การพัฒนาผลิตภัณฑ์แผ่นฝ้าเพดานจากเส้นใยปาล์มน้ำมันสำหรับวิสาหกิจชุมชน

Development of Ceiling Board Product from Oil Palm Fiber for Community Enterprise

วิโรจน์ ฤทธิ์ทอง

ประชุม คำพุฒ

ณัฐพงศ์ มกระธัช

สัจจะชาญ พรัดมะลิ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2560

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ชื่อเรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์แผ่นฝ้าเพดานจากเส้นใยปาล์มน้ำมันสำหรับวิสาหกิจชุมชน
ผู้วิจัย วิโรจน์ ฤทธิ์ทอง คณะวิศวกรรมศาสตร์ มทร. พระนคร
ประชุม คำพุฒ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มทร. ธัญบุรี
ณัฐพงศ์ มกระธัช วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มจพ.
สัจจะชาญ พรัดมะลิ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มทร. พระนคร

พ.ศ. 2560

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการใช้เส้นใยปาล์มสำหรับพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์แผ่นฝ้าเพดาน กำหนดอัตราส่วนปูนยิปซัมปาสเตอร์: เส้นใยปาล์มน้ำมัน: น้ำประปา : สารเร่งการก่อตัว เท่ากับ 1 : 0.15 : 1: 0.03, 1 : 0.20 : 1: 0.03, 1 : 0.25 : 1: 0.03, 1 : 0.30: 1: 0.03 และ 1 : 0.35 : 1: 0.03โดยน้ำหนัก ขึ้นรูปแผ่นฝ้าเพดาน ขนาด 30 x 30 x 1 เซนติเมตร ทำการทดสอบตามมาตรฐาน มอก. 219-2552 ผลการทดสอบพบว่าแผ่นฝ้าเพดาน ที่มีปริมาณเส้นใยปาล์มน้ำมันมากมีแรงกดแตกตามยาว แรงกดแตกตามขวาง แรงต้านการดึงตะปู ความหนาแน่นและสัมประสิทธิ์การนำความร้อนมีค่าลดลง โดยที่ลักษณะการแอ่นตัว และการดูดซึมน้ำมีค่าเพิ่มขึ้น จากผลการทดสอบตัวอย่างแผ่นฝ้าเพดาน อัตราส่วนที่มีเส้นใยปาล์มน้ำมันน้อยกว่าอัตราส่วน 0.2 มีสมบัติผ่านตามที่มาตรฐานกำหนด

คำสำคัญ : แผ่นฝ้าเพดาน, เส้นใยปาล์มน้ำมัน, ใบปาล์มน้ำมัน, ถ่ายทอดเทคโนโลยี, ชุมชนท้องถิ่น

Title Development of Ceiling Board Product from Oil Palm Fiber for Community Enterprise

Researcher Wirote Ritthong Faculty of Engineering, RMUTP
Prachoom Khamput Faculty of Engineering, RMUTT
Nattapong Makaratat College of Industrial Technology, KMUTNB
Sajjachan Pradmali Faculty of Engineering, RMUTP

Year 2017

Abstract

This research aims to study the using oil palm fiber to develop ceiling board product. The mixture ratios of Gypsum plaster: oil palm fiber: tap water: catalyst are 1 : 0.15 : 1: 0.03, 1 : 0.20 : 1: 0.03, 1 : 0.25 : 1: 0.03, 1 : 0.30: 1: 0.03 and 1 : 0.35 : 1: 0.03 by weight. The ceiling board samples are cast in 30 x 30 x 1 centimeter in dimension. The ceiling board sample testing follows the TIS 219-2552. The results show that the longitudinal and lateral breaking load, Nail pull resistance, density, and thermal conductivity of ceiling board with high quantity of oil palm fiber are lower than ceiling board with low quantity of oil palm fiber while that the deflection and water absorption of ceiling board with high quantity of oil palm fiber are higher. However, all of oil palm fiber samples with lower than 0.2 of ratio can pass the standard.

Key Words : Ceiling board, Oil palm fibers, Oil palm leaves, Technology transfer, Local communities

กิตติกรรมประกาศ

ได้รับทุนอุดหนุนวิจัยประเภทงบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ 2560 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร และ ความเห็นในรายงานผลการวิจัยเป็นของผู้รับทุน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป

คณะผู้วิจัย

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญรูป	จ
สารบัญตาราง	จ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 ทฤษฎี	4
2.2 สมมุติฐาน	9
2.3 การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ (information) ที่เกี่ยวข้อง	10
2.4 กรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย	13
บทที่ 3 วิธีการวิจัย	14
3.1 ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง	14
3.2 เตรียมวัสดุและอุปกรณ์	14
3.3 เตรียมตัวอย่างแผ่นฝ้าเพดาน	14
3.4 ทดสอบแผ่นฝ้าเพดาน	15
3.5 วิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบ	15
บทที่ 4 ผลการวิจัย	16
4.1 การกำหนดอัตราส่วนผสม	16
4.2 สมบัติแผ่นฝ้าเพดานจากเส้นใยปาล์ม	16
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	21
5.1 สรุปผล	21
5.2 ข้อเสนอแนะ	21
บรรณานุกรม	
ภาคผนวก	
ตัวอย่างการขึ้นรูปและทดสอบ	
การทดสอบอุณหภูมิผลิตภัณฑ์	
มาตรฐานผลิตภัณฑ์	
ประวัติผู้วิจัย	

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1	ต้นปาล์มน้ำมัน	8
2	ใบปาล์มน้ำมัน	9
3	ทางใบปาล์มน้ำมัน	9
4	กรอบแนวความคิดของแผ่นฝ้าเพดานจากเส้นใยปาล์มน้ำมัน	13
5	ลักษณะแรงกดแตกตามยาว	17
6	ลักษณะแรงกดแตกตามขวาง	17
7	ลักษณะแรงต้านการดึงตะปู	18
8	ลักษณะการแอ่นตัว	18
9	ลักษณะการดูดซึมน้ำ	19
10	ลักษณะความหนาแน่น	19
11	สัมประสิทธิ์การนำความร้อน	20

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	พื้นที่ปลูกพืชเส้นใยทางเกษตร	7
2	อัตราส่วนผสมของแผ่นฝ้าเพดานจากเส้นใยปาล์ม	16

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

เศษวัสดุเหลือทิ้งในสวนปาล์มน้ำมันอย่างใบและทางใบปาล์มน้ำมัน ปัจจุบันมีปริมาณมากถึง 4.5 ล้านตันต่อปี และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง จากนโยบายเร่งรัดการส่งเสริมการปลูกพืชพลังงาน สำหรับรองรับอุตสาหกรรมพลังงานทดแทน เดิมมีพื้นที่ปลูกปาล์มทั่วประเทศ ประมาณ 1.5 ล้านไร่ ในปี พ.ศ.2541 เป็น 4.1 ล้านไร่ ในปี พ.ศ.2553 และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเป็น 7 ล้านไร่ ในปี พ.ศ.2565 (ศูนย์สารสนเทศการเกษตร, 2545; สนพ., 2554) โดยใบ และทางใบปาล์มน้ำมัน เป็นเศษวัสดุเหลือทิ้งจากสวนปาล์มน้ำมันที่สร้างปัญหาให้กับเกษตรกรชาวสวนปาล์มมากที่สุด เพราะการแทงปาล์มหรือการตัดทะลายปาล์ม ต้องตัดทางใบปาล์มก่อน เนื่องจากผลปาล์มจะตั้งอยู่บนทางใบปาล์ม จึงสามารถตัดเอาทะลายปาล์มลงได้ ทำให้สร้างความรกให้กับสวนปาล์มน้ำมันอย่างมาก เกษตรกรส่วนใหญ่จึงมีการเผาทำลายใบและทางใบปาล์ม เพื่อลดปริมาณเศษวัสดุเหลือทิ้งดังกล่าว เมื่อพิจารณาจากส่วนประกอบของใบและทางใบปาล์ม พบว่า ประกอบด้วย เส้นใยเซลลูโลส (cellulose fibers) เป็นวัสดุหลัก เป็นโมเลกุลสายยาวซ้ำ ยึดเกาะด้วยพันธะ C-O-C ในหมู่ไฮดรอกซิล (-OH) จับกับหมู่ธาตุอื่นๆ เรียงตัวเป็นระเบียบ (crystalline) และระหว่างสายโมเลกุลมีการยึดด้วยพันธะไฮโดรเจน เป็นระยะๆ มีความเหนียว แข็งแรง และน้ำหนักเบา จึงเหมาะต่อการนำมาใช้ผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนประกอบของเส้นใยอย่างยิ่ง

แผ่นฝ้าเพดาน (ceiling board) เป็นวัสดุตกแต่งอาคารเพื่อปกปิดส่วนที่ไม่ต้องการให้เห็น เช่น โครงหลังคา คานโครงสร้าง และท่อน้ำ เป็นต้น ประกอบด้วย ปูนยิปซัม (gypsum plaster) เป็นไส้กลางระหว่าง กระดาษเหนียวผิวเรียบ หรือวัสดุผิวเรียบทั้งสองด้าน โดยมีการผสมเส้นใยสังเคราะห์หรือวัสดุเพิ่มคุณภาพอื่นๆ ที่นำเข้าจากต่างประเทศ ทำให้แผ่นฝ้าเพดานเป็นวัสดุที่มีน้ำหนักเบา ติดตั้งง่าย สามารถติดตั้งได้ทั้งชนิดฉาบเรียบ และชนิดทีบาร์ (ประชุม, 2552) ทั้งนี้ วัสดุดังกล่าวเป็นที่ต้องการของตลาดมาก ทั้งชุมชนเมืองและชุมชนท้องถิ่น เนื่องจากความต้องการความสวยงาม และความสะอาดของอาคาร มีแนวโน้มความต้องการเพิ่มขึ้นปีละ ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 5 ซึ่งการนำเส้นใยปาล์มน้ำมันทั้งจากใบและทางใบที่มีความเหนียว แข็งแรง และน้ำหนักเบา มาเป็นส่วนผสมในแผ่นฝ้าเพดานยิปซัม จึงมีความเป็นไปได้ในการเพิ่มสมบัติด้านความแข็งแรง และลดปริมาณการใช้ปูนยิปซัมและเส้นใยสังเคราะห์ที่มีต้นทุนสูงของแผ่นฝ้าเพดานลงได้ รวมทั้ง ฝ้าเพดาน ยังมีขนาดมาตรฐาน 60 x 60 ตารางเซนติเมตร ทำให้วิสาหกิจชุมชนสามารถผลิตได้โดยใช้เครื่องจักรขนาดเล็ก

ดังนั้น โครงการ “การพัฒนาผลิตภัณฑ์แผ่นฝ้าเพดานจากเส้นใยปาล์มน้ำมันสำหรับชุมชนท้องถิ่น” จึงเป็นการพัฒนาวัสดุก่อสร้างที่ช่วยลดปริมาณเศษวัสดุเหลือทิ้งอย่างใบและทางใบภายในสวนปาล์มได้ดี มีกระบวนการผลิตที่สามารถผลิตได้ภายในชุมชนท้องถิ่น และมีความเป็นได้ที่จะมีสมบัติเด่นในด้านน้ำหนักที่เบา ต้นทุนต่ำ แข็งแรง และเป็นฉนวนป้องกันความร้อนได้ดี นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์แผ่นฝ้าเพดานจากเส้นใยปาล์มน้ำมัน ยังเป็นที่ต้องการของตลาดมาก ทำให้วิสาหกิจชุมชนที่ต้องการหาผลิตภัณฑ์ที่ลงทุนต่ำ จำหน่ายเร็ว และมีผลตอบแทนที่ดี ตัดสินใจเลือกใช้ประโยชน์จาก

ผลิตภัณฑ์แผ่นฝ้าเพดานนี้ ในการสร้างงาน สร้างรายได้ สู่เกษตรกรชาวสวนปาล์ม ในภาวะที่ราคาปาล์มน้ำมันยังไม่มีเสถียรภาพได้ดี

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1.2.1 เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์แผ่นฝ้าเพดานจากเส้นใยปาล์มน้ำมันตามมาตรฐานของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.)

1.2.2 เพื่อทดสอบสมบัติทางกายภาพ และทางกล ของผลิตภัณฑ์แผ่นฝ้าเพดานจากเส้นใยปาล์มน้ำมัน

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

1.3.1 ใช้ปูนยิปซัม (Gypsum plaster) เป็นสารเชื่อมประสานในการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์แผ่นฝ้าเพดาน

1.3.2 ใช้เส้นใยปาล์มน้ำมัน จากจังหวัดชุมพร/กระบี่/สุราษฎร์ธานี

1.3.3 ใช้สารละลายอลูมิเนียมซัลเฟต ($Al_2(SO_4)_3$), แคลเซียมคลอไรด์ ($CaCl_2$) และโซเดียมซิลิเกต (Na_2SiO_3) ในปริมาณไม่เกิน 500 ppm หรือ 0.5 กรัมต่อลิตร เป็นสารเร่งการก่อตัวในการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์แผ่นฝ้าเพดาน

1.3.4 ใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) เป็นสารปรับปรุงเส้นใยปาล์มน้ำมัน

1.3.5 ใช้กระดาษเหนียว ในการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์แผ่นฝ้าเพดาน

1.3.6 ใช้เครื่องอัดขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ ขนาด 60 x 60 x 1 ลูกเซนติเมตร ในการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์แผ่นฝ้าเพดาน สำหรับทำการทดสอบสมบัติต่างๆ โดยไม่ต้องให้น้ำหนักค้าง (เหมาะกับกระบวนการผลิตในรูปแบบวิสาหกิจชุมชน)

1.3.7 ใช้มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) ของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.) เรื่องแผนยิปซั่ม (มอก.219-2552) (สมอ., 2552) ในการทดสอบสมบัติต่างๆ ของผลิตภัณฑ์

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) ด้านวิชาการ

1.1. สามารถเผยแพร่บทความวิจัยในวารสารวิชาการภายในประเทศหรือต่างประเทศจำนวนไม่น้อยกว่า 1 บทความ

1.2. เข้าร่วมจัดนิทรรศการในงานที่เกี่ยวข้องกับด้านวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี

2) ด้านนโยบาย

2.1. ช่วยเป็นข้อมูลในการเสนอนโยบายการพัฒนาชุมชนขององค์การปกครองส่วน ท้องถิ่นภายในพื้นที่แหล่งปาล์มน้ำมันได้

3) ด้านเศรษฐกิจ/พาณิชย์

3.1 เพิ่มรายได้ให้กับชุมชนท้องถิ่นภายในพื้นที่แหล่งปาล์มน้ำมัน

3.2 ช่วยลดค่าใช้จ่ายในการขนส่งผลิตภัณฑ์วัสดุก่อสร้างจากแหล่งอื่น

4) ด้านสังคมและชุมชน

4.1. สามารถสร้างความเข้มแข็งให้กับชุมชน ในการมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมและ สร้างความสามัคคีร่วมมือร่วมใจกัน ในการผลิตสินค้าของชุมชน

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎี

โครงการ “การพัฒนาผลิตภัณฑ์แผ่นฝ้าเพดานจากเส้นใยปาล์มน้ำมันสำหรับวิสาหกิจชุมชน” มีรายละเอียดของทฤษฎี สมมติฐาน และกรอบแนวความคิด ดังต่อไปนี้

2.1.1 ฝ้าเพดานยิปซั่มหรือแผ่นยิปซั่ม

ฝ้าเพดานยิปซั่มหรือแผนยิปซัม หมายถึง แผนซึ่งประกอบด้วยสารผสม มีปูนยิปซัม (gypsum plaster) เปน สวนใหญ ใชเปนไสกลางระหวางกระดาษเหนียวผิวเรียบหรือวัสดุผิวเรียบทั้งสองดาน และ/หรืออาจมีวัสดุเพิ่มคุณภาพเคลือบผิวดานใดดานหนึ่งหรือทั้งสองดาน ไสกลางอาจตันหรือพรุน (cellular) และ อาจผสมดวยเสนใยหรือเพิ่มวัสดุเพิ่มคุณภาพอื่น ๆ กระดาษสำหรับแผนยิปซัม (gymsum liner board) หมายถึง กระดาษที่ทำขึ้นเพื่อใหเหมาะสำหรับการประกอบแผนยิปซัม ผลิตภัณฑหลังการใชงาน (post-consumer waste) หมายถึง ผลิตภัณฑที่เปนของเสียหรือผานการใชงาน วัสดุเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิต (post-industrial waste) หมายถึง วัสดุเหลือทิ้งหรือของเสียที่เกิดขึ้นในระหว่าง กระบวนการผลิตหรือการแปรรูปภายในโรงงานกอนถึงมือผูบริโภค (จิระวัฒน์ และคณะ, 2551)

2.1.2 ประเภทของแผ่นยิปซั่ม

ประเภทของแผนยิปซัม แผนยิปซัมเปนวัสดุแผนเรียบ ผลิตขึ้นดวยเครื่องจักรที่ทันสมัย เหมาะสำหรับใชทำฝาเพดาน และฝาผนังของอาคารทุกชนิด เพราะไมเพียงแตจะเปนวัสดุแผนเรียบที่สวยงามงายตอการตกแตง กันรอน กันเสียง กันไฟ ไมยืดหดตัว ติดตั้งดัดแปลงแกไขงาย ประหยัด และไมเปนพิษ เมื่อเกิดไฟเผาดวยอุณหภูมิสูงจะไมเกิดพิษที่เปนอันตรายตอชีวิต

1) แผนยิปซัม แบงออกเปนหลายประเภทที่สำคัญ คือ

1.1) แผนยิปซัมมาตรฐาน ใชสำหรับงานฝาเพดานและฝาผนังทั่วไป เหมาะสำหรับงานฝาเพดานที่เนนการตกแตง เรียบเนียน สวยงาม ทันสมัย สามารถทำเปนฝาหลบมุม ฝงดวงไฟ งานผนังภายในที่ตองการความแข็งแรง น้ำหนักเบา ชวยประหยัดงานโครงสรางและฐานราก

1.2) แผนยิปซัมทนชื้น ใชในบริเวณที่มีความชื้นสูง เชน ฝาเพดานหองน้ำ หองครัว ชายคา และโรงรถ ผนังหองน้ำบริเวณแหง โดยบุกระเบื้องทับผิวแผนยิปซัมทนชื้นรวมกับระบบกันซึม

1.3) แผนยิปซัมปองกันความรอน ใชในบริเวณฝาเพดานสวนที่ติดหลังคา หองใตชั้นดาดฟา และกรุผนังดานในเพื่อชวยสะทอนรังสีความรอน และปองกันหยดน้ำซึมจากการควบแนนของไอน้ำในอากาศ (4) แผนยิปซัมทนไฟ ใชสำหรับทำระบบปองกันไฟ ตั้งแต 1/2 - 4 ชั่วโมง เชน ผนังภายในอาคารสูง อาคารสำนักงาน โรงแรม ทางหนีไฟ ชองลิฟต และใชหุมโครงสรางเหล็กและบริเวณที่ตองการอัตราการทนไฟสูง นอกจากนี้แผนยิปซัมได้พัฒนาเพิ่มมากขึ้นเพื่อใหเหมาะตามลักษณะการใชและความตองการของลูกคา เชน แผนยิปซัมทนกระแทก แผนยิปซัมกันเสียง แผนยิปซัมดูดซับเสียง เปนตน

2) แผนยิปซัมแตละประเภท แบงออกเปน 2 ชนิด คือ

2.1) ชนิดขอบเรียบ เหมาะสำหรับนำไปติดตั้งและใชงานแบบเวนรอง และตัดเปนแผนเล็ก เหมาะสำหรับงานฝาเพดานทีบาร์

2.2) ชนิดขอบลาด เหมาะสำหรับการใชงานที่มีการฉาบรอยตอบริเวณขอบแผนยิปซัมให้เปนผืนเดียวกัน เหมาะสำหรับงานฝาเพดานฉาบเรียบ และผนังยิปซัมฉาบเรียบ

2.1.3 วัตถุดิบในการผลิตแผ่นยิปซัม

วัตถุดิบหลัก มากกวา รอยละ 95 ที่ใชในการผลิตแผนยิปซัม คือ แรยิปซัม และกระดาษเหนียว โดยซื้อจากผูผลิตภายในประเทศ สวนประกอบอื่น เชน สารปรุงแตง (additives) ซื้อจากผูผลิตภายในประเทศและตางประเทศ

1) แรยิปซัม สูตรทางเคมี คือ Calcium sulfate dihydrate: $CaSO_4.2H_20$ ซึ่งประกอบดวย Calcium sulfate มีน้ำอยูดวย 2 molecules มีคาความหนาแนน 2.32 มีคาความแข็ง (hardness) = 2 (moths scale of hardness) เปนแรที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ (natural gypsum) เมื่อน้ำทะเลไดรับความรอนเกิดการระเหยมีแรยิปซัมตกผลึก เปนอันดับแรก แรยิปซัมพบอยูทั่วไปในหินชั้น บางครั้งพบเปนชั้นหนามาก พบแรยิปซัมกระจัดกระจายอยูในทุกภาคของประเทศไทย และแหลงที่พบเปน ชั้นหนามาก มีการเปดทำเหมืองแลว ไดแก จังหวัดพิจิตร จังหวัดนครสวรรค จังหวัดนครศรีธรรมราช จังหวัดสุราษฎรธานี ปจจุบันไดมีการนำแรยิปซัมสังเคราะห (synthetic gypsum) เขามารวมใชในการผลิตแผนยิปซัมเพื่อเปนการอนุรักษปริมาณสำรองแรยิปซัมธรรมชาติ และเปนการลดมลภาวะสิ่งแวดลอม

2) แรยิปซัมสังเคราะห (Flue gas desulfurization gypsum : FGD gypsum) เปนผลพลอยได (by product) จากโรงงานไฟฟา โดยการนำเอากาซซัลเฟอรไตรออกไซด (sulphur Trioxide : SO3) ซึ่งเปนกาซเสียที่ปลอยสูบรรยากาศจากโรงงานไฟฟามาผสมทำปฏิกิริยากับหินปูนแคลเซียมคารบอเนต (Calcium Carbonate : CaCO3) แลวจะได ผลพลอยไดเปนแรยิปซัมสังเคราะห (Flue gas desulfurization gypsum : FGD gypsum) ออกมา

3) กระดาษ : (Plasterboard Liner) ใชกระดาษเหนียวพิเศษ ประกอบเปนผิวหนาแผนยิปซัม กระดาษยิปซัม เปนกระดาษที่ใชในอุตสาหกรรมการผลิตแผนยิปซัม สำหรับงานกอสราง แบงเปน 2 ชนิดคือ Ivory Board และ Grey Board ใชประกบรองรับแผนยิปซัม ดานหนาและดานหลังตามลำดับโดย Ivory Board จะมีความขาวของผิวหนา และความแข็งแรงที่ดีกวา Grey Board เนื่องจากเปนดาน ที่มองเห็นได กระดาษทำแผนยิปซัมที่มีคุณภาพจะตองมีแรงทนทานตอแรงดึงเปนพิเศษ และสามารถ นำไปประกบเนื้อยิปซัมในกระบวนการผลิตแผนยิปซัมไดเปนอยางดี กระดาษยิปซัมใช recycle fiber มาเปนวัตถุดิบทั้งหมด ผลิตดวยกระบวนการผลิตที่เปนมิตรตอสิ่งแวดลอม ตั้งแตตนทางจนถึงปลายทาง

4) สารผสม (Additives) ใชผสมลงไปในไสกลาง (core) ของแผนยิปซัม เพื่อชวยควบคุมกระบวนการผลิต ใหมีการใชวัตถุดิบใหประหยัดและลดการใชพลังงาน ไดแก

- แปง (modified startch) ซื้อจากผูผลิตในประเทศ
- โฟม (foaming agent) ซื้อจากผูผลิตในประเทศ
- สารกระจายสวนผสม (dispersing agent) ซื้อจากผูผลิตตางประเทศ

- สารควบคุมสวนผสม (setting time agent) ซื้อจากผูผลิตในประเทศ

2.1.4 กระบวนการผลิตแผ่นยิปซัม

1) Grinding process: นำแรยิปซัมที่เปนกอนใหญมาเขาเครื่องบดแร (Gypsum crusher) ใหมีขนาดเล็กลงประมาณ 300 ไมครอน

2) Coalmining process: นำแรที่บดแลวเขากระบวนการ Calcinations หรือการเผาแร ละเอียดในเครื่องเผาแร เพื่อไลความชื้นที่อยูในแรยิปซัม และเผาใหแรยิปซัมเปลี่ยนคุณสมบัติกลายเป น ผงปูนปลาสเตอร (stucco)

3) Mixing process: ผสมปูนปลาสเตอร (stucco) น้ำ และสารผสมตาง ๆ เขาดวยกันตาม สูตร และผสมดวยเครื่องผสม (mixer)

4) Board forming process: เทสวนผสมที่ไดลงไประหวางกระดาษบนและลาง โดยมีการ ควบคุมความหนาของแผนแบบอัตโนมัติ แลวขึ้นรูปเปนแผนยิปซัมบน forming line และตัดแผนยิป ซัมตามความยาวที่ตองการ (cutter) และลำเลียงไปตามสายพาน Wet transfer เพื่อเขาเตาอบ (dryer)

5) Drying process นำแผนยิปซัมไปเขาเตาอบ ผานกระบวนการอบไลน้ำสวนเกินใน สวน ผสม และเพื่อสรางแรงยึดเหนี่ยวที่เหมาะสมระหวางกระดาษและสวนผสมของยิปซัม โดยผานการ อบแผน 3 Zones จนแผนแหงสนิทดี และมีความแข็งแรง จากนั้นจึงสงตอไปยังสายพาน Dry transfer

6) Packaging process นำแผนยิปซัมที่แหงแลวมาเขากระบวนการประกบคูและติดเทป ตามขอบแผน เพื่อติดตราสินคา ตรวจสอบคุณภาพ จัดเรียงเขาตั้ง และรอจำหนายตอไป (วรวัฒน์ และคณะ, 2552)

2.1.5 การติดตั้งใช้งานแผ่นยิปซัม

พื้นที่หลังการติดตั้งแผ่นยิปซัมมีอยู่ 2 ลักษณะ คือ

1) แบบมีรอยต่อเป็นตารางย่อยโดยมีขนาด 60 x 60 ซม. ซึ่งโดยทั่วไปเรียกแบบนี้ว่าฝ้าทีบาร์ โดยใช้แผ่นยิปซัมชนิดขอบเรียบ (บริเวณขอบแผ่นจะเรียบต่อเนื่องโดยตลอดทั่วทั้งแผ่น)

2) แบบไม่มีรอยต่อจึงมองเห็นเป็นพื้นที่เรียบต่อเนื่องกันไป ซึ่งเรียกฝ้าฉาบเรียบ โดยใช้แผ่น ยิปซัมชนิดขอบลาด (บริเวณขอบแผ่นจะเกิดรอยทางลาดลึกประมาณ 1 มม. กว้างประมาณ 50 มม. ยาวตลอดขอบ)

การติดตั้งควรคำนึงถึงประเภทของพื้นที่ใช้งาน โดยหากมีความชื้นสูง เช่นบริเวณห้องน้ำ ควร ใช้แผ่นยิปซัมชนิดทนความชื้นซึ่งจะมีการผสมสารเคมีป้องกันความชื้นห่อหุ้มผลึกยิปซัมไว้ทั่ว เพื่อ ป้องกันการโค้งอ่อนตัวของแผ่น และหากต้องการให้ทนไฟควรเลือกแผ่นยิปซัมประเภททนไฟซึ่งจะมี การเสริมเส้นใยแก้วไว้ภายในเนื้อยิปซัมด้วย (ประชุม และคณะ, 2552)

2.1.6 เส้นใยธรรมชาติ

เส้นใยธรรมชาติแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ เส้นใยจากพืชหรือเส้นใยเซลลูโลส เส้นใยจากสัตว์ หรือเส้นใยโปรตีน เส้นใยแร่ โลหะ เส้นใยเซลลูโลสเป็นคาร์โบไฮเดรทชนิดหนึ่งเกิดจากเซลลูโลสยึด เกาะกันด้วยพันธะเคมีเป็นโมเลกุลใหญ่มีสูตรเป็น $(C_6H_{10}O_5)_x$ โครงสร้างและการยึดเกาะของโมเลกุล แสดงในภาพประกอบ โครงสร้างเคมีของเซลลูโลสมีความสำคัญต่อคุณสมบัติของเส้นใย กล่าวคือใน

โมเลกุลเซลลูโลสจะเกิดจากหน่วยโมเลกุลซ้ำ (Repeat units) ยึดจับกันเป็นสายยาว หน่วยโมเลกุลซ้ำ คือ เซลโลไบโอส (Cellobiose) เกิดจากบีต้า กลูโคส 2 โมเลกุลยึดเกาะกันด้วยพันธะ C-O-C ในโมเลกุลเซลลูโลสจะมีหมู่ไฮดรอกซิล (-OH) อยู่มากมายจะทำหน้าที่ดึงดูดน้ำ หรือเกิดปฏิกิริยาจับกับหมู่ธาตุอื่นๆ การจัดเรียงตัวของโมเลกุลเซลลูโลสมีความเป็นระเบียบ (Crystalline) ค่อนข้างมากคือ 85 – 95 % และระหว่างสายโมเลกุลจะมีการยึดจับกันด้วยพันธะไฮโดรเจน (Hydrogen bond) เป็นระยะๆ ซึ่งมีผลทำให้เส้นใยเซลลูโลสมีความเหนียวแข็งแรงค่อนข้างสูง จากข้อมูลคุณสมบัติทางโครงสร้างโมเลกุลของเส้นใยธรรมชาติ จะเห็นว่าสามารถนำมาเป็นส่วนประกอบของคอนกรีตได้ ดังนั้นแนวความคิดในการนำเส้นใยธรรมชาติมาผสมคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนักจึงมีความเป็นไปได้อย่างยิ่ง และสมควรนำมาทำการศึกษาวิจัยอย่างเป็นจริงจัง เพื่อที่จะได้มีวัสดุก่อสร้างชนิดใหม่ที่มีคุณสมบัติในการเป็นฉนวนกันความร้อนที่ดีและมีราคาถูกกว่าวัสดุฉนวนชนิดอื่นที่มีจำหน่ายในท้องตลาดต่อไป (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2530)

ตารางที่ 1 พื้นที่ปลูกพืชเส้นใยทางเกษตร ปี 2530/31 (ไร่) (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2530)

ชนิดไม้	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	ภาคเหนือ	ภาคกลาง	ภาคใต้	รวม
ข้าวนาปี	25,950,364	12,590,919	11,752,901	3,615,859	53,910,043
ข้าวนาปัง	361,559	854,327	3,136,422	211,682	4,583,990
ข้าวฟ่าง	39,438	533,752	532,114	-	1,105,304
มันสำปะหลัง	5,926,308	720,463	3,232,588	-	9,879,69
อ้อย	532,091	613,231	2,518,327	-	3,663,649
ปอแก้ว	960,787	-	44,668	-	1,005,455
ฝ้าย	41,164	227,689	143,414	-	412,26
ถั่วลิสง	201,877	425,186	102,063	33,493	762,619
ถั่วเหลือง	323,840	1,693,467	243,084	-	2,260,391
ถั่วเขียว	223,317	2,318,959	325,667	31,980	2,899,923
ปาล์มน้ำมัน	*	*	*	*	615,000
มะพร้าว	*	*	*	*	2,545,000
ละหุ่ง	*	*	*	*	263,400
สับปะรด	*	*	*	*	395,000

หมายเหตุ * = ไม่มีข้อมูล, ** = พื้นที่เก็บเกี่ยว

2.1.7 เส้นใยเหลือทิ้งจากสวนปาล์มน้ำมัน

ปาล์มน้ำมัน (oil palm) เป็นพืชตระกูลปาล์มลักษณะลำต้นเดี่ยว ขนาดลำต้นประมาณ 12 - 20 นิ้ว เมื่ออายุประมาณ 1-3 ปี ลำต้นจะถูกหุ้มด้วยโคนกาบใบ แต่เมื่ออายุมากขึ้นโคนกาบใบจะหลุดร่วงเห็นลำต้นชัดเจน ผิวของลำต้นคล้ายๆ ต้นตาล ลักษณะใบเป็นรูปก้างปลา โคนกาบใบจะมีลักษณะเป็นซี่ คล้ายหนามแต่ไม่คมมาก เมื่อไปถึงกลางใบหนามดังกล่าวจะพัฒนาเป็นใบ การออกดอก เป็น

พืชที่แยกเพศ คือ ต้นที่เป็นเพศผู้ก็จะให้เกสรตัวผู้อย่างเดียว ต้นที่ให้เกสรตัวเมียจึงจะติดผล ลักษณะผลเป็นทะลาย ผลจะเกาะติดกันแน่นจนไม่สามารถสอดนิ้วมือเข้าไปที่ก้านผลได้ เวลาเก็บผลปาล์มจึงต้องใช้มีดงอเกี่ยวที่โคนทะลายแล้วดึงให้ขาด ก่อนที่จะตัดทะลายปาล์มต้องตัดทางปาล์มก่อนเพราะผลปาล์มจะตั้งอยู่บนทางปาล์ม กระบวนการตัดทาง(ใบ) ปาล์มและตัดเอาทะลายปาล์มลง เรียกรวมๆ ว่า แทงปาล์ม ปาล์มน้ำมันจัดเป็นพืชเศรษฐกิจ มีถิ่นกำเนิดอยู่ในทวีปแอฟริกา เป็นพืชที่ให้ผลผลิตน้ำมันต่อหน่วยพื้นที่สูงกว่าพืชน้ำมันทุกชนิด (Palm plantations of Australia, 2014)

รูปที่ 1 ต้นปาล์มน้ำมัน

เส้นใยปาล์มที่เหลืออยู่มากในสวนปาล์มน้ำมัน คือ ใบ และทางใบ ซึ่งในระยะแรกของต้นกล้ามี Plumular sheath 2 ใบ หลังจากนั้นจะมีใบจริงใบแรกรูปร่างแบบ lanceolate มีเส้นกลางแยกออกเป็นสองทาง แต่ใบย่อยยังคงติดกันอยู่ ใบถัดมามีใบย่อยแยกออกจากกัน ใบจริงที่มีลักษณะนี้จะถูกสร้างขึ้นเดือนละ 1 ใบ จนกระทั่ง 6 เดือน ใบประกอบด้วยก้านใบที่อาจยาวถึง 7.5 เมตร แบ่งได้เป็น 2 ส่วนคือ ส่วนปลายเป็นส่วนที่รองรับใบย่อย 250-300 ใบ และส่วนก้านที่ติดกับลำต้น ซึ่งเป็นส่วนที่มีหนามแข็ง ในระยะแรกใบจะเจริญเป็นเนื้อเยื่อบางๆ ห่อหุ้มตายอด ซึ่งมี 45-50 ใบ แต่ละใบจะห่อหุ้มตายอดเป็นเวลาประมาณ 2 ปี ต่อมามีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว กลายเป็นใบที่แหลมเหมือนหอก ซึ่งใบย่อยยังไม่คลี่ออก ในสภาพแวดล้อมที่แห้งใบยังไม่คลี่จนกระทั่งได้รับฝน ดังนั้นในช่วงฤดูแล้งจะพบว่า มีใบที่มีลักษณะแหลมมากกว่าในฤดูฝน ในสภาพปกติในระยะ 5-6 ปีแรก จะมีใบที่ติดกับยอดประมาณ 25-35 ใบ แต่ต่อมาจะมีจานวนใบลดลงเหลือ 18-25 ใบ ในสภาพการปลูกที่หนาแน่นจะมีใบน้อยกว่า ใบที่คลี่แล้วจะมีอายุประมาณ 2 ปี และแต่ละเดือนจะมีใบคลี่ประมาณ 2 ใบ ปาล์มน้ำมันเป็นพืชประเภทกึ่ง xerophye มี cuticle หนา และมีเนื้อเยื่อที่มีลิกนิน มีเซลล์ปากใบประมาณ 145 เซลล์ต่อตารางมิลลิลิตร ในส่วนของ guard cell มีผนังบางๆ และในสภาพขาดน้ำปากใบจะปิดในช่วงเที่ยงวัน (Palm plantations of Australia, 2014)

รูปที่ 2 ใบปาล์มน้ำมัน

รูปที่ 3 ทางใบปาล์มน้ำมัน

2.2 สมมุติฐาน

1) เส้นใยปาล์มน้ำมันทั้งจากใบและทางใบ สามารถเป็นเส้นใยในผลิตภัณฑ์แผ่นฝ้าเพดานได้

2) ผลิตภัณฑ์แผ่นฝ้าเพดานจากเส้นใยปาล์มน้ำมัน มีสมบัติผ่านมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเรื่องแผนยิปซั่ม (มอก.219-2552) (สมอ., 2552)

3) ผลิตภัณฑ์แผ่นฝ้าเพดานจากเส้นใยปาล์มน้ำมัน สามารถขึ้นรูปได้โดยไม่ต้องให้น้ำหนักค้างไว้

4) ผลิตภัณฑ์แผ่นฝ้าเพดานจากเส้นใยปาล์มน้ำมัน สามารถนำไปใช้งานได้จริงและพัฒนาส่งเสริมให้เป็นผลิตภัณฑ์ชุมชนท้องถิ่นได้

2.3 การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ (information) ที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้เส้นใยธรรมชาติและการปรับปรุงส่วนผสม สำหรับผลิตเป็นแผ่นฝ้าเพดาน สามารถรวบรวมมาพอสังเขปได้ ดังนี้

2.3.1 จิระวัฒน์ เต่แก้ว และคณะ (2551) ได้ศึกษาแผ่นฝ้าเพดานที่ทำจากยิปซัม และยิปซัมปลาสเตอร์ โดยทำการผสมน้ำยางธรรมชาติลงในแผ่นยิปซัม ในอัตราส่วนเนื้อยางธรรมชาติ 0.000, 0.025, 0.050, 0.075 และ 0.100 ตามลำดับ หล่อแผ่นยิปซัมขนาด 40 x 30 x 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร เพื่อนำมาทำการทดสอบสมบัติด้านการดูดซึมน้ำ กำลังอัด กำลังดึง โมดูลัสการแตกร้าว และการเป็นฉนวนป้องกันความร้อนตามมาตรฐาน มอก. ผลการทดสอบของแผ่นยิปซัมผสมน้ำยางธรรมชาติพบว่า ค่ากำลังอัดมากที่สุดเท่ากับ 15.87, 7.78, 7.06 และน้อยที่สุดที่ 5.87 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ ที่อัตราส่วนเนื้อยางเท่ากับ 0.000, 0.025, 0.050 และน้อยที่สุดที่ 0.075 ตามลำดับ ค่ากำลังดึงมากที่สุดเท่ากับ 0.69, 0.56, 0.51 และน้อยที่สุดที่ 0.41 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ตามลำดับ ที่อัตราส่วนเนื้อยางเท่ากับ 0.000, 0.0075, 0.050 และน้อยที่สุดที่ 0.025 ตามลำดับ ค่าโมดูลัสแตกร้าวมากที่สุดเท่ากับ 3.02, 1.81, 1.52 และน้อยที่สุดที่ 0 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ ที่อัตราส่วนเนื้อยางเท่ากับ 0.000, 0.050, 0.025 และน้อยที่สุดที่ 0.075 ตามลำดับ ค่าการดูดซึมน้ำมากที่สุดเท่ากับ 47.40, 38.08, 32.40, และน้อยที่สุดที่ 28.98 ตามลำดับ ที่อัตราส่วนเนื้อยางเท่ากับ 0.000, 0.025, 0.050 และน้อยที่สุดที่ 0.075 ตามลำดับ ค่าความหนาแน่นมากที่สุดเท่ากับ 1.28, 1.19, 1.05 และน้อยที่สุดที่ 0.97 ตามลำดับ ที่อัตราส่วนเนื้อยางเท่ากับ 0.000, 0.025, 0.050 และน้อยที่สุดที่ 0.075 ตามลำดับ ผลการทดสอบของแผ่นยิปซัมปลาสเตอร์ผสมน้ำยางธรรมชาติพบว่า ค่ากำลังอัดมากที่สุดเท่ากับ 62.45, 39.31, 20.78 และน้อยที่สุดที่ 17.48 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ ที่อัตราส่วนเนื้อยางเท่ากับ 0.000, 0.025, 0.050 และน้อยที่สุดที่ 0.075 ตามลำดับ ค่ากำลังดึงมากที่สุดเท่ากับ 3.62, 3.20, 2.40 และน้อยที่สุดที่ 2.30 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ตามลำดับ ที่อัตราส่วนเนื้อยางเท่ากับ 0.000, 0.025, 0.050 และน้อยที่สุดที่ 0.075 ตามลำดับ ค่าโมดูลัสแตกร้าวมากที่สุดเท่ากับ 4.62, 3.72, 2.78 และน้อยที่สุดที่ 0 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ ที่อัตราส่วนเนื้อยางเท่ากับ 0.000, 0.025, 0.050 และน้อยที่สุดที่ 0.075 ตามลำดับ ค่าการดูดซึมน้ำมากที่สุดเท่ากับ 32.58, 30.18, 24.29 และน้อยที่สุด 22.29 ตามลำดับ ที่อัตราส่วนเนื้อยางเท่ากับ0.000, 0.025, 0.050 และน้อยที่สุดที่ 0.075 ตามลำดับ ค่าความหนาแน่นมากที่สุดเท่ากับ 1.30, 1.28, 1.27 และน้อยที่สุดที่ 1.24 ตามลำดับ ที่อัตราส่วนเนื้อยางเท่ากับ 0.000, 0.025, 0.050 และน้อยที่สุดที่ 0.075ตามลำดับ ดังนั้นจึงสารมารถสรุปได้ว่าแผ่นฝ้าเพดานมีความสามารถเป็นฉนวนป้องกันความร้อนได้ อย่างไรก็ตามการศึกษานี้ยังมีปัญหาในด้านปริมาณน้ำยางธรรมชาติที่ผสมลงไปในแผ่นยิปซัม เนื่องจากการผสมน้ำยางธรรมชาติลงในแผ่นฝ้าเพดานยิปซัมในปริมาณมากไปจะก่อให้เกิดการหดตัวคายน้ำอย่างรุนแรงทำให้แผ่นยิปซัมไม่สามารถขึ้นรูปเป็นแผ่นได้ ดังนั้นจึงควรมีการพัฒนาให้ได้ปริมาณที่คงที่ในการผลิตแผ่นยิปซัมผสมน้ำยางธรรมชาติต่อไป

2.3.2 กมล กาญจนรุจี และคณะ (2552) ได้ทดลองนำโฟมชนิดโพลีสไตรีน ซึ่งมีลักษณะเป นรูพรุน มีน้ำหนักเบา และราคาถูก มาใชรวมกับผนังยิปซัมบอรดเพื่อลดการรบกวนของเสียง การทดลองสรางเปนกลองเก็บเสียงจำนวน 2 กลอง ติดตั้งแหลงกำเนิดเสียงในกลองเก็บเสียงกลองที่ 1 และติดตั้งไมโครโฟนมาตรฐานซึ่งมีความไวในการรับคาคลื่นเสียง ในกลองเก็บเสียง กลองที่ 2 สวนผนังยิปซัมบอรดหนา 9 มิลลิเมตร ขนาด 0.60 เมตร x 0.60 เมตร พรอมโครงคราวเหล็กอาบสังกะสี ขนาด 3 นิ้ว อยูตรงกลางระหวางกลองเก็บเสียงที่ 1 และ 2 ทำการสงคลื่นเสียงแบบ pink noise จากแหลงกำเนิดเสียง ใหผานผนังยิบซัมบอรดเขาสูเครื่องรับ ซึ่งเปนไมคมาตรฐานที่อยูในกลองเก็บเสียง กลองที่ 2 รับคาคลื่นเสียงที่ได และตัวแปรที่นำมาใชทดลองประกอบไปดวย โฟมที่ความหนา 1 นิ้ว 2 นิ้ว 3 นิ้ว โฟมเม็ด และ ฉนวนใยแกว ผลปรากฏวา โฟมที่ความหนา 1 นิ้วจะสามารถปองกันเสียงไดดีกวาโฟมที่ความหนา 2 นิ้ว 3 นิ้ว โฟมเม็ดและฉนวนใยแกว และสัดสวนของโฟมกับปริมาณอากาศในโครงคราวผนังจะมีผลตอประสิทธิภาพในการปองกันเสียง โดยสัดสวนที่เหมาะสมคือ โฟม 1 สวน ตอ อากาศ 2 สวน

2.3.3 มณเธียร โอทองคำ และคณะ (2552) ได้ศึกษาการใช้เศษฝุ่นฝ้ายมาเป็นวัสดุผสมในแผ่นยิปซัม โดยนำเศษฝุ่นฝ้ายจากโรงงานปั่นด้าย ทดลองผสมกับปูนยิปซัมในอัตราส่วนร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 ของน้ำหนัก ตามลำดับ นำมาหล่อในแบบขนาด 300 x 400 x 9 ลูกบาศก์มิลลิเมตร และใช้ปริมาณน้ำที่ร้อยละ 77 ของน้ำหนักปูนยิปซัม จากนั้นนำมาทดสอบน้ำหนักแรงกดประลัยและโมดูลัสแตกร้าว ผลการทดสอบพบว่าแผ่นยิปซัมที่ไม่ได้ผสมเศษฝุ่นฝ้ายจะมีค่าแรงกดประลัยและโมดูลัสแตกร้าวผ่านตามเกณฑ์ มอก.219-2524 คือ 169.38 นิวตัน และ 3.62 เมกาปาสกาล ส่วนแผ่นยิปซัมที่ผสมเศษฝุ่นฝ้ายนั้นมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด ทั้งค่าแรงกดประลัยและค่าโมดูลัสแตกร้าว แต่น้ำหนักจะมีค่าที่ลดลงเมื่อผสมเศษฝุ่นฝ้ายที่เพิ่มขึ้น จึงทดลองผสมสารยึดติด 2 ชนิด คือ พอลิไวนิลแอลกอฮอล์ (PVA) และพอลิไวนิลอาซีเตท (PVAc) ผลการทดลองที่เป็นที่ยอมรับตามเกณฑ์มาตรฐานดังกล่าว คือ แผ่นยิปซัมที่ใส่สารยึดติดชนิดพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ (PVA) โดยที่แผ่นยิปซัมที่มีส่วนผสมของเศษฝุ่นฝ้ายร้อยละ 10 และพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ (PVA) ร้อยละ 6 ของปริมาณน้ำที่ใช้ได้ค่าแรงกดประลัยและโมดูลัสแตกร้าวผ่านตามเกณฑ์คือ 135.52 นิวตัน และ 3.12 เมกาปาสกาล และน้ำหนักที่ได้มีค่าที่ลดลงคิดเป็นร้อยละ 17 ของแผ่นยิปซัมที่ไม่ได้ผสมเศษฝุ่นฝ้าย เศษฝุ่นฝ้ายสามารถนำไปพัฒนาเพื่อการผลิตเป็นแผ่นยิปซัมสำหรับงานก่อสร้างในอนาคตต่อไป

2.3.4 ประชุม คำพุฒ และคณะ (2552) ศึกษาการใช้น้ำยางธรรมชาติ (น้ำยางข้น) มาผสมในกระเบื้องหลังคาซีเมนต์ และฝ้าเพดานยิปซัม โดยกำหนดอัตราส่วนเนื้อยางต่อปูนซีเมนต์ (หรือผงยิปซัม) เท่ากับ 0.000, 0.025, 0.050, 0.075และ 0.100 โดยน้ำหนัก อัตราส่วนต่อน้ำต่อปูนซีเมนต์ (หรือผงยิปซัม) เท่ากับ 0.50 (รวมปริมาณน้ำในน้ำยางธรรมชาติ) และผสมสารลดแรงตึงผิวชนิดไม่มีประจุ ทำการหล่อมอร์ต้าร์สำหรับทดสอบสมบัติต่าง ๆ ตามมาตรฐาน มอก.535-2540 และ มอก.219-2524 พบว่า เมื่อผสมน้ำยางธรรมชาติในปริมาณที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ ความหนาแน่น การดูดซึมน้ำ ความต้านทานแรงอัด และสัมประสิทธิ์การนำความร้อนมีแนวโน้มลดลง แต่ความต้านทานแรงดึง

และความต้านทานแรงดัด มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แสดงว่าการผสมปริมาณน้ำยางธรรมชาติที่เหมาะสม มีความเป็นไปได้ที่จะพัฒนาผลิตภัณฑ์กระเบื้องหลังคาซีเมนต์ และฝ้าเพดานยิปซัม ให้มีสมบัติการป้องกันการดูดซึมน้ำและเป็นฉนวนป้องกันความร้อนที่ดีได้ต่อไป

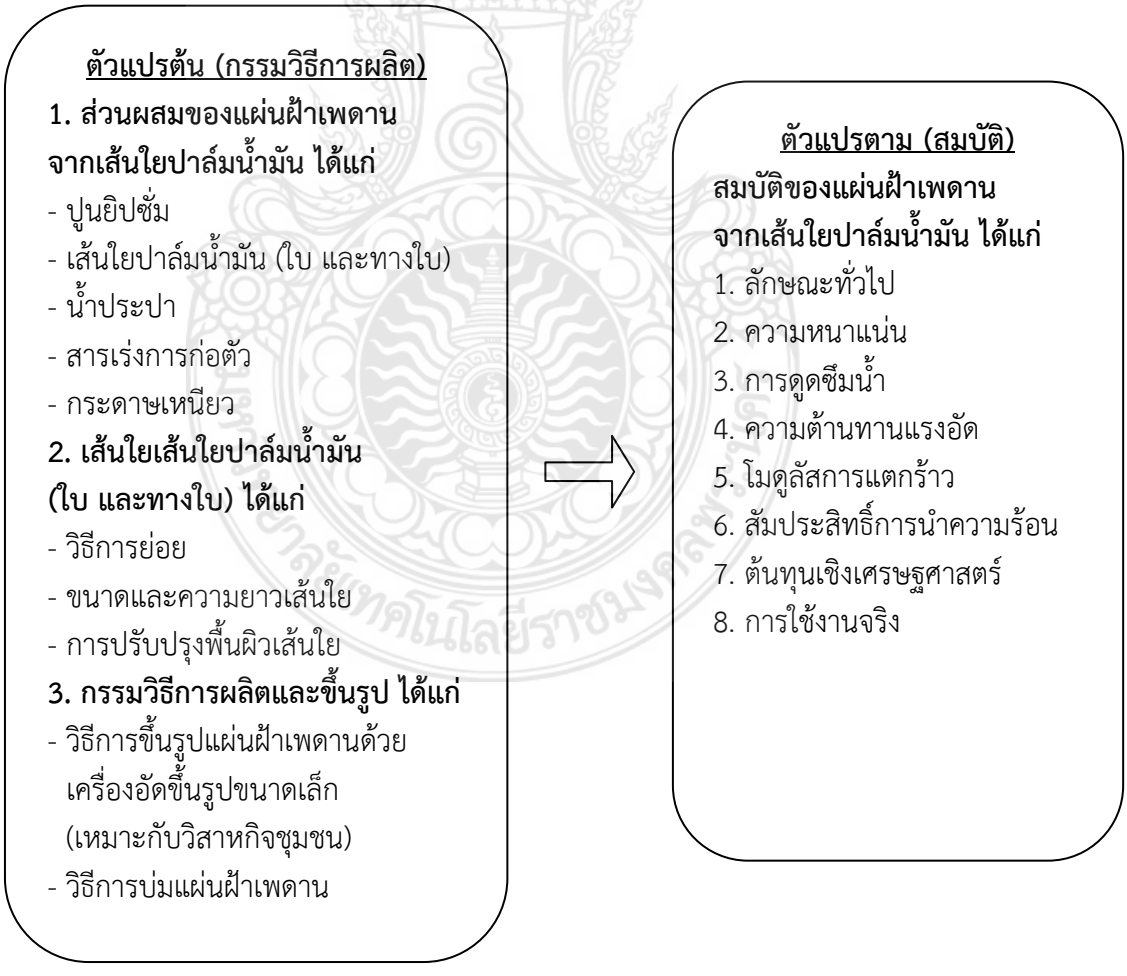
2.3.5 วรวัฒน์ แก่นจำปา และคณะ (2552) ได้ศึกษาแผ่นฝ้าเพดานยิปซัมที่ผสมกับเถ้าแกลบเพื่อลดอุณหภูมิภายในอาคาร โดยกำหนดปริมาณผงยิปซัมคงที่ เท่ากับ 4,000 กรัม ปริมาณน้ำรวมความชื้นในแกลบ เท่ากับ 3,500 กรัม และใส่เถ้าแกลบในปริมาณที่แตกต่างกันรวม 4 อัตราส่วน เท่ากับ 100, 200, 300 และ 400 กรัม และอัตราส่วนที่ไม่ผสมเถ้าแกลบอีก 1 อัตราส่วน รวมเป็น 5 อัตราส่วน ขึ้นรูปเป็นแผ่นฝ้าเพดานขนาด 550 x 550 x 9 ลูกบาศก์มิลลิเมตร แล้วทำการทดสอบค่าตามมาตรฐาน มอก. 219-2520 เรื่อง แผ่นยิปซัม โดยทำการตัดแผ่นฝ้าเพดานขนาด 300 x 400 x 9 ลูกบาศก์มิลลิเมตร มาทดสอบหาค่าของคุณสมบัติทางกายภาพและทางกล คือ ความต้านทานแรงอัด ความหนาแน่น หาค่าความชื้นสัมพัทธ์และทำการทดสอบอุณหภูมิภายในห้องวัดอุณหภูมิจำลอง ตั้งแต่เวลา 06.00 ถึง 24.00 น. ที่แผ่นฝ้าเพดานยิปซัมผสมเถ้าแกลบทั้ง 4 อัตราส่วน เปรียบเทียบกับแผ่นฝ้าเพดานที่ไม่ผสมเถ้าแกลบ ปริมาณเถ้าแกลบที่เหมาะสมสามารถช่วยปรับปรุงขนาดคละของแผ่นฝ้าเพดานยิปซัมได้ โดยแผ่นฝ้าเพดานยิปซัมผสมเถ้าแกลบทั้ง 5 อัตราส่วน มีค่าของโมดูลัสแตกร้าวที่ 21 วัน ผ่านตามที่มาตรฐานที่กำหนด กล่าวคือ ตามยาวไม่ต่ำกว่า 8.0 เมกาปาสกาล และตามขวางไม่ต่ำกว่า 3.0 เมกาปาสกาล โดยแผ่นยิปซัมใส่ปริมาณเถ้าแกลบเท่ากับ 200 กรัม มีค่าโมดูลัสแตกร้าวสูงสุด รองลงมา คือ 300, 400, และ 100 กรัม ตามลำดับ และมีค่าความหนาแน่นเท่ากับ 1123.9669, 1199.338, 1283.2896, 1321.3223 และ 1359.9491 ที่อัตราส่วนผสมเถ้าแกลบเท่ากับ 400, 0, 200, 300 และ 400 กรัม ตามลำดับ ส่วนการทดสอบอุณหภูมิในห้องวัดอุณหภูมิจำลองของแผ่นฝ้าเพดานยิปซัมผสมเถ้าแกลบที่อัตราส่วนทั้ง 4 อัตราส่วน มาทำการเปรียบเทียบกับแผ่นฝ้าเพดานยิปซัมที่ไม่ผสมเถ้าแกลบ พบว่า อุณหภูมิภายในห้องวัดอุณหภูมิจำลองมีค่าใกล้เคียงกัน

2.3.6 สมชาย อินทะตา และคณะ (2553) ได้ศึกษากำลังอัด และกำลังดัดของคอนกรีตที่ผสมเถ้าลอยเมื่อใช้ FGD ยิปซัมแทนที่ยิปซัมจากธรรมชาติในส่วนผสมปูนซีเมนต์ โดยใช้ส่วนผสมปูนเม็ดบดและ FGD ยิปซัมจากโรงงานไฟฟ้าแม่เมาะที่เผาแคลไซน์ ในอัตราส่วนร้อยละ 4.5 โดยน้ำหนัก จากนั้นนำเถ้าลอยไปแทนที่ปูนเม็ดบดที่ผสม FGD ยิปซัม ในอัตราส่วนร้อยละ 20 และ 40 โดยน้ำหนักวัสดุประสาน จากการทดสอบกำลังอัดและกำลังดัดพบว่า คอนกรีตที่ใช้ปูนเม็ดบดผสมกับ FGD ยิปซัมเผาแคลไซน์ ให้กำลังสูงกว่าคอนกรีตที่ใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 1 และคอนกรีตที่ใช้ปูนเม็ดบดผสมกับ FGD ยิปซัมเผาแคลไซน์เมื่อแทนที่ด้วยเถ้าลอยทำให้กำลังลดลง ยกเว้นในการแทนที่ร้อยละ 20 ด้วยเถ้าลอยทำให้กำลังอัดสูงกว่าในช่วงอายุปลาย และมีกำลังอัดสูงสุดเท่ากับ ร้อยละ 105 ของคอนกรีตควบคุม นอกจากนี้ยังพบอีกว่า ร้อยละกำลังรับแรงดัดต่อกำลังอัดของคอนกรีตทุกการแทนที่ โดยมีค่าประมาณร้อยละ 7-5 จากผลการทดลองสรุปได้ว่า สามารถใช้เถ้าลอยในอัตราส่วนร้อยละ 20 แทนที่ในปูนซีเมนต์ที่ใช้ FGD ยิปซัมแทนยิปซัมธรรมชาติในส่วนผสมปูนซีเมนต์

เมื่อทำการทบทวนงานวิจัยที่ผ่านเกี่ยวกับการผสมเส้นใย การผสมพอลิเมอร์และการปรับปรุงสารเชื่อมประสาน พบว่า การเส้นใยธรรมชาติจากใบและทางใบปาล์มมีความเป็นไปได้ ในการผสมลงในปูนยิปซั่ม แล้วขึ้นรูปเป็นแผ่นฝ้าเพดาน แล้วทำให้แผ่นฝ้าเพดานมีสมบัติกายภาพและทางกลที่ดีขึ้น รวมทั้งสามารถทดแทนเส้นใยสังเคราะห์ที่ใช้อยู่ทั่วไปได้

2.4 กรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย

กรอบแนวความคิดของการพัฒนาแผ่นฝ้าเพดานจากเส้นใยปาล์มน้ำมัน (เส้นใยจากใบ และทางใบ) จึงเป็นการศึกษาและพัฒนาผลิตภัณฑ์แผ่นฝ้าเพดานหรือแผ่นยิปซั่มที่มีเส้นใยปาล์มน้ำมันซึ่งผ่านการย่อย การคัดขนาด และการปรับปรุงเส้นใยแล้ว มาผสมร่วมกับปูนยิปซัม และสารเร่งการก่อตัว ก่อนนำไปขึ้นรูปกับกระดาษเหนียว และเครื่องอัดขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ เน้นให้มีการศึกษา ทดลอง และปรับปรุงเพื่อหาอัตราส่วนและกระบวนการที่ทำให้แผ่นฝ้าเพดาน มีคุณสมบัติตามต้องการ และสามารถผ่านการทดสอบสมบัติทางกายภาพและทางกล ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เรื่อง แผนยิปซั่ม (มอก.219-2552) กำหนด (สมอ., 2552)



รูปที่ 4 กรอบแนวความคิดของแผ่นฝ้าเพดานจากเส้นใยปาล์มน้ำมัน

บทที่ 3
วิธีการวิจัย

เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการทดลอง ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลและทำการทดสอบ ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ชุมชนท้องถิ่น หน่วยงานภาครัฐ และหน่วยงานภาคเอกชนอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องได้ ดังนี้

3.1 ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง จากงานวิจัยและโครงการอื่นเพิ่มเติม

3.2 เตรียมวัสดุและอุปกรณ์

1) ปูนยิปซัม

2) ใบปาล์มน้ำมัน

3) ทางใบปาล์มน้ำมัน

4) สารปรับปรุงเส้นใย ได้แก่ โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)

5) สารเร่งการก่อตัว ได้แก่ สารละลายอลูมิเนียมซัลเฟต ($Al_2(SO_4)_3$), แคลเซียมคลอไรด์ ($CaCl_2$) และโซเดียมซิลิเกต (Na_2SiO_3)

6) น้ำประปา

7) กระดาษเหนียวสำหรับแผนยิปซั่ม

8) เครื่องผสมคอนกรีต

9) เครื่องอัดแผ่นฝ้าเพดาน (พื้นฐานมาจากเครื่องอัดคอนกรีตบล็อก)

10) ตะแกรง (Sieve) สำหรับร่อนวัสดุผสม

11) เครื่องชั่งน้ำหนัก

12) แบบหล่อ ขนาด 60 x 60 x 1 เซนติเมตร

13) ชุดทดสอบหาค่าความหนาแน่น ความชื้น และการดูดซึมน้ำ

14) เครื่องทดสอบเอนกประสงค์ (Universal Testing Machine)

15) เครื่องตัดเส้นใย

3.3 เตรียมตัวอย่างแผ่นฝ้าเพดาน

1) ย่อยขนาดเส้นใย ทั้งใบและทางใบปาล์มน้ำมัน ให้มีขนาดและความยาวต่างๆ จำนวนไม่น้อยกว่า 10 ขนาด

2) เตรียมและปรับสภาพเส้นใยใบและทางใบปาล์มน้ำมัน ด้วยสารปรับปรุงเส้นใย เพื่อช่วยเพิ่มการยึดติดระหว่างเส้นใยทดแทนไม้กับปูนยิปซั่ม

3) ออกแบบอัตราส่วนผสมของแผ่นฝ้าเพดานจากเส้นใยปาล์ม (ทั้งใบและทางใบปาล์มน้ำมัน) โดยให้ความสำคัญกับสมบัติตามมาตรฐานของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.) ความสามารถในการขึ้นรูปแผ่นฝ้าเพดานโดยใช้เครื่องจักรขนาดเล็กและความเป็นไปได้ในการผลิตของวิสาหกิจชุมชน

4) ผสมปูนยิปซั่ม เส้นใยใบและทางใบปาล์มน้ำมัน และสารเร่งการก่อตัวเข้าด้วยกันอย่างสม่ำเสมอ ตามอัตราส่วนที่กำหนด ด้วยเครื่องผสม

5) เตรียมแบบหล่อให้สะอาด พร้อมติดตั้งกระดาษเหนียว

6) เทส่วนผสมทั้งหมดลงในแบบและอัดแผ่นฝ้าเพดานด้วยเครื่องอัดขึ้นรูป

7) บ่มในอากาศตามระยะเวลาที่กำหนด

8) เมื่อครบระยะเวลาที่กำหนดในการบ่ม ได้ตัวอย่างแผ่นฝ้าเพดานจากเส้นใยปาล์มน้ำมัน สำหรับทำการทดสอบสมบัติต่างๆ ต่อไป

3.4 ทดสอบแผ่นฝ้าเพดาน ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.219-2552 เรื่องแผ่นยิปซั่ม (สมอ., 2552) มาตรฐาน ASTM C 177 (ASTM, 2012) และมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วย

1) ความหนาแน่น

2) การดูดซึมน้ำ

3) ความต้านทานแรงอัด

3.5 วิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบ

1) เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าต่างๆ ที่ได้จากการทดสอบ

2) วิเคราะห์สมบัติต่างๆ ที่ได้จากการทดสอบแผ่นฝ้าเพดานเปรียบเทียบกับมาตรฐาน มอก.219-2552 เรื่องแผ่นยิปซั่ม ของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.)

3) วิเคราะห์หาอัตราส่วนผสม ส่วนประกอบ และกรรมวิธีการผลิตแผ่นฝ้าเพดานจากเส้นใยปาล์มน้ำมัน

4) วิเคราะห์ปัญหา สาเหตุ การแก้ไข และข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสำหรับการวิจัยในครั้งต่อไป

บทที่ 4
ผลการวิจัย

จากผลการดำเนินงานของโครงการ “การพัฒนาผลิตภัณฑ์แผ่นฝ้าเพดานจากเส้นใยปาล์มน้ำมันสำหรับวิสาหกิจชุมชน” สามารถสรุปได้ ดังต่อไปนี้

4.1 การกำหนดอัตราส่วนผสม

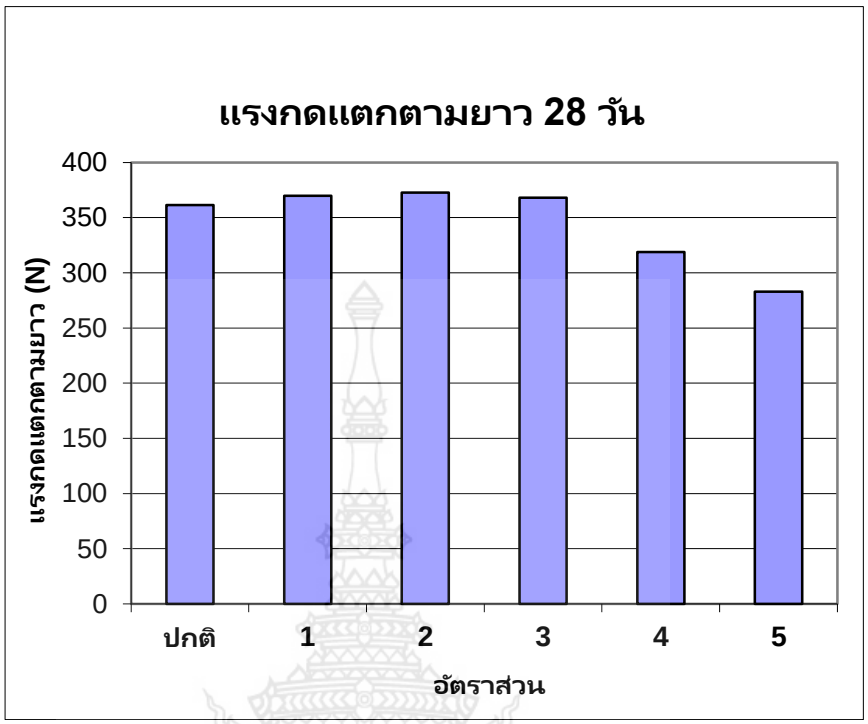
การกำหนดส่วนผสมของแผ่นฝ้าเพดานจากเส้นใยปาล์ม โดยทำการเพิ่มปริมาณเส้นใยปาล์มให้มากขึ้นจากอัตราส่วนปกติทั่วไปที่ใช้ เท่ากับ 0.05 แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 อัตราส่วนผสมของแผ่นฝ้าเพดานจากเส้นใยปาล์ม

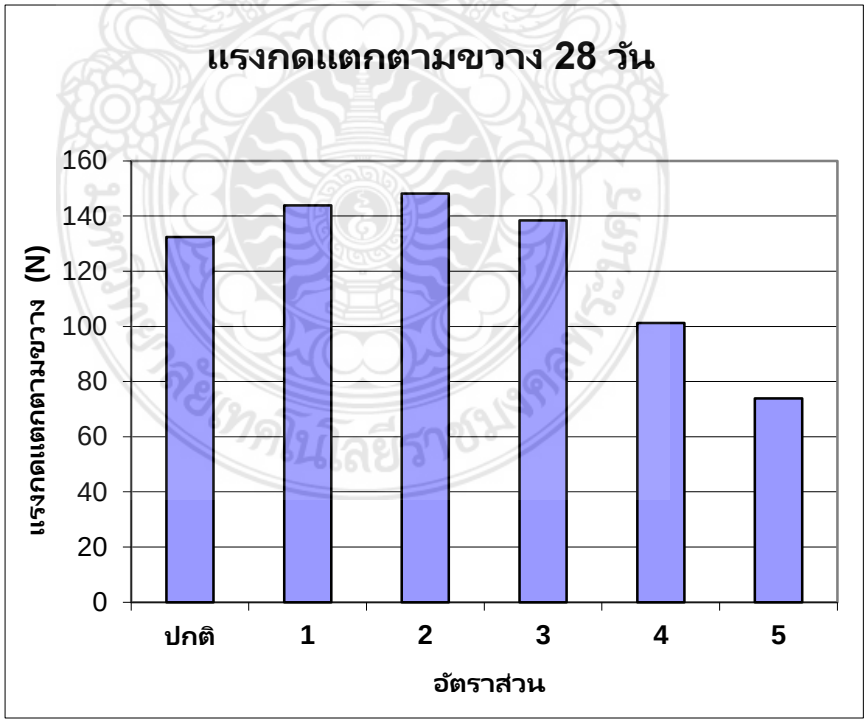
อัตราส่วน	ปูนยิปซัม	เส้นใยปาล์ม	น้ำประปา	สารเร่ง
	ปาสเตอร์			การก่อตัว
ปกติ	1	0	1	0.03
1	1	0.150	1	0.03
2	1	0.200	1	0.03
3	1	0.250	1	0.03
4	1	0.300	1	0.03
5	1	0.350	1	0.03

4.2 สมบัติแผ่นฝ้าเพดานจากเส้นใยปาล์ม

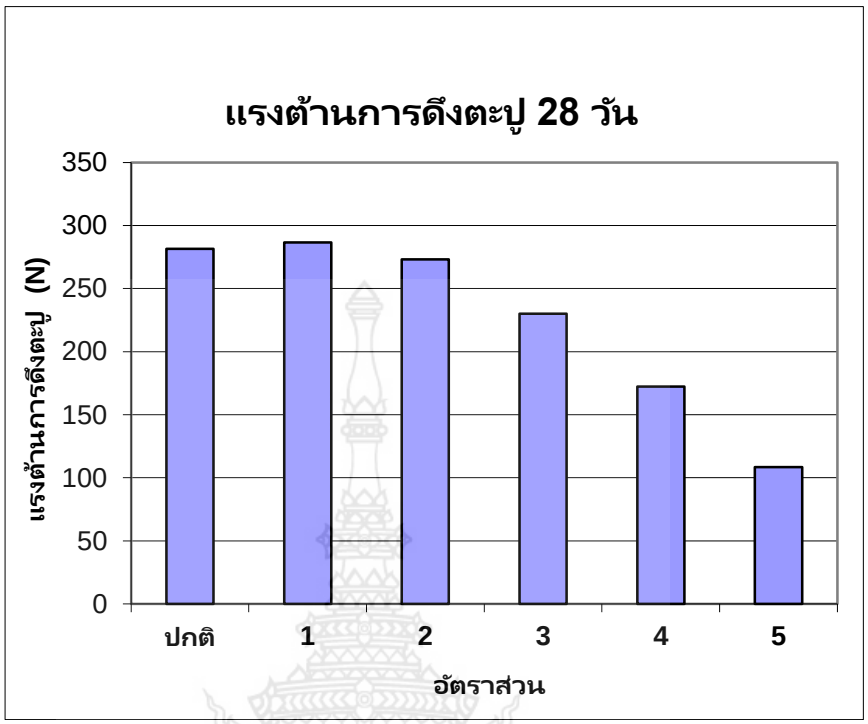
การตรวจพินิจลักษณะแรงกดแตกตามยาว แรงกดแตกตามขวาง แรงต้านการดึงตะปู การแอ่นตัว การดูดซึมน้ำ และการดูดซึมที่ผิว ที่ 28 วัน ดังรูปที่ 5 ถึงรูปที่ 11



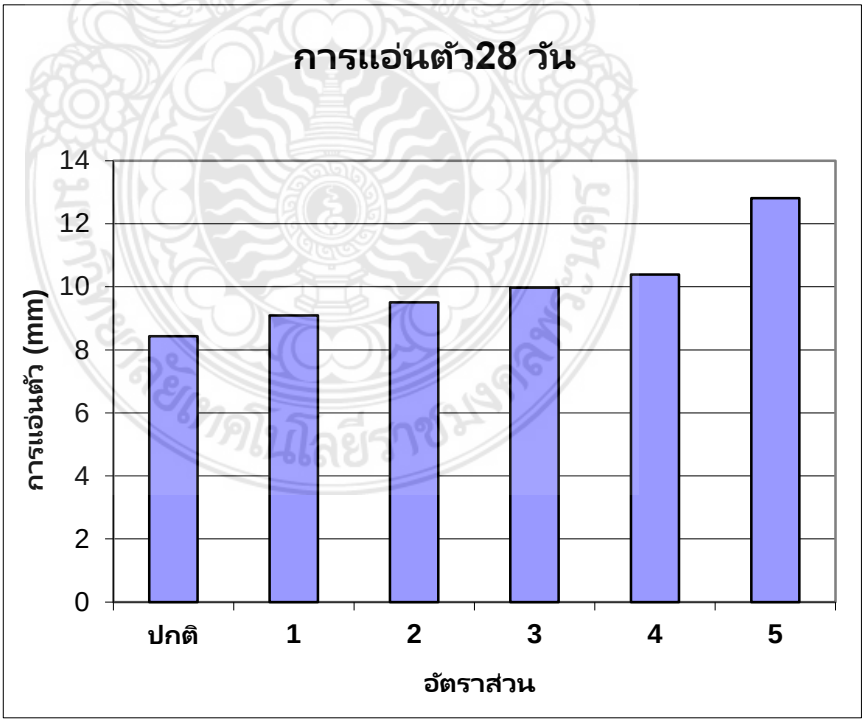
รูปที่ 5 ลักษณะแรงกดแตกตามยาว



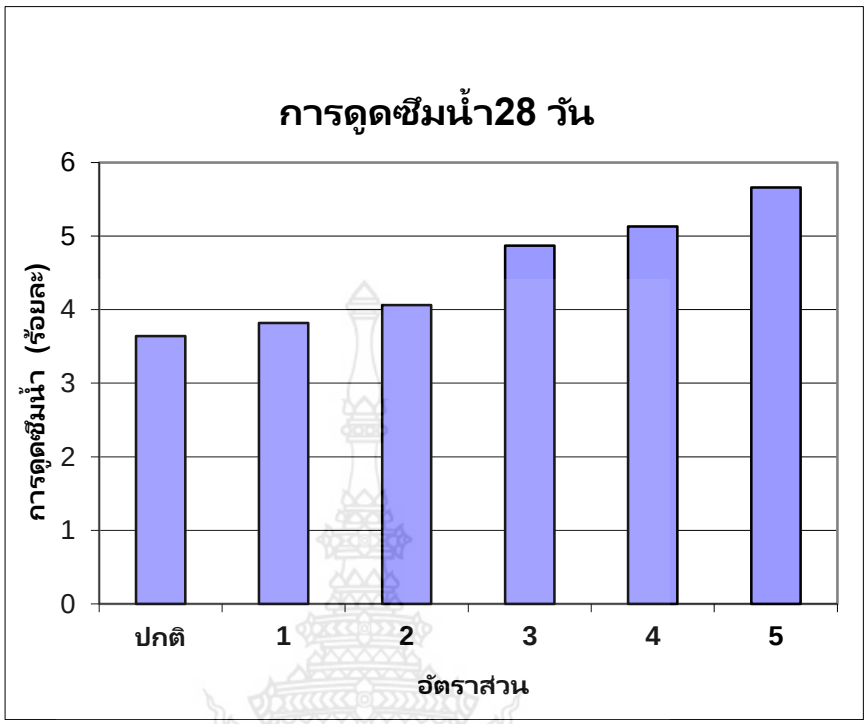
รูปที่ 6 ลักษณะแรงกดแตกตามขวาง



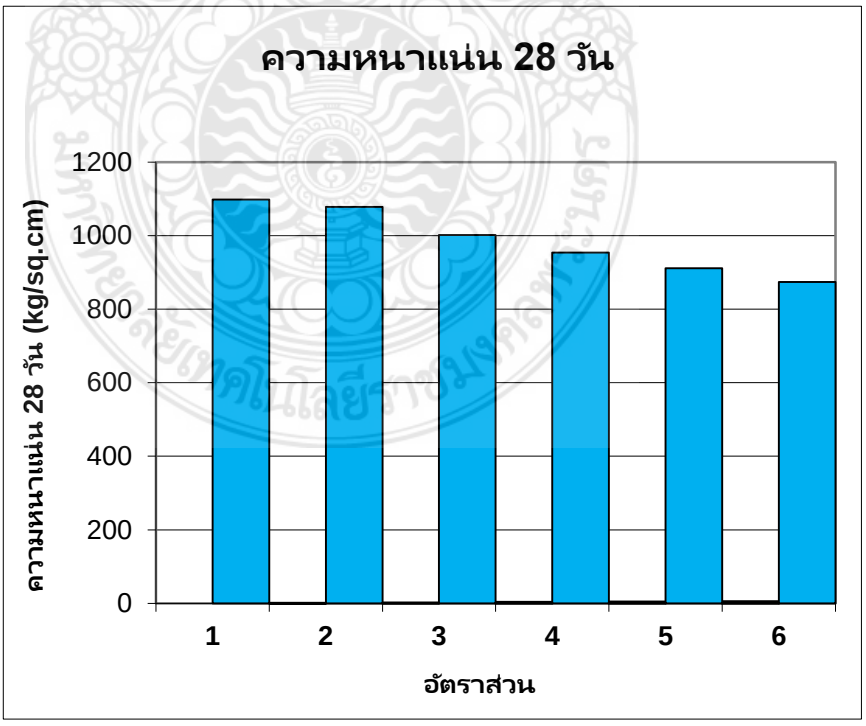
รูปที่ 7 ลักษณะแรงต้านการดึงตะปู



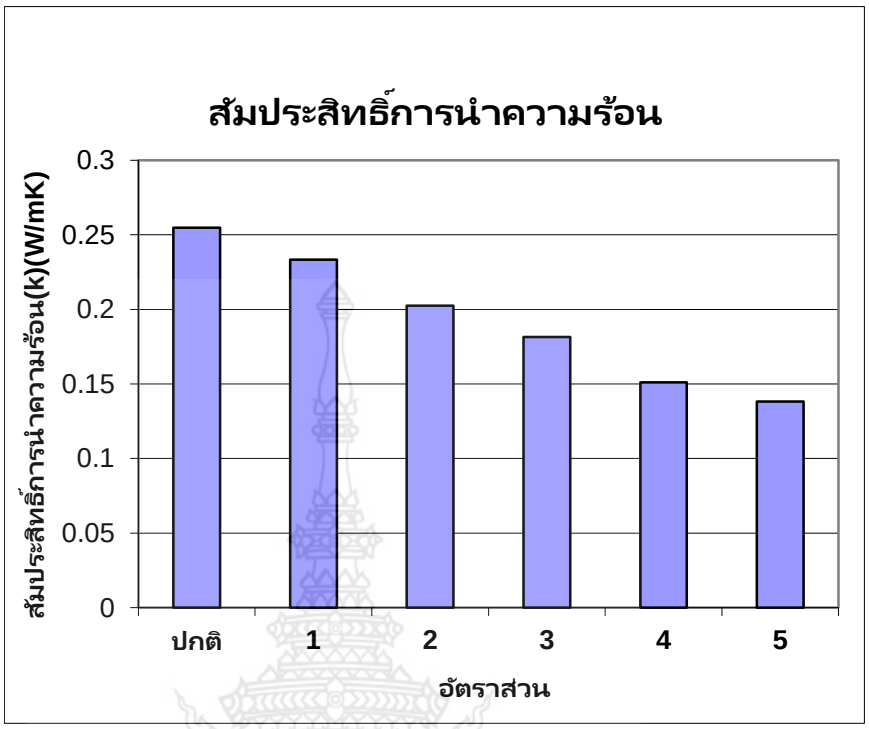
รูปที่ 8 ลักษณะการแอ่นตัว



รูปที่ 9 ลักษณะการดูดซึมน้ำ



รูปที่ 10 ลักษณะความหนาแน่น



รูปที่ 11 ลักษณะสัมประสิทธิ์การนำความร้อน

จากรูปที่ 5 ถึง 11 เมื่อเพิ่มอัตราส่วนเส้นใยปาล์มลักษณะแรงกดแตกตามยาว แรงกดแตกตามขวาง แรงต้านการดึงตะปู ความหนาแน่นและสัมประสิทธิ์การนำความร้อน มีค่าลดลง โดยที่ลักษณะการแอ่นตัว และการดูดซึมน้ำมีค่าเพิ่มขึ้น

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

จากผลการวิจัยการศึกษาการใช้เส้นใยปาล์มน้ำมันในผลิตภัณฑ์แผ่นฝ้าเพดาน โดยใช้เทคโนโลยีระดับชุมชนในการผลิตนั้น พบว่าเส้นใยปาล์มน้ำมันสามารถลดน้ำหนักและลดการนำความร้อนของแผ่นฝ้าเพดานได้ดี และจากแนวโน้มของผลการทดสอบทั้งหมด พบว่าอัตราส่วนปริมาณเส้นใยปาล์มที่เพิ่มขึ้น มีผลทำให้ลักษณะแรงกดแตกตามยาว แรงกดแตกตามขวาง แรงต้านการดึงตะปู ความหนาแน่นและสัมประสิทธิ์การนำความร้อน มีค่าลดลง โดยที่ลักษณะการแอ่นตัวและการดูดซึมน้ำมีค่าเพิ่มขึ้น โดยอัตราส่วนที่เหมาะสมและมีการใช้เส้นใยปาล์มน้ำมันมากที่สุด คือ อัตราส่วนที่มีปริมาณปูนยิปซัมต่อเส้นใยปาล์มต่อน้ำประปาต่อสารเร่งการก่อตัว เท่ากับ 1: 0.2: 1: 0.03 โดยน้ำหนัก ซึ่งอัตราส่วนดังกล่าวมีสมบัติผ่านตามที่มาตรฐานผลิตภัณฑ์ อุตสาหกรรม มอก. 219-2552 เรื่องแผ่นยิปซั่ม

5.2 ข้อเสนอแนะ

สำหรับการศึกษาการใช้เส้นใยปาล์มน้ำมันในผลิตภัณฑ์แผ่นฝ้าเพดาน ต่อไปนั้นควรสนับสนุนให้มีการนำองค์ความรู้ที่ได้ ไปพัฒนาต่อยอดในงานอื่นเพิ่มเติม เพื่อส่งเสริมให้มีการใช้ประโยชน์จากเส้นใยปาล์มน้ำมันซึ่งเป็นทรัพยากรธรรมชาติได้อย่างคุ้มค่ามากยิ่งขึ้น

บรรณานุกรม

กมล กาญจนรุจี, โสภาพรรณ แสงศัพท์ และสิงห อินทรชูโต, 2552. การใช้โฟมรวมกับผนังยิปซัมบอร์ด เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการป้องกันเสียง, การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

จิระวัฒน์ เต่แก้ว, ณัฏฐวัฒน์ หวะสุวรรณ์, ประพัฒน์ ภูมิสถาน และสมชาย รัตนวงค์, 2551. การศึกษาแผ่นฝ้าเพดานยิปซัมผสมน้ำยางธรรมชาติ, ปริญญานิพนธ์ระดับปริญญาตรี, คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, ปทุมธานี.

ประชุม คำพุฒ, สมเกียรติ รุ่งทองใบสุรีย์, สมพิศ ดีบุญโน และสุโรจน์ ศรีสินหอม, 2552. การพัฒนากระเบื้องหลังคาซีเมนต์และฝ้าเพดานโดยใช้ยางธรรมชาติเพื่อลดอุณหภูมิภายในอาคาร, รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์งบประมาณแผ่นดินประจำปี 2552, คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, ปทุมธานี.

มณเธียร โอทองคำ, สุจิระ ขอจิตต์เมตต์ และปิติศานต์ กร้ำมาตร, 2552. การใช้เศษฝุ่นฝ้ายเป็นวัสดุผสมในแผ่นยิปซัม, Environment and Natural Resources Journal, Vol.7, No.1, หน้า66-73.

วรวัฒน์ แก่นจำปา, วรวุฒิ เตชะพร้อมวุฒิ, สุทธิชัย วิโรจน์, พงษ์พันธ์ ชัยณรงค์รัตน์ และอนุชา จันทรา, 2552. การศึกษาแผ่นฝ้าเพดานยิปซัมผสมเถ้าแกลบเพื่อลดอุณหภูมิภายในอาคาร, ปริญญานิพนธ์ระดับปริญญาตรี, คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, ปทุมธานี.

ศูนย์สารสนเทศการเกษตร, 2545. สถิติการเกษตรแห่งประเทศไทย ปีเพาะปลูก 2544/45. เล่มที่ 43, ศูนย์สารสนเทศการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 121 หน้า.

สมชาย อินทะตา, แสงทอง อินธิแสง, เรืองรุชดิ์ ชีระโรจน์, 2553. กำลังอัดและกำลังดัดของคอนกรีตที่ผสมเถ้าลอยเมื่อใช้ FGD ยิปซัมแทนยิปซัมจากธรรมชาติในส่วนผสมปูนซีเมนต์, การประชุมวิชาการคอนกรีตประจำปี ครั้งที่ 6, ณ โรงแรม แกรนด์ แปซิฟิค ซอฟเฟอรินรีสอร์ท แอนด์ สปา, เพชรบุรี, 20 - 22 ตุลาคม 2553, MAT-41.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑอุตสาหกรรม (สมอ.), 2552. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เรื่องแผ่นยิปซั่ม (มอก.219-2552), สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2530. สถิติการเกษตรของประเทศไทยปีเพาะปลูก 2530/31. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

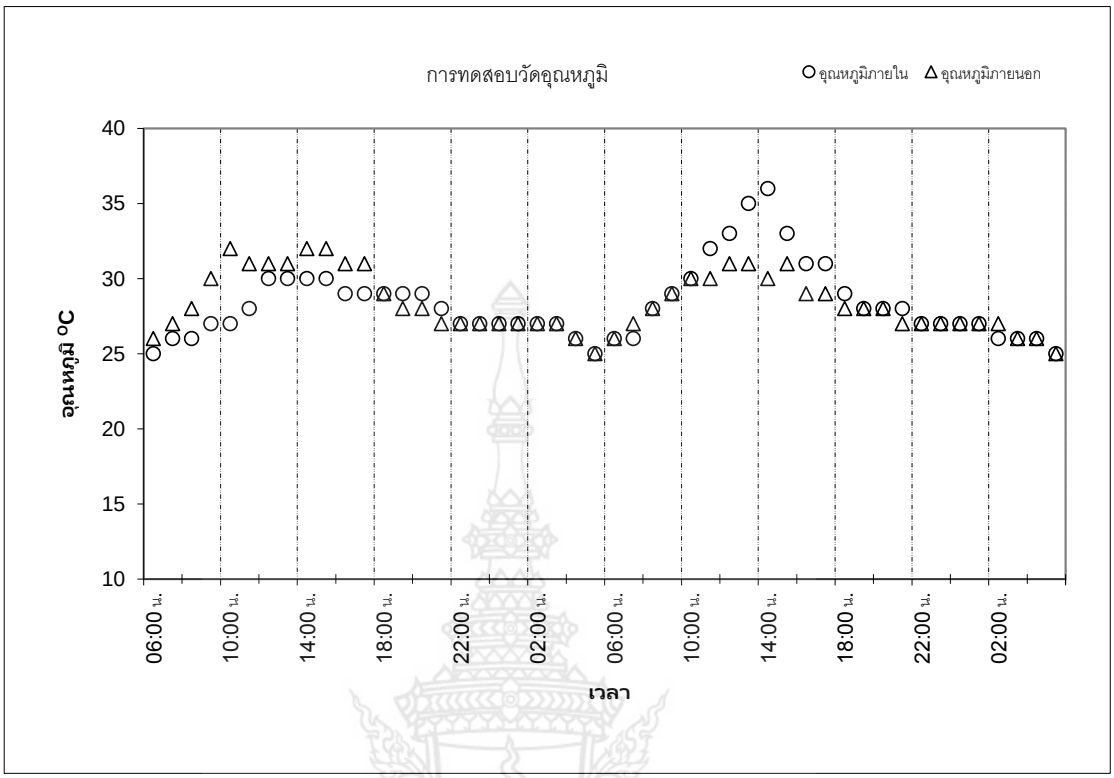
สำนักนโยบายและแผนพลังงาน (สนพ.), 2554. ชีวมวลจากปาล์มน้ำมัน. สำนักนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน.

American Society for Testing and Materials (ASTM), 2012. Annual Book of ASTM Standards, Philadelphia.

Palm plantations of Australia, Oil Palm Trees. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก http://www.palmplantations.com.au/oil-palm-trees.htm 2014.

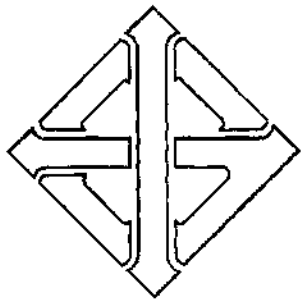
ภาคผนวก

ตัวอย่างการขึ้นรูปและทดสอบ



การทดสอบอุณหภูมิผลิตภัณฑ์

มาตรฐานผลิตภัณฑ์



มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

THAI INDUSTRIAL STANDARD

มอก. 219 – 2552

แผ่นยิปซัม

GYPSUM PLASTERBOARD

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

กระทรวงอุตสาหกรรม

ICS 91.100.10

ISBN 978-974-292-900-8

คณะกรรมการวิชาการคณะที่ 170
มาตรฐานแผ่นยิปซัมสำหรับการก่อสร้าง

ประธานกรรมการ

นายวิญญู วานิชศิริโรจน์	ผู้ทรงคุณวุฒิจากสมาคมสถาปนิกสยามในพระบรมราชูปถัมภ์

กรรมการ

นายวีระชัย ลามอ	ผู้ทรงคุณวุฒิจากกรมวิทยาศาสตร์บริการ
นายวัลลภ ลีวิวัฒนาพรชัย	ผู้ทรงคุณวุฒิจากกรมส่งเสริมอุตสาหกรรม
นายวิวัฒน์ เชาวน์เรศ	ผู้ทรงคุณวุฒิจากการเคหะแห่งชาติ
นายพิชิต เจนบรรจง	ผู้ทรงคุณวุฒิสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
นายวันชัย ชูประภาวรรณ	ผู้ทรงคุณวุฒิจากสมาคมธุรกิจบ้านจัดสรร
นางสาวสุภาภรณ์ ปุสสะนาค	
นายลัคพงศ์ เพิ่มพูน	ผู้ทรงคุณวุฒิจากบริษัท สยามอุตสาหกรรม ยิปซัม (สระบุรี) จำกัด
นางสาวรองรัชต์ รัตนวิจารณ์	
นายอัครราช ชูทอง	ผู้ทรงคุณวุฒิจากบริษัท ไทยผลิตภัณฑ์ยิบซั่ม จำกัด (มหาชน)
นายรุ่งเรือง ไพสุนทรสุข	
นายศรัณย์ เชี่ยวสมุทร	

กรรมการและเลขานุการ

นายนิติ รัตนภัณฑ์พาณิชย์	ผู้แทนสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผ่นยิปซัมนี้ได้ประกาศใช้ครั้งแรกเป็นมาตรฐานเลขที่มอก.219-2520 ในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศทั่วไป เล่ม 94 ตอนที่ 73 วันที่ 9 สิงหาคม พุทธศักราช 2520 ประกาศแก้ไขครั้งที่ 1 เป็นมาตรฐานเลขที่ มอก.219-2522 ในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 96 ตอนที่ 143 วันที่ 17 สิงหาคม พุทธศักราช 2522 และประกาศแก้ไข ครั้งที่ 2 เป็นมาตรฐานเลขที่ มอก.219-2524 ในราชกิจจานุเบกษาฉบับพิเศษ เล่ม 98 ตอนที่ 125 วันที่ 4 สิงหาคม พุทธศักราช 2524 ต่อมาได้พิจารณาเห็นสมควรแก้ไขปรับปรุงโดยเพิ่ม ประเภทชนิด และขนาด ให้เหมาะสม กับการพัฒนาอุตสาหกรรมก่อสร้าง รวมทั้งปรับปรุงวิธีการทดสอบให้สอดคล้องกับประเภทต่าง ๆ ด้วย จึงได้แก้ไขปรับปรุงโดยยกเลิกมาตรฐานเดิมและกำหนดมาตรฐานนี้ขึ้นใหม่

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำหนดขึ้นโดยใช้ข้อมูลจากผู้ทำ ผู้ใช้ และเอกสารต่อไปนี้เป็นแนวทาง

AS/NZS 2588-1998	Gypsum plasterboard
ASTM C 1396/C1396M	Standard specification for Gypsum Wallboard
ASTM C 473-00	Standard Test Methods for Physical Testing of Gypsum Panel Products
ASTM D 3285-93	Standard Test Methods for Water Absorptiveness of Nonbibulous Paper and Paperboard(Cobb Test)
BS 1230 : 1985:Part 1	Gypsum plasterboard
JIS A6901 : 1997	Gypsum boards
มอก.170-2550	กระดาษเหนียว
มอก.188-2547	ปูนยิปซัมสำหรับการก่อสร้าง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

คณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมได้พิจารณามาตรฐานนี้แล้ว เห็นสมควรเสนอรัฐมนตรีประกาศตามมาตรา 15 แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511

4.3 ค่าความได้ฉาก

เมื่อวัดเส้นทแยงมุมทั้งสองแล้ว ค่าที่ได้ต้องแตกต่างกันไม่เกินร้อยละ 0.25 ของเส้นทแยงมุมเส้นที่สั้นกว่า การทดสอบให้วัดด้วยเครื่องวัดที่ละเอียด 1 มิลลิเมตร

4.4 ความตรงของขอบ

ขอบของแผ่นยิปซัมต้องตรง เมื่อทดสอบตามข้อ 9.5 แล้ว แนวของขอบแผ่นยิปซัมจะคลาดเคลื่อนไปจากแนวตรงได้ไม่เกิน 2 มิลลิเมตรของด้านที่วัด

5. วัสดุ

5.1 ปูนยิปซัมตาม มอก.188 ประเภท 1

6. คุณลักษณะที่ต้องการ

6.1 แรงกดแตก (breaking load)

เมื่อทดสอบตามข้อ 9.6 แล้ว แรงกดแตกต้องไม่น้อยกว่าค่าที่กำหนดไว้ในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แรงกดแตก

(ข้อ 6.1)

ความหนาระบุ mm	แรงกดแตก N	
	ตามยาว	ตามขวาง
6	222	89
7	222	89
8	289	111
9	356	133
10	360	150
12	512	200
13	535	230
15	620	260
16	670	280
18	730	300
19	760	320
25	910	380

6.2 แรงต้านการตึงตะปู (nail pull resistance)

เมื่อทดสอบตามข้อ 9.7 แล้ว แรงต้านการดึงตะปูต้องไม่น้อยกว่าค่าที่กำหนดไว้ในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แรงต้านการตึงตะปู

(ข้อ 6.2)

ความหนาระบุ mm	แรงต้านการตึงตะปู N
6	180
7	200
8	220
9	270
10	300
12	330
13	360
15	400
16	420
18	440
19	450
25	500

6.3 การแอ่นตัว (เฉพาะแผ่นยิปซัมความหนาตั้งแต่ 9 มิลลิเมตรขึ้นไป)

เมื่อทดสอบตามข้อ 9.8 แล้ว การแอ่นตัวต้องไม่เกินกว่า 10 มิลลิเมตร

6.4 การดูดซึมน้ำ (เฉพาะแผ่นยิปซัมประเภททนความชื้น)

6.4.1 เมื่อทดสอบตามข้อ 9.9 แล้ว อัตราการดูดซึมน้ำสัดส่วนโดยน้ำหนักต้องไม่เกินร้อยละ 5

6.4.2 เมื่อทดสอบตามข้อ 9.10 แล้ว อัตราการดูดซึมน้ำที่ผิวต้องไม่เกิน 160 กรัมต่อตารางเมตร

6.5 การทนไฟ (เฉพาะแผ่นยิปซัมประเภททนไฟ)

เมื่อทดสอบตามข้อ 9.11 แล้ว ภายในเวลา 20 นาที จำนวนชิ้นทดสอบทั้งหมด 5 ชิ้น ต้องไม่มีชิ้นทดสอบใดขาดออกจากกัน และภายในเวลา 30 นาที ชิ้นทดสอบ 4 ใน 5 ชิ้นต้องไม่ขาดออกจากกัน

7. เครื่องหมายและฉลาก

7.1 ที่แผ่นยิปซัมทุกแผ่นอย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแสดงข้อความต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน

(1) คำว่า "แผ่นยิปซัม"

(2) ประเภทและชนิด

(3) ความกว้าง ความยาว และความหนาระบุเป็นมิลลิเมตร

(4) วัน เดือน ปี ที่ทำ

(5) ชื่อผู้ทำ หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียนแล้ว

ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

8. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

8.1 รุ่นในที่นี้ หมายถึง แผ่นยิปซัมประเภทและชนิดเดียวกัน ที่มีขนาดเดียวกันและทำในวันเดียวกัน

8.2 การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสินให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้ หรืออาจใช้แผนการชักตัวอย่างที่เทียบเท่ากันทางวิชาการกับแผนที่กำหนดไว้

8.2.1 การชักตัวอย่าง

ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันตามจำนวนที่กำหนดไว้ในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แผนการชักตัวอย่าง

(ข้อ 8.2.1)

ขนาดรุ่น (แผ่น)	ขนาดตัวอย่าง (แผ่น)	เลขจำนวนที่ยอมรับ (แผ่น)
ไม่เกิน 1 800	3	0
มากกว่า 1 800	13	1

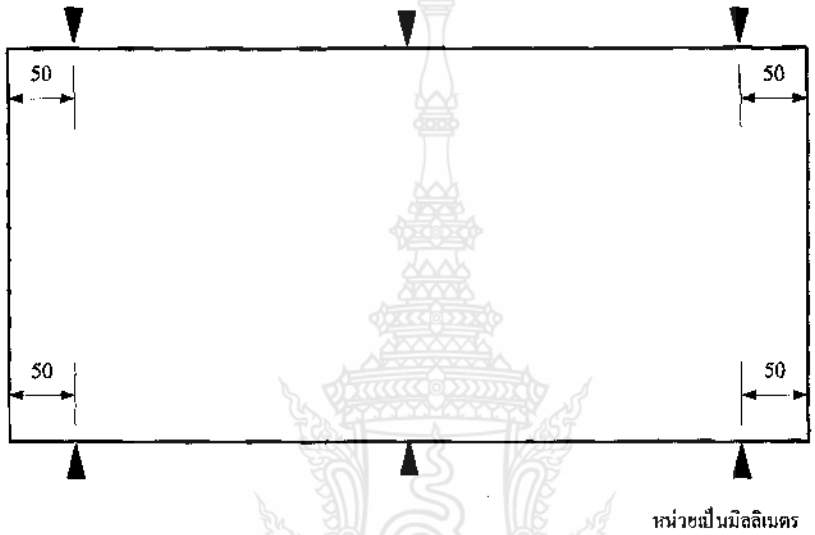
8.2.2 เกณฑ์ตัดสิน

จำนวนตัวอย่างที่ไม่เป็นไปตามข้อ 4. ข้อ 5. และข้อ 6. ต้องไม่เกินเลขจำนวนที่ยอมรับที่กำหนดในตารางที่ 4 จึงจะถือว่าแผ่นยิปซัมรุ่นนั้น เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้

9. การทดสอบ

9.1 ความกว้าง

วัดความกว้าง 3 ตำแหน่งต่อตัวอย่าง 1 แผ่น โดยวัดที่ตำแหน่งห่างจากปลายแผ่นเป็นระยะ 50 มิลลิเมตร ทั้งสองข้าง ข้างละ 1 ตำแหน่ง และที่แนวกึ่งกลางแผ่นอีก 1 ตำแหน่ง ดังรูปที่ 3 การวัดแต่ละครั้งให้มีความละเอียด 1 มิลลิเมตร แล้วคำนวณ หาค่าเฉลี่ยรายงานเป็นความกว้างของแผ่นตัวอย่าง



รูปที่ 3 การวัดความกว้าง

(ข้อ 9.1)

9.2 ความยาว

วัดความยาว 3 ครั้งต่อตัวอย่าง 1 แผ่น โดยวัดที่ตำแหน่งห่างจากขอบเป็นระยะ 50 มิลลิเมตร ทั้งสองข้าง ข้างละ 1 ตำแหน่ง และที่แนวกึ่งกลางด้านกว้างของแผ่นอีก 1 ตำแหน่ง ดังรูปที่ 4 การวัดแต่ละครั้งให้มีความละเอียด 1 มิลลิเมตร แล้ว คำนวณหาค่าเฉลี่ยรายงานเป็นความยาวของแผ่นตัวอย่าง

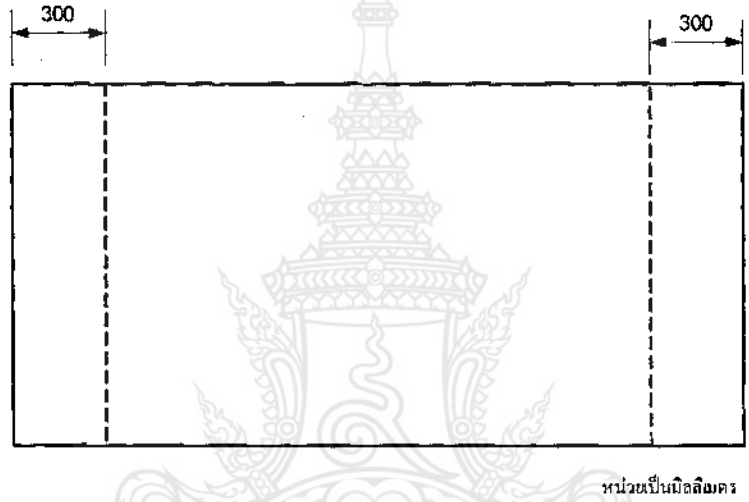
รูปที่ 4 การวัดความยาว

(ข้อ 9.2)

9.3 ความหนา

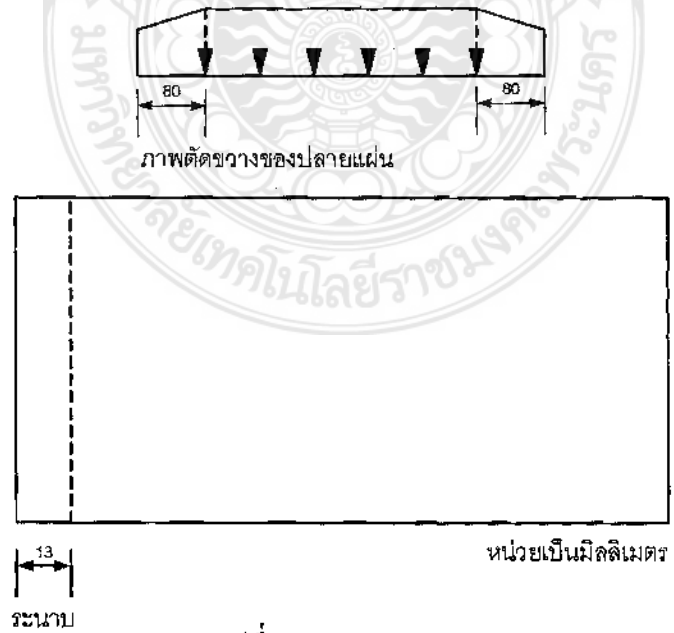
นำแผ่นตัวอย่างที่วัดความกว้าง ความยาว และลักษณะของขอบลาดแล้วมาตัดในแนวขนาน กับความกว้างของแผ่นทั้งสองข้าง โดยตัดห่างจากปลายแผ่นทิ้งไปเป็นระยะ 300 มิลลิเมตร ดังรูปที่ 5 ถือเป็นแผ่นตัวอย่างที่จะนำมาวัดความหนาโดยใช้เครื่องวัดที่อ่านได้ละเอียดถึง 0.01 มิลลิเมตร ในกรณีที่ความยาวน้อยกว่า 600 มิลลิเมตร ไม่ต้องตัดปลายแผ่นทิ้ง

ให้วัดความหนาอย่างน้อย 6 จุดที่ปลายแผ่นแต่ละด้านตลอดหน้ากว้างของแผ่น โดยมีระยะห่างเท่า ๆ กัน ตำแหน่งที่วัดต้องห่างจากปลายแผ่นเข้าไป 13 มิลลิเมตร และห่างจากขอบแผ่นอย่างน้อย 80 มิลลิเมตร ดังรูปที่ 8 การวัดแต่ละครั้งให้มีความละเอียด 0.01 มิลลิเมตร แล้วคำนวณหาค่าเฉลี่ยรายงานเป็นความหนาของแผ่นตัวอย่าง



รูปที่ 5 แผ่นตัวอย่างสำหรับวัดความหนา

(ข้อ 9.3)



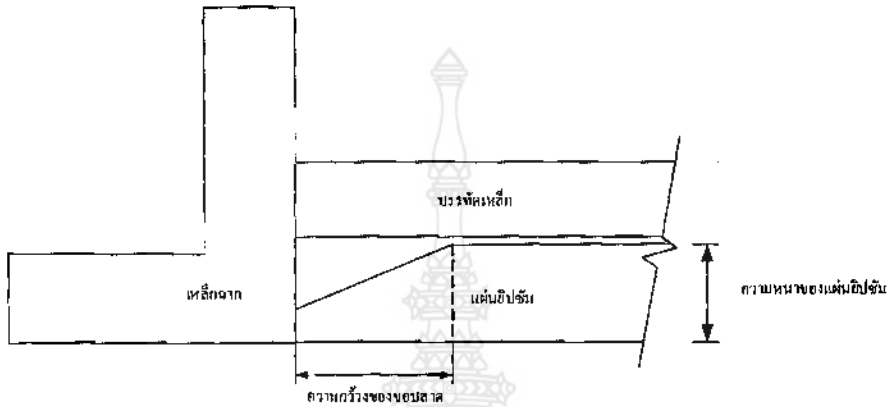
รูปที่ 6 การวัดความหนา

(ข้อ 9.3)

9.4 ขอบลาด

9.4.1 ความกว้างของขอบลาด ตามรูปที่ 7

ให้วัดแต่ละขอบที่ตำแหน่งห่างจากปลายแผ่น 300 มิลลิเมตร ทั้ง 2 ปลาย โดยใช้บรรทัดเหล็กวางทาบบนผิวหน้าของแผ่นตัวอย่าง วัดระยะระหว่างขอบถึงจุดที่บรรทัดเหล็ก เริ่มสัมผัสกับผิวหน้าของแผ่นตัวอย่างให้ละเอียดถึง ± 2 มิลลิเมตร ดังแสดงในรูปที่ 3

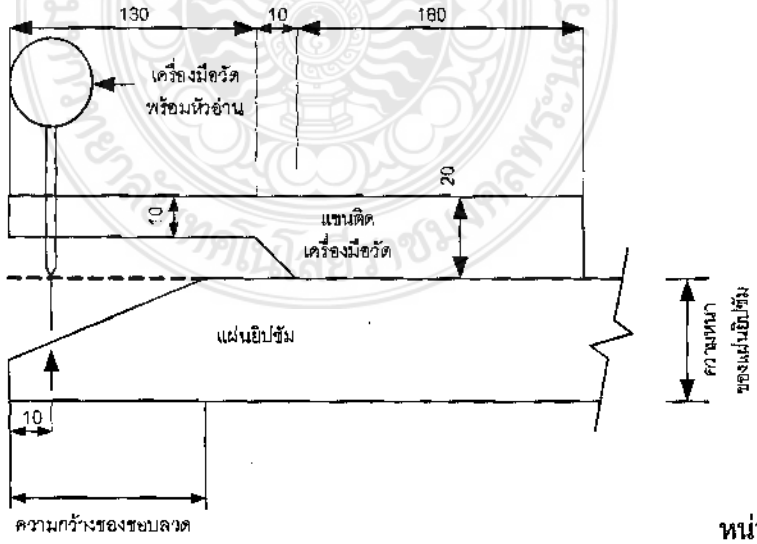


รูปที่ 7 การวัดความกว้างของขอบลาด

(ข้อ 9.4.1)

9.4.2 ความลึกของขอบลาด

ใช้เครื่องวัดที่มีความละเอียด 0.01 มิลลิเมตร ตัวอย่างตามรูปที่ 8 โดยวางเครื่องวัดบนผิวหน้าของแผ่นตัวอย่างให้ขนานกับปลายแผ่น และให้หัวอ่านอยู่ห่างจากขอบ 150 มิลลิเมตร ปรับหน้าปัดให้อ่านค่าศูนย์ แล้วเคลื่อนเครื่องวัดนี้จนปลายอยู่ตรงกับขอบของแผ่นตัวอย่าง อ่านค่าที่ได้ซึ่งอยู่ห่างจากขอบ 10 มิลลิเมตร



หน่วยเป็นมิลลิเมตร

รูปที่ 8 การวัดความลึกของขอบลาด

(ข้อ 9.4.2)

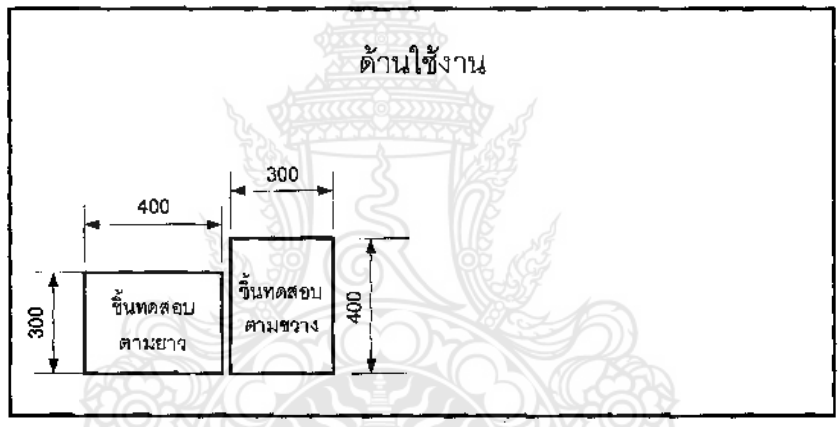
9.5 ความตรงของขอบ

ขึงเชือกที่มุมของแผ่นยิปซัมทั้ง 4 ด้าน แล้วใช้เครื่องมือวัดที่มีความละเอียดถึง 1 มิลลิเมตร วัดระยะห่างที่สุดระหว่างเชือกตั้งฉากกับขอบแผ่นยิปซัมตัวอย่างในแต่ละด้าน แล้วรายงานผลค่าที่วัดได้ทุกค่า

9.6 แรงกดแตก

9.6.1 การเตรียมชิ้นทดสอบ

ให้ตัดชิ้นทดสอบขนาดกว้าง 300 มิลลิเมตร ยาว 400 มิลลิเมตร จำนวน 2 ชิ้นต่อหนึ่งแผ่นตัวอย่าง กรณีแผ่นตัวอย่างที่มีความกว้างและความยาวไม่พอที่จะตัดเป็นชิ้นทดสอบได้ 2 ชิ้น ให้ตัดชิ้นทดสอบจากแผ่นตัวอย่าง 2 แผ่น ชิ้นทดสอบที่ตัด ต้องมีด้านยาว 400 มิลลิเมตรของชิ้นหนึ่งขนานกับแนวยาวของเครื่องทำแผ่นยิปซัม เรียกว่า ชิ้นทดสอบตามยาว ส่วนด้านยาว 400 มิลลิเมตรของอีกชิ้นหนึ่งต้องตั้งฉากกับแนวยาว เรียกว่า ชิ้นทดสอบตามขวาง (ตามรูปที่ 9) แล้วอบชิ้นทดสอบที่อุณหภูมิ (40 ± 2) องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ทำการทดสอบทันทีหรือภายใน 10 นาที หลังจากนำชิ้นทดสอบออกจากตู้อบ



หน่วยเป็นมิลลิเมตร

รูปที่ 9 การเตรียมชิ้นทดสอบแรงกดแตก

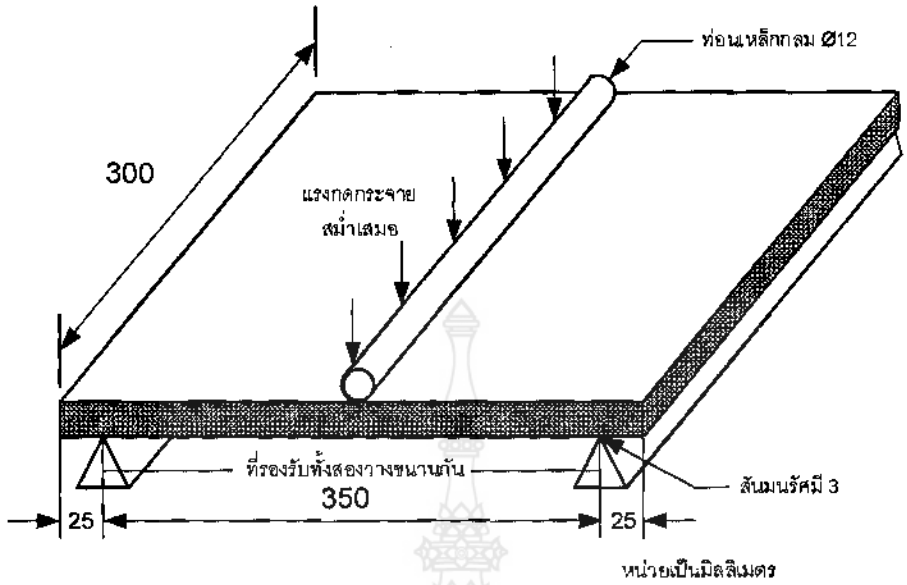
(ข้อ 9.6.1)

9.6.2 วิธีทดสอบ

9.6.2.1 วางชิ้นทดสอบลงบนจุดรองรับตามรูปที่ 10 โดยให้ด้านที่ใช้งานลง ในกรณีของชิ้นทดสอบตามยาว ส่วนชิ้นทดสอบตามขวางให้หงายด้านที่ใช้งานขึ้น

9.6.2.2 กดน้ำหนักลงบนจุดกึ่งกลางของระยะช่วง 350 มิลลิเมตร โดยหัวกดมีอัตราความเร็วสม่ำเสมอ 25 มิลลิเมตรต่อนาที หรือแรงกดมีอัตราสม่ำเสมอประมาณ 250 นิวตันต่อนาที

9.6.2.3 บันทึกแรงกดแตกที่ทำให้ชิ้นทดสอบหัก



รูปที่ 10 แสดงตำแหน่งการวางชิ้นทดสอบและน้ำหนักบรรทุกบนจุดรองรับ
(ข้อ 9.6.2.1)

9.7 แรงต้านการดึงตะปู

9.7.1 การเตรียมชิ้นทดสอบ

ให้ตัดชิ้นทดสอบขนาดกว้าง 150 มิลลิเมตร ยาว 150 มิลลิเมตร จำนวน 3 ชิ้น ตลอดแนวด้านกว้างของแผ่น โดยตัดชิ้นแรกห่างจากขอบแผ่นไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร ใช้สว่านเจาะรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางระหว่าง 2.70 มิลลิเมตร กับ 2.80 มิลลิเมตร ตรงกลางชิ้นทดสอบแต่ละชิ้นให้ทะลุความหนาแผ่นและตั้งฉากกับผิวหน้าของชิ้นทดสอบวางชิ้นทดสอบไว้ในตู้อบ ที่อุณหภูมิ (40 ± 2) องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ทดสอบชิ้นทดสอบแต่ละชิ้นภายใน 10 นาที หลังจากนำชิ้นทดสอบออกจากตู้อบ

9.7.2 เครื่องมือทดสอบ

เครื่องมือทดสอบแรงต้านการดึงตะปู ประกอบด้วยแท่นรองรับชิ้นทดสอบขนาดไม่น้อยกว่า 152 มิลลิเมตร × 152 มิลลิเมตร และหัวกดที่มีตะปูติดพร้อมแล้วใส่ในบุชชิ่งเพื่อให้แนวแกนของตะปูตั้งฉากกับชิ้นทดสอบ โดยตะปูมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางก้าน (2.515 ± 0.076) มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางหัวตะปู (6.350 ± 0.127) มิลลิเมตร รายละเอียดตามรูปที่ 11

9.7.3 วิธีทดสอบ

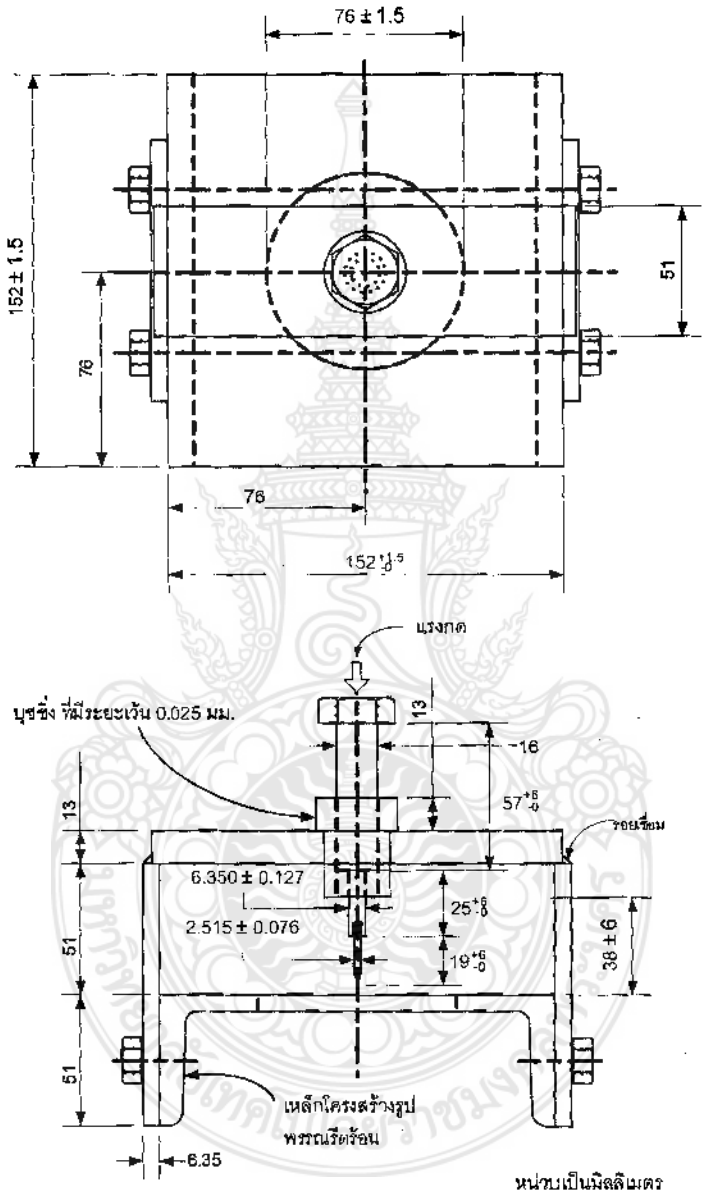
9.7.3.1 วางชิ้นทดสอบลงบนแท่นรองรับของเครื่องมือทดสอบตามข้อ 9.7.2 หงายด้านที่ใช้งานขึ้น ให้รูของชิ้นทดสอบอยู่ในตำแหน่งตรงกันกับปลายตะปู

9.7.3.2 สอดปลายตะปูลงไปในรูของชิ้นทดสอบ เพิ่มแรงกดจนหัวตะปูเจาะทะลุเข้าไปในผิวหน้าของแผ่นยิปซัม จนได้แรงกระทำสูงสุดเป็นค่าแรงต้านการดึงตะปู

9.7.4 การรายงานผล

9.7.4.1 รายงานค่าแรงต้านการดึงตะปูของทุกชิ้นทดสอบให้มีความละเอียด 1 นิวตัน แล้วคำนวณหาค่าเฉลี่ย

9.7.4.2 ถ้าค่าแรงต้านการดึงตะปูของชิ้นทดสอบใดต่างจากแรงต้านการดึงตะปูเฉลี่ย เกินร้อยละ 15 ให้ยกเลิกค่าแรงต้านการดึงตะปูของชิ้นทดสอบนั้น แล้วทำการทดสอบใหม่



รูปที่ 11 เครื่องมือทดสอบแรงต้านการดึงตะปู

(ข้อ 9.7.2)

9.8 การแอ่นตัว (เฉพาะแผ่นยิปซัมความหนาตั้งแต่ 9 มิลลิเมตร ขึ้นไป)

9.8.1 การเตรียมชิ้นทดสอบ

ให้ตัดชิ้นทดสอบขนาดกว้าง 300 มิลลิเมตร ยาว 610 มิลลิเมตร หรือเท่าความยาวแผ่นโดยให้ด้านกว้าง 300 มิลลิเมตรขนานกับแนวยาวตามการทำแผ่นยิปซัม ส่วนด้านยาว 610 มิลลิเมตรตั้งฉากกับแนวยาวตามการทำแผ่นยิปซัม แล้ววางชิ้นทดสอบในแนวราบไว้ที่อุณหภูมิ (23 ± 2) องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ (50 ± 5) อย่างน้อย 24 ชั่วโมงก่อนเริ่มทดสอบ

9.8.2 วิธีทดสอบ

9.8.2.1 วางชิ้นทดสอบลงบนแท่นรองรับ 2 อัน รัศมี 3.0 มิลลิเมตรและวางขนานกันห่างกัน 584 มิลลิเมตร ซึ่งวางอยู่ในตู้ที่ควบคุมอุณหภูมิไว้ที่ (32 ± 2) องศาเซลเซียสและความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ (90 ± 3) การวางชิ้นทดสอบให้คว่ำด้านที่ใช้งานลง

บันทึกการแอ่นตัวเริ่มต้นสูงสุดของชิ้นทดสอบแต่ละชิ้น การวัดแต่ละครั้งให้มีความละเอียดถึง 1 มิลลิเมตร

9.8.2.2 วางชิ้นทดสอบไว้ในตู้ควบคุมสภาวะตามข้อ 9.8.2.1 เป็นเวลา 48 ชั่วโมง จากนั้นวัดและบันทึกค่าการแอ่นตัวสูงสุดของชิ้นทดสอบขณะที่วางอยู่บนแท่นรองรับ

9.8.2.3 คำนวณการแอ่นตัวที่เพิ่มขึ้นของชิ้นทดสอบ และรายงานเป็นค่าการแอ่นตัวของแผ่นตัวอย่าง

9.9 การดูดซึมน้ำ (เฉพาะแผ่นยิปซัมประเภททนความชื้น)

9.9.1 การเตรียมชิ้นทดสอบ

ตัดชิ้นทดสอบขนาด 300 มิลลิเมตร × 300 มิลลิเมตร จากแผ่นยิปซัมแต่ละแผ่น โดยตัดชิ้นทดสอบจากบริเวณกึ่งกลางระหว่างขอบแผ่นทั้งสองด้านและห่างจากปลายแผ่นไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร อย่ากระทำการใด ๆ กับขอบของชิ้นทดสอบและอย่าทำให้ผิวกระดาษเกิดความเสียหาย

วางชิ้นทดสอบไว้ในตู้อบที่อุณหภูมิ (23 ± 2) องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ (50 ± 5) อย่างน้อย 24 ชั่วโมง จากนั้นทำการทดสอบทันทีหรือภายใน 10 นาทีหลังจากนำชิ้นทดสอบออกจากตู้อบ

9.9.2 การทดสอบ

ชั่งน้ำหนักชิ้นทดสอบ โดยการชั่งน้ำหนักแต่ละครั้งให้มีความละเอียดถึง 0.1 กรัม จากนั้นแช่ชิ้นทดสอบลงในอ่างน้ำที่มีอุณหภูมิคงที่ (20 ± 2) องศาเซลเซียส โดยให้ระดับน้ำท่วมเหนือผิวหน้าของชิ้นทดสอบ 25 มิลลิเมตร ถึง 35 มิลลิเมตร การวางชิ้นทดสอบให้วางในแนวนอนแต่อย่าให้ชิ้นทดสอบสัมผัสกับส่วนล่างของภาชนะ ทิ้งไว้เป็นระยะเวลา 2 ชั่วโมง ± 2 นาที แล้วนำชิ้นทดสอบออกจากอ่างน้ำ เช็ดน้ำส่วนเกินออกจาก ผิวหน้าและขอบของชิ้นทดสอบ และชั่งน้ำหนักชิ้นทดสอบทันทีให้มีความละเอียดถึง 0.1 กรัม คำนวณ น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของชิ้นทดสอบแต่ละชิ้นเป็นร้อยละของน้ำหนักเริ่มต้น

9.9.3 การรายงานผล

ค่าที่ได้จากการเฉลี่ยถือเป็นร้อยละการดูดซึมน้ำของแผ่นยิปซัม

9.10 การดูดซึมน้ำที่ผิว (เฉพาะแผ่นยิปซัมประเภททนความชื้น)

9.10.1 การเตรียมชิ้นทดสอบ

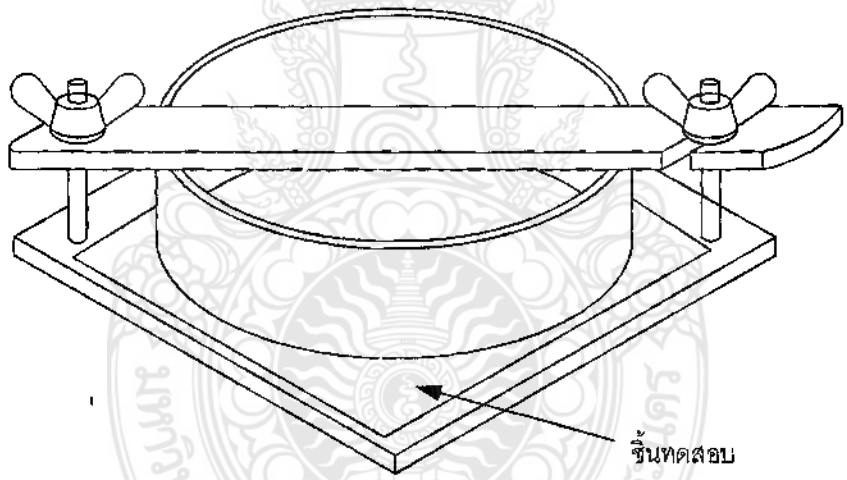
ตัดชิ้นทดสอบขนาด 125 มิลลิเมตร × 125 มิลลิเมตร จากแผ่นยิปซัมตัวอย่างแต่ละแผ่น วางชิ้นทดสอบไว้ที่อุณหภูมิ (23 ± 2) องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ (50 ± 5) อย่างน้อย 24 ชั่วโมง จากนั้นทำการทดสอบทันทีหรือภายใน 10 นาทีหลังจากนำชิ้นทดสอบออกจากตู้อบ

9.10.2 เครื่องมือทดสอบ

ทำด้วยวงแหวนโลหะ ไม่เป็นสนิม มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน (112.8 ± 0.2) มิลลิเมตร ความสูงไม่น้อยกว่า 40 มิลลิเมตร มีปะเก็นยางล้อมโดยรอบขอบล่าง

9.10.3 การทดสอบ

วางชิ้นทดสอบใต้วงแหวนโลหะ ให้ด้านที่ใช้งานหงายขึ้น ยึดวงแหวนโลหะกับแท่นให้มีความแน่นเพียงพอเพื่อไม่ให้น้ำรั่วออกมาในระหว่างการทดสอบ เทน้ำที่มีอุณหภูมิ (20 ± 2) องศาเซลเซียสลงในวงแหวนของเครื่องมือทดสอบให้ระดับน้ำอยู่สูงกว่าผิวหน้าของชิ้นทดสอบ 25 มิลลิเมตร ทิ้งไว้เป็นระยะเวลา 2 ชั่วโมง ± 2 นาที ให้เทน้ำออกและนำชิ้นทดสอบออกจากเครื่องมือทดสอบ ซับน้ำส่วนเกินออกจากชิ้นทดสอบทันทีโดยใช้กระดาษซับที่แห้งสนิทแล้วชั่งน้ำหนักชิ้นทดสอบให้มีความละเอียด 0.01 กรัม



รูปที่ 12 เครื่องมือทดสอบการดูดซึมน้ำที่ผิว
(ข้อ 9.10.2)

9.10.4 การรายงานผล

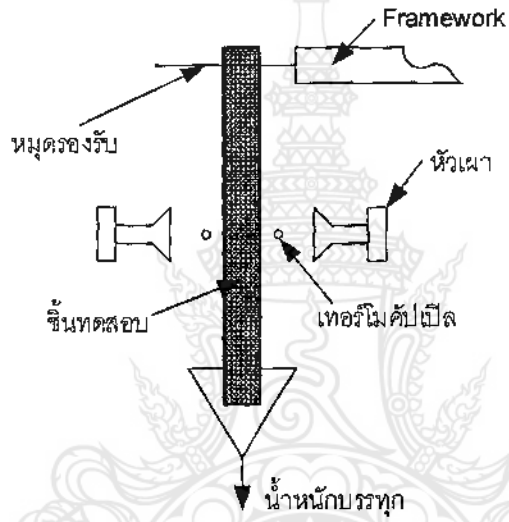
คำนวณความแตกต่างระหว่างน้ำหนักแห้งและน้ำหนักเปียกของชิ้นทดสอบแล้วรายงานเป็นค่าอัตราการดูดซึมน้ำที่ผิวของแผ่นยิปซัม หน่วยเป็นกรัมต่อตารางเมตร โดยคำนวณจากค่าเฉลี่ยความแตกต่างของน้ำหนักคูณด้วย 100

9.11 การทนไฟ (เฉพาะแผ่นยิปซัมประเภททนไฟ)

9.11.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

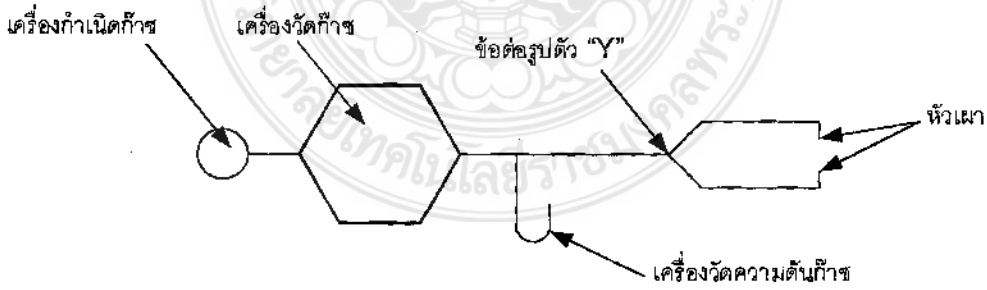
9.11.1.1 หัวเผาก๊าซโพรเพน จำนวน 2 หัว โดยวางให้หัวพ่นไฟหันหน้าเข้าหากันห่างกัน (60 ± 1) มิลลิเมตร และแนวแกนกลางของหัวเผาทั้งสองอยู่ในแนวตรงกัน (ตามรูปที่ 13) ก๊าซโพรเพนจะถูกส่งจากแหล่งกำเนิดเดียวกันไปยังหัวเผาแต่ละหัวโดยใช้ท่อที่เหมาะสม ซึ่งมีข้อต่อรูปตัว "Y" ติดอยู่และติดตั้งตัวควบคุมการไหลและความดันของก๊าซ ไว้ระหว่างแหล่งกำเนิดและข้อต่อรูปตัว "Y" (ตามรูปที่ 14) วัดอุณหภูมิโดยใช้เทอร์โมคัปเปิลมีฉนวนหุ้มทนอุณหภูมิ ได้สูงกว่า 1000 องศาเซลเซียส ซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 มิลลิเมตร และติดตั้งห่างจากกึ่งกลางของหัวเผาแต่ละหัว (15 ± 1) มิลลิเมตร

9.11.1.2 อุปกรณ์จับเวลา



รูปที่ 13 ภาพแสดงของชุดทดสอบ

(ข้อ 9.11.1.1)



รูปที่ 14 แผนภูมิเส้นทางก๊าซ

(ข้อ 9.11.1.1)

9.11.2 การเตรียมชิ้นทดสอบ

ตัดชิ้นทดสอบ 5 ชิ้นขนาดกว้าง 50 มิลลิเมตร × ยาว 300 มิลลิเมตร จากแผ่นตัวอย่างน้อย 3 แผ่น โดยตัดชิ้นทดสอบไม่เกิน 2 ชิ้นจากแผ่นตัวอย่างแต่ละแผ่น การตัดชิ้นทดสอบให้ตัดโดยให้ด้านยาว 300 มิลลิเมตรขนานกับขอบของแผ่นยิปซัม แล้วเจาะรูที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรูไม่เกิน 7 มิลลิเมตร ที่ปลายทั้ง 2 ด้านของชิ้นทดสอบแต่ละชิ้น (ดังรูปที่ 15)

รูปที่ 15 รายละเอียดการเจาะรูชิ้นทดสอบ
(ข้อ 9.11.2)

9.11.3 การทดสอบ

แขวนชิ้นทดสอบให้อยู่กึ่งกลางระหว่างหัวเผาทั้ง 2 หัว ชิ้นทดสอบจะถูกแขวนในแนวตั้งให้เส้นกึ่งกลางของหัวเผาผ่านกลางชิ้นทดสอบและให้ผิวหน้าชิ้นทดสอบขนานกับหัวพ่นไฟ แขวนน้ำหนักบรรทุก (ดังตารางที่ 5) เข้ากับชิ้นทดสอบโดยผ่านรูที่เจาะไว้ด้านล่าง

จุดหัวเผาทั้ง 2 หัวและเริ่มจับเวลา ปรับความดันก๊าซเพื่อให้ได้อุณหภูมิ (970 $\pm$ 40) องศาเซลเซียส เมื่อวัดโดยใช้เทอร์โมคัปเปิล ยกเว้นในช่วง 3 นาทีแรกของการทดสอบ คอยระวังไม่ให้มีเศษขี้เถ้าที่เกิดจากการเผาไหม้ไปอุดตันที่เทอร์โมคัปเปิล

บันทึกเวลาที่ชิ้นทดสอบขาดออกจากกัน โดยมีหน่วยเป็นนาที

ตารางที่ 5 น้ำหนักบรรทุกบนชิ้นทดสอบ (ทดสอบเฉพาะชนิดแผ่นทนไฟเท่านั้น)
(ข้อ 9.11.3)

ความหนา mm	น้ำหนักบรรทุก N
10	12
12	12
13	12
15	22
16	22
18	32
19	32
25	40

9.11.4 การรายงานผล

รายงานเวลาที่ชิ้นทดสอบแต่ละชิ้นขาดออกจากกัน หน่วยเป็นนาที

ประวัติผู้วิจัย

ประวัติคณะผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการวิจัย

1. ชื่อ – นามสกุล(ภาษาไทย) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิโรจน์ ฤทธิ์ทอง
   ชื่อ -นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Asst. Prof. Dr. Wirote Ritthong
2. เลขหมายประจำตัวประชาชน
3. ตำแหน่งปัจจุบัน คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

   เงินเดือน (บาท) - บาท
   เวลาที่ใช้ทำวิจัย (ชั่วโมง : สัปดาห์) 10 ชั่วโมง : สัปดาห์
4. หน่วยงานที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และ e-mail
   สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร กระทรวงศึกษาธิการ เลขที่ 1381 ถ.ประชาราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ จ.กรุงเทพ 10800
   e– mail: wrritthong@gmail.com โทร 097-1311180
5. ประวัติการศึกษา
   วศ.ด. วิศวกรรมเครื่องกล
   วศ.ม. วิศวกรรมเครื่องกล
   วศ.บ. วิศวกรรมเครื่องกล
6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ)แตกต่างจากวุฒิการศึกษา (ระบุสาขาวิชาการ ระบบการทำความเย็นและปรับอากาศ (Refrigeration and Air-conditioning), การวิเคราะห์ด้านพลังงานและความร้อน (Energy and Heat Analysis), การออกแบบระบบทางความร้อน (Design Thermal System)
7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัย ในแต่ละข้อเสนอการวิจัย

7.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย :ชื่อแผนงานวิจัย

7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย :ชื่อโครงการวิจัย

(1) Study and development of paddy drying system with hot-cool pneumatic and screw conveyor (ได้รับทุน วช. ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2557)

(2) A Study of the Force Convection Heat Transfer by using Closed loop Thermosyphon Heat Pipe with Save Energy in Car Cooling System (ได้รับทุน วช. ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2556)

(3) Case study of a jelly beer machine by using oscillation system (รับทุน มทร. พระนคร ปี พ.ศ. 2549)

(4) The development of Mathematical Model Using for Determined the properties of Refrigerant Mixture (รับทุน มทร. พระนคร ปี พ.ศ.2548)

(5) A cabinet to keep reproducing soyer seed (รับทุน สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ปี พ.ศ. 2547)

(6) An Agriculral by-product stove (รับทุน สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ปี พ.ศ. 2546)

7.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว :ชื่อผลงานวิจัย ปีที่พิมพ์ การเผยแพร่ และแหล่งทุน)อาจมากกว่า 1 เรื่อง(งานวิจัยที่เผยแพร่)วารสารรายงานการประชุมวิชาการ(งานวิจัยที่เผยแพร่(วารสาร รายงานการประชุมวิชาการ)

1) Kanthang P. and Ritthong W. "The Study of Brown Rice Friction by Using Kernal Tracking in Kerosene" The 6th RMUTP International Conference on Science, Technology and Innovation for Sustainable Development: Current Challenges towards Creative and Green Economy, 15-16 July 2015, Pullman Bangkok King Power Hotel, Bangkok, Thailand.
2) Hirunrat K.,Thongdangjour N., Puaktet N., Ritthong W. and Kanthang P. "The Study of Paddy Rice Dryer by Coveyer Pipe Drying System" The 6th RMUTP International Conference on Science, Technology and Innovation for Sustainable Development: Current Challenges towards Creative and Green Economy, 15-16 July 2015, Pullman Bangkok King Power Hotel, Bangkok, Thailand.
3) Ritthong W., Kiatsiriroat T., Wongsuwan W. and Nuntaphan A. "Performance analysis of a modular adsorption cooling system with sonic vibration at adsorber" Journal of Experiment Heat Transfer, Vol.27, Issue1, Page 14-21, 1 January 2014.
4) Wongsuwan W., Ritthong W., Nuntaphan A. and Kiatsiriroat T. "Performance analysis of a modular adsorption cooling system having sonic vibration at evaporator" Journal of Energy Engineering, Vol.137, No.2, 1 June 2011.
5) Ritthong W., Chadathon P. and Tongorn S. "Performance analysis of adsorption refrigeration system with water-thermosyphon cool adsorber and evaporator enhanced with near-ultrasonic wave" The 2nd RMUTP International Conference 2010, 29-30 June 2010 Phathunwan princess hotel Bangkok, Thailand.
6) Ritthong W., Jansatidpaiboon P., Aim-eiam T., Wongsuwan W., Nuntaphan A. and Kiatsiriroat T. "Performance Analysis of Thermosyphon Assisted Adsorption Cooling System" World Renewable Energy Congress 2009-ASIA. The 3rd International Conference on "Sustainable Energy and Environment (SEE 2009)", 18-23 May 2009, Bangkok, Thailand.
7) Wongsuwan W., Ritthong W., Nuntaphan A. and Toonkat K. "Performance study on the consolidated adsorbent bed of activated carbon-methanol adsorption cooling system" International Conference on Green and Sustainable Innovation (ICGSI) 2009, 2-4 December 2009,Chiang Rai, Thailand.
8) Ritthong W., Thong-on S., Nimmol C., and Nim-anomg N. "Study of high-moisture soybean meal drying using an impinging stream dryer" The 13th Conference of Heat and Mass Transfer in Thermal Equipment, 13-14 March 2014, Chanthaburi, Thailand.

9) Nimmol C. and Ritthong W. “Application of Thermosyphon Heat Pipes for Paddy Dehydration Process” KKU research journal, Vol.17, No.6, Page 862-879, 29 April 2012.
10) Polsimma P., Boonmee P., Ritthong W., Yodrax A., Hirnwat A., and Nimmol C. “Study of Paddy Drying using Thermosyphon Heat Pipe” The 5th Conference of Rajchamangala University of Technology Tawan-ok, 14-16 May 2012, Chonburi, Thailand.
11) Chansomrong V., Boonlert P., Ritthong W., Nimmol C., and Kanthang P. “The Characteristic properties of Paddy from the Pneumatic” The 5th Conference of Rajchamangala University of Technology Tawan-ok, 14-16 May 2012, Chonburi, Thailand.
12) Ritthong W., Chadathorn P., and Thong-on S. “Enhancing Performance of Air Conditioner by used Condensate Water at Evaporator Set”. The 11th Conference of Heat and Mass Transfer in Thermal Equipment, 8-9 March 2012, Chanthaburi, Thailand.
13) Ritthong W., Boonmee P., and Worranawin W. “Building Separation the Hydrogen from water with used Co-fuel in Small Engine”. The 11th Conference of Heat and Mass Transfer in Thermal Equipment, 8-9 March 2012, Chanthaburi, Thailand.
14) Wichinthanasarn T., Ritthong W., and Sathapornprasart K. “Paddy dehydration using Impinging stream dryer combined with Pneumatic dryer” The 25th Conference of the Mechanical Engineering Network of Thailand (ME-NETT 25), 19-21 October 2011, Krabi, Thailand.
15) Ritthong W. and Tinprabath P. “The Development of Mathematical Model Using for Determined the properties of Refrigerant Mixture” RMUTP Research journal, 2007
16) Ritthong W., Wongsuwan W., and Kaitsiriroat T.“Case study of intermittent adsorption system for cold production”The 6th Heat and Mass Transfer in Thermal Equipment, Nation Conferent, 15-16 March 2007, Chiang Mai, Thailand.
17) Ritthong W., Chadathorn P. and Chanpeng W. “Case study of a jelly beer machine by using oscillation system” The 6th Heat and Mass Transfer in Thermal Equipment, Nation Conferent, 15-16 March 2007, Chiang Mai, Thailand.
18) Ritthong W. and Chadathorn P. “Case study of decreasing condensate water of box air conditioner” The 6th Heat and Mass Transfer in Thermal Equipment, Nation Conferent, 15-16 March 2007, Chiang Mai, Thailand.
19) Tinprabath P. and Ritthong W. “A cabinet to keep reproducing soyer seed” The 19thConference of Mechanical Engineering Network of Thailand, 19-21 October 2005.
20) Ritthong W. “Air water chiller system demonstration set” The 20th RIT National Conference, 11-13 February 2004 Aumrin-Lagoon Hotel Phitsanulok, Thailand.

21) Ritthong W. and Thanavuth T. “An Agriculral by-product stove” Research and Training Journal, Rajamangala Institute of Technology Vol. 7 No. 1 (September-December 2003)
22) Sillavatrpongskul P. and Ritthong W. “A fuel distiller with used oil from diesel engines” Research and Training , Rajamangala Institute of Technology Vol. 6 No. 3 (May-August 2003)
23) Choabumrung P., Chunkaew P. and Ritthong W. “A demonstation unit of trouble shooting au omobile air conditioning” The 19th RIT National Conference, 22-24 January 2002 Rajamangala Institute of Technology Phatumthanee, Thailand.
24) Ritthong W. and Kiatsiriroat T. “Size Selection of Capillary tube for Refrigerant Mixture” Engineering Journal Chiang Mai University Vol.9 NO.3 November 2001.

7.4 งานวิจัยที่กำลังทำ :ชื่อข้อเสนอการวิจัย แหล่งทุนและสถานภาพในการทำวิจัยว่าได้ทำการวิจัยลุล่วงแล้วประมาณร้อยละเท่าใด -

ผู้ร่วมโครงการวิจัย

1.ชื่อ – นามสกุล (ภาษาไทย) นายสัจจะชาญ พรัดมะลิ
ชื่อ –นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Mr. Sajjachan Pradmali
2. เลขหมายประจำตัวประชาชน 3 8412 00289 40 1
3. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมโยธา
4. หน่วยงานที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และ e-mail
สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร กระทรวงศึกษาธิการ เลขที่ 1381 ถ.ประชาราษฎร์ 1 แขวงบางซื่อ เขตบางซื่อ จ.กรุงเทพ 10800
e– mail: sajachan@gmail.com โทร 0813572224
5. ประวัติการศึกษา
วศ.บ .วิศวกรรมโยธา
วศ.ม .วิศวกรรมโยธา
6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ)แตกต่างจากวุฒิการศึกษา (ระบุสาขาวิชาการ
สิ่งประดิษฐ์ คอนกรีตและวัสดุทดแทนคอนกรีต การอนุรักษ์พลังงาน และการสร้าง มูลค่าเพิ่ม การบริหารโครงการ และพัฒนาโครงการ
7. ประสบการณที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละข้อเสนอการวิจัย
7.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย :ชื่อแผนงานวิจัย

การใช้เทคโนโลยีสำหรับชุมชนในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ก่อสร้างจากเศษหินพัมมิซ, ปีงบประมาณ 2559 (รอดำเนินการ)

7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย :ชื่อโครงการวิจัย

1) การใช้ดินขาวผสม เส้นใยมะพร้าว ฟางข้าวและแกลบเพิ่มประสิทธิภาพการป้องกันความร้อนในผนังคอนกรีตบล็อก, หัวหน้าโครงการ, ปีงบประมาณ2552

2) การใช้ดินขาวผสม กากมะพร้าว เส้นใยจากต้นข้าวโพดและเส้นใยจากเปลือกทุเรียนเพิ่มประสิทธิภาพการป้องกันความร้อนและลดน้ำหนักในผนังคอนกรีตบล็อก, ผู้ร่วมวิจัย, ปีงบประมาณ2554

3) การพัฒนาวัสดุอาคารจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรเพื่อการประหยัดพลังงานและลดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร, ผู้ร่วมวิจัย, ปีงบประมาณ2554

4) การใช้กากมะพร้าว ต้นข้าวโพดและเปลือกทุเรียนเป็นวัสดุประกอบชีวภาพทดแทนไม้ในแผ่นใยอัดความหนาแน่นปานกลาง , ผู้ร่วมวิจัย, ปีงบประมาณ2554

5) การใช้กากโดโลไมท์สำหรับเป็นบล็อกประสานที่ต้านทานแรงอัดสูง , หัวหน้าโครงการ, ปีงบประมาณ2558

6) การใช้ประโยชน์จากเถ้าปาล์มน้ำมันในงานคอนกรีตผสมหินฝุ่นแทนทรายสำหรับผลิตภัณฑ์วัสดุก่อสร้าง, หัวหน้าโครงการ, ปีงบประมาณ2559

7)การใช้เศษหน้าดินขาวเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการป้องกันความร้อนภายในอาคารของอิฐก่อสร้างสามัญ, หัวหน้าโครงการ, ปีงบประมาณ2558

8) รางระบายน้ำสำเร็จรูปหน้าตัดการไหลแบบประสม (ผู้ร่วมโครงการวิจัย) งบประมาณแผ่นดินประจำปี 2549

9) โค้งอัตราการไหล-ช่วงเวลา เชิงภูมิภาค สำหรับลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลภาคตะวันออก (ผู้ร่วมโครงการวิจัย) งบประมาณแผ่นดินประจำปี 2550

10) การศึกษาความเป็นไปได้ในการสัญจรทางน้ำและการท่องเที่ยวเชิงวิชาการของคลองรังสิต(ผู้ร่วมโครงการวิจัย)สกอ. (เครือข่ายการวิจัยภาคกลางตอนบน) งบประมาณ ปี 2549

7.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว :ชื่อผลงานวิจัย ปีที่พิมพ์ การเผยแพร่ และแหล่งทุน)อาจมากกว่า 1 เรื่อง(งานวิจัยที่เผยแพร่)วารสารรายงานการประชุมวิชาการ(งานวิจัยที่เผยแพร่(วารสาร รายงานการประชุมวิชาการ)

1) สัจจะชาญ พรัดมะลิ, 2548, Regional Flow-Duration Curve for The Upper Ping River Basins, วารสารชมรมอุทกวิทยาไทย, ฉบับที่ 9, หน้า 159-167.
2) ประชุม คำพุฒ ,สัจจะชาญ พรัดมะลิ, 2548, ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดอุบัติเหตุในการเดินทางสัญจรของนักศึกษา :กรณีศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, เอกสารประกอบการประชุมการสัมมนางานวิจัยเพื่อการพัฒนาทางหลวง, กรุงเทพฯ 2-1 ,กันยายน, หน้า .178-169
3) สัจจะชาญ พรัดมะลิ, 2548, Regional Flow Duration Curve for Wang River Basin, การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วทท) ครั้ง 31, นครราชสีมา, 20-18 ตุลาคม, หน้า 560-564.
4) ประชุม คำพุฒ และ สัจจะชาญ พรัดมะลิ, 2548, การศึกษากำลังอัดของคอนกรีตที่ใช้หินฝุ่นเป็นมวลรวมละเอียดแทนทรายและใส่สารผสมเพิ่มประเภทลดปริมาณน้ำและเร่งเวลาการก่อตัว, การประชุมวิชาการคอนกรีตประจำปีครั้งที่ ,1สมาคมคอนกรีตไทย ,ระยอง 27-25 ,ตุลาคม ,หน้า CON 156-CON 160.
5) สัจจะชาญ พรัดมะลิ, 2549, Regional Flow-Duration Curve for Ungauged Sites of Salawin River Basins, Technology and Innovation for Sustainable Development Conference (TISD2006), ขอนแก่น, 26-25มกราคม, หน้า 91.

6) สัจจะชาญ พรัดมะลิ, 2549, Synthesis of Streamflow by The Watershed Geometry of Wang River Basin, ประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติครั้งที่ 11, ภูเก็ต, 22-20เมษายน, หน้า 333.
7) สัจจะชาญ พรัดมะลิ, 2549, Estimation of Streamflow by Comparison of Regional Flow-Duration Curves, ประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติครั้งที่ 11, ภูเก็ต, 22-20เมษายน, หน้า 334.
8) สัจจะชาญ พรัดมะลิ, 2549, A Study of Requirement of Organizations on Civil Engineer, ประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติครั้งที่ 11, ภูเก็ต, 22-20เมษายน, หน้า 24.
9) อรรถพล มาลัย, สัจจะชาญ พรัดมะลิ, 2549, A Study of Mechanic Properties of Mango Wood, ประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติครั้งที่ 11, ภูเก็ต, 22-20เมษายน, หน้า 252.
10) Sajjachan Pradmali, 2006, Regional Analysis of Flow-Duration Curve By Using Rainfall and Watershed Geometry, Asia Pacific Association of Hydrology and Water Resources Conference, Bangkok, Thailand, October. 16-18, 2006: 389.
11) 11)Sajjachan Pradmali, 2006, Regional Analysis of Load Duration Curve for Upper Ping River Basin, Asia Pacific Association of Hydrology and Water Resources Conference, Bangkok,Thailand, October. 16-18, 2006: 393.

7.4 งานวิจัยที่กำลังทำ :ชื่อข้อเสนอการวิจัย แหล่งทุนและสถานภาพในการทำวิจัยว่าได้ทำการวิจัยลุล่วงแล้วประมาณร้อยละเท่าใด

ผู้ร่วมโครงการวิจัย

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นายประชุม คำพุฒ
   ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Mr.Prachoom Khamput
2. เลขหมายประจำตัวประชาชน 3 7201 00608 88 2
3. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์ ผู้อำนวยการ หน่วยจัดการทรัพย์สินทางปัญญาฯ แห่ง มทร.
4. หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (e-mail)

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ถ.รังสิต-นครนายก ต.คลองหก อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี 12110
โทรศัพท์ที่ทำงาน 0 2549 3417 โทรศัพท์มือถือ 08 1665 4755
E–mail: prachoom.k@en.rmutt.ac.th, choomy_gtc@hotmail.com

5. ประวัติการศึกษา

ปีที่จบการศึกษา	ระดับปริญญา	ปริญญา	สาขาวิชา	ชื่อสถาบันฯ	ประเทศ
2540	ตรี	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	โยธา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี-พระจอมเกล้าธนบุรี	ไทย
2544	โท	วิศวกรรมศาสตร-มหาบัณฑิต	โยธา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี-พระจอมเกล้าธนบุรี	ไทย

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ
   6.1 การทดสอบวัสดุและคุณสมบัติของวัสดุ
   6.2 คอนกรีตและวัสดุทดแทนคอนกรีต
   6.3 การอนุรักษ์พลังงาน และการสร้างมูลค่าเพิ่ม
   6.4 การบริหารโครงการ และพัฒนาโครงการ
   6.5 สิ่งประดิษฐ์ ออกแบบผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์
7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละผลงานวิจัย
   7.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย : ชื่อแผนงานวิจัย
      1) การพัฒนาวัสดุและสิ่งแวดล้อมอาคารเพื่อการประหยัดพลังงาน งบประมาณแผ่นดิน ประจำปี 2552
   7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย : ชื่อโครงการวิจัย

ลำดับที่	ปี งปม.	ชื่อเรื่อง	สถานภาพ	หน่วยงาน
1	2552	การพัฒนาอิฐปูพื้นภายนอกอาคารเพื่อลดอุณหภูมิ	หัวหน้าโครงการ	สกอ. (เชิงพาณิชย์)
2	2553	การศึกษาการป้องกันสารพิษจากบ่อฝังกลบขยะซึมลงน้ำใต้ดินโดยใช้น้ำยางธรรมชาติ	หัวหน้าโครงการ	สกอ. (ภาคกลางตอนบน)
3	2554	โครงการผลิตภัณฑ์บล็อกประสานจากกากดินขาว	หัวหน้าโครงการ	สวทช. (iTAP)
4	2554	โครงการบ้านสำเร็จรูปทรงโดมเพื่อผู้ประสบภัย	หัวหน้าโครงการ	สวทช. (iTAP)
5	2555	การใช้ยางธรรมชาติสำหรับพัฒนาผลิตภัณฑ์พาราชิงเกิ้ลรูฟ	หัวหน้าโครงการ	งปม.แผ่นดิน มทร.ธัญบุรี
6	2555	การพัฒนาบ้านสำเร็จรูปทรงโดมเพื่อผู้ประสบภัย	หัวหน้าโครงการ	สกอ. (SP2)
7	2555	ผลิตภัณฑ์แผ่นพื้นคอนกรีตสำเร็จรูปมวลเบาผสมหินฝุ่น	หัวหน้าโครงการ	สกอ. (SP2)

7.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว : ชื่อผลงานวิจัย ปีที่พิมพ์ การเผยแพร่ และแหล่งทุน (อาจมากกว่า 1 เรื่อง)

1. Rungthongbaisuree, S., Khamput, P., and Ketratanaborvorn, T. : ***Causes of Damage of Electric Tower in Thailand*;** Proc. of Second Asia/Pacific Conference on Durability of Building Systems : Harmonised Standards and Evaluation, Vol. 1, Bandung, Indonesia, July, 2000, pp. 16-1 ~ 16-9.
2. Rungthongbaisuree, S., and Khamput, P. : ***Methods for Maintenance of Transmission Towers*;** Proc. of the Fourth Regional Symposium on Infrastructure Development in Civil Engineering (RSID4), Bangkok, Thailand, April, 2003, pp. A2-45 ~ A2-54.
3. Khamput, P. : ***A Study of Compressive Strength of Concrete used Quarry Dust to Replace Sand*;** Technology and Innovation for Sustainable Development Conference (TISD2006), Khon Kaen, Thailand, January 25-26, 2006, pp. 108-110.
4. Boksuwan, A., and Khamput, P. : ***A Study of Mixing Natural Rubber in Concrete Block for Developing Strength and Thermal Insulation Properties*;** The 3rd International Symposium on Sustainable Energy System, Kyoto, Japan, August 30-September 1, 2006, pp. 212. (Poster Presentation)
5. Pradmali, S., and Khamput, P. : ***Regional Analysis of Load Duration Curve for Upper Ping River* Basin;** 3rd APHW Conference "Wise Water Resource Management towards Sustainable Growth and Poverty Reduction", Bangkok, Thailand, October16-18, 2006, pp. 393. @
6. Khamput, P. : ***Using Latex from Para-Rubber for Developing Strength and Thermal Insulation Properties of Concrete Block;*** Asian Symposium on Materials and Processing 2006 (ASMP 2006), Bangkok, Thailand, November 9-10, 2006, pp. 23.
7. Malai, A., and Khamput, P. : ***Development of Rubber Natural Concrete Block for Thermal Insulation and Energy Saving Purpose;*** The 2nd Joint International Conference on "Sustainable Energy and Environment (SEE 2006)", Bangkok, Thailand, November 21-23, 2006, pp. 1009-1014.
8. Khamput, P. : ***A Study of Using Natural Rubber Mixed in Moderate Lightweight Concrete;*** Asian Workshop on Polymer Processing 2006 (AWPP 2006), Bangkok, Thailand, December 6-8, 2006, pp. 257-260.
9. Khamput, P. and Wanthong, P. : ***Using Para-Rubber Mixed in Moderate Lightweight Concrete;*** International Conference on Mining, Materials, and Petroleum Engineering: The Frontiers of Technology (ICFT-2007), Phuket, Thailand, May 10-12, 2007, pp. 23.

7.4 งานวิจัยที่กำลังทำ : ชื่อข้อเสนอการวิจัย แหล่งทุน และสถานภาพในการทำวิจัยว่าได้ทำการวิจัยลุล่วงแล้วประมาณร้อยละเท่าใด

ผู้ร่วมโครงการวิจัย

1. ชื่อ – นามสกุล(ภาษาไทย) ผศ. ดร. ณัฐพงศ์ มกระธัช
   ชื่อ -นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Asst. Prof. Dr. Nattapong Makaratat
2. เลขหมายประจำตัวประชาชน 3 1018 00869 30 8
3. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์ประจำภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมโยธาและสิ่งแวดล้อม

   เงินเดือน (บาท) - บาท
   เวลาที่ใช้ทำวิจัย (ชั่วโมง : สัปดาห์) 10 ชั่วโมง : สัปดาห์
4. หน่วยงานที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และ e-mail
   ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมโยธาและสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (ไทย-เยอรมัน) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ โทร 081 815 0699
   e-mail nattapong.nmt@gmail.com
5. ประวัติการศึกษา
   วศ.ด. วิศวกรรมโยธา
   วศ.ม. วิศวกรรมโยธา
   วศ.บ. วิศวกรรมโยธา
6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ)แตกต่างจากวุฒิการศึกษา (ระบุสาขาวิชาการ
   การทดสอบวัสดุในงานก่อสร้าง คอนกรีตและวัสดุทดแทนคอนกรีต การคำนวณออกแบบโครงสร้างอาคาร
7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัย ในแต่ละข้อเสนอการวิจัย -

7.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย :ชื่อแผนงานวิจัย

7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย :ชื่อโครงการวิจัย

1) หัวหน้าโครงการวิจัย เรื่อง อายุการใช้งานของเสาไฟฟ้าในระบบจำหน่าย กฟน. งบประมาณ 2,997,056 บาท

7.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว :ชื่อผลงานวิจัย ปีที่พิมพ์ การเผยแพร่ และแหล่งทุน)อาจมากกว่า 1 เรื่อง(งานวิจัยที่เผยแพร่)วารสารรายงานการประชุมวิชาการ(<u>งานวิจัยที่เผยแพร่(วารสาร รายงานการประชุมวิชาการ)</u>

1) Nattapong Makaratat, Chai Jaturapitakkul, Charin Namarak, and Vanchai Sata, 2011, “Effects of binder and CaCl2 contents on the strength of calcium carbide residue-fly ash concrete”, Cement and Concrete Composites, Vol. 33, No.3, pp. 436-443.
2) Nattapong Makaratat, Chai Jaturapitakkul, and Thanapol Laosamathikul, 2010, “Effects of calcium carbide residue-fly ash binder on mechanical properties

of concrete", Journal of Materials in Civil Engineering, Vol. 22, No.11, pp. 1164-1170.

3) ณัฐพงศ์ มกระธัช. (๒๕๕๗). "การใช้กากแคลเซียมคาร์ไบด์ผสมเถ้าถ่านหินเป็นวัสดุประสานเพื่อทำคอนกรีตที่มีความสามารถในการเทสูง", (Use of Calcium Carbide Residue-Fly ash as Binder to Produce High Workability Concrete), วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม, ปีที่ ๑๐ ฉบับที่ ๓ เดือนกันยายน – ธันวาคม ๒๕๕๗, หน้า ๑๐๖-๑๒๐.

4) Nattapong Makaratat, Weerachart Tangchirapat, Chirapong Eakpanich, and Chai Jaturapitakkul, 2007, "A study of rice husk-bark ash as a pozzolanic material to resist magnesium sulfate and sulfuric acid attacks", Research and Development Journal, The Engineering Institute of Thailand, Vol. 18, No.3, pp. 29-36.

5) Nattapong Makaratat, Thanapol Laosamathikul, and Chai Jaturapitukkul, 2009, "Utilization of calcium carbide residue-fly ash mixture as a cementing material in concrete", The 33rd International Association for Bridge and Structural Engineering, IABSE SYMPOSIUM, Bangkok, Vol. 96, pp. 144-145.

6) Nattapong Makaratat, Weerachart Tangchirapat, Chai Jaturapitakkul, Kraiwood Kiattikomol, and Anek Siripanichgorn, 2004, "Utilization of rice husk-bark ash as a cement replacement", The First International Conference of Asian Concrete Federation (ACF), October 28-29, 2004, Chiang Mai, Thailand, pp. 650-659.

7) ณัฐพงศ์ มกระธัช, อิศรา อินทรัศมี และ กังวาล ขุนพรม. (๒๕๕๗). "คอนกรีตกำลังสูงที่ทำจากวัสดุประสานกากแคลเซียมคาร์ไบด์ผสมเถ้าถ่านหิน โดยใช้ปูนซีเมนต์เป็นสารเร่งกำลัง", (High-Strength Concrete Made from Calcium Carbide Residue-Fly Ash Binder with Using Cement as Strength Accelerator), การประชุมวิชาการคอนกรีตประจำปี ครั้งที่ ๑๐, ๒๐-๒๒ ตุลาคม, ณ. โรงแรมดุสิต ไอส์แลนด์ รีสอร์ท, เชียงราย

8) ณัฐพงศ์ มกระธัช, องอาจ ทองรัตน์, สุเทพ ไชยศรียา และ กิตติศักดิ์ เกียรติโอภาส. (๒๕๕๗). "คอนกรีตไหลเข้าแบบด้วยตัวเองที่ใช้กากแคลเซียมคาร์ไบด์ผสมเถ้าถ่านหินเป็นวัสดุประสาน", (Self-Compacting Concrete Containing Calcium Carbide Residue-Fly Ash Binder), การประชุมวิชาการคอนกรีตประจำปี ครั้งที่ ๑๐, ๒๐-๒๒ ตุลาคม, ณ. โรงแรมดุสิต ไอส์แลนด์ รีสอร์ท, เชียงราย

9) Kittiphong Amnadnua, Nattapong Makaratat, and Chai Jaturapitakkul, 2010, "A new cementitious material for high strength concrete", In: Proceedings of the 15th National Convention on Civil Engineering, Ubon Ratchathani, Thailand, MAT.014, 6 p.

10) Sutthinan Airdeaw, Nattapong Makaratat, and Chai Jaturapitakkul, 2010, "Properties of calcium carbide residue-palm oil fuel ash concrete using Portland cement as an accelerator", In: Proceedings of the 15th National Convention on Civil Engineering, Ubon Ratchathani, Thailand, MAT.011, 8 p.