



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การพัฒนาโรงงานต้นแบบการผลิตแผ่นยางปูพื้นสำหรับกลุ่มวิสาหกิจชุมชน

Development of Pilot Plant to Produce Natural
Rubber Tile for Community Enterprise

โดย

ดร. ศิริพร ลาภเกียรติถาวร และคณะ
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

วันที่ 1 พฤษภาคม พ.ศ. 2560

สัญญาเลขที่ RDG 5950073

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การพัฒนาโรงงานต้นแบบการผลิตแผ่นยางปูพื้นสำหรับกลุ่มวิสาหกิจชุมชน

Development of Pilot Plant to Produce Natural
Rubber Tile for Community Enterprise

คณะผู้วิจัย

1. นางสาวศิริพร ลาภเกียรติถาวร
2. นางสาวจุฬาลักษณ์ พันธุ์น้อย
3. นายเจต พานิชภักดิ์
4. นางสาววราภรณ์ ฟางทวนิช
5. นายบวร นฤภัย

สังกัด

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

ชุดโครงการ “การพัฒนาอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม” ปีงบประมาณ 2559

สนับสนุนโดย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.)

และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

(ความเห็นในรายงานฉบับนี้เป็นของผู้วิจัย วช. - สกว. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

บทสรุปผู้บริหาร

รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการพัฒนาโรงงานต้นแบบการผลิตแผ่นยางปูพื้นสำหรับกลุ่มวิสาหกิจชุมชน ฉบับนี้ เป็นผลการดำเนินงานตามสัญญาการรับทุนอุดหนุนการวิจัยของสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ฝ่ายอุตสาหกรรม สัญญาเลขที่ RDG5950073 โดยมีระยะเวลาการดำเนินการของการวิจัย 12 เดือน นับตั้งแต่วันที่ 1 เดือนพฤษภาคม 2559 ถึงวันที่ 30 เดือนเมษายน 2560

โดยโครงการวิจัยมุ่งตอบสนองนโยบายของรัฐบาลในการส่งเสริมและพัฒนากิจการแปรรูปผลิตภัณฑ์กลุ่มวิสาหกิจชุมชนและนโยบายการเพิ่มการใช้ประโยชน์จากยางพาราภายในประเทศให้มากขึ้น จากปัญหาของการส่งออกยางปัจจุบันส่วนใหญ่อยู่ในรูปวัตถุดิบและยางแปรรูปขั้นต้น ซึ่งมีมูลค่าเพิ่มที่ต่ำมาก ดังนั้นโครงการวิจัยนี้ในภาพรวมได้กำหนดเวลาการวิจัยไว้ 2 ปี โดยในปีแรกเน้น การพัฒนาคุณภาพแผ่นยางปูพื้นจากยางพาราให้มีคุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม และปีที่สองเน้นการยกระดับขีดความสามารถของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนอุตสาหกรรมแปรรูปผลิตภัณฑ์ยางพารา อ.วังจันทร์ จ.ระยองให้เป็นโรงงานต้นแบบ โดยคาดหวังว่าเมื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ของกลุ่มให้มีคุณสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแล้ว ผลิตภัณฑ์สามารถแข่งขันในตลาดได้ มีกระบวนการจัดการด้านการผลิตและการควบคุมคุณภาพที่เป็นระบบ สามารถถ่ายทอดความรู้ให้กับกลุ่มอื่นนำไปปรับใช้และสร้างเครือข่ายเพิ่มมากขึ้นในพื้นที่

โดยกิจกรรมการดำเนินงานในปีแรก ประกอบไปด้วยพัฒนาสูตรยางให้มีคุณสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นยางปูพื้น มอก. 2377-2551 ในระดับห้องปฏิบัติการ จากนั้นนำผลที่ได้ไปทดลองผลิตในระดับโรงงานนำทาง (Pilot scale) ของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนอุตสาหกรรมแปรรูปผลิตภัณฑ์ยางพารา อ.วังจันทร์ จ.ระยอง รวมทั้งออกแบบการจัดการกระบวนการผลิตและระบบการควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์ จากผลการดำเนินงาน โครงการสามารถพัฒนาสูตรแผ่นยางปูพื้นที่มีคุณสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นยางปูพื้น มอก. 2377-2551 ในระดับห้องปฏิบัติการ โดยมีสมบัติต่างๆที่ดีกว่าแผ่นยางปูพื้นที่เคยผลิตอยู่เดิม และยังสามารถลดต้นทุนวัตถุดิบลงได้อีกประมาณร้อยละ 45 และได้ทำการคัดเลือกสูตรที่ดีที่สุดนำไปทดลองผลิตในระดับโรงงานนำทาง (Pilot scale) ของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน ซึ่งผลที่ได้จากการทดลองผลิตจำนวน 3 ครั้ง ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคุณสมบัติที่ใกล้เคียงกัน โดยยังคงเป็นไปตามมาตรฐานกำหนด นอกจากนั้นคณะนักวิจัยได้พัฒนาสูตรยางระดับคุณภาพสูง เพื่อขยายการใช้งาน โดยปรับเพิ่มคุณสมบัติความแข็งแรง การต้านทานแสง UV และการต้านทานความร้อนเพิ่มขึ้น โดยปรับเปลี่ยนชนิดยางผสม สารตัวเติม และการทำแผ่นยาง 2 ชั้น ร่วมกับยาง EPDM ซึ่งผลที่ได้ทำให้สามารถเพิ่มความหลากหลายของแผ่นยางปูพื้นในการนำไปใช้งานเฉพาะด้านได้มากขึ้น เช่น การปูพื้นภายนอกอาคาร การปูพื้นสนามฟุตบอล สนามเด็กเล่น พื้นห้องสำหรับเด็กและผู้สูงอายุ ซึ่งหลังการได้สูตรแผ่นยางปูพื้นทั้งสองระดับคุณภาพแล้ว ได้ดำเนินการออกแบบระบบการจัดการกระบวนการผลิตและการควบคุมคุณภาพการผลิต เพื่อให้แผ่นยางปูพื้นที่ผลิตได้มีคุณภาพสม่ำเสมอในทุกๆครั้งการผลิต และสร้างความมั่นใจให้กับลูกค้า นอกจากนี้ได้ดำเนินการ

ออกแบบพื้นที่สำหรับทดลองปูเพื่อการนำไปใช้งานจริง ที่โรงพยาบาลวังจันทร์ อ.วังจันทร์ จ.ระยอง ในบริเวณ
พื้นที่ฝึกกายภาพสำหรับหัดเดินของผู้ป่วย เพื่อการประชาสัมพันธ์แผนผังปูพื้นของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนต่อไป

บทคัดย่อภาษาไทย

โครงการ “การพัฒนาโรงงานต้นแบบการผลิตแผ่นยางปูพื้นสำหรับกลุ่มวิสาหกิจชุมชน” ได้กำหนดระยะเวลาดำเนินโครงการไว้ ๒ ปี โดยได้รับอนุมัติให้ดำเนินโครงการปีแรก ในปีงบประมาณ ๒๕๕๙ ซึ่งมุ่งเน้นการพัฒนาสูตรแผ่นยางปูพื้นที่มีสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.๒๓๗๗-๒๕๕๑) ให้กับกลุ่มวิสาหกิจอุตสาหกรรมแปรรูปยางพารา อ.วังจันทร์ จ.ระยอง โดยมีเป้าประสงค์ที่จะยกระดับขีดความสามารถให้เกิดการพัฒนาเป็นโรงงานต้นแบบ โดยเริ่มจากการพัฒนาสูตรแผ่นยางปูพื้นในห้องปฏิบัติการ และทดลองผลิตจริงในโรงงานนำทาง ซึ่งพบว่า การใช้ยางธรรมชาติผสมกับยางสังเคราะห์ชนิดสไตรีนบิวทาไดอีนเป็นองค์ประกอบรวมในผลิตภัณฑ์ ที่อัตราส่วน 2 ต่อ 1 โดยใช้ตัวเร่งผสมระหว่าง CBS กับ TMTD ที่มีเคลย์เป็นสารตัวเติม จะให้ผลิตภัณฑ์แผ่นยางปูพื้นที่มีคุณสมบัติที่ผ่านเกณฑ์การทดสอบ มอก. โดยมีสมบัติต่างๆที่ดีกว่าแผ่นยางปูพื้นที่เคยผลิตอยู่เดิม และยังสามารถลดต้นทุนวัตถุดิบลงได้อีกประมาณร้อยละ 45 แผ่นยางปูพื้นสำหรับในกรณีการใช้งานภายใต้สภาวะที่ต้องทนต่อความร้อนและแสงยูวี แผ่นยางปูพื้นชนิดคุณภาพสูงแบบ 2 ชั้น ได้ถูกพัฒนาและทำการทดสอบคุณสมบัติด้วยเช่นกัน หลังจากการพัฒนาสูตรจากห้องปฏิบัติการแล้วได้นำไปทดลองผลิตจริงในระดับโรงงานนำทาง ในช่วงแรกได้เลือกแผ่นยางปูพื้นสูตรที่พัฒนาได้ในระดับห้องปฏิบัติการโดยมีคุณสมบัติผ่านตามเกณฑ์ มอก. และราคาต้นทุนวัตถุดิบเหมาะสมกับการใช้งานแบบระดับคุณภาพทั่วไปมาทำการผลิตซ้ำในโรงงาน จำนวน 3 ครั้ง พบว่าสมบัติของแผ่นยางที่ทดสอบได้จากการผลิตทั้ง 3 ครั้ง อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ และมีค่าใกล้เคียงกับผลที่วัดได้จากตัวอย่างที่ผลิตจากห้องปฏิบัติการ นอกเหนือจากการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ระบบบริหารจัดการกระบวนการผลิต และระบบการควบคุมคุณภาพสำหรับกลุ่มวิสาหกิจชุมชน ในการผลิตแผ่นยางปูพื้น ยังได้ถูกออกแบบเพื่อนำไปใช้เป็นแนวทางในการวางแผนการผลิตของโรงงานต้นแบบสำหรับโครงการต่อเนื่องในเฟส 2

Abstract

The research project “Development of Pilot Plant to Produce Natural Rubber Tile for Community Enterprise” with an aim of developing natural rubber tiles for Community enterprise at Rayong province based on Thai Industrial Standard (TIS 2377-2551) had been developed and divided into two phase (i.e., Phase 1 in fiscal year 2016 and Phase 2 in fiscal year 2017). Under Phase 1, the research activities involved the formula development to produce of natural rubber tiles in lab-scale production and the feasibility of producing natural rubber tiles in pilot plant production. As for the lab-scale production, the results revealed that natural rubber crepe blended with Styrene Butadiene Rubber (SBR) at ratio 2:1 containing mixed accelerator (i.e., CBS and TMTD) and clay showed the best in terms of quality which passed the industrial standard of rubber tile (TIS 2377-2551) and can be decreased cost of raw materials about 45%. The high performance tiles for outdoor activity had also been formulated and investigated in lab-scale production. As for the pilot plant production, the best formula of natural rubber tiles in lab-scale production, in terms of quality (i.e., passed the standard quality; TIS 2377-2551) and price (i.e., suitable for use in general purpose) was chosen and reproduced in triplicate. The results showed that all of natural rubber tiles, based on pilot plant production, passed the acceptance criteria with similar results to natural rubber tiles from lab-scale production. Moreover, production management system and quality control for the rubber tile production plant of Community enterprise at Rayong province was also designed and reported in this project for use as guidelines for plant layout in Phase 2.

สารบัญ

	หัวข้อ	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย		ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ		ข
สารบัญ		ค
สารบัญตาราง		จ
สารบัญภาพ		ช
บทที่ 1	บทนำ	
1.1	ความสำคัญ และที่มาของปัญหา	2
1.2	วัตถุประสงค์ของการวิจัย	5
1.3	ขอบเขตของการวิจัย	5
1.4	ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการ	5
1.5	กรอบแนวความคิดของการวิจัยและขั้นตอนการวิจัย	5
1.6	การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศที่เกี่ยวข้อง	8
1.7	วิธีการดำเนินการวิจัย	11
1.8	แผนงานโครงการ	26
บทที่ 2	ผลการดำเนินงาน	
2.1	ผลการศึกษาข้อมูลมาตรฐานแผนยางปูพื้นตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม	28
2.2	ผลการทดสอบตัวอย่างแผ่นปูพื้นของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน	31
2.3	ผลการพัฒนาออกแบบสูตรยางผสมในระดับห้องปฏิบัติการ	33
2.4	ผลการปรับปรุงคุณสมบัติแผ่นยางปูพื้นระดับคุณภาพสูง	42
2.5	ผลการทดลองขยายการเตรียมแผ่นยางในระดับ pilot scale	44
2.6	การเตรียมพื้นที่และออกแบบการปูพื้นสำหรับทดสอบการใช้งานจริงของแผ่นยางปูพื้นที่พัฒนาขึ้น	46
2.7	การออกแบบระบบการจัดการกระบวนการผลิตและการควบคุมคุณภาพการผลิตแผ่นยางปูพื้นในระดับ pilot scale	48
2.8	ผลการศึกษาต้นทุนการผลิตแผ่นยางปูพื้น	68
2.9	สรุปผลการวิจัย	72
บรรณานุกรม		74
ภาคผนวก (ประกอบด้วย)		
ก	ภาพกิจกรรมการดำเนินงานโครงการ	79

	หัวข้อ	หน้า
ข	ตารางเปรียบเทียบวัตถุประสงค์ กิจกรรมที่วางแผนไว้และกิจกรรมที่ดำเนินการมา และผลที่ได้รับตลอดโครงการ	84
ค	รายงานสรุปการเงินรอบ 12 เดือน	85
	ตารางเปรียบเทียบ Output ที่เสนอในข้อเสนอโครงการและได้จริง	87
	ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่นๆ ต่อ สกว.	88

สารบัญตาราง

	หัวข้อ	หน้า
บทที่ 1		
ตารางที่ 1.1	ปริมาณการใช้ยางภายในประเทศ	2
ตารางที่ 1.2	สูตรยางคอมพาวด์สำหรับศึกษาตัวเร่งแต่ละชนิด	18
ตารางที่ 1.3	สูตรยางคอมพาวด์สำหรับแผ่นยางปูพื้นเมื่อปรับชนิด และปริมาณสารเสริมแรง	23
ตารางที่ 1.4	สูตรยางคอมพาวด์สำหรับแผ่นยางปูพื้นเมื่อปรับชนิดยางและสารเสริมแรง และความแข็ง ของแผ่นยางปูพื้น	24
ตารางที่ 1.5	สูตรยางคอมพาวด์ปิดด้านบนสำหรับแผ่นยางปูพื้นใช้ภายนอก เมื่อปรับชนิด และตัวเร่งปฏิกิริยา	25
ตารางที่ 1.6	แผนการดำเนินงาน	26
บทที่ 2		
ตารางที่ 2.1	คุณสมบัติขนาด คุณสมบัติและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของแผ่นยางปูพื้นตามข้อกำหนดใน มอก. 2377-2551	29
ตารางที่ 2.2	คุณสมบัติขนาด คุณสมบัติและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของแผ่นยางปูพื้นสนามฟุตบอล ตามข้อกำหนดในร่างมาตรฐาน มอก.	30
ตารางที่ 2.3	ผลการทดสอบตัวอย่างผลิตภัณฑ์แผ่นยางปูพื้นของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนฯ ก่อนการพัฒนา	32
ตารางที่ 2.4	ความหนืดของยางธรรมชาติเคิร์ฟ และยางสไตรีนบิวทาไดอิน	33
ตารางที่ 2.5	คุณสมบัติเชิงคุณภาพ เชิงกล และเชิงความร้อนของยางปูพื้นตามระบบตัวเร่งปฏิกิริยา	37
ตารางที่ 2.6	คุณสมบัติเชิงคุณภาพ เชิงกล และเชิงความร้อนของยางปูพื้นตามแต่ละชนิดของสารเติมเต็มจากตัวเร่งระบบที่ 1	38
ตารางที่ 2.7	คุณสมบัติเชิงคุณภาพ เชิงกล และเชิงความร้อนของยางปูพื้นตามแต่ละชนิดของสารเติมเต็มจากตัวเร่งระบบที่ 2	38
ตารางที่ 2.8	คุณสมบัติเชิงคุณภาพ เชิงกล และเชิงความร้อนของยางปูพื้นตามปริมาณของสารเติมเต็ม	39
ตารางที่ 2.9	คุณสมบัติเชิงคุณภาพ เชิงกล และเชิงความร้อนของยางปูพื้นในระดับห้องปฏิบัติการ	40
ตารางที่ 2.10	คุณสมบัติเชิงคุณภาพ เชิงกล และเชิงความร้อนของยางปูพื้นคุณภาพสูง	43
ตารางที่ 2.11	ระยะเวลาคงรูป Tc90 ยาง EPDM ทั้ง 8 สูตร	44
ตารางที่ 2.12	คุณสมบัติเชิงคุณภาพ เชิงกล และเชิงความร้อนของยางปูพื้นในระดับ pilot scale	45
ตารางที่ 2.13	ระบบควบคุมคุณภาพตามกระบวนการผลิตแผ่นยางปูพื้นสำหรับกลุ่มวิสาหกิจชุมชน	65
ตารางที่ 2.14	ราคายางและสารเคมียาง	68
ตารางที่ 2.15	แสดงราคายางคอมพาวด์ (บาท/กก.)	
ตารางที่ 2.16	แสดงราคายางคอมพาวด์ (บาท/ยางปูพื้น 1 แผ่นหนัก 1.8 กก)	69
ตารางที่ 2.17	ราคายางและสารเคมียางสูตรยางผสมที่มีการปรับเพิ่มระดับคุณภาพ	69

	หัวข้อ	หน้า
ตารางที่	2.18 แสดงราคาอย่างคอมพิวเตอร์สัตรยางผสมที่มีการปรับปรุง เพิ่มระดับคุณภาพ (บาท/กก.)	70
ตารางที่	2.19 แสดงราคาอย่างคอมพิวเตอร์สัตรยางผสมที่มีการปรับปรุง เพิ่มระดับคุณภาพ (บาท/ผางปูพื้น 1 แผ่นหนัก 1.8 กก.)	71
ตารางที่	2.20 แสดงราคาอย่างคอมพิวเตอร์สัตรยางผสมแผ่นปิดหน้ายางปูพื้น (บาท/กก.)	71

สารบัญภาพ

	หัวข้อ	หน้า
บทที่ 1		
รูปที่ 1.1	แสดงมูลค่าการนำเข้าและส่งออกผลิตภัณฑ์ยางของไทย ปี 2557	3
รูปที่ 1.2	ตัวอย่างผลิตภัณฑ์แผ่นยางปูพื้นของวิสาหกิจชุมชนอุตสาหกรรมแปรรูปผลิตภัณฑ์ยางพารา อ.วังจันทร์ จ.ระยอง	4
รูปที่ 1.3	ตัวอย่างแผ่นยางปูพื้นจากยางพารา	6
รูปที่ 1.4	แสดงปริมาณการนำเข้าและส่งออกยางปูพื้นประเทศไทย	6
รูปที่ 1.5	เครื่องผสมระบบปิด (Internal mixer)	12
รูปที่ 1.6	เครื่องผสมสองลูกกลิ้ง (Two roll mill)	12
รูปที่ 1.7	เครื่องวัดความหนืดมูนนี่ของยาง (Mooney viscometer)	13
รูปที่ 1.8	เครื่องตัดยาง (Rubber blade cutting)	13
รูปที่ 1.9	เครื่องหาอุณหภูมิและเวลาคงรูปของยาง (Moving die rheometer)	14
รูปที่ 1.10	เครื่องกดอัด (Compression molding machine)	14
รูปที่ 1.11	เครื่องทดสอบความต้านทานต่อแรงดึง (Universal Testing machine)	15
รูปที่ 1.12	เครื่องวัดความแข็ง (Universal Hardness Tester)	15
รูปที่ 1.13	เครื่องวัดการขัดสี (Abrasion Tester)	16
รูปที่ 1.14	ตู้อบทดสอบสภาพแรงของชิ้นงาน (Aging Oven)	16
รูปที่ 1.15	เครื่องทดสอบคุณสมบัติการบีบอัด (Compression Set Tester)	16
รูปที่ 1.16	การผสมยางกับสารเคมี	19
รูปที่ 1.17	ยางผสม	20
รูปที่ 1.18	กระบวนการขึ้นรูปชิ้นงานด้วยแม่พิมพ์	20
รูปที่ 1.19	ชิ้นงานขึ้นรูปเพื่อทดสอบสมบัติต่างๆ	21
รูปที่ 1.20	ไดอะแกรมกระบวนการทดลอง	22
บทที่ 2		
รูปที่ 2.1	ตัวอย่างผลิตภัณฑ์แผ่นยางปูพื้นของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนฯ ที่สุ่มเก็บมาทำการทดสอบ	32
รูปที่ 2.2	ความสัมพันธ์ความหนืดมูนนี่กับระยะเวลาบดยาง	34
รูปที่ 2.3	ระยะเวลาเริ่มคงรูป (Scorch Time, Ts2) และเวลาคงรูป (Cure Time, Tc90) กับชนิดตั้งเร่ง (Type of accelerator)	35
รูปที่ 2.4	แรงบิดต่ำสุด (maximum Torque) และผลต่างของแรงบิด (Delta Torque) กับชนิดตัวเร่ง (Type of accelerator)	36
รูปที่ 2.5	การออกแบบแผ่นยางปูพื้นสำหรับห้องกายภาพ	46
รูปที่ 2.6	การออกแบบแผ่นยางปูพื้นสำหรับเบาะเตรียมความพร้อมสำหรับสร้างพัฒนาการเด็ก	47
รูปที่ 2.7	การออกแบบแผ่นยางปูพื้นสำหรับเบาะทางเดินสำหรับกายภาพบำบัด	48
รูปที่ 2.8	กระบวนการผลิตแผ่นยางปูพื้น	48

	หัวข้อ	หน้า
รูปที่	2.9 เศษยาง SBR จากอุตสาหกรรมที่ใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับการผลิตแผ่นยางปูพื้น	49
รูปที่	2.10 ผังการผลิตในส่วนการเตรียมยางคอมพาวด์	50
รูปที่	2.11 ภาพการผลิตในส่วนของการเตรียมยางคอมพาวด์	51
รูปที่	2.12 ผังการผลิตในส่วนของการกระบวนการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์แผ่นยางปูพื้น	52
รูปที่	2.13 สภาพปัจจุบันของโรงงานในส่วนของการกระบวนการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์แผ่นยางปูพื้น	53
รูปที่	2..14 กองวัตถุดิบและสารเคมีที่ใช้ในการผลิตแผ่นยางปูพื้น	54
รูปที่	2.15 ผังการปรับปรุงการผลิตในส่วนของการเตรียมยางคอมพาวด์	56
รูปที่	2.16 ภาพตัวอย่างการปรับปรุงการผลิตในส่วนของการเตรียมยางคอมพาวด์	57
รูปที่	2.17 แสดงรูปที่เป็นแนวทางในการปรับปรุงพื้นที่เพื่อการจัดเก็บวัตถุดิบและสารเคมีได้อย่างเหมาะสม	58
รูปที่	2.18 การผลิตและวางกองวัตถุดิบในส่วนของการเตรียมยางคอมพาวด์	59
รูปที่	2.19 การปรับปรุงการวางวัตถุดิบในส่วนของการเตรียมยางคอมพาวด์	59
รูปที่	2.20 ผังการปรับปรุงการผลิตในส่วนของการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์แผ่นยางปูพื้น	60
รูปที่	2.21 แสดงตัวอย่างตารางเปรียบเทียบ ก่อน/หลัง การปรับปรุงการไหลของการผลิต	62

บทที่ 1

บทนำ

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาโครงการ

โครงการพัฒนาประสิทธิภาพและคุณภาพของแผ่นยางปูพื้นจากยางพาราสำหรับเป็นโรงงานต้นแบบในกลุ่มวิสาหกิจชุมชนนี้มุ่งตอบสนองนโยบายของรัฐบาลในการส่งเสริมและพัฒนากิจการแปรรูปผลิตภัณฑ์กลุ่มวิสาหกิจชุมชน และนโยบายการเพิ่มการใช้ประโยชน์จากยางพาราภายในประเทศให้มากขึ้น เนื่องจากปัจจุบันพบว่า การส่งออกยางอยู่ในรูปวัตถุดิบและยางแปรรูปขั้นต้น สูงถึงประมาณ 87.2% คิดเป็นมูลค่าร้อยละ 51 ของการส่งออกทั้งหมด ซึ่งมีมูลค่าเพิ่มที่ต่ำมาก แสดงให้เห็นว่าอุตสาหกรรมยางพาราในประเทศไทยยังขาดการพัฒนาและขาดการเชื่อมโยงจากอุตสาหกรรมต้นน้ำไปสู่อุตสาหกรรมปลายน้ำเพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับยางพารา ดังนั้น การแก้ปัญหาระยะยาวของราคายางพารา จำเป็นต้องพัฒนาเทคโนโลยีรองรับการนำยางพาราไปใช้ประโยชน์ การสร้างนวัตกรรมจากยางพาราเพื่อเพิ่มมูลค่าหรือทดแทนผลิตภัณฑ์ในตลาดส่งเสริมการใช้ผลิตภัณฑ์ยางภายในประเทศและเพิ่มปริมาณการส่งออกผลิตภัณฑ์แปรรูป แม้ปัจจุบันมีความพยายามในการใช้ยางพาราภายในประเทศเพิ่มสูงขึ้นแต่อัตราการเติบโตค่อนข้างต่ำ ดังแสดงในตารางที่ 1.1

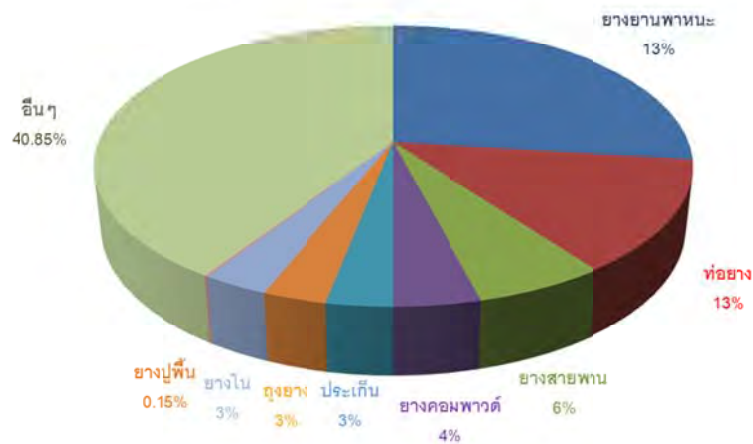
ตารางที่ 1.1: ปริมาณการใช้ยางธรรมชาติภายในประเทศ

ปี	ปริมาณการใช้ (พันตัน)	อัตราการเติบโต
2553	458.6	14.8
2554	486.7	6.1
2555	505.1	3.8
2556	520.6	3.1
2557	540.0	3.9

ที่มา: สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร

เมื่อเปรียบเทียบสัดส่วนการนำเข้าและส่งออกผลิตภัณฑ์แผ่นยางปูพื้นกับผลิตภัณฑ์ยางประเภทอื่นๆ ตามรูปที่ 1 จะเห็นว่ายังคงต่ำมาก ดังนั้นหากสามารถลดการนำเข้าและเพิ่มปริมาณการผลิตและส่งออกแผ่นยางปูพื้นได้มากขึ้นจะช่วยส่งเสริมการแปรรูปเพื่อเพิ่มมูลค่ายางพาราได้เป็นทางเลือกหนึ่ง

มูลค่าการนำเข้าผลิตภัณฑ์ยางของไทย พ.ศ. 2557



มูลค่าการส่งออกผลิตภัณฑ์ยางของไทย พ.ศ. 2557

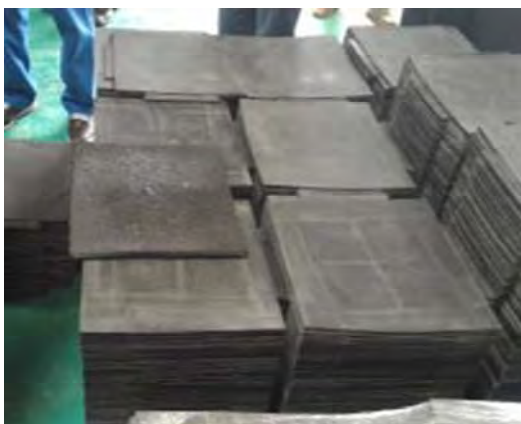


รูปที่ 1.1: แสดงมูลค่าการนำเข้าและส่งออกผลิตภัณฑ์ยางของไทย ปี 2557

ที่มา: สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร

ต้นยางพารามีการปลูกมากทั้งในภาคใต้ ตะวันออกและตะวันออกเฉียงเหนือจังหวัดระยองเป็นจังหวัดที่มีพื้นที่ในการปลูกยางพารามากในภาคตะวันออก มีเนื้อที่กว่า 744,708 ไร่ (ข้อมูลปี 2554) ปัจจุบันเกษตรกรส่วนใหญ่จำหน่ายผลิตภัณฑ์ในรูปยางถ้วยและยางแผ่น ซึ่งราคาที่ได้ค่อนข้างต่ำขึ้นอยู่กับกลไกของตลาดและพ่อค้าคนกลาง วิสาหกิจชุมชนอุตสาหกรรมแปรรูปผลิตภัณฑ์ยางพารา อ.วังจันทร์ จ.ระยอง ก่อตั้งขึ้นโดยมีเป้าหมายหลักเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับวัตถุดิบที่มีเป็นจำนวนมากในพื้นที่เขตชุมชนด้วยการแปรรูป

วัตถุดิบเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ เพื่อนำไปใช้ในภาคอุตสาหกรรมรถยนต์ ครุภัณฑ์ กิฬาและด้านอื่นๆ โดยอาศัยองค์การบริหารส่วนท้องถิ่นมาช่วยสนับสนุน



รูปที่ 1.2: ตัวอย่างผลิตภัณฑ์แผ่นยางปูพื้นของวิสาหกิจชุมชนอุตสาหกรรมแปรรูปผลิตภัณฑ์ยางพารา
อ.วังจันทร์ จ.ระยอง

จากการลงพื้นที่สำรวจและสอบถามเบื้องต้นพบว่า ปัจจุบันวิสาหกิจชุมชนอุตสาหกรรมแปรรูปผลิตภัณฑ์ยางพารา อ.วังจันทร์ จ.ระยองมีการผลิตแผ่นยางปูพื้นสนาม แต่จากการดำเนินการผลิตที่ผ่านมาพบว่า ยังมีสิ่งที่ต้องการปรับปรุงและพัฒนาให้ดีขึ้นอีกหลายด้าน ได้แก่ การพัฒนาคุณภาพผลิตภัณฑ์ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมและการปรับปรุงขั้นตอนกระบวนการผลิตเพื่อให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นเพื่อให้วิสาหกิจชุมชนมีศักยภาพที่เข้มแข็งเพิ่มขึ้น การผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพเป็นที่ยอมรับของลูกค้า และมีต้นทุนการผลิตที่เหมาะสม สามารถแข่งขันได้เมื่อผลิตจำหน่ายในเชิงพาณิชย์ จึงเป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องมีการพัฒนากระบวนการแปรรูปผลิตภัณฑ์ยางพารา สร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลผลิตทางการเกษตร เพิ่มศักยภาพการแปรรูปและผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพได้มาตรฐานให้แก่กลุ่มวิสาหกิจชุมชน โดยการบริหารจัดการกระบวนการผลิต การควบคุมคุณภาพอย่างเป็นระบบ เพื่อให้เป็นกลุ่มต้นแบบที่สามารถถ่ายทอดความรู้ให้กับกลุ่มอื่นๆ นำไปปรับใช้และสร้างเครือข่ายเพิ่มมากขึ้นในหลายพื้นที่ ส่งผลให้เกิดการสร้างงาน สร้างอาชีพให้แก่คนในพื้นที่เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนต่อไป โดยคาดหวังว่าหากสามารถพัฒนาผลิตภัณฑ์ของกลุ่มให้ได้รับการรับรองมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแล้ว ผลิตภัณฑ์สามารถแข่งขันได้ในตลาดทั้งในด้านของ ราคา รูปแบบคุณภาพการใช้งานและการดูแลรักษา สามารถจำหน่ายได้ในราคาที่สูงขึ้นจากเดิมไม่น้อยกว่า 20% รวมถึงสามารถส่งออกจำหน่ายในต่างประเทศได้

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาคุณภาพแผ่นยางปูพื้นจากยางพาราให้มีคุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
2. เพื่อยกระดับขีดความสามารถของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนอุตสาหกรรมแปรรูปผลิตภัณฑ์ยางพารา อ.วังจันทร์ จ.ระยอง ให้เป็นโรงงานต้นแบบ

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

โครงการวิจัยนี้ ในเบื้องต้นจะดำเนินการวิจัยในระดับห้องปฏิบัติการ โดยมุ่งเน้นการวิจัยและพัฒนาสูตรยางพาราให้มีคุณสมบัติเหมาะสมตามการใช้งานเป็นแผ่นยางปูพื้น ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.2377-2551) จากนั้นนำผลการวิจัยที่ได้จากห้องปฏิบัติการไปใช้ในการกำหนดการดำเนินงานในระดับโรงงานนำทาง (Pilot Scale) ของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนอุตสาหกรรมแปรรูปผลิตภัณฑ์ยางพารา อ.วังจันทร์ จ.ระยอง รวมทั้งการออกแบบการจัดการกระบวนการผลิต ระบบการควบคุมคุณภาพเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการ (ตลอดโครงการ 2 ปี)

1.4.1 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- สูตรและกระบวนการผลิตแผ่นยางปูพื้นที่มีคุณสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
- ต้นแบบวิสาหกิจชุมชนที่มีกระบวนการผลิตอย่างมีประสิทธิภาพและผลิตสินค้าที่มีคุณภาพเป็นที่ยอมรับของลูกค้า
- สร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่ผลิตภัณฑ์การเกษตรสำหรับกลุ่มเกษตรกรชาวสวนยางพาราในการแปรรูปวัตถุดิบเป็นผลิตภัณฑ์แผ่นยางปูพื้น
- พัฒนาบุคลากรของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน

1.4.2 หน่วยงานที่นำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

- เกษตรกรชาวสวนยางพารา
- ผู้ประกอบการวิสาหกิจชุมชนและหรือSMEs
- ผู้ประกอบการอุตสาหกรรมอื่น ๆ ที่สนใจ

1.5 กรอบแนวความคิดของการวิจัยและขั้นตอนการวิจัย

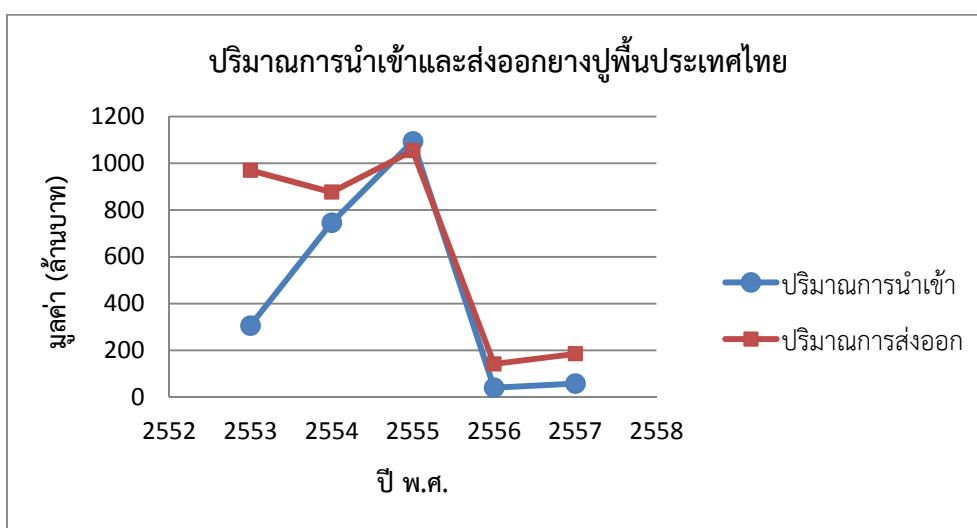
ปัจจุบันผลิตภัณฑ์แผ่นปูพื้นจากยางเริ่มเป็นที่นิยมนำมาใช้แทนวัสดุแข็งอย่างกระเบื้องหรือคอนกรีตมากขึ้น ที่เน้นประโยชน์ในด้านความปลอดภัยจากอุบัติเหตุ โดยเฉพาะในกลุ่มผู้สูงอายุและเด็ก และมีผลดีต่อสุขภาพในด้านการรับแรงกดหรือแรงกระแทกเมื่อมีการเคลื่อนไหว เนื่องจากแผ่นปูพื้นจากยางสามารถออกแบบให้มีรูปทรงได้หลายแบบ สีสันสวยงามตามความต้องการ สะดวกในการขนย้ายและการติดตั้ง แผ่น

ปูพื้นจากยางสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงานด้านต่างๆ ได้แก่ แผ่นยางปูพื้นห้องครัว ห้องออกกำลังกาย ห้องเด็กเล็ก พื้นที่ปฏิบัติงานบางส่วนในโรงงานอุตสาหกรรม สนามเด็กเล่น บ้านพักผู้สูงอายุ เป็นต้น



รูปที่ 1.3 ตัวอย่างแผ่นปูพื้นจากยางพารา

จากการรวบรวมสถิติโดยสถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตรปี 2557 พบว่า ประเทศไทยมีมูลค่าการนำเข้าและส่งออกยางปูพื้นแสดงดังรูปที่ 4 ซึ่งจากสถิติแสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์ยางปูพื้นยังสามารถขยายตัวให้สูงขึ้นได้อีก



รูปที่ 1.4: แสดงปริมาณการนำเข้าและส่งออกยางปูพื้นประเทศไทย

ที่มา: สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร

การผลิตแผ่นปูพื้นจากยางสามารถใช้อย่างพาราเป็นวัตถุดิบหลัก โดยคุณสมบัติต่างๆ ของแผ่นยางขึ้นอยู่กับนำไปใช้งาน เช่น ในกรณีของแผ่นปูพื้นยางภายในอาคารอาจต้องการสมบัติทางกายภาพเท่านั้น เพราะลักษณะการใช้งานเพียงรับแรงกระแทก และมีการเสียดสีบ้าง แผ่นยางปูพื้นที่ใช้ในครัวและพื้นที่ในโรงงานอุตสาหกรรมบางประเภทควรต้องมีสมบัติการทนต่อน้ำมันดีซีขึ้น หรือเมื่อต้องการแผ่นยางปูพื้นสนาม

กีฬาที่ต้องอยู่ภายนอกอาคาร ก็จะต้องทนต่อแสงแดด ความร้อนและสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลงไปในแต่ละฤดูกาลได้ดี ซึ่งยางพารายังมีสมบัติดีดยหากต้องนำไปใช้งานในลักษณะดังกล่าว ดังนั้นการพัฒนาสูตรยางและเทคนิคในการผลิตจึงเป็นหัวใจสำคัญในการปรับปรุงคุณสมบัติเพื่อเพิ่มความหลากหลายในการนำไปใช้งาน ซึ่งทำได้โดยการผสมกับสารเคมีต่างๆ หรือการผสมกับยางสังเคราะห์ หรือทั้งสองอย่างร่วมกัน รวมถึงการเลือกใช้สารตัวเติมเพื่อเพิ่มปริมาตรและลดต้นทุนการผลิตโดยไม่กระทบต่อคุณสมบัติที่ต้องการ

ปัจจุบันได้มีการกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นยางปูพื้น โดยสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม มาตรฐานเลขที่ มอก.2377-2551 ซึ่งมาตรฐานดังกล่าวมีขอบข่ายครอบคลุมแผ่นยางปูพื้นที่ใช้งานทั่วไป ใช้ภายในอาคาร แต่ไม่รวมถึงแผ่นยางปูพื้นที่มีสมบัติพิเศษต่างๆ เช่น ทนน้ำมัน ทนสารเคมี เป็นฉนวนไฟฟ้า หรือนำไฟฟ้าได้ ซึ่งคุณสมบัติสำคัญที่กำหนดไว้สำหรับแผ่นยางที่ใช้ปูพื้น ได้แก่ ขนาด ความแข็ง ความต้านแรงดึงและความยืดเมื่อขาด การบ่มเร่ง ความทนต่อการขัดสี การยุบตัวเนื่องจากแรงอัด ความทนของสีต่อสภาพลมฟ้าอากาศโดยวิธีเร่งภาวะ และความทนต่อความร้อนของบุหรี การบรรจุ เครื่องหมายและฉลาก ตามรายละเอียดมาตรฐาน และในภาคผนวก ข ได้ให้ข้อมูลการทดสอบเพิ่มเติมกรณีที่ต้องการแผ่นยางปูพื้นประเภทที่มีสมบัติพิเศษ เช่น ทนต่อน้ำมันหรือสารเคมี

การพัฒนาปรับปรุงผลิตภัณฑ์แผ่นยางปูพื้นของวิสาหกิจชุมชนให้ได้มาตรฐานตามที่กำหนดไว้นั้น จำเป็นต้องมีการวิจัยพัฒนาสูตรส่วนผสม การออกแบบกระบวนการผลิตและการควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์ รวมทั้งการให้ความรู้พื้นฐานเพื่อให้เกษตรกรสามารถเข้าใจและแก้ปัญหาได้เองเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนต่อไป โครงการวิจัยนี้จะช่วยสร้างความเข้มแข็งให้กับกลุ่มเกษตรกรชาวสวนยาง จ.ระยอง ในการสร้างขีดความสามารถในการแปรรูปผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรและการสร้างโอกาสในการขยายรูปแบบการจำหน่ายจากภายในหรือนำยางพาราโดยการเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์ และยกระดับคุณภาพของผลิตภัณฑ์แผ่นยางปูพื้นของกลุ่มให้เป็นที่ยอมรับสำหรับการจำหน่ายในเชิงพาณิชย์ได้

การยกระดับขีดความสามารถของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนให้เป็นโรงงานต้นแบบ นอกจากการพัฒนาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ให้ได้ตามมาตรฐานแล้ว สิ่งสำคัญที่วิสาหกิจชุมชนส่วนใหญ่ยังขาดอยู่คือ การบริหารจัดการการผลิต ต้องมีวิธีการหรือรูปแบบให้สามารถผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพอย่างสม่ำเสมอด้วยการจัดทำระบบควบคุมคุณภาพ การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตด้วยกระบวนการลดของเสีย ลดขั้นตอนและเวลาการผลิต รวมถึงการพัฒนาศักยภาพของบุคลากร การจัดทำระบบเอกสาร การจัดเก็บและการวิเคราะห์ข้อมูลการผลิต

1.6 การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศที่เกี่ยวข้อง

คณะนักวิจัยได้ศึกษาทบทวนผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่เผยแพร่ในเอกสารทางวิชาการต่างๆ เพื่อสร้างพื้นฐานในการกำหนดกรอบแนวคิดการวิจัย รวมทั้งแนวทางและวิธีการวิจัย (Research Approach and Methodology) ที่จะทำให้การวิจัยมีคุณภาพและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย จากข้อมูลที่ผ่านมา ยางธรรมชาติมีสมบัติที่จำกัดเมื่อเทียบกับยางสังเคราะห์ การใช้ยางธรรมชาติมาทำเป็นยางปูพื้นจึงจำเป็นต้องพัฒนาสมบัติให้มีความคงทนสามารถใช้งานได้โดยการเติมสารเพื่อปรับคุณภาพของยางธรรมชาติเข้าไปในส่วนผสม โดยงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการปรับปรุงคุณสมบัติของยางธรรมชาติ แบ่งออกเป็น 3 กลุ่มหลัก ได้แก่ กลุ่มการใช้ยางธรรมชาติร่วมกับยางสังเคราะห์ กลุ่มการใช้ยางธรรมชาติร่วมกับพอลิเมอร์ และกลุ่มการเลือกใช้สารตัวเติม

กลุ่มการใช้ยางธรรมชาติร่วมกับยางสังเคราะห์ กรรณิการ์และคณะ (2542) ทำการพัฒนายางพาราที่ทนต่อสภาพดินฟ้าอากาศสำหรับการใช้งานภายนอกอาคาร โดยพัฒนาเทคนิคการผสมและเลือกชนิดของยางสังเคราะห์ที่จะนำมาผสมกับยางธรรมชาติ ในการทดลองได้ทำการผสมยาง EDPM เข้ากับยางธรรมชาติที่สัดส่วนต่าง ๆ กัน และใช้ aliphatic/aromatic resin เป็นสารเคมีเชื่อมประสานเพื่อประสานยางทั้งสองชนิดให้เข้ากันได้ดียิ่งขึ้น จากผลการทดลองพบว่า สามารถเตรียมแผ่นยางที่มีสมบัติใช้งานภายนอกอาคารได้และทนต่อโอโซนได้ดี นุชนาฏ และคณะ (2545) ได้ศึกษาเทคนิคการผลิตแผ่นยางปูพื้นที่ใช้ในอาคารและนอกอาคาร โดยพัฒนาสูตรส่วนผสมระหว่างยางสังเคราะห์กับยางธรรมชาติในสัดส่วนต่างๆ พบว่า

- การใช้ยางสังเคราะห์ NBR 70 ส่วน: ยางธรรมชาติ 80 ส่วน ร่วมกับสารเสริมแรงซิลิกาตั้งแต่ 40 ส่วนขึ้นไป จะช่วยเพิ่มความแข็งแรงของผลิตภัณฑ์ได้
- การใช้ยาง EPDM 40 ส่วน: ยางธรรมชาติ 60 ส่วน ร่วมกับสารป้องกันยางเสื่อมสภาพ ได้แก่ กลุ่มฟินอล Sunproof wax และ Microcrystalline wax และน้ำมัน 2 ชนิด ได้แก่ น้ำมันธรรมชาติ น้ำมันปรับผิวและสีผสม พบว่า ผลิตภัณฑ์สามารถทนต่อโอโซนได้ดี

นอกจากนี้แล้วยังมีงานวิจัยที่ทำการศึกษถึงความเป็นไปได้ในการผสมยางธรรมชาติเข้ากับยางที่ผ่านการใช้งานแล้ว (recycled rubber) และรวมถึงยางรีเคลม (reclaim rubber) เพื่อวัตถุประสงค์ในการลดต้นทุนการผลิตและปรับปรุงคุณสมบัติบางประการ อาทิเช่น การบวมตัว (swelling) ความต้านทานต่อการฉีกขาด (tear strength) เป็นต้น H. Nabil และคณะ (2013) ได้ศึกษาสมบัติของยางคอมพอสิตที่มีส่วนประกอบระหว่างยางธรรมชาติกับยาง EPDM ที่มีการเติมเขม่าดำ พบว่า เมื่อเติมยาง EPDM ทั้งชนิดที่ไม่ผ่านและผ่านการใช้งานในปริมาณที่เพิ่มมากขึ้น จะมีผลให้คุณสมบัติเชิงกลเพิ่มมากขึ้น อย่างไรก็ตามการเติมยาง EPDM ที่ไม่ผ่านการใช้งานจะทำให้ยางคอมพอสิตมีการบวมตัวเพิ่มขึ้นเล็กน้อย เมื่อเทียบกับการเติมยาง EPDM ที่ผ่านการใช้งานจะทำให้ยางคอมพอสิตมีการบวมตัวน้อยกว่ามาก เนื่องจากผลของพันธะที่เชื่อมโยงภายในยางคอมพอสิต Sreeja และคณะ (2000) ศึกษาการใช้ยางรีเคลมผสมเข้ากับยางธรรมชาติที่อัตราส่วนต่างๆ และ

กำหนดให้มีสารเคมีแวดล้อมตัวเติมที่เหมือนกัน จากผลการทดลองพบว่าคุณสมบัติเชิงกลทางด้านความต้านทานแรงดึง (tensile strength) และการยืดตัวเมื่อขาด (elongation at break) มีค่าแนวโน้มที่ลดลงตามปริมาณการเพิ่มสัดส่วนยางรีเคลมในยางผสม โดยพบว่าที่สัดส่วนยางรีเคลมร้อยละ 80 จะให้ความต้านทานแรงดึงประมาณ 12 N/mm^2 (ในขณะที่ มอก. 2377-2551 กำหนดค่าความต้านทานแรงดึงต้องมากกว่า 4 N/mm^2) Debapriya และคณะ (2013) ศึกษาปริมาณการผสมยางรีเคลมเข้ากับยางธรรมชาติและยางพอลิบิวตะไดอิน (polybutadiene rubber) ที่สัดส่วนต่างๆ และทำการวัลคาไนซ์ยางผสม ผลการทดลองพบว่าสามารถเตรียมยางผสมที่มีคุณสมบัติทางด้านเชิงกลที่ดีขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับยางธรรมชาติผสมเข้ากับยางพอลิบิวตะไดอินเพียงอย่างเดียว

กลุ่มการใช้ยางธรรมชาติร่วมกับพอลิเมอร์ วีรยา และคณะ (2012) ศึกษาการทนต่อแสง UV สำหรับผลิตภัณฑ์ยางที่ใช้ในอาคาร โดยผสมยางธรรมชาติ (NR) กับ พอลิเอทิลีนความหนาแน่นต่ำ (LDPE) พบว่าอัตราส่วน NR : LDPE ที่ให้คุณสมบัติเชิงกลที่ดีและทนต่อแสง UV คือ NR 65 : LDPE 35 และหากใช้ร่วมกับการเติม Antioxidants ชนิด Irganox 0.5 phr และ Irgafos 0.5 phr และ UV stabilizer (Tinuvin) 0.5 phr จะให้ค่า tensile strength และ Elongation at break ที่สูงขึ้น กมลวรรณ และคณะ (2009) ศึกษาการเพิ่มคุณสมบัติการต้านการขีดถูของยางธรรมชาติโดยการผสมกับพอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำเชิงเส้น (LLDPE) พบว่า การเติม LLDPE 25% ให้ค่าการต้านการขีดถูที่ดีที่สุด Lopes และคณะ (2015) ศึกษาการผสมพอลิเมอร์เอทิลีน ไวนิลอะซิเตท (อีวีเอ) ที่เหลือทิ้งเข้ากับยางธรรมชาติ หรือผสมเข้ากับยางสังเคราะห์ชนิดสไตรีนบิวตะไดอิน หรืออะครีโลไนไตรล์บิวตะไดอิน จากผลการทดลองพบว่า การผสมยางธรรมชาติผสมกับอีวีเอให้คุณสมบัติทางด้านต้านการฉีกขาด (tear strength) และความต้านทานแรงดึงต่ำที่สุด แต่อย่างไรก็ตาม ค่าคุณสมบัติที่วัดได้ก็ยังมีค่าที่สูง คือมากกว่า 13 N/mm และ 15 MPa ตามลำดับ ในขณะที่ค่าการต้านการขีดถูอยู่ระหว่าง 137-195 ลูกบาศก์มิลลิเมตร (มอก. 2377-2551 กำหนดค่าการต้านการขีดถูต้องไม่เกินกว่า 500 ลูกบาศก์มิลลิเมตร)

กลุ่มการเลือกใช้ชนิดของสารตัวเติม Liauw และคณะ (2001) ศึกษาสารเสริมแรงซิลิกา ร่วมกับคาร์บอนแบล็คผสมในยางธรรมชาติ พบว่าการผสมสารทั้งสองชนิดที่ปริมาณที่เหมาะสมสามารถช่วยให้เกิดเสถียรภาพด้านความต้านทานแรงดึงที่ดีกว่าในสภาวะบ่มขึ้นงานที่อุณหภูมิ 110 และ 150 องศาเซลเซียส Suhaida. S. I. และคณะ. ศึกษาการเติมสารเสริมแรงประเภทซิลิกาที่มีลักษณะรูปร่างของอนุภาคที่แตกต่างกันในยาง SBR-L พบว่า ลักษณะรูปร่างของอนุภาคซิลิกาไม่มีผลต่อค่า Scorch time และ cure time นอกจากนี้ยังพบว่าที่ปริมาณซิลิกา 40 phr รูปร่าง elongated ให้ค่า torque สูงที่สุด รูปร่าง irregular ให้ค่า tensile strength, elongation at break และ ค่า hardness สูงที่สุด

Zhong X. et. (2013) ศึกษาปริมาณการเติม Oil palm ash (OPA) เพื่อเสริมแรงในกระบวนการ vulcanization ยางธรรมชาติ พบว่า ผลต่อการเสริมแรง CB> OPA> ซิลิกา แต่การเติม OPA ให้ค่า elongation at break สูงที่สุด Rattanasom N. et. (2007) ได้ทำการวิจัยการเติมสารเสริมแรง ซิลิกา ร่วมกับ CB 50 phr ในยางธรรมชาติ พบว่า สัดส่วนซิลิกา 20 และ 30 phr ให้ค่าคุณสมบัติเชิงกลที่ดี และงานวิจัยต่อมาในปี 2009 ได้ศึกษาผลของการเติมสารตัวเติม ได้แก่ montmorillonite-clay, CB และซิลิกา พบว่า ที่ความแข็งของผลิตภัณฑ์ยางสุดท้ายเท่ากัน ปริมาณการใช้สารตัวเติมในการผสมแตกต่างกันดังนี้ ซิลิกา (35 phr) > CB (14 phr) > Clay (6 phr) ในขณะที่คุณสมบัติเชิงกลทั้งหมด CB> Clay >ซิลิกา Hedayatollah S. G. et (2016) ศึกษาการเติมสารเสริมแรงชนิดอนุภาคขนาดนาโน โดยทำการเติม 10 phr nano-CaCO₃ และ 5 phr organoclay มีผลให้ค่า Tensile strenght ดีขึ้นถึง 350 % Mohan และคณะ (2011) ศึกษาผลของสารเสริมแรงนาโนเคลย์ในยางธรรมชาติผสมกับยางสังเคราะห์ชนิดสไตรีนบิวทีไดอีน (styrene-butadiene rubber) พบว่าการเติมสารเสริมแรงนาโนเคลย์มีผลต่อการปรับปรุงคุณสมบัติด้านมอดูลัส และความแข็งของยางให้มีค่าที่สูงขึ้น และในขณะเดียวกันยังช่วยลดเวลาในการทำปฏิกิริยาเชื่อมขวางให้น้อยลง

โอบเอื้อ (2543) ศึกษาขนาดอนุภาคและปริมาณสารตัวเติมต่อสมบัติเชิงกลของยางธรรมชาติที่ผ่านการวัลคาไนซ์ พบว่า การผสมเขม่าดำที่มีอนุภาคขนาดเล็กลงในเนื้อยาง มีผลให้สมบัติทางกายภาพและสมบัติทางกลของยางดีขึ้น ฤชงค์ และคณะ (2551) ศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการเสริมแรงระหว่างนาโนแคลเซียมคาร์บอเนตและซิลิกา ทั้งที่มีและไม่มีสารตัวเติมควบคู่ไปกับการทดลองพบว่า การเพิ่มปริมาณนาโนแคลเซียมคาร์บอเนตจะทำให้สมบัติเชิงกลส่วนใหญ่ด้อยลง (ยกเว้นความทนต่อการฉีกขาด) ในขณะที่การเพิ่มปริมาณซิลิกาจะช่วยปรับปรุงสมบัติเชิงกลได้ดีขึ้นและเนื่องจากซิลิกามีพื้นที่ผิวจำเพาะสูงกว่านาโนแคลเซียมคาร์บอเนตค่อนข้างมาก ดังนั้นที่ปริมาณการเติมที่เท่ากันจึงพบว่าซิลิกาสามารถเสริมแรงได้ดีกว่า และการใช้ซิลิการ่วมกับสารควบคู่ไปจะช่วยให้ประสิทธิภาพการเสริมแรงของซิลิกาให้สูงขึ้น เนื่องจากสารควบคู่ไปจะนอกจากจะช่วยลดการดูดซับสารเร่งปฏิกิริยาการคงรูปและทำให้ซิลิกาเกิดการแตกตัวได้ดีขึ้น ช่วยเพิ่มอันตรกิริยาระหว่างยางกับซิลิกาให้สูงขึ้น วีรยา และคณะ (2553) ศึกษาการเสริมแรงของยางธรรมชาติด้วยซิลิกาผสมระหว่างแคลลอยและฟริชพิเทตซิลิกา จากการทดลองพบว่า การปรับปรุงผิวฟริชพิเทตซิลิกาช่วยเพิ่มประสิทธิภาพเสริมแรงยางธรรมชาติให้สูงขึ้น ขนาดของซิลิกาผสมแคลลอยน้อยกว่า 25 ไมครอน ให้ลักษณะการคงรูปยางและสมบัติเชิงกลโดยรวมดีกว่าขนาดอนุภาคในช่วง 45-74 ไมครอน สุรฤทธิ์ และคณะ (2555) ศึกษาผลของการเติมดินขาวและอลูมินาต่อการผสมด้วยเครื่องบดผสมแบบเปิดสองลูกกลิ้ง ผลการทดลองพบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณดินขาวและอลูมินามีผลให้แรงบิดสูงสุดและต่ำสุดที่ใช้มากขึ้น ระยะเวลาที่เหมาะสมในการคงรูปด้วยความร้อนเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณดินขาวเพิ่มขึ้น ตรงข้ามกับการเติมสารตัวเติมอลูมินา โดยที่ 50 phr สารทั้งสองชนิดสามารถกระจายตัวได้ดี ศิริลักษณ์ และคณะ (2011) ศึกษาการดัดแปรพื้นผิว

เพื่อให้มีสมบัติเป็นทั้งสารเสริมแรงและสารป้องกันการเสื่อมสภาพ จากการทดลองพบว่า แคลเซียมคาร์บอเนตที่ถูกดัดแปรพื้นผิวด้วยกรดเกลือแสดงสมบัติเป็นสารป้องกันการเสื่อมสภาพต่อโอโซนในยางธรรมชาติที่ผ่านกระบวนการวัลคาไนเซชันได้ดี และช่วยให้ประสิทธิภาพการเสริมแรงของแคลเซียมคาร์บอเนตดัดแปรเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณสารตัวเติมเพิ่มขึ้น ค่าความแข็งและค่าความทนทานต่อการฉีกขาดของวัสดุคอมพอสิตถูกปรับปรุงให้ดีขึ้น

จากงานวิจัยข้างต้นสามารถนำไปเป็นข้อมูลเพื่อเตรียมแผ่นยางปูพื้นที่สามารถนำไปใช้งานทั้งภายในและภายนอกอาคารที่สอดคล้องกับมาตรฐานอุตสาหกรรมแผ่นยางปูพื้น โดยการเลือกใช้สารเคมี เครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์ สำหรับปรับปรุงกระบวนการผลิตแผ่นยางปูพื้นให้มีคุณสมบัติตามที่มาตรฐานกำหนด นอกจากนี้ยังสามารถลดต้นทุนการผลิตได้เมื่อนำยางที่ผ่านการใช้งานแล้วหรือยางรีเคลมมาผสม โดยที่ยังคงคุณสมบัติตามเกณฑ์มาตรฐาน และรวมถึงการบริหารจัดการกระบวนการผลิตเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ ของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน ให้เกิดการพัฒนาย่างยั่งยืนต่อไป

1.7 วิธีการดำเนินการวิจัย

1.7.1 วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการ

- สารเคมี
 1. ยางเครฟ (Creap rubber)
 2. ยางสไตรีนบิวทาไดอิน (Styrene-butadiene rubber, SBR)
 3. ยางบิวทาไดอิน (butadiene rubber, BR)
 4. ยางแผ่น ชั้น 1
 5. น้ำมัน (White oil)
 6. สี (Color)
 7. ซิงออกไซด์ (ZnO)
 8. สเตียริกแอซิด (Stearic acid)
 9. วิงสเตย์แอล (Wing stay L)
 10. โอโซน แวก (Ozone wax)
 11. แคลเซียมคาร์บอเนต (CaCO_3)
 12. เคลย์ (Clay)
 13. ไชน่าเคลย์ (China Clay)
 14. เมอร์แคปโตเบนซิทาโซล (Mercaptobenzothiazole, MBT)
 15. ไดเบนซิทาโซลไดซัลไฟด์ (Dibenzothiazyl disulfide, MBTS)
 16. ไดฟีนิลกัวนิดีน (Diphenyl Guanidine, DPG)

17. เตตระเมทิลไทูรัมไดซัลไฟด์ (Tetramethyl Thiuramdisulfide, TMTD)
18. โซโคลเฮกซิลเบนโซโซลซัลฟิनाไมด์ (Benzoyhiozole sulfonamide, CBS)
19. กำมะถัน (Sulfur)

- เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่องผสมระบบปิด (Internal mixer)

เป็นเครื่องสำหรับการผสมยางแบบปิด ให้ประสิทธิภาพและความรวดเร็วในการผสมโดยไม่เกิดการฟุ้งกระจายของสารเคมีระหว่างการผสม ทำให้ลดการสูญเสียสารเคมีขณะผสม



รูปที่ 1.5: เครื่องผสมระบบปิด (Internal mixer)

2. เครื่องผสมสองลูกกลิ้ง (Two roll mill)

เป็นเครื่องผสมยางระบบเปิด ประกอบด้วยสองลูกกลิ้ง ลูกกลิ้งจะหมุนเข้าหากัน โดยลูกกลิ้งด้านหน้าจะหมุนช้ากว่าลูกกลิ้งด้านหลัง ช่องว่างระหว่างลูกกลิ้งสามารถปรับได้ตามความต้องการ เครื่องมือชนิดนี้จะทำหน้าที่คล้ายๆกับเครื่องบดยางเพื่อที่จะผสมสารเคมีได้ง่าย ทำให้สารเคมีผสมเข้ากันอย่างได้ดีขึ้น



รูปที่ 1.6: เครื่องผสมสองลูกกลิ้ง (Two roll mill)

3. เครื่องวัดความหนืดมูนนี่ของยาง (Mooney viscometer)

เป็นเครื่องมือสำหรับวัดความหนืดของยางคอมพาวด์หรือยางที่ยังไม่ผ่านกระบวนการคงรูป ค่าความหนืดที่วัดได้ เรียกว่า ความหนืดมูนนี่ ใช้สำหรับควบคุมคุณสมบัติการไหลของยางคอมพาวด์



รูปที่ 1.7: เครื่องวัดความหนืดมูนนี่ของยาง (Mooney viscometer)

4. เครื่องตัดยาง (Rubber blade cutting)

เป็นเครื่องสำหรับการตัดยางแท่งให้มีขนาดเล็กลงเพื่อให้มีความสะดวกรวดเร็วในการนำเข้าสู่เครื่องผสมยางกับสารเคมี



รูปที่ 1.8: เครื่องตัดยาง (Rubber blade cutting)

5. เครื่องหาอุณหภูมิและเวลาคงรูปของยาง (Moving die rheometer (MDR))

เป็นเครื่องสำหรับทดสอบหาเวลาที่ทำให้ยางที่ผสมสารเคมีคงรูปเมื่อได้รับความร้อน การวัดคาบไวนซ์ยางเพื่อให้ยางคงรูปเป็นกระบวนการที่สำคัญในการเพิ่มคุณสมบัติทางกายภาพยาง เพื่อให้ผลิตภัณฑ์ยางมีคุณสมบัติที่ดีที่สุด



รูปที่ 1.9: เครื่องหาอุณหภูมิและเวลาคงรูปของยาง (Moving die rheometer (MDR))

6. เครื่องกดอัด (Compression Molding Machine)

เป็นเครื่องมือสำหรับกระบวนการขึ้นรูปยางโดยการให้ความร้อนและกดอัดโดยระบบไฮดรอลิกขึ้นรูปแบบที่มีรูปร่างไม่ซับซ้อนมาก



รูปที่ 1.10: เครื่องกดอัด (Compression Molding Machine)

7. เครื่องทดสอบความต้านทานต่อแรงดึง (Universal Testing Machine)

ใช้สำหรับวัดค่าการต้านทานแรงดึงสูงสุดและการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของวัสดุ เมื่อตัวอย่างชิ้นงานได้รับแรงดึงยืดที่อัตราการเคลื่อนที่คงที่ จนกระทั่งเกิดการแตกหักหรือฉีกขาด



รูปที่ 1.11: เครื่องทดสอบความต้านทานต่อแรงดึง (Universal Testing Machine)

8. เครื่องวัดความแข็ง (Universal Hardness Tester)

เป็นเครื่องมือสำหรับใช้วัดความแข็งของวัสดุ ได้แก่ ยางและพลาสติก โดยใช้วิธีการเจาะแทงหัวเข็ม เข้าเนื้อชิ้นงานทดสอบ โดยผลการทดสอบที่ได้อยู่ในรูปของหน่วย Shore



รูปที่ 1.12: เครื่องวัดความแข็ง (Universal Hardness Tester)

9. เครื่องวัดการขัดสี (Abrasion Tester)

เป็นเครื่องมือสำหรับการวัดการสึกหรอของยางเมื่อให้แรงในการขัดถูที่คงที่



รูปที่ 1.13: เครื่องวัดการขัดสี (Abrasion Tester)

10. ตู้ทดสอบสภาวะเร่งของชิ้นงาน (Aging Oven)

เป็นตู้อบความชื้นอุณหภูมิใช้ทดสอบความสามารถในการทนอุณหภูมิสูงของวัสดุตัวอย่างประเภทยางและพลาสติก การทดสอบตัวอย่างเป็นแบบเคลื่อนที่หมุนตัวอย่างทดสอบและควบคุมอัตราการถ่ายเทอากาศเข้าออกตู้ได้



รูปที่ 1.14: ตู้ทดสอบสภาวะเร่งของชิ้นงาน (Aging Oven)

11. ชุดทดสอบคุณสมบัติการบีบอัด (Compression Set Tester)

เป็นเครื่องมือสำหรับวัดคุณสมบัติในการบีบอัดวัสดุประเภทยางและพลาสติก เพื่อตรวจสอบคุณภาพในการคืนตัวของวัสดุเมื่อได้รับแรงบีบอัดด้วยแรงและระยะเวลาที่กำหนด



รูปที่ 1.15: เครื่องทดสอบคุณสมบัติการบีบอัด (Compression Set Tester)

1.7.2 วิธีการทดลอง

1.7.2.1 การศึกษาข้อมูลมาตรฐานแผ่นยางปูพื้นตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

มาตรฐานสำหรับแผ่นยางปูพื้น ที่ประกาศโดยสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เลขที่ มอก.2377-2551 ฉบับลงวันที่ 26 มกราคม 2552 มีขอบข่ายครอบคลุม แผ่นยางปูพื้นที่ใช้งานทั่วไป ใช้งานในอาคาร แต่ไม่รวมถึงแผ่นยางปูพื้นที่มีสมบัติพิเศษต่างๆ เช่น ทนน้ำมัน ทนสารเคมี เป็นฉนวนไฟฟ้า หรือนำไฟฟ้าได้ ซึ่งรายละเอียดในมาตรฐานได้กำหนดลักษณะทั่วไปที่อาจมีผลเสียต่อการใช้งาน ประเภทของแผ่นยาง รวมถึงช่วงค่าของคุณสมบัติต่างๆ ที่จำเป็นต้องมีเพื่อให้เป็นมาตรฐาน ได้แก่ ความแข็ง ความต้านแรงดึง และความยืดเมื่อขาด การบ่มแรง ความทนต่อการขัดสี การยุบตัวเนื่องจากแรงอัด ความทนต่อสีย้อมสภาพลมฟ้าอากาศโดยวิธีเร่งภาวะ ความทนต่อความร้อนของบุหรี รวมถึงการบรรจุ การห่อหุ้ม เครื่องหมายและฉลาก ซึ่งโครงการวิจัยนี้ต้องพัฒนาสูตรแผ่นยางปูพื้นที่มีผลการทดสอบของผลิตภัณฑ์ทั้งหมดผ่านตามที่ มอก.2377-2551 ได้กำหนดไว้

นอกจากนี้เพื่อเพิ่มความสามารถนำไปใช้งานเฉพาะด้าน เพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์และการรองรับของตลาดที่กว้างขึ้น คณะนักวิจัยจึงได้ทำการศึกษาเพิ่มเติมถึงคุณสมบัติที่สำคัญสำหรับการนำแผ่นยางปูพื้นไปใช้ปูสนามฟุตบอล ซึ่งจากการศึกษาข้อมูลพบว่า มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมสำหรับแผ่นยางปูสนามฟุตบอล มีขอบข่ายมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ครอบคลุมเฉพาะแผ่นยางปูสนามฟุตบอลที่ทำจากยางธรรมชาติหรือยางธรรมชาติผสมยางสังเคราะห์ หรือยางธรรมชาติเคลือบด้วยวัสดุสังเคราะห์อื่นๆ สำหรับใช้ปูสนามฟุตบอล ไม่รวมการออกแบบและติดตั้ง และไม่ได้รับรองการบาดเจ็บที่อาจเกิดขึ้นจากการใช้งาน โดยในร่างมาตรฐานนี้ได้ให้ความหมายของ “ แผ่นยางปูสนามฟุตบอล ” หมายถึง วัสดุปูพื้นที่ทำจากยางธรรมชาติเป็นหลัก มีลักษณะเป็นแผ่นที่สามารถถอดประกอบและเคลื่อนย้ายได้ และประกอบติดตั้งเป็นผืนใหญ่สำหรับการแข่งขันกีฬาฟุตบอล

ดังนั้น ตามวัตถุประสงค์โครงการแผ่นยางที่พัฒนาขึ้นจะต้องมีคุณสมบัติผ่านตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 2377-2551 เป็นแผ่นยางปูพื้น และความเป็นไปได้ในการนำแผ่นยางดังกล่าวไปใช้งานปูพื้นสนามฟุตบอล หรืออื่นๆ โดยเปรียบเทียบคุณสมบัติของแผ่นยางปูพื้นที่ผลิตได้กับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ยางปูพื้นสนามฟุตบอล มอก.2739-2559

1.7.2.2 การทดสอบตัวอย่างแผ่นยางปูพื้นของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน

ทำการทดลองสุ่มเก็บตัวอย่างผลิตภัณฑ์แผ่นยางปูพื้นที่กลุ่มวิสาหกิจชุมชนฯ ผลิตขึ้นมาทดสอบคุณสมบัติเบื้องต้นบางรายการตามมาตรฐาน มอก.2377-2551 เพื่อตรวจสอบคุณสมบัติของแผ่นยางปูพื้นที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน จำนวน 4 ตัวอย่าง จากกระบวนการผลิต 4 ครั้ง โดยแผ่นยางถูกเตรียมขึ้นจากสูตรเดียวกัน

คนละช่วงเวลา รายการทดสอบได้แก่ ความทนต่อการขัดสี ความแข็งก่อนและหลังภาวะบ่มเร่ง ความต้านแรงดึงและยืดเมื่อขาดก่อนและหลังภาวะบ่มเร่ง

1.7.2.3 การพัฒนาออกแบบสูตรยางผสมในระดับห้องปฏิบัติการ

- การศึกษาความหนืดของยาง

นำยางธรรมชาติเครฟ (Natural rubber Crepe, NR Crepe) และยางสไตรีนบิวทาไดอิน (Styrene-butadiene rubber, SBR) นำไปทดสอบหาค่าความหนืดมูนนี่ด้วยเครื่องวัดความหนืดมูนนี่ของยาง (Mooney viscometer) หลังจากนั้นปรับความหนืดมูนนี่ของยางทั้ง 2 ชนิดให้ใกล้เคียงกัน โดยปรับความหนืดมูนนี่ของยางธรรมชาติเครฟให้ลดลงโดยการใส่น้ำมันไปในช่วงบดผสม 3 นาที แล้วศึกษาเวลาที่ใช้ในการบดผสมยางธรรมชาติเครฟกับน้ำมันที่ 5, 7, 10, 15, 20 25 และ 30 นาที เพื่อให้ค่าความหนืดมูนนี่ใกล้เคียงกับยางสไตรีนบิวทาไดอิน

- การศึกษาตัวเร่งปฏิกิริยา

- บดยางยางธรรมชาติเครฟ โดยใช้เครื่องผสมระบบปิด (Internal mixer) เป็นเวลา 3 นาที
- เติม ZnO และ Stearic acid แล้วบดผสมต่ออีก 2 นาที
- นำยางผสมมาเติมตัวเร่งที่ศึกษา ได้แก่ CBS, TMTD, MBT, MBTS และ DPG ด้วยเครื่องผสมสองลูกกลิ้ง (two roll mill) และเติมกำมะถัน ดังตารางที่ 2
- นำยางคอมพาวด์ที่ผสมเสร็จแล้วมาทดสอบ: เวลาเริ่มคงรูป (Scorch time, Ts2)
ระยะเวลาคงรูป (Cure time, Tc90)
แรงบิดต่ำสุด (Minimum torque)
ผลต่างของแรงบิด (Delta torque)
- สูตรยางคอมพาวด์สำหรับศึกษาตัวเร่งแต่ละชนิด ดังในตารางที่ 1.2

ตารางที่ 1.2: สูตรยางคอมพาวด์สำหรับศึกษาตัวเร่งแต่ละชนิด

ยางและสารเคมียาง	CBS	TMTD	MBT	MBTS	DPG
NR Crepe	100	100	100	100	100
ZnO	4	4	4	4	4
Stearic acid	2	2	2	2	2
CBS	2	-	-	-	-
TMTD	-	2	-	-	-
MBT	-	-	2	-	-

MBTS	-	-	-	2	-
DPG	-	-	-	-	2
Sulfur	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5

- การศึกษาระบบของตัวเร่งปฏิกิริยา, ชนิดและปริมาณของสารเสริมแรง

- การผสมยางและสารเคมี

นำยางเครฟที่มีค่าความหนืดมุนีมากกว่ายางสไตรีนบิวทาไดอิน (SBR) ทำการบดผสม โดยใช้เครื่องผสมระบบปิด (Internal mixer) ดังรูปที่ 1.16 (ก) ใช้เวลาในการบดประมาณ 3 นาที แล้วผสมน้ำมัน หลังจากนั้นบดผสมต่อในเวลาที่เหมาะสมเพื่อปรับความหนืดของยางเครฟให้ใกล้เคียงกับยาง สไตรีนบิวทาไดอิน แล้วเติมยางสไตรีนบิวทาไดอิน ทำการบดผสมต่ออีก 5 นาที เมื่อยางทั้ง 2 ตัวเข้ากัน แล้วจึงใส่สารเคมียางต่างๆ ดังตารางที่ 1.4 ตามลำดับ ดังรูปที่ 1.17 โดยใช้เวลาในการผสมทั้งหมด 23 นาที นำยางคอมพาวด์แต่ละสูตรมาเติมกำมะถันด้วยเครื่องผสมแบบ 2 ลูกกลิ้ง (two-roll mill) ดังรูปที่ 1.16 (ข) จะได้ยางคอมพาวด์พร้อมขึ้นรูปตามสูตรที่กำหนดไว้

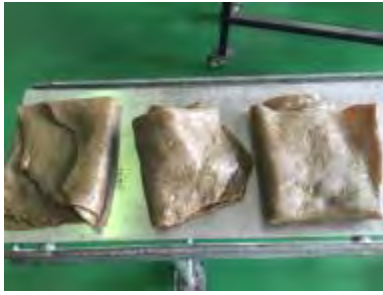


(ก)



(ข)

รูปที่ 1.16: (ก) การผสมยางคอมพาวด์ด้วยเครื่องผสมระบบปิด (Internal mixer) (ข) การผสมสารเคมียางด้วยเครื่องผสมแบบ 2 ลูกกลิ้ง (two-roll mill)



(ก)



(ข)

รูปที่ 1.17: (ก) ยางผสม NR Crepe-SBR (ข) สารเคมียางที่ใช้ทำการทดลอง

- การทดสอบสมบัติยางคอมพาวด์

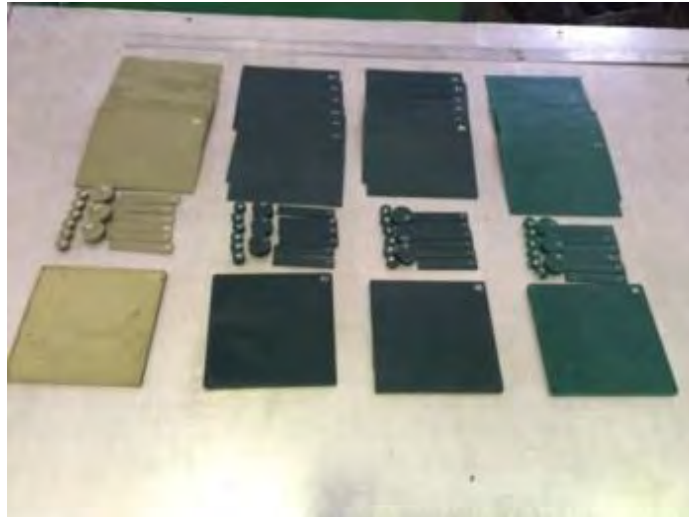
ยางคอมพาวด์ที่ผสมเสร็จแล้ว ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 16 ชั่วโมง นำยางคอมพาวด์ไปทดสอบค่าความหนืดมูนนี่ (Mooney unit) โดยใช้เครื่องวัดความหนืดมูนนี่ของยาง (Mooney viscometer) อุณหภูมิที่ใช้คือ 100°C เวลาอุ่นยาง 1 นาที เวลาทดสอบ 7 นาที และลักษณะการคงรูป (Cure characteristics) ที่อุณหภูมิ 150°C เป็นเวลา 30 นาที โดยเครื่องทดสอบจะรายงานผลเป็นค่าทอร์คต่ำสุด ค่าทอร์คสูงสุด ค่าระยะเวลาสกอร์ช (Scorch time, TS2) และระยะเวลาในการวัลคาไนซ์ (90% Cure time, tc90) เพื่อหาเวลาในการคงรูปและอุณหภูมิเพื่อนำไปใช้ในการขึ้นรูปของชิ้นงาน

- การขึ้นรูปชิ้นงาน

นำยางคอมพาวด์ที่ได้ ขึ้นรูปด้วยแม่พิมพ์ ดังรูปที่ 1.18 โดยใช้เครื่องอัดขึ้นรูปด้วยความร้อน ที่อุณหภูมิ 150°C โดยตั้งเวลาอย่างสุกตามระยะเวลาในการวัลคาไนซ์ (90% Cure time, tc90) ในแต่ละสูตร พร้อมกับขึ้นรูปเป็นชิ้นงาน และนำไปทดสอบสมบัติต่างๆ ตามมาตรฐานที่กำหนดเพื่อนำไปทดสอบสมบัติต่างๆ ดังรูปที่ 1.19



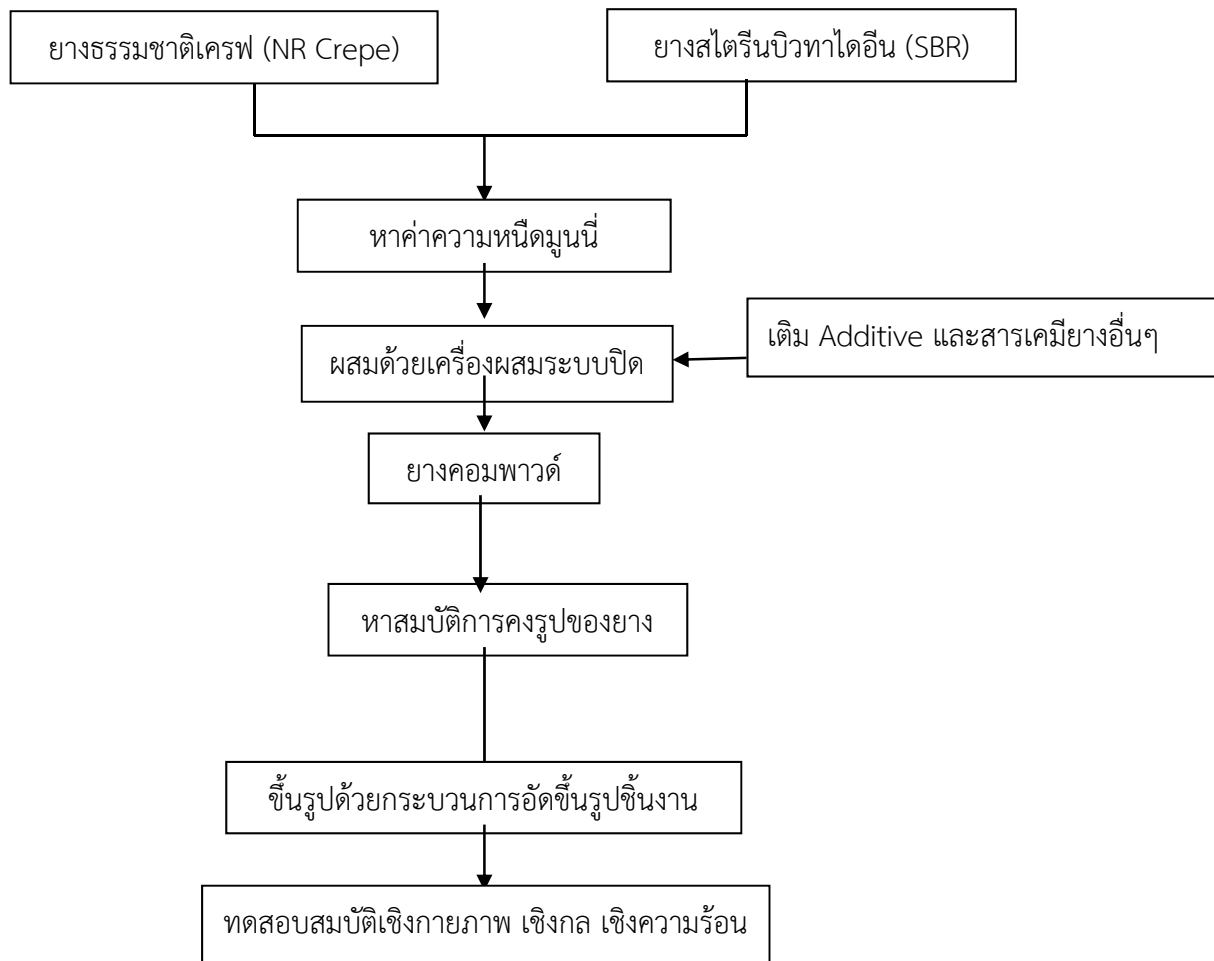
รูปที่ 1.18: กระบวนการขึ้นรูปชิ้นงานด้วยแม่พิมพ์



รูปที่ 1.19: ชิ้นงานขึ้นรูปเพื่อทดสอบสมบัติต่างๆ

- การทดสอบสมบัติเชิงกายภาพ เชิงกล และเชิงความร้อน ได้แก่
 - การทดสอบความแข็ง ตามมาตรฐาน ASTM 2240
 - ทดสอบความต้านทานแรงดึงและความยืดเมื่อขาด ตามมาตรฐาน ISO 37
 - ทดสอบความต้านทานการขีดถู ตามมาตรฐาน ISO 4649
 - ทดสอบการยุบตัวเนื่องจากแรงอัด ตามมาตรฐาน ISO 815
 - ทดสอบการบ่มแรง ตามมาตรฐาน ISO 188 air-oven method โดยทดสอบความแข็งและความต้านทานแรงดึงและความยืดเมื่อขาด
 - ทดสอบความต้านทานแรงฉีกขาด ตามมาตรฐาน ISO 34

- ไตอะแกรมกระบวนการทดลอง ดังรูปที่ 1.20



รูปที่ 1.20: ไตอะแกรมกระบวนการทดลอง

- สูตรยางคอมพาวด์สำหรับแผ่นยางปูพื้นในการศึกษาชนิด ปริมาณสารเสริมแรง และตัวเร่ง ดังในตารางที่ 1.3

ตารางที่ 1.3: สูตรยางคอมพาวด์สำหรับแผ่นยางปูพื้นเมื่อปรับชนิด และปริมาณสารเสริมแรง

ยางและสารเคมียาง	สูตรที่ B1	สูตรที่ B2	สูตรที่ B3	สูตรที่ B4	สูตรที่ B5	สูตรที่ B6
NR Crepe	67	67	67	67	67	100
SBR	33	33	33	33	33	-
Butadiene	-	-	-	-	-	-
Color	1	1	1	1	1	-
ZnO	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4
Stearic acid	2	2	2	2	2	2
Wingstay L	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Ozone wax	1	1	1	1	1	-
CaCO ₃	100	-	-	-	-	-
Clay	-	100	100	-	-	200
China clay	-	-	-	100	100	-
VN2	-	-	-	-	-	-
Titanium	-	-	-	-	-	-
White Oil	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	-
CBS	0.7	0.7	1.5	1.5	0.7	-
TMTD	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.4
MBT	0.3	0.3	-	-	0.3	-
MBTS	-	-	-	-	-	1.5
DPG	0.4	0.4	-	-	0.4	-
Sulfur	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	2.5
Temperature (°C)	150	150	150	150	150	150
Screw speed (rpm)	60	60	60	60	60	60

1.7.2.4 การปรับปรุงคุณสมบัติแผ่นยางระดับคุณภาพสูง

- การปรับปรุงชนิดของยาง : ใช้ยางแผ่นแทนยางเครพ
- การปรับปรุงชนิดของสารเสริมแรง : ใช้เคลย์แทนแคลเซียมคาร์บอเนต
- การพัฒนาความแข็งของแผ่นยางปูพื้น : ลดสัดส่วนของน้ำมัน (white oil)

ตารางที่ 1.4: สูตรยางคอมพาวด์สำหรับแผ่นยางปูพื้นเมื่อปรับชนิดยาง สารเสริมแรง และความแข็งของแผ่นยางปูพื้น

ยางและสารเคมียาง	ปริมาณที่ใช้ (phr)					
	สูตรที่ B13	สูตรที่ B14	สูตรที่ B15	สูตรที่ B16	สูตรที่ B17	สูตรที่ B18
NR	67	67	67	67	67	67
SBR	33	33	33	33	33	33
Color	1	1	1	1	1	1
ZnO	5	5	5	5	5	5
Stearic acid	2	2	2	2	2	2
Wingstay L	1	1	1	1	1	1
Ozone wax	1	1	1	1	1	1
Clay	100	100	100	100	100	100
Silane 69	-	-	-	-	-	5% wt clay
White Oil	1	1	1	1	1	1
CBS	-	-	0.7	0.7	0.7	0.7
TMTD	1	1.5	0.5	0.3	0.3	0.3
MBT	-	-	-	0.2	0.2	0.2
Sulfur	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	2.5
Temperature (°C)	150	150	150	150	150	150
Temperature (°C)	160	160	160	160	160	160
Screw speed (rpm)	60	60	60	60	60	60

1.7.2.5 การพัฒนาคุณสมบัติการต้านทานแสง UV

ตารางที่ 1.5: สูตรยางคอมพาวด์ปิดด้านบนสำหรับแผ่นยางปูพื้นใช้ภายนอก เมื่อปรับชนิดยางและตัวเร่งปฏิกิริยา

ยางและสารเคมี ยาง	ปริมาณที่ใช้ (phr)							
	สูตรที่ E1	สูตรที่ E2	สูตรที่ E3	สูตรที่ E4	สูตรที่ E5	สูตรที่ E6	สูตรที่ E7	สูตรที่ E8
EPDM	100	100	100	100	100	100	100	100
Color	1	1	1	1	1	1	1	1
ZnO	5	5	5	5	5	5	5	5
Stearic acid	2	2	2	2	2	2	2	2
Wingstay L	1	1	1	-	-	1	1	1
Ozone wax	1	1	1	-	-	-	-	-
Clay	50	-	50	-	-	-	-	50
White Oil	1	1	1	-	-	-	-	-
CBS	-	1	-	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
TMTD	0.2	0.2	0.2	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
MBT	-	-	2.5	-	-	-	-	-
ZEDC	-	-	-	0.8	1	1.5	2	2
Sulfur	2	2	2	1.5	2	1.5	1.5	1.5
Temperature (°C)	150	150	150	150	150	150	150	150
Screw speed (rpm)	60	60	60	60	60	60	60	60

1.8 แผนการดำเนินโครงการ

ตารางที่ 1.6: แผนการดำเนินงาน

กิจกรรม	ปีงบประมาณ 2559 (เดือนที่)					
	1-2	3-4	5-6	7-8	9-10	11-12
1. ศึกษามาตรฐานแผ่นยางปูพื้นและเตรียมเครื่องมืออุปกรณ์สำหรับตรวจสอบสมบัติตามข้อกำหนดในมาตรฐาน	↔					
2. พัฒนาออกแบบสูตรยางผสม ศึกษาผลของยางสังเคราะห์และสารเคมีที่มีผลต่อสมบัติของยางผสม	↔	↔	↔			
3. ศึกษาสภาวะการผสมยางและการขึ้นรูป	↔	↔	↔			
4. เตรียมชิ้นงานทดสอบคุณสมบัติตาม มอก. 2377-2551		↔	↔			
5. วิเคราะห์ประเมินผลการทดลองในระดับห้องปฏิบัติการและปรับปรุงประสิทธิภาพแผ่นยางที่พัฒนาขึ้น		↔	↔			
6. ทดลองขยายการเตรียมแผ่นยางในระดับ pilot scale ที่กลุ่มอุตสาหกรรมแปรรูปผลิตภัณฑ์ยางพารา อ.วังจันทร์ จ.ระยอง			↔	↔		
7. ตรวจวัดคุณสมบัติตาม มอก. 2377-2551และความสม่ำเสมอของผลิตภัณฑ์ที่เตรียมในระดับ pilot scale เมื่อทำการผลิตซ้ำ			↔	↔		
8. ทดสอบการใช้งานจริงของแผ่นยางที่สภาวะต่างๆ ด้วยวิธีการเร่งสภาวะ			↔	↔	↔	
9. ออกแบบระบบบริหารการผลิต ขั้นตอนกระบวนการผลิต อุปกรณ์ เครื่องจักรที่ใช้ในแต่ละขั้นตอนสำหรับการผลิตในระดับโรงงานนำทางได้อย่างมีประสิทธิภาพ			↔	↔	↔	
10. วางแผนจัดทำระบบควบคุมคุณภาพในแต่ละขั้นตอนการผลิต				↔	↔	↔
11. สรุปผลและจัดทำรายงาน เฟสที่ 1						↔

บทที่ 2

ผลการดำเนินงาน

บทที่ 2

ผลการดำเนินงาน

โครงการพัฒนาโรงงานต้นแบบการผลิตแผ่นยางปูพื้นสำหรับกลุ่มวิสาหกิจชุมชน มีความมุ่งหมายในการส่งเสริมและพัฒนาการแปรรูปผลิตภัณฑ์กลุ่มวิสาหกิจชุมชนเพื่อเพิ่มการใช้ประโยชน์จากยางพาราภายในประเทศให้มากขึ้น โดยทำงานร่วมกับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนอุตสาหกรรมแปรรูปผลิตภัณฑ์ยางพารา อ.วังจันทร์ จ.ระยอง ในปีแรกเป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์แผ่นยางปูพื้นของกลุ่มให้มีคุณภาพเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม โดยผลการดำเนินงานของโครงการดังนี้

2.1 ผลการศึกษาข้อมูลมาตรฐานแผ่นยางปูพื้นตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

เอกสารกำหนดมาตรฐานสำหรับแผ่นยางปูพื้น ที่ประกาศโดยสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เลขที่ มอก.2377-2551 ฉบับลงวันที่ 26 มกราคม 2552 มีขอบข่ายครอบคลุม แผ่นยางปูพื้นที่ใช้งานทั่วไป ใช้งานในอาคาร แต่ไม่รวมถึงแผ่นยางปูพื้นที่มีสมบัติพิเศษต่างๆ เช่น ทนน้ำมัน ทนสารเคมี เป็นฉนวนไฟฟ้า หรือนำไฟฟ้าได้ ซึ่งบทนิยามของแผ่นยางปูพื้นที่กำหนดไว้ในมาตรฐานนี้ หมายรวมทั้งแผ่นยางที่มีลักษณะเป็นแผ่นเดี่ยวหรือเป็นแผ่นต่อเนื่องใช้สำหรับปูพื้น อาจมีชั้นเดียวหรือหลายชั้น อาจมีสีดำหรือสีอื่น มีผิวเรียบหรือไม่เรียบ มีลวดลายหรือไม่มีลวดลายก็ได้ ทำจากยางธรรมชาติและ/หรือยางสังเคราะห์/หรือยางรีไซเคิลก็ได้ การแบ่งประเภท ชนิดและแบบของแผ่นยางปูพื้นตามมาตรฐาน สามารถแบ่งได้ตามลักษณะต่างๆ ดังนี้

- แบ่งตามการใช้งาน คือ ใช้ปูพื้นทั่วไปหรือใช้ภายในอาคาร
- แบ่งตามความแข็งของแผ่นยางซึ่งวัดโดยใช้เครื่อง Durometer Type A คือ 50, 60, 70, 80 และ 90
- แบ่งตามรูปร่าง คือ เป็นแบบแผ่นเดี่ยวหรือแบบแผ่นต่อเนื่อง ซึ่งแต่ละรูปร่างต้องมีการกำหนดขนาดและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนไว้อย่างชัดเจน

นอกจากนั้นในมาตรฐานยังได้กำหนดคุณลักษณะต่างๆ ของแผ่นยางที่ต้องการไว้ด้วย ได้แก่ ลักษณะทั่วไปที่อาจมีผลเสียต่อการใช้งาน ความแข็ง ความต้านแรงดึงและความยืดเมื่อขาด การบ่มเร่ง ความทนต่อการขัดสี การยุบตัวเนื่องจากแรงอัด ความทนของสีต่อสภาพลมฟ้าอากาศโดยวิธีเร่งภาวะ ความทนต่อความร้อนของบุหรี รวมถึงการบรรจุ การห่อหุ้ม เครื่องหมายและฉลาก

ตารางที่ 2.1: คุณสมบัติของขนาด คุณลักษณะและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของแผ่นยางปูพื้นตามข้อกำหนด
ใน มอก.2377-2551

คุณลักษณะ	เกณฑ์ตามข้อกำหนด	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน
แบบแผ่นเดี่ยว ความกว้าง ความยาว ความหนา	ตามที่ระบุที่สลาก ตามที่ระบุที่สลาก	$\pm$ ร้อยละ 0.5/ด้าน $\pm$ 0.2 มิลลิเมตร
แบบแผ่นต่อเนื่อง ความกว้าง ความยาว ความหนา	ตามที่ระบุที่สลาก ตามที่ระบุที่สลาก	$\pm$ 0.5% / ความยาวไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้
แผ่นยางปูพื้นทั่วไป	2.0-5.9	$\pm$ 0.5 มิลลิเมตร
	6.0-10.9	$\pm$ 0.1 มิลลิเมตร
	11.0-15.9	$\pm$ 1.5 มิลลิเมตร
	16.0-20.0	$\pm$ 2.0 มิลลิเมตร
แผ่นยางปูพื้นในอาคาร	ตามที่ระบุที่สลาก	$\pm$ 0.2 มิลลิเมตร
ความแข็ง	ตามชนิดที่ผู้ทำระบุ	+5, -4
ความต้านแรงดึง	> 4 MPa	
ความยืดเมื่อขาด	>150%	
การเปลี่ยนแปลงหลังการบ่มเร่ง ความแข็ง ความต้านแรงดึง ความยืดเมื่อขาด	< 5 shore A <25% <50%	
ความทนต่อการขัดสี	ปริมาตรลดลง < 500 ลบ.มล.	
การยุบตัวเนื่องจากแรงอัด	<40%	
ความคงทนของสีต่อสภาพลมฟ้า อากาศโดยวิธีเร่งสภาวะ	>เกรย์สเกลระดับ 3	
ความทนต่อความร้อนของบุหรี (เฉพาะประเภทใช้ภายในอาคาร) ความทนต่อกันบุหรี ความทนต่อการไหม้ของบุหรี	 >ระดับ 4 >ระดับ 3	

ซึ่งภายหลังการดำเนินโครงการได้มีประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 4850 (พ.ศ. 2559) เรื่อง
ยกเลิกและกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นยางปูพื้น โดยที่เป็นการสมควรปรับปรุงมาตรฐาน

ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แผ่นยางปูพื้น มาตรฐานเลขที่ มอก.2377-2551 และออกประกาศกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แผ่นยางปูพื้น มาตรฐานเลขที่ มอก.2377-2559 ขึ้นใหม่ โดยสาระสำคัญที่มีการเปลี่ยนแปลง คือ ในส่วนของบทนิยาม แผ่นยางปูพื้น ได้ให้ความหมายรวมถึงแผ่นยางปูพื้นที่ทำจากยางรีไซเคิลด้วย และในส่วนของคุณลักษณะที่ต้องการ ได้ยกเลิกในส่วนคุณสมบัติความทนต่อความร้อนของบุหรีสำหรับแผ่นยางปูพื้นประเภทที่ 2 ที่สำหรับใช้ภายในอาคารออก

จากการสำรวจข้อมูลการจำหน่ายแผ่นยางปูพื้นของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนที่ผ่านมาพบว่า มีการจำหน่ายเพื่อนำแผ่นยางปูพื้นที่ผลิตไปใช้งานปูพื้นสำหรับสนามฟุตบอล ดังนั้นเพื่อเพิ่มความสามารถนำไปใช้งานเฉพาะด้าน และการรองรับของตลาดที่กว้างขึ้น คณะนักวิจัยจึงได้ทำการศึกษาเพิ่มเติมถึงคุณสมบัติที่สำคัญสำหรับการนำแผ่นยางปูพื้นไปใช้ปูสนามฟุตบอล ซึ่งจากการศึกษาข้อมูลพบว่ามอก.2739-2559 แสดงขอบข่ายมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมครอบคลุมเฉพาะแผ่นยางปูสนามฟุตบอลที่ทำจากยางธรรมชาติ หรือยางธรรมชาติผสมยางสังเคราะห์ หรือยางธรรมชาติเคลือบด้วยวัสดุสังเคราะห์อื่นๆสำหรับใช้ปูสนามฟุตบอล ไม่รวมการออกแบบและติดตั้ง และไม่ได้รับรองการบาดเจ็บที่อาจเกิดขึ้นจากการใช้งาน โดยในร่างมาตรฐานนี้ได้ให้ความหมายของ “ แผ่นยางปูสนามฟุตบอล ” หมายถึง วัสดุปูพื้นที่ทำจากยางธรรมชาติเป็นหลัก มีลักษณะเป็นแผ่นที่สามารถถอดประกอบและเคลื่อนย้ายได้ และประกอบติดตั้งเป็นผืนใหญ่สำหรับการแข่งขันกีฬาฟุตบอล นอกจากนั้น ในร่างมาตรฐานยังได้กำหนดประเภทขนาดและคุณสมบัติต่างๆที่จำเป็นต้องมีสำหรับแผ่นยางปูสนามฟุตบอลไว้ดังในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 : คุณสมบัติของขนาด คุณลักษณะและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของแผ่นยางปูสนามฟุตบอล ตามข้อกำหนดใน มอก.2739-2559

คุณลักษณะ	เกณฑ์ตามข้อกำหนด
ประเภท ประเภทชั้นเดียว ประเภทหลายชั้น	
ขนาด ความกว้าง ความยาว ความหนา	ตามที่ระบุที่สลาก คลาดเคลื่อนไม่เกิน ไม่ต่ำกว่า 10 มิลลิเมตร
ค่าแรงเสียดทาน	80-110 ⁽¹⁾ 55-110 ⁽²⁾
การลดลงของแรงกระแทก	25-34% ⁽¹⁾
การยุบตัวในแนวตั้งไม่เกิน	6 มิลลิเมตร
การกระดอนของบอลในแนวตั้ง	ไม่ต่ำกว่า 85%

ความคงทนของสีต่อสภาพลมฟ้าอากาศ โดยวิธีเร่งภาวะ	ความแตกต่างของสีต้องไม่ต่ำกว่าเกรย์สเกลระดับ 3
---	--

หมายเหตุ: ⁽¹⁾ ทดสอบที่สภาวะแห้ง

⁽²⁾ ทดสอบที่สภาวะเปียก

รายละเอียดเรื่องข้อกำหนดในการบรรจุ เครื่องหมายและฉลาก การชักตัวอย่างและเกณฑ์การตัดสิน รวมถึงวิธีการและมาตรฐานการทดสอบคุณสมบัติต่างๆ แสดงดังเอกสารในภาคผนวก

นอกจากนี้เนื่องจากปัจจุบันสังคมไทยเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ หลากหลายผลิตภัณฑ์จึงมุ่งเน้นที่จะพัฒนาขึ้น เพื่อรองรับกลุ่มผู้สูงอายุ แผ่นยางปูพื้นก็เป็นหนึ่งผลิตภัณฑ์ที่ตอบโจทย์ความต้องการของผู้สูงอายุในเรื่องของความปลอดภัยและความสะดวกสบายในการทำกิจกรรมต่างๆและการเดินของผู้สูงอายุ ช่วยลดความรุนแรงจากการบาดเจ็บเนื่องจากอุบัติเหตุการล้มกระแทกพื้น โดยคุณสมบัติที่สำคัญของแผ่นยางปูพื้นที่ต้องมีคือ ไม่ลื่น สามารถดูดซับหรือลดแรงกระแทกได้ดี (มีความยืดหยุ่นสูง) มีความแข็งแรงพอสำหรับการกระจายแรงจากฝ่าเท้าที่ตกลงบนพื้น ทนทานต่อการขีดขีดและสามารถทำความสะอาดได้ง่าย ซึ่งคุณสมบัติดังกล่าวยังสามารถนำไปใช้สำหรับห้องเด็กได้อีกด้วย

เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์แผ่นยางปูพื้นสนามฟุตบอล มอก.2739-2559 กับมาตรฐานผลิตภัณฑ์แผ่นยางปูพื้น มอก. 2377-2551 พบว่า มีคุณสมบัติเฉพาะที่จำเป็นเพิ่มเติมเนื่องจากการใช้งานด้านกีฬา ได้แก่ ค่าแรงเสียดทาน การลดลงของแรงกระแทก การยุบตัวและการกระดอนของบอลในแนวตั้ง ในส่วนของแผ่นยางปูพื้นห้องสำหรับผู้สูงอายุและเด็กสามารถทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์แผ่นยางปูพื้น มอก. 2377-2551 แต่เนื่องจากนำไปใช้ปูพื้นภายในห้องในอาคารและใช้กับเด็กจึงจำเป็นต้องให้ความสำคัญเพิ่มเติมในเรื่องกลิ่นและสารเคมีที่อาจปล่อยออกมา

2.2 ผลการทดสอบตัวอย่างแผ่นปูพื้นของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน

จากการสุ่มเก็บตัวอย่างผลิตภัณฑ์แผ่นยางปูพื้นที่กลุ่มวิสาหกิจชุมชนฯ ผลิตร่วมร่วมโครงการ นำมาทดสอบคุณสมบัติเบื้องต้นบางรายการตามมาตรฐาน มอก.2377-2551 จำนวน 4 ตัวอย่าง ให้ผลการทดลองดังนี้

คุณลักษณะทั่วไปของตัวอย่าง

ตัวอย่างที่ 1 ลักษณะทั่วไป : แผ่นยางสีดำ แบบแผ่นเดี่ยว สีค่อนข้างซีดไม่สม่ำเสมอ

ตัวอย่างที่ 2 ลักษณะทั่วไป : แผ่นยางสีเขียว แบบแผ่นเดี่ยว สีค่อนข้างซีดไม่สม่ำเสมอ

ตัวอย่างที่ 3 ลักษณะทั่วไป : แผ่นยางสีดำ แบบแผ่นเดี่ยว สีค่อนข้างซีดไม่สม่ำเสมอ

ตัวอย่างที่ 4 ลักษณะทั่วไป : แผ่นยางสีเขียว แบบแผ่นเดี่ยว สีค่อนข้างซีดไม่สม่ำเสมอ



รูปที่ 2.1: ตัวอย่างผลิตภัณฑ์แผ่นยางปูพื้นของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนฯ ที่สุ่มเก็บมาทำการทดสอบ

ตารางที่ 2.3: ผลการทดสอบตัวอย่างผลิตภัณฑ์แผ่นยางปูพื้นของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนฯ ก่อนการพัฒนา

รายการทดสอบ	ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	ตัวอย่างที่ 3	ตัวอย่างที่ 4
ความทนต่อการขัดสี (Abrasion test)	1.883 g ±0.165	0.978 g ±0.026	2.055 g ±0.113	1.188 g ±0.120
ความแข็ง (Hardness)				
-Before Accelerated Aging Test	57 shore A ±1	60 shore A ±0	55 shore A ±1	56 shore A ±1
-After Accelerated Aging Test	56 shore A ±1	57 shore A ±1	64 shore A ±1	60 shore A ±1
ความต้านแรงดึงและยืดเมื่อขาด Before Accelerated Aging Test				
-Tensile Strength	4.5 MPa ±0.7	3.4 MPa±0.6	2.56 Pa±0.34	4.44 Pa±0.58
-%Elongation at break	282.3% ±30.1	426.5%±69.5	302.5%±12.8	266.8%±37.5
After Accelerated Aging Test				
- Tensile Strength	4.2 MPa ±0.2	3.1 MPa±0.9	1.57 Pa±1.00	3.78 Pa±0.24
- %Elongation at break	282.6% ±15.6	367.0%±91.0	260.5 %±21.7	240.6 %±16.4

จากผลการทดสอบแผ่นยางปูพื้นทั้ง 4 ตัวอย่าง พบว่าถึงแม้สูตรยางที่ใช้ในการเตรียมจะเป็นสูตรเดียวกัน แตกต่างกันในสีและอัตราการผลิต เท่านั้นแต่ผลการทดสอบคุณสมบัติค่อนข้างให้ค่าที่แตกต่างกัน แสดงให้เห็นถึงการขาดความสม่ำเสมอในกระบวนการผลิต และเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับค่าที่กำหนดใน

มาตรฐาน มอก. 2377-2551 พบว่า มีค่าความแข็งอยู่ในช่วง 55-60 Shore A ค่าความทนต่อแรงดึงตัวอย่างที่ 2 และ 3 มีค่าต่ำกว่าที่มาตรฐานกำหนด เมื่ออยู่ในสภาวะบ่มแรง ค่าความแข็งและความทนต่อแรงดึงตัวอย่างที่ 3 มีการเปลี่ยนแปลงที่สูงกว่าที่มาตรฐานกำหนด แต่ทั้งนี้ทั้ง 4 ตัวอย่างยังมีค่าความทนต่อการขัดสีไม่ผ่านตามเกณฑ์ที่มาตรฐานกำหนด

2.3 ผลการพัฒนารูปแบบสูตรยางผสมในระดับห้องปฏิบัติการ

2.3.1 การศึกษาความหนืดของยาง

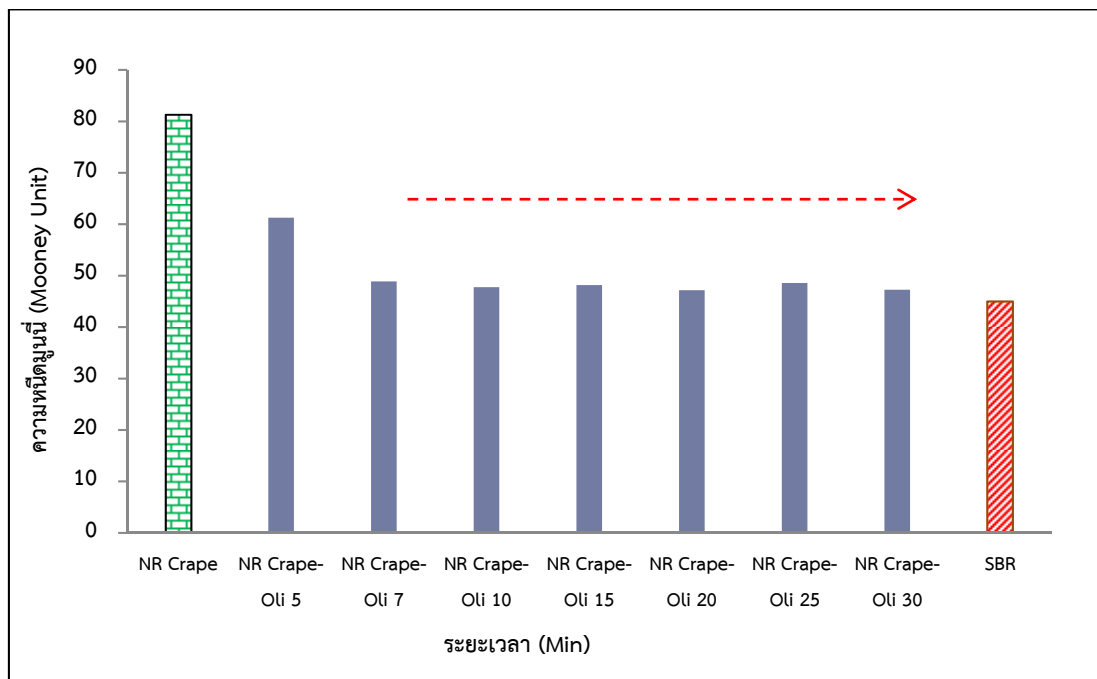
การเตรียมแผ่นยางปูพื้นให้มีสมบัติเป็นไปตามมาตรฐานกำหนด การใช้ยางสังเคราะห์ร่วมกับยางธรรมชาติสามารถช่วยเสริมสมบัติของยางธรรมชาติได้ ในการศึกษาครั้งนี้จึงได้เลือกใช้ ยางสไตรีนบิวทาไดอีน (Styrene-butadiene rubber, SBR) เป็นส่วนผสมในยางธรรมชาติเครพ (Natural rubber Crepe, NR Crepe) ซึ่งทั้งสองชนิดนี้เป็นยางที่ทางกลุ่มได้ใช้อยู่แล้ว จึงได้ทำการศึกษาสมบัติของยางทั้งสองชนิดนี้ก่อนนำไปปรับสูตร โดยทำการทดสอบความหนืดมูนนี่ (Mooney viscosity) จากตารางที่ 2.4 แสดงค่าความหนืดมูนนี่ของยางธรรมชาติเครพ และยางสไตรีนบิวทาไดอีน พบว่า ยางธรรมชาติเครพมีค่าความหนืดมูนนี่ 81.3 Mooney unit และยางสไตรีนบิวทาไดอีนมีค่าความหนืดมูนนี่ 45 Mooney unit ซึ่งยางทั้งสองชนิดมีค่าความหนืดมูนนี่ต่างกันมากถึง 36.3 Mooney unit ถ้านำยางทั้ง 2 ชนิดมาผสมกันโดยไม่มีการปรับความหนืดมูนนี่ ส่งผลให้ยางทั้งสองชนิดเข้ากันได้ไม่ดีเท่าที่ควร ดังนั้นจึงต้องมีการปรับความหนืดของยางทั้ง 2 ชนิดให้ใกล้เคียงกันก่อนนำมาผสมกัน

ตารางที่ 2.4: ความหนืดมูนนี่ของยางธรรมชาติเครพ และยางสไตรีนบิวทาไดอีน

สมบัติ	NR Crepe	SBR
ความหนืดมูนนี่ (Mooney Unit)	81.3	45
		

ดังนั้นจึงต้องทำการปรับปรุงความหนืดมูนนี่ (Mooney Viscosity) ของยางธรรมชาติเครพ (Natural rubber Crepe, NR) โดยการนำยางธรรมชาติเครพผสมน้ำมัน (Natural rubber Crepe-Oil, NR-Oil) ในเครื่องผสมระบบปิดตามระยะเวลา 5, 7, 10, 15, 20, 25 และ 30 นาที พบว่า เมื่อยางธรรมชาติเครพผสมน้ำมัน (Natural rubber Crepe-Oil, NR-Oil) มีค่าความหนืดลดลงอย่างต่อเนื่องในช่วงเวลาบดผสม 0 ถึง 7 นาที หลังจากนั้นค่าความหนืดมูนนี่ของยางธรรมชาติเครพมีค่าลดลงเล็กน้อย เมื่อเวลาการบดผสมเพิ่มขึ้น

จนถึง 30 นาที ดังนั้นเวลาบดผสมยางธรรมชาติเครฟกับน้ำมันที่เหมาะสม คือ 7 นาที มีค่าความหนืดมูนี 48.9 Mooney unit ซึ่งใกล้เคียงกับค่าความหนืดมูนีของยางสไตรีนบิวทาไดอิน (Styrene-butadiene rubber, SBR) ดังในรูปที่ 2.2

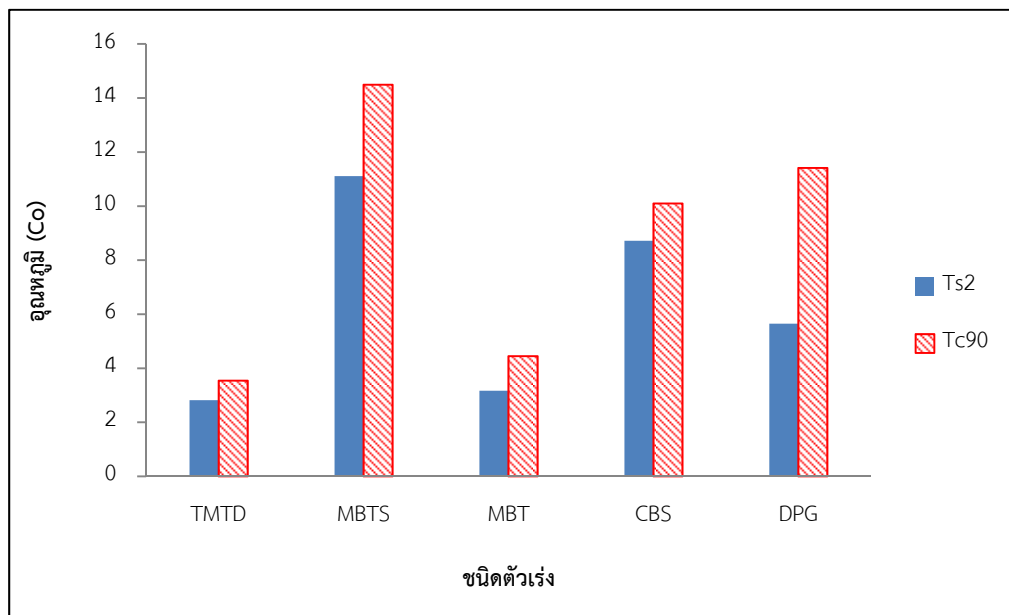


รูปที่ 2.2: ความสัมพันธ์ความหนืดมูนีกับระยะเวลาบดยาง

2.3.2 ผลการศึกษาชนิดตัวเร่ง (Accelerator)

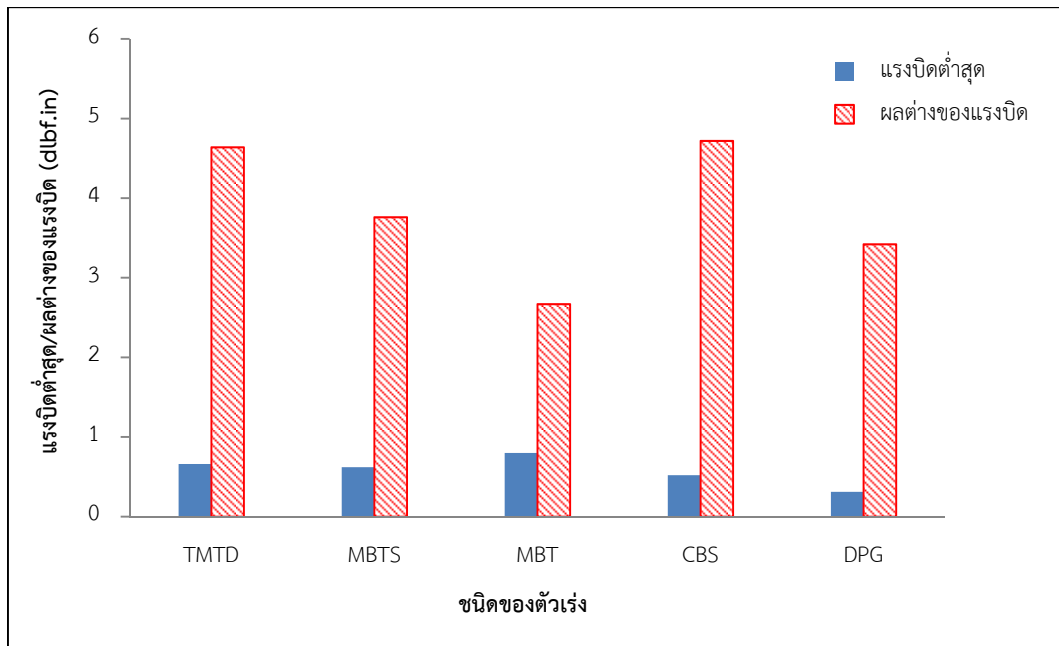
ตัวเร่งแต่ละชนิดให้ระยะเวลาเริ่มคงรูป (Scorch time, Ts2) ระยะเวลาคงรูป (Cure time, Tc90) แรงบิดต่ำสุด (Minimum torque) และ ผลต่างของแรงบิด (Delta torque) ที่แตกต่างกัน จึงจำเป็นต้องทำการศึกษาสมบัติของตัวเร่งแต่ละชนิด เพื่อเลือกให้เหมาะสมกับการผลิตแผ่นยางปูพื้น จากรูปที่ 2.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาเริ่มคงรูป (Scorch time, Ts2) กับชนิดตัวเร่ง (Type of accelerator) และระยะเวลาคงรูป (Cure time, Tc90) กับชนิดตัวเร่ง (Type of accelerator) พบว่า ตัวเร่ง MBTS, CBS, DPG, MBT และ TMTD ให้ระยะเวลาเริ่มคงรูป (Scorch time, Ts2) เรียงจากมากไปน้อยจาก 11.11, 8.72, 5.65, 3.17 และ 2.82 นาที ตามลำดับ และตัวเร่ง MBTS, DPG, CBS, MBT และ TMTD ให้ระยะเวลาคงรูป (Cure time, Tc90) เรียงจากมากไปน้อยจาก 14.49 11.41 10.1 4.45 และ 3.54 นาที ตามลำดับ และเมื่อนำค่ามาหาผลต่างระหว่างระยะเวลาเริ่มคงรูป (Ts2) กับระยะเวลาคงรูป (Tc90) พบว่า สารตัวเร่งชนิด คือ DPG และ MBTS ให้ค่าผลต่างมาก เมื่อเทียบกับสารตัวเร่งชนิดอื่น ส่งผลให้ยางคอมพาวด์ใช้เวลานานในการทำปฏิกิริยาเชื่อมขวาง จึงไม่เหมาะสมที่จะมาใช้เป็นตัวเร่งสำหรับยางปูพื้นในงานวิจัยนี้ ดังนั้นเพื่อให้ระยะเวลาเริ่มคงรูป และระยะเวลาคงรูปของสารตัวเร่งแต่ละชนิดมีความพอเหมาะ ต้องมี

ระยะเวลาที่ไม่เร็วเกินไป หรือ ไม่ช้าเกินไป จึงต้องมีการผสมสารตัวเร่งทั้งชนิด และปริมาณที่เหมาะสมกับการขึ้นรูปแผ่นยางปูพื้น



รูปที่ 2.3: ระยะเวลาเริ่มคงรูป (Scorch time, Ts2) และระยะเวลาคงรูป (Cure time, Tc90) กับชนิดตัวเร่ง (Type of accelerator)

รูปที่ 2.4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าแรงบิดต่ำสุด (Minimum torque) และผลต่างของแรงบิด (Delta torque) กับชนิดตัวเร่ง (Type of accelerator) พบว่า MBT, TMTD, MBTS, CBS และ DPG ให้แรงบิดต่ำสุดเรียงจากมากไปน้อยจาก 0.8, 0.62, 0.66, 0.52 และ 0.31 dlbf•in ตามลำดับ และ พบว่า CBS, TMTD, MBTS, DPG และ MBT ให้ผลต่างของแรงบิดเรียงจากมากไปน้อยจาก 4.72, 4.64, 3.76, 3.42 และ 2.67 dlbf•in ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าตัวเร่งชนิด CBS และ TMTD มีผลต่างของแรงบิดค่อนข้างสูงส่งผลให้ยางคงรูปที่มีความหนาแน่นของการเชื่อมโยงของพันธะข้ามปริมาณสูง จึงทำให้อย่างคงรูปมีค่าความแข็งแรง



รูปที่ 2.4: แรงบิดต่ำสุด (Minimum torque) และผลต่างของแรงบิด (Delta torque) กับ ชนิดตัวเร่ง (Type of accelerator)

2.3.3 ผลการศึกษาระบบของตัวเร่งปฏิกิริยา (Accelerator)

งานวิจัยนี้มีการศึกษาระบบตัวเร่งแบ่งเป็น 2 ระบบ คือ

ตัวเร่งระบบที่ 1: CBS+TMTD+MBT+DPG (กลุ่มวิสาหกิจชุมชนฯ) ได้แก่สูตร B2 และ B5

ตัวเร่งระบบที่ 2: CBS+TMTD (การปรับปรุงระบบตัวเร่งของงานวิจัยนี้) ได้แก่สูตร B3 และ B4

จากตารางที่ 2.5 เห็นได้ว่า เมื่อนำสูตร B2 และ B3 ที่มีสูตรยางคล้ายคลึงโดยใช้ clay เป็นสารเติมเต็มชนิดเดียวกัน แต่ต่างกันเพียงระบบตัวเร่งปฏิกิริยา เมื่อนำมาเปรียบเทียบ พบว่า ตัวเร่งปฏิกิริยาระบบที่ 2 ให้สมบัติทางกล ได้แก่ ความต้านแรงดึง ความยืดเมื่อขาด ความทนต่อการขัดสี และความต้านทานแรงฉีกขาด และสมบัติทางความร้อนที่ดีกว่า ตัวเร่งระบบที่ 1 เช่นเดียวกันกับ สูตร B4 และ B5 ที่มีสูตรยางคล้ายคลึงโดยใช้ china clay เป็นสารเติมเต็มชนิดเดียวกัน แต่ต่างกันเพียงระบบตัวเร่งปฏิกิริยา พบว่า ตัวเร่งปฏิกิริยาระบบที่ 2 ให้สมบัติต่างๆที่ดีกว่า ตัวเร่งระบบที่ 1 เช่นเดียวกัน ดังนั้นตัวเร่งระบบที่ 2 ที่ประกอบไปด้วย CBS+TMTD จึงเหมาะสมกับการผลิตแผ่นยางปูพื้น

ตารางที่ 2.5: สมบัติเชิงกายภาพ เชิงกล และเชิงความร้อนของยางปูพื้นตามระบบตัวเร่งปฏิกิริยา

คุณลักษณะ	มอก. 2377-2551	B2 (ระบบที่ 1) (Clay)	B3 (ระบบที่ 2) (Clay)	B4 (ระบบที่ 2) (China clay)	B5 (ระบบที่ 1) (China clay)
ความแข็ง (Shore A)	ตามที่ระบุ	56	55	58	59
ความต้านแรงดึง (MPa)	> 4	7.0	7.3	9.9	8.2
ความยืดเมื่อขาด (%)	>150	565	592	552	458
100% มอดูลัส (MPa)	NA	1.5	1.4	2.7	3.0
300% มอดูลัส (MPa)	NA	2.5	2.3	4.1	5.3
<i>การเปลี่ยนแปลงหลังการบ่มเร่ง</i>					
ความแข็ง (Shore A)	<5	3	1	4	4
ความต้านแรงดึง (MPa)	<25	4.00	2.73	5.05	6.57
ความยืดเมื่อขาด (%)	<50	7.43	7.09	9.96	10.04
ความทนต่อการขีดสี (mm ³)	<500	149.8	132.1	145.7	133.4
การยุบตัวเนื่องจากแรงอัด (%)	<40	20.9	21.3	23.0	20.3
ความต้านทานแรงฉีกขาด (kN/m)	NA	26.1	24.3	29.3	26.5
ความทนของสีต่อสภาพลมฟ้า อากาศโดยวิธีเร้งภาวะ (Grayscale)	≥3	3	3	3	3

2.3.4 ผลการศึกษาชนิดสารเติมเต็ม (Type of Fillers)

งานวิจัยนี้ศึกษาชนิดของสารเติมเต็ม 3 ชนิดด้วยกัน คือ แคลเซียมคาร์บอเนต (CaCO_3), เคลย์ (Clay) และ ไชน่าเคลย์ (China clay) ในปริมาณอย่างละ 100 phr พบว่า จากตัวเร่งปฏิกิริยาระบบที่ 1 Clay ส่งผลให้สมบัติต่างๆส่วนใหญ่ของแผ่นยางดีที่สุดในรองลงมาคือ China Clay และ CaCO_3 เป็นชนิดสุดท้าย แต่ Clay ให้ความต้านแรงดึงต่ำกว่า CaCO_3 และ China clay ดังในตารางที่ 2.6 เนื่องจาก Clay มีอนุภาคที่ใหญ่กว่า China Clay และ CaCO_3 จึงขัดขวางการเกิดผลึกเมื่อยางถูกดึงยืด จึงส่งผลให้ความต้านทานต่อการดึงลดต่ำลง ส่วนในตัวเร่งปฏิกิริยาระบบที่ 2 ก็ยังคงไปในทิศทางเดียวกัน คือ Clay ให้สมบัติต่างๆส่วนใหญ่ดีกว่าเช่นเดียวกัน ดังในตารางที่ 2.7 ดังนั้นสารตัวเติมชนิด Clay ส่งผลให้สมบัติเชิงกล เชิงกายภาพ และเชิงความร้อนของแผ่นยางปูพื้นส่วนใหญ่ดีที่สุด

ตารางที่ 2.6: สมบัติเชิงกายภาพ เชิงกล และเชิงความร้อนของยางปูพื้นตามแต่ละชนิดของสารเติมเต็มจากตัวเร่งระบบที่ 1

ระบบที่ 1: CBS+TMTD+MBT+DPG

คุณลักษณะ	มอก. 2377-2551	B1 (CaCO ₃)	B2 (Clay)	B5 (China clay)
ความแข็ง (Shore A)	ตามที่ระบุ	54	56	59
ความต้านแรงดึง (MPa)	> 4	8.6	7.0	8.2
ความยืดเมื่อขาด (%)	>150	597	565	458
100% มอดูลัส (MPa)	NA	1.2	1.5	3.0
300% มอดูลัส (MPa)	NA	2.0	2.5	5.3
<i>การเปลี่ยนแปลงหลังการบ่มเร่ง</i>				
ความแข็ง (Shore A)	<5	2	3	4
ความต้านแรงดึง (MPa)	<25	12.79	4.00	6.57
ความยืดเมื่อขาด (%)	<50	5.52	7.43	10.04
ความทนต่อการขีดสี ³ (mm)	<500	181.1	149.8	133.4
การยุบตัวเนื่องจากแรงอัด (%)	<40	32.0	20.9	20.3
ความต้านทานแรงฉีกขาด(kN/m)	NA	20.1	26.1	26.5
ความทนของสีต่อสภาพลมฟ้าอากาศ โดยวิธีเร้งภาวะ (Grayscale)	≥3	3	3	3

ตารางที่ 2.7: สมบัติเชิงกายภาพ เชิงกล และเชิงความร้อนของยางปูพื้นตามแต่ละชนิดของสารเติมเต็มจากตัวเร่งระบบที่ 2

ระบบที่ 2: CBS+TMTD

คุณลักษณะ	มอก. 2377-2551	B3 (Clay)	B4 (China clay)
ความแข็ง (Shore A)	ตามที่ระบุ	55	58
ความต้านแรงดึง (MPa)	> 4	7.3	9.9
ความยืดเมื่อขาด (%)	>150	592	552
100% มอดูลัส (MPa)	NA	1.4	2.7

300% มอดูลัส (MPa)	NA	2.3	4.1
การเปลี่ยนแปลงหลังการบ่มแรง			
ความแข็ง (Shore A)	<5	1	4
ความต้านแรงดึง (MPa)	<25	2.73	5.05
ความยืดเมื่อขาด (%)	<50	7.09	9.96
ความทนต่อการขัดสี (mm) ³	<500	132.1	145.7
การยุบตัวเนื่องจากแรงอัด (%)	<40	21.3	23.0
ความต้านทานแรงฉีกขาด(kN/m)	NA	24.3	29.3
ความทนของสีต่อสภาพลมฟ้าอากาศ โดยวิธีเร้งภาวะ (Grayscale)	≥3	3	3

2.3.5 ผลการศึกษาปริมาณสารเติมเต็ม (Filler Contents)

จากตารางที่ 2.8 ศึกษาปริมาณของสารเติมเต็มที่ 100 และ 200 phr ของ China Clay พบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณของสารเติมเต็มจาก 100 phr ไปเป็น 200 phr ส่งผลให้สมบัติส่วนใหญ่ของแผ่นยางปูลดต่ำลง โดยเฉพาะค่าความยืดเมื่อขาด เพราะ ปริมาณสารเติมเต็มที่เพิ่มมากขึ้น เกิดการเกาะกลุ่มกันขนาดใหญ่ จึงขัดขวางการเกิดผลึกเมื่อแผ่นยางปูพื้นถูกดึงยืดออก ประกอบกับสมบัติความยืดหยุ่นของยางก็ลดต่ำลงไปด้วย

ตารางที่ 2.8: สมบัติเชิงกายภาพ เชิงกล และเชิงความร้อนของยางปูพื้นตามปริมาณของสารเติมเต็ม

คุณลักษณะ	มอก. 2377-2551	B5 (100 phr China Clay)	B6 (200 phr China Clay)
ความแข็ง (Shore A)	ตามที่ระบุ	59	78
ความต้านแรงดึง (MPa)	> 4	8.2	9.3
ความยืดเมื่อขาด (%)	>150	458	341
100% มอดูลัส (MPa)	NA	3.0	4.8
300% มอดูลัส (MPa)	NA	5.3	8.1

การเปลี่ยนแปลงหลังการบ่มแรง			
ความแข็ง (Shore A)	<5	4	2
ความต้านแรงดึง (MPa)	<25	6.57	8.60
ความยืดเมื่อขาด (%)	<50	10.04	20.23
ความทนต่อการขีดสี (mm ³)	<500	133.4	143.7
การยุบตัวเนื่องจากแรงอัด (%)	<40	20.3	28.8
ความต้านทานแรงฉีกขาด(kN/m)	NA	26.5	29.2
ความทนของสีต่อสภาพลมฟ้าอากาศ โดยวิธีเร้งภาวะ (Grayscale)	≥3	3	3

จากข้อมูลการศึกษาผลของสารตัวเร่ง สารตัวเติม ที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปสมบัติของสูตรที่นำมาใช้งานได้ตามตารางที่ 2.9 เห็นได้ว่าสูตรแผ่นยางปูพื้นทั้ง 6 สูตรผ่านมาตรฐานตาม มอก.2377-2551 ของแผ่นยางปูพื้น และพบว่าสูตรแผ่นยางปูพื้น B3 ให้สมบัติส่วนใหญ่ทางกายภาพ ทางกล และทางความร้อนดีที่สุด ซึ่งสูตรยางปูพื้นสูตร B3 ประกอบไปด้วย ระบบตัวเร่งแบบที่ 2 คือ CBS และ TMTD โดยเติม Clay ที่ 100 เป็นสารเติมเต็ม

ตารางที่ 2.9: สมบัติเชิงกายภาพ เชิงกล และเชิงความร้อนของยางปูพื้นในระดับห้องปฏิบัติการ

คุณลักษณะ	มอก.2377-2551	B1	B2	B3	B4	B5	B6
ความแข็ง (Shore A)	ตามที่ระบุ	54	56	55	58	59	78
ความต้านแรงดึง (MPa)	> 4	8.6	7.0	7.3	9.9	8.2	9.3
ความยืดเมื่อขาด (%)	>150	597	565	592	552	458	341
100% มอดูลัส (MPa)	NA	1.2	1.5	1.4	2.7	3.0	4.8
300% มอดูลัส (MPa)	NA	2.0	2.5	2.3	4.1	5.3	8.1
<i>การเปลี่ยนแปลงหลังการบ่มเร่ง</i>							
ความแข็ง (Shore A)	<5	2	3	1	4	4	2
ความต้านแรงดึง (MPa)	<25	12.79	4.00	2.73	5.05	6.57	8.60
ความยืดเมื่อขาด (%)	<50	5.52	7.43	7.09	9.96	10.04	20.23
ความทนต่อการขีดสี (mm ³)	<500	181.1	149.8	132.1	145.7	133.4	143.7
การยุบตัวเนื่องจากแรงอัด (%)	<40	32.0	20.9	21.3	23.0	20.3	28.8
ความต้านทานแรงฉีกขาด(kN/m)	NA	20.1	26.1	24.3	29.3	26.5	29.2
ความทนของสีต่อสภาพลมฟ้า อากาศโดยวิธีเร่งภาวะ (Grayscale)	≥3	3	3	3	3	3	3

2.4 ผลการปรับปรุงสมบัติแผ่นยางปูพื้นระดับคุณภาพสูง

2.4.1 การปรับปรุงชนิดของยาง และชนิดสารเติมเต็ม

ทางทีมนักวิจัย และทางกลุ่มวิสาหกิจชุมชน เล็งเห็นว่าควรมีแผ่นยางปูพื้นสำหรับเจาะกลุ่มเป้าหมายระดับบน ที่ต้องการยางปูพื้นที่มีสมบัติต่างๆดีขึ้น ทั้งทางกล ทางความร้อน ทางกายภาพ และสีลักษณะปรากฏที่สวยงาม ทางทีมนักวิจัยจึงทำการพัฒนาแผ่นยางปูพื้นให้มีคุณภาพสูงขึ้น โดยเริ่มจากคัดเลือกวัตถุดิบที่มีคุณภาพมากขึ้น จึงเลือกใช้ยางแผ่นชั้น 1 แทนยางเครฟ ใช้ยาง SBR เกรด 1502 แทนยาง SBR ตกเกรด และเปลี่ยนชนิดสารตัวเติมจาก คาร์บอเนต (CaCO_3), เคลย์ (Clay) และ ไชน่าเคลย์ (China clay) มาเป็น ยูเอสเอเคลย์ (USA Clay) ซึ่งเป็นสารเติมเต็มสำหรับยางคุณภาพสูง ประกอบกับทางกลุ่มวิสาหกิจชุมชนต้องการให้เพิ่มความแข็งแรงของแผ่นยางปูพื้น และลดระยะเวลาในการขึ้นรูปลง เพื่อประหยัดพลังงานและเวลา เพื่อลดค่าใช้จ่ายทางด้านกระบวนการผลิตลง ดังนั้นทางทีมนักวิจัยจึงพัฒนาสูตรยางเพิ่มมาทั้งหมดอีก 6 สูตรด้วยกัน แสดงดังตารางที่ 2.10 พบว่ายางทั้ง 6 สูตรคือ B13 B14 B15 B16 B17 และ B18 ให้สมบัติต่างๆทั้งทางกล ทางกายภาพ และทางความร้อนดีขึ้น ยกเว้นค่าความยืดเมื่อขาด เนื่องจาก USA Clay มีส่วนประกอบของ silica เกือบร้อยละ 50 จึงทำให้ยางมีความแข็งแรง และความแข็งแรงมากขึ้น จึงส่งผลให้ยางสูญเสียความยืดหยุ่นไปบางส่วน ซึ่งยางสูตร B13 ให้สมบัติต่างๆ ส่วนใหญ่ดีที่สุดเมื่อเทียบกับอีก 5 สูตร

ตารางที่ 2.10: แสดงสมบัติเชิงกายภาพ เชิงกล และเชิงความร้อนของยางปูพื้นคุณภาพสูง

คุณลักษณะ	มอก.2377-2551	B13	B14	B15	B16	B17	B18
ความแข็ง (Shore A)	ตามที่ระบุ	71	74	73	72	70	75
ความต้านแรงดึง (MPa)	>4	13.8	11.2	11.6	11.2	13.0	13.2
ความยืดเมื่อขาด (%)	>150	339	328	322	332	369	174
100% มอดูลัส (MPa)	NA	5.0	4.8	4.9	4.6	5.0	7.8
300% มอดูลัส (MPa)	NA	9.5	9.4	8.9	8.2	10.1	-
<i>การเปลี่ยนแปลงหลังการบ่มแรง</i>							
ความแข็ง (Shore A)	<5	1	2	2	2	2	1
ความต้านแรงดึง (MPa)	<25	5.4	7.3	10	12.6	13.07	2.67
ความยืดเมื่อขาด (%)	<50	17.4	16.8	17.0	17.4	17.3	15.2
ความทนต่อการขีดสี (mm) ³	<500	128	131.5	132.3	153.4	133.4	136.9
การยุบตัวเนื่องจากแรงอัด (%)	<40	14.0	15.8	19.0	17.0	32	16.2
ความต้านทานแรงฉีกขาด(kN/m)	NA	32.8	27.3	31.9	30.0	38.7	31.1
ความทนของสีต่อสภาพลมฟ้าอากาศโดยวิธีเร้งภาวะ (Grayscale)	≥3	3	3	3	3	3	3

2.4.2 ผลการพัฒนาคุณสมบัติการต้านทานแสง UV

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการพัฒนาแผ่นยางปูพื้นให้มีความต้านทานแสง UV สูงมากขึ้น จึงพัฒนาเป็นยางปูพื้นแบบ 2 ชั้น โดยเลือกใช้ยางเอทธิลีนโพรพิลีนไดอีน (Ethylene-Propylene Diene Rubber, EPDM) มาทับไว้ด้านบนแผ่นยางปูพื้นด้านล่างสูตร B13 เนื่องจากยาง EPDM ได้จากการทำปฏิกิริยาโคพอลิเมอร์ไรเซชันระหว่างมอนอเมอร์ของเอทธิลีนกับโพรพิลีนได้เป็นยาง EPM ซึ่งไม่มีส่วนที่ไม่อิ่มตัว (ไม่มีพันธะคู่) หลังจากนั้นมีการทำปฏิกิริยาโดยเติมไดอีนลงไปเล็กน้อยเพื่อให้มีส่วนที่ไม่อิ่มตัวอยู่ในโมเลกุล เพื่อให้สามารถทำปฏิกิริยาวัลคาไนซ์ด้วยกำมะถันได้ ซึ่งยางชนิดนี้จึงมีคุณสมบัติเด่นในด้านความต้านทานต่อการเสื่อมสภาพจาก แสงแดด ออกซิเจน ความร้อน โอโซน และยังทนต่อสารเคมี กรด และด่างได้ดีอีกด้วย

ดังนั้นจึงต้องออกสูตรยาง EPDM ให้มีระยะเวลาคงรูปนานกว่าของยางปูพื้นส่วนด้านล่าง เนื่องจากยางปูพื้นส่วนด้านล่างมีความหนาของยางมากกว่ายาง EPDM ที่นำมาวางทับด้านบน เพื่อให้ยางปูพื้นทั้ง 2 ส่วนเกิดปฏิกิริยาการวัลคาไนซ์ หรือการคงรูปของยางพร้อมกัน จึงทำให้แผ่นยางปูพื้นระหว่างชั้นเกิดการยึดกันด้วยพันธะกำมะถันจากปฏิกิริยาการวัลคาไนซ์ ในการทดลองนี้จึงออกสูตรยาง EPDM ทั้งหมด 8 สูตรด้วยกัน เพื่อหาระยะเวลาการคงรูปของยาง EPDM ที่เหมาะสมกับการใช้งาน ที่นำมาวางทับด้านบนของแผ่นยางปูพื้น ดังตารางที่ 2.11 พบว่าสูตรยาง EPDM E7 มีระยะเวลาคงรูป Tc90 ที่ 7.39 นาที จึงเหมาะสมกับการนำมาวางทับด้านบนของแผ่นยางปูพื้นสูตร B13 ที่มีระยะเวลาคงรูป Tc90 ที่ 5.8 นาที เพราะว่ายางชั้นล่างสูตร B13 หนากว่ายาง EPDM ที่นำมาวางทับด้านบน จึงต้องใช้ระยะเวลาคงรูปนานกว่า Tc90 ของตัวสูตรยาง B13 เอง เพื่อให้ยางเกิดการคงรูปได้อย่างสมบูรณ์มากขึ้น ในส่วนของยาง EPDM สูตร E7 ยางค่อนข้างบางจึงไม่จำเป็นต้องเพิ่มระยะเวลาคงรูปจากอิทธิพลของความหนาจึงใช้ระยะเวลาคงรูป Tc90 ได้เลย จึงทำให้แผ่นยางปูพื้นแบบ 2 ส่วนใช้ระยะเวลาขึ้นรูปที่เหมาะสมอยู่ที่ 7.39 นาที หรือ 8 นาที

ตารางที่ 2.11: ระยะเวลาคงรูป Tc90 ยาง EPDM ทั้ง 8 สูตร

คุณลักษณะ	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
ระยะเวลาการคงรูป Tc90 (min)	>60	>60	>60	>60	12.66	9.23	7.39	13.24

2.5 ผลการทดลองขยายการเตรียมแผ่นยางปูพื้นในระดับ pilot scale

จากผลการพัฒนาแผ่นยางปูพื้นในระดับห้องปฏิบัติการช่วงที่ 1 พบว่าแผ่นยางปูพื้นสูตร B3 ให้ผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพ สมบัติทางกล และสมบัติทางความร้อน ส่วนใหญ่ดีกว่าสูตรอื่นๆ และผ่านมาตรฐาน มอก.แผ่นยางปูพื้นตาม มอก.2377-2551 ทางทีมวิจัยจึงเลือกใช้สูตร B3 เพื่อนำมาผลิตในระดับ

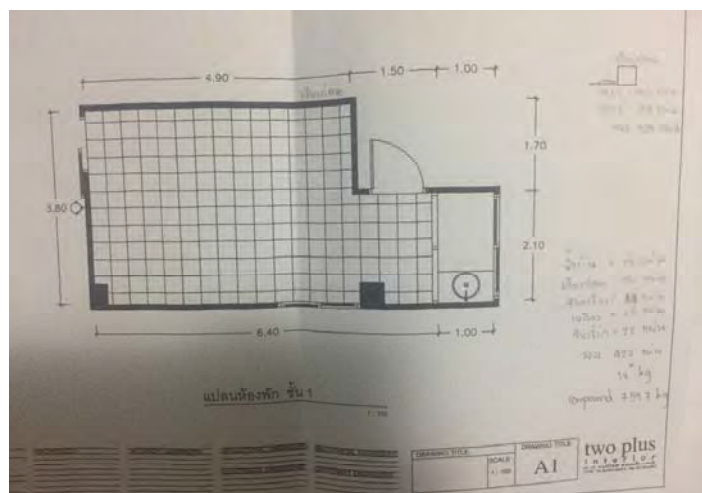
pilot scale ที่กลุ่มวิสาหกิจชุมชนอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ยาง อ.วังจันทร์ จ.ระยอง ทั้งหมด 3 ครั้งด้วยกันคือ B3-P1 B3-P2 และ B3-P3 แล้วสุ่มนำแผ่นยางปูพื้นในแต่ละครั้งมาทดสอบสมบัติต่างๆ ตาม มอก.2377-2551 ในห้องปฏิบัติการทดสอบ จากตารางที่ 2.12 เห็นได้ว่าผลการทดสอบสมบัติต่างๆของแผ่นยางปูพื้นในแต่ละครั้งให้ผลการทดสอบไม่ได้แตกต่างกันมากอย่างชัดเจน ซึ่งเห็นได้จากค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation, SD) มีค่าน้อย แสดงได้ว่าการผลิตแผ่นยางปูพื้นในระดับ pilot scale ในแต่ละครั้งนั้นแผ่นยางปูพื้นมีสมบัติต่างๆ และมีคุณภาพใกล้เคียงกัน และผ่านมาตรฐาน มอก. ของแผ่นยางปูพื้นทั้งหมด

ตารางที่ 2.12 แสดงสมบัติเชิงกายภาพ เชิงกล และเชิงความร้อนของยางปูพื้นในระดับ pilot scale

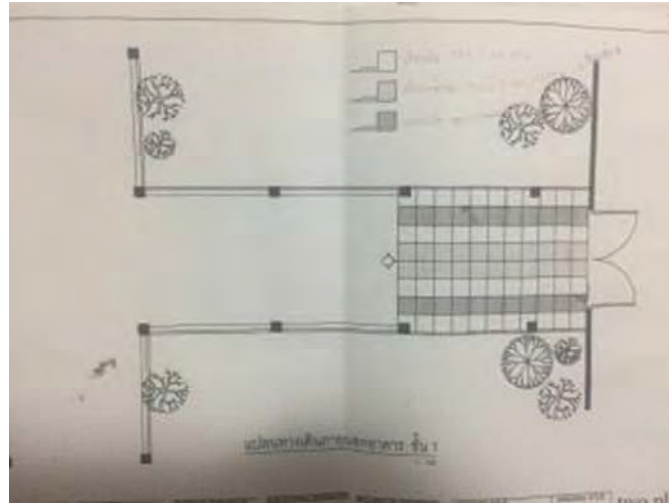
คุณลักษณะ	มอก.2377-2551	B3-P1	B3-P2	B3-P3	SD
ความแข็ง (Shore A)	ตามที่ระบุ	54	56	55	1.00
ความต้านแรงดึง (MPa)	> 4	7.1	7.2	7.3	0.10
ความยืดเมื่อขาด (%)	>150	597	590	592	3.61
100% มอดูลัส (MPa)	NA	1.3	1.5	1.4	0.10
300% มอดูลัส (MPa)	NA	2.2	2.5	2.3	0.15
การเปลี่ยนแปลงหลังการบ่มเร่ง					
ความแข็ง (Shore A)	<5	1	2	1	0.57
ความต้านแรงดึง (MPa)	<25	3.79	4.00	3.23	0.39
ความยืดเมื่อขาด (%)	<50	7.52	7.43	7.67	0.12
ความทนต่อการขีดสี (mm) ³	<500	141.1	138.8	136.1	2.50
การยุบตัวเนื่องจากแรงอัด (%)	<40	22.0	20.9	21.8	0.58
ความต้านทานแรงฉีกขาด(kN/m)	NA	23.1	22.1	23.3	0.64
ความทนของสีต่อสภาพลมฟ้าอากาศโดยวิธีเร่งภาวะ (Grayscale)	≥3	3	3	3	0

2.6 การเตรียมพื้นที่และออกแบบการปูสำหรับทดสอบการใช้งานจริงของแผ่นยางปูพื้นที่พัฒนาขึ้น

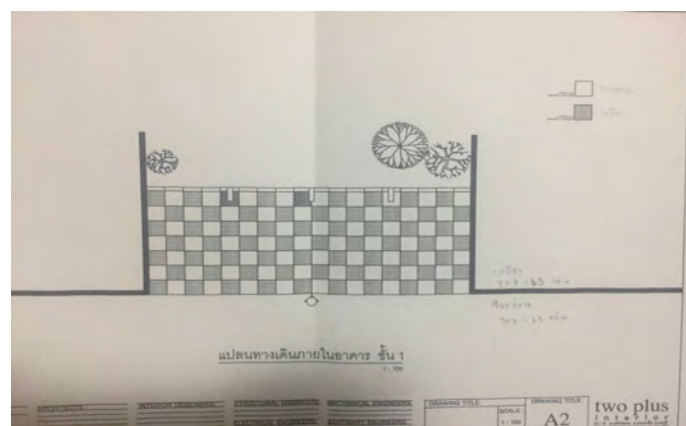
ทางทีมวิจัยได้สำรวจพื้นที่ใช้งานและทดลองปูผลิตภัณฑ์ โดยติดต่อโรงพยาบาลวังจันทร์ ตำบลชุมแสง อำเภอวังจันทร์ จังหวัดระยอง ขอใช้พื้นที่สำหรับปูแผ่นยางปูพื้นเพื่อทดสอบการใช้งานจริงของผลิตภัณฑ์ เนื่องจากโรงพยาบาลวังจันทร์ อยู่ใกล้กลุ่มวิสาหกิจชุมชนอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ยาง จึงสามารถเป็นพื้นที่จัดแสดงการใช้งานจริงของแผ่นยางปูพื้น พร้อมกับการประชาสัมพันธ์แผ่นยางปูพื้นให้กับกลุ่มวิสาหกิจไปในตัวด้วย และที่สำคัญการปูแผ่นยางปูพื้นที่โรงพยาบาลวังจันทร์ก็เป็นประโยชน์ต่อคนไข้ แพทย์ พยาบาล และนักกายภาพบำบัด โดยทางทีมวิจัย และทางโรงพยาบาลมองเห็นตรงกันว่า พื้นที่ที่จะปูแผ่นยางปูพื้นมี 3 แห่งด้วยกัน คือ ห้องกายภาพบำบัด ระเบียงเตรียมความพร้อมสำหรับสร้างพัฒนาการเด็ก และระเบียงทางเดินสำหรับกายภาพบำบัด โดยมีการออกแบบการปูแผ่นยางปูพื้นร่วมกับนักออกแบบภายใน (*Interior Design*) เพื่อให้เกิดความสวยงาม และดูน่าใช้มากขึ้น โดยขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการดำเนินการผลิตแผ่นยางปูพื้นจำนวนมากเพื่อนำไปทดลองปูตามที่ได้ออกแบบไว้ ดังรูปที่ 2.5, 2.6 และ 2.7 ทั้งนี้ผลการทดลองปูพื้นจะแสดงในรายงานผลการวิจัยโครงการปีที่ 2



รูปที่ 2.5 การออกแบบการปูแผ่นยางปูพื้นสำหรับห้องกายภาพ



รูปที่ 2.6 การออกแบบการปูแผ่นยางปูพื้นสำหรับระเบียงเตรียมความพร้อมสำหรับสร้างพัฒนาการเด็ก



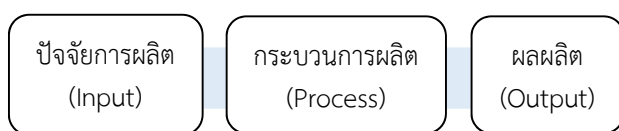


รูปที่ 2.7 การออกแบบการปูแผ่นยางปูพื้นสำหรับระเบียงทางเดินสำหรับกายภาพบำบัด

2.7 การออกแบบระบบการจัดการกระบวนการผลิตและการควบคุมคุณภาพ การผลิตแผ่นยางปูพื้นในระดับ Pilot Scale

กลุ่มวิสาหกิจชุมชนอุตสาหกรรมแปรรูปผลิตภัณฑ์ยางพารา อ.วังจันทร์ จ.ระยอง จัดเป็นระบบการผลิตแบบช่วงตอน (Intermittent Production System) โดยดำเนินการแปรรูปยางพาราให้เป็นผลิตภัณฑ์พื้นยางปูพื้นที่มีคุณภาพและกำลังจะพัฒนาเป็นโรงงานต้นแบบ จำเป็นต้องมีการจัดการกระบวนการผลิตในระบบการผลิตให้มีประสิทธิภาพ โดยมีกลไกพื้นฐานที่ต้องพิจารณาประกอบด้วย 3 ภาคส่วน คือ

1. ส่วนปัจจัยการผลิต (Input) ได้แก่ คน (Man) วัตถุดิบ (Materials) เครื่องจักร (Machine)
2. ส่วนกระบวนการผลิต (Process) ได้แก่ ผังกระบวนการผลิต (Process layout) เพื่อการเตรียมวัตถุดิบต่างๆและผลิตแผ่นยางปูพื้น ได้อย่างมีประสิทธิภาพ
3. ส่วนที่เป็นผลผลิต (Output) ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ที่สำเร็จ (Products)



รูปที่ 2.8 กระบวนการผลิตแผ่นยางปูพื้น

เมื่อพิจารณาสภาพปัจจุบันของกระบวนการผลิตภายในโรงงานของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนอุตสาหกรรมแปรรูปผลิตภัณฑ์ยางพารา จำแนกตามสภาพการจัดการกระบวนการผลิตในระบบการผลิตที่ด้นั้นยังขาดการบริหารจัดการตามกลไกพื้นฐานที่ต้องพิจารณามีดังต่อไปนี้

1. ส่วนปัจจัยการผลิต (Input)

- ขาดการฝึกอบรมบุคคลากรให้มีความรู้ และความเข้าใจในการทำงาน เพื่อการผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพได้อย่างถูกวิธี
- ขาดการตรวจสอบวัตถุดิบตั้งต้นสำหรับผลิตแผ่นยางปูพื้น โดยเฉพาะการใช้วัตถุดิบยางบางชนิดที่เป็นเศษของเหลือจากอุตสาหกรรม มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาไม่สามารถควบคุมคุณภาพได้ เพราะเป็นยางที่ผ่านการแปรสภาพมาก่อนและบางส่วนเป็นยางที่ผ่านการใช้ล้างเครื่องมา ซึ่งมีสารเคมีปนเปื้อน ทั้งชนิดและปริมาณที่แตกต่างกันในแต่ละการผลิต ทำให้ได้ยางที่ไม่มีคุณภาพและไม่สามารถควบคุมคุณภาพในแต่ละครั้งของการผลิตได้ (รูปที่ 2.9)

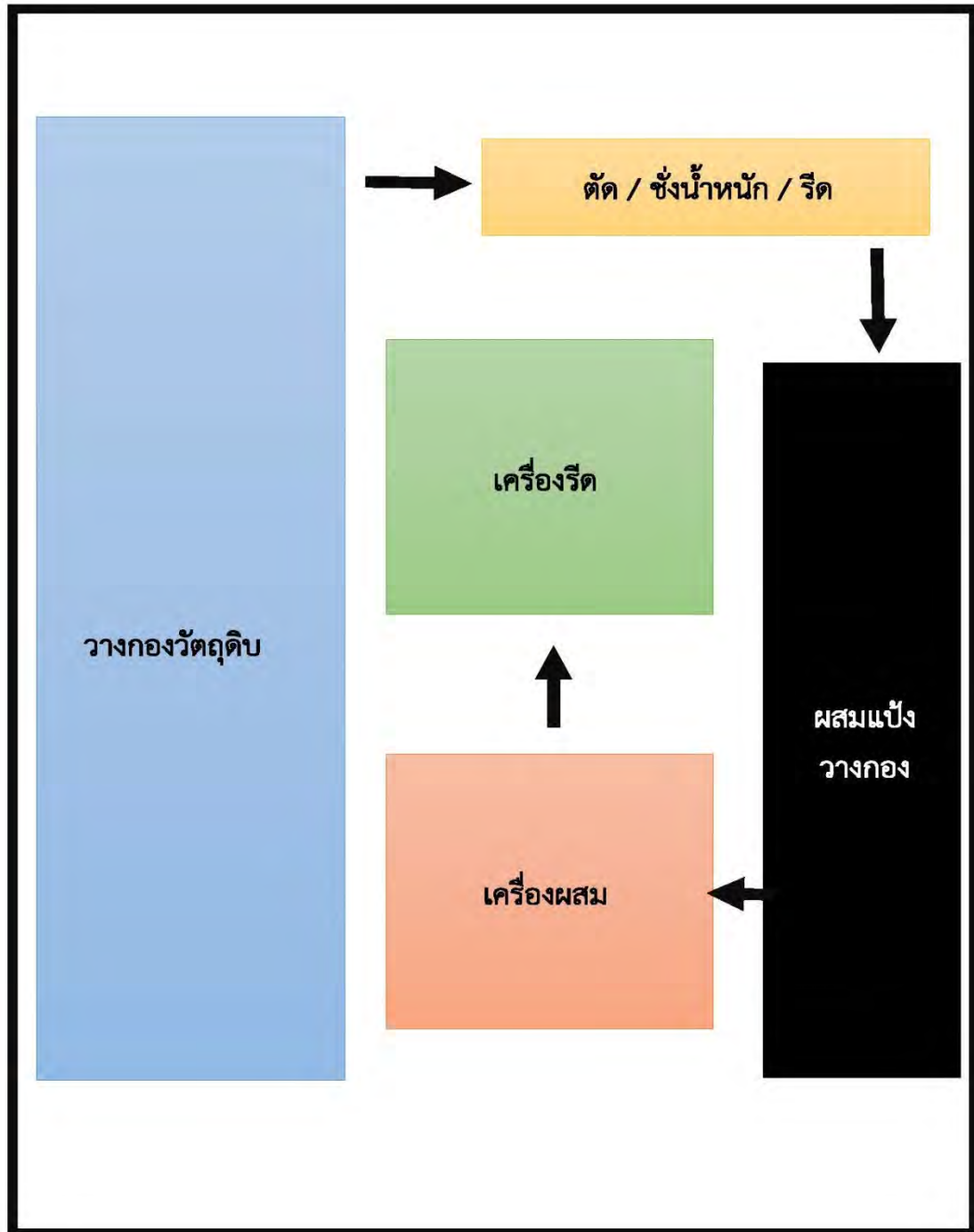


รูปที่ 2.9 เศษยาง SBR จากอุตสาหกรรมที่ใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับใช้ในการผลิตแผ่นยางปูพื้น

- ขาดการใช้ประโยชน์จากเครื่องจักรให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด คือ ยังไม่มีการวางแผนหรือคำนวณล่วงหน้า ของการใช้เครื่องจักร ทั้งขนาดใหญ่หรือขนาดเล็กสำหรับการผลิตผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด

2. ส่วนกระบวนการผลิต (Process)

สภาพปัจจุบันของส่วนกระบวนการผลิตภายในโรงงาน จำแนกได้ 2 ส่วน คือ ส่วนที่เตรียมยางคอมพาวด์ ดังแสดงตามรูปที่ 2.10 และรูปที่ 2.11 และส่วนของกระบวนการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์แผ่นยางปูพื้น ดังแสดงตามรูปที่ 2.12 และรูปที่ 2.13 ตามลำดับ



รูปที่ 2.10 ผังการผลิตในส่วนการเตรียมยางคอมพาวด์



ก



ข

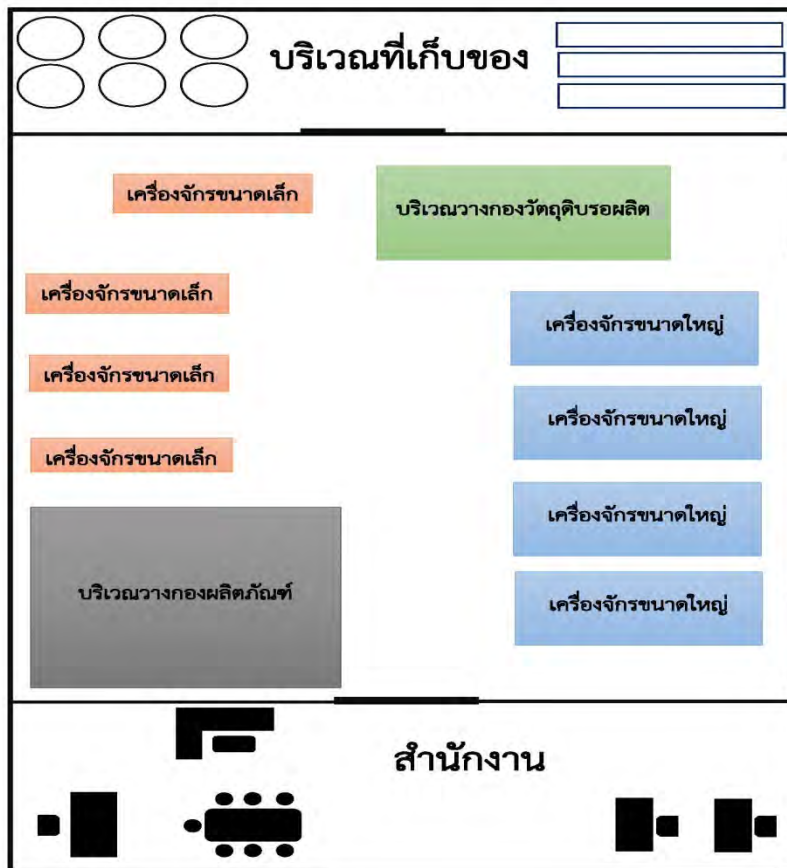


ค



ง

รูปที่ 2.11 ภาพการผลิตในส่วนของการเตรียมยางคอมพาวด์ โดย ก) เครื่องผสม ข) เครื่องรีด ค) ส่วนตัด/ชั่งน้ำหนัก/รีด และ ง) ส่วนผสมแบ่ง



รูปที่ 2.12 ผังการผลิตในส่วนของการขนถ่ายวัตถุดิบผ่านยางปูพื้น



ก



ข



ค



ง

รูปที่ 2.13 สภาพปัจจุบันของโรงงานในส่วนของการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์แผ่นยางปูพื้น ก) และ ข) เครื่องขึ้นรูปแบบกดอัด (เครื่องจักรขนาดเล็ก) ค) เครื่องขึ้นรูปแบบกดอัด (เครื่องจักรขนาดใหญ่) และ ง) ส่วนบริเวณที่เก็บของ

จากการเข้าเก็บข้อมูลพบว่า สภาพของส่วนการผลิตในปัจจุบันยังขาดการบริหารจัดการที่ดี โดยสามารถจำแนกสภาพโดยสรุปได้ดังนี้

- ยังไม่มีการบริหารจัดการพื้นที่โดยรวม คือ ยังไม่มีการจัดสรรพื้นที่ ที่ชัดเจนในการทำงาน โดยเป็นการวางหรือติดตั้งเครื่องจักร รวมไปถึงการวางผลิตภัณฑ์ที่ผลิตแล้ว และวัตถุดิบที่รอการผลิต
- ไม่มีพื้นที่ปิดในการจัดเก็บ คือ สภาพปัจจุบัน มีการวางกองวัตถุดิบ สารเคมี และอุปกรณ์ที่ไม่ได้ใช้งานหรือรอซ่อมบำรุง ไว้ในพื้นที่เปิดใกล้เคียงกับส่วนการผลิต ส่งผลให้เกิดสภาพที่ไม่เหมาะสมภายในกระบวนการผลิต มีสิ่งสกปรกวางกองอยู่จำนวนมาก ในพื้นที่เปิด ดังแสดงรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.14 กองวัตถุดิบและสารเคมีที่ใช้ในการผลิตแผ่นยางปูพื้น

- ยังไม่มี work instruction ในการทำงานที่ชัดเจน คือ ยังไม่มีวิธีการทำงานที่ชัดเจนว่า ในการผลิตหรือขั้นตอนการผลิตนั้น จะต้องประกอบด้วยขั้นตอนใดบ้าง และใช้วัตถุดิบหรือวิธีการใดในการผลิต
- ไม่มีแผนการใช้เครื่องจักร หรือแผนการผลิตที่ชัดเจน คือ ไม่มีแผนการใช้เครื่องจักรล่วงหน้า รวมถึงตารางการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักรที่เหมาะสม
- ขาดแคลนอุปกรณ์ความปลอดภัย และชุดสวมใส่ในการทำงานที่ดี คือ สภาพปัจจุบัน ยังไม่มีระบบเรื่องการบริหารจัดการความปลอดภัยของเจ้าหน้าที่ ไม่มีอุปกรณ์ดับเพลิง หรืออุปกรณ์ใดๆ ที่ช่วยบรรเทาในกรณีที่เกิดเหตุฉุกเฉิน รวมถึงยังไม่มีชุดฟอร์ม หรือรองเท้านิรภัย หรืออุปกรณ์ป้องกันใดๆ ขณะทำงาน

3. ส่วนที่เป็นผลผลิต (Output)

- ขาดการตรวจสอบชิ้นงานหรือสุ่มตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ ไปทดสอบคุณสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.)

แนวทางการปรับปรุงการจัดการกระบวนการผลิตภายในโรงงานของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนอุตสาหกรรมแปรรูปผลิตภัณฑ์ยางพารา

เมื่อพิจารณาสภาพปัจจุบันของกระบวนการผลิตภายในโรงงานของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนอุตสาหกรรมแปรรูปผลิตภัณฑ์ยางพารา จำแนกตามสภาพการจัดการกระบวนการผลิตในระบบการผลิตที่ดี ทางคณะผู้วิจัยจึงเสนอแนวทางการปรับปรุงการจัดการตามกลไกพื้นฐานที่ต้องพิจารณามีดังต่อไปนี้

1. ส่วนปัจจัยการผลิต (Input)

● การจัดฝึกอบรมให้ความรู้กับบุคคลากรภายในกลุ่มวิสาหกิจชุมชน

ทางคณะผู้วิจัยได้จัดฝึกอบรม ในส่วนของขั้นตอนการผลิตเบื้องต้นให้แก่บุคคลากรภายในกลุ่มวิสาหกิจชุมชน เพื่อให้เกิดความรู้และความเข้าใจในการดำเนินการผลิตแผ่นยางปูพื้นที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานตาม มอก. แผ่นยางปูพื้น โดยมีการนำเสนอทั้งในภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ (ดังแสดงใน หัวข้อการจัดการฝึกอบรม)

● การจัดหาวัตถุดิบที่มีคุณภาพ

ทางคณะผู้วิจัยได้แนะนำวัตถุดิบยาง ที่มีเกรดการผลิตที่เพียงพอต่อการนำไปใช้ผลิตแผ่นยางปูพื้นที่มีคุณภาพให้กับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนฯ และออกสูตรการผลิตยางคอมพาวด์ที่รองรับกับวัตถุดิบยางที่ได้จัดหารวมถึงการปรับเปลี่ยนกระบวนการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ที่สอดคล้องกับสูตรคอมพาวด์ที่ได้พัฒนา โดยคำนึงถึงราคาต้นทุนการผลิตที่ใกล้เคียงกับวัตถุดิบที่ใช้การผลิตแบบเดิม (ดังแสดงใน หัวข้อการพัฒนาปรับสูตรส่วนผสมของยางปูพื้น)

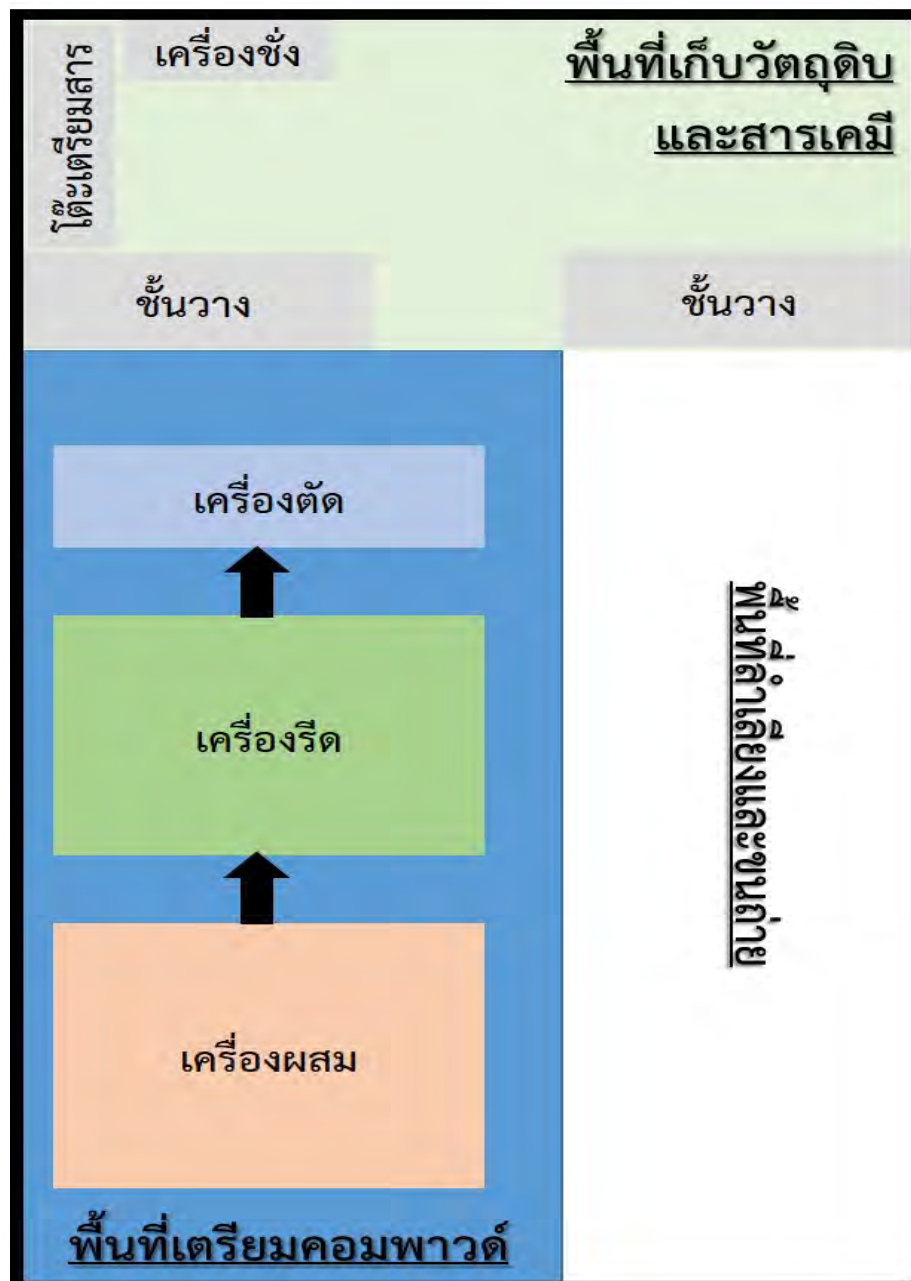
2. ส่วนกระบวนการผลิต (Process)

● การบริหารจัดการสำหรับกระบวนการผลิตของยางคอมพาวด์

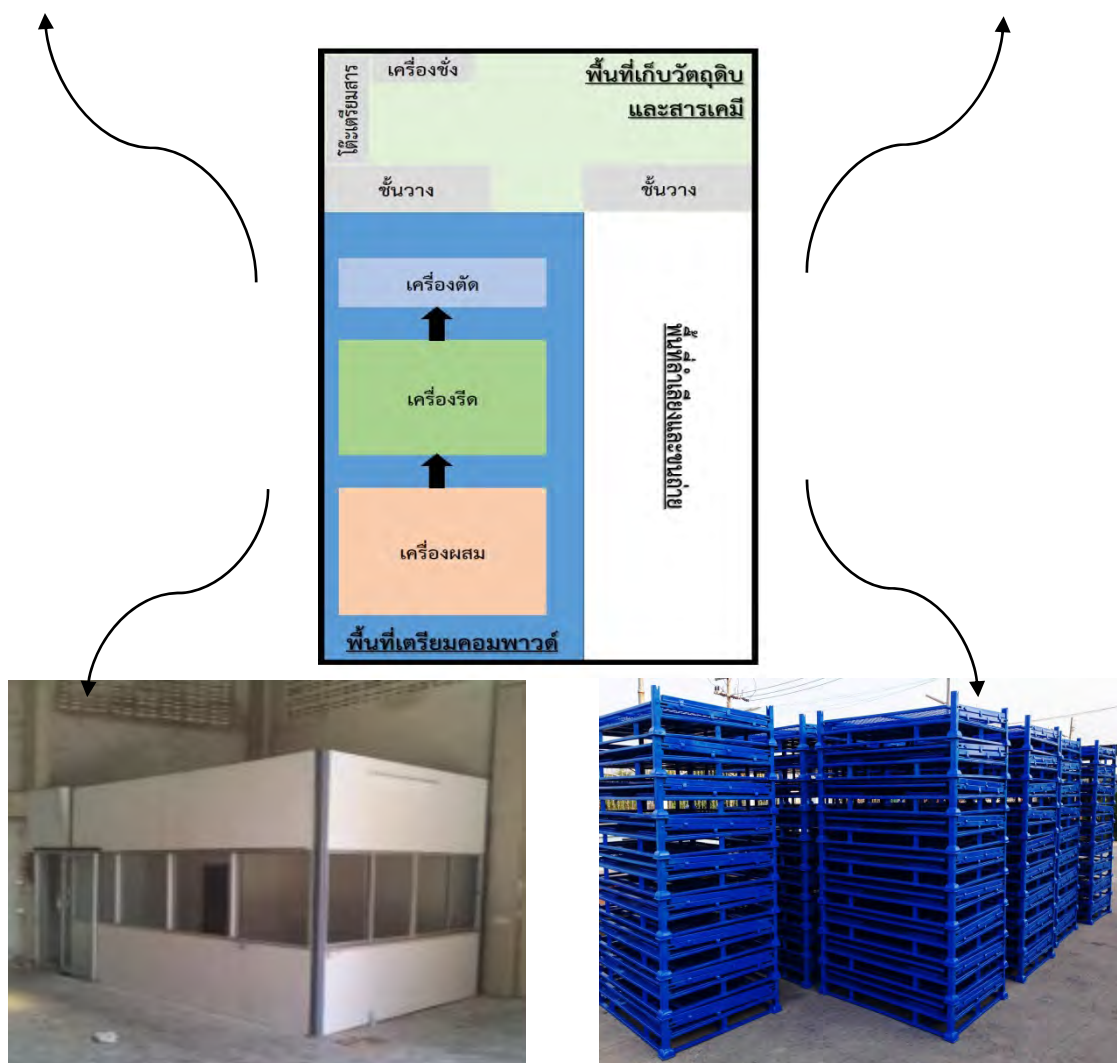
การบริหารจัดการพื้นที่โดยการวางผังโรงงาน (Plant Layout) มีวัตถุประสงค์เพื่อการจัดการวางแผนจัดวางเครื่องจักร เครื่องมือ อุปกรณ์ คนงาน วัตถุดิบ รวมถึงอุปกรณ์อื่นๆ ที่ใช้ในการผลิตของโรงงาน (Process layout) ให้อยู่ในตำแหน่งและพื้นที่ที่เหมาะสม เพื่อให้การดำเนินงานผลิตเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้ผังโรงงานที่ดี จะต้องคำนึงถึงหลักความปลอดภัย ระยะทางการเคลื่อนที่และความชัดเจนของกระบวนการ การใช้พื้นที่และการเข้าถึงพื้นที่ได้ ความสะดวกสบายของพนักงาน การยืดหยุ่นในการปรับผังการผลิต และการทำงานประสานกันร่วมกับฝ่ายอื่นๆ โดยประโยชน์ของการวางผังโรงงานที่ดีนั้น ส่งผลให้เกิดความสมดุลในกระบวนการผลิต ลดสิ่งรบกวนต่างๆ ที่เกิดจากเครื่องจักรและกระบวนการผลิต ลดอุบัติเหตุ และอันตรายที่จะเกิดกับคนงาน สามารถใช้ประโยชน์จากสถานที่ของโรงงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ใช้แรงงานที่มีอยู่ได้ประโยชน์เต็มที่ มีความยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงกระบวนการผลิต และลดระยะเวลาและแรงงานในการขนย้ายวัสดุให้เหลือน้อยที่สุด

จากสภาพปัจจุบันของกระบวนการผลิตยางคอมพาวด์นั้น สามารถปรับปรุงโดยการปรับพื้นที่จากเดิมที่มีการวางวัตถุดิบ สารเคมี เครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ไม่ใช้งาน และของไม่ใช้งานต่างๆ วางรวมกัน ทำให้การดำเนินการผลิตเป็นไปอย่างไม่เหมาะสม (ดังแสดงในรูปที่ 2.13 และ 2.14) โดยทำการปรับเปลี่ยนเป็นพื้นที่ที่มี

การแบ่งบริเวณตามการใช้งานเพื่อความเหมาะสมในการผลิต คือ “พื้นที่เก็บวัตถุดิบและสารเคมี” ภายในพื้นที่ประกอบด้วย ชั้นวางวัตถุดิบและสารเคมี เครื่องชั่ง และโต๊ะเตรียมสาร โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเก็บวัตถุดิบและสารเคมี รวมถึงชั่งตวงเพื่อการเตรียมผลิตยาคอมพาวด์ “พื้นที่เตรียมคอมพาวด์” ภายในพื้นที่ประกอบด้วย เครื่องผสม เครื่องรีด และเครื่องตัด ซึ่งมีทิศทางการไหลของการผลิตที่มีความต่อเนื่องกันในพื้นที่ และ “พื้นที่ลำเลียงและขนถ่าย” โดยเป็นพื้นที่โล่งเพื่อการขนถ่ายวัตถุดิบในการผลิตและขนถ่ายแผ่นยางคอมพาวด์ที่เตรียมได้ ก่อนนำไปขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ต่อไป ดังแสดงตามรูปที่ 2.15 และรูปที่ 2.16 รายละเอียดสรุปได้ ดังนี้



รูปที่ 2.15 ผังการปรับปรุงการผลิตในส่วนของการเตรียมยางคอมพาวด์ โดยปรับปรุงและจัดแบ่งพื้นที่ คือ พื้นที่เก็บวัตถุดิบและสารเคมี พื้นที่เตรียมคอมพาวด์ และพื้นที่ลำเลียงและขนถ่าย



รูปที่ 2.16 ภาพตัวอย่างการปรับปรุงการผลิตในส่วนของการเตรียมยางคอมพาวด์ ที่มีการจัดห้องตามการใช้งาน พร้อมทั้งติดตั้งพาเลท เพื่อเก็บยางที่รอการผสมสารเคมี

1. จัดเตรียมพื้นที่สำหรับวางเตรียมวัตถุดิบ หรือห้องเก็บของ โดยแยกพื้นที่ ให้ชัดเจนเป็นส่วน ระหว่างพื้นที่ที่มีความสะอาดและพื้นที่ที่อาจมีฝุ่นละออง หรือสิ่งสกปรก โดยอาจแบ่งพื้นที่ด้วยชั้นวาง หรือทำเป็นห้องกระจก หรือห้องเก็บของที่มีมิดชิด มีระบบแสงสว่างที่เพียงพอ มีระบบระบายอากาศที่เหมาะสม เพื่อดูดฝุ่นหรือละออง ของวัตถุดิบหรือสารเคมีที่ใช้ในกระบวนการผลิต ดังแสดงตามรูปที่ 2.20



รูปที่ 2.17 แสดงรูปที่เป็นแนวทางในการปรับปรุงพื้นที่เพื่อการจัดเก็บวัตถุดิบและสารเคมีได้อย่างเหมาะสม

2. ให้มีการจัดเตรียม Work Instruction ขั้นตอนการปฏิบัติงาน และ Process Flow Diagram แผนผังการทำงานให้กับพนักงานที่ปฏิบัติงานให้ครบถ้วนชัดเจน เพื่อให้พนักงานทราบขั้นตอนและปฏิบัติได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม โดยจำแนกและแบ่งชี้ถึงวิธีการปฏิบัติ จำนวน ขนาดหรือน้ำหนัก ระยะเวลา ในการทำงานของแต่ละขั้นตอน เป็นต้น

3. ในขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบก่อนเข้าเครื่องผสมนั้น ในสภาพปัจจุบันมีการใช้ผงแป้งเป็นจำนวนมากในการผสมลงไปในตัววัตถุดิบ เพื่อไม่ให้เกิดการติดกันของวัตถุดิบ ส่งผลให้เกิดการสูญเสีย หรือเพิ่มต้นทุนในการผลิตเนื่องจากใช้แป้งเป็นจำนวนมาก อีกทั้งยังก่อให้เกิดความสกปรก จากการฟุ้งกระจายของผง แป้งเป็นจำนวนมากทั่วทั้งบริเวณ ดังแสดงตามรูปที่ 2.18 โดยให้เปลี่ยนมาวางกองวัตถุดิบไว้บนชั้นวาง ทำเป็น

ชั้นๆ เพื่อไม่ให้ชั้นวัตถุดิบวางกองติดกัน ส่งผลให้ไม่ต้องใช้แปรง ลวดร่ายจ่ายและมลพิษจากผงฝุ่น ดังแสดงตามรูปที่ 2.19



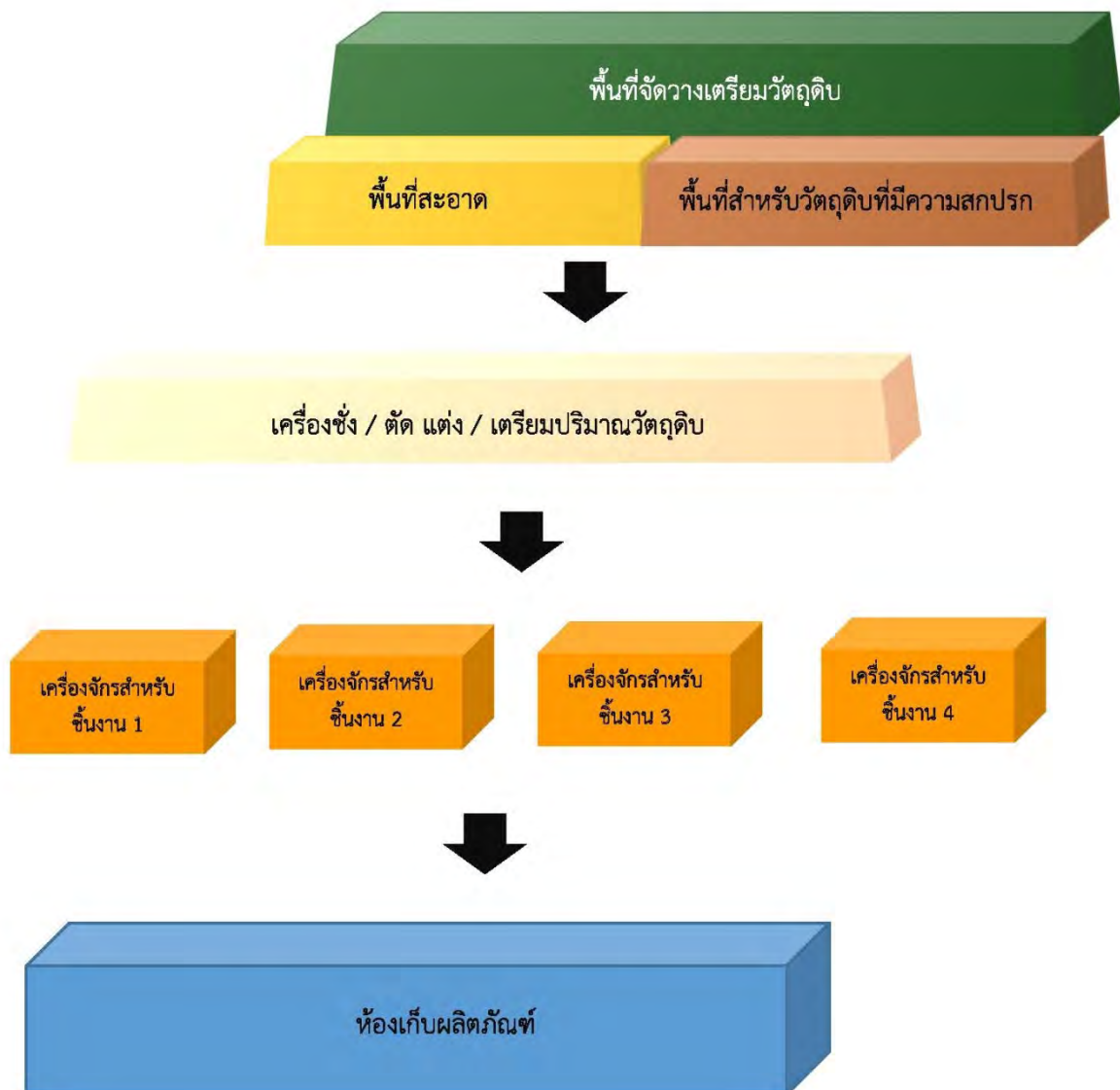
รูปที่ 2.18 การผลิตและวางกองวัตถุดิบในส่วนของการเตรียมยางคอมพาวด์



รูปที่ 2.19 การปรับปรุงการวางวัตถุดิบในส่วนของการเตรียมยางคอมพาวด์

- การบริหารจัดการสำหรับกระบวนการผลิตของการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์แผ่นยางปูพื้น

จากสภาพปัจจุบันของกระบวนการผลิตของการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์แผ่นยางปูพื้น นั้น สามารถปรับปรุงโดยการปรับเปลี่ยนเป็น “ห้องขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ยาง” โดยมีการเคลื่อนย้ายเครื่องจักร หรือบริหารจัดการด้านการไหลของกระบวนการ พร้อมทั้งติดตั้งปรับปรุงในห้องเก็บผลิตภัณฑ์หรือวัตถุดิบ ดังแสดงตามรูปที่ 2.20 สรุปได้ ดังนี้



รูปที่ 2.20 ผังการปรับปรุงการผลิตในส่วนของการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์แผ่นยางปูพื้น

1. ปรับปรุงห้องเก็บวัตถุดิบ คล้ายคลึงกับในส่วนของการผลิตยางคอมพาวด์ คือ จัดเตรียมห้องสำหรับวางเตรียมวัตถุดิบ หรือห้องเก็บของ โดยแยกพื้นที่ ให้ชัดเจนเป็นสัดส่วน ระหว่างพื้นที่ที่มีความสะอาด และพื้นที่ที่อาจมีฝุ่นละออง หรือสิ่งสกปรก โดยอาจทำเป็นห้องกระจก หรือห้องเก็บของที่มีมิดชิด มีระบบแสงสว่าง

ที่เพียงพอ มีระบบระบายอากาศที่เหมาะสม เพื่อดูดฝุ่นหรือละออง ของวัตถุดิบหรือสารเคมีที่ใช้ในกระบวนการผลิต

2. เคลื่อนย้าย หรือจัดเตรียมอุปกรณ์หรือเครื่องมือสำหรับการซั่ง ตัดแต่งหรือเตรียมปริมาณวัตถุดิบไว้ในตำแหน่งที่เหมาะสม บริเวณกลางพื้นที่เพื่อความสะดวกในการทำงาน และเกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการไหลของวัตถุดิบทั้งเข้าและออก

3. ดำเนินการใช้ประโยชน์เครื่องจักรให้เหมาะสมกับกำลังการผลิต และขนาดแรงม้า และจำนวนชิ้นงานของเครื่องจักร และพิจารณาแยก Line การผลิต และแยกเครื่องจักร โดยพิจารณาจากชนิดของผลิตภัณฑ์ที่ผลิต ปริมาณของผลิตภัณฑ์ที่ผลิต เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดของการผลิต ผลิตภัณฑ์และลดการใช้พลังงานลง และลดการสูญเสียทั้งวัตถุดิบและของเสียที่เกิดขึ้น

4. จัดเตรียมพื้นที่ หรือห้องเก็บผลิตภัณฑ์ที่ได้มาตรฐาน มีความสะอาดเป็นส่วน ไม่มีส่วนละออง มีระบบบันทึก Log Book เพื่อบันทึกจำนวนชิ้นงานที่ผลิต วันที่ที่ผลิต ชนิดของวัตถุดิบและส่วนผสม รวมถึงชนิดของเครื่องจักร และพนักงานที่ผลิต เพื่อตรวจสอบประวัติ หรือสืบค้นกลับได้ ในกรณีที่สินค้าหรือผลิตภัณฑ์เกิดปัญหา รวมถึงประโยชน์ในด้านการจัดส่ง โดยดำเนินการจัดส่งผลิตภัณฑ์ที่ผลิตก่อน และเก็บผลิตภัณฑ์ที่ผลิตทีหลังไว้

5. ให้มีการจัดเตรียม Work Instruction ขั้นตอนการปฏิบัติงาน และ Process Flow Diagram แผนผังการทำงานให้กับพนักงานที่ปฏิบัติงานให้ครบถ้วนชัดเจน เพื่อให้พนักงานทราบขั้นตอนและปฏิบัติได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม โดยจำแนกและบ่งชี้ถึงวิธีการปฏิบัติ จำนวน ขนาดหรือน้ำหนัก ระยะเวลา ในการทำงานของแต่ละขั้นตอน เป็นต้น

6. ให้มีแผนการใช้เครื่องจักร และตารางการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักรที่เหมาะสม รวมถึงจัดหาและติดตั้งอุปกรณ์ความปลอดภัยให้พนักงานสวมใส่ และติดตั้งไว้ตามจุดต่างๆ ของกระบวนการผลิต เพื่อใช้ในกรณีฉุกเฉิน รวมถึงหากเป็นไปได้ ควรจะมีการซ่อมแผนฉุกเฉินให้กับพนักงาน เป็นประจำทุกปี

7. เมื่อมีการปรับปรุงแผนงานผลิต ที่สมบูรณ์แล้ว สามารถดำเนินการตรวจสอบประสิทธิภาพในการผลิต หรือระยะเวลาที่ใช้ในการผลิต หรือจำนวนของเสียหรือพลังงานที่ใช้ลดลงได้ ด้วยการใช้แผนผังหรือตารางเปรียบเทียบขั้นตอนก่อนและหลังการปรับปรุง ดังแสดงตัวอย่าง ตามรูปที่ 2.21 ดังนี้

ใบงานเลขที่ 1		แผนกควบคุมการขนส่งสินค้า		ตารางสรุปผลวิธีการทำงานแบบเก่า					
				กิจกรรม	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ค่าแตกต่าง		
ชนิดของสินค้า : มอเตอร์คอมเพรสเซอร์ขนาด 1 แรงม้า บรรจุอยู่ในทึบรังไม้				ทำงาน	○	2			
				ขนส่ง	➡	11			
				หยุดรอ	D	7			
				ตรวจสอบ	□	2			
				เก็บรักษา	▽	1			
				ระยะทาง (ฟุต)		190			
				เวลา (คน-ชม.)	1.96				
แรงงานที่ต้องการ : ดูงานช่างจำนวนผู้ปฏิบัติงาน				ค่าใช้จ่ายต่อหนึ่งทึบ					
ตรวจสอบโดย : วีรพงษ์ เณิมจิระรัตน์		วันที่ 1 เม.ย. 21		-ค่าแรง	15.68 บ.				
อนุมัติโดย : ธิวัช บุญยโสภณ		วันที่ 2 เม.ย. 21		-ค่าวัสดุ	-				
				รวม	15.68 บ.				
รายละเอียดของงาน	จำนวน 1 ทึบ	ระยะทาง (เป็นฟุต)	หน่วยเวลา (เป็นนาที)	สัญลักษณ์					จำนวนผู้ปฏิบัติงาน
				○	➡	D	□	▽	
ยกทึบลินคัมมาวางที่ท้ายรถกระบะ		4			●				2 คน
หามมาวางไว้หน้าแผนกควบคุม		22	10		●				2 คน
ใส่รถเข็นไปยังหน่วยตรวจนับ		25			●				2 คน
หยุดรอ		-	30			●			
แยกทึบลินคัม		-			●				
จัดฟ้ายับออก		-	5	●					2 คน
วางทึบบนรถเข็น		3			●				
ขนไปยังหน่วยตรวจรับ		30	5		●				2 คน
หยุดรอ		-	10			●			
ขนทึบบนโต๊ะ		3	2		●				2 คน
ตรวจรับสินค้าให้ถูกต้อง							●		
ตามรายการใบส่งของ		2	15				●		1 คน
ยกสินค้าไปวางบนรถเข็น		3	2		●				2 คน
รอพนักงานขนส่ง		-	5			●			
ขนไปยังหน่วยตรวจสอบคุณภาพ		55	10		●				1 คน
หยุดรอ		-	10			●			
ตรวจสอบคุณภาพของสินค้า		3	20				●		1 คน
ตามรายละเอียดที่ระบุไว้								●	
รอพนักงานเข็นรถ			5			●			
ขนไปยังหน่วยบรรจุทึบใหม่		30	5		●				1 คน
หยุดรอ		-	15			●			
ติดราคา บรรจุสินค้า		-	15	●					1 คน
และใส่หมายเลขกำกับ								●	
รอพนักงานขนส่ง		-	5			●			
ขนสินค้าไปเข้าคลัง		30	5					●	1 คน
เก็บสินค้า		-	-					●	
รวม		210	174	2	10	7	2	1	

ก่อนการปรับปรุง

ใบงานเลขที่ 2		แผนกควบคุมการขนส่งสินค้า		ตารางสรุปผลการปรับปรุงวิธีการทำงานแบบใหม่					
ชนิดของสินค้า : มอเตอร์คอมเพรสเซอร์ขนาด 1 แรงม้า บรรจุอยู่ในตู้รับไม้				กิจกรรม	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ค่าแตกต่าง		
				ทำงาน	○	2	2	-	
				ขนส่ง	⇒	11	6	5	
				หุ้ครอบ	∅	7	2	5	
				ตรวจสอบ	□	2	1	1	
				เก็บรักษา	▽	1	1	-	
				ระยะทาง (ฟุต)	210	110	100		
แรงงานที่ต้องการ : ดูจากช่องจำนวนผู้ปฏิบัติงาน				เวลา (คน-ชม.)	1.96	1.16	.80		
				ค่าใช้จ่าย (ต่อหนึ่งหีบ)					
				- ค่าแรง	15.68 บ.	9.28 บ.	6.40 บ.		
ตรวจรับโดย : วีรพงษ์ เฉลิมจิระรัตน์ วันที่ 1 ธ.ค.21				- ค่าวัสดุ	-	-	-		
อนุมัติโดย : อีรวดี บุญโสภณ วันที่ 2 ธ.ค.21				รวมค่าใช้จ่าย	15.68 บ.	9.28 บ.	1.27 บ.		
รายละเอียดของงาน	จำนวน 1 หีบ	ระยะทาง (เป็นฟุต)	หน่วยเวลา (เป็นนาที)	สัญลักษณ์					จำนวนผู้ปฏิบัติงาน
				○	⇒	∅	□	▽	
ยกหีบสินค้าบนรถวางบนล้อเลื่อน		5	5		●				2
เลื่อนจากรถถึงหน้า		22			●				2
วางบนรถเข็นวัสดุ		3			●				2
ขนไปยังหน่วยตรวจรับ		20	5		●				2
จัดผ้าหีบออก		-	5	●					1
ขนไปยังหน่วยตรวจรับ		30	5		●				1
หุ้ครอบ เพื่อยกสินค้าออกจากหีบ		-	5			●			
ตรวจสอบคุณภาพของสินค้า		-	20				●		1
เปลี่ยนหีบบรรจุใหม่ พร้อมทั้ง									
ปิดราคาขาย และหมายเลขกำกับ		-	20	●					1
รอพนักงานขนส่ง		-	5			●			
ขนส่งสินค้าไปเข้าคลัง		30	5		●				1
เก็บสินค้า		-	-					●	
รวม		110	75	2	6	2	1	1	

หลังการปรับปรุง

รูปที่ 2.21 ตัวอย่างตารางเปรียบเทียบ ก่อน/หลัง การปรับปรุงการไหลของการผลิต

3. ส่วนที่เป็นผลผลิต (Output)

● ตรวจสอบชิ้นงานในระหว่างการผลิตยางคอมพาวด์

ยางที่ผ่านการผสมสารเคมีในกระบวนการเตรียมยางคอมพาวด์ จะถูกสุ่มนำไปส่งทดสอบเพื่อหาความหนาแน่นของยางคอมพาวด์ การไหลตัวของยางและระยะเวลาที่สุกตัว เพื่อตรวจสอบคุณสมบัติและคุณภาพของการเตรียมยางคอมพาวด์

● ตรวจสอบชิ้นงานหลังการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์แผ่นยางปูพื้น

แผ่นยางปูพื้นที่ได้รับการขึ้นรูปและเก็บไว้เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง จะถูกส่งไปตรวจสอบคุณสมบัติตามมาตรฐาน มอก. แผ่นยางปูพื้นที่กำหนดไว้

การจัดการกระบวนการผลิตที่กล่าวมาข้างต้นนั้น แต่ละขั้นตอนควรมีระบบควบคุมคุณภาพร่วมอยู่ด้วยตามความเหมาะสมของกิจกรรม เพื่อให้มั่นใจว่าผลิตภัณฑ์สุดท้ายที่ผลิตได้มีคุณภาพตามความต้องการและผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ตารางที่ 2.13 แสดงระบบควบคุมคุณภาพที่ออกแบบสำหรับการผลิตแผ่นยางปูพื้นของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน

ประโยชน์ที่ได้จากการปรับปรุงการจัดการกระบวนการผลิตแผ่นยางปูพื้น

1. ก่อให้เกิดรายได้เพิ่มมากขึ้นและลดรายจ่ายลง
2. เกิดความเป็นระเบียบเรียบร้อยของภายในโรงงาน เกิดการไหลของกระบวนการอย่างต่อเนื่อง
3. ลดการเกิดข้อผิดพลาดในกระบวนการผลิต
4. ลดการขนถ่ายลำเลียงวัตถุดิบหรือผลิตภัณฑ์ลง ส่งผลให้ลดการใช้เวลาที่ใช้ในการผลิตแต่ละชิ้นส่วน
5. ลดเวลาสูญเสียเปล่าที่เกิดขึ้นเนื่องจากการรอการผลิตที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต
6. ลดสัดส่วนของต้นทุนจากค่าแรง ค่าวัสดุ และค่าใช้จ่ายอื่นๆ ต่อต้นทุนรวม
7. ลดจำนวนและปริมาณของของเสียที่เกิดขึ้น จากกระบวนการผลิต
8. ก่อให้เกิดการใช้ประโยชน์จากทรัพยากร ได้แก่ เครื่องจักร แรงงานและเนื้อที่ ให้เกิดประโยชน์สูงสุด
9. ลดจำนวนและประเภทของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้น

ตารางที่ 2.13: ระบบควบคุมคุณภาพตามกระบวนการผลิตแผ่นยางปูพื้นสำหรับกลุ่มวิสาหกิจชุมชน

กระบวนการผลิต		กิจกรรมควบคุมคุณภาพ (QC)	1.เอกสารที่ใช้ในการปฏิบัติงาน			2.บุคลากร	3. เครื่องมือ/อุปกรณ์	4.สถานที่ประกอบการ/สิ่งอำนวยความสะดวก
			Work Instruction	Form	เอกสารสนับสนุนอื่น ๆ			
Input	1.การออกสูตรเคมี ยาง	1. การจัดซื้อยาง และสารเคมีได้คุณภาพ สม่ำเสมอ และมีสมบัติตรงตามในกำหนด คุณภาพ	การตรวจสอบ เบื้องต้นในการรับ วัตถุดิบ (ลักษณะทาง กายภาพ เช่น สี สิ่งเจือปน กลิ่น ฯลฯ)	การ ตรวจสอบ เบื้องต้นใน การรับ วัตถุดิบ	Certificate of analysis (COA) หรือ เกณฑ์ยอมรับ (specification)	กำหนดผู้มี คุณสมบัติ เหมาะสม ได้รับ การอบรม (มี JD, ประวัติบุคลากร)	ไม่มี	กำหนดพื้นที่ใน การจัดเก็บ และ ทำงานที่มีสภาพ อากาศเหมาะสม, สะอาด, มีพื้นที่ ทำงานเพียงพอ และมีโครงสร้าง แข็งแรง
		2.เครื่องมือ เครื่องจักรให้น้ำหนักที่ถูกต้อง หรือไม่	1. การใช้เครื่อง 2. การดูแลรักษา และ การทวนสอบ 3.วิธีชั่ง สารเคมียาง	บันทึกการชั่ง	1.บันทึกประวัติ เครื่องมือ, 2. บันทึกการทวนสอบ เครื่องชั่ง, 3.บันทึกการดูแลรักษา		เครื่องชั่ง	

In process	2.การผสมยาง		3. เครื่องซั่ง,เครื่องมือผสม, เครื่องมือสนับสนุน	1. การใช้เครื่องผสม, การใช้เครื่องซั่ง 2.การดูแลรักษา และการทวนสอบ 3.วิธีผสมยางและสารเคมี 4. วิธีใช้เครื่องมือสนับสนุน	บันทึกการใช้งาน	1.คู่มือการใช้เครื่อง (ถ้ามี) 2.ประวัติเครื่องมือ (ถ้ามี) 3. บันทึกการดูแลรักษา		เครื่องซั่ง, เครื่องผสมยาง	
In process	2. การผสมยาง		4. นำยางคอมพาวด์ที่ได้ไปซั่งน้ำหนักเพื่อดูว่ามีการสูญเสียสารเคมีในระหว่าง mixing มาก/น้อย ตรวจสอบความเป็นเนื้อเดียว การของสารผสม	รวมในข้อ 3. วิธีผสมยางและสารเคมี	บันทึกการซั่ง/ความสม่ำเสมอของเนื้อผสม	ไม่มี	กำหนดผู้มีความสมบัติเหมาะสม ได้รับการอบรม (มี JD, ประวัติบุคลากร)	เครื่องซั่ง	กำหนดพื้นที่ในการจัดเก็บ และทำงานที่มีสภาพอากาศเหมาะสม, สะอาด, มีพื้นที่ทำงานเพียงพอ และมีโครงสร้างแข็งแรง
			5.ยางคอมพาวด์ที่ได้จาก mixing ทดสอบสมบัติพื้นฐานต่าง ๆ เพื่อยืนยันความใช้ได้ของสูตร/ปรับปรุงสูตร	ส่งทดสอบ	ไม่มี	รายงานผลการทดสอบ		ไม่มี	
	3.การขึ้นรูปยาง	4.การคงรูปยาง	6. Inspect ได้ขนาดตามต้องการหรือไม่ มีจุดบกพร่อง, ตำหนิ	วิธีการปฏิบัติงาน	บันทึกการ Inspect	ไม่มี			
			7. นำผลิตภัณท์บางส่วนหนึ่งทดสอบประสิทธิภาพการใช้งาน (ถ้ามี)	ส่งทดสอบ	ไม่มี	รายงานผลการทดสอบ		ไม่มี	

	5.การตกแต่ง ผลิตภัณฑ์ยาง	8. ตรวจสอบความเรียบร้อยของขนาด ตกแต่ง ขอบ, การบรรจุ , การขนส่ง	วิธีการปฏิบัติงาน (เช่น กำจัดครีบ,วัด ขนาด, น้ำหนักที่ ต้องการ),วิธีการบรรจุ	บันทึกการ วัด	ไม่มี		อุปกรณ์ที่ ใช้, เครื่อง ซึ่ง	
Output	6.ผลิตภัณฑ์ยางปูพื้น	9. ตรวจสอบผลิตภัณฑ์ตาม มอก.	ส่งทดสอบตาม มอก.2377		รายงานผลการทดสอบ		ไม่มี	

rev.0 -
10/02/2017

2.8 ผลการศึกษาต้นทุนการผลิตแผ่นยางปูพื้น (ราคายางคอมพาวด์)

- สูตรยางผสมในระดับห้องปฏิบัติการ

ทำการคำนวณต้นทุนวัตถุดิบโดยมีราคายางและสารเคมี ดังในตารางที่ 2.14 ของแผ่นยางทั้ง 6 สูตร สำหรับแผ่นยางที่ผ่านมาตรฐาน มอก. ระดับคุณภาพทั่วไป ที่พัฒนาได้เปรียบเทียบกับสูตรที่กลุ่มวิสาหกิจชุมชน ใช้ผลิตพบว่า ต้นทุนวัตถุดิบของสูตรที่พัฒนาได้ทั้งหมดมีราคาต่ำกว่าต้นทุนที่ทางกลุ่มวังจันทร์เคยใช้ในการผลิตเฉลี่ยประมาณ 45% ดังแสดงในตารางที่ 2.15 และ 2.16

ตารางที่ 2.14: ราคายางและสารเคมียาง

สารเคมี	ราคาโดยประมาณ (บาท/กิโลกรัม)
Natural rubber Crepe	30
Styrene-butadiene rubber (SBR)	35
Butadiene rubber	15
Color	400
ZnO	85
Stearic acid	38
Wingstay L	285
Ozone wax	150
CaCO ₃	3
Clay	5
China Clay	10
White oil	59
Benzoyhiozole sulfonamide (CBS)	130
Tetramethyl Thiuramdisulfide (TMTD)	80
Mercaptobenzothiazole (MBT)	95
Dibenzothiazyl disulfide (MBTS)	95
Diphenyl Guanidine (DPG)	140
6 PPD	160
VN2	50
Titanium	200
Sulfur	20

ตารางที่ 2.15 : แสดงราคารายางคอมพาวด์ (บาท/กก.)

สูตรแผ่นยางปูพื้น	ราคาของยางคอมพาวด์ (บาท/กก.)
B1	23.3
B2	24.2
B3	24.3
B4	26.5
B5	26.6
B6	15.4
สูตรของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน อ.วังจันทร์	42.5

ตารางที่ 2.16: แสดงราคารายางคอมพาวด์ (บาท/ยางปูพื้น 1 แผ่นหลัก 1.8 กก.)

สูตรแผ่นยางปูพื้น	ราคาของยางคอมพาวด์ (บาท/ยางปูพื้น 1 แผ่นหลัก 1.8 กก.)
B1	41.94
B2	43.56
B3	43.74
B4	47.70
B5	47.88
B6	27.65
สูตรของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน อ.วังจันทร์	76.50

- สูตรยางผสมที่มีการปรับปรุงสมบัติแผ่นยางให้มีระดับคุณภาพสูงขึ้น

การคำนวณต้นทุนวัตถุดิบโดยมีราคารายางและสารเคมี ดังในตารางที่ 2.17 ของแผ่นยางทั้ง 6 สูตรที่ปรับเพิ่มระดับคุณภาพ เปรียบเทียบกับสูตรเดิมผสมในระดับห้องปฏิบัติการ และแสดงราคารายางคอมพาวด์ในตารางที่ 2.18 และ 2.19

ตารางที่ 2.17: ราคาขายและสารเคมียางสูตรยางผสมที่มีการปรับเพิ่มระดับคุณภาพ

สารเคมี	ราคาโดยประมาณ (บาท/กิโลกรัม)
Natural rubber	80
Styrene-butadiene rubber (SBR)	35
Color	400
ZnO	85
Stearic acid	38
Wingstay L	285
Ozone wax	150
Clay	30
White oil	59
Benzoyhiozole sulfonamide (CBS)	130
Tetramethyl Thiuramdisulfide (TMTD)	80
Mercaptobenzothiazole (MBT)	95
Sulfur	20

ตารางที่ 2.18: แสดงราคาขายคอมพาวด์สูตรยางผสมที่มีการปรับเพิ่มระดับคุณภาพ (บาท/กก.)

สูตรแผ่นยางปูพื้น	ราคาของยางคอมพาวด์ (บาท/กก.)
B13	51.54
B14	51.61
B15	51.73
B16	51.75
B17	58.68
B18	66.91

ตารางที่ 2.19: แสดงราคายางคอมพาวด์สูตรยางผสมที่มีการปรับการปรับเพิ่มระดับคุณภาพ (บาท/ยางปูพื้น 1 แผ่นหลัก 1.8 กก.)

สูตรแผ่นยางปูพื้น	ราคายางคอมพาวด์ (บาท/ยางปูพื้น 1 แผ่นหลัก 1.8 กก.)
B13	92.77
B14	92.89
B15	93.12
B16	93.14
B17	105.62
B18	120.44

- สูตรยางผสมแผ่นปิดหน้ายางปูพื้นสำหรับใช้ภายนอก

ตารางที่ 2.20: แสดงราคายางคอมพาวด์สูตรยางผสมแผ่นปิดหน้ายางปูพื้น (บาท/กก.)

สูตรแผ่นปิดหน้ายางปูพื้น	ราคายางคอมพาวด์ (บาท/กก.)
E1	91.61
E2	118.92
E3	91.66
E4	116.75
E5	117.47
E6	117.92
E7	117.41

2.9 สรุปผลการดำเนินงาน

โครงการวิจัยนี้มุ่งเน้นการพัฒนาโรงงานต้นแบบการผลิตแผ่นยางปูพื้นสำหรับกลุ่มวิสาหกิจชุมชน โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลักด้วยกัน คือ ส่วนที่ 1 พัฒนาสูตรแผ่นยางปูพื้นที่ผ่านตามมาตรฐาน มอก. 2377-2551 ในระดับห้องปฏิบัติการ และส่วนที่ 2 นำสูตรที่มีสมบัติผ่านมาตรฐานในระดับห้องปฏิบัติการและราคาต้นทุนวัตถุดิบยอมรับได้ เลือกมาทดลองการผลิตในปริมาณที่มากขึ้นโดยใช้เครื่องจักรของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนวังจันทร์ และหาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการเตรียมในกระบวนการผลิตจริง พร้อมกับออกแบบระบบการจัดการกระบวนการผลิต

ส่วนที่ 1 ออกแบบและพัฒนาสูตรยางในระดับห้องปฏิบัติการ โดยทำการศึกษาปริมาณและชนิดที่เหมาะสมของยาง สารตัวเติม และสารเร่งปฏิกิริยา โดยในช่วงแรกได้พัฒนาสูตรด้วยวัตถุดิบที่ใช้อยู่เดิมเป็นส่วนใหญ่และทำการปรับสัดส่วนปริมาณที่ใช้พร้อมกับอุณหภูมิและเวลาในการขึ้นรูป พบว่า สูตรที่พัฒนาได้มีสมบัติผ่านเกณฑ์มาตรฐานแผ่นยางปูพื้น ตาม มอก. 2377-2551 และให้สมบัติต่างๆที่ดีกว่าแผ่นยางปูพื้นที่เคยผลิตอยู่เดิม และยังสามารถลดต้นทุนวัตถุดิบลงได้อีกประมาณร้อยละ 45 โดยสูตรที่มีคุณสมบัติดีที่สุดและราคาต้นทุนที่เหมาะสม คือสูตร B3 ที่ประกอบไปด้วย ยางธรรมชาติเครพผสมกับยาง SBR ใช้สารเติมเต็มชนิด Clay แทน แคลเซียมคาร์บอเนต และ ลดจำนวนสารเร่งปฏิกิริยาให้เหลือเพียง 2 ชนิดคือ CBS และ TMTD นอกจากนี้ยังได้ทำการพัฒนาสูตรแผ่นยางปูพื้นเพื่อเพิ่มระดับคุณภาพ ให้มีสมบัติด้านทานความร้อนเพิ่มขึ้น ความคงทนต่อแสง UV สามารถใช้งานทั้งภายในและภายนอกอาคาร และได้เนื้อยางที่มีสีสด สวยงาม โดยพัฒนาเป็นเนื้อยาง 2 ชั้น ชั้นล่างเลือกใช้วัตถุดิบที่มีคุณภาพสูงขึ้นใช้อย่างแผ่นเกรดชั้น 1 แทนยางเครพ ใช้อย่าง SBR เกรด 1502 แทนยาง SBR ตกเกรด ใช้สารเติมเต็มชนิด Clay คุณภาพสูง และปิดชั้นบนด้วยแผ่นยางคอมพาวด์ EPDM

ส่วนที่ 2 การทดลองการผลิตในโรงงานแบบ pilot scale ทำการเลือกสูตรยางแผ่นปูพื้น ที่ผ่านตาม มอก. 2377-2551 จากสูตรที่พัฒนาในห้องปฏิบัติการ ได้ทำการเลือกสูตร B3 ที่ให้สมบัติต่างๆส่วนใหญ่ดีที่สุดในเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรอื่น ซึ่งได้แก่ สมบัติความยืดเมื่อขาด การเปลี่ยนแปลงความแข็งหลังการบ่มเร่ง การเปลี่ยนแปลงความต้านแรงดึงหลังการบ่มเร่ง การเปลี่ยนแปลงความยืดเมื่อขาดหลังการบ่มเร่ง และความทนต่อการขัดสี โดยทำการทดลองผลิตในโรงงาน ทั้งหมด 3 ครั้งด้วยกัน เตรียมครั้งละประมาณ 50-100 กิโลกรัม พบว่าการผลิตแผ่นยางปูพื้นที่ผลิตได้ทั้ง 3 ครั้ง ให้ผลการทดสอบสมบัติต่างๆผ่านตามมาตรฐาน มอก. และสมบัติที่วัดได้จากการทดลองผลิตทั้ง 3 ครั้งเมื่อเทียบกับค่าที่วัดได้จากการผลิตในห้องปฏิบัติการมีค่าใกล้เคียงกัน นอกจากนี้สำหรับสูตรแผ่นยางปูพื้นระดับคุณภาพสูงที่สามารถใช้งานปูทั้งภายในและภายนอกอาคารอยู่ระหว่างการทดลองผลิตในโรงงาน เพื่อนำไปใช้ทดลองปูในพื้นที่ ห้องกายภาพสำหรับการฝึกเดินของโรงพยาบาล วังจันทร์ และจะทำการตรวจสอบการใช้งานจริงระยะยาว

ในส่วนของการจัดการกระบวนการผลิตในโรงงาน ได้ดำเนินการออกแบบผังกระบวนการผลิต พื้นที่ใช้งานจัดเก็บวัตถุดิบ บริเวณผสมสาร ขึ้นรูปและจัดเก็บผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้ได้ออกแบบระบบควบคุมคุณภาพการผลิตเบื้องต้นในการผลิตแผ่นยางปูพื้น สำหรับกลุ่มวิสาหกิจชุมชน เพื่อให้ได้แผ่นยางปูพื้นที่มีคุณภาพสม่ำเสมอในทุกๆครั้งการผลิต ลดปริมาณของเสีย เพิ่มประสิทธิภาพการผลิต

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

1. สถิติยางพาราไทย. สมาคมยางพาราไทย. www.thainr.com
2. ข้าว” ระยองเตรียมเกษตรกรที่ทำธุรกิจยางพาราให้พร้อมเข้าสู่ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน”. สำนักงานสหกรณ์จังหวัดระยอง. www.webhost.cpd.go.th/ewt/rayong
3. สถิติยางของประเทศไทย ศูนย์สารสนเทศน์ยาง www.rubbercenter.org/informationcenter/static/stat_thai
4. ๑๐.๔ มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.2377-2551. แผ่นยางปูพื้น. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, กระทรวงอุตสาหกรรม.
5. Suhaida S. I., H. Ismail, Samayamutthirian P., Study of the effect of different shapes of ultrafine silica as fillers in natural rubber compounds. Polymer Testing. 30 (2011), 251-259.
6. Zhong X. O., Hanafi I., Azhar A. B., Optimisation of oil palm ash as reinforcement in natural rubber vulcanization: A comparison between silica and carbon black fillers. Rubber Testing. 32 (2013), 625-630.
7. Rattanasom N., Prasertsri S., Ruangritnumchai T. Reinforcement of natural rubber with silica/carbon black hybrid filler. Polymer Testing. 26 (2007). 369-377.
8. Rattanasom N., Prasertsri S., Ruangritnumchai T. comparison of the mechanical properties at similar hardness level of natural rubber filled with various reinforcing-fillers. Polymer Testing. 28 (2009). 8-12.
9. นุชนาฏ ณ ระนอง, อดุลย์ ณ วิเชียร, วิภาวี พัฒนกุล. การพัฒนาเทคนิคผลิตแผ่นยางปูพื้นที่ใช้ในอาคารและนอกอาคาร. รายงานผลการวิจัยยางพารา. สถาบันวิจัยยาง. 2545.
10. Prachid S., Natinee L., Kannika S., Preparation and some properties of modified natural rubber bearing grafted poly(methyl methacrylate) and epoxide groups. European Polymer Journal. 56 (2014). 1-10.
11. Junping S., Lianxiang M., Yan H., Haiquan Y., Zan W., Wei L. Modified graphite filled natural rubber composites with good thermal conductivity. Chinese Journal of Chemical Engineering. 23 (2015). 853-859.
12. Ji-Fang F., Wen-Qi Y., Xing D., Li-Ya C., Hai-Sen J., Li-Yi S. Qing-Dong Z. Mechanical and tribological properties of natural rubber reinforced with carbon blacks and Al₂O₃ nanoparticles. Materials and Design. 49 (2013). 336-346.

13. Preeyanuch J., Pattana K., Supa W., Chuong H., Nittaya R. Cut growth and abrasion behavior, and morphology of natural rubber filled with MWCNT and MWCNT/carbon black. *Polymer Testing*. 41 (2015). 172-183.
14. McAdam, R., Quality Model in a SME context: A critical perspective using a grounded approach. *International journal of quality and reliability management*, 17(3) (2000), pp.305-323.
15. Suhail Ahmed and Hong Sun, Developing a Model for Managing Production Performance of Small and Medium Enterprises in Sweden, Linneuniversitetet Institutionen for Teknik.
16. Hedayatollah s. G., Azam J. A. Nanocomposites based on natural rubber, organoclay and nano-calcium carbonate: Study on the structure, cure behavior, static and dynamic-mechanical properties. *Applied Clay Science*. 119 (2016). 348-357.
17. [กรรณิการ์](#) สถาปิตานนท์, [จุฬารักษ์](#) คุวารนนท์เจริญ, [นวัรัตน์](#) มโนมัยสันติภาพ, [สุวิมล](#) บัวพุด, [สมบัติ](#) จันเขียว, [อิทธิชัย](#) กลิ่นช้าง, [สบง](#) ธ.เชียงใหม่, [สมชาย](#) ประดิษฐ์ศิลป์, [ธนา](#) งามเฉลียว. [การวิจัยและพัฒนาแผ่นยางรองส้นน้ำโดยใช้ยางผสม NR/EPDM 75:25, Aliphatic/aromatic resin เป็น compatibilizer.](#) รายงานผลการวิจัยยางพารา. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. 2542.
18. Sreeja T. D., Kutty S. K. N. Cure Characteristics and mechanical properties of natural rubber/reclaimed rubber blends. *Polymer-plastics technology and engineering*. 39 (2000). 501-512.
19. De D., Panda P.Kr., Roy M., Bhunia S. Reinforcing effect of reclaim rubber on natural rubber/polybutadiene rubber blends. *Materials and Design*. 46 (2013). 142-150.
20. Lopes D., Ferreira M.J., Russo R., Dias J.M. Natural and synthetic rubber/waste ethylene-Vinyl acetate composites for sustainable application in the footwear industry. *Journal of Cleaner Production*. 92 (2015). 230-236.
21. Liauw C.M., Allen N.S., Edge M., Lucchese L. The role of silica and carbon-silica dual phase filler in a novel approach to the high temperature stabilisation of natural rubber based composites. *Polymer Degradation and Stability*. 74 (2001). 159-166.
22. Mohan T.P., Kuriakose J., Kanny K. Effect of nanoclay reinforcement on structure, thermal and mechanical properties of natural rubber-styrene butadiene rubber (NR-SBR). *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*. 17 (2011). 264-270.

23. โอบเอื้อ อัมวิทยา. ผลของขนาดอนุภาคและปริมาณสารตัวเติมต่อสมบัติทางกายภาพและสมบัติเชิงกลของยางธรรมชาติที่ผ่านการวัลคาไนซ์. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต. วิทยาศาสตร์ (วิทยาศาสตร์พอลิเมอร์ประยุกต์และเทคโนโลยีสิ่งทอ), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2543.
24. ฤชงค์ ทับทอง, ชาคริต สิริสิงหา, พงศ์ธร แซ่ฮุย. การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการเสริมแรงระหว่างนาโนแคลเซียมคาร์บอเนตและซิลิกาในยางธรรมชาติ. วารสารวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. Vol. 24, No.1, 2551.
25. วีรยา วรคันธ์, ณรงค์ฤทธิ์ สมบัติสมภพ, เอกชัย วิมลมาลา, ศิรินทร ทองแสง. การเสริมแรงของสารประกอบยางธรรมชาติด้วยซิลิกาผสมระหว่างเถ้าลอยและพรีซิพิเตดซิลิกา. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ปีที่ 12 ฉบับที่ 4 กรกฎาคม 2553.
26. สุรฤทธิ์ สมรรถไธ, นุชนภา ตั้งบริบูรณ์. อิทธิพลการเติมดินขาวและอลูมินาที่มีผลต่อการขึ้นรูปและสมบัติของยางพองจากยางธรรมชาติ. การประชุมวิชาการแห่งชาติ, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน. ครั้งที่ 9, 2555.
27. ศิริลักษณ์ พุ่มประดับ. การปรับปรุงความต้านทานการเสื่อมสภาพและสมบัติเชิงกลของยางธรรมชาติโดยแคลเซียมคาร์บอเนตดัดแปร. โครงการวิจัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2011.

ภาคผนวก

ภาคผนวก

ก. ภาพกิจกรรมการดำเนินโครงการ

มีการลงพื้นที่เมื่อวันที่ 28 ตุลาคม 2559 เวลา 8.30 – 16.30 น. ณ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ยาง อ.วังจันทร์ จ.ระยอง เพื่อนำยางคอมปาวด์ที่มีการพัฒนาสูตรผ่านตามาตรฐานอุตสาหกรรมมาทดสอบการขึ้นรูป เพื่อหาอุณหภูมิและระยะเวลาในการขึ้นรูปที่เหมาะสมโดยใช้เครื่องกดอัดของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนและนำตัวอย่างแผ่นยางปูพื้นดังกล่าวมาทดสอบสมบัติตามมาตรฐานอุตสาหกรรม



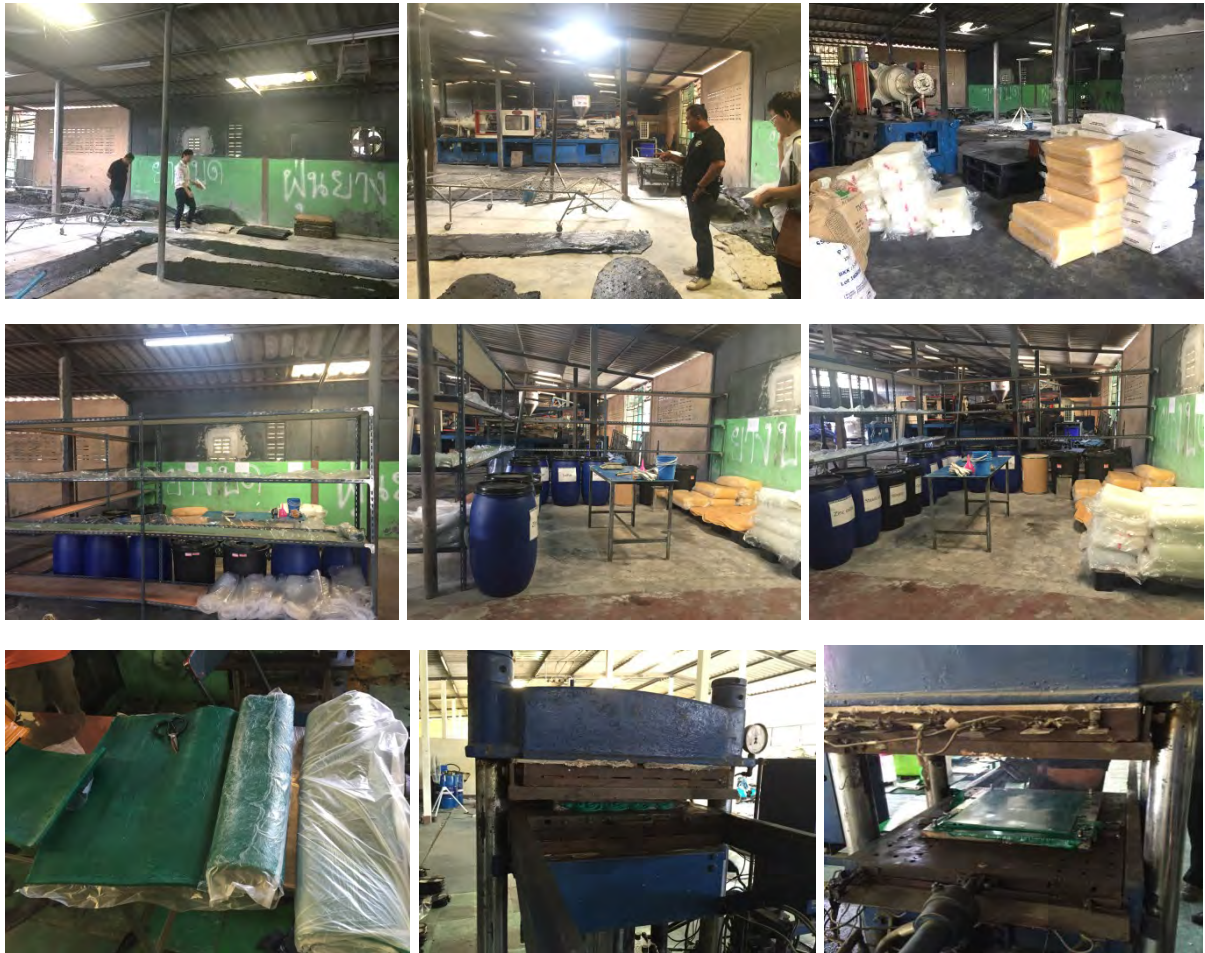
ภาพการลงพื้นที่วันที่ 28 ตุลาคม 2559

มีการลงพื้นที่และจัดอบรมเชิงปฏิบัติการ ในหัวข้อเรื่อง การขึ้นรูปแผ่นยางปูพื้น และการจัดการพื้นที่ทำงานอย่างเป็นระบบ ให้กับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ยาง อ.วังจันทร์ จ.ระยอง ในวันที่ 24 - 26 มกราคม 2560 เพื่อเป็นการสร้างองค์ความรู้ให้กับเกษตรกรสวนยางพารา ซึ่งมีผู้สนใจเข้ารับการอบรมทั้งสิ้นจำนวน 11 คน และนำยางคอมปาวด์ที่มีการพัฒนาสูตรผ่านตามาตรฐานอุตสาหกรรมมาทดสอบการขึ้นรูป



ภาพกิจกรรมการอบรมเชิงปฏิบัติและการลงพื้นที่วันที่ 24 - 26 มกราคม 2560

มีการลงพื้นที่เมื่อวันที่ 4 - 5 เมษายน 2560 ณ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ยาง อ.วังจันทร์ จ.ระยอง เพื่อจัดการพื้นที่ทำงานอย่างเป็นระบบ ได้แก่ ห้องเก็บยางและสารเคมียาง ห้องผสมยางคอมปาวด์ และนำยางคอมปาวด์ที่มีการพัฒนาสูตรผ่านตามาตรฐานอุตสาหกรรมมาทดสอบการขึ้นรูปและนำตัวอย่างแผ่นยางปูพื้นดังกล่าวมาทดสอบสมบัติตามมาตรฐานอุตสาหกรรม



ภาพการลงพื้นที่วันที่ 4 - 5 เมษายน 2560

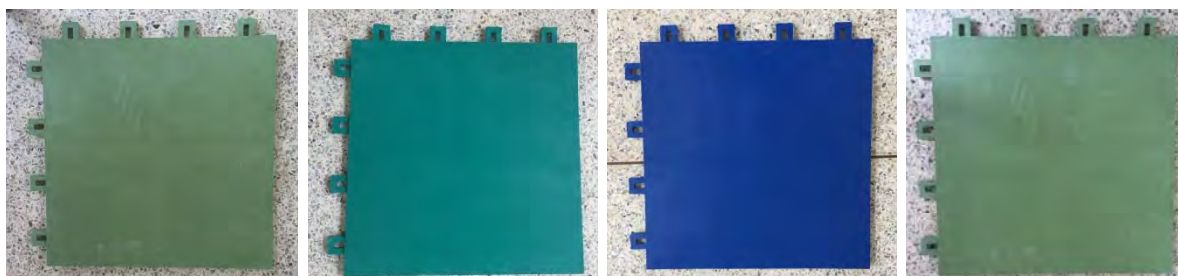
มีการลงพื้นที่เมื่อวันที่ 18 - 23 เมษายน 2560 ณ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ยาง อ.วังจันทร์ จ.ระยอง ได้ทำการผสมและขึ้นรูปยางคอมปาวด์ที่มีการพัฒนาสูตรยางปูพื้นสำหรับใช้ภายในและภายนอก โดยใช้เครื่องของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน เพื่อนำแผ่นยางปูพื้นไปใช้สำหรับปูพื้นที่ของโรงพยาบาลวังจันทร์ จ.ระยอง ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อคนไข้ในบริเวณที่ใช้ฝึกเดินสำหรับกายภาพบำบัด





ภาพการลงพื้นที่วันที่ 18 – 23 เมษายน 2560

มีการลงพื้นที่เมื่อวันที่ 25 - 28 เมษายน 2560 ณ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ยาง อ.วังจันทร์ จ.ระยอง ได้ทำการผสมและขึ้นรูปยางคอมปาวด์ที่มีการพัฒนาสูตรยางปูพื้นสำหรับใช้ภายในและภายนอก โดยใช้เครื่องของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน และนำแผ่นยางปูพื้นไปใช้สำหรับปูพื้นที่ของโรงพยาบาลวังจันทร์ จ.ระยอง





ภาพการลงพื้นที่วันที่ 25 – 28 เมษายน 2560

ข. ตารางเปรียบเทียบวัตถุประสงค์ กิจกรรมที่วางแผนไว้และกิจกรรมที่ดำเนินการมาและผลที่ได้รับตลอดโครงการ

วัตถุประสงค์โครงการ	กิจกรรมที่วางแผน	กิจกรรมที่ดำเนินการ	ผลที่ได้รับตลอดโครงการ
1. เพื่อพัฒนาคุณภาพแผ่นยางปูพื้นจากยางพาราให้มีคุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม 2. เพื่อยกระดับขีดความสามารถของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนอุตสาหกรรมแปรรูปผลิตภัณฑ์ยางพารา อ.วังจันทร์ จ.ระยอง	1. ศึกษามาตรฐานแผ่นยางปูพื้นและเตรียมเครื่องมืออุปกรณ์สำหรับตรวจสอบสมบัติตามข้อกำหนดในมาตรฐาน	เดือนที่ 1-2 - ศึกษาข้อมูลมาตรฐานแผ่นยางปูพื้น มอก.2377-2551 - มาตรฐานผลิตภัณฑ์แผ่นยางปูสนามฟุตบอล - เตรียมเครื่องมือทดสอบและออกแบบสูตรยาง	1. ได้ข้อมูลเกี่ยวกับมาตรฐานแผ่นยางปูพื้นและสามารถเตรียมเครื่องมืออุปกรณ์สำหรับตรวจสอบสมบัติตามข้อกำหนดในมาตรฐาน
	2. พัฒนาออกแบบสูตรยางผสม ศึกษาผลของยางสังเคราะห์และสารเคมีที่มีผลต่อสมบัติของยางผสม		
	3. ศึกษาสภาวะการผสมยางและการขึ้นรูป	เดือนที่ 3-6 - หาสภาวะที่เหมาะสมในการผสมและขึ้นรูปยาง - ทดสอบคุณสมบัติตามมาตรฐาน มอก.2377-2551 ในระดับห้องปฏิบัติการ - คัดเลือกสูตรนำไปทดลองในระดับ pilot scale	1. สูตรการเตรียมแผ่นยางปูพื้นที่มีสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
	4. เตรียมชิ้นงานทดสอบตาม มอก. 2377-2551		
	5. วิเคราะห์ประเมินผลการทดลองในระดับห้องปฏิบัติการและปรับปรุงประสิทธิภาพแผ่นยางที่พัฒนาขึ้น		
	6. ทดลองเตรียมแผ่นยางในระดับ pilot scale ที่กลุ่มฯ		
	7. ตรวจวัดคุณสมบัติตาม มอก. 2377-2551 และความสม่ำเสมอของผลิตภัณฑ์ในระดับ pilot scale	เดือนที่ 7-12 - ทดลองผลิตในระดับ pilot scale - ทดสอบคุณสมบัติผลิตภัณฑ์ที่ขึ้นรูปในระดับ pilot scale - นำแผ่นยางที่เตรียมขึ้นในสภาพบ่มเร่งจำลองการใช้งานจริง - จัดวางระบบการผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ให้เป็นระบบ	1. กระบวนการผลิตแผ่นยางปูพื้นในระดับ pilot scale 2. แบบระบบการควบคุมคุณภาพการผลิต 3. แผ่นยางปูพื้นต้นแบบที่มีสมบัติตามมาตรฐาน มอก.2371-2551 4. เล่มรายงานฉบับสมบูรณ์
	8. ทดสอบการใช้งานจริง		
	9. ออกแบบระบบบริหารการผลิต		
	10. วางแผนการจัดทำระบบควบคุมคุณภาพ		
	11. สรุปผลและจัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์		

ค. รายงานสรุปการเงินรอบ 12 เดือน

โครงการ “การพัฒนาโรงงานต้นแบบการผลิตแผ่นยางปูพื้นสำหรับกลุ่มวิสาหกิจชุมชน” สัญญาเลขที่ RDG5950073

ชื่อหัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน ดร.ศิริพร ลาภเกียรติถาวร

รายงานการเงินงวดที่ 2 จากจำนวนทั้งหมด 3 งวด รายงานในช่วงตั้งแต่วันที่ 1 พ.ค. 2559 ถึงวันที่ 30 เม.ย. 2560

สรุป รายรับ - รายจ่าย

หมวด (ตามสัญญา)	รายจ่ายสะสมจากรายงานครั้งก่อน	ค่าใช้จ่ายงวดปัจจุบัน	รายจ่ายสะสมจนถึงปัจจุบัน	งบประมาณที่ตั้งไว้	งบประมาณคงเหลือ
ก. ส่วนที่โครงการบริหาร					
1. ค่าตอบแทน	75,000.00	37,500.00	112,500.00	112,500.00	-
2. ค่าจ้าง					
3. ค่าใช้สอย	99,854.00	398,512.00	498,366.00	593,200.00	94,834.00
4. วัสดุ	34,031.00	197,143.46	231,174.46	180,000.00	-51,174.46
รวม	208,885.00	633,155.46	842,040.46	885,700.00	43,659.54
ข. ส่วนที่บริหารโดย สกว.					
5. งวดพิเศษ ค.					
6. งวดพิเศษ จ.					
รวม					
รวมทั้งสิ้น	208,885.00	633,155.46	842,040.46	885,700.00	43,659.54

จำนวนเงินที่ได้รับ รายจ่าย และจำนวนเงินคงเหลือ (รายงานแบบสะสมทุกงวด)

รายรับ (บาท)			รายจ่าย (บาท)	คงเหลือ (บาท)
งวดที่/รายการ	จำนวนเงินที่ได้รับ	วันที่ได้รับ		
1. สกว.	609,200.00	17/6/2559	208,885.00	400,315.00
2. สกว.	276,383.25	13/1/2560	633,155.46	-356,772.21
ดอกเบี้ยรับครั้งที่ 1	116.75	30/6/2559		116.75
ดอกเบี้ยรับครั้งที่ 2	1,201.91	31/12/2559		1,201.91
เงินงวดพิเศษ *ค				
เงินงวดพิเศษ *ฉ				
รวมจำนวนเงินที่ได้รับทั้งสิ้น	886,901.91			
รวมรายจ่ายทั้งสิ้น			842,040.46	
เงินคงเหลือ				44,861.45

ชื่อโครงการ การพัฒนาโรงงานต้นแบบการผลิตแผ่นยางปูพื้นสำหรับกลุ่มวิสาหกิจชุมชน

สรุปรายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 3

ตาราง เปรียบเทียบ Output ที่เสนอในข้อเสนอโครงการและที่ดำเนินการได้จริงในรอบ 12 เดือน

Output		ในกรณีล่าช้า (ผลสำเร็จไม่ถึง 100%) ให้ท่านระบุสาเหตุและการแก้ไขที่ท่านดำเนินการ
กิจกรรมในข้อเสนอโครงการ/หรือจากการปรับแผน	ผลสำเร็จ (%)	
1. ศึกษามาตรฐานแผ่นยางปูพื้นและเตรียมเครื่องมืออุปกรณ์สำหรับตรวจสอบสมบัติตามข้อกำหนดในมาตรฐาน	100%	-
2. พัฒนาออกแบบสูตรยางผสม ศึกษาผลของยางสังเคราะห์และสารเคมีที่มีผลต่อสมบัติของยางผสม	100%	-
3. ศึกษาสภาวะการผสมยางและการขึ้นรูป	100%	-
4. เตรียมชิ้นงานทดสอบตาม มอก. 2377-2551	100%	-
5. วิเคราะห์ประเมินผลการทดลองในระดับห้องปฏิบัติการและปรับปรุงประสิทธิภาพแผ่นยางที่พัฒนาขึ้น	100%	-
6. ทดลองเตรียมแผ่นยางในระดับ pilot scale ที่กลุ่มฯ	100%	-
7. ตรวจวัดคุณสมบัติตาม มอก. 2377-2551 และความสม่ำเสมอของผลิตภัณฑ์ในระดับ pilot scale	100%	-
8. ทดลองการใช้งานจริง	100%	-
9. ออกแบบระบบบริหารการผลิต	100%	-
10. วางแผนการจัดทำระบบควบคุมคุณภาพ	100%	-
11. สรุปผลและจัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์	100%	-

ลงนาม.....

นางสาวศิริพร ลาภเกียรติถาวร

(หัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน)

วันที่.....

ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่นๆ ต่อ สกว.

.....

.....

.....

ลงนาม.....

นางสาวศิริพร ลามเกียรติถาวร

(หัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน)

วันที่.....