



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ วัสดุเทอร์โมพลาสติกจากยางธรรมชาติสำหรับทำ
เครื่องหมายบนผิวทาง

โดย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ อนุวัตร วอลี และคณะ

สัญญาเลขที่ RDG5950017

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ วัสดุเทอร์โมพลาสติกจากยางธรรมชาติสำหรับทาเครื่องหมายบนผิวทาง

คณะผู้วิจัย

- | | |
|---------------------|-----------------------|
| 1. นายอนุวัตร วอลี | สาขาวิชาเคมี ประยุกต์ |
| 2. นายรอยาลี กียะ | สาขาวิชาเคมีประยุกต์ |
| 3. นายฟุรกอน คาร์เด | สาขาวิชาเคมีประยุกต์ |

สนับสนุนโดยสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) และสำนักงานกองทุนสนับสนุน
การวิจัย (สกว.)

(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย วช.-สกว. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

Abstract

The main goal of this study is to Prepare thermoplastic road marking using polymer blends from natural rubber (STR 5L) and hydrocarbon resin as binder. The influences of blends ratio, the contents of CaCO_3 , pigment (PbCrO_4 , TiO_2), glass bead and paraffinic oil on the physical and mechanical properties which specify in The Thai Industrial Standard (TIS 542-2549) were studied. The results reveal that the ratios of natural rubber in the polymer blend which acts as a binder strongly affect on the mechanical properties such as impact strength, adhesion and abrasion resistance as well as CaCO_3 . In the case of pigment contents, it is strongly affected on the color index and yellow values unite. Mixing 10% wt. of pigment is the optimum content for prepare thermoplastic road marking. However, the glass bead and paraffinic oil content are strongly effected on the flow capacity and softening point of this material.

Key word: Natural rubber; Hydrocarbon resin; Road marking

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์หลักของงานวิจัยนี้คือ เพื่อเตรียมวัสดุเทอร์โมพลาสติกสำหรับทำเครื่องหมายบนผิวทางที่ใช้พอลิเมอร์เบลนด์ระหว่างยางธรรมชาติ STR 5L และไฮโดรคาร์บอนเรซินทำหน้าที่เป็นสารยึดเกาะ โดยได้ทำการศึกษาผลของอัตราส่วนเบลนด์ระหว่างยางธรรมชาติและไฮโดรคาร์บอนเรซิน ปริมาณแคลเซียมคาร์บอเนต ปริมาณผงสี ปริมาณลูกแก้วและปริมาณน้ำมันพาราฟินต่อสมบัติทางกายภาพและสมบัติเชิงกลที่กำหนดในมาตรฐานอุตสาหกรรม (มอก.542-2549). จากงานวิจัยได้ค้นพบว่าสัดส่วนของยางธรรมชาติในพอลิเมอร์เบลนด์ที่ใช้เป็นสารยึดเกาะ รวมทั้งปริมาณแคลเซียมคาร์บอเนต มีผลอย่างมากต่อสมบัติเชิงกล เช่น ความทนต่อแรงกระแทก ความสามารถในการติดประสานและความทนต่อการสึกหรอ ส่วนปริมาณผงสีที่เหมาะสมที่สุดที่จะใช้เตรียมวัสดุเทอร์โมพลาสติกสำหรับทำเครื่องหมายบนผิวทางในงานวิจัยนี้ คือ ร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก ส่วนปริมาณของลูกแก้วและน้ำมันพาราฟินจะมีผลอย่างมากต่อความสามารถในการไหลและจุดอ่อนตัวของวัสดุเทอร์โม

คำสำคัญ: ยางธรรมชาติ ไฮโดรคาร์บอนเรซิน เครื่องหมายจราจร

Executive Summary

1. ความสำคัญของการศึกษาวิจัย

เนื่องจากปริมาณความต้องการในการใช้ยางธรรมชาติของตลาดและอุตสาหกรรมโลกลดลงอย่างต่อเนื่องในช่วงหลายปีที่ผ่านมา ประกอบกับปริมาณวัตถุดิบยางธรรมชาติที่ผลิตได้ทั้งในประเทศและประเทศเพื่อนบ้าน โดยเฉพาะ พม่า ลาว กัมพูชาและเวียดนามมีปริมาณเพิ่มขึ้น จึงส่งผลให้มูลค่าการส่งออกยางพาราของประเทศไทยลดลง ส่งผลกระทบต่อราคาจำหน่ายยางธรรมชาติภายในประเทศของเกษตรกรชาวสวนยาง ทำให้เกษตรกรชาวสวนยางต้องเผชิญกับปัญหาราคายางตกต่ำมาหลายปี ดังนั้นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยให้ราคายางพารามีมูลค่าที่สูงขึ้นคือ การกระตุ้นให้มีการใช้ยางธรรมชาติเป็นวัสดุหลักในการผลิตผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ เพื่อใช้ภายในประเทศและเพื่อการส่งออกให้มากขึ้น โดยการขยายการใช้งานยางธรรมชาติให้สามารถแปรรูปผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ ได้หลากหลายและมากขึ้น ซึ่งจะทำให้เกิดความสมดุลกันระหว่างปริมาณวัตถุดิบยางธรรมชาติและการนำยางธรรมชาติไปใช้งานเพื่อแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์

รัฐบาลจึงมีแนวคิดที่จะนำยางธรรมชาติมาแปรรูปสร้างถนนทดแทนการใช้ยางมะตอย และถือได้ว่าประสบความสำเร็จในระดับหนึ่ง ซึ่งเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยกระตุ้นการใช้วัตถุดิบยางธรรมชาติภายในประเทศให้มากขึ้น และเมื่อพิจารณาถึงงานจราจรพบว่า เป็นงานที่น่าสนใจในการที่จะนำวัตถุดิบจากยางธรรมชาติมาใช้ในการสร้างถนน หรืออื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการจราจรคมนาคม โดยเฉพาะการนำยางธรรมชาติมาแปรรูปเป็นสีเพื่อทาเคลือบเครื่องหมายจราจรบนผิวถนน เนื่องจากเส้นทางจราจรจะครอบคลุมทุกพื้นที่ของประเทศและมีปริมาณมากกว่า 1,000 เส้นทาง กระจายทั่วทุกภูมิภาค และแต่ละเส้นทางก็มีความยาวเฉลี่ยมากกว่า 100 km ดังนั้นหากเรามีความสำเร็จในการนำยางธรรมชาติไปประยุกต์ใช้ในงานทาเคลือบเครื่องหมายจราจรได้ก็จะเป็นการกระตุ้นการใช้ยางธรรมชาติภายในประเทศได้เป็นอย่างดี เนื่องจากการทาเคลือบเครื่องหมายจราจรจะทาเคลือบทั้งฝั่งซ้าย ตรงกลางและฝั่งขวาของถนน มีความหนาอยู่ระหว่าง 1.52 - 2.29 มิลลิเมตร และจะหนาประมาณ 3.18 มิลลิเมตร อีกทั้งจำเป็นต้องทาเคลือบตลอดเส้นทางและจะทาเคลือบทุกๆ 2 ปี ดังนั้นจะเห็นได้ว่าปริมาณการใช้สีจราจรสำหรับทาเครื่องหมายบนผิวทางจำเป็นต้องใช้สีในปริมาณที่สูงมากๆ

สีจราจรที่ใช้กันในปัจจุบันหลักๆ มี 2 ประเภท คือ สีจราจร ซึ่งมีลักษณะเป็นสีเหลวที่ละลายในตัวทำละลาย นิยมใช้สำหรับทาเครื่องหมายบนผิวทางบนทางเดิน ที่จอดรถ และผนังสะพาน เป็นต้น โดยใช้วิธีการพ่นหรือทาด้วยแปรง ส่วนอีกประเภทหนึ่งคือสีเทอร์โมพลาสติกซึ่งมีลักษณะเป็นของแข็ง การใช้งานจำเป็นจะต้องทำการหลอมภายใต้อุณหภูมิไม่เกิน 230 °C มีสองชนิดคือ สีเหลืองและสีขาว นิยมใช้สำหรับทาเครื่องหมายต่างๆ บนผิวถนนยางมะตอยและคอนกรีต ในประเทศไทยจะนิยมใช้สีจราจรชนิดเทอร์โมพลาสติกในการเคลือบเครื่องหมายบนผิวทางมากกว่าสีจราจรชนิดเหลว เนื่องจากใช้งานง่าย สะดวกและมีประสิทธิภาพสูงกว่า สำหรับจุดด้อยของสีจราจรชนิดเทอร์โมพลาสติกคือ มีค่าอุณหภูมิคล้ายแก้ว (Glass transition, Tg) สูง จึงมีความยืดหยุ่น

ต่ำ จึงทำให้สีจางจางชนิดนี้เมื่อเคลือบเสร็จเรียบร้อยแล้วมีผิวที่แข็ง ไม่ทนต่อการสึกหรอหรือเกิดรอยแตกได้ง่าย จึงมักถูกลอกออกง่าย โดยเฉพาะในประเทศที่มีอากาศหนาวจัดหรือมีหิมะตกมักจะพบว่าสีจางจางชนิดเทอร์โมพลาสติกเกิดการหลุดออกในขณะกวาดหิมะได้ง่าย อีกทั้งสีจางจางชนิดนี้มีผิวที่แข็งลื่นดังนั้นโอกาสที่จะทำให้เกิดการลื่นไถลของยานพาหนะโดยเฉพาะรถจักรยานยนต์เมื่อสัญจรและสัมผัสกับผิวหน้าสีจางจางในขณะมีหิมะหรือถนนเปียกและฝนตกได้ง่าย บ่อยครั้งที่เรามักพบผู้ประสบอุบัติเหตุบนท้องถนนอันเนื่องจากรถเกิดการลื่นไถลหรือเสียหลักในขณะที่ขับเคลื่อนตอนที่ฝนตกหรือพื้นถนนเปียก ดังนั้นหากเราสามารถทำให้ผิวสีจางจางมีความต้านทานขณะสัมผัสกับล้อยานพาหนะได้มากขึ้น ก็จะทำให้สีจางจางมีความทนการสึกหรอหรือการลื่นไถลได้สูงขึ้น โอกาสที่จะเกิดอุบัติเหตุบนท้องถนนก็จะลดลง ปัจจุบันต่างประเทศได้มีการศึกษาวิจัยพัฒนาสีจางจางชนิดใหม่ที่ใช้สารยึดเกาะจากวัสดุเทอร์โมพลาสติกอิลาสโตเมอร์ชนิด Styrenic block copolymer ([Vincent and Martine, 2011](#)) ซึ่งจากการศึกษาวิจัยพบว่าสีจางจางชนิดนี้ทนต่อการสึกหรอและความสามารถในการยึดเกาะกับผิวถนนได้สูงกว่าสีจางจางทั่วไป

พอลิเมอร์เบลนด์จากยางธรรมชาติหรือเทอร์โมพลาสติกวัลคาไนซ์จากยางธรรมชาติเป็นอีกวัสดุหนึ่งที่น่าสนใจและมีการศึกษาวิจัยและประสบความสำเร็จกันอย่างกว้างขวาง เนื่องจากวัสดุชนิดนี้นอกจากมีความแข็งแรงและสามารถแปรรูปได้ง่ายเหมือนพลาสติก จากการสืบค้นข้อมูลก็ยังไม่พบว่ามีนักวิจัยทั้งในและต่างประเทศนำวัสดุประเภทนี้มาใช้ในงานลักษณะเป็นวัสดุเคลือบทางเครื่องหมายจราจรบนผิวทาง ดังนั้นการนำวัสดุพอลิเมอร์เบลนด์จากยางธรรมชาติ ใช้ผลิตวัสดุทางเคลือบเครื่องหมายจราจรบนผิวทาง ก็เป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจและท้าทายเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากเป็นที่ทราบกันดีว่ายางธรรมชาติมีค่าอุณหภูมิคล้ายแก้วต่ำและมีสมบัติเด่นอื่นๆ อีกหลายประการ สมบัติหนึ่งที่น่าสนใจของผลิตภัณฑ์จากยางธรรมชาติ คือ เกิดแรงเสียดทานที่ผิวสัมผัสกับวัสดุอื่นๆ สูง อีกทั้งมีความยืดหยุ่นและมีความสามารถในการยึดเกาะกับวัสดุต่างๆ ได้ดี จึงทำให้มีการศึกษาวิจัยนำยางธรรมชาติแปรรูปเป็นวัสดุเพิ่มความเสียดทานหรือลดการลื่นไถลมากมาย เช่น ยางปูพื้นห้องน้ำและห้องอเนกประสงค์ เป็นต้น และกาวหรือวัสดุเคลือบติดประสาน ดังนั้นการนำยางธรรมชาติมาเป็นส่วนประกอบหนึ่งในการแปรรูปเป็นวัสดุเคลือบและทาเครื่องหมายบนผิวทางก็เป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจเป็นอย่างมาก

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำยางธรรมชาติมาเป็นส่วนประกอบในการแปรรูปเป็นวัสดุเคลือบและทาเครื่องหมายบนผิวทาง หรือผิวจราจร โดยจะนำยางธรรมชาติมาเบลนด์กับไฮโดรคาร์บอนเรซินเพื่อเตรียมเป็นวัสดุเทอร์โมพลาสติกเบลนด์ยางธรรมชาติสำหรับทาเครื่องหมายบนผิวทางที่สามารถแปรรูปได้จริงในเชิงการค้าและสามารถใช้เคลือบทาเครื่องหมายบนผิวทางได้เหมือนวัสดุเทอร์โมพลาสติกสำหรับทาเครื่องหมายบนผิวทางที่ใช้กันทั่วไป

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อแปรรูปและศึกษาอิทธิพลของปริมาณยาง น้ำมันและสารตัวเติมต่อสมบัติของวัสดุทาเคลือบ
เครื่องหมายบนผิวทาง ที่ใช้วัสดุพอลิเมอร์เบลนด์ระหว่างไฮโดรคาร์บอนเรซินและยางธรรมชาติมาเป็นสารยึดเกาะ
ที่มีสมบัติผ่านเกณฑ์ มอก. 542-2549 กำหนดและสามารถใช้งานได้จริงทดแทนวัสดุเทอร์โมพลาสติกสำหรับทา
เครื่องหมายบนผิวทาง ที่ใช้กันทั่วไปในปัจจุบัน

3. สรุปผลที่ได้การศึกษาวิจัย

สูตรวัสดุเทอร์โมพลาสติกสำหรับทาเครื่องหมายบนผิวทางที่ใช้พอลิเมอร์เบลนด์ระหว่างยางธรรมชาติ
และไฮโดรคาร์บอนเรซินเป็นสารยึดเกาะที่ดีที่สุดที่งานวิจัยนี้แนะนำคือดังนี้

สารเคมี	ปริมาณ (%)	
	สีขาว	สีเหลือง
ยางธรรมชาติคอมปาวด์	3.5	3.5
ไฮโดรคาร์บอนเรซิน	17	17
ลูกแก้ว	35	35
แคลเซียมคาร์บอเนต	35	35
ไทเทเนียมไดออกไซด์	10	2
ผงสีเหลือง	-	8
น้ำมันพาราฟินิก	0-5	0-5

เมื่อคำนวณต้นทุนด้านวัตถุดิบของวัสดุเทอร์โมพลาสติกสำหรับทาเครื่องหมายบนผิวทางที่เตรียมได้
จากการทดลองทั้ง 3 สูตรที่เหมาะสมที่สุด พบว่ามีต้นทุนด้านวัตถุดิบที่ไม่แพงมากเมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุ
ทางการค้าที่จำหน่ายกันทั่วไป ดังนั้นโอกาสที่จะนำวัสดุเทอร์โมพลาสติกที่เตรียมได้จากการทดลองไปแปรรูปและ
จำหน่ายจริงเหมือนกับวัสดุทางการค้าก็มีความเป็นไปได้สูงและมีความน่าสนใจมาก เพราะจะเป็นการเพิ่มช่องทาง
ใหม่ในการนำยางธรรมชาติไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ ช่วยเพิ่มช่องทางในการนำยางธรรมชาติที่เป็นวัตถุดิบที่มี
มากในประเทศไปใช้ เพิ่มการใช้ภายในประเทศ (ประมาณ 4 พันตัน/ปี) ซึ่งผลอาจจะตามมาคือ ทำให้ราคายาง
มีโอกาที่จะสูงขึ้น และจะทำให้จำนวนเกษตรกรที่จะมีรายได้จากยางธรรมชาติมีมากขึ้น นอกจากนี้จะทำให้ลด
การนำเข้าวัตถุดิบเรซินที่ใช้ในการแปรรูปวัสดุเทอร์โมพลาสติกสำหรับทาเครื่องหมายบนผิวทาง จากประเทศจีน
เกือบ 4 พันตัน/ปี ช่วยประหยัดการไหลออกของเงินบาทไทยได้

4. ข้อเสนอแนะ

จากผลการทดลองในงานวิจัยนี้จะพบว่ามีเป็นไปได้สูงที่จะสามารถนำยางธรรมชาติมาใช้เป็น
สารประกอบร่วมในการแปรรูปเป็นสารยึดเกาะร่วมกับไฮโดรคาร์บอนเรซิน เพื่อเตรียมเป็นวัสดุเทอร์โมพลาสติก

สำหรับหาเครื่องหมายบนผิวทาง แต่อย่างไรก็ตามงานวิจัยนี้ก็ทำการศึกษาในระดับห้องปฏิบัติการไม่ได้ใช้เครื่องมือที่มีขนาดใหญ่ จึงอาจควบคุมสภาวะการทดลองได้ง่าย ดังนั้นหากจะมีการนำงานวิจัยนี้ไปประยุกต์ใช้งานจริงจำเป็นต้องอย่างยิ่งที่จะต้องทำการศึกษาในระดับสเกลที่ใหญ่ขึ้น ที่สามารถใช้ได้และประยุกต์ในเชิงพาณิชย์ได้จริง อีกทั้งควรที่จะมีการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อให้สามารถนำยางธรรมชาติไปใช้เป็นส่วนผสมในการเตรียมวัสดุเทอร์โมพลาสติกสำหรับหาเครื่องหมายบนผิวทางให้มากกว่าร้อยละ 3 โดยน้ำหนัก

สารบัญ

	รายการ	หน้า
Abstract		
บทคัดย่อ		
บทที่ 1	บทนำ	1
	- ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
	- วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
	- ขอบเขตของการวิจัย	3
	- ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2	ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
	- ทฤษฎีและสมมุติฐาน	5
	- การทบทวนวรรณกรรม สารสนเทศที่เกี่ยวข้อง	10
บทที่ 3	สารเคมีและวิธีการดำเนินงาน	14
	- สารเคมีที่สำคัญที่ใช้ในการทดลอง	14
	- วิธีการเตรียมวัตถุดิบและขั้นตอนทดสอบ	15
	- วิธีการทดสอบ	20
	- การทดสอบความทนต่อแรงกระแทก	20
	- การทดสอบความทนต่อการสึกหรอ	21
	- การทดสอบความสามารถในการยึดเกาะ	21
	- การทดสอบระยะเวลาการแข็งตัว	23
	- การวัดสี	23
	- ทดสอบความหนาแน่นสัมพัทธ์	23
	- ทดสอบความสามารถในการไหล	23
	- วิธีการทดลอง	23
	- ศึกษาอัตราส่วนเบสลดระหว่างยางธรรมชาติและไฮโดรคาร์บอนเรซิน	23
	- ศึกษาปริมาณสารตัวเติมแคลเซียมคาร์บอเนตที่เหมาะสมสำหรับเตรียมวัสดุเทอร์โมพลาสติกสำหรับทาเครื่องหมายบนผิวทาง	24
	- ศึกษาปริมาณผงสีที่เหมาะสมสำหรับเตรียมวัสดุเทอร์โมพลาสติกสำหรับทาเครื่องหมายบนผิวทาง	24
	- ศึกษาปริมาณสารลู่แก้วที่เหมาะสมสำหรับเตรียมวัสดุเทอร์โมพลาสติกสำหรับทาเครื่องหมายบนผิวทาง	25

	- ศึกษาปริมาณน้ำมันที่เหมาะสมสำหรับเตรียมวัสดุเทอร์โมพลาสติกสำหรับ ทาเครื่องหมายบนผิวทาง	26
	- ศึกษาสมบัติความทนต่อการใช้งาน	27
	- ศึกษาการใช้งานจริง	28
	- วิเคราะห์ข้อมูลทางเศรษฐศาสตร์ ต้นทุนในการแปรรูปและผลกระทบที่ อาจเกิดขึ้น	28
บทที่ 4	4.1 ศึกษาอัตราส่วนเบลดระหว่างยางธรรมชาติและไฮโดรคาร์บอนเรซินเพื่อใช้ เป็นสารยึดเกาะ	29
	4.2 ศึกษาปริมาณสารตัวเติมแคลเซียมคาร์บอเนตที่เหมาะสมสำหรับเตรียมวัสดุ เทอร์โมพลาสติกสำหรับทาเครื่องหมายบนผิวทาง	32
	4.3 ศึกษาปริมาณผงสีที่เหมาะสมสำหรับเตรียมวัสดุเทอร์โมพลาสติกสำหรับทา เครื่องหมายบนผิวทาง	36
	4.4 ศึกษาปริมาณสารลูกแก้วที่เหมาะสมสำหรับเตรียมวัสดุเทอร์โมพลาสติกสำหรับ ทาเครื่องหมายบนผิวทาง	42
	4.5 ศึกษาปริมาณน้ำมันที่เหมาะสมสำหรับเตรียมวัสดุเทอร์โมพลาสติกสำหรับทา เครื่องหมายบนผิวทาง	52
	4.6 ศึกษาสมบัติความทนต่อการใช้งาน	62
	4.7 ศึกษาการใช้งานจริง	66
	4.8 วิเคราะห์ข้อมูลทางเศรษฐศาสตร์ ต้นทุนในการแปรรูป	69
	4.9 ผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น	71
บทที่ 5	5.1 สรุปผลการทดลอง	75
	5.1.1 ผลของชนิดสารยึดเกาะต่อสมบัติของเทอร์โมพลาสติกสำหรับทา เครื่องหมายบนผิวทาง	75
	5.1.2 ผลของปริมาณยางธรรมชาติต่อสมบัติของวัสดุเทอร์โมพลาสติกสำหรับทา เครื่องหมายบนผิวทาง	75
	5.1.3 ผลของปริมาณแคลเซียมคาร์บอเนตต่อสมบัติของเทอร์โมพลาสติกสำหรับ ทาเครื่องหมายบนผิวทาง	75
	5.1.4 ผลของปริมาณผงสีต่อสมบัติของเทอร์โมพลาสติกสำหรับทาเครื่องหมาย บนผิวทาง	75
	5.1.5 ผลของปริมาณลูกแก้วต่อสมบัติของเทอร์โมพลาสติกสำหรับทา	76

เครื่องหมายบนผิวทาง	
5.1.6 ผลของปริมาณน้ำมันพาราฟินกต่อสมบัติของเทอร์โมพลาสติกสำหรับทา	76
เครื่องหมายบนผิวทาง	
5.1.7 สมบัติความทนต่อการใช้งานจริงและการนำไปใช้งานจริง	76
5.1.8 ต้นทุนด้านเศรษฐศาสตร์และผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น	77
5.2 ข้อเสนอแนะ	77
เอกสารอ้างอิง	78
ภาคผนวก	79

ผลของปริมาณน้ำมันพาราฟินิกต่อสมบัติทางกายภาพและสมบัติเชิงกลของวัสดุเทอร์โมพลาสติกสำหรับ
ทาเครื่องหมายบนผิวทาง

Influence of Parafinic Oil Contents on the Physical and Mechanical Properties of
Thermoplastic Road Marking Material.

อนุวัตร วอลี พุรกอน กาเดร์ รอยาลี กียะ

สาขาวิชาเคมีประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยฟาฏอนี เลขที่ 135/8 ม.3 ต.เขาตวม อ.ยะรัง จ.ปัตตานี

94160

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาเตรียมวัสดุเทอร์โมพลาสติกสำหรับทาเครื่องหมายบนผิวทาง โดยใช้พอลิเมอร์เบลนด์ระหว่างยางธรรมชาติและไฮโดรคาร์บอนเรซินเป็นสารยึดเกาะ โดยทำการแปรปริมาณน้ำมันพาราฟินิกซึ่งเป็นสารหล่อลื่นในปริมาณร้อยละ 2.5 - 5 โดยน้ำหนักของวัสดุเทอร์โมพลาสติกสำหรับทาเครื่องหมายบนผิวทาง จากการศึกษาสมบัติทางกายภาพ เช่น ความสามารถในการไหล สมบัติด้านสี จุดอ่อนตัว ระยะเวลาการแข็งตัวและความหนาแน่นสัมพัทธ์ และสมบัติเชิงกล เช่น ความทนต่อแรงกระแทก ความสามารถในการยึดเกาะ และความทนต่อการสึกหรอ พบว่าการผสมน้ำมันในปริมาณที่แตกต่างกันจะมีผลอย่างมากต่อจุดอ่อนตัว และความสามารถในการไหล ส่วนสมบัติเชิงกลก็พบว่าการผสมน้ำมันพาราฟินิกจะมีแนวโน้มให้ค่าความสามารถในการยึดเกาะ และความทนต่อการสึกหรอเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับกรณีที่ไม่ได้ผสมน้ำมันพาราฟินิก และจากงานวิจัยนี้พบว่าโอกาสที่จะเตรียมวัสดุเทอร์โมพลาสติกสำหรับทาเครื่องหมายบนผิวทางโดยใช้ยางธรรมชาติเบลนด์กับไฮโดรคาร์บอนเรซินเป็นสารยึดเกาะ มีความเป็นไปได้สูงที่จะสามารถนำไปแปรรูปและใช้งานจริงเหมือนวัสดุทางการค้า โดยจากการนำไปทดสอบการใช้งานจริงพบว่า วัสดุเทอร์โมพลาสติกสำหรับทาเครื่องหมายบนผิวทางที่เตรียมได้สามารถใช้งานได้จริง สะดวกเหมือนกับวัสดุเทอร์โมพลาสติกสำหรับทาเครื่องหมายบนผิวทางทางการค้าทั่วไป

คำสำคัญ : ยางธรรมชาติ ไฮโดรคาร์บอนเรซิน วัสดุเทอร์โมพลาสติกสำหรับทาเครื่องหมายบนผิวทาง

1. บทนำ

เนื่องจากปริมาณความต้องการในการใช้ยางธรรมชาติของตลาดและอุตสาหกรรมโลกลดลงอย่างต่อเนื่องในช่วงหลายปีที่ผ่านมา ประกอบกับปริมาณวัตถุดิบยางธรรมชาติที่ผลิตได้ทั้งในประเทศและประเทศเพื่อนบ้านโดยเฉพาะ พม่า ลาว กัมพูชาและเวียดนามมีปริมาณเพิ่มขึ้น จึงส่งผลให้มูลค่าการส่งออกยางพาราของประเทศไทยลดลง ส่งผลกระทบต่อราคาจำหน่ายยางธรรมชาติภายในประเทศของเกษตรกรชาวสวนยาง ทำให้เกษตรกรชาวสวนยางต้องเผชิญกับปัญหาราคายางตกต่ำมาหลายปี ดังนั้นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยให้ราคายางพารามีมูลค่าที่สูงขึ้นคือ การกระตุ้นให้มีการใช้ยางธรรมชาติเป็นวัสดุหลักในการผลิตผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ เพื่อใช้ภายในประเทศและเพื่อการส่งออกให้มากขึ้น โดยการขยายการใช้งานยางธรรมชาติให้สามารถแปรรูปผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ ได้หลากหลายและมากขึ้น ซึ่งจะทำให้เกิดความสมดุลกันระหว่างปริมาณวัตถุดิบยางธรรมชาติและการนำยางธรรมชาติไปใช้งานเพื่อแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์

รัฐบาลจึงมีแนวคิดที่จะนำยางธรรมชาติมาแปรรูปสร้างถนนทดแทนการใช้ยางมะตอย และถือได้ว่าประสบความสำเร็จในระดับหนึ่ง ซึ่งเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยกระตุ้นการใช้วัตถุดิบยางธรรมชาติภายในประเทศให้มากขึ้น และเมื่อพิจารณาถึงงานจราจรพบว่า เป็นงานที่น่าสนใจในการที่จะนำวัตถุดิบจากยางธรรมชาติมาใช้ในการสร้างถนน หรืออื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการจราจรคมนาคม โดยเฉพาะการนำยางธรรมชาติมาแปรรูปเป็นสีเพื่อทาเคลือบเครื่องหมายจราจรบนผิวถนน เนื่องจากเส้นทางจราจรจะครอบคลุมทุกพื้นที่ของประเทศและมีปริมาณมากกว่า 1,000 เส้นทาง กระจายทั่วทุกภูมิภาค และแต่ละเส้นทางก็มีความยาวเฉลี่ยมากกว่า 100 km ดังนั้นหากเราประสบความสำเร็จในการนำยางธรรมชาติไปประยุกต์ใช้ในงานทาเคลือบเครื่องหมายจราจรได้ก็จะเป็นการกระตุ้นการใช้ยางธรรมชาติภายในประเทศได้เป็นอย่างดี เนื่องจากการทาเคลือบเครื่องหมายจราจรจะทาเคลือบทั้งฝั่งซ้าย ตรงกลางและฝั่งขวาของถนน มีความหนาอยู่ระหว่าง 1.52 - 2.29 มิลลิเมตร และจะหนาประมาณ 3.18 มิลลิเมตร อีกทั้งจำเป็นต้องทาเคลือบตลอดเส้นทางและจะทาเคลือบทุกๆ 2 ปี ดังนั้นจะเห็นได้ว่าปริมาณการใช้สีจราจรสำหรับทาเครื่องหมายบนผิวทางจำเป็นต้องใช้สีในปริมาณที่สูงมาก

สีจราจรที่ใช้กันในปัจจุบันหลักๆ มี 2 ประเภท คือ สีจราจร ซึ่งมีลักษณะเป็นสีเหลวที่ละลายในตัวทำละลาย นิยมใช้สำหรับทาเครื่องหมายบนผิวทางบนทางเดิน ที่จอดรถ และผนังสะพาน เป็นต้น โดยใช้วิธีการพ่นหรือทาด้วยแปรง ส่วนอีกประเภทหนึ่งคือสีเทอร์โมพลาสติกซึ่งมีลักษณะเป็นของแข็ง การใช้งานจำเป็นจะต้องทำการหลอมภายใต้อุณหภูมิไม่เกิน 230 °C มีสองเฉดสี คือ สีเหลืองและสีขาว นิยมใช้สำหรับทางเครื่องหมายต่างๆ บนผิวถนนยางมะตอยและคอนกรีต ในประเทศไทยจะนิยมใช้สีจราจรชนิดเทอร์โมพลาสติกในการเคลือบเครื่องหมายบนผิวทางมากกว่าสีจราจรชนิดเหลว เนื่องจากใช้งานง่าย สะดวกและมีประสิทธิภาพสูงกว่า สำหรับจุดด้อยของสีจราจรชนิดเทอร์โมพลาสติกคือ มีค่าอุณหภูมิคล้ายแก้ว (Glass transition, Tg) สูง จึงมีความยืดหยุ่นต่ำ จึงทำให้สีจราจรชนิดนี้เมื่อเคลือบเสร็จเรียบร้อยแล้วมีผิวที่แข็ง ไม่ทนต่อการสึกหรอ เกิดรอยแตกได้ง่าย จึงมักถูกลอกออกง่าย โดยเฉพาะในประเทศที่มีอากาศหนาวจัดหรือมีหิมะตกมักจะพบว่าสีจราจรชนิดเทอร์โมพลาสติกเกิดการหลุดออกในขณะกวาดหิมะได้ง่าย อีกทั้งสีจราจรชนิดนี้มีผิวที่แข็งลื่นดังนั้นโอกาสที่จะทำให้เกิดการลื่นไถลของยานพาหนะโดยเฉพาะรถจักรยานยนต์เมื่อสัญจรและสัมผัสกับผิวหน้าสีจราจรในขณะมีหิมะหรือถนนเปียกและฝนตกได้ง่าย บ่อยครั้งที่เรามักพบผู้ประสบอุบัติเหตุบนท้องถนนอันเนื่องมากรถเกิดการลื่นไถลหรือเสียหลักในขณะขับขี่ที่ขับเคลื่อนตอนที่ฝนตกหรือพื้นถนนเปียก ดังนั้นหากเราสามารถทำให้ผิวสีจราจรมีความต้านทานขณะสัมผัสกับล้อของยานพาหนะได้มากขึ้น ก็

จะทำให้สีจางมีความทนการสีหรือการสั่นไถลได้สูงขึ้น โอกาสที่จะเกิดอุบัติเหตุบนท้องถนนก็จะลดลง ปัจจุบันต่างประเทศได้มีการศึกษาวิจัยพัฒนาสีจางชนิดใหม่ที่ใช้สารยึดเกาะจากวัสดุเทอร์โมพลาสติกอิลาสโตเมอร์ชนิด Styrenic block copolymer ([Vincent and Martine, 2011](#)) ซึ่งจากการศึกษาวิจัยพบว่าสีจางชนิดนี้ทนต่อการสีหรือและความสามารถในการยึดเกาะกับผิวถนนได้สูงกว่าสีจางทั่วไป

พอลิเมอร์เบลนด์จากยางธรรมชาติหรือเทอร์โมพลาสติกวัลคาไนซ์จากยางธรรมชาติเป็นอีกวัสดุหนึ่งที่น่าสนใจและมีการศึกษาวิจัยและประสบความสำเร็จกันอย่างกว้างขวาง เนื่องจากวัสดุชนิดนี้นอกจากมีความแข็งแรงและสามารถแปรรูปได้ง่ายเหมือนพลาสติก จากการสืบค้นข้อมูลก็ยังไม่พบว่ามีนักวิจัยทั้งในและต่างประเทศนำวัสดุประเภทนี้มาใช้งานลักษณะเป็นวัสดุเคลือบทางเครื่องหมายจราจรบนผิวทาง ดังนั้นการนำวัสดุพอลิเมอร์เบลนด์จากยางธรรมชาติ ใช้ผลิตวัสดุทางเคลือบเครื่องหมายจราจรบนผิวทาง ก็เป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจและท้าทายเป็นอย่างยิ่งเนื่องจากเป็นที่ทราบกันดีว่ายางธรรมชาติมีค่าอุณหภูมิคล้ายแก้วต่ำและมีสมบัติเด่นอื่นๆ อีกหลายประการ สมบัติหนึ่งที่น่าสนใจของผลิตภัณฑ์จากยางธรรมชาติ คือ เกิดแรงเสียดทานที่ผิวสัมผัสกับวัสดุอื่นๆ สูง อีกทั้งมีความยืดหยุ่นและมีความสามารถในการยึดเกาะกับวัสดุต่างๆ ได้ดี จึงทำให้มีการศึกษาวิจัยนำยางธรรมชาติแปรรูปเป็นวัสดุเพิ่มความเสียดทานหรือลดการสั่นไถลมากมาย เช่น ยางปูพื้นห้องน้ำ และห้องอเนกประสงค์ เป็นต้น และกาวหรือวัสดุเคลือบติดประสาน ดังนั้นการนำยางธรรมชาติมาเป็นส่วนประกอบหนึ่งในการแปรรูปเป็นวัสดุเคลือบและทาเครื่องหมายบนผิวทางก็เป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจเป็นอย่างมาก

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำยางธรรมชาติมาเป็นส่วนประกอบในการแปรรูปเป็นวัสดุเคลือบและทาเครื่องหมายบนผิวทาง หรือผิวจราจร โดยจะนำยางธรรมชาติมาเบลนด์กับไฮโดรคาร์บอนเรซินเพื่อเตรียมเป็นวัสดุเทอร์โมพลาสติกเบลนด์ยางธรรมชาติสำหรับทาเครื่องหมายบนผิวทางที่สามารถแปรรูปได้จริงในเชิงการค้าและสามารถใช้เคลือบทาเครื่องหมายบนผิวทางได้เหมือนวัสดุเทอร์โมพลาสติกสำหรับทาเครื่องหมายบนผิวทางที่ใช้กันทั่วไป

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อแปรรูปและศึกษาอิทธิพลของปริมาณยาง น้ำมันและสารตัวเติมต่อสมบัติของวัสดุทาเคลือบเครื่องหมายบนผิวทาง ที่ใช้วัสดุพอลิเมอร์เบลนด์ระหว่างไฮโดรคาร์บอนเรซินและยางธรรมชาติมาเป็นสารยึดเกาะ ที่มีสมบัติผ่านเกณฑ์ มอก. 542-2549 กำหนดและสามารถใช้งานได้จริงทดแทนวัสดุเทอร์โมพลาสติกสำหรับทาเครื่องหมายบนผิวทาง ที่ใช้กันทั่วไปในปัจจุบัน

3. สารเคมีและวิธีการทดลอง

3.1 สารเคมี ได้แก่

1. ไฮโดรคาร์บอนเรซินซึ่งเป็นผลพลอยได้ของปฏิกิริยาการแตกออก (cracking) ของแนฟทา มีด้วยกัน 2 ชนิด คือ C5 (Aliphatic hydrocarbon resin) และ C9 (Aromatic hydrocarbon resin) สำหรับในงานวิจัยนี้เลือกใช้ C5 ผลิตจากบริษัท Ningbo YongHua resin co., Ltd. จำหน่ายโดย บริษัทวิษณุศักดิ์สิทธิ์ จำกัด **น้ำมันขาว**
2. (White oil) เป็นน้ำมันพาราฟินิกที่เป็นผลพลอยได้จากการกลั่นปิโตรเลียม นิยมใช้สำหรับอุตสาหกรรมแปรรูปผลิตภัณฑ์จากยาง
3. ยางแท่ง STR 5L เป็นยางธรรมชาติที่ผลิตจากน้ำยาง ผลิตโดย บริษัททดลองอุตสาหกรรมน้ำยางชั้น อ. จະนะ จ.สงขลา

4. สีเหลืองเลทโครเมต (PbCrO_4) เป็นสีเหลืองที่ใช้งานเฉพาะงานเคลือบทาเครื่องหมายจราจร จำหน่ายโดยบริษัทวิษณุศักดิ์สิทธิ์ จำกัด
5. ไทเทเนียมไดออกไซด์ (TiO_2) จำหน่ายโดยบริษัทวิษณุศักดิ์สิทธิ์ จำกัด
6. ลูกแก้ว (Glass bead) จำหน่ายโดยบริษัทวิษณุวัสดุเคมีภัณฑ์ จำหน่ายโดยบริษัทวิษณุศักดิ์สิทธิ์ จำกัด
7. แคลเซียมคาร์บอเนต ใช้เป็นสารตัวเติมลดต้นทุนของวัตถุดิบ

3.2 วิธีการทดลอง

3.2.1 การเตรียมยางธรรมชาติคอมปาวด์

นำยางธรรมชาติ STR 5L มาผสมสารเคมียาง เช่น สารกระตุ้น สารตัวเร่ง สารวัลคาไนซ์และสารป้องกันการเสื่อมสภาพและโอโซน เพื่อเตรียมเป็นยางคอมปาวด์สำหรับเตรียมเป็นสารยึดเกาะสำหรับวัสดุเทอร์โมพลาสติกใช้เคลือบทาเครื่องหมายบนผิวทาง โดยการนำไปเบลนด์กับไฮโดรคาร์บอนเรซิน โดยสูตรยางที่ใช้ในการเตรียมยางคอมปาวด์ดังแสดงไว้ในตารางที่ 1 จากนั้นนำยางคอมปาวด์ไปหาเวลาสุกด้วยเครื่อง ODR รุ่น 2000 ต่อไป

ตารางที่ 1 สูตรยางคอมปาวด์ที่ใช้เบลนด์กับไฮโดรคาร์บอนเรซินสำหรับเตรียมเป็นสารยึดเกาะสำหรับวัสดุเทอร์โมพลาสติกทาเคลือบเครื่องหมายบนผิวทาง

สารเคมี	ปริมาณ (phr)	
	สีขาว	สีเหลือง
STR5L	100	100
ZnO	5	5
Stearic acid	2.5	2.5
Wingstay L	1	1
ZDEC	1	1
ZDBC	0.5	0.5
Parafinic Wax	2	2
TiO_2	2	1
Yellow color	-	2
Sulfur	2.5	2.5

3.2.2 การเตรียมสารยึดเกาะ

สารยึดเกาะที่ใช้ในการเตรียมวัสดุเทอร์โมพลาสติกสำหรับทาเครื่องหมายบนผิวทางในงานวิจัยนี้จะเตรียมให้อยู่ในรูปของพอลิเมอร์เบลนด์ที่เบลนด์กันระหว่างยางธรรมชาติ STR 5L กับไฮโดรคาร์บอนเรซินในอัตราส่วนต่างๆ คือ 5/95, 10/90, 15/85, 20/80, 25/75 และ 30/70 โดยน้ำหนักแห้ง โดยใช้เครื่องผสมแบบปิด ผสมกันที่สภาวะอุณหภูมิไม่เกิน 50 องศาเซลเซียส ดังแสดงในรูปที่ 3.1 จากนั้นนำพอลิเมอร์เบลนด์ที่เตรียมได้ไปบดให้เป็นผงด้วยเครื่องบดพลาสติก เพื่อนำไปเตรียมเป็นวัสดุเทอร์โมพลาสติกสำหรับทาเครื่องหมายบนผิวทาง โดยการผสมกับผงสี สารตัวเติมและลูกแก้วต่อไป



รูปที่ 1 พอลิเมอร์เบลนด์สำหรับใช้เป็นสารยึดเกาะในการเตรียมวัสดุเทอร์โมพลาสติกสำหรับทำเครื่องหมายบนผิว
ทาง A = ระหว่างทำการเบลนด์ B = หลังจากบดให้เป็นผง



รูปที่ 2 พอลิเมอร์เบลนด์ที่ใช้สำหรับเป็นสารยึดเกาะในการเตรียมวัสดุเทอร์โมพลาสติกสำหรับทำเครื่องหมายบนผิว
ทางที่ผสมยางธรรมชาติในปริมาณร้อยละ 15 (A), 10 (B) และ 5 (C)



รูปที่ 3 เปรียบเทียบลักษณะความแตกต่างระหว่างไฮโดรคาร์บอนเรซิน (A) และพอลิเมอร์เบลนด์ (B) ที่ใช้สำหรับเตรียมเป็นสารยัดเกาะในวัสดุเทอร์โมพลาสติกสำหรับทำเครื่องหมายบนผิวทางทางการค้าและในงานวิจัยนี้ ตามลำดับ

3.2.3 การเตรียมวัสดุเทอร์โมพลาสติกสำหรับทำเครื่องหมายบนผิวทาง

ทำการเตรียมวัสดุเทอร์โมพลาสติกสำหรับทำเครื่องหมายบนผิวทางแปรปริมาณน้ำมันพาราฟินิกที่ระดับต่างๆ โดยผสมส่วนผสมต่างๆ ในอัตราส่วนตามปรากฏในตารางที่ 2 และคลุกเคล้าส่วนผสมทั้งหมดให้เป็นเนื้อเดียวกันโดยใช้เครื่องปั่นเหวี่ยงพลาสติก

ตารางที่ 2 สารเคมีที่ใช้เตรียมวัสดุเทอร์โมพลาสติกสำหรับทำเครื่องหมายบนผิวทาง

หน้าที่	สารเคมี	ปริมาณ (%)	
		สีขาว	สีเหลือง
สารยัดเกาะ	สารยัดเกาะ (พอลิเมอร์เบลนด์)	20	20
สารให้สีเหลือง	ผงสีเหลือง (PbCrO_4)	-	8
สารให้สีขาว	ผงสีขาว (TiO_2)	10	2
วัสดุเพื่อความแข็งแรง – สะท้อนแสง	ลูกแก้ว	35	35
ลดต้นทุน – ความแข็งแรง	สารตัวเติม (CaCO_3)	35	35
สารหล่อลื่น ลดจุดอ่อนตัว	น้ำมันพาราฟินิก	0 – 7%	0 – 7%



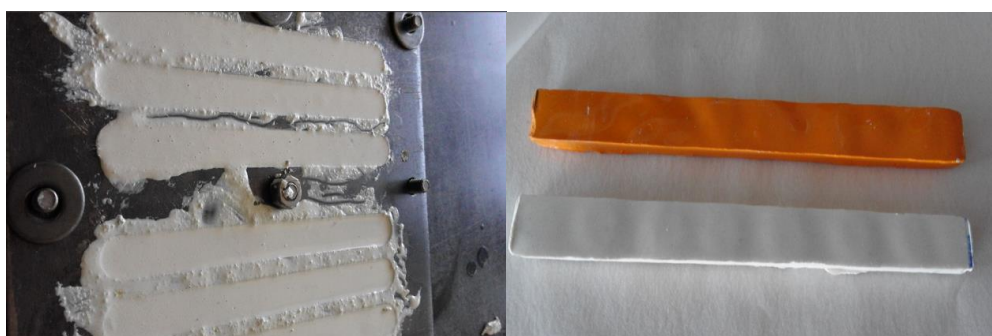
รูปที่ 4 ลักษณะทางกายภาพของวัสดุเทอร์โมพลาสติกสำหรับทำเครื่องหมายบนผิวทางที่เตรียมได้จากการทดลอง

3.2.4 การหลอมและการขึ้นรูปขึ้นทดสอบ

การหลอมให้ความร้อนขึ้นทดสอบจะทำการหลอมตามวิธีที่แนะนำในมาตรฐาน มอก.542-2549 กล่าวคือจะนำวัสดุเทอร์โมพลาสติกสำหรับทาเครื่องหมายบนผิวทางมาอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ $218 \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ โดยนำตัวอย่างออกมาจนทุกๆ 15 นาที เป็นระยะเวลาไม่เกิน 4 ชั่วโมง จากนั้นนำวัสดุเทอร์โมพลาสติกหลอมเหลวเทลงในเบ้าที่เตรียมไว้เพื่อขึ้นรูปเป็นขึ้นทดสอบสำหรับการทดสอบสมบัติความทนต่อแรงกระแทก ความทนต่อการสึกหรอ และสมบัติทางกายภาพอื่นๆ ตามวิธีการที่ระบุใน มอก.542-2549



รูปที่ 5 ลักษณะการหลอมของวัสดุเทอร์โมพลาสติกสำหรับทาเครื่องหมายบนผิวทางที่เตรียมได้จากการทดลอง



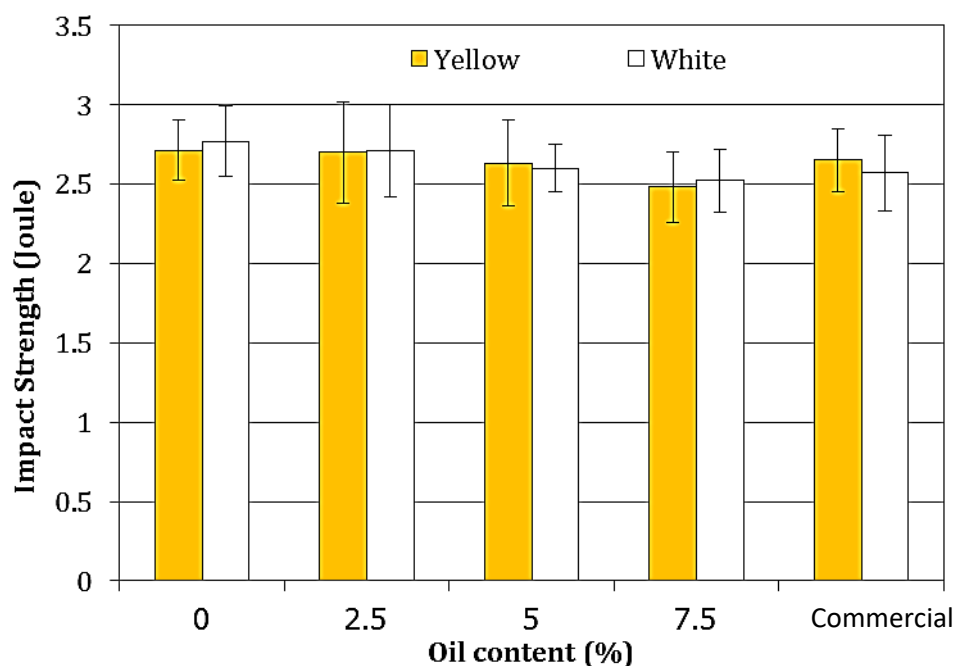
รูปที่ 6 การเตรียมชิ้นตัวอย่างสำหรับการทดสอบสมบัติความทนต่อแรงกระแทก

4. ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

เมื่อเตรียมวัสดุเทอร์โมพลาสติกสำหรับทาเครื่องหมายบนผิวทางโดยการแปรปริมาณน้ำมันพาราฟินิกตามขั้นตอนในหัวข้อที่ 3 จากนั้นนำวัสดุที่เตรียมได้ไปหลอมและเตรียมเป็นขึ้นทดสอบเพื่อทดสอบสมบัติ ต่าง ๆ และได้ผลการทดลองดังนี้

- ความทนต่อแรงกระแทก

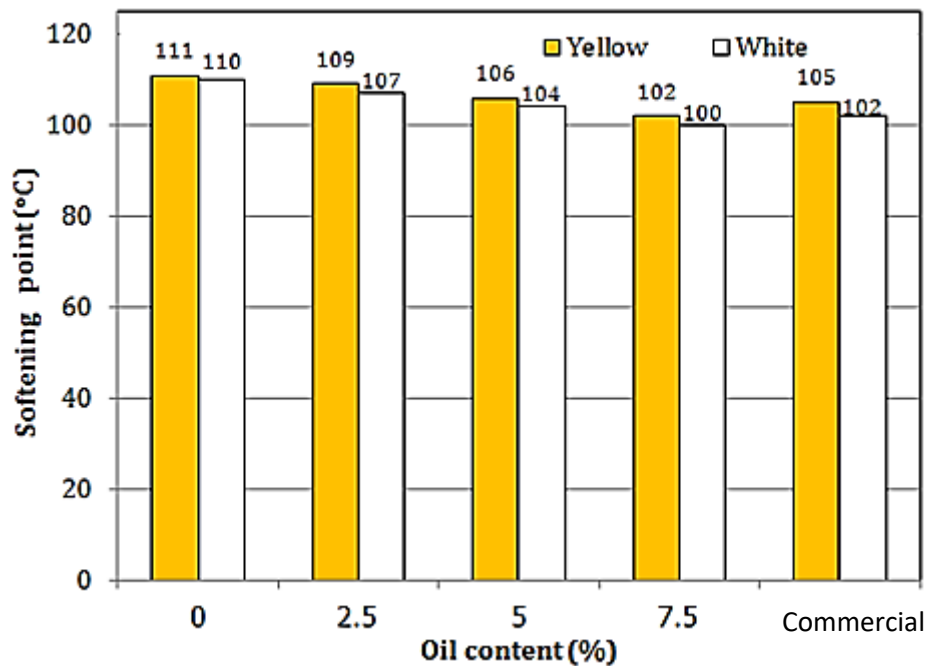
รูปที่ 7 แสดงค่าความทนต่อแรงกระแทกของวัสดุเทอร์โมพลาสติกสำหรับทาเครื่องหมายบนผิวทางของวัสดุที่เตรียมได้จากการทดลองเปรียบเทียบกับวัสดุทางการค้า จากรูปที่ 7 จะพบว่าค่าความทนต่อแรงกระแทกของวัสดุเทอร์โมพลาสติกสำหรับทาเครื่องหมายบนผิวทางที่เตรียมได้จากการทดลองมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยตามการเพิ่มปริมาณน้ำมันพาราฟินิก แต่ทั้งหมดยังสูงกว่ามาตรฐาน มอก.542-2549 กำหนด คาดว่าการผสมน้ำมันจะทำให้วัสดุเทอร์โมพลาสติกสำหรับทาเครื่องหมายบนผิวทางที่ทดลองได้มีความสามารถในการกระจายแรงลดลงเล็กน้อยจากที่ไม่ได้ผสมน้ำมันพาราฟินิกส์ จึงทำให้ค่าความทนต่อแรงกระแทกของวัสดุมีค่าลดลงเล็กน้อยตามการเพิ่มปริมาณน้ำมันพาราฟินิก



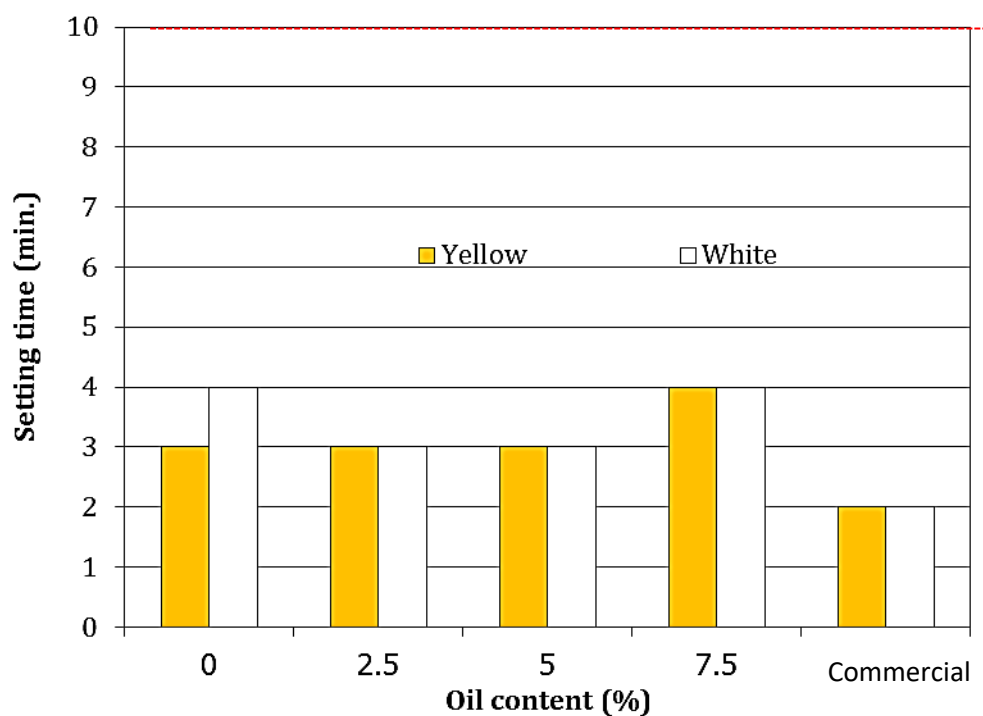
รูปที่ 7 ค่าความทนต่อแรงกระแทกของวัสดุเทอร์โมพลาสติกสำหรับทาเครื่องหมายบนผิวทางที่เตรียมได้จากการทดลองแปรปริมาณน้ำมันพาราฟินที่ระดับต่างๆ เปรียบเทียบกับวัสดุทางการค้า

- จุดอ่อนตัวและระยะเวลาการแข็งตัว

การผสมน้ำมันจะทำให้จุดอ่อนตัวของวัสดุเทอร์โมพลาสติกสำหรับทาเครื่องหมายบนผิวทางมีค่าลดลง เนื่องจากการผสมน้ำมันจะทำให้ความสามารถในการเคลื่อนไหวยของสายโซ่โมเลกุลของสารยึดเกาะเพิ่มขึ้น ทำให้ เมื่อได้รับความร้อนสามารถเกิดการอ่อนตัวหรือเคลื่อนไหวยได้ง่ายขึ้น ตามมาตรฐาน มอก.542-2549 ได้ระบุให้วัสดุเทอร์โมพลาสติกสำหรับทาเครื่องหมายบนผิวทางจะต้องมีจุดอ่อนตัวอยู่ในช่วง 95 – 115 °C สำหรับวัสดุเทอร์โมพลาสติกสำหรับทาเครื่องหมายบนผิวทางที่เตรียมได้จากการทดลองที่แปรปริมาณน้ำมันพาราฟินที่ระดับต่างๆ ทุกสูตรจะผ่านเกณฑ์ตาม มอก. 542-2549 กำหนด (รูปที่ 8) เช่นเดียวกันกับวัสดุทางการค้าที่นำมาทดสอบเปรียบเทียบ สำหรับระยะเวลาการแข็งตัวของวัสดุเทอร์โมพลาสติกสำหรับทาเครื่องหมายบนผิวทางที่เตรียมได้ไม่แตกต่างกัน (รูปที่ 9) หรือแตกต่างกันเล็กน้อยที่ปริมาณน้ำมันพาราฟินที่แตกต่างกัน และผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรมกำหนด เช่นเดียวกับวัสดุทางการค้าที่นำมาทดสอบเปรียบเทียบ ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าน้ำมันพาราฟินที่ผสมลงไปในวัสดุเทอร์โมพลาสติกสำหรับทาเครื่องหมายบนผิวทางที่เตรียมได้จากการทดลองไม่มีผลต่อระยะเวลาการแข็งตัวแต่จะมีผลต่อจุดอ่อนตัวดังรูปที่ 9 และรูปที่ 8 ตามลำดับ



รูปที่ 8 จุดอ่อนตัวของวัสดุเทอร์โมพลาสติกสำหรับทาเครื่องหมายบนผิวทางที่เตรียมได้จากการทดลองแปรปริมาณน้ำมันพาราฟินิกที่ระดับต่างๆ เปรียบเทียบกับวัสดุทางการค้า

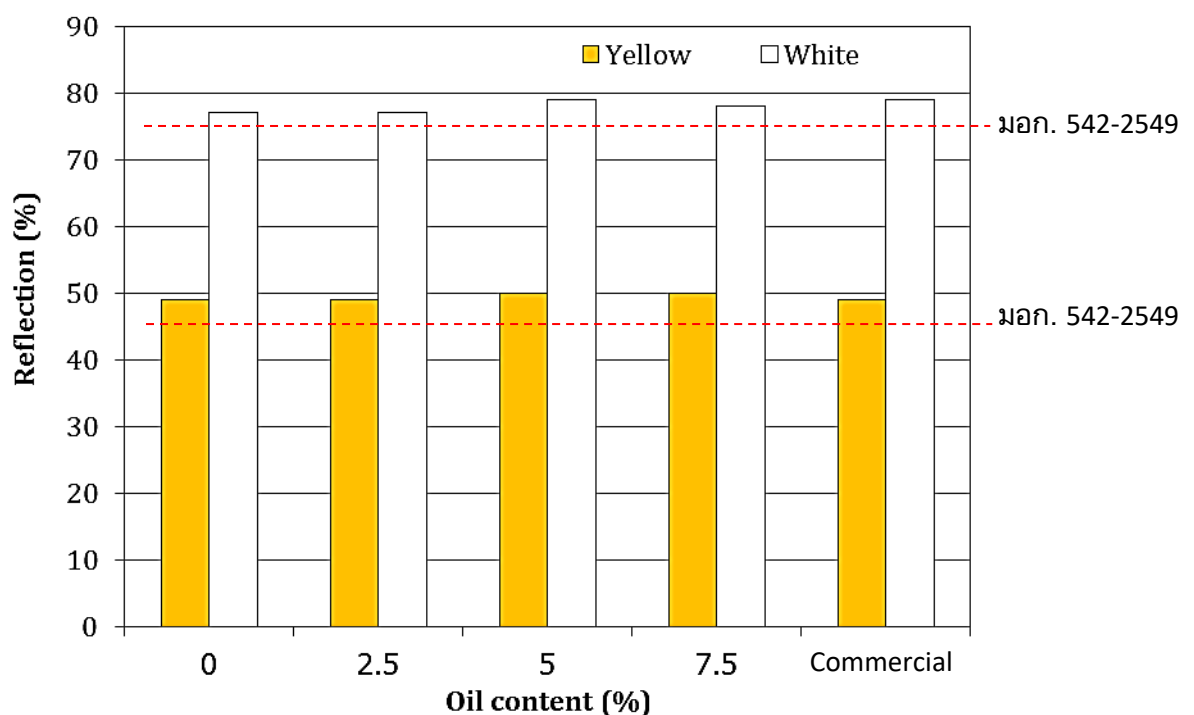


รูปที่ 9 ระยะเวลาการแข็งตัวของวัสดุเทอร์โมพลาสติกสำหรับทาเครื่องหมายบนผิวทางที่เตรียมได้จากการทดลองแปรปริมาณน้ำมันพาราฟินิกที่ระดับต่างๆ เปรียบเทียบกับวัสดุทางการค้า

- การสะท้อนแสง

เมื่อทำการทดสอบสมบัติการสะท้อนแสงของวัสดุเทอร์โมพลาสติกสำหรับทาเครื่องหมายบนผิวทางที่เตรียมได้จากการทดลองที่แปรปริมาณน้ำมันพาราฟินิก เปรียบเทียบกับวัสดุทางการค้าที่นำมาทดสอบเปรียบเทียบได้ผลการทดลองดัง

แสดงไว้ในรูปที่ 10 สำหรับสมบัติการสะท้อนแสงของวัสดุเทอร์โมพลาสติกสำหรับทาเครื่องหมายบนผิวทาง มาตรฐาน มอก. 542-2549 ได้กำหนดให้วัสดุเทอร์โมพลาสติกสำหรับทาเครื่องหมายบนผิวทางเฉดสีเหลืองจะต้องมีค่าสะท้อนแสงไม่ต่ำกว่าร้อยละ 45 และเฉดสีขาวไม่ต่ำกว่าร้อยละ 75 และจากรูปที่ 10 จะพบว่าทุกสูตรของวัสดุเทอร์โมพลาสติกสำหรับทาเครื่องหมายบนผิวทางที่เตรียมได้จากการทดลองทั้งเฉดสีขาวและเฉดสีเหลืองผ่านตามเกณฑ์ มอก. 542-2549 กำหนด เช่นเดียวกันกับวัสดุทางการค้าที่นำมาทดสอบเปรียบเทียบ และจากรูปจะพบว่าปริมาณน้ำมันพาราฟินที่ผสมลงไปมีผลเล็กน้อยต่อค่าการสะท้อนแสงของวัสดุเทอร์โมพลาสติกสำหรับทาเครื่องหมายบนผิวทาง โดยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยแต่ก็ไม่ได้แตกต่างกันมาก คาดว่า น้ำมันพาราฟินที่ผสมลงไปนอกจากจะทำหน้าที่ลดจุดอ่อนตัวของสารยึดเกาะในวัสดุนี้แล้ว ยังทำให้ผิวหน้าของวัสดุเทอร์โมพลาสติกสำหรับทาเครื่องหมายบนผิวทางที่เตรียมได้จากการทดลองมีความมันวาวเพิ่มขึ้นจากที่ไม่ได้ผสมน้ำมันพาราฟินเล็กน้อย จึงทำให้ความสามารถในการสะท้อนแสงของวัสดุเทอร์โมพลาสติกสำหรับทาเครื่องหมายบนผิวทางที่เตรียมได้จากการทดลองมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากที่ไม่ได้ใส่เล็กน้อย

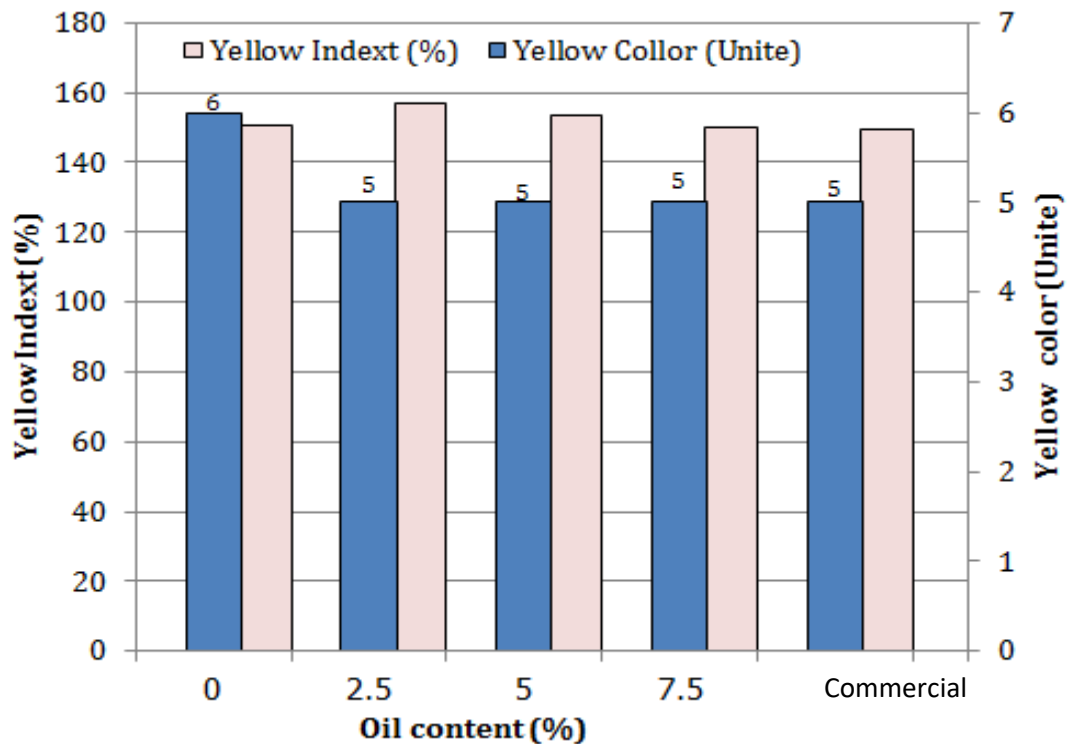


รูปที่ 10 ค่าการสะท้อนแสงของวัสดุเทอร์โมพลาสติกสำหรับทาเครื่องหมายบนผิวทางที่เตรียมได้จากการทดลองแปรปริมาณน้ำมันพาราฟินที่ระดับต่างๆ เปรียบเทียบกับวัสดุทางการค้า

- ค่าสีเหลือง ความสว่างและดัชนีความเหลืองของเฉดสี

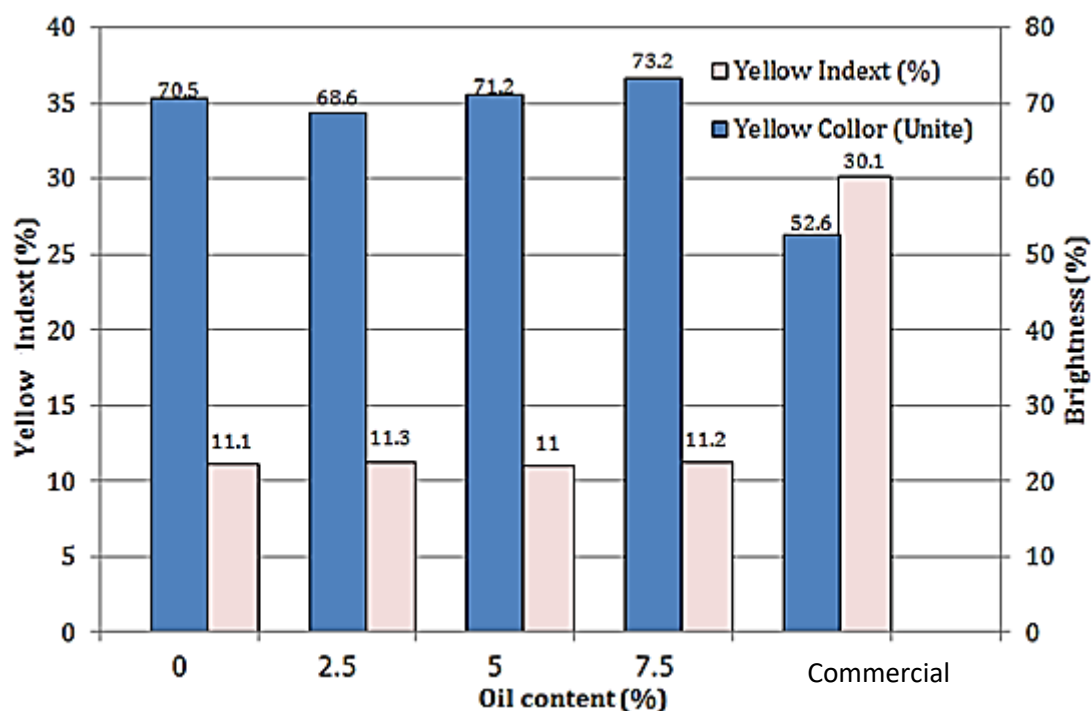
สำหรับผลการทดสอบวัดค่าสีเหลืองและดัชนีความเหลืองของวัสดุเทอร์โมพลาสติกสำหรับทาเครื่องหมายบนผิวทางเฉดสีเหลืองได้ผลดังแสดงไว้ในรูปที่ 11 ส่วนค่าความสว่างและค่าดัชนีความเหลืองของวัสดุเทอร์โมพลาสติกสำหรับทาเครื่องหมายบนผิวทางเฉดสีขาวจะแสดงผลการทดสอบได้ดังแสดงไว้ในรูปที่ 12 จากรูปที่ 11 จะพบว่าค่าสีเหลืองของวัสดุเทอร์โมพลาสติกสำหรับทาเครื่องหมายบนผิวทางที่เตรียมได้จากการทดลองของเฉดสีเหลืองที่แปรปริมาณน้ำมันพาราฟินที่ปริมาณแตกต่างกันมีค่าเท่ากับ 5 หน่วย และมีค่าเท่ากันและผ่านเกณฑ์ มอก. 542-2549 กำหนด (ไม่เกิน 6 หน่วย) ส่วนค่าดัชนีความเหลืองตามมาตรฐาน มอก. 54-2549 ไม่ได้ระบุไว้ แต่จากรูปที่ 11 จะพบว่าค่าดัชนีความเหลืองของวัสดุเทอร์โมพลาสติกสำหรับทาเครื่องหมายบนผิวทางเฉดสีเหลืองที่เตรียมได้จากการทดลองมีค่าไม่แตกต่างกันและใกล้เคียงกับวัสดุ

ทางการค้าที่นำมาทดสอบเปรียบเทียบ เนื่องจากดัชนีความเหลืองของวัสดุเทอร์โมพลาสติกสำหรับทาเครื่องหมายบนผิวทางที่เตรียมได้จากการทดลองจะขึ้นกับปริมาณผงสีเป็นหลัก สำหรับสูตรที่นำมาทดสอบเปรียบเทียบเพื่อศึกษาปัจจัยด้านปริมาณของน้ำมันพาราฟินิกนี้ ทุกสูตรมีปริมาณผงสีที่เท่ากัน แต่จะแตกต่างกันที่ปริมาณน้ำมันพาราฟินิก ดังนั้นจึงไม่ทำให้ค่าดัชนีความเหลืองของวัสดุเทอร์โมพลาสติกสำหรับทาเคลือบสีเหลืองเครื่องหมายบนผิวทางที่เตรียมได้จากการทดลองนี้แตกต่างกัน



รูปที่ 11 ค่าดัชนีความเหลืองและค่าสีเหลืองของวัสดุเทอร์โมพลาสติกสำหรับทาเครื่องหมายบนผิวทางเคลือบสีเหลืองที่เตรียมได้จากการทดลองแปรปริมาณน้ำมันพาราฟินิกที่ระดับต่างๆ เปรียบเทียบกับวัสดุทางการค้า

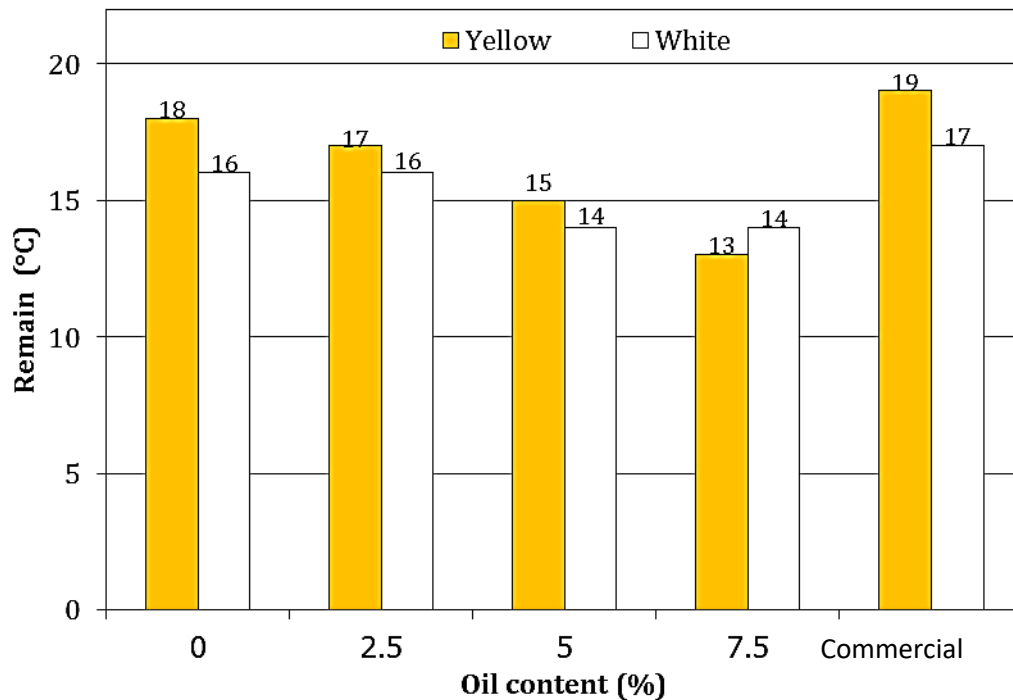
ส่วนกรณีของวัสดุเทอร์โมพลาสติกสำหรับทาเครื่องหมายบนผิวทางเคลือบสีขาวที่เตรียมได้จากการทดลองพบว่า ค่าร้อยละความสว่างของสีขาวและค่าดัชนีความเหลืองของสีขาวก็ให้ผลในลักษณะเดียวกันทั้งสองค่า กล่าวคือปริมาณน้ำมันพาราฟินิกที่ผสมลงไปที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อค่าดัชนีความเหลืองของสีขาวและค่าความสว่างของสีขาว โดยค่าดัชนีความเหลืองของสีขาวของวัสดุเทอร์โมพลาสติกสำหรับทาเครื่องหมายบนผิวทางเคลือบสีขาวที่เตรียมได้จากการทดลองมีค่าผ่านตามเกณฑ์ มอก.542-2549 กำหนด (ไม่เกินร้อยละ 12) ส่วนค่าความสว่างของสีขาวไม่ได้ระบุไว้ใน มอก.542-2549 แต่ค่าความสว่างของสีขาวของวัสดุเทอร์โมพลาสติกสำหรับทาเครื่องหมายบนผิวทางเคลือบสีขาวที่เตรียมได้จากการทดลองจะมีค่าสูงกว่าวัสดุทางการค้าที่นำมาทดสอบเปรียบเทียบ คาดว่าเนื่องจากผลของปริมาณไทเทเนียมไดออกไซด์ที่ผสมลงไปปริมาณสูง (ร้อยละ 10) จะช่วยให้วัสดุเทอร์โมพลาสติกสำหรับทาเครื่องหมายบนผิวทางเคลือบสีขาวที่เตรียมได้



รูปที่ 12 ค่าดัชนีความเหลืองและความสว่างของสีขาของวัสดุเทอร์โมพลาสติกสำหรับทาเครื่องหมายบนผิวทางเฉดสีขาที่เตรียมได้จากการทดลองแปรปริมาณน้ำมันพาราฟินิกที่ระดับต่างๆ เปรียบเทียบกับวัสดุทางการค้า

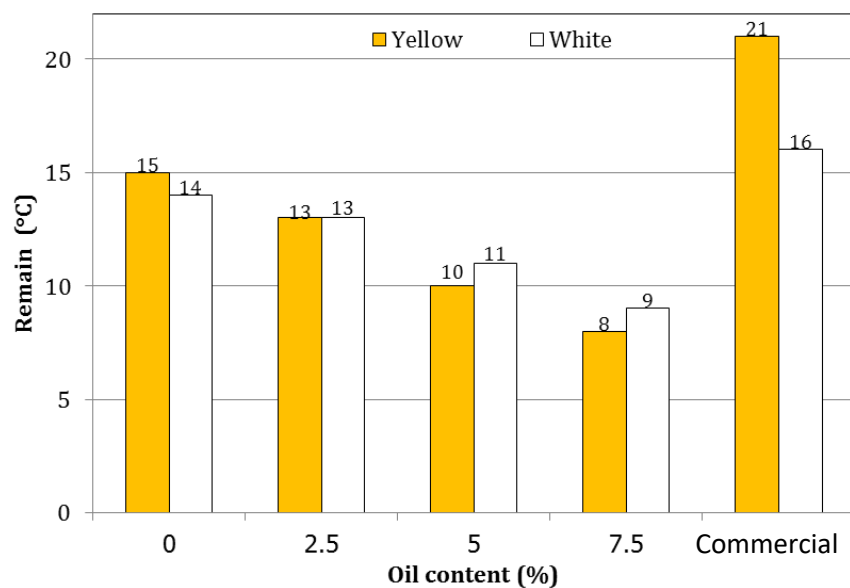
- ความสามารถในการไหลและความหนาแน่นสัมพัทธ์

สำหรับความสามารถในการไหลของวัสดุเทอร์โมพลาสติกสำหรับทาเครื่องหมายบนทางเป็นอีกสมบัติหนึ่งที่สำคัญมาก โดยมาตรฐาน มอก.542-2549 ได้วัดความสามารถในการไหลของวัสดุเทอร์โมพลาสติกสำหรับทาเครื่องหมายบนทาง โดยการให้ความร้อนเป็นระยะเวลา 4 และ 8 ชั่วโมง แล้วเททิ้งวัดส่วนที่เหลือ (ค้าง) โดยได้กำหนดให้วัสดุเทอร์โมพลาสติกสำหรับทาเครื่องหมายบนทางจะต้องมีส่วนที่เหลือหลังจากให้ความร้อน 4 ชั่วโมงไม่เกินร้อยละ 18 และ 21 โดยน้ำหนัก สำหรับเฉดสีขาและสีเหลืองตามลำดับ ส่วนการให้ความร้อนเป็นระยะเวลา 8 ชั่วโมง ได้ระบุให้ส่วนที่เหลือต้องไม่เกินร้อยละ 28 โดยน้ำหนัก ทั้งเฉดสีขาและเฉดสีเหลือง จากรูปที่ 13 เป็นค่าที่ได้จากการทดสอบวัดความสามารถในการไหลของวัสดุเทอร์โมพลาสติกสำหรับทาเครื่องหมายบนทางที่เตรียมได้จากการทดลอง เปรียบเทียบกับวัสดุทางการค้า ตามวิธีการทดสอบ มอก.542-2549 จากรูปจะพบว่าค่าร้อยละส่วนที่เหลือของวัสดุเทอร์โมพลาสติกสำหรับทาเครื่องหมายบนผิวทางที่เตรียมได้จากการทดลองที่ปริมาณน้ำมันพาราฟินิกที่แตกต่างกัน หลังจากหลอมเหลวให้ความร้อนเป็นระยะเวลา 4 ชั่วโมง มีค่าลดลงตามการเพิ่มปริมาณน้ำมันพาราฟินิก และมีค่าไม่แตกต่างกันมากระหว่างเฉดสีเหลืองและเฉดสีขา โดยมีค่าต่ำสุดเมื่อผสมน้ำมันพาราฟินิกลงไปในปริมาณร้อยละ 7.5 โดยน้ำหนักของวัสดุเทอร์โมพลาสติกสำหรับทาเครื่องหมายบนผิวทาง แสดงว่าความสามารถในการไหลของวัสดุเทอร์โมพลาสติกสำหรับทาเครื่องหมายบนทางที่เตรียมได้จากการทดลองมีค่าเพิ่มขึ้นตามการเพิ่มปริมาณน้ำมันพาราฟินิก เนื่องจากการผสมน้ำมันซึ่งเป็นสารหล่อลื่นจะทำให้แรงเสียดทานระหว่างอนุภาคแต่ละอนุภาคของส่วนประกอบต่างๆ ในวัสดุเทอร์โมพลาสติกสำหรับทาเครื่องหมายบนทางลดลง ทำให้วัสดุเกิดการไหลในขณะหลอมได้มากขึ้น และจากรูปที่ 13 จะพบว่าความสามารถในการไหลของวัสดุเทอร์โมพลาสติกสำหรับทาเครื่องหมายบนทางที่เตรียมได้จากการทดลองทั้งเฉดสีขาและเฉดสีเหลือง และวัสดุทางการค้าที่นำมาทดสอบเปรียบเทียบผ่านตามเกณฑ์มาตรฐาน มอก.542-2549 กำหนด



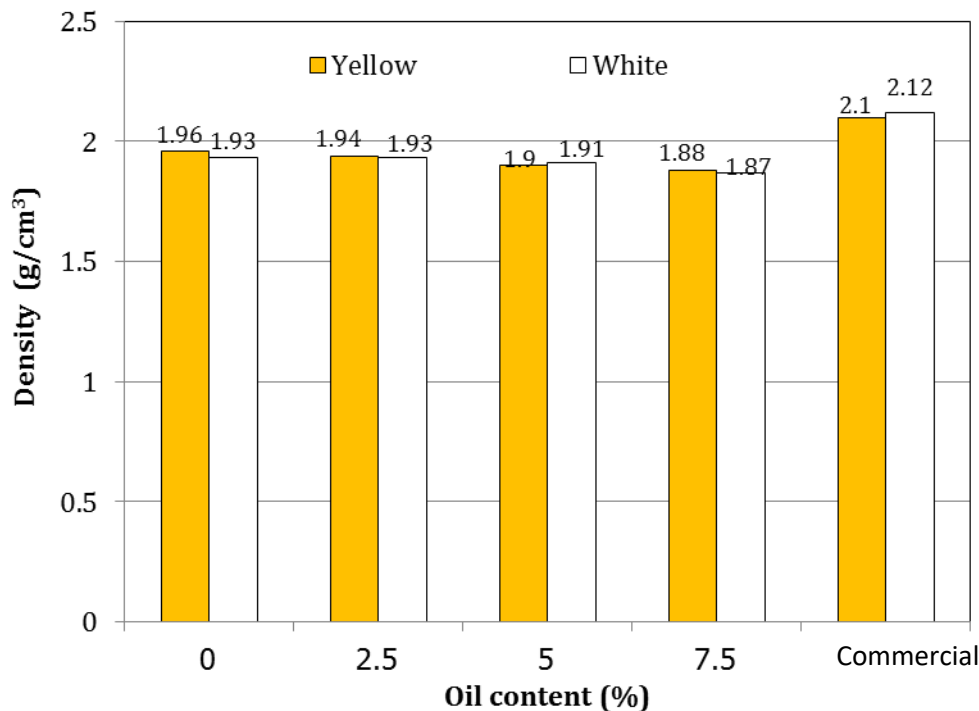
รูปที่ 13 ความสามารถในการไหลของวัสดุเทอร์โมพลาสติกสำหรับทาเครื่องหมายบนผิวทางที่เตรียมได้จากการทดลองแปรปริมาณน้ำมันพาราฟินิกที่ระดับต่างๆ เปรียบเทียบกับวัสดุทางการค้า ที่ทดสอบโดยการให้ความร้อนเป็นระยะเวลา 4 ชั่วโมง

ส่วนความสามารถในการไหลของวัสดุเทอร์โมพลาสติกสำหรับทาเครื่องหมายบนทางที่เตรียมได้จากการทดลองที่ทดสอบโดยการให้ความร้อนเป็นระยะเวลา 8 ชั่วโมง ก็พบว่าผ่านตามเกณฑ์ มอก.542-2549 กำหนดและมีแนวโน้มในลักษณะเดียวกันกับกรณีที่ให้ความร้อนเป็นระยะเวลา 4 ชั่วโมง กล่าวคือความสามารถในการไหลเพิ่มขึ้น ตามการเพิ่มปริมาณน้ำมันพาราฟินิก ซึ่งสามารถอธิบายเหตุผลเช่นเดียวกันกับกรณีที่ให้ความร้อนเป็นระยะเวลา 4 ชั่วโมง



รูปที่ 14 ความสามารถในการไหลของวัสดุเทอร์โมพลาสติกสำหรับทาเครื่องหมายบนผิวทางที่เตรียมได้จากการทดลองแปรปริมาณน้ำมันพาราฟินิกที่ระดับต่างๆ เปรียบเทียบกับวัสดุทางการค้า ที่ทดสอบโดยการให้ความร้อนเป็นระยะเวลา 8 ชั่วโมง

ส่วนความหนาแน่นสัมพัทธ์ของวัสดุเทอร์โมพลาสติกสำหรับทาเครื่องหมายบนทางที่เตรียมได้จากการทดลองพบว่าเมื่อเพิ่มความหนาแน่นสัมพัทธ์เล็กน้อยตามการเพิ่มปริมาณน้ำมันพาราฟินิก ดังรูปที่ 15 และทุกสูตรของวัสดุเทอร์โมพลาสติกสำหรับทาเครื่องหมายบนทางที่เตรียมได้จากการทดลอง ที่แปรปริมาณน้ำมันพาราฟินิกที่ปริมาณต่างๆ จะผ่านตามเกณฑ์ มอก. 542-2549 กำหนด (ไม่เกิน 2.15)

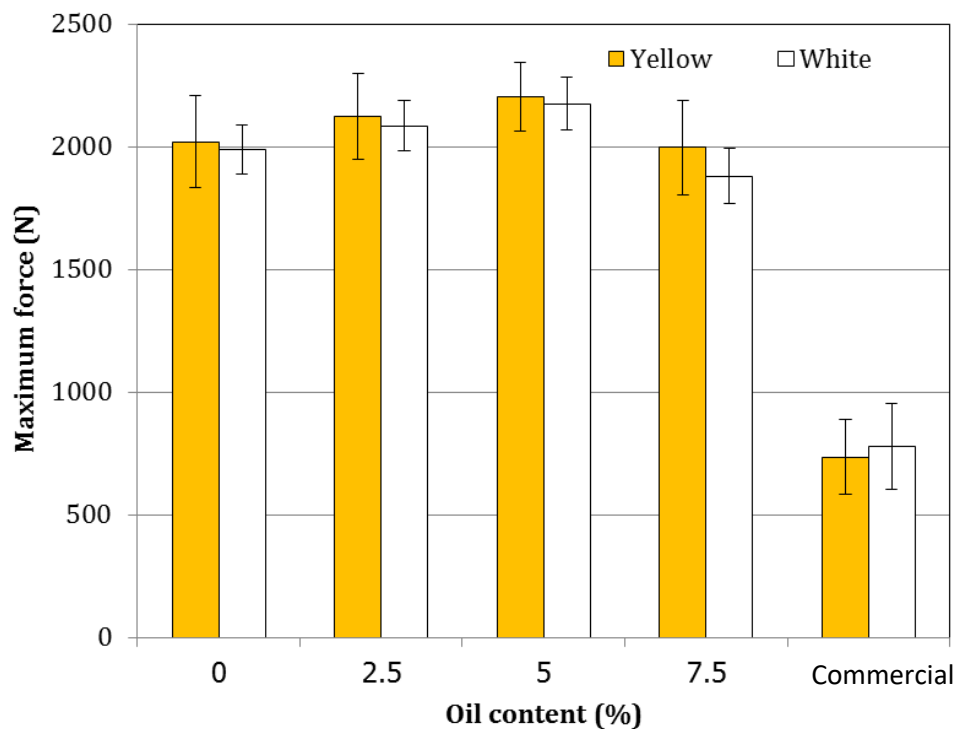


รูปที่ 15 ความหนาแน่นสัมพัทธ์ของวัสดุเทอร์โมพลาสติกสำหรับทาเครื่องหมายบนผิวทางที่เตรียมได้จากการทดลองแปรปริมาณน้ำมันพาราฟินิกที่ระดับต่างๆ เปรียบเทียบกับวัสดุทางการค้า

- ความสามารถในการยึดเกาะและความทนต่อการสึกหรอ

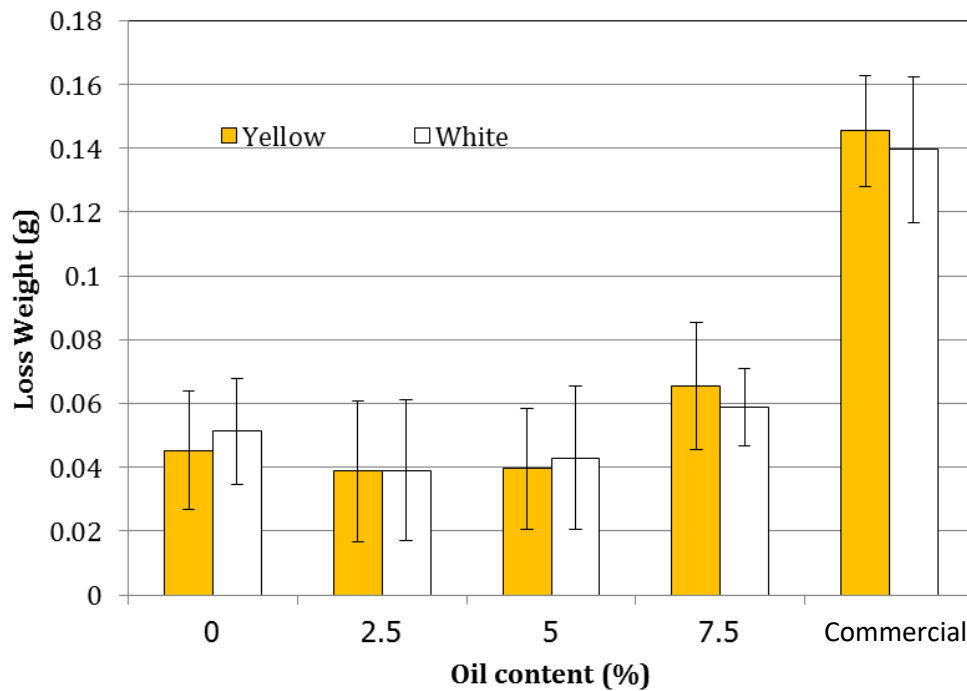
สำหรับความสามารถในการยึดเกาะและความทนต่อการสึกหรอของวัสดุเทอร์โมพลาสติกสำหรับทาเครื่องหมายบนทาง ไม่ได้ระบุไว้ในมาตรฐาน มอก.542-2549 แต่เนื่องจากในระหว่างใช้งานจริงสมบัติทั้งสองก็เป็นอีกสมบัติหนึ่งที่ไม่ควรมองข้ามและควรที่จะให้ความสำคัญ จากการทดสอบสมบัติความสามารถในการยึดเกาะ และความทนต่อการสึกหรอ ได้ผลการทดลองดังแสดงไว้ในรูปที่ 16 และ 17 ตามลำดับ จากรูปที่ 16 พบว่าความสามารถในการยึดเกาะของวัสดุเทอร์โมพลาสติกสำหรับทาเครื่องหมายบนทางที่เตรียมได้จากการทดลองที่แปรปริมาณน้ำมันพาราฟินิกที่ปริมาณต่างๆ มีลักษณะเป็นระฆังคว่ำ กล่าวคือความสามารถในการยึดเกาะของวัสดุเทอร์โมพลาสติกสำหรับทาเครื่องหมายบนทางที่เตรียมได้จากการทดลองจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามการเพิ่มปริมาณน้ำมันพาราฟินิก โดยจะมีค่าสูงสุดเมื่อผสมน้ำมันพาราฟินิกลงไปในปริมาณร้อยละ 5 โดยน้ำหนักของวัสดุเทอร์โมพลาสติกสำหรับทาเครื่องหมายบนทาง เนื่องจากการผสมน้ำมันพาราฟินิกซึ่งเป็นส่วนช่วยหล่อลื่น และลดจุดอ่อนตัวของวัสดุจะทำให้เนื้อวัสดุเทอร์โมพลาสติกสำหรับทาเครื่องหมายบนทางที่เตรียมได้จากการทดลองสามารถเปียกพื้นผิววัสดุและแทรกซึมลงไปในรูพรุนของชั้นทดสอบซึ่งเป็นไม่ได้เพิ่มขึ้น ส่งผลให้ความสามารถในการยึดเกาะของวัสดุเทอร์โมพลาสติกสำหรับทาเครื่องหมายบนทางที่เตรียมได้จากการทดลองเพิ่มขึ้น แต่การผสมน้ำมันพาราฟินิกในปริมาณที่สูงกว่าร้อยละ 5 โดยน้ำหนักของวัสดุเทอร์โมพลาสติกสำหรับทาเครื่องหมายบนทาง จะมีค่าลดลง คาดว่าเนื่องจากการผสมน้ำมันลงไปในปริมาณที่สูงเกินไป จะทำให้ความแข็งแรงของเนื้อวัสดุลดลง ส่งผลให้เนื้อวัสดุเกิดความเสียหายได้ง่าย

เมื่อให้ความดันสูงๆ จึงทำให้ความสามารถในการยึดเกาะของวัสดุเทอร์โมพลาสติกสำหรับทาเครื่องหมายบนทางที่เตรียมได้จากการทดลองที่ผสมน้ำมันลงไปปริมาณที่สูงกว่าร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก มีค่าลดลง ดังรูปที่ 16 และเมื่อเปรียบเทียบสมบัติความสามารถในการยึดเกาะของวัสดุเทอร์โมพลาสติกสำหรับทาเครื่องหมายบนทางที่เตรียมได้จากการทดลองทั้งเฉดสีขาวและสีเหลือง มีค่าสูงกว่าวัสดุทางการค้ามาก อย่างเห็นผลได้ชัดเจน แสดงว่าวัสดุเทอร์โมพลาสติกสำหรับทาเครื่องหมายบนทางที่เตรียมได้จากการทดลองมีสมบัติเด่นด้านการยึดเกาะได้ดี ซึ่งเป็นข้อเด่นของวัสดุเทอร์โมพลาสติกสำหรับทาเครื่องหมายบนทางที่เตรียมได้จากการทดลอง ที่น่าสนใจมาก



รูปที่ 16 ความสามารถในการยึดเกาะของวัสดุเทอร์โมพลาสติกสำหรับทาเครื่องหมายบนผิวทางที่เตรียมได้จากการทดลอง แปรปริมาณน้ำมันพาราฟินที่ระดับต่างๆ เปรียบเทียบกับวัสดุทางการค้า

ส่วนสมบัติความทนต่อการสึกหรอก็พบว่ามีลักษณะเช่นเดียวกับสมบัติความสามารถในการยึดเกาะ โดยค่าน้ำหนักที่หายไปของวัสดุเทอร์โมพลาสติกสำหรับทาเครื่องหมายบนทางที่เตรียมได้จากการทดลอง หลังจากการขัดถูด้วยหินขัดมีค่าลักษณะคล้ายระฆังหงาย โดยจะมีค่าลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณน้ำมันพาราฟินลงไป แต่จะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อผสมน้ำมันพาราฟินลงไปปริมาณที่สูงกว่าร้อยละ 5 โดยน้ำหนักของวัสดุเทอร์โมพลาสติกสำหรับทาเครื่องหมายบนทาง นั้นแสดงว่าการผสมน้ำมันลงไปปริมาณร้อยละ 2.5 – 5 โดยน้ำหนัก จะทำให้วัสดุเทอร์โมพลาสติกสำหรับทาเครื่องหมายบนทางที่เตรียมได้จากการทดลองมีความทนต่อการสึกหรอเพิ่มขึ้น คาดว่าเนื่องจากการผสมน้ำมันลงไปจะทำให้ค่า Tg ของสารยึดเกาะ (เรซินและยางธรรมชาติ) ลดลง เพิ่มสมบัติทำให้สารยึดเกาะมีความเหนียวและความสามารถในการยึดเกาะกันของส่วนประกอบต่างๆ เพิ่มขึ้น ความเสียหายที่เกิดขึ้นจากการขัดสีก็จะลดลง แต่การผสมน้ำมันพาราฟินลงไปปริมาณที่สูงกว่าร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก จะทำให้ความทนต่อการสึกหรอของวัสดุลดลง เนื่องจากปริมาณน้ำมันที่มากเกินไปอาจจะทำให้สารยึดเกาะมีความนิ่มมากเกินไป การยึดเกาะกันระหว่างสารยึดเกาะและองค์ประกอบอื่นๆ เช่น ลูกแก้ว ผงสีและแคลเซียมคาร์บอเนตก็จะลดลง ดังรูปที่ 17



รูปที่ 17 ความทนต่อการสึกหรอของวัสดุเทอร์โมพลาสติกสำหรับทาเครื่องหมายบนผิวทางที่เตรียมได้จากการทดลองแปรปริมาณน้ำมันพาราฟินิกที่ระดับต่างๆ เปรียบเทียบกับวัสดุทางการค้า

5. สรุปผลการทดลอง

การผสมน้ำมันพาราฟินิกลงไปในวัสดุเทอร์โมพลาสติกสำหรับทาเครื่องหมายบนผิวทางมีผลทำให้จุดอ่อนตัวของวัสดุลดลง แต่ไม่มีผลต่อค่าการแข็งตัวของวัสดุ และมีผลเล็กน้อยต่อสมบัติความสามารถในการยึดเกาะและความทนต่อการสึกหรอ กล่าวคือ การผสมน้ำมันพาราฟินิกในปริมาณที่เหมาะสมลงไปในวัสดุเทอร์โมพลาสติกสำหรับทาเครื่องหมายบนผิวทางจะทำให้ความสามารถในการยึดเกาะและความทนต่อการสึกหรอของวัสดุมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อย โดยการผสมน้ำมันลงไปในปริมาณไม่เกินร้อยละ 5 ของวัสดุเทอร์โมพลาสติกสำหรับทาเครื่องหมายบนผิวทาง จะมีความเหมาะสมที่สุด และไม่มีผลทำให้สมบัติต่างๆ ตามที่ มอก.542-2549 กำหนด เช่น จุดอ่อนตัว ความทนต่อแรงกระแทก ความหนาแน่น สมบัติการไหล และสมบัติด้านสี เช่น ดัชนีความเหลืองของสีขาว ค่าสีของสีเหลือง ไม่ผ่านตามเกณฑ์ มอก.542-2549 กำหนด และเมื่อคำนวณต้นทุนด้านวัตถุดิบของวัสดุเทอร์โมพลาสติกสำหรับทาเครื่องหมายบนผิวทางที่เตรียมได้จากการทดลองทั้ง 3 สูตรที่เหมาะสมที่สุดพบว่าต้นทุนด้านวัตถุดิบที่ไม่แพงมากเมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุทางการค้าที่จำหน่ายกันทั่วไป ดังนั้นโอกาสที่จะนำวัสดุเทอร์โมพลาสติกที่เตรียมได้จากการทดลองไปแปรรูปและจำหน่ายจริงเหมือนกับวัสดุทางการค้าก็มีความเป็นไปได้สูงและมีความน่าสนใจมาก เพราะจะเป็นการเพิ่มช่องทางใหม่ในการนำยางธรรมชาติไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ ช่วยเพิ่มช่องทางในการนำยางธรรมชาติที่เป็นวัตถุดิบที่มีมากในประเทศไทยไปใช้ เพิ่มการใช้จ่ายภายในประเทศ (ประมาณ 4 พันต้น/ปี) ซึ่งผลอาจจะตามมาคือ ทำให้ราคายางมีโอกาที่จะสูงขึ้น และจะทำให้จำนวนเกษตรกรที่จะมีรายได้จากยางธรรมชาติมีมากขึ้น นอกจากนี้จะทำให้ลดการนำเข้าวัตถุดิบเรซินที่ใช้ในการแปรรูปวัสดุเทอร์โมพลาสติกสำหรับทาเครื่องหมายบนผิวทาง จากประเทศจีนเกือบ 4 พันต้น/ปี ช่วยประหยัดการไหลออกของเงินบาทไทยได้

6. ข้อเสนอแนะ

จากผลการทดลองในงานวิจัยนี้จะพบว่ามีความเป็นไปได้สูงที่จะสามารถนำยางธรรมชาติมาใช้เป็นสารประกอบร่วมในการแปรรูปเป็นสารยึดเกาะร่วมกับไฮโดรคาร์บอนเรซิน เพื่อเตรียมเป็นวัสดุเทอร์โมพลาสติกสำหรับทาเครื่องหมายบนผิวทาง แต่อย่างไรก็ตามงานวิจัยนี้ก็ทำการศึกษาในระดับห้องปฏิบัติการไม่ได้ใช้เครื่องมือที่มีขนาดใหญ่ จึงอาจควบคุมสถานะการทดลองได้ง่าย ดังนั้นหากจะมีการนำงานวิจัยนี้ไปประยุกต์ใช้งานจริงจำเป็นต้องทำการศึกษาในระดับสเกลที่ใหญ่ขึ้น ที่สามารถใช้ได้และประยุกต์ในเชิงพาณิชย์ได้จริง อีกทั้งควรที่จะมีการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อให้สามารถนำยางธรรมชาติไปใช้เป็นส่วนผสมในการเตรียมวัสดุเทอร์โมพลาสติกสำหรับทาเครื่องหมายบนผิวทางให้มากกว่าร้อยละ 3 โดยน้ำหนัก

7. เอกสารอ้างอิง

กรมทางหลวงชนบท, กระทรวงคมนาคม. มทข. 241-2553 งานทำเครื่องหมายจราจรบนผิวทางด้วยวัสดุ

เทอร์โมพลาสติกสะท้อนแสง กรุงเทพมหานคร

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. มอก. 542-2549. วัสดุเทอร์โมพลาสติกสะท้อนแสงสำหรับทาเครื่องหมายบน

ผิวทาง กรุงเทพมหานคร

อรสา ภัทรไชยี่ 2549 สัจจารชนิตเทปกาวจากยางธรรมชาติ สืบค้นจาก

www.masterorg.wu.ac.th/file/ird-20141021-002.pdf [สืบค้นเมื่อวันที่ 14/10/58]

Abboud, N. and Bowman, B. L. 2002. Cost-and Longevity-Based Scheduling of Paint and Thermoplastic Striping. Transportation Research Record. No. 1794.: 55-64.

Alberta Transportation. 2003. Highway Pavement Marking Guide. 2nd ed. [n.p.]

Kopf, J. Reflectivity of Pavement Markings: Analysis of Retroreflectivity Curves.

Vincent, C. and Martine, Dupont. 2011. Kraton polymers boost functional life of thermoplastic road marking paints. (ออนไลน์) สืบค้นได้จาก

www.kraton.com/products/.../road%20marking%20paints เมื่อวันที่ 8/8/58