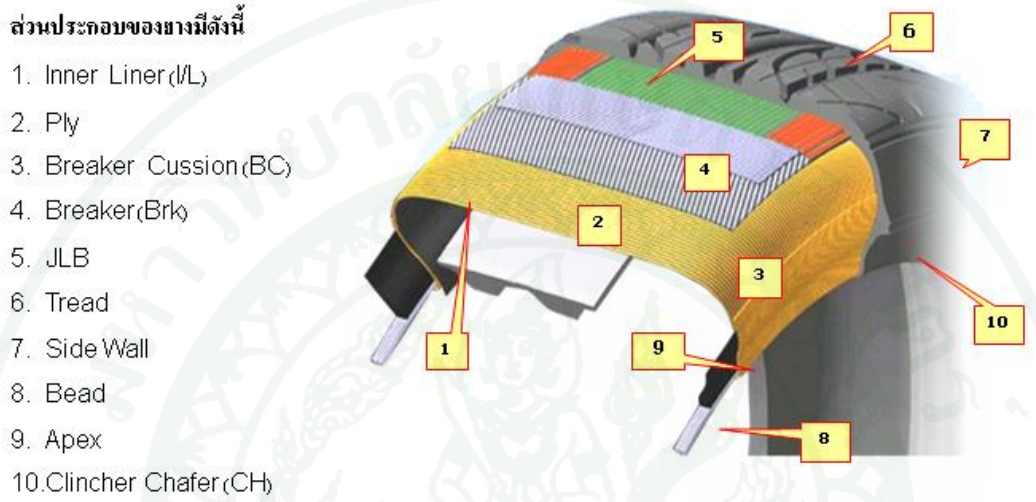


ภาพที่ 7 ขั้นตอนการทำงานในกระบวนการประกอบขึ้นรูปยางรถยนต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6. ส่วนประกอบของยางรถยนต์ (Tire)

ยางรถยนต์จะประกอบไปด้วยส่วนประกอบต่างๆ ซึ่งแสดงในภาพที่ 8 โดยแต่ละส่วนมีรายละเอียดดังนี้



ภาพที่ 8 แสดงส่วนประกอบของยางรถยนต์

1. Inner liner เป็นยางที่ใช้สำหรับกักเก็บลม และอยู่ชั้นในสุดเปรียบเสมือนกับยางในจึงทำให้มีคุณสมบัติแตกต่างไปจากยางประเภทอื่นๆ

2. Ply เป็นยางที่ต้องรักษาโครงสร้างยางให้ทนทานต่อแรงดันอากาศที่อัดแน่นเข้าไป(เป็นตัวรับ Pressure ด้านใน)และต้องทนต่อการรับน้ำหนักบรรทุก

3. Breaker Cussion และ Breaker เสริมความแข็งแรงระหว่าง Ply กับ Tread(ดอกยาง) เพิ่มความแข็งแรงของหน้ายางรักษารูปทรงของหน้ายางเพราะเป็นโครงเส้นโลหะพันรอบโครงผ้าใบ(PLY)และมีหน้าที่ในการช่วยเบรคเพราะมุม Breaker จะเป็นมุมแหลมจิกกับพื้นถนนเวลาเบรค

4. JLB มีไว้คลุมชั้นบนของ Breaker เพื่อลดการเคลื่อนตัวของ Breaker เมื่อรถเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูงหรือเวลารถเบรค ซึ่งเปรียบเสมือนเข็มขัดรัดBreaker JLBได้มาจากการนำ Ply มาตัดให้มีขนาดหน้ากว้าง 10mm จะถูกพันทับชั้น Breaker

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5. Tread เป็นยางที่สัมผัสกับพื้นถนนซึ่งจะป้องกันการเกิดบาดแผลและการสึกหร่อจากผิวถนนป้องกันการลื่นไหลเนื่องจากการเบรคและทำหน้าที่รีดน้ำในสภาวะที่ผิวถนนมีน้ำขังอยู่

6. Side wall เป็นส่วนที่มีความโค้งงอมากที่สุดในระหว่างการขับเคลื่อน มีหน้าที่ป้องกันผิวด้านข้างของยาง

7. Bead เป็นส่วนที่มีเส้นลวดม้วนเป็นวงกลม ซึ่งทำหน้าที่รักษายางให้อยู่ในกระทะล้อโดยยึดโครงผ้าใบทั้งสองข้างไว้

8. Apex เป็นส่วนประกอบที่มีความสำคัญในการเพิ่มความแข็งแรงของ (Bead) ซึ่งเมื่อประกอบเข้า Creel Bead จะมีชื่อเรียกว่า Bead Apex

9. Clincher Chafer ห่อหุ้มตรงส่วน (Bead) เนื่องจากยางชนิดนี้จะช่วยป้องกันตัวยางบริเวณขอบยางเสียหายอันเนื่องมาจากการถอดกระทะล้อ ซึ่งส่วนนี้จะต้องมีความแข็งแรงมาก

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารหรืองานวิจัยที่เกี่ยวข้องแบ่งเป็น 3 ประเภทดังนี้

1. เอกสารหรืองานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับนโยบายด้านเทคโนโลยีสะอาด

กรมควบคุมมลพิษ (2545) ได้กำหนดแผนแม่บทแห่งชาติว่าด้วยการผลิตที่สะอาดโดยมีวิสัยทัศน์ที่มุ่งการนำเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดไปประยุกต์ใช้กับทุกกิจกรรมอย่างเป็นรูปธรรมและมีประสิทธิภาพ อันจะช่วยผลักดันให้นำหลักการเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดไปใช้ในทุกภาคและกิจกรรม โดยมีการกำหนดมาตรการและกลไกที่จะสนับสนุนการนำหลักการนี้ไปปฏิบัติเป็นกลยุทธ์

กรมโรงงานอุตสาหกรรม (2551) เสนอการประยุกต์เทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดสำหรับโรงงานอุตสาหกรรมโดยแบ่งเป็น 2 วิธีการหลักด้วยกันคือ

การลดมลพิษที่แหล่งกำเนิด จะประกอบด้วยการเปลี่ยนแปลงผลิตภัณฑ์ เช่นการเปลี่ยนวัตถุดิบที่สะอาดและมีสารพิษน้อย การเปลี่ยนแปลงกระบวนการผลิตเช่นการเปลี่ยน เทคโนโลยี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การผลิต รวมถึงการปรับปรุงคุณภาพของเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้รวมถึงการปรับปรุงวิธีการและระบบการบริหารใหม่

การใช้ซ้ำหรือการนำกลับมาใช้ใหม่ เพื่อการปรับปรุงการผลิตเดิมและพัฒนาใช้กับการผลิตแบบใหม่ด้วยโดยการทำเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดประกอบด้วย 5 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การวางแผนและจัดตั้งที่เทคโนโลยีสะอาด

ขั้นตอนที่ 2 การตรวจประเมินเบื่องต้น

ขั้นตอนที่ 3 การตรวจประเมินโดยละเอียด

ขั้นตอนที่ 4 การปฏิบัติและติดตามผล

ขั้นตอนที่ 5 การศึกษาความเป็นไปได้และนำไปใช้

Shuanggui *et al.* (2011) ใช้ความคิดพื้นฐานเกี่ยวกับการอนุรักษ์พลังงานตามหลักการ 3Rs โดยเริ่มต้นจากการวิเคราะห์สถานการณ์ปัจจุบันที่เป็นปัญหาวิกฤตด้านพลังงาน โดยศึกษาถึงข้อดีและข้อเสียของทั้งสองวิธีที่จะแก้ปัญหาพลังงานและแสดงให้เห็นว่าการอนุรักษ์พลังงานเป็นวิธีเดียวที่จะทำใช้ในการแก้ปัญหาพลังงาน ตามหลักการ 3R ในการออกแบบเทคโนโลยีสะอาดจะกล่าวถึง 3R โดยการใช้กฎการอนุรักษ์พลังงานเป็นกระบวน สุดท้ายโดยผ่านแผนการเบื้องต้นของรูปแบบการปฏิบัติอย่างใดอย่างหนึ่งที่แสดงให้เห็นถึงโอกาสที่ดีของการประยุกต์ใช้ความคิด 3R ในการอนุรักษ์พลังงาน

Staniskis *et al.* (2012) กล่าวถึงการผลิตที่มีความยั่งยืนไว้ว่าเป็นการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์และออกแบบการบริการที่ไร้มลภาวะ ประหยัดพลังงานและทรัพยากร รวมถึงมีความคุ้มค่าทางเศรฐษศาสตร์และมีความปลอดภัยต่อพนักงานชุมชนรอบข้างและลูกค้าซึ้งสามารถสรุปวิธีการทำหลักๆได้3วิธี คือ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติให้น้อยลง การจัดระบบภาษีที่เกิดจากการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ และการหาวิธีการใช้ทรัพยากรธรรมชาติให้คุ้มค่ามากที่สุด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Lom (2013) กล่าวถึงความเข้มข้นคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศในเดือนพฤษภาคม 2556 ที่มากกว่า 400 ppmและมีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซน์สูงถึง 31.6 Gtในปี 2555 ซึ่งส่วนใหญ่มาจากประเทศที่ไม่ได้เป็นสมาชิกองค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษกิจและการพัฒนา (OECD)ซึ่งส่วนใหญ่เป็นประเทศในแถบเอเชียแปซิพิคซึ่งเป็นส่วนการกระตุ้นให้เกิดนโยบายและเทคโนโลยีสะอาดมากมายในกลุ่มประเทศเหล่านี้ เช่น

ประเทศจีนใช้กฎหมายส่งเสริมทางด้านเทคโนโลยีและกฎหมายด้านพลังงานหมุนเวียน

ประเทศญี่ปุ่นใช้นโยบายการพัฒนาที่ยั้งยืนร่วมกับคู่ค้า

ประเทศมาเลยเซียส่งเสริมและพัฒนาการใช้ชีวมวล (Biomass)

ประเทศฟิลิปปินส์ได้ออกกฎหมายในปี 2549 เสนอให้ใช้เชื้อเพลิงชีวภาพ (Biofuel)

Fual (2007) ได้เสนอวิธีการประเมิณผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมจากการใช้เทคโนโลยีสะอาดบนพื้นฐานของวัสดุและการไหลพลังงานได้แก่วัสดุตั้งต้นที่ใช้ผลิตผลิตภัณฑ์หีบห่อพลังงานที่ใช้ในการผลิตทั้งหมด และของเสียจากการผลิต วิธีการดังกล่าวช่วยให้ประเมิณผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมได้อย่างครบถ้วนอีกทั้งช่วยให้วิเคราะห์ถึงการนำวัสดุเสียกลับมาใช้ใหม่

2. งานวิจัยเป็นกรณีศึกษาและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาดในภาคการผลิต

นนท์ (2549) นำเอาเทคโนโลยีสะอาดไปประยุกต์ใช้ในกระบวนการผลิตข้าวโพดหวานบรรจุกระป๋อง โดยประเมินหาสาเหตุและการสูญเสียในกระบวนการผลิต เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ และทำเป็นข้อเสนอแนะในการปรับปรุงกระบวนการผลิตการสูญเสียที่สำคัญ 2 ประเด็น ได้แก่การสูญเสียเมล็ดข้าวโพด และการสูญเสียน้ำมันเตาในรูปของความร้อนที่ผิวของท่อส่งไอน้ำ การสูญเสียเมล็ดข้าวโพดพบปีละประมาณ 791,320.0 กิโลกรัม การลดการสูญเสียเมล็ดข้าวโพดทำได้โดย การคัดแยกขนาดข้าวโพดก่อนเข้าสู่กระบวนการผลิต และเพิ่มจำนวนครั้งของการลับใบมีดเป็น 2 ครั้งต่อกะการทำงาน การลดการสูญเสียน้ำมันเตา ทำโดยการหุ้มฉนวนท่อส่งไอน้ำ เพื่อลดการสูญเสียความร้อน และเสนอให้โรงงานติดตั้งเครื่องตรวจวัดปริมาณออกซิเจนในอากาศ เพื่อปรับแต่งระบบการเผาไหม้ของหม้อไอน้ำให้มีประสิทธิภาพสูงสุดการนำเทคโนโลยีสะอาดไปประยุกต์ใช้ในกระบวนการผลิตข้าวโพดหวานบรรจุกระป๋องของโรงงานกรณีศึกษาใน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ครั้งนี้ สามารถลดการสูญเสียเมล็ดข้าวโพดที่ติดไปกับซังได้ปีละ 232,870 กิโลกรัม คิดเป็นมูลค่าความประหยัด 279,444.00 บาทต่อปี โดยไม่มีการลงทุน ส่วนการหุ้มฉนวนท่อส่งไอน้ำ สามารถลดการใช้น้ำมันเตาลงได้ 91.7 เปอร์เซ็นต์ หรือ 2,791.0 ลิตรต่อปี คิดเป็นมูลค่า 41,870.43 บาท โดยมีค่าใช้จ่ายในการหุ้มฉนวน 16,000.00 บาท มีระยะเวลาการคืนทุน 4.58 เดือนการปรับปรุงประสิทธิภาพหม้อไอน้ำโดยการซื้อเครื่องมือวัดออกซิเจนในอากาศจะสามารถลดค่าใช้จ่ายของน้ำมันเตาลงได้ปีละ 29,860.00 บาท มีการลงทุน 17,500.00 บาท มีระยะเวลาการคืนทุน 7.03 เดือน การนำเทคโนโลยีสะอาดไปประยุกต์ใช้ในการศึกษานี้ มีมูลค่าความประหยัดรวม 351,174.43 บาทต่อปี

จิรายุ (2555) ผลิตภาพสีเขียวสำหรับอุตสาหกรรมการผลิตกระจกลามิเนตนำเอาแนวความคิดของการประยุกต์ใช้แนวทางผลิตภาพสีเขียวในการผลิตกระจกรถยนต์ประเภทลามิเนต ซึ่งมุ่งเน้นลดการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยทำการปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่องจักร ใช้หลักการอนุรักษ์พลังงาน (Energy Conservation) ในส่วนของกระบวนการพิมพ์สีเซรามิค ได้ทาการทดสอบวัตถุดิบที่ปราศจากสารโลหะหนัก โดยยึดคุณภาพของกระจกหลังพิมพ์สีเซรามิคเป็นสิ่งสาคัญ ใช้หลักการออกแบบการทดลอง (DOE) เพื่อให้สามารถกำหนดเงื่อนไขการผลิตที่เหมาะสม นอกจากนี้ยังพิจารณาถึงกระบวนการกำจัดซากผลิตภัณฑ์ที่เป็นของเสีย (Waste) เพื่อลดปัญหาการฝังกลบซึ่งส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยใช้หลักการ 3R ผลจากการใช้แนวทางผลิตภาพสีเขียว พบว่า เราสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าจากการปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่องจักรได้ 460,000 กิโลวัตต์ต่อปี และลดการก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าได้ถึง 260,000 $kgCO_2e$ ต่อปี และสีเซรามิคที่ส่งมอบที่ปราศจากสารโลหะหนัก เมื่อทดลองใช้ในการผลิตพบว่ายังสามารถรักษาระดับคุณภาพการพิมพ์สีเซรามิคของกระจกลามิเนตได้ในระดับที่น่าพอใจ โดยวัดประสิทธิผลจากของเสียที่เกี่ยวข้องกับสีเซรามิคในกระบวนการผลิตลดลง 90 เปอร์เซ็นต์ การใช้อุณหภูมิในการอบสีเซรามิคลดลงเฉลี่ย 15 องศาเซลเซียส ส่งผลให้การใช้พลังงานไฟฟ้าลดลงได้ประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ ลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สู่ชั้นบรรยากาศได้ประมาณ 8,000 $kgCO_2e$ สุดท้ายซากผลิตภัณฑ์ที่เป็นของเสียสามารถนำไปแยกชิ้นส่วนแล้วนำส่วนที่เป็นกระจกใสไปหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ ส่วนที่เป็นกระจกพิมพ์สีเซรามิคสามารถนำไปทำเป็นส่วนผสมของอิฐมวลเบาก่อให้เกิดประโยชน์ขึ้นอีกทาง

เฉลิมพล (2553) การศึกษาหลักปฏิบัติเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดเรื่องการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการป้องกันมลพิษในกระบวนการผลิตมีการสูญเสียทางสิ่งแวดล้อมอยู่ 6 ประเด็นได้แก่ การใช้น้ำ การใช้พลังงานไฟฟ้า การใช้น้ำมันเชื้อเพลิง กากอุตสาหกรรม เสียง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

รบกวน และกลิ่น เมื่อทำการประเมินโดยละเอียดถึงผลกระทบที่เกิดกับสิ่งแวดล้อมมูลค่าการลงทุน โอกาสหรือความเป็นไปได้ในการทำเทคโนโลยีสะอาด และความสนใจและความร่วมมือของพนักงานในกระบวนการนั้นๆซึ่งพบประเด็นการสูญเสียที่สำคัญคืออุณภูมิในบ่อชุบนิเกิลเพิ่มสูงเกินเป้าหมายที่กำหนดจึงทำให้สิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าโดยไม่จำเป็นในขั้นตอนการอุ่นและชุบโลหะและผลจากการประเมินพบแนวทางการปรับปรุง 3 วิธีคือ

1. ติดตั้งตัวควบคุมอุณภูมิแบบเปิด ปิด เครื่องทำความร้อนด้วยไฟฟ้าเครื่องทำความร้อนนนี้จะช่วยลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าลงได้เทียบกับการเปิดเครื่องทำความร้อนตลอดเวลาคิดเป็นค่าใช้จ่ายที่สามารถประหยัดได้ 15,088 บาทต่อปีระยะเวลาคืนทุน 2 ปี

2. การใช้วัสดุโลหะประเภททองแดงซึ่งมีค่าการต้านทานไฟฟ้าต่ำกว่าโลหะอะลูมิเนียมมาเป็นตัวนำกระแสไฟฟ้าส่งผลให้การสูญเสียไฟฟ้าลดลง คิดเป็นค่าใช้จ่ายที่สามารถประหยัดได้ 10,689 บาทต่อปีระยะเวลาคืนทุน 3 ปี 8 เดือน

3. การใช้ลูกบอลพลาสติกมาวางบนผิวของกรดในบ่อจะช่วยลดขนาดของพื้นผิวของกรดในบ่อที่สัมผัสกับอากาศภายนอกโดยตรงส่งผลให้อัตราการระเหยของกรดสู่บรรยากาศลดลงได้ ทำให้มีผลดีต่อประสิทธิภาพการปฏิบัติงานของพนักงานรวมทั้งสุขภาพในขณะปฏิบัติงานของพนักงาน

ซึ่งรวมมูลค่าการประหยัด 25,777 บาทต่อปีซึ่งแนวทางการปรับปรุงเทคโนโลยีสะอาดอาจมีการลงทุนสูงและมีระยะเวลาการคืนทุนนานแต่เมื่อลงทุนปรับปรุงอุปกรณ์แล้วจะมีผลดีต่อประสิทธิภาพการปฏิบัติงานของพนักงานรวมทั้งสุขภาพในขณะปฏิบัติงานของพนักงานและมีผลดีต่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมซึ่งเป็นผลประโยชน์ทางเศรษศาสตร์การลงทุนเพื่อการปรับปรุงเหล่านั้นถือว่ามีผลตอบแทนที่คุ้มค่าโดยองค์รวมมากกว่า

Chovalit *et al.* (2009) ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาดในกระบวนการผลิตมันสำปะหลังในประเทศไทยเพื่อแก้ปัญหาน้ำเน่าเสียและของเสียที่ออกมาในรูปของแข็งโดยวิธีการแก้ปัญหาจะเน้นไปที่การใช้น้ำในกระบวนการการผลิตให้น้อยลงและใช้สอยพลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพสถานประกอบการแห่งนี้ได้นำน้ำมาบำบัดใช้ใหม่และนำก๊าซชีวภาพมาใช้เป็นพลังงานทางเลือกโดยผลของการปรับปรุงพบว่าสามารถลดการสูญเสียมันสำปะหลังลดการใช้น้ำและประหยัดค่าใช้จ่ายในด้านพลังงานได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Kato *et al.* (2003) ใช้พลาสติกที่เหลือใช้นำมาทำเป็นเชื้อเพลิง เพื่อเป็นการแปรรูปของเหลือจากสถานประกอบการผลิตเหล็กในญี่ปุ่นซึ่งพบว่าการแปรรูปพลาสติกทำให้ได้คาร์บอนในรูปแบบถ่านโค๊ก 20 % ทาร์และน้ำมัน 20 % และก๊าช 40 % จากการทดสอบนี้จึงยืนยันได้ว่าพลาสติกเหลือใช้สามารถนำกลับมาเป็นเชื้อเพลิงได้ โดยสามารถลดพลาสติกเหลือใช้ได้ 120,000 ตันต่อปี

Iji (1998) ศึกษาการรีไซเคิลของอีพ็อกซี่เรซิ่นซึ่งเป็นสารปั้นซิลิโคนยางใน เรซินปั้นมาตรฐานผลการปั้นเรซินใหม่ที่มีความร้อนที่ดีกว่าที่ทำด้วยเรซินเดิมปั้นมาตรฐาน นอกจากนี้ ผงปั้นเรซิ่นก็จะพบว่ามีความเหมาะสมเป็นสารตัวเติมสำหรับผลิตภัณฑ์อีพ็อกซี่เรซินเช่น วัสดุฉนวน, สีและกาวที่จะจ่ายให้กับฉนวนเพียงพอความแข็งแรง และคุณสมบัติกาว

Aroonsrimorakot *et al.* (2013) ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาดในโรงงานพิมพ์ โดยปรับปรุงการใช้ทรัพยากรและลดมลพิษที่เกิดขึ้นภายในโรงงานจากแหล่งต่างๆ เช่น การพิมพ์ บรรจุภัณฑ์ หลักการของเทคโนโลยีสะอาดเพื่อลดมลพิษทางอากาศมาตรฐานของน้ำเสียและการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าโรงงานกรณีศึกษามีเป็นโรงงานที่มีกำลังการผลิตบรรจุภัณฑ์และการพิมพ์ 2,241.2 ตันต่อปี การปรับปรุงโดยใช้เทคโนโลยีสะอาดประกอบด้วยการใช้ระบบปรับอากาศมีระบบทำความเย็นแบบระเหย ซึ่งจะช่วยลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ 149,841.79 kWh ต่อปี หรือ 39.66 % โดยลดค่าใช้จ่ายได้ 14,210.49 เหรียญดอลลาร์สหรัฐต่อปี และการจัดการน้ำที่เหมาะสมช่วยประหยัดค่าใช้จ่าย 119.69 เหรียญดอลลาร์สหรัฐต่อปี และลดปริมาณน้ำเสียได้ 0.8 % นอกจากนี้การก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียช่วยประหยัดค่าใช้จ่าย 6,580 บาทต่อปี ลดน้ำเสียได้ 4.83 ลูกบากศ์เมตรต่อปีและลดค่ากำจัดน้ำเสียน้ำเสียได้ 241,215.03 เหรียญดอลลาร์สหรัฐต่อปี

Huang *et al.* (2012) นำเสนอการประหยัดพลังงานและการผลิตที่สะอาดโรงงานฉีดพลาสติกในเรื่องการใช้วัตถุดิบที่ใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตให้เกิดประสิทธิภาพเพื่อลดการใช้พลังงาน ระบบการผลิตใช้เทคโนโลยีสะอาดในโรงงานฉีดพลาสติกเน้นอย่างยิ่งในเรื่องของการวิจัย โดยเทคโนโลยีมีบทบาทที่สำคัญในส่วนของการลดการสูญเสียพลังงาน วัตถุดิบ และน้ำเสียจากโรงงานฉีดพลาสติก การใช้พลังงานของโรงงานฉีดพลาสติกตั้งอยู่บนพื้นฐานของการวิเคราะห์และการปฏิบัติเพื่อที่จะปรับปรุงการใช้อัตราส่วนของทรัพยากรให้เป็นไปตามเป้าหมายโดยใช้เทคโนโลยีสะอาดเป็นวิธีแก้ปัญหา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Ortolano *et al*. (2014) สำรวจการเผยแพร่เทคโนโลยีสะอาดในอุตสาหกรรมฟอกหนังและเครื่องหนังรวมในปากีสถาน โดยประเมินจากประสิทธิภาพของศูนย์ด้านเทคโนโลยีสะอาด 2 แห่งของประเทศ ซึ่งงานวิจัยนี้จะสำรวจความเข้าใจในแนวคิดของเทคโนโลยีสะอาด ปัจจัยที่จะสร้างแรงจูงใจให้หันมาใช้เทคโนโลยีสะอาด และมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อมของประเทศปากีสถาน จากผลการสำรวจยังแสดงให้เห็นว่าสถานประกอบการส่วนใหญ่มีการยอมรับและใช้เทคโนโลยีสะอาดในสถานประกอบการและการจัดระบบการจัดการสิ่งแวดล้อมและการรับรองมาตรฐาน ISO 14001

Chen *et al*. (2010) สำรวจบทบาทของการใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงในระบบพลังงานของจีนและรวมถึงปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้อง การใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพิลง ถึงแม้ว่าถ่านหินจะปล่อยก๊าซ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) และฝุ่นละออง แต่การใช้ถ่านหินในประเทศจีนนั้นก็ยังถือเป็นทรัพยากรที่มีพลังงานอุดมสมบูรณ์ และส่วนใหญ่ก็จะยังคงเป็นแหล่งพลังงานมาเป็นเวลานาน ดังนั้นการพัฒนาและการใช้งานของเทคโนโลยีสะอาดในอุตสาหกรรมถ่านหินจึงมีความสำคัญ ในการส่งเสริมการพัฒนาอย่างยั่งยืนในประเทศ ในประเทศจีนมีการใช้ถ่านหินมากกว่า 600 เมกะตันและมีความต้องการใช้เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและจากหลายปัจจัย โครงการวิจัยแห่งชาติ โครงการวิจัยอุตสาหกรรม และโครงการความร่วมมือระหว่างประเทศที่ได้รับการเปิดตัวที่จะพัฒนาระบบ วงจรการผลิตก๊าซแบบบูรณาการ (IGCC) และ ระบบการดักคาร์บอน (CCS) ในประเทศจีนโดย จะเป็นส่วนที่จะส่งเสริม เทคโนโลยี ถ่านหินสะอาด ในประเทศจีน

3. งานวิจัยที่เกี่ยวกับปัญหาในการดำเนินงานด้านเทคโนโลยีสะอาด

Boyle (1999) ตรวจสอบสาเหตุของการขาดการดำเนินการและความไม่สำเร็จในแก้ปัญหาด้านเทคโนโลยีสะอาดในประเทศนิวซีแลนด์ ซึ่งพบว่าปัญหาส่วนใหญ่เกิดจากการที่ผู้บริหารและบุคลากรในสถานประกอบการขาดความเอาใจใส่ในการแก้ปัญหา บุคลากรยังขาดความรู้ด้านผลกระทบของการผลิตที่มีผลสิ่งแวดล้อม รวมถึงค่าใช้จ่ายอันเนื่องมาจากของมลพิษหรือของเสียที่ผลิต

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. งานวิจัยที่เกี่ยวกับมุมมองด้านเทคโนโลยีสะอาดในอนาคต

Matsuda *et al*. (2013) เสนอให้ใช้เทคโนโลยีการคำนวณด้วยคอมพิวเตอร์ที่เรียกว่า CADE (Computer Aided Design fo Environment) เพื่อจำลองโรงงานผลิตภาพสีเขียวในรูปแบบของ "Digital eco-factory" ซึ่งโปรแกรมดังกว่างนี้จะสามารถจำลองสถานการณ์ของโรงงานภายใต้สภาวะการณ์ต่างๆ ของการผลิตด้วยการใส่ค่าพารามิเตอร์ของชุดข้อมูลที่แตกต่างกัน โดยผลของการคำนวณจะทำให้เห็นภาพกระบวนการผลิตของทั้งโรงงานและผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม ซึ่งช่วยให้สามารถตัดสินใจดำเนินการปรับปรุงจริงในโรงงานให้เป็นภาพการผลิตสีเขียวได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

อุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย

1. นาฬิกาจับเวลา

2. เครื่องคอมพิวเตอร์และโปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อใช้รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล เช่น โปรแกรม Microsoft Excel โปรแกรม Minitab Ver.15 สำหรับออกแบบการทดลอง

3. ชิ้นงานผลิตภัณฑ์สำหรับทดสอบ (Green tire)

4. เศษของผลิตภัณฑ์ที่รอการทำลาย

5. นาฬิกาวัด (Dial gauge) ใช้ในการตรวจสอบความหนาของแผ่น Poly Plastics

6. เครื่องบดแผ่น Poly Plastics

7. เครื่องเป่าขึ้นรูปแผ่น Poly Plastics

8. เครื่องขึ้นรูปยางรถยนต์

วิธีการ

การวิเคราะห์ปัญหาเกี่ยวกับของเสียที่กระทบต่อสิ่งแวดล้อมในกระบวนการผลิต และผลิตภาพ

งานวิจัยนี้จะเริ่มต้นจากการชี้บ่งประเด็นปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อมว่ามีกิจกรรมใดบ้างที่ต้องทำการปรับปรุงโดยแยกตามระดับผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเป็นเกณฑ์ตามมาตรฐาน APO ดังแสดงในตารางที่ 3

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 3 ตารางสรุปและชี้บ่งประเด็นปัญหาในโรงงานต่อสิ่งแวดล้อม

รายละเอียด	มีนัยสำคัญที่ต้องปรับปรุง	ควรมีการปรับปรุง	ต้องปรับปรุงเพียงเล็กน้อย	ค่อนข้างมีประสิทธิภาพ	เข้าสู่ผลิตภาพสีเขียว	% คะแนน
- การเลือกใช้วัตถุดิบ	X					13
- การใช้พลังงานไฟฟ้า	X					46
- การใช้น้ำ					X	2
- สารเคมีที่ปนเปื้อนอยู่ในน้ำเสีย					X	2
- การคัดแยกของเสีย			X			2
- การหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่เพื่อลดของเสีย	X					21
- ฝุ่นและกลิ่นภายในโรงงาน				X		2
- ฝุ่นและกลิ่นภายนอกโรงงาน				X		2
- การจัดเก็บผลิตภัณฑ์				X		1
- เสียงหรือแรงสั่นสะเทือนในโรงงาน				X		1
- เสียงหรือแรงสั่นสะเทือนนอกโรงงาน				X		2
- อาชีวะอนามัยและความปลอดภัยในโรงงาน				X		2
- มาตรการป้องกันอุบัติเหตุด้าน				X		2

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

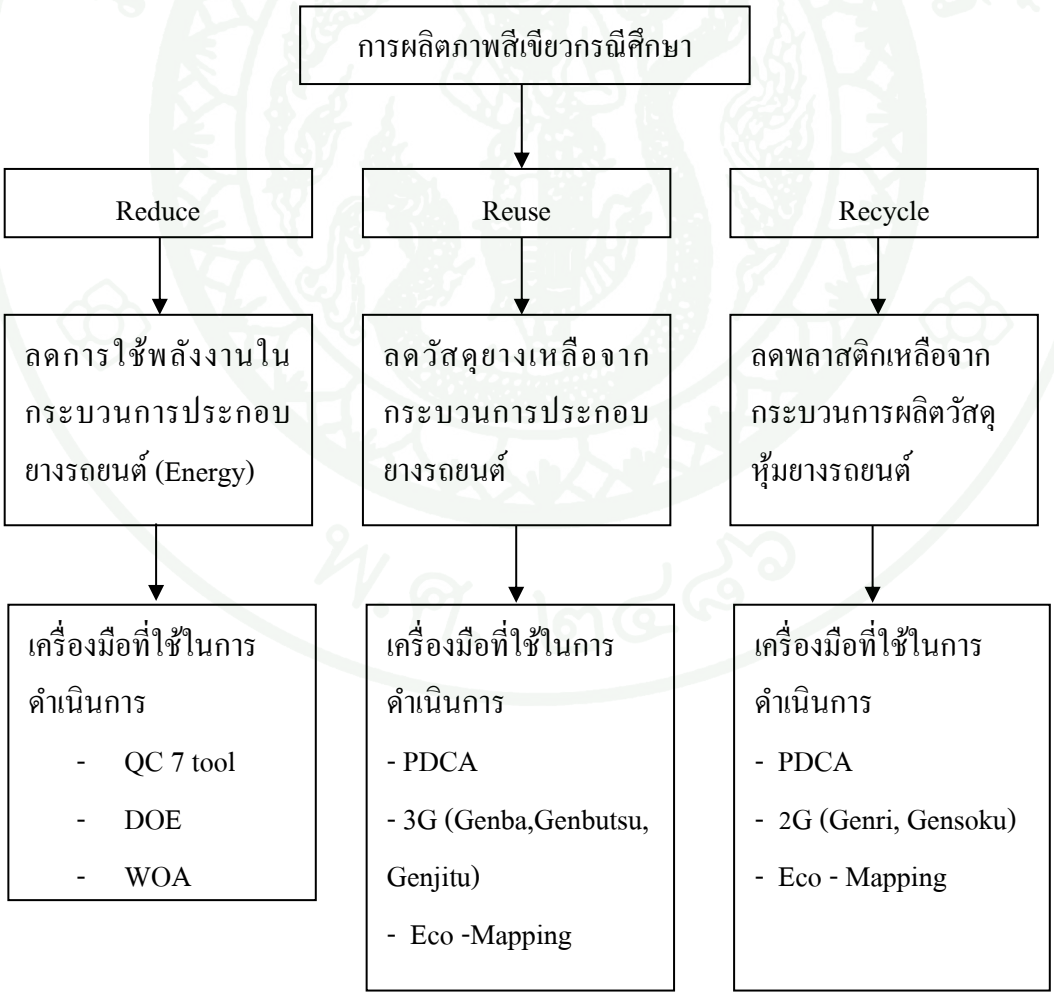
ซึ่งจากการวิเคราะห์พบว่ารายละเอียดที่มีความนัยสำคัญที่ต้องปรับปรุงในกระบวนการผลิตยางรถยนต์ของสถานประกอบการกรณีศึกษาประกอบด้วย 3 ส่วนด้วยกันคือ

1. การเลือกใช้วัตถุดิบ

2. การใช้พลังงานไฟฟ้า

3. การหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่เพื่อลดของเสีย

หลักการ 3Rs จะถูกประยุกต์ใช้กับรายละเอียดที่มีความนัยสำคัญที่ต้องปรับปรุงทั้ง 3 ส่วนในกระบวนการประกอบยางรถยนต์เพื่อให้เกิดการผลิตภาพสีเขียวดังแสดงในภาพที่9



ภาพที่ 9 แสดงผการใช้หลักการ 3Rs และเครื่องมือที่เกี่ยวข้อง

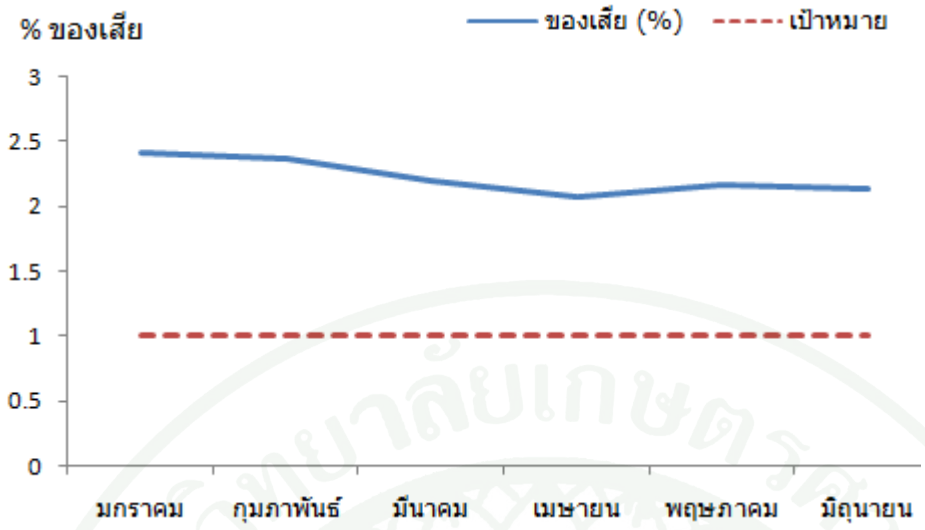
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 10 ของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตของกระบวนการผลิตยางรถยนต์

ภาพที่ 11 แสดงของเสียในภายในเครื่องจักร

ภาพที่ 10 และ 11 แสดงของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการประกอบยางรถยนต์ ปัญหาในกระบวนการประกอบยางรถยนต์คือ ปัญหาของเสียที่เกิดจากกระบวนการทำงาน โดยปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นยังสูงกว่าระดับเป้าหมายที่ตั้งไว้ของสถานประกอบการดังแสดงในภาพที่ 12

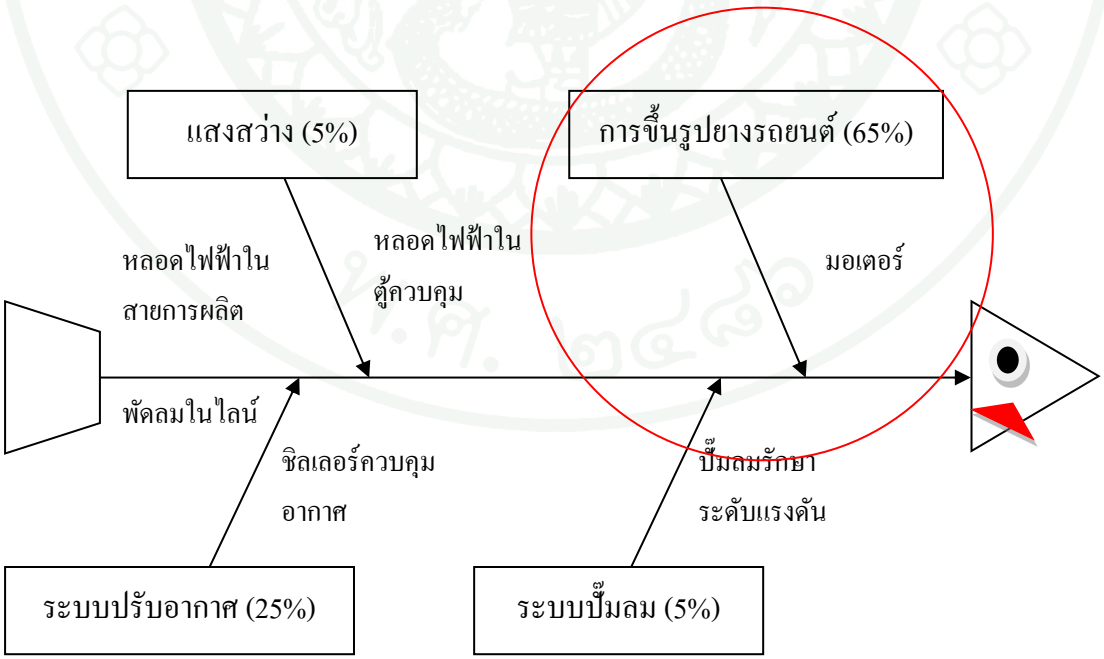
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 12 เปอร์เซ็นต์ของเสียในกระบวนการของปี พ.ศ. 2556

3. การใช้หลักการ R –Reduce เพื่อเพิ่มผลิตภาพสีเขียวในกระบวนการผลิตยางรถยนต์

การหาปัจจัยที่สูญเสียพลังงานไฟฟ้าจากกระบวนการประกอบยางรถยนต์สามารถวิเคราะห์ได้ด้วยผังก้างปลา (Fish bone diagram) ดังแสดงในภาพที่ 13

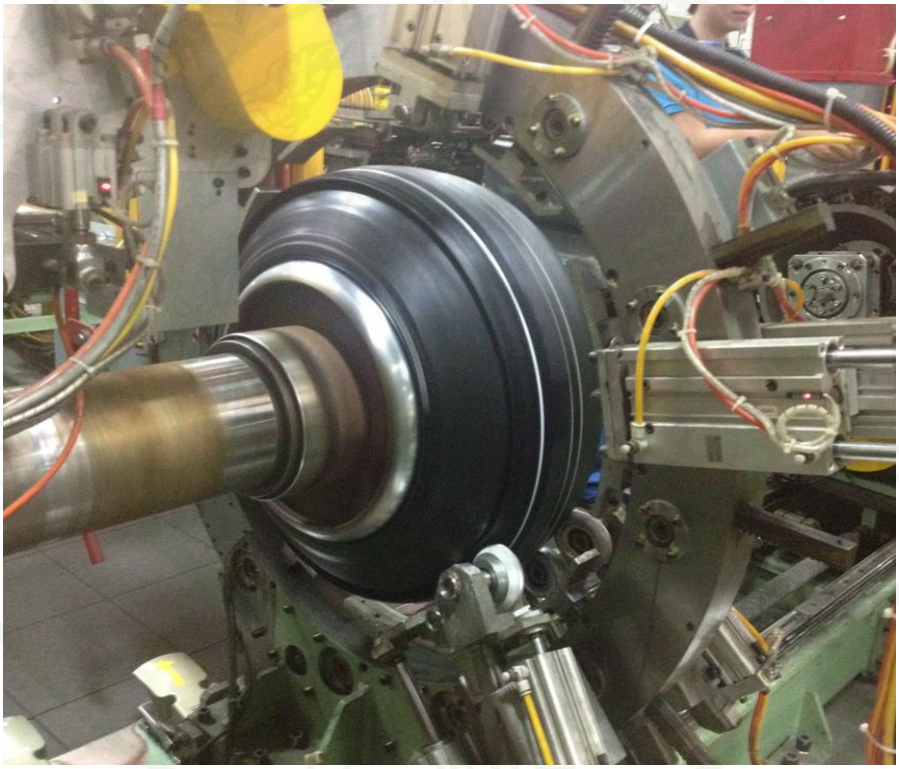


ภาพที่13 การวิเคราะห์อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าในกระบวนการประกอบยางรถยนต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โดยการสำรวจและวิเคราะห์พบว่าปัจจัยที่มีผลต่อการใช้พลังงานไฟฟ้ามี 4 ปัจจัยหลักด้วยกันคือ การใช้มอเตอร์ในการขึ้นรูปยางรถยนต์ แสงสว่าง ระบบปรับอากาศ และระบบปั๊มลม โดยพลังงานไฟฟ้าที่ถูกใช้ไปในการขึ้นรูปยางรถยนต์มีปริมาณมากกว่าปัจจัยอื่นๆ

การทำแผนผังการประหยัดพลังงาน (Eco-Mapping) ทำให้สามารถค้นหาจุดที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างสิ้นเปลือง โดยปัญหาหลักที่พบในกระบวนการคือ การหมุนของมอเตอร์ขึ้นรูปที่มีระยะเวลามากกว่า 10 วินาที ซึ่งส่งผลให้เกิดการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงมาก ดังนั้นการปรับลดพลังงานไฟฟ้าในสายการผลิตจึงต้องมุ่งแก้ปัญหาการใช้พลังงานไฟฟ้าที่มอเตอร์ที่ใช้ในส่วนการประกอบยางรถยนต์เป็นหลัก



ภาพที่ 14 เครื่องจักรขึ้นรูปยางโดยใช้พลังงานไฟฟ้า

โดยสมมุติฐานของการลดพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในมอเตอร์คือ การปรับความเร็วและระยะเวลาการทำงานของมอเตอร์เมื่อทำขึ้นรูปยางให้มีความเหมาะสม โดยเน้นเรื่องการใช้ประโยชน์จากพลังงาน (Energy Utilization) และให้ความสำคัญกับประสิทธิภาพของเครื่องจักรเพื่อให้เครื่องจักรใช้พลังงานไฟฟ้าให้น้อยที่สุดโดยในกระบวนการขึ้นรูปยางรถยนต์จะทำการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พิจารณาในเรื่องการปรับความเร็วรอบของมอเตอร์เพื่อที่จะลดเวลาการขึ้นรูป อันจะส่งผลให้ประหยัดพลังงานไฟฟ้าที่นำมาใช้ในการผลิต

แนวทางการออกแบบการทดลอง (Design of Experiment: DOE) ถูกนำมาใช้ในการทดลองหาความเร็วรอบของมอเตอร์ที่เหมาะสม โดยนำปัจจัยที่เกี่ยวข้องอันได้แก่

1. ความเร็วรอบมอเตอร์การปะติดขอบยางระดับต่ำ (SS Stitcher Low speed)

2. ความเร็วรอบมอเตอร์การปะติดขอบยางระดับกลาง (SS Stitcher Medium speed)

3. ความเร็วรอบมอเตอร์การปะติดขอบยางระดับสูง (SS Stitcher High speed)

อัตราความเร็วของมอเตอร์จะส่งผลต่อค่าความเร็วรอบของการขึ้นรูปยางไม่เท่ากัน โดยที่เวลารวมในการขึ้นรูปยางหนึ่งเส้นที่สถานประกอบการยอมรับได้ต้องไม่เกิน 10 วินาที

ภาพที่ 15 หน้าจอการปรับตั้งความเร็วรอบมอเตอร์

การออกแบบการทดลอง (DOE) เป็นแบบแฟคทอเรียลเต็มรูป (Full Factorial) โดยมีค่าตอบสนอง คือ ความเร็วรอบมอเตอร์ (รอบต่อวินาที) ตัวแปรอิสระมี 3 ปัจจัย คือ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1. ความเร็วรอบการปะติดขอบยางระดับต่ำที่ระดับ 10, 15, 20 รอบต่อวินาที

2. ความเร็วรอบการปะติดขอบยางระดับกลางที่ระดับ 25, 30, 35 รอบต่อวินาที

3. ความเร็วรอบการปะติดขอบยางระดับสูง (SS Stitcher High speed) 40, 45, 50 รอบต่อวินาที ซึ่งจะทำให้มีเงื่อนไขในการทดลองทั้งสิ้น 27 เงื่อนไขดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 เงื่อนไขในการทดลอง

ลำดับของเงื่อนไขการทดลอง	SS Stitcher Low speed (รอบ / วินาที)	SS Stitcher Medium speed (รอบ / วินาที)	SS Stitcher High speed (รอบ / วินาที)
1	10	25	40
2	10	25	45
3	10	25	50
4	10	30	40
5	10	30	45
6	10	30	50
7	10	35	40
8	10	35	45
9	10	35	50
10	15	25	40
11	15	25	45
12	15	25	50
13	15	30	40
14	15	30	45
15	15	30	50
16	15	35	40
17	15	35	45
18	15	35	50
19	20	25	40
20	20	25	45

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 4 (ต่อ)

ลำดับของเงื่อนไขการทดลอง	SS Stitcher Low speed (รอบ / วินาที)	SS Stitcher Medium speed (รอบ / วินาที)	SS Stitcher Hi speed (รอบ / วินาที)
21	20	25	50
22	20	30	40
23	20	30	45
24	20	30	50
25	20	35	40
26	20	35	45
27	20	35	50

4. การใช้หลักการ R –Reuse เพื่อเพิ่มผลิตภาพสีเขียวในกระบวนการผลิตยางรถยนต์

เศษของวัสดุประเภทยางที่เหลือหรือเป็นของเสียจากกระบวนการผลิตอย่าง เช่น PLY, JLB, Side wall, Breaker, Inner, Bead, Tread จะถูกคัดแยกตามชนิดของยางเพื่อนำกลับเข้าสู่กระบวนการผสมยางเพื่อให้กลับมาเป็นยางอีกครั้งหนึ่งดังแสดงในภาพที่ 16 โดยผลความสำเร็จของการนำยางกลับมาใช้ใหม่วัดจากปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นภายหลังกระบวนการประกอบยางรถยนต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 16 การแยกเศษวัสดุที่เหลือหหรือของเสียจากระบวนผลิตเพื่อเตรียมไป Recycle

5. การใช้หลักการ R –Recycle เพื่อเพิ่มผลิตภาพสีเขียวในกระบวนการผลิตยางรถยนต์

ในกระบวนการนี้ของเหลือที่เป็นวัสดุห่อหุ้มยางยางรถยนต์ที่เหลือจากการขึ้นรูปถูกนำหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ โดยภายในกระบวนการขึ้นรูปยางรถยนต์จะมีเศษของพลาสติกที่ใช้คลุม Side wall ที่ใช้สำหรับรักษาค่าความยืดหยุ่นของยางไว้ โดยพลาสติกที่เหลือจากกระบวนการนี้จะนำไปทำลายทิ้งซึ่งเป็นการสูญเสียวัสดุโดยไม่ได้ใช้อย่างคุ้มค่า เมื่อพิจารณาพบว่า พลาสติกชนิดนี้เป็นประเภทเทอร์โมพลาสติก (Thermoplastic) จึงสามารถนำไปหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ได้ โดยขั้นตอนการนำเศษของพลาสติกไปใช้ใหม่นั้นมีกระบวนการดังต่อไปนี้

1. ทำการคัดแยกเศษวัสดุออกจากกัน โดยแบ่งแยกตามชนิดของยางที่ใช้เป็นสารตั้งต้นในการผลิตโดยการกำหนดจุดให้ว่างไว้ที่เครื่องประกอบยางแล้วให้พนักงานส่วนที่รับผิดชอบเป็นคนมาเก็บไปคัดแยกอีกครั้งหนึ่ง

2. นำเศษพลาสติกห่อหุ้มยาง (Poly plastic) มาทำการแยกตามขนาดความกว้างแล้วทำการนำเข้าไปในเครื่องบดเพื่อทำให้เม็ดพลาสติกเป็นเม็ดดังแสดงในภาพที่ 17 และ 18

3. นำเม็ดพลาสติกที่ได้จากการบดมาผสมกับสารเคมีตั้งต้นและเม็ดพลาสติกใหม่ในอัตราส่วน 40:60 แล้วจึงทำการฉีดและเป่าขึ้นรูป (Injection blow molding) ดังแสดงในภาพที่ 19

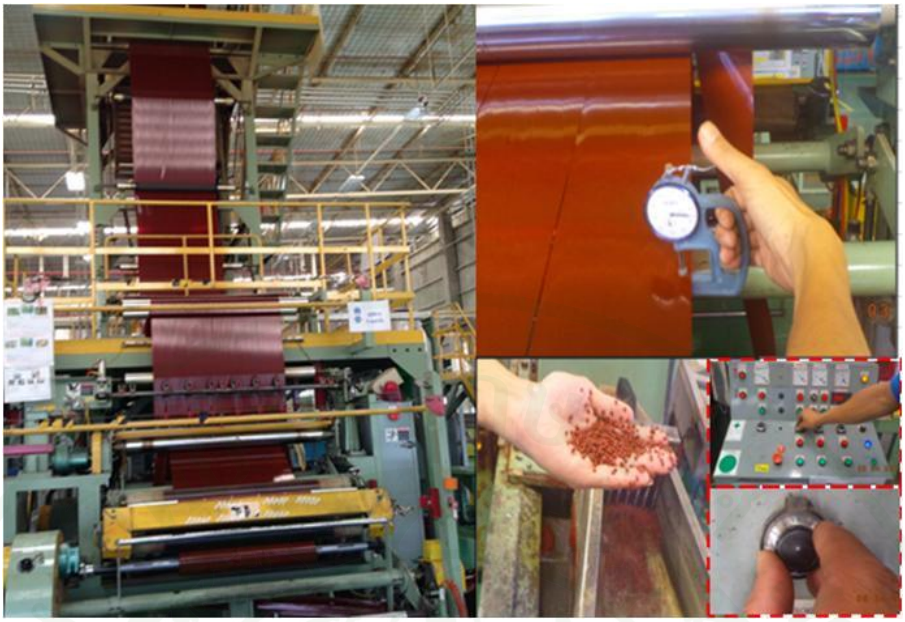
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. พลาสติกผสมที่ถูกผลิตออกมาจะถูกตรวจสอบคุณภาพ โดยใช้เกณฑ์ขนาดความหนาแผ่นพลาสติกดังแสดงในภาพที่ 19 และ 20

ภาพที่ 17 การนำ Poly plastic มาทำการ Recycle ใหม่

ภาพที่ 18 พลาสติกหลังจากทำการบดเพื่อให้เป็นเม็ด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



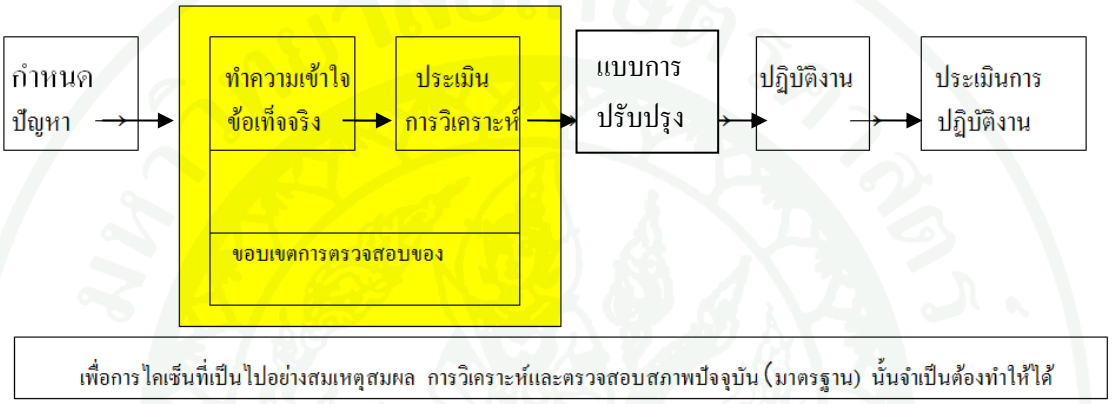
ภาพที่ 19 การขึ้นรูปและการตรวจสอบคุณภาพ Poly plastic หลังจาก Recycle

ภาพที่ 20 พลาสติดหลังจาก Recycle และการนำไปใช้งาน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6. การเพิ่มยอดการผลิตยางรถยนต์

จากการศึกษาพบว่าปัญหายอดการผลิตยังไม่สามารถทำได้ตามเป้าหมายที่มีการวางแผนไว้ เพราะประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตยังไม่สามารถตอบสนองกับความต้องการของลูกค้าได้ เพราะฉะนั้นเราจึงมีการทำกิจกรรมที่จะเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตที่เรียกว่ากิจกรรม WOA (Work Observe Activity) โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานดังแสดงในภาพที่ 21



ภาพที่ 21 แผนงานการทำกิจกรรม WOA (Work Observe Activity)

โดยปัญหาที่พบในการทำงานคือ จากการที่โรงงานผลิตยางรถยนต์ต้องมีการใช้ทรัพยากรในการผลิตหลายๆอย่างทำให้เกิดของเสียในกระบวนการไม่ว่าจะเกิดจากการกระทำของคน เครื่องจักรหรือ วิธีการทำงานของพนักงานจำนวนมาก ดังนั้นเราจะมีวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้กิจกรรม WOA ในด้านของงานที่เกี่ยวกับคุณภาพโดยที่จะเริ่มจากกระบวนการในการกำหนดหาปัญหาที่เกิดขึ้นจากหน้างานจริงโดยทำการศึกษาจากปัญหาที่เกิดขึ้นจริงหน้าเครื่องจักรการผลิตแล้วทำการวิเคราะห์หาสาเหตุแล้วก็ทำการแก้ปัญหาดังแสดงในภาพที่ 22

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Work Observation Activity Patrol

Section Building line G H Date 28 June'13 Point : พฤติกรรมการทำงานที่ผิดกฎคุณภาพ

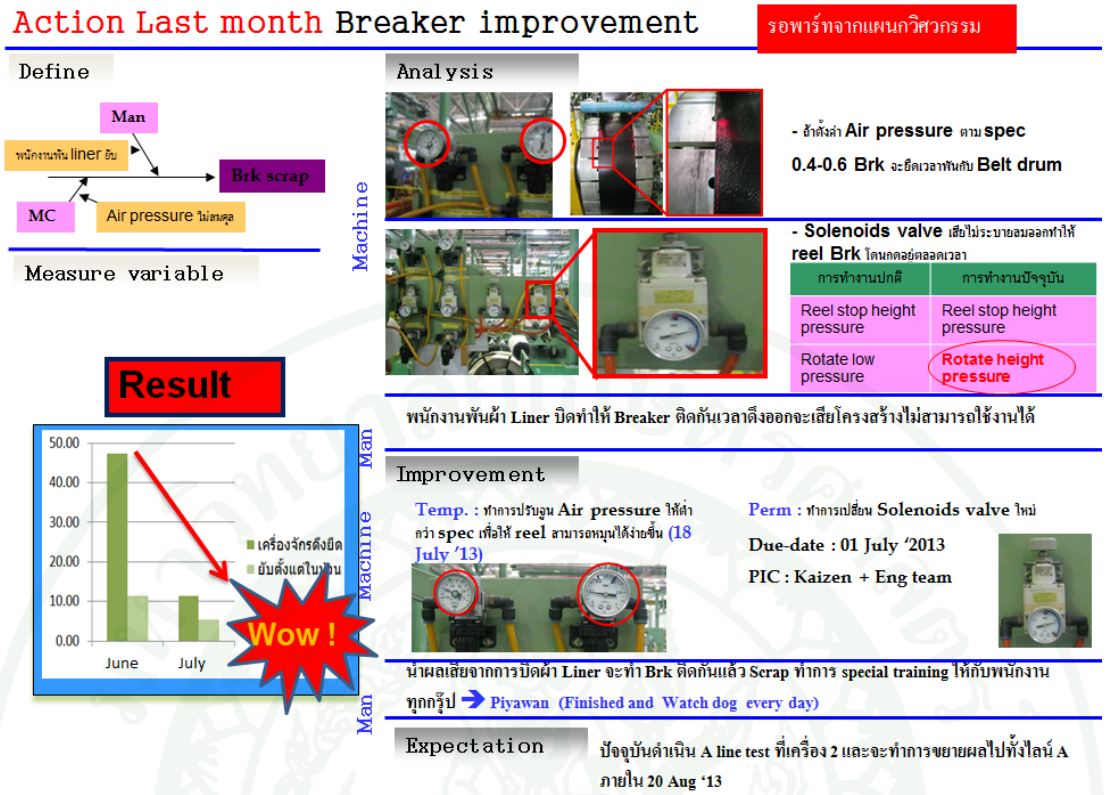
Machine/Process	Activity	Result of Observation				Root cause	Action	PIC	Due Date
		Quality Rule		Work Instruction					
		OK	NG	OK	NG				
	5.Jog box ply 3 ชำรุดขาด อาจส่งผลต่อการดึง					ไม่มีการตรวจสอบประจำวัน	Kaizen team	ดำรงค์	
	6.รถเข็น RC จอดไม่ตรง						แก้ไข Stop ใหม่	วรวิทย์	
36	1.Board วางPlan ไม่มีการ up date					- หัวหน้าขาดการเน้นย้ำกับพนักงาน	- จัดแผนการเดินตรวจสอบไลน์การผลิตของผู้ควบคุมไลน์	กวิ	30-Jun-13
	2.มี Bead code เดียวกัน 2คัน					- หัวหน้าขาดการเน้นย้ำกับพนักงาน	- จัดแผนการเดินตรวจสอบไลน์การผลิตของผู้ควบคุมไลน์	กวิ	30-Jun-13
	3.ไม่มีพื้นที่สำหรับถังขยะ						- ตีกรอบพร้อมระบุพื้นที่	กวิ	30-Jun-13
	4.พนักงานทิ้ง SW ดำ ในภาชนะ SW ขาว					- หัวหน้าขาดการเน้นย้ำกับพนักงาน	- จัดแผนการเดินตรวจสอบไลน์การผลิตของผู้ควบคุมไลน์	กวิ	30-Jun-13

Remark:Patrol on every Wednesday (13.00-14.00 pm) and send this report to Mr.KIKUDA after finish patrol

Report	Check by
Sureerat Chatjet	Team WOA
28 June '13	28 June '13

ภาพที่ 22 ผลของการเดินตรวจสอบที่หน้างานจริงโดยการอ้างอิงกับกฎของคุณภาพ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 23 การวิเคราะห์และแก้ไขปัญหาโดยพนักงานทุกคนมีส่วนร่วม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

TO:HR&GA
懲戒処分申請書
ใบคำร้องการลงโทษ

以下の通り、規則違反がありましたので報告します。
然るべき処分を申請します。
ขอรายงานการฝ่าฝืนกฎตามรายละเอียดด้านล่างนี้
จึงขอยื่นคำร้องให้มีการลงโทษอย่างเหมาะสม
1.違反者氏名
ชื่อพนักงาน .....
2. ID番号
รหัสพนักงาน .....
3.場所
สถานที่ .....
4.日時
วันเวลา .....
5.内 該当する違反項目にチェック
รายละเอียดการฝ่าฝืนกฎ

☐ 作業着・保護具違反 ฝ่าฝืนกฎการแต่งกาย・การสวมอุปกรณ์ป้องกัน
(シャツ・ズボン・帽子・ヘルメット・安全靴・他保護具)
(เสื้อ・กางเกง・หมวก・helmet・รองเท้าเซฟตี้・อุปกรณ์ป้องกันอื่นๆ)

☐ 作業手順違反 ฝ่าฝืนขั้นตอนการปฏิบัติงาน

☐ 現場での禁止事項(水以外の飲食、横になる・寝る)
หัวข้อห้ามต่างๆของหน้างาน(รับประทานอาหารหรือดื่มเครื่องดื่มยกเว้นน้ำเปล่า、นอน、หลับ)

☐ 就業時刻違反 ฝ่าฝืนเรื่องเวลาในการปฏิบัติงาน

☐ 喫煙違反 ฝ่าฝืนเรื่องการสูบบุหรี่

☐ 職場放棄、仕事放棄 ละทิ้งหน้างาน、ละทิ้งงาน

☐ ギャンブル เล่นพนัน

☐ 麻薬 ใช้สารเสพติด

☐ その他( )
อื่นๆ

Signature		
Employee	Superior	Checker

ภาพที่ 24 แสดงการลงโทษสำหรับผู้ที่ไม่ปฏิบัติตามกฎ

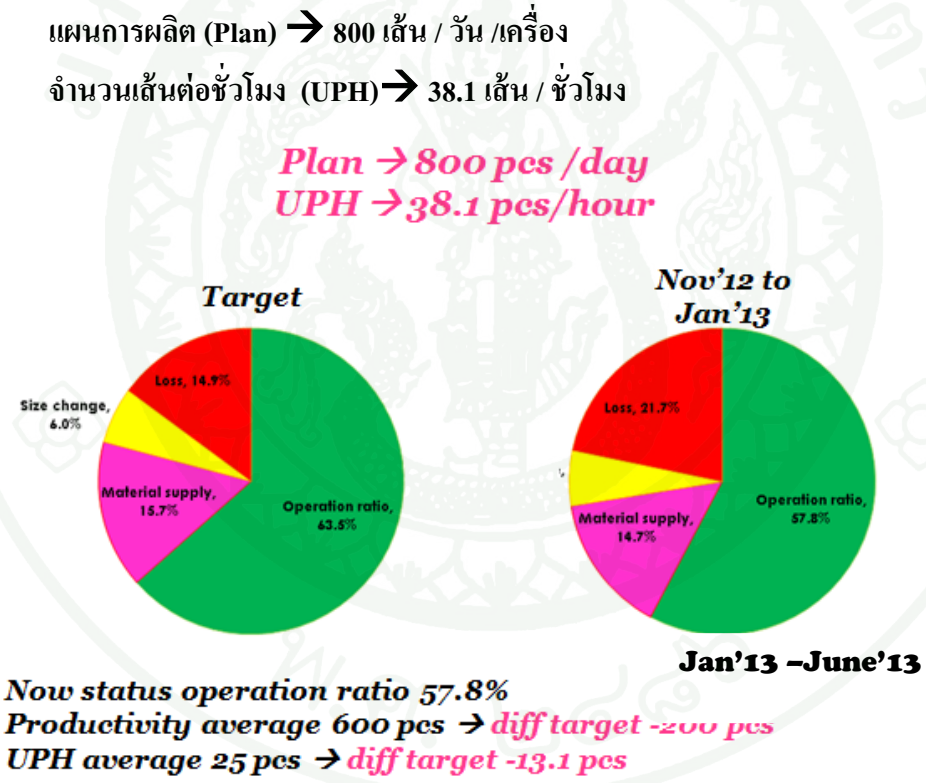
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กระบวนการในการกำหนดหาปัญหาที่เกิดขึ้นจากหน้างานดังนี้

1. ศึกษาปัญหาเรื่องยอดการผลิตที่ไม่ได้ตามเป้าหมายที่ตั้งไว้

2. ทำการจับเวลาที่ใช้ในการทำงานจริงๆในกระบวนการทำงานของพนักงานโดยให้พนักงานทำงานตามปกติที่พนักงานแต่ละคนทำโดยใช้นาฬิกาจับเวลาเข้าไปทำการจับในแต่ละกระบวนการที่พนักงานทำ

3. ทำการรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการไปจับเวลาจริงที่กระบวนการทำงานเพื่อจะทำการหาข้อบกพร่องต่างๆ (Loss time) ที่เกิดขึ้นโดยการใช้การจับเวลาที่ใช้ในการผลิตจริง



ภาพที่ 25 แสดงยอดการผลิตต่อชั่วโมงที่ยังไม่ถึงมาตรฐานที่ตั้งไว้ของปี พ.ศ. 2556

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 26 นาฬิกาจับเวลา

Group

Mgr. G/L | Production Capacity Sheet | Part # | Name | Type | Units | Date : | Page | Section | Name

Seq.	Process Name	Machine	Basic Operation Time: Manual Time Min.	Manual Time Sec.	Auto Time Min.	Auto Time Sec.	Time to Complete Min.	Time to Complete Sec.	Tool Changes: Interval	Tool Changes: Set-Up	Capacity ( )	Remarks (Manual —— Auto ----)
		Total										

ภาพที่ 27 แบบฟอร์มการบันทึกเวลาในการจัดทำกิจกรรม WOA (Work Observe Activity)

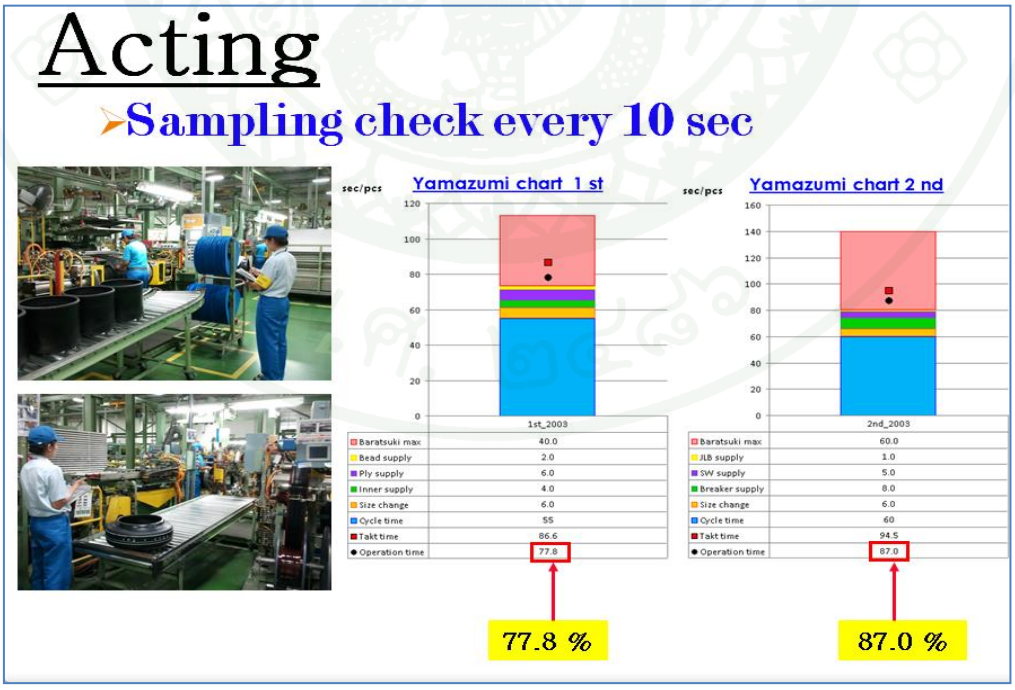
4. ทำการบันทึกข้อมูลของกระบวนการต่างๆลงในตารางแสดงค่ามาตรฐานการทำงาน (Standard Work Combination Table)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

SP Type 2nd Stage Building Machine		Standard Work Combination Table			Production Plan 800	Takt Time 94.5	Cycle Time 57	Making Day 10/6/2011	Record Siriluk S.	Hand Auto Walk	Number 3
Order	Work Contents	Hand	Auto	Walk							
1	Breaker 1 wind up	2.7									
2	Cut+Joint	8.1									
3	Breaker 2 wind up	2.7									
4	Cut+Joint	3.6									
5	Press auto JLB and Tread		21.6	1.0							
6	Joint SW	3.6		1.2							
7	Press auto stitch sidewall		8.7								
8	Take out RC put on conveyer	2.8		1.2							
9	Set 1st cover put on Former clamp	5.8									
10	Take out 1st cover from 3rd stage	1.9		1.5							
11	Put 1st cover on the handle	1.0									
12	Set 1st cover on 3rd stage	4.0									
13	Press auto sidewall wind up		24.0								
14	Joint Tread	4.0		1.8							
15	Auto transfer to shapping		25.7								
16	Lift Tread	5.1		1.7							
Sum		45.3		3.3							
				11.7							

ภาพที่ 28 แบบฟอร์มการทำมาตรฐานของการทำงานกิจกรรม WOA (Work Observe Activity)

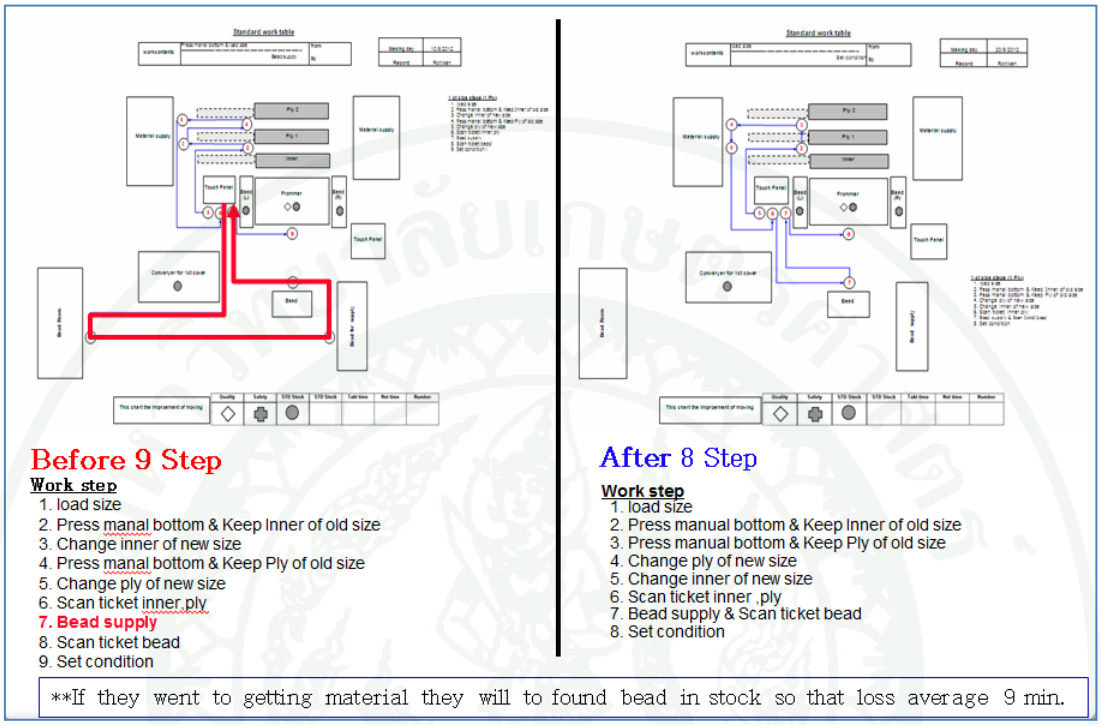
5. ทำการหาข้อบกพร่องต่างๆ (Loss time) โดยการบันทึกลงในกราฟแท่ง Comparison Yamazumi chart โดยการตรวจสอบทุกๆ 10 วินาที



ภาพที่ 29 การทำงานกิจกรรม WOA (Work Observe Activity)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6 .ทำการแก้ไขปรับปรุง (Kaizen) โดยการกำหนดมามาตรฐานใหม่ (Standard Work) ขึ้นมาเพื่อประยุกต์ใช้กับกระบวนการ



ภาพที่ 30 การปรับปรุง (Kaizen) กิจกรรม WOA

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลและวิจารณ์

ผล

จากการศึกษาและจัดเก็บข้อมูลในกระบวนการผลิตยางรถยนต์ของบริษัทผลิตยางรถยนต์กรณีตัวอย่างมีวัตถุประสงค์เพื่อลดต้นทุนการผลิตของกระบวนการผลิตยางรถยนต์โดยผลการประยุกต์ใช้หลักการทางเทคโนโลยีสะอาด มีรายละเอียดดังนี้

1. ผลการใช้หลักการ R – Reduce เพื่อเพิ่มผลิตภาพสีเขียวในกระบวนการผลิตยางรถยนต์

ตารางที่ 5 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์จากผลการทดลองปรับความเร็วรอบของมอเตอร์

ลำดับของเงื่อนไขการทดลอง	SS Stitcher Low speed (รอบ / วินาที)	SS Stitcher Medium speed (รอบ / วินาที)	SS Stitcher High speed (รอบ / วินาที)	เวลารวมที่ทำการขึ้นรูปยาง (วินาที)
1	10	25	40	19.07±0.19
2	10	25	45	16.44±0.38
3	10	25	50	15.58±0.07
4	10	30	40	17.31±0.02
5	10	30	45	16.47±0.41
6	10	30	50	16.40±0.52
7	10	35	40	15.45±0.33
8	10	35	45	15.44±0.53
9	10	35	50	15.09±0.18
10	15	25	40	15.49±0.43
11	15	25	45	14.62±0.44
12	15	25	50	12.55±0.45
13	15	30	40	12.48±0.52
14	15	30	45	11.58±0.81
15	15	30	50	10.85±0.25
16	15	35	40	10.01±0.31

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 5 (ต่อ)

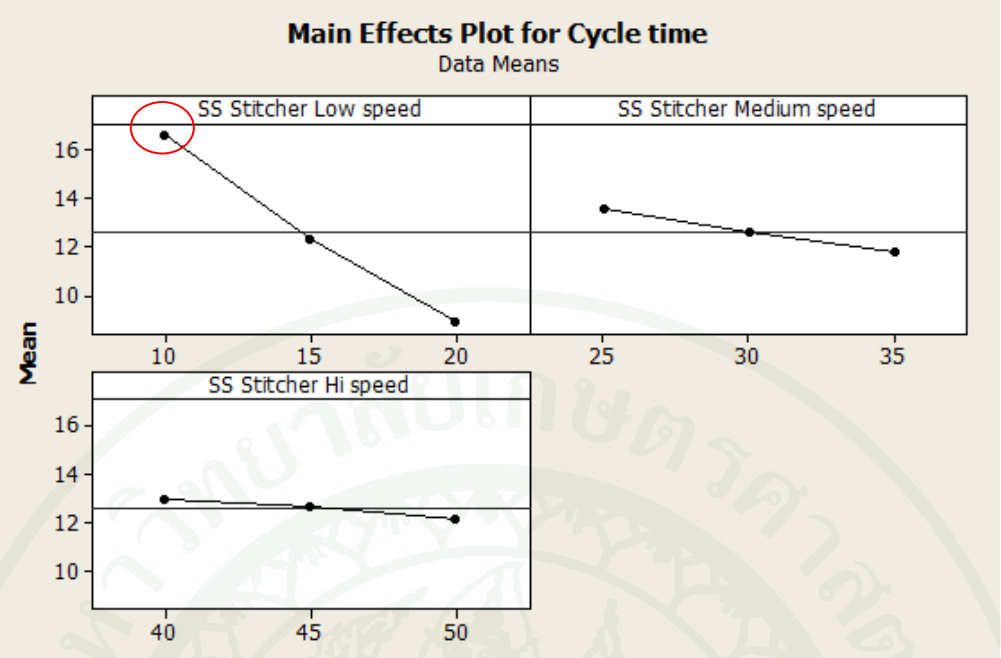
ลำดับของเงื่อนไขการทดลอง	SS Stitcher Low speed (รอบ / วินาที)	SS Stitcher Medium speed (รอบ / วินาที)	SS Stitcher Hi speed (รอบ / วินาที)	เวลารวมที่ทำการขึ้นรูปยาง (วินาที)
17	15	35	45	10.00±0.05
18	15	35	50	10.00±0.06
19	20	25	40	9.65±0.18
20	20	25	45	9.07±0.04
21	20	25	50	9.09±0.04
22	20	30	40	9.09±0.12
23	20	30	45	9.18±0.26
24	20	30	50	9.65±0.31
25	20	35	40	8.23±0.18
26	20	35	45	9.22±0.93
27	20	35	50	7.03±0.39

การลดการใช้พลังงานไฟฟ้าจากการปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่องจักรโดยการหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่มีนัยสำคัญโดยดูจากค่า *p*-value จะต้องน้อยกว่า 0.05 ซึ่งผลวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์จากผลการทดลองปรับความเร็วรอบของมอเตอร์

ความเร็วรอบมอเตอร์	Stitcher Low speed	Stitcher Medium speed	Stitcher High speed
Stitcher Low speed	N/A	**0.008**	0.247
Stitcher Medium speed	**0.008**	N/A	0.07
Stitcher Hi speed	0.247	0.07	N/A

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 31 ผลการวิเคราะห์ Main Effects

จากการวิเคราะห์จึงสามารถกำหนดเงื่อนไขที่เหมาะสมในการขึ้นรูปยางรถยนต์ของแต่ละตัวแปรจาก Main effect plot สามารถกำหนดค่าเงื่อนไขของปัจจัยต่างๆที่ใช้ในการขึ้นรูปยางรถยนต์คือได้ดังนี้

SS Stiticher Low speed ความเร็วมอเตอร์ที่เหมาะสมคือ 15 รอบต่อวินาที

SS Stiticher Meduiam ความเร็วมอเตอร์ที่เหมาะสมคือ 35 รอบต่อวินาที

SS Stiticher High speed ความเร็วมอเตอร์ที่เหมาะสมคือ 45 รอบต่อวินาที

ผลวิเคราะห์หาความสัมพันธ์เชิงเส้นของตัวแปรแต่ละตัวที่ส่งผลต่อค่าการขึ้นรูปของยางรถยนต์โดยใช้วิธี Regression และทำการตรวจสอบดูว่า โมเดลหรือสมการ ที่เราได้จากการใช้ Regression นั้นดีเพียงพอหรือยังโดยใช้หลักการ Lack of Fit Test มาตรวจสอบ โดยสมการความสัมพันธ์เชิงเส้นสามารถแสดงได้ดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

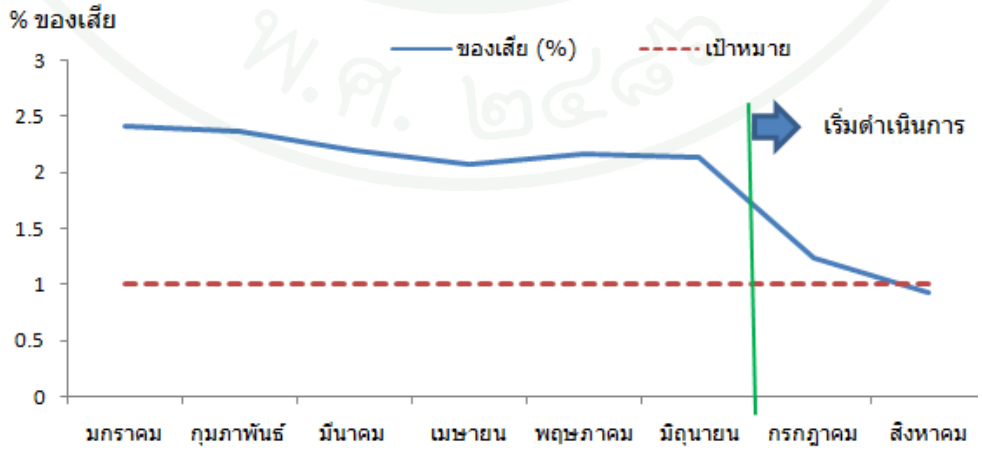
ระยะเวลาการประกอบยางรถยนต์ (Cycle time) = 33.1 - 0.766 SS Stitcher Low speed - 0.177 SS Stitcher Medium speed - 0.0817 SS Stitcher Hi speed

จากช่วงเวลาดำเนินการด้วยเงื่อนไขดังกล่าวระหว่างเดือนมกราคม – กรกฎาคม 2556 โดยจากการตรวจสอบด้วยเครื่องวัดกระแสไฟฟ้าพบว่าก่อนปรับปรุงมีการใช้ไฟฟ้า 104,894.69 kW / hr ส่วนภายหลังการปรับปรุงนั้นการใช้กำลังไฟฟ้าลงเหลือ 103,568.00 kW.hr ซึ่งสามารถลดพลังงานไฟฟ้าได้ 1326.69 kW.hr โดยใน 1 เดือนนั้นเครื่องจักรเดิน 720 ชั่วโมงต่อเดือน ซึ่งคิดเป็นพลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ 955,216.80 kW / month (720 x 1326.69) คิดเป็น 11,462,601.6 kW /Yr.

หากค่าไฟราคา 3.30 บาทต่อหน่วย สามารถคิดเป็นเงินที่สามารถประหยัดได้ 3,152,215.44 บาทต่อเดือน (3.30 x 955,216.80) คิดเป็น 37,826,585.28 บาทต่อปี หากค่าแฟคเตอร์การปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ของพลังงานไฟฟ้าคือ 0.6093 $kgCO_2e$/ kW.hr สามารถลดการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ได้เท่ากับ 538,876.63 $kgCO_2e$ ต่อเดือน (0.6093 x 955,216.80) คิดเป็น 582,013 .6 $kgCO_2e$ ต่อปี และสามารถเพิ่มยอดการผลิตได้มากกว่า 800 เส้นต่อวันและสามารถลด Cycle time จาก 29 นาทีเป็น 20 นาที

2. ผลการใช้หลักการ R – Reuse เพื่อเพิ่มผลิตภาพสีเขียวในกระบวนการผลิตยางรถยนต์

ผลช่วงเวลาดำเนินการภายหลังการปรับปรุงกระบวนการนำยางกลับมาใช้ใหม่พบว่าสภาพของปัญหาและของเสียที่กระบวนปัจจุบันพบว่ามีแนวโน้มที่ลดลงมากกว่า 50 % และอยู่ต่ำกว่าเกณฑ์ที่สถานประกอบการกรณีศึกษากำหนดดังแสดงในภาพที่ 32



ภาพที่ 32 จำนวนของเสียในแต่ละเดือน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. ผลการใช้หลักการ R – Recycle เพื่อเพิ่มผลิตภาพสีเขียวในกระบวนการผลิตยางรถยนต์

ผลการนำพลาสติกมาใช้ใหม่พบว่าสามารถประหยัดเงินได้เฉลี่ยเดือนละ 68,660 บาทต่อเดือน และจะสามารถคืนต้นทุนของส่วนผสมทั้งหมดภายในระยะเวลา 10 เดือน โดยสามารถแสดงตามประเภทของพลาสติดได้ดังนี้

1. เม็ดพลาสติกสีขาว GT 050

จากการนำพลาสติกที่ใช้แล้วมาบดผสมกับพลาสติกใหม่พบว่าสามารถลดปริมาณวัตถุดิบที่เป็นเม็ดพลาสติกใหม่ได้ 1,000 กิโลกรัมต่อเดือน (12,000 กิโลกรัมต่อปี) ซึ่งสามารถคิดเป็นเงินได้ 65,000 บาทต่อเดือน (780,000 บาทต่อปี) ดังแสดงในภาพที่ 34

Before	After
Reduce use chemical no.GT 050	Purpose : For keep to quality of calateristics. Rate mixed : **OLD** : Return poly 97 % 3% : **NEW** : Return poly100 % 0% Monitoring 6 Month is no problem found.
Detail: Price : 65 Baht Purchase Q'ty 5700 Kg / Month. Total cost : 370000 Baht	**Detail:** Price : 225 I Purchase G 65 Bath Month. Total cost : 305500 Baht

ภาพที่ 33 ผลการ Recycle Poly plastic ชนิด GT 050

2. พลาสติกสีแดง PEM030

จากการนำพลาสติกที่ใช้แล้วมาบดผสมกับพลาสติกใหม่พบว่าสามารถลดปริมาณวัตถุดิบที่เป็นเม็ดพลาสติกใหม่ได้ 8 กิโลกรัมต่อเดือน(96 กิโลกรัมต่อปี) ซึ่งสามารถคิดเป็นเงินได้ 4,160 บาทต่อเดือน (49,920 บาทต่อปี) ดังแสดงในภาพที่ 35

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Before	After
Reduce use chemical no.PEM030	Purpose : For keep to quality of calateristics. Rate mixed : **OLD** : Return poly 97 % 3% : **NEW** : Return poly 100 % 0%
Detail: Price : 520 Baht/Kg Purchase Q'ty 575 Kg / Month. Total cost : 299000 Baht	**Detail:** Price: 520 Baht/Kg Purchase Q'ty 567 Kg / Month. Total cost :294840 Baht

ภาพที่ 34 ผลการ Recycle Poly plastic ชนิด PEM030

โดยความหนาของแผ่นพลาสติกเฉลี่ยสามารถแสดงได้ดังนี้

1. มาตรฐานที่รับได้ในส่วนของ Side wall ที่หนา 0.20 มิลลิเมตร คือ 0.20 ± 0.03 มิลลิเมตร โดยผลของการวัดแสดงได้ดังแสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 การตรวจสอบความหนาของแผ่นโพลี พลาสติกในส่วน Side wall

ผลิตภัณฑ์	ตำแหน่ง	ครั้งที่ 1	2	3	4	5	6	7	เฉลี่ย
100x80	ซ้าย	0.23	0.22	0.23	0.21	0.19	0.20	0.21	0.21
100x80	ขวา	0.22	0.21	0.23	0.21	0.21	0.20	0.20	0.21
100x81	ซ้าย	0.22	0.22	0.21	0.22	0.22	0.20	0.22	0.22
100x81	ขวา	0.21	0.21	0.21	0.22	0.21	0.21	0.21	0.21

2. มาตรฐานที่รับได้ในส่วนของ Side wall ที่หนา 0.12 มิลลิเมตร คือ 0.12 ± 0.03 มิลลิเมตร โดยผลของการวัดแสดงได้ดังแสดงในตารางที่ 8

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 8 การตรวจสอบความหนาของแผ่นโพลี พลาสติกในส่วน Edge strip

ผลิตภัณฑ์	ตำแหน่ง	ครั้งที่							เฉลี่ย
		1	2	3	4	5	6	7	
100x80	ซ้าย	0.12	0.14	0.11	0.11	0.10	0.11	0.11	0.11
100x80	ขวา	0.12	0.12	0.12	0.12	0.11	0.12	0.11	0.12
100x81	ซ้าย	0.11	0.11	0.11	0.11	0.12	0.11	0.11	0.11
100x81	ขวา	0.12	0.11	0.11	0.11	0.10	0.11	0.11	0.11

ซึ่งจากผลการทดสอบพบว่าคุณภาพด้านความหนาของพลาสติกที่มาจากการผสมระหว่างเม็ดพลาสติกที่นำมารีไซเคิลต่อเม็ดพลาสติกใหม่พบว่าอยู่ในมาตรฐานคุณภาพที่ยอมรับได้

การคำนวณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และปริมาณสารตะกั่วที่ลดลง ในการวัดผลการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตามแนวทางงานวิจัยนี้ จะเน้นที่กระบวนการที่สามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าลงได้โดยใช้ค่าแฟคเตอร์การปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์เท่ากับ 0.6093 ($kgCO_2e$/หน่วย) โดยการวัดผลการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากกิจกรรมการปรับปรุงเครื่องจักรให้มีการใช้พลังงานไฟฟ้าลดลง และนำไปสู่การลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ลดลงด้วย ซึ่งสามารถสรุปผลภายหลังการปรับปรุงเครื่องจักร ณ จุดต่างๆ ได้ดังตารางที่ 9

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

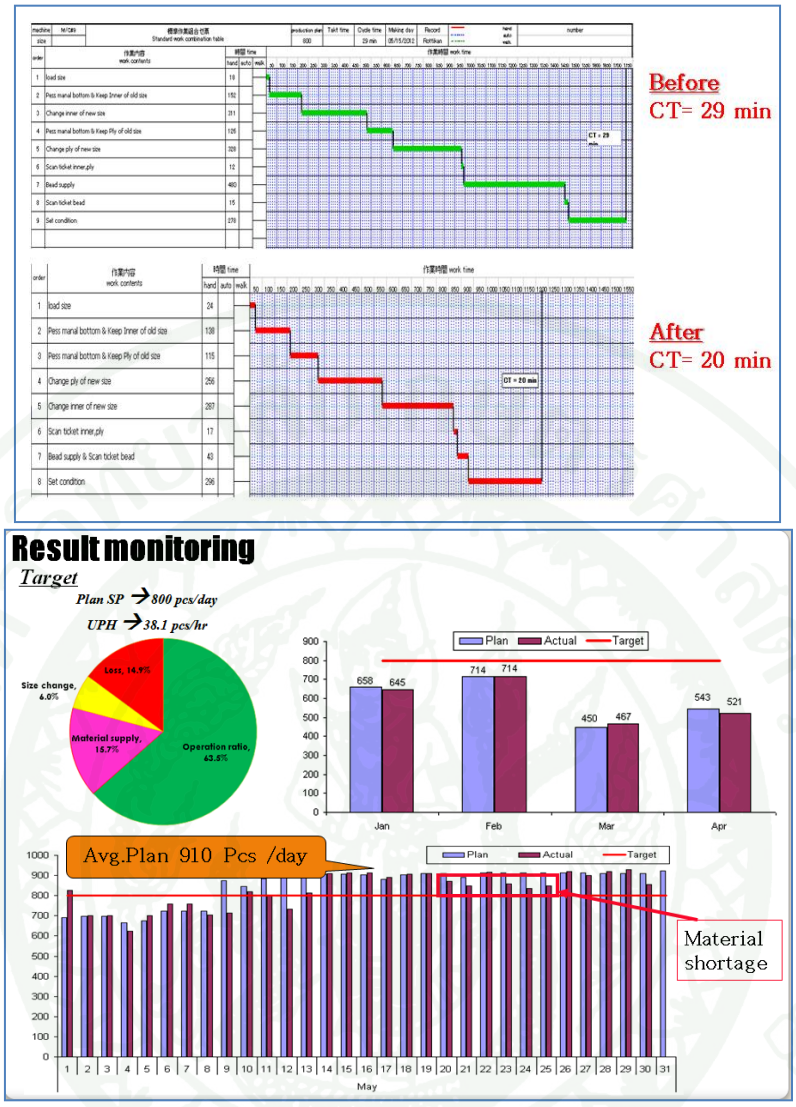
ตารางที่ 9 การคำนวณการใช้พลังงานไฟฟ้าและการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ของเตาเผาเศษ Poly plastic

เครื่องจักร	เตาเผาเศษพลาสติก	
การปรับปรุง	นำมา Recycle ใช้ใหม่	
การใช้พลังงานไฟฟ้า	ก่อนปรับปรุง	400 kW.hr
	หลังปรับปรุง	0 kW.hr
ลดลง	400	kW.hr
	3,360,000	kW / Yr
		(8,400 ชั่วโมงต่อปี)
คิดเป็นเงิน	1,018,182	บาทต่อปี (ค่าไฟ 3.3 บาทต่อหน่วย)
การปล่อย CO2	3,360,000 กิโลวัตต์ต่อปี x 0.5610	= 1,884,960
$kgCO_2e$/ W.hr		$kgCO_2e$/Yr.

4. ผลการปรับปรุงวิธีการทำงานเพื่อเพิ่มยอดการผลิตยางรถยนต์

จากผลของช่วงเวลาดำเนินการทำวิจัยพบว่า ผลที่ได้รับจากการตรวจสอบยอดการผลิตของเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2556 พบว่าสามารถเพิ่มยอดการผลิตได้มากกว่า 800 เส้นต่อวันและสามารถลด Cycle time จาก 29 นาทีเป็น 20 นาที ดังแสดงในภาพที่ 35

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 35 ผลของการทำกิจกรรม WOA (Work Observe Activity)

วิจารณ์

การใช้ผลิตภาพสีเขียว ภายใต้หลักการ 3R สามารถลดต้นทุนให้กับโรงานอุตสาหกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ ประสิทธิผลที่ได้รับภายหลังการปรับปรุงกระบวนการผลิตยางรถยนต์ทำให้เห็นได้ชัดว่า มีการใช้พลังงานไฟฟ้าและวัสดุใหม่ที่นำมาใช้ในกระบวนการผลิตนั้นลดลง ซึ่งยังผลให้ค่าการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์นั้นลดลงตามไปด้วย ซึ่งส่วนต่างของอัตราการล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่โรงงานแห่งนี้ได้รับกับค่าการปลดปล่อยจริงจะสามารถนำไปสร้างเป็นเม็ดเงินโดยขายในรูปแบบของ Carbon Credit ให้กับโรงงานอื่นๆ ที่ต้องการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

จากงานวิจัยนี้นำแนวทางผลิตภาพสีเขียวมาประยุกต์ใช้ในสายการผลิตยางรถยนต์ในส่วนของกระบวนการประกอบยางรถยนต์โดยมีปัญหาหลักดังนี้คือ การใช้พลังงานไฟฟ้าที่ไม่จำเป็น การใช้วัสดุในการผลิตยังไม่คุ้มค่า และยอดของการผลิตนั้นไม่เป็นไปตามเป้าหมาย โดยปัญหาเหล่านี้ได้ถูกพัฒนาและแก้ไขโดยใช้หลักการ 3Rs และ WOA โดยสรุปดังนี้

R: Reduce ใช้ปรับปรุงการใช้ไฟฟ้าในกระบวนการผลิตยางรถยนต์

R: Reuse นำยางผสม (Compound rubber) ในการขึ้นรูปยางรถยนต์ที่เหลือมาใช้ใหม่

R: Recycle นำพลาสติกหุ้มส่วนประกอบยางรถยนต์ที่เหลือมาใช้ใหม่

WOAใช้ในการปรับปรุงวิธีการทำงานให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นเพื่อให้ยอดการผลิตเป็นไปตามเป้าหมาย

โดยจากการปรับปรุงพบว่า

1) จากการใช้ R: Reduce สามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้า 11,462,601.6 กิโลวัตต์ต่อปี คิดเป็นเงิน 37,826,585.28 บาทต่อปี และสามารถลดการปล่อย CO_2 ได้ 582,013.6 $kgCO_2e$ ต่อปี

2) จากการใช้ R: Reuse พบว่าสภาพของปัญหาและของเสียที่กระบวนปัจจุบันพบว่ามีแนวโน้มที่ลดลงมากกว่า 50 %

3) จากการใช้ R:Recycle สามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้า 3,360,000 กิโลวัตต์ต่อปี คิดเป็นเงิน 1,018,182 บาทต่อปี และสามารถลดการปล่อย CO_2 ได้ 1,884,960 $kgCO_2e$ ต่อปี

จากการใช้ WOA พบว่าสามารถเพิ่มยอดการผลิตได้มากกว่า 800 เส้นต่อวันและสามารถลด Cycle time จาก 29 นาทีเป็น 20 นาที

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ซึ่งทั้งกระบวนการประกอบยางรถยนต์สามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ 6,799,601.4 กิโลวัตต์ต่อปี คิดเป็นเงิน 2,299,048.62 บาท และสามารถลดการปล่อย CO_2 ได้ 3,917,286.07 $kgCO_2e$ ต่อปี นอกจากนี้ของเสียในกระบวนการผลิตลดลง และการปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานด้วย WOA สามารถผลิตยางได้ตามเป้าหมายสถานประกอบการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 10 สรุปผลการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าและการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์หลังการ ปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่องจักร

กระบวนการ	ลดการใช้พลังงานไฟฟ้า (kW / Yr)		คิดเป็นเงิน (บาทต่อปี)		ลดการปล่อย CO2 ($kgCO_2e$ /Yr)	
	ก่อนทำ	หลังทำ	ก่อนทำ	หลังทำ	ก่อนทำ	หลังทำ
ประกอบขึ้นรูปยาง	906,290,121.6	894,827,520.0	2,990,757,401.3	2,952,930,816.0	508,428,758.2	501,998,238.7
ขึ้นรูปพลาสติกหุ้มล้อรถยนต์	3,360,000.0	0	9,046,182	7,204,080.0	1,884,960.0	0
รวม	909,650,121.6	894,827,520.0	2,999,803,583.3	2,960,134,896.0	510,313,718.2	501,998,238.7

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้สามารถเป็นแนวทางสำหรับนำเทคโนโลยีสะอาดไปประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมอื่นๆ ได้โดยสามารถขยายให้ครอบคลุมทั้งองค์กร นอกจากนี้ด้วยเทคโนโลยีการคำนวณด้วยคอมพิวเตอร์ที่ทันสมัย จึงมีการสร้างโปรแกรมคำนวณสำหรับช่วยองค์กรในการออกแบบระบบเพื่อพัฒนาสายการผลิตให้เป็นเทคโนโลยีสะอาด การนำโปรแกรมนี้ไปใช้งานจะช่วยให้องค์กรเห็นผลิตภาพสีเขียวขององค์กรก่อนที่จะนำไปใช้จริง ซึ่งจะสามารถประเมินได้ถึงข้อดีและข้อเสีย รวมถึงปรับเงื่อนไขให้มีความที่เหมาะสมก่อนนำไปใช้งานจริง โดยโปรแกรมคำนวณนี้อาจใช้เป็นเครื่องมือหนึ่งสำหรับงานวิจัยด้านเทคโนโลยีสะอาดต่อไปในอนาคต

นอกจากนี้ หากสถานประกอบการภาคอุตสาหกรรมต้องการผลักดันการผลิตภาพสีเขียวให้สำเร็จ ผู้บริหารระดับสูงและพนักงานทุกระดับ จำเป็นต้องให้ความร่วมมือและให้ความสำคัญกับการปรับปรุงระบบการผลิตอย่างจริงจัง โดยประโยชน์ที่สถานประกอบการจะได้รับไม่เพียงแต่ประหยัดค่าใช้จ่ายที่สูญเสียไปในด้านต่างๆ เท่านั้น แต่ยังรวมไปถึงการสนองตอบต่อนโยบายภาครัฐที่ได้กำหนดแผยแม่บทเรื่องของเทคโนโลยีสะอาดไว้ อันจะส่งผลต่อภาพลักษณ์ด้านการพัฒนาสิ่งแวดล้อมที่ยั่งยืนของประเทศไทย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. 2545. **แผนแม่บทแห่งชาติว่าด้วยการผลิตที่สะอาด**.

กรมโรงงานอุตสาหกรรม. 2551. **เทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดสำหรับโรงงานอุตสาหกรรม.**

คณะกรรมการเทคนิคด้านคาร์บอนฟุตพริ้นต์ของผลิตภัณฑ์. 2554. **แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์**. สำนักพิมพ์ บริษัท อมรินทร์ พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จากัด, กรุงเทพฯ.

จิรายุ กุลกฤตพงษ์. 2555. **ผลิตภาพสีเขียวสำหรับอุตสาหกรรมการผลิตกระจกลามิเนตนา.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์**.**

เฉลิมพล ตู้จินดา. 2013. **การศึกษาหลักปฏิบัติเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดเรื่องการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการป้องกันมลพิษ.**

นนท์. 2549**. เทคโนโลยีสะอาดไปประยุกต์ใช้ในกระบวนการผลิตข้าวโพดหวานบรรจุกระป๋อง**

สำนักเศรษฐกิจอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม. 2554. **แนวทางการพัฒนาอุตสาหกรรมไทยตามแนวคิดการเพิ่มผลิตภาพสีเขียว (Green Productivity).** : 1-2.

Boyle, C. 1999. Cleaner production in New Zealand. **Journal of Cleaner Production** Vol. 7(1), 59-67.

Fija, T. 2007. An environmental assessment method for cleaner production technologies. **Journal of Cleaner Production** Vol. 15(10), 914–919.

Chavalparit, O. and M. Ongwandee. 2009. Clean technology for the tapioca starch industry in Thailand. **Journal of Cleaner Production** Vol. 17(2), 105–110

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Chen, W. and R. Xu. 2010. Clean coal technology development in China. **Energy Policy** Vol. 38(5), 2123–2130

Shuanggu, Y., J. Baoguo and L. Chun. 2011. **The tentative idea of energy recovery based on 3R principle** Vol. 21, 1188–1192

Matsuda, M. and F. Kimura. 2013. Usage of a digital eco factory for the green production preparation. **Procedia CIRP** 7, 2013, 181–186

Ortolano, L., E.S. Triana, J. Afzal, C.L. Ali and S.A. Rebellón. 2014. Cleaner production in Pakistan's leather and textile sectors. **Journal of Cleaner Production** Vol. 68 (1), 121-129

Huang, Y. and G. Yang. 2012. The Applied Research of Green Production Technologies Based on the Production in Plastic Molding Factories, **Energy Procedia** Vol.14, pp. 247-254.

Aroonsrimorakot, S. and C. Yuwaree. 2013. Cleaner Technology Application in Printing Factory (Offset Lithography System). **APCBEE Procedia** 5, pp. 203–207

Kato, K., S. Nomura and H. Uematsu. 2003. Waste plastics recycling process using coke ovens. **Journal of Material Cycles and Waste Management** Vol. 5 (2), pp. 98–101

Iji, M. 1998. Recycling of epoxy resin compounds for moulding electronic components, **Journal of Materials Science** Vol. 33 (1), pp. 45-53

Staniškis, J. 2012. Sustainable consumption and production. **Clean Technologies and Environmental Policy** Vol. 14(6), pp. 1013–1014

Foo, D.C.Y. and H.L. Lam. 2013. Green technologies for Asia–Pacific economies. **Clean Technologies and Environmental Policy.** 15 (5), pp. 747-748

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Arena, U., M.L. Mastellone and F. Perugini. 2003. Life Cycle Assessment of a Plastic Packaging Recycling System**.** **International Journal of Life Cycle Assessment** Vol. 8 (2), pp. 92-98

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ก

แบบประเมินเทคโนโลยีสะอาด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก1 แบบประเมินเทคโนโลยีสะอาด ข้อมูลกระบวนการผลิต

ข้อมูลกระบวนการผลิต		
ลักษณะของกระบวนการ	[ ] Continuous [ ] Batch	[ ] Semi – Batch [ ] อื่นๆ
แผนผังกระบวนการผลิต		
วัตถุดิบขาเข้า	หน่วยการผลิต	ของเสีย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก2 แบบประเมินเทคโนโลยีสะอาด การคัดเลือกทางเลือกที่สามารถปฏิบัติได้

การเลือกทางเลือกที่สามารถปฏิบัติได้				
ทางเลือก CT	ทำได้ทันที	ต้องมีการศึกษาเพิ่มเติม	ไม่สามารถปฏิบัติได้	หมายเหตุ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก3 แบบประเมินเทคโนโลยีสะอาด การประเมินความเป็นไปได้ทางเทคนิค

การประเมินทางเทคนิค			
ทางเลือก CT	ใช่	ไม่ใช่	ไม่แน่ใจ
1.เคยมีบริษัทอื่นใช้ทางเลือกนี้มาก่อนหรือไม่			
2.ทางเลือกนี้จะรักษาคุณภาพผลิตภัณฑ์ไว้หรือไม่			
3.ทางเลือกนี้ไม่กระทบต่อกระบวนการผลิต			
4.ไม่ต้องการพนักงานเพิ่ม			
5.พนักงานสามารถทำการผลิตโดยใช้ทางเลือกนี้ได้หรือไม่			
6.ไม่ต้องการอบรมพนักงานเพิ่มเติม			
7.แน่ใจหรือว่าทางเลือกนี้จะทำให้เกิดของเสียน้อยลง			
8.แน่ใจหรือว่าทางเลือกนี้จะไม่เป็นการเปลี่ยนชนิดของของเสียจากอย่างหนึ่งไปเป็นอย่างอื่นซึ่งอันตรายมากกว่า			
9.ทางเลือกนี้เหมาะสมกับผังของโรงงานหรือไม่			
10.ผู้ขายเทคโนโลยีสามารถรับประกันได้หรือไม่			
11.ทางเลือกนี้จะทำให้สภาพแวดล้อมของการทำงานดีขึ้น ปลอดภัยขึ้นหรือไม่			
12.ทางเลือกนี้ลดของเสียที่แหล่งกำเนิดหรือไม่			
13.อะไหล่หาง่ายหรือไม่			
14.เป็นทางเลือกที่ใช้ง่ายหรือไม่			
15.ทางเลือกนี้ส่งเสริมการนำกลับมาใช้ใหม่หรือไม่			
คะแนนรวม			

คะแนน 0 - 4 : 1 (ต่ำ)

5 - 9 : 2 (ปานกลาง)

10 - 15 : 3 (สูง)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก4 แบบประเมินเทคโนโลยีสะอาด การประเมินความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์

การประเมินทางเศรษฐศาสตร์			
ทางเลือก CT	ใช่	ไม่ใช่	ไม่แน่ใจ
1.ทางเลือกนี้ทำให้ลดต้นทุนการใช้วัตถุดิบหรือไม่			
2.ทางเลือกนี้ทำให้ลดต้นทุนสาธารณูปโภคหรือไม่			
3.ทางเลือกนี้ทำให้ลดต้นทุนการจัดเก็บวัสดุและของเสียหรือไม่			
4.ทางเลือกนี้ทำให้ลดต้นทุนค่าปรับตามกฎหมายหรือไม่			
5.ทางเลือกนี้ทำให้ลดต้นทุนเรื่องการเจ็บป่วย/อุบัติเหตุ ของคนงานหรือไม่			
6.ทางเลือกนี้ทำให้ลดต้นทุนการจ่ายค่าประกันหรือไม่			
7.ทางเลือกนี้ทำให้ลดต้นทุนการกำจัดของเสียหรือไม่			
8.ทางเลือกนี้มีระยะเวลาคืนทุนที่น่าพอใจหรือไม่			
9.ทางเลือกนี้เหมาะกับการลงทุนหรือไม่ (พิจารณาทั้งต้นทุนขั้นแรก และต้นทุนในการบำรุงรักษา)			

คะแนน 0 - 3 : 1 (ต่ำ)

4 - 6 : 2 (ปานกลาง)

7 - 9 : 3 (สูง)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก5 แบบประเมินเทคโนโลยีสะอาด การคัดเลือกทางเลือกที่เหมาะสมเพื่อนำไปปฏิบัติ

การคัดเลือกทางเลือกที่เหมาะสมเพื่อนำไปปฏิบัติ				
ทางเลือก CT	คะแนนความเป็นไปได้		รวมคะแนน	ปฏิบัติได้ / ไม่ได้
	ด้านเทคนิค	ด้านเศรษฐศาสตร์		

คะแนน 1 = ต่ำ

2 = ปานกลาง

3 = สูง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ	นายพนมศักดิ์ วงศ์ศรีชา
เกิดวันที่	29 ธันวาคม พ.ศ. 2525
สถานที่เกิด	อำเภอนาแก จังหวัดนครพนม
ประวัติการศึกษา	วศ.บ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ตำแหน่งปัจจุบัน	พนักงานบริษัทเอกชน
สถานที่ทางานปัจจุบัน	บริษัทผลิตยางรถยนต์สัญชาติญี่ปุ่นแห่งหนึ่ง
ผลงานดีเด่นและ / หรือรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	-

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์