การเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกลของวัสดุที่ผลิตจากเส้นใยธรรมชาติเพื่อใช้ผลิตชิ้นส่วนภายในรถยนต์

A COMPARISON OF THE NATURAL FIBERS TO PRODUCE AUTOMOTIVE INTERIOR PARTS

พลรัชต์ บุญมี

ศุภชัย หลักคำ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณรายจ่าย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2560

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

การเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกลของวัสดุที่ผลิตจากเส้นใยธรรมชาติเพื่อใช้ผลิตชิ้นส่วนภายในรถยนต์

A COMPARISON OF THE NATURAL FIBERS TO PRODUCE AUTOMOTIVE INTERIOR PARTS

พลรัชต์ บุญมี

ศุภชัย หลักคำ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณรายจ่าย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2560

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ชื่อเรื่อง : การเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกลของวัสดุที่ผลิตจากเส้นใยธรรมชาติเพื่อใช้ผลิตชิ้นส่วนภายในรถยนต์
ผู้วิจัย : นายพลรัชต์ บุญมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มทร.พระนคร
นายศุภชัย หลักคำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มทร.พระนคร
พ.ศ. : 2560

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกลของวัสดุที่ผลิตจากเส้นใยผักตบชวา สับปะรส และอ้อย และศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตชิ้นส่วนภายในยานยนต์จากเส้นใยธรรมชาติ ชิ้นงานตัวอย่างจำนวน 9 ส่วนผสม ที่ผลิตจากเส้นใยธรรมชาติ ได้แก่ ผักตบชวา สับปะรด อ้อย และแกลบ และใช้น้ำยาประสาน ได้แก่ กาว โพลิเมอร์ และโพลิเมอร์ผสมฮาร์ดเดนเนอร์ ได้ถูกผลิตขึ้น โดยการควบคุมมวล และความหนาแน่นของชิ้นงาน การขึ้นรูปชิ้นงานถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ 1) ชิ้นงานชนิดบาง ซึ่งมีขนาด 3.5x14x1 cm ถูกนำไปทดสอบหาความสามารถการรับโมเมนต์ดัด 2) ชิ้นงานชนิดหนา ซึ่งมีขนาด 6.5x6.5x20 cm ถูกนำไปทดสอบหาความสามารถการดูดซับพลังงาน ผลการทดสอบพบว่าชิ้นงานที่ผลิตจากอ้อย แกลบ โดยมีกาวเป็นน้ำยาประสานสามารถรับความเค้นดัด และมีมอดุลัสความยืดหยุ่น ได้สูงกว่าชิ้นงานทดสอบอื่นมากถึงร้อยละ 80.63 และ 69.19 ตามลำดับ ในขณะที่การทดสอบหาความสามารถการดูดซับพลังงานพบว่าชิ้นงานที่ผลิตจากสับปะรด แกลบ โดยมีโพลิเมอร์เป็นน้ำยาประสานสามารถดูดซับพลังงานได้มากกว่าชิ้นงานอื่นมากถึงร้อยละ 51.58

Title : A comparison of the natural fibers to produce automotive interior parts
Researcher : Mr. Polrut Boonme, Faculty of Engineering, RMUTP
Mr. Supachai Lakkam, Faculty of Engineering, RMUTP
Year : 2017

ABSTRACT

This research aims to compare the mechanical properties of materials made from hyacinth, pineapple and sugarcane fibers, and also to study the feasibility of producing automotive interior parts from natural fibers. The 9 specimens that made from natural fiber such as water hyacinth, pineapple leaf fiber, sugar can and husk and there are also three different binders: glue, polymer and polymer plus hardener were produced. All of specimens were controlled mass and density. The specimens were classified into 2 types: 1) thin type, with a size of 3.5x14x1 cm in order to test the flexibility 2) thick type with a size of 6.5x6.5x20 cm for testing the ability to absorb energy. The test results showed that the specimen produced from sugar cane and husk using adhesive bonding able to receive bending stress and modulus of elasticity more than other specimens up to 80.63% and 69.19% respectively. While the ability to absorb energy from work piece made from pineapple leaf fiber and husks using polymer bender was able to absorb energy more than other work pieces 51.58%.

กิตติกรรมประกาศ

รายงานการวิจัยฉบับนี้สำเร็จด้วยการสนับสนุนทุนการวิจัยจากงบประมาณประจำปีงบประมาณ 2560 ทางคณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณต่อคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ได้ให้การสนับสนุนทุนวิจัยในครั้งนี้ ตลอดจนขอขอบคุณผู้ที่ให้ความร่วมมือและให้ความอนุเคราะห์ทุกท่านที่ไม่ได้กล่าวไว้ในที่นี้

คณะผู้วิจัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
ABSTRACT	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VI
สารบัญรูป	VII
บทที่ 1	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	4
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	4
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
บทที่ 2	5
2.1 ผักตบชวา	5
2.2 สับปะรด	7
2.3 อ้อย	8
2.4 มอดุลัสความยืดหยุ่น	9
2.5 ความหนาแน่น	10
2.6 การเคลื่อนที่ตามแนวเส้นตรง	10
2.7 โมเมนต์ดัด	10
2.8 การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ (Information) ที่เกี่ยวข้อง	11
บทที่ 3	13
3.1 การรวบรวมวัตถุดิบ และแปรรูปวัตถุดิบ	14
3.2 การสร้างแม่พิมพ์ และชุดจับยึดชิ้นงาน	14
3.3 การขึ้นรูปชิ้นส่วนสำหรับทดสอบ	16
3.4 การทดสอบความสามารถการรับโมเมนต์ดัด	17

3.5 การทดสอบความสามารถการดูดซับพลังงาน 20

บทที่ 4 24

4.1 ผลการทดสอบความสามารถการรับโมเมนต์ดัด 24

4.2 ผลการทดสอบความสามารถการดูดซับพลังงาน 26

4.3 สรุปผลการทดลอง 28

บทที่ 5 29

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน 29

5.2 ปัญหาและอุปสรรคในการทำโครงงาน 29

5.3 ข้อเสนอแนะ 30

บรรณานุกรม 31

ประวัติผู้วิจัย 32

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

ตารางที่ 3.1 ส่วนผสมที่ใช้ในการขึ้นรูป 16
ตารางที่ 3.2 ข้อมูลสภาวะการทดสอบความสามารถการรับโมเมนต์ดัด 18
ตารางที่ 3.3 ข้อมูลสภาวะการทดสอบความสามารถการดูดซับพลังงาน 20
ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบความสามารถการรับโมเมนต์ดัด 26
ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบความสามารถการดูดซับพลังงาน 27

สารบัญรูป

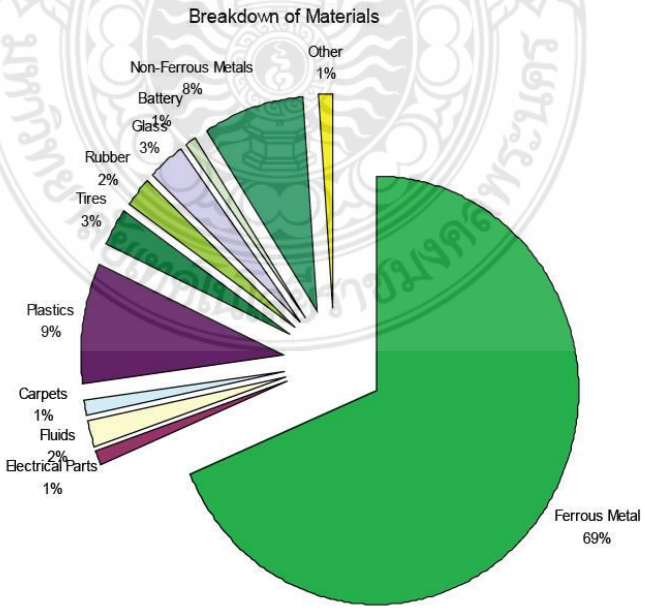
รูปที่ **หน้า**

รูปที่ 2.1 ดอกและลักษณะของผักตบชวา 5
รูปที่ 2.2 ต้นสับปะรด 7
รูปที่ 2.3 ลักษณะของต้นอ้อย 8
รูปที่ 2.4 ชานอ้อย 9
รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน 13
รูปที่ 3.2 แม่พิมพ์ 15
รูปที่ 3.3 แท่นจับยึดชิ้นงานทดสอบแบบหนา 15
รูปที่ 3.4 แท่นเครื่องทดสอบ (Universal tester machine) 18
รูปที่ 3.5 อุปกรณ์ชุดทดสอบแรงดัด 18
รูปที่ 3.6 การวัดระยะห่างระหว่างจุดรองรับ 19
รูปที่ 3.7 คอมพิวเตอร์ของชุดทดสอบ (Universal tester machine) 19
รูปที่ 3.8 วัสดุทดสอบหลังการทดสอบ 20
รูปที่ 3.9 แบบเครื่องจำลองการกระแทกแบบปล่อยตก 21
รูปที่ 3.10 แบบการติดตั้งอุปกรณ์วัดความเร่ง 22
รูปที่ 3.11 การติดตั้งชิ้นงานทดสอบ 22
รูปที่ 3.12 การวัดระยะห่างของจุดปะทะ 23
รูปที่ 3.13 ชิ้นงานทดสอบหลังการปะทะ 23
รูปที่ 4.1 ชิ้นงานชิ้นงานทดสอบโมเมนต์ดัด 24
รูปที่ 4.2 การเปรียบเทียบผลการทดสอบความสามารถการรับโมเมนต์ดัด 25
รูปที่ 4.3 การเปรียบเทียบความสามารถการดูดซับพลังงาน 27

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เนื่องจากปัจจุบันอุตสาหกรรมยานยนต์ได้มีการเติบโตและเข้ามามีบทบาทอย่างมากต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจภายในประเทศไทย ดังนั้นจึงทำให้เกิดการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์และยานพาหนะอย่างต่อเนื่องเป็นจำนวนมาก โดยประเทศไทยถือเป็นฐานการผลิตรถยนต์รายใหญ่ในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และเป็นฐานการผลิตรายใหญ่เป็นอันดับ 9 ของโลก ในขณะที่รถยนต์ถูกนำออกมาใช้บนท้องถนนเป็นจำนวนมาก ซากชิ้นส่วนยานยนต์ที่เกิดขึ้นจากการเสื่อมสภาพและเสียหายก็เพิ่มจำนวนขึ้นตามไปด้วย จากการสำรวจข้อมูลในเบื้องต้นจากองค์กร Green Vehicle Disposal ซึ่งทำการศึกษาเกี่ยวกับการกำจัดชิ้นส่วนยานยนต์ พบว่าพลาสติกเป็นวัสดุที่มีการใช้สูงถึงร้อยละ 9 มากเป็นอันดับที่ 2 รองจากโลหะในรถยนต์ ดังรูปที่ 1 และ 2 โดยวัสดุดังกล่าวได้ถูกนำไปใช้เป็นชิ้นส่วนภายในยานยนต์เป็นส่วนใหญ่ เนื่องจากสามารถขึ้นรูปได้ง่ายและไม่ประสบกับสภาวะอากาศที่แปรปรวนมากเกินไป



รูปที่ 1 สัดส่วนวัสดุที่นำมาใช้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์
ที่มา (http://www.greenvehicledisposal.com)

รูปที่ 2 ชิ้นส่วนภายในยานยนต์ที่ผลิตจากพลาสติก

แม้จะเป็นที่รู้กันดีว่าพลาสติกวัสดุที่ได้จากการสังเคราะห์จากน้ำมันดิบจะใช้เวลายาวนานในการย่อยสลายตามกระบวนการทางธรรมชาติ แต่อุตสาหกรรมยานยนต์ก็ยังหลีกเลี่ยงที่จะนำวัสดุดังกล่าวมาใช้เป็นชิ้นส่วนยานยนต์ไม่ได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกลุ่มอุตสาหกรรมยานยนต์จากประเทศญี่ปุ่นซึ่งมีแนวคิดในการออกแบบอายุการใช้งานของยานยนต์เพียง 5 ถึง 10 ปี เท่านั้น และอาศัยกระบวนการรีไซเคิลในการกำจัดวัสดุหลังหมดอายุการใช้งานซึ่งก็ยังไม่สามารถขจัดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมได้อย่างสิ้นเชิง เนื่องจากอุตสาหกรรมยานยนต์ของค่ายรถยนต์ญี่ปุ่นนั้นเป็นแบบการผลิตเชิงจำนวน(Mass production)

รูปที่ 3 ชิ้นส่วนภายในยานยนต์หลังหมดอายุการใช้งานในระหว่างกระบวนการย่อยสลาย

ในขณะที่กลุ่มอุตสาหกรรมยานยนต์จากค่ายยุโรป โดยเฉพาะอย่างยิ่งประเทศเยอรมันได้มีการตื่นตัวในด้านสิ่งแวดล้อม และมีแนวคิดในการออกแบบชิ้นส่วนยานยนต์ให้มีอายุการใช้งานได้มากกว่า 10ปี ขึ้นไป ได้มีการนำเอาวัสดุธรรมชาติมาประยุกต์ใช้เพื่อผลิตเป็นชิ้นส่วนยานยนต์ อีกทั้งยังมีความพยายามที่จะพัฒนาวัสดุดังกล่าวอย่างต่อเนื่อง แต่ยังคงเป็นเทคนิคที่เป็นความลับสำหรับค่ายรถยนต์ชั้นนำอยู่สำหรับส่วนประกอบวัสดุดังกล่าว

จากปัญหาดังกล่าว คณะผู้วิจัยจึงทำให้เกิดแนวคิดในการหาวัสดุชนิดใหม่เข้ามาทดแทนในการผลิตชิ้นส่วนภายในยานยนต์ โดยการสร้างชิ้นส่วนต้นแบบและทำการทดสอบค่าคุณสมบัติทางกล โดยเน้นการทดสอบไปที่คุณสมบัติทางกลพื้นฐานที่เกิดขึ้นขณะการใช้งาน เช่นความสามารถในการรับแรง, โมเมนต์ดัด, ความเค้น และความเครียด เป็นตัวชี้วัดถึงความสำเร็จเบื้องต้นของการศึกษา นอกจากนี้สิ่งที่สำคัญในการเลือกใช้วัสดุที่ต้องคำนึงถึงคือ การเลือกวัสดุเหลือใช้ที่สามารถหาได้ง่ายภายในประเทศและมีจำนวนมากเพียงพอต่อการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ และวัสดุดังกล่าวควรเป็นวัสดุที่สามารถนำกลับไปใช้ใหม่ได้หรือมีการย่อยสลายได้ด้วยตัวเอง อีกทั้งยังต้องมีความหนาแน่น หรือน้ำหนักที่ใกล้เคียงกับวัสดุที่ใช้ในปัจจุบัน เพื่อตอบสนองยุทธศาสตร์การลดอัตราการใช้พลังงานของยานยนต์ในอนาคต

ด้วยแนวคิดดังกล่าว คณะผู้วิจัยได้เล็งเห็นวัสดุเหลือใช้จากธรรมชาติที่มีอยู่ภายในประเทศไทยหลายชนิด เช่น ใยผักตบชวา, ใยกล้วย, ใยสับปะรด และ ใยป่านศรนารายณ์ เป็นต้น ซึ่งวัสดุดังที่ได้กล่าวมาในข้างต้นนั้น เป็นวัสดุที่ทางคณาจารย์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มทร.พระนคร เคยได้ทำการศึกษาการแปรรูปเส้นใย และนำวัสดุไปใช้ในด้านอื่น เช่น กระดาษใยสับปะรด, เชือกป่านศรนารายณ์, เชือกป่านกล้วย และวัสดุซับแรงกระแทกใยผักตบชวา เป็นต้น แต่ยังไม่มีการนำมาพัฒนาเพื่อการใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมยานยนต์ โดยวัสดุที่กล่าวมาทั้งหมดนั้นเป็นพืชที่ใช้อยู่ในภายในประเทศปัจจุบัน และมีปริมาณมากเพียงพอต่อการนำมาเป็นส่วนผสมในการผลิตชิ้นส่วนในอุตสาหกรรมยานยนต์

สำหรับประโยชน์ที่จะได้รับจากการพัฒนาวัสดุดังกล่าว นอกจากจะนำไปสู่การผลิตชิ้นส่วนยานยนต์แล้ว ยังส่งผลต่อการช่วยเร่งปฏิกิริยาการย่อยสลายหรือการนำกลับมาใช้ใหม่ของชิ้นส่วนยานยนต์ ในอีกทั้งยังเป็นการลดปัญหาสิ่งแวดล้อมจากวัสดุเหลือใช้ธรรมชาติที่มีมากเกินไป และวัชพืชทางน้ำที่สร้างปัญหากีดขวางการจราจรทางน้ำ และส่งผลกระทบทางอ้อมโดยเพิ่มมูลค่าให้กับวัสดุท้องถิ่นดังกล่าวด้วย ซึ่งจากแนวคิดดังกล่าว เชื่อว่าจะทำให้เกิดทางเลือกสำหรับการหาวัสดุทดแทนในการ

ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ภายในประเทศ และนำข้อมูลที่ได้ไปเป็นองค์ความรู้ในการพัฒนาการพัฒนาและออกแบบชิ้นส่วนยานยนต์ อีกทั้งยังช่วยส่งเสริมการวิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมการออกแบบยานยนต์ให้กับประเทศ ซึ่งเป็นประโยชน์ทั้งทางตรงและทางอ้อมที่ประเทศไทยจะได้รับ

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1) เพื่อทดสอบและเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกลของวัสดุที่ผลิตจากเส้นใยผักตบชวา สัปปะรส และอ้อย
2) เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตชิ้นส่วนภายในยานยนต์จากเส้นใยธรรมชาติ

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1) สร้างชิ้นงานทดสอบขนาดเล็กสำหรับการทดสอบแบบสถิต(Static load)
2) เปรียบเทียบคุณสมบัติทางกลของวัสดุที่ผลิตจากเส้นใย 3 ชนิด คือ เส้นใยผักตบชวา สัปปะรส และอ้อย
3) ทดสอบคุณสมบัติทางกลพื้นฐาน

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) ทราบคุณสมบัติทางกลของวัสดุที่ทำจากเส้นใยแต่ละประเภท
2) ได้วัสดุทางเลือกสำหรับอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์
3) ลดปัญหาสิ่งแวดล้อมจากชิ้นส่วนยานยนต์ที่หมดสภาพ
4) ลดปริมาณวัชพืชที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม
5) เพิ่มมูลค่าวัตถุอินทรีย์เหลือใช้ในประเทศ
6) ลดต้นทุนด้านวัตถุดิบในการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์
7) ก่อให้เกิดความร่วมมือทางด้านงานวิจัยระหว่างหน่วยงานภาครัฐและเอกชน
8) ผลิตนักวิจัยรุ่นใหม่ และพัฒนานักวิจัยรุ่นเก่าให้กับหน่วยงาน

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ผักตบชวา

ผักตบชวา (Water Hyacinth) เป็นพืชน้ำล้มลุกอายุหลายฤดู สามารถอยู่ได้ทุกสภาพน้ำ มีถิ่นกำเนิดในแถบลุ่มน้ำอะเมซอน ประเทศบราซิล ในทวีปอเมริกาใต้ มีดอก สีม่วงอ่อน คล้ายช่อดอกกล้วยไม้ และแพร่พันธุ์ได้อย่างรวดเร็วจนกลายเป็นวัชพืชที่ร้ายแรงในแหล่งน้ำทั่วไป มีชื่อเรียกในแต่ละท้องถิ่นดังนี้: ผักปอด, สวะ, ผักโรค, ผักตบชวา, ผักยะวา, ผักอีโยก, ผักป่อง ผักตบชวาถูกนำเข้ามาในประเทศไทยในปี พ.ศ. 2444 ในสมัยรัชกาลที่ 5 โดยนำเข้ามาจากประเทศอินโดนีเซียในฐานะเป็นไม้ประดับสวยงาม โดยเจ้านายฝ่ายในที่ตามเสด็จประพาสประเทศอินโดนีเซีย ได้เห็นพืชชนิดนี้มีดอกสวยงาม จึงนำกลับมาปลูกในประเทศไทย และใส่อ่างดินเลี้ยงไว้หน้าสนามวังสระปทุม จนกระทั่งเกิดน้ำท่วมวังสระปทุมขึ้น ทำให้ผักตบชวาหลุดลอยกระจายไปตามแม่น้ำลำคลองทั่วไป และแพร่พันธุ์อย่างกว้างขวางในปัจจุบัน

รูปที่ 2.1 ดอกและลักษณะของผักตบชวา

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของผักตบชวามีลักษณะลำต้นสั้นแตกใบเป็นกอลอยไปตามน้ำที่มีการไหล ซึ่งเกิดตามซอกใบแล้วเจริญเป็นต้นอ่อนที่ปลายไหล ถ้าน้ำตื้นก็จะหยั่งรากลงดิน ใบเป็นใบเดี่ยวรูปไข่หรือเกือบกลม ก้านใบกลมอวบน้ำตรงกลางพองออกภายในเป็นช่องอากาศคล้ายฟองน้ำช่วยให้ลอยน้ำได้ ดอกเกิดเป็นช่อที่ปลายยอดมีดอกย่อย 3-25 ดอก สีม่วงอ่อน มีกลีบดอก 6 กลีบ

กลีบบนสุดขนาดใหญ่กว่ากลีบอื่น ๆ และมีจุดเหลืองที่กลางกลีบ ขยายพันธุ์โดยการแยกต้นอ่อนที่ปลายไหลไปปลูก และมีประโยชน์ดังต่อไปนี้

1. การบริโภค ดอกอ่อนและก้านใบอ่อนกินเป็นผักลวกจิ้มน้ำพริกหรือทำแกงส้ม

2. ใช้เป็นอาหารเลี้ยงสัตว์ เช่นหมู ใช้ทำปุ๋ยหมัก ก้านและใบอ่อนนำมารับประทานทำเป็นเครื่องจักรสานผักตบชวา

3. ด้านสมุนไพรใช้รับประทานแก้พิษภายในร่างกาย และขับลม ใช้ทาหรือพอกแก้แผลอักเสบ

นอกจากนี้ ผักตบชวาจัดเป็น "เอเลี่ยน สปีชี่ส์" หรือ "ชนิดพันธุ์ต่างถิ่น" ที่เข้ามาแพร่ระบาดรุกรานจนก่อให้เกิดความเสียหายต่อระบบนิเวศน์ในประเทศไทย มีการแพร่ขยายพันธุ์อย่างรวดเร็ว ใน 1 เดือนผักตบชวาเพียง 1 ต้นอาจขยายพันธุ์ได้มากถึง 1,000 ต้น ถึงแม้น้ำจะแห้งจนต้นตายแต่เมล็ดของมันก็ยังมีชีวิตต่อไปได้นานถึง 15 ปีและทันทีที่เมล็ดได้รับน้ำที่เพียงพอมันก็จะแตกหน่อเป็นต้นใหม่ต่อไป จนกลายเป็นปัญหาทางน้ำและทวีความรุนแรงจนเป็นปัญหาระดับประเทศ ทำให้รัฐบาลต้องเสียงบในการกำจัดผักตบชวาจำนวนมาก ซึ่งไม่เพียงแต่ประเทศไทยเท่านั้นอีกกว่า 50 ประเทศทั่วโลกก็เจอปัญหาเช่นเดียวกันนี้ จะมีก็แต่ประเทศในแถบยุโรปเท่านั้นที่ปลอดการรบกวน และบริเวณที่ถูกผักตบชวาคุกคามมากที่สุดคือ ทะเลสาบวิกตอเรีย ประเทศไทยเองมีการเริ่มกำจัดผักตบชวามาตั้งแต่สมัยรัชกาลที่ 6 ถึงขนาดมีการออกพระราชบัญญัติสำหรับกำจัดผักตบชวา พ.ศ. 2456 ปัจจุบันมีหน่วยงานและองค์ก่อนต่างๆได้เข้ามาช่วยเหลือในการกำจัด เช่น นำไปผลิตเป็นของใช้ อาหารสัตว์ ทำปุ๋ย ฯลฯ และมีการนำแมลงมวนผักตบจากแหล่งกำเนิดที่ทวีปอเมริกาใต้ เข้ามาทดลองปล่อยในประเทศไทย เพื่อควบคุมจำนวนประชากรของผักตบชวา

ยิ่งไปกว่านั้น ผักตบชวายังมีบทบาทในการกำจัดน้ำเสีย เพราะสามารถช่วยในการบำบัดน้ำเสีย โดยการทำหน้าที่กรองน้ำที่ไหลผ่านกอผักตบชวาอย่างช้าๆ ทำให้ของแข็งแขวนลอยต่างๆ ที่ปนอยู่ในน้ำถูกสกัดกั้นกรองออก นอกจากนั้น ระบบรากที่มีจำนวนมากจะช่วยกรองสารอินทรีย์ที่ละเอียด และจุลินทรีย์ที่อาศัยเกาะอยู่ที่ราก จะช่วยดูดสารอินทรีย์ไว้ด้วยอีกทางหนึ่ง รากผักตบชวาจะดูดสารอาหารที่อยู่ในน้ำ ทำให้ไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในน้ำเสียจึงถูกกำจัดไป อย่างไรก็ตามไนโตรเจนในน้ำเสียนั้น ส่วนมากจะอยู่ในรูปสารประกอบทางเคมี เช่น สารอินทรีย์ไนโตรเจน แอมโมเนียไนโตรเจน และไนเตรทไนโตรเจน พบว่า ผักตบชวาสามารถดูดไนโตรเจนได้ทั้ง 3 ชนิด อื่นๆ คือ ประมาณ 95 % ขณะที่ไนเตรทไนโตรเจน และแอมโมเนียไนโตรเจน จะเป็นประมาณ 80 % และ 77 % ตามลำดับ สถานที่แรกในประเทศไทยที่ใช้การบำบัดด้วยวิธีนี้คือ "บึงมักกะสัน" ซึ่งเป็น

โครงการบึงมักกะสันอันเนื่องมาจากพระราชดำริของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว โดยใช้หลักการบำบัดน้ำเสียตามแนวทฤษฎีการพัฒนาโดยการกรองน้ำเสียด้วยผักตบชวา (Filtration)

2.2 สับปะรด

ชื่อวิทยาศาสตร์ (Ananas comosus) ชื่อสามัญ (Pineapple) ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ เป็นไม้ล้มลุก สูง 90-100 ซม. ลำต้นใต้ดิน ปล้องสั้น ไม่แตกกิ่งก้านมีแต่กาบใบห่อหุ้มลำต้น ใบ เป็นใบเดี่ยว ออกเรียงเวียนถี่ ไม่มีก้านใบ ใบเรียวยาว โคนใบเป็นกาบหุ้มลำต้น ปลายแหลม ขอบใบมีหนาม แผ่นใบสีเขียวเข้มและเป็นทางสีแดง ด้านล่างมีนวลแป้งสีขาว ดอก ออกเป็นช่อ ที่ปลายยอด ดอกเรียงอัดกันแน่นรอบแกนช่อดอก กลีบดอก 3 กลีบด้านบนสีชมพูอมม่วง ด้านล่างสีขาว เกสรเพศผู้ 6 อัน เรียบกัน 2 ชั้น ผลเป็นผลรวมรูปรี มีใบสั้นเป็นกระจุก ที่ปลายผล เรียกว่าตะเกียง ผลสุกสีเหลืองสดและฉ่ำน้ำ ดังรูปที่ 2.2

รูปที่ 2.2 ต้นสับปะรด

ที่มา: http://www.tungsong.com/samunpai/drug/60_Pineapple/pineapple.htm

นอกจากการบริโภคสับปะรดแล้วนั้น เปลือก และใบของสับปะรดจะมีเส้นใยเหนียว เปลือกสับปะรดอุดมด้วยสารอาหารที่มีคุณค่า จึงมีการนำเปลือกสับปะรดมาเป็นอาหาร ของโค และสามารถอบแห้งเป็นส่วนผสมของอาหารสัตว์อื่น ๆ ใบสับปะรดปกติชาวไร่สับปะรดจะตัดใบสับปะรดในช่วงก่อนบังคับการออกดอก ซึ่งเศษใบที่ฟันนั้นมีประโยชน์ในการคลุมหน้าดิน และ ย่อยสลายเป็น

ปุ๋ยในแปลงสับปะรด นอกจากนี้ใบสับปะรดนำมาแปรรูปเป็นกระดาษใบสับปะรด ผ้าใยสับปะรด และเป็นผ้าพื้นเมือง ของประเทศฟิลิปปินส์

2.3 อ้อย

ชื่อวิทยาศาสตร์ (Saccharum officinarum linn) ชื่อสามัญ (Sugar cane) อ้อย มีอยู่หลากหลายสายพันธุ์ จะแตกต่างกันที่ความสูงของต้น ความยาวของข้อต้น และสีของ ลำต้น ดังรูปที่ 2.3 โดยต้นอ้อยเป็นพืชที่มีถิ่นกำเนิดในเขตร้อนของทวีปเอเชีย หรือในประเทศปาปัวนิวกินี และประเทศที่ เป็นแหล่งปลูกอ้อยที่สำคัญของโลก ได้แก่ ประเทศบราซิล ประเทศคิวบา และประเทศอินเดีย เป็นต้น

รูปที่ 2.3 ลักษณะของต้นอ้อย

อ้อยเป็นไม้ล้มลุก สูง 2-5 เมตร ลำต้นสีม่วงแดงมีไขสีขาวปกคลุม ไม่แตกกิ่งก้าน ใบเดี่ยว เรียงสลับ กว้าง 2.5-5 ซม. ยาว 0.5-1 เมตร ดอกช่อออกที่ปลายยอดสีขาว ผลเป็นผลแห้ง ขนาดเล็ก อ้อยมีหลายพันธุ์แตกต่างกันที่ความสูง ความยาวของข้อและสีของลำต้น อ้อยเป็นพืชเศรษฐกิจที่เกษตรกรนิยมปลูกกันมาก อ้อยที่นำมาคั้นน้ำสำหรับดื่ม เป็นอ้อยที่ปลูกบริเวณที่ราบลุ่ม พื้นที่ดินเหนียว ประชาชนเรียกว่า อ้อยเหลือง หรือ อ้อยสิงคโปร์ นิยมปลูกกันมากในบริเวณ จังหวัดอ่างทอง พระนครศรีอยุธยา สุพรรณบุรี และนครปฐม เป็นต้น

ชานอ้อย (Bagasse) หมายถึง เศษเหลือจากการหีบเอาน้ำอ้อยออกจากท่อนอ้อยแล้ว ดังรูปที่ 2.4 เมื่อท่อนอ้อยผ่านลูกหีบชุดแรก อาจจะมีน้ำอ้อยตกค้างเหลืออยู่ยังหีบออกไม่หมด แต่พอผ่านลูกหีบชุดที่ 3-4 ก็จะมีน้ำอ้อยตกค้างอยู่น้อยมาก หรือแทบจะไม่เหลือ คือ เหลือแต่เส้นใยล้วนๆ ใน

อดีตใช้ชานอ้อยเป็นเชื้อเพลิงสำหรับต้มน้ำในหม้อน้ำให้เดือดแล้ว ใช้กำลังไอน้ำสำหรับเดินเครื่องจักรไอน้ำและสำหรับกำเนิดไฟฟ้า ในระยะเวลาต่อมาชานอ้อยในยุคก่อน ๆ ยังมีน้ำตาลที่หีบออกไม่หมดหลงเหลืออยู่มาก และเป็นการสะดวกในการที่ป้อนชานอ้อยจากลูกหีบลูกสุดท้าย เข้าสู่เตาต้มน้ำหรือ (Boiler) ได้ทันที ถึงกระนั้นก็ตามชานอ้อยก็ยังคงเหลืออยู่อีกมาก เนื่องจากหม้อต้มน้ำใช้ไม่หมด ทำให้เกิดปัญหาในการกำจัด และทำลายให้หมดไปจากบริเวณโรงงานแม้ว่าบางโรงงานจึงดัดแปลงไปกลั่นเหล้ารัมหรือแอลกอฮอล์บ้าง แต่ชานอ้อยก็ยังคงเหลืออยู่มาก

รูปที่ 2.4 ชานอ้อย

2.4 มอดุลัสความยืดหยุ่น (สมศักดิ์ ไชยะภินันท์, 2552)

มอดุลัสความยืดหยุ่น นักฟิสิกส์ชาวอังกฤษชื่อ โรเบิร์ต ฮุค ได้ตั้งกฎว่า ภายใต้ขีดจำกัดสัดส่วนความยืดหยุ่น อัตราส่วนระหว่างความเค้น และความเครียดของวัสดุแต่ละชนิดมีค่าคงที่ เรียกค่าคงที่นี้ว่า มอดุลัสความยืดหยุ่น หรือยังส์ มอดุลัส สัญลักษณ์ที่ใช้ คือ E หาได้จากสมการที่ 2.1

$$E = \frac{FL^3}{48\delta I} \qquad (2.1)$$

เมื่อ E คือ มอดุลัสความยืดหยุ่น (N/mm^2)

δ คือ ระยะการโก่ง (m)

L คือ ความยาวเดิมของวัสดุ (m)

F คือ แรงกิริยา (N)

I คือ โมเมนต์ความเฉื่อย (m^4)

2.5 ความหนาแน่น (สมศักดิ์ ไชยะภินันท์, 2552)

ความหนาแน่น (Density, สัญลักษณ์: ρ อักษรกรีกโรมัน) เป็นการวัดมวลต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร ยิ่งวัตถุมีความหนาแน่นมากขึ้น มวลต่อหน่วยปริมาตรก็ยิ่งมากขึ้น กล่าวอีกนัยหนึ่ง คือ วัตถุที่มีความหนาแน่นสูง (เช่น เหล็ก) จะมีปริมาตรน้อยกว่าวัตถุความหนาแน่นต่ำ (เช่น น้ำ) ที่มีมวลเท่ากัน หน่วย (SI) ของความหนาแน่น คือ กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (kg/m^3) ความหนาแน่นเฉลี่ย (Average density) หาได้จากผลหารระหว่างมวลรวมกับปริมาตรรวม หาได้จากสมการที่ 2.2

$$\rho = \frac{m}{V} \tag{2.2}$$

เมื่อ ρ คือ ความหนาแน่นของวัตถุ (kg/m^3)

m คือ มวลรวมของวัตถุ (kg)

V คือ ปริมาตรรวมของวัตถุ (m^3)

2.6 การเคลื่อนที่ตามแนวเส้นตรง

การเคลื่อนที่ตามแนวเส้นตรง หมายถึง การศึกษาเพื่อพิจารณาตำแหน่ง ความเร็ว และความเร่งของวัตถุ แต่ในที่นี้จะพิจารณาที่ระยะขจัด เพื่อหาระยะขจัดของเครื่องทดสอบเพื่อให้ได้ความเร็วตามที่มาตรฐาน (Euro NCAP) หาได้จากสมการที่ 2.3

$$v^2 = u^2 + 2as \tag{2.3}$$

u คือ ความเร็วเริ่มต้น (m/s^2)

v คือ ความเร็วตอนปลาย (m/s^2)

s คือ ระยะทาง (m)

a คือ อัตราเร่งของวัตถุ (ในกรณีนี้มีค่าเท่ากับ 9.81 m/s^2)

2.7 โมเมนต์ดัด (วริทธิ์ อึ้งภากรณ์, 2556)

ความเค้นดัด และโมเมนต์ (Shear and moment diagrams) โดยส่วนใหญ่แล้วในการวิเคราะห์แรงดัด และโมเมนต์มักจะใช้ในการวิเคราะห์คาน (Beam) ซึ่งเป็นชิ้นส่วนทางกลที่รับภาระ

กระทำตามขวางตั้งฉาก (Transverse shear) กับแนวแกนของคานภายใต้ภาระกระทำตามขวางตั้งฉากกับแนวแกนของคานจะทำให้เกิดแรงเฉือนต้าน (Shear force) และโมเมนต์ดัดในคาน (bending moment) โดยแรงเฉือนจะทำให้เกิดค่าความเค้นเฉือน (Shear stress) และโมเมนต์ดัดจะทำให้เกิดความเค้นดัด (Bending stress หรือ Flexural stress) ดังนั้น ก่อนที่จะวิเคราะห์ความเค้นได้จำเป็นต้องคำนวณหาแรงเฉือน และโมเมนต์ดัดได้เสียก่อน ในการทีจะสร้างสมการของแรงเฉือน (V) และโมเมนต์ (M) ในเริ่มต้นนั้นจำเป็นต้องมีการกำหนดจุดเริ่มต้น และทิศทางที่เป็นบวก จากนั้นจึงกำหนดทิศทาง เครื่องหมายของแรงเฉือน และโมเมนต์ ตัวอย่าง การกำหนดเครื่องหมายของแรงเฉือน และโมเมนต์ หาได้จากสมการดังนี้ (2.4)

$$\sigma = \frac{Mc}{I} \tag{2.4}$$

เมื่อ σ คือ ค่าความเค้นดัด (N/m^2)

M คือ โมเมนต์ดัด (Nm)

c คือ ระยะจากแกนสะเทิน (m)

I คือ โมเมนต์ความเฉื่อย (m^4)

2.8 การทบทวนวรรณกรรม สารสนเทศ/(Information) ที่เกี่ยวข้อง

จากการทบทวนวรรณกรรมเบื้องต้นพบว่ามีความพยายามนำเส้นใยธรรมชาติมาใช้ประโยชน์ในหลายหลายอุตสาหกรรม โดย สุชาดา และคณะ, (2546) ได้ทำการผลิตเส้นใยสัปปะรสเพื่ออุตสาหกรรมสิ่งทอ ซึ่งต่อมาในปี พ.ศ.2549 กุลยศ สุวันทโรจน์ ได้ศึกษาออกแบบและสร้างตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์แบบผสมผสาน เพื่อให้ตู้อบสามารถใช้งานร่วมกับชุดทำความร้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพลักษณะของชุดตู้อบโครงสร้างของตู้อบทำจากอลูมิเนียม เพื่อให้ความร้อนแก่กล่องเก็บความร้อนมากขึ้นและสามารถนำความร้อนนั้นไปใช้อบผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ ซึ่งเครื่องดังกล่าวยังใช้งานได้ดีในปัจจุบัน

นอกจากนี้ยังพบ บงกช และคณะ, (2550) ได้ออกแบบเครื่องอบกระดาษเยื่อกล้วย โดยทำการทดสอบสมรรถนะเบื้องต้นของเครื่องอบแห้งในรูปแบบต่างๆ พบว่า เครื่องอบแห้งกระดาษจากเยื่อกล้วยมีประสิทธิภาพความร้อนเท่ากับ 34.7%

สำหรับพืชน้ำ ได้มีความพยายามในการนำกากผักตบชวามาใช้ประโยชน์โดย นพพร และคณะ, (2553) ได้ใช้ใยผักตบชวาและแกลบมาเป็นส่วนผสมในการผลิตกระถางต้นไม้ผ่านกระบวนการอัดขึ้นรูป เพื่อให้สามารถนำต้นกล้าไปเพาะปลูกลงดินโดยไม่ต้องถอดกระถาง ซึ่งลดอัตราความเสียหายจากการถอดต้อนกล้าออกจากกระถางได้เป็นอย่างดี

ต่อมาในปี พ.ศ.2557 วรวิทย์ และคณะ ได้เริ่มทำการศึกษาการแปรรูปผักตบชวาเพื่อผลิตเป็นชิ้นส่วนยานยนต์ ด้วยวิธีใช้ใยผักตบชวาและแกลบเป็นเส้นใยในการหล่อไฟเบอร์กลาส แต่วัสดุดังกล่าวสามารถรับแรงกดได้น้อยกว่าวัสดุไฟเบอร์กลาสที่ใช้ใยไฟเบอร์ จากนั้น กุลยศ และคณะ, (2558) ได้ทำการพัฒนาวัสดุใยผักตบชวาด้วยการนำเอาพอลีเมอร์มาใช้เป็นตัวประสานของวัสดุ ซึ่งวัสดุดังกล่าวมีคุณสมบัติในการรับแรงกระแทกได้ อย่างไรก็ตามยังมีความจำเป็นที่จะต้องพัฒนาในขั้นตอนการผลิตเนื่องจากความชื้นของใยธรรมชาติที่นำมาเป็นวัตถุดิบมีอิทธิพลกับคุณสมบัติวัสดุเป็นอย่างมาก

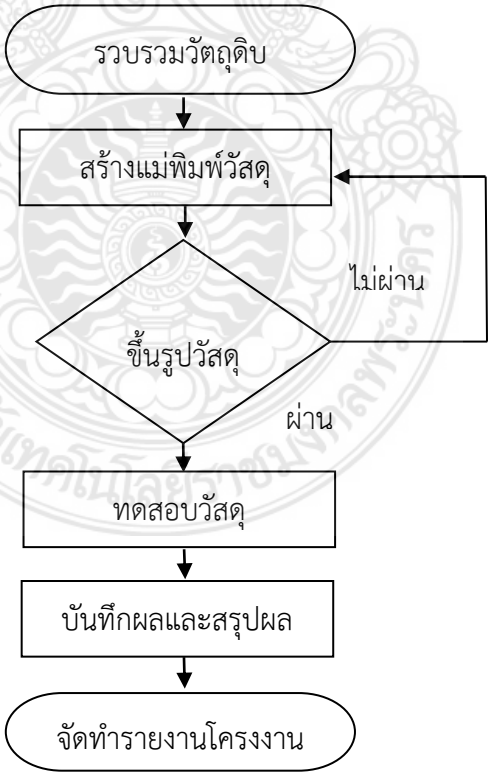
นอกจากนี้ยังพบการนำเส้นใยกล้วยมาใช้ประโยชน์โดย อนันต์ เต็มเปี่ยม, (2558) ได้สร้างเครื่องสางใยกล้วยเพื่อตอบสนองความต้องการของชุมชนชนบท ในการนำใยกล้วยไปใช้ในอุตสาหกรรมสิ่งทอ อีกทั้งยังได้พัฒนาต่อยอดให้สามารถทำการตีเกลียวใยกล้วย จนได้รับผลิตภัณฑ์เชือกจากใยกล้วยต้นแบบ อย่างไรก็ตามความสามารถในการรับแรงดึงของใยกล้วยยังอยู่ในระหว่างการศึกษา และเมื่อพิจารณาถึงความสามารถรับแรงดึง เส้นใยป่านศรนารายณ์เป็นอีกเส้นใยที่ได้จากพืชธรรมชาติที่น่าสนใจ โดยเส้นใยดังกล่าวได้กลายเป็นงานหัตถกรรมและผลิตภัณฑ์ OTOP ของตำบลเขาใหญ่ อำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี

จากข้อมูลเบื้องต้นที่ได้ทำการสำรวจนั้นพบว่าส่วนใหญ่การนำเส้นใยธรรมชาติมาใช้จะอยู่ในระดับอุสาหกรรมสิ่งทอ และอุตสาหกรรมท้องถิ่น ซึ่งตลาดมีความต้องการไม่มากนัก และยังไม่พบการนำเส้นใยธรรมชาติดังกล่าวมาใช้ในอุตสาหกรรมยานยนต์ จึงนั้นเป็นโอกาสที่ดีในการวิจัยและพัฒนาเส้นใยธรรมชาติ เพื่อสร้างทางเลือกในการใช้งานทั้งให้วัสดุธรรมชาติที่เหลือใช้และชิ้นส่วนยานยนต์ที่มีความต้องการสูงในปัจจุบัน

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินงานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติเชิงกลระหว่างวัสดุที่ผลิตจากเส้นใยธรรมชาติ โดยมีขั้นตอนการดำเนินการดังต่อไปนี้

1. รวบรวมวัตถุดิบ และแปรรูปวัตถุดิบ
2. สร้างแม่พิมพ์วัสดุ
3. ขึ้นรูปชิ้นงานทดสอบ
4. ทดสอบแบบสถิตศาสตร์ (Static load test) และแบบพลศาสตร์ (Drop test)
5. บันทึกผลการทดสอบและสรุป
6. จัดทำรายงานโครงงาน



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

3.1 การรวบรวมวัตถุดิบ และแปรรูปวัตถุดิบ

การเก็บผักตบชวาทางกลุ่มได้ทำการสำรวจ ผักตบชวาตามสถานที่ แม่น้ำ ลำคลอง โดยหาจุดที่มีผักตบชวาหนาแน่น และทำการเลือกผักตบชวาที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 10-20 mm ทางกลุ่มจึงได้ทำการเก็บรวบรวม จากนั้นจึงนำมาคัดแยกใช้เฉพาะส่วนของลำต้น และนำมาทำความสะอาด จากนั้นผักตบชวา,ชานอ้อย,สับปะรดและแกลบที่ได้จากการเก็บรวบรวมถูกนำมาตัดให้มีความยาวประมาณ 3-5 cm นำวัตถุดิบที่ทำการตัดมาปั่นด้วยเครื่องปั่นน้ำผลไม้ จนกระทั่งวัตถุดิบละเอียดเป็นเส้นใย จึงนำเส้นใยธรรมชาติที่ได้จากการปั่นนำมาเทลงบนตะแกรง จากนั้นนำมาร่อนน้ำให้เหลือแต่เส้นใยธรรมชาติ และนำมาตากแดด ประมาณ 1-2 สัปดาห์

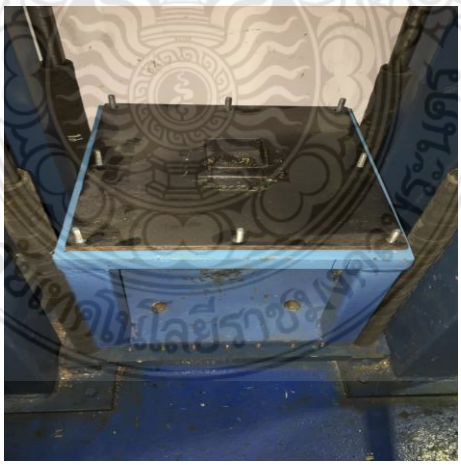
3.2 การสร้างแม่พิมพ์ และชุดจับยึดชิ้นงาน

การขึ้นรูปวัสดุที่ผลิตจากเส้นใยธรรมชาติจะใช้วัสดุที่ผสมจากเส้นใยจากธรรมชาติ แบบชนิดบาง (Shell type) ขนาด 3.5x14x1 cm ดังรูปที่ 3.2 (ก) เพื่อนำไปทดสอบความสามารถการรับโมเมนต์ดัด เนื่องจากทางกลุ่มผู้จัดทำขึ้นรูปจากลักษณะการใช้งานที่รับแรงดัด เช่น คอนโซนแผงประตูภายในยานยนต์ทั่วไป และชนิดหนา (Solid type) ขนาด 6.5x6.5x20 cm ดังรูปที่ 3.2 (ข) เพื่อนำไปทดสอบความสามารถการดูดซับพลังงานแบบปล่อยตก ตามลักษณะการใช้งานที่รับแรงกระแทก เช่น โฟม หลังกันชนหน้ารถยนต์ที่ช่วยลดแรงกระแทก โดยมีกาว โพลีเมอร์ และโพลิเมอร์ผสมฮาร์ดเดนเนอร์ เป็นวัสดุประสาน นำมาทำการขึ้นรูปให้มีลักษณะคล้ายคลึงกับชิ้นส่วนยานยนต์ที่มีใช้อยู่ในปัจจุบัน ซึ่งอาศัยแม่พิมพ์ที่ทำจากแผ่นอะคริลิค และทำการอัดขึ้นรูปภายใต้อุณหภูมิห้อง หลังจากได้ชิ้นงานดิบแล้วที่มีรูปร่างทางกายภาพที่ต้องการจึงจะนำไปสู่กระบวนการอบแห้งเพื่อลดความชื้น ขั้นตอนดังกล่าวจะสามารถทำให้วัสดุมีอายุการใช้งานที่ทนทานขึ้นในสภาวะการใช้งานโดยทั่วไป

(ก) แม่พิมพ์ชนิดบาง (ข) แม่พิมพ์ชนิดหนา

รูปที่ 3.2 แม่พิมพ์

เนื่องจากทางสาขาวิศวกรรมเครื่องกลมีการจัดสร้างเครื่องทดสอบการกระแทกแบบปล่อยตกไว้แล้ว ดังนั้นทางคณะผู้จัดทำโครงงานจึงดำเนินการออกแบบชุดจับยึดชิ้นงาน โดยมีลักษณะเป็นโครงสร้างเหล็ก 2 ชิ้นประกบกันมี ขนาดกว้าง 50 cm โดยโครงสร้างเหล็กสี่เหลี่ยมจัตุรัสส่วนล่างวางอยู่บนฐานเหล็กของเครื่องทดสอบ ชุดจับชิ้นงายมีขนาดความกว้าง 6.55 cm ยาว 6.55 cm ที่จุดกึ่งกลางบนโครงสร้างเหล็กสี่เหลี่ยมจัตุรัส ถูกยึดด้วยแผ่นเหล็กด้านบนความกว้าง 50 cm ยาว 50 cm ดังแสดงในรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.3 แท่นจับยึดชิ้นงานทดสอบแบบหนา

3.3 การขึ้นรูปชิ้นส่วนสำหรับทดสอบ

หลังจากทำการจัดเตรียมวัตถุดิบแล้ว ทดลองทำการผสมส่วนผสมเพื่อขึ้นรูปด้วยความหนาแน่นต่าง ๆ พบว่าที่ความหนาแน่น 0.5 g/cm^3 จะได้ชิ้นงานทดสอบที่ได้ตรงตามขนาด ที่ขนาดวัสดุทดสอบ ชนิดบาง ขนาด 3.5x14x1 cm และชนิดหนา ขนาด 6.5x6.5x20 cm และทำการคำนวณหาน้ำหนักชิ้นงานทดสอบโดยทางกลุ่มกำหนดใช้ความหนาแน่นของชิ้นงานแบบหนา และชิ้นงานแบบบางที่ 0.5 g/cm3 โดยหาได้จากสมการที่ (2.2) ดังตัวอย่างการคำนวณต่อไปนี้

จากสมการที่ (2.2) $\rho = \frac{m}{V}$

$m = \rho V$

$\rho = 0.5$ g/cm^3

$V = 3.5$ cm x 14 cm x 1 cm

$= 49$ cm^3

แทนค่า $m = 0.5$ g/cm^3 x 49 cm^3

$m = 24.5$ g

จากการทดลองขึ้นรูปชิ้นส่วนทดสอบในแต่ละส่วนผสม พบว่าการขึ้นรูปด้วยส่วนผสมที่ 25:25:50 สามารถขึ้นรูปได้ตรงตามขนาดที่กำหนด และจากการคำนวณสามารถผสมส่วนผสมเพื่อนำไปขึ้นรูป ดังแสดงในตารางที่ 3.1 โดยขึ้นรูปส่วนผสมละ 3 ชิ้นทดสอบ

ตารางที่ 3.1 ส่วนผสมที่ใช้ในการขึ้นรูป

ลำดับ	วัสดุจากธรรมชาติ (%)			ตัวประสาน (%)		
	วัสดุจาก		แกลบ	กาว	โพลิเมอร์	โพลิเมอร์ผสมฮาร์ดเดนเนอร์
1	ผักตบชวา	25	25	50	-	-
2	สับปะรด	25	25	50	-	-
3	อ้อย	25	25	50	-	-
4	ผักตบชวา	25	25	-	50	-
5	สับปะรด	25	25	-	50	-
6	อ้อย	25	25	-	50	-
7	ผักตบชวา	25	25	-	40	10
8	สับปะรด	25	25	-	40	10
9	อ้อย	25	25	-	40	10

3.3.1 วิธีการขึ้นรูปชิ้นงานทดสอบยานยนต์แบบหนา (Solid type)

1. นำวัตถุดิบมาชั่งให้ได้น้ำหนัก 423 กรัม แล้วนำมาผสมกัน ดังตารางที่ 3.1
2. จัดเตรียมแม่พิมพ์
3. นำวัตถุดิบที่ทำการผสมไว้ใส่ในแม่พิมพ์ทำการอัดให้ได้ตามขนาดที่กำหนด
4. ใช้เวลาในการอัด 20 นาที ให้ส่วนผสมแข็งตัว
5. เมื่อครบ 20 นาที จึงชิ้นงานออกจากแม่พิมพ์ และนำไปตากแดดประมาณ 7 วัน
6. นำชิ้นงานที่ได้ทำการอบลดความชื้นที่อุณหภูมิ 100-105 องศาเซลเซียส
7. นำชิ้นงานที่ผ่านการอบลดความชื้น ไปทำการทดสอบความสามารถการดูดซับพลังงาน

3.3.2 วิธีการขึ้นรูปชิ้นงานทดสอบยานยนต์แบบบาง (Shell type)

1. นำวัตถุดิบมาชั่งให้ได้น้ำหนัก 24.5 กรัม แล้วนำมาผสมกัน ดังตารางที่ 3.1
2. จัดเตรียมแม่พิมพ์
3. นำวัตถุดิบที่ทำการผสมไว้ใส่ในแม่พิมพ์ทำการอัดให้ได้ตามขนาดที่กำหนด
4. ใช้เวลาในการอัด 20 นาที ให้ส่วนผสมแข็งตัว
5. เมื่อครบ 20 นาที จึงชิ้นงานออกจากแม่พิมพ์ และนำไปตากแดดประมาณ 7 วัน
6. นำชิ้นงานที่ได้ทำการอบลดความชื้นที่อุณหภูมิ 100-105 องศาเซลเซียส
7. นำชิ้นงานที่ผ่านการอบลดความชื้นทำการทดสอบความสามารถการรับโมเมนต์ดัด

3.4 การทดสอบความสามารถการรับโมเมนต์ดัด

การทดสอบรูปแบบนี้เป็นการทดสอบแบบ (Three point bending) โดยกำหนดความเร็วในการกดของเครื่องทดสอบที่ 2 mm/min ขณะทำการกดเครื่องทดสอบจะประมวลผลผ่านคอมพิวเตอร์ออกมาเป็นค่าแรง (F) และระยะการโก่งของชิ้นงาน (δ) เพื่อนำค่าที่ได้จากการทดสอบไปหาคำนวณหาค่ามอดุลัสความยืดหยุ่นสูงสุด (E) และความเค้นดัดสูงสุด (σmax) โดยกำหนดสภาวะการทดสอบ ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ข้อมูลสภาวะการทดสอบความสามารถการรับโมเมนต์ดัด

รายการ	**ค่าที่กำหนด**
อุปกรณ์วัดแรง	1,000 N
ความเร็วในการกด	2 mm/min
ระยะจุดรองรับชิ้นงาน	12 mm
ขนาดชิ้นงานทดสอบ	3.5X14X1 cm
จำนวนชิ้นงานทดสอบ	27 ชิ้น

รูปที่ 3.4 แท่นเครื่องทดสอบ (Universal tester machine)

3.4.1 การติดตั้งอุปกรณ์วัดแรง (Load cell) และชุดกด

นำอุปกรณ์วัดแรง ขนาด 1,000 N พร้อมชุดกด ดังรูปที่ 3.5 และอุปกรณ์รองรับชิ้นงานติดตั้งเข้ากับเครื่อง (Universal tester machine) ดังรูปที่ 3.4

(ก) อุปกรณ์วัดแรง (Load cell) และชุดกด (ข) อุปกรณ์รองรับชิ้นงาน

รูปที่ 3.5 อุปกรณ์ชุดทดสอบแรงดัด

3.4.2 การเตรียมการทดสอบ

นำชิ้นทดสอบวางบนจุดรองรับโดยมีระยะห่างอยู่ที่ 12 เซนติเมตร และอยู่ตรงกลางระหว่างหัวทดสอบแรงดัดบนเครื่อง (Universal tester machine) ดัง**รูปที่** 3.6

รูปที่ 3.6 การวัดระยะห่างระหว่างจุดรองรับ

3.4.3 การกำหนดรูปแบบการทดสอบ

การกำหนดวิธีการทดสอบ และค่าที่ต้องการ ลงในโปรแกรม (Qmat test generator) บนเครื่องคอมพิวเตอร์ของชุดทดสอบโดยใช้ความเร็วในการกดที่ 2 mm/min ดังรูปที่ 3.7

รูปที่ 3.7 คอมพิวเตอร์ของชุดทดสอบ (Universal tester machine)

3.4.4 การบันทึกผลการทดสอบ

หลังจากเครื่องทดสอบกดวัสดุจนแตกหัก ดังรูปที่ 3.8 ข้อมูลจะถูกทำการบันทึกลงบนคอมพิวเตอร์เครื่องทดสอบเพื่อนำค่าที่ได้ไปคำนวณต่อไป

(ก) แสดงการแตกหัก (ข) ชิ้นงานหลังทดสอบ

รูปที่ 3.8 วัสดุทดสอบหลังการทดสอบ

3.5 การทดสอบความสามารถการดูดซับพลังงาน

การทดสอบด้วยวิธีนี้ ดังรูปที่ 3.9เป็นการทดสอบเพื่อหาความสามารถในการดูดซับพลังงานจากการกระแทกของชิ้นงานทดสอบแรงกระแทก โดยในระหว่างการกระแทกนั้น ตัวตรวจวัดความเร่งจะทำหน้าที่ตรวจวัดความเร่งที่เกิดขึ้นระหว่างการกระแทก เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาคำนวณหาพลังงาน ที่ชิ้นงานสามารถดูดซับไว้ โดยกำหนดสภาวะการทดสอบ ดังแสดงในตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 ข้อมูลสภาวะการทดสอบความสามารถการดูดซับพลังงาน

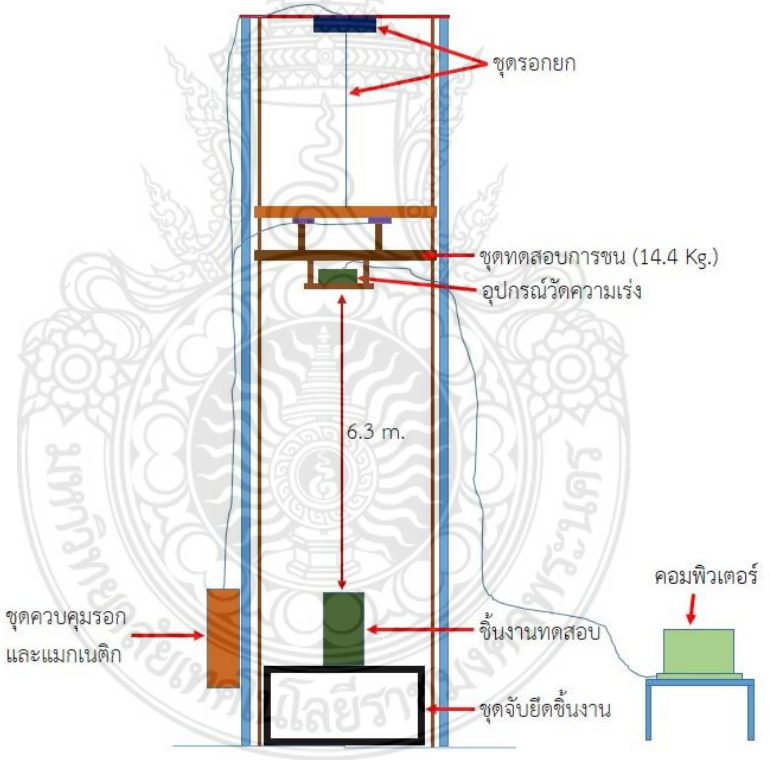
รายการ	**ค่าที่กำหนด**
มวล	14.4 kg
ความสูงในการปล่อยชุดกระแทก	6.3 m
ความเร็วสูงสุดก่อนกระแทก	40 km/hr
ความถี่ในการเก็บข้อมูล	20 kHz
ขนาดชิ้นงานทดสอบ	6.5X6.5X20 cm
จำนวนชิ้นงานทดสอบ	27 ชิ้น

การทดสอบการกระแทกด้านหน้าของรถยนต์นั้น อ้างอิงมาจากมาตรฐาน Euro NCAP ได้กำหนดความเร็วในการทดสอบการชนคนเดินเท้าสำหรับรถยนต์ส่วนบุคคลขนาดเล็กไว้ที่ 40 km/hr สามารถนำความเร็วมาคำนวณหาระยะห่างระหว่างชิ้นงานทดสอบได้ จากสมการที่ 2.3

$$s = \frac{v^2 - u^2}{2a}$$

$$s = \frac{\left[\frac{40\times10^3}{3600}\text{m/s}\right]^2 - [0]^2}{[2\times9.81]\text{m/s}^2}$$

$$s = 6.3\ \text{m}$$



รูปที่ 3.9 แบบเครื่องจำลองการกระแทกแบบปล่อยตก

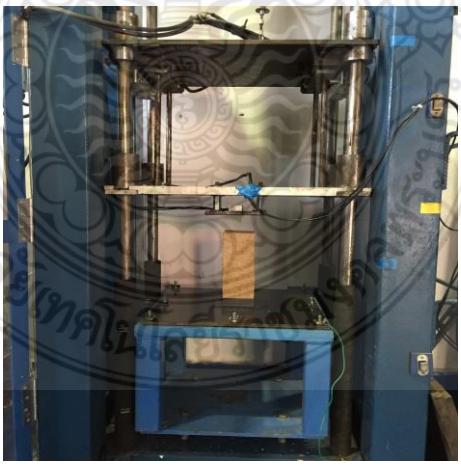
3.5.1 การติดตั้งอุปกรณ์วัดความเร่ง

อุปกรณ์วัดความเร่งถูกติดตั้งบนมวลทดสอบในการกระแทกบริเวณตำแหน่งกึ่งกลาง จากนั้นจึงทำการขันสกรูหัวจมจำนวน 2 ตัว ให้แน่น และตรวจสอบว่าอุปกรณ์วัดความเร่ง มีการเคลื่อนที่หรือไม่ ดังรูปที่ 3.10

รูปที่ 3.10 แบบการติดตั้งอุปกรณ์วัดความเร่ง

3.5.2 การติดตั้งชิ้นงานทดสอบ

นำชิ้นงานทดสอบที่เตรียมไว้ติดตั้งไว้บนแท่นจับยึดชิ้นงานทดสอบ ดังรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.11 การติดตั้งชิ้นงานทดสอบ

3.5.3 เตรียมการทดสอบ

ยกมวลทดสอบขึ้น และทำการวัดความสูงจากชิ้นงานทดสอบจุดปะทะถึงจุดปล่อย ชุดกระแทกที่ความสูง 6.3 m ซึ่งได้จากการคำนวณ ดังรูปที่ 3.12

รูปที่ 3.12 การวัดระยะห่างของจุดปะทะ

3.5.4 การบันทึกผลการทดสอบ

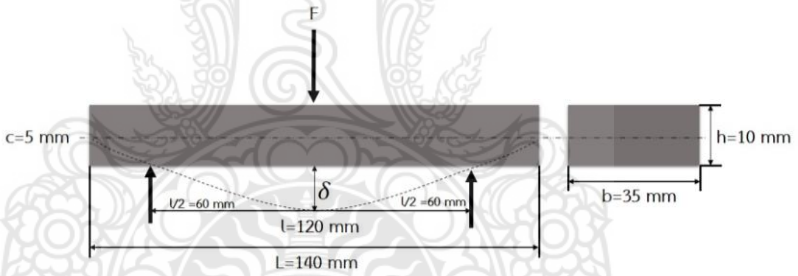
เชื่อมต่ออุปกรณ์บันทึกข้อมูล และอุปกรณ์วัดความเร่ง เข้ากับคอมพิวเตอร์ จากนั้นทำการต่อสายดิน และแหล่งจ่ายไฟ กดบันทึกผลการทดสอบแล้วกดปล่อยชุดทดสอบการกระแทกลงมาปะทะชิ้นงานทดสอบ ดังรูปที่ 3.13 และบันทึกค่าการทดสอบลงบนคอมพิวเตอร์

รูปที่ 3.13 ชิ้นงานทดสอบหลังการปะทะ

บทที่ 4
ผลการทดสอบและการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 ผลการทดสอบความสามารถการรับโมเมนต์ดัด

การทดสอบวัสดุแบบชิ้นบางโดยการทดสอบแบบแรงดัดที่ความเร็วในการกด 2 มิลลิเมตรต่อวินาที โดยเก็บค่าของแรงที่ใช้ในการกด และระยะที่กดลงไป ดังรูปที่ 4.1เพื่อนำไปหาค่ามอดุลัสความยืดหยุ่นสูงสุด และความเค้นดัดสูงสุด ของแต่ละชิ้นงานทดสอบตามลำดับ การทดสอบแรงดัดเพื่อนำมาหาค่ามอดุลัสความยืดหยุ่นสุงสุด ของวัสดุแต่ละแบบซึ่งคำนวณหาได้จากสมการที่ (2.1) และสามารถหาค่าความเค้นดัดสูงสุดได้จากสมาการที่ (2.8) ดังตัวอย่างการคำนวณต่อไปนี้



รูปที่ 4.1 ชิ้นงานชิ้นงานทดสอบโมเมนต์ดัด

จากสมการ (2.1) $E = \frac{FL^3}{48\delta I}$

$F_{max} = 21.63$ N

$L = 120$ mm

$\delta = 5.21$ mm

$I = bxh^3/12$

$= 2916.66$ mm^4

แทนค่า $E = 21.63 \text{ N} \times 120^3 \text{ mm}^3 / 48 \times 5.21 \text{ mm} \times 2916.6 \text{ mm}^3$

$E = 51.25$ N/mm^2

จากสมการที่ (2.4) $\sigma_{max} = \frac{Mc}{I}$

M_{max} = 21.63 N x 60 mm

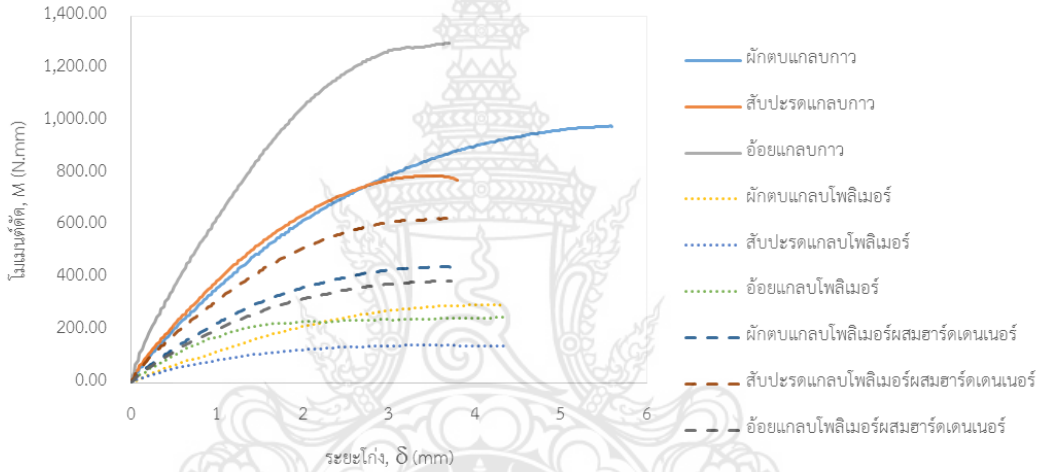
= 1,297.8 Nmm

I = 35 mm x (10 mm)^3/12

= 2,916.66 mm^4

แทนค่า σ_{max} = 1,297.8 N.mm x 5 mm / 2,916.66 mm^4

= 2.22 N/mm^2



รูปที่ 4.2 การเปรียบเทียบผลการทดสอบความสามารถการรับโมเมนต์ดัด

รูปที่ 4.2 สะท้อนให้เห็นว่ารูปชิ้นงานทดสอบที่ใช้กาวเป็นน้ำยาประสานมีความสามารถการรับโมเมนต์ดัด และมีมอดุลัสความยืดหยุ่นได้มากที่สุดในทุก ๆ ส่วนผสม จากการเปรียบเทียบค่าความเค้นดัดสูงที่สุด และมอดุลัสความยืดหยุ่นที่ได้จากการทดสอบพบว่า ชิ้นงานทดสอบที่ผลิตจากอ้อย และแกลบ โดยมีกาวเป็นน้ำยาประสานมีความเค้นดัดสูงที่สุด และมอดุลัสความยืดหยุ่นเท่ากับ 2.22 N/mm2 และ 51.25 N/mm2 ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างจากชิ้นงานทดสอบที่ผลิตจากอ้อย และแกลบ โดยมีโพลิเมอร์ผสมฮาร์ดเดนเนอร์เป็นน้ำยาประสานร้อยละ 69.81 และ 51.25 และมีผลการทดสอบความสามารถการรับโมเมนต์ดัด ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบความสามารถการรับโมเมนต์ดัด

ลำดับ	ชิ้นงานทดสอบความสามารถการรับโมเมนต์ดัด	แรงสูงสุด, F_{max} (N)	มอดุลัสความยืดหยุ่น, E (N/mm^2)	ความเค้นดัดสูงสุด, σ_{max} (N/mm^2)
1	ผักตบชวาผสมแกลบ และกาว	16.35	42.94	1.68
2	สับปะรดผสมแกลบ และกาว	13.19	49.02	1.36
3	อ้อยผสมแกลบ และกาว	21.63	51.25	2.22
4	ผักตบชวาผสมแกลบ และโพลิเมอร์	4.97	19.52	0.51
5	สับปะรดผสมแกลบ และโพลิเมอร์	2.41	9.92	0.25
6	อ้อยผสมแกลบ และโพลิเมอร์	4.16	15.79	0.43
7	ผักตบชวาผสมแกลบผสมโพลิเมอร์และฮาร์ดเดนเนอร์	7.38	28.07	0.76
8	สับปะรดผสมแกลบผสมโพลิเมอร์และฮาร์ดเดนเนอร์	10.46	40.62	1.08
9	อ้อยผสมแกลบผสมโพลิเมอร์ และฮาร์ดเดนเนอร์	6.5	24.98	0.67

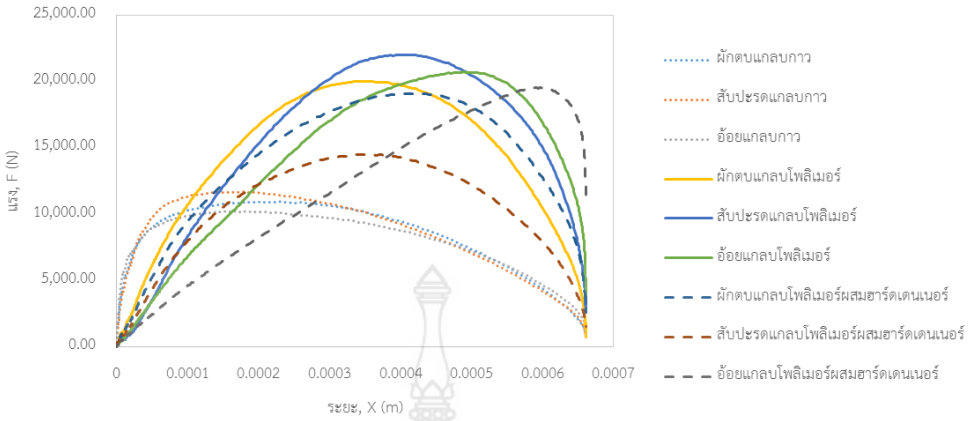
4.2 ผลการทดสอบความสามารถการดูดซับพลังงาน

การทดสอบวัสดุแบบชิ้นหนาภายใต้สภาวะการปล่อยวัตถุมวล 14.4 kg ตกกระแทกชิ้นงานทดสอบ ที่ความสูง 6.3 m (40 km/hr) โดยบันทึกผลค่าความเร่งของชุดทดสอบเพื่อนำไปหาค่าพลังงานที่ชิ้นงานสามารถการดูดซับได้แต่ละชิ้นงานทดสอบจากการทดสอบดังกล่าวอาศัยการคำนวณ

$$E_P = Fx$$

แทนค่า $= 14.4\ kg \times 1{,}097.43\ m/s^2 \times 0.00066\ m$

$$E_P = 10.43\ J$$



รูปที่ 4.3 การเปรียบเทียบความสามารถการดูดซับพลังงาน

รูปที่ 4.3 สะท้อนให้เห็นว่ารูปชิ้นงานทดสอบที่ใช้โพลิเมอร์เป็นน้ำยาประสานมีความสามารถในการรับแรงกระแทกได้มากที่สุดในทุก ๆ ส่วนผสม จากการเปรียบเทียบค่าความสามารถการดูดซับพลังงานที่ได้จากการทดสอบพบว่า ชิ้นงานทดสอบที่ผลิตจากสับปะรด และแกลบ โดยมีโพลิเมอร์เป็นน้ำยาประสานมีความสามารถการดูดซับพลังงานเท่ากับ 10.43 J ซึ่งแตกต่างจากชิ้นงานทดสอบที่ผลิตจากสับปะรด และแกลบ โดยมีกาวเป็นน้ำยาประสานร้อยละ 51.58 และมีผลการทดสอบความสามารถการดูดซับพลังงาน ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบความสามารถการดูดซับพลังงาน

ลำดับ	ชิ้นงานทดสอบความสามารถการดูดซับพลังงาน	ระยะ, x (mm)	พลังงานสูงสุด, E_P (J)
1	ผักตบชวาผสมแกลบ และกาว	0.59	4.80
2	สับปะรดผสมแกลบ และกาว	0.59	5.05
3	อ้อยผสมแกลบ และกาว	0.61	4.81
4	ผักตบชวาผสมแกลบ และโพลิเมอร์	0.67	9.17
5	สับปะรดผสมแกลบ และโพลิเมอร์	0.67	10.43
6	อ้อยผสมแกลบ และโพลิเมอร์	0.67	9.33
7	ผักตบชวาผสมแกลบผสมโพลิเมอร์ และฮาร์ดเดนเนอร์	0.65	8.85
8	สับปะรดผสมแกลบผสมโพลิเมอร์ และฮาร์ดเดนเนอร์	0.49	9.55
9	อ้อยผสมแกลบผสมโพลิเมอร์ และฮาร์ดเดนเนอร์	0.67	10.41

4.3 สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดสอบความสามารถการรับโมเมนต์ดัดพบว่า ชิ้นงานทดสอบที่ใช้กาวเป็น น้ำยาประสานเหมาะสมกับการใช้งานในสภาวะการรับแรงดัด เห็นได้จากชิ้นงานทดสอบที่ทำจากอ้อย และแกลบ โดยมีกาวเป็นน้ำยาประสานมีค่าความเค้นดัดสูงสุด 2.22 N/mm^2 และมอดุลัสความยืดหยุ่น 51.25 N/mm^2 ซึ่งแตกต่างจากชิ้นงานทดสอบที่ผลิตจากอ้อย และแกลบ โดยมีโพลิเมอร์เป็นน้ำยาประสาน ที่มีค่าความเค้นดัดสูงสุด 0.43 N/mm^2 และมอดุลัสความยืดหยุ่น 15.79 N/mm^2 ซึ่งต่างกันร้อยละ 80.63 และ 69.19 ตามลำดับ

ในทางกลับกัน ผลการทดสอบความสามารถการดูดซับพลังงานพบว่า ชิ้นงานทดสอบที่ใช้โพลิเมอร์เป็นน้ำยาประสานเหมาะสมกับการใช้งานในสภาวะการรับแรงกระแทก สะท้อนให้เห็นจากชิ้นงานทดสอบที่ทำจากสับปะรด และแกลบ โดยมีโพลิเมอร์เป็นน้ำยาประสานมีความสามารถการดูดซับพลังงานเท่ากับ 10.43 J ซึ่งแตกต่างจากชิ้นงานทดสอบที่ผลิตจากสับปะรด และแกลบ โดยมีกาวเป็นตัวน้ำยาประสาน ที่มีความสามารถดูดซับพลังงานเท่ากับ 5.05 J ซึ่งต่างกันร้อยละ 51.58

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

การเปรียบเทียบคุณสมบัติเชิงกลระหว่างวัสดุที่ผลิตจากเส้นใยธรรมชาติทั้ง 3 เส้นใย (ผักตบชวา สับปะรด อ้อย) พบว่าชิ้นงานทดสอบที่ผสมจากอ้อย แกลบ โดยมีกาวเป็นน้ำยาประสาน มีความสามารถการรับความเค้นดัด และมีมอดุลัสความยืดหยุ่น สูงกว่าชิ้นงานทดสอบที่ผสมจาก ผักตบชวา แกลบ และสับปะรด แกลบ โดยมีกาวเป็นน้ำยาประสาน ในขณะที่การทดสอบความสามารถการดูดซับพลังงาน พบว่าชิ้นงานทดสอบที่ผสมจากสับปะรด แกลบ โดยมีโพลิเมอร์เป็นน้ำยาประสานมีความสามารถการดูดซับพลลังงานมากกว่าชิ้นงานทดสอบที่ผสมจาก อ้อย แกลบ และผักตบชวา แกลบ โดยมีโพลิเมอร์เป็นน้ำยาประสาน

นอกจากนี้ การขึ้นรูปวัสดุชนิดบาง (Shell type) และชนิดหนา (Solid type) พบว่าการผสมส่วนผสมที่ความหนาแน่น 0.5 g/cm^3 มีความเหมาะสมที่สุดสำหรับใช้ผสมขึ้นรูป และการขึ้นรูปแบบบางต้องทำการผสมวัสดุ และอัดลงในแม่พิมพ์ที่มีขนาด 3.5x14x1 cm ภายใต้อุณหภูมิห้อง ซึ่งใช้เวลาในการลดความชื้นได้เร็วกว่าการผลิตชิ้นงานแบบหนา สำหรับการผลิตชิ้นงานแบบหนาต้องทำการผสมวัสดุ และอัดลงในแม่พิมพ์ที่มีขนาดใหญ่กว่า คือ 6.5x6.5x20 cm ส่งผลให้ควบคุมการกระจายตัวของส่วนผสมได้ยาก และมีความเสี่ยงต่อการเกิดความเสียหายระหว่างการถอดชิ้นงานออกจากแม่พิมพ์

5.2 ปัญหาและอุปสรรคในการทำโครงงาน

1. การผสมส่วนผสมชิ้นงานทดสอบที่ใช้กาวเป็นน้ำยาประสานจะผสมได้ยาก เนื่องจากกาวมีความเหนียว และกาวจะรวมตัวจับกันเป็นก้อน การผสมส่วนผสมให้เข้ากันจะทำได้ยากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการผสมชิ้นงานทดสอบที่ใช้น้ำยาประสานจากโพลิเมอร์

2. การผสมส่วนผสมชิ้นงานทดสอบแบบหนาในการนำชิ้นงานออกจากแม่พิมพ์ พบว่าการควบคุมการกระจายตัวของส่วนผสมได้ยาก และมีความเสี่ยงต่อการเกิดความเสียหายระหว่างการถอดชิ้นงานออกจากแม่พิมพ์

3. การจัดเก็บวัสดุจากธรรมชาติมีความชื้นเพิ่มมากขึ้นหลังจาการอบลดความชื้นแล้ว

4. ข้อจำกัดด้านขนาดของเครื่องอบลดความชื้นวัสดุจากธรรมชาติ การอบลดความชื้นแต่ละครั้งทำได้ในปริมาณไม่มากทำให้เกิดความล่าช้า

5.3 ข้อเสนอแนะ

1) การผสมชิ้นงานทดสอบที่ใช้กาวเป็นน้ำยาประสานในแต่ละส่วนผสม ควรเติมกาวลงไปครั้งละน้อย ๆ และเติมกาวลงไปให้ทั่ว
2) การนำส่วนผสมอัดลงไปในแม่พิมพ์ ควรรอให้ส่วนผสมประสานเข้ากันได้ดีก่อนนำออกจากแม่พิมพ์
3) การอบลดความชื้นวัสดุธรรมชาติหลังจากอบควรจัดเก็บไว้ในภาชนะสูญญากาศทันที และไม่ควรเก็บไว้นานจนเกินไป
4) จัดหาเครื่องอบที่สามารถอบได้ครั้งละปริมาณมาก ๆ จะทำให้ใช้เวลาในการอบลดความชื้นน้อยลง
5) ควรเปรียบเทียบคุณสมบัติเชิงกลระหว่าชิ้นส่วนยานยนต์ที่ใช้ในปัจจุบัน และชิ้นงานที่ทำการผสมขึ้นรูปทดสอบ
6) ควรศึกษาลักษณะของเส้นใยของวัสดุจากธรรมชาติแต่ละชนิด และการผสมเข้ากันได้ดีระหว่างเส้นใยกับน้ำยาประสาน

บรรณานุกรม

การเคลื่อนที่ตามแนวเส้นตรง. http://www.rmutphysics.com/charud/scidook /dynamic1 /index1_1.html ค้นเมื่อ วันที่ 27 มกราคม 2560

กุลยศ สุวันทโรจน์. 2549. ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์แบบผสมผสาน. การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทยครั้งที่ 20. 18-20 ตุลาคม 2549. นครราชสีมา

กุลยศ สุวันทโรจน์, ศุภชัย หลักคำ และพิเชษฐ์ บุญญาลัย. การศึกษาส่วนผสมที่เหมาะสมของโครงสร้างกันแรงกระแทกของรถยนต์จากกากผักตบชวาและแกลบสำหรับการชนคนเดินเท้า. ‘งานวิจัยประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2558 สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

บงกช ประสิทธิ์ และ อนันต์ พงศ์ธรกุลพานิช. 2550. การออกแบบเครื่องอบแห้งกระดาษเยื่อกล้วย. การประชุมเชิงวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทยครั้งที่ 3. 23-25 พฤษภาคม 2550.

นพพร จันทร์พึ่งสุข และคณะ พิมพ์ครั้งที่ 1 ปริญญานิพนธ์เครื่องอัดขึ้นรูปกระถางจากผักตบชวา (PotPlant Compressed Machine from Water Hyacinth) สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร , พ.ศ. 2553

สมศักดิ์ ไชยะภินันท์. 2552, “กลศาสตร์ของไหล,” พิมพ์ครั้งที่ 2, กรุงเทพฯ : สนพ.จุฬาลงกรณ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุชาดา อุชชิน และ รุ่งนภา รัตนพาหิระ. 2546. การผลิตเส้นใยสับปะรดเพื่ออุตสาหกรรมสิ่งทอโดยวิธีการแช่ฟอก. นิทรรศการงานวิจัย 60 ปี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วรวิทย์ วรนาวิน, พิเชษฐ์ บุญญาลัย และ ศุภชัย หลักคำ. การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตโครงสร้างกันแรงกระแทกของรถยนต์จากกากผักตบชวา. ‘งานวิจัยประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2557 สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

วริทธิ์ อึ้งภากรณ์. 2556, “การออกแบบเครื่องจักรกล,” พิมพ์ครั้งที่ 1, กรุงเทพฯ : สนพ.ซีเอ็ดยูเคชั่น.

อนันต์ เต็มเปี่ยม. เครื่องตีเกลียวเชือกจากเส้นใยกล้วย. ‘งานวิจัยประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2558 สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

Euro NCAP. http://www.euroncap.com/en/vehicle-safety/the-ratings-explained/pedestrian-protection/ ค้นเมื่อ วันที่ 29 มกราคม 2560

ประวัติผู้วิจัย

<u>หัวหน้าโครงการ</u>

1. ชื่อ-นามสกุล (ภาษาไทย) นายพลรัชต์ บุญมี
   (ภาษาอังกฤษ) Mr. Polrut Boonme
2. หมายเลขบัตรประจำตัวประชาชน 3 1605 00360 48 4
3. ตำแหน่งบริหาร/วิชาการ ที่เป็นปัจจุบัน
   ตำแหน่งบริหาร - ตำแหน่งวิชาการ อาจารย์
   เงินเดือน 23,890.- เวลาการทำวิจัย 20ชม./สัปดาห์
4. หน่วยงานและสถานที่ที่ติดต่อได้สะดวก
   สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์
   มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
   1381 ถ.พิบูลสงคราม แขวงบางซื่อ เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800
   โทรศัพท์:02-9132424 ต่อ 138, 081-818-6092
   โทรสาร:02-9132424 ต่อ 138
   E-mail :me_boon@hotmail.com
5. ประวัติการศึกษา

ระดับปริญญา	อักษรย่อปริญญา	วิชาเอก	สถานศึกษา	ปีที่สำเร็จ	ประเทศ
ปริญญาโท	วศ.ม.	วิศวกรรมเครื่องกล	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	2551	ไทย
ปริญญาตรี	วศ.บ.	วิศวกรรมเครื่องกล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี	2543	ไทย

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญเป็นพิเศษ (ซึ่งอาจแตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ
   - ความร้อนประยุกต์ (Applied Thermal System)
   - เทคโนโลยีและการจัดการด้านพลังงาน (Energy Technology and Management)

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัยหรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละข้อเสนอการวิจัย

   7.1 หัวหน้าโครงการวิจัย :
   - เครื่องคัดแยกขนาดเมล็ดสารกาแฟโรบัสต้า
   - การทดสอบการอัดตัวของวัสดุผสมภายใต้สภาวะอุณหภูมิต่างๆ
   - การออกแบบเครื่องทดสอบการโก่งของคานยึดปลายแน่นสองข้างภายใต้แรงกระจายสม่ำเสมอ
   - การศึกษาเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับการลดมลพิษและอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงของหัวรถจักรเพื่อความคุ้มค่าต่อการลงทุน

7.2งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว :ดังตารางที่แสดงถัดไป

ลำดับ	ผลงานวิจัย	ปีที่พิมพ์	การเผยแพร่	แหล่งทุน	ตำแหน่ง
1	จลนพลศาสตร์การอบแห้งเนื้อสับปะรดแว่น	พ.ศ.2551	การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทยครั้งที่ 9	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	ผู้ร่วมวิจัย
2	The Specific Energy Consumption of Robusta Coffee Bean Separating	พ.ศ.2553	Green Technology and Productivity	ม. เทคโนโลยีราชมงคลพระนครประจำปีงบประมาณ 2553	ผู้ร่วมวิจัย
3	เครื่องคัดขนาดเมล็ดสารกาแฟโรบัสต้า		รอการเผยแพร่	ม. เทคโนโลยีราชมงคลพระนครประจำปีงบประมาณ 2553	หัวหน้าโครงการ
4	การทดสอบการอัดตัวของวัสดุผสมภายใต้สภาวะอุณหภูมิต่างๆ	พ.ศ.2556	KKU Research Journal Vol.18, No.2	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	หัวหน้าโครงการ
5	การสีกะลากาแฟโรบัสต้ามลพิษต่ำ	พ.ศ.2556	การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 5	ม. เทคโนโลยีราชมงคลพระนครประจำปีงบประมาณ 2555	ผู้ร่วมวิจัย
6	การออกแบบเครื่องทดสอบการโก่งของคานยึดปลายแน่นสองข้างภายใต้แรงกระจายสม่ำเสมอ		รอการเผยแพร่	ม. เทคโนโลยีราชมงคลพระนครประจำปีงบประมาณ 2555	หัวหน้าโครงการ
7	การศึกษาเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับการลดมลพิษและอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงของหัวรถจักรเพื่อความคุ้มค่าต่อการลงทุน		รอการเผยแพร่	ม. เทคโนโลยีราชมงคลพระนครประจำปีงบประมาณ 2558	หัวหน้าโครงการ

7.3 งานวิจัยที่กำลังทำ :-

ผู้ร่วมวิจัย

1. ชื่อ-นามสกุล (ภาษาไทย) นายศุภชัย หลักคำ
(ภาษาอังกฤษ) Mr. Supachai Lakkam
2. หมายเลขบัตรประจำตัวประชาชน 3 1201 01788 03 1
3. ตำแหน่งบริหาร/วิชาการ ที่เป็นปัจจุบัน
ตำแหน่งบริหาร - ตำแหน่งวิชาการ อาจารย์ (พนักงานมหาวิทยาลัย)
เงินเดือน 25,000.- เวลาการทำวิจัย 20ชม./สัปดาห์
4. หน่วยงานและสถานที่ที่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และ e-mail
สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
1381 ถ.พิบูลสงคราม แขวงบางซื่อ เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800
โทรศัพท์:02-9132424 ต่อ 138
โทรสาร:02-9132424 ต่อ 138
E-mail: bus_supachai@hotmail.com
5. ประวัติการศึกษา

ระดับปริญญา	อักษรย่อปริญญา	วิชาเอก	สถานศึกษา	ปีที่สำเร็จ	ประเทศ
ปริญญาโท	M.Sc.	Automotive Engineering	The SirindhornInternational Thai-German Graduate School of Engineering (TGGS) มหาวิทยาลัย เทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ	2552	ไทย
ปริญญาตรี	วศ.บ.	วิศวกรรมเครื่องกล (เกียรตินิยมอันดับสอง)	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	2549	ไทย

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญเป็นพิเศษ (ซึ่งอาจแตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ
- เทคนิคการจำลองด้วยคอมพิวเตอร์ (Computation and Simulation Techniques)
- เทคโนโลยีและการจัดการด้านพลังงาน (Energy Technology and Management)

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัยหรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละข้อเสนอการวิจัย

7.1 ผู้อำนวยแผนงานวิจัย : -

7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย : -

- เครื่องทดสอบพฤติกรรมวัสดุความเสียดทาน
- การศึกษาปัจจัยการออกแบบท่อพักไอเสียเพื่อลดเสียงรบกวนและรักษาสมรรถนะของเครื่องยนต์

7.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว :

ลำดับ	ผลงานวิจัย	ปีที่พิมพ์	การเผยแพร่	แหล่งทุน	ตำแหน่ง
1	ผลกระทบและประสิทธิภาพผ้าเบรกเชิงเสียงรบกวน และสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน	พ.ศ.2552	Industry Subcontracting Exhibition of Thailand 2009	บริษัท คอมแพ็ค อินเตอร์เนชั่นแนล (1994) จำกัดและ Industrial Technology Assistance Program (iTAP)	นักวิจัย
2	Investigation of Brake Noise Parameters Using Single Dynamometer	Apr.2009	The 5th International Conference on Automotive Engineering ICAE-5	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ	นักวิจัย/ผู้นำเสนอ
3	Econo Power Car	Jun.2010	The 2nd RMUTP International Conference : Green Technology and Productivity	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	ผู้ร่วมวิจัย/ผู้นำเสนอ
4	Analysis of Clutch Materials behaviour : Comparison between Coefficient of Friction Testing and Full Size Testing	Jun.2012	World Academe of Science, Engineering and Technology 66, 2012	EXEDY Friction Material Co. LTD	ผู้ช่วยวิจัย
5	Study and Trend of Development for Electric Railway and Related Industries in Thailand (Phase 2)		รอเผยแพร่	Industrial Technology Assistance Program (iTAP)	ผู้ร่วมวิจัย
6	โครงการศึกษาเครื่องยนต์แก๊สโซลีนและดีเซลขนาดเล็ก 1 สูบ เพื่อจัดทำร่างกฎกระทรวงเฉพาะด้านประสิทธิภาพพลังงาน ตาม พ.ร.บ. การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2550	พ.ศ.2555	RMUTP Research Journal, Vol.6, No.2,	กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน	ผู้ร่วมวิจัย
7	Design and Development of Bus structure for single and double deck		รอเผยแพร่	กรมขนส่งทางบก	ผู้ช่วยวิจัย
8	เครื่องทดสอบพฤติกรรมวัสดุความเสียดทาน	พ.ศ.2555	วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ปีที่22 ฉบับที่2	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	หัวหน้าโครงการ
9	การทดสอบการอัดตัวของวัสดุผสมภายใต้สภาวะอุณหภูมิต่างๆ	พ.ศ.2556	KKU Research Journal Vol.18, No.2	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	ผู้ร่วมวิจัย
10	การออกแบบจานเบรกเชิงการสะสมความร้อนเพื่อความปลอดภัย	2013	Songklanakarin J. Sci. Technol. 35 (6), 671-681,	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล	ผู้ร่วมวิจัย

			Nov. - Dec. 2013	พระนคร	
11	การศึกษาปัจจัยของโครงสร้างกันแรงกระแทกของรถยนต์ที่ส่งผลต่อการดูดซับพลังงาน	พ.ศ.2556	วารสารวิจัย มข. ปีที่ 18 ฉบับที่ 3 ประจำเดือน พฤษภาคม – มิถุนายน 2556	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	ผู้ร่วมวิจัย
12	การศึกษาลักษณะทางกายภาพของจานเบรกรถจักรยานยนต์ที่มีผลกระทบต่อประสิทธิภาพการเบรก	พ.ศ.2556	วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ปีที่ 23 ฉบับที่ 2 พ.ค. - ส.ค. 2556	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	ผู้ร่วมวิจัย
13	การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตโครงสร้างกันแรงกระแทกของรถยนต์จากกากผักตบชวา	พ.ศ.2557	วารสารวิจัย มทร.ตะวันออก ปีที่ 7 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม - ธันวาคม 2557	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	ผู้ร่วมวิจัย
14	การศึกษาปัจจัยการออกแบบท่อพักไอเสียเพื่อลดเสียงรบกวนและรักษาสมรรถนะของเครื่องยนต์	พ.ศ.2557	วารสารวิจัย มทร.อีสาน ปีที่ 8 ฉบับที่ 3 กันยายน - ธันวาคม 2557	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	หัวหน้าโครงการ
15	การศึกษาพฤติกรรมค่าการนำความร้อนแบบไม่เชิงเส้นของวัสดุความเสียดทาน	พ.ศ.2558	วารสารวิจัยและพัฒนา มจธ. ปีที่ 38 ฉบับที่ 3 กรกฎาคม - กันยายน 2558	ม. เทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	ผู้ร่วมวิจัย
16	การศึกษาเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับการลดมลพิษและอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงของหัวรถจักรเพื่อความคุ้มค่าต่อการลงทุน	พ.ศ.2559	วารสารวิจัย มทร.ตะวันออก ปีที่9 ฉบับที่1 มกราคม - มิถุนายน 2559	ม. เทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ประจำปีงบประมาณ 2558	ผู้ร่วมวิจัย
17	การศึกษาพฤติกรรมการถ่ายโอนความร้อน และการสั่นสะเทือนของจานเบรกแบบตรง/แบบกลับที่ส่งผลกระทบต่อความสามารถการเบรก		รอการเผยแพร่	ม. เทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	ผู้ร่วมวิจัย

7.4 งานวิจัยที่กำลังทำ :

ลำดับ	ชื่อข้อเสนอการวิจัย	แหล่งทุน	ตำแหน่ง	สถานภาพ
1	การศึกษาพฤติกรรมค่าความจุความร้อนของวัสดุความเสียดทาน	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	ผู้ร่วมวิจัย	50%
2	การพัฒนาเครื่องทดสอบสัมประสิทธิ์ความเสียดทานยางล้อ	สกว.	ผู้ร่วมวิจัย	50%