



## การศึกษาคุณสมบัติของวัสดุผสมระหว่างยางมะตอยอิมัลชันชนิดแข็งตัวเร็ว (CRS-2) กับน้ำยางพารา

### A Study for Properties of Mixture of Rapid Setting Asphalt Emulsion (CRS-2) and Concentrated Latex

อังคณา พันธุ์หล่อ\* และ สมศักดิ์ เอื้ออัชฌาสัย

Ankana Punlor\* and Somsak Aueatchasai

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา วิทยาลัยวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต ปทุมธานี ประเทศไทย

Department of civil engineering, College of Engineering, Rangsit University, Pathum Thani, Thailand

\*Corresponding author, E-mail: [ankana.p@rsu.ac.th](mailto:ankana.p@rsu.ac.th)

#### บทคัดย่อ

จากข้อมูลงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่า การนำน้ำยางพารามาผสมกับยางมะตอยสามารถเพิ่มคุณภาพและอายุการใช้งานของถนน และช่วยส่งเสริมเกษตรกรชาวสวนยางให้มีรายได้เพิ่มขึ้นจากการขายยางพารา ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเกิดขึ้นเพื่อศึกษาคุณสมบัติเบื้องต้นของวัสดุผสมระหว่างยางมะตอยอิมัลชันชนิดแข็งตัวเร็ว (CRS-2) และน้ำยางพารา โดยใช้เครื่องผสมต้นแบบขนาดเล็ก และใช้น้ำยางพาราร้อยละ 4.5, 5.5 และ 6.5 โดยน้ำหนักของส่วนผสม แล้วนำวัสดุผสมไปทดสอบหาค่าความหนืด ค่าความอ่อนแข็ง และค่าความยืดดึง ผลการทดสอบพบว่า เมื่ออัตราส่วนผสมของน้ำยางพาราเพิ่มขึ้น จะทำให้ค่าความหนืดเซย์โบลต์ของวัสดุผสมเพิ่มขึ้น ซึ่งแสดงว่าวัสดุมีความแข็งมากขึ้น ส่วนค่าความยืดดึงของวัสดุผสมก็สูงขึ้นถึงระดับที่เกิน 150 ซม. แสดงว่าน้ำยางพาราช่วยเสริมคุณสมบัติด้านความยืดหยุ่นให้กับวัสดุผสม และค่าระยะจมนของเข็มมาตรฐานของวัสดุผสมนั้นลดลงเมื่อปริมาณน้ำยางพาราเพิ่มขึ้น แสดงว่าน้ำยางพาราช่วยให้วัสดุผสมมีความแข็งมากขึ้น และมีความทนต่อการเปลี่ยนรูปเพิ่มขึ้น ทั้งนี้ผลการทดสอบในเบื้องต้นพบว่า การใช้น้ำยางพาราในปริมาณร้อยละ 6.5 ในการผสมกับยางมะตอยอิมัลชันชนิดแข็งตัวเร็วนั้นให้ผลดีที่สุด เพราะวัสดุผสมที่ได้จะมีความแข็งสูงสุด โดยเทียบจากค่าระยะจมนของเข็มมาตรฐานซึ่งมีค่าต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับอัตราส่วนผสมอื่นๆ นอกจากนี้ค่าความหนืดเซย์โบลต์ของวัสดุผสมมีค่าเท่ากับ 316.4 วินาที ซึ่งยังอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ (100-400 วินาที) ตาม มอก.371-2530 รวมทั้งค่าความยืดดึงซึ่งแสดงถึงความยืดหยุ่นของวัสดุก็เป็นไปตามมาตรฐาน อย่างไรก็ตามควรทำการวิจัยเพิ่มเติมโดยการเพิ่มปริมาณส่วนผสมของน้ำยางพาราและทดสอบคุณสมบัติของวัสดุผสมในด้านอื่นๆ ให้ครบถ้วน ก่อนนำไปใช้ในงานจริง

**คำสำคัญ:** ยางมะตอยอิมัลชันชนิดแข็งตัวเร็ว น้ำยางพารา เครื่องผสมต้นแบบขนาดเล็ก



## Abstract

Previous research showed that mixing latex with asphalt cement could improve pavement quality, pavement service life and increase the income levels of rubber farmers. Therefore, this research is aimed to study the basic properties of mixture between rapid setting asphalt emulsion (CRS-2) and concentrated latex by using the small prototype mixer. The mixing ratio 4.5, 5.5 and 6.5 % of the concentrated latex by the total weight of mixture were applied. After that, the mixture was tested to determine the saybolt furol viscosity, the hardness and the ductility. It was found that as the amount of concentrated latex was added, the saybolt furol viscosity increased. The mixture is harder and the ductility of the mixture was also higher that it went over 150 cm. These results indicated that the concentrated latex can improve the flexibility of the mixture. The penetration depth of the mixture can, furthermore, be reduced by increasing the amount of the concentrated latex suggesting that the concentrated latex can enhance the hardness and tensile strength of the mixture. Finally, it was found that by mixing 6.5% of the concentrated latex with the rapid setting asphalt emulsion, the best quality of mixture was achieved, i.e. the mixture with the highest hardness could be produced. This resulted from the lowest penetration depth of the mixture. The saybolt furol viscosity of this mixture was 316.4 seconds which met TIS.371-2530 specification requirements (100-400 seconds). Moreover, the ductility which implied the flexibility of the mixture also met the standard requirements. Nevertheless, more laboratory tests with a higher mixing ratio should be carried out in order to get more complete data of its properties before being put into practice.

**Keywords:** *Rapid setting asphalt emulsion, Concentrated latex, Small prototype mixer*

## 1. บทนำ

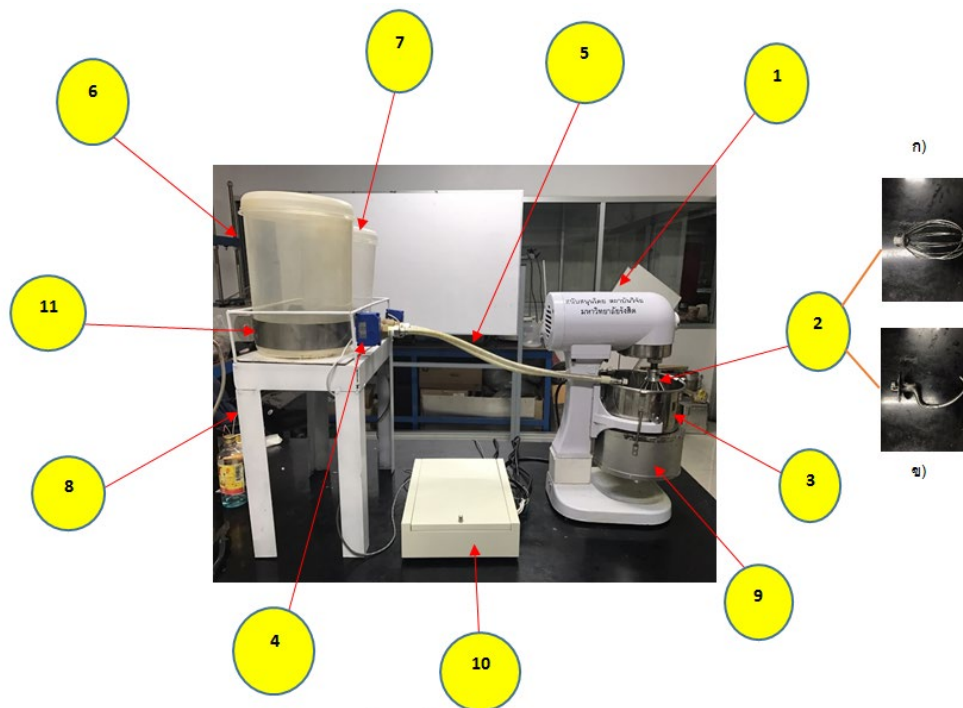
เนื่องจากประเทศไทยใช้ยางมะตอย (Asphalt) ในงานก่อสร้างและซ่อมบำรุงถนนทั่วประเทศ ประมาณปีละ 800,000 ตัน แบ่งเป็นยางมะตอยเหลว (Asphalt Emulsion) ปีละ 200,000 ตัน และยางมะตอยชนิดกึ่งแข็ง (Asphalt Cement : AC) ปีละ 600,000 ตัน ทำให้ต้องใช้งบประมาณค่ายางมะตอยเป็นจำนวนมาก (กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม, 2548) ต่อมาได้มีการนำน้ำยางพารามาผสมกับยางมะตอย เพื่อส่งเสริมเกษตรกรชาวสวนยางให้มีรายได้เพิ่มขึ้นจากการขายยางพารา รวมทั้งเพิ่มคุณภาพและอายุการใช้งานของถนน โดยในปีงบประมาณ 2561 รัฐบาลมีแผนให้กรมทางหลวงนำยางพาราจำนวน 43,757 ตัน มาใช้ในงานก่อสร้างถนน โดยแบ่งเป็นของกรมทางหลวงประมาณ 23,493 ตัน และกรมทางหลวงชนบทประมาณ 20,264 ตัน (ผู้จัดการออนไลน์, 2561) ดังนั้นจึงมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการปรับปรุงคุณสมบัติของยางมะตอยโดยใช้ยางพาราอย่างต่อเนื่อง (นพรัตน์ วิชิตชลชัย และคณะ, 2559)

สำหรับยางมะตอย ที่ใช้ในงานก่อสร้างผิวจราจรนั้นมี 2 ชนิด คือ ยางมะตอยชนิดกึ่งแข็ง (Asphalt Cement) และยางมะตอยชนิดเหลว โดยยางมะตอยชนิดเหลวแบ่งเป็น 2 ชนิด คือ แอสฟัลต์อิมัลชัน (Asphalt Emulsion) และคัทแบ็กแอสฟัลต์ (Cut-back Asphalt) ทั้งนี้แอสฟัลต์อิมัลชันยังแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ Cationic Asphalt Emulsion และ Anionic Asphalt Emulsion (Salomon, 2006) โดย Cationic Asphalt Emulsion มี 3 ชนิดคือ 1) ชนิดแข็งตัวเร็ว (Rapid



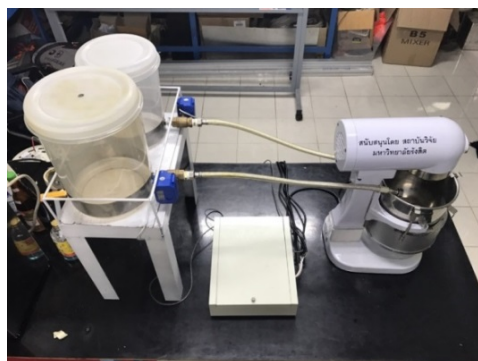
Setting : CRS) 2) ชนิดแข็งตัวเร็วปานกลาง (Medium Setting : CMS) และ 3) ชนิดแข็งตัวช้า (Slow Setting : CSS) ที่ผ่านมาเคยมีการทดสอบแอสฟัลต์อิมัลชันชนิดแข็งตัวช้า แต่ยังไม่มีการทดสอบแอสฟัลต์อิมัลชันชนิดแข็งตัวเร็ว ดังนั้นเพื่อให้ได้ข้อมูลงานวิจัยที่ครบถ้วนสมบูรณ์ จึงจะทดสอบแอสฟัลต์อิมัลชันชนิดแข็งตัวเร็ว ซึ่งถูกนำไปใช้ในงานก่อสร้างถนน โดยการพ่นลาดยาง เช่น แทคโคท (Tack Coat) หรือใช้ในงานผิวทางแบบชั้นเดียว (Single Surface Treatment) เป็นต้น

ทั้งนี้ในส่วนของการผสมวัสดุจะใช้เครื่องผสมต้นแบบ (รูปที่ 1-3) ซึ่งถูกสร้างขึ้นมาเพื่อใช้ในห้องปฏิบัติการวิศวกรรมทาง ภาควิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยรังสิต เมื่อปี 2559 มาใช้ในการผสมวัสดุ เพื่อเป็นการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องผสมเพิ่มเติม และพัฒนางานวิจัยด้านวัสดุวิศวกรรมทาง



- |                       |   |                          |
|-----------------------|---|--------------------------|
| 1. เครื่องผสม         | 2. โบกวน ซึ่งมีสองแบบ คือ ก) แบบตะกร้อ และ ข) แบบตะขอ |                          |
| 3. ถังผสม             | 4. โซลินอยด์วาล์ว                                     | 5. ท่อลำเลียงส่วนผสม     |
| 6. ถังเก็บยางมะตอย    | 7. ถังเก็บน้ำยางพารา                                  | 8. ฐานรองถังบรรจุส่วนผสม |
| 9. เครื่องให้ความร้อน | 10. วงจรควบคุม  | 11. สแตนเลสรัดถังผสม     |

รูปที่ 1 รายละเอียดอุปกรณ์ในเครื่องผสมยางมะตอยกับน้ำยางพารา (สมศักดิ์ เอื้ออัมมาลัย และอังคณา พันธุ์หล่อ, 2559)



รูปที่ 2 เครื่องผสม (ภาพด้านข้าง)



รูปที่ 3 เครื่องผสม (ภาพด้านหน้า)

## 2. วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาเปรียบเทียบคุณสมบัติเบื้องต้น 3 อย่างคือ 1) ค่าความหนืด 2) ค่าความแข็งแรงอ่อน และ 3) ค่าความยึดดึง ของวัสดุผสมระหว่างยางมะตอยอิมัลชันชนิดแข็งตัวเร็ว (CRS-2) ที่ผสมน้ำยางพาราที่อัตราส่วนผสมต่างๆ และยางมะตอยที่ไม่ได้ผสมน้ำยางพารา โดยใช้เครื่องผสมต้นแบบขนาดเล็กที่จัดสร้างขึ้นมา ซึ่งจะทำให้ทราบอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมในเบื้องต้น รวมทั้งทราบแนวทางการปรับปรุงคุณสมบัติผิวทางลาดยางที่ใช้ยางมะตอยอิมัลชันชนิดแข็งตัวเร็ว (CRS-2) ให้มีความแข็งแรงมากขึ้น

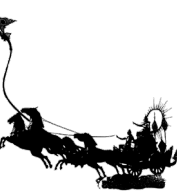
## 3. วิธีดำเนินการวิจัย

### 3.1 พิจารณาคัดเลือกเปอร์เซ็นต์การผสมน้ำยางพารา

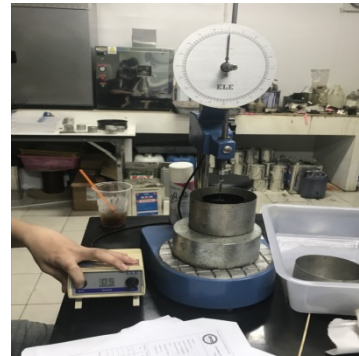
ทำการศึกษาข้อมูลงานวิจัยต่างๆ และพบว่า เมื่อใช้ยางมะตอยชนิดกึ่งแข็ง (Asphalt Cement) มาผสมกับยางพารา 5.5 % โดยน้ำหนักของส่วนผสม (กฤษดา โทคากร และบารมี สิริ โสภณวัฒนา, 2557) จะได้วัสดุผสมที่มีคุณภาพดี ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงพิจารณาใช้น้ำยางพาราในปริมาณ 4.5, 5.5 และ 6.5 % โดยน้ำหนักของส่วนผสม มาผสมกับยางมะตอยอิมัลชันชนิดแข็งตัวเร็ว (CRS-2) เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำยางพาราและยางมะตอยอิมัลชันชนิดแข็งตัวเร็ว และหาอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมซึ่งทำให้วัสดุผสมมีคุณภาพที่ดีและเป็นไปตามมาตรฐาน

### 3.2 การทดสอบหาคุณสมบัติของวัสดุผสม

นำวัสดุผสมจำนวน 10 ตัวอย่าง ต่อ 1 อัตราส่วนผสมในข้อ 3.1 มาทดสอบหาคุณสมบัติ 3 อย่างคือ 1) ค่าความหนืด 2) ค่าความแข็งแรงอ่อน (หรือค่าระยะจมตัวของเข็มมาตรฐาน) และ 3) ค่าความยึดดึง ดังแสดงในรูปที่ 4-6 โดยวัสดุผสมหนึ่งตัวอย่างนั้นจะถูกนำไปทดสอบหาค่าความหนืดก่อน จากนั้นจึงทำการรอบตัวอย่างที่เหลือแต่ส่วนที่เป็นของแข็ง แล้วทดสอบหาค่าความแข็งแรงอ่อนและค่าความยึดดึงของวัสดุผสมตามลำดับ



รูปที่ 4 การทดสอบหาค่าความเหนียวไฮลด์



รูปที่ 5 การทดสอบหาค่าระยะจมนิ้วของเข็มมาตรฐาน



รูปที่ 6 การทดสอบหาค่าความยืดดึง

### 3.3 เปรียบเทียบผลการทดสอบ

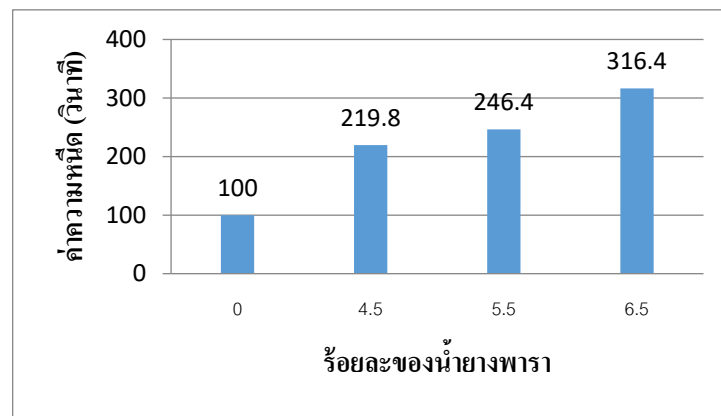
นำผลการทดสอบมาเปรียบเทียบและวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างคุณสมบัติของวัสดุผสมที่เปอร์เซ็นต์การผสมต่างๆ พร้อมทั้งประเมินคุณภาพของวัสดุผสม รวมทั้งนำไปเปรียบเทียบกับผลการทดสอบของยางมะตอยที่ไม่ผสมน้ำยางพารา

## 4. ผลการวิจัย

ผลการทดสอบวัสดุผสมระหว่างยางมะตอยอิมัลชันชนิดแข็งตัวเร็ว (CRS-2) และน้ำยางพาราที่นำมาผสมในปริมาณร้อยละ 4.5, 5.5 และ 6.5 โดยน้ำหนักส่วนผสม และผสมโดยใช้เครื่องผสมต้นแบบขนาดเล็กซึ่งใช้รูปแบบการผสมที่ดีที่สุดคือ ใช้ความเร็วรอบในการผสม 218 รอบต่อนาที ใช้ใบกวนแบบตะกร้อ และใช้เวลาในการผสม 7 นาที รวมทั้งผลการทดสอบยางมะตอยอิมัลชันชนิดแข็งตัวเร็วที่ไม่ผสมน้ำยางพารา สามารถนำมาสรุปในรูปของกราฟแท่งแสดงค่าความเหนียวไฮลด์เฉลี่ย ค่าระยะจมนิ้วเฉลี่ยของเข็มมาตรฐาน และค่าความยืดดึงเฉลี่ย ดังแสดงในรูปที่ 7-9

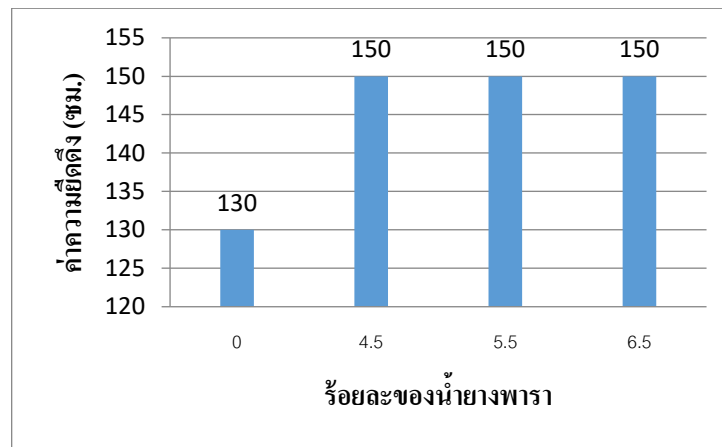


จากรูปที่ 7 พบว่า เมื่ออัตราส่วนผสมของน้ำยางพาราเพิ่มขึ้น จะทำให้ค่าความเหนียวของวัสดุผสมเพิ่มขึ้น ซึ่งแสดงว่าวัสดุมีความแข็งมากขึ้น ส่วนรูปที่ 8 เมื่อเพิ่มปริมาณน้ำยางพารา พบว่าค่าความยืดดึงสูงขึ้นถึงระดับที่เกิน 150 ช.ม. แสดงว่าน้ำยางพาราช่วยเสริมคุณสมบัติด้านความยืดหยุ่นให้กับวัสดุผสม และในรูปที่ 9 นั้นค่าระยะจมของเข็มมาตรฐานของวัสดุผสมนั้นลดลงเมื่อปริมาณน้ำยางพาราเพิ่มขึ้น แสดงว่าน้ำยางพาราช่วยทำให้วัสดุผสมมีความแข็งแรงมากขึ้น และมีความทนต่อการเปลี่ยนรูปเพิ่มขึ้น



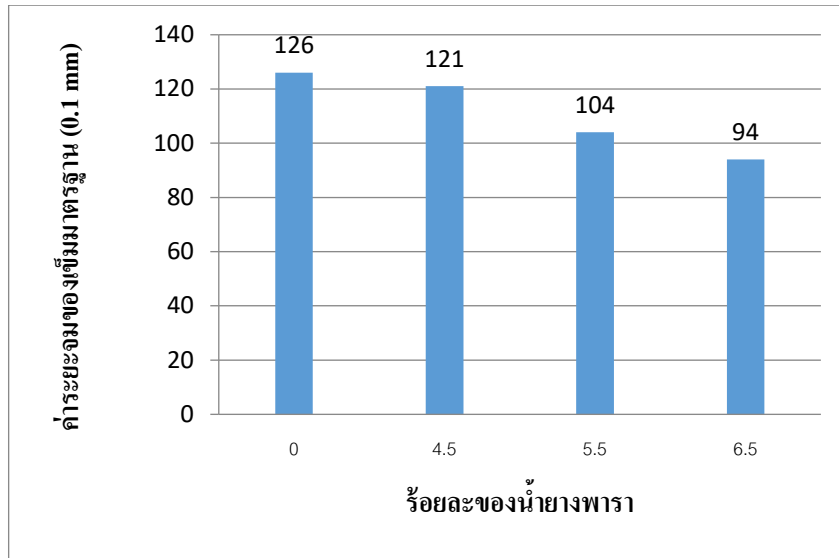
รูปที่ 7 แผนภูมิเปรียบเทียบค่าความเหนียวของวัสดุ

หมายเหตุ : ค่าความเหนียวของ CRS-2 ตาม มอก.371-2530 มีค่า 100-400 วินาที



รูปที่ 8 แผนภูมิเปรียบเทียบค่าความยืดดึงของวัสดุ

หมายเหตุ : ค่าความยืดดึงของ CRS-2 ตาม มอก.371-2530 มีค่าต่ำสุดอยู่ที่ 40 เซนติเมตร



รูปที่ 9 แผนภูมิเปรียบเทียบค่าระยะจมน้ำของซีเมนต์มาตรฐาน

หมายเหตุ : ค่าระยะจมน้ำของซีเมนต์มาตรฐานของ CRS-2 ตาม มอก.371-2530 คือ 90-140 หน่วย (x0.1 mm)

### 5. การอภิปรายผล

ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่า น้ำยางพาราสามารถนำมาใช้ในการปรับปรุงคุณสมบัติของยางมะตอยชนิดชั้นชนิดแข็งตัวเร็ว (CRS-2) ให้ดีขึ้น โดยพบว่า เมื่ออัตราส่วนผสมของน้ำยางพาราเพิ่มขึ้น จะทำให้ค่าความหนืดเซย์โบลต์ของวัสดุผสมเพิ่มขึ้น ซึ่งแสดงว่าวัสดุมีความแข็งแรงมากขึ้น ส่วนค่าความยืดดึงของวัสดุผสมก็สูงขึ้นถึงระดับที่เกิน 150 เซนติเมตร แสดงว่าน้ำยางพาราช่วยเสริมคุณสมบัติด้านความยืดหยุ่นให้กับวัสดุผสม และค่าระยะจมน้ำของซีเมนต์มาตรฐานของวัสดุผสมนั้นลดลงเมื่อปริมาณน้ำยางพาราเพิ่มขึ้น แสดงว่าน้ำยางพาราช่วยทำให้วัสดุผสมมีความแข็งแรงมากขึ้น และมีความทนต่อการเปลี่ยนรูปเพิ่มขึ้น และผลงานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่า เมื่อใช้อัตราส่วนผสมของน้ำยางพาราที่ 6.5% วัสดุผสมจะมีคุณสมบัติที่ดีที่สุด แต่เนื่องจากยังไม่มีผลการทดสอบสำหรับอัตราส่วนผสมที่มากกว่า 6.5% จึงยังไม่สามารถสรุปได้ชัดเจน และควรจะทำการศึกษาเพิ่มเติมโดยเพิ่มอัตราส่วนผสมของน้ำยางพาราให้เกิน 6.5% และเพิ่มการทดสอบอื่นๆ ให้ครบถ้วน เพื่อหาข้อสรุปที่ชัดเจนและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงานจริง ซึ่งจะช่วยเพิ่มคุณภาพและอายุการใช้งานของถนน รวมทั้งช่วยเกษตรกรชาวสวนยางให้ขายน้ำยางพาราได้มากขึ้น

### 6. บทสรุป

จากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่า เมื่อผสมน้ำยางพาราในปริมาณร้อยละ 5.5 กับยางมะตอยชนิดกึ่งแข็ง จะทำให้เกิดวัสดุผสมที่มีคุณภาพดีตามมาตรฐาน ส่วนผลจากงานวิจัยนี้พบว่า สำหรับยางมะตอยชนิดชั้นชนิดแข็งตัวเร็ว (CRS-2) นั้นเมื่อนำน้ำยางพาราในปริมาณร้อยละ 6.5 ในการผสม วัสดุผสมที่ได้จะมีค่าความแข็งแรงสูงสุด โดยเทียบจากค่าระยะจมน้ำของซีเมนต์มาตรฐานซึ่งมีค่าต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับอัตราส่วนผสมอื่นๆ นอกจากนี้ค่าความหนืดเซย์โบลต์ของวัสดุผสมนั้นมีค่าเท่ากับ 316.4 วินาที ซึ่งยังอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ (100-400 วินาที) ตาม มอก.371-2530 รวมทั้งค่าความยืดดึงซึ่งแสดง



ถึงความยืดหยุ่นของวัสดุก็เป็นไปตามมาตรฐาน อย่างไรก็ตามควรทำการวิจัยเพิ่มเติมโดยการเพิ่มปริมาณส่วนผสมของน้ำยางพาราและทดสอบคุณสมบัติของวัสดุผสมในด้านอื่นๆ ให้ครบถ้วน เพื่อหาอัตราส่วนผสมที่เหมาะสม และหาข้อสรุปที่ชัดเจน ก่อนที่จะนำไปประยุกต์ใช้ในงานจริง

## 7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณบริษัท ทิปโก้ แอสฟัลท์ จำกัด ที่สนับสนุนยางมะตอยอิมัลชันชนิดแข็งตัวเร็ว (CRS-2) สำหรับใช้ในงานวิจัยนี้ และขอขอบคุณผู้ช่วยวิจัย และอาจารย์ประจำห้องปฏิบัติการภาควิชาวิศวกรรมโยธา ที่ช่วยดำเนินงานต่างๆ จนประสบความสำเร็จ

## 8. เอกสารอ้างอิง

กฤษฎา โภคากร และบารมี สิริโสภณวัฒนา. การใช้ยางพาราผสมแอสฟัลต์กับงานลาดยางผิวถนน. [ออนไลน์]. 2557.

แหล่งที่มา <http://irrigation.rid.go.th/rid14/water/engineer14/pararoad.pdf> [31 มกราคม 2562].

กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม. การใช้ยางพาราผสมยางมะตอยลาดผิวถนน. [ออนไลน์]. 2548. แหล่งที่มา

<https://www.ryt9.com/s/ryt9/40272> [10 มกราคม 2562].

นพรัตน์ วิชิตชลชัย และคณะ. การวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ยางในงานสร้างทาง.[ออนไลน์]. 2559.แหล่งที่มา

<http://rubberthai.com/yang/administrator/jour/RRIT-2552-06.pdf> [2 พฤศจิกายน 2561].

ผู้จัดการออนไลน์. เพิ่มยางพาราทำถนน 4.37 หมื่นตัน ทล.-ทช.ปรับแผนคาดของบกลางหมื่นล้าน. [ออนไลน์]. 2561.

แหล่งที่มา <https://mgronline.com/business/detail/9610000002222> [31 มกราคม 2562].

สมศักดิ์ เอื้ออัชฌาศัย และอังคณา พันธุ์หล่อ. (2559). เครื่องผสมยางมะตอยกับน้ำยางพาราสำหรับห้องปฏิบัติการวิศวกรรมทาง (รายงานผลการวิจัย). ปทุมธานี: มหาวิทยาลัยรังสิต.

Salomon, D. (2006). Asphalt emulsion technology (Research report). Washinton: Transportation research board