รายงานการฝึกสหกิจศึกษา
ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564

นางสาว วริศรา วิทยา รหัสนิสิต 612091041

บริษัท ซี เอส รับเบอร์ อินดัสทรี่ จำกัด

ฝึกงานระหว่าง 1 กรกฎาคม 2564 – 29 ตุลาคม 2564

หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมยางและพอลิเมอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ

รายงานการฝึกสหกิจศึกษา
ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564

นางสาว วริศรา วิทยา รหัสนิสิต 612091041

บริษัท ซี เอส รับเบอร์ อินดัสทรี่ จำกัด

ฝึกงานระหว่าง 1 กรกฎาคม 2564 – 29 ตุลาคม 2564

หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมยางและพอลิเมอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ

คำนำ

รายงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของรายวิชา 1002403 สหกิจศึกษา ของหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมยางและพอลิเมอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง เพื่อให้นิสิตได้นำความรู้จากการฝึกงานและประสบการณ์ที่ได้รับไปใช้ประโยชน์ได้จริงในชีวิตประจำวัน

โดยเนื้อหาภายในเล่มจะประกอบไปด้วยหัวข้อ บริบทของสถานประกอบการที่ฝึกสหกิจศึกษา การฝึกสหกิจศึกษา สิ่งที่ได้รับจากการฝึก ปัญหาและอุปสรรคในการฝึก และภาคผนวกซึ่งเป็นภาพในการฝึก

ทั้งนี้ ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าการจัดทำรายงานฉบับนี้จะมีข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจ หากรายงานฉบับนี้มีความผิดพลาดประการใด ผู้จัดทำต้องขออภัยไว้ ณ ที่นี้

วริศรา วิทยา

ผู้จัดทำ

กิตติกรรมประกาศ

รายงานการฝึกสหกิจศึกษาฉบับนี้ดำเนินสำเร็จไปได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความช่วยเหลือ คำแนะนำตลอดจนการแก้ไขปัญหาต่างๆ จากอาจารย์ ดร.อนิดา เพ็ชรแก้ว อาจารย์ที่ปรึกษาในรายวิชาสหกิจศึกษา ผู้จัดทำจึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณอาจารย์ประจำหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมยางและพอลิเมอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ ที่ได้กรุณาเสียสละเวลาเพื่ออำนวยความสะดวกแก่นิสิต

นอกจากนี้ขอขอบคุณบริษัท ซี เอส รับเบอร์ อินดัสทรี่ จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการฝึกงาน และดูแลปฏิบัติงานในแผนกต่างๆ ทั้งนี้ต้องขอขอบคุณ คุณซาลากีย๊ะห์ อาแว และคุณธนิศร์ แก้ววิเศษ แผนกวิศวกรรมออกแบบกระบวนการผลิต (PE) รวมถึงพนักงานภายในแผนกวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ (R&D) ทุกท่าน ขอขอบคุณ ดร.วีระวุฒิ แนบเพชร ผู้จัดการศูนย์ถ่ายทอดเทคโนโลยียางเพื่อชุมชน และคุณศักดิ์กรินทร์ เกลาฉีด ที่ได้ให้ความช่วยเหลือตลอดการฝึกปฏิบัติงาน จนสามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

วริศรา วิทยา
ผู้จัดทำ

สารบัญ

เนื้อหา **หน้า**

คำนำ ..... ก

กิตติกรรมประกาศ ..... ข

สารบัญ ..... ค

สารบัญรูป ..... ง

สารบัญตาราง ..... จ

บทที่ 1 บริบทของสถานประกอบการที่ฝึกงาน 1

1.1 บริบทของสถานประกอบการที่ฝึกงานประกอบด้วย 2

บทที่ 2 การฝึกสหกิจศึกษา 5

ตอนที่ 2.1 การฝึกสหกิจศึกษาที่บริษัท ซี เอส รับเบอร์ อินดัสทรี่ จำกัด 5

2.1.1 ความรู้ที่ได้นำไปใช้ 6

2.1.2 ลักษณะงานที่ฝึก 6

ตอนที่ 2.2 การฝึกสหกิจศึกษาที่ศูนย์ถ่ายทอดเทคโนโลยียางเพื่อชุมชน 10

2.2.1 การทำโครงงาน เรื่อง การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความหนืดมูนี่กับความแข็งของยาง 10

2.2.2 วิธีการดำเนินโครงงาน 14

2.2.3 การทดสอบสมบัติของยางคอมปาวด์ 14

2.2.4 การทดสอบสมบัติของยางวัลคาไนซ์ 15

2.2.5 ผลและการวิเคราะห์ผลการทดสอบสมบัติของยาง 17

2.3 สรุปผลการทดลอง 26

บทที่ 3 สิ่งที่ได้รับจากการฝึกงาน 27

3.1 ด้านการพัฒนาตนเอง 27

3.2 ด้านการปรับตัวเข้ากับสังคม 27

3.3 ด้านการทำงาน 27

บทที่ 4 ปัญหาและอุปสรรคในการฝึกงาน 28

4.1 ปัญหาและอุปสรรคในการฝึกงาน 28

4.2 การแก้ไขปัญหาในการฝึกงาน 28

4.3 ข้อเสนอแนะสำหรับการฝึกงานของรุ่นน้องต่อไป 28

บรรณานุกรม 29

ประวัติผู้เขียน 30

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

รูปที่ 1 แผนที่บริษัท ซี เอส รับเบอร์ อินดัสทรี่ จำกัด 1
รูปที่ 2 เครื่องชั่งสาร 11
รูปที่ 3 เครื่องบดผสมยางสองลูกกลิ้ง (Two roll mill) 11
รูปที่ 4 เครื่องทดสอบความหนืดของยาง (Mooney viscometer) 12
รูปที่ 5 เครื่องทดสอบสมบัติการคงรูปของยาง (Moving Die Rheometer) 12
รูปที่ 6 เครื่องอัดเบ้า (Compression Molding Machine) 12
รูปที่ 7 เครื่องทดสอบความแข็ง (Autometic Hardness Tester) 13
รูปที่ 8 เครื่องทดสอบความทนต่อแรงดึง (Tensile strength Tester) 13
รูปที่ 9 ชิ้นทดสอบรูปดัมเบลล์ตามมาตรฐาน ASTM D412 แบบ Die C 15
รูปที่ 10 อิทธิพลของเวลาในการผสมต่อค่าความหนืดมูนี่ (Mooney viscosity) ของยางคอมปาวด์ 17
รูปที่ 11 อิทธิพลของเวลาในการผสมต่อค่าทอล์คต่ำสุดและค่าทอล์คสูงสุดของยางคอมปาวด์ 18
รูปที่ 12 อิทธิพลของเวลาในการผสมต่อค่าความแข็ง (Hardness) ของยางวัลคาไนซ์ 19
รูปที่ 13 เวลาในการผสมกับค่า 100% มอดูลัส ของยางวัลคาไนซ์ 20
รูปที่ 14 อิทธิพลของเวลาในการผสมต่อค่าความทนต่อแรงดึง และค่าระยะยืดเมื่อขาดของยางวัลคาไนซ์ 20
รูปที่ 15 อิทธิพลของเวลาในการผสมต่อค่าความหนืดมูนี่ และค่าความแข็งของยาง 21
รูปที่ 16 ค่าความหนืดมูนี่ของยางคอมปาวด์สูตรต่างๆ 21
รูปที่ 17 ค่าทอล์คต่ำสุด และค่าทอล์คสูงสุดของยางคอมปาวด์สูตรต่างๆ 22
รูปที่ 18 ค่าระยะเวลาสกอร์ช และค่าระยะเวลาการคงรูปของยางคอมปาวด์สูตรต่างๆ 23
รูปที่ 19 ค่าความแข็งของยางวัลคาไนซ์สูตรต่างๆ 23
รูปที่ 20 ค่า 100% มอดูลัสของยางวัลคาไนซ์สูตรต่างๆ 24
รูปที่ 21 ค่าความทนต่อแรงดึง และค่าระยะยืดเมื่อขาดของยางวัลคาไนซ์สูตรต่างๆ 24
รูปที่ 22 ค่าความหนืดมูนี่ และค่าความแข็งของยางสูตรต่างๆ 25

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

ตารางที่ 1 แผนการดำเนินงาน 5
ตารางที่ 2 สมบัติที่กำหนดให้ในการออกสูตรยางธรรมชาติ 6
ตารางที่ 3 สมบัติที่กำหนดให้ในการออกสูตรยางธรรมชาติ หลังถูกบ่มเร่งด้วยความร้อน ที่อุณหภูมิ 70 °C เป็นเวลา 70 ชั่วโมง 7
ตารางที่ 4 การออกสูตรยางธรรมชาติ 7
ตารางที่ 5 ผลการทดสอบยางคอมปาวด์ยางธรรมชาติ 7
ตารางที่ 6 สมบัติที่กำหนดให้ในการออกสูตรยาง NBR 8
ตารางที่ 7 การทดลองออกสูตรยาง NBR 8
ตารางที่ 8 ผลการทดสอบยางคอมปาวด์ NBR 8
ตารางที่ 9 สูตรยางคอมปาวด์ที่ใช้ในการทดลอง 14
ตารางที่ 10 ผลการทดสอบระยะเวลาในการคงรูป และระยะเวลาสกอร์ช 19

บทที่ 1 บริบทของสถานประกอบการที่ฝึกงาน

ชื่อสถานประกอบการ : บริษัท ซี เอส รับเบอร์ อินดัสทรี่ จำกัด

โทรศัพท์ : 083-8444-090

Website : www.csrubber.co.th

ก่อตั้งเมื่อ : 1988 - 2004

ชื่อเดิม : Establishment of Mimi Industrial Co., Ltd.

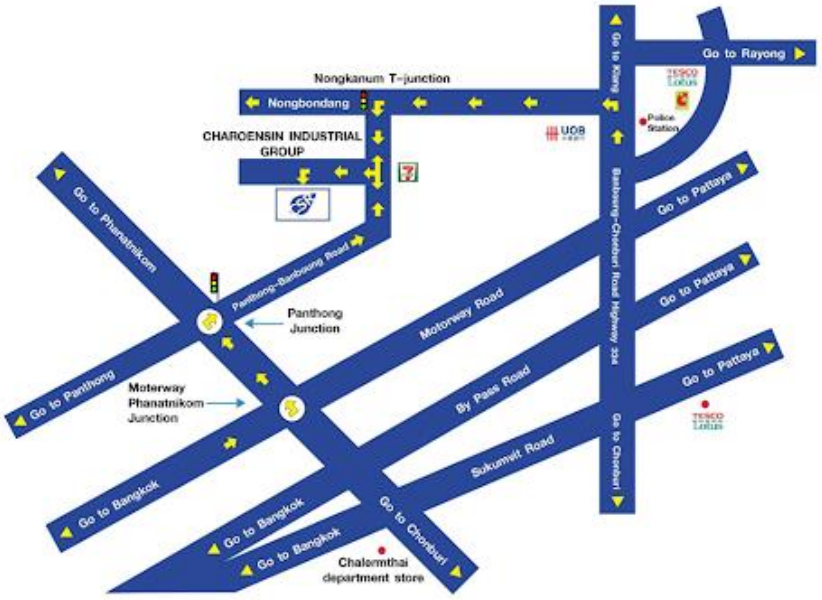
ลงทะเบียน : 2004 (17 สิงหาคม 2547)

ทุนจดทะเบียน : 90.00 ล้านบาท

ประเภทผลิตภัณฑ์ : ยางคอมปาวด์

มาตรฐานโรงงาน : ISO 14001 ISO 9001 และ Environmental Managent System From Department of Industrial Works Registration date : September 25, 2015

สถานที่ตั้ง : 199/20 หมู่ 3 ตำบลบ้านบึง อำเภอบ้านบึง จังหวัดชลบุรี 20170



รูปที่ 1 แผนที่บริษัท ซี เอส รับเบอร์ อินดัสทรี่ จำกัด

1.1 บริบทของสถานประกอบการที่ฝึกงานประกอบด้วย

บริษัท ซี เอส รับเบอร์ อินดัสทรี่ จำกัด เป็นส่วนหนึ่งของบริษัทในกลุ่มเจริญสินที่ร่วมทุน ระหว่างกลุ่มเจริญสินกับไต้หวัน ก่อตั้งขึ้นในปีพ.ศ. 2547 มีความเชี่ยวชาญในการผลิตยางคอมปาวด์ สามารถจัดหาวัตถุดิบและยางต่างๆ เพื่อพัฒนาสูตรยางให้เหมาะสมตามความต้องการของลูกค้าในอุตสาหกรรมต่างๆได้ คุณภาพและความน่าเชื่อถือเป็นสิ่งที่บริษัทให้ความสำคัญ การควบคุมกระบวนการต่างๆ ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตมีคุณภาพตามมาตรฐานที่กำหนดซึ่งสามารถสอบกลับได้ มีความคงที่สม่ำเสมอและเชื่อถือได้ จุดมุ่งหมายที่สำคัญของบริษัท คือ การจัดหาผลิตภัณฑ์ที่ดีและเหมาะสมที่สุดแก่ลูกค้า

นโยบายที่สำคัญของบริษัท ซี เอส รับเบอร์ อินดัสทรี่ จำกัด

1. มีความมุ่งมั่นผลิตผลิตภัณฑ์ยางเพื่อตอบสนองความพึงพอใจสูงสุดของลูกค้า
2. คุณภาพสอดคล้องกับข้อกำหนดของลูกค้า กฎหมายที่เกี่ยวข้อง และส่งมอบตรงเวลา
3. คำนึงถึงความปลอดภัยมีการปรับปรุงและพัฒนาประสิทธิผลของระบบคุณภาพอย่างต่อเนื่อง

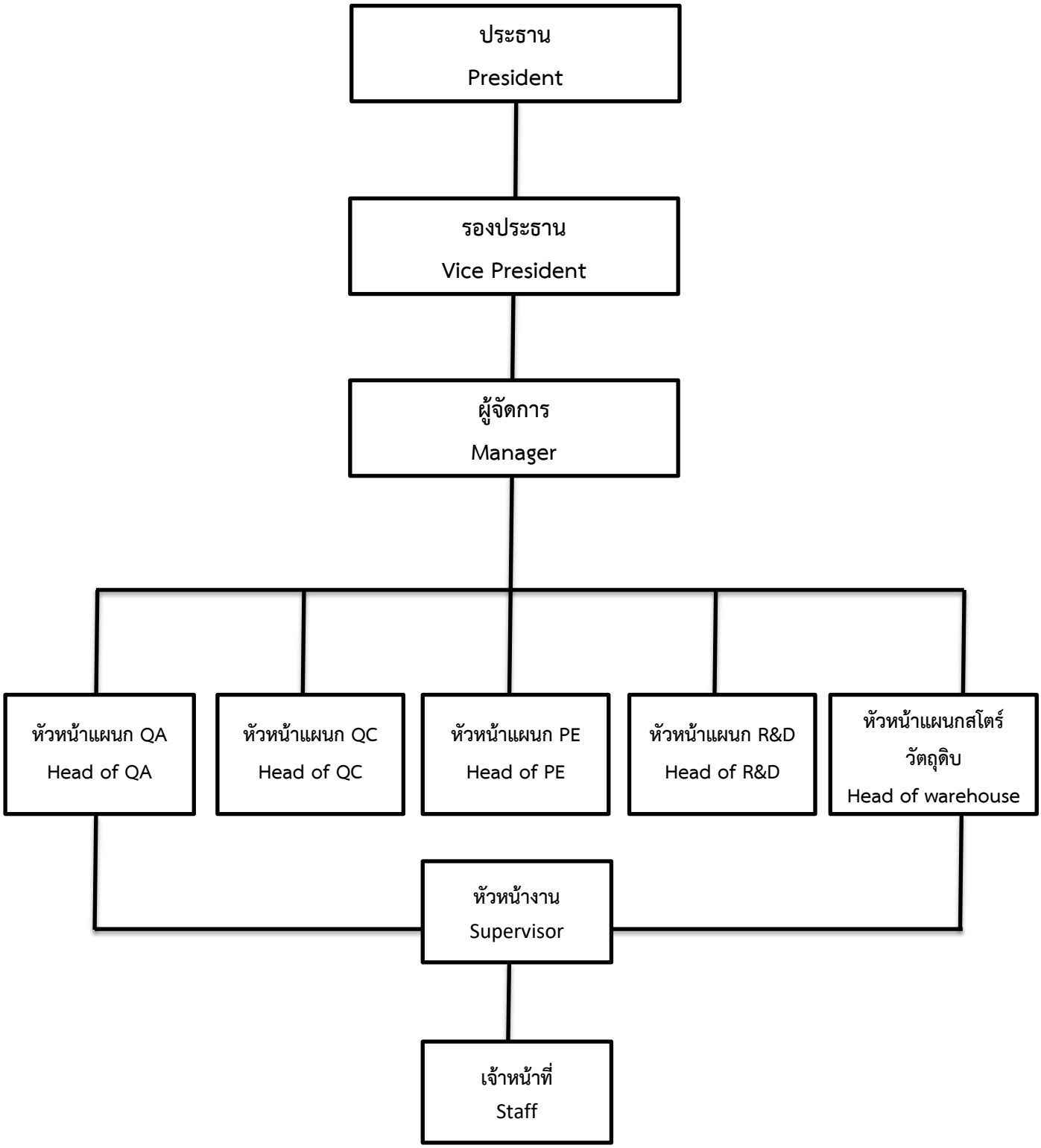
นโยบายสิ่งแวดล้อม

1. ปฏิบัติตามกฎหมายและข้อกำหนดต่างๆ ทางด้านสิ่งแวดล้อม
2. มีการปกป้องและป้องกันมลพิษและมลภาวะจากขยะ ฝุ่น ละออง และอื่นๆ ที่เกิดขึ้น
3. อนุรักษ์การใช้พลังงานและทรัพยากรธรรมชาติ
4. มีการสร้างจิตสำนึกต่อคุณภาพของสิ่งแวดล้อม
5. ปรับปรุงระบบการจัดการสิ่งแวดล้อมอย่างต่อเนื่อง

ผลิตภัณฑ์

ยางคอมปาวด์	คุณสมบัติ	ตัวอย่างการนำไปใช้
ยางคอมปาวด์ NR	- มีสมบัติความทนต่อแรงดึงและความยืดหยุ่นสูง - มีสมบัติเชิงกลและเชิงพลวัตที่ดี - มีความทนทานต่อการล้าตัวสูง - ทนทานต่อการสึกหรอ - อุณหภูมิใช้งานอยู่ในช่วง -55 ถึง 100 ºC	ยางล้อตัน ล้อรถบรรทุก ล้อรถยนต์ แบริ่ง ยางรัดของ กาว พื้นรองเท้า ยางรองแท่นเครื่อง
ยางคอมปาวด์ NBR	- มีความทนทานต่อน้ำมันและสารเคมีได้ดี - มีความต้านทานการสึกหรอสูง - อุณหภูมิใช้งานอยู่ในช่วง -40 ถึง 100 ºC	ซีล โอริง ปะเก็น ไดอะแฟรม ยางที่ต้องสัมผัสกับน้ำมัน ท่อส่งน้ำมัน
ยางคอมปาวด์ EPDM	- มีความทนทานต่อสภาพอากาศได้ดี - มีความทนทานต่อกรด สารเคมี และ โอโซน - มีสมบัติเชิงกลค่อนข้างดี - อุณหภูมิใช้งานอยู่ในช่วง - 40 ถึง 150 °C	ท่อยางหม้อน้ำรถยนต์ ยางขอบประตู ขอบหน้าต่าง โอริง ยางปัดน้ำฝน ฉนวนหุ้มสายเคเบิ้ล
ยางคอมปาวด์ CR	- มีความทนทานน้ำมัน - มีสมบัติการหน่วงไฟ - อุณหภูมิใช้งานอยู่ในช่วง -40 ถึง 100 °C	ยางปลอกสายเคเบิ้ล ท่อน้ำมัน สายพาน ยางซีล ท่อยางเสริมแรง
ยางคอมปาวด์ SBR	- มีความทนทานการสึกหรอ - อุณหภูมิใช้งานอยู่ในช่วง -50 ถึง 150 °C	พื้นรองเท้า สายพาน ลำเลียง กาว
ยางคอมปาวด์ NBR/PVC	- มีความทนทานต่อน้ำมัน - อุณหภูมิใช้งานอยู่ในช่วง -20 ถึง 100 °C	ท่อ ท่อน้ำทิ้ง บุช
ยางคอมปาวด์ Butyl	- มีความสามารถในการให้ก๊าซซึมผ่านได้น้อย - ทนกรด ทนออกซิเจน ทนโอโซน - อุณหภูมิใช้งานอยู่ในช่วง -20 ถึง 100 °C	ยางในของรถยนต์ จุกปิดขวด กาว คุชชั่น ยางเคลือบ สายพาน

โครงสร้างองค์กร



บทที่ 2 การฝึกสหกิจศึกษา

ตอนที่ 2.1 การฝึกสหกิจศึกษาที่บริษัท ซี เอส รับเบอร์ อินดัสทรี่ จำกัด

ระยะเวลาฝึกสหกิจศึกษา ตั้งแต่วันที่ 1 เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2564 ถึงวันที่ 29 เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2564 รวมระยะเวลาการทำงาน 78 วัน เป็นจำนวน 624 ชั่วโมง โดยฝึกงานวันจันทร์ถึงวันเสาร์ ตั้งแต่เวลา 8.00 น. ถึง 17.00 น. วันละ 8 ชั่วโมง เป็นจำนวน 12 สัปดาห์

ตารางที่ 1แผนการดำเนินงาน

ลำดับที่	กิจกรรม	เดือนที่											
		สัปดาห์ที่				สัปดาห์ที่				สัปดาห์ที่			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	การฝึกงานแผนก R&D (Research and Development) เป็นระยะเวลา 1 เดือน เรียนรู้กระบวนการทำงานในแผนกศึกษาชนิดของยางและสารเคมี การใช้เครื่องผสมยางแบบเปิดและแบบปิด	■	■										
2	การออกสูตรยางธรรมชาติกำหนดความแข็ง 50 Shore A และยาง NBR (Acrylonitrile Butadiene Rubber) กำหนดความแข็ง 60 Shore A โดยใช้เครื่องผสมสองลูกกลิ้งในการผสม			■	■								
3	การฝึกงานแผนก PE (Process Engineer) เรียนรู้กระบวนการทำงานในแผนก ได้รับมอบหมายหัวข้อโปรเจคเรื่อง “การศึกษาความสัมพันธ์ของความหนืดมูนี่กับความแข็งของยาง” ตั้งวัตถุประสงค์ สมมติฐาน และรวบรวมข้อมูล					■	■						
4	การฝึกใช้เครื่องผสมยางสองลูกกลิ้งให้ชำนาญและได้รับมอบหมายวิธีการทดลองทำโปรเจค โดยผสมยางคอมพาวด์ 3 สูตร สูตรละ 3 แบทช์ โดยแต่ละแบทช์ใช้เวลาในการผสม 30 , 40 และ 50 นาที						■	■					
5	การทดสอบพฤติกรรมการวัลคาไนซ์ของยางคอมปาวด์ทั้ง 3 สูตรด้วยเครื่อง MDR , Mooney viscometer							■	■				
6	การเตรียมตัวอย่างสำหรับการทดสอบสมบัติเชิงกลของยางทั้ง 3 สูตรด้วยเครื่องอัดเบ้า (Compression mold)									■	■		
7	การทดสอบและวิเคราะห์สมบัติเชิงกลของยางวัลคาไนซ์ทั้ง 3 สูตร										■	■	
8	สรุปผลการทดสอบ และจัดทำรายงาน											■	■

2.1.1 ความรู้ที่ได้นำไปใช้

1) สามารถนำความรู้ที่ได้เรียนทั้งทางทฤษฎี และทางปฏิบัติมาปรับใช้กับงานจริง โดยการเรียนในห้องเรียน นิสิตไม่สามารถมองเห็นการทำงานหน้างานได้จริง ๆ บางครั้งอาจจะไม่เข้าใจในกระบวนการอย่างถ่องแท้ หรือยังมองไม่เห็นภาพเท่าที่ควร แต่เมื่อมาทำงานจริง จากที่มีความรู้ทางทฤษฎีแล้ว สามารถนำความรู้พื้นฐานเหล่านั้นมาทำความเข้าใจเพิ่มมากขึ้น มองเห็นถึงปัญหาที่พบเจอจริงๆ ซึ่งเป็นปัญหาที่พบหน้างาน ไม่สามารถเรียนรู้ได้จากในห้องเรียน

2) เรื่องการปรับใช้ชีวิตในการทำงาน การตรงต่อเวลา ซื่อสัตย์สุจริตต่อตนเอง ผู้อื่น และองค์กร การแต่งกายสุภาพเรียบร้อยตามระเบียบของมหาวิทยาลัยและบริษัทฯ ที่ฝึกงาน การปฏิบัติตามกฎระเบียบของบริษัทฯ การมีจิตอาสา มีน้ำใจต่อผู้อื่น เชื่อมั่นในตนเอง กล้าคิด กล้าถาม มีความสุภาพอ่อนน้อมต่อทุกคนที่เกี่ยวข้องไม่ว่าจะเป็น พี่เลี้ยง ผู้ที่ไปติดต่องาน หรือบุคลากรในบริษัท การรับผิดชอบงานที่ได้รับและทำอย่างเต็มที่ รู้จักกาลเทศะพร้อมปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อม

2.1.2 ลักษณะงานที่ฝึก

1) แผนกวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ (R&D)

ในส่วนของงานประจำ ได้ศึกษาเกี่ยวกับชนิดและคุณสมบัติของยางและสารเคมี ช่วยเตรียมยางและสารเคมี ช่วยผสมยางและสารเคมีด้วยเครื่องเครื่องผสมยางสองลูกกลิ้ง (Two roll mill) และเครื่องผสมยางแบบปิด (Kneader)

ได้รับมอบหมายให้ฝึกทดสอบออกสูตรยางคอมปาวด์ ได้แก่ ยางธรรมชาติ (Natural Rubber) และยาง NBR (Acrylonitrile Butadiene Rubber) โดยใช้เครื่องผสมยางสองลูกกลิ้ง (Two roll mill) ให้ตรงตามสมบัติที่กำหนดให้ ดังนี้

ตารางที่ 2 สมบัติที่กำหนดให้ในการออกสูตรยางธรรมชาติ

Original properties	Unit	Test method	Specification	Result
Specific gravity (Cure)	g /cm^3	ASTM D 297	1.20 ± 0.03	1.17
Hardness	Shore A	ASTM D 2240	50 ± 5	54
Tensile strength	MPa	ASTM D 412	>15.7	17.9
Elongation at break	%	ASTM D 412	>400	446.60
Modulus 300 %	MPa	ASTM D 412	-	2.41

ตารางที่ 3 สมบัติที่กำหนดให้ในการออกสูตรยางธรรมชาติ หลังถูกบ่มเร่งด้วยความร้อน ที่อุณหภูมิ 70 °C เป็นเวลา 70 ชั่วโมง

Original properties	Unit	Test method	Specification	Result
Hardness	Shore A	ASTM D 2240	>47	53.5
Tensile strength	MPa	ASTM D 412	>13.24	16.16
Elongation at break	%	ASTM D 412	>375	345.59
Modulus 300 %	MPa	ASTM D 412	-	12.42

ตารางที่ 4 การออกสูตรยางธรรมชาติ

ส่วนผสม	สูตรที่ 1 (phr)	สูตรที่ 2 (phr)	สูตรที่ 3 (phr)
ยางแผ่นรมควันชั้น 3	100	100	100
เขม่าดำ (N 550)	60	30	30
แป้ง (Calofil 100)	40	30	30
ZnO (White seal)	4	4	4
Stearic acid	1	1	1
PEG 4000	2	2	2
Oil C (Paraffin oil)	40.56	8	8
TMQ	1.5	1.5	1.5
Sulphur	2.5	2.5	2.5
TMTD	2	2	2
MBTS	1	1	-
DPG	-	-	1

ตารางที่ 5 ผลการทดสอบยางคอมปาวด์ยางธรรมชาติ

Original properties	Unit	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
Hardness	Shore A	62	67	54
Tensile strength	MPa	11.67	8.14	17.89
Elongation at break	%	313.25	212.64	446.60
Modulus 300 %	MPa	-	-	9.35

ตารางที่ 6 สมบัติที่กำหนดให้ในการออกสูตรยาง NBR

Original properties	Unit	Test method	Specification	Result
Specific gravity (Cure)	g /cm^3	ASTM D 297	1.17 ± 0.03	1.18
Hardness	Shore A	ASTM D 2240	60 ± 3	55
Tensile strength	MPa	ASTM D 412	>15.7	20.17
Elongation at break	%	ASTM D 412	>400	600.77
Modulus 300 %	MPa	ASTM D 412	-	5.48

ตารางที่ 7 การทดลองออกสูตรยาง NBR

ส่วนผสม	สูตรที่ 1 (phr)	สูตรที่ 2 (phr)
ยาง ZETPOL 2020L	100	100
เขม่าดำ (N 330)	40	50
แป้ง (Calofil 100)	30	20
ZnO (White seal)	4	4
Stearic acid	1	1
PEG 4000	2	2
Oil A (Aromatic oil)	28	35
TMQ	1.5	1.5
Sulphur	1.5	1.5
TMTD	-	-
MBTS	1.25	1.25
DPG	1	1

ตารางที่ 8 ผลการทดสอบยางคอมปาวด์ NBR

Original properties	Unit	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2
Hardness	Shore A	54	55
Tensile strength	MPa	21.88	20.17
Elongation at break	%	567.28	600.77
Modulus 300 %	MPa	5.80	5.48

อภิปรายผลการทดสอบ

การทดสอบออกสูตรยางธรรมชาติ

จากผลการทดสอบ สูตรที่ 3 เป็นเพียงสูตรเดียวที่มีผลการทดสอบตรงตามสมบัติที่กำหนด โดยมีค่าความแข็ง 54 Shore A ค่าความทนต่อแรงดึง 17.89 MPa และค่าระยะยืด ณ จุดขาด 446.60 % ส่วนสมบัติหลังการบ่มเร่งของสูตรที่ 3 ให้ผลการทดสอบที่เป็นไปตามข้อกำหนด

การทดสอบออกสูตรยาง NBR

จากผลการทดสอบ สูตรที่ 1และสูตรที่ 2 ให้ผลการทดสอบใกล้เคียงกับข้อกำหนด โดยทั้ง 2 สูตรมีค่าผลการทดสอบความทนต่อแรงดึง 21.88 และ 20.17 MPa ตามลำดับ และค่าระยะยืด ณ จุดขาด 567.28 และ 600.77 % ตามลำดับ แต่มีค่าความแข็งต่ำกว่าสมบัติที่กำหนด คือ 54 และ 55 Shore A ตามลำดับ

2) แผนกวิศวกรรมออกแบบกระบวนการผลิต (PE)

ในส่วนของงานประจำ ได้ศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการผลิตยางคอมปาวด์ การใช้เครื่องชั่งน้ำหนักยางและสารเคมีอัตโนมัติ การใช้เครื่องป้อนข้อมูลลำดับการผสมยางคอมปาวด์อัตโนมัติ ได้รับมอบหมายหัวข้อโครงงาน เรื่อง การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความหนืดมูนี่กับความแข็งของยาง

ตอนที่ 2.2 การฝึกสหกิจศึกษาที่ศูนย์ถ่ายทอดเทคโนโลยียางเพื่อชุมชน

2.2.1 การทำโครงงาน เรื่อง การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความหนืดมูนี่กับความแข็งของยาง

2.2.1.1 สารเคมี

1) ยางแผ่นรมควันชั้น 3 (RSS 3) ผลิตโดย ชุมนุมสหกรณ์กองทุนสวนยาง จ.พัทลุง จำกัด

2) ยางสไตรีนบิวทาไดอีน (Styrene-Butadiene Rubber, SBR) ผลิตโดย บริษัท ไฮ-ซายน์ จำกัด

3) ซิงค์ออกไซด์ ทรานพาเรนท์ (Zinc oxide transparent, ZnO) ทำหน้าที่เป็นสารกระตุ้น (Activator) ผลิตโดย บริษัท METOXIDE THAILAND LTD.

4) กรดสเตียริก (Stearic acid) ทำหน้าที่เป็นสารช่วยบดย่อยยางทำให้ยางนิ่มเร็วขึ้น และเป็นสารกระตุ้น (Activator) ผลิตโดย บริษัท IOI ACIDCHEM SDN. BHD.

5) โพลีเอทิลีน ไกลคอล 4000 (PEG 4000) ทำหน้าที่เป็นสารช่วยในกระบวนการผลิต ผลิตโดย บริษัท DONGNAM CHEMICAL CO., LTD.

6) ซิลิกา (Silica) ทำหน้าที่เป็นสารตัวเติมชนิดเสริมแรง ผลิตโดย บริษัท Behn Meyer Chemicals (M) Sdn. Bhd.

7) แคลเซียมคาร์บอเนต (Calcium carbonate, $CaCO_3$) ทำหน้าที่เป็นสารตัวเติมชนิดไม่เสริมแรง ผลิตโดย บริษัท SAND AND SOIL INDUSRY CO., LTD

8) น้ำมันพาราฟิน (Paraffin oil) ทำหน้าที่เป็นสารช่วยในกระบวนการผลิต ผลิตโดย บริษัท SOUTH CITY PETROCHEM CO., LTD

9) ไซเลน (Si-69) ทำหน้าที่เป็นสารเติมแต่งที่เพิ่มอันตรกิริยาระหว่างยางกับสารเสริมแรง ผลิตโดย บริษัท Behn Meyer Chemicals (M) Sdn. Bhd.

10) ไดเบนโซไทอาซิลไดซัลไฟด์ (Dibenzothiazyldisulfide, MBTS) ทำหน้าที่เป็นสารตัวเร่งปฏิกิริยา ผลิตโดย บริษัท WILLING NEW MATERIALS TECHNOLOGY CO., LTD

11) ไซโคลเฮกซิลเบนโซไทอาโซลซัลโฟนาไมด์ (N-Cyclohexylbenzothia zole-2-sulfonamide, CBS) ทำหน้าที่เป็นสารตัวเร่งปฏิกิริยา ผลิตโดย บริษัท SHANDONG DEREK NEW MATERIALS CO., LTD.

12) กำมะถัน (Sulfur, S) ทำหน้าที่เป็นสารคงรูป ผลิตโดย บริษัท เอเชีย โพลีคอม จำกัด

2.2.1.2 เครื่องมือและอุปกรณ์

1) เครื่องชั่งสาร เป็นเครื่องชั่งระบบดิจิตัล ทศนิยม 2 ตำแหน่ง ผลิตโดย บริษัท OHAUS จำกัด

รูปที่ 2 เครื่องชั่งสาร

2) เครื่องบดผสมยางสองลูกกลิ้ง (Two roll mill) ยี่ห้อหงส์ยาวไทย ใช้ในการผสมยางเข้ากับสารเคมี ให้เป็นเนื้อเดียวกัน ผลิตโดย บริษัท หงส์ยาวไทย จำกัด

รูปที่ 3 เครื่องบดผสมยางสองลูกกลิ้ง (Two roll mill)

3) เครื่องทดสอบความหนืดมูนี่ของยาง (Mooney viscometer) ยี่ห้อ EKTRON รุ่น EKT-2003M ใช้สำหรับหาค่าความหนืดของยางคอมปาวด์ จัดจำหน่ายโดย บริษัท Southern Calibration Service Co.,Ltd.

รูปที่ 4 เครื่องทดสอบความหนืดของยาง (Mooney viscometer)

4) เครื่องทดสอบสมบัติการคงรูปของยาง (Moving Die Rheometer) ยี่ห้อ U-CAN รุ่น MDR-U6S ใช้สำหรับหาเวลาการคงรูปของยาง และเวลาสุกของยางก่อนกำหนด จัดจำหน่ายโดย บริษัท Southern Calibration Service Co.,Ltd.

รูปที่ 5 เครื่องทดสอบสมบัติการคงรูปของยาง (Moving Die Rheometer)

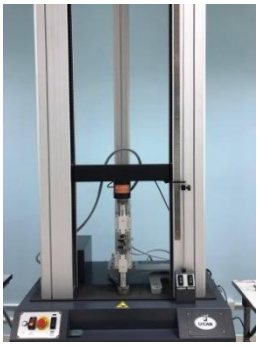
5) เครื่องอัดเบ้า (Compression Molding Machine) ยี่ห้อ หงส์ยาวไทย ใช้ในการขึ้นรูปตัวอย่างชิ้นงานเพื่อใช้ในการทดสอบสมบัติยางวัลคาไนซ์ ผลิตโดย บริษัท หงส์ยาวไทย จำกัด

รูปที่ 6 เครื่องอัดเบ้า (Compression Molding Machine)

6) เครื่องทดสอบความแข็ง (Automatic Hardness Tester) ยี่ห้อ TECLOCK รุ่น GX-02 เป็นเครื่องมือใช้สำหรับวัดความแข็งของยางตัวอย่าง จัดจำหน่ายโดย บริษัท Southern Calibration Service Co.,Ltd.

รูปที่ 7 เครื่องทดสอบความแข็ง (Autometic Hardness Tester)

7) เครื่องทดสอบความทนต่อแรงดึง (Tensile strength Tester) ยี่ห้อ U-CAN รุ่น UT-2080 ใช้สำหรับทดสอบความทนต่อแรงดึง และระยะยืดเมื่อขาดของตัวอย่างยางคงรูป โดยทดสอบตามมาตรฐาน ASTM D412 โดยใช้เครื่องตัดชิ้นตัวอย่างรูปดัมเบลล์ แบบ C จัดจำหน่ายโดย บริษัท Southern Calibration Service Co.,Ltd.



รูปที่ 8 เครื่องทดสอบความทนต่อแรงดึง (Tensile strength Tester)

2.2.2 วิธีการดำเนินโครงงาน

2.2.2.1 การผสมยางด้วยเครื่องบดผสมยางสองลูกกลิ้ง โดยการเตรียมสารเคมีแต่ละสูตรดังแสดงในตารางที่ 9 เป็นจำนวน 3 สูตร สูตรละ 3 แบทช์ ทำความสะอาดเครื่องบดผสมยางสองลูกกลิ้ง (Two roll mill) ผสมยางทั้ง 3 แบทช์ของสูตรที่ 1 โดยแต่ละแบทช์ ใช้เวลาในการผสม 30 40 และ 50 นาที ตามลำดับ เริ่มจากการนวดยางให้นิ่ม เป็นเวลา 3 นาที จากนั้นใส่สารตัวกระตุ้น คือ ซิงค์ออกไซด์ ทรานพา-เรนท์ กรดสเตียริก โพลีเอทิลีน ไกลคอล 4000 ตามลำดับ จากนั้นเติมสารตัวเติม คือ ซิลิกา แคลเซียมคาร์บอเนต สลับกับน้ำมันและสารคู่ควบไซเลน คือ น้ำมันพาราฟิน และSi-69 กรีดยางและพับยางสลับไปมาเพื่อให้สารเคมีกระจายตัวในยาง เป็นเวลาแบทช์ละ 25 35 และ 45 นาที ตามลำดับ เมื่อสารเคมีเข้ากับยางดีแล้ว จึงใส่สารตัวเร่งกับสารวัลคาไนซ์ คือ MBTS, CBS และซัลเฟอร์ ตามลำดับ กรีดยางและม้วนยางอีกครั้งเพื่อให้สารเคมีทั้งหมดกระจายตัวในยางได้มากยิ่งขึ้นโดยใช้เวลาในการกรีดยางและม้วนยางแบทช์ละ 5 นาที สูตรที่ 2 และสูตรที่ 3 ทำการผสมยางเช่นเดียวกันกับสูตรที่ 1 ดังที่กล่าวมาข้างต้น

ตารางที่ 9 สูตรยางคอมปาวด์ที่ใช้ในการทดลอง

ส่วนผสม	**สูตรที่ 1 HN 80 (phr)**	**สูตรที่ 2 HN 70 (phr)**	**สูตรที่ 3 HN 50 (phr)**
ยาง RSS 3	60	40	60
ยาง SBR	40	60	40
ZnO (Transparent)	5	3	3
Stearic acid	2	1	1
PEG 4000	3	3	3
Silica	65	60	40
$CaCO_3$	40	-	15
Paraffin oil	-	7	25
Si-69	2	2	2
MBTS	1.5	1.5	1.5
CBS	1	1	1
Surful	2.8	2.8	2.8

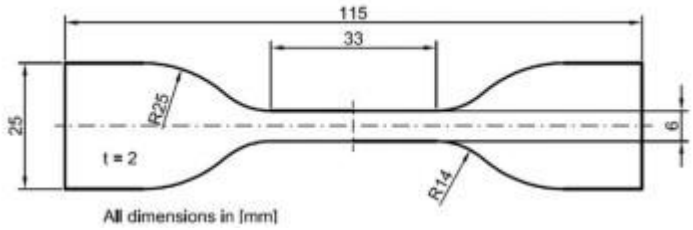
2.2.3 การทดสอบสมบัติของยางคอมปาวด์

2.2.3.1 การทดสอบความหนืดของยางคอมปาวด์ ด้วยเครื่องทดสอบความหนืดมูนี่ของยาง (Mooney viscometer) ที่อุณหภูมิ 125 °C เป็นเวลา 4 นาที เพื่อหาค่าความหนืดของยาง โดยใช้โรเตอร์ขนาดเล็กในการทดสอบ และตัดชิ้นตัวอย่างยางคอมปาวด์แบทช์ละ 3 คู่ (แบทช์ละ 6 ชิ้น) ชิ้นละ 12.5 กรัม

2.2.3.2 การทดสอบสมบัติการคงรูปของยางคอมปาวด์ ด้วยเครื่องทดสอบสมบัติการคงรูปของยาง (Moving Die Rheometer) ที่อุณหภูมิ 150°C เป็นเวลา 20 นาที เพื่อหาระยะเวลาในการคงรูป โดยเครื่องทดสอบจะรายงานผลเป็นค่าทอล์คต่ำสุด (ML) ค่าทอล์คสูงสุด (MH) ค่าเวลาสกอร์ช (Scorch time ,TS2) และ เวลาการคงรูป90% (Cure time,TC90) โดยตัดชิ้นตัวอย่างแบทช์ละ 2 ชิ้น

2.2.4 การทดสอบสมบัติของยางวัลคาไนซ์

2.2.4.1 การทดสอบความทนต่อแรงดึง (Tensile test) โดยตัดชิ้นตัวอย่างเป็นรูปดัมเบลล์ ตามมาตรฐาน ASTM D412 ด้วยเครื่องตัดชิ้นทดสอบ die C ดังรูปที่ 9จากนั้นวัดความหนาของชิ้นทดสอบ 3 ตำแหน่ง และหาค่าเฉลี่ยความหนาที่วัดได้ แล้วนำไปทดสอบสมบัติความทนต่อแรงดึง โดยใช้ความเร็วในการดึง 500 mm/min บันทึกค่าความทนต่อแรงดึง ค่า 100% มอดูลัส (100% Modulus) และค่าระยะยืดเมื่อขาด (Elongation at break) เป็นจำนวนแบทช์ละ 3 ชิ้น



รูปที่ 9 ชิ้นทดสอบรูปดัมเบลล์ตามมาตรฐาน ASTM D412 แบบ Die C

ค่าความทนต่อแรงดึง คือ ค่าแรงดึงสูงสุดที่ทำให้ชิ้นทดสอบขาด (หน่วยที่บันทึกได้จากเครื่องคือ นิวตัน, N) ต่อพื้นที่หน้าตัดของชิ้นทดสอบ (mm^2) ดังสมการที่ 2.1 จะได้ค่าความทนต่อแรงดึงมีหน่วยเป็น N/mm^2 หรือ MPa

$$\text{Tensile strength} = \frac{\text{maximum load}}{A} \qquad (2.1)$$

โดย

Maximum load คือ แรงดึงสูงสุดที่ทำให้ชิ้นทดสอบขาด (N)

A คือ พื้นที่หน้าตัดของชิ้นทดสอบขณะยังไม่ยืด (mm^2)

การยืดเมื่อขาด คือ ความสามารถของชิ้นทดสอบที่จะยืดออก ได้โดยไม่เกิดการแตกหักเสียหาย จะแสดงเป็นค่าร้อยละหรือเปอร์เซ็นต์ของความยาวเดิม ซึ่งจะเกิดขึ้น ทันทีที่มีการขาดของชิ้นทดสอบ การคำนวณดังสมการ 2.2

$$\text{Elongation at break} = 100 \times \frac{(L - L_0)}{L_0} \qquad (2.2)$$

โดย

L คือ ระยะยืดชิ้นทดสอบสามารถยืดตัวได้จนขาด (mm)

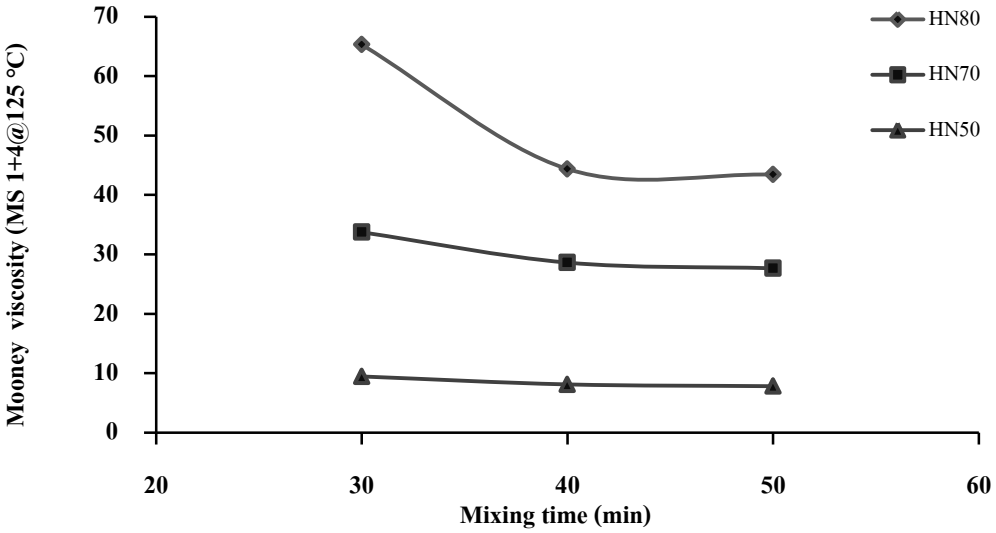
L_0 คือ ระยะกำหนดก่อนทำการทดสอบ (mm)

2.2.4.2 การทดสอบความแข็ง (Hardness) โดยทดสอบตามมาตรฐาน ASTM D2240 ซึ่งเป็นการวัดความแข็งแบบ shore A และใช้เครื่องวัดความแข็งแบบ Autometic Hardness ใช้หัวกดยางค้างไว้ จากนั้นอ่านค่าความแข็งที่วัดได้

2.2.5 ผลและการวิเคราะห์ผลการทดสอบสมบัติของยาง

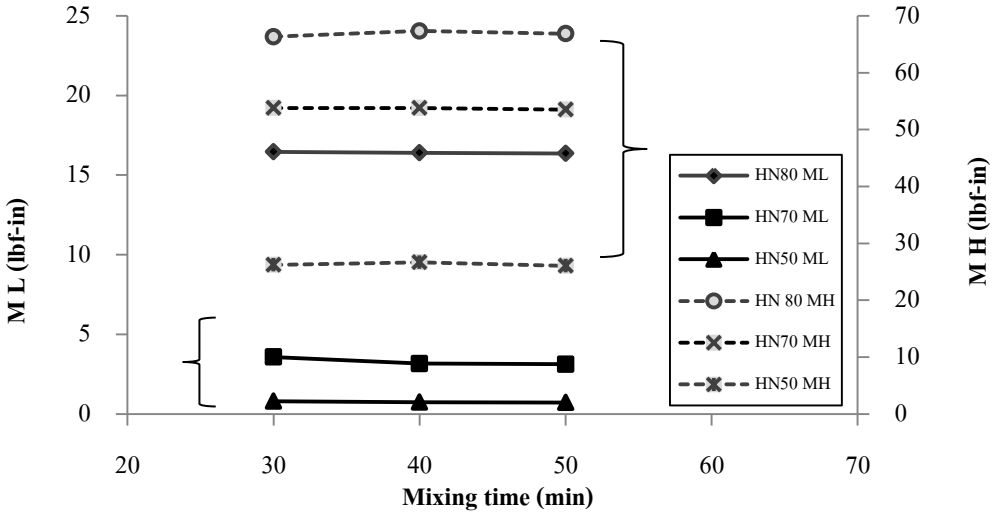
2.2.5.1 การศึกษาอิทธิพลของเวลาในการผสมต่อค่าความหนืด พฤติกรรมการวัลคาไนซ์ ความแข็ง และความต้านทานต่อแรงดึง

2.2.5.1.1 อิทธิพลของเวลาในการผสมต่อสมบัติของยางคอมปาวด์



รูปที่ 10 อิทธิพลของเวลาในการผสมต่อค่าความหนืดมูนี่ (Mooney viscosity) ของยางคอมปาวด์

จากรูปที่ 10 สูตรยาง HN 80 เป็นสูตรยางที่มีค่าความหนืดมูนี่สูงที่สุด ตามด้วย สูตรยาง HN 70 และสูตรยาง HN 50 ตามลำดับ โดยทั้ง 3 สูตรมีค่าความหนืดมูนี่ลดลงตามระยะเวลาการผสมที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากระยะเวลาการผสมที่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้สายโซ่โมเลกุลของยางขาดออกจากกันได้มากขึ้น จึงทำให้น้ำหนักโมเลกุลของยางลดลง ค่าความหนืดมูนี่ของยางคอมปาวด์จึงลดลง จากผลการทดลองจะเห็นว่าความแตกต่างของค่าความหนืดมูนี่ของยางสูตร HN 80 จะลดลงอย่างมากเมื่อเวลาในการผสมเพิ่มขึ้น ในขณะที่สูตร HN 50 มีค่าความหนืดมูนี่ลดลงเพียงเล็กน้อย เมื่อเวลาในการผสมเพิ่มขึ้น เนื่องจากการทดสอบความหนืดมูนี่ ในครั้งนี้ ใช้โรเตอร์เล็ก ทำให้สูตรยางที่มีค่าความหนืดต่ำ จะเห็นการเปลี่ยนแปลงน้อยลง



รูปที่ 11 อิทธิพลของเวลาในการผสมต่อค่าทอล์คต่ำสุดและค่าทอล์คสูงสุดของยางคอมปาวด์

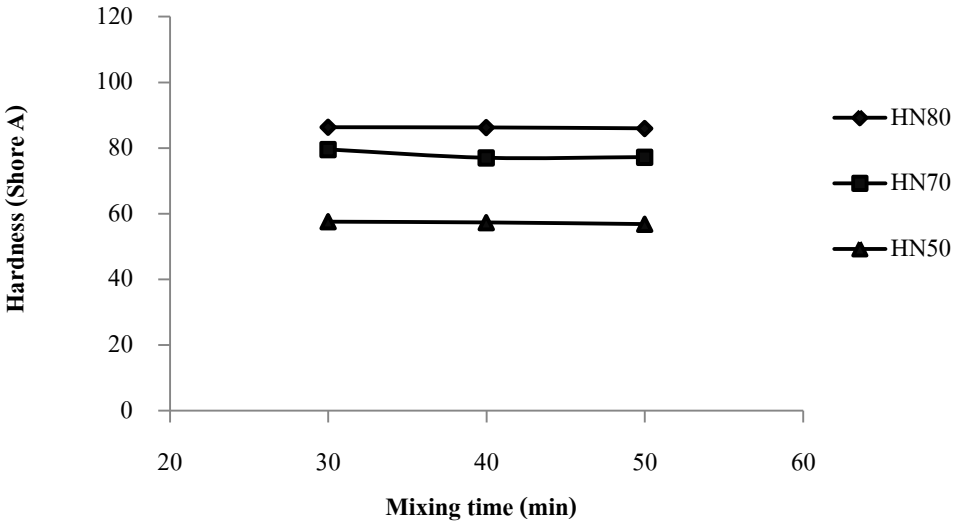
จากรูปที่ 11 สูตรยาง HN 80 มีค่าทอล์คต่ำสุด และค่าทอล์คสูงสุดมากที่สุด เนื่องจากสูตรยาง HN80 เป็นสูตรยางที่มีค่าความหนืดมากที่สุด และมีปริมาณซิลิกามากที่สุดในสูตรยาง ทำให้ค่าทอล์คต่ำสุดและค่าทอล์คสูงสุด สูงกว่าสูตรอื่นๆ

จากผลการทดสอบพบว่า เมื่อเวลาในการผสมเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่าทอล์คต่ำสุดลดลงเล็กน้อย ในขณะที่ค่าทอล์คสูงสุด ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากระยะเวลาที่เพิ่มขึ้น แม้จะส่งผลให้โมเลกุลของยางสั้นลง แต่ปริมาณการเชื่อมโยงโมเลกุลของยางด้วยกำมะถันมีปริมาณเท่ากัน ทำให้ค่าทอล์คสูงสุด มีค่าไม่แตกต่างกัน นอกจากนี้ผลของการเพิ่มเวลาในการผสม ไม่ส่งผลต่อเวลาการวัลคาไนเซชัน กล่าวคือ แม้เวลาในการผสมจะเพิ่มขึ้น แต่ค่าเวลาสกอร์ช และค่าเวลาการคงรูป ของยางคอมปาวด์ไม่มีความแตกต่างกัน ดังแสดงตารางที่ 10

ตารางที่ 10 ผลการทดสอบระยะเวลาในการคงรูป และระยะเวลาสกอร์ช

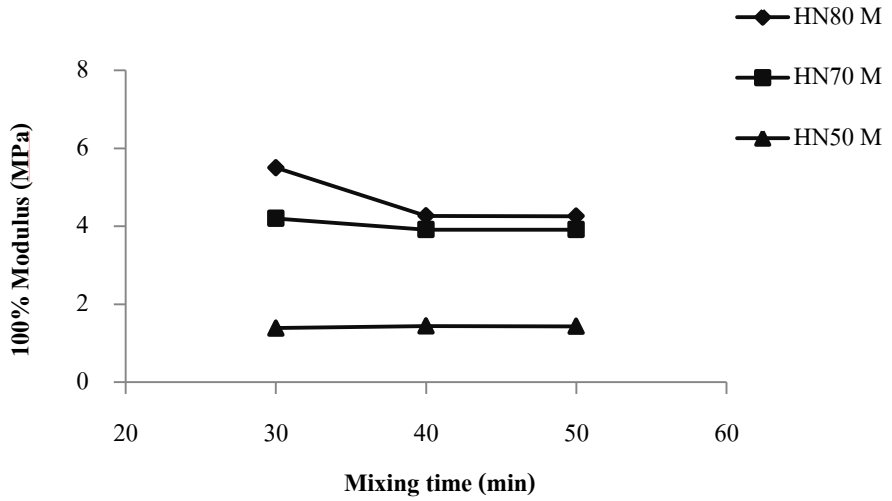
สูตรยาง	TC90			average	TS2			average
	1	2	3		1	2	3	
HN 80-30	5.81	5.25	5.71	5.59 ± 0.30	1.93	2.00	2.25	2.06 ± 0.17
HN 80-40	5.61	5.00	5.63	5.41 ± 0.36	1.65	1.70	1.61	1.65 ± 0.05
HN 80-50	6.40	4.85	5.78	5.68 ± 0.78	2.00	1.98	2.50	2.16 ± 0.29
HN70-30	9.50	9.10	9.11	9.24 ± 0.23	2.48	2.50	2.50	2.49 ± 0.01
HN70-40	8.81	8.71	8.63	8.72 ± 0.09	2.53	2.40	2.56	2.50 ± 0.09
HN70-50	9.33	9.86	9.90	9.70 ± 0.32	2.83	3.20	3.50	3.18 ± 0.34
HN50-30	7.36	6.38	6.35	6.70 ± 0.57	3.00	2.45	2.48	2.64 ± 0.31
HN50-40	5.76	5.75	5.81	5.77 ± 0.03	2.33	2.23	2.36	2.31 ± 0.07
HN50-50	6.33	6.40	6.28	6.34 ± 0.06	2.58	2.60	2.48	2.55 ± 0.06

2.2.5.1.2 อิทธิพลของเวลาในการผสมต่อสมบัติเชิงกลของยางวัลคาไนซ์



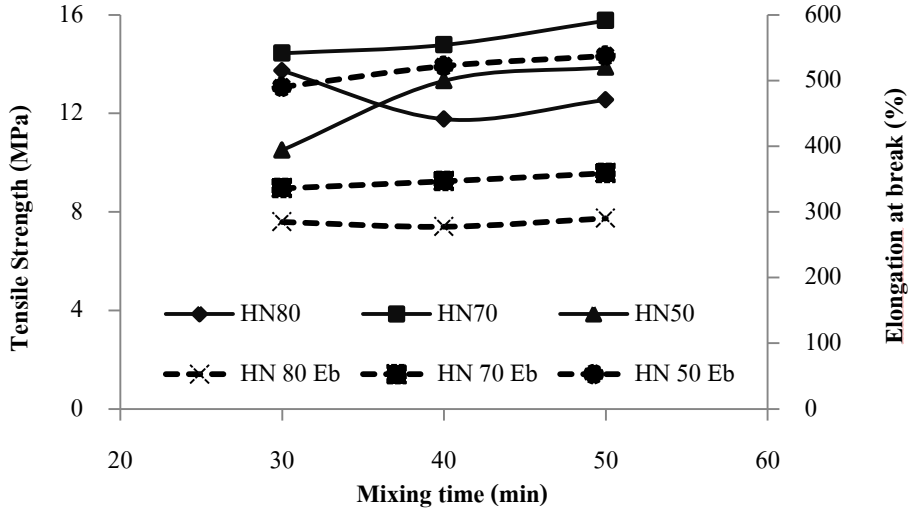
รูปที่ 12 อิทธิพลของเวลาในการผสมต่อค่าความแข็ง (Hardness) ของยางวัลคาไนซ์

จากรูปที่ 12 พบว่า เวลาในการผสมยางที่เพิ่มขึ้น ไม่มีผลต่อค่าความแข็งของยาง เนื่องจากความแข็งของยางได้รับอิทธิพลมาจากชนิดและปริมาณของสารตัวเติม และปริมาณของสารวัลคาไนซ์ ดังนั้นแม้เวลาในการผสมยางจะเพิ่มขึ้น แต่มีผลต่อความแข็งของยางวัลคาไนซ์ต่ำ ผลจากการทดสอบความแข็ง มีผลที่สอดคล้องกับค่าทอล์คสูงสุดของยางที่แสดงในรูปที่ 11



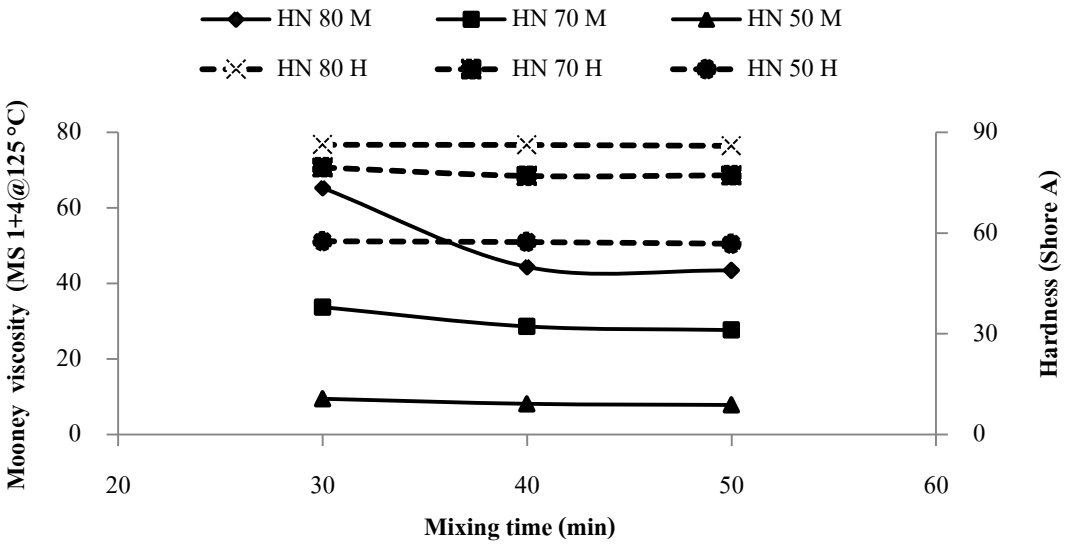
รูปที่ 13 เวลาในการผสมกับค่า 100% มอดูลัส ของยางวัลคาไนซ์

จากรูปที่ 13 เมื่อเวลาในการผสมที่เพิ่มขึ้น ส่งผลต่อค่า 100% มอดูลัสของยางวัลคาไนซ์ทั้งสามสูตรเพียงเล็กน้อย เนื่องจากค่า 100% มอดูลัสของยางมีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณการเชื่อมโยงในยาง กล่าวคือ หากมีปริมาณการเชื่อมโยงสูงจะส่งผลให้ค่า 100% มอดูลัส มีค่าที่สูงขึ้น ในขณะเดียวกัน ระยะยืดเมื่อขาดจะต่ำลง ดังนั้นจากการทดลองในครั้งนี้พบว่า เวลาในการผสม มีผลน้อยมากต่อค่าทอล์คสูงสุด ค่าความแข็งของยาง และค่า 100% มอดูลัสเพียงเล็กน้อย



รูปที่ 14 อิทธิพลของเวลาในการผสมต่อค่าความทนต่อแรงดึง และค่าระยะยืดเมื่อขาดของยางวัลคาไนซ์

จากรูปที่ 14 เมื่อเวลาในการผสมเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ความทนต่อแรงดึง และค่าระยะยืดเมื่อขาดของยางทั้งสามสูตรมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เนื่องจากเวลาในการผสมที่นานขึ้น จะช่วยให้สารตัวเติมในยางกระจายตัวได้ดีขึ้น ทำให้ความแข็งแรงของยางเพิ่มขึ้น

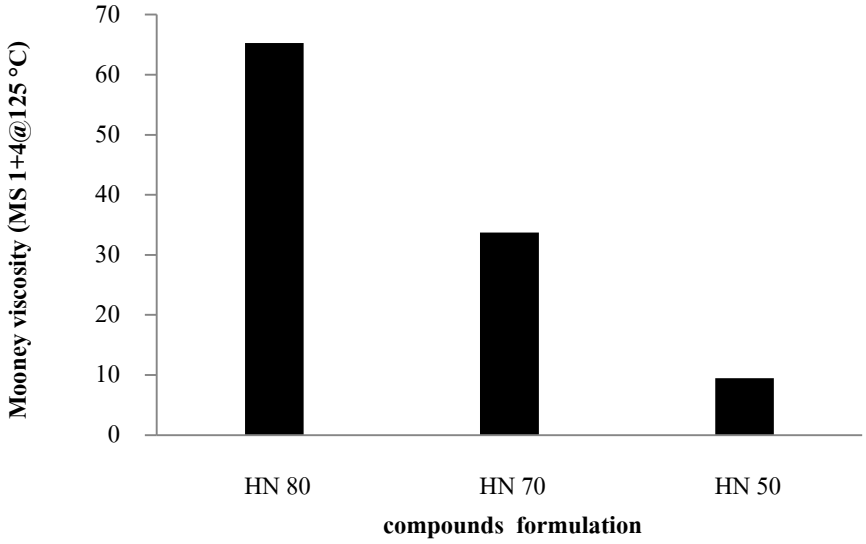


รูปที่ 15 อิทธิพลของเวลาในการผสมต่อค่าความหนืดมูนี่ และค่าความแข็งของยาง

จากรูปที่ 15 เมื่อเวลาในการผสมเพิ่มขึ้น ค่าความหนืดมูนี่มีแนวโน้มลดลง ซึ่งมีแนวโน้มเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับค่าความแข็งยาง คือ เมื่อค่าความหนืดมูนี่ลดลง ค่าความแข็งของยางจะลดลงเช่นเดียวกัน แต่เวลาในการผสมที่เพิ่มขึ้นนั้น มีผลต่อค่าความแข็งของยางต่ำ เนื่องจากความแข็งของยางได้รับอิทธิพลมาจากชนิดและปริมาณของสารตัวเติม และปริมาณสารวัลคาไนซ์

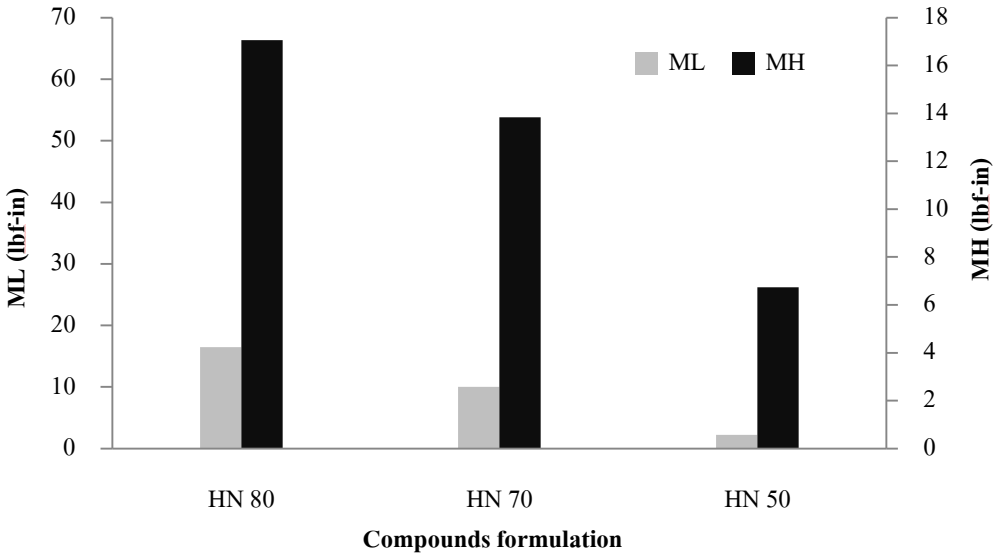
2.2.5.2 การศึกษาค่าความหนืด พฤติกรรมการวัลคาไนซ์ และสมบัติเชิงกลของยางผสมสูตรต่างๆ

2.2.5.2.1 การศึกษาสมบัติของยางคอมปาวด์ของยางสูตรต่างๆ



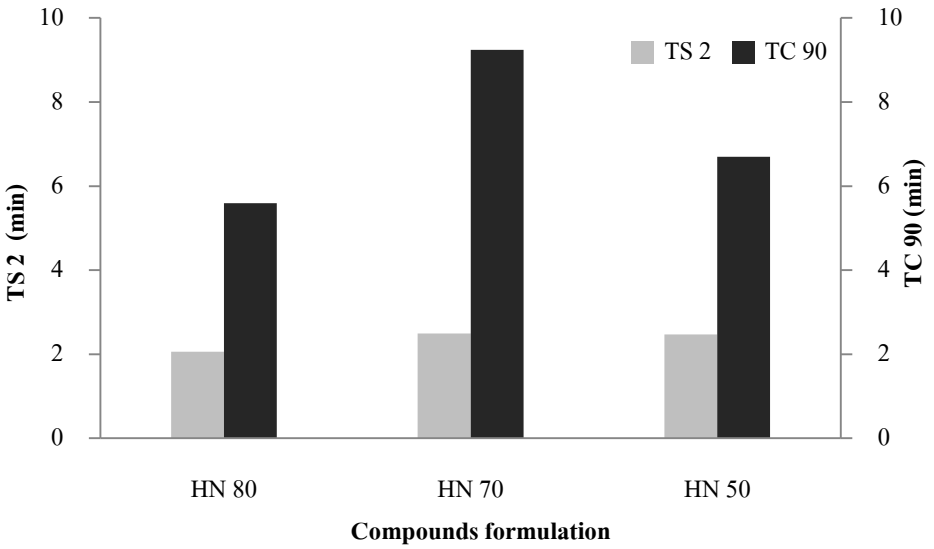
รูปที่ 16 ค่าความหนืดมูนี่ของยางคอมปาวด์สูตรต่างๆ

จากรูปที่ 16 สูตรยาง HN 80 เป็นสูตรยางที่มีค่าความหนืดมูนี่สูงที่สุด ตามด้วยสูตรยาง HN70 และสูตรยาง HN 50 ตามลำดับ เนื่องจากสูตรยาง HN 80 มีปริมาณของสารตัวเติมรวมกันสูงที่สุด และไม่มีการใช้น้ำมันเพื่อช่วยในการผสม ในขณะที่สูตร HN70 และ HN50 มีการใช้สารตัวเติมในปริมาณที่น้อยลง และมีการใช้น้ำมันช่วยในการผสมเพิ่มขึ้นตามลำดับ จึงส่งผลให้ค่าความหนืดมูนี่ของยางสูตร HN 80 สูงกว่า HN70 และ HN50 ตามลำดับ



รูปที่ 17 ค่าทอล์คต่ำสุด และค่าทอล์คสูงสุดของยางคอมปาวด์สูตรต่างๆ

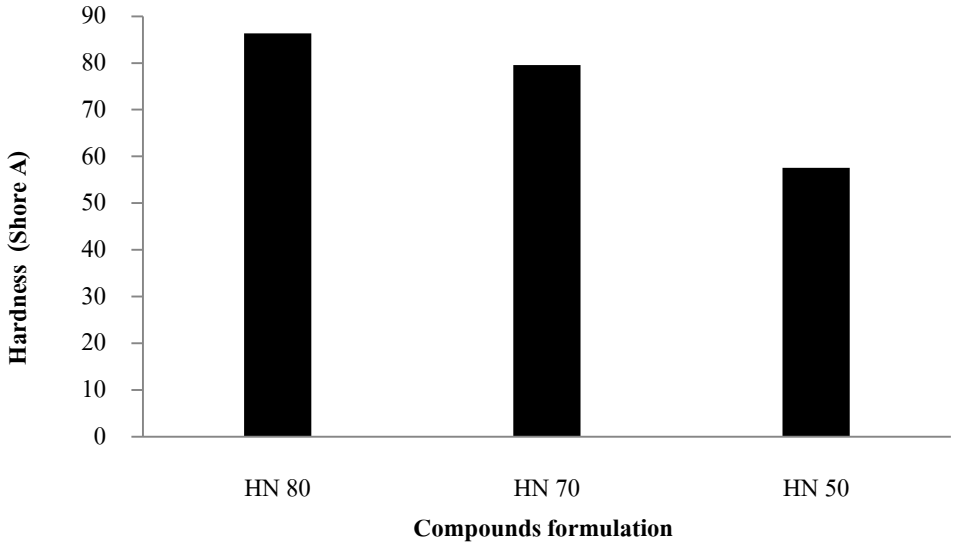
จากรูปที่ 17 สูตรยาง HN 80 มีค่าทอล์คต่ำสุด และค่าทอล์คสูงสุด สูงที่สุด ตามด้วยสูตรยาง HN 70 และสูตรยาง HN 50 ตามลำดับ เนื่องจากสูตรยาง HN 80 เป็นสูตรยางที่มีค่าความหนืดสูงที่สุด และมีการเติมซิลิกามากที่สุดในสูตรยาง



รูปที่ 18 ค่าระยะเวลาสกอร์ช และค่าระยะเวลาการคงรูปของยางคอมปาวด์สูตรต่างๆ

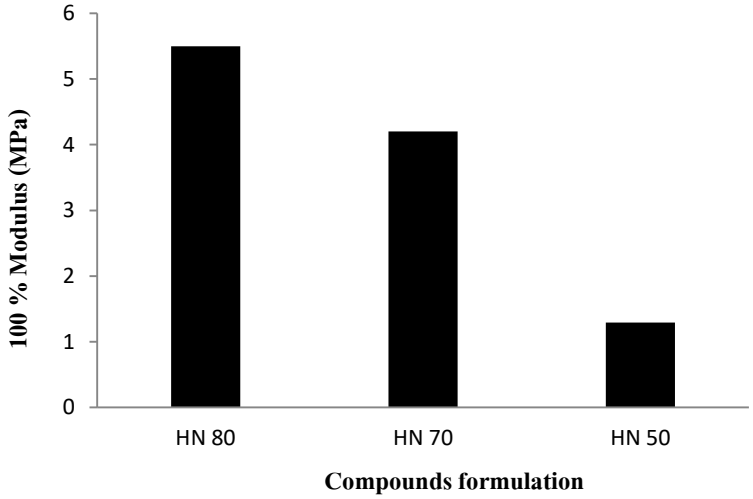
จากรูปที่ 18 สูตรยาง HN 80 มีค่าระยะเวลาสกอร์ช และค่าระยะเวลาในการคงรูป ต่ำกว่าสูตร HN 70 และสูตร HN 50 ซึ่งค่าระยะเวลาสกอร์ช และค่าระยะเวลาในการคงรูปที่ต่ำ บ่งบอกได้ว่า ยางนั้นเกิดการวัลคาไนซ์ได้เร็ว เนื่องจากสูตรยาง HN80 มีปริมาณของซิลิกาอยู่มากกว่าสูตร HN 70 และสูตร HN 50 ถึงแม้ซิลิกาจะเป็นกรดที่สามารถทำให้ปฏิกิริยาวัลคาไนซ์เกิดได้ช้า แต่สูตร HN 80 มีปริมาณของสารตัวกระตุ้นมากกว่าสูตร HN 70 และสูตร HN 50 จึงส่งผลให้สูตร HN 80 เกิดการวัลคาไนซ์ได้เร็วกว่า

2.2.5.2.2 การศึกษาสมบัติเชิงกลของยางวัลคาไนซ์สูตรต่างๆ



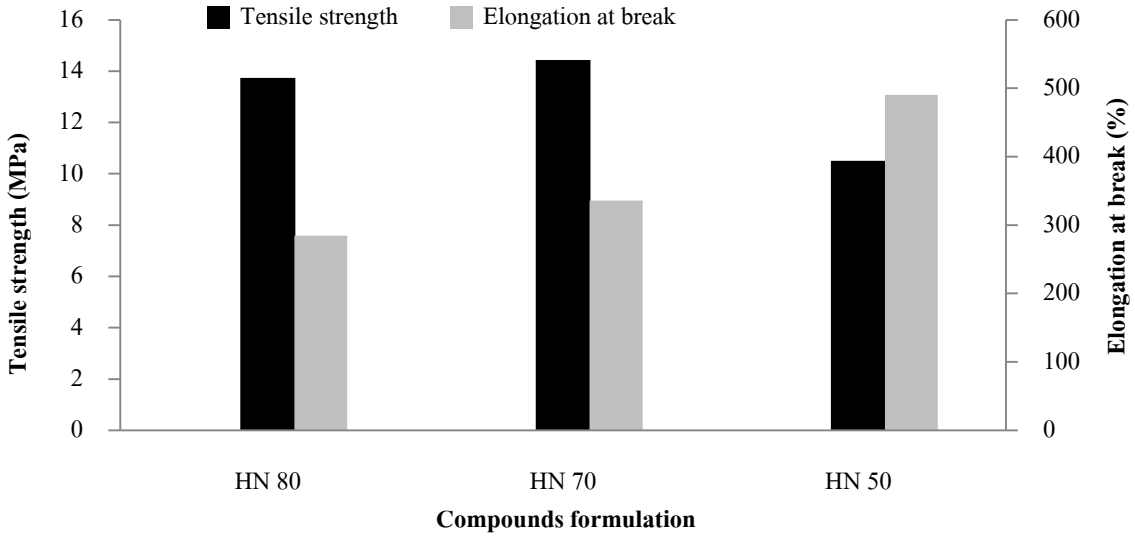
รูปที่ 19 ค่าความแข็งของยางวัลคาไนซ์สูตรต่างๆ

จากรูปที่ 19 สูตรยาง HN 80 มีค่าความแข็งสูงที่สุด ในขณะที่สูตรยาง HN 70 และสูตรยาง HN 50 มีค่าความแข็งลดลงตามลำดับ เนื่องจากความแข็งของยางได้รับอิทธิพลมากจากชนิดและปริมาณของสารตัวเติม และปริมาณของสารวัลคาไนซ์ โดยทั้ง 3 สูตร มีสารวัลคาไนซ์ในปริมาณที่เท่ากัน แต่มีปริมาณและชนิดของสารตัวเติมไม่เท่ากัน ความแข็งจึงแตกต่างกัน



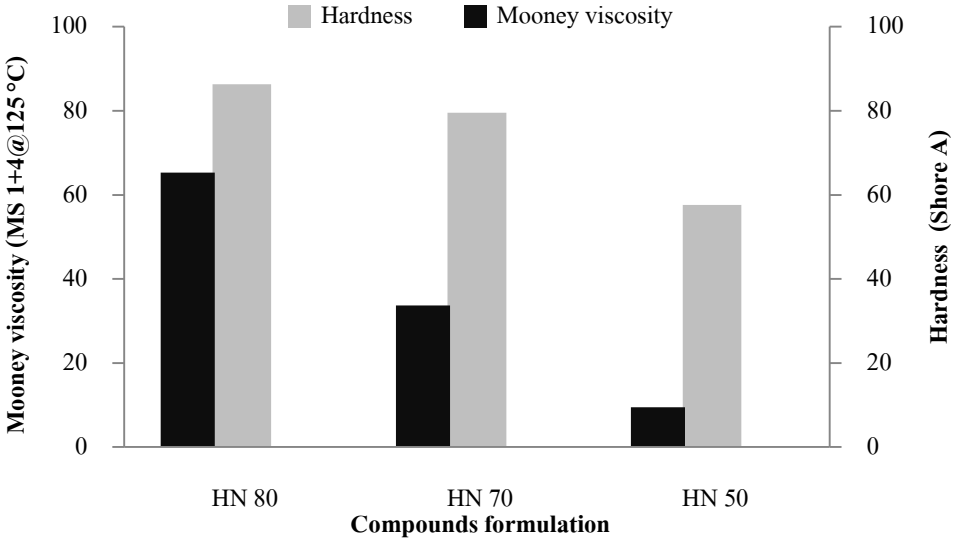
รูปที่ 20 ค่า 100% มอดูลัสของยางวัลคาไนซ์สูตรต่างๆ

จากรูปที่ 20 ผลการทดสอบพบว่ายางสูตร HN 80 มีค่า 100% มอดูลัสสูงที่สุด ในขณะที่สูตร HN70 และ HN50 มีค่าลดลงตามลำดับ เนื่องจากในสูตร HN80 มีปริมาณซิลิกามากที่สุด และมีการเติมสารคู่ควบไซเลน ทำให้เกิดแรงยึดเหนี่ยวระหว่างยางกับซิลิกาได้ดี จึงมีค่า 100% มอดูลัส สูงที่สุด



รูปที่ 21 ค่าความทนต่อแรงดึง และค่าระยะยืดเมื่อขาดของยางวัลคาไนซ์สูตรต่างๆ

จากรูปที่ 21 สูตรยาง HN 70 กับสูตรยาง HN 80 มีค่าความทนต่อแรงดึงใกล้เคียงกัน ส่วนสูตรยาง HN 50 มีค่าความทนต่อแรงดึงต่ำสุด เนื่องจากสูตรยาง HN 80 กับสูตรยาง HN 70 มีปริมาณสารตัวเติมเสริมแรงที่มากกว่าสูตรยาง HN 50 จึงส่งผลให้สูตรยาง HN 80 กับสูตรยาง HN 70 มีความแข็งแรงมากกว่า ทำให้มีค่าความทนต่อแรงดึงมากกว่า และหากพิจารณาเฉพาะ HN 80 และ HN 70 จะพบว่า HN70 มีค่าความทนต่อแรงดึง สูงกว่า HN 80 เล็กน้อย เนื่องจากในสูตร HN70 มีการใช้น้ำมันเพื่อช่วยในการผสม ทำให้ซิลิกากระจายตัวในยางได้ดีกว่า HN 80 ในขณะเดียวกันพบว่า สูตร HN 80 มีค่าระยะยืดเมื่อขาดต่ำที่สุด ซึ่งเป็นผลมาจากการที่ยางมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างยางกับซิลิกาสูง จึงส่งให้ความสามารถในการยืดของยางลดลง ค่าระยะยืดเมื่อขาด จึงมีค่าต่ำที่สุด



รูปที่ 22 ค่าความหนืดมูนี่ และค่าความแข็งของยางสูตรต่างๆ

จากรูปที่ 22 สูตร HN 80 เป็นสูตรที่มีค่าความหนืดมูนี่สูงที่สุด ซึ่งมีแนวโน้มเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับค่าความแข็ง กล่าวคือ สูตรที่มีค่าความหนืดมูนี่สูง ก็จะมีค่าความแข็งสูงตามไปด้วย ค่าความแข็งของยางสูตร HN 80 และสูตร HN 70 มีค่าใกล้เคียงกัน เนื่องจาก มีปริมาณของสารตัวเติมที่สูง แต่สูตร HN 70 จะมีน้ำมันที่ช่วยในการผสม จึงทำให้มีค่าความแข็งต่ำกว่าสูตร HN 80

2.3 สรุปผลการทดลอง

ผลจากการศึกษาอิทธิพลของเวลาในการผสม พบว่า เมื่อระยะเวลาในการผสมเพิ่มขึ้นค่าความหนืดมูนี่มีแนวโน้มลดลง ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับค่าความแข็ง ส่วนค่าความทนต่อแรงดึงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่เวลาในการผสมที่เพิ่มขึ้นนั้น ไม่มีผลต่อค่าทอล์คต่ำสุด ค่าทอล์คสูงสุด ค่าระยะเวลาสกอร์ช ค่าระยะเวลาคงรูป ค่า 100 % มอดูลัส และค่าระยะยืด ณ จุดขาด

ผลจากการศึกษาสูตรยางที่แตกต่างกัน พบว่า สูตรยาง HN 80 มีค่าความหนืดมูนี่มากที่สุด ซึ่งมีแนวโน้มเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับค่าความแข็ง และมีค่าทอล์คต่ำสุด ค่าทอล์คสูงสุด ค่าความเค้นที่ระยะยืด 100 % มากที่สุด เนื่องจากมีปริมาณสารตัวเติมรวมกันมากที่สุด และไม่มีการใช้น้ำมัน สูตรยาง HN 80 มีเวลาในการคงรูปสั้นกว่าสูตรยาง HN 70 และสูตรยาง HN 50 แต่มีค่าความทนต่อแรงดึงใกล้เคียงกับสูตรยาง HN 70

บทที่ 3 สิ่งที่ได้รับจากการฝึกงาน

3.1 ด้านการพัฒนาตนเอง

3.1.1 นิสิตได้ฝึกตัวเองให้เป็นคนที่มีระเบียบวินัยมากขึ้น เช่น การมาทำงานให้ตรงต่อเวลา

3.1.2 นิสิตได้ฝึกตนเองเรื่องความรับผิดชอบต่อหน้าที่งานที่ได้รับมอบหมาย

3.1.3 นิสิตได้ฝึกตนเองให้กล้าแสดงออก กล้าแสดงความคิดเห็น กล้าถาม

3.1.4 นิสิตได้ฝึกประสบการณ์การใช้ชีวิตในการทำงาน

3.1.5 นิสิตได้เรียนรู้มุมมองในการทำงาน

3.1.6 นิสิตได้นำวิชาความรู้ในการเรียนมาประยุกต์ใช้ในการฝึกงาน

3.2 ด้านการปรับตัวเข้ากับสังคม

3.2.1 การตรงต่อเวลาเป็นสิ่งที่สำคัญสำหรับการทำงานร่วมกับผู้อื่น

3.2.2 การรู้จักกาลเทศะ รู้ว่าอะไรควรทำไม่ควรทำ การวางตัวให้เหมาะสมกับผู้ใหญ่

3.2.3 การมีจิตอาสา มีน้ำใจต่อพี่ๆ บุคลากรและเพื่อนๆ ที่ฝึกงานด้วยกันจะทำให้สามารถทำงานร่วมกับคนอื่นได้ง่ายขึ้นและได้รับความเมตตาจากผู้ใหญ่

3.2.4 การปฏิบัติตามกฎระเบียบขององค์กร

3.2.5 การเปิดใจรับสิ่งใหม่ๆ ไม่มีอคติที่จะเรียนรู้ความรู้ใหม่ๆ เตรียมตัวที่จะเจอกับปัญหา และพร้อมที่จะแก้ไข

3.3 ด้านการทำงาน

3.3.1 เพิ่มความรู้ความสามารถในการปฏิบัติงาน เช่น การได้ลงมือทำจริง ได้เห็นปัญหา และการแก้ปัญหาหน้างานจริง ๆ

3.3.2 เพิ่มประสบการณ์ในการติดต่อประสานงานแผนกอื่น ๆ

3.3.3 การทดลองงานทำให้นิสิตเห็นข้อบกพร่องของตนเอง นำมาเพื่อการปรับปรุงแก้ไขพัฒนาตนเอง

บทที่ 4 ปัญหาและอุปสรรคในการฝึกงาน

4.1 ปัญหาและอุปสรรคในการฝึกงาน

4.1.1 ปัญหาในการฝึกงาน

1. การวางตัวเพื่อการทำงานร่วมกับผู้อาวุโสกว่า
2. ขาดความเข้าใจ ความรู้เกี่ยวกับศัพท์เฉพาะทาง
3. ขาดความมั่นใจในการสนทนากับผู้อาวุโสกว่า
4. การฝึกงานไม่ตรงตามเป้าหมายที่กำหนดเนื่องจากสถานการณ์โรคระบาด COVID-19
5. ขาดความกล้าแสดงออกในการสอบถาม

4.2 การแก้ไขปัญหาในการฝึกงาน

1. พยายามปรับตัวให้เข้ากับสังคมใหม่ใหม่ ๆ ไม่เครียด และพยายามพูดคุยให้ถูกกาลเทศะ

2. ศึกษาคำศัพท์ ทฤษฎี เนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการทำงานเพิ่มเติมและพยายามทำความเข้าใจ หรือถามพี่ๆที่ทำงาน

3. พยายามกล้าแสดงออก ไม่กังวล ศึกษาภาษาอังกฤษเพิ่มเติม ฝึกพูด ฝึกจำคำศัพท์เพื่อการสื่อสารในการทำงาน

4. ดูแลรักษาสุขภาพให้ดี และปฏิบัติตามมาตรการการป้องกันโรคระบาด COVID-19 อย่างเคร่งครัด

4.3 ข้อเสนอแนะสำหรับการฝึกงานของรุ่นน้องต่อไป

1. ผู้ที่สนใจจะฝึกงานที่บริษัท ซี เอส รับเบอร์ อินดัสทรี่ จำกัด จะต้องศึกษา และทำความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการผลิตยางคอมปาวด์ทฤษฎีที่เกี่ยวกับสารเคมีที่จำเป็น คุณสมบัติของยางแต่ละเกรด และชื่อทางการค้าของสารเคมีต่างๆ

2. มหาวิทยาลัยทักษิณ หรือคณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิชาวิศวกรรมยางและพอลิเมอร์ควร จัดให้มีการทัศนศึกษาและดูงานด้านธุรกิจเกี่ยวกับการผลิตยางคอมปาวด์และธุรกิจที่เกี่ยวกับการนำยางคอมปาวด์ไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์

3. ภาษาอังกฤษเป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างมากเพื่อการสื่อสาร

บรรณานุกรม

บริษัท ซี เอส รับเบอร์ อินดัสทรี่ จำกัด. (2561). ที่ตั้งและลักษณะการประกอบการ. ชลบุรี : บริษัท ซี เอส รับเบอร์ อินดัสทรี่ จำกัด. สืบค้นเมื่อวันที่ 15 กันยายน 2564, จาก http://www.csrubber.co.th

พงษ์ธร แซ่อุย. (2550). สารเคมียาง. ปทุมธานี : สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)

สถาบันพลาสติก. (2557). เทคโนโลยีการผลิตยางคอมปาวด์. กรุงเทพมหานคร : สถาบันพลาสติก. สืบค้นเมื่อวันที่ 12 พฤศจิกายน 2564, จาก http://rubber.oie.go.th

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล นางสาววริศรา วิทยา

รหัสนิสิต 612091041

วันเดือนปีเกิด 24 มิถุนายน 2542

ที่อยู่ปัจจุบัน 105/104 หมู่ 1 ต.วิชิต อ.เมือง จ.ภูเก็ต 83000

ข้อมูลติดต่อ film7580@gmail.com

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา โรงเรียนพุทธมงคลนิมิตร จ.ภูเก็ต

มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนพุทธมงคลนิมิตร จ.ภูเก็ต

มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติฯ ภูเก็ต จ.ภูเก็ต

อุดมศึกษา มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง