การออกแบบข้อกำหนดทางเทคนิคและการศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตกาวติดโลหะจากยางพาราสำหรับอุตสาหกรรมรถยนต์

Design of Technical Specifications and Feasibility Study of Rubber Metal Glue Production for Using in An Automotive Industry

นิรมล ศรีไหม

Niramon Srimai

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Engineering in Logistics and Supply Chain Engineering
Prince of Songkla University

2561

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

การออกแบบข้อกำหนดทางเทคนิคและการศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตกาวติดโลหะจากยางพาราสำหรับอุตสาหกรรมรถยนต์

Design of Technical Specifications and Feasibility Study of Rubber Metal Glue Production for Using in An Automotive Industry

นิรมล ศรีไหม

Niramon Srimai

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Engineering in Logistics and Supply Chain Engineering
Prince of Songkla University

2561

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ชื่อวิทยานิพนธ์ การออกแบบข้อกำหนดทางเทคนิคและการศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตกาวติดโลหะจากยางพาราสำหรับอุตสาหกรรมรถยนต์

ผู้เขียน นางสาว นิรมล ศรีไหม

สาขาวิชา วิศวกรรมโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รัญชนา สินธวาลัย)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.เสกสรร สุธรรมานนท์)

คณะกรรมการสอบ

.....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.นิกร ศิริวงศ์ไพศาล)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รัญชนา สินธวาลัย)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.เสกสรร สุธรรมานนท์)

.....กรรมการ

(ดร.กันยา อัครอารีย์)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชุมพล ยวงใย)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน

.....

(ศาสตราจารย์ ดร.ดำรงศักดิ์ ฟ้ารุ่งสาง)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้มาจากการศึกษาวิจัยของนักศึกษาเอง และได้แสดงความขอบคุณบุคคลที่มีส่วนช่วยเหลือแล้ว

ลงชื่อ .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รัญชนา สินธวาลัย)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลงชื่อ .....

(รองศาสตราจารย์ ดร.เสกสรร สุธรรมานนท์)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ลงชื่อ .....

(นางสาวนิรมล ศรีไหม)

นักศึกษา

ข้าพเจ้าขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้ไม่เคยเป็นส่วนหนึ่งในการอนุมัติปริญญาในระดับใดมาก่อน และไม่ได้ถูกใช้ในการยื่นขออนุมัติปริญญาในขณะนี้

ลงชื่อ .....

(นางสาวนิรมล ศรีไหม)

นักศึกษา

ชื่อวิทยานิพนธ์ การออกแบบข้อกำหนดทางเทคนิคและการศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตกาวติดโลหะจากยางพาราสำหรับอุตสาหกรรมรถยนต์
ผู้เขียน นางสาวนิรมล ศรีไหม
สาขาวิชา วิศวกรรมโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน
ปีการศึกษา 2561

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการออกแบบข้อกำหนดทางเทคนิคและการศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตกาวติดโลหะจากยางพาราสำหรับอุตสาหกรรมรถยนต์ เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่โซ่อุปทานยางพารา โดยงานวิจัยเริ่มต้นจากการสำรวจความต้องการด้านคุณลักษณะของกาวจากผู้ใช้งาน และสำรวจความต้องการด้านเทคนิคจากผู้ผลิต จากนั้นนำความต้องการของทั้งสองฝ่ายมาวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการผลิตด้วยเทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ (QFD) และความเป็นไปได้ในการทดแทนด้วยยางพาราโดยผู้เชี่ยวชาญ ผลการวิเคราะห์พบว่า ความสำคัญของความต้องการทางเทคนิค 5 อันดับ ที่ส่งผลต่อความต้องการด้านคุณลักษณะของผู้ได้งาน ได้แก่ ความต้านทานแรงดึง ร้อยละ 18.77 ความหนืด ร้อยละ 18.58 แรงยึดเกาะ ร้อยละ 13.85 ความแข็ง ร้อยละ 10.47 และความยืดหยุ่น ร้อยละ 9.70 ตามลำดับ โดยยางธรรมชาติที่สามารถผลิตเพื่อทำการทดแทนยางสังเคราะห์ชนิดยางไนไตร์ล (NBR) ได้ คือ ยางธรรมชาติอิพอกไซด์ (ENR) จากนั้นทำการประเมินความเป็นไปได้ในการผลิต และผลกระทบเชิงเศรษฐศาสตร์ โดยกำหนดระยะเวลาโครงการ 10 ปี ด้วยอัตราผลตอบแทนต่ำสุดที่ยอมรับได้ (MARR) เท่ากับ ร้อยละ 12 ต้นทุนการลงทุนกิจการ เท่ากับ 8,569,000 บาท ภายใต้ปริมาณการผลิตที่ส่วนแบ่งทางการตลาด ร้อยละ 5 พบว่า ผลตอบแทนทางการเงิน มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) เท่ากับ 1,215,215 บาท อัตราผลตอบแทน (IRR) เท่ากับ ร้อยละ 14.84 และ ระยะเวลาคืนทุน (PB) เท่ากับ 5.74 ปี สรุปได้ว่า โครงการนี้มีความเป็นไปได้ในการลงทุนเชิงพาณิชย์ และเมื่อทำการวิเคราะห์ความไวเชิงเศรษฐศาสตร์ (Sensitivity Analysis) พบว่า เมื่อส่วนแบ่งทางการตลาดลดลงเหลือ ร้อยละ 4 จะเป็นกรณีที่ไม่สมควรลงทุน เนื่องจากทำให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) ติดลบ จากนั้นทำการวิเคราะห์การเพิ่มมูลค่าของโซ่อุปทานน้ำยางข้น พบว่า ภายในระยะเวลาโครงการ 10 ปี มีมูลค่ารวมเพิ่มมากขึ้น เท่ากับ 29,155,699 บาท ส่งผลให้อุตสาหกรรมยางพาราทั้งโซ่อุปทานมีมูลค่าเพิ่มมากขึ้นเช่นกัน

Thesis Title Design of Technical Specifications and Feasibility Study of Rubber Metal Glue Production for Using in An Automotive Industry
Author Miss Niramon Srimai
Major Program Logistics and Supply Chain Engineering
Academic Year 2018

ABSTRACT

The objective of this research is to design technical specifications and to evaluate a possibility of establishing rubber metal glue, which is used in automotive industry, factory. This research evaluate a value creation in the rubber supply chain. The research starts from identifying the glue characteristic from users and technical requirements from glue producers. After that both requirements are used to analyze a possibility of rubber glue production using Quality Function Deployment (QFD) technique. The result shows the most five important technical requirements as Tensile Strength, Viscosity, Adhesive Strength, Hardness and Modulus, respectively. It can be concluded that the Natural rubber, Epoxidized Natural Rubber (ENR), can be replaced the synthetic rubber, Nitrile Butadiene Rubber (NBR). The next step is accomplished by evaluating the value of production and the economic effect within a 10 years project with Minimum Attractive Rate of Return (MARR) equal 12%. The investment cost is found as 8,569,000 baht through the production capacity at 5% market share. Finally, the Net Present Value (NPV) is 1,215,215 baht, Internal Rate of Return (IRR) is 14.84% and Payback Period (PB) is 5.74 years. Therefore, this project is feasible for the investment. With respect to sensitivity analysis, the result shows that in case of market share reduce to 4%, the project is not practical. The evaluation of the value added in the supply chain of the Concentrated latex shows that within a 10 years project, average value added is 29,155,699 baht, causing to the increment of the rubber industry supply chain.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงได้ด้วยประสบการณ์ เทคนิคความรู้ ความเมตตา และความช่วยเหลือจากคณาจารย์และผู้ที่เกี่ยวข้องทุกท่าน ทั้งที่ได้ออกนามและมิได้ออกนาม ผู้วิจัยขอขอบพระคุณทุกท่านไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รัญชนา สินธวาลัย อาจารย์ที่ปรึกษาและรองศาสตราจารย์ ดร.เสกสรร สุธรรมานนท์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่ได้เสียสละเวลาในการให้คำปรึกษาชี้แนะแนวทางที่เป็นประโยชน์ในการปรับปรุงการดำเนินงานวิจัย ตลอดจนสละเวลาในการตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้ถูกต้องและสมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอกวิภู กาลกรณ์สุรปราณี ผู้เชี่ยวชาญด้านยางพารา อาจารย์ประจำภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีวัสดุ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่เป็นผู้เชี่ยวชาญในการประเมินผลความเป็นไปได้ในการผลิต และการทดแทนด้วยยางพารา รวมทั้งให้คำแนะนำ และคำปรึกษาตลอดการดำเนินงานวิจัย

ขอกราบขอบพระคุณ คณะกรรมการสอบโครงร่าง และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่ให้คำแนะนำ และข้อปรับปรุง ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณ บริษัทผลิตกาวติดโลหะเพื่อใช้งานสำหรับอุตสาหกรรมรถยนต์ และบริษัทผู้ใช้งานกาว ได้แก่ โรงงานผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ และโรงงานประกอบรถยนต์ทุกโรงงาน ที่ให้เกียรติ สละเวลา ให้การต้อนรับ และให้ข้อมูล ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการทำวิจัยได้เป็นอย่างดี

ขอขอบคุณ ทุนผลการเรียนดีเด่นเข้าศึกษาระดับปริญญาโท ประจำปีการศึกษา 2559 บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ ที่ให้ทุนการศึกษาตลอดปีการศึกษา 2559

ขอขอบคุณ ทุนวิจัยต่อยอดเพื่อสร้างนวัตกรรมยางพารา ประจำปีงบประมาณ 2560 มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่ให้ทุนสนับสนุนในการดำเนินงานวิจัย

ขอขอบคุณ ทุนบัณฑิตศึกษาวิศวกรรมศาสตร์ สำหรับนักศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ระดับปริญญาโท ที่ให้ทุนการศึกษาตลอดปีการศึกษา 2560

ท้ายสุดนี้ ขอมอบคุณความดีจากการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ แด่คุณพ่อ คุณแม่ ที่ให้การเลี้ยงดูเป็นอย่างดี ครูอาจารย์ทุกท่านที่ให้วิชาความรู้ พร้อมทั้งปลูกฝังคุณธรรม จริยธรรม รวมทั้งเพื่อนๆ นักศึกษาปริญญาโท ที่คอยให้กำลังใจและความช่วยเหลือเสมอมา จนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี

นิรมล ศรีไหม

สารบัญ

เนื้อหา **หน้า**

บทคัดย่อ (5)

ABSTRACT (6)

กิตติกรรมประกาศ (7)

รายการตาราง (11)

รายการภาพประกอบ (13)

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ 13

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย 14

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 14

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 15

2.1 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวกับกาว 15

2.2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทางการตลาด 24

2.3 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ 27

2.4 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องของเทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ 31

2.5 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทางการศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการ 38

บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย 44

3.1 วิธีการดำเนินการวิจัย และการเก็บข้อมูล 44

3.1.1 การสำรวจและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์กาวติดโลหะจากยางพารา 44

3.1.2 การสำรวจข้อมูลความต้องการด้านคุณลักษณะและพฤติกรรมของผู้ใช้งาน 45

3.1.3 การประเมินและการแปลงข้อมูลความต้องการของผู้ใช้งานเป็นคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ 46

3.1.4 การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ 47

3.1.5 การวิเคราะห์ความเป็นไปได้เชิงเศรษฐศาสตร์ 47

สารบัญ (ต่อ)

เนื้อหา **หน้า**

3.1.6 การวิเคราะห์การสร้างมูลค่าเพิ่มของโซ่อุปทานยางพารา 47

3.1.7 สรุปผลและรายงานผลการวิจัย 47

3.2 กรอบแนวคิดการวิจัย 48

บทที่ 4 ผลการวิจัย 49

4.1 ผลการสำรวจและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์กาวติดโลหะ 49

4.1.1 กาวติดรถยนต์ 49

4.1.2 ข้อดีและข้อเสียของการใช้กาวในอุตสาหกรรมรถยนต์ 51

4.1.3 โครงสร้างโซ่อุปทานปัจจุบันของผลิตภัณฑ์กาวติดโลหะในรถยนต์ 51

4.2 ผลการสำรวจข้อมูลของผู้ใช้งาน 53

4.2.1 การสั่งซื้อกาวติดโลหะและช่องทางการจัดซื้อ 53

4.2.2 ปริมาณการขายรถยนต์ในไทย 54

4.2.3 ความต้องการด้านคุณลักษณะในมุมมองของผู้ใช้งาน 58

4.3 ผลการสำรวจข้อมูลในมุมมองของผู้ผลิต 60

4.3.1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับการผลิตกาวติดโลหะสำหรับอุตสาหกรรมรถยนต์ 60

4.3.2 คุณลักษณะที่คำนึงในการผลิตกาวติดโลหะของผู้ผลิต 62

4.4 ผลการประเมินและการแปลงข้อมูลความต้องการเป็นคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ในมุมมองของผู้เชี่ยวชาญ 63

4.5 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพและความเป็นไปได้ทางการผลิต 65

4.5.1 ผลการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางการผลิต 65

4.5.2 การออกแบบและการวางแผนกระบวนการผลิต 71

4.6 ผลการวิเคราะห์ความเป็นไปได้เชิงวิศวกรรม 76

4.6.1 ปัจจัยสำคัญของการจัดตั้งโครงการ 76

4.6.2 การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางการลงทุน 83

สารบัญ (ต่อ)

เนื้อหา **หน้า**

4.6.3 ตัวชี้วัดทางการเงินเพื่อการตัดสินใจในการลงทุน 95

4.7 ผลการวิเคราะห์การเพิ่มมูลค่าของโซ่อุปทานยางพารา 103

บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ 113

5.1 สรุปผลการวิจัย 113

5.2 ข้อเสนอแนะสำหรับผู้นำไปใช้ 116

5.2.1 กลยุทธ์ทางการตลาด 116

5.2.2 กลยุทธ์ทางการผลิต 117

5.2.3 อุตสาหกรรมยางพารา 117

5.3 ข้อเสนอแนะงานวิจัยในอนาคต 118

บรรณานุกรม 119

ภาคผนวก 124

ภาคผนวก ก แบบสอบถามผู้ใช้งาน 125

ภาคผนวก ข แบบสอบถามผู้ผลิต 130

ภาคผนวก ค ภาพแสดงการสัมภาษณ์เชิงลึกผู้ใช้งานและผู้ผลิต 136

ประวัติผู้เขียน 140

รายการตาราง

ตาราง **หน้า**

1.1 มูลค่าการส่งออกยางพาราในรูปของยางแปรรูปมาตรฐานและผลิตภัณฑ์ยาง พ.ศ. 2555-2559 3

1.2 ปริมาณการใช้ยางธรรมชาติภายในประเทศแยกตามผลิตภัณฑ์ พ.ศ. 2555-2559 4

1.3 มูลค่าการส่งออกผลิตภัณฑ์ยางของประเทศไทย พ.ศ. 2555-2558 5

1.4 มูลค่ารวมการส่งออกและปริมาณการส่งออกระหว่างผลิตภัณฑ์ยางและยางแปรรูปขั้นต้น พ.ศ. 2555-2558 6

1.5 มูลค่าตลาดกาวในแต่ละภูมิภาค พ.ศ. 2558-2563 11

1.6 มูลค่าของตลาดกาวแบ่งตามอุตสาหกรรมการใช้งานระหว่าง พ.ศ. 2558-2563 12

2.1 กาวที่ใช้ในอุตสาหกรรมทั่วไป 16

2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะเฉพาะทางคุณภาพและความต้องการลูกค้า 34

3.1 กลุ่มตัวอย่าง และจำนวนกลุ่มตัวอย่างในการรวบรวมข้อมูล 44

4.1 ผลการพยากรณ์ปริมาณการขายรถยนต์ในอนาคต 57

4.2 ผลการวิเคราะห์ระดับความสำคัญของความต้องการผู้ใช้งาน 59

4.3 ความสัมพันธ์ของเมทริกซ์การวางแผนผลิตภัณฑ์ 64

4.4 เปรียบเทียบคุณสมบัติและปัจจัยสำคัญในการเลือกยางธรรมชาติกับคุณสมบัติของกาวติดโลหะในปัจจุบัน 66

4.5 ความต้องการเชิงเทคนิคในคุณสมบัติที่แตกต่างกันของผู้ใช้งาน 69

4.6 วิเคราะห์ความสามารถในการทดแทนทางการผลิตตามเป้าหมายของยางธรรมชาติอิพอกไซด์ (ENR) 70

4.7 จำนวนคนงานที่เหมาะสมในการควบคุมการผลิต 74

4.8 ปริมาณการใช้กาวประเภท Mastic ต่อรถยนต์ 1 คัน 75

4.9 เวลาการผลิตกาวติดโลหะจากยางพาราประเภทกาว Mastic ใน 1 วันทำงาน 81

4.10 ปริมาณความต้องการใช้กาวติดโลหะจากยางพาราประเภทกาว Mastic ปี พ.ศ. 2562-2571 82

รายการตาราง (ต่อ)

ตาราง **หน้า**

4.11 ต้นทุนการลงทุนกิจการ 84
4.12 ต้นทุนการดำเนินงาน 86
4.13 ต้นทุนการดำเนินงานในการผลิตกาวติดโลหะจากยางพาราประเภทกาว Mastic ต่อถัง 92
4.14 ต้นทุนรวมของโรงงานในการผลิตกาวติดโลหะจากยางพาราประเภทกาว Mastic 93
4.15 ผลประโยชน์สะสมในรูปตัวเงินประจำปี 96
4.16 ข้อมูลการวิเคราะห์ความไวเชิงเศรษฐศาสตร์กรณีที่เปลี่ยนแปลงหนึ่งปัจจัย 99
4.17 ข้อมูลการวิเคราะห์ความไวเชิงเศรษฐศาสตร์กรณีที่เปลี่ยนแปลงสองปัจจัย 101
4.18 ตัวชี้วัดทางการเงินเพื่อการตัดสินใจในการลงทุนของการวิเคราะห์ความไวเชิงเศรษฐศาสตร์ 102
4.19 มูลค่าโซ่อุปทานอุตสาหกรรมยางพาราปัจจุบัน 105
4.20 มูลค่าเพิ่มของผู้ผลิตผลิตภัณฑ์จากน้ำยางข้นเมื่อใช้ยางธรรมชาติอิพอกไซด์ (ENR) ผลิตกาวติดโลหะจากยางพารา ภายในระยะเวลาโครงการ 10 ปี 106
4.21 มูลค่าเพิ่มของผู้เกี่ยวข้องในโซ่อุปทานเมื่อใช้ยางธรรมชาติอิพอกไซด์ (ENR) ผลิตกาวติดโลหะจากยางพารา ภายในระยะเวลาโครงการ 10 ปี 107
4.22 ผลรวมมูลค่าเพิ่มในโซ่อุปทานยางพาราที่เกี่ยวกับยางธรรมชาติอิพอกไซด์ (ENR) 111

รายการภาพประกอบ

รูปที่ **หน้า**

1.1 ผลผลิตยางธรรมชาติของไทยและการส่งออก พ.ศ. 2553-2559 1
1.2 ราคายางแผ่นดิบและน้ำยางสด ตลาดกลางยางพาราจังหวัดสงขลา พ.ศ. 2558-2559 2
1.3 โซ่อุปทานอุตสาหกรรมยางพารา 8
1.4 มูลค่าของตลาดกาวโลก พ.ศ. 2558-2563 11
2.1 องค์ประกอบของบ้านคุณภาพ 33
2.2 องค์ประกอบการเปรียบเทียบสมรรถนะทางเทคนิค 35
2.3 การเชื่อมต่อกันของเมทริกซ์ของการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ 36
2.4 ตัวแบบเมทริกซ์ 4 เฟสของการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ 36
3.1 เมตริกซ์การวางแผนผลิตภัณฑ์ 46
3.2 กรอบแนวคิดการวิจัย 48
4.1 ประเภทกาวภายในรถยนต์ 50
4.2 โครงสร้างโซ่อุปทานบริษัทผู้ผลิตกาวตั้งฐานการผลิตอยู่ต่างประเทศโดยมีตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย 52
4.3 โครงสร้างโซ่อุปทานบริษัทผู้ผลิตกาวตั้งฐานการผลิตภายในประเทศและมีตัวแทนจำหน่าย 52
4.4 โครงสร้างโซ่อุปทานบริษัทผู้ผลิตกาวตั้งฐานการผลิตภายในประเทศและไม่มีตัวแทนจำหน่าย 53
4.5 ปริมาณการขายรถยนต์โดยรวมภายในประเทศ 55
4.6 การแจกแจงความเป็นปกติของปริมาณการขายรถยนต์ในประเทศ 56
4.7 ความสัมพันธ์ของปริมาณการขายรถยนต์และการพยากรณ์ พ.ศ. 2551-2571 56
4.8 ระดับความสำคัญของความต้องการผู้ใช้งาน เรียงตามลำดับ 60
4.9 กระบวนการผลิตกาวติดโลหะประเภท Mastic ของอุตสาหกรรมกาวในปัจจุบันจากยางสังเคราะห์ 72
4.10 กระบวนการผลิตกาวติดโลหะประเภท Mastic จากยางธรรมชาติ 73
4.11 ปริมาณการใช้ยางก้อน (Input) และปริมาณกาว (Output) 74
4.12 พื้นที่จัดสรรภายในนิคมอุตสาหกรรมยางพารา (Rubber City) 77
4.13 โครงสร้างองค์กรโรงงานผลิตกาวติดโลหะจากยางพาราประเภทกาว Mastic 77

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

4.14 ผังกระแสเงินสดรายปีของธุรกิจ (Cash Flow Diagram) 94

4.15 ผังกระแสเงินสดรายปีที่คาดว่าจะได้รับหลังหักภาษี ร้อยละ 15 (กำไรสุทธิ) 94

4.16 โซ่อุปทานอุตสาหกรรมยางพาราที่เกี่ยวข้องกับยางธรรมชาติอิพอกไซด์ (ENR) 104

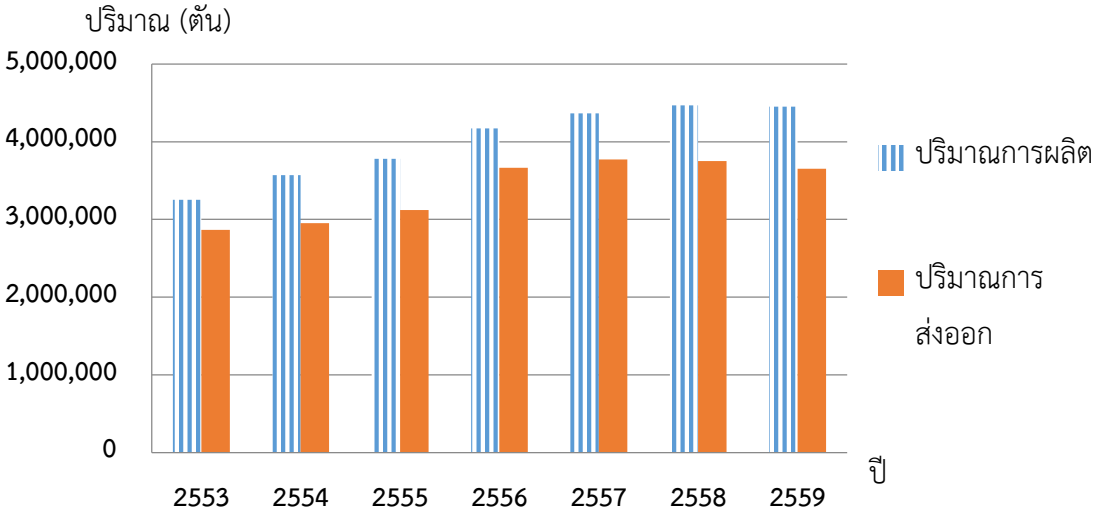
บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ยางพาราเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศ และเป็นสินค้าเกษตรที่มีความสำคัญอันดับต้นๆ ที่ทุกรัฐบาลและผู้ที่เกี่ยวข้องได้ให้ความสำคัญ เพราะยางพาราสามารถสร้างรายได้ให้ประเทศปีละหลายแสนล้านบาทจากการส่งออกวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์ จึงเป็นทรัพยากรที่มีค่ามากของประเทศไทยและเป็นหนึ่งในทรัพยากรเพียงไม่กี่ประเภทที่ประเทศจะสามารถแข่งขันได้ในระดับสากล นอกจากนี้ ยังทำให้เกิดการลงทุนในอุตสาหกรรมยางอย่างต่อเนื่อง โดยผู้ประกอบการทั้งไทยและต่างชาติมีการจ้างแรงงานภายในประเทศ ทำให้เกิดระบบเศรษฐกิจขนาดใหญ่หมุนเวียนในประเทศ

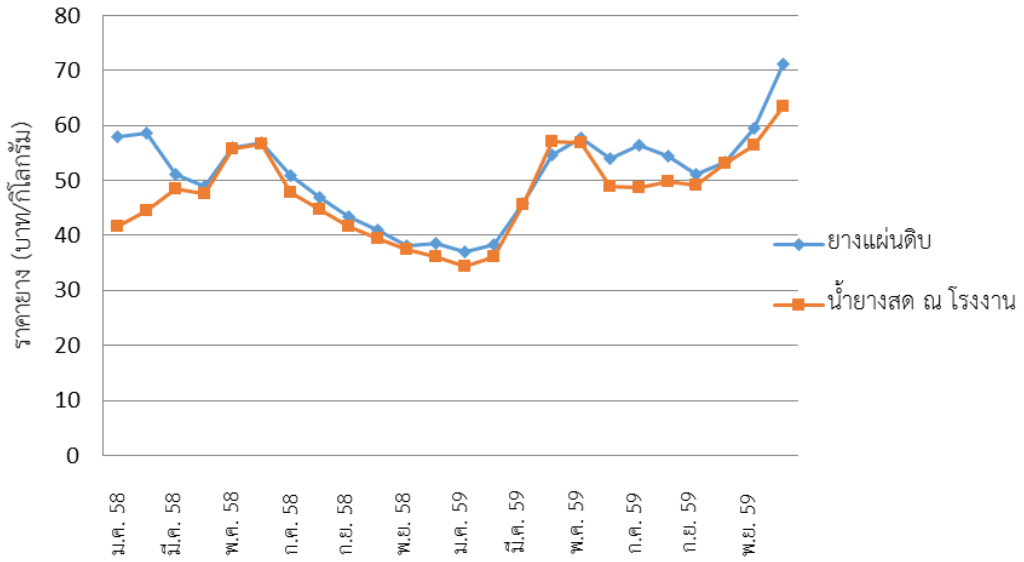
สำหรับสถานการณ์ยางพาราของประเทศไทยในช่วงปี พ.ศ. 2558 และ 2559 ที่ผ่านมา จากการที่ระดับราคาสูงในอดีต ทำให้อุปทานขยายตัวมากขึ้น ส่งผลให้เกษตรกรมีการขยายพื้นที่ปลูกยางพารา สต็อกยางพาราจึงเพิ่มขึ้นเป็นเท่าตัว ทำให้ภาครัฐเริ่มตระหนักถึงปัญหาผลผลิตยางที่ล้นตลาดมากขึ้น ส่งผลให้เกษตรกรบางส่วนเลิกกรีดยางและเจ้าของสวนยางใหม่ชะลอการเปิดกรีด ผลผลิตยางและปริมาณการส่งออกในช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2558 และ 2559 จึงเริ่มลดลง ผลผลิตยางธรรมชาติของไทย และปริมาณการส่งออก [1] แสดงดังรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 ผลผลิตยางธรรมชาติของไทยและการส่งออก พ.ศ. 2553-2559 [2]

จากรูปที่ 1.1 ปริมาณผลผลิตยางธรรมชาติของไทย จะส่งผลต่อภาพรวมในการส่งออกของผลิตภัณฑ์ยางภายในประเทศในปี พ.ศ. 2559 มีการหดตัวลงเล็กน้อยตามภาวะเศรษฐกิจที่ชะลอตัวลง จากสถานการณ์การผลิตยางพาราของประเทศไทยในปี พ.ศ. 2558 พบว่า ผลผลิตยางธรรมชาติมีจำนวน 4,466,063 ตัน เพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2557 จำนวน 100,197 ตัน และผลผลิตรวมทั้งประเทศในปี พ.ศ. 2559 มีจำนวน 4,451,848 ตัน ลดลงจากปี พ.ศ. 2558 จำนวน 14,215 ตัน [3-4]

จากการดำเนินตามนโยบายการลดพื้นที่ปลูกของกระทรวงเกษตรฯ ที่ทำให้ปริมาณผลผลิตยางธรรมชาติลดลง คณะกรรมการการยางแห่งประเทศไทย (กยท.) จึงคาดการณ์ว่าผลของการลดพื้นที่ปลูกนั้นจะทำให้ราคายางจะปรับตัวสูงขึ้นเรื่อยๆ แสดงดังรูปที่ 1.2



รูปที่ 1.2 ราคายางแผ่นดิบและน้ำยางสด ตลาดกลางยางพาราจังหวัดสงขลา พ.ศ. 2558-2559 [5]

จากรูปที่ 1.2 เปรียบเทียบราคายางของตลาดกลางยางพารา จังหวัดสงขลา แสดงถึงแนวโน้มราคายางพาราในปี พ.ศ. 2558-2559 ที่ผ่านมาของประเทศว่ามีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น สาเหตุหนึ่งเนื่องมาจากการลดการปลูกยางพาราส่งผลให้มีผลผลิตลดลง จึงทำให้ถึงจุดสมดุลระหว่างราคาและปริมาณผลผลิตที่ลดความแตกต่างระหว่างส่วนเกินอุปทานและส่วนเกินอุปสงค์ อีกประการหนึ่งเนื่องจากประเทศจีนเป็นประเทศคู่ค้าที่สำคัญและเป็นผู้ซื้อรายใหญ่ ได้มีแผนพัฒนาเศรษฐกิจสังคมฉบับที่ 13 (พ.ศ. 2559 ถึง 2563) หรือ One Belt One Road ที่เป็นยุทธศาสตร์ความร่วมมือระหว่างจีนกับประเทศเพื่อนบ้าน เพื่อประโยชน์ทางเศรษฐกิจร่วมกัน จึงเป็นผลดีกับอุตสาหกรรมยางไทย อีกทั้งปริมาณยางคงคลังที่ลดลงมากของจีน จึงทำให้จีนต้องนำเข้ายางพาราจากไทยมากขึ้น เพื่อป้องกันปัญหาการขาดแคลนวัตถุดิบ [3]

พิจารณามูลค่าการส่งออกยางพารา ในรูปของยางแปรรูปมาตรฐาน ยางผสมสารเคมี และผลิตภัณฑ์ยาง แสดงดังตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 มูลค่าการส่งออกยางพาราในรูปของยางแปรรูปมาตรฐานและผลิตภัณฑ์ยาง พ.ศ. 2555-2559 (หน่วย:ล้านบาท) [2]

รายการ	ปี 2555	ปี 2556	ปี 2557	ปี 2558	ปี 2559
(1) ยางแปรรูป					
มาตรฐาน	68,898.07	69,090.77	48,077.18	35,628.83	31,166.03
ยางแผ่นรมควัน	129,912.47	118,513.28	94,301.47	91,463.50	93,792.00
ยางแท่ง	61,506.47	53,886.43	45,892.20	39,545.77	39,899.30
น้ำยางข้น	9,836.84	7,798.49	5,478.36	3,780.63	5,962.82
ยางประเภทอื่นๆ	270,153.85	249,288.97	193,749.21	170,418.73	170,820.15
รวม					
(2) ยางผสมสารเคมี	66,150.00	65,862.70	50,993.19	23,518.80	30,629.91
(3) ผลิตภัณฑ์ยาง					
ยางยานพาหนะ	101,899.00	103,926.30	115,369.60	116,453.30	122,620.39
ถุงมือยาง	36,457.00	32,494.30	36,197.30	33,065.50	40,173.80
ผลิตภัณฑ์ยางอื่นๆ	55,314.00	54,920.40	58,485.70	57,336.60	61,281.50
รวม	193,670.00	191,341.00	210,052.60	206,855.40	224,075.69
รวม (1)+(2)+(3)	**529,973.85**	**506,492.67**	**454,795.00**	**400,792.93**	**425,525.75**

จากตารางที่ 1.1 แสดงมูลค่าการส่งออกยางพาราในรูปของยางแปรรูปมาตรฐาน ยางผสมสารเคมีและผลิตภัณฑ์ยางตั้งแต่ปี พ.ศ. 2555 ถึง 2559 พบว่า มูลค่าของยางพาราในรูปของยางแปรรูปมาตรฐาน คือ ยางแท่ง ยางแผ่นรมควัน น้ำยางข้น และยางรูปแบบอื่นๆ ที่ใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับการผลิตผลิตภัณฑ์จากยางพารา มีแนวโน้มการลดลงอย่างต่อเนื่อง แต่มูลค่าการส่งออกยางพาราในรูปของผลิตภัณฑ์ยางมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

สำหรับการบริโภคยางพาราภายในประเทศเป็นไปในรูปแบบของการเพิ่มมูลค่าของยางพารา คือ การสร้างผลิตภัณฑ์จากยางพารา ดังแสดงในตารางที่ 1.2

ตารางที่ 1.2 ปริมาณการใช้ยางธรรมชาติภายในประเทศแยกตามผลิตภัณฑ์ พ.ศ. 2555-2559 (หน่วย:ตัน) [2]

ประเภทผลิตภัณฑ์	ปี 2555	ปี 2556	ปี 2557	ปี 2558
ยางยานพาหนะ	317,654	320,567	329,051	297,138
ยางยืด	67,078	66,603	79,168	87,746
ถุงมือยาง	66,381	69,645	58,865	81,979
ยางรถจักรยานยนต์	21,958	23,417	23,811	40,693
ยางรัดของ	10,032	14,815	15,353	24,991
ท่อยาง	739	867	712	15,630
ถุงยางอนามัย	5,285	5,469	6,464	9,524
สายพาน	1,513	1,573	2,499	7,514
รองเท้า	3,032	3,146	4,769	4,983
อะไหล่รถยนต์	1,247	1,078	2,802	3,488
กาว	2,274	1,510	2,985	3,036
พื้นรองเท้า	1,018	1,079	1,146	1,496
หล่อดอก	1,057	1,274	2,128	1,336
เครื่องมือทางการแพทย์/วิทยาศาสตร์	684	841	952	378
ผลิตภัณฑ์ฟองน้ำ	262	233	234	292
อื่นๆ	4,838	8,511	10,064	20,267
รวม	**505,052**	**520,628**	**541,003**	**600,491**

จากตารางที่ 1.2 แสดงปริมาณการใช้ยางธรรมชาติภายในประเทศ พบว่า ในปี พ.ศ. 2558 ยางยานพาหนะ เป็นผลิตภัณฑ์ที่แปรรูปจากยางธรรมชาติมากที่สุด รองลงมา คือ ยางยืด ถุงมือยาง และยางรถจักรยานยนต์ ตามลำดับ

จากสถานการณ์ผลผลิตยางพารา และราคายางพาราที่ตกต่ำในช่วงปี พ.ศ. 2558 ถึง 2559 ที่ผ่านมา ก่อนจะมีแนวโน้มการขึ้นราคานั้น เกิดเหตุการณ์ที่ส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะกระทบต่อเกษตรกรภาคใต้ เนื่องจากรายได้ของเกษตรกรภาคใต้มาจากการกรีดยางเป็นหลัก ซึ่งรายได้ในปี พ.ศ. 2558 ลดลงประมาณ 33,000 ล้านบาท หรือลดลงร้อยละ 17.7 จากปีก่อนหน้า อย่างไรก็ตาม ประเทศไทยยังคงเป็นเพียงผู้ผลิตวัตถุดิบยางพาราอันดับหนึ่งของโลก ที่ไม่สามารถกำหนดราคาขายได้ ต้องพึ่งพาตลาดต่างประเทศเป็นหลัก ที่ผ่านมาราคายางพารามีความผัน

ผวนไม่มีเสถียรภาพ ส่งผลกระทบต่อทั้งเกษตรกรและผู้ประกอบการอุตสาหกรรมยาง ทำให้ชะลอความสามารถในการแข่งขัน มีผลให้ผู้ประกอบการอุตสาหกรรมยางบางรายพยายามปรับเปลี่ยนไปใช้ยางสังเคราะห์ทดแทน เนื่องจากสามารถควบคุมต้นทุนการผลิตได้ง่ายกว่า อีกทั้งประเทศเพื่อนบ้านยังเพิ่มพื้นที่ปลูกยางมากขึ้น การแข่งขันด้านราคาจึงรุนแรงขึ้น ประเทศไทยจำเป็นต้องหลีกเลี่ยงจากการเป็นประเทศผู้ผลิตวัตถุดิบยางพารา ให้เป็นประเทศผู้ผลิตผลิตภัณฑ์ยางพารามูลค่าสูง เพื่อการเพิ่มมูลค่าและยกระดับความสามารถในการแข่งขัน ซึ่งผลิตภัณฑ์จากยางพาราที่สามารถสร้างรายได้ให้ประเทศ แสดงดังตารางที่ 1.3

ตารางที่ 1.3 มูลค่าการส่งออกผลิตภัณฑ์ยางของประเทศไทย พ.ศ. 2555-2558 (หน่วย:ล้านบาท) [2]

ประเภทผลิตภัณฑ์	ปี 2555	ปี 2556	ปี 2557	ปี 2558
ยางยานพาหนะ	101,899.20	103,926.30	115,369.60	116,453.30
ถุงมือยาง	36,456.70	32,494.30	36,197.30	33,065.50
ท่อยาง	7,173.50	7,716.20	9,323.80	9,941.50
ยางยืด	10,733.20	9,776.60	8,760.60	8,290.50
ถุงยางอนามัย	4,163.20	4,295.10	4,622.40	5,156.80
สายพาน	3,965.00	4,192.40	4,165.90	4,287.90
ยางในยานพาหนะ	3,045.60	3,128.90	3,445.40	3,205.80
ปะเก็น/ซีลยาง	2,749.00	2,916.00	3,120.20	3,105.00
ยางที่หล่อดอกใหม่	2,728.50	2,517.30	2,716.90	2,890.50
ยางรัดของ	3,514.80	2,826.40	2,653.90	2,252.20
ผ้ายาง	531.00	497.50	602.40	614.90
ยางปูพื้น/กระเบื้องติดผนัง	1,054.10	141.30	184.70	174.30
ยางรีเครม	58.70	97.50	133.90	111.30
ยางวัลคาไนซ์อื่นๆ	116.50	113.70	95.90	108.60
หัวนมเลี้ยงทารก	24.30	59.80	50.90	50.00
ยางลบ	56.00	59.70	50.60	25.20
ผลิตภัณฑ์ยางอื่นๆ	15,440.46	16,582.00	18,558.20	17,122.10
รวม	**193,709.76**	**191,341.00**	**210,052.60**	**206,855.40**

จากตารางที่ 1.3 แสดงมูลค่าการส่งออกผลิตภัณฑ์ยางของประเทศไทย พบว่า ในปี พ.ศ. 2558 ยางยานพาหนะมีมูลค่าการส่งออกเป็นอันดับหนึ่ง เท่ากับ 116,453.30 ล้านบาท หรือคิดเป็นร้อยละ 44.20 ของมูลค่าการส่งออกผลิตภัณฑ์ยางรวมทั้งหมด เพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2557 ซึ่งมีมูลค่าเท่ากับ 115,369.60 ล้านบาท ส่วนถุงมือยาง มีมูลค่าในการส่งออกในลำดับที่สอง มีมูลค่า 33,065.50 ล้านบาท หรือคิดเป็นร้อยละ 13.87 ของมูลค่าการส่งออกผลิตภัณฑ์ยางรวมทั้งหมด ลดลงจากปี พ.ศ. 2557 ซึ่งมีมูลค่าเท่ากับ 36,197.30 ล้านบาท โดยมีมูลค่าลดลง 3,703 ล้านบาท หรือคิดเป็นร้อยละ 8.65

จากการเปรียบเทียบสัดส่วนของมูลค่ารวมการส่งออกและปริมาณการส่งออกระหว่างผลิตภัณฑ์ยางและยางแปรรูปขั้นต้น แสดงดังตารางที่ 1.4

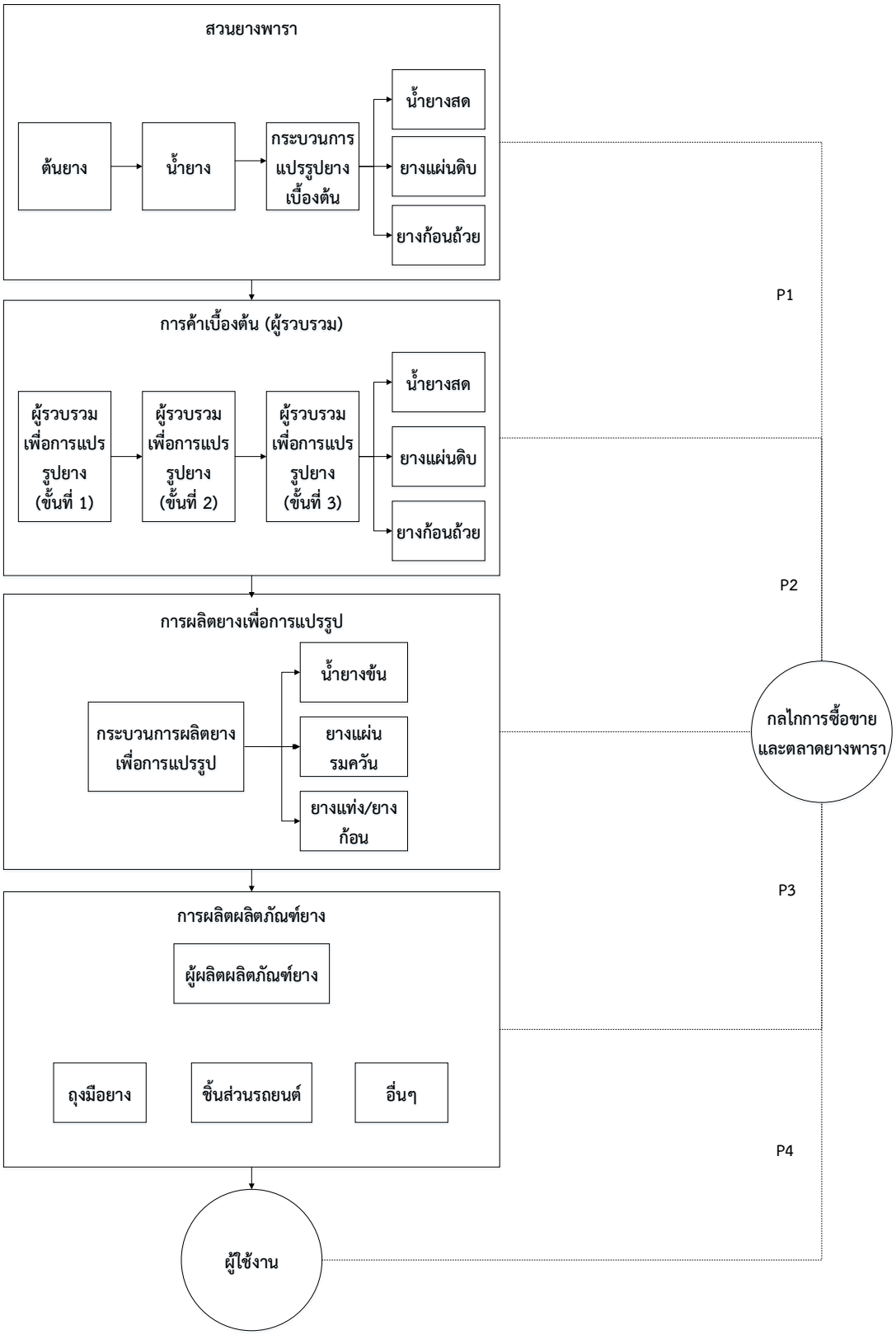
ตารางที่ 1.4 มูลค่ารวมการส่งออกและปริมาณการส่งออกระหว่างผลิตภัณฑ์ยางและยางแปรรูปขั้นต้น พ.ศ. 2555-2558 [2]

ปี	ผลิตภัณฑ์ยาง			ยางแปรรูปขั้นต้น		
	มูลค่ารวมการส่งออก (ล้านบาท)	ปริมาณการส่งออก (ตัน)	สัดส่วนการเปรียบเทียบ (ล้านบาทต่อตัน)	มูลค่ารวมการส่งออก (ล้านบาท)	ปริมาณการส่งออก (ตัน)	สัดส่วนการเปรียบเทียบ (ล้านบาทต่อตัน)
2555	193,709.76	505,052	0.38	270,153.85	3,121,332	0.09
2556	191,341.00	520,628	0.37	249,288.97	3,664,941	0.07
2557	210,052.60	541,003	0.39	193,749.21	3,770,649	0.05
2558	206,855.40	600,491	0.34	170,418.73	3,749,456	0.05

จากตารางที่ 1.4 ในปี พ.ศ. 2558 ปริมาณการส่งออกยางพาราในรูปแบบยางแปรรูปขั้นต้นเพื่อนำไปใช้เป็นวัตถุดิบมีปริมาณการส่งออกประมาณ 3.75 ล้านตัน คิดเป็นร้อยละ 87.45 สามารถสร้างมูลค่ารวมการส่งออกได้ 170,418.73 ล้านบาท สำหรับปริมาณการส่งออกยางพาราในรูปแบบผลิตภัณฑ์ยางมีปริมาณเพียง 0.60 ล้านตัน คิดเป็นร้อยละ 12.55 สามารถสร้างมูลค่าได้ประมาณ 206,855.40 ล้านบาท ดังนั้น ถ้าแสดงการเปรียบเทียบสัดส่วนของมูลค่ารวมการส่งออกและปริมาณการส่งออกระหว่างผลิตภัณฑ์ยางและยางแปรรูปขั้นต้น พบว่า ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2555 ถึง 2558 พบว่า สัดส่วนมูลค่ารวมการส่งออกและปริมาณการส่งออกระหว่างผลิตภัณฑ์ยางและยางแปรรูปขั้นต้น มีแนวโน้มลดลงทั้งสองผลิตภัณฑ์ แต่เมื่อพิจารณาสัดส่วนการเปรียบเทียบของผลิตภัณฑ์

ยางมีมูลค่ามากกว่าสัดส่วนการเปรียบเทียบของยางแปรรูปขั้นต้น เช่น ในปี พ.ศ. 2558 สัดส่วนการเปรียบเทียบของผลิตภัณฑ์ยางมีมูลค่า 0.34 ล้านบาทต่อตัน แต่สัดส่วนการเปรียบเทียบของยางแปรรูปขั้นต้นมีมูลค่า 0.05 ล้านบาทต่อตัน ซึ่งสัดส่วนการเปรียบเทียบของผลิตภัณฑ์ยางมีมูลค่ามากกว่าสัดส่วนการเปรียบเทียบของยางแปรรูปขั้นต้นถึง 0.29 ล้านบาทต่อตัน

จากสถานการณ์ยางพาราที่เกิดขึ้น จะส่งกระทบต่อผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในโซ่อุปทานของอุตสาหกรรมยางพารา ดังรูปที่ 1.3



รูปที่ 1.3 โซ่อุปทานอุตสาหกรรมยางพารา

P1 หมายถึง กลไกการซื้อขายระหว่างชาวสวนยาง กับผู้ค้าเบื้องต้น (ผู้รวบรวม)

P2 หมายถึง กลไกการซื้อขายระหว่างผู้ค้าเบื้องต้น (ผู้รวบรวม) กับผู้ผลิตยางเพื่อการแปรรูป

P3 หมายถึง กลไกการซื้อขายระหว่างผู้ผลิตยางเพื่อการแปรรูป กับผู้ผลิตผลิตภัณฑ์จากยาง

P4 หมายถึง กลไกการซื้อขายระหว่างผู้ผลิตผลิตภัณฑ์จากยาง กับผู้บริโภคหรือผู้ใช้งาน

จากรูปที่ 1.3 แสดงให้เห็นถึงผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในโซ่อุปทานยางพารา ได้แก่ (1) เกษตรกรชาวสวนยางพารา (2) ผู้ค้าเบื้องต้นหรือผู้รวบรวม (สำหรับผู้ค้าเบื้องต้นหรือผู้รวบรวม อาจมีหรือไม่มีก็ได้ ขึ้นอยู่กับการเกษตรกรว่าจะนำส่งยางในรูปแบบเบื้องต้นให้แก่ผู้รวบรวม หรือผู้ผลิตยางเพื่อการแปรรูปโดยตรง) (3) ผู้ผลิตยางเพื่อการแปรรูป และ (4) ผู้ผลิตผลิตภัณฑ์จากยาง

การที่สถานการณ์ยางพาราเปลี่ยนแปลง จะส่งผลต่อผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในโซ่อุปทาน โดยผู้เกี่ยวข้องที่จะกระทบมากที่สุด คือ เกษตรกรชาวสวนยาง เนื่องจากเกษตรกรเป็นผู้ค้าต้นน้ำ และเป็นผู้ตัดสินใจการเปิดกรีดที่ทำให้ได้มาซึ่งน้ำยางสด ยางแผ่นดิบ และยางก้อนถ้วย ดังนั้น เพื่อช่วยเหลือชาวเกษตรกร วิธีการที่จะทำให้ราคายางดีขึ้น คือ การสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่ผลิตภัณฑ์ยางพารา และสร้างความแตกต่างทางผลิตภัณฑ์ ถ้าหากมีการสร้างมูลค่าเพิ่มให้ผลิตภัณฑ์ยางพาราปลายน้ำ ก็จะส่งผลให้มูลค่ายางพาราเพิ่มขึ้นไปยังกลางน้ำ และต้นน้ำ ไม่เพียงแค่เพิ่มปริมาณการใช้ยางพาราภายในประเทศ แต่ผลของการสร้างมูลค่าเพิ่มยังสามารถช่วยให้ราคา หรือกลไกการซื้อขายระหว่างผู้ที่เกี่ยวข้องตั้งแต่ P1 ถึง P4 ดียิ่งขึ้น

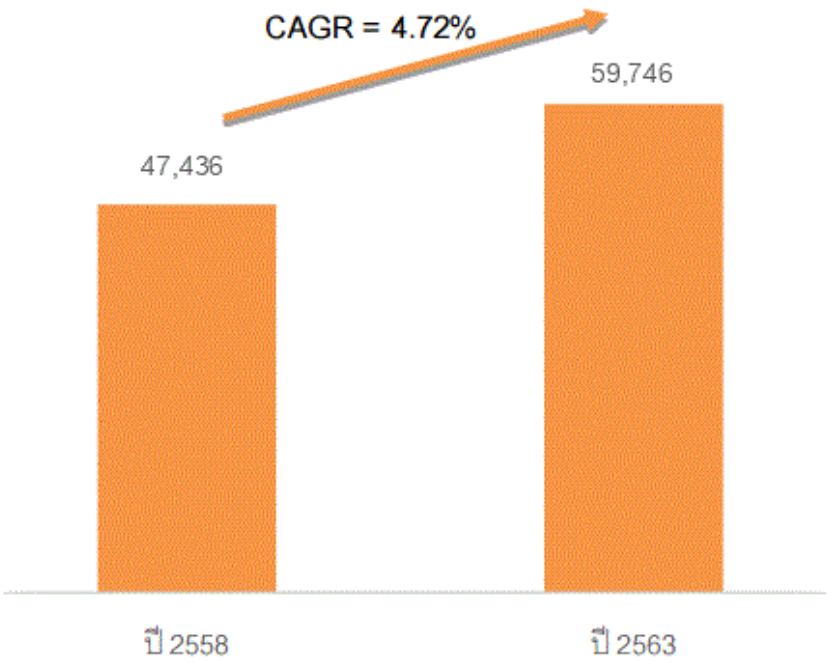
จากยุทธศาสตร์ประเทศไทยในการสร้างขีดความสามารถในการแข่งขัน (Growth & Competitiveness) เพื่อให้หลุดพ้นจากการเป็นประเทศรายได้ปานกลาง มีกลยุทธ์ที่สำคัญคือการสร้างมูลค่าของสินค้าเกษตร เพราะเป็นแหล่งสร้างรายได้หลักและการจ้างงานขนาดใหญ่ของประเทศไทย ด้วยการนำวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรมมาใช้ในการสร้างมูลค่าเพิ่มของวัตถุดิบทางการเกษตร ซึ่งหากพิจารณาจากสัดส่วนของมูลค่า และปริมาณการส่งออกยางพาราดังที่นำเสนอมาข้างต้น พบว่า ปัญหาประการหนึ่ง คือ ประเทศไทยถึงแม้ว่าจะเป็นผู้ผลิตรายใหญ่ของโลก แต่ความสามารถในการสร้างมูลค่าเพิ่มจากการส่งออกนั้นมีไม่มากนัก เนื่องจากส่งออกในรูปของผลิตภัณฑ์ขั้นต้นเป็นส่วนมาก ดังนั้น แนวคิดการส่งเสริมการแปรรูปยางพารา โดยเน้นที่การเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์ยางพารา จึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการเพิ่มความสามารถในการแข่งขันให้กับอุตสาหกรรมยางพารา [6]

จากการศึกษาโครงการวิจัยทางการตลาดเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ยางพาราภายใต้การใช้งานในประเทศ (Marketing Research for Rubber Products Development Increase

Domestic Consumption) โดยกันยา อัครอารีย์ และคณะ (2559) เพื่อพิจารณาและบ่งชี้ศักยภาพของผลิตภัณฑ์ยางพาราแบบใหม่ภายใต้แนวคิดการเพิ่มมูลค่าจากมุมมองผู้ใช้งาน และเพื่อบ่งชี้ศักยภาพของตลาดในประเทศที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์ยางพาราแบบใหม่ ในงานวิจัยได้สำรวจข้อมูลผลิตภัณฑ์ยางพาราในอุตสาหกรรมเป้าหมาย 3 อุตสาหกรรม ได้แก่ อุตสาหกรรมการเกษตรและเทคโนโลยีชีวภาพ อุตสาหกรรมเชื้อเพลิงชีวภาพและเคมีชีวภาพ และ อุตสาหกรรมการแพทย์ครบวงจร เพื่อประเมินและคัดเลือกผลิตภัณฑ์ยางพาราใหม่โดยใช้เกณฑ์การพิจารณา คือ (1) ปริมาณการใช้ยางธรรมชาติเพื่อเพิ่มสัดส่วนการใช้ยางธรรมชาติของประเทศ (2) การเพิ่มมูลค่าของยางพาราและผลิตภัณฑ์จากยางพารา (3) ความเป็นไปได้ในการทดแทนวัตถุดิบด้วยยางพารา (4) ความเป็นไปได้ของเทคโนโลยีในการผลิต และ (5) ความสอดคล้องกับนโยบายหรือแผนยุทธศาสตร์ของรัฐบาล พบว่า ผลิตภัณฑ์ยางพาราแบบใหม่ภายใต้แนวคิดการเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ที่คัดเลือก ได้แก่ (1) ฝายน้ำจากยางพารา (2) กาวติดโลหะ (3) น้ำยาเคลือบกันสนิมใต้ท้องรถ (4) สายสวนทางการแพทย์ (5) เลนส์แว่นตา ซึ่งจากผลิตภัณฑ์ทั้ง 5 ผลิตภัณฑ์ข้างต้น เมื่อทำการวิเคราะห์เชิงลึกด้วยกรอบกลยุทธ์สำหรับการวิจัยทางการตลาดต่อการขยายธุรกิจ (Strategic Framework for Market Research) พบว่า ผลิตภัณฑ์กาวติดโลหะจากยางพารา เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีศักยภาพทั้งในด้านเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Products) และตลาดผู้ใช้ใหม่ (New Markets) คือ เป็นผลิตภัณฑ์ที่อยู่ในขั้นตอนการวิจัยพัฒนา อีกทั้งยังมีงานวิจัยมากมายเพื่อสนับสนุนการผลิตผลิตภัณฑ์กาวติดโลหะจากยางพารา [7] อย่างไรก็ตาม ผลิตภัณฑ์กาวติดโลหะจากยางพารา เป็นเพียงงานวิจัยที่ศึกษาถึงคุณสมบัติต่างๆของผลิตภัณฑ์เท่านั้น ยังขาดการศึกษาความต้องการจากผู้ใช้งาน และการขยายผลถึงความเป็นไปได้ในเชิงเศรษฐศาสตร์ (Economic feasibility study) นอกจากนี้ผู้ผลิตในกลุ่มโรงงานอุตสาหกรรมที่มีความสนใจในผลิตภัณฑ์ เนื่องจากปัจจุบันต้องนำเข้าจากต่างประเทศ หากสามารถวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการผลิต จะลดการนำเข้าผลิตภัณฑ์และเพิ่มรายได้ให้กับประเทศได้มากขึ้น อีกทั้งเป็นการเพิ่มปริมาณการใช้ยางพาราในประเทศ

จากการวิเคราะห์ข้อมูลขององค์กร Markets and Markets strategic analysis services คาดว่าสภาวะตลาดกาวโลกในปี พ.ศ. 2558 ถึง 2563 มูลค่าตลาดกาวโลก (Market Size) มีแนวโน้มเติบโตขึ้นจาก 47,438 ล้านดอลลาร์สหรัฐ เป็น 59,748 ล้านดอลลาร์สหรัฐ คิดเป็นอัตราการเติบโตโดยเฉลี่ยต่อปี (Compound Annual Growth Rate : CAGR) ร้อยละ 4.72 เนื่องจากมีการคิดค้นและประยุกต์ใช้กาวในหลากหลายอุตสาหกรรมมากขึ้น รวมทั้งตลาดอุตสาหกรรมต่างๆ ที่เกิดใหม่ในภูมิภาคเอเชีย แอฟริกา และอเมริกาใต้ ที่จะมีการใช้ผลิตภัณฑ์กาวมากขึ้น ไม่ว่าจะเป็นกาวใส กาวลาเทกส์ กาวยาง กาวอีพ็อกซี กาวซิลิโคน หรือกาวอื่นๆ ซึ่งกาวแต่ละชนิดก็จะมีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน [8] แสดงมูลค่าของตลาดกาวโลก พ.ศ. 2558 ถึง 2563 ดังรูปที่ 1.4 มูลค่าตลาดกาวใน

แต่ละภูมิภาค พ.ศ. 2558 ถึง 2563 ดังตารางที่ 1.5 และแนวโน้มมูลค่าของตลาดกาวแบ่งตามอุตสาหกรรมการใช้งานระหว่าง พ.ศ. 2558 ถึง 2563 ดังตารางที่ 1.6 ดังนี้



รูปที่ 1.4 มูลค่าของตลาดกาวโลก พ.ศ. 2558-2563 (หน่วย : ล้านดอลลาร์สหรัฐ) [8]

ตารางที่ 1.5 มูลค่าตลาดกาวในแต่ละภูมิภาค พ.ศ. 2558-2563 [8]

ภูมิภาค	**ปี 2558 (หน่วย: ล้านดอลลาร์สหรัฐ)**	**ปี 2563 (หน่วย: ล้านดอลลาร์สหรัฐ)**	**อัตราการเติบโตเฉลี่ย (CAGR : ร้อยละ)**
เอเชีย-แปซิฟิก	20,277	27,342	6.16
อเมริกาเหนือ	11,419	13,660	3.88
ยุโรปตะวันตก	10,238	11,815	2.86
อื่นๆ	5,502	6,929	5.04
รวม	**47,436**	**59,746**	**4.72**

ตารางที่ 1.6 มูลค่าของตลาดกาวแบ่งตามอุตสาหกรรมการใช้งานระหว่าง พ.ศ. 2558-2563 [8]

อุตสาหกรรม	**อัตราการเติบโตเฉลี่ย (CAGR : ร้อยละ) ระหว่างปี 2558 ถึงปี 2563**
บรรจุภัณฑ์	3.44
ก่อสร้าง	4.91
เฟอร์นิเจอร์และเครื่องไม้	3.07
ขนส่งและยานยนต์	5.69
สินค้าอุปโภคบริโภค	4.75
รองเท้าและเครื่องหนัง	4.61
อื่นๆ	5.58
รวม	**4.72**

จากตารางที่ 1.6 พบว่า 3 อันดับแรกของอุตสาหกรรมที่มีอัตราการเติบโตเฉลี่ย (CAGR : ร้อยละ) ระหว่างปี พ.ศ. 2558 ถึง 2563 คือ อุตสาหกรรมขนส่งและยานยนต์ อุตสาหกรรมก่อสร้าง และอุตสาหกรรมอุปโภคบริโภค ตามลำดับ หนึ่งในสาเหตุของการใช้ผลิตภัณฑ์กาวมากขึ้นระหว่างปี พ.ศ. 2558 ถึง 2563 ของทั้ง 3 อุตสาหกรรม เนื่องจาก อัตราการเติบโตของประชากรโลกที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้มีความต้องการในสินค้าอุปโภคและบริโภคเพิ่มขึ้น ทำให้การใช้ผลิตภัณฑ์กาวของอุตสาหกรรมข้างต้นปรับตัวสูงขึ้น [8] และจากทั้ง 3 อุตสาหกรรมข้างต้นนั้น มีหนึ่งอุตสาหกรรมที่เป็นอุตสาหกรรมเป้าหมาย ที่เป็นกลไกขับเคลื่อนเศรษฐกิจในอนาคต นั่นคือ อุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่ (Next-generation Automotive)

อุตสาหกรรรมยานยนต์สมัยใหม่ (Next-generation Automotive) เป็นอุตสาหกรรมที่สำคัญของประเทศ ที่จะต้องเตรียมการปรับตัวเข้าสู่สภาวะการแข่งขันของ Global supply chain ในระดับโลก เป็นการแข่งขันที่ไม่ใช่เป็นเพียงการเป็นฐานการผลิตที่สำคัญของโลกเท่านั้น หากแต่ต้องมุ่งพัฒนาในเรื่องการทำวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้สอดรับกับแนวโน้มทางเทคโนโลยียานยนต์ในอนาคต และในขณะเดียวกันก็ต้องเน้นเรื่องการประหยัดพลังงาน เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและความเป็นมาตรฐานด้วย

อุตสาหกรรรมยานยนต์ไทย คือโอกาสที่ทำให้ประเทศมีตลาดและมีรายได้เข้าประเทศเพิ่มมากขึ้น ในขณะเดียวกันอุปสรรค คือ ประเด็นที่เกี่ยวข้องกับด้านมาตรฐานมลพิษและความปลอดภัย สภาวะการแข่งขันกับประเทศคู่แข่ง การกำหนดทิศทางการพัฒนาอุตสาหกรรมยานยนต์ในอนาคต จึงเป็นกลไกที่สำคัญในการพัฒนาอุตสาหกรรมยานยนต์ โดยตามแผนยุทธศาสตร์ และ

แผนปฏิบัติการของแผนแม่บทอุตสาหกรรมยานยนต์ พ.ศ. 2555 ถึง 2559 มีส่วนหนึ่งของแผนที่ต้องการให้เป็น Light weight vehicle หมายถึง ใช้วัสดุในการผลิตชิ้นส่วนหรือวัสดุประกอบชิ้นส่วนที่มีน้ำหนักเบามากขึ้น เนื่องจาก เมื่อรถมีน้ำหนักเบาจะทำให้แรงกดของรถที่กระทำกับพื้นถนนลดลง ทำให้สามารถลดแรงฉุดลากจากเครื่องยนต์และระบบส่งกำลัง ส่งผลให้การบริโภคพลังงานเชื้อเพลิงลดลง ขณะที่สมรรถนะของเครื่องยนต์เพิ่มขึ้น การลดน้ำหนักโดยการเปลี่ยนวัสดุที่เบาขึ้น เช่น เปลี่ยนจากการเชื่อมหรือการบัดกรี เป็นการใช้กาว ซึ่งปัจจุบันได้มีการผลิตกาวติดโลหะจากยางสังเคราะห์เข้ามาทดแทนการเชื่อมหรือการบัดกรี จึงถือได้ว่าเป็นสิ่งที่ท้าทายสำหรับผู้ประกอบการยานยนต์ และเนื่องจากอุตสาหกรรมยานยนต์ เป็นอุตสาหกรรมเกี่ยวกับการขนส่ง ซึ่งมีพาหนะที่ใช้สำหรับการขนส่งหลากหลายประเภท เช่น รถยนต์ เรือ เครื่องบิน หรือราง เป็นต้น จากพาหนะที่กล่าวข้างต้น รถยนต์คือพาหนะที่ผู้บริโภคมีการซื้อขายได้สะดวกและมากที่สุด อีกทั้งยังมีตลาดที่มากกว่าพาหนะอื่นๆ โดยปัจจุบันวัสดุประเภทโลหะที่ใช้ในอุตสาหกรรมรถยนต์นั้นมีมากถึง 60 เปอร์เซ็นต์ (ต่อคัน) [9-10]

ดังนั้น เพื่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์กาวติดโลหะจากยางพาราที่ตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้งานที่มีตลาดกว้างที่สุด ผู้วิจัยจึงเลือกสำรวจจากอุตสาหกรรมรถยนต์ เนื่องจาก หากมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์กาวติดโลหะจากยางพาราที่สามารถตอบสนองต่อผู้ใช้งานกาวในอุตสาหกรรมรถยนต์ได้นั้น จะส่งผลโซ่อุปทานยางพารามีมูลค่าเพิ่มมากยิ่งขึ้น นอกจากนั้นยังสามารถเพิ่มปริมาณการใช้ยางพาราเพื่อการตอบสนองต่อความต้องการใช้งานผลิตภัณฑ์ยางพาราภายในประเทศได้ ดังนั้น จึงควรมีการศึกษาคุณลักษณะผลิตภัณฑ์ตามความต้องการของผู้ใช้งาน และผู้ผลิตกาวในปัจจุบัน เพื่อแปลงคุณลักษณะดังกล่าวเป็นข้อกำหนดของผลิตภัณฑ์กาวติดโลหะจากยางพารา และเพื่อพิจารณาความเป็นไปได้ในการผลิต รวมถึงการวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุน ที่จะนำไปสู่การผลิตผลิตภัณฑ์กาวติดโลหะจากยางพาราเพื่อใช้สำหรับอุตสาหกรรมรถยนต์ที่ตรงตามความต้องการของผู้ใช้งาน

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อบ่งชี้คุณสมบัติของผลิตภัณฑ์กาวติดโลหะจากยางพารา และแนวทางการผลิตผลิตภัณฑ์ที่ตรงตามความต้องการของผู้ใช้งาน

1.2.2 เพื่อประเมินความเป็นไปได้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ และความเป็นไปได้เชิงเศรษฐศาสตร์ของกาวติดโลหะจากยางพารา เพื่อการใช้งานในระดับอุตสาหกรรม

1.2.3 เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่โซ่อุปทานยางพารา และเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันให้แก่อุตสาหกรรมยางพาราในประเทศ

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

ในงานวิจัยเรื่อง “การออกแบบข้อกำหนดทางเทคนิคและการศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตกาวติดโลหะจากยางพาราสำหรับอุตสาหกรรมรถยนต์” ได้ทำการศึกษามุมมองของผู้ใช้งาน ภายใต้แนวความคิดและความต้องการของผู้ใช้งานในอุตสาหกรรมรถยนต์ โดยกำหนดขอบเขตการศึกษาของการหาแนวทางการผลิตผลิตภัณฑ์กาวติดโลหะจากยางพาราเพื่อให้ตรงตามความต้องการของผู้ใช้งาน ด้วยเทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ (Quality Function Deployment: QFD) และประเมินความเป็นไปได้เชิงเทคโนโลยีการผลิตจากมุมมองผู้ผลิตกาวติดโลหะจากยางพาราและผู้เชี่ยวชาญ รวมถึงประเมินความเป็นไปได้เชิงเศรษฐศาสตร์

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 สามารถใช้เป็นแนวทางในการออกแบบ และผลิตผลิตภัณฑ์กาวติดโลหะจากยางพาราให้ตรงตามความต้องการของผู้ใช้งาน

1.4.2 สามารถวิเคราะห์และประเมินความเป็นไปได้ในการผลิตผลิตภัณฑ์กาวติดโลหะจากยางพารา

1.4.3 สร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่โซ่อุปทานยางพารา และเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันให้แก่อุตสาหกรรมยางพาราในประเทศ

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวกับกาว

2.1.1 วิวัฒนาการของกาว

กาวเป็นสสารชนิดหนึ่ง ซึ่งเป็นวัสดุประสานที่มีส่วนผสมของของเหลว หรือกึ่งของเหลว ที่สามารถประสานหรือเชื่อมติดวัสดุสองชิ้น หรือมากกว่าสองชิ้นเข้าด้วยกัน จากการศึกษาประวัติความเป็นมาของกาว พบว่า กาวชนิดแรก คือ กาวที่ได้มาจากส่วนต่างๆ ของสัตว์ เช่น เอ็น กระดูก หนัง และพัฒนาจากพันธุ์พืช การใช้กาวมาเป็นวัสดุในการเชื่อมติด แสดงให้เห็นตั้งแต่สมัยอียิปต์ โรมัน ยุคฟื้นฟูศิลปะวิทยาการ และยุคสมัยใหม่ ซึ่งล้วนมีการอ้างถึงการใช้กาวทั้งสิ้น ซึ่งเหล่านี้ได้แสดงให้เห็นถึงการใช้กาวในยุคต้นๆ สำหรับโรงงานที่ผลิตกาวเป็นอุตสาหกรรมครั้งแรกในโลกตั้งขึ้นในประเทศฮอลแลนด์ คริสต์ศักราช 1690 สำหรับอเมริกามีโรงงานกาวครั้งแรก ชื่อว่า American Glue Company ตั้งอยู่ในเมืองบอสตัน ปีคริสต์ศักราช 1808 ก่อตั้งโดยนายอะลิจาห์ อัพตั้น (Elijah Upton) กาวที่ผลิตส่วนใหญ่เป็นกาวที่ทำมาจากสัตว์ และการใช้กาวเป็นอุตสาหกรรมหลัก จะพบได้ในกิจการทำเฟอร์นิเจอร์ อย่างไรก็ตามเทคโนโลยีกาวยังคงมีการพัฒนาหรือมีความความก้าวหน้าน้อยมาก จนกระทั่งคริสต์ศตวรรษที่ 20 การพัฒนากาวอย่างจริงจังได้เริ่มขึ้น จากกาวที่มาจากธรรมชาติเพียงอย่างเดียว จนถึงกาวที่ได้จากสารสังเคราะห์ต่างๆ เช่น สารโพลิเมอร์ เหล่านี้แสดงให้เห็นถึงความแข็งแรงและความทนทานในการก่อสร้างเครื่องบิน และอุตสาหกรรมไม้ต่างๆ แต่สำหรับการใช้งานกับโครงสร้างอื่นๆ ยังมีให้เห็นไม่มากนัก จนกระทั่งได้มีการพัฒนากาวสังเคราะห์ขึ้น จึงทำให้การใช้กาวเป็นไปอย่างแพร่หลายในงานอุตสาหกรรมอื่นๆ การพัฒนานี้ทำให้กาวสามารถยึดติดวัสดุเหล็ก และวัสดุอื่นเข้าด้วยกันได้ กาวสังเคราะห์ชิ้นแรกที่ใช้กันมาก คือ ฟีนอล ฟอร์มอลดีไฮด์ (Phenol Formaldehyde) ซึ่งใช้ยึดติดไม้ ในช่วงสงครามโลกครั้งที่ 2 ได้มีการพัฒนากาวอีพ๊อคซี (Epoxy) และฟีโนลิค เรซิ่น (Phenolic Resin) เพื่อใช้สำหรับโครงสร้างเหล็กในอุตสาหกรรมการทำเครื่องบิน ตั้งแต่นั้นมากาวสังเคราะห์อื่นๆ ได้ถูกพัฒนาขึ้นอย่างต่อเนื่อง กาวจึงมีการใช้งานอย่างแพร่หลายมากขึ้น ครอบคลุมทั้งการใช้งานที่ไม่ต้องรับน้ำหนัก งานโครงสร้าง งานวิศวกรรมทั่วไป งานเครื่องยนต์ อุตสาหกรรมรถยนต์ รองเท้า และผลิตภัณฑ์การบรรจุหีบห่อ เป็นต้น [11]

กาวที่ใช้ในอุตสาหกรรมมีอยู่มากมายหลายชนิด แต่สำหรับกาวที่เป็นที่นิยม ได้แก่ (1) อะนาอีโรบิค (2) อะคริลิคชนิดดัดแปลง (3) ไซยาโนอะคลิเลท (4) อีพ๊อคซี และ (5) โพลียูริเทน การแบ่งประเภทนี้สามารถแบ่งได้ตามคุณสมบัติทางเคมี ความสามารถในการรับน้ำหนัก ความ

แข็งแรงทนทาน เมื่อนำมาใช้ในงานก่อสร้างหรืออุตสาหกรรม รวมทั้งการต้านทานต่อสภาพแวดล้อมและสารอื่นๆ แสดงดังตารางที่ 2.1 ดังนี้

ตารางที่ 2.1 กาวที่ใช้ในอุตสาหกรรมทั่วไป [12]

คุณสมบัติ	**อะนาอีโรบิค**	**อะคริลิคชนิดดัดแปลง**	**ไซยาไนอะคริเลท**	**อีพ๊อคซี**	**โพลียูริเทน**
การยึดติดกับวัสดุ	เหล็ก กระจก เทอร์โมเซ็ท	วัสดุผิวเรียบ ไม่มีรูพรุน	เหล็ก พลาสติก	ส่วนมากใช้ได้	วัสดุผิวเรียบ มีรูพรุนได้
อุณหภูมิที่ใช้งาน (°C)	-55 ถึง 149	-73 ถึง 250	-55 ถึง 79	-55 ถึง 121	-157 ถึง 79
การต้านทานแรงกระแทก	พอใช้	ดี	แย่	แย่	ดีมาก
แรงเฉือน Ksi (MPa)	2.50 (17.50)	3.70 (25.90)	2.70 (18.90)	2.20 (15.40)	2.20 (15.40)
แรงดึง piw (N/m)	10 (1750)	30 (5250)	3 (<525)	3 (<525)	80 (14000)
ใช้ความร้อนหรือการผสม	ไม่	ไม่	ไม่	ใช้	ใช้
ทนทานต่อตัวทำละลาย	ดีมาก	ดี	ดี	ดีมาก	ดี
ทนความชื้น	ดี	ดี	แย่	ดีมาก	พอใช้
กลิ่น	อ่อน	แรง	ปานกลาง	อ่อน	อ่อน
เป็นพิษ	น้อย	ปานกลาง	น้อย	ปานกลาง	ปานกลาง
การติดไฟ	น้อย	มาก	น้อย	น้อย	น้อย
ช่องว่าง (นิ้ว)	0.025 (0.635)	0.030 (0.762)	0.010 (0.254)	ไม่มี	ไม่มี

2.1.1.1 ข้อดีของการใช้กาวในการยึดติด

1) ความสามารถในการเชื่อมติด ยึดติดกับวัสดุได้หลากหลายประเภท ขึ้นอยู่กับความต้องการที่แตกต่างกัน ทั้งองค์ประกอบของวัสดุ ความแข็งแรง ความยืดหยุ่น และความหนาของวัสดุ ซึ่งในบางกรณี เช่น แผ่นเหล็กบางและแผ่นฟอยล์ ที่ไม่สามารถใช้วิธีการยึดติดวิธีอื่นได้ จึงจำเป็นต้องใช้กาว

2) พื้นผิวงานที่ไม่เรียบ หรือขรุขระ ที่ไม่สามารถใช้การยึดติดกันด้วยสกรูหรือรีเวท สามารถทำให้ยึดติดกัน และดูสวยงามได้ด้วยการใช้กาว รวมถึงพื้นผิวงานหรือวัสดุที่มีรูปร่าง รูปทรงสลับซับซ้อน ไม่สามารถยึดติดกันได้ด้วยวิธีอื่น ก็สามารถใช้กาวในการยึดติดได้

3) การกระจายแรงบนพื้นที่ที่ทากาวมีความสม่ำเสมอกัน มากกว่าการใช้โบ๊ลท์หรือการยิงรีเวทที่กระจายแรงเป็นจุด โดยเฉพาะกับวัสดุที่มีลักษณะเป็นแผ่นบางๆ จะทำให้ไม่เสียความแข็งแรง อีกทั้ง ยังทำให้ชิ้นงานมีน้ำหนักเบาและราคาประหยัดขึ้น นอกจากนี้ยังสามารถทำแผ่นรังผึ้งหรือแผ่นโฟม ให้เป็นโครงสร้างภายในของผิวแผ่นเหล็กบางได้ เช่น ในโครงสร้างผนังรับน้ำหนัก (Honeycomb Sandwich Panel)

4) การใช้กาวในการยึดติด ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการลดแรงกระแทกและเพิ่มความยืดหยุ่นให้กับชิ้นงาน

5) การใช้กาวทำให้น้ำหนักของชิ้นงานลดลง และยังไม่มีรู ส่งผลให้การบำรุงรักษาทำได้ง่าย

6) วัสดุที่ไม่ทนทานกับความร้อน ก็สามารถยึดติดได้ด้วยกาว

7) กาวมีคุณสมบัติที่ดีในการเป็นฉนวน และเคลือบผิวป้องกันความชื้นและสารเคมีอื่นๆ ชั้นกาวสามารถเป็นฉนวนกันกระแสไฟฟ้า ความร้อน และเสียงได้อย่างดี ทั้งยังช่วยลดหรือป้องกันการเกิดสนิมกับวัสดุประเภทเหล็กได้

8) การใช้กาวทำให้ชิ้นงานมีความประหยัด ทั้งในการผลิต กระบวนการในการติดตั้ง ลดค่าใช้จ่ายด้านวัสดุ ลดขั้นตอนการทำงาน นอกจากนี้ยังทำให้มีน้ำหนักลดลงและมีความสม่ำเสมอกันอีกด้วย

2.1.1.2 ข้อเสียของการใช้กาวในการยึดติด

1) การยึดติดด้วยกาวโดยวิธีการใช้ความร้อนที่อุณหภูมิสูงๆ อาจจะทำให้เกิดความแตกต่างกันของการขยายตัวระหว่างตัวกาวกับพื้นผิวของส่วนที่ยึดติด ก่อให้เกิดแรงดันลักษณะเช่นนี้อาจทำให้รอยต่อแนวกาวมีปัญหา

2) การใช้กาวในการยึดติด มักเสียเวลา ซึ่งจะแตกต่างกับการเชื่อมหรือการยึดติดโดยใช้เครื่องกล

3) กาวแต่ละประเภทจะมีคุณสมบัติของการรับแรงที่แตกต่างกัน บางประเภทมีคุณสมบัติในการรับแรงดึง เช่น กาวยาง ส่วนบางประเภทสามารถรับแรงกดได้ เช่น กาวที่ใช้ความร้อนในการแข็งตัว

4) ผลในระยะยาวของการใช้กาวในพื้นที่ที่มีสภาพแวดล้อมรุนแรง มักจะหาข้อสรุปไม่ได้ว่าผลเสียที่เกิดขึ้นเป็นเพราะอะไร ทั้งความร้อน ความเย็น ความชื้น สารเคมี รังสี

แสงอาทิตย์ และการเสื่อมสภาพทางชีววิทยา นอกจากนี้การใช้กาวที่ไม่เหมาะสมกับผิวงาน ก็อาจทำให้เกิดความเสียหายได้เช่นกัน

5) กาวที่ใช้น้ำยาทำละลายเป็นตัวประสานหลายชนิด สามารถติดไฟ และเป็นสารพิษได้

6) การรื้อโครงสร้าง หรือการซ่อมแซมโครงสร้างที่ยึดติดด้วยกาวเป็นไปได้ยาก

7) การควบคุมกระบวนการติดตั้งอย่างเข้มงวด และการทำชิ้นงานตัวอย่างเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับการยึดติดด้วยกาว

8) ต้องการความชำนาญในการติดตั้ง เช่น การเตรียมพื้นผิว การเลือกชนิดของกาว การคำนึงถึงสภาพแวดล้อมของชิ้นงานในระยะยาว รวมทั้งการทำรายละเอียดต่างๆ เป็นสิ่งที่ซับซ้อนมาก [13]

จากข้อดี และข้อเสียของการยึดติดด้วยกาว ทำให้ทราบถึงปัจจัยพื้นฐานที่มีผลต่อการยึดติดระหว่างกาวกับวัสดุประเภทโลหะ นั่นคือ พื้นผิวของวัสดุเป็นสิ่งสำคัญ ที่จะมีผลต่อความสามารถในการยึดติดระหว่างกาวกับพื้นผิว เนื่องจาก หากพื้นผิวมีความสกปรก เช่น ฝุ่นละออง คราบน้ำมัน หรือความชื้น จะทำให้พันธะในการยึดติดระหว่างกาวและพื้นผิวของวัสดุลดน้อยลง ส่งผลกระทบต่อการยึดติด รวมไปถึงมุมสัมผัสระหว่างกาวกับพื้นผิวของวัสดุที่จะทำการยึดติดกัน โดยมุมที่สัมผัสจะขึ้นกับแรงตึงผิวและความหนืดของกาว ซึ่งกาวที่มีความหนืดต่ำจะสามารถเกิดแรงยึดเหนี่ยวกับพื้นได้ง่าย ดังนั้น สมบัติการไหลของกาวจึงเป็นสิ่งจำเป็นที่จะต้องใช้ให้เหมาะสมกับสภาวะการใช้งาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งกาวที่จะใช้สำหรับยึดติดระหว่างโลหะกับโลหะ ยิ่งจำเป็นต้องมีความหนืดต่ำเป็นอย่างมาก เพื่อที่จะสามารถยึดเหนี่ยวกันได้ดียิ่งขึ้น

2.1.2 กาวจากยางธรรมชาติ

กาวเป็นวัสดุสำหรับการเชื่อมติดที่สำคัญในอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ ส่วนใหญ่กาวที่ใช้จะผลิตจากพอลิเมอร์สังเคราะห์ ซึ่งต้องนำเข้าจากต่างประเทศด้วยมูลค่าที่สูงมาก และยังมีส่วนประกอบของสารที่เป็นพิษสูง เช่น ฟอร์มัลดีไฮด์ ซึ่งจะส่งกลิ่นรบกวน และเป็นอันตรายต่อสุขภาพของผู้ใช้

ปัจจุบันกาวจากน้ำยางธรรมชาตินิยมใช้ในหลายอุตสาหกรรม โดยมีข้อดี คือ ต้นทุนต่ำกว่า ไม่ติดไฟ ไม่มีสารละลายที่เป็นพิษ และทนต่อการบ่มแรงได้ดีกว่า โดยวัตถุดิบหลักที่ใช้ในการผลิตกาวจากน้ำยางธรรมชาติ คือ น้ำยางข้นจากการหมุนเหวี่ยงที่มีเนื้อยางแห้ง ร้อยละ 60 (น้ำยางข้นจากการแยกครีมก็สามารถนำมาใช้ได้) สารเคมีอื่นๆ ได้แก่ สารสเตบิไลเซอร์ (Stabilizer) สารวัลคา

ไนซ์ (Vulcanizing agent) สารตัวเร่งปฏิกิริยาและสารกระตุ้นปฏิกิริยา สารต้านออกซิเดชัน (Antioxidant) และสารปรับปรุงการยึดติด (Adhesion modifiers) มีรายละเอียด ดังนี้ [14]

2.1.2.1 สารสเตบิไลเซอร์

สารสเตบิไลเซอร์ จะถูกนำเข้าไปเติมในน้ำยางธรรมชาติก่อนการคอมพาวด์ เพื่อทำให้น้ำยางธรรมชาติมีความเสถียรตลอดระยะเวลาการคอมพาวด์และการผลิต สารสเตบิไลเซอร์ที่นิยมใช้ในกาวจากยางธรรมชาติ คือ โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ และโพสแทสเซียมลอเรต ซึ่งสารทั้ง 2 ชนิดนี้ จะถูกเตรียมให้อยู่ในรูปของสารละลายในน้ำที่มีความเข้มข้น ร้อยละ10 โดยน้ำหนัก ก่อนเติมลงไปในน้ำยางธรรมชาติ

2.1.2.2 สารวัลคาไนซ์

สารวัลคาไนซ์ ที่ใช้ในการวัลคาไนซ์กาวจากน้ำยางธรรมชาติ คือ กำมะถัน เพียงสารเดียวเท่านั้น ซึ่งนิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย และจะถูกเตรียมให้อยู่ในรูปของสารละลายในน้ำที่มีความเข้มข้นร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก

2.1.2.3 สารตัวเร่งปฏิกิริยาและสารกระตุ้นปฏิกิริยา

ในกรณีของการวัลคาไนซ์กาวจากน้ำยางธรรมชาติ สารตัวเต่งปฏิกิริยาหลักที่ใช้ในการคอมพาวด์น้ำยาง คือ ซิงก์ไดเอทิลไดไทโอคาร์บาเมต (ZDC) และสารกระตุ้นปฏิกิริยา คือ ซิงก์ออกไซด์ สารทั้ง 2 ประเภทนี้ จะถูกเตรียมให้อยู่ในรูปของสารละลายในน้ำที่มีความเข้มข้น ร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก

2.1.2.4 สารต้านออกซิเดชัน

สารต้านออกซิเดชัน ทำหน้าที่ป้องกันการเสื่อมสภาพของพันธะการยึดติด โดยสารต้านออกซิเดชันที่นิยมใช้ ได้แก่ สารต้านออกซิเดชัน (Strinated Phenol: SP) ซึ่งจะถูกเตรียมให้อยู่รูปของอิมัลชันที่มีความเข้มข้น ร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก ก่อนที่จะเติมลงผสมน้ำยางธรรมชาติ

2.1.2.5 สารปรับปรุงการยึดติด

สารปรับปรุงการยึดติด จะถูกเติมลงในน้ำยางธรรมชาติเพื่อปรับปรุงสมบัติการเหนี่ยวยึด (Tackiness) และความแข็งแรง (Strength) ของฟิล์ม โดยสารปรับปรุงการยึดติดที่สำคัญ ได้แก่ เคซีน แป้ง เมทิลเมทาคริเลต และเรโซนอลฟอร์มัลดีไฮด์เรซิน

กาวยางที่พัฒนาขึ้นมีจุดเด่น คือ เป็นกาวที่ได้จากวัตถุดิบธรรมชาติ แม้อาจมีสารอื่นเจือปนบ้างเล็กน้อย แต่ก็เข้ามาทำปฏิกิริยาเพื่อให้กาวมีคุณสมบัติที่ดีขึ้น โดยยังมีการค้นคว้าวิจัยต่อไปเรื่อยๆ เพื่อปรับปรุงกาวให้มีความสามารถในการยึดติดประสานต่อวัสดุอื่นได้ สำหรับพื้นฐานการทดสอบและการควบคุมคุณภาพของกาวยางจากธรรมชาติเมื่อมีการพัฒนานั้นจะทำการทดสอบโดย (1) ตรวจวัดความสม่ำเสมอ หมายถึง กาวจะต้องเป็นเนื้อเดียวกัน (Homogenous) ไม่มีอนุภาคที่จับ

ตัวกันเป็นก้อน หรือสิ่งแปลกปลอม สามารถใช้งานได้ด้วยแปรง (2) สี หมายถึง กาวจะต้องไม่ทำให้เกิดรอยเปื้อน หรือเปลี่ยนสี หรือทำลายส่วนใดส่วนหนึ่งของวัสดุที่นำไปใช้งาน (3) กลิ่น หมายถึง กาวต้องไม่มีกลิ่นบูดเน่า (4) สมบัติการประกอบ หมายถึง จะต้องแห้งเร็วและเหนียวพอที่จะประกอบวัสดุต่างๆ เข้าด้วยกัน ซึ่งวัสดุเหล่านั้นต้องมีความแข็งแรงเพียงพอที่จะทำให้เกิดพันธะการเชื่อมติดกันได้ทันที (5) ปริมาณของแข็งทั้งหมด หมายถึง ปริมาณของแข็งทั้งหมดในกาวต้องไม่ต่ำกว่า ร้อยละ 40 โดยมวล (6) ความเสถียรเชิงกล หมายถึง กาวจะต้องคงสภาพไม่จับตัวเป็นก้อน ภายในเวลาไม่ต่ำกว่า 10 นาที เมื่อกวนด้วยความเร็ว 14,600 รอบต่อนาที และ (7) การยึดติด หมายถึง แรงในการยึดติดของชิ้นงานที่แห้ง ต้องไม่ต่ำกว่า 1.5 กิโลกรัมต่อเซนติเมตร และแรงในการยึดติดของชิ้นงานที่ผ่านการบ่มเร่งต้องไม่ต่ำกว่า 1.2 กิโลกรัมต่อเซนติเมตร [14]

ที่ผ่านมาได้มีการวิจัยเพื่อพัฒนากาวจากยางธรรมชาติเพื่อใช้ทดแทนกาวจากยางสังเคราะห์เพื่อลดการนำเข้าและแก้ปัญหาจากสารพิษ ผลงานสำคัญพัฒนาโดยนักวิจัยจากภาควิชาเทคโนโลยียางและพอลิเมอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี นำโดย รศ.ดร.เจริญ นาคะสรรค์ ทำการศึกษาภายใต้ชื่อโครงการ “การเตรียมกาวยางจากการกราฟต์โคพอลิเมอร์ของยางธรรมชาติกับเมทิลเมทาคริเลท (NR-g-PMMA)” โดยเริ่มจากการพัฒนากาวจากยางธรรมชาติซึ่งมีน้ำเป็นตัวกลาง และปรับปรุงสมบัติของกาวยางธรรมชาติให้ดีขึ้นจากเดิมที่มีข้อด้อยเรื่องวัสดุที่นำมาติดกัน เช่น วัสดุที่มีขั้วด้วยการกราฟต์ยางธรรมชาติกับพอลิเมทิลเมทาคริเลท (NR-g-PMMA) กาวยางที่พัฒนาขึ้นนี้มีจุดเด่น คือ เป็นกาวที่ได้จากวัตถุดิบธรรมชาติไม่มีองค์ประกอบของสารพิษเจือปน เนื่องจากไม่มีตัวทำละลายและมีความแข็งแรงสูงกว่ากาวชนิดอื่น และอีกหนึ่งผลงานสำคัญของ รศ.ดร.เจริญ นาคะสรรค์ คือ การผลิตกาวติดไม้และกาวติดโลหะจากน้ำยางธรรมชาติดัดแปลงตัดโมเลกุลของยางพาราให้เล็กลงด้วยวิธีการทางเคมี เพื่อนำมาผลิตกาวที่มีความแข็งแรงในการเชื่อมติดสูงมาก ไม่มีองค์ประกอบของสารพิษเจือปน การนำไปใช้ประโยชน์ของงานวิจัยนี้ สามารถประยุกต์ใช้กับงานกาวติดโลหะต่างๆ เช่น เหล็ก อะลูมิเนียม และทองแดง เป็นต้น เพื่อให้ความแข็งแรงกับโครงสร้างหรือเพื่อใช้เป็นส่วนเชื่อมต่อ แต่ยังต้องมีการปรับปรุงสารบางอย่างเพิ่มเติมไป จึงจะทำให้การประสานของกาวชนิดนี้ต่อยางและโลหะสูงขึ้นได้ นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยของ รศ.ดร.สุกฤทธิรา รัตนวิไล ได้ทำการศึกษาการพัฒนากาวสำหรับใช้ในงานติดไม้ยางพาราจากน้ำยางธรรมชาติอีพอกไซด์ โดยใช้น้ำยางธรรมชาติอีพอกไซด์เป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตกาวเพื่อการยึดติด และงานวิจัยของ ผศ.ดร.กรรณิการ์ สหกะโร ที่ทำการศึกษายางธรรมชาติมาลิเอต เพื่อเป็นแนวทางในการใช้ทำยางติดโลหะ ซึ่งจะเป็นกาวที่ได้มาจากยางธรรมชาติ ผ่านกระบวนการทางเคมีเพื่อการเปลี่ยนแปลงโมเลกุล พบว่า ยางธรรมชาติมีความสามารถในการยึดติดกับวัสดุที่มีขั้ว เช่น โลหะ และเส้นใยธรรมชาติได้ดีมากขึ้น [15-18] จากตัวอย่างงานวิจัยการพัฒนากาวจากยางธรรมชาติเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ พบว่ามีความเป็นไปได้สูงมาก แต่เนื่องจากกาวที่ได้รับการ

พัฒนาจากยางธรรมชาตินั้น เป็นเพียงการวิจัยที่จัดทำขึ้นเพื่อศึกษาคุณสมบัติ ยังขาดการผลิตเพื่อจำหน่ายในตลาด และขาดการรับฟังความต้องการของคุณสมบัติจากผู้ใช้งาน จึงมีการศึกษาทฤษฎีทางการตลาด ทฤษฎีทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ ทฤษฎีเทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ และทฤษฎีทางการศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการ เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์กาวติดโลหะขึ้นมา ให้ตรงตามความต้องการของผู้ใช้งาน

2.1.3 กาวติดโลหะ

กาวติดโลหะทั่วไปที่นิยมใช้ในปัจจุบันทำจากสารอีพ๊อกซี่ โดยที่นิยมใช้ในปัจจุบันเป็นกาวอีพ๊อกซี่แบบ 2 หลอด โดยหลอดหนึ่งจะเป็นเนื้อกาวส่วนอีกหลอดจะเป็นสารเร่งให้แข็งตัว ซึ่งต้องนำทั้งสองหลอดมาผสมในอัตราส่วน 50/50 การแห้งตัวจะใช้เวลาประมาณ 2 ชั่วโมงจึงจะใช้งานได้ ส่วนอีกรูปแบบจะเป็นกาวแบบหลอดเดียว สามารถใช้งานได้เลย โดยมีคุณสมบัติการยึดติดหรือเวลาในการแข็งตัวที่ใกล้เคียงกัน แต่จะมีราคาแพงกว่า

กาวติดโลหะจากยางพาราในปัจจุบันยังไม่มีบริษัทผลิตขายเชิงการค้า แต่มีการทำวิจัยและเสร็จสมบูรณ์เป็นงานวิจัยพร้อมใช้ โดยมีงานวิจัยเรื่อง การผลิตกาวติดไม้และกาวติดโลหะจากน้ำยางธรรมชาติดัดแปลงโมเลกุลของ เจริญ นาคะสรรค์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี (2550) กาวติดโลหะที่ทำการวิจัยเป็นกาวที่ได้มาจากน้ำยางพาราตัดโมเลกุลเล็กลงด้วยวิธีการทางเคมี จะสามารถลดน้ำหนักโมเลกุลลงได้ 100 ถึง 1,000 เท่า ซึ่งเมื่อนำมาผ่านกระบวนการ เพื่อผลิตเป็นกาวแล้ว ก็จะได้กาวที่ความแข็งแรงในการเชื่อมติดสูงมาก ไม่มีองค์ประกอบของสารพิษเจือปน เนื่องจากไม่มีตัวทำละลาย และมีความแข็งแรงสูงกว่ากาวชนิดอื่น ไม่มีส่วนประกอบของฟอร์มาลิน ซึ่งจะเป็นอันตรายต่อสุขภาพ การนำไปใช้ประโยชน์ของงานวิจัยนี้นำไปประยุกต์ใช้กับงานกาวติดโลหะต่างๆ เช่น เหล็ก อะลูมิเนียม และทองแดง เป็นต้น เพื่อให้ความแข็งแรงกับโครงสร้าง แต่ยังต้องมีการปรับปรุงสารบางอย่างเพิ่มเติม เพื่อทำให้การประสานของกาวชนิดนี้ต่อยางและโลหะสูงขึ้นได้

การศึกษายางธรรมชาติมาลิเอตเพื่อเป็นแนวทางในการใช้ทำยางติดโลหะของ กรรณิการ์ สหกะโร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี (2548) เป็นกาวที่ได้มาจากยางธรรมชาติผ่านกระบวนการทางเคมีเพื่อการเปลี่ยนแปลงโมเลกุลของยางให้ลดลง ด้วยวิธีกราฟต์โคพอลิเมอร์ของมาลิอิกแอนไฮไดรน์บนโมเลกุลยางธรรมชาติ จากการศึกษา พบว่า ยางธรรมชาติมาลิเอตมีสมบัติความเป็นขั้วมากกว่ายางธรรมชาติ ด้วยเหตุผลนี้เอง จึงทำให้ยางธรรมชาติมีความสามารถในการยึดติดกับวัสดุที่มีขั้ว เช่น โลหะ และเส้นใยธรรมชาติได้ดีขึ้น

นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยเชิงศึกษาเปรียบเทียบคุณสมบัติกาวติดโลหะแต่ละสูตร ในชื่อเรื่อง การพัฒนายางธรรมชาติเพื่อการติดโลหะ ของ วิไลพร คงศรีรอด มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

(2552) ได้ทำการศึกษาความแข็งแรงในการติดประสานระหว่างยางกับโลหะ (เหล็ก อะลูมิเนียม และทองแดง) โดยเตรียมคอมปาวด์ยางใส่สารเสริมการยึดติดทางการค้า ได้แก่ ซิงค์ไดอะคริเลต (Zinc diacrylate) ซิงค์ไดเมทาคริเลต (Zinc dimethacrylate) และโคบอลต์สเตียเรต (Cobalt stearate) รวมทั้งสารเสริมการยึดติดที่ได้จากการสังเคราะห์กราฟต์โคพอลิเมอร์ของยางธรรมชาติกับไฮดรอกซีเอทิลเมทาคริเลต มาวัลคาไนซ์ติดกับแผ่นโลหะที่เตรียมผิวโดยใช้วิธีทางกลและทางเคมี พบว่าการติดประสานระหว่างยางใส่สารเสริมการยึดติดซิงค์ไดอะคริเลตทีวัลคาไนซ์ด้วยระบบเปอร์ออกไซด์กับโลหะทองแดงให้ความแข็งแรงในการติดประสานมีค่าสูงสุด โดยทั่วไปกาวที่ใช้สำหรับติดโลหะ มี 2 ประเภท ได้แก่ [19]

2.1.3.1 กาวอีพ๊อคซี

กาวอีพ๊อคซี เป็นรูปแบบของการใช้กาวที่ต้องใช้แบบ 2 ส่วนประกอบกัน ซึ่งจะประกอบไปด้วยเรซิ่น และส่วนผสมซึ่งทำให้กาวแข็งตัว ส่วนใหญ่มีลักษณะทางกายภาพเป็นของเหลว และในบางกรณีอาจจะเป็นผง นอกจากนี้ยังสามารถผสมสีและน้ำยาต่างๆ อีกมากมาย เพื่อเพิ่มคุณสมบัติอื่นๆ ที่ต้องการ โดยเฉพาะความเหนียว ความทนทาน และคุณสมบัติการรับแรงที่มากขึ้น โดยทั่วไปแล้ว กาวชนิดนี้จะสามารถเก็บไว้ได้นาน (Shelf Life) ประมาณ 3 เดือน ถึง 1 ปี ขึ้นอยู่กับระบบการผลิต แต่หากเก็บในที่ที่มีอุณหภูมิต่ำก็จะสามารถยืดอายุออกไปได้ เวลาใช้งานเมื่อผสมองค์ประกอบทั้ง 2 ส่วนเข้าด้วยกันแล้ว กาวจะแข็งตัวเริ่มต้นในเวลาที่แตกต่างกัน อาจเพียง 5 นาที หรืออาจยาวนานถึง 4 ชั่วโมง แต่ส่วนใหญ่จะใช้เวลานานในการเริ่มต้นแข็งตัว ฉะนั้นกาวชนิดนี้จึงมีคุณสมบัติที่สามารถใช้ติดกับแผ่นวัสดุหลายๆ ชิ้นได้ หรือใช้กับระบบการผลิตที่ต้องเปิดหน้างานเป็นเวลานานๆ ได้ โดยปกติแล้วกาวชนิดนี้จะแข็งตัวเต็มที่ในเวลา 24 ชั่วโมง ณ อุณหภูมิห้อง (20–30 องศาเซลเซียส) แต่หากมีการปรับอุณหภูมิในที่ทำงานแล้ว การแข็งตัวก็อาจจะสั้นขึ้นหรือยาวนานออกไปก็เป็นได้ กาวอีพ๊อคซีสามารถทนความร้อนได้ดีและทนความชื้นสูงได้ด้วย ดังนั้น ในเวลาแข็งตัวหากอุณหภูมิสูงขึ้น กาวก็จะแข็งตัวได้เร็วขึ้น

การรับแรงของกาวอีพ๊อคซี ขึ้นอยู่กับสารเคมีที่ใช้ในการทำให้แข็งตัว แต่โดยทั่วไปแล้วพื้นผิวที่ยึดติดโดยกาวอีพ๊อคซีจะมีความแข็งแรงและทนทานได้ดีเยี่ยม ถึงแม้สภาพอากาศจะเป็นอย่างไรก็ตาม ความแข็งแรงในการยึดติดอาจเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย เมื่อเวลาผ่านไปหลายปี และเมื่อสัมผัสกับน้ำมัน กรด อัลคาลาย แอลกอฮอล์ หรืออากาศร้อนเย็น แต่คุณสมบัติของกาวจะลดลงหากสัมผัสกับสารประเภทคีโทนและเอสเตอร์

เมื่อใช้เรซิ่นอีพ๊อคซีกับงานโลหะจะสามารถรับแรงเฉือนได้ประมาณ 7-50 MPa ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของส่วนผสม และการแข็งตัวด้วยความร้อนจะทำให้กาวมีประสิทธิภาพดีกว่าการแข็งตัวด้วยความเย็น ปกติแล้วการรับแรงกระแทกของกาวอีพ๊อคซีจะอยู่ในขั้นปานกลาง แต่การรับแรงดึงจะต่ำมาก เว้นแต่จะมีส่วนผสมของโพลีซัลไฟด์ (Polysulphide) โพลีอามายด์

(Polyamides) หรือโพลียูริเทน (Polyurethene) เข้าไปด้วย ซึ่งจะเพิ่มคุณสมบัติทนแรงสั่นสะเทือน การกระแทกแรง และแรงดึง แต่การเพิ่มสารเหล่านี้ ก็จะทำให้การต้านทานความร้อนลดลง

นอกจากนี้ในส่วนผสมขององค์ประกอบของกาวอีพ๊อคซียังสามารถผสมกับยางไนตริล (Nitrile Rubbers) หรือไนล่อน (Nylon) ได้ ซึ่งจะทำให้คุณสมบัติการรับแรงเฉือนและแรงดึงดีขึ้น การผสมสารเหล่านี้ได้รับการพิสูจน์แล้วว่าสามารถทำปฏิกิริยาทางเคมีกับเรซิ่นได้ดี เพิ่มคุณสมบัติให้เหนียว ทนทาน และแข็งแรงขึ้นได้จริง [19]

2.1.3.2 กาวโพลียูริเทน

กาวโพลียูริเทน มีองค์ประกอบ 2 ส่วน ประกอบด้วย โพลี-ไฮดรอกไซแอลกอฮอล์–โพลอล (Poly-Hydroxy Alcohol-Polyols) และไอโซไซยาเนท (Isocyanates) ซึ่งมีลักษณะทางกายภาพเป็นของเหลว เมื่อพิจารณาองค์ประกอบทางเคมีของกาวชนิดนี้ พบว่ามีทั้งที่เป็นเทอร์โมพลาสติกและเทอร์โมเซ็ทขึ้นอยู่กับระบบการผลิตและการใช้งาน รวมทั้งปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในระหว่างการแข็งตัวเริ่มต้นและการแข็งตัวเต็มที่ กาวโพลียูริเทนสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ชนิด ได้แก่ ชนิดที่ผสมกับน้ำยาทำละลาย (Solvent Based) ชนิดที่ใช้ผสมกับน้ำ (Aqueous Dispersions) และชนิดที่เป็นผลิตภัณฑ์ทางปฏิกิริยาเคมี (Reaction Products) ชนิดที่สามเป็นชนิดที่ให้ความแข็งแรงมากที่สุด

กาวชนิดนี้สามารถเก็บไว้ได้นาน 1 ปี ในกล่องบรรจุที่ปิดฝาสนิท เมื่อนำมาใช้งานโดยผสมองค์ประกอบทั้ง 2 ส่วนเข้าด้วยกัน ณ อุณหภูมิห้อง จะใช้เวลาแข็งตัวเริ่มต้นประมาณ 1-6 ชั่วโมง แต่หากใช้ร่วมกับสารกระตุ้นเร่งปฏิกิริยา จะทำให้เวลาแข็งตัวเริ่มต้นลดลงเหลือเพียงไม่กี่นาที ซึ่งเป็นการทำงานที่เร็วมาก ด้วยเหตุนี้หากระบบการผลิต Structural Sandwich Panels ต้องการความรวดเร็วและใช้เวลาเปิดหน้างานน้อย จึงเหมาะมากสำหรับการใช้กาวโพลียูริเทน นอกจากนี้ยังสามารถแข็งตัวได้ที่อุณหภูมิต่ำ (ต่ำกว่า 21 องศาเซลเซียส) แต่หากสภาพแวดล้อมมีความชื้นสูงระยะเวลาการแข็งตัวก็จะใช้เวลานานเป็นหลายวัน รวมทั้งคุณสมบัติการรับแรงก็อาจลดลงด้วย

การใช้กาวโพลียูริเทนอาจจะมีข้อเสียเปรียบอยู่บางประการ ได้แก่ ชนิดที่ไม่ใช้ตัวทำละลายจะมีความข้นเหนียวมาก ยากแก่การทำงาน ส่วนชนิดที่มีตัวทำละลายก็มักจะมีปัญหากับพื้นผิวงานที่เปียกชื้น นอกจากนี้การทำงานยังต้องการอุปกรณ์พิเศษด้วย เนื่องจากสารประกอบอย่างไอโซไซยาเนทเป็นสารมีพิษและเป็นอันตรายต่อผิวหนังเมื่อสัมผัส

การใช้กาวโพลียูริเทนกับวัสดุต่างๆ มีข้อได้เปรียบมาก เพราะสามารถใช้ได้กับวัสดุหลากหลายชนิด โดยเฉพาะวัสดุที่เป็นแกนกลางที่เป็นฉนวนของ Structural Sandwich Panels เช่น Rockwool หรือ Glasswool เป็นต้น อีกทั้งยังไม่มีปฏิกิริยาทางด้านไฟฟ้าและทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางชีววิทยาได้ดีเยี่ยม

โดยปกติการรับแรงของกาวโพลียูริเทนจะดีมากและให้การยึดติดสม่ำเสมอ รวดเร็ว ให้ความเหนียวและทนต่อการสึกกร่อน ซึ่งเป็นคุณสมบัติพิเศษของกาวชนิดนี้ การรับแรงเฉือน แรงดึง และแรงกระแทก จะขึ้นอยู่กับวัสดุที่ใช้ยึดติด [19]

2.2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทางการตลาด

2.2.1 นิยามของการตลาด

การตลาด (Marketing) มีความสำคัญต่อการบริหารองค์กรธุรกิจ ทำให้ประสบความสำเร็จและบรรลุวัตถุประสงค์ โดยเฉพาะการบริหารองค์กรทางธุรกิจให้ประสบความสำเร็จในยุคการค้าเสรี (Free Trade) ซึ่งปัจจุบันการลงทุนมีความเสรี และเปิดกว้างทางการตลาดมากขึ้นในทุกประเทศทั่วโลก การตลาดจึงถือเป็นหัวใจสำคัญที่จะนำองค์กรสู่ความสำเร็จภายใต้สภาพแวดล้อมในการดำเนินงานในปัจจุบัน การตลาดได้พัฒนาอย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลายาวนาน ซึ่งมีผู้ที่ให้นิยามของการตลาดไว้เป็นจำนวนมาก เช่น Peter Drucker "การตลาด คือ ความพยายามในการที่จะทำให้การขายกว้างออกไปให้รวดเร็วที่สุด" สำหรับ William J. Stanton กล่าวไว้ว่า "การตลาด คือ กิจกรรมทางธุรกิจทั้งหมด ที่สามารถส่งผลกระทบต่อกันได้ เช่น การกำหนดราคา การจัดจำหน่ายสินค้าหรือการบริการ และการส่งเสริมทางการตลาด เพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้าทั้งในปัจจุบันและผู้ที่คาดว่าจะเป็นลูกค้าในอนาคต" ทางด้านสมาคมการตลาดแห่งสหรัฐอเมริกา (The American Marketing Association: AMA) ให้นิยามคำว่าการตลาดไว้ ดังนี้ "การตลาด หมายถึง กระบวนการวางแผน และบริหารในด้านแนวความคิด การกำหนดราคา การส่งเสริมการตลาด การจัดจำหน่ายสินค้าหรือบริการ เพื่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนสินค้าหรือบริการ ซึ่งทำให้ผู้บริโภคได้รับความสุขความพอใจ และบรรลุวัตถุประสงค์ขององค์กร" และ Dr. Philip Kotler ศาสตราจารย์ด้านการตลาด ได้ให้นิยามของการตลาดว่า "การตลาด คือ กิจกรรมที่มนุษย์กระทำ ขึ้นเพื่อตอบสนองต่อความจำเป็นและความต้องการให้เป็นที่พอใจโดยผ่านกระบวนการการแลกเปลี่ยน"

กล่าวโดยสรุปได้ว่าองค์ประกอบของการตลาดที่สำคัญ จะต้องประกอบด้วยกิจกรรมต่างๆ เช่น การผลิตสินค้าและบริการ จากผู้ผลิตไปสู่ผู้บริโภค นอกจากนั้นจะต้องสามารถตอบสนองต่อความจำเป็น (Need) และความต้องการ (Want) ของผู้บริโภค ในที่นี้ความจำเป็น หมายถึง ความต้องการในปัจจัยแห่งการดำรงชีวิตที่มนุษย์ขาดไม่ได้ คือ อาหาร ที่อยู่อาศัย เครื่องนุ่งห่ม และยารักษาโรค สำหรับความต้องการ หมายถึง ระดับของความต้องการที่อยู่นอกเหนือความจำเป็นต่อการดำรงชีวิต เช่น ความต้องการรับประทานหูฉลาม ซึ่งถือเป็นอาหารที่อยู่นอกเหนือความจำเป็นด้านอาหารของมนุษย์ เป็นต้น อีกทั้งจะต้องมีการแลกเปลี่ยน ซึ่งการแลกเปลี่ยนในปัจจุบันได้ใช้มาตรฐานเงินตรา (Money System) เป็นเครื่องมือในการประเมินมูลค่าของสินค้าและบริการ [20]

2.2.2 การวิจัยตลาด

Philip Kotler กล่าวไว้ว่า “การวิจัยตลาด (Marketing Research) ถือว่าเป็นสิ่งที่สำคัญที่สุดก่อนการวางแผนการตลาด หากไม่ได้ทำวิจัยตลาดก่อน การตลาดก็จะล้มเหลวอย่างสิ้นเชิง” ความหมายของการทำการวิจัย หมายถึง การรวบรวม บันทึก และวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาต่างๆ ที่เกี่ยวข้องในการดำเนินกิจกรรมทางการตลาดของสินค้า และบริการอย่างมีระบบแบบแผน โดย Philip Kotler ได้ให้นิยามของการวิจัยการตลาด หมายถึง การดำเนินงานอย่างมีระบบเกี่ยวข้องกับการออกแบบ การเก็บรวบรวม การวิเคราะห์ข้อมูล และการรายงานผลข้อมูลเพื่อให้รู้ว่าบริษัทกำลังเผชิญกับสถานการณ์ทางการตลาดแบบใด ส่วน Paul Hague ให้นิยามการวิจัยทางการตลาดว่าเป็น การรวบรวมข้อมูลอย่างมีระบบและมีจุดมุ่งหมาย พร้อมทั้งการทำความเข้าใจแปลความหมายจากข้อมูลที่รวบรวมมาได้ อันนำไปสู่การลดความเสี่ยงในการตัดสินใจด้านการตลาด [21]

2.2.2.1 ความสำคัญของการวิจัยตลาด

การวิจัยการตลาดมีความสำคัญต่อธุรกิจเป็นอย่างมาก เพราะผู้ผลิตหรือผู้ประกอบการจะต้องตัดสินใจดำเนินการธุรกิจ โดยจำเป็นต้องอาศัยสารสนเทศมาประกอบการตัดสินใจกำหนดนโยบาย วางแผน จัดองค์กร การปฏิบัติตามแผน และการควบคุมการดำเนินงานทางการตลาดให้บรรลุเป้าหมายที่กำหนดไว้ โดยประโยชน์ของการวิจัยตลาด มีดังนี้ [21]

1) ช่วยชี้แนวทางการผลิตสินค้าหรือบริการให้แก่ผู้ผลิต

2) ช่วยชี้แนวทางการกำหนดราคาที่เหมาะสม

3) ช่วยชี้แนวทางช่องทางการจัดจำหน่าย

4) ช่วยชี้แนวทางการส่งเสริมการตลาด ทำให้ผู้ผลิตรู้ว่าควรส่งเสริมการตลาดอย่างไร ควรสร้างสิ่งดึงดูดใจในตัวสินค้าเพื่อให้เกิดการซื้ออย่างไร เมื่อใด เวลาใด

5) ช่วยให้ผู้ผลิตทราบผลการดำเนินงาน ยอดขาย ส่วนครองตลาด ต้นทุน และกำไร

6) ช่วยให้ผู้ผลิตทราบสารสนเทศเกี่ยวกับการซื้อขาย และความต้องการสินค้า ทำให้ทราบแนวโน้มของยอดขายสินค้าแต่ละชนิด มีประโยชน์ในการพยากรณ์ยอดขาย และกำหนดอาณาเขตทางการขาย

7) การวิจัยผลิตภัณฑ์ช่วยชี้แนวทางการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงผลิตภัณฑ์

8) การวิจัยโฆษณาช่วยให้สามารถสร้างอิทธิผลต่อความรู้สึกของผู้บริโภค

9) การวิจัยการส่งกำลังบำรุงทางการตลาดช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการขนส่ง ช่วยลดค่าใช้จ่าย

10) ช่วยในการประเมินผลการปฏิบัติงานของฝ่ายขาย

2.2.3 พฤติกรรมผู้บริโภค

พฤติกรรมผู้บริโภค คือ การศึกษาปัจเจกบุคคล กลุ่มบุคคล หรือองค์กร เพื่อตอบสนองต่อความต้องการ และผลกระทบที่ส่งผลต่อผู้บริโภคและสังคม [22-23]

การศึกษาพฤติกรรมของผู้บริโภคมีรากฐานมาจากพฤติกรรมทางการซื้อ โดยทำการศึกษาเพื่อการตัดสินใจในการใช้ทรัพยากรต่างๆ เช่น เวลา บุคลากร และอื่นๆ ซึ่งผู้ขายมีหน้าที่ต้องศึกษาว่าสินค้าที่จะนำเสนอนั้น จะมีใครเป็นกลุ่มลูกค้าเป้าหมาย แล้วจะทำอย่างไรให้ลูกค้าเป้าหมายสามารถเข้าถึงสินค้าได้ง่ายขึ้น รวมทั้งต้องศึกษาว่าใครมีอิทธิพลต่อการซื้อ เพื่อค้นหาคำตอบทั้งหมดเกี่ยวกับพฤติกรรมผู้บริโภค [23-24]

การศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมของผู้บริโภค จะทำการศึกษาโดยการสุ่มถามผู้บริโภค ซึ่งจะใช้แบบสอบถามในการเก็บข้อมูล คำนวนค่าทางสถิติในการประมวลผลข้อมูล และวัดค่าทางสถิติ เช่น อัตราส่วนร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ซึ่งจะสามารถประมาณการความต้องการของผู้บริโภคได้ โดยผลการวิเคราะห์ พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมของผู้บริโภค แบ่งได้ 3 ปัจจัยหลัก ได้แก่ ปัจจัยทางด้านส่วนบุคคล เช่น เพศ อายุ รายได้ต่อเดือน และระดับการศึกษา ปัจจัยด้านส่วนประสมทางการตลาด ที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการบริโภค เพื่อนำมาเป็นส่วนหนึ่งในการวางแผนการผลิต เช่น ด้านผลิตภัณฑ์และการบริการ ด้านการส่งเสริมทางการตลาด ด้านบุคลากร ด้านกระบวนการ ด้านลักษณะทางกายภาพ หรือชีวภาพ เป็นต้น และปัจจัยด้านจิตวิทยา เช่น ตรายี่ห้อ ความเชื่อมั่น แรงจูงใจ และการรับรู้ เป็นต้น ซึ่งปัจจัยเหล่านี้จะส่งผลต่อพฤติกรรมการบริโภค [25-27]

การวิเคราะห์พฤติกรรมผู้บริโภค (Analyzing Consumer Behavior) เป็นการค้นหาพฤติกรรมการซื้อของผู้บริโภค เพื่อให้ทราบถึงความต้องการของผู้บริโภค ซึ่งพฤติกรรมเหล่านี้จะสามารถช่วยให้ผู้ขาย หรือนักการตลาดจัดทำกลยุทธ์ทางการตลาดออกมา (Marketing Strategy) เพื่อให้ตรงความต้องการของผู้บริโภคได้อย่างเหมาะสม นอกจากนั้นการเปรียบเทียบในสิ่งที่ผู้บริโภคได้รับกับสิ่งที่ผู้บริโภคคาดหวังนั้น ก็เป็นสิ่งที่สำคัญ เนื่องจาก ถ้าหากผู้บริโภคได้รับความพึงพอใจในตัวผลิตภัณฑ์หรือสินค้ามากกว่าความต้องการที่คาดหวังไว้ ก็จะทำให้ผู้บริโภคเกิดพฤติกรรมการใช้ซ้ำและเกิดการบอกต่อ ทำให้เกิดผลดีต่อภาพลักษณ์ของผลิตภัณฑ์ ในขณะเดียวกัน ถ้าหากผู้บริโภคได้รับผลิตภัณฑ์หรือสินค้าน้อยกว่าความต้องการที่คาดหวังไว้ ก็จะทำให้เกิดผลเสียแก่ภาพลักษณ์ของผลิตภัณฑ์เช่นกัน พฤติกรรมที่ตามมาก็คือลูกค้าจะเปลี่ยนไปใช้ผลิตภัณฑ์ของคู่แข่งขัน และมีการบอกต่อไปยังผู้บริโภคคนอื่นๆ ด้วย โดยพื้นฐานของการรับรู้ความต้องการของผู้บริโภคนั้น มาจากการสำรวจ โดยการทำแบบสอบถาม สัมภาษณ์เชิงลึก หรือวิธีการต่างๆ เช่น ทำการวิจัยพฤติกรรมผู้บริโภคที่มีผลต่อการตัดสินใจใช้ห้องบันทึกเสียงสร้างมูลค่า สำหรับมัลติมีเดีย และงานตัดต่อ โดยใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือ และตัวช่วยในการรับรู้ถึงพฤติกรรมผู้บริโภค นอกจากจะช่วยในการศึกษา

พฤติกรรมผู้บริโภคแล้ว ยังสามารถช่วยให้รับรู้ได้ถึงอารมณ์ และความต้องการที่มีต่อผลิตภัณฑ์หรือการบริการ เช่น ทำการวิจัยพฤติกรรมผู้บริโภคออนไลน์ ถึงความพึงพอใจในการใช้บริการ ทำให้ผู้วิจัยได้ทราบถึงสาเหตุของความพึงพอใจ และความไม่พึงพอใจ เป็นต้น [28-30]

2.3 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่

2.3.1 นิยามและแนวคิดของการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่

ผลิตภัณฑ์ใหม่ คือ สินค้า บริการ หรือความคิด ที่ได้ปรับปรุงจากผลิตภัณฑ์เดิมให้มีคุณสมบัติที่ดีขึ้น โดยทำให้ผลิตภัณฑ์ใดๆ ที่กิจการนำเสนอต่อตลาดมีโอกาสเลือกเพิ่มขึ้น ผลิตภัณฑ์ใหม่อาจเป็นผลิตภัณฑ์ที่ยังไม่มีผู้ผลิตมาก่อน หากเริ่มมีผู้ผลิตรายแรกของโลกก็จัดเป็นนวัตกรรม (Innovation) หรืออาจดัดแปลงปรับปรุงจากผลิตภัณฑ์ที่เคยจำหน่ายอยู่เดิม ซึ่งการนำเสนอผลิตภัณฑ์ใหม่ต่อตลาดใหม่จำเป็นต้องอาศัยความร่วมมือจากทุกฝ่ายเพื่อสร้างความพึงพอใจให้กับลูกค้า และเพื่อผลิตสินค้าให้มีคุณภาพที่สูงขึ้น ราคาต่ำลง เพื่อให้เกิดความได้เปรียบทางการแข่งขัน การพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่จะประกอบด้วยการค้นหาและประเมินความคิด การเลือกแนวคิด การกำหนดโปรแกรมทางการตลาด การทดสอบผลิตภัณฑ์ และนำผลิตภัณฑ์เข้าสู่ตลาด เป็นต้น [31]

แนวคิดการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ สามารถแบ่งออกเป็น 7 แนวคิด ได้แก่

2.3.1.1 ผลิตภัณฑ์เดิมที่มีอยู่ แนวคิดผลิตภัณฑ์ใหม่หลายชิ้นจะเกิดมาจากผลิตภัณฑ์เดิมที่มีอยู่แล้ว อาจมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยในผลิตภัณฑ์เก่า ทำให้เกิดการพัฒนาสายผลิตภัณฑ์ใหม่ขึ้นมา

2.3.1.2 เทคโนโลยี แหล่งแนวคิดผลิตภัณฑ์ใหม่ที่ชัดเจนที่สุด คือ การพัฒนาจากแผนกวิจัยและพัฒนาภายในบริษัท ซึ่งได้รับเงินทุนให้วิจัยเทคโนโลยีและพัฒนาแนวคิดผลิตภัณฑ์ใหม่ โดยพยายามให้ระดับเทคโนโลยีของบริษัทมีความทัดเทียมกับเทคโนโลยีภายนอก

2.3.1.3 สิทธิบัตรที่ยังไม่ได้ใช้งานจริง สำหรับบริษัทที่ลงทุนมากในด้านวิจัยและพัฒนาจะพบว่า พัฒนาการของสิทธิบัตรนั้นเป็นสิ่งที่สามารถเกิดขึ้นได้ทุกวัน จากการปฏิบัติต่อเนื่องของห้องปฏิบัติการวิจัยและพัฒนา ซึ่งสิทธิบัตรบางฉบับอาจได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่องจนกลายเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ได้

2.3.1.4 ผู้บริโภคและร้านค้า การรับข้อวิจารณ์ผลิตภัณฑ์จากลูกค้าหรือร้านค้านับเป็นฐานข้อมูลที่สำคัญและมีประโยชน์มากในการสร้างแนวคิดของการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ การปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์จะเกิดจากการนำเอาข้อตำหนิของลูกค้าไปแก้ปัญหาและปรับปรุงผลิตภัณฑ์ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นจนปราศจากข้อบกพร่อง

2.3.1.5 ผู้บริหารระดับสูง ผู้นำหรือผู้บริหารถือเป็นตำแหน่งที่มีบทบาทอย่างมากในการผลักดันให้เกิดการสร้างหรือพัฒนานวัตกรรมที่เหมาะสมขึ้นภายในองค์กร ผู้บริหารที่

มีวิสัยทัศน์และมีความกระตือรือร้นในการสร้างสรรค์สิ่งใหม่ๆ จะทำให้องค์กรสามารถผลิตผลิตภัณฑ์ใหม่ออกสู่ตลาดได้อย่างสม่ำเสมอ

2.3.1.6 การระดมสมอง เป็นการบริหารความสร้างสรรค์ภายในกลุ่มคน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้บุคลากรใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์เพื่อพัฒนาแนวคิดจากความคิดเห็นของสมาชิกภายในกลุ่ม ซึ่งในการระดมสมองจะมีผู้นำซึ่งทำการกระตุ้นและจดบันทึกเกี่ยวกับประเด็นที่เป็นปัญหา เพื่อหาปัญหาที่แท้จริง แล้วจึงวิเคราะห์ความขัดแย้งของปัญหา ทดลองใช้แนวคิดแก้ปัญหา วิเคราะห์ผลก่อนนำไปใช้แก้ปัญหาจริงกระบวนการที่กล่าวมา การระดมสมองจะไม่มีการขัดขวาง สามารถแสดงออกได้อย่างอิสระ

2.3.1.7 ปัจเจกบุคคล แนวคิดการพัฒนาผลิตภัณฑ์ไม่จำเป็นต้องเกิดมาจากการทำงานของแผนกวิจัยและพัฒนา หากสามารถเกิดได้จากบุคคลที่ไม่มีความเกี่ยวข้องในกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ทุกคนในองค์กรสามารถมีส่วนร่วมในการเป็นผู้ริเริ่มแนวคิดผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ [31]

2.3.2 ความสำคัญของการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่มีเหตุผลและความสำคัญ ดังนี้

2.3.2.1 เพื่อรักษาสถานภาพการแข่งขัน ปัจจุบันสถานการณ์การแข่งขันในตลาดธุรกิจมีความรุนแรงมากขึ้น จากคู่แข่งที่เพิ่มขึ้นได้ส่งผลิตภัณฑ์ใหม่ออกสู่ตลาด ซึ่งส่งผลต่อส่วนแบ่งทางการตลาดที่ถูกช่วงชิงไป การออกผลิตภัณฑ์ใหม่สู่ตลาดจะช่วยรักษาฐานการแข่งขันและส่วนแบ่งตลาดไว้ได้

2.3.2.2 เพื่อทดแทนผลิตภัณฑ์เดิม วัฏจักรวงจรชีวิตผลิตภัณฑ์โดยทั่วไปจะมีช่วงเวลาที่สั้น เมื่อผลิตภัณฑ์เริ่มเข้าสู่ช่วงท้ายของวงจรชีวิตหมายความว่าผลิตภัณฑ์นั้นไม่ก่อประโยชน์หรือมียอดขายที่ตกลง การออกผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ สู่ตลาดเพื่อทดแทนผลิตภัณฑ์เก่าจะช่วยรักษาชื่อเสียงของบริษัททดแทนปริมาณขายกำไรของผลิตภัณฑ์เดิมและสามารถนำทรัพยากรจากผลิตภัณฑ์เดิมมาใช้ให้เกิดประโยชน์ได้

2.3.2.3 เพื่อใช้สมรรถนะส่วนเกินให้เกิดประโยชน์ การพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อใช้สมรรถนะทางการตลาด การขาย และการผลิตที่เหลือให้เกิดประโยชน์ เหตุผลสำคัญคือการกระจายต้นทุนคงที่ไปยังจำนวนผลิตที่มากขึ้น เพื่อให้ต้นทุนรวมต่อหน่วยทั้งผลิตภัณฑ์เดิมและผลิตภัณฑ์ใหม่ลดลงเพื่อที่จะเสนอราคาขายที่ต่ำกว่าคู่แข่ง และมีกำไรเพิ่มมากขึ้น

2.3.2.4 เพื่อปรับการเคลื่อนไหวเนื่องจากฤดูกาลให้น้อยลง ฤดูกาลที่แปรผันอาจส่งผลต่อทรัพยากรต่างๆ ของธุรกิจที่อาจไม่เพียงพอหรืออาจเหลือใช้ การเพิ่มผลิตภัณฑ์ใหม่ที่

สามารถขายหรือผลิตได้เมื่อพ้นฤดูกาลไปแล้ว ย่อมทำให้การผันแปรต่างๆ ลดลงและเป็นการใช้ทรัพยากรของกิจการให้เกิดประโยชน์สูงสุด

2.3.2.5 เพื่อลดการเสี่ยงภัย เช่น ผลิตภัณฑ์ล้าสมัย ลูกค้าเสื่อมความนิยม ปริมาณขายไม่มากพอ กิจการมีผลิตภัณฑ์จำหน่ายในตลาดน้อย เป็นต้น สภาวการณ์เหล่านี้อาจส่งผลให้เกิดภาวะขาดทุน การเพิ่มผลิตภัณฑ์ที่มีความแปลกใหม่ การเพิ่มปริมาณการขายให้ครอบคลุมตลาด ย่อมช่วยกระจายความเสี่ยงภัยจากความผันผวนในตลาดที่มีความเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา

2.3.2.6 เพื่อการใช้ผลพลอยได้ให้เกิดประโยชน์ สินค้าใหม่ที่พัฒนาจากผลพลอยได้หรือของที่ทิ้งแล้วในธุรกิจ อาจนำมาซึ่งยอดขายหรือกำไรที่เพิ่มขึ้น

2.3.2.7 เพื่อโอกาสใหม่ จากการที่ธุรกิจเสนอผลิตภัณฑ์ใหม่ออกสู่ตลาด อาจทำให้เกิดความต้องการผลิตภัณฑ์จากผู้บริโภคจนกิจการสามารถผลิตและดำเนินงานการตลาดและความต้องการ เช่นนี้จึงถือเป็นโอกาสอันดีที่ธุรกิจจะเข้าไปตอบสนองความต้องการด้วยผลิตภัณฑ์ของตนเอง นำมาซึ่งกำไรและส่วนครองตลาดที่มากขึ้น [31]

2.3.3 ประเภทของผลิตภัณฑ์ใหม่

การจัดประเภทผลิตภัณฑ์ใหม่ตามลักษณะประกอบด้วย 3 ลักษณะ ดังนี้

2.3.3.1 ผลิตภัณฑ์นวัตกรรม (Innovated Product) หมายถึง สิ่งที่ทำขึ้นใหม่ เปลี่ยนแปลงจากเดิมซึ่งอาจเป็นความคิด วิธีการ หรืออุปกรณ์ โดยอาจทำการเปลี่ยนแปลงในสิ่งที่มีอยู่แล้ว โดยการนำวิธีการใหม่ๆ มาปฏิบัติหลังจากได้ผ่านการทดลองหรือได้รับการพัฒนาเป็นขั้นๆ โดยมีขั้นตอนตามลำดับ คือ การคิดค้น การพัฒนา และการนำไปปฏิบัติจริง ซึ่งมีความแตกต่างจากการปฏิบัติเดิมที่เคยปฏิบัติมา

1) ประเภทของนวัตกรรม สามารถแบ่งเป็น 4 ประเภท ดังนี้

1.1) นวัตกรรมในลักษณะค่อยเป็นค่อยไป (Incremental Innovation) เป็นการปรับปรุงสิ่งที่มีอยู่แล้วให้มีคุณภาพหรือประสิทธิภาพที่ดีขึ้น โดยการพัฒนาหรือปรับปรุงองค์ประกอบให้ดีขึ้นเรื่อยๆ เป็นลำดับเมื่อเวลาผ่านไปเท่านั้น ไม่ใช่การเปลี่ยนองค์ประกอบใหม่และไม่มีการเปลี่ยนแปลงระบบการทำงาน

1.2) นวัตกรรมการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบ (Modular Innovation) เป็นการนำองค์ประกอบใหม่มาใช้ โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงของระบบการทำงานโดยรวมที่ใช้อยู่ แต่ประสิทธิภาพการใช้งานเพิ่มมากขึ้น

1.3) นวัตกรรมการเปลี่ยนแปลงรูปแบบ (Architectural Innovation) เป็นการปรับปรุงหรือนำระบบการทำงานรูปแบบใหม่เข้ามาโดยอาจจะมีการปรับองค์ประกอบต่างๆ ให้ดีขึ้นหรืออาจคงไว้อย่างเดิม คุณลักษณะสำคัญของนวัตกรรมแบบ

Architectural Innovation คือ การปรับโครงสร้างของระบบที่มีอยู่เดิมเพื่อเชื่อมโยงองค์ประกอบต่างๆ ในรูปแบบใหม่ ในกรณีที่มีการพัฒนาองค์ประกอบให้ดีขึ้นจะเป็นการปรับปรุงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น เช่น การประยุกต์ใช้น้ำยางพารามาทำมาสค์พอกหน้าและแผ่นขจัดสิ้วเสี้ยน โดยใช้เทคโนโลยีการผลิตภายในประเทศ การนำยางพารามาผลิตเป็นหมอนรองศรีษะ เพื่อป้องกันแผลกดทับ และการนำยางพารามาพัฒนาเป็นอุปกรณ์รองส้นเท้า เพื่อลดความดันก่อตัวในส้นเท้าสำหรับรักษาผู้ป่วยบรรเทาอาการปวดเท้า รวมทั้งที่อาจมีผลต่อข้อเท้า หัวเข่า สะโพกและหลังได้ อันเนื่องมาจากการนั่ง การยืน การเดิน การวิ่ง การเล่นกีฬา หรือออกกำลังกายที่ผิดลักษณะได้ [32-34]

1.4) นวัตกรรมใหม่อย่างสิ้นเชิง (Radical Innovation) เป็นการพัฒนาทั้งองค์ประกอบต่างๆ และระบบการทำงานใหม่ทั้งหมด กล่าวคือ การใช้องค์ประกอบใหม่ในระบบการทำงานที่ออกแบบขึ้นใหม่ซึ่งแตกต่างจากเดิมอย่างชัดเจน ดังนั้น นวัตกรรมประเภทนี้จึงมีน้อยมาก

2) กระบวนการพัฒนานวัตกรรม

ผลิตภัณฑ์นวัตกรรมจะเกิดขึ้นได้ต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์ และกระบวนการทางความคิด การวางแผนและการดำเนินงานที่รอบคอบ เนื่องจากการทำนวัตกรรมเป็นกิจกรรมที่มีความเสี่ยงสูง ตั้งแต่ระดับของการพัฒนาเทคโนโลยีไปจนถึงระดับของการทำตลาด กระบวนการพัฒนานวัตกรรมจึงสามารถแบ่งเป็นขั้นตอนได้ ดังนี้

2.1) ความคิดหรือการค้นพบ (Idea or Discovery) ความคิดสร้างสรรค์หรือการค้นพบใหม่ๆ จากการค้นคว้าหรือวิจัย ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของการสร้างนวัตกรรม ปัจจุบันมีหลายๆองค์กรที่หันมาลงทุนในด้านการวิจัยและพัฒนาในระดับบริษัท (Corporate R&D) อันเป็นพื้นฐานสำคัญของการพัฒนานวัตกรรมและจะนำไปสู่การสร้างผลิตภัณฑ์ใหม่หรือพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่มีอยู่เดิมเป็นแนวทางเพื่อความอยู่รอดของธุรกิจ

2.2) ขั้นตอนการพัฒนา (Development) เน้นไปที่การพัฒนาจากความคิดหรือการค้นพบไปสู่การสร้างเป็นต้นแบบของสินค้าซึ่งมีคุณสมบัติและประสิทธิภาพเหมาะสมในการใช้งานจริง โดยต้นแบบของสินค้ายังไม่อยู่ในรูปแบบที่จะสามารถออกสู่ตลาดได้ จึงต้องเข้าสู่กระบวนการพัฒนา คือ จำเป็นต้องมีการทดสอบและปรับปรุงสินค้าเพื่อให้สินค้ามีศักยภาพมากพอที่จะใช้งานได้จริง ขั้นตอนนี้จะรวมกิจกรรมการขอรับความคุ้มครองทรัพย์สินทางปัญญาและการตัดสินใจในการผลิตสินค้าเองหรือให้บุคคล/บริษัทอื่นทำการผลิตสินค้าดังกล่าว

2.3) ขั้นตอนการออกแบบ (Design) มุ่งเน้นด้านการออกแบบรายละเอียดในด้านรูปร่างของสินค้า วัสดุที่ใช้ ความทนทานของสินค้าหรือการพัฒนาจากต้นแบบไปสู่สินค้าที่จะนำออกขายจริง

2.4) ขั้นตอนการวางแผนการผลิต (Production Engineering) เป็นการออกแบบและวางแผนการผลิตสินค้าในระดับเชิงพาณิชย์ (Commercial Scale) ซึ่งมีปัจจัยที่ต้องคำนึง ได้แก่ ผู้ผลิตสินค้า การจัดหาวัตถุดิบ แรงงาน อุปกรณ์เครื่องมือ และการเลือกกระบวนการผลิตที่เหมาะสม โดยพยายามลดต้นทุนการผลิตให้มากที่สุด ในขณะที่คงมาตรฐานคุณภาพของสินค้าไว้ตามที่กำหนด

2.5) ขั้นตอนการทดสอบสินค้านำร่อง (Pilot Testing) เป็นการทดสอบตัวสินค้าโดยนำสินค้าออกสู่ตลาดจริงเพื่อให้ผู้บริโภคได้ทดลองใช้ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบความปลอดภัยของตัวสินค้าตามการบังคับทางกฎหมายว่าไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค

2.6) การผลิตในระดับเชิงพาณิชย์ (Full-scale Manufacture) ก่อนเริ่มทำการผลิตจริงจำเป็นต้องมีการทดสอบระบบการผลิตรวมทั้งการพัฒนาและอบรมบุคลากรที่เป็นผู้ควบคุมเครื่องจักรในระบบการผลิต โดยการทดสอบระบบจะไม่มีการดำเนินการเต็มกำลังการผลิต เพื่อป้องกันข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นได้หากดำเนินการเต็มกำลังการผลิต

2.7) การนำสินค้าออกวางตลาด (Market Launch) ธุรกิจจำเป็นต้องวางแผนการตลาด แผนการโฆษณา ประชาสัมพันธ์ การส่งเสริมการขาย และกำหนดช่องทางการขายสินค้าก่อนนำสินค้าออกวางตลาดจริง

2.3.3.2 ผลิตภัณฑ์ปรับปรุงใหม่ (Modified Product)

ผลิตภัณฑ์ปรับปรุงใหม่ (Modified Product) หมายถึง ผลิตภัณฑ์ใหม่ที่พัฒนาเปลี่ยนแปลงปรับปรุงมาจากผลิตภัณฑ์เดิมที่ขายอยู่แล้วในตลาดทำให้สามารถตอบสนองความต้องการและสร้างความพึงพอใจแก่ผู้บริโภคได้มากขึ้นกว่าเดิม

2.3.3.3 ผลิตภัณฑ์ลอกเลียนแบบ (Me-too Product)

ผลิตภัณฑ์ลอกเลียนแบบ (Me-too Product) หมายถึง ผลิตภัณฑ์ใหม่ของธุรกิจซึ่งมีการลอกเลียนแบบผลิตภัณฑ์ของคู่แข่งขันที่มีอยู่แล้วในตลาด โดยที่กิจการเห็นว่าเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการยอมรับและเป็นที่นิยมของผู้บริโภค ทำให้กิจการมีโอกาสทำกำไรสูง จึงเสนอผลิตภัณฑ์เข้าสู่ตลาดเพื่อขอส่วนแบ่งตลาดบ้าง [31]

2.4 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องของเทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ

2.4.1 นิยามของเทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ

เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ (Quality Function Deployment: QFD) เป็นการประกันคุณภาพในการออกแบบ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างความพึงพอใจให้แก่ผู้บริโภคหรือผู้ใช้งาน สามารถใช้ QFD เป็นเครื่องมือในการเริ่มต้นทางการตลาด กล่าวคือ สามารถใช้ในการสืบหา

ความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ ฝ่ายออกแบบจะต้องแปลงความต้องการของลูกค้า โดยเริ่มจากการรับฟังเสียงจากลูกค้า (Voice of Customer: VOC) เพื่อนำความต้องการลูกค้าไปเข้าสู่กระบวนการแปลงความต้องการ และเพื่อถ่ายทอดไปสู่การออกแบบผลิตภัณฑ์ที่ลูกค้าต้องการ การออกแบบชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์นั้น และนำไปสู่การออกแบบกระบวนการผลิตที่ต้องการ เพื่อสร้างความพอใจให้กับลูกค้าอย่างต่อเนื่อง ดังนั้น การฟังเสียงผู้บริโภคว่าต้องการอะไร (Hearing the Customer Voice) โดยแปลความต้องการ (Needs) ความอยากได้ (Wants) และความคาดหวัง (Expectations) ไปเป็นข้อกำหนดในการออกแบบ และข้อกำหนดที่จำเป็นในการผลิต เช่น การวิจัยและออกแบบการพัฒนาโปรแกรมทางธุรกิจระดับปริญญาตรี โดยจะมีการรับฟังเสียงของลูกค้า (นักศึกษา) ถึงความคาดหวังในการใช้โปรแกรมจึงนำมาพัฒนา หรือการประยุกต์ใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพในการปรับผลิตภัณฑ์ปลั๊กพ่วงไฟฟ้า นอกจากนี้ยังมีการศึกษาความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ตู้เสื้อผ้าบิวท์อินสำหรับอาคารชุด (Condominium) เพื่อนำสารสนเทศดังกล่าวมาออกแบบผลิตภัณฑ์ตู้เสื้อผ้า ในเชิงแนวคิดที่สอดคล้องกับความต้องการของผู้บริโภค และการประเมินระดับการให้บริการของสายเรือด้วยเทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินระดับการบริการของสายเรือที่บริษัทกรณีศึกษาใช้บริการทั้งหมด 5 สายเรือ โดยทั้งหมดนี้ใช้เทคนิค QFD เป็นเครื่องมือที่เข้ามาช่วยในการวิเคราะห์ความต้องการของลูกค้า และแปลงความต้องการของลูกค้าออกมาเป็นผลิตภัณฑ์ตามที่ลูกค้าต้องการ [35-38]

2.4.2 ประวัติและเทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ

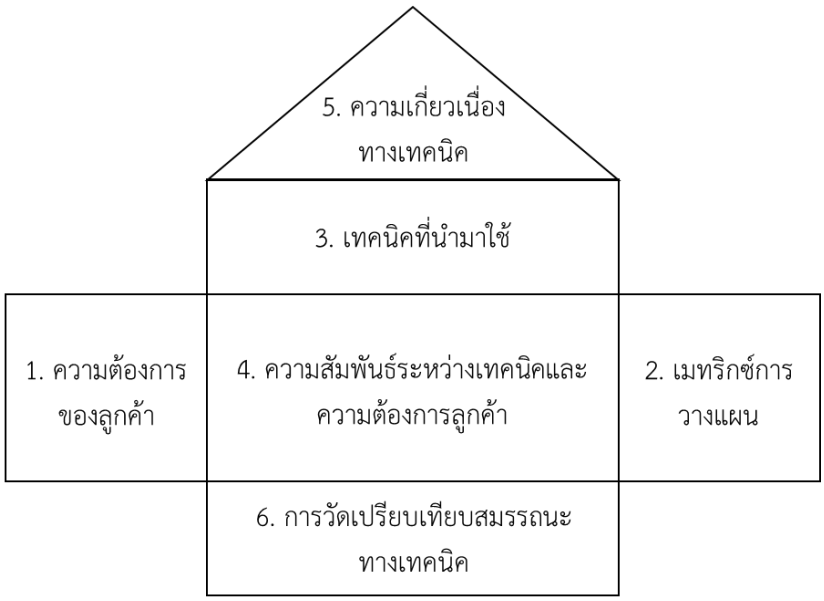
QFD เป็นเทคนิคที่พัฒนาขึ้นมาใช้เป็นครั้งแรกในประเทศญี่ปุ่น ที่อู่ต่อเรือของบริษัทมิตซูบิชิ จังหวัดโกเบ จากนั้นในปี ค.ศ. 1960 บริษัทโตโยต้า ประเทศญี่ปุ่นได้นำ QFD มาปรับปรุงและพัฒนาเพื่อใช้งานภายในบริษัท และบริษัทในเครือ ทำให้ QFD เป็นที่นิยมแพร่หลายในญี่ปุ่นมากขึ้น

สำหรับการสำรวจความต้องการของผู้บริโภค เริ่มจากการประเมินระดับความสำคัญของความต้องการ เพื่อระดับความสำคัญเรียงตามลำดับมาพัฒนาผลิตภัณฑ์ โดยการพัฒนาผลิตภัณฑ์นั้นจะมีผู้ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ แผนกออกแบบ วิศวกรรม จัดซื้อ ผลิต ขาย การตลาด ที่ร่วมกันวิเคราะห์เพื่อแปลงความต้องการของผู้บริโภคให้เป็นข้อกำหนดทางเทคนิคที่จำเป็นต้องมี เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค ข้อมูลของคู่แข่งและความสามารถในการแข่งขัน จากนั้นจะนำข้อกำหนดทางเทคนิคที่มีความสำคัญมาใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ใหม่ [39]

2.4.3 กระบวนการของเทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ

กระบวนการของการกระจายหน้าที่ทางคุณภาพจะประกอบด้วยการสร้างเมทริกซ์หนึ่งหรือหลายเมทริกซ์ (Matrix) โดยแต่ละเมทริกซ์จะมีวัตถุประสงค์เฉพาะ โดยเมทริกซ์แรกโดยทั่วไปเรียกว่า บ้านแห่งคุณภาพ (House of Quality: HOQ) [39]

บ้านแห่งคุณภาพจะแสดงถึงสิ่งที่ลูกค้าต้องการ ซึ่งกลุ่มผู้พัฒนาผลิตภัณฑ์จะต้องพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้ตรงตามความต้องการของลูกค้า ข้อมูลต่างๆ จะมีความสัมพันธ์กันในเมทริกซ์แสดงดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 องค์ประกอบของบ้านคุณภาพ [39]

การเรียงลำดับของข้อมูลในรูปที่ 2.1 เป็นการเรียงตามขั้นตอนการสร้างเมทริกซ์รายละเอียดมีดังต่อไปนี้

2.4.3.1 ความต้องการของลูกค้า (Customer Needs) ความต้องการของลูกค้าเป็นสิ่งที่สำคัญที่สุดในธุรกิจ ผู้ผลิตต้องผลิตสินค้าตามที่ผู้บริโภคมุ่งหวังหรือสูงกว่า ข้อมูลในส่วนนี้ จะเป็นรายการความต้องการของลูกค้าซึ่งมักจะเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ (Qualitative Data) โดยวิธีการที่ได้มาซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะใช้การสัมภาษณ์ หรืออาจได้มาจากข้อมูลร้องทุกข์ (Complaint Data) ซึ่งต้องถือเป็นข้อมูลที่สำคัญ เพราะจะเป็นสิ่งที่ขับเคลื่อนกระบวนการวิเคราะห์และพัฒนาผลิตภัณฑ์ หากการพัฒนาผลิตภัณฑ์ไม่เข้าใจหรือไม่แก้ไขสิ่งที่ลูกค้าตำหนิอาจจะทำให้ผลิตภัณฑ์นั้นไม่ได้รับการยอมรับ

2.4.3.2 เมทริกซ์การวางแผน (Planning Matrix) เป็นส่วนที่ช่วยให้กลุ่มผู้พัฒนาผลิตภัณฑ์สามารถสร้างลำดับความต้องการของลูกค้า เพื่อที่จะสร้างผลิตภัณฑ์ใหม่ให้ดีกว่าคู่แข่งขัน โดยเมทริกซ์จะประกอบด้วยข้อมูลในแนวตั้ง เพื่อแสดงถึงข้อมูลสำคัญของการวางแผนสำหรับสิ่งที่ลูกค้าต้องการ เพื่อค้นหาคุณลักษณะผลิตภัณฑ์ เช่น สำหรับการออกแบบอุปกรณ์เฝ้าระวังผู้ป่วย พบว่า การวิเคราะห์เทคนิค QFD แยกเป็น 2 เมทริกซ์ คือ เมทริกซ์การวางแผนผลิตภัณฑ์ โดยทำการแปลงความต้องการของผู้ใช้งานไปเป็นความต้องการทางเทคนิค และเมทริกซ์การออกแบบชิ้นส่วนโดยทำการแปลงความต้องการทางเทคนิคไปเป็นข้อกำหนดคุณลักษณะของ [40]

2.4.3.3 เทคนิคที่นำมาใช้ (Technical Response) เทคนิคที่นำมาใช้ตอบสนองนี้เป็นคำอธิบายทั่วไปของผลิตภัณฑ์ (หรือการบริการ) ซึ่งจะเป็นการอธิบายในเชิงตัวแทนลักษณะเฉพาะทางคุณภาพ (Substitute Quality Characteristics: SQC) หรืออาจเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า ความต้องการของผลิตภัณฑ์ทางด้านเทคนิค (Product Technical Requirements: PTR) ซึ่งมักจะมาจากความต้องการของลูกค้าโดยตรง

2.4.3.4 ความสัมพันธ์ (Relationships) ในส่วนนี้กลุ่มผู้พัฒนาผลิตภัณฑ์จะทำการรวบรวมความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่ลูกค้าต้องการและตัวแทนลักษณะเฉพาะทางคุณภาพ (SQC) ความเชื่อมต่อกันของตัวแทนลักษณะเฉพาะทางคุณภาพ และความพึงพอใจของลูกค้าต่อความต้องการต่างๆ สามารถแบ่งคุณค่าออกได้เป็น 3 คุณค่า โดยอาจใช้เป็นค่าคะแนนหรือแทนด้วยสัญลักษณ์ก็ได้ แสดงดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะเฉพาะทางคุณภาพและความต้องการลูกค้า [41]

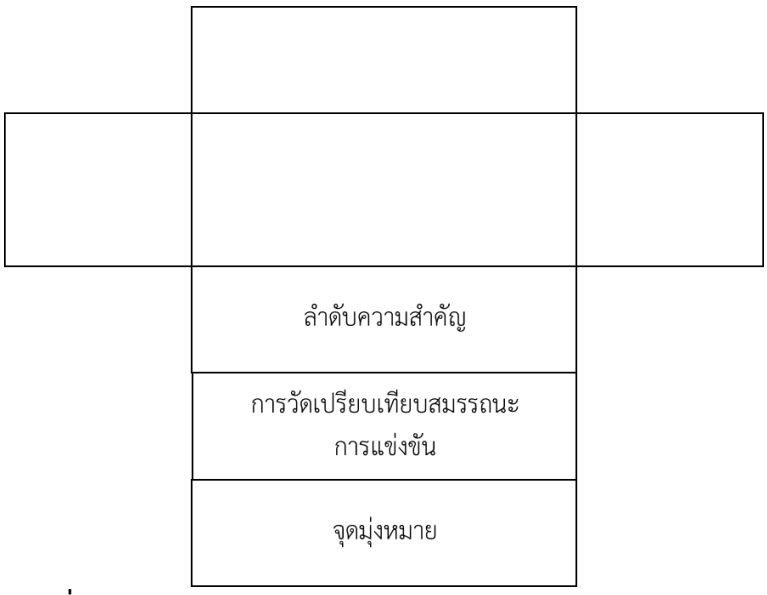
ความเชื่อมต่อกัน	สัญลักษณ์	คุณค่า	คำอธิบาย
ไม่มีความเชื่อมต่อกัน	ไม่มี	0	ไม่มี
มีความเชื่อมต่อกันเล็กน้อย	△	1	มีการเปลี่ยนแปลงค่าตัวแทนลักษณะเฉพาะทางคุณภาพมาก แต่มีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก หรือไม่มีการเปลี่ยนแปลงเลย ในการคาดการณ์ความพึงพอใจของลูกค้า
มีความเชื่อมต่อกันปานกลาง	○	3	มีการเปลี่ยนแปลงค่าตัวแทนลักษณะเฉพาะทางคุณภาพมาก แต่มีการเปลี่ยนแปลงน้อย ในการคาดการณ์ความพึงพอใจของลูกค้า

ตารางที่ 2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะเฉพาะทางคุณภาพและความต้องการลูกค้า (ต่อ)

ความเชื่อมต่อกัน	สัญลักษณ์	คุณค่า	คำอธิบาย
มีความเชื่อมต่อกันสูง	◎	9	มีการเปลี่ยนแปลงค่าตัวแทนลักษณะเฉพาะทางคุณภาพน้อย แต่มีการเปลี่ยนแปลงมาก ในการคาดการณ์ความพึงพอใจของลูกค้า

2.4.3.5 ความเกี่ยวเนื่องในทางเทคนิค (Technical Correlations) จะเป็นส่วนหลังคาของบ้านแห่งคุณภาพ ซึ่งจะเป็นความเกี่ยวเนื่องของเทคนิคต่างๆ ที่นำมาใช้ในตัวแทนลักษณะเฉพาะทางคุณภาพ

2.4.3.6 การวัดเปรียบเทียบสมรรถนะเทคนิค (Technical Benchmarks) การวัดเปรียบเทียบสมรรถนะทางเทคนิคนี้ จะเป็นประเด็นในทางเทคนิคโดยการได้รับผลกระทบจากความต้องการของลูกค้า โดยจะแบ่งเป็น 3 ส่วน แสดงดังรูปที่ 2.2

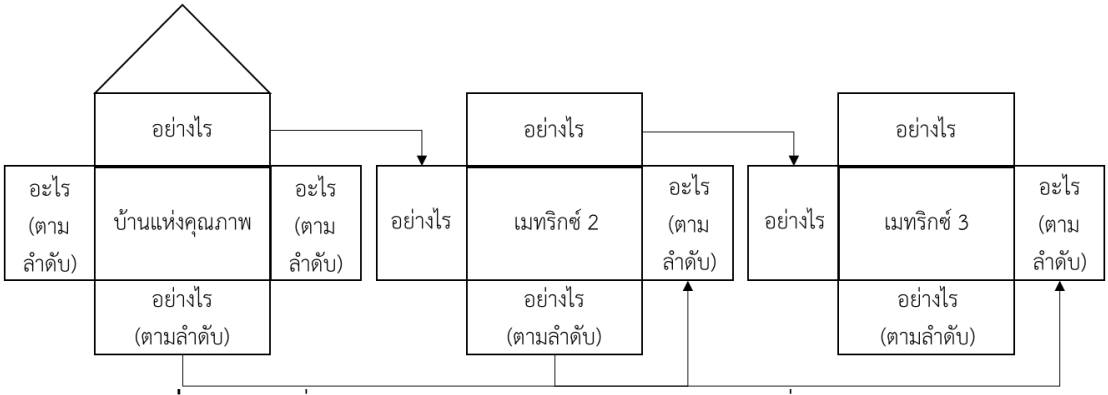


รูปที่ 2.2 องค์ประกอบการเปรียบเทียบสมรรถนะทางเทคนิค [41]

2.4.4 การขยายบ้านแห่งคุณภาพ (Extension to the House of Quality)

2.4.4.1 พื้นฐานการขยายบ้านแห่งคุณภาพ

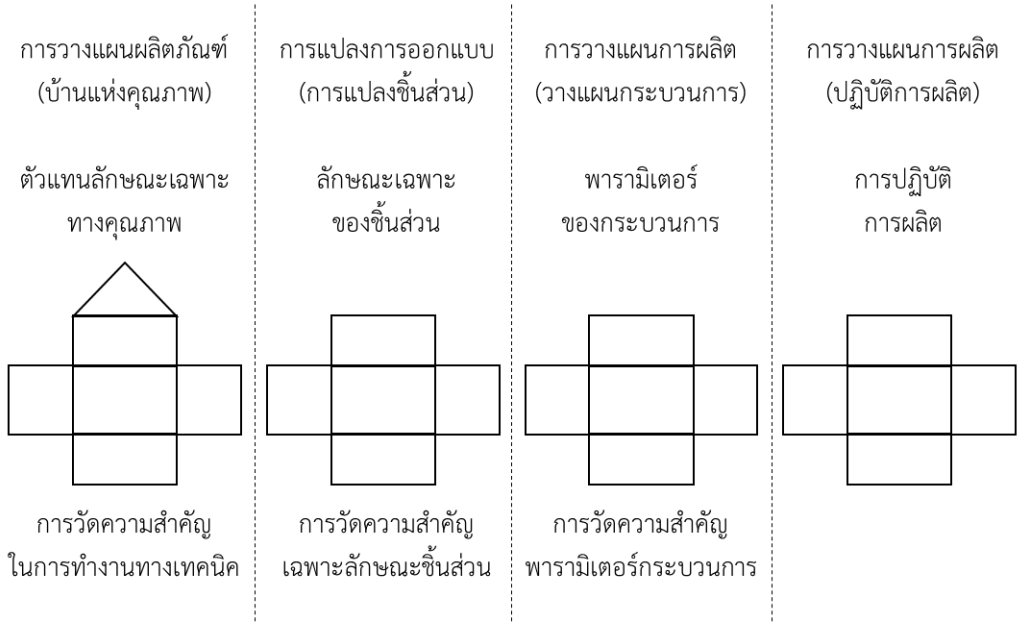
การขยายบ้านแห่งคุณภาพ สามารถทำได้โดยรวมข้อมูลเข้าไปภายในเมทริกซ์ทางเทคนิค โดยจะทำการใส่ข้อมูลด้านล่างของบ้านคุณภาพ บางครั้งจึงเรียกว่า สารสนเทศชั้นใต้ดิน (Basement Information) การขยายอีกแบบหนึ่งคือการเชื่อมต่อกันของหลายบ้านแห่งคุณภาพ ซึ่งจะสามารถช่วยให้มีข้อมูลในการตัดสินใจเพื่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์ดียิ่งขึ้น [41]



รูปที่ 2.3 การเชื่อมต่อกันของเมทริกซ์ของการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ [41]

2.4.4.2 ตัวแบบเมทริกซ์ 4 เฟส (The Four Phase Matrix Model)

ตัวแบบเมทริกซ์ 4 เฟส เป็นตัวแบบการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพที่ได้รับความนิยมมากที่สุดในสหรัฐอเมริกา ตัวแบบนี้เรียกอีกชื่อหนึ่งว่า ตัวแบบ Clausing หรือตัวแบบ ASI (American Supplier Institute Model) ซึ่งเป็นองค์กรที่ไม่ได้แสวงหากำไรในการเผยแพร่แนวคิดการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพในประเทศสหรัฐอเมริกา โดยจะเป็นการแสดงการเชื่อมต่อทั้งหมดของบ้านคุณภาพ เริ่มต้นจากเสียงของลูกค้า (Voice of Customer) ไปจนถึงรายละเอียดของแต่ละพารามิเตอร์ในการปฏิบัติการผลิต [39] โดยมีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้



รูปที่ 2.4 ตัวแบบเมทริกซ์ 4 เฟส ของการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ [39]

1) การวางแผนผลิตภัณฑ์ (Product Planning)

การวางแผนผลิตภัณฑ์หรือการสร้างบ้านแห่งคุณภาพ คือการวางแผนในการออกแบบผลิตภัณฑ์ซึ่งได้กล่าวมาแล้ว ทั้งหมดโดยเป็นเรื่องเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ

2) การแปลงการออกแบบ (Design Deployment)

ขั้นตอนแรกของการแปลงการออกแบบหรือการแปลงชิ้นส่วน (Parts Deployment) จะทำการแบ่งผลิตภัณฑ์ออกเป็นระบบย่อย เพื่อสามารถแยกแยะลักษณะเฉพาะของชิ้นส่วนซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะที่สำคัญในการออกแบบ ลักษณะเฉพาะเหล่านี้จะรวมถึงวิธีการวัดด้วย หลังจากนั้นจะมีการประมาณผลกระทบของลักษณะเฉพาะของแต่ละชิ้นส่วนในการวัดค่าของตัวแทนลักษณะเฉพาะทางคุณภาพ ซึ่งได้มาจากบ้านแห่งคุณภาพ จากนั้นจึงคำนวณลำดับความสัมพันธ์ของผลรวมความสัมพันธ์ ซึ่งค่าที่ได้จะเป็นสิ่งที่ขับเคลื่อนให้ทีมผู้พัฒนาทราบว่าชิ้นส่วนใดและลักษณะเฉพาะใดเป็นสิ่งที่สำคัญที่สุดจากความต้องการของลูกค้า

3) การวางแผนการผลิต (Manufacturing Planning)

เมทริกซ์ของการวางแผนการผลิตหรือการวางแผนกระบวนการ (Process Planning) จะแยกแยะกระบวนการที่สำคัญออกมา เพื่อที่จะทราบว่ากระบวนดังกล่าว มีความสามารถเพียงพอที่จะปฏิบัติการได้ นอกจากนี้ยังจะต้องหาพารามิเตอร์สำคัญต่างๆ ด้วย โดยทั่วไปขั้นตอนจะมีดังนี้

3.1) กลุ่มผู้พัฒนาจะต้องทำการแยกแยะกระบวนการไหล (Flow Process) หรือกระบวนการประกอบ (Assemble Process) โดยจะต้องทำการหากระบวนการย่อยในแต่ละส่วนด้วย

3.2) แยกแยะข้อมูลที่ต้องการใช้ในการผลิตของแต่ละกระบวนการหลักและกระบวนการย่อย

3.3) หลังจากนี้ใช้ความรู้ในทางกระบวนการผลิต (Manufacturing Process) รวมทั้งทำการทดสอบ ถ้าเป็นไปได้ เพื่อที่จะแยกแยะพารามิเตอร์ของกระบวนการต่างๆ ที่สำคัญในการปฏิบัติการ เช่น การตั้งค่าการทำงานของเครื่องจักร เป็นต้น

พารามิเตอร์ในกระบวนการต่างๆ เหล่านี้จะกลายเป็น “อย่างไร” หรือ “How” ในเมทริกซ์และจะต้องถูกจัดลำดับบนพื้นฐานของลักษณะเฉพาะเหล่านี้

4) การวางแผนปฏิบัติการผลิต (Production Operations Planning)

ในขั้นตอนนี้มักจะขึ้นอยู่กับรายละเอียดของการใช้การกระจายหน้าที่ทางคุณภาพ ซึ่งอาจจะไม่ได้อะไรในรูปของเมทริกซ์เสมอไป ข้อมูลอาจจะมาจากลำดับที่ของพารามิเตอร์กระบวนการที่ต้องใช้ เช่น ข้อมูลการตั้งเครื่องจักร วิธีการควบคุมการทำงานต่างๆ เอกสารการควบคุม

หรือความต้องการให้ผู้ปฏิบัติการได้รับการฝึกอบรม เป็นต้น หลังจากนั้นจะมีการสร้างตารางเมทริกซ์หรือแผนภูมิซึ่งวัตถุประสงค์คือ ต้องการจะรวบรวมผลกระทบต่างๆ จากความต้องการของลูกค้าให้สามารถตั้งค่าที่ต้องการ หรือการปฏิบัติการต่างๆ ในการทำให้ได้ความต้องการเหล่านั้น [41]

2.5 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องการศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการ

การลงทุนประกอบธุรกิจใดๆ ก็ตาม สิ่งที่ผู้ลงทุนต้องการก็คือผลกำไรจากการลงทุน และด้วยเหตุที่การลงทุนต่างๆ ต้องใช้ทุนเป็นจำนวนมาก เงินลงทุนนี้อาจได้มาจากเงินทุนของตัวเอง และ/หรือ จากการกู้ยืมมา โดยเอาทรัพย์สินของตนเป็นประกัน ดังนั้น ผู้ที่จะทำการลงทุนในโครงการใดๆ ก็ตาม ควรจะมีการวางแผนโครงการและศึกษาความเป็นไปได้ในการดำเนินธุรกิจอย่างรอบคอบ ทั้งนี้ เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของธุรกิจ และเพื่อลดความเสี่ยงหรือลดโอกาสต่อความล้มเหลว

ความล้มเหลวในการดำเนินงานต่างๆ ของโครงการ หมายถึง ไม่สามารถสร้างผลกำไรให้ธุรกิจได้ในระยะเวลาอันควร ซึ่งสาเหตุของของความล้มเหลว อาจอยู่ภายใต้การควบคุมของฝ่ายใดฝ่ายหนึ่งในธุรกิจ หรืออาจอยู่นอกเหนือการควบคุมของธุรกิจ ดังนั้น เพื่อให้เกิดความเข้าใจในการดำเนินงาน และเล็งเห็นถึงเหตุการณ์ที่อาจจะเกิดขึ้นได้ในอนาคต จึงควรทำการศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการ (Feasibility Study) ก่อนตัดสินใจลงทุน

การศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการ (Feasibility Study) ได้มีผู้ให้ความหมายและทัศนะไว้หลากหลายประการ ดังนี้

จันทนา จันทโร (2545) การศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการ หมายถึง การศึกษาเพื่อต้องการทราบผลที่จะเกิดขึ้นจากการดำเนินงานตามโครงการนั้น ทั้งนี้ เพื่อช่วยประกอบการตัดสินใจของผู้ที่คิดจะลงทุนในโครงการนั้นๆ [42]

ชัยยศ สันติวงศ์ (2539) การศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการ คือ การศึกษาโครงการในภาพรวมทั้งหมด ทั้งในขอบเขตกว้างที่เรียกว่า มหภาค และในขอบเขตที่มีรายละเอียดลึกลงไป ที่เรียกว่าจุลภาค โครงการอุตสาหกรรมโดยทั่วไป จะมีกิจกรรมหลักหรือหน้าที่หลัก 3 กิจกรรม คือ กิจกรรมด้านการตลาด เทคนิค และด้านการเงิน ผลของกิจกรรมดังกล่าวจะสรุป หรือสะท้อนออกมาให้เห็นในรูปของงบการเงินล่วงหน้า (Performa Financial Statement) ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญในการนำมาประเมินผลและตัดสินใจว่าจะลงทุนในโครงการหรือไม่ โดยพิจารณาที่ผลตอบแทนการลงทุน และความเสี่ยงว่าคุ้มกับเงินลงทุนและความเสี่ยงที่คาดว่าจะเกิดขึ้นหรือไม่ จากคำนิยามต่างๆ ดังกล่าวข้างต้น พอสรุปได้ว่า การศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการก็คือ การศึกษาและจัดทำเอกสารที่ประกอบไปด้วยข้อมูลต่างๆ ที่แสดงถึงเหตุผลสนับสนุน (Justification) ความถูกต้องสมบูรณ์ของโครงการ (Soundness) เพื่อให้ได้มาซึ่งโครงการที่ดี [43]

การศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการ (Feasibility Study) หมายถึง การศึกษาเพื่อต้องการทราบผลที่จะเกิดขึ้นจากการดำเนินงานตามโครงการนั้น ทั้งนี้เพื่อช่วยประกอบการตัดสินใจของผู้ที่คิดจะลงทุนในโครงการนั้นๆ โดยจะเป็นการศึกษาภาพรวมทั้งหมดของโครงการ ทั้งทางด้านการตลาด ด้านเทคนิค และด้านการเงิน ผลของกิจกรรมดังกล่าวจะสรุปหรือสะท้อนออกมาให้เห็นในรูปของงบการเงินล่วงหน้า (Performa Financial Statement) ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญในการนำมาประเมินผลและตัดสินใจว่าจะลงทุนในโครงการหรือไม่ โดยพิจารณาที่ผลตอบแทนการลงทุน และความเสี่ยงว่าคุ้มกับเงินลงทุนและความเสี่ยงที่คาดว่าจะเกิดขึ้นหรือไม่

การศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการมีกระบวนการศึกษาและขั้นตอนการวิเคราะห์เพื่อหาผลทางเลือกที่ดีที่สุด เพื่อให้โครงการได้รับผลตอบแทนจากการลงทุนมากที่สุด [44] โดยทั่วไปการศึกษาความเป็นไปได้จะครอบคลุมในหลายด้าน ได้แก่

2.5.1 การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางด้านการตลาด (Market Feasibility)

เป็นเรื่องของการศึกษาในประเด็นต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการตลาด เช่น การศึกษาภาวะอุตสาหกรรมของสินค้าที่ผลิต สภาวการณ์แข่งขัน กลุ่มลูกค้าเป้าหมาย ช่องทางการจัดจำหน่าย การส่งเสริมการขาย โฆษณาและประชาสัมพันธ์ นโยบายด้านราคา และการกำหนดราคา ความได้เปรียบเสียเปรียบในการแข่งขัน เป็นต้น แล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์และคาดคะเนอุปสงค์หรือความต้องการที่มีผลต่อผลผลิตในโครงการ เพื่อหาข้อสรุปว่าสินค้าหรือบริการที่ผลิตจะสามารถจำหน่ายได้หรือไม่ และคาดว่าจะมีปริมาณการจำหน่ายเท่าไหร่

2.5.2 การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางด้านเทคนิค (Technical Feasibility)

เนื่องจากการผลิตสินค้าและบริการจะมีเทคนิคการผลิตหรือการดำเนินงานให้เลือกหลายรูปแบบ ซึ่งเทคนิคการผลิตแต่ละประเภท ก็มีความแตกต่างกันไปในการกรรมวิธีการผลิต เครื่องจักร เครื่องมือ อุปกรณ์การผลิต ชนิด ปริมาณ และคุณภาพของปัจจัยการผลิตที่ต้องการ สิ่งต่างๆ เหล่านี้จะมีผลต่อต้นทุนการผลิต ดังนั้น จึงจำเป็นต้องพิจารณาข้อดีข้อเสียของเทคนิคการผลิตรูปแบบต่างๆ แล้วคัดเลือกเทคนิคการผลิตที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งการวิเคราะห์ทางด้านนี้จะนำไปใช้ในข้อมูลด้านการวิเคราะห์ทางการเงินต่อไป

2.5.3 การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางด้านการเงิน (Financial Feasibility)

เป็นการหาข้อสรุปว่าต้องใช้เงินทุนเท่าไหร่ ผลตอบแทนจากการลงทุนจะมียอดขายและกำไรสุทธิเท่าไหร่ อัตราผลตอบแทนเป็นอย่างไร สมควรลงทุนหรือไม่ การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางด้านการเงิน ก่อนอื่นต้องสามารถหาข้อสรุปว่าในการลงทุนต้องใช้เงินทุนในส่วนใด เป็นจำนวน

เงินเท่าไหร่ มีแหล่งที่มาของเงินทุนอย่างไร เมื่อดำเนินการแล้วคาดว่าจะได้ผลการดำเนินการกำไรหรือขาดทุนอย่างไร

2.5.4 การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางด้านเศรษฐศาสตร์ (Economic Feasibility)

การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางด้านเศรษฐศาสตร์ จะเกี่ยวข้องกับการกำหนดว่าโครงการจะมีผล ต่อการพัฒนาระบบเศรษฐกิจทั้งระบบหรือไม่เพียงไร และถ้ามีผลที่เกิดขึ้นมีมากเพียงพอต่อการตัดสินใจให้มีการใช้ทรัพยากรที่มีจำกัดหรือไม่ การวัดต้นทุนและผลตอบแทนและการเปรียบเทียบการลงทุนต่างๆ จะช่วยกำหนดได้ว่าการลงทุนใดและด้วยทางเลือกไหนจะช่วยส่งเสริมสวัสดิการ ทางด้านเศรษฐกิจได้ดีที่สุด ซึ่งการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์จะมีความแตกต่างจากการวิเคราะห์ทางการเงินในแง่ที่ว่า ต้นทุนและผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์จะประเมินจากมุมมองโดยส่วนรวมของระบบเศรษฐกิจ ไม่ใช่จากมุมมองส่วนบุคคลหรือธุรกิจ ด้วยเหตุนี้การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์จึงมักนิยามผลตอบแทนเกี่ยวกับการเพิ่มรายได้ของชาติ

การศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการหรือการวิเคราะห์โครงการด้านต่างๆ ทำเพื่อสร้างความมั่นใจให้แก่โครงการที่เลือกมาว่าสามารถเป็นไปได้ในทางปฏิบัติ มีผลตอบแทนหรือผลประโยชน์ที่คุ้มค่า และสามารถใช้ทรัพยากรได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และสังคมตามมาในภายหลัง อีกทั้งยังสามารถทำให้บรรลุได้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ภายใต้ข้อจำกัดด้านงบประมาณและเวลา ดังนั้น การศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการจึงจำเป็นต้องวิเคราะห์โครงการด้านอุปสงค์หรือการตลาด ด้านเทคนิค ด้านการเงิน และด้านเศรษฐศาสตร์ ด้านการบริหารจัดการ ด้านสังคม และสิ่งแวดล้อม ไม่ว่าจะเป็นโครงการของภาครัฐหรือภาคเอกชน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของแต่ละโครงการ กรณีโครงการของภาคเอกชนที่เน้นกำไรสูงสุด ก็จะให้ความสำคัญกับการวิเคราะห์โครงการทางด้านการเงิน ทางด้านการตลาด เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการตัดสินใจก่อนที่จะลงทุนในโครงการต่างๆ โดยทั่วไปมักเริ่มจากการวิเคราะห์โครงการทางด้านอุปสงค์หรือตลาด เพื่อให้แน่ใจได้ว่าสินค้าหรือบริการที่โครงการจะทำขึ้นมานั้น เป็นที่ต้องการของตลาดมากน้อยเพียงใด เพื่อจะได้กำหนดขนาดการผลิตที่เหมาะสม และหากเป็นโครงการใหม่ที่ยังไม่เคยผลิตมาก่อน จำเป็นต้องวิเคราะห์โครงการทางด้านเทคนิค เพื่อเลือกหารูปแบบเทคนิคการผลิตที่มีประสิทธิภาพในการผลิตตามที่ต้องการ ซึ่งจะกำหนดเครื่องมือ เครื่องจักร อุปกรณ์ วัสดุ และวัตถุดิบต่างๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในการผลิต โดยใช้ต้นทุนทางการผลิตต่ำ ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของโครงการ และนำข้อมูลที่ได้มาประมาณการต้นทุนและค่าใช้จ่ายต่างๆ ของโครงการ จากนั้นนำมาวิเคราะห์โครงการทางด้านการเงิน และเศรษฐศาสตร์เพื่อประมาณการผลตอบแทนที่คาดว่าจะได้รับว่าคุ้มค่าต่อการลงทุนมากน้อยแค่ไหน หากเป็นโครงการที่ใหญ่มีแนวโน้มว่าจะมีผลกระทบกับคนเป็น

จำนวนมากหรือชุมชน สังคม และสิ่งแวดล้อม ก็จำเป็นต้องวิเคราะห์โครงการทางด้านสังคม และสิ่งแวดล้อม เพื่อให้มั่นใจได้ว่าไม่ก่อให้เกิดผลกระทบทางลบกับชุมชน รวมถึงวิถีการดำเนินชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม ซึ่งอาจจะมีผลทำให้โครงการไม่สามารถดำเนินไปได้ ดังนั้น ก่อนที่จะตัดสินใจลงทุนโครงการใดโดยเฉพาะโครงการใหญ่ที่ต้องใช้เงินลงทุนมหาศาล จึงจำเป็นต้องศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการทางด้านต่างๆ หลายด้าน แต่สำหรับโครงการเล็กๆ อาจจะทำให้เสียค่าใช้จ่ายมากเกินไปและเสียเวลาไม่คุ้มค่าในการลงทุน ดังนั้น ในแต่ละโครงการจะศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการ หรือวิเคราะห์โครงการเน้นทางด้านไหนก็จะพิจารณาตามความเหมาะสม และตามวัตถุประสงค์ของแต่ละโครงการ

โดยทั่วไปการศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการนั้น (Feasibility Study) จะทำการศึกษาและวิเคราะห์ในหลายๆ ด้านรวมกัน เช่น การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางการตลาดและความเป็นไปได้ทางการเงินของโรงแรมที่ต้องการจะขยายตลาด โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินโครงการ และประเมินตลาดในการสร้างโรงแรมในสถานที่ใหม่ ซึ่งการวิเคราะห์ตลาดจะวิเคราะห์โดยเศรษฐกิจมหภาคของภายในประเทศ นอกจากนั้นยังวิเคราะห์คู่แข่ง และคาดการณ์ผลทางการเงิน ซึ่งจะสามารถอธิบายได้ว่าควรจัดตั้งหรือไม่ควรจัดตั้งโรงแรมตามโครงการที่วางไว้ และการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางการผลิต ร่วมกับการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางการเงิน เช่น การศึกษากระบวนการการผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากไขมันโคขุนโพนยางคำ (เนื้อไทย-ฝรั่งเศส) ที่เหมาะสม แล้วหาคุณสมบัติของน้ำมันไบโอดีเซลและทำการทดลองใช้กับเครื่องยนต์ดีเซลเล็ก 4 จังหวะแบบสูบเดียว แล้วทดสอบหาสมรรถนะของเครื่องยนต์ดีเซลเล็กที่ใช้น้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตจากไขมันโคขุนโพนยางคำเปรียบเทียบกับน้ำมันไบโอดีเซล B5 รวมทั้งวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการผลิต [45-47] เป็นต้น

ในการดำเนินงาน อาจเป็นไปได้ที่จะมีแนวทางในการปฏิบัติที่หลากหลายและก่อให้เกิดผลตามมาที่แตกต่างกัน ดังนั้น ผู้วางแผนหรือผู้ที่กำหนดทิศทางของโครงการจำเป็นต้องพิจารณาทางเลือกทั้งหมดที่เป็นไปได้ของโครงการ เพื่อทำการคัดเลือกและเลือกทางเลือกที่เหมาะสมที่สุด และกำหนดใช้เป็นแนวทางปฏิบัติ โดยทั่วไป ทางเลือก (Alternatives) คือ แนวทางปฏิบัติแต่ละวิธีที่ถูกกำหนดขึ้นมาเพื่อรองรับสถานการณ์ที่พิจารณา ในสถานการณ์ที่พิจารณานี้อาจมีหลายทางเลือกที่สามารถนำไปปฏิบัติและบรรลุผลตามที่ต้องการ แต่จะมีอยู่เพียงทางเลือกเดียวที่เป็นทางเลือกที่ดีที่สุดสำหรับสถานการณ์นั้น ด้วยเหตุนี้ จึงจำเป็นต้องนิยามข้อกำหนดของการประเมิน (Evaluation Criteria) ขึ้นมา เพื่อเป็นตัวชี้วัดระดับความเหมาะสมของแต่ละทางเลือก ทางเลือกที่มีความเหมาะสมมากที่สุด จะถูกเลือกให้เป็นแนวทางปฏิบัติสำหรับสถานการณ์นั้นๆ ซึ่งโดยทั่วไป ถ้าพิจารณาในมุมมองของเศรษฐศาตร์วิศวกรรม ข้อกำหนดทางการเงิน (Financial criteria) มักถูกพิจารณาเป็นตัวชี้วัดหลักของการวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์ โดยตัวแปรสำคัญที่มีอิทธิพลต่อค่าของเงิน คือ เวลา (Time) และอัตราดอกเบี้ยหรือผลตอบแทน (Interest Rate or Rate of Return)

หลักการสำคัญประการหนึ่งของการวิเคราะห์เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม คือ มูลค่าเงินตามเวลา (Time Value of Money) ซึ่งหมายถึงมูลค่าของเงินที่เปลี่ยนแปลงไปในช่วงเวลาที่กำหนด นั่นหมายความว่าในช่วงเวลาที่ต่างกันเงินค่าเดียวกันจะมีมูลค่าที่ต่างกัน แต่จะมีมูลค่าต่างจากเดิมเท่าไหร่นั้นขึ้นอยู่กับอัตราดอกเบี้ยหรือผลตอบแทน การวิเคราะห์มูลค่าของเงินที่แปรผันไปตามช่วงเวลาและอัตราดอกเบี้ย มักจะเสนอในรูปของแผนภูมิกระแสเงินหมุนเวียน (Cash flow) และจะเป็นผลทำให้สามารถวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางการลงทุนของโครงการได้ต่อไป โดยตัวชี้วัดที่จะนำมาวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางการลงทุน ได้แก่

มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) คือ ผลต่างมูลค่าปัจจุบันรวมของกระแสเงินสดรับสุทธิตลอดอายุโครงการ กับมูลค่าปัจจุบันของเงินลงทุน โดยจะคำนวณจากอัตราคิดลด (Discount Rate) ของตัวใดตัวหนึ่ง นำมาปรับมูลค่าของกระแสเงินสดที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงเวลาให้มาอยู่ ณ เวลาปัจจุบัน วิธีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ นับเป็นเครื่องมือในการประเมินความเป็นไปได้ทางการลงทุน ที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย เนื่องจากมีการนำเรื่องค่าของเงินตามเวลามาร่วมพิจารณา และเป็นการคำนวณกระแสเงินสดที่เกิดขึ้นตลอดอายุโครงการ โดยเกณฑ์การตัดสินใจ คือ ถ้ามูลค่าปัจจุบันสุทธิที่คำนวณได้ของโครงการมีค่ามากกว่า 0 ผลก็คือการตัดสินใจให้ลงทุนหรือยอมรับในการลงทุนของโครงการนั้น หากมูลค่าปัจจุบันสุทธิมีค่าน้อยกว่า 0 หรือ มีค่าเป็นลบ ผลคือไม่ลงทุนในโครงการดังกล่าว เนื่องจากไม่คุ้มค่า สำหรับในกรณีที่มีโครงการลงทุนที่น่าสนใจมากกว่า 1 โครงการ จำเป็นต้องทำการจัดอันดับโครงการ โดยเรียงตามมูลค่าปัจจุบันสุทธิที่คำนวณได้ จากค่ามากไปค่าน้อย

อัตราผลตอบแทนคิดลด (Internal Rate of Return: IRR) คือ อัตราคิดลด (Discount Rate) ที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดรับสุทธิตลอดระยะเวลาของอายุโครงการเท่ากับเงินสดจ่ายลงทุนสุทธิพอดี หรือกล่าวอีกนัยหนึ่ง คือ อัตราคิดลดที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการเท่ากับศูนย์ ซึ่งจะเป็นอัตราผลตอบแทนเฉลี่ยต่อปี ที่ผู้ลงทุนได้รับจากการลงทุนตลอดระยะเวลาของอายุโครงการ ในทางปฏิบัติ IRR นิยมนำมาใช้เป็นเกณฑ์ในการประเมินโครงการอย่างแพร่หลาย เนื่องจากวิธีนี้มีการแสดงค่าผลตอบแทนเป็นร้อยละ ส่งผลให้เข้าใจง่ายและสะดวกในการเปรียบเทียบระหว่างโครงการต่างๆ ที่เป็นทางเลือกของการลงทุนที่มีอยู่ในขณะนั้น โดยเกณฑ์การตัดสินใจ คือ หาก IRR > MARR ก็ตัดสินใจลงทุน หรือหาก IRR < MARR ก็ตัดสินใจไม่ลงทุน โดย MARR คือ อัตราผลตอบแทนขั้นต่ำของโครงการ

ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period: PB) หมายถึง ระยะเวลาการลงทุนที่เงินสดรับสุทธิจะเท่ากับเงินลงทุนที่เสียไปในเริ่มแรก หรือกล่าวอีกนัย หมายถึง ระยะเวลาที่กระแสเงินสดรับสุทธิจากโครงการเท่ากับกระแสเงินสดจ่ายสุทธิพอดี ซึ่งหมายความได้ว่า ผลการลงทุนไม่มีกำไรและไม่ขาดทุนนั่นเอง โดยระยะเวลาคืนทุนจะเป็นเครื่องมือหนึ่งที่จะช่วยในการประเมินความเป็นไปได้ของ

การลงทุนอย่างง่าย และไม่ซับซ้อน อย่างไรก็ตาม การคำนวณระยะเวลาคืนทุนก็ยังมีจุดอ่อน คือ ไม่ได้นำค่าของเงินตามเวลามาพิจารณา และไม่ให้ความสำคัญกับกระแสเงินสดที่ได้รับภายหลังระยะเวลาคืนทุน ซึ่งอาจจะทำให้เกิดการตัดสินใจเลือกโครงการลงทุนที่ผิดพลาดได้ง่าย ดังนั้น บางกรณีอาจแก้ปัญหาโดยนำกระแสเงินสดมาปรับลดด้วยอัตราคิดลด ซึ่งจะเป็นการสะท้อนมูลค่าของเงินตามเวลาก่อน แล้วค่อยนำมาคำนวณหาระยะเวลาคืนทุน หรือที่เรียกว่า การหาระยะเวลาคืนทุนแบบคิดลด (Discount Payback Period: DPB) โดยเกณฑ์การตัดสินใจจะแล้วแต่ระยะเวลาโครงการขึ้นอยู่กับระยะเวลาที่ยอมรับได้ [48]

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

งานวิจัย “การออกแบบข้อกำหนดทางเทคนิคและการศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตกาวติดโลหะจากยางพาราสำหรับอุตสาหกรรมรถยนต์” เป็นการศึกษาเพื่อพิจารณาความเป็นไปได้ในการผลิต โดยจะเก็บข้อมูลเชิงลึกด้วยวิธีการสัมภาษณ์ผู้ใช้งานและผู้ผลิต เพื่อนำมาวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางการผลิต และความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ โดยมีผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับงานวิจัย 3 กลุ่ม ได้แก่

1. ผู้ผลิต หมายถึง บริษัทผู้ผลิตกาวติดโลหะ
2. ผู้ใช้งาน หมายถึง ผู้ผลิต และประกอบชิ้นส่วนรถยนต์
3. ผู้เชี่ยวชาญ หมายถึง ผู้ที่มีความรู้และความเชี่ยวชาญทางด้านผลิตภัณฑ์ยาง

ซึ่งมีขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัย และแผนการดำเนินงานตลอดโครงการ ดังนี้

3.1 วิธีการดำเนินการวิจัย และการเก็บข้อมูล

ในหัวข้อนี้นำเสนอขั้นตอนการดำเนินการวิจัยตามแนวทางของเทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ (Quality Function Deployment: QFD) ซึ่งเป็นการวิจัยผลิตภัณฑ์ โดยนำข้อมูลคุณสมบัติของสินค้า คือ กาวติดโลหะที่ตรงความต้องการของผู้ใช้งาน มาประเมินความเป็นไปได้ในการผลิตผลิตภัณฑ์โดยการทดแทนด้วยยางพารา ซึ่งกำหนดกลุ่มตัวอย่าง จำนวนตัวอย่าง และวิธีการรวบรวมข้อมูล ดังตารางที่ 3.1 โดยขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยสามารถนำเสนอได้ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3.1 กลุ่มตัวอย่าง และจำนวนกลุ่มตัวอย่างในการรวบรวมข้อมูล

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวนตัวอย่าง	วิธีการรวบรวมข้อมูล
ผู้ใช้งานผลิตภัณฑ์กาวติดโลหะ	2 ราย	สัมภาษณ์เชิงลึก
ผู้ผลิตกาวติดโลหะ	3 ราย	สัมภาษณ์เชิงลึก
ผู้เชี่ยวชาญ	3 ราย	สัมภาษณ์เชิงลึก

3.1.1 การสำรวจและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์กาวติดโลหะจากยางพารา

สำรวจและรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์กาวติดโลหะที่มีการใช้งานในอุตสาหกรรมทั้งส่วนที่มีการผลิตและจำหน่ายในตลาดปัจจุบัน เช่น ลักษณะผลิตภัณฑ์กาว

ติดโลหะที่ใช้ในอุตสาหกรรม ตลาด และกลุ่มผู้ใช้งาน บริษัทผู้ผลิต ราคา รูปแบบการจำหน่าย เป็นต้น เพื่อให้ได้ข้อมูลตลาดและโครงสร้างโซ่อุปทานของผลิตภัณฑ์กาวติดโลหะที่ใช้ในอุตสาหกรรม

3.1.2 การสำรวจข้อมูลความต้องการด้านคุณลักษณะและพฤติกรรมของผู้ใช้งาน

ผลิตภัณฑ์กาวติดโลหะ ส่วนใหญ่เป็นบริษัทที่ตั้งอยู่ในภาคกลาง เช่น กรุงเทพฯ สมุทรปราการ และชลบุรี เป็นต้น ด้วยวิธีการสัมภาษณ์เชิงลึก เพื่อค้นหาความคิดเห็นต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ โดยแนวทางการสัมภาษณ์เชิงลึกจากผู้ใช้งาน เช่น คุณสมบัติหรือลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ ราคาที่ซื้อ ช่องทางการซื้อ และปริมาณการใช้งาน เป็นต้น ทั้งนี้เพื่อให้ทราบข้อมูลของผลิตภัณฑ์กาวติดโลหะที่ใช้ในอุตสาหกรรมปัจจุบัน และประเมินความเป็นไปได้กลยุทธ์ทางการตลาด ทั้งในด้านผลิตภัณฑ์ ราคา และช่องทางการจำหน่าย เป็นต้น

การสำรวจความต้องการของผู้ใช้งานด้วยวิธีการสัมภาษณ์เชิงลึก ผู้วิจัยได้ออกแบบสอบถามและกำหนดแนวทางการสัมภาษณ์เชิงลึกผู้ใช้งาน ได้แก่ คุณสมบัติหรือลักษณะของผลิตภัณฑ์ ราคา ช่องทางการจัดซื้อ และปริมาณการบริโภค เป็นต้น เพื่อพิจารณาความคาดหวัง และคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ผู้ใช้งานต้องการ ประกอบด้วย 4 ส่วน คือ (1) สถานภาพส่วนบุคคลของผู้ตอบแบบสอบถาม (2) ข้อมูลการใช้งานกาวติดโลหะ (3) ข้อมูลการพัฒนาการใช้งาน และ (4) ข้อเสนอแนะ

ผลจากการสำรวจข้อมูลความต้องการด้านคุณลักษณะของผู้ใช้งานผลิตภัณฑ์กาวติดโลหะภายในรถยนต์ จะใช้ Prioritization Matrix ช่วยในการจัดลำดับความสำคัญของความต้องการที่ได้มา ซึ่งวิธีที่จะใช้ในการวิเคราะห์คะแนนความสำคัญของความต้องการผู้ใช้งาน ได้ใช้ค่าเฉลี่ยเรขาคณิต (Geometric Mean) เข้ามาช่วยในการจัดลำดับความสำคัญของความต้องการผู้ใช้งาน เนื่องจากเหมาะสมที่จะนำมาเป็นค่ากลางของข้อมูลนั้นๆ โดยวิธีการคำนวณค่าเฉลี่ยเรขาคณิต แสดงดังสมการที่ 1

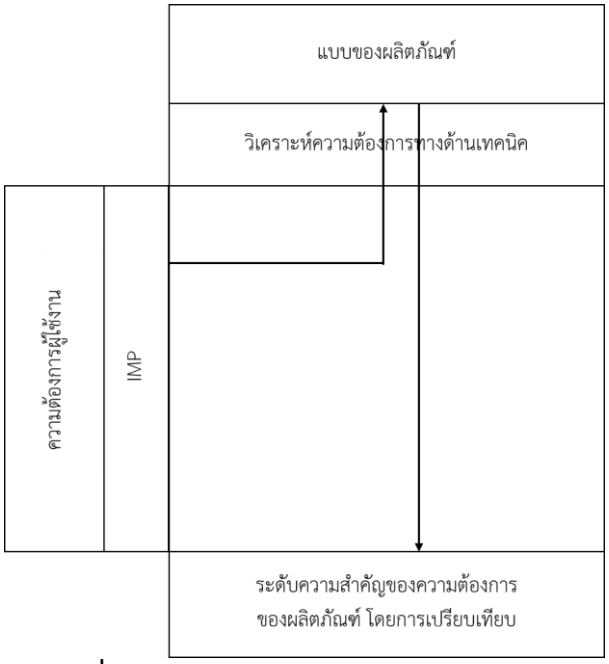
$$IMP = \sqrt[n]{a_1 \times a_2 \times \ldots \times a_n} \qquad (1)$$

โดยที่ n คือ จำนวนตัวอย่างข้อมูล a_i คือ ค่าความสำคัญของคุณลักษณะผลิตภัณฑ์จากการประเมินของผู้ใช้งานที่ i (i = 1, 2, ..., n) ซึ่งค่าความสำคัญจากการประเมินของผู้ใช้งานที่ i มีคะแนนความสำคัญ ดังนี้ 5 หมายถึง สำคัญมาก 3 หมายถึง สำคัญปานกลาง และ 1 หมายถึง สำคัญน้อย โดยค่า IMP จะแสดงค่าคะแนนความสำคัญของความต้องการผู้ใช้งานในการวิเคราะห์เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ

3.1.3 การประเมินและการแปลงข้อมูลความต้องการของผู้ใช้งานเป็นคุณลักษณะผลิตภัณฑ์

การประเมินและการแปลงข้อมูลความต้องการของผู้ใช้งานเป็นคุณลักษณะผลิตภัณฑ์ที่ควรมีการวิจัยพัฒนาหรือนำไปผลิต เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติที่สอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้งาน โดยใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ ทำโดยการออกแบบสอบถามที่เกี่ยวข้องกับเทคนิคและวิธีการผลิต รวมไปถึงการสัมภาษณ์เชิงลึกผู้ผลิต และผู้เชี่ยวชาญ ประกอบด้วย 4 ส่วน คือ (1) สถานภาพส่วนบุคคลของผู้ตอบแบบสอบถาม (2) ข้อมูลการผลิตกาวติดโลหะในปัจจุบัน (3) ข้อมูลการพัฒนาการผลิต และ (4) ข้อเสนอแนะ

ผลจากการสัมภาษณ์บริษัทผู้ผลิต ทำให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับคุณลักษณะที่พึงมีในการผลิตกาวติดโลหะ ข้อมูลส่วนนี้จะนำมาเข้ากระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลร่วมกับความต้องการของผู้ใช้งานในเมตริกซ์การวางแผนผลิตภัณฑ์ แสดงดังรูปที่ 3.1 จากนั้นผู้เชี่ยวชาญจะเป็นผู้ประเมินและให้คะแนนความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการของผู้ใช้งานกับแบบของผลิตภัณฑ์



รูปที่ 3.1 เมตริกซ์การวางแผนผลิตภัณฑ์ [39]

จากรูปที่ 3.1 การให้คะแนนความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการผู้ใช้งานกับแบบของผลิตภัณฑ์ ใช้สัญลักษณ์ในการให้คะแนนความสัมพันธ์ ดังนี้ 9 หมายถึง มีความสัมพันธ์มาก 3 หมายถึง มีความสัมพันธ์ปานกลาง 1 หมายถึง มีความสัมพันธ์น้อย และช่องว่าง หมายถึง ไม่มี

ความสัมพันธ์ ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ในแต่ละเมตริกซ์จะแสดงให้เห็นว่า ในแต่ละความต้องการสามารถตอบสนองได้เพียงใด โดยมีระดับความสำคัญเป็นตัวชี้วัด

3.1.4 การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ

จากข้อมูลความต้องการของผู้ใช้งานและคะแนนความสำคัญ จะนำไปเป็นข้อมูลในการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ ตามเมทริกซ์แบบของผลิตภัณฑ์ เพื่อทำการแปลงความต้องการและวางแผนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ตามความต้องการของผู้ใช้งาน รวมทั้งประเมินความเป็นไปได้ในการผลิต เช่น การวิเคราะห์ความสามารถของวัตถุดิบจากยางธรรมชาติในการแทนที่วัตถุดิบเดิม และการวิเคราะห์ปัจจัยสำคัญอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ที่เป็นผลต่อการประเมินความเป็นไปได้ในการผลิต เป็นต้น

3.1.5 การวิเคราะห์ความเป็นไปได้เชิงเศรษฐศาสตร์

วิเคราะห์อัตราส่วนกำไรขาดทุน เช่น การวิเคราะห์ต้นทุนทางการผลิต และความคุ้มค่าทางการลงทุน ได้แก่ มูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์สุทธิ (Net Present Value: NPV) อัตราผลตอบแทนภายใน (Internal Rate of Return: IRR) ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period: PB) และการวิเคราะห์ความไวเชิงเศรษฐศาสตร์ (Sensitivity analysis)

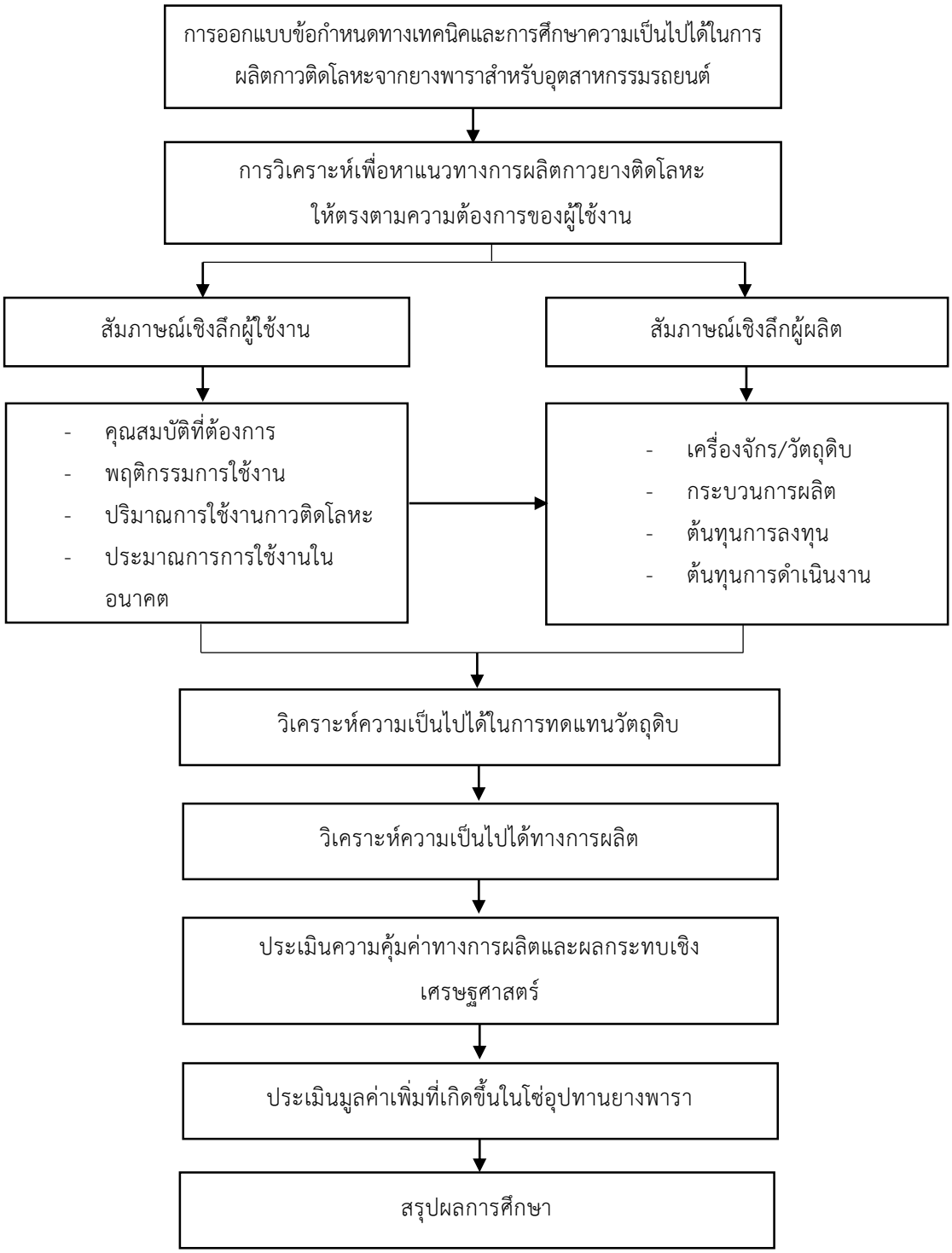
3.1.6 การวิเคราะห์การสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่โซ่อุปทานยางพารา

โดยจะเริ่มวิเคราะห์ตั้งแต่อุตสาหกรรมปลายน้ำ อุตสาหกรรมกลางน้ำ และอุตสาหกรรมต้นน้ำ ในกรณีที่การผลิตกาวติดโลหะจากยางพารามีความเป็นไปได้ทางการผลิตและคุ้มค่าทางการลงทุน ภายใต้ข้อกำหนดและระยะเวลาของโครงการ

3.1.7 สรุปผลและรายงานผลการวิจัย

สรุปผลและรายงานผลการวิจัยที่ได้จากการทำรายงานวิจัยฉบับนี้ ซึ่งผ่านการวิเคราะห์และประมวลผลออกมาเป็นข้อเสนอแนะทางกลยุทธ์ต่างๆ เช่น กลยุทธ์ทางการตลาด กลยุทธ์ทางการผลิต ข้อเสนอแนะสำหรับอุตสาหกรรมยางพารา และข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต เป็นต้น

3.2 กรอบแนวคิดการวิจัย



รูปที่ 3.2 กรอบแนวคิดการวิจัย

บทที่ 4

ผลการวิจัย

จากวิธีการดำเนินการวิจัยดังที่กล่าวไว้ในบทที่ 3 สามารถแสดงผลการดำเนินงานของแต่ละขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัยได้ ดังนี้

4.1 ผลการสำรวจและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์กาวติดโลหะ

ปัจจุบันอุตสาหกรรมรถยนต์มีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว โดยล่าสุดมีการเปลี่ยนเข้าสู่นวัตกรรมและเทคโนโลยีต่างๆ เพื่อให้สอดรับกับนโยบายไทยแลนด์ 4.0 ของรัฐบาล ที่เน้นให้มีการพัฒนาอุตสาหกรรมโดยใช้นวัตกรรมเป็นตัวขับเคลื่อนมากยิ่งขึ้น ซึ่งอุตสาหกรรมรถยนต์นับว่าเป็นหนึ่งในอุตสาหกรรมนำร่องของไทย และเมื่อประกอบกับแนวโน้มความต้องการสินค้าที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมของตลาดโลก ทำให้การผลิตรถยนต์แบบเดิมๆ อาจไม่สอดรับกับการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว อุตสาหกรรมรถยนต์ของไทยจึงต้องมีการพัฒนาเป็นรถยนต์สมัยใหม่ โดยเริ่มจากการพัฒนาการผลิตรถยนต์ รวมถึงชิ้นส่วนประกอบให้เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมโดยการใช้กาวในการผลิตแทนการเชื่อมหรือการบัดกรี ซึ่งจะมีการพัฒนาอย่างค่อยเป็นค่อยไป

4.1.1 กาวติดรถยนต์

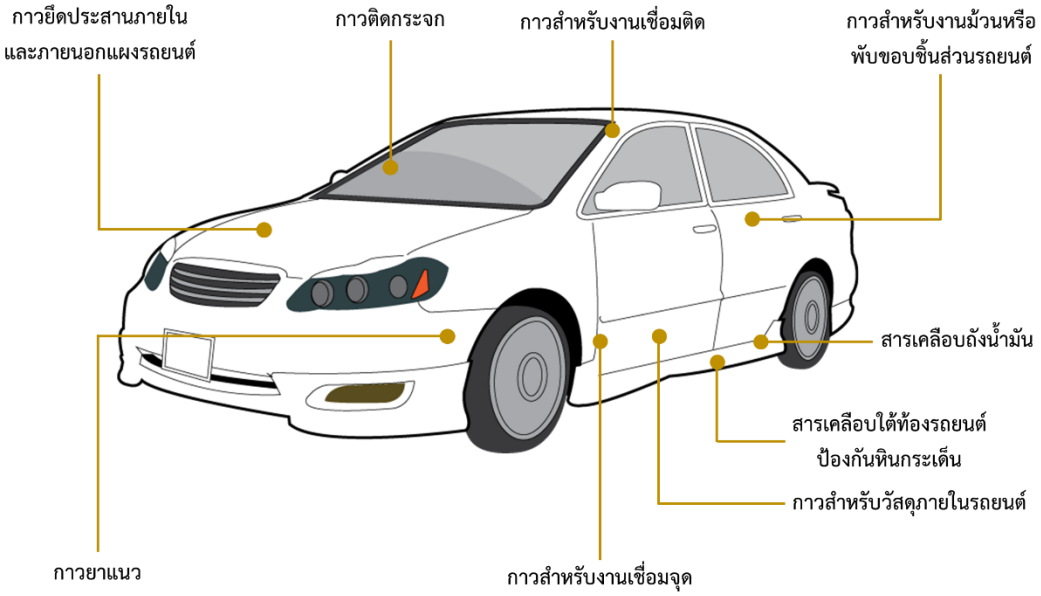
ตลาดการแข่งขันของบริษัทผู้ผลิตกาวเพื่อส่งมอบให้แก่ผู้ใช้งานในกลุ่มอุตสาหกรรมรถยนต์ ในปัจจุบันได้มีการมุ่งพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อให้สอดรับกับแนวโน้มของเทคโนโลยียานยนต์ในอนาคต ขณะเดียวกันก็ต้องเน้นเรื่องการผลิตผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ใช้แล้วสามารถทำให้รถยนต์ประหยัดพลังงาน การออกแบบคิดค้นโดยใช้เทคโนโลยีขั้นสูงจึงมีมากขึ้น ทั้งนี้ เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มและความได้เปรียบในการแข่งขันให้แก่อุตสาหกรรมยานยนต์และชิ้นส่วนในประเทศไทย ผู้ประกอบการจึงมีการปรับตัว โดยเฉพาะการเร่งพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้สามารถตอบรับกับทิศทางดังกล่าว รวมถึงเพื่อให้สามารถแข่งขันได้กับทั้งคู่แข่งเดิมในประเทศ และคู่แข่งรายใหม่ที่เข้ามาลงทุนในไทย หรือคู่แข่งที่อยู่ในต่างประเทศได้ในยุคการค้าปัจจุบัน

ปัจจุบันวิธีการประกอบรถยนต์ด้วยกาว นิยมใช้สารเคมีที่เรียกว่า อีพอกซี่ (Epoxy) เป็นส่วนผสมระหว่างสารเคมี 2 ชนิด ได้แก่ เรซิ่นและตัวเร่งซึ่งต้องใช้คู่กัน โดยสารทั้ง 2 ก็มีพื้นฐานมาจากสารอีกหลายประเภท ขึ้นอยู่กับสูตรของผู้ผลิตทำให้คุณสมบัติที่แตกต่างกันไป สำหรับอุตสาหกรรมรถยนต์จะเลือกใช้อีพอกซี่ 2 สูตร ได้แก่ โพลียูริเทน และกลาสซี่แมทริก โดยโพลียูริเทน

จะมีความยืดหยุ่นมากกว่า แต่มีความแข็งแกร่งไม่สูงนัก ส่วนกลาสซี่แมทริกจะไม่มีความยืดหยุ่นมากนัก แต่มีความแข็งแกร่งและทนทานมากกว่า

สำหรับวิธีในการใช้กาวติดรถยนต์ จะแตกต่างกันออกไปตามลักษณะของการใช้งาน ซึ่งการใช้กาวเพื่อติดประกอบนั้นจะแตกต่างกันตามสูตรของผู้ผลิต โดยทั่วไปแล้วสามารถประยุกต์ใช้ได้กับทุกส่วนของรถยนต์ไม่ว่าตัวถังภายนอกหรือห้องโดยสาร เพียงแต่บางชิ้นอาจจำเป็นต้องผ่านการลงสีและทำความสะอาดก่อนติดตั้งและต้องให้ชิ้นส่วนที่ติดเข้าด้วยกันอยู่นิ่งจนกาวแห้ง ผู้ผลิตบางรายอาจใช้วิธีการบีบอัดชิ้นส่วนดังกล่าวร่วมด้วยเพื่อให้ชิ้นส่วนติดกันได้แน่นยิ่งขึ้น

ปัจจุบันกาวที่ใช้สำหรับอุตสาหกรรมรถยนต์มีมากมาย สามารถแบ่งออกเป็น 9 ประเภทหลัก ได้แก่ (1) กาวยึดติดประสานภายในรถยนต์และภายนอกแผงรถยนต์ (2) กาวติดกระจก (3) กาวสำหรับงานเชื่อมติด (4) กาวสำหรับงานม้วนขอบหรือพับขอบชิ้นส่วนรถยนต์ (5) กาวสำหรับสารเคลือบถังน้ำมัน (6) กาวสำหรับสารเคลือบใต้ท้องรถป้องกันหินกระเด็น (7) กาวสำหรับวัสดุภายในรถยนต์ (8) กาวสำหรับงานเชื่อมจุด และ (9) กาวยาแนว ซึ่งคุณสมบัติของกาวแต่ละประเภทก็จะมีหน้าที่แตกต่างกัน และใช้สำหรับการติดวัสดุที่แตกต่างกัน แสดงดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 ประเภทกาวภายในรถยนต์ [49]

จากรูปที่ 4.1 กาวที่ใช้สำหรับยึดติดระหว่างโลหะกับโลหะภายในรถยนต์ มี 2 ประเภท ได้แก่ กาวสำหรับยึดประสานภายในและภายนอกแผงรถยนต์ (Mastic adhesive) และกาวสำหรับงานม้วนหรือพับขอบชิ้นส่วนรถยนต์ (Hemmimg adhesive) โดยจากการรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิและการสัมภาษณ์เชิงลึกผู้เชี่ยวชาญและผู้ผลิต พบว่า กาวสำหรับยึดประสานภายในและภายนอก

แผงรถยนต์ เป็นกาวยางสังเคราะห์ ซึ่งมีความเป็นไปได้ในการผลิตมากกว่ากาวสำหรับงานม้วนหรือพับขอบชิ้นส่วนรถยนต์ที่เป็นกาว epoxy โดยในปัจจุบันบริษัทที่ผลิตกาวเพื่อส่งมอบให้แก่ผู้ใช้งานหรือผู้ที่เกี่ยวข้องกับการผลิตอุตสาหกรรมรถยนต์มีหลายบริษัท ได้แก่ (1) บริษัท แอดฮีซีล จำกัด (2) บริษัท ลอร์ด (ประเทศไทย) จำกัด (3) บริษัท ซันสตาร์ เคมีคัล (ประเทศไทย) จำกัด (4) บริษัท ซิก้า (ประเทศไทย) จำกัด (5) บริษัท เฮงเค็ล (ประเทศไทย) จำกัด (6) บริษัท 3M ประเทศไทย (7) บริษัท ดาวเคมิคอล (ประเทศไทย) จำกัด (8) บริษัท พีพีจี อินดัสตรีส์ (ประเทศไทย) จำกัด (9) บริษัท ไทยพัฒนสิน (จิ้นเส็ง) จำกัด และ (10) บริษัท ล็อคไทท์ (ประเทศไทย) จำกัด เป็นต้น

4.1.2 ข้อดีและข้อเสียของการใช้กาวในอุตสาหกรรมรถยนต์

4.1.2.1 ข้อดีของการใช้กาวในอุตสาหกรรมรถยนต์

1) ลดขั้นตอนการประกอบ เนื่องจากบริษัทรถยนต์นิยมแบ่งโครงสร้างรถยนต์ออกเป็น 2 ส่วน แล้วทำการประกอบด้วยกาว จากนั้นจึงเชื่อมเพื่อเก็บรายละเอียด ทำให้รถมีน้ำหนักเบากว่าเมื่อเทียบกับวิธีการเชื่อมเพียงอย่างเดียว เพราะการเชื่อมต้องใช้เหล็กขนาดใหญ่และไม่สามารถใช้วัสดุน้ำหนักเบาอย่างอะลูมิเนียมและคาร์บอนไฟเบอร์ได้

2) ด้านความทนทาน กาวเรซิ่นสามารถทนต่ออุณหภูมิได้มากถึง 204 องศาเซลเซียส และยังคงความสามารถในการยึดเกาะได้ในอุณหภูมิต่ำถึง -40 องศาเซลเซียส อีกทั้ง ยังมีความยืดหยุ่นสูง จึงสามารถซับและกระจายแรงกระแทกได้เป็นอย่างดี

4.1.2.2 ข้อเสียของการใช้กาวในอุตสาหกรรมรถยนต์

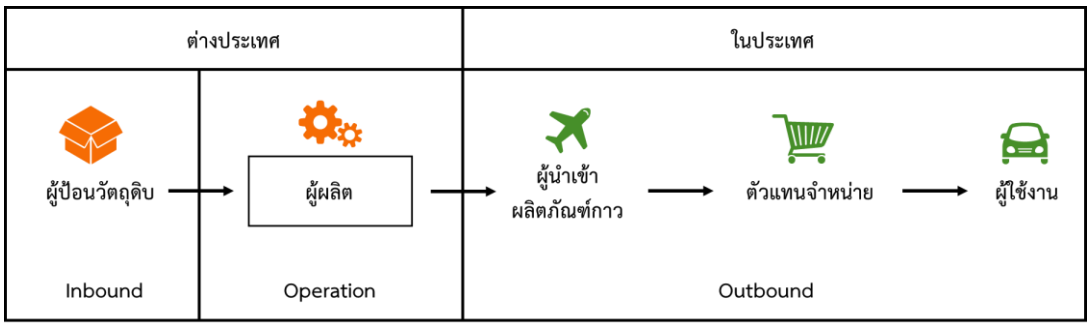
1) ข้อเสียของการประกอบด้วยกาวในปัจจุบัน คือ ความใหม่ของเทคโนโลยี เนื่องจากยังไม่มีผู้ใดที่สามารถพิสูจน์ได้ว่ารถยนต์ที่ประกอบด้วยกาว จะใช้งานได้ยาวนานทัดเทียมกับวิธีการเชื่อมมากหรือน้อย

2) ค่าซ่อมแซมด้วยกาว จะมีราคาที่สูงกว่าการเชื่อม

4.1.3 โครงสร้างโซ่อุปทานปัจจุบันของผลิตภัณฑ์กาวติดโลหะในรถยนต์

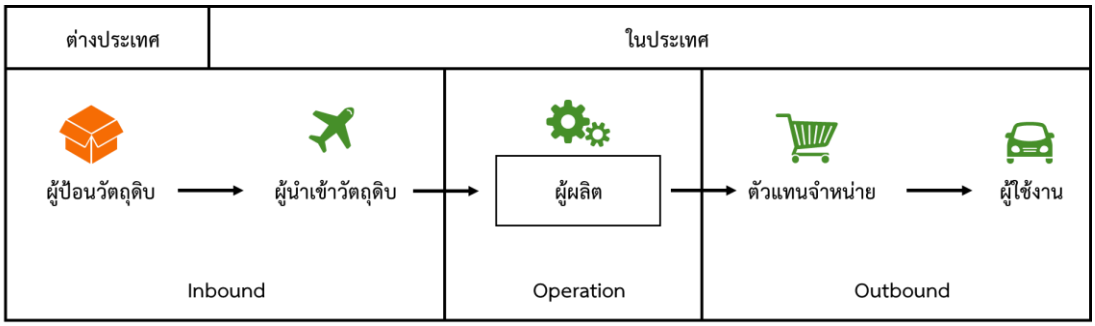
จากการสำรวจและรวบรวมข้อมูลโดยการสัมภาษณ์เชิงลึก ผู้ใช้งาน (บริษัทผู้ผลิตรถยนต์และชิ้นส่วนประกอบ) จำนวน 2 ราย และผู้ผลิตกาวสำหรับติดโลหะภายในรถยนต์ จำนวน 3 ราย ทราบว่าการทำตลาดของอุตสาหกรรมกาวติดโลหะภายในรถยนต์ จะทำการแข่งขันกันเองภายในประเทศและนำเข้าจากต่างประเทศ ซึ่งขึ้นอยู่กับโครงสร้างโซ่อุปทานของแต่ละบริษัท จากการสำรวจและรวบรวมข้อมูลเบื้องต้น พบว่า ผลิตภัณฑ์กาวสำหรับอุตสาหกรรมรถยนต์มีรูปแบบของโครงสร้างโซ่อุปทานแบ่งออกเป็น 3 รูปแบบหลัก ได้แก่ รูปแบบที่ 1 บริษัทผู้ผลิตกาวตั้งฐานการผลิตอยู่ต่างประเทศโดยมีตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย (แสดงดังรูปที่ 4.2) รูปแบบที่ 2 บริษัทผู้ผลิตกาว

ตั้งฐานการผลิตภายในประเทศและมีตัวแทนจำหน่าย (แสดงดังรูปที่ 4.3) และรูปแบบที่ 3 บริษัทผู้ผลิตกาวตั้งฐานการผลิตภายในประเทศและไม่มีตัวแทนจำหน่าย (แสดงดังรูปที่ 4.4)



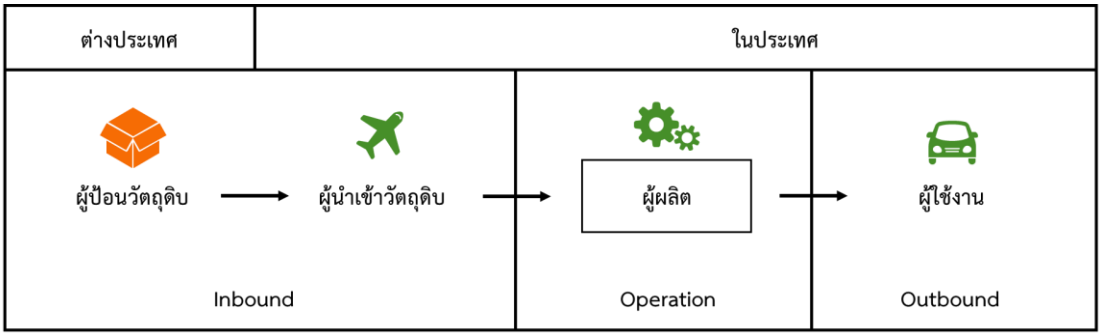
รูปที่ 4.2 รูปแบบที่ 1 โครงสร้างโซ่อุปทานบริษัทผู้ผลิตกาวตั้งฐานการผลิตอยู่ต่างประเทศโดยมีตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย

รูปแบบที่ 1 เป็นรูปแบบของโครงสร้างโซ่อุปทานผลิตภัณฑ์กาวติดโลหะในปัจจุบันที่มีผู้ป้อนวัตถุดิบ และบริษัทผู้ผลิตกาวตั้งฐานการผลิตอยู่ต่างประเทศ โดยจะมีผู้นำเข้าผลิตภัณฑ์กาวเข้ามาจำหน่ายภายในประเทศ และมีตัวแทนจำหน่ายผลิตภัณฑ์เพื่อจำหน่ายให้แก่ผู้ใช้งาน (โรงงานผลิตชิ้นส่วน และ/หรือโรงงานประกอบชิ้นส่วนรถยนต์) ซึ่งผู้นำเข้ากับตัวแทนจำหน่ายอาจเป็นบริษัทเดียวกันหรือคนละบริษัท หรืออาจจะเป็นบริษัทในเครือของบริษัทผู้ผลิตที่เข้ามาวางฐานการจำหน่ายในประเทศไทย



รูปที่ 4.3 รูปแบบที่ 2 โครงสร้างโซ่อุปทานบริษัทผู้ผลิตกาวตั้งฐานการผลิตภายในประเทศและมีตัวแทนจำหน่าย

รูปแบบที่ 2 เป็นรูปแบบของโครงสร้างโซ่อุปทานที่มีผู้ป้อนวัตถุดิบอยู่ต่างประเทศ แต่บริษัทผู้ผลิตกาวตั้งฐานการผลิตอยู่ในประเทศไทย และมีตัวแทนจำหน่ายของบริษัทเป็นผู้จัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์ให้แก่ผู้ใช้งาน (โรงงานผลิตชิ้นส่วน และ/หรือโรงงานประกอบชิ้นส่วนรถยนต์) ซึ่งตัวแทนจำหน่ายอาจจะเป็นบริษัทอื่น หรือบริษัทในเครือของบริษัทผู้ผลิต



รูปที่ 4.4 รูปแบบที่ 3 โครงสร้างโซ่อุปทานบริษัทผู้ผลิตกาวตั้งฐานการผลิตภายในประเทศและไม่มีตัวแทนจำหน่าย

รูปแบบที่ 3 เป็นรูปแบบของโครงสร้างโซ่อุปทานที่มีผู้ป้อนวัตถุดิบอยู่ต่างประเทศ แต่บริษัทผู้ผลิตกาวตั้งฐานการผลิตอยู่ในประเทศไทย รูปแบบนี้จะเป็นรูปแบบที่ไม่มีตัวแทนจำหน่าย บริษัทผู้ผลิตจะเป็นผู้จำหน่ายสินค้าให้แก่ผู้ใช้งาน (โรงงานผลิตชิ้นส่วน และ/หรือโรงงานประกอบชิ้นส่วนรถยนต์) โดยตรง หมายถึง ไม่มีสาขาหรือบริษัทในเครือ ผู้ใช้งานจะติดต่อประสานงานกับบริษัทผู้ผลิตโดยตรง เนื่องจากรูปแบบโซ่อุปทานทั้ง 3 รูปแบบของผลิตภัณฑ์กาวติดโลหะในรถยนต์ปัจจุบัน แสดงให้เห็นถึงที่มาของวัตถุดิบตั้งต้น หรือยางสังเคราะห์ที่ใช้ในการผลิตว่ามีการนำเข้าจากต่างประเทศ ดังนั้น หากทดแทนการผลิตด้วยยางธรรมชาติ อุตสาหกรรมการผลิตกาวติดโลหะบางส่วนก็จะสามารถลดปริมาณการนำเข้ายางสังเคราะห์จากต่างประเทศ และเพิ่มปริมาณการใช้งานยางพาราภายในประเทศ เพื่อที่จะสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่โซ่อุปทานยางพาราได้

4.2 ผลการสำรวจข้อมูลของผู้ใช้งาน

จากการสำรวจและรวบรวมข้อมูลจากบริษัทผู้ใช้งานกาวติดโลหะ ได้แก่ บริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ และบริษัทประกอบชิ้นส่วนรถยนต์ จำนวน 2 ราย ด้วยวิธีการสัมภาษณ์เชิงลึก เพื่อค้นหาพฤติกรรมการใช้งานผลิตภัณฑ์กาวติดโลหะในอุตสาหกรรมรถยนต์ เป็นดังนี้

4.2.1 การสั่งซื้อกาวติดโลหะและช่องทางการจัดซื้อ

จากการสำรวจข้อมูลจากผู้ใช้งานด้วยการสัมภาษณ์เชิงลึก พบว่า ช่องทางการจัดซื้อของผู้ใช้งานแต่ละรายมีความแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับโครงสร้างโซ่อุปทานของแต่ละบริษัทว่าเป็นอย่างไร เช่น หากโครงสร้างโซ่อุปทานของบริษัทเป็นดังรูปแบบที่ 1 คือ บริษัทผู้ผลิตกาวตั้งฐานการผลิตอยู่ต่างประเทศ โดยมีผู้นำเข้ามาจำหน่ายภายในประเทศ และมีตัวแทนจำหน่ายของผลิตภัณฑ์ บริษัทผู้ใช้งานจะทำการสั่งซื้อกาวผ่านตัวแทนจำหน่าย หากโครงสร้างโซ่อุปทานของบริษัทเป็นดัง

รูปแบบที่ 2 คือ บริษัทผู้ผลิตกาวตั้งฐานการผลิตอยู่ในประเทศไทย และมีตัวแทนจำหน่ายของบริษัท บริษัทผู้ใช้งานจะทำการสั่งซื้อผ่านตัวแทนจำหน่าย และถ้าหากโครงสร้างโซ่อุปทานเป็นดังรูปแบบที่ 3 คือ บริษัทผู้ผลิตกาวตั้งฐานการผลิตอยู่ในประเทศไทย รูปแบบนี้จะเป็นรูปแบบที่ไม่มีตัวแทนจำหน่าย ดังนั้น บริษัทผู้ใช้งานจะทำการสั่งซื้อกาวโดยตรงกับบริษัทผู้ผลิต โดยผู้ใช้งานมีพฤติกรรมการสั่งซื้อกาวเป็นรายปี โดยการสั่งซื้อจากผู้ผลิตจะมีการวางแผน (Planning) การสั่งซื้อจากผู้ที่ใช้งานกาวติดโลหะโดยตรง โดยปริมาณในการสั่งซื้อในแต่ละครั้ง จะทำโดยการใช้สูตรเพื่อประมาณการสั่งซื้อ

สำหรับการสั่งซื้อของบริษัทผู้ใช้งานกาวติดโลหะในรถยนต์ ไม่ว่าจะเป็นบริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วน หรือบริษัทผู้ประกอบชิ้นส่วนจะทำการสั่งซื้อเป็นรอบรายปี โดยจะทำการประมาณค่าจากปริมาณการผลิตรถยนต์ในปีถัดไป แสดงสูตรการคำนวณปริมาณการสั่งซื้อ ดังสมการที่ 2

$$OQ = F_q \times U_q \times W_q \qquad (2)$$

โดย OQ = ปริมาณการสั่งซื้อกาว (กิโลกรัม)

F_q = ประมาณการผลิตรถยนต์ในปีถัดไป (คัน)

U_q = ปริมาณการใช้งานกาวต่อคัน (กิโลกรัม/คัน)

W_q = ปริมาณกาวที่เหลือ (กิโลกรัม/ถัง)

หมายเหตุ: สมการการคำนวณปริมาณการสั่งซื้อผู้วิจัยได้จัดทำขึ้นเพื่อง่ายต่อการทำความเข้าใจ

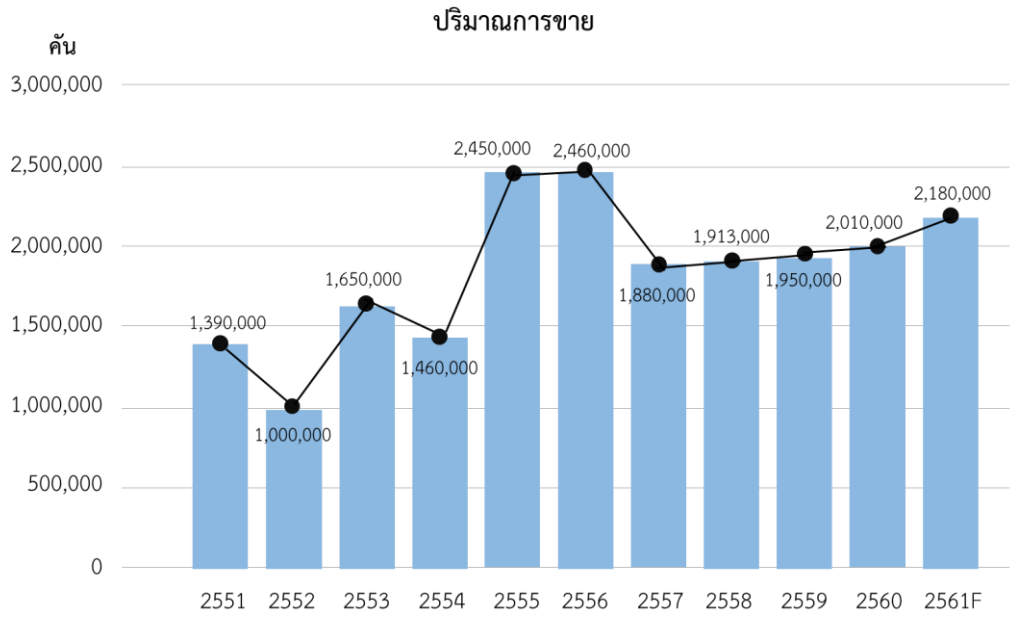
จากสมการ (2) ปริมาณกาวที่เหลือ หมายถึง กาวที่สูญเสียไปกับงานซ่อมบำรุง หรือกาวที่สูญเสียไปกับการที่พนักงานใช้ไม่หมด สำหรับผู้ใช้งานโดยตรงจะเรียกปริมาณกาวที่เหลือว่า *“ค่าเผื่อ”* ทำให้บางกรณีปริมาณกาวที่สั่งมาอาจมีไม่เพียงพอต่อการใช้งาน อาจเกิดเหตุการณ์การสั่งซื้อกาวจากผู้ผลิตเพิ่มนอกเหนือจากการประมาณการสั่งซื้อรายปี

ข้อมูลที่จำเป็นต่อการคำนวณปริมาณการสั่งซื้อกาวของผู้ใช้งานในแต่ละปี คือ ปริมาณการผลิตรถยนต์ในแต่ละปี เนื่องด้วยปริมาณการผลิตรถยนต์ในปีถัดไป เป็นส่วนหนึ่งในข้อมูลที่นำมาใช้ในการคำนวณปริมาณการสั่งซื้อกาว ดังนั้น ปริมาณการผลิตรถยนต์จึงเป็นสิ่งสำคัญ ที่จะสามารถทำให้ผู้ผลิตได้ทราบถึงปริมาณการใช้กาวของบริษัทผู้ใช้งาน ส่งผลให้บริษัทผู้ผลิตสามารถประมาณการผลิตกาวได้ในแต่ละปี

4.2.2 ปริมาณการขายรถยนต์ในไทย

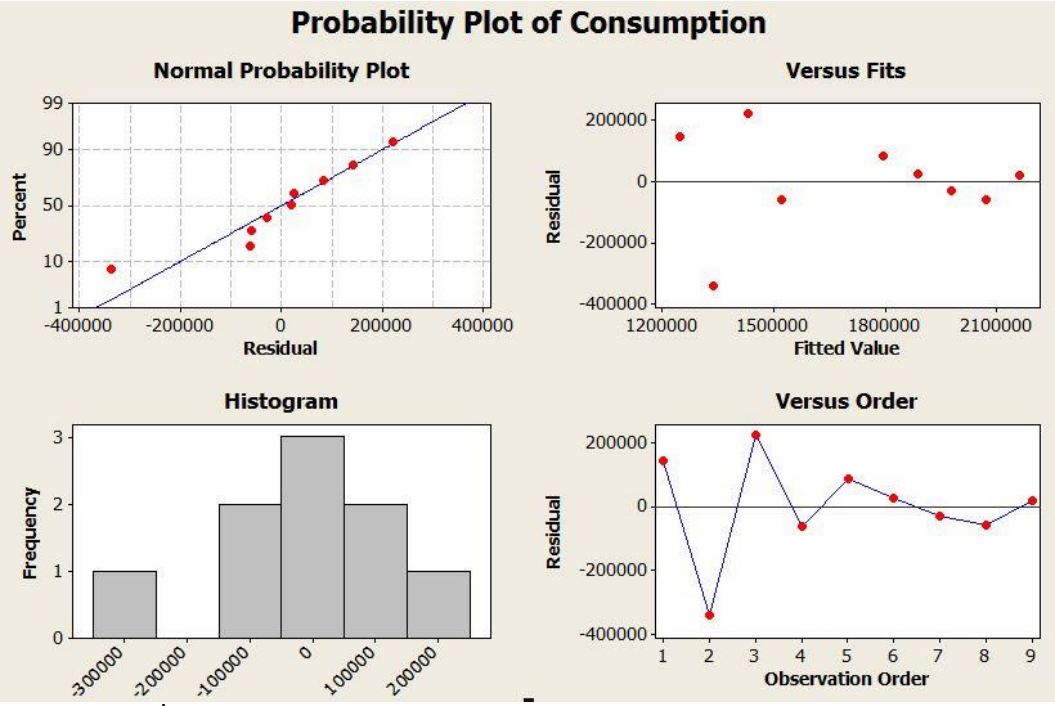
จากการรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิและการสำรวจข้อมูลจากผู้ใช้งานด้วยการสัมภาษณ์เชิงลึก พบว่า ปริมาณการจำหน่ายรถยนต์ของประเทศไทยทั้งในประเทศ (Domestic sales) และ

ต่างประเทศ (Export sales) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นและลดลงตามสภาพเศรษฐกิจ แสดงปริมาณการขายรถยนต์โดยรวมภายในประเทศระยะเวลา 11 ปี ดังรูปที่ 4.5



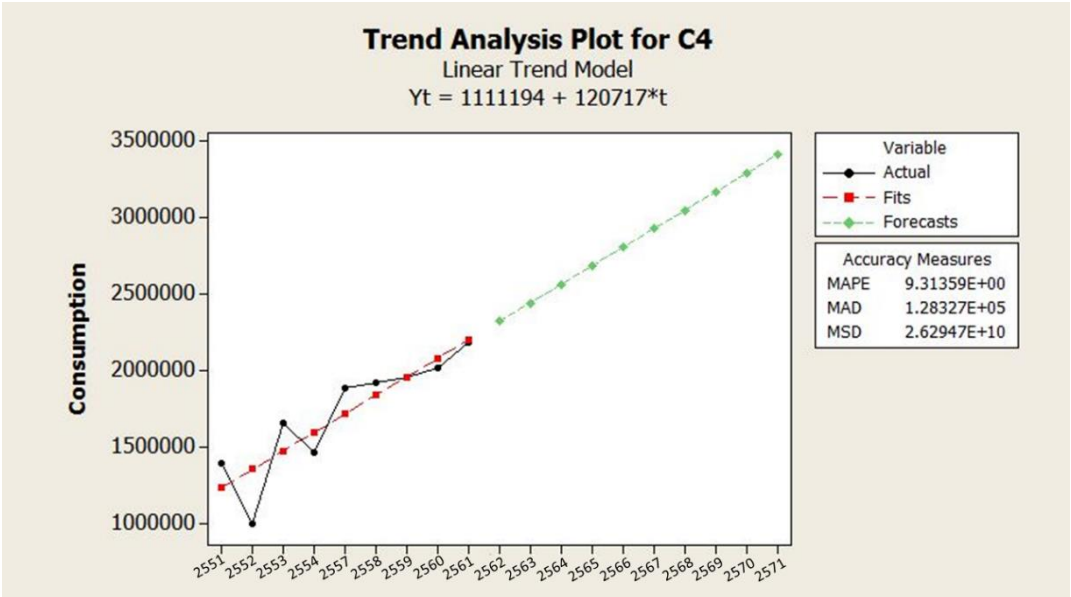
รูปที่ 4.5 ปริมาณการขายรถยนต์โดยรวมภายในประเทศ [50]

จากรูปที่ 4.5 ผู้วิจัยได้นำข้อมูลปริมาณการขายรถยนต์โดยรวมภายในประเทศตั้งแต่ปี พ.ศ. 2551 ถึง 2561 มาพยากรณ์ปริมาณการขายรถยนต์ของประเทศไทยในอนาคต ช่วงปี พ.ศ. 2562 ถึง ปี 2571 เป็นเวลา 10 ปี เพื่อให้ปริมาณการขายรถยนต์ในอนาคตได้เป็นส่วนหนึ่งของข้อมูลในการประมาณการผลิตกาวติดโลหะ ด้วยวิธีการพยากรณ์ด้วยตัวแบบการถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression Model) โดยมีปีที่ทำการพยากรณ์เป็นตัวแปรอิสระ (Independent Variable) และปริมาณการขายรถยนต์ทั้งหมดเป็นตัวแปรตาม (Dependent Variable) ซึ่งจากการคำนวณข้อมูลทั้ง 11 ปี ทำให้ได้ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) ของตัวแบบการถดถอย เท่ากับ 0.385 ซึ่งมีค่าค่อนข้างต่ำ ดังนั้น เพื่อให้ตัวแบบถดถอยมีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น ผู้วิจัยจึงทำการตัดข้อมูลที่มีลักษณะแบบ Outlier โดยสังเกตได้ว่าข้อมูลปริมาณการขายรถยนต์ของไทยในปี พ.ศ. 2555 ถึง 2556 มีปริมาณการขายที่เพิ่มมากขึ้นผิดปกติ เนื่องด้วยมีสาเหตุมาจากนโยบายรถยนต์คันแรก ซึ่งผู้วิจัยถือว่าเป็นอุปสงค์แฝง ไม่ได้เป็นพฤติกรรมปกติทั่วไปของผู้บริโภค ดังนั้น ผู้วิจัยจึงไม่นำข้อมูลปริมาณการขายรถยนต์ในปี พ.ศ.2555 ถึง 2556 มาเป็นส่วนในการคำนวณ ส่งผลให้ข้อมูลที่นำมาคำนวณเพื่อทำการพยากรณ์จะเหลือเพียง 9 ปี แสดงการทดสอบการแจกแจงความเป็นปกติของข้อมูล ดังรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 การแจกแจงความเป็นปกติของปริมาณการขายรถยนต์ในประเทศ

จากรูปที่ 4.6 ที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 ของข้อมูล พบว่า ค่า P-Value เท่ากับ 0.428 ซึ่งมากกว่า 0.05 ดังนั้น แสดงว่าข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ (Normal Distribution) สามารถนำไปใช้ในการพยากรณ์ปริมาณการขายได้ แสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลปริมาณการขายและการพยากรณ์ ดังรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 ความสัมพันธ์ของปริมาณการขายรถยนต์และการพยากรณ์ ปี พ.ศ. 2551-2571

จากรูปที่ 4.7 การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของปริมาณการขายรถยนต์ภายในประเทศ ด้วยโปรแกรม Minitab 16® ซึ่งเป็นโปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ พบว่า ตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นสำหรับการพยากรณ์ปริมาณการขายรถยนต์ในไทย สามารถแสดงได้ดังสมการที่ 3

$$Y_t = 1111194 + 120717 * t \qquad (3)$$

โดย Y = ปริมาณการขายรถยนต์ภายในประเทศ

t = ปี พ.ศ. ที่ทำการพยากรณ์

ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) ของตัวแบบการถดถอยได้มีค่าเท่ากับ 0.82 ซึ่งแสดงว่าร้อยละ 82.00 ของความแปรผันทั้งหมดของ Y สามารถอธิบายได้ด้วยสมการถดถอย โดยจากตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นสำหรับการพยากรณ์กำลังการผลิตรถยนต์ในประเทศไทย สามารถแสดงผลการพยากรณ์ของปี พ.ศ. 2562 ถึง ปี พ.ศ. 2571 ได้ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการพยากรณ์ปริมาณการขายรถยนต์ในอนาคต

ปี พ.ศ.	กำลังการผลิตรถยนต์ทั้งหมด (คัน)
2562 F	2,318,361
2563 F	2,439,078
2564 F	2,559,794
2565 F	2,680,511
2566 F	2,801,228
2567 F	2,921,944
2568 F	3,042,661
2569 F	3,163,378
2570 F	3,284,094
2571 F	3,404,811

จากการพยากรณ์ปริมาณการขายรถยนต์ในอนาคต ดังตารางที่ 4.1 แสดงให้เห็นถึงแนวโน้มของปริมาณการขายรถยนต์ที่มีเพิ่มมากขึ้น ซึ่งจะส่งผลดีต่ออุตสาหกรรมรถยนต์ของไทย ที่จะสามารถเพิ่มศักยภาพในการแข่งขันกับตลาดในอาเซียนหรือตลาดโลกได้ อีกทั้งยังส่งผลดีต่อบริษัทผู้ผลิตกาวติดโลหะ เนื่องจากจะทำให้ปริมาณการผลิตกาวเพิ่มมากขึ้น

4.2.3 ความต้องการด้านคุณลักษณะในมุมมองของผู้ใช้งาน

จากการสำรวจข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีการสัมภาษณ์เชิงลึก เพื่อค้นหาความต้องการของผู้ใช้งานกาวติดโลหะ (Voice of Customer: VOC) ในอุตสาหกรรมรถยนต์ โดยพิจารณาจากคุณลักษณะการใช้งาน พบว่า กลุ่มผู้ผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ และผู้ประกอบรถยนต์ นำกาวติดโลหะไปใช้สำหรับงานซับเสียง เพื่อป้องกันการไหลของเสียงจากภายในออกสู่ภายนอก อีกทั้งยังใช้สำหรับงานกันคลาย และอุดรอยรั่ว หมายถึง ใช้ติดระหว่างโลหะกับโลหะที่เป็นเกลียว เพื่อป้องกันการคลายของวัสดุที่นำมาติดกัน และอุดรอยรั่วในส่วนที่เป็นรอยรั่วเล็กน้อยระหว่างวัสดุ เป็นต้น โดยฟังก์ชันการใช้งานของกาวติดโลหะนั้นแต่ละฟังก์ชันจะมีคุณลักษณะหรือคุณสมบัติของความต้องการที่แตกต่างกัน จากการสัมภาษณ์เชิงลึกผู้ใช้งาน คุณลักษณะของกาวติดโลหะที่ผู้ใช้งานต้องการ ได้แก่

4.2.3.1 แห้งเร็ว (Fast drying)

4.2.3.2 กันน้ำ (Waterproof)

4.2.3.3 กันฝุ่น (Dustproof)

4.2.3.4 มีกลิ่นน้อย (Smell)

4.2.3.5 ยึดเกาะได้ดี/กันคลาย (Adhesive)

4.2.3.6 ทนแรงดึง (Tensile Strength)

4.2.3.7 มีความยืดหยุ่น (Modulus)

4.2.3.8 ทนความร้อน (Thermotolerant)

4.2.3.9 อุดรอยรั่ว (Leak)

4.2.3.10 ทนความชื้น (Humidity)

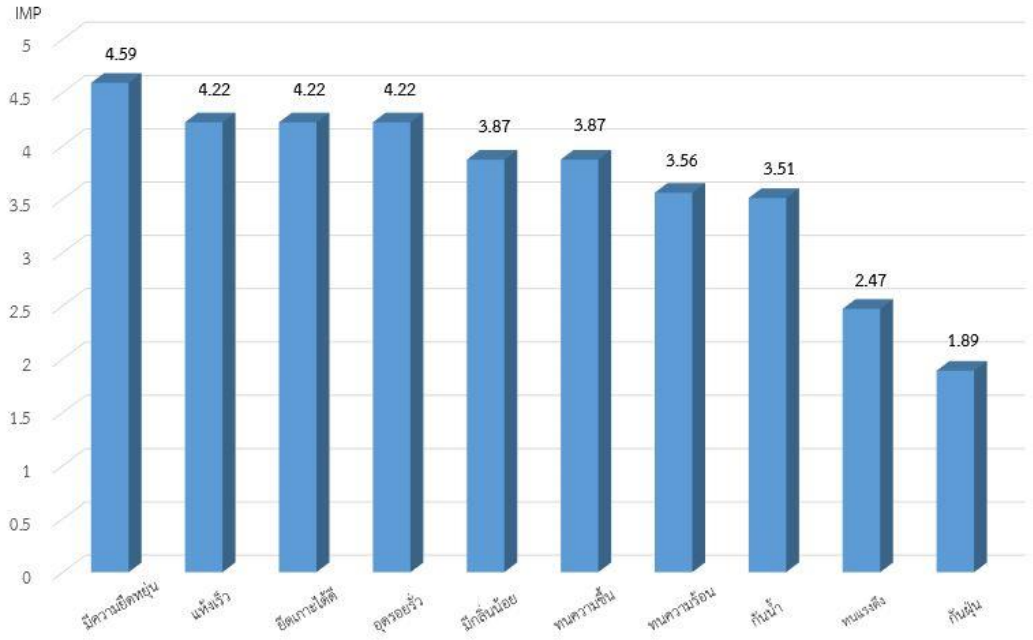
ผลจากการวิเคราะห์ความต้องการของผู้ใช้งานกาวติดโลหะในอุตสาหกรรมรถยนต์จะเป็นผลลัพธ์ที่สำคัญที่สุด เนื่องจาก ต้องนำไปเป็นข้อมูลนำเข้าในการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ เพื่อค้นหาความต้องการของผู้ใช้งานกาวติดโลหะ ซึ่งจะเป็นแนวทางในการออกแบบหรือพัฒนาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ โดยผู้วิจัยได้นำคุณลักษณะของกาวติดโลหะที่ผู้ใช้งานต้องการมาทำการเปรียบเทียบเพื่อหาลำดับคะแนนความสำคัญของคุณลักษณะกาว โดยให้ผู้ใช้งานและผู้ผลิตทำการวิเคราะห์ ผลการวิเคราะห์ค่าความสำคัญของความต้องการ จากการนำค่าเฉลี่ยเรขาคณิต (Geometric Mean) เข้ามาจัดลำดับความสำคัญ (IMP) แสดงดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์ระดับความสำคัญของความต้องการผู้ใช้งาน

ความต้องการของผู้ใช้งาน	จำนวนผู้ใช้งาน (ราย) ที่ให้ระดับคะแนนความสำคัญ			
	ระดับความสำคัญ 5	ระดับความสำคัญ 3	ระดับความสำคัญ 1	IMP
แห้งเร็ว	4	2	0	4.22
กันน้ำ	4	1	1	3.51
กันฝุ่น	1	2	3	1.89
มีกลิ่นน้อย	3	3	0	3.87
ยึดเกาะได้ดี	4	2	0	4.22
ทนแรงดึง	2	2	2	2.47
มีความยืดหยุ่น	5	1	0	4.59
ทนความร้อน	2	4	0	3.56
อุดรอยรั่ว	4	2	0	4.22
ทนความชื้น	3	3	0	3.87

หมายเหตุ: สูตรการคำนวณระดับความสำคัญ โดยวิธีการคำนวณค่าเฉลี่ยเรขาคณิต แสดงดังสมการที่ 1 หน้า 45

ระดับคะแนนความสำคัญ 5 หมายถึง ผู้ใช้งานให้ความสำคัญกับคุณลักษณะมากที่สุด ระดับคะแนนความสำคัญ 3 หมายถึง ผู้ใช้งานให้ความสำคัญกับคุณลักษณะมาก และระดับคะแนนความสำคัญ 1 หมายถึง ผู้ใช้งานให้ความสำคัญกับคุณลักษณะน้อย ซึ่งผลการวิเคราะห์ระดับความสำคัญของความต้องการผู้ใช้งาน จากตารางที่ 4.2 พบว่า ผู้ใช้งานให้ความสำคัญกับคุณลักษณะกาวในด้านความยืดหยุ่นมากที่สุด ด้วยค่าคะแนนความสำคัญ เท่ากับ 4.59 รองลงมา ได้แก่ คุณลักษณะด้านการแห้งเร็ว การยึดเกาะได้ดี และคุณลักษณะด้านการอุดรอยรั่ว ด้วยค่าคะแนนความสำคัญ เท่ากับ 4.22 เท่ากัน แสดงผลการวิเคราะห์ระดับความสำคัญของความต้องการผู้ใช้งานเรียงตามลำดับ ดังรูปที่ 4.8



รูปที่ 4.8 ระดับความสำคัญของความต้องการผู้ใช้งาน (เรียงตามลำดับ)

4.3 ผลการสำรวจข้อมูลในมุมมองของผู้ผลิต

จากการสำรวจและรวบรวมข้อมูลจากบริษัทผู้ผลิตกาวติดโลหะ จำนวน 3 ราย ด้วยวิธีการสัมภาษณ์เชิงลึก เพื่อค้นหาคุณลักษณะสำคัญที่คำนึงถึงในการผลิตกาวติดโลหะที่ใช้สำหรับอุตสาหกรรมรถยนต์และแนวโน้มในการผลิต เป็นดังนี้

4.3.1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับการผลิตกาวติดโลหะสำหรับอุตสาหกรรมรถยนต์

จากการสัมภาษณ์เชิงลึกบริษัทผู้ผลิต พบว่า การผลิตกาวติดโลหะเพื่อใช้สำหรับอุตสาหกรรมรถยนต์ในปัจจุบันทำการผลิตโดยใช้สารละลาย 2 ประเภท ได้แก่

4.3.1.1 สารละลายประเภท Solvent based

การผลิตกาวติดโลหะโดยใช้สารละลายประเภท Solvent based เป็นตัวทำละลายเป็นส่วนผสม จะเป็นการผลิตจากยางสังเคราะห์ มีความสามารถในการระเหยและติดไฟได้ง่าย อีกทั้งยังมีกลิ่น และมีความเป็นพิษ ซึ่งจะส่งผลเสียต่อผู้ผลิตและผู้ใช้งาน โดยทั่วไป สารละลายประเภทนี้จะมีการใช้งานเพื่อเป็นตัวทำละลายได้ 4 ชนิด ได้แก่

1.) Chloroprene Rubber (CR) ยางคลอโรพรีน ยางชนิดนี้มีสมบัติด้านการทนไฟ ความทนต่อสารเคมีและน้ำมัน

2.) Polyurethane (PU) ใช้ในการผลิตกระดาษ การผลิตก๊าซมัสตาร์ด ผ้าที่มีความทนทาน เคลือบผิวเครื่องบิน เคลือบโลหะ ไม้ และอิฐ เพื่อป้องกันการกัดกร่อนและสารเคมี

3.) Acrylic based (PSA) ใช้ในการผลิตเทปกาวสองหน้าเนื้อทิชชู หรือเทปเยื่อกาวสองหน้า ใช้กับงานทั่วๆไป

4.) Epoxy Resin เป็นกาวที่อยู่ในกลุ่ม Thermosetting Polymer ซึ่งเมื่อผ่านกระบวนการผลิตในครั้งแรกแล้วจะมีความทนทานแข็งแรงเป็นอย่างมากไม่คืนรูป และไม่สามารถนำกลับมาใช้งานใหม่ได้ การใช้งานจะมีการผสมสารเพิ่มความแข็ง (Hardener) เพื่อช่วยเร่งปฏิกิริยาของกาวให้แข็งเร็วขึ้น นิยมใช้ในงานการยึดติด สารเคลือบพื้นผิว เคลือบตัวถัง เป็นต้น

4.3.1.2 สารละลายประเภท Water based

การผลิตกาวติดโลหะโดยใช้สารละลายประเภท Water based เป็นตัวทำละลายด้วยน้ำ และอยู่ในรูปของเหลว สามารถใช้งานด้วยการทาด้วยลูกกลิ้ง แปรง สเปรย์ ปล่อยกาวไหล หรือใช้มีดปาด โดยทั่วไป สารละลายประเภทนี้แบ่งการใช้งานเพื่อเป็นตัวทำละลายได้ 8 ชนิด ได้แก่

1.) Ethylene Vinyl Acetate (EVA) Copolymer Emulsion เป็นกาวที่ยืดหยุ่นสูง มีความนิ่ม ยึดเกาะได้ดี ทนแสง UV ได้ กันน้ำกันด่าง ใช้สำหรับติดงานยากๆ เช่น ผิวเคลือบมัน ฟิลม์พลาสติกต่างๆ

2.) Polyvinyl Acetate (PVAc) Copolymer Emulsion เป็นกาวที่สามารถใช้งานและผสมสูตรได้หลากหลายมาก

3.) Polyvinyl Alcohol (PVAL) Emulsion เป็นกาวที่มีความเหนียวขนาดเปียกดีมาก ทนต่อน้ำมัน Solvent และเชื้อรา

4.) Acrylic Copolymer Emulsion / Pressure Sensitive Adhesive เป็นกาวที่มีแรงยึดติดสูงในเวลาที่กาวแห้งตัว โดยแห้งแล้วจะมีความเหนียวในตัวเอง ทนต่อน้ำและความชื้น

5.) Natural Rubber Adhesive เป็นกาวที่ทำจากน้ำยางธรรมชาติ

6.) Synthetic Rubber (SBR) / Chloroprene Rubber (CR) Emulsion เป็นกาวที่มีความแข็งแรงหลังจากแห้งตัวสูงมาก ทนต่อสภาวะต่างๆ

7.) Polyurethane (PU) Emulsion เป็นกาวที่มีความแข็งแรงหลังจากแห้งตัวสูงมาก ทนต่อสภาวะต่างๆ

8.) Dextrine: Modified Starch เป็นกาวทำจากแป้ง ส่วนใหญ่เป็นแป้งมันสำปะหลัง โดยอาจจะมีแป้งอื่นๆ ผสม เช่น แป้งข้าวโพด [13-14]

จากการสัมภาษณ์เชิงลึกบริษัทผู้ผลิต พบว่า สารละลายประเภท Solvent based สามารถทำละลายได้ดีกว่าสารละลายประเภท Water based ถึงแม้ว่าปัจจุบันอุตสาหกรรมยานยนต์ทั่วโลกจะนิยมหันมาทำการผลิตโดยใช้สารละลายประเภท Water based เพื่อลดไอระเหย และส่งเสริมความเป็นผลดีต่อสุขภาพ แต่ก็ยังมีปริมาณน้อยกว่าการใช้สารละลายประเภท Solvent based ซึ่งจากการสัมภาษณ์บริษัทผู้ผลิต พบว่า วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตกาวติดโลหะส่วนใหญ่มาจากพลาสติกชนิดเทอร์โมเซต ที่เรียกว่า Polyurethane (PU) พลาสติกชนิดนี้จะสามารถนำมาใช้ทดแทนการผลิตด้วยยางธรรมชาติได้ดี เนื่องจากมีคุณสมบัติที่คล้ายคลึงกัน แต่วัตถุดิบเหล่านี้จะมีการนำเข้ามาทั้งหมด ซึ่งจะส่งผลโดยตรงต่อต้นทุนทางการผลิต ทำให้ราคาของผลิตภัณฑ์กาวติดโลหะสูง โดยในปัจจุบันบริษัทผู้ผลิตนิยมใช้การตั้งราคาแบบ Global price หมายถึง ตั้งราคาขายเพียงราคาเดียวเท่ากันทั่วโลก ขึ้นอยู่กับข้อตกลง หรือการทำสัญญาการซื้อขายผลิตภัณฑ์ระหว่างกัน

4.3.2 คุณลักษณะที่คำนึงในการผลิตกาวติดโลหะของผู้ผลิต

ผลจากการสัมภาษณ์เชิงลึกบริษัทผู้ผลิตกาวติดโลหะ พบว่า คุณสมบัติของกาวติดโลหะที่ผู้ผลิตคำนึงถึง หรือที่เรียกกันว่า แบบของผลิตภัณฑ์ (ความต้องการทางด้านเทคนิค) ที่จำเป็นต่อการผลิตกาวติดโลหะ ได้แก่

4.3.2.1 ความหนืด (Viscosity)

4.3.2.2 ปริมาณสารที่ไม่ระเหย (Non-Volatile content)

4.3.2.3 แรงยึดเกาะ (Adhesive Strength)

4.3.2.4 การทนความร้อน (Heat Resistance)

4.3.2.5 ทนน้ำมัน (Oil Resistance)

4.3.2.6 ความต้านทานแรงดึง (Tensile Strength)

4.3.2.7 ความแข็ง (Hardness)

4.3.2.8 ความยืดหยุ่น (Modulus)

4.3.2.9 เก็บไว้ในที่เย็น (Stored in cool place)

แบบของผลิตภัณฑ์พื้นฐานที่พึงมีสำหรับกาวติดโลหะประเภทกาวยึดติดประสานภายในและภายนอกแผงรถยนต์ (Mastic adhesive) โดยคุณลักษณะสำคัญที่พึงมีในการผลิตกาวติดโลหะสำหรับการใช้งานในรถยนต์แต่ละข้อ จะมีความสำคัญที่แตกต่างกันออกไป ผู้วิจัยจึงให้ผู้เชี่ยวชาญมาช่วยในการประเมินความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะผลิตที่ผู้ใช้งานต้องการ กับแบบของผลิตภัณฑ์ที่ผู้ผลิตคำนึงในการผลิต

4.4 ผลการประเมินและการแปลงข้อมูลความต้องการเป็นคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ในมุมมองของผู้เชี่ยวชาญ

การแปลงข้อมูลความต้องการของผู้ใช้งานเป็นคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์กาวติดโลหะ ที่ควรมีการวิจัยพัฒนาหรือนำไปผลิตเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติที่สอดคล้องตามความต้องการของผู้ใช้งาน โดยใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ โดยผู้วิจัยได้ให้ผู้เชี่ยวชาญ จากภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีวัสดุ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ และผู้เชี่ยวชาญของบริษัทผู้ผลิต มาทำการประเมินความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะผลิตที่ผู้ใช้งานต้องการ กับแบบของผลิตภัณฑ์ที่ผู้ผลิตคำนึงในการผลิต ภายใต้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพด้วยการวิเคราะห์บ้านคุณภาพ (เมทริกซ์การวางแผนผลิตภัณฑ์) การให้คะแนนความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการผู้ใช้งาน กับแบบของผลิตภัณฑ์ ใช้สัญลักษณ์ในการให้คะแนนความสัมพันธ์ ดังนี้ 9 หมายถึง มีความสัมพันธ์มาก 3 หมายถึง มีความสัมพันธ์ปานกลาง 1 หมายถึง มีความสัมพันธ์น้อย และช่องว่าง หมายถึง ไม่มีความสัมพันธ์ แสดงดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ความสัมพันธ์ของเมทริกซ์การวางแผนผลิตภัณฑ์

	ความต้องการทางด้านเทคนิค	ความหนืด (Viscosity)	ปริมาณสารที่ไม่ระเหย (Non-Volatile content)	แรงยึดเกาะ (Adhesive Strength)	การทนความร้อน (Heat Resistance)	ทนน้ำมัน (oil Resistance)	ความต้านทานแรงดึง (Tensile Strength)	ความแข็ง (Hardness)	ความยืดหยุ่น (Modulus)	เก็บไว้ในที่เย็น (Stored in cool place)
ความต้องการของผู้ใช้งาน	**IMP**									
แห้งเร็ว (Fast drying)	4.22	3	1	1						3
กันน้ำ (Waterproof)	3.51	1				3	9			
กันฝุ่น (Dustproof)	1.89									
มีกลิ่นน้อย (Smell)	3.87		9							3
ยึดเกาะได้ดี/กันคลาย (Adhesive)	4.22	9		9			9	1		
ทนแรงดึง (Tensile Strength)	2.47	3		9			9			
มีความยืดหยุ่น (Modulus)	4.59							9	9	
ทนความร้อน (Thermotolerant)	3.56				9					
อุดรอยรั่ว (Leak)	4.22	9		3		9	3	3	3	
ทนความชื้น (Humidity)	3.87	1			1					3
ระดับน้ำหนัก (Raw score)		103.34	39.07	77.02	35.89	48.49	104.41	58.20	53.98	35.89
ระดับความสำคัญ (% Relative)		18.58	7.02	13.85	6.45	8.72	18.77	10.46	9.70	6.45
ลำดับ (Rank)		2	7	3	8	6	1	4	5	9

จากตาราง 4.3 แสดงความสัมพันธ์ของเมทริกซ์การวางแผนผลิตภัณฑ์ พบว่า แบบของผลิตภัณฑ์ (ความต้องการทางด้านเทคนิค) ที่มีระดับความสำคัญของความต้องการทางเทคนิคโดยการเปรียบเทียบมากที่สุด 5 อันดับแรก คือ ความต้านทานแรงดึง (Tensile Strength) ร้อยละ 18.77 ความหนืด (Viscosity) ร้อยละ 18.58 แรงยึดเกาะ (Adhesive Strength) ร้อยละ 13.85 ความแข็ง (Hardness) ร้อยละ 10.47 และความยืดหยุ่น (Modulus) ร้อยละ 9.70 ตามลำดับ ซึ่งระดับความสำคัญของแบบผลิตภัณฑ์โดยการเปรียบเทียบจะแสดงให้เห็นถึงคุณลักษณะที่สำคัญที่สุดที่ผู้ผลิตควรคำนึงถึงในการผลิต หรือควรคำนึงถึงในการพัฒนา เพื่อให้สามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้งานได้มากที่สุด อีกทั้งระดับความสำคัญของแบบผลิตภัณฑ์ยังสามารถนำไปใช้ต่อในเมทริกซ์การออกแบบผลิตภัณฑ์ได้ในลำดับต่อไป

4.5 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ และความเป็นไปได้ทางการผลิต

จากการแปลงข้อมูลความต้องการของผู้ใช้งานเป็นคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์กาวติดโลหะในมุมมองของผู้เชี่ยวชาญ ที่ควรมีการวิจัยพัฒนาหรือนำไปผลิตเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติที่สอดคล้องตามความต้องการของผู้ใช้งาน โดยใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ ทำให้ได้แบบของผลิตภัณฑ์ที่มีระดับความสำคัญตามความต้องการทางเทคนิคในมุมมองของผู้ใช้งาน ได้แก่ ความต้านทานแรงดึง (Tensile Strength) ความหนืด (Viscosity) แรงยึดเกาะ (Adhesive Strength) ความแข็ง (Hardness) และความยืดหยุ่น (Modulus)

4.5.1 ผลการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางการผลิต

จากการสัมภาษณ์เชิงลึกบริษัทผู้ผลิต พบว่า การผลิตกาวติดโลหะในปัจจุบันใช้วัตถุดิบตั้งต้นในการผลิต เป็นยางสังเคราะห์ (Synthetic rubber, SR) ชนิดไนไตร์ล เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ยาง NBR (Nitrile rubber) ซึ่งยาง NBR เป็นโคโพลิเมอร์ของอะไครโลไนไตร์ลโมโนเมอร์ (Acrylonitrile monomer) และบิวตาไดอีนโมโนเมอร์ (Butadiene monomer) ยางชนิดนี้มีความเป็นขั้วสูง จึงมีคุณสมบัติเด่น คือ ทนต่อน้ำมันปิโตรเลียม และตัวทำละลายที่ไม่มีขั้วต่างๆได้ดี เนื่องจากยางชนิดนี้ประกอบด้วยสองส่วน คือ ส่วนที่เป็นบิวตาไดอีน ซึ่งจะทำให้มีความยืดหยุ่น และส่วนที่เรียกว่า อะไครโรไนไตร์ล ซึ่งเป็นส่วนที่จะทำให้คุณสมบัติของยาง NBR เปลี่ยนแปลงไป กล่าวคือ หากยิ่งเพิ่มปริมาณอะไครโรไนไตร์ล จะทำให้มีความทนต่อน้ำมันและตัวทำละลายคาร์บอนสูงขึ้น การสั่นสะเทือนต่ำลง และการรักษาคุณสมบัติความยืดหยุ่นของยาง หลังจากการได้รับแรงกดเป็นระยะเวลาหนึ่งจะน้อยลง อัตราการซึมผ่านก๊าซลดลง สมบัติการหักงอที่อุณหภูมิต่ำลดลง ความ

ทนทานต่อความร้อน และโอโซนสูงขึ้น ความต้านทานต่อการขัดถูสูงขึ้น ความหนาแน่นสูงขึ้น ความแข็ง และความต้านทานของแรงดึงสูงขึ้น

จากความต้องการสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่อุตสาหกรรมยางพารา ผู้วิจัยจึงทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้านคุณสมบัติเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ทางด้านเทคนิค พบว่า ยางธรรมชาติที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับยาง NBR มี 2 ชนิด ได้แก่ (1) ยางฮีเวียพลัส เอ็มจี (Heveaplus MG) เป็นยางธรรมชาติที่มีการปรับสภาพโครงสร้างให้มีโครงสร้างโมเลกุลของเทอร์โมพลาสติกโดยโครงสร้างของยางเป็นสายโซ่หลัก (Backbone chain) และโครงสร้างของพอลิเมทธิลเมทาไครเลท (Polymethyl methacrylate) เป็นสายโซ่ที่มาต่อกับยางธรรมชาติ (Graft chain) เรียกว่า กราฟโคพอลิเมอร์ และ (2) ยางธรรมชาติอิพอกไซด์ (ENR) เป็นยางที่นำยางธรรมชาติมาปรับโครงสร้างโดยใช้สารเคมีจำพวกกรดเพอร์ออกซี่ (Peroxy acid) ซึ่งยางจะมีลักษณะเป็นสีน้ำตาลเข้มกว่ายางธรรมชาติปกติ ซึ่งสามารถเตรียมได้ทั้งในชนิดของน้ำยางและชนิดของยางแห้ง โดยมีการผลิตขึ้นเพื่อปรับปรุงสมบัติบางประการของยางธรรมชาติให้ดีขึ้น เช่น ทำให้ยางมีความเป็นขั้วมากขึ้น สามารถทนต่อน้ำมันและตัวทำละลายที่ไม่มีขั้วได้ดีขึ้น สามารถทนต่อโอโซน และการซึมผ่านของอากาศได้ดี เพราะพันธะคู่ในโครงสร้างยางธรรมชาติมีปริมาณน้อยลง อย่างไรก็ตาม ยาง ENR จะเป็นยางที่มีความยืดหยุ่น และมีความหนืดเหนียว มีความต้านทานแรงดึง มีความแข็งแรง และมีแรงยึดเกาะที่ดี แสดงคุณสมบัติเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการทดแทนทางการผลิต และปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการทดแทน ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 เปรียบเทียบคุณสมบัติและปัจจัยสำคัญในการเลือกยางธรรมชาติ กับคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์กาวติดโลหะในปัจจุบัน เรียงตามลำดับความสำคัญ

คุณสมบัติ/ปัจจัยสำคัญ	**ยางสังเคราะห์**	**ยางธรรมชาติ**	
	ยางไนไตร์ล (NBR)	**ยางฮีเวียพลัส เอ็มจี (Heveaplus MG)**	**ยางธรรมชาติอิพอกไซด์ (ENR)**
คุณสมบัติ			
ความต้านทานแรงดึง (Tensile Strength)	✓	✓	✓
ความหนืด (Viscosity)	✓	✓	✓
แรงยึดเกาะ (Adhesive Strength)	✓	✓	✓
ความแข็ง (Hardness)	✓		✓

ตารางที่ 4.4 เปรียบเทียบคุณสมบัติและปัจจัยสำคัญในการเลือกยางธรรมชาติ กับคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์กาวติดโลหะในปัจจุบันเรียงตามลำดับความสำคัญ (ต่อ)

คุณสมบัติ/ปัจจัยสำคัญ	ยางสังเคราะห์	ยางธรรมชาติ	
	ยางไนไตร์ล (NBR)	ยางฮีเวียพลัส เอ็มจี (Heveaplus MG)	ยางธรรมชาติอิพอกไซด์ (ENR)
คุณสมบัติ			
ความยืดหยุ่น (Modulus)	✓	✓	✓
ทนน้ำมัน (Oil Resistance)	✓	✓	✓
ปริมาณสารที่ไม่ระเหย (Non-Volatile Content)	✓		
การทนความร้อน (Heat Resistance)	✓	✓	✓
เก็บไว้ในที่เย็น (Stored in Cool Place)	✓		
ปัจจัยสำคัญ			
ความสามารถในการหาวัตถุดิบตั้งต้นในการผลิต	✓	✓	✓
ความสามารถในการผลิตภายในประเทศ	✓		✓
ราคาถูก	✓		✓

จากตารางที่ 4.4 จะเห็นได้ว่ายาง Heveaplus MG และ ยาง ENR เป็นยางที่มีคุณสมบัติคล้ายคลึงกันเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์กาวติดโลหะประเภท Mastic ในปัจจุบัน แต่ยางที่เหมาะสมและนิยมใช้ในอุตสาหกรรมกาวหรือสารยึดติด คือ ENR อีกทั้งยังมีปัจจัยสำคัญอีก 3 ปัจจัย ได้แก่ (1) ปัจจัยด้านความสามารถในการหาวัตถุดิบตั้งต้นในการผลิต ปัจจัยนี้จะเห็นว่ายางทั้ง 2 ชนิด ใช้วัตถุดิบตั้งต้นในการผลิต คือ น้ำยางข้น ดังนั้น จึงสามารถหาวัตถุดิบตั้งต้นในการผลิตได้ง่าย (2) ปัจจัยด้านความสามารถในการผลิตภายในประเทศ จะเห็นได้ว่ายาง Heveaplus MG เป็นยางที่ไม่ได้ผลิตภายในประเทศ เนื่องจากมีกระบวนการและขั้นตอนการ

ผลิตที่ยากและซับซ้อน แต่สำหรับยาง ENR แม้ว่ากระบวนการในการผลิตจะยากและซับซ้อน แต่ก็มีบริษัทในประเทศไทยที่รับผลิตตามคำสั่งซื้อ และ (3) ปัจจัยด้านราคา เนื่องจากยาง Heveaplus MG เป็นยางที่ไม่ได้ผลิตขายภายในประเทศ ดังนั้น จึงมีราคาสูงกว่ายาง ENR หากมีการสั่งซื้อเพื่อนำเข้ามาเป็นวัตถุดิบตั้งต้นในการผลิตผลิตภัณฑ์ใดผลิตภัณฑ์หนึ่ง ก็จะยิ่งทำให้ต้นทุนทางการผลิตผลิตภัณฑ์นั้นสูง แต่สำหรับยาง ENR แม้ว่าจะราคาค่อนข้างสูง แต่เมื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติทั้งหมด พร้อมทั้งปัจจัยสำคัญกับยาง Heveaplus MG แล้ว พบว่า ยาง ENR มีคุณสมบัติที่เหมาะสมในการนำมาเป็นวัตถุดิบตั้งต้นในการผลิตกาวติดโลหะจากยางพารา แทนผลิตภัณฑ์กาวติดโลหะเดิมที่ใช้ยางสังเคราะห์ NBR

จากการศึกษาข้อมูลเชิงลึก พบว่า การผลิตกาวติดโลหะเพื่อใช้สำหรับอุตสาหกรรมรถยนต์ของแต่ละบริษัทผู้ใช้งานจะมีความต้องการ (Requirement) ในคุณสมบัติกาว (Specification) ที่แตกต่างกัน โดยใช้ข้อมูลจากการสำรวจ 3 บริษัทผู้ใช้งานที่มีความต้องการเชิงเทคนิคในคุณสมบัติที่แตกต่างกัน แสดงดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ความต้องการเชิงเทคนิคในคุณสมบัติที่แตกต่างกันของผู้ใช้งาน

	ความต้องการทางด้านเทคนิค	ความหนืด (Viscosity)	ปริมาณสารที่ไม่ระเหย (Non-Volatile content)	แรงยึดเกาะ (Adhesive Strength)	การทนความร้อน (Heat Resistance)	ทนน้ำมัน (oil Resistance)	ความต้านทานแรงดึง (Tensile Strength)	ความแข็ง (Hardness)	ความยืดหยุ่น (Modulus)	เก็บไว้ในที่เย็น (Stored in cool place)
ความต้องการของผู้ใช้งาน	**IMP**									
แห้งเร็ว (Fast drying)	4.22	3	1	1						3
กันน้ำ (Waterproof)	3.51	1				3	9			
กันฝุ่น (Dustproof)	1.89									
มีกลิ่นน้อย (Smell)	3.87		9							3
ยึดเกาะได้ดี/กันคลาย (Adhesive)	4.22	9		9			9	1		
ทนแรงดึง (Tensile Strength)	2.47	3		9			9			
มีความยืดหยุ่น (Modulus)	4.59							9	9	
ทนความร้อน (Thermotolerant)	3.56				9					
อุดรอยรั่ว (Leak)	4.22	9		3		9	3	3	3	
ทนความชื้น (Humidity)	3.87	1			1					3
ระดับน้ำหนัก (Raw score)		103.34	39.07	77.02	35.89	48.49	104.41	58.20	53.98	35.89
ระดับความสำคัญ (% Relative)		18.58	7.02	13.85	6.45	8.72	18.77	10.46	9.70	6.45
ลำดับ (Rank)		2	7	3	8	6	1	4	5	9
ผู้ใช้งาน ก		2130	99.27	25	0.42	0.25	310	40	45	10-15
ผู้ใช้งาน ข		2700	98-99.5		0.84	0.25		34-45		
ผู้ใช้งาน ค		2200	95	27	0.5-0.6	0.25	270	37-48	46	
เป้าหมาย (Target)		2130-2700	95-99.5	25-27	0.42-0.84	0.25	270-310	34-48	45-46	10-15
หน่วยวัด		Pa.S/25°C	%	MPa/25°C	MPa/25°C	MPa/25°C	N/mm	-	%	°C

จากตารางที่ 4.5 แสดงความต้องการเชิงเทคนิคในคุณสมบัติที่แตกต่างกันของผู้ใช้งานแต่ละบริษัท ทำให้ทราบว่าคุณสมบัติเชิงเทคนิคของการผลิตกาวติดโลหะจากยางสังเคราะห์ (Synthetic rubber, SR) ชนิดไนไตร์ล (NBR) ในปัจจุบัน มีความต้องการของแต่ละคุณสมบัติที่ใกล้เคียงกัน และจากการแปลงข้อมูลความต้องการของผู้ใช้งานเป็นคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ ภายใต้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ ดังแสดงในตารางที่ 4.3 ที่แสดงความสำคัญของความต้องการทางเทคนิค ผู้วิจัยจึงนำ 5 อันดับความสำคัญที่จะส่งผลต่อความต้องการของผู้ใช้งานมากที่สุด มาเป็นปัจจัยหลักในการวิเคราะห์ความสามารถในการทดแทนการผลิต และลำดับที่ 6-9 เป็นปัจจัยเสริมในการวิเคราะห์ โดยผู้วิจัยได้กำหนดเป้าหมาย (Target) หรือตัวเลขที่ต้องการไว้เป็นระดับขอบบนและขอบล่างของความต้องการผู้ใช้งานในปัจจุบัน เพื่อเปรียบเทียบกับความสามารถของยาง ENR ที่จะนำมาใช้ในการทดแทนทางการผลิต แสดงดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 วิเคราะห์ความสามารถในการทดแทนทางการผลิตตามเป้าหมายของยางธรรมชาติอิพอกไซด์ (ENR)

ลำดับ	ความต้องการทางด้านเทคนิค	เป้าหมาย	หน่วยวัด	ความสามารถของยางธรรมชาติอิพอกไซด์ (ENR)		
				ทำได้แน่นอน	ทำได้แต่ต้องศึกษาเพิ่มเติม	ทำไม่ได้
1	ความต้านทานแรงดึง (Tensile Strength)	270-310	N/mm	✓		
2	ความหนืด (Viscosity)	2130-2700	Pa.S/25°C	✓		
3	แรงยึดเกาะ (Adhesive Strength)	25-27	MPa/25°C	✓		
4	ความแข็ง (Hardness)	34-48	-	✓		
5	ความยืดหยุ่น (Modulus)	45-46	%	✓		
6	ทนน้ำมัน (oil Resistance)	0.25	MPa/25°C (CF)	✓		
7	ปริมาณสารที่ไม่ระเหย (Non-Volatile content)	95-99.5	%	✓		
8	การทนความร้อน (Heat Resistance)	0.42-0.84	MPa/25°C (CF)	✓		
9	เก็บไว้ในที่เย็น (Stored in cool place)	10-15	°C	✓		

จากตารางที่ 4.6 แสดงให้ทราบว่ายางธรรมชาติอิพอกไซด์ (ENR) มีความสามารถในการนำมาทดแทนทางการผลิต เนื่องจากสามารถนำเข้ากระบวนการดัดแปลงโมเลกุลต่างๆ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการทำงานได้ ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ยางธรรมชาติอิพอกไซด์ (ENR) เป็นยางธรรมชาติที่สามารถนำมาผลิตเป็นกาวติดโลหะประเภท Mastic แทนยางสังเคราะห์ชนิดไนไตร์ล (NBR) ได้โดยมีคุณสมบัติใกล้เคียงกันตามความต้องการของผู้ใช้งาน

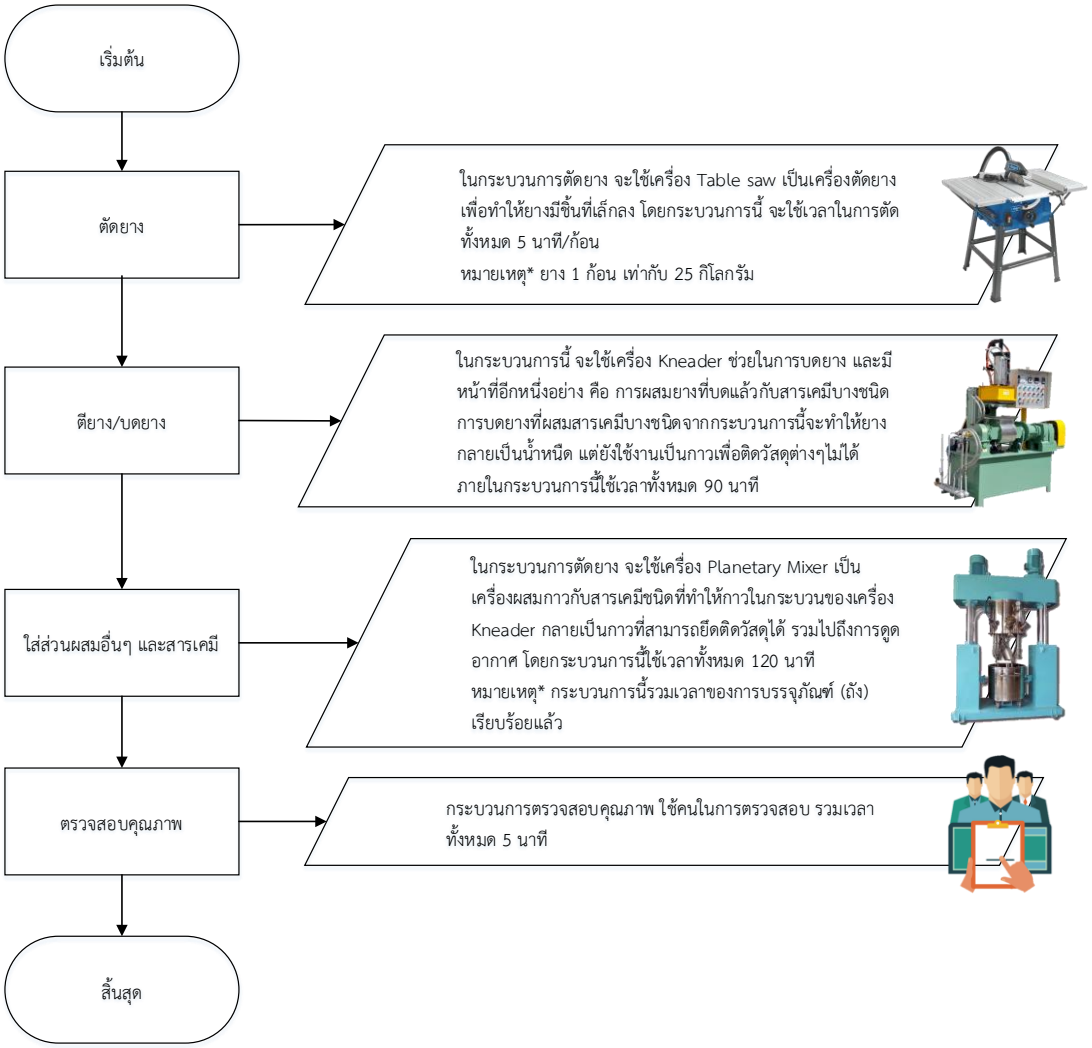
4.5.2 การออกแบบและการวางแผนกระบวนการผลิต

จากการประเมินความเป็นไปได้ทางการผลิต พบว่า วัตถุดิบตั้งต้นจากยางธรรมชาติที่มีความสามารถในการทดแทนยางสังเคราะห์ชนิดยางไนไตร์ล (NBR) คือ ยางธรรมชาติอิพอกไซด์ (ENR) ดังนั้น ในหัวข้อการออกแบบและการวางแผนกระบวนการผลิต จะกล่าวถึงการศึกษาความสามารถในการดำเนินงานของกระบวนการผลิต

สำหรับการออกแบบและการวางแผนกระบวนการผลิต เป็นการวางแผนในการจัดการปัจจัยทางการผลิต เช่น แรงงาน เครื่องจักร วัตถุดิบ กระบวนการผลิต หรือที่เรียกว่า 4M (Man, Machine, Material, Method) เพื่อให้การผลิตบรรลุตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ของผู้ใช้งาน ในการดำเนินการผลิตอย่างมีประสิทธิภาพ กระบวนการผลิตต้องดำเนินได้อย่างต่อเนื่อง สะดวก คล่องตัว และสามารถใช้เครื่องจักรอุปกรณ์ต่างๆ ทางการผลิตได้อย่างคุ้มค่าภายใต้ทรัพยากรที่มีอย่างจำกัด ดังนั้น การศึกษากระบวนการผลิตจึงมีผลอย่างมากต่อประสิทธิภาพของการควบคุมการผลิตกาวในโรงงาน ทั้งนี้สิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการออกแบบการผลิต มีดังนี้

4.5.2.1 กระบวนการผลิต เครื่องจักร และกำลังคนในการผลิต

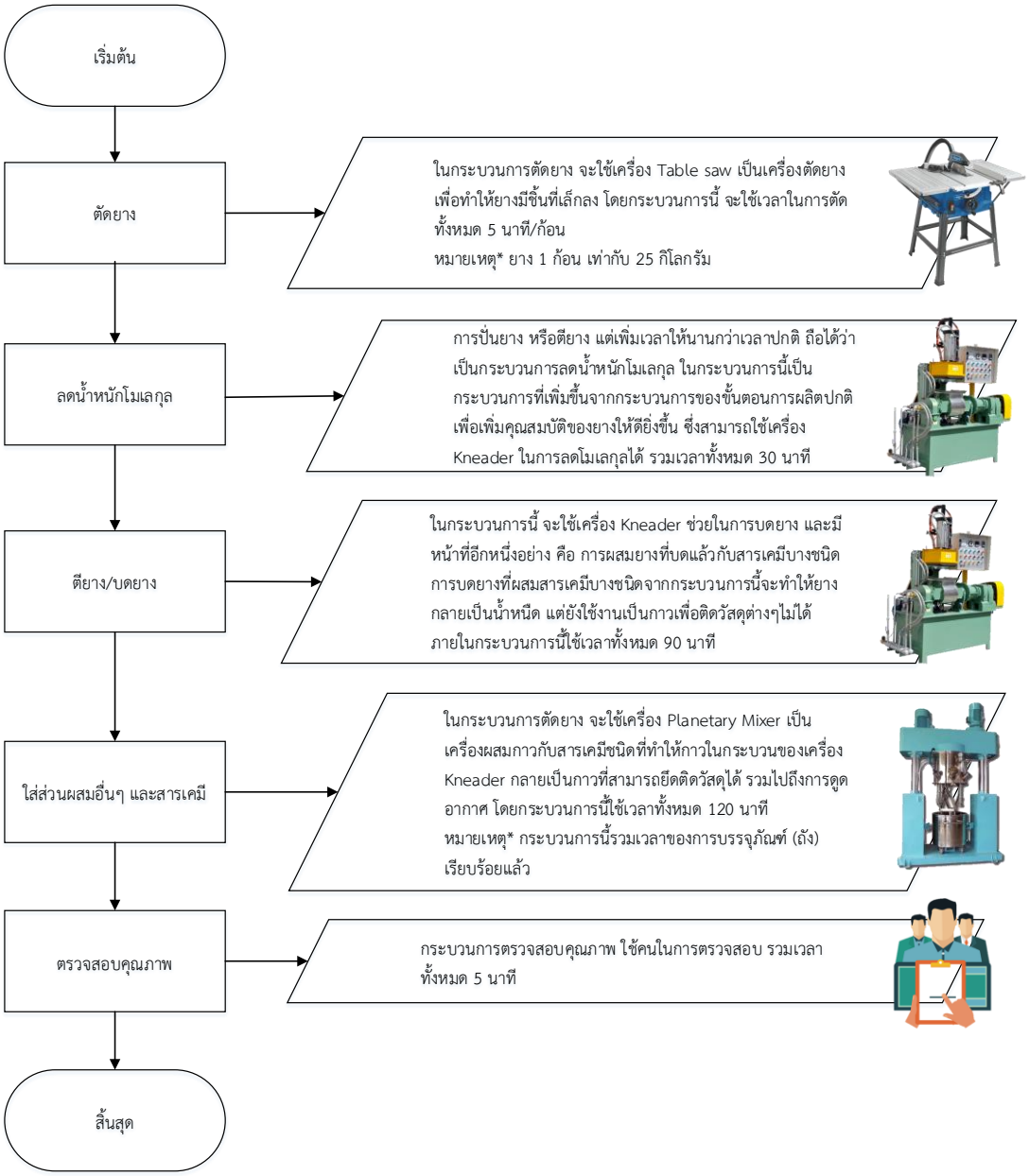
กระบวนการผลิต หมายถึง ลำดับขั้นตอนของการผลิตผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้กระบวนการผลิตยังกำหนดทรัพยากรการดำเนินงานที่จำเป็น เวลาที่ต้องใช้ และต้นทุนที่เหมาะสม สำหรับการผลิตกาวติดโลหะประเภท Mastic ในปัจจุบันเพื่อใช้งานในอุตสาหกรรมรถยนต์ ใช้ยางสังเคราะห์ชนิดยางไนไตร์ล (NBR) เป็นวัตถุดิบในการผลิต แสดงกระบวนการและรายละเอียดการผลิต ดังรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.9 กระบวนการผลิตกาวติดโลหะประเภท Mastic ของอุตสาหกรรมกาวในปัจจุบัน จากยางสังเคราะห์

จากรูปที่ 4.9 กระบวนการผลิตกาวติดโลหะประเภทกาว Mastic ของอุตสาหกรรมกาวในปัจจุบัน ที่ผลิตจากยางสังเคราะห์ชนิด NBR พบว่า ใช้เวลาในการผลิตรวมทั้งหมด 3 ชั่วโมง 40 นาที หรือคิดเป็นนาที เท่ากับ 220 นาที (ไม่รวมระยะเวลาในการ Set up เครื่องจักร)

จากการศึกษาถึงคุณสมบัติของยาง ENR พบว่า หากต้องการเพิ่มหรือปรับปรุงสมบัติบางประการของยางธรรมชาติให้ดียิ่งขึ้น ต้องทำให้ยางเป็นขั้วมากขึ้น โดยการลดน้ำหนักโมเลกุล ซึ่งผลจากการลดน้ำหนักโมเลกุลจะทำให้ยางมีความทนน้ำมัน มีความยืดหยุ่น ทนต่อแรงต้านทานแรงดึงสูงขึ้น เป็นต้น ดังนั้น กระบวนการผลิตกาวติดโลหะจากยางธรรมชาติประเภทกาว Mastic จึงต้องเพิ่มขั้นตอนการลดน้ำหนักโมเลกุลเข้ามา แสดงกระบวนการและรายละเอียดการผลิตดังรูปที่ 4.10



รูปที่ 4.10 กระบวนการผลิตกาวติดโลหะประเภท Mastic จากยางธรรมชาติ

จากรูปที่ 4.10 กระบวนการผลิตกาวติดโลหะจากยางธรรมชาติประเภทกาว Mastic ที่ผลิตจากยาง ENR พบว่า ใช้เวลาในการผลิตรวมทั้งหมด 4 ชั่วโมง 10 นาที หรือคิดเป็นนาที เท่ากับ 250 นาที (ไม่รวมระยะเวลาในการ Set up เครื่องจักร)

จากกระบวนการผลิตกาวติดโลหะประเภทกาว Mastic ของอุตสาหกรรมกาวผลิตกาวในปัจจุบัน ใช้กาวในการผลิตต่อ 1 รอบการผลิต เท่ากับ 1 ก้อน (25 กิโลกรัม) ได้ปริมาณกาว 80 กิโลกรัม แสดงดังรูปที่ 4.11

รูปที่ 4.11 ปริมาณการใช้ยางก้อน (Input) และปริมาณกาว (Output)

จากรูปที่ 4.11 สามารถสรุปผลจากการผลิตกาวใน 1 รอบ เวลารวมทั้งหมด 4 ชั่วโมง 10 นาที หรือเท่ากับ 250 นาที (ไม่รวมระยะเวลาในการ Set up เครื่องจักร) ได้ปริมาณกาว Mastic ทั้งหมด 80 กิโลกรัม ซึ่งในระบบอุตสาหกรรมการผลิตกาวปัจจุบัน จะผลิตขายถังละ 20 กิโลกรัม ดังนั้น จะทำให้ได้กาวทั้งหมด 4 ถัง ผู้วิจัยจึงใช้ข้อมูลจากระบบการผลิตของอุตสาหกรรมในปัจจุบัน ทำการวางแผนการผลิตด้วยข้อมูลเดียวกัน ได้แก่ เครื่องจักรในการผลิต ปริมาณวัตถุดิบในการผลิตต่อ 1 รอบ สารเคมีในการผลิต ปริมาณผลผลิตกาว ขนาดของบรรจุภัณฑ์ในการผลิต และระยะเวลาในการผลิตแต่ละขั้นตอนที่เหมือนกัน

นอกจากกระบวนการผลิตและเครื่องจักร ประเด็นสำคัญที่ควรคำนึงถึงต่อไป ได้แก่ คนงานที่ควบคุมการผลิต เนื่องจากจะส่งผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ และส่งผลต่อต้นทุนการผลิต ดังนั้น การออกแบบและวางแผนกระบวนการผลิตที่เหมาะสมของการผลิตกาวติดโลหะจากยางพาราประเภทกาว Mastic ควรมีจำนวนคนงานที่ควบคุมการผลิต แสดงดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 จำนวนคนงานที่เหมาะสมในการควบคุมการผลิต

กระบวนการผลิต	**ระยะเวลา**	**ดำเนินการโดย**		**ประเภทเครื่องจักร/ จำนวนคนงาน**	
		เครื่องจักร	**คน**	**เครื่องจักร**	**จำนวน คนงาน**
ตัดยาง	5 นาที	✓	✓	Table saw	3 คน
ลดน้ำหนักโมเลกุล	30 นาที	✓		Kneader	
ตียาง/บดยาง	90 นาที	✓		Kneader	
ผสมสารเคมี	120 นาที	✓		Planetary Mixer	
ตรวจสอบคุณภาพ	5 นาที		✓		

(อ้างอิงข้อมูลจำนวนคนงานจากอุตสาหกรรมกาวในปัจจุบัน)

จากตารางที่ 4.7 แสดงจำนวนคนงานควบคุมกระบวนการผลิตที่เหมาะสม จำนวน 3 คน เนื่องจากงานแต่ละงานของกระบวนการผลิตกาวติดโลหะจากยางพารา ประเภทกาว Mastic ส่วนมากเป็นกระบวนการผลิตที่ใช้เครื่องจักรในการดำเนินงาน ดังนั้น จำนวนคนงานที่เหมาะสม คือ 3 คน เพราะคนงานทุกคนสามารถทำหน้าที่แทนกันได้ หากมีมากกว่า 3 คน จะส่งผลต่อต้นทุนในการผลิต ซึ่งจะส่งผลต่อราคาขายผลิตภัณฑ์

4.5.2.2 ปริมาณการผลิต

ปริมาณการผลิต เปรียบได้กับปริมาณความต้องการของผู้ใช้งาน หมายความว่า ผู้ใช้งานมีความต้องการใช้ผลิตภัณฑ์ปริมาณเท่าไหร่ ผู้ผลิตก็ต้องผลิตให้ได้ตามปริมาณความต้องการของผู้ใช้งาน (Make to order) ซึ่งโดยทั่วไปปริมาณความต้องการของผู้ใช้งานจะเกิดขึ้นจากการสั่งซื้อในกรณีที่ผลิตภัณฑ์เป็นการผลิตตามคำสั่งซื้อ และจะเกิดจากการพยากรณ์ความต้องการที่จะซื้อในอนาคตตามช่วงเวลา

สำหรับผลิตภัณฑ์กาวติดโลหะจากยางพาราประเภทกาว Mastic ที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและประเมินความเป็นไปได้ทางการผลิตนั้น อ้างอิงข้อมูลจากการสัมภาษณ์เชิงลึกบริษัทผู้ผลิตกาวติดโลหะในปัจจุบัน เกี่ยวกับข้อมูลด้านปริมาณความต้องการใช้งานกาวต่อรถยนต์ 1 คัน แสดงดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ปริมาณการใช้กาวประเภท Mastic ต่อรถยนต์ 1 คัน

บริเวณที่ติดกาว	**จำนวนจุด**	**ปริมาณกาว (กาว 2 กรัม/จุด)**	
		ปริมาณ (กรัม)	**ปริมาณ (กิโลกรัม)**
ฝากระโปรงหน้า	30 จุด	60 กรัม	0.06 กิโลกรัม
ฝากระโปรงหลัง	30 จุด	60 กรัม	0.06 กิโลกรัม
ประตู 4 ด้าน	140 จุด (ด้านละ 35 จุด)	280 กรัม	0.28 กิโลกรัม
หลังคา	45 จุด	90 กรัม	0.09 กิโลกรัม
รวม	**245 จุด**	**490 กรัม**	**0.49 กิโลกรัม**

หมายเหตุ: ปริมาณการใช้กาว Mastic ในรถยนต์ 1 คัน สำหรับรถยนต์ประเภท 7 ที่นั่ง 4 ประตู

จากตารางที่ 4.8 แสดงปริมาณการใช้กาวประเภท Mastic ต่อรถยนต์ 1 คัน เท่ากับ 490 กรัม หรือ 0.49 กิโลกรัม ดังนั้น กาว 1 ถัง มีปริมาณ 20 กิโลกรัม จะใช้กับรถยนต์ได้ทั้งหมด 40.41 คัน

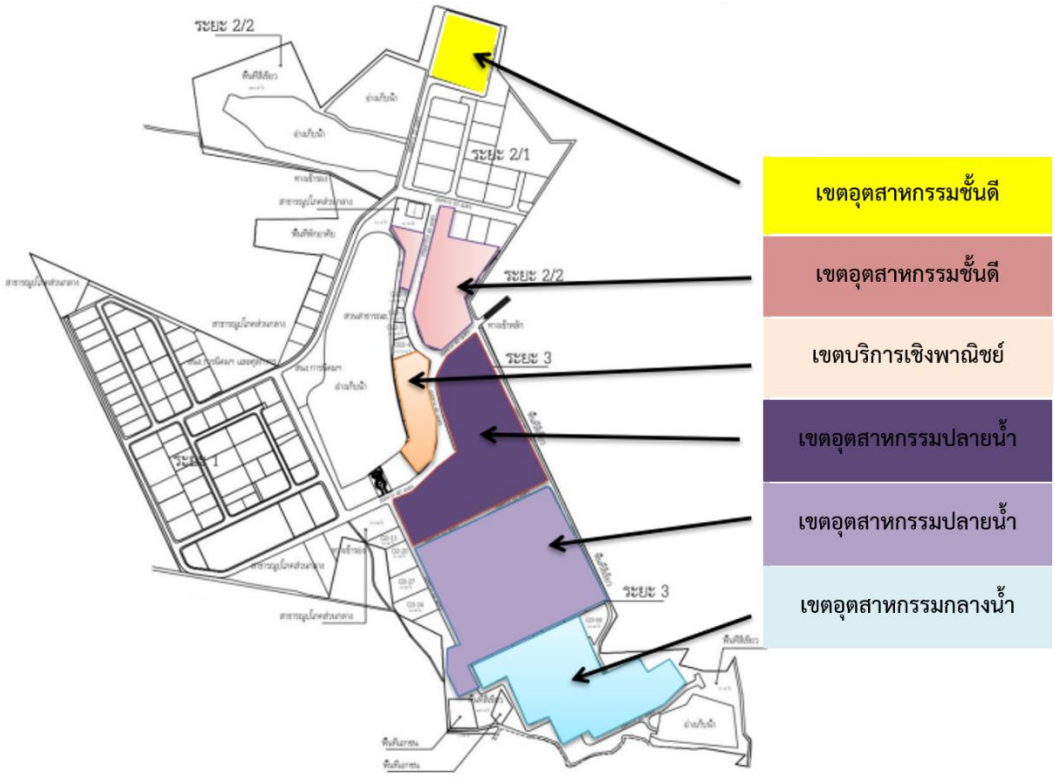
4.6 ผลการวิเคราะห์ความเป็นไปได้เชิงวิศวกรรม

จากการศึกษาความสามารถในการดำเนินงานของกระบวนการทางการผลิต โดยการออกแบบและการวางแผนกระบวนการผลิต ทำให้ต้องศึกษาความความเป็นไปได้เชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม เพื่อดูความเป็นไปได้ในการจัดตั้งโรงงานผลิตกาวติดโลหะจากยางพารา ว่ามีความเป็นไปได้เชิงเศรษฐศาสตร์มากน้อยเพียงใด สมควรลงทุนหรือไม่

4.6.1 ปัจจัยสำคัญของการจัดตั้งโครงการ

4.6.1.1 การเลือกทำเลที่ตั้งโรงงาน

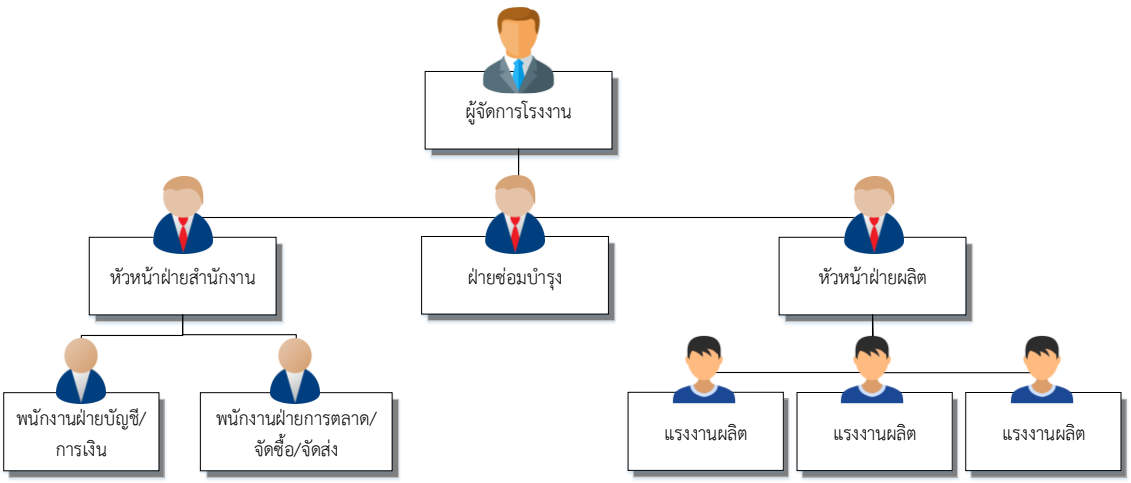
ผู้วิจัยได้เลือกทำเลที่ตั้งของโรงงานผลิตกาวติดโลหะจากยางพาราประเภทกาว Mastic ภายในนิคมอุตสาหกรรมยางพารา (Rubber City) ในจังหวัดสงขลา เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่การนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย (กนอ.) ให้การสนับสนุนและรองรับการลงทุนและดำเนินธุรกิจอุตสาหกรรม พร้อมทั้งให้สิทธิประโยชน์การจัดหาอำนวยความสะดวกด้านบริการต่างๆ แก่นักลงทุนอุตสาหกรรม ทั้งนี้ เพื่อสนองนโยบายรัฐบาลในการพัฒนาเศรษฐกิจ โดยข้อดีการจัดตั้งนิคมอุตสาหกรรม Rubber City จะทำให้เพิ่มการใช้ยางพาราในอุตสาหกรรมปลายน้ำ ขยายโซ่อุปทานสู่การพัฒนาที่ยั่งยืน อีกทั้งยังส่งเสริมการลงทุนใหม่ในอุตสาหกรรมแปรรูปต้นน้ำ กลางน้ำ ปลายน้ำ และสร้างอุปสงค์การใช้ยางพาราในอุตสาหกรรมใหม่ โดยมุ่งเน้นนวัตกรรมการนำยางพาราไปใช้ ในการผลิตผลิตภัณฑ์ใหม่ นอกจากเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น การอยู่ใกล้แหล่งวัตถุดิบก็มีส่วนทำให้นิคมอุตสาหกรรม Rubber City เป็นที่น่าสนใจของการเลือกที่ตั้งโรงงาน อีกประเด็นที่สำคัญ คือ ถึงแม้ว่าแหล่งผู้ใช้งานส่วนใหญ่จะอยู่ภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แต่สถานที่นั้นก็ได้มีกลุ่มอุตสาหกรรมผู้ผลิตกาวหลายแห่งเช่นกัน ดังนั้น นิคมอุตสาหกรรม Rubber City จึงเป็นสถานที่ที่เหมาะสมในการจัดตั้งโรงงาน โดยผู้วิจัยได้เลือก ในส่วนของพื้นที่อุตสาหกรรมปลายน้ำ ค่าเช่า 201,000 ต่อไร่ต่อปี แสดงพื้นที่จัดสรรภายในนิคมอุตสาหกรรม Rubber City ดังรูปที่ 4.12



รูปที่ 4.12 พื้นที่จัดสรรภายในนิคมอุตสาหกรรมยางพารา (Rubber City) [51]

4.6.1.2 โครงสร้างองค์กร

จากการออกแบบการเลือกทำเลที่ตั้งโรงงานผลิตกาวติดโลหะจากยางพาราประเภทกาว Mastic ในนิคมอุตสาหกรรม Rubber City ผู้วิจัยได้ออกแบบโครงสร้างองค์กร แสดงดังรูปที่ 4.13



รูปที่ 4.13 โครงสร้างองค์กรโรงงานผลิตกาวติดโลหะจากยางพาราประเภทกาว Mastic ในนิคมอุตสาหกรรมยางพารา (Rubber City)

จากรูปที่ 4.13 เป็นการอธิบายโครงสร้างองค์กรของโรงงานผลิตกาวติดโลหะจากยางพาราประเภทกาว Mastic ในนิคมอุตสาหกรรม Rubber City จำแนกเป็น ผู้จัดการโรงงาน 1 คน โดยผู้จัดการโรงงาน จะเป็นผู้ที่คอยดูแลความเรียบร้อยของผลิตภัณฑ์ และการทำงานของพนักงานทุกคน อีกทั้งเป็นผู้ที่คอยเปิดรับข้อมูลข่าวสารจากอุตสาหกรรมภายนอก หรือคู่แข่ง เพื่อทำการพัฒนาและปรับปรุงผลิตภัณฑ์ รวมทั้งสภาพเศรษฐกิจของโรงงานให้อยู่รอดและยั่งยืน สำหรับหัวหน้าฝ่ายสำนักงานมี 1 คน เป็นผู้คอยควบคุมดูแลความเรียบร้อยของข้อมูล และการทำงานของพนักงานที่อยู่ในการกำกับดูแล โดยแบ่งเป็น พนักงานฝ่ายบัญชีและการเงิน 1 คน ทำหน้าที่คอยจัดการดูแลเรื่องระบบการเข้าออกของเงิน พนักงานฝ่ายการตลาด จัดซื้อ และจัดส่ง 1 คน ทำหน้าที่คอยติดตามข่าวสารข้อมูลการบริโภคของผู้ใช้งาน ความพึงพอใจ ความต้องการเพิ่มเติม กระแสตอบรับจากการใช้งานของผลิตภัณฑ์ รวมไปถึงการโฆษณาประชาสัมพันธ์ และทำหน้าที่จัดซื้อวัตถุดิบสารเคมี หาแหล่งผู้ป้อนวัตถุดิบและสารเคมีที่ดี อีกทั้งทำหน้าที่ประสานงานกับลูกค้าเพื่อดำเนินการจัดส่งสินค้าให้ถึงมือลูกค้าอย่างถูกที่ ถูกเวลา สำหรับฝ่ายซ่อมบำรุงมี 1 คน ทำหน้าที่ประสานงานกับหัวหน้าฝ่ายผลิต และซ่อมบำรุงเครื่องจักรเมื่อเกิดปัญหา สำหรับหัวหน้าฝ่ายผลิตจะมี 1 คน โดยหัวหน้าฝ่ายผลิตจะเป็นผู้ที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญเกี่ยวกับกระบวนการผลิตและเครื่องจักร เปรียบได้เหมือนเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบกระบวนการผลิต และตรวจสอบเครื่องจักรเมื่อเกิดปัญหา นอกจากนั้นหัวหน้าฝ่ายผลิตยังทำหน้าที่กำกับดูแล และควบคุมการทำงานของแรงงานฝ่ายผลิตจำนวน 3 คน ให้ปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายทางการผลิตอย่างเคร่งครัด

4.6.1.3 ขอบเขตการจัดตั้งโรงงานและการผลิตผลิตภัณฑ์

เนื่องจากการจัดตั้งโรงงานเพื่อผลิตผลิตภัณฑ์กาวติดโลหะจากยางพาราประเภทกาว Mastic เป็นเพียงการศึกษาความเป็นไปได้ทางการผลิต และการลงทุนเชิงเศรษฐศาสตร์ที่มีต้นแบบของกระบวนการผลิต เวลาในการผลิต และเครื่องจักรมาจากอุตสาหกรรมการผลิตกาวในปัจจุบัน ดังนั้น ผู้วิจัยจึงนำข้อมูลบางส่วนที่ได้จากการสัมภาษณ์เชิงลึกผู้ผลิตกาวในปัจจุบันมาเป็นข้อกำหนดในการดำเนินโครงการ และสำหรับข้อมูลเชิงลึกที่บริษัทผู้ผลิตไม่สามารถให้ข้อมูลได้ ผู้วิจัยจึงกำหนดเป็นสมมติฐานเพื่อการดำเนินงานวิจัย ดังนี้

1.) ระยะเวลาการดำเนินโครงการสำหรับการวิเคราะห์ 10 ปี
2.) โรงงานขนาดเล็ก พื้นที่โรงงาน เท่ากับ 1,200 ตารางเมตร
3.) ปริมาณการผลิตกำหนดจาก Market Share ร้อยละ 5 ของการพยากรณ์ ปี พ.ศ. 2562-2571
4.) เครื่องจักรประเภทละ 1 เครื่อง
5.) โรงงานมีนโยบายการบำรุงรักษาเชิงป้องกันปีละ 2 ครั้ง ครั้งละ 15 วัน

และกำหนดให้มีระยะเวลาการหยุดทำงานของเครื่องจักร (Breakdown) 5 ครั้งต่อปี ครั้งละ 8 ชั่วโมง

6.) เครื่องจักรทำงานเฉพาะเวลางาน

7.) เครื่องจักรสามารถผลิตต่อเนื่องได้ โดยไม่ต้องทำความสะอาดระหว่างรอการผลิต

8.) ความจุของเครื่องจักร Kneader 150 ลิตร

9.) ความจุของเครื่องจักร Planetary Mixer 300 ลิตร

10.) บรรจุภัณฑ์เป็นหน่วยถัง ถังละ 20 กิโลกรัมกาว

11.) เวลาทำงานปกติ 08:00-17:00 รวมเวลาพัก 1 ชั่วโมง

12.) กำหนดวันทำงาน 26 วันต่อเดือน (312 วันต่อปี)

13.) กรณีการทำงานล่วงเวลา ทุกวันกำหนดจ่ายเป็น 1.5 เท่าของเงินเดือนตามกฎหมาย

14.) ค่าจ้างแรงงานฝ่ายผลิต คิดเป็นค่าแรงขั้นต่ำของจังหวัดสงขลา 320 บาทต่อวัน และจ่ายค่าแรงในกรณีเครื่องจักรหยุดทำงาน

15.) กำหนดให้พนักงานซ่อมบำรุงทำงานเฉพาะวันที่เครื่องจักร Breakdown และวันที่บำรุงรักษาเครื่องจักรเชิงป้องกัน โดยคิดเป็นค่าแรงขั้นต่ำของจังหวัดสงขลา 320 บาทต่อวัน

16.) กำหนดให้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นของเสียและของมีตำหนิ เท่ากับ ร้อยละ 1 ของปริมาณที่ผลิตได้จริง

17.) ไม่พิจารณาเรื่องการบริหารสินค้าคงคลังของผลิตภัณฑ์ วัตถุดิบ สารเคมี และไม่นำสินค้าคงคลังปีปัจจุบันไปเป็นสินค้าคงคลังของปีถัดไป

18.) กำหนดปริมาณการขาย เท่ากับปริมาณความต้องการ

19.) กำหนดวิธีการคิดค่าเสื่อมราคาแบบเส้นตรง

20.) กำหนดอายุการใช้งานเครื่องจักร 10 ปี เท่ากับอายุโครงการ และให้มูลค่าซากของเครื่องจักรปลายปีที่ 10 เหลือร้อยละ 15

21.) กำหนดให้หยุดผลิตเมื่อผลิตครบตามความต้องการ

4.6.1.4 การวิเคราะห์เวลาในการผลิตกาวติดโลหะจากยางพาราประเภทกาว การวิเคราะห์เวลาในการผลิตกาวติดโลหะจากยางพาราประเภทกาว Mastic ใน 1 วันทำงาน โดยประยุกต์จาก Man-Machine Chart เพื่อเป็นการประเมินปริมาณการผลิตต่อวัน และเพื่อ

ประเมินความสามารถในการตอบสนองต่อปริมาณความต้องการของผู้ใช้งานที่ได้จากการแบ่งส่วนแบ่งทางการตลาดมา ร้อยละ 5

ปริมาณการผลิตในแต่ละปีที่ได้จากการแบ่งส่วนแบ่งทางการตลาด ร้อยละ 5 คำนวณได้จากปริมาณการผลิตรถยนต์ต่อปีแปลงเป็นปริมาณความต้องการใช้กาวติดโลหะประเภท Mastic ต่อปี แล้วจึงแบ่งส่วนแบ่งทางการตลาดมา ร้อยละ 5 เพื่อนำมาผลิตเป็นกาวติดโลหะจากยางพาราประเภทกาว Mastic ผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณปริมาณการผลิตจะนำไปเป็นข้อมูลนำเข้าในการประเมินความเป็นไปได้ของโครงการภายในระยะเวลา 10 ปี ทั้งในเชิงความสามารถในการตอบสนองต่อปริมาณความต้องการของลูกค้า และเชิงเศรษฐศาสตร์ โดยเบื้องต้น ผู้วิจัยได้ทำการกำหนดขอบเขตการจัดตั้งโรงงานและการผลิตผลิตภัณฑ์ไว้เพื่อทำให้กระบวนการผลิตมีความราบรื่นและสะดวกต่อการประเมินมากขึ้น แสดงข้อมูลกระบวนการผลิตต่อวันได้ ดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 เวลาการผลิตกาวติดโลหะจากยางพาราประเภทกาว Mastic ใน 1 วันทำงาน (ประยุกต์จาก Man-Machine Chart)

คน	เวลา (นาที)	เวลาเสร็จ	Table saw	เวลา (นาที)	เวลาเสร็จ	Kneader	เวลา (นาที)	เวลาเสร็จ	Planetary Mixer	เวลา (นาที)	เวลาเสร็จ	เวลาเริ่มงาน (08:00)
ตรวจสอบเครื่องจักร	30	8:30	ว่าง	30	8:30	Set-up เครื่องจักร	30	8:30	Set-up เครื่องจักร	30	8:30	8:30
คุมเครื่องตัดยาง	5	8:35	ตัดยาง (1 ก้อน)	5	8:35	ว่าง	5	8:35	ว่าง	5	8:35	8:35
คุมเครื่อง Kneader	120	10:35	ตัดยาง (1 ก้อน)	5	8:40	ลดน้ำหนักโมเลกุล	30	9:05	ว่าง	120	9:05	10:35
			ตัดยาง (1 ก้อน)	5	8:45	บดยาง	90	10:35			10:35	
			ว่าง	110	10:35							
คุมเครื่อง Kneader และ Planetary Mixer	120	12:35	ว่าง	120	12:35	ลดน้ำหนักโมเลกุล	30	11:05	ผสมสารเคมี	90	12:05	12:35
						บดยาง	90	12:35	ดูดอากาศ	25	12:30	
									บรรจุภัณฑ์	5	12:35	
QC (5 นาที)	120	14:35	ว่าง	120	14:35	ลดน้ำหนักโมเลกุล	30	13:05	ผสมสารเคมี	90	14:05	14:35
คุมเครื่อง Kneader และ Planetary Mixer						บดยาง	90	14:35	ดูดอากาศ	25	14:30	
									บรรจุภัณฑ์	5	14:35	
QC (5 นาที)	120	16:35	ดำเนินกิจกรรม 5 ส	120	16:35	ดำเนินกิจกรรม 5 ส	120	16:35	ผสมสารเคมี	90	16:05	16:35
คุมเครื่อง Planetary Mixer และ 5ส									ดูดอากาศ	25	16:30	
									บรรจุภัณฑ์	5	16:35	
QC (5 นาที)	25	17:00	ว่าง	25	17:00	ว่าง	25	17:00	ดำเนินกิจกรรม 5 ส	25	17:00	17:00
ดำเนินกิจกรรม 5 ส												

จากตารางที่ 4.9 เห็นได้ว่าในภายในเวลา 1 วัน โรงงานสามารถผลิตกาวติดโลหะจากยางพาราประเภทกาว Mastic ได้ทั้งหมด 3 รอบการผลิต หรือเท่ากับ 12 ถัง จากการประเมินความสามารถในการตอบสนองต่อปริมาณความต้องการใช้งานกาวติดโลหะจากยางพาราประเภทกาว Mastic ของปี พ.ศ. 2562 ถึง 2571 แสดงปริมาณความต้องการใช้งานต่อปี ดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 ปริมาณความต้องการใช้กาวติดโลหะจากยางพาราประเภทกาว Mastic ปี พ.ศ. 2562-2571

ปี พ.ศ.	ปริมาณการขายรถยนต์ (คัน)	ปริมาณกาวติดโลหะประเภทกาว Mastic (กิโลกรัม)	5% ของส่วนแบ่งทางการตลาด (กิโลกรัม)	จำนวนถังที่ต้องผลิตต่อปี (ถัง)
2562	2,318,361	1,135,997	56,800	2,840
2563	2,439,078	1,195,148	59,757	2,988
2564	2,559,794	1,254,299	62,715	3,136
2565	2,680,511	1,313,450	65,673	3,284
2566	2,801,228	1,372,602	68,630	3,432
2567	2,921,944	1,431,753	71,588	3,579
2568	3,042,661	1,490,904	74,545	3,727
2569	3,163,378	1,550,055	77,503	3,875
2570	3,284,094	1,609,206	80,460	4,023
2571	3,404,811	1,668,357	83,418	4,171
หมายเหตุ: รถยนต์ 1 คันใช้กาวประเภท Mastic 0.49 กิโลกรัม กาว 1 ถัง มีน้ำหนักเท่ากับ 20 กิโลกรัมกาว				

จากตารางที่ 4.10 ผู้วิจัยจะนำข้อมูลปริมาณการผลิตกาวติดโลหะประเภทกาว Mastic ที่ได้จากการแบ่งส่วนแบ่งทางการตลาด ร้อยละ 5 เป็นข้อมูลนำเข้าในการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางการลงทุนของโครงการ แสดงในหัวข้อที่ 4.6.2

4.6.2 การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางการลงทุน

การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางการลงทุนของโรงงานผลิตกาวติดโลหะจากยางพาราประเภทกาว Mastic ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบกระบวนการผลิต และระยะเวลาทางการผลิต รวมไปถึงความสามารถของเครื่องจักร และการลงทุนต่างๆ เพื่อประเมินต้นทุนในการลงทุนกิจการ ซึ่งประกอบด้วย (1) ต้นทุนการลงทุนกิจการ (Investment cost) และ (2) ต้นทุนการดำเนินงาน (Operating cost)

4.6.2.1 ต้นทุนการลงทุนกิจการ (Investment cost) หมายถึง ค่าใช้จ่ายในการลงทุน ที่จ่ายเมื่อทำการเปิดกิจการเริ่มแรก ได้แก่ ค่าที่ดิน ค่าเครื่องจักร และการติดตั้งเครื่องจักร อุปกรณ์ต่างๆ ค่าเฟอร์นิเจอร์ตกแต่งและเครื่องใช้สำนักงาน ค่าการติดตั้งระบบสาธารณูปโภค ค่าโฆษณาประชาสัมพันธ์ธุรกิจแรกเริ่มของกิจการ เป็นต้น แสดงข้อมูลต้นทุนการลงทุนกิจการ ดังตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 ต้นทุนการลงทุนกิจการ

รายการ	จำนวน/หน่วยนับ	ราคา (บาท)	รวม (บาท)	คำอธิบาย
Table Saw	1 เครื่อง	19,000	19,000	มูลค่าซากปลายปีที่ 10 เท่ากับ 15% ของราคาซื้อ 19,000 x 15% = 2,850 ค่าเสื่อมราคา เท่ากับ (ราคาซื้อ – มูลค่าซาก)/อายุการใช้งาน (19,000 - 2,850)/10 = 1,615
Kneader (150 ลิตร)	1 เครื่อง	4,500,000	4,500,000	มูลค่าซากปลายปีที่ 10 เท่ากับ 15% ของราคาซื้อ 4,500,000 x 15% = 675,000 ค่าเสื่อมราคา เท่ากับ (ราคาซื้อ – มูลค่าซาก)/อายุการใช้งาน (4,500,000 - 675,000)/10 = 382,500
Planetary (300 ลิตร)	1 เครื่อง	3,000,000	3,000,000	มูลค่าซากปลายปีที่ 10 เท่ากับ 15% ของราคาซื้อ 3,000,000 x 15% = 450,000 ค่าเสื่อมราคา เท่ากับ (ราคาซื้อ – มูลค่าซาก)/อายุการใช้งาน (3,000,000 - 450,000)/10 = 255,000
ค่าขนย้ายและติดตั้งเครื่องจักร	1 ครั้ง	500,000	500,000	ข้อมูลจากผู้ผลิต ประมาณค่าจากโรงงานจริง
ติดตั้งระบบสาธารณูปโภค	1 ครั้ง	100,000	100,000	ข้อมูลจากผู้ผลิต ประมาณค่าจากโรงงานจริง
ค่าเฟอร์นิเจอร์และเครื่องมือเครื่องใช้	1 ครั้ง	200,000	200,000	ข้อมูลจากผู้ผลิต ประมาณค่าจากโรงงานจริง
ค่ามัดจำการเช่าโรงงาน (เนื้อที่ 1,200 ตารางเมตร)	1 ครั้ง	50,000	50,000	ข้อมูลจากนิคมอุตสาหกรรมยางพารา (Rubber City)
ค่าโฆษณาประชาสัมพันธ์ธุรกิจ	1 ครั้ง	200,000	200,000	ข้อมูลจากผู้ผลิต ประมาณค่าจากโรงงานจริง
รวม			**8,569,000.00**	

4.6.2.2 ต้นทุนการดำเนินงาน (Operating cost) หมายถึง ค่าใช้จ่ายทั่วไปที่เกิดขึ้นจากการดำเนินธุรกิจ โดยทั่วไปแล้วสามารถแยกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ (1) ต้นทุนทางการขายและการบริหาร (Selling and Administrative cost) และ (2) ต้นทุนทางการผลิต (Production cost)

1) ต้นทุนทางการขายและบริหาร (Selling and Administrative cost) หมายถึง ค่าใช้จ่ายทั่วไปที่เกิดขึ้นจากการดำเนินธุรกิจ เช่น เงินเดือนพนักงานบริหาร ค่าขนส่ง ค่าโทรศัพท์ ค่าเอกสาร รวมไปถึงค่าสปอนเซอร์ และค่าโฆษณาผลิตภัณฑ์ เป็นต้น

2) ต้นทุนทางการผลิต (Production cost) หมายถึง ค่าใช้จ่ายในการดำเนินกิจกรรมต่างๆ ในกระบวนการผลิตเพื่อให้ได้มาซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ดี มีคุณภาพ ตามความต้องการของลูกค้า เช่น ค่าแรงหรือเงินเดือน ค่าวัสดุ ค่าเช่าที่ดิน ผลลัพธ์ที่ได้คือ “ผลิตภัณฑ์” ต้นทุนในการผลิตไม่ได้หมายถึงเพียงค่าใช้จ่ายเฉพาะฝ่ายผลิตเท่านั้น แต่รวมถึงกระบวนการต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกันโดยตรง เช่น ค่าไฟฟ้า ค่าน้ำ ค่าบรรจุภัณฑ์ ค่าเสื่อมราคา และค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบคุณภาพ เป็นต้น จึงกล่าวได้ว่า ต้นทุนการผลิต เป็นปัจจัยที่สำคัญที่จะกำหนดว่าสินค้าจะมีราคาถูกหรือแพง เพราะต้นทุนการผลิตมีส่วนประกอบหลายอย่างที่เป็นปัจจัยหลักในการผลิต ดังนั้น การลดต้นทุนการผลิตให้ต่ำลง จึงเป็นสิ่งสำคัญที่จะสามารถเพิ่มกำไรให้แก่ธุรกิจ ซึ่งส่งผลดีต่อประสิทธิภาพการแข่งขันในตลาด แสดงข้อมูลต้นทุนการดำเนินงาน โดยยกตัวอย่างการคำนวณประจำปี พ.ศ. 2562 ดังตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 ต้นทุนการดำเนินงาน

รายการ	จำนวน/หน่วยนับ	ราคา	รวมต้นทุน	คำอธิบาย
วัตถุดิบตั้งต้น ENR	6.25 กิโลกรัม/ถัง	148 บาท/กิโลกรัม	925 บาท	ข้อมูลจากการสอบถามบริษัทผู้ผลิตยาง ENR ราคาต่อก้อน ก้อนละ 25 กิโลกรัม เท่ากับ 3,700 บาท หรือ 148 บาทต่อกิโลกรัม ใช้วัตถุดิบตั้งต้นในการผลิต 25 กิโลกรัมทำให้ได้กาวทั้งหมด 4 ถัง ดังนั้น ใช้วัตถุดิบตั้งต้น ENR เท่ากับ 25/4 = 6.25 กิโลกรัมต่อถัง
สารเคมี	1 ถัง	350 บาท/ถัง	350 บาท/ถัง	ข้อมูลจากผู้ผลิต ต้นทุนสารเคมี เท่ากับ 1,400 บาท ต่อรอบการผลิต ดังนั้น ต้นทุนสารเคมีต่อถัง เท่ากับ 1,400/4 = 350 บาทต่อถัง
บรรจุภัณฑ์	1 ถัง	40 บาท/ถัง	40 บาท/ถัง	ข้อมูลจากผู้ผลิต ประมาณค่าจากโรงงานจริง
ค่าเช่าโรงงาน (1,200 ตารางเมตร)	1 ถัง	52.56 บาท/ถัง	52.56 บาท/ถัง	ค่าเช่าโรงงานอุตสาหกรรมปลายน้ำในนิคมอุตสาหกรรมยางพารา (Rubber City) ไร่ละ 201,000 บาทต่อไร่ต่อปี (1 ไร่ เท่ากับ 1,600 ตารางเมตร) จากการสัมภาษณ์ผู้ผลิต ประมาณจากจำนวนเครื่องจักรและปริมาณการผลิต ขนาดเนื้อที่โรงงานที่เหมาะสม คือ 1,200 ตารางเมตร ดังนั้น ต้นทุนค่าเช่าโรงงานต่อปี เท่ากับ 201,000/1,600 = 125.63 บาทต่อตารางเมตร 1,200 x 125.63 = 150,750 บาทต่อปี ปริมาณการผลิตตลอดปี 2562 เท่ากับ 2,868 ถัง ต้นทุนค่าเช่าโรงงานต่อถังเท่ากับ 150,750/2,868 = 52.56 บาท/ถัง

ตารางที่ 4.12 ต้นทุนการดำเนินงาน (ต่อ)

รายการ	จำนวน/หน่วยนับ	ราคา	รวมต้นทุน	คำอธิบาย
ค่าน้ำประปา-ค่าไฟฟ้า	1 ถัง	113.81 บาท/ถัง	113.81 บาท/ถัง	ข้อมูลจากผู้ผลิต ประมาณค่าจากโรงงานจริง กำหนดให้กรณีที่มีการใช้เครื่องจักร ค่าน้ำ เท่ากับ 10,000 บาทต่อเดือน และค่าไฟฟ้า เท่ากับ 22,000 บาทต่อเดือน (32,000 บาทต่อเดือน) ส่วนกรณีที่ไม่มีการใช้เครื่องจักร ค่าน้ำ เท่ากับ 1,200 บาทต่อเดือน และค่าไฟฟ้า เท่ากับ 2,000 บาทต่อเดือน (3,200 บาท) ปริมาณการผลิตตลอดปี 2562 เท่ากับ 2,868 ถัง ผู้ผลิตใช้เวลาในการผลิตทั้งหมด 10 เดือน รวมค่าน้ำและค่าไฟฟ้า (32,000 x 10) + (3,200 x 2) = 326,400 บาทต่อปี 326,400/2,868 = 113.81 บาทต่อถัง
เงินเดือนผู้จัดการโรงงาน	1 คน	71.13 บาท/ถัง	71.13 บาท/ถัง	ข้อมูลจากผู้ผลิต ประมาณค่าจากโรงงานจริง ค่าจ้างผู้จัดการโรงงาน 17,000 บาทต่อเดือน หรือเท่ากับ 204,000 บาทต่อปี ปริมาณการผลิตตลอดปี 2562 เท่ากับ 2,868 ถัง ค่าจ้างผู้จัดการโรงงาน เท่ากับ 204,000/2,868 = 71.13 บาทต่อถัง
เงินเดือนหัวหน้าฝ่ายสำนักงาน	1 คน	54.39 บาท/ถัง	54.39 บาท/ถัง	ข้อมูลจากผู้ผลิต ประมาณค่าจากโรงงานจริง ค่าจ้างหัวหน้าฝ่ายสำนักงาน 13,000 บาทต่อเดือน หรือเท่ากับ 156,000 บาทต่อปี ปริมาณการผลิตตลอดปี 2562 เท่ากับ 2,868 ถัง ค่าจ้างหัวหน้าฝ่ายสำนักงาน เท่ากับ 156,000/2,868 = 54.39 บาทต่อถัง

ตารางที่ 4.12 ต้นทุนการดำเนินงาน (ต่อ)

รายการ	จำนวน/หน่วยนับ	ราคา	รวมต้นทุน	คำอธิบาย
เงินเดือนหัวหน้าฝ่ายผลิต	1 คน	62.76 บาท/ถัง	62.76 บาท/ถัง	ข้อมูลจากผู้ผลิต ประมาณค่าจากโรงงานจริง ค่าจ้างหัวหน้าฝ่ายผลิต 15,000 บาทต่อเดือน หรือเท่ากับ 180,000 บาทต่อปี ปริมาณการผลิตตลอดปี 2562 เท่ากับ 2,868 ถัง ค่าจ้างหัวหน้าฝ่ายผลิต เท่ากับ 180,000/2,868 = 62.76 บาทต่อถัง
เงินเดือนพนักงานฝ่ายบัญชี การเงิน การตลาด จัดซื้อ และจัดส่ง	2 คน	41.84 บาท/ถัง	83.68 บาท/ถัง	ข้อมูลจากผู้ผลิต ประมาณค่าจากโรงงานจริง ค่าจ้างพนักงานฝ่ายบัญชี การเงิน การตลาด จัดซื้อ และจัดส่ง 10,000 บาทต่อเดือน หรือเท่ากับ 120,000 บาทต่อปี ปริมาณการผลิตตลอดปี 2562 เท่ากับ 2,868 ถัง ค่าจ้างผู้จัดการโรงงาน เท่ากับ 120,000/2,868 = 41.84 บาทต่อถัง
เงินเดือนพนักงานซ่อมบำรุง	1 คน	3.91 บาท/ถัง	3.91 บาท/ถัง	ข้อมูลจากผู้ผลิต ประมาณค่าจากโรงงานจริง ค่าจ้างพนักงานซ่อมบำรุงวันละ 320 บาท กำหนดการทำงาน 35 วันต่อปี ปริมาณการผลิตตลอดปี 2562 เท่ากับ 2,868 ถัง ค่าจ้างพนักงานซ่อมบำรุง จะเท่ากับ 320 x 35 = 11,200 บาทต่อคนต่อปี 11,200/2,868 = 3.91 บาทต่อถัง

ตารางที่ 4.12 ต้นทุนการดำเนินงาน (ต่อ)

รายการ	จำนวน/หน่วยนับ	ราคา	รวมต้นทุน	คำอธิบาย
เงินเดือนแรงงานควบคุมการผลิต	3 คน	27.22 บาท/ถัง	81.67 บาท/ถัง	ข้อมูลจากผู้ผลิต ประมาณค่าจากโรงงานจริง ค่าจ้างแรงงานควบคุมการผลิตวันละ 320 บาท กำหนดการทำงาน 26 วันต่อเดือน หรือเท่ากับ 312 วันต่อปี และมีวันหยุดพิเศษประจำปี 13 วัน ดังนั้นจะเหลือวันทำงานต่อปี 299 วัน หากมีการทำงานล่วงเวลาจะคิดเป็น 1.5 เท่าของเงินเดือน ปริมาณการผลิตตลอดปี 2562 เท่ากับ 2,868 ถัง ใช้ระยะเวลาในการผลิตทั้งหมด 239 วัน ไม่มีการทำงานล่วงเวลา และจ่ายค่าจ้างในกรณีเครื่องจักร Breakdown จำนวน 5 วัน ค่าจ้างแรงงานควบคุมการผลิต จะเท่ากับ (320 x 239) + (320 x 5) = 78,080 บาทต่อคนต่อปี 78,080/2,868 = 27.22 บาทต่อถัง
ค่าเสื่อมราคา Table Saw	1 ถัง	0.56 บาท/ถัง	0.56 บาท/ถัง	ค่าเสื่อมราคา เท่ากับ 1,615 บาทต่อปี ปริมาณการผลิตตลอดปี 2562 เท่ากับ 2,868 ถัง ค่าเสื่อมราคาจะเท่ากับ 1,615/2,868 = 0.56 บาทต่อถัง
ค่าเสื่อมราคา Kneader	1 ถัง	133.37 บาท/ถัง	133.37 บาท/ถัง	ค่าเสื่อมราคา เท่ากับ 382,500 บาทต่อปี ปริมาณการผลิตตลอดปี 2562 เท่ากับ 2,868 ถัง ค่าเสื่อมราคาจะเท่ากับ 382,500/2,868 = 133.37 บาทต่อถัง

ตารางที่ 4.12 ต้นทุนการดำเนินงาน (ต่อ)

รายการ	จำนวน/หน่วยนับ	ราคา	รวมต้นทุน	คำอธิบาย
ค่าเสื่อมราคา Planetary Mixer	1 ถัง	88.91 บาท/ถัง	88.91 บาท/ถัง	ค่าเสื่อมราคา เท่ากับ 255,000 บาทต่อปี ปริมาณการผลิตตลอดปี 2562 เท่ากับ 2,868 ถัง ค่าเสื่อมราคาจะเท่ากับ 255,000/2,868 = 88.91 บาทต่อถัง
ค่าโฆษณาประจำปี	1 ถัง	34.87 บาท/ถัง	34.87 บาท/ถัง	ข้อมูลจากผู้ผลิต ประมาณค่าจากโรงงานจริง โดยกำหนดให้มีการโฆษณาประชาสัมพันธ์ ปีละ 100,000 บาท ปริมาณการผลิตตลอดปี 2562 เท่ากับ 2,868 ถัง ค่าการโฆษณาประชาสัมพันธ์ เท่ากับ 100,000/2,868 = 34.87 บาทต่อถัง

จากตารางที่ 4.12 แสดงข้อมูลการคำนวณต้นทุนการดำเนินงานประจำปี พ.ศ. 2562 โดยมีปริมาณการผลิตตามความต้องการเท่ากับ 2,840 ถังต่อปี แต่เนื่องด้วยข้อจำกัดที่ผลิตเพื่อทดแทนปริมาณของเสีย ทำให้ปริมาณผลิตทั้งปีเท่ากับ 2,868 ถัง สามารถแสดงต้นทุนการดำเนินงานของโรงงานตลอดระยะเวลาโครงการ 10 ปี ดังตารางที่ 4.13 และแสดงต้นทุนรวมทางการผลิต ดังตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.13 ต้นทุนการดำเนินงานในการผลิตกาวติดโลหะจากยางพาราประเภทกาว Mastic (บาท/ถัง)

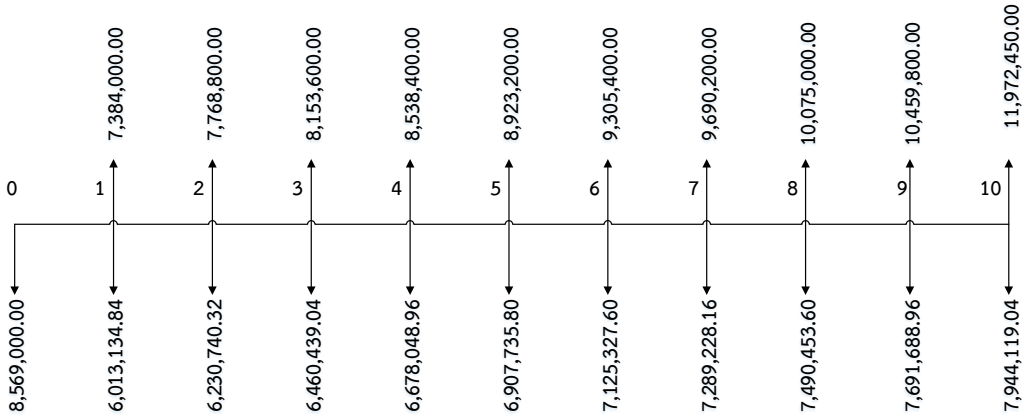
ปี	2562	2563	2564	2565	2566	2567	2568	2569	2570	2571
สารตั้งต้น ENR	925.00	925.00	925.00	925.00	925.00	925.00	925.00	925.00	925.00	925.00
สารเคมี	350.00	350.00	350.00	350.00	350.00	350.00	350.00	350.00	350.00	350.00
บรรจุภัณฑ์	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00
ค่าเช่าโรงงาน	52.56	49.85	47.59	45.35	43.47	41.60	39.92	38.46	37.09	35.69
ค่าน้ำประปา-ค่าไฟฟ้า	113.81	107.94	112.12	106.86	110.73	105.96	86.44	83.27	80.31	84.09
เงินเดือนผู้จัดการโรงงาน	71.13	67.46	64.39	61.37	58.82	56.29	54.03	52.04	50.20	48.30
เงินเดือนหัวหน้าฝ่ายสำนักงาน	54.39	51.59	49.24	46.93	44.98	43.05	41.31	39.80	38.39	36.93
เงินเดือนหัวหน้าฝ่ายผลิต	62.76	59.52	56.82	54.15	51.90	49.67	47.67	45.92	44.29	42.61
เงินเดือนพนักงานฝ่ายบัญชี การเงิน การตลาด จัดซื้อ และจัดส่ง	83.68	79.37	75.76	72.20	69.20	66.23	63.56	61.22	59.06	56.82
เงินเดือนพนักงานฝ่ายซ่อมบำรุง	3.91	3.70	3.54	3.37	3.23	3.09	2.97	2.86	2.76	2.65
เงินเดือนเงินเดือนแรงงานควบคุมการผลิต	81.67	81.59	81.52	81.44	81.38	81.32	83.77	83.72	83.68	83.64
ค่าเสื่อมราคา Table Saw	0.56	0.53	0.51	0.49	0.47	0.45	0.43	0.41	0.40	0.38
ค่าเสื่อมราคา Kneader	133.37	126.49	120.74	115.07	110.29	105.55	101.30	97.58	94.12	90.55
ค่าเสื่อมราคา Planetary Mixer	88.91	84.33	80.49	76.71	73.53	70.36	67.53	65.05	62.75	60.37
ค่าโฆษณาประจำปี	34.87	33.07	31.57	30.08	28.84	27.59	26.48	25.51	24.61	23.67
ต้นทุนการดำเนินงานรวม	**2,096.63**	**2,060.43**	**2,039.28**	**2,009.04**	**1,991.85**	**1,966.15**	**1,930.41**	**1,910.83**	**1,892.64**	**1,880.71**

ตารางที่ 4.14 ต้นทุนรวมของโรงงานในการผลิตกาวติดโลหะจากยางพาราประเภทกาว Mastic

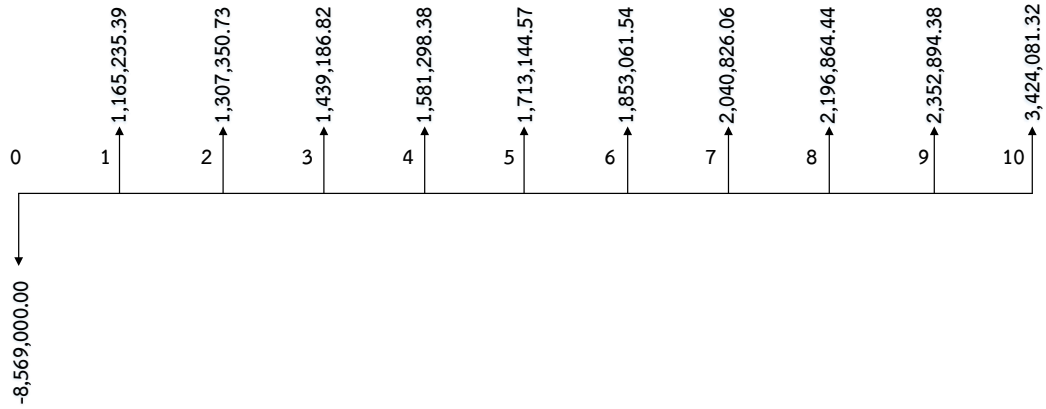
ปี พ.ศ.	5% ส่วนแบ่งทางการตลาด (กิโลกรัม)	จำนวนที่ต้องผลิตต่อปี (ถัง) (1)	การผลิต			ต้นทุนการดำเนินงานต่อถัง (บาท) (3)	ต้นทุนการดำเนินงานต่อปี (บาท) (2)x(3) (4)	ราคาขายต่อถัง (บาท) (5)	รายได้ต่อปี (บาท) (1)x(5) (6)	กำไรสุทธิก่อนหักภาษี (บาท) (6)-(4) (7)	ภาษี 15 % (บาท) (7)x0.15 (8)	กำไรสุทธิ (บาท) (7)-(8)
			ระยะเวลาการผลิต	การล่วงเวลา (ชั่วโมงต่อวัน)	จำนวนที่ผลิตได้จริงต่อปี (ถัง) (2)							
2562	56,800	2,840	10 เดือน (239 วัน)	-	2,868	2,096.63	6,013,134.84	2,600.00	7,384,000.00	1,370,865.16	205,629.77	1,165,235.39
2563	59,757	2,988	10 เดือน (252 วัน)	-	3,024	2,060.43	6,230,740.32	2,600.00	7,768,800.00	1,538,059.68	230,708.95	1,307,350.73
2564	62,715	3,136	11 เดือน (264 วัน)	-	3,168	2,039.28	6,460,439.04	2,600.00	8,153,600.00	1,693,160.96	253,974.14	1,439,186.82
2565	65,673	3,284	11 เดือน (277 วัน)	-	3,324	2,009.04	6,678,048.96	2,600.00	8,538,400.00	1,860,351.04	279,052.66	1,581,298.38
2566	68,630	3,432	12 เดือน (289 วัน)	-	3,468	1,991.85	6,907,735.80	2,600.00	8,923,200.00	2,015,464.20	302,319.63	1,713,144.57
2567	71,588	3,579	12 เดือน (302 วัน)	-	3,624	1,966.15	7,125,327.60	2,600.00	9,305,400.00	2,180,072.40	327,010.86	1,853,061.54
2568	74,545	3,727	10 เดือน (236 วัน)	2 ชั่วโมง	3,776	1,930.41	7,289,228.16	2,600.00	9,690,200.00	2,400,971.84	360,145.78	2,040,826.06
2569	77,503	3,875	10 เดือน (245 วัน)	2 ชั่วโมง	3,920	1,910.83	7,490,453.60	2,600.00	10,075,000.00	2,584,546.40	387,681.96	2,196,864.44
2570	80,460	4,023	10 เดือน (254 วัน)	2 ชั่วโมง	4,064	1,892.64	7,691,688.96	2,600.00	10,459,800.00	2,768,111.04	415,216.66	2,352,894.38
2571	83,418	4,171	11 เดือน (264 วัน)	2 ชั่วโมง	4,224	1,880.71	7,944,119.04	2,600.00	11,972,450.00	4,028,330.96	604,249.64	3,424,081.32

จากตารางที่ 4.14 แสดงต้นทุนรวมของโรงงานในการผลิตกาวติดโลหะจากยางพาราประเภทกาว Mastic ภายใต้การผลิตตามปริมาณความต้องการ ร้อยละ 5 ภายใต้การกำหนดราคาขาย เท่ากับ 2,600 บาทต่อถัง ซึ่งเป็นการกำหนดราคาภายใต้ราคาขายจริงของผลิตภัณฑ์ต่อถัง ขนาด 20 กิโลกรัมในปัจจุบัน สามารถแสดงผังกระแสเงินสดรายปีของธุรกิจ (Cash Flow Diagram) และผังกระแสเงินสดรายปีที่รวมผลลัพธ์ระหว่างจำนวนเงินในการลงทุนแต่ละปี และผลประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับหลังหักภาษี ร้อยละ 15 ดังรูปที่ 4.14 และ รูปที่ 4.15 ตามลำดับ

หมายเหตุ: อัตราภาษี ร้อยละ 15 คือ ภาษีของธุรกิจ SMEs ที่กำหนดการจ่ายอัตราภาษีสำหรับธุรกิจที่มีกำไรสุทธิเกิน 300,000 บาท แต่ไม่เกิน 3,000,000 บาท โดยงานวิจัยฉบับนี้ได้กำหนดอัตราการเสียภาษีเป็น ร้อยละ 15 ของทุกปี



รูปที่ 4.14 ผังกระแสเงินสดรายปีของธุรกิจ (Cash Flow Diagram)



รูปที่ 4.15 ผังกระแสเงินสดรายปีที่คาดว่าจะได้รับหลังหักภาษี ร้อยละ 15 (กำไรสุทธิ)

4.6.3 ตัวชี้วัดทางการเงินเพื่อการตัดสินใจในการลงทุน

4.6.3.1 การวิเคราะห์มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value Comparison: NPV)

จากตารางที่ 4.14 แสดงต้นทุนรวมของโรงงานในการผลิตกาวติดโลหะจากยางพาราประเภทกาว Mastic สามารถคำนวณหามูลค่าเทียบเท่ากับปัจจุบันสุทธิ โดยผู้วิจัยกำหนดอัตราผลตอบแทนต่ำสุดที่ยอมรับได้ (Minimum Attractive Rate of Return: MARR) เท่ากับ ร้อยละ 12 โดยมาจาก 2 ส่วนคือ (1) ส่วนของการกู้ยืมจากธนาคารพาณิชย์ ด้วยอัตราส่วนการลงทุน ร้อยละ 70 โดยนำค่าเฉลี่ยของอัตราดอกเบี้ยทุกธนาคาร ณ วันที่ 14 มีนาคม พ.ศ. 2561 เท่ากับร้อยละ 8.41 และ (2) ส่วนของเจ้าของ ด้วยอัตราส่วนการลงทุน ร้อยละ 30 โดยนำอัตราเงินเฟ้อ ณ วันที่ 14 มีนาคม พ.ศ. 2561 เท่ากับร้อยละ 2.5 บวกกับความเสี่ยงหรือค่าเสียโอกาสทางการลงทุน โดยในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยกำหนดค่าเสียโอกาสจากการนำเงินไปฝากธนาคารพาณิชย์เพื่อรับดอกเบี้ย โดยคำนวณจากอัตราดอกเบี้ยเงินฝากของส่วนของเจ้าของ ร้อยละ 30 ณ อัตราดอกเบี้ยเงินฝากเฉลี่ยจากธนาคารพาณิชย์ วันที่ 14 มีนาคม พ.ศ. 2561 เท่ากับ ร้อยละ 1.5 รวมอัตราผลตอบแทนต่ำสุดที่ยอมรับได้ (MARR) เท่ากับ ร้อยละ 12.41 โดยผู้วิจัยได้กำหนดให้เท่ากับ ร้อยละ 12 เพื่อให้สะดวกต่อการคำนวณ

NPV = -8,569,000.00 + 1,165,235.39(P/F,12%,1) +
1,307,350.73(P/F,12%,2) + 1,439,186.82(P/F,12%,3) +
1,581,298.38(P/F,12%,4) + 1,713,144.57(P/F,12%,5) +
1,853,061.54(P/F,12%,6) + 2,040,826.06(P/F,12%,7) +
2,196,864.44(P/F,12%,8) + 2,352,894.38(P/F,12%,9) +
3,424,081.32(P/F,12%,10)

NPV = 1,215,214.69 บาท

จากการวิเคราะห์ตัวชี้วัดทางการเงินด้วยมูลค่าปัจจุบันสุทธิ มีค่ามากกว่า 0 จึงสรุปได้ว่า โครงการนี้สมควรลงทุน เนื่องจากให้ผลตอบแทนมากกว่าเงินลงทุนทั้งหมด

4.6.3.2 การวิเคราะห์อัตราผลตอบแทนภายใน (Internal of Return: IRR)

การวิเคราะห์อัตราผลตอบแทนภายใน เป็นการหาผลตอบแทนจากการลงทุนที่ได้จากการลงทุนนั้นๆ และนำมาเปรียบเทียบกับอัตราผลตอบแทนต่ำสุดที่ยอมรับได้ (MARR) ซึ่งจากข้อมูลในตารางที่ 4.14 แสดงต้นทุนรวมของโรงงานในการผลิตกาวติดโลหะจากยางพาราประเภทกาว Mastic สามารถคำนวณหาอัตราผลตอบแทนภายใน กำหนดอัตราผลตอบแทนต่ำสุดที่ยอมรับได้ เท่ากับ ร้อยละ 12

เงินลงทุน = ผลประโยชน์ในรูปตัวเงิน

8,569,000.00 = -8,569,000.00 + 1,165,235.39(P/F,i%,1) +
1,307,350.73(P/F,i%,2) + 1,439,186.82(P/F,i%,3) +
1,581,298.38(P/F,i%,4) + 1,713,144.57(P/F,i%,5) +
1,853,061.54(P/F,i%,6) + 2,040,826.06(P/F,i%,7) +
2,196,864.44(P/F,i%,8) + 2,352,894.38(P/F,i%,9) +
3,424,081.32(P/F,i%,10)

จากการคำนวณด้วยโปรแกรม Microsoft Excel ด้วยฟังก์ชันทางการเงิน ทำให้สามารถคำนวณค่าอัตราผลตอบแทนภายใน ได้เท่ากับ ร้อยละ 14.84 ต่อปี ดังนั้น เมื่อค่า IRR > MARR จึงสรุปได้ว่าโครงการนี้สมควรลงทุน

4.6.3.3 การวิเคราะห์ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period, PB)

การวิเคราะห์ระยะเวลาคืนทุน (PB) เป็นการวิเคราะห์ระยะเวลาคืนทุนที่ทำให้เงินคืนทุนพอดีหรือระยะเวลาที่ทำให้รายรับมีค่าเท่ากับต้นทุนพอดี ซึ่งจะมีหน่วยเป็นช่วงเวลา (ปี) จากรูปที่ 4.15 ผังกระแสเงินสดรายปีที่รวมผลลัพธ์ระหว่างจำนวนเงินในการลงทุนแต่ละปีและผลประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับหลังหักภาษี ร้อยละ 15 (กำไรสุทธิ) แสดงผลประโยชน์สะสมในรูปตัวเงินของแต่ละปี ดังตารางที่ 4.15

ตารางที่ 4.15 ผลประโยชน์สะสมในรูปตัวเงินประจำปี

ปีที่	ปี พ.ศ.	กระแสเงินสดรับสุทธิหลังหักภาษี (บาท)	กระแสเงินสดรับสุทธิหลังหักภาษีสะสม (บาท)
0		-8,569,000.00	-8,569,000.00
1	2562	1,165,235.39	-7,403,764.61
2	2563	1,307,350.73	-6,096,413.89
3	2564	1,439,186.82	-4,657,227.07
4	2565	1,581,298.38	-3,075,928.69
5	2566	1,713,144.57	-1,362,784.12
6	2567	1,853,061.54	490,277.42
7	2568	2,040,826.06	2,531,103.49
8	2569	2,196,864.44	4,727,967.93
9	2570	2,352,894.38	7,080,862.31
10	2571	3,424,081.32	10,504,943.63

จากตารางที่ 4.15 ผลประโยชน์สะสมในรูปตัวเงิน ของปีที่ 1-6 เท่ากับ -447,311.95 บาท และผลประโยชน์สะสมในรูปตัวเงินระหว่างปีที่ 1-7 เท่ากับ 1,422,472.49 บาท ดังนั้น ช่วงเวลาของการคืนทุนจะต้องอยู่ภายในระยะเวลาระหว่างปีที่ 6 และปีที่ 7 สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$\text{PB} = \text{ปีที่ 5} - \frac{\text{กระแสเงินสดรับสุทธิหลังหักภาษีสะสม ปีที่ 5}}{\text{กระแสเงินสดรับสุทธิหลังหักภาษี ปีที่ 6}}$$

$$= 5 - (-1{,}362{,}784.12/1{,}853{,}061.54)$$

$$= 5.74 \text{ ปี}$$

ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่า หากโรงงานผลิตกาวติดโลหะจากยางพาราประเภทกาว Mastic มีระยะเวลาการดำเนินโครงการทั้งหมด 10 ปี ภายใต้เงินลงทุนเริ่มแรก 8,569,000.00 บาท และภายใต้การผลิตตามปริมาณความต้องการใช้กาวของผู้ผลิตจากส่วนแบ่งทางการตลาด ร้อยละ 5 โครงการจะมีระยะเวลาคืนทุนพอดีในปีที่ 5.74

4.6.3.4 การวิเคราะห์ความไวเชิงเศรษฐศาสตร์ (Sensitivity Analysis)

การวิเคราะห์ความไวของโครงการ คือตัวแปรที่สำคัญในการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทน ได้แก่ ความผันแปรของต้นทุน ความผันแปรของราคา หรือความผันแปรของปัจจัยต่างๆ โดยอาจเกิดขึ้นเฉพาะปัจจัยใดปัจจัยหนึ่ง หรืออาจเกิดขึ้นพร้อมกัน ซึ่งถ้ามีการเปลี่ยนแปลงในปัจจัยใดปัจจัยหนึ่งจะส่งผลต่อผลตอบแทนสุทธิของโครงการ โดยการวิเคราะห์ความไวของงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดปัจจัยในการวิเคราะห์ 2 ปัจจัย ได้แก่ (1) ปัจจัยด้านการเปลี่ยนแปลงปริมาณการขาย ปัจจัยนี้จะส่งผลกระทบต่อปริมาณการผลิต และผลตอบแทนสุทธิของโครงการ โดยกำหนดให้ปริมาณการขายเพิ่มขึ้นเป็น ร้อยละ 6 และลดลงเหลือ ร้อยละ 4 (จากเดิม ร้อยละ 5) (2) ปัจจัยด้านการเปลี่ยนแปลงต้นทุนการผลิต ปัจจัยนี้ผู้วิจัยจะกำหนดการเปลี่ยนเฉพาะต้นทุนวัตถุดิบหลัก ได้แก่ ยาง ENR เนื่องจากเป็นวัตถุดิบสำคัญที่ราคาจะต้องปรับตัวขึ้นลงตามราคายางพารา โดยกำหนดให้ต้นทุนวัตถุดิบหลักเพิ่มขึ้น ร้อยละ 3 และลดลง ร้อยละ 3 จากราคาต้นทุนเดิม (ร้อยละ 3 ของการเพิ่มขึ้นและลดลงมีเหตุผลมาจาก ณ วันที่ 14 มีนาคม พ.ศ. 2561 ราคายางพารา เท่ากับ 42.84 บาทต่อกิโลกรัม ราคาต้นทุนวัตถุดิบหลักเท่ากับ 148 บาทต่อกิโลกรัม ซึ่งจากการรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิ ราคายางที่ลดต่ำสุดในรอบปี พ.ศ. 2561 ที่ผ่านมาโดยเฉลี่ย เท่ากับ 41.58 บาท ลดลงจากราคาปัจจุบัน ร้อยละ 2.95 ผู้วิจัยจึงกำหนดการเพิ่มขึ้นและลดลงของต้นทุนวัตถุดิบเป็น ร้อยละ 3 ดังนั้น เมื่อต้นทุนวัตถุดิบหลักเพิ่มขึ้น ร้อยละ 3 ราคาต้นทุนยาง ENR จะเท่ากับ 152.44 บาทต่อกิโลกรัม และเมื่อต้นทุนวัตถุดิบหลักลดลง ร้อยละ 3 ราคาต้นทุนยาง ENR จะเท่ากับ 143.56 บาทต่อกิโลกรัม) แสดงข้อมูลการวิเคราะห์ความไวเชิงเศรษฐศาสตร์ กรณีที่เปลี่ยนแปลงปัจจัยใดปัจจัยหนึ่ง

ดังตารางที่ 4.16 และข้อมูลการวิเคราะห์ความไวเชิงเศรษฐศาสตร์ กรณีที่เปลี่ยนแปลงทั้งสองปัจจัย ดังตารางที่ 4.17

ตารางที่ 4.16 ข้อมูลการวิเคราะห์ความไวเชิงเศรษฐศาสตร์ กรณีเปลี่ยนแปลงหนึ่งปัจจัย

ปี พ.ศ.	ปริมาณการขายเปลี่ยนแปลง (ต้นทุนวัตถุดิบหลักคงที่)						ต้นทุนวัตถุดิบหลัก ENR (บาทต่อถัง) เปลี่ยนแปลง (ปริมาณการขายคงที่)							
	ลดลงเหลือ 4%			เพิ่มขึ้นเป็น 6%			จำนวนถังที่ขาย	ลดลง 3%			เพิ่มขึ้น 3%			
	จำนวนถังที่ขาย	ผลประกอบการ (บาท)		จำนวนถังที่ขาย	ผลประกอบการ (บาท)			ต้นทุน ENR ต่อถัง	ผลประกอบการ (บาท)		ต้นทุน ENR ต่อถัง	ผลประกอบการ (บาท)		
2562	2,272	ต้นทุน	5,168,747.52	3,408	ต้นทุน	6,874,258.44	2,840	897.25	ต้นทุน	5,933,547.84	952.75	ต้นทุน	6,092,721.84	
		กำไรสุทธิ	627,684.61		กำไรสุทธิ	1,688,560.33			กำไรสุทธิ	1,232,884.34		กำไรสุทธิ	1,097,586.44	
2563	2,390	ต้นทุน	5,336,145.12	3,585	ต้นทุน	7,125,327.60	2,988	897.25	ต้นทุน	6,146,824.32	952.75	ต้นทุน	6,314,656.32	
		กำไรสุทธิ	746,176.65		กำไรสุทธิ	1,866,321.54			กำไรสุทธิ	1,378,679.33		กำไรสุทธิ	1,236,022.13	
2564	2,509	ต้นทุน	5,532,335.04	3,763	ต้นทุน	7,333,941.44	3,136	897.25	ต้นทุน	6,372,527.04	952.75	ต้นทุน	6,548,351.04	
		กำไรสุทธิ	842,405.22		กำไรสุทธิ	2,082,379.78			กำไรสุทธิ	1,513,912.02		กำไรสุทธิ	1,364,461.62	
2565	2,627	ต้นทุน	5,699,734.56	3,940	ต้นทุน	7,579,918.56	3,284	897.25	ต้นทุน	6,585,807.96	952.75	ต้นทุน	6,770,289.96	
		กำไรสุทธิ	960,895.62		กำไรสุทธิ	2,264,469.22			กำไรสุทธิ	1,659,703.23		กำไรสุทธิ	1,502,893.53	
2566	2,745	ต้นทุน	5,867,140.80	4,118	ต้นทุน	7,825,875.20	3,432	897.25	ต้นทุน	6,811,498.80	952.75	ต้นทุน	7,003,972.80	
		กำไรสุทธิ	1,079,380.32		กำไรสุทธิ	2,448,786.08			กำไรสุทธิ	1,794,946.02		กำไรสุทธิ	1,631,343.12	
2567	2,864	ต้นทุน	6,046,593.60	4,295	ต้นทุน	8,122,964.48	3,579	897.25	ต้นทุน	7,019,977.92	952.75	ต้นทุน	7,221,109.92	
		กำไรสุทธิ	1,189,835.44		กำไรสุทธิ	2,587,430.19			กำไรสุทธิ	1,942,608.77		กำไรสุทธิ	1,771,646.57	
2568	2,982	ต้นทุน	6,213,996.96	4,473	ต้นทุน	8,368,966.56	3,727	897.25	ต้นทุน	7,184,444.16	952.75	ต้นทุน	7,394,012.16	
		กำไรสุทธิ	1,308,322.58		กำไรสุทธิ	2,771,708.42			กำไรสุทธิ	2,129,892.46		กำไรสุทธิ	1,951,759.66	
2569	3,100	ต้นทุน	6,410,201.76	4,650	ต้นทุน	8,643,694.08	3,875	897.25	ต้นทุน	7,381,673.60	952.75	ต้นทุน	7,599,233.60	
		กำไรสุทธิ	1,402,328.50		กำไรสุทธิ	2,929,360.03			กำไรสุทธิ	2,289,327.44		กำไรสุทธิ	2,104,401.44	

ตารางที่ 4.16 ข้อมูลการวิเคราะห์ความไวเชิงเศรษฐศาสตร์ กรณีเปลี่ยนแปลงหนึ่งปัจจัย (ต่อ)

ปี พ.ศ.	ปริมาณการขายเปลี่ยนแปลง (ต้นทุนวัตถุดิบหลักคงที่)						ต้นทุนวัตถุดิบหลัก ENR (บาทต่อถัง) เปลี่ยนแปลง (ปริมาณการขายคงที่)						
	ลดลงเหลือ 4%			เพิ่มขึ้นเป็น 6%			จำนวนถังที่ขาย	ลดลง 3%			เพิ่มขึ้น 3%		
	จำนวนถังที่ขาย	ผลประกอบการ (บาท)		จำนวนถังที่ขาย	ผลประกอบการ (บาท)			ต้นทุน ENR ต่อถัง	ผลประกอบการ (บาท)		ต้นทุน ENR ต่อถัง	ผลประกอบการ (บาท)	
2570	3,218	ต้นทุน	6,577,592.76	4,828	ต้นทุน	8,889,652.00	4,023	897.25	ต้นทุน	7,578,912.96	952.75	ต้นทุน	7,804,464.96
		กำไรสุทธิ	1,520,826.15		กำไรสุทธิ	3,113,675.80			กำไรสุทธิ	2,448,753.98		กำไรสุทธิ	2,257,034.78
2571	3,337	ต้นทุน	6,745,011.60	5,005	ต้นทุน	9,091,200.80	4,171	897.25	ต้นทุน	7,826,903.04	952.75	ต้นทุน	8,061,335.04
		กำไรสุทธิ	2,600,182.64		กำไรสุทธิ	4,292,201.82			กำไรสุทธิ	3,523,714.92		กำไรสุทธิ	3,324,447.72

ตารางที่ 4.17 ข้อมูลการวิเคราะห์ความไวเชิงเศรษฐศาสตร์ กรณีเปลี่ยนแปลงสองปัจจัย

ปี พ.ศ.	ปริมาณการขายลดลง เหลือ 4%					ปริมาณการขายเพิ่มขึ้น เป็น 6%				
	จำนวนถังที่ขาย	ต้นทุนวัตถุดิบหลัก ENR (บาทต่อถัง) ลดลง 3%		ต้นทุนวัตถุดิบหลัก ENR (บาทต่อถัง) เพิ่มขึ้น 3%		จำนวนถังที่ขาย	ต้นทุนวัตถุดิบหลัก ENR (บาทต่อถัง) ลดลง 3%		ต้นทุนวัตถุดิบหลัก ENR (บาทต่อถัง) เพิ่มขึ้น 3%	
2562	2,272	ต้นทุน	5,104,811.52	ต้นทุน	5,232,683.52	3,408	ต้นทุน	6,778,687.44	ต้นทุน	6,969,829.44
		กำไรสุทธิ	682,030.21	กำไรสุทธิ	573,339.01		กำไรสุทธิ	1,769,795.68	กำไรสุทธิ	1,607,324.98
2563	2,390	ต้นทุน	5,268,879.12	ต้นทุน	5,403,411.12	3,585	ต้นทุน	7,019,977.92	ต้นทุน	7,225,893.60
		กำไรสุทธิ	803,352.75	กำไรสุทธิ	689,000.55		กำไรสุทธิ	1,955,868.77	กำไรสุทธิ	1,780,840.44
2564	2,509	ต้นทุน	5,461,739.04	ต้นทุน	5,602,931.04	3,763	ต้นทุน	7,228,269.44	ต้นทุน	7,439,613.44
		กำไรสุทธิ	902,411.82	กำไรสุทธิ	782,398.62		กำไรสุทธิ	2,172,200.98	กำไรสุทธิ	1,992,558.58
2565	2,627	ต้นทุน	5,625,808.56	ต้นทุน	5,773,660.56	3,940	ต้นทุน	7,469,362.56	ต้นทุน	7,690,474.56
		กำไรสุทธิ	1,023,732.72	กำไรสุทธิ	898,058.52		กำไรสุทธิ	2,358,441.82	กำไรสุทธิ	2,170,496.62
2566	2,745	ต้นทุน	5,789,884.80	ต้นทุน	5,944,396.80	4,118	ต้นทุน	7,710,435.20	ต้นทุน	7,941,315.20
		กำไรสุทธิ	1,145,047.92	กำไรสุทธิ	1,013,712.72		กำไรสุทธิ	2,546,910.08	กำไรสุทธิ	2,350,662.08
2567	2,864	ต้นทุน	5,966,340.60	ต้นทุน	6,126,846.60	4,295	ต้นทุน	8,002,196.48	ต้นทุน	8,243,732.48
		กำไรสุทธิ	1,258,050.49	กำไรสุทธิ	1,121,620.39		กำไรสุทธิ	2,690,082.99	กำไรสุทธิ	2,484,777.39
2568	2,982	ต้นทุน	6,130,413.96	ต้นทุน	6,297,579.96	4,473	ต้นทุน	8,243,314.56	ต้นทุน	8,494,618.56
		กำไรสุทธิ	1,379,368.13	กำไรสุทธิ	1,237,277.03		กำไรสุทธิ	2,878,512.62	กำไรสุทธิ	2,664,904.22
2569	3,100	ต้นทุน	6,323,288.76	ต้นทุน	6,497,114.76	4,650	ต้นทุน	8,513,158.08	ต้นทุน	8,774,230.08
		กำไรสุทธิ	1,476,204.55	กำไรสุทธิ	1,328,452.45		กำไรสุทธิ	3,040,315.63	กำไรสุทธิ	2,818,404.43
2570	3,218	ต้นทุน	6,487,349.76	ต้นทุน	6,667,835.76	4,828	ต้นทุน	8,754,232.00	ต้นทุน	9,025,072.00
		กำไรสุทธิ	1,597,532.70	กำไรสุทธิ	1,444,119.60		กำไรสุทธิ	3,228,782.80	กำไรสุทธิ	2,998,568.80
2571	3,337	ต้นทุน	6,651,438.60	ต้นทุน	6,838,584.60	5,005	ต้นทุน	8,950,785.80	ต้นทุน	9,231,615.80
		กำไรสุทธิ	2,679,719.69	กำไรสุทธิ	2,520,645.59		กำไรสุทธิ	4,411,554.57	กำไรสุทธิ	4,172,849.07

จากข้อมูลการวิเคราะห์ความไวเชิงเศรษฐศาสตร์ กรณีเปลี่ยนแปลงปัจจัยใดปัจจัยหนึ่ง ดังตารางที่ 4.16 และการวิเคราะห์ความไวเชิงเศรษฐศาสตร์ กรณีเปลี่ยนแปลงทั้งสองปัจจัย ดังตารางที่ 4.17 ผู้วิจัยได้แสดงผลตัวชี้วัดทางการเงินเพื่อการตัดสินใจในการลงทุน ดังตารางที่ 4.18

ตารางที่ 4.18 ตัวชี้วัดทางการเงินเพื่อการตัดสินใจในการลงทุนของการวิเคราะห์ความไวเชิงเศรษฐศาสตร์

ตัวชี้วัดทางการเงิน เพื่อการตัดสินใจในการลงทุน		**ปริมาณการขาย**		
		ลดลง เหลือ 4%	**ปกติ (5%)**	**เพิ่มขึ้น เป็น 6%**
ต้นทุนวัตถุดิบหลัก (ENR)	**ลดลง 3%**	NPV = -2,080,543.85 IRR = 6.77% PB = 7.93 ปี	NPV = 1,671,558.29 IRR = 15.87% PB = 5.51 ปี	NPV = 5,538,167.79 IRR = 24.12% PB = 4.12 ปี
	ปกติ	NPV = -2,444,358.85 IRR = 5.80% PB = 8.27 ปี	NPV = 1,215,214.69 IRR = 14.84% PB = 5.74 ปี	NPV = 4,989,847.16 IRR = 22.99% PB = 4.27 ปี
	เพิ่ม 3%	NPV = -2,808,173.84 IRR = 4.81% PB = 8.64 ปี	NPV = 762,991.14 IRR = 13.79% PB = 5.98 ปี	NPV = 4,444,768.02 IRR = 21.86% PB = 4.43 ปี

จากตารางที่ 4.18 ตัวชี้วัดทางการเงินเพื่อการตัดสินใจในการลงทุนของการวิเคราะห์ความไวเชิงเศรษฐศาสตร์ สังเกตได้ว่า ทุกเหตุการณ์ที่อัตราผลตอบแทน (IRR) น้อยกว่าอัตราผลตอบแทนต่ำสุดที่ยอมรับได้ (MARR) จะเป็นเหตุการณ์ที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) มีค่าน้อยกว่า 0 ทุกกรณี หมายความว่า ปริมาณการขายกาวของโรงงานผลิตกาวติดโลหะจากยางพาราภายในระยะเวลาโครงการ 10 ปี ภายใต้กำลังการผลิตและการพยากรณ์ปริมาณการขายโดยรวมในประเทศ ที่กำหนดเหตุการณ์ให้มีปริมาณการขายเป็น ร้อยละ 4 ของปริมาณการขายทั้งหมดทุกเหตุการณ์ ดังนั้น จากการวิเคราะห์ตัวชี้วัดทางการเงินเพื่อการตัดสินใจในการลงทุน ทำให้ทราบว่าปริมาณการขายขั้นต่ำที่ควรลงทุนในโครงการ คือ ร้อยละ 5 ของส่วนแบ่งทางการตลาดทั้งหมดของปริมาณความต้องการใช้กาวติดโลหะประเภท Mastic

จากข้อมูลในตารางที่ 4.18 แสดงให้เห็นว่า ณ เหตุการณ์ที่ปริมาณการขายเพิ่มขึ้นเป็น ร้อยละ 6 และต้นทุนวัตถุดิบหลักลดลง ร้อยละ 3 เป็นเหตุการณ์ที่ทำให้มูลค่าปัจจุบัน

สุทธิ (NPV) มีค่ามากกว่า 0 และมีค่ามากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับเหตุการณ์ทั้งหมดที่กำหนดขึ้น อีกทั้งยังมีอัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) มากกว่า MARR (12%) และระยะเวลาคืนทุน (PB) เร็วที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับเหตุการณ์อื่นๆ ภายใต้ระยะเวลาโครงการ 10 ปี

4.7 ผลการวิเคราะห์การเพิ่มมูลค่าของโซ่อุปทานยางพารา

โซ่อุปทาน (Supply Chain) หมายถึง ระบบการจัดการโดยเริ่มตั้งแต่การจัดหาวัตถุดิบและผลผลิต ให้เกิดเป็นสินค้า โดยใช้ระบบของหน่วยงาน คน เทคโนโลยี กิจกรรมข้อมูลข่าวสาร และทรัพยากรเข้ามาประยุกต์เข้าด้วยกัน กิจกรรมของโซ่อุปทาน จะแปรสภาพทรัพยากรธรรมชาติ วัตถุดิบ และวัสดุอื่นๆ ให้กลายเป็นสินค้าสำเร็จรูปแล้วส่งไปถึงผู้บริโภครายสุดท้าย โดยทั่วไปแล้ว จุดเริ่มต้นของห่วงโซ่อุปทานมาจากทรัพยากรธรรมชาติทางชีววิทยาหรือนิเวศวิทยา ผ่านกระบวนการแปรรูปโดยมนุษย์ และเครื่องจักร ก่อนจะถูกจัดจำหน่ายไปยังโรงงานผลิตถึงผู้บริโภครายต่อๆ ไป ซึ่งกระบวนการจัดส่งจากที่หนึ่งไปยังที่หนึ่ง จะเป็นกระบวนการเพิ่มคุณค่าให้แก่ผลิตภัณฑ์มากขึ้นเรื่อยๆ โดยการเพิ่มคุณค่าของผลิตภัณฑ์จะส่งผลต่อรายได้ผู้เกี่ยวข้องในโซ่อุปทานนั้น หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า “โซ่คุณค่า (Value Chain)” เนื่องด้วยโซ่คุณค่าจะเป็นการมองอย่างเป็นกระบวนการว่า ผลิตภัณฑ์ผ่านกระบวนการใด และมาจากที่ใด ดังนั้น จะทำให้ทราบว่ากระบวนการใดมีการเพิ่มมูลค่าให้แก่ผลิตภัณฑ์มากน้อยเพียงใด (Value Added) จนกว่าจะถึงมือผู้บริโภครายสุดท้าย

สำหรับการผลิตผลิตภัณฑ์กาวติดโลหะจากยางพาราเพื่อใช้สำหรับอุตสาหกรรมรถยนต์ ประเภทกาว Mastic มีการนำยาง ENR มาใช้เป็นวัตถุดิบตั้งต้นในการผลิต ผู้วิจัยจึงวิเคราะห์การเพิ่มมูลค่าของโซ่อุปทานยางพารา เพื่อศึกษาว่าจากการประเมินโครงการในระยะเวลา 10 ปี อุตสาหกรรมการผลิตกาวติดโลหะจากยางพารา จะสามารถสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่โซ่อุปทานของอุตสาหกรรมยางพารามากน้อยเพียงใด เมื่อเทียบกับอุตสาหกรรมเดิมที่มีอยู่ในปัจจุบัน (แสดงดังรูปที่ 1.3 ในบทที่ 1) โดยอุตสาหกรรมเดิมที่มีอยู่ในปัจจุบันผลผลิตจากยางพาราแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ น้ำยางสด ยางแผ่นดิบ และยางก้อนถ้วย ซึ่งผลผลิตทั้งสามประเภทจะมีโซ่อุปทานของผลิตภัณฑ์ที่แตกต่างกัน และเนื่องจากงานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ยาง ENR ซึ่งเป็นผลผลิตของผลิตภัณฑ์ยางจากน้ำยางข้นที่ได้มาจากน้ำยางสด ผู้วิจัยจึงเลือกทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบการสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่ผู้ที่เกี่ยวข้องกับโซ่อุปทานของยาง ENR ที่นำไปใช้ในอุตสาหกรรมกาวติดโลหะจากยางพาราเพื่อใช้สำหรับอุตสาหกรรมรถยนต์ประเภทกาว Mastic โดยแสดงโซ่อุปทานของอุตสาหกรรมปัจจุบันที่เกี่ยวข้องกับยาง ENR ดังรูปที่ 4.16

รูปที่ 4.16 โซ่อุปทานอุตสาหกรรมยางพาราที่เกี่ยวข้องกับยางธรรมชาติอิพอกไซด์ (ENR)

จากรูปที่ 4.16 แสดงให้เห็นว่ายาง ENR เปรียบเหมือนผลิตภัณฑ์ที่เป็นผลผลิตจากน้ำยางข้น ซึ่งจากการสัมภาษณ์เชิงลึกผู้เชี่ยวชาญ พบว่า ยาง ENR เป็นยางที่ได้มาจากน้ำยางข้น 100

เปอร์เซ็นต์ อาจมีการเติมสารเคมีต่างๆ เพื่อปรับโครงสร้างโมเลกุลให้มีคุณสมบัติดียิ่งขึ้น แต่ท้ายที่สุดก็จะระเหยออกเหลือเพียงน้ำยางข้น ดังนั้น ผู้วิจัยจึงทำการวิเคราะห์มูลค่าโซ่อุปทานของอุตสาหกรรมยางพาราปัจจุบัน ดังตารางที่ 4.19 และมูลค่าเพิ่มที่ผู้ผลิตผลิตภัณฑ์จากน้ำยางข้นจะได้รับจากยาง ENR เกี่ยวกับกลไกการซื้อขายตั้งแต่ P1-P4 เมื่อมีการผลิตกาวติดโลหะจากยางพาราเพื่อใช้สำหรับอุตสาหกรรมรถยนต์ประเภทกาว Mastic โดยผู้วิจัยจะทำการเปรียบเทียบภายในระยะเวลาโครงการ 10 ปี แสดงดังตารางที่ 4.20 และแสดงมูลค่าเพิ่มที่จะเกิดขึ้นแก่ผู้เกี่ยวข้องในโซ่อุปทานยางพาราทั้งหมด ดังตารางที่ 4.21 ดังนี้

ตารางที่ 4.19 มูลค่าโซ่อุปทานอุตสาหกรรมยางพาราปัจจุบัน

รายการ	**เกษตรกร (ผลผลิตยางธรรมชาติ)**	**ผู้ค้าเบื้องต้น (ผู้รวบรวม) เพื่อการแปรรูปยาง (น้ำยางสด)**	**โรงงานผลิตยางเพื่อการแปรรูป (น้ำยางข้น)**	**ผู้ผลิตผลิตภัณฑ์ยางจากน้ำยางข้น**
ปริมาณ (กิโลกรัม)	43,429,350,000	2,359,231,120 (1)	1,521,950,000 (2)	
ราคาขายเฉลี่ย (บาท/กิโลกรัม)	45.27 (3)	50.03 (4)	56.26 (5)	
รายได้ (บาท)	106,802,392,802 (1)x(3)	118,032,332,931 (1)x(4)	85,624,907,000 (2)x(5)	69,285,451,759

หมายเหตุ: ข้อมูลมูลค่าปัจจุบันของโซ่อุปทานที่เกี่ยวข้องดังตารางที่ 4.19 ใช้พื้นฐานของข้อมูลประจำปี พ.ศ. 2559 [52]

ตารางที่ 4.20 มูลค่าเพิ่มของผู้ผลิตผลิตภัณฑ์จากน้ำยางข้นเมื่อใช้ยางธรรมชาติอิพอกไซด์ (ENR) ผลิตกาวติดโลหะจากยางพาราเพื่อใช้สำหรับอุตสาหกรรมรถยนต์ประเภทกาว Mastic ภายในระยะเวลาโครงการ 10 ปี

ปี พ.ศ.	ข้อมูลปัจจุบัน							มูลค่าที่เพิ่มขึ้นเมื่อใช้ยาง ENR ในการผลิตกาว				
	ปริมาณความต้องการกาว (ถัง) (1)	จำนวนยาง ENR ที่ใช้ต่อถัง (กิโลกรัม) (2)	รวมปริมาณยาง ENR ที่ใช้ต่อปี (กิโลกรัม) (3) = (1)x(2)	ราคากิโลกรัมยาง ENR (บาท) (4)	ปริมาณน้ำยางข้นเดิม (กิโลกรัม) (5)	มูลค่าผลิตภัณฑ์จากน้ำยางข้นเดิม (บาท) (6)	มูลค่าผลิตภัณฑ์จากน้ำยางข้นเฉลี่ยตามปริมาณกิโลกรัมเดิม (บาท) (7) = (6)/(5)	ปริมาณน้ำยางข้นเดิมคงเหลือ (กิโลกรัม) (8) = (5)-(3)	มูลค่าผลิตภัณฑ์จากน้ำยางข้นเดิมคงเหลือ (บาท) (9) = (7)x(8)	มูลค่าผลิตภัณฑ์จากน้ำยางข้นใหม่ (บาท) (10) = (3)x(4)	รวมมูลค่าผลิตภัณฑ์จากน้ำยางข้นใหม่ (บาท) (11) = (9)+(10)	มูลค่าเพิ่ม (บาท) (12) = (11)-(6)
2562	2,840	6.25	17,750.00	148	1,521,950,000	69,285,451,759	45.52	1,521,932,250.00	69,284,643,705.67	2,627,000	69,287,270,705.67	1,818,946.67
2563	2,988	6.25	18,675.00	148	1,521,950,000	69,285,451,759	45.52	1,521,931,325.00	69,284,601,595.85	2,763,900	69,287,365,495.85	1,913,736.85
2564	3,136	6.25	19,600.00	148	1,521,950,000	69,285,451,759	45.52	1,521,930,400.00	69,284,559,486.02	2,900,800	69,287,460,286.02	2,008,527.02
2565	3,284	6.25	20,525.00	148	1,521,950,000	69,285,451,759	45.52	1,521,929,475.00	69,284,517,376.20	3,037,700	69,287,555,076.20	2,103,317.20
2566	3,432	6.25	21,450.00	148	1,521,950,000	69,285,451,759	45.52	1,521,928,550.00	69,284,475,266.38	3,174,600	69,287,649,866.38	2,198,107.38
2567	3,579	6.25	22,368.75	148	1,521,950,000	69,285,451,759	45.52	1,521,927,631.25	69,284,433,441.09	3,310,575	69,287,744,016.09	2,292,257.09
2568	3,727	6.25	23,293.75	148	1,521,950,000	69,285,451,759	45.52	1,521,926,706.25	69,284,391,331.26	3,447,475	69,287,838,806.26	2,387,047.26
2569	3,875	6.25	24,218.75	148	1,521,950,000	69,285,451,759	45.52	1,521,925,781.25	69,284,349,221.44	3,584,375	69,287,933,596.44	2,481,837.44
2570	4,023	6.25	25,143.75	148	1,521,950,000	69,285,451,759	45.52	1,521,924,856.25	69,284,307,111.62	3,721,275	69,288,028,386.62	2,576,627.62
2571	4,171	6.25	26,068.75	148	1,521,950,000	69,285,451,759	45.52	1,521,923,931.25	69,284,265,001.80	3,858,175	69,288,123,176.80	2,671,417.80
รวมมูลค่าผลิตภัณฑ์จากน้ำยางข้น (บาท) และมูลค่าเพิ่ม ภายในระยะเวลาโครงการ 10 ปี เมื่อมีการใช้ยางธรรมชาติอิพอกไซด์ (ENR) ผลิตกาวติดโลหะจากยางพาราเพื่อใช้สำหรับอุตสาหกรรมรถยนต์ ประเภทกาว Mastic											692,876,969,412.33	22,451,822.33

ตารางที่ 4.21 มูลค่าเพิ่มของผู้เกี่ยวข้องในโซ่อุปทานเมื่อใช้ยางธรรมชาติอิพอกไซด์ (ENR) ผลิตกาวติดโลหะจากยางพาราเพื่อใช้สำหรับอุตสาหกรรมรถยนต์ประเภทกาว Mastic ภายในระยะเวลาโครงการ 10 ปี

ปี	ผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง	ปริมาณ คงเหลือเดิม (ก.ก.)	ปริมาณที่ใช้เมื่อ มี ENR (ก.ก.)	ราคาขาย เฉลี่ยเดิม (บาท)	ราคาขายเมื่อ มี ENR (บาท)	รายได้คงเหลือเดิม (บาท)	รายได้เมื่อมี ENR (บาท)	ผลต่างของ รายได้ (บาท)
2562	เกษตรกร	2,359,203,605.07	27,514.93	45.27	52.06	106,802,392,802.40	106,802,579,642.55	186,840.15
	ผู้ค้าเบื้องต้น/ผู้รวบรวม (ปริมาณน้ำยางสด 1.55 กก. เท่ากับ น้ำยางข้น 1 กก.)	2,359,203,605.07	27,514.93	50.03	57.53	118,032,332,933.60	118,032,539,419.42	206,485.82
	โรงงานผลิตยางเพื่อการแปรรูป (น้ำยางข้น)	1,521,932,250.00	17,750.00	56.26	64.70	85,624,907,000.00	85,625,056,792.25	149,792.25
2563	เกษตรกร	2,359,202,171.19	28,948.81	45.27	52.06	106,802,392,802.40	106,802,589,379.29	196,576.89
	ผู้ค้าเบื้องต้น/ผู้รวบรวม (ปริมาณน้ำยางสด 1.55 กก. เท่ากับ น้ำยางข้น 1 กก.)	2,359,202,171.19	28,948.81	50.03	57.53	118,032,332,933.60	118,032,550,179.94	217,246.34
	โรงงานผลิตยางเพื่อการแปรรูป (น้ำยางข้น)	1,521,931,325.00	18,675.00	56.26	64.70	85,624,907,000.00	85,625,064,598.33	157,598.32
2564	เกษตรกร	2,359,200,737.31	30,382.69	45.27	52.06	106,802,392,802.40	106,802,599,116.03	206,313.63
	ผู้ค้าเบื้องต้น/ผู้รวบรวม (ปริมาณน้ำยางสด 1.55 กก. เท่ากับ น้ำยางข้น 1 กก.)	2,359,200,737.31	30,382.69	50.03	57.53	118,032,332,933.60	118,032,560,940.47	228,006.87
	โรงงานผลิตยางเพื่อการแปรรูป (น้ำยางข้น)	1,521,930,400.00	19,600.00	56.26	64.70	85,624,907,000.00	85,625,072,404.40	165,404.40

ตารางที่ 4.21 มูลค่าเพิ่มของผู้เกี่ยวข้องในโซ่อุปทานเมื่อใช้ยางธรรมชาติอิพอกไซด์ (ENR) ผลิตกาวติดโลหะจากยางพาราเพื่อใช้สำหรับอุตสาหกรรมรถยนต์ประเภทกาว Mastic ภายในระยะเวลาโครงการ 10 ปี (ต่อ)

ปี	ผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง	ปริมาณคงเหลือเดิม (ก.ก.)	ปริมาณที่ใช้เมื่อมี ENR (ก.ก.)	ราคาขายเฉลี่ยเดิม (บาท)	ราคาขายเมื่อมี ENR (บาท)	รายได้คงเหลือเดิม (บาท)	รายได้เมื่อมี ENR (บาท)	ผลต่างของรายได้ (บาท)
2565	เกษตรกร	2,359,199,303.44	31,816.56	45.27	52.06	106,802,392,802.40	106,802,608,852.77	216,050.37
	ผู้ค้าเบื้องต้น/ผู้รวบรวม (ปริมาณน้ำยางสด 1.55 กก. เท่ากับ น้ำยางข้น 1 กก.)	2,359,199,303.44	31,816.56	50.03	57.53	118,032,332,933.60	118,032,571,701.00	238,767.40
	โรงงานผลิตยางเพื่อการแปรรูป (น้ำยางข้น)	1,521,929,475.00	20,525.00	56.26	64.70	85,624,907,000.00	85,625,080,210.48	173,210.48
2566	เกษตรกร	2,359,197,869.56	33,250.44	45.27	52.06	106,802,392,802.40	106,802,618,589.51	225,787.11
	ผู้ค้าเบื้องต้น/ผู้รวบรวม (ปริมาณน้ำยางสด 1.55 กก. เท่ากับ น้ำยางข้น 1 กก.)	2,359,197,869.56	33,250.44	50.03	57.53	118,032,332,933.60	118,032,582,461.53	249,527.93
	โรงงานผลิตยางเพื่อการแปรรูป (น้ำยางข้น)	1,521,928,550.00	21,450.00	56.26	64.70	85,624,907,000.00	85,625,088,016.55	181,016.55
2567	เกษตรกร	2,359,196,445.37	34,674.63	45.27	52.06	106,802,392,802.40	106,802,628,260.47	235,458.07
	ผู้ค้าเบื้องต้น/ผู้รวบรวม (ปริมาณน้ำยางสด 1.55 กก. เท่ากับ น้ำยางข้น 1 กก.)	2,359,196,445.37	34,674.63	50.03	57.53	118,032,332,933.60	118,032,593,149.35	260,215.75
	โรงงานผลิตยางเพื่อการแปรรูป (น้ำยางข้น)	1,521,927,631.25	22,368.75	56.26	64.70	85,624,907,000.00	85,625,095,769.88	188,769.88

ตารางที่ 4.21 มูลค่าเพิ่มของผู้เกี่ยวข้องในโซ่อุปทานเมื่อใช้ยางธรรมชาติอิพอกไซด์ (ENR) ผลิตกาวติดโลหะจากยางพาราเพื่อใช้สำหรับอุตสาหกรรมรถยนต์ประเภทกาว Mastic ภายในระยะเวลาโครงการ 10 ปี (ต่อ)

ปี	ผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง	ปริมาณคงเหลือเดิม (ก.ก.)	ปริมาณที่ใช้เมื่อมี ENR (ก.ก.)	ราคาขายเฉลี่ยเดิม (บาท)	ราคาขายเมื่อมี ENR (บาท)	รายได้คงเหลือเดิม (บาท)	รายได้เมื่อมี ENR (บาท)	ผลต่างของรายได้ (บาท)
2568	เกษตรกร	2,359,195,011.49	36,108.51	45.27	52.06	106,802,392,802.40	106,802,637,997.21	245,194.81
	ผู้ค้าเบื้องต้น/ผู้รวบรวม (ปริมาณน้ำยางสด 1.55 กก. เท่ากับ น้ำยางข้น 1 กก.)	2,359,195,011.49	36,108.51	50.03	57.53	118,032,332,933.60	118,032,603,909.88	270,976.28
	โรงงานผลิตยางเพื่อการแปรรูป (น้ำยางข้น)	1,521,926,706.25	23,293.75	56.26	64.70	85,624,907,000.00	85,625,103,575.96	196,575.96
2569	เกษตรกร	2,359,193,577.62	37,542.38	45.27	52.06	106,802,392,802.40	106,802,647,733.95	254,931.55
	ผู้ค้าเบื้องต้น/ผู้รวบรวม (ปริมาณน้ำยางสด 1.55 กก. เท่ากับ น้ำยางข้น 1 กก.)	2,359,193,577.62	37,542.38	50.03	57.53	118,032,332,933.60	118,032,614,670.41	281,736.81
	โรงงานผลิตยางเพื่อการแปรรูป (น้ำยางข้น)	1,521,925,781.25	24,218.75	56.26	64.70	85,624,907,000.00	85,625,111,382.03	204,382.03
2570	เกษตรกร	2,359,192,143.74	38,976.26	45.27	52.06	106,802,392,802.40	106,802,657,470.69	264,668.29
	ผู้ค้าเบื้องต้น/ผู้รวบรวม (ปริมาณน้ำยางสด 1.55 กก. เท่ากับ น้ำยางข้น 1 กก.)	2,359,192,143.74	38,976.26	50.03	57.53	118,032,332,933.60	118,032,625,430.94	292,497.34
	โรงงานผลิตยางเพื่อการแปรรูป (น้ำยางข้น)	1,521,924,856.25	25,143.75	56.26	64.70	85,624,907,000.00	85,625,119,188.11	212,188.11

ตารางที่ 4.21 มูลค่าเพิ่มของผู้เกี่ยวข้องในโซ่อุปทานเมื่อใช้ยางธรรมชาติอิพอกไซด์ (ENR) ผลิตกาวติดโลหะจากยางพาราเพื่อใช้สำหรับอุตสาหกรรมรถยนต์ประเภทกาว Mastic ภายในระยะเวลาโครงการ 10 ปี (ต่อ)

ปี	ผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง	ปริมาณคงเหลือเดิม (ก.ก.)	ปริมาณที่ใช้เมื่อมี ENR (ก.ก.)	ราคาขายเฉลี่ยเดิม (บาท)	ราคาขายเมื่อมี ENR (บาท)	รายได้คงเหลือเดิม (บาท)	รายได้เมื่อมี ENR (บาท)	ผลต่างของรายได้ (บาท)
2571	เกษตรกร	2,359,190,709.86	40,410.14	45.27	52.06	106,802,392,802.40	106,802,667,207.43	274,405.03
	ผู้ค้าเบื้องต้น/ผู้รวบรวม (ปริมาณน้ำยางสด 1.55 กก. เท่ากับ น้ำยางข้น 1 กก.)	2,359,190,709.86	40,410.14	50.03	57.53	118,032,332,933.60	118,032,636,191.47	303,257.86
	โรงงานผลิตยางเพื่อการแปรรูป (น้ำยางข้น)	1,521,923,931.25	26,068.75	56.26	64.70	85,624,907,000.00	85,625,126,994.18	219,994.18
หมายเหตุ: เมื่อมีการสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่ผลิตภัณฑ์ จะส่งผลดีต่อสภาพเศรษฐกิจ ซึ่งทำให้กลไกราคาของยางพาราดีขึ้น ร้อยละ 10-15 [53] ทั้งนี้ ผู้วิจัยได้คำนวณราคาขายเมื่อมีการใช้ยาง ENR เท่ากับ ร้อยละ 15								

จากตารางที่ 4.20 แสดงมูลค่าเพิ่มของผู้ผลิตผลิตภัณฑ์จากน้ำยางข้น และตารางที่ 4.21 แสดงมูลค่าเพิ่มของผู้เกี่ยวข้องในโซ่อุปทาน สามารถแสดงผลรวมของมูลค่าเพิ่มที่เกิดขึ้นในโซ่อุปทานยางพาราเมื่อมีการใช้ยาง ENR ผลิตกาวติดโลหะจากยางพาราเพื่อใช้สำหรับอุตสาหกรรมรถยนต์ประเภทกาว Mastic ภายในระยะเวลาโครงการ 10 ปี ได้ดังตารางที่ 4.22 ดังนี้

ตารางที่ 4.22 ผลรวมมูลค่าเพิ่มในโซ่อุปทานยางพาราที่เกี่ยวกับยางธรรมชาติอิพอกไซด์ (หน่วย: บาท)

ปี พ.ศ.	เกษตรกร	ผู้ค้าเบื้องต้น (ผู้รวบรวม)	โรงงานผลิตยางเพื่อการแปรรูป	ผู้ผลิตผลิตภัณฑ์จากน้ำยางข้น
2562	186,840.15	206,485.82	149,792.25	1,818,946.67
2563	196,576.89	217,246.34	157,598.32	1,913,736.85
2564	206,313.63	228,006.87	165,404.40	2,008,527.02
2565	216,050.37	238,767.40	173,210.48	2,103,317.20
2566	225,787.11	249,527.93	181,016.55	2,198,107.38
2567	235,458.07	260,215.75	188,769.88	2,292,257.09
2568	245,194.81	270,976.28	196,575.96	2,387,047.26
2569	254,931.55	281,736.81	204,382.03	2,481,837.44
2570	264,668.29	292,497.34	212,188.11	2,576,627.62
2571	274,405.03	303,257.86	219,994.18	2,671,417.80
รวม	**2,306,225.90**	**2,548,718.40**	**1,848,932.16**	**22,451,822.33**

เนื่องจากหนึ่งในวัตถุประสงค์ของการทำงานวิจัยฉบับนี้ คือ การสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่อุตสาหกรรมยางพารา โดยจากตารางที่ 4.20 และตารางที่ 4.21 พบว่า เมื่อมีการนำยาง ENR มาเป็นวัตถุดิบตั้งต้นในการผลิตกาวติดโลหะที่ใช้สำหรับอุตสาหกรรมรถยนต์ประเภทกาว Mastic ทดแทนยางสังเคราะห์ชนิด NBR ที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน ยาง ENR สามารถสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่ผู้ที่เกี่ยวข้องในโซ่อุปทานยางพาราได้มากขึ้น ภายในระยะเวลาโครงการ 10 ปี โดยมีมูลค่าเพิ่มที่เกิดขึ้นในโซ่อุปทานยางพาราที่เกี่ยวกับยาง ENR (แสดงดังตารางที่ 4.22) แบ่งเป็น 4 ผู้เกี่ยวข้อง ได้แก่ (1) เกษตรกร เท่ากับ 2,306,226 บาท (2) ผู้ค้าเบื้องต้น (ผู้รวบรวม) เท่ากับ 2,548,718 บาท (3) โรงงานผลิตยางเพื่อการแปรรูป เท่ากับ 1,848,932 บาท และ (4) ผู้ผลิตผลิตภัณฑ์จากน้ำยางข้น เท่ากับ 22,541,822 บาท รวมมูลค่าเพิ่มที่เกิดขึ้นทั้งโซ่อุปทานน้ำยางข้นตั้งแต่ต้นน้ำจนถึงปลายน้ำ เท่ากับ 29,155,699 บาท

ดังนั้น เมื่อโซ่อุปทานยางพาราในส่วนที่เกี่ยวข้องกับยางธรรมชาติอิพอกไซด์ (ENR) มีมูลค่าเพิ่มมากขึ้น ก็จะส่งผลต่อผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับโซ่อุปทานยางพาราทั้งหมด ซึ่งผลจากการสร้างมูลค่าเพิ่มโดยการพัฒนาผลิตภัณฑ์ อาจส่งผลให้ราคายางพาราเพิ่มสูงขึ้น และปริมาณการขายเพิ่มมากขึ้น เป็นต้น

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

การศึกษาเรื่อง การออกแบบข้อกำหนดทางเทคนิคและการศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตกาวติดโลหะจากยางพาราสำหรับอุตสาหกรรมรถยนต์ มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบแนวทางการผลิตผลิตภัณฑ์กาวติดโลหะจากยางพาราให้ตรงตามความต้องการของผู้ใช้งาน รวมถึงประเมินความเป็นไปได้ในการผลิต และความเป็นไปได้เชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมเพื่อการใช้งานในระดับอุตสาหกรรม ทั้งนี้เพื่อเพิ่มมูลค่าให้แก่ห่วงโซ่อุปทานของอุตสาหกรรมยางพารา โดยมีขอบเขตการศึกษาภายใต้แนวความคิดและความต้องการของผู้ใช้งานในอุตสาหกรรมรถยนต์ ด้วยเทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ (Quality Function Deployment: QFD) และประเมินความเป็นไปได้ในเชิงเทคโนโลยีการผลิตจากมุมมองผู้ผลิตและผู้เชี่ยวชาญผ่านการเก็บข้อมูลด้วยวิธีการสัมภาษณ์เชิงลึก ลำดับการศึกษาประกอบไปด้วย (1) การรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์กาวติดโลหะในรถยนต์ปัจจุบัน (2) การสำรวจความต้องการด้านคุณลักษณะและพฤติกรรมของผู้ใช้งาน (3) การสำรวจข้อมูลในมุมมองผู้ผลิต (4) การประเมินและการแปลงข้อมูลความต้องการเป็นคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ในมุมมองผู้เชี่ยวชาญ (5) การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพและความเป็นไปได้ทางการผลิต (6) การวิเคราะห์ความเป็นไปได้เชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม และ (7) การวิเคราะห์การเพิ่มมูลค่าของโซ่อุปทานยางพารา สามารถสรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะได้ ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

อุตสาหกรรมกาวติดโลหะรถยนต์ในปัจจุบัน สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ กาวสำหรับยึดประสานภายในและภายนอกแผงรถยนต์ (Mastic adhesive) และกาวสำหรับงานม้วนหรือพับขอบชิ้นส่วนรถยนต์ (Hemmimg adhesive) โดยจากการสำรวจและรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิขั้นต้น พบว่า กาวสำหรับยึดประสานภายในและภายนอกแผงรถยนต์ เป็นกาวยางสังเคราะห์ชนิดยางไนไตร์ล (NBR) สามารถเปรียบเทียบแบบของผลิตภัณฑ์กับความต้องการของผู้ใช้งานในแบบของกาวยางธรรมชาติได้ดีกว่ากาวสำหรับงานม้วนหรือพับขอบชิ้นส่วนรถยนต์ที่เป็นกาว epoxy ผู้วิจัยจึงเลือกกาวสำหรับยึดประสานภายในและภายนอกแผงรถยนต์ เป็นกาวที่ใช้ทำวิจัยสำหรับการทดแทนทางการผลิตด้วยยางธรรมชาติ ซึ่งจากการศึกษาโซ่อุปทานปัจจุบันของผลิตภัณฑ์กาวติดโลหะในรถยนต์ พบว่า มี 3 รูปแบบ ได้แก่ (1) บริษัทผู้ผลิตกาวตั้งฐานการผลิตอยู่ต่างประเทศโดยมีตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย (2) บริษัทผู้ผลิตกาวตั้งฐานการผลิตภายในประเทศและมีตัวแทนจำหน่าย

และ (3) บริษัทผู้ผลิตกาวตั้งฐานการผลิตภายในประเทศและไม่มีตัวแทนจำหน่าย ซึ่งทั้ง 3 รูปแบบเริ่มต้นโซ่อุปทานของวัตถุดิบหลัก (ยาง NBR) โดยการนำเข้าจากต่างประเทศ

จากการสำรวจความต้องการด้านคุณลักษณะและพฤติกรรมของผู้ใช้งานด้วยวิธีการสัมภาษณ์เชิงลึก พบว่า ผู้ใช้งานส่วนใหญ่มีการสั่งซื้อกาวเป็นรายปี โดยจะประมาณการสั่งซื้อด้วยการพยากรณ์กำลังการผลิตในปีถัดไป โดยความต้องการด้านคุณลักษณะของกาว ประกอบไปด้วย การแห้งเร็ว กันน้ำ กันฝุ่น มีกลิ่นน้อย ยึดเกาะได้ดี/กันคลาย ทนแรงดึง มีความยืดหยุ่น ทนความร้อน อุดรอยรั่ว และทนความชื้น เมื่อผู้วิจัยได้นำคุณลักษณะของกาวติดโลหะที่ผู้ใช้งานต้องการมาทำการเปรียบเทียบเพื่อหาลำดับคะแนนความสำคัญของคุณลักษณะกาว ผลการวิเคราะห์ค่าความสำคัญของความต้องการ จากการนำค่าเฉลี่ยเรขาคณิต (Geometric Mean) เข้ามาจัดลำดับความสำคัญ (IMP) พบว่า ผู้ใช้งานให้ความสำคัญคุณลักษณะกาวในด้านความยืดหยุ่นมากที่สุด ด้วยค่าคะแนนความสำคัญ เท่ากับ 4.95 รองลงมา คือ คุณลักษณะด้านการแห้งเร็ว การยึดเกาะได้ดี และคุณลักษณะด้านการอุดรอยรั่ว ด้วยค่าคะแนนความสำคัญ เท่ากับ 4.22 เท่ากัน

การสำรวจข้อมูลในมุมมองผู้ผลิตด้วยการสัมภาษณ์เชิงลึก พบว่า คุณสมบัติของกาวติดโลหะประเภท Mastic ที่ผู้ผลิตคำนึงถึง หรือที่เรียกกันว่า แบบของผลิตภัณฑ์ (ความต้องการทางด้านเทคนิค) ที่จำเป็นต่อการผลิต ได้แก่ ความหนืด ปริมาณสารที่ไม่ระเหย แรงยึดเกาะ การทนความร้อน ทนน้ำมัน ความต้านทานแรงดึง ความแข็ง ความยืดหยุ่น และการเก็บไว้ในที่เย็น ซึ่งคุณสมบัติแต่ละข้อจะมีความสำคัญที่แตกต่างกันออกไป ผู้วิจัยจึงให้ผู้เชี่ยวชาญช่วยในการประเมินความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะผลิตที่ผู้ใช้งานต้องการกับแบบของผลิตภัณฑ์ที่ผู้ผลิตคำนึงในการผลิต

การประเมินและการแปลงข้อมูลความต้องการเป็นคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ในมุมมองผู้เชี่ยวชาญ โดยใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ ด้วยการวิเคราะห์บ้านคุณภาพ (เมตริกซ์การวางแผนผลิตภัณฑ์) พบว่า แบบของผลิตภัณฑ์ (ความต้องการทางด้านเทคนิค) ที่มีระดับความสำคัญของความต้องการทางเทคนิคโดยการเปรียบเทียบมากที่สุด 5 อันดับแรก คือ ความต้านทานแรงดึง ร้อยละ 18.77 ความหนืด ร้อยละ 18.58 แรงยึดเกาะ ร้อยละ 13.85 ความแข็ง ร้อยละ 10.47 และความยืดหยุ่น ร้อยละ 9.70 ตามลำดับ ซึ่งระดับความสำคัญของแบบผลิตภัณฑ์โดยการเปรียบเทียบ จะแสดงให้เห็นถึงคุณลักษณะที่สำคัญที่สุดที่ผู้ผลิตควรคำนึงถึงในการผลิต หรือควรคำนึงถึงในการพัฒนาเรียงตามลำดับ เพื่อให้สามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้งานได้มากที่สุด

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ พบว่า ความเป็นไปได้ทางการผลิตกาวติดโลหะประเภทกาว Mastic โดยการทดแทนด้วยยางธรรมชาติที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับยาง NBR มี 2 ชนิด ได้แก่ (1) ยางฮีเวียพลัส เอ็มจี (Heveaplus MG) และ (2)

ยางธรรมชาติอิพอกไซด์ (ENR) เมื่อทำการเปรียบเทียบคุณสมบัติและปัจจัยสำคัญในการเลือกยางธรรมชาติ พบว่า ยาง ENR คือยางที่เหมาะสม เนื่องจาก มีคุณสมบัติที่ใกล้เคียงกับยาง NBR มากกว่า และมีปัจจัยสนับสนุนทางด้านความสามารถในการหาวัตถุดิบตั้งต้นสำหรับการผลิตได้ภายในประเทศ รวมทั้งมีความสามารถในการผลิตภายในประเทศ และราคาถูก

สำหรับการออกแบบกระบวนการผลิต พบว่า กระบวนการผลิตกาวติดโลหะประเภทกาว Mastic ในปัจจุบัน (NBR) ใช้เวลาในการผลิตทั้งหมด 3 ชั่วโมง 40 นาที แต่เมื่อปรับเป็นยาง ENR ต้องมีการเพิ่มกระบวนการลดน้ำหนักโมเลกุล 30 นาที เพื่อเพิ่มความทนน้ำมัน เพิ่มความยืดหยุ่น และทนต่อแรงต้านทานสูง เป็นต้น โดยจากการศึกษาปริมาณการใช้กาวประเภท Mastic ต่อรถยนต์ 1 คัน เท่ากับ 490 กรัม (0.49 กิโลกรัมกาว)

จากการวิเคราะห์ความเป็นไปได้เชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม ผู้วิจัยได้ศึกษาความเป็นไปได้ในการจัดตั้งโรงงานผลิตกาวติดโลหะจากยางพาราว่าสมควรลงทุนหรือไม่สมควรลงทุน โดยการเลือกทำเลที่ตั้งในนิคมอุตสาหกรรมยางพารา (Rubber City) ในรูปแบบ SMEs ที่มีพนักงานและผู้บริหารภายในโรงงานทั้งหมด 9 คน รวมถึงการกำหนดขอบเขตต่างๆของการจัดตั้งโรงงานและการผลิต เพื่อการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการลงทุนภายในระยะเวลาการประเมินโครงการ 10 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2562 ถึงปี 2571 โดยแบ่งส่วนแบ่งทางการตลาดจากการพยากรณ์ปริมาณการขายรถยนต์ในประเทศไทยมา ร้อยละ 5 พบว่า เงินลงทุนเริ่มตั้งต้น เท่ากับ 8,569,000 บาท ประกอบด้วย ค่าเครื่องจักร Table Saw เครื่องจักร Kneader (150 ลิตร) เครื่องจักร Planetary (300 ลิตร) ค่าขนย้ายและติดตั้งเครื่องจักร ค่าติดตั้งระบบสาธารณูปโภค ค่าเฟอร์นิเจอร์และเครื่องมือเครื่องใช้ ค่ามัดจำโรงงาน (เนื้อที่ 1,200 ตารางเมตร) และค่าโฆษณาประชาสัมพันธ์ธุรกิจ นอกจากนี้ ยังมีต้นทุนการดำเนินงานซึ่งจะแตกต่างกันในแต่ละปี ขึ้นอยู่กับปริมาณการผลิต ประกอบด้วย ค่าวัตถุดิบตั้งต้น (ยาง ENR) ค่าสารเคมี ค่าบรรจุภัณฑ์ ค่าเช่าโรงงาน (1,200 ตารางเมตร) ค่าน้ำประปา-ค่าไฟฟ้า เงินเดือนผู้บริหารและพนักงานฝ่ายต่างๆ ค่าเสื่อมราคาเครื่องจักรแต่ละเครื่อง และค่าโฆษณาประจำปี ผลการวิเคราะห์การลงทุนด้วยมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) เท่ากับ 1,215,214.69 บาท มีค่ามากกว่า 0 สรุปได้ว่า โครงการนี้สมควรลงทุน อัตราผลตอบแทน (IRR) เท่ากับ ร้อยละ 14.84 มากกว่าค่า MARR ที่เท่ากับ ร้อยละ 12 สรุปได้ว่า โครงการนี้สมควรลงทุน และระยะเวลาคืนทุน (PB) เท่ากับ 5.74 ปี สรุปได้ว่าสมควรลงทุน เนื่องจากมีระยะเวลาคืนทุนภายในระยะเวลาโครงการที่กำหนด นอกจากนี้ ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ความไวเชิงเศรษฐศาสตร์ (Sensitivity Analysis) เพื่อวิเคราะห์ความเปลี่ยนแปลงหรือผลกระทบที่จะเกิดขึ้นต่อโรงงาน โดยกำหนดการวิเคราะห์แบบกรณีเปลี่ยนแปลงหนึ่งปัจจัย และเปลี่ยนแปลงสองปัจจัย โดยมีปัจจัยสำคัญในการวิเคราะห์ ได้แก่ (1) การกำหนดปัจจัยด้านการเปลี่ยนแปลงปริมาณการขายให้มีการลดลงเหลือ ร้อยละ 4 และเพิ่มขึ้นเป็น ร้อยละ 6 (2) ปัจจัยด้านการเปลี่ยนแปลงต้นทุนการผลิตของวัตถุดิบหลัก (ยาง ENR) ให้มีการลดลง ร้อยละ 3 และเพิ่มขึ้น

ร้อยละ 3 โดยอยู่ภายในระยะเวลาโครงการ 10 ปี รวมทั้งหมด 9 เหตุการณ์ พบว่า มี 3 เหตุการณ์ที่ทำให้โครงการไม่น่าลงทุน เนื่องจากมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) ติดลบ ได้แก่ เหตุการณ์ที่ 1 ปริมาณการขายลดลงเหลือ ร้อยละ 4 และต้นทุนวัตถุดิบหลักลดลง ร้อยละ 3 เหตุการณ์ที่ 2 ปริมาณการขายลดลงเหลือ ร้อยละ 4 และต้นทุนวัตถุดิบหลักปกติ และเหตุการณ์ที่ 3 ปริมาณการขายลดลงเหลือ ร้อยละ 4 และต้นทุนวัตถุดิบหลักเพิ่มขึ้น ร้อยละ 3 ดังนั้น สามารถสรุปได้ว่าในกรณีที่เหตุการณ์ปริมาณการขายของโรงงานลดลงเหลือ ร้อยละ 4 ไม่ว่าต้นทุนวัตถุดิบลดลงหรือเพิ่มขึ้น จะทำให้เกิดเหตุการณ์ไม่น่าลงทุน

ในส่วนของการวิเคราะห์การเพิ่มมูลค่าของโซ่อุปทานยางพารา พบว่า การผลิตผลิตภัณฑ์กาวติดโลหะจากยางพาราเพื่อใช้สำหรับอุตสาหกรรมรถยนต์ ประเภทกาว Mastic มีการนำยาง ENR มาใช้เป็นวัตถุดิบตั้งต้นในการผลิต ซึ่งยางชนิดนี้ทำมาจากน้ำยางข้น ผู้วิจัยจึงทำการวิเคราะห์มูลค่าเพิ่มที่เกิดขึ้นในโซ่อุปทานของยางน้ำยางข้น เมื่อมีการนำมาผลิตเป็นกาวติดโลหะประเภท Mastic ภายในระยะเวลาโครงการ 10 ปี พบว่า มีมูลค่าเพิ่มมากขึ้นทั้งโซ่อุปทาน เท่ากับ 29,155,699 บาท ดังนั้น เมื่ออุตสาหกรรมน้ำยางข้นมีมูลค่าเพิ่มมากขึ้น ก็จะส่งผลให้อุตสาหกรรมยางพาราทั้งโซ่อุปทานมีมูลค่าเพิ่มมากขึ้นเช่นกัน

5.2 ข้อเสนอแนะสำหรับผู้นำไปใช้

5.2.1 กลยุทธ์ทางการตลาด

5.2.1.1 ธุรกิจต้องสร้างกลยุทธ์ทางการตลาดหรือจัดทำแผนธุรกิจ เพื่อทำให้ส่วนแบ่งทางการตลาดของการผลิตทั้งหมดไม่ต่ำกว่า ร้อยละ 5

5.2.1.2 ปัจจุบันผลิตภัณฑ์กาวติดโลหะประเภทกาว Mastic เป็นผลิตภัณฑ์ที่อยู่ในกลุ่มตลาดแข่งขันไม่สมบูรณ์ (Imperfectly Competitive Market) หมายถึง เป็นตลาดที่กลุ่มผู้ขายมีอิทธิพลในการกำหนดราคา และผู้ซื้อก็มีอิทธิพลในการต่อรองราคาด้วยเช่นกัน เนื่องจากอยู่ในรูปแบบของตลาดผู้ขายน้อยราย (Oligopoly) ทำให้มีบริษัทผู้ผลิตเพียงไม่กี่รายที่ผู้ใช้งานจะเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ ดังนั้น การที่ผลิตภัณฑ์กาวติดโลหะจากยางพาราประเภทกาว Mastic เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ที่เริ่มเข้าสู่ตลาด เพื่อเป็นแนวทางในการแข่งขัน ควรจะขายในราคาที่ถูกกว่า (อาจจะได้กำไรน้อยถ้าเปรียบเทียบกับต้นทุนทางการผลิต) หรือขายในราคาที่เท่ากันกับราคาตลาดในปัจจุบัน เพื่อง่ายต่อการแข่งขัน

5.2.1.3 หากราคาขายเท่ากัน ต้องเสนอข้อดีของการใช้กาวติดโลหะจากยางพาราให้ผู้ใช้งานได้รับรู้ เพื่อที่จะให้ผู้ใช้งานจะได้ลองเปลี่ยนมาใช้ผลิตภัณฑ์กาวติดโลหะจากยางพารา

5.2.1.4 เพิ่มช่องทางการจัดจำหน่าย โดยการเพิ่มตัวแทนจำหน่าย เนื่องจากข้อดีของการเพิ่มตัวแทนจำหน่าย จะทำให้สามารถดูแลลูกค้าได้อย่างทั่วถึง นอกจากนั้นยังสามารถทำให้ได้ฐานลูกค้าใหม่เพิ่มมากขึ้น เช่น อู่ซ่อมรถ หรือร้านซ่อมรถทั่วไป

5.2.1.5 ปัจจุบันผลิตภัณฑ์กาวติดโลหะประเภทกาว Mastic เป็นผลิตถัณฑ์ที่ใช้สำหรับอุตสาหกรรมรถยนต์ จากการทำวิจัยเรื่องนี้ พบว่า ผลิตภัณฑ์กาวติดโลหะจากยางพาราประเภทกาว Mastic เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีศักยภาพทั้งในด้านเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Products) และตลาดผู้ใช้ใหม่ (New Markets) ดังนั้น การทำการตลาดในช่วงแรกต้องทำอย่างระมัดระวัง และหากมีการเพิ่มฐานลูกค้าใหม่ ธุรกิจควรกำหนดกลยุทธ์และส่วนประสมทางการตลาดที่เหมาะสมให้แก่กลุ่มเป้าหมายแต่ละกลุ่ม

5.2.1.6 เนื่องจากปัจจุบันกลุ่มผู้ใช้งานผลิตภัณฑ์กาวติดโลหะส่วนมากจะซื้อผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิตรายเดิม ดังนั้น ควรมีการเสนอให้ผู้ผลิตเดิมเปลี่ยนแปลงวัตถุดิบการผลิตเป็นยางพารา

5.2.2 กลยุทธ์ทางการผลิต

5.2.2.1 เนื่องจากโรงงานมีต้นทุนทางการผลิตกาวติดโลหะจากยางพาราประเภทกาว Mastic ค่อนข้างสูง อาจส่งผลมาจากต้นทุนของยางธรรมชาติอิพอกไซด์ (ENR) ที่เป็นวัตถุดิบหลักในการผลิต ทั้งนี้ ธุรกิจก็ควรที่จะศึกษาและปรับปรุงกระบวนการผลิตอย่างต่อเนื่องเพื่อที่จะหาแนวทางการลดต้นทุนทางการผลิต โดยแนวทางการลดต้นทุนทางการผลิตอาจลดได้จากจำนวนทรัพยากรคนที่ใช้ในการผลิต ระยะเวลาการผลิต การลดจำนวนความผิดพลาดของผลิตภัณฑ์จากของเสียหรือของมีตำหนิ เป็นต้น

5.2.2.2 เนื่องจากปัจจัยด้านราคาของยางพารา เป็นปัจจัยที่ไม่แน่นอน ซึ่งจะส่งผลโดยตรงต่ออุตสาหกรรมการผลิตผลิตภัณฑ์จากยางพารา ดังนั้น การวิเคราะห์ความอ่อนไหว (Sensitivity Analysis) นอกเหนือจากเหตุการณ์ที่ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ไว้ในงานวิจัยฉบับนี้ เป็นแนวทางหนึ่งที่จะสามารถช่วยกำหนดแผนการดำเนินงาน และแผนการผลิตเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงได้อย่างเหมาะสม

5.2.3 อุตสาหกรรมยางพารา

ปัจจุบันเทคโนโลยีของยาง ENR ยังไม่ได้รับการพัฒนาในประเทศไทยอย่างแพร่หลาย เนื่องจากกระบวนการผลิตที่ค่อนข้างซับซ้อน ทำให้ราคายางค่อนข้างสูง เมื่อเปรียบเทียบกับยางสังเคราะห์ชนิด NBR ถ้าหากมีการส่งเสริมอุตสาหกรรมกลางน้ำ ให้มีการผลิตยางธรรมชาติอิพอกไซด์ (ENR) ก็จะเป็นผลดีต่อโซ่อุปทานของยางพารามากยิ่งขึ้น เพราะจะช่วยสนับสนุนการผลิตผลิตภัณฑ์ที่ทำจากยางธรรมชาติ อีกทั้ง หากมีการปรับปรุงระบบการผลิตผลิตภัณฑ์ ลดการนำเข้า

ผลิตภัณฑ์ยางธรรมชาติจากต่างประเทศ ก็จะเป็นผลดีต่อการลดต้นทุนทางการผลิต และส่งผลดีต่อโซ่อุปทานยางพารา

5.3 ข้อเสนอแนะงานวิจัยในอนาคต

สำหรับงานวิจัยในอนาคต ถ้าหากมีการนำงานวิจัยฉบับนี้ไปเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาต่อ ควรมีการทดลองทำการผลิตจริง เพื่อให้ได้ข้อมูลด้านความสามารถในการทดแทนทางการผลิตของยาง ENR

ทั้งนี้ งานวิจัยฉบับนี้อยู่บนสมมติฐานของการศึกษาที่ยังมีอัตราการใช้รถยนต์ปกติ หากอนาคตอุตสาหกรรมรถยนต์เกิดการเปลี่ยนแปลง เช่น มีการใช้รถไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้น อาจต้องทำการทบทวนข้อมูลเพื่อปรับให้สอดคล้องกับสถานการณ์จริง เป็นต้น

บรรณานุกรม

[1] กฤษณี พิสิฐศุภกุล, "สถานการณ์ยางพาราปี 2558 และแนวโน้มราคาปี 2559," ธนาคารแห่งประเทศไทย, pp.1-3, 2559.

[2] ศูนย์วิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมยางไทย, "Research and Development Centre for Thai Rubber Industry," 2560. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.rubbercenter.org/ [เมื่อ 7 เมษายน 2560].

[3] วารีรัตน์ เพชรสีม่วง, "แนวโน้มธุรกิจอุตสาหกรรม ปี 2559-2561 อุตสาหกรรมยาง," Krungsri research, pp.1-4, 2559

[4] สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, "ศูนย์สารสนเทศการเกษตร," 5 ตุลาคม 2559. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: www.oae.go.th/cai/. [เมื่อ 7 เมษายน 2560].

[5] สมาคมยางพาราไทย, "ราคายางตลาดกลางยางพาราจังหวัดสงขลา," 5 เมษายน 2560. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.thainr.com/th. [เมื่อ 7 เมษายน 2560].

[6] ชุตินทร คงศักดิ์, "กรมเศรษฐกิจระหว่างประเทศ," 7 พฤษภาคม 2557. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.mfa.go.th.

[7] กันยา อัครอารีย์, “การวิจัยทางการตลาดเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ยางพาราภายใต้การใช้งานภายในประเทศ,” โครงการจัดตั้งสถาบันวิจัยและพัฒนานวัตกรรมยางพารา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2559

[8] บริษัท ซีลิค คอร์พ จำกัด (มหาชน), "วิเคราะห์ตลาดกาวโลก," เมษายน 2558. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://capital.sec.or.th/

[9] ปรียาภรณ์ มหาทรัพย์, "กลุ่มอุตสาหกรรมยานยนต์," สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย, [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.aic.or.th/

[10] วิบุญ ตั้งวโรดมนุกูล, "Advanced materials ในอุตสาหกรรมยานยนต์," 12 กันยายน 2552. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.viboon.org/

[11] Amstock, Joseph S., “Handbook of Adhesives and Sealants in Construction,” New York: McGrew-Hill, 2001.

[12] Shields, J., “Adhesives Handbook. Third edition (Revised 1985),” London: Butterworth. 1984.

[13] Shields, J., “Adhesive Bonding. Reprinted 1975. Design Council,” Oxford: Oxford University Press., 1974.

บรรณานุกรม (ต่อ)

[14] ชินรัตน์ ลาภพูลธนะอนันต์, “กาวจากย้ำยางธรรมชาติ,” 2559. เข้าถึงได้จาก Research and Development Centre for Thai Rubber Industry: http://rubbercenter.org/ [เมื่อ 11 ธันวาคม 2560].

[15] เจริญ นาคะสรรค์ และคณะ, “การเตรียมกาวยางจากการกราฟต์โคพอลิเมอร์ของยางธรรมชาติกับเมทิลเมทาคริเลท,” ภาควิชาเทคโนโลยียางและพอลิเมอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัย สงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี, 2551.

[16] เจริญ นาคะสรรค์ และคณะ, “การผลิตกาวติดไม้และกาวติดโลหะจากน้ำยางธรรมชาติดัดแปลงโมเลกุล,” สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.trf.or.th/ [เมื่อ 5 ตุลาคม 2558].

[17] สุกฤทธิรา รัตนวิไล, “การพัฒนากาวสำหรับใช้ในงานติดไม้ยางพาราจากน้ำยางธรรมชาติอีพอกไซด์,” ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2558.

[18] กรรณิการ์ สหกะโร, “การศึกษายางธรรมชาติมาลิเอตเพื่อเป็นแนวทางในการใช้ทำยางติดโลหะ,” ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2548.

[19] Shields, J., “Adhesives Handbook. Third edition (Revised 1985),” London: Butterworth., 1984.

[20] มหาวิทยาลัยกรุงเทพ, "ความรู้เบื้องต้นทางการตลาด," สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา, [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://elearning.bu.ac.th/ [เมื่อ 7 เมษายน 2560].

[21] พิมพ์พิศา สังข์สุวรรณ, "ทฤษฎีการจัดการการตลาดเชิงกลยุทธ์ชั้นสูงและแนวคิดเชิงปฏิบัติ," [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://pimpisasangsuwan.blogspot.com/2015/10/blog-post.html. [เมื่อ 5 ตุลาคม 2558].

[22] S. Kuester, “Consumer Behavior,” MKT 301, University of Mannheim, 2012, p. 110.

[23] วิทย์, "ปัจจัยทางการตลาด พฤติกรรมผู้บริโภค คุณภาพการให้บริการ," 7 กรกฎาคม 2555. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://spssthesis.blogspot.com/. [เมื่อ 7 เมษายน 2560].

[24] J.Scott Armstrong, "Prediction of Consumer Behavior by Experts and Novices," Journal of Consumer Research, vol. 18, p. 251–256., 1991.

[25] นงนุช โกสียรัตน์, "การศึกษาความต้องการบริโภคผักปลอดสารพิษของผู้บริโภคในร้านค้าเพื่อสุขภาพ แขวงศิริราช," วิทยานิพนธ์ศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศิลปศาสตร์มหาบัณฑิต, 2553.

บรรณานุกรม (ต่อ)

[26] A. Liu, "Chinese consumers food purchasing behaviors and awareness of food safety," Food Control, vol. 79, p. 185–191, September 2017.

[27] เกตุวดี สมบูรณ์ทวี และพิชชาภา ยางเดิม, "ปัจจัยด้านจิตวิทยาที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อรองเท้าผ้าใบยี่ห้อ Converse ภายใต้การแข่งขันด้านนวัตกรรมของผู้บริโภคในกลุ่ม Gen Y," วิจัยและนวัตกรรมกับการพัฒนาประเทศ, 2559.

[28] อรอนงค์ สุเวชวัฒนกุล, “การพัฒนากลยุทธ์ด้านผลิตภัณฑ์ และการเปิดประชาคมเศรษฐกิจอาเซียนที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อเฟอร์นิเจอร์ไม้ กรณีศึกษา: บริษัท ทศพรอินเตอร์เฟอร์นิช จำกัด,” วิทยาลัยพาณิชยศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา, 2555.

[29] อภิวิทย์ ยั่งยืนสถาพร, "พฤติกรรมผู้บริโภคที่มีผลต่อการตัดสินใจใช้ห้องบันทึกเสียงสร้างมูลค่าสำหรับมัลติมีเดียและงานตัดต่อ," มหาวิทยาลัยกรุงเทพ, การค้นคว้าอิสระสาขาการจัดการสาระและการสร้างคุณค่าบัณฑิตวิทยาลัย, 2558.

[30] Marios Koufaris, "Applying the Technology Acceptance Model and Flow Theory to Online Consumer Behavior," vol. 13, no. 2, 2002.

[31] กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม, “การพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่,” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://bsid.dip.go.th/ [เมื่อ 5 ตุลาคม 2560].

[32] วิวัฒน์ พิชญากร และคณะ, “มาสค์พอกหน้าและแผ่นขจัดสิวเสี้ยนจากน้ำยางพาราก่ำจัดโปรตีน,” สำนักวิจัยและพัฒนามหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์., 2557.

[33] นลินี โกวิทวนาวงษ์, “หมอนรองศีรษะจากพอลิยูรีเทนเจลและยางพาราแปรรูปป้องกันแผลกดทับจากการผ่าตัด,” สำนักวิจัยและพัฒนามหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์., 2557.

[34] วิริยะ ทองเรือง และคณะ, “อุปกรณ์รองส้นเท้าจากยางธรรมชาติ,” สำนักงานวิจัยและพัฒนามหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์., 2557.

[35] Maguad, Ben A., "Using QFD to Integrate the Voice of Customer into the Academic Planning Process," vol. 16, 2009.

[36] ชาญชัย เจริญเดชานุเคราะห์, “การประยุกต์ใช้เทคนิคการแปลงหน้าที่เชิงคุณภาพในการปรับผลิตภัณฑ์ปลั๊กพ่วงไฟฟ้า กรณีศึกษา บริษัทสายไฟฟ้าบางกอกเคเบิ้ล จำกัด,” การค้นคว้าอิสระตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต., 2557.

[37] พรพรรณ เอมสมบุญ, “การประยุกต์ใช้เทคนิคการแปลงหน้าที่เชิงคุณภาพเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ตู้เสื้อผ้าในขั้นตอนการวางแผนผลิตภัณฑ์และการแปลงการออกแบบ,” วิทยานิพนธ์การศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต., 2555.

บรรณานุกรม (ต่อ)

[38] บุญเอก เมธาวิศาล, “การประเมินระดับการให้บริการของสายเรือด้วยเทคนิคการแปลงหน้าที่เชิงคุณภาพ,” จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต., 2548.

[39] Cohen, Lou., “Quality Function Deployment : How to Make QFD Work for You.,” India, 2005.

[40] นภิสพร มีมงคล และคณะ, “การประยุกต์ใช้ QFD เพื่อค้นหาคุณลักษณะผลิตภัณฑ์สำหรับการออกแบบอุปกรณ์เฝ้าระวังผู้ป่วย,” 2555.

[41] ศิริชัย ยศวังใจ, "กระบวนการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์," วารสารวิชาการ วิศวกรรมศาสตร์ ม.อบ., มกราคม-มิถุนายน 2558.

[42] จันทนา จันทโร และศิริจันทร์ ทองประเสริฐ, “การศึกษาความเป็นไปได้โครงการด้านธุรกิจและอุตสาหกรรม,” พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.

[43] ชัยยศ สันติวงษ์, “การศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการ,” พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: บริษัทโรงพิมพ์ไทยวัฒนาพาณิช จำกัด, 2539.

[44] ประสิทธิ์ ตงยิ่งสิริ, “การวิเคราะห์และประเมินโครงการ,” กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภา. พีรวุฒิ เจริญสุภวงศ์. อ้างถึงในบัณฑิต ศุภลักษณ์, การศึกษาความเป็นไปได้ในการลงทุนร้านขายยาในเขตจอมทอง. กรุงเทพมหานคร มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 14, 2542.

[45] ปิยะธิดา ตั้งไพศาลกิจ, “การศึกษาความเป็นไปได้ทางการลงทุนของโครงการร้านจำหน่ายหนังสือ ในพื้นที่เขตอำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์,” สารนิพนธ์ ศ.ม. (เศรษฐศาสตร์ธุรกิจ), บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2553.

[46] Valerie Nigl, "Feasibility Study for a Hotel Project in Luanda, Angola," Bachelor of Business Administration Tourism and Hospitality Management , 15 April 2011.

[47] วีระศักดิ์ โชติกานต์กุล, "การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตไบโอดีเซลจากไขมันโคขุนโพนยางคำ (เนื้อไทย-ฝรั่งเศส) สำหรับเครื่องยนต์ดีเซลเล็ก," วิทยานิพนธ์ศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต, 2553.

[48] สุรเมศวร์ พิริยะวัฒน์, “เศรษฐศาสตร์ และเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม,” ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา., 2560.

[49] บริษัท ซันสตาร์ เคมิคัล (ประเทศไทย), “ประเภทของกาวติดภายในรถยนต์,” พนักงานฝ่ายวิจัยและพัฒนา., 2560.

[50] ศูนย์วิจัยกรุงศรี, “แนวโน้มธุรกิจอุตสาหกรรมรถยนต์,” ธนาคารกรุงศรีอยุธยา., 2560. เข้าถึงได้จาก https://www.krungsri.com/bank [เมื่อ 4 มกราคม 2561].

บรรณานุกรม (ต่อ)

[51] นิคมอุตสาหกรรมยางพารา, “พื้นที่จัดสรรภายในนิคมอุตสาหกรรมยางพารา (Rubber City),” 2561.

[52] มหาวิทยาลัยมหิดล, “ปริมาณยางพาราและมูลค่าการผลิตผลิตภัณฑ์จากยางพารา,” ศูนย์วิจัยเทคโยโลยียาง คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดลศาลายาง., 2561.

[53] ศูนย์ศึกษาการค้าระหว่างประเทศ, “ผลกระทบต่ออุตสาหกรรมยางพาราของไทยจากเป้าหมายการเป็นศูนย์กลางยางพาราโลกของมาเลเซีย,” มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย., 2558.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
แบบสอบถามผู้ใช้งาน

แบบสอบถามผู้ใช้งาน

การออกแบบข้อกำหนดทางเทคนิคและการศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิต
กาวติดโลหะจากยางพาราสำหรับอุตสาหกรรมรถยนต์

คำชี้แจง

แบบสอบถามนี้เป็นส่วนหนึ่งของ “การออกแบบข้อกำหนดทางเทคนิคและการศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตกาวติดโลหะจากยางพาราสำหรับอุตสาหกรรมรถยนต์ (Design of Technical Specifications and Feasibility Study of Rubber Metal Glue Production for Using in An Automotive Industry)” โดยข้อมูลจากแบบสอบถามนี้จะเป็นความลับเพื่อการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเทคนิค จึงขอความอนุเคราะห์ท่านโปรดพิจารณาตอบข้อความและทำเครื่องหมาย √ ในหัวข้อที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน ซึ่งแบบสอบถามประกอบด้วย 4 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 สถานภาพส่วนบุคคลของผู้ตอบแบบสอบถาม
ส่วนที่ 2 ข้อมูลการใช้งานกาวติดโลหะ
ส่วนที่ 3 ข้อมูลการพัฒนาการใช้งาน
ส่วนที่ 4 ข้อเสนอแนะ

ขอขอบคุณอย่างสูง

แบบสอบถามผู้ใช้งาน

การออกแบบข้อกำหนดทางเทคนิคและการศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิต
กาวติดโลหะจากยางพาราสำหรับอุตสาหกรรมรถยนต์

ส่วนที่ 1 สถานภาพส่วนบุคคลของผู้ตอบแบบสอบถาม

คำชี้แจง โปรดตอบคำถามรายละเอียดขององค์กรของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. ชื่อผู้ตอบแบบสอบถาม.....
2. ชื่อองค์กร.....
3. ตำแหน่ง.....
4. เบอร์โทรศัพท์.....

ส่วนที่ 2 ข้อมูลการใช้งานกาวติดโลหะ

คำชี้แจง โปรดตอบคำถามเกี่ยวกับพฤติกรรมการใช้งานกาวติดโลหะ

1. ประเภท/ชนิดของกาวติดโลหะ

   .....

   .....
2. ตำแหน่ง/บริเวณที่ใช้กาวติดโลหะ

   .....

   .....
3. ปริมาณกาวติดโลหะที่ใช้ต่อคัน

   .....

   .....

แบบสอบถามผู้ใช้งาน

การออกแบบข้อกำหนดทางเทคนิคและการศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิต
กาวติดโลหะจากยางพาราสำหรับอุตสาหกรรมรถยนต์

---

4. ขั้นตอนในการสั่งซื้อ

   .....

   .....

   .....

5. ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อ / ความถี่ในการสั่งซื้อ

   .....

   .....

   .....

6. ลักษณะบรรจุภัณฑ์ (หลอด/กระป๋อง/ถัง)

   .....

   .....

   .....

7. คุณสมบัติหรือลักษณะที่สำคัญของกาวติดโลหะ

   .....

   .....

   .....

8. ข้อดี/ข้อเสีย ของกาวติดโลหะที่ใช้ในปัจจุบัน

   .....

   .....

   .....

แบบสอบถามผู้ใช้งาน

การออกแบบข้อกำหนดทางเทคนิคและการศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิต
กาวติดโลหะจากยางพาราสำหรับอุตสาหกรรมรถยนต์

<u>ส่วนที่ 3</u> ข้อมูลการพัฒนาการใช้งาน

1. ท่านคิดว่ามีความเป็นไปได้ในการนำยางพารามาใช้ในการติดโลหะหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

<u>ส่วนที่ 4</u> ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

ขอบคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม

ภาคผนวก ข

แบบสอบถามผู้ผลิต

แบบสอบถามผู้ใช้งาน

การออกแบบข้อกำหนดทางเทคนิคและการศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิต
กาวติดโลหะจากยางพาราสำหรับอุตสาหกรรมรถยนต์

คำชี้แจง

แบบสอบถามนี้เป็นส่วนหนึ่งของ “การออกแบบข้อกำหนดทางเทคนิคและการศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตกาวติดโลหะจากยางพาราสำหรับอุตสาหกรรมรถยนต์ (Design of Technical Specifications and Feasibility Study of Rubber Metal Glue Production for Using in An Automotive Industry)” ข้อมูลจากแบบสอบถามนี้จะเป็นความลับเพื่อการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเทคนิคของกาวติดโลหะ จึงขอความอนุเคราะห์ท่านโปรดพิจารณาตอบข้อความในหัวข้อที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน โดยแบบสอบถามประกอบไปด้วย 4 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 สถานภาพส่วนบุคคลของผู้ตอบแบบสอบถาม

ส่วนที่ 2 ข้อมูลการผลิตกาวติดโลหะในปัจจุบัน

ส่วนที่ 3 ข้อมูลการพัฒนาการผลิต

ส่วนที่ 4 ข้อเสนอแนะ

ขอขอบคุณอย่างสูง

แบบสอบถามผู้ผลิต

การออกแบบข้อกำหนดทางเทคนิคและการศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิต
กาวติดโลหะจากยางพาราสำหรับอุตสาหกรรมรถยนต์

<u>ส่วนที่ 1</u> สถานภาพส่วนบุคคลของผู้ตอบแบบสอบถาม

คำชี้แจง โปรดตอบคำถามรายละเอียดขององค์กรของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. ชื่อผู้ตอบแบบสอบถาม.....
2. ชื่อองค์กร.....
3. ตำแหน่ง.....
4. เบอร์โทรศัพท์.....
5. E-mail.....

<u>ส่วนที่ 2</u> ข้อมูลการผลิตกาวติดโลหะในปัจจุบัน

1. ประเภท/ชนิดของกาวติดโลหะที่ผลิต

   .....

   .....

   .....

2. สัดส่วนการผลิต (กรณีที่ผลิตมากกว่า 1 ประเภท/ชนิด) / กำลังการผลิต

   .....

   .....

   .....

3. วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตกาวติดโลหะ / ต้นทุนของวัตถุดิบ / แหล่งที่มาของวัตถุดิบ

   .....

   .....

แบบสอบถามผู้ผลิต

การออกแบบข้อกำหนดทางเทคนิคและการศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิต
กาวติดโลหะจากยางพาราสำหรับอุตสาหกรรมรถยนต์

---

4. ราคาขายกาวติดโลหะ

   .....

   .....

   .....

5. ลูกค้าหลัก / ช่องทางการจัดจำหน่าย

   .....

   .....

   .....

6. คุณสมบัติหรือลักษณะของกาวติดโลหะที่ผลิต

   .....

   .....

   .....

   .....

7. เทคนิคหรือวิธีการผลิต / เครื่องจักร

   .....

   .....

   .....

   .....

   .....

   .....

แบบสอบถามผู้ผลิต

การออกแบบข้อกำหนดทางเทคนิคและการศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิต
กาวติดโลหะจากยางพาราสำหรับอุตสาหกรรมรถยนต์

---

8. มีขั้นตอนใดบ้างที่สามารถนำยางพารามาทดแทนวัตถุดิบเดิมได้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

<u>ส่วนที่ 3</u> ข้อมูลการพัฒนาการผลิต

1. ปัจจุบันบริษัทมีแนวคิดหรือการทำวิจัยเพื่อปรับเปลี่ยนวัตถุดิบหรือเทคนิคการผลิตกาวติดโลหะหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

.....

2. ท่านคิดว่ามีความเป็นไปได้ในการนำยางพารามาผลิตกาวติดโลหะหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

แบบสอบถามผู้ผลิต

การออกแบบข้อกำหนดทางเทคนิคและการศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิต
กาวติดโลหะจากยางพาราสำหรับอุตสาหกรรมรถยนต์

<u>ส่วนที่ 4</u> ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ขอบคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม

ภาคผนวก ค

ภาพแสดงการสัมภาษณ์เชิงลึกบริษัทผู้ใช้งานและบริษัทผู้ผลิต

ภาพแสดงการสัมภาษณ์เชิงลึกบริษัทผู้ใช้งานและบริษัทผู้ผลิต

สัมภาษณ์เชิงลึก บริษัท อีซูซุมอเตอร์ (ประเทศไทย) จำกัด

วันที่ 18 กันยายน 2560

สัมภาษณ์เชิงลึก บริษัท ซิก้า (ประเทศไทย) จำกัด

วันที่ 18 กันยายน 2560

ภาพแสดงการสัมภาษณ์เชิงลึกบริษัทผู้ใช้งานและบริษัทผู้ผลิต (ต่อ)

สัมภาษณ์เชิงลึก บริษัท บริษัท ไทยซัมมิท อีสเทิร์นซีบอร์ด โอโตพาร์ท อินดัสตรี จำกัด

วันที่ 25 กันยายน 2560

สัมภาษณ์เชิงลึก บริษัท บริษัท ลอร์ด (ประเทศไทย) จำกัด

วันที่ 25 กันยายน 2560

ภาพแสดงการสัมภาษณ์เชิงลึกบริษัทผู้ใช้งานและบริษัทผู้ผลิต (ต่อ)

สัมภาษณ์เชิงลึก บริษัท บริษัท แอดฮีซีล จำกัด

วันที่ 26 กันยายน 2560

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ สกุล นางสาวนิรมล ศรีไหม

รหัสประจำตัวนักศึกษา 5910120035

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
ปริญญาตรี บริหารธุรกิจบัณฑิต (การจัดการโลจิสติกส์)	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่	2558

ทุนการศึกษา (ที่ได้รับระหว่างการศึกษา)

1. ทุนผลการเรียนดีเด่นเข้าศึกษาระดับปริญญาโท ประจำปีการศึกษา 2559 บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่
2. ทุนบัณฑิตศึกษาวิศวกรรมศาสตร์ สำหรับนักศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ระดับปริญญาโท
3. ทุนอุดหนุนการทำวิจัยเพื่อวิทยานิพนธ์ ประจำปีการศึกษา 2560 ได้รับจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงาน

นิรมล ศรีไหม, รัญชนา สินธวาลัย, เสกสรร สุธรรมานนท์, กันยา อัครอารีย์. 2560. การประยุกต์ใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์กาวยางสำหรับติดโลหะ. การประชุมสัมมนาเชิงวิชาการด้านการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน ครั้งที่ 17. ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 19 – 23 ตุลาคม 2560. หน้า 72