รายงานการวิจัย

ศึกษาแผ่นผนังเส้นใยจากเปลือกตาลโตนดที่สามารถดูดซับเสียงได้

A STUDY OF SOUND ABSORPTION ABILITY OF FIBERBOARD FROM PALMYRA PEEL

เจนจิรา ขุนทอง Janejira Khunthong

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปิยาภรณ์ อรมุต Assit. Piyaporn Oramut

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย สงขลา

ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

งบประมาณรายได้ประจำปี พ.ศ.2559

รายงานการวิจัย

ศึกษาแผ่นผนังเส้นใยจากเปลือกตาลโตนดที่สามารถดูดซับเสียงได้

A STUDY OF SOUND ABSORPTION ABILITY OF FIBERBOARD FROM PALMYRA PEEL

เจนจิรา ขุนทอง Janejira Khunthong

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปิยาภรณ์ อรมุต Assit. Piyaporn Oramut

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย สงขลา

ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

งบประมาณรายได้ประจำปี พ.ศ.2559

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ได้ด้วยการสนับสนุนทุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย และได้รับความร่วมมือจากชุมชนเป็นอย่างดีซึ่งทำให้ผู้วิจัยสามารถทำวิจัยเรื่องนี้ได้สำเร็จดังที่ตั้งใจไว้ทุกประการ

ขอขอบคุณท่านผู้ช่วยศาสตราจารย์ปิยาภรณ์ อรมุต ที่ให้นำแนะนำและ คำปรึกษาในการทำงานวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบคุณคุณพ่อของนางสาวจินดาวรรณ ผ่องใส ที่ช่วยเก็บเส้นใยในการผลิตชิ้นงานและยังเอื้อเฟื้อสถานที่ในการผลิตเส้นใย ขอขอบคุณอาจารย์พิษณุ อนุชาญ ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการผลิตชิ้นงานต้นแบบในครั้งนี้

ท้ายนี้ ผู้วิจัยขอรำลึกพระคุณบิดา มารดา ตลอดจนผู้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ให้แก่ผู้วิจัยจนสามารถทำให้รายงานการวิจัยเล่มนี้สำเร็จลงด้วยดี

เจนจิรา ขุนทอง

ศึกษาแผ่นผนังเส้นใยจากเปลือกตาลโตนดที่สามารถดูดซับเสียงได้

เจนจิรา ขุนทอง ปิยาภรณ์ อรมุต[1]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแผ่นผนังเส้นใยจากเปลือกตาลโตนดที่สามารถดูดซับเสียง โดยการทดลองจะศึกษาความหนาและขนาดที่เหมาะสมในการนำมาผลิตเป็นแผ่นผนัง (ความหนา 2 นิ้ว ขนาด 10 x 10 เซนติเมตร , 15 x 15 เซนติเมตร และ 20 x 20 เซนติเมตร) เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพในการดูดซับเสียง และศึกษาในช่วงความถี่ของเสียงที่หูมนุษย์สามารถรับรู้ได้ดี คือ ช่วงที่ 400 – 4,000 Hz

ผลการทดลองความสามารถในการดูดซับเสียงของเส้นใยจากเปลือกลูกตาลโตนดที่ความหนา 2 นิ้ว รูปแบบที่จะทำเป็นผนังมี 2 รูปแบบคือ รูปแบบที่ 1 คือ การตัดเส้นใยจากเปลือกตาลโตนดเพื่อให้เส้นใยมีความยาวของเส้นที่สม่ำเสมอกันและเพื่อการยึดติดของตัวประสาน รูปแบบที่ 2 คือ การนำเส้นใยที่ได้ไม่ผ่านกระบวนการตัดใดๆ ใช้ความยาวของเส้นที่มี พบว่าแผ่นผนังเส้นใยจากเปลือกลูกตาลโตนดสามารถดูดซับเสียงได้อยู่ที่ 400 – 1,400 Hz รูปแบบที่ 1 ความสามารถในการดูดซับเสียงอยู่ที่ 400 – 1,200 Hz หรืออยู่ที่ 2.6 – 7.8 dB ,ส่วนรูปแบบที่ 2 ความสามารถในการดูดซับเสียงอยู่ที่ 400 – 1,400 Hz หรืออยู่ที่ 2.6 – 9 dB

จากผลการวิจัยดังกล่าวพบว่า การตัดเส้นใยทำให้ประสิทธิภาพในการดูดซับเสียงน้อยกว่าแบบที่ไม่ได้ตัดเส้นใยและ ขนาด ความหนาทำให้เกิดการจัดวางแผ่นผนังเส้นใยจากเปลือกลูกตาลโตนดหลายๆ รูปแบบที่ไม่ซ้ำกัน

คำสำคัญ : แผ่นผนังเส้นในธรรมชาติ, ผนังเส้นใยเปลือกลูกตาลโตนด, ผนังเส้นใยที่สามารถดูดซับเสียง

---

[1] คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา

A study of sound absorption ability of fibreboard from palmyra peel

Janejira Khunthong and Piyaporn Oramut

Abstract

The objective of the research is to develop fibreboard from palmyra palm peel for sound absorbance. The experiment will study the appropriate thicknesses and sizes for fibreboard (thickness: 2 inch, size 10 x 10 cm, 15 x 15 cm, and 20 x 20 cm) to get the performance to absorb sound, and study in the frequency range of the human ear can be perceived well is the range of 400-4000 Hz.

The result of the test shows that ability to absorb sound of fiber from palmyra palm peel at 2 inches thickness. There are 2 types of Wallboard: the first form; Cutting the fibers from the eyelids to give the fibers have a uniform length of the line and for the adhesion of the binder. The second form; is the fiber has not undergone any cutting process, using the length of the fiber. It was found that the fibreboard from palmyra palm peel can absorb sound at 400 - 1,400 Hz. the first form, absorption capacity is 400 - 1,200 Hz or 2.6 - 7.8 dB. the first form, the sound absorption capacity is 400 - 1,400 Hz or 2.6 - 9 dB.

The results showed that fiber cutting results in sound absorbing performance less than does not cutting the fiber, the size and thickness cause the several unique styles placement of the fibreboard from palmyra palm.

Keywords: natural fibreboard, fibreboard from palmyra palm peel, sound absorption ability of fibreboard

---

[1] Faculty of Architecture Rajamangala University of Technology Srivijaya Songkhla

สารบัญ

หน้า

กิตติกรรมประกาศ ..... (ก)
บทคัดย่อ ..... (ข)
สารบัญ ..... (ง)
สารบัญตาราง ..... (ฉ)
สารบัญภาพ ..... (ช)
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความสำคัญ และที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย 1
1.2 คำสำคัญ (keywords) ของโครงการวิจัย 1
1.3 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย 2
1.4 ขอบเขตของโครงการวิจัย 2
1.5 ทฤษฎี สมมุติฐาน 2
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2
1.7 แผนการถ่ายทอดเทคโนโลยีหรือผลการวิจัยสู่กลุ่มเป้าหมาย 3
1.8 วิธีการดำเนินการวิจัย 3
1.9 ระยะเวลาทำการวิจัย 3
1.10 ผลสำเร็จและความคุ้มค่าของการวิจัยที่คาดว่าจะได้รับ 4
บทที่ 2 ทฤษฎี เอกสารและ งานวิจัยเกี่ยวข้อง 5
2.1 ทฤษฎี เอกสารและ บทความด้านเสียง 5
2.2 สภาพทั่วไปและข้อมูลพื้นฐาน อ.สทิงพระ จ.สงขลา 19
2.3 การศึกษาเกี่ยวกับตาลโตนด 22
2.4 วัสดุประสาน 28
2.5 งานวิจัยเกี่ยวกับแผ่นผนังวัสดุธรรมชาติ 30
บทที่ 3 อุปกรณ์และ วิธีการ 32
3.1 อุปกรณ์ 32
3.2 วิธีการทดลอง 36
บทที่ 4 ผลการทดลองและ วิจารณ์ 45
4.1 ผลการทดลอง 45
4.2 วิจารณ์ผล 47
บทที่ 5 สรุปผลและ ข้อเสนอแนะ 49

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

5.1 สรุปผลการทดลอง..... 49
5.1 ข้อเสนอแนะ..... 50
บรรณานุกรม 52
ประวัติผู้วิจัย..... 53

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1	แสดงระยะเวลาการดำเนินการวิจัย	3
ตารางที่ 2	สรุปมลพิษทางเสียงของยานพาหนะประเภทรถยนต์นั่งส่วนบุคคลประจำปี พ.ศ. 2547	14
ตารางที่ 3	สรุปมลพิษทางเสียงของยานพาหนะประเภทรถจักรยานยนต์นั่งส่วนบุคคลประจำปี พ.ศ. 2547	14
ตารางที่ 4	แสดงการเปรียบเทียบระดับเสียงเฉลี่ยที่ยอมรับได้กับเวลาทำงานในแต่ละวัน	15
ตารางที่ 5	แสดงค่าระดับเสียงแหล่งกำเนิดเสียงประเภทต่างๆ	15
ตารางที่ 6	แสดงค่าระดับเสียงรบกวนในการใช้งานอาคารแต่ละประเภท	16
ตารางที่ 7	ส่วนประกอบของผลตาลสุกแยกตามขนาด	27
ตารางที่ 8	องค์ประกอบทางเคมีของเส้นใยลูกตาล	28
ตารางที่ 9	แสดงความหนาแน่นของเส้นใยลูกตาลและปริมาณเส้นใยลูกตาล	39
ตารางที่10	แสดงอัตราส่วนที่เหมาะสมในการขึ้นรูปแผ่นฉนวนกันความร้อน	40
ตารางที่11	แสดงปริมาณเส้นใยลูกตาลและน้ำยางธรรมชาติ	40
ตารางที่12	แสดงสี ความหนา น้ำหนักของชิ้นตัวอย่าง	43
ตารางที่13	แสดงความหนาและน้ำหนักของแผ่นผนังดูดซับเสียง	45

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 แสดงค่าความแตกต่างระดับเสียงของช่วงการได้ยิน..... 7

ภาพที่ 2 Reverberant Sound: sum of an Infinite Number of Plat และรูปแบบของเสียงในห้องปิด..... 8

ภาพที่ 3 แผ่นดูดซับเสียงที่โปร่งเบาเป็นรูพรุน (Porous absorbents)..... 9

ภาพที่ 4 แผ่นดูดซับเสียงที่เป็นเยื่อแผ่น (Membrane absorbents)..... 9

ภาพที่ 5 ตัวดูดซับเสียงกำทอน ก้อง กังวาน (a resonance absorbents)..... 10

ภาพที่ 6 แผ่นดูดซับเสียงที่เป็นรู (Perforated panel absorbents)..... 10

ภาพที่ 7 การเกิดเสียงสะท้อน (Echo) 11

ภาพที่ 8 ค่า Reverberation Time ของห้องต่าง ๆ..... 12

ภาพที่ 9 แสดงค่าระดับเสียงรบกวนในช่วงความถี่ต่างๆ..... 16

ภาพที่10 แสดงสมการที่ขยายมาจากสมการของ MASS LAW..... 19

ภาพที่11 แสดงแผนที่อำเภอสทิงพระ จังหวัดสงขลา..... 20

ภาพที่12 ต้นตาล..... 23

ภาพที่13 ใบตาล..... 23

ภาพที่14 ดอกหรืองวงตาล..... 24

ภาพที่15 ผลตาล..... 25

ภาพที่16 ตาลโตนดพันธุ์กา..... 25

ภาพที่17 ตาลโตนดพันธุ์ข้าว..... 26

ภาพที่18 ตาลโตนดพันธุ์ขมิ้น..... 26

ภาพที่19 แสดงแบบบล็อกเหล็กที่จะขึ้นรูปแผ่นฉนวน..... 32

ภาพที่20 แสดงแบบเครื่องกดอัดโดยไม่ใช้ความร้อน..... 33

ภาพที่21 ตาชั่ง Mettler Toledo..... 33

ภาพที่22 เตาอบ MemmertIso 9001..... 33

ภาพที่23 เครื่องทดสอบการดูดซับเสียง..... 34

ภาพที่24 ขั้นตอนการทำวิจัย..... 35

ภาพที่25 ขั้นตอนการยีเส้นใยลูกตาล (การเตรียมเส้นใยลูกตาล)..... 36

ภาพที่26 น้ำยางธรรมชาติ (น้ำยางพารา) 37

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่27 แสดงการต้มเส้นใยลูกตาล..... 38

ภาพที่28 แสดงการตัดเส้นใยลูกตาล..... 38

ภาพที่29 แสดงการชั่งน้ำหนักเส้นใยลูกตาลจากการคำนวณปริมาณตามความหนาแน่นที่กำหนด..... 39

ภาพที่30 การนำเส้นใยลูกตาลกับน้ำยางธรรมชาติที่ชั่งได้มาผสมกันขึ้นรูปในบล็อกเหล็กด้วยวิธีการฉีดพ่นประสาน..... 41

ภาพที่31 แสดงการนำบล็อกเหล็กไปใส่ในเครื่องกดอัด..... 41

ภาพที่32 แสดงการกดอัดด้วยเครื่องอัดที่ไม่ใช้ความร้อนกดทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง..... 41

ภาพที่33 แสดงชิ้นงานทดสอบ..... 42

ภาพที่34 แสดงการใช้เครื่องทดสอบ..... 44

ภาพที่35 แสดงการความสามารถในการดูดซับเสียง..... 46

ภาพที่36 แสดงการนำชิ้นงานมาทำเป็นผนัง..... 47

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญ และที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

นวัตกรรมคือการนำสิ่งใหม่ ๆ อาจเป็นแนวความคิด หรือ สิ่งประดิษฐ์ใหม่ๆ ที่ยังไม่เคยมีใช้มาก่อน หรือเป็นการพัฒนาดัดแปลงจากของเดิมที่มีอยู่แล้วให้ทันสมัย และได้ผลดีมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลสูงกว่าเดิม ทั้งยังช่วยประหยัดเวลาและแรงงานได้ด้วย

ในปัจจุบันมีงานวิจัยของหน่วยงานรัฐและสถานศึกษาในด้านการหาวัสดุทดแทนที่สามารถผลิตขึ้นได้ใหม่โดยใช้ทรัพยากรธรรมชาติให้เกิดประโยชน์ การหาวัสดุทดแทนที่นำมาใช้นั้นเพื่อจะประหยัดพลังงานที่ใช้ในการผลิตวัสดุในขั้นตอนการผลิตและ เป็นวัสดุที่ไม่ทำลายสภาพแวดล้อม การนำวัสดุที่มีอยู่ในธรรมชาติมาใช้ทดแทนน่าจะช่วยให้การใช้พลังงานในการผลิตวัสดุสังเคราะห์ลดลง การหาวัสดุที่จะนำมาทดแทนการใช้ไฟเบอร์กลาส ซึ่งมีการใช้พลังงานในการผลิตสูงเพื่อหลอมแก้วในกระบวนการผลิตและ ทำให้เกิดมลพิษทางอากาศมากขึ้นด้วย จึงมีความคิดที่จะใช้เส้นใยธรรมชาติมาใช้ในการผลิตฉนวนป้องกันเสียง (สถาปนิก สุริยันต์, 2550) เส้นใยเปลือกตาลโตนดเป็นเส้นใยธรรมชาติที่น่าจะสามารถนำมาทำเป็นแผ่นวัสดุที่ช่วยดูดซับเสียงได้ ซึ่งเส้นใยที่นำมาทำแผ่นวัสดุเพื่อใช้ทดลองก็ได้จากชาวบ้านที่มีอาชีพขึ้นตาลโตนด การนำเศษวัสดุที่เหลือจากการประกอบอาชีพกลับมาใช้ใหม่เพื่อเป็นการสร้างมูลค่าให้กับเศษวัสดุ

งานวิจัยนี้ จึงมีแนวคิดที่จะนำเส้นใยจากเปลือกลูกตาลโตนดที่เหลือจากการประกอบอาชีพ และน้ำยางธรรมชาติ ซึ่งเป็นวัสดุประสานที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม มาทำการขึ้นรูปเป็นแผ่นผนังดูดซับเสียงจากเส้นใยจากเปลือกตาลโตนด เพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร เป็นการเพิ่มวัสดุทางเลือกใหม่ให้กับการก่อสร้าง เป็นการสร้างรายได้ให้กับคนในชุมชนและ เพื่อนำแนวทางไปประยุกต์ใช้ต่อไป

จากการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องด้านการผลิตฉนวนดูดซับเสียงจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรที่ผ่านมา พบว่า มีความสำเร็จในการผลิตฉนวนดูดซับเสียงจากวัสดุเหลือทิ้งธรรมชาติ เช่น เส้นใยทางใบปาล์ม ใยมะพร้าว (ธนากร ถนอมพงศ์ ,2552; สถาปนิก สุริยันต์, 2550) เป็นต้น แต่ยังไม่พบงานวิจัยที่เกี่ยวกับการนำเส้นใยจากเปลือกตาลโตนดนำมาทำเป็นฉนวนดูดซับเสียงดังนั้น จึงนำมาผลิตเป็นแผ่นฉนวนดูดซับเสียงเพื่อลดเสียงภายในห้อง

1.2 คำสำคัญ (keywords) ของโครงการวิจัย

แผ่นผนังเส้นในธรรมชาติ ,ผนังเส้นใยเปลือกลูกตาลโตนด ,ผนังเส้นใยที่สามารถดูดซับเสียง คือ ชิ้นงาน ผลงานที่ได้จากเส้นใยเปลือกตาลโตนดที่นำมาเป็นฉนวนดูดซับเสียง หรือการตกแต่งอาคาร การคิดรูปแบบ และการพัฒนารูปแบบเพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับแผ่นผนังและ สร้างองค์ความรู้ใหม่เพื่อเป็นต้นแบบกับชุมชน

1.3 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1) เพื่อพัฒนารูปแบบแผ่นผนัง
2) เพื่อให้ได้แผ่นผนังเส้นใยเปลือกลูกตาลโตนดที่สามารถดูดซับเสียง

1.4 ขอบเขตของโครงการวิจัย

ขอบเขตด้านเนื้อหา : การวิจัยครั้งนี้มุ่งศึกษาและพัฒนาแผ่นผนังเส้นใยจากเปลือกลูกตาลโตนด เพื่อใช้การตกแต่งห้องเรียนและอาจจะช่วยการป้องกันเสียงจากภายในห้องออกสู่นอกห้อง ในการศึกษาจะเน้นการพัฒนารูปแบบของแผ่นผนังให้มีใช้งานได้จริง

ขอบเขตด้านพื้นที่ : อำเภอสทิงพระ จังหวัดสงขลา

1.5 ทฤษฎี สมมุติฐาน (ถ้ามี) และกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย

สามารถทำเป็นแผ่นผนังป้องกันเสียงได้

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) สามารถนำวัสดุที่เหลือใช้ในท้องถิ่นมาผลิตเป็นวัสดุนวัตกรรม
2) ได้แผ่นผนังเส้นใยจากเปลือกตาลโตนดที่สามารถดูดซับเสียง และใช้ในการตกแต่งอาคารได้
3) สามารถถ่ายทอดองค์ความรู้ในการผลิตแผ่นผนังเส้นใยจากเปลือกตาลโตนดสู่ชุมชนต่อไป
4) ได้แผ่นวัสดุใหม่ที่ได้จากภาคเกษตรกรรม

1.7 แผนการถ่ายทอดเทคโนโลยีหรือผลการวิจัยสู่กลุ่มเป้าหมาย

นำเสนอผลงานวิจัยให้กับหน่วยงานท้องถิ่นที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นหลักฐานอ้างอิงและเป็นเอกสารประกอบการเรียนการสอน

1.8 วิธีการดำเนินการวิจัย และสถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล

1) ขั้นสำรวจและศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง โดยการสำรวจรวบรวมจากแหล่งเอกสารต่าง ๆ เพื่อนำมาเป็นความรู้พื้นฐานและเป็นแนวทางในการศึกษารวมถึง

2) รวบรวมเส้นใยจากเปลือกตาลโตลด

3) ขั้นทดลอง

4) สรุปผลการศึกษา จากการวิเคราะห์ และทดลองมานำเสนอออกมาในรูปของวัสดุต้นแบบ

1.9 ระยะเวลาทำการวิจัย และแผนการดำเนินงานตลอดโครงการวิจัย (ให้ระบุขั้นตอนอย่างละเอียด)

วันที่ 1 ตุลาคม 2558 – 30 กันยายน 2559

กิจกรรม	ปี 2558			ปี 2559								
	ต.ค	พ.ย	ธ.ค	ม.ค	ก.พ	มี.ค	เม.ย	พ.ค	มิ.ย	ก.ค	ส.ค	ก.ย
1. ขั้นสำรวจและศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง	←	→										
2. รวบรวมเส้นใยจากเปลือกตาลโตลด			←	—	—	→						
3. ขั้นทดลอง					←	—	—	—	—	—	→	
4. ขั้นนำเสนอผลการศึกษา												↔

ตารางที่ 1 แสดงระยะเวลาการดำเนินการวิจัย

ที่มา: จากการประเมินการของผู้วิจัย

1.10 ผลสำเร็จและความคุ้มค่าของการวิจัยที่คาดว่าจะได้รับ

1. การนำวัสดุเหลือทิ้งจากการทำเกษตรกรรมมาสร้างมูลค่าเพิ่ม
2. ได้นวัตกรรมใหม่จากเศษการทำเกษตรกรรม

บทที่ 2

ทฤษฎี เอกสาร และงานวิจัยเกี่ยวข้อง

โครงการวิจัยเรื่อง “ศึกษาแผ่นผนังเส้นใยจากเปลือกตาลโตนดที่สามารถดูดซับเสียงได้” ได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัย ดังต่อไปนี้

2.1 ทฤษฎี เอกสารและ บทความด้านเสียง

2.2 สภาพทั่วไปและข้อมูลพื้นฐาน อ.สทิงพระ จ.สงขลา

2.3 การศึกษาเกี่ยวกับตาลโตนด

2.4 วัสดุประสาน

2.5 งานวิจัยเกี่ยวกับแผ่นผนังวัสดุธรรมชาติ

2.1 ทฤษฎี เอกสารและ บทความด้านเสียง

2.1.1 เสียง

1) ความหมายของเสียง

มนุษย์สามารถได้ยินเสียงต่างๆที่อยู่รอบตัวโดยอาศัยหูเป็นอวัยวะในการรับฟังเสียงซึ่งเกิดจากการสั่นของแหล่งกำเนิดเสียง และพลังงานจากการสั่นนั้นเคลื่อนที่ผ่านอากาศมาถึงหู หูจะทำหน้าที่เปรียบเสมือนตัวเก็บรวบรวมข้อมูลของเสียงที่เข้ามา แล้วส่งต่อไปยังสมอง เพื่อพิจารณาเสียงที่ได้ยินว่าเป็นเสียงอะไรมีความดังมากหรือน้อยอย่างไร

2) คุณลักษณะของเสียง

คุณลักษณะเฉพาะของเสียง ได้แก่ ความถี่ ความยาวช่วงคลื่น แอมปลิจูด และความเร็ว โดยเสียงแต่ละเสียงมีความแตกต่างกัน เสียงสูง-เสียงต่ำ, เสียงดัง-เสียงเบา, หรือคุณภาพของเสียงลักษณะต่างๆ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับแหล่งกำเนิดเสียง และจำนวนรอบต่อวินาทีของการสั่นสะเทือน

(1) ความถี่ ระดับเสียง (Pitch) หมายถึง เสียงสูงเสียงต่ำ สิ่งที่ทำให้เสียงแต่ละเสียงสูงต่ำแตกต่างกันนั้น ขึ้นอยู่กับความเร็วในการสั่นสะเทือนของวัตถุ วัตถุที่สั่นเร็วเสียงจะสูงกว่าวัตถุที่สั่นช้า โดยจะมีหน่วยวัดความถี่ของการสั่นสะเทือนต่อวินาที เช่น 60 รอบต่อวินาที, 2000 รอบต่อวินาที เป็นต้น และนอกจากวัตถุที่มีความถี่ในการสั่นสะเทือนมากกว่าจะมีเสียงที่สูงกว่าแล้วหากความถี่มากขึ้นเท่าตัว ก็จะมีระดับเสียงสูงขึ้นเท่ากับ 1 ออกเตฟ (Octave) ภาษาไทยเรียกว่า 1 ช่วงคู่แปด

(2) ความยาวช่วงคลื่น (Wavelength) หมายถึง ระยะทางระหว่างยอดคลื่นสองยอดที่ติดกันซึ่งเกิดขึ้นระหว่างการอัดตัวของคลื่นเสียง ยิ่งความยาวช่วงคลื่นมีมาก ความถี่ของเสียง (ระดับเสียง) ยิ่งต่ำลง

(3) แอมปลิจูด (Amplitude) หมายถึง ความสูงระหว่างยอดคลื่นและ ท้องคลื่นของคลื่นเสียง ที่แสดงถึงความเข้มของเสียง (Intensity) หรือความดังของเสียง (Loudness) ยิ่งแอมปลิจูดมีค่ามาก ความเข้มหรือความดังของเสียงก็ยิ่งเพิ่มขึ้น

ขนาดของสียงจากกิจกรรมต่างๆ

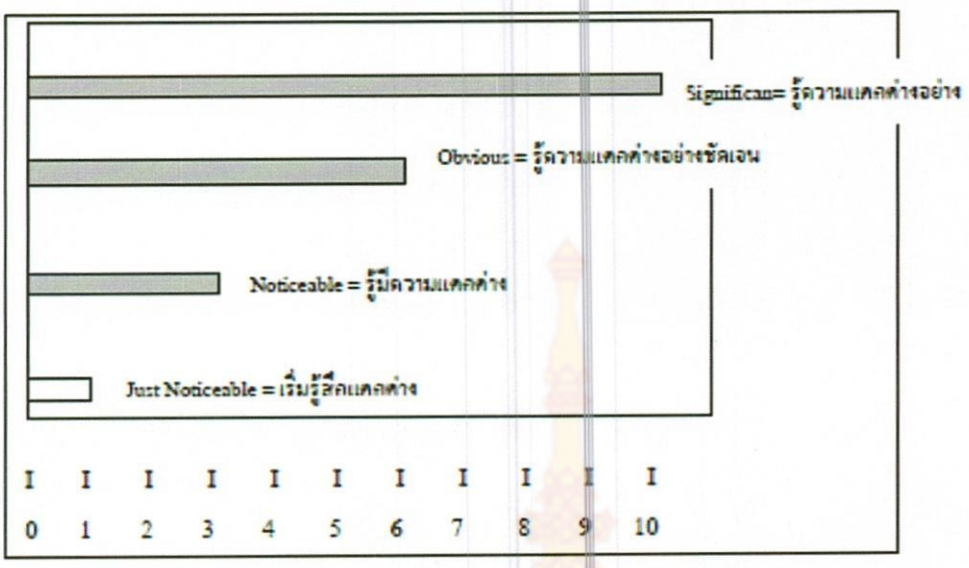
10 เดซิเบล	เสียงกระซิบแผ่วๆ	60 เดซิเบล	เสียงในสำนักงานที่วุ่นวาย
20 เดซิเบล	เสียงสนทนาเบาๆ	70-90 เดซิเบล	เสียงการจราจรตามปกติ
30 เดซิเบล	เสียงสนทนาตามปกติ		เสียงรถไฟ
40 เดซิเบล	เสียงการจราจรเบาๆ	100 เดซิเบล	เสียงขุดเจาะถนน
50 เดซิเบล	เสียงพิมพ์ดีด เสียงสนทนาดังๆ	140 เดซิเบล	เสียงเครื่องบินขึ้น

3) การได้ยินเสียงของมนุษย์

หู (Ears) คือ อวัยวะรับเสียงของมนุษย์ ซึ่งเป็นระบบเปิดที่สามารถรับรู้โดยการได้ยินเสียงจากการเปลี่ยนแปลงความดันบรรยากาศ มีช่วงความถี่ที่ได้ยินประมาณ 20 - 20,000 Hz และระดับความดันเสียง (Sound Pressure Level. SPL in dB) ประมาณ 0 - 130 dB สภาพของหู ประกอบด้วย 3 ส่วน ได้แก่ หูชั้นนอก, หูชั้นกลางและ หูชั้นใน

4) การได้ยินเสียง

คือ การเปลี่ยนแปลงความดันที่หูของมนุษย์ที่สามารถรับรู้ได้ ส่วนจำนวนของการเปลี่ยนแปลงความดัน ขึ้น ๆ ลง ๆ ต่อวินาที ถูกเรียกว่า ความถี่เสียง ซึ่งวัดในหน่วย เฮิรตซ์ (Hertz, Hz) โดยปกติผู้ที่อยู่ในวัยหนุ่มสาวที่สุขภาพการได้ยินจะสามารถได้ยินเสียงที่ช่วงความถี่ประมาณ 20 Hz ถึง 20,000 Hz (20kHz)ในระดับเสียง (Sound Pressure Level) ช่วงการได้ยินอยู่ในช่วงระหว่างระดับการได้ยิน 0 dB ถึงระดับของสภาวะการเจ็บปวดที่ 130 dB หรือมากกว่า แม้ว่าการเพิ่มขึ้นของความดันเสียง 2 เท่า เท่ากับการเพิ่มขึ้น 6 dB แต่ผู้ฟังจะรู้สึกได้ถึงเสียงที่ดังขึ้นอย่างชัดเจนก็เมื่อระดับเสียงเพิ่มขึ้น 8 – 10 dB ส่วนความต่างของเสียงที่ 1 dB เป็นค่าที่น้อยที่สุดที่เราสามารถสังเกตความดังที่เพิ่มขึ้นได้



ภาพที่ 1 แสดงค่าความแตกต่างระดับเสียงของช่วงการได้ยิน

5) สัมประสิทธิ์ (ส.ป.ส.) การดูดกลืนเสียง

$$A = (a \times s) + (a \times s) + (a \times s).....$$

เมื่อ a = ส.ป.ส การดูดกลืนเสียงของผนัง (absorption coefficient)

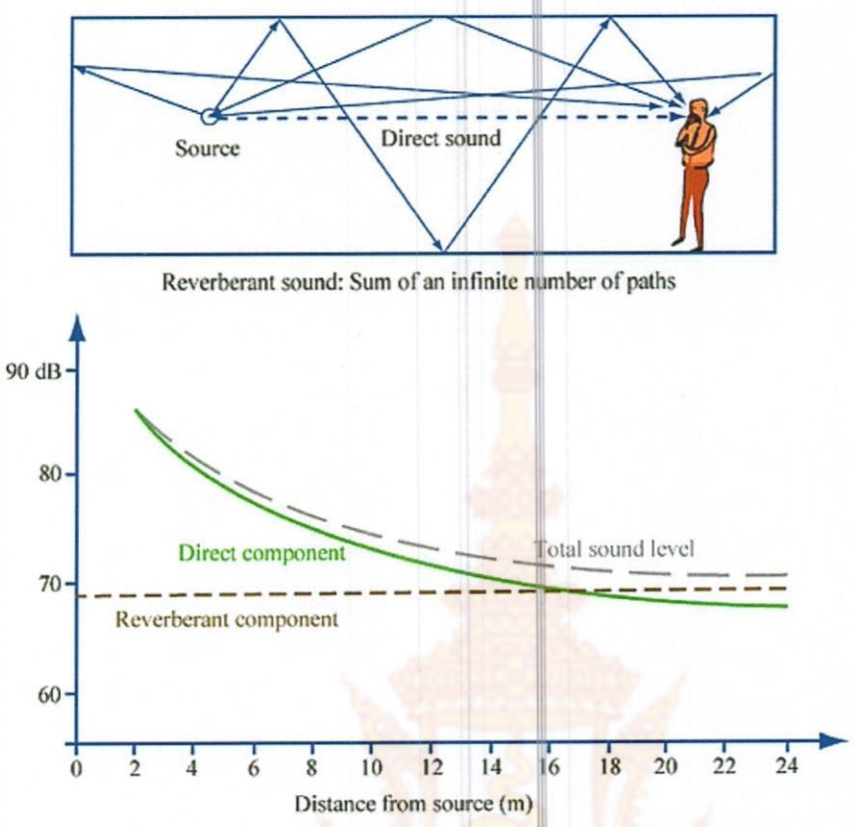
S = พื้นที่ผิวที่ดูดกลืนเสียง

A = พื้นที่ผิวทั้งหมดที่ดูดกลืนเสียง

ส.ป.ส. การดูดกลืนเสียงของผนังนั้น จะเท่ากับ 0 ถ้าผนังนั้นดูดกลืนเสียงไปทั้งหมด (ช่องเปิด)ค่า ส.ป.ส. การดูดกลืนเสียงของผนังนั้นจะเท่ากับ 1 ถ้าผนังนั้นดูดกลืนเสียงไปใน 3 ส่วน ส.ป.ส. การดูดกลืนเสียงของผนังจะเท่ากับ 0.75 ส.ป.ส การดูดกลืนเสียงของผนังจะแปรผันตามความถี่ของเสียง

6) เสียงตรงและเสียงสะท้อน

ในห้องปิดถึงแม้ว่าจะมีต้นกำเนิดเสียงเพียงอันเดียวก็ทำให้เกิดรูปแบบของเสียงที่ยุ่งเหยิงที่เกิดจากการสะท้อนของเสียงไปมา (Inter Reflected Sound) ในห้องปิดนั้น ซึ่งปรากฏการณ์เช่นนี้เราเรียกว่าเสียงก้องหรือเสียงสะท้อน (Reverberant Sound) ดังนั้นที่จุดใด ๆ ก็ตามภายในห้องจะได้รับเสียง 2 เสียง คือ เสียงตรง (Direct Sound) และเสียงสะท้อน (Reverberant Sound)



ภาพที่ 2 Reverberant Sound: sum of an Infinite Number of Plat และรูปแบบของเสียงในห้องปิด

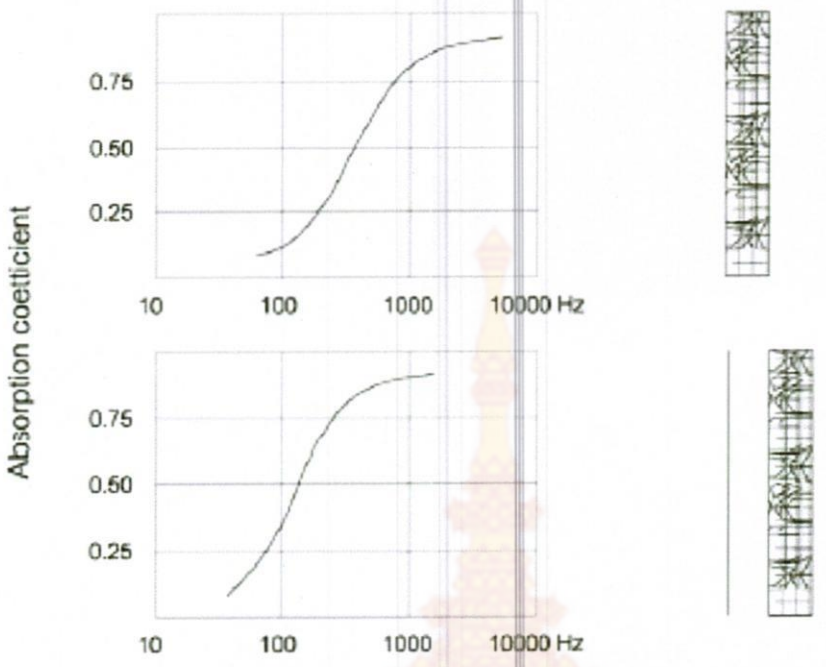
จากภาพที่ 2 แสดงรูปแบบของเสียงในห้องปิด เสียงตรง และลดลงตามระยะทางจากต้นกำเนิดเสียง ส่วนเสียงสะท้อนจะใช้เป็นค่าที่ตลอดห้อง

เสียงสะท้อนจะมากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับความสามารถในการดูดกลืนเสียงของผนังภายในห้อง ผนังห้องที่สามารถดูดกลืนเสียงได้มาก การเกิดเสียงสะท้อนก็จะน้อยลง ถ้าผิวภายในห้องทั้งหมดเป็นตัวดูดกลืนเสียง

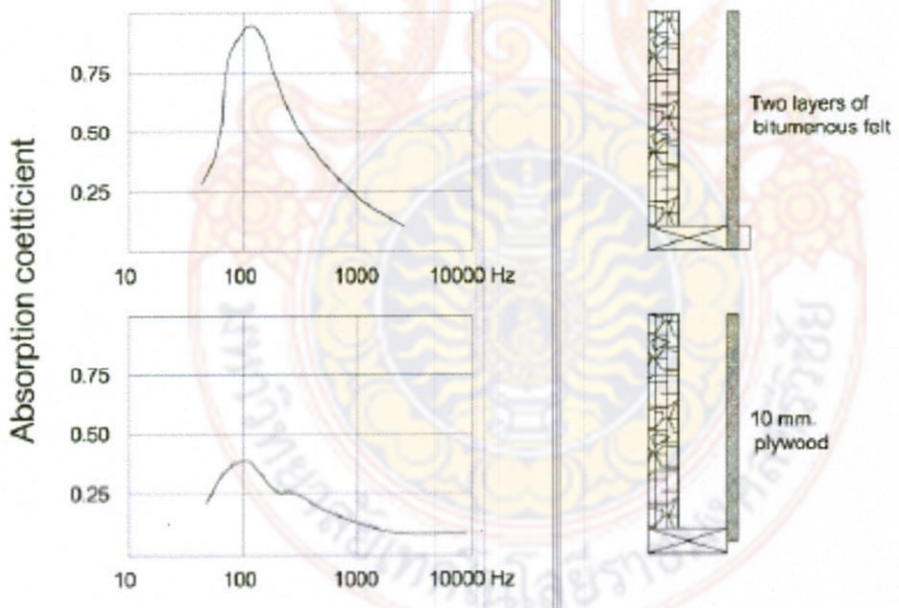
7) การลดเสียงภายในอาคาร

เสียงภายในอาคารประกอบด้วย เสียงตรงและเสียงสะท้อน ดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น เสียงตรง สามารถลดได้ด้วยการใช้แผงกั้นระหว่างต้นกำเนิดเสียงกับผู้ฟัง การใช้แผงกั้นเสียงถ้าวางแผงกั้นเสียงให้ใกล้กับต้นกำเนิดเสียงมากเท่าใดจะให้ผลในการกั้นเสียงมากเท่านั้น

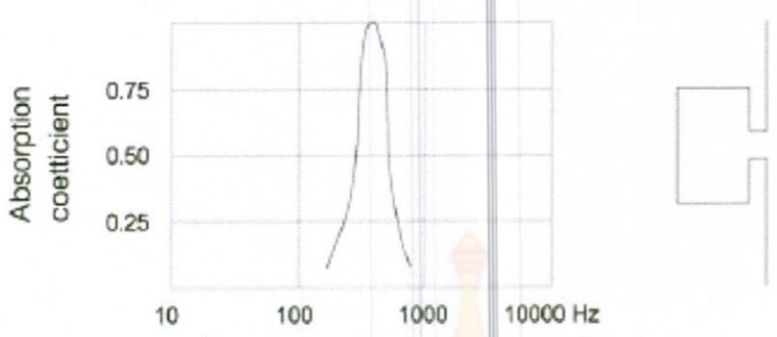
คุณภาพการดูดซับเสียงของวัสดุแต่ละชนิดนั้น แปรผันตามความถี่ของเสียง เราสามารถแบ่งประเภทของการดูดซับเสียงเป็น 4 ประเภท ดังแสดงในภาพที่ 3-4



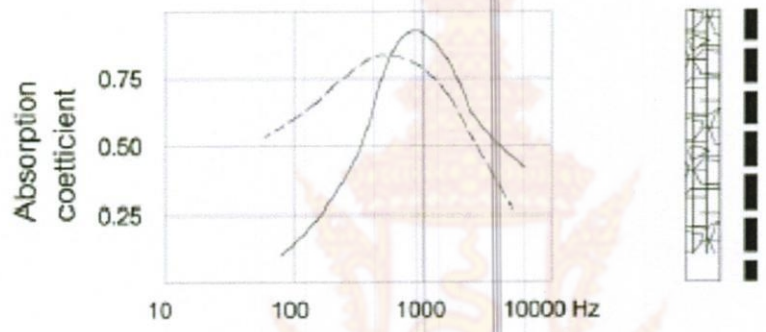
ภาพที่ 3 แผ่นดูดซับเสียงที่โปร่งเบาเป็นรูพรุน (Porous absorbents)



ภาพที่ 4 แผ่นดูดซับเสียงที่เป็นเยื่อแผ่น (Membrane absorbents)



ภาพที่ 5 ตัวดูดซับเสียงกำทอน ก้อง กังวาน (a resonance absorbents)



ภาพที่ 6 แผ่นดูดซับเสียงที่เป็นรู (Perforated panel absorbents)

แผ่นดูดซึมที่โปร่งเบาเป็นรูเหมือนฟองน้ำ (Porous) เหมาะสำหรับเสียงที่มีความถี่สูง

แผ่นดูดซึมที่เป็นเยื่อผ่าน (Membrane) เหมาะสำหรับเสียงที่มีความถี่ต่ำ

ตัวดูดกลืนเสียงกำทอน (a Resonance) สามารถปรับขนาดให้เหมาะสมกับช่วงความถี่ของเสียง สามารถดูดซึมความถี่เสียงคลื่นแคบ

e = Speed of Sound (Approx 344 m/sec at 20°c)

s = Cross Sectional area of neck opening

ℓ = Length of neck (m)

V = Volume of cavity (m3)

fres = $\frac{c}{2} \times \frac{s}{\sqrt{\ell v}}$

fres = Frequency of maximum absorption

แผ่นดูดซับเสียงที่ปรุเป็นรู เป็นส่วนประกอบของตัวดูดกลืนเสียงกำทอนใน ภาพที่ 6 และดูดซับเสียงเหมาะสำหรับเสียงความถี่ปานกลางสามารถปรับขนาดของรูปร่างและระยะระหว่างแผ่นทั้ง 2 นั้น เพื่อให้เหมาะสมกับความถี่ของเสียงได้เช่นกัน ชนิดของแผ่นดูดซึมจะต้องเลือกให้เหมาะสมกับความถี่ของเสียง

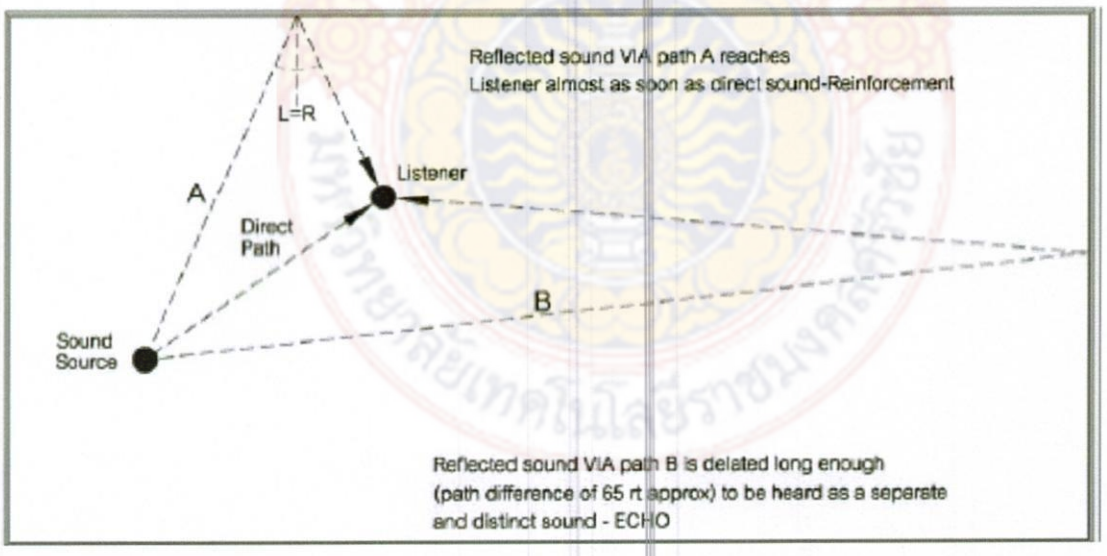
8) ตำแหน่งของแหล่งกำเนิดเสียง

ตำแหน่งของต้นกำเนิดเสียง (Position of Source of Sound) ควรจะอยู่ด้านหน้าของแผ่นแข็ง(Hard Reflecting Surface) สะท้อนเสียง และถ้าความสูงของห้องสูงเกินไป ควรจะมีแผ่นสะท้อนเสียงเหนือต้นกำเนิดเสียง ถ้ามีต้นกำเนิดเสียงหลาย ๆ จุด แต่ละจุดจะต้องอยู่ใกล้กันในระยะที่เพียงพอ

คนเราได้ยินเสียงและรับไว้ภายใน 1/10 วินาที ดังนั้นถ้าได้ยินเสียงภายใน 1/10 วินาที ก็แยกแยะเป็น 2 เสียง ไม่ได้ถ้าเสียงตกกระทบและกลับมาภายในเวลา 1/10 วินาที จะไม่เป็นเสียง Echo ถ้ามากกว่า1/10 วินาที จะเป็นเสียง Echo แยกเป็น 2 เสียง

9) การเกิดเสียง Echo

โดยปกติคนเราได้ยินเสียงและรับไว้ได้ภายใน 1/10 วินาที ถ้าเสียงตกกระทบและกลับมาภายใน1/10 วินาที ก็จะไม่เป็นเสียง Echo แต่ถ้าเสียงตกกระทบและกลับมาถึงผู้ฟังภายในมากกว่า 1/10 วินาที ก็จะได้ยินเสียงแยกเป็น 2 เสียงซ้ำกันเรียกว่า Echo



ภาพที่ 7 การเกิดเสียงสะท้อน (Echo)

เสียง Echo ใช้ระยะทางในการเดินทางจากต้นกำเนิดเสียงไปกระทบผนังและสะท้อนกลับมาหาผู้ฟัง =2x ใช้เวลาเดินทางมากกว่า 1/10 วินาที

จากสูตร $t = 2x / V$

V = ความเร็วของเสียงในอากาศ = 340 เมตร/วินาที

$T/10 = 2x / 340$

$x = 340 / 20$

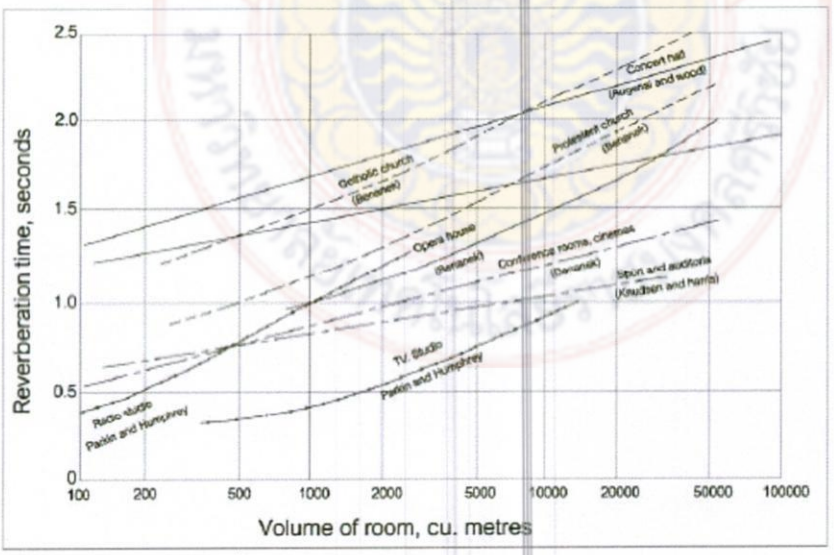
$x = 17$ เมตร

ดังนั้นถ้าเสียงตกกระทบมีระยะทางมากกว่า 17 เมตร ก็จะเป็นเสียง Echo ถ้าใช้ความเร็วของเสียงในอากาศเท่ากับ 340 เมตร/วินาที บางตำราอาจใช้ความเร็วของเสียงในอากาศ 344 เมตร/วินาที ระยะทางอาจจะมากกว่า 17 เมตรเล็กน้อย

10) ช่วงเวลาเสียงสะท้อน

ช่วงเวลาเสียงสะท้อน (Reverberation Time) เสียงสะท้อนเกิดจากการสะท้อนของเสียงตรงจากผนัง และเพดาน ในกรณีที่ช่วงเวลาต่างกันมากระหว่างเสียงตรง และเสียงสะท้อนมากกว่า 17 เมตร เสียงสะท้อนจะได้ยินเสียงเป็นเสียง Echo ซึ่งเสียง Echo เป็นเสียงที่จะต้องหลีกเลี่ยงมากที่สุด

ช่วงเวลาของเสียงสะท้อนที่เหมาะสมสำหรับประเภทของห้องชนิดต่าง ๆ ซึ่งแสดงช่วงเวลาของเสียงสะท้อนนี้จะขึ้นอยู่กับขนาดห้อง และการปรับแผ่นดูดซึมภายในห้อง ช่วงเวลาของเสียงสะท้อนที่ดีที่สุดสำหรับห้องใด ๆ ก็ตามขึ้นอยู่กับปริมาตรของห้อง และลักษณะการใช้สอยช่วงเวลาของเสียงสะท้อนจะเพิ่มขึ้นตามปริมาตรของห้อง เช่น 0.5 ถึง 1.0 วินาที พิจารณาการดูดกลืนเสียงในห้องประชุม



ภาพที่ 8 ค่า Reverberation Time ของห้องต่าง ๆ

วิธีการคำนวณหา Reverberation Time

T = V / 6A

V = ปริมาตรของห้อง (m3)

A = ผลรวมของพื้นที่ดูดกลืนเสียง (m3)

T = 0.05 V/A (ft)

ผลรวมของพื้นที่ดูดซึมเสียงทั้งหมด

A = s x a

s = พื้นที่ดูดซึมเสียง

a = สัมประสิทธิ์การดูดกลืนเสียง

2.1.2 มลพิษทางเสียง

มลพิษทางเสียง คือ เสียงที่มีผลกระทบต่อมนุษย์ เช่นเสียงที่ดังเกินไปจนทำให้เกิดอันตรายต่อระบบการได้ยินของมนุษย์ หรือเสียงที่ไม่ต้องการได้ยิน รู้สึกหงุดหงิด รำคาญ ทำลายสมาธิในการทำงาน ไม่ว่าเสียงนั้นจะดังหรือไม่ก็ตาม โดยมีต้นเหตุจากกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์ ส่วนเสียงจากธรรมชาติไม่ถือว่าเป็นมลพิษทางเสียง (กรมควบคุมมลพิษ, 2548)

ระดับความดังของเสียง Decibel เป็นการเปรียบเทียบค่าของค่าทั้ง 2 ค่าเพื่อใช้เรียกระดับของสิ่งๆหนึ่งเมื่อเทียบกับอีกสิ่ง โดยใช้ลองกาลิที่มในการเทียบค่า

เสียงและการได้ยิน การได้ยินเสียงของมนุษย์สามารถรับคลื่นเสียงได้ที่ 20Hz – 20,000Hz และการรับในช่วงที่มีความถี่ต่ำและ ในช่วงที่มีความถี่สูงหูของมนุษย์จะไม่สามารถรับรู้ได้ดี ช่วงความถี่ที่สามารถรับรู้ได้ดีอยู่ที่ 500Hz – 4,000Hz

แหล่งเสียงรบกวน จากการเก็บข้อมูลของกรมควบคุมมลพิษ สาเหตุหลักของการเกิดมลพิษทางเสียง คือ ยานพาหนะ โดยสถิติในปี พ.ศ. 2548 มรการเก็บข้อมูลเสียงในถนนหลัก 8 สายมีค่าระดับเสียงอยู่ที่ 60.8 – 90.3 เดซิเบลเอและ มีจำนวนครั้งในการวัดที่เกินค่ามาตรฐานที่ 70 เดซิเบลเอ คิดเป็นร้อยละ 70 (กรมควบคุมมลพิษ, 2548)

ประเภทรถ	จำนวน (คัน)	ระดับเสียง (เดซิเบล เอ)	
		ค่าเฉลี่ย	ร้อยละของรถที่เกินมาตรฐาน
1. รถยนต์เบนซินส่วนบุคคล			
1.1 ติดตั้ง Catalytic Converter	155	82	0
1.2 ไม่ติดตั้ง Catalytic Converter	54	86	0
2. รถยนต์เบนซินรับจ้าง			
2.1 ติดตั้ง Catalytic Converter	211	82	0
2.2 ไม่ติดตั้ง Catalytic Converter	144	85	0

ตารางที่ 2 สรุปมลพิษทางเสียงของยานพาหนะประเภทรถยนต์นั่งส่วนบุคคลประจำปี พ.ศ. 2547
ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ, 2548

ประเภทรถ	จำนวน (คัน)	ระดับเสียง (เดซิเบล เอ)	
		ค่าเฉลี่ย	ร้อยละของรถที่เกินมาตรฐาน
1. รถจักรยานยนต์ 2 จังหวะ	21	97.4	12.29
2. รถจักรยานยนต์ 4 จังหวะ	46	0	0

ตารางที่ 3 สรุปมลพิษทางเสียงของยานพาหนะประเภทรถจักรยานยนต์นั่งส่วนบุคคลประจำปี พ.ศ. 2547
ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ, 2548

การทำงานอยู่ในระดับเสียงที่ดังมาก สามารถที่จะทำให้ผู้ทำงานเกิดอันตราย หูหนวกหรือประสาทในการได้ยินเสียง จึงมีข้อกำหนดในการทำงานในที่ๆ มีเสียงดังไว้ดังนี้

เวลาการทำงานที่ได้รับเสียงใน 1 วัน (ชม.)	ระดับเสียงตลอดเวลาการทำงานไม่เกิน (เดซิเบลเอ)
12	87
8	90
6	92
4	95
3	97
2	100
1 ½	102
1	105

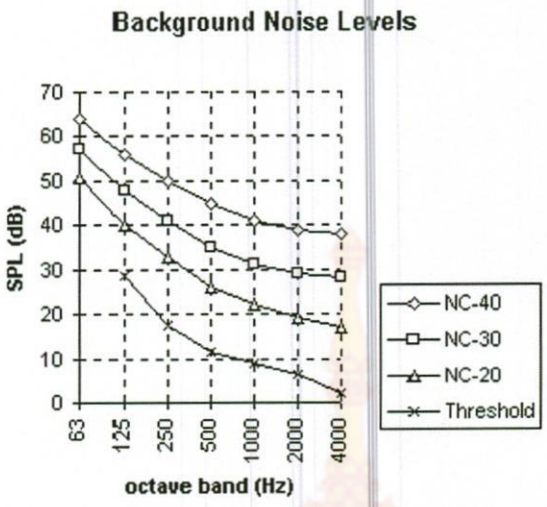
เวลาการทำงานที่ได้รับเสียงใน 1 วัน (ชม.)	ระดับเสียงตลอดเวลาการทำงานไม่เกิน (เดซิเบลเอ)
½	110
¼ หรือน้อยกว่า	115

ตารางที่ 4 แสดงการเปรียบเทียบระดับเสียงเฉลี่ยที่ยอมรับได้กับเวลาทำงานในแต่ละวัน
ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ, 2548

การแยกระดับเสียงรบกวนที่เกิดขึ้นโดยแยกตามรูปแบบการใช้งาน เพราะการใช้งานที่แตกต่างกันนั้นต้องการควบคุมระดับเสียงที่แตกต่างกันด้วย โดยใช้ตามค่าระดับของ Noise Criteria เพราะการรับรู้เสียงของมนุษย์จะไวต่อความถี่ต่ำมากกว่าที่ความถี่สูง

Decibel Levels of Common Noise Sources	
Sound Pressure Level (dBA)	Noise Sources
140	Jet Engine (at 25 meters)
130	Jet Aircraft (at 100 meters)
120	Rock and Roll Concept
110	Pneumatic Chipper
100	Jointer / Planer
90	Chainsaw
80	Heavy Truck Traffic
70	Business Office
60	Conversational Speech
50	Library
40	Bedroom
30	Secluded Woods
20	Whisper

ตารางที่ 5 แสดงค่าระดับเสียงแหล่งกำเนิดเสียงประเภทต่างๆ
ที่มา: Minnesota Pollution Agency, 2005



ภาพที่ 9 แสดงค่าระดับเสียงรบกวนในช่วงความถี่ต่างๆ

ที่มา: ASHRAE Handbook, 1999

Type of space	Acoustical consideratins	NC Value
Concert and recital halls	Listening to both and faint sounds	10-20
Broadcast and recording studios	Distant microphone pick-up	15-20
Broadcast television and recording studios	Close microphone pick-up	20-25
Large auditoriums theaters churches	Listening to speech and music	20-25
Small auditoriums theaters churches	Listening to speech and music	25-30
Meeting conference and classrooms	Clear speech communication with a group	25-30
Bedrooms Apartments hotels motels	Clear conversation with speech privacy	25-35
Living rooms and family rooms	Clear conversation among a small group	35-45
Private offices	Clear conversation with speech privacy	30-35
Large offices reception areas retail shops	Clear speech communication	35-50
Lobbies engineering rooms secretarial areas	Clear speech communication	40-45
Kitchens laundries laboratories	Clear speech communication	40-45
Light maintenance shops equipment rooms	Clear speech communication	45-60

ตารางที่ 6 แสดงค่าระดับเสียงรบกวนในการใช้งานอาคารแต่ละประเภท

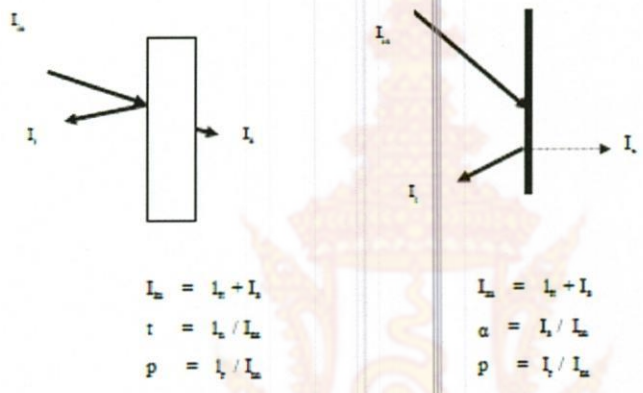
ที่มา: ASHRAE Handbook, 1999

Noise Criteria ใช้เพื่อหาค่าความถี่ที่รบกวนและลดความดังในช่วงความถี่ที่รบกวนการใช้งานอาคารของผู้ใช้ จากข้อมูลข้างต้นระดับความดังจากการจราจรอยู่ที่ระดับ 70 dB- 80 dB ระดับเสียงใน

ห้องนอนที่ควรจะอยู่ที่ 30-40 dB ดังนั้นผนังของห้องจึงควรจะกันเสียงได้ในระดับ 30-40 dBเพื่อให้ระดับความดังของเสียรบกวนจะได้ไม่เกินจากค่าของ NC Curve

Sound Transmission Loss (TL)

การส่งผ่านของเสียงในผนังมี 3 ลักษณะ 1) การสะท้อนเสียง Ir (Sound Reflection) 2) การดูดซึมเสียง Ia (Sound Adsorption) และการส่งผ่านเสียง Itr (Sound Transmission) โดยการคำนวณค่าการส่งผ่านของเสียงหาได้จากกำลังที่ลดลงเมื่อผ่านผนังโดยมีค่าเป็น W/m2



$I_m = I_r + I_t$
$t = I_t / I_m$
$p = I_r / I_m$

$I_m = I_r + I_t$
$\alpha = I_t / I_m$
$p = I_r / I_m$

I_m = Incident sound intensity W/m2

I_a = Absorbed sound intensity W/m2

I_u = Transmitted sound intensity W/m2

I_r = Reflected sound intensity W/m2

t = Transmission coefficient

α = Absorption coefficient

p = Reflection coefficient

การเคลื่อนที่ของเสียงผ่านตัวกลางต่าง ๆ นั้น เสียงเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางในรูปแบบการสั่นด้วยความถี่ต่าง ๆ ทำให้เกิดเสียงที่ต่างกันในแต่ละความถี่ และความเร็วของเสียงจะมีเร็วกว่าเมื่อเคลื่อนที่ในตัวกลางที่เป็นของแข็ง เนื่องจากค่า Young's Modulus of Elasticity วัตถุที่มีค่าโมดูลัสยืดหยุ่นมากเสียงจะยิ่งเดินทางได้ดีขึ้น ในอากาศเสียงเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 340 เมตรต่อวินาที ดังนั้นการป้องกันเสียงในผนังที่เป็นวัสดุแข็งการเว้นช่องอากาศสามารถที่จะช่วยป้องกันการส่งผ่านของเสียงได้(Sound Transmission) เพราะอากาศเป็นตัวกลางที่นำเสียงได้น้อยกว่าของแข็ง (Beranek, L. L. and Ver,I. L. Noise and Vibration Control Engineering, 1992)

ค่าของเสียงที่ผนังสามารถกันเสียงได้จากค่าสัมประสิทธิ์การส่งผ่านของเสียง (Transmission Coefficient) ซึ่งเป็นการเทียบในค่า ลอกลิทึ่มดังนี้

$$R = 10 \cdot \log(1/\tau)$$

R = Sound Reduction Index, dB
τ = Transmission Coefficient

ค่าการกันเสียงของวัสดุผนังโดยมีความสัมพันธ์กับมวลของวัสดุผนัง โดยทฤษฎีว่าวัสดุผนังที่มีมวลมากจะมีค่าการกันเสียงที่มากกว่าวัสดุที่มีมวลน้อยกว่า โดยคำนวณได้จาก Mass Law ดังนี้

$$R = 20\log(mf) - 47$$

m = mass/area, kg/m^2
f = frequency, Hz

โดยค่าการกันเสียงจะเพิ่มขึ้น 6 dB เมื่อมีการเพิ่มมวลหรือความหนาของวัสดุขึ้นหนึ่งเท่าตามทฤษฎี Mass Law

ในการศึกษางานวิจัยนี้เป็นผนังในรูปแบบผนังที่เป็นแผ่นวัสดุ 2 ชั้นโดยมีฉนวนกันเสียงอยู่ระหว่างแผ่นผนังทั้ง 2 โดยการคำนวณค่าการกันเสียงในผนัง 2 ชั้นได้มีการพัฒนาทฤษฎี Mass Law โดย B.H. Sharp โดยนำเอาค่าความถี่จำเพาะ (Characteristic Frequencies) มาใช้ในการหาค่าการกันเสียง (TL) โดยออกมาเป็นสมการของ B.H. Sharp ดังนี้

$$TL_1(f) = 20\log(f) + 20\log(m_1 + m_2) + 20\log(\pi/1.9\rho c) - 6 \quad \text{in dB, } f \leq f_0$$

$$TL_2(f) = 60\log(f) + 20\log(m_1 m_2) + 20\log(d) + \log[(\pi/1.9\rho c)^2(4\pi/c)] - 6 \quad \text{in dB}$$

$$TL_3(f) = 20\log(f) + 20\log(m) + 10\log(b) + 10\log(f_c) + 20\log[1 - (f/f_c)^2] + 10\log[(\pi/1.9\rho c)^2(\pi/2c)] + 5 \quad \text{in dB}$$

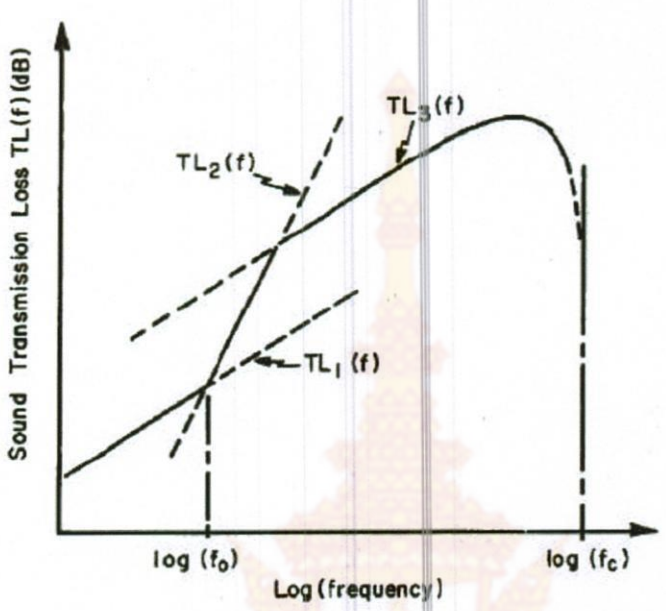
where m_1, m_2 are mass per unit area of panels on side 1 and side 2,

m is mass per unit area of the panel with the

b is stud spacing,

f_c is the higher critical frequency of the two panels.

จากทฤษฎีของ B.H. Sharp จะได้การทำนายผลของการกันเสียงโดยมีค่าการกันเสียงใน 3 ความสัมพันธ์ ในแต่ละช่วงความถี่ ซึ่งเป็นสมการที่ขยายมาจากสมการของ Mass Law



ภาพที่ 10 แสดงสมการที่ขยายมาจากสมการของ Mass Law

2.2 สภาพทั่วไปและข้อมูลพื้นฐาน อ.สทิงพระ จ.สงขลา

2.2.1 ประวัติความเป็นมา

ความเป็นมา ตามหลักฐานหนังสือประชุมพงศาวดาร กล่าวว่าอำเภอสทิงพระ จังหวัดสงขลา คือเมืองพัทลุงเก่าซึ่งสันนิษฐานจากโบราณสถาน โบราณวัตถุ ได้แก่ ซากกำแพงเมือง คูเมือง บริเวณที่ตั้งโรงเรียนในเมืองปัจจุบัน โดยถูกข้าศึกโจมตี 2 ครั้ง จากกองทัพมลายู สมัยกรุงศรีอยุธยาจนไม่สามารถบูรณะได้ ทิ้งร้างไว้จนกระทั่งถึง พ.ศ.2437 จึงยกฐานะเป็นอำเภอปละท่า มีอาณาเขตครอบคลุมถึงอำเภอระโนด(ขณะนั้นเป็นกิ่งอำเภอ)แต่เมื่อราว พ.ศ. 2460 ได้มีผู้ลอบวางเพลิงที่ว่าการอำเภอปละท่า กรมหลวงลพบุรีราเมศร อุปราชปักษ์ใต้ เห็นว่าการคมนาคมไม่สะดวก จึงยุบอำเภอปละท่า เป็นกิ่งอำเภอปละท่าขึ้นกับอำเภอเมืองสงขลา และได้เปลี่ยนชื่อเป็นกิ่งอำเภอจะทิ้งพระ เมื่อ พ.ศ. 2467 ได้ร่นอาณาเขตทิศเหนือมาอยู่ที่ตำบลชุมพล และทิศใต้ ติดต่อเขตอำเภอเมืองสงขลา (อำเภอสิงหนครปัจจุบัน) ต่อมาเมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน 2490 ทางราชการได้ยกฐานะกิ่งอำเภอจะทิ้งพระขึ้นเป็นอำเภอจะทิ้งพระ และเมื่อ พ.ศ. 2504 สมัยนายพจน์ อินทรวิเชียร เป็นนายอำเภอจะทิ้งพระ ได้เปลี่ยนชื่อจากอำเภอจะทิ้งพระ เป็นอำเภอสทิงพระ จนถึงปัจจุบัน (เทศบาลอำเภอสทิงพระ. สืบค้นวันที่ 8 มีนาคม 2559)

ภาพที่ 11 แสดงแผนที่อำเภอสทิงพระ จังหวัดสงขลา

ที่มา : สำนักงานสาธารณสุขอำเภอสทิงพระ. ตฤณ สุวรรณนิล, 2546

2.2.2 สภาพทางภูมิศาสตร์

อำเภอสทิงพระ ตั้งอยู่ริมฝั่งซ้ายของอ่าวไทย อยู่ตอนกลางของคาบสมุทรสทิงพระ อยู่ทิศเหนือของจังหวัดสงขลา ห่างจากตัวจังหวัดไปทางทิศใต้ 53 กิโลเมตร โดยผ่านทางสะพานติณสูลานนท์ มีเนื้อที่ประมาณ 120 กิโลเมตร หรือประมาณ 75,000 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 1.56 ของเนื้อที่ทั้งจังหวัด มีอาณาเขตดังนี้

ทิศเหนือ	ติดต่อกับอำเภอระโนด อำเภอกระแสสินธุ์
ทิศใต้	ติดต่อกับอำเภอสิงหนคร
ทิศตะวันออก	ติดต่อกับอ่าวไทย
ทิศตะวันตก	ติดต่อกับทะเลสาบ และอำเภอปากพะยูน จังหวัดพัทลุง

2.2.3 ลักษณะภูมิประเทศ

ลักษณะภูมิประเทศโดยทั่วไป เป็นที่ราบต่ำมีทะเลสาบขนาบทั้ง 2 ด้าน คือด้านทิศตะวันออกเป็นอ่าวไทย มีความยาวประมาณ 28 กิโลเมตร ทิศตะวันตกเป็นทะเลสาบ เป็นที่ราบลุ่ม น้ำท่วมขังได้ง่ายมีเนื้อที่ครอบคลุม 3 ตำบลประมาณ 75,000 ไร่ เป็นพื้นที่นา 33,750 ไร่ พื้นที่ปลูกพืชไร่ ไม้ผล ไร่นาสวน

ผสม ประมาณ 22,500 ไร่ พื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำประมาณ 260.5 ไร่ ใช้เป็นที่อยู่อาศัยประมาณ 8,739.5 ไร่ และเป็นที่สาธารณะประโยชน์ ประมาณ 9,750 ไร่ ลักษณะดินส่วนใหญ่เป็นดินเหนียว เหมาะแก่การทำนา มีเนินเขา 2 ลูก คือ เขาวัดพะโค๊ะ และเขาบ้านคลองฉนวน ตำบลชุมพล มีเกาะในทะเลสาบ 2 เกาะ คือ เกาะบรรทม และเกาะคำเหียง (อัจฉรา ,2545)

2.2.4 ลักษณะภูมิอากาศ

อำเภอสทิงพระได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมประเภทต่างๆ ดังนี้ ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ทางฝั่งตะวันออกระหว่างเดือน ตุลาคม – มกราคม ลมมรสุมตะวันตกเฉียงได้ ทางฝั่งตะวันตก ระหว่างเดือน พฤษภาคม – กันยายน ลมมรสุมตะวันออกเฉียงใต้ ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ – เมษายน จากอิทธิพลของลมมรสุมดังกล่าว ทำให้ลักษณะภูมิอากาศโดยทั่วไปไม่ร้อนไม่หนาวจนเกินไปมีอุณหภูมิโดยเฉลี่ย 26 – 30 องศาเซลเซียส จึงทำให้มีฤดูกาล 2 ฤดู คือ ฤดูร้อน เริ่มตั้งแต่เดือนมกราคม – เดือนพฤษภาคม ฤดูฝน เริ่มตั้งแต่ปลายเดือนพฤษภาคม – ต้นเดือนมกราคม

2.2.5 สภาพทางเศรษฐกิจ

การเกษตร อำเภอสทิงพระเป็นอำเภอที่มีพื้นที่ทำการเกษตรกรรมและ มีผลผลิตทางด้านการเกษตรสูงกว่าด้านอื่นๆ อำเภอสทิงพระมีพื้นที่ทำการเกษตรกรรมทั้งสิ้นประมาณ 57,951 ไร่ โดยมีพืชเศรษฐกิจที่สำคัญและ เพาะปลูกกันเป็นจำนวนมากในพื้นที่ ได้แก่ ข้าว ต้นตาลโตนด มะม่วงเบา มะพร้าว มะม่วงหิมพานต์ และมะขามเปรี้ยว เป็นต้น

1) ข้าว เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญที่สุด เพราะเป็นอาชีพหลักของเกษตรกร ในปัจจุบันคืออาชีพทำนา จะเห็นได้จาก 80% ของพื้นที่อำเภอสทิงพระ ยังเป็นพื้นที่นาข้าว อย่างไรก็ตามในปัจจุบันเกษตรกรมักประสบปัญหาการขาดแคลนน้ำ ฝนแล้ง น้ำท่วม ปัญหาราคาข้าวตกต่ำ โรคและแมลงระบาด และ ผลผลิตตกต่ำ

2) ต้นตาลโตนด อำเภอสทิงพระได้พัฒนาส่งเสริมอาชีพที่เกี่ยวกับตาลโตนด สามารถทำรายได้ให้กับเกษตรกรปีละหลายล้านบาท ทั้งนี้เพราะ ผลิตภัณฑ์หรือผลิตผลจากต้นตาลโตนดสามารถนำมาใช้ประโยชน์และ ทำรายได้แก่เกษตรกรมากมาย เช่น ใบ ลำต้น กาบตาล งวงตาล ผลตาลและ จาวตาล

3) ไม้ผล เป็นรายได้ที่กำลังเพิ่มขึ้น และมีแนวโน้มมากขึ้นตามลำดับ เนื่องจากเกษตรกรที่ประสบภาวะแห้งแล้งขาดแคลนน้ำในการทำนา จึงได้ปรับปรุงพื้นที่นาเป็นร่องสวน ปลูกไม้ผลโดยเฉพาะมะม่วงพันธุ์ต่างๆ ชมพู่และ เลี้ยงปลาควบคู่กันไป ในส่วนพื้นที่ทั่วๆไป ก็มีการเพาะปลูกมะพร้าว มะม่วงหิมพานต์ และมะขามเปรี้ยว

4) พืชผักสวนครัว โดยทั่วไปมักปลูกพืชผักจำพวก แตงกวา ถั่ว มะเขือยาว ยาสูบ ซึ่งมักปลูกในพื้นที่แหล่งน้ำ เช่น บริเวณคลอง

2.3 การศึกษาเกี่ยวกับตาลโตนด

ตาลโตนดมีถิ่นกำเนิดอยู่ในทวีปแอฟริกาตะวันออก ต่อมาได้แพร่พันธุ์เข้าไปในอินเดีย ศรีลังกา และกลุ่มประเทศในแถบเอเชีย ปัจจุบันมีมากในแถบทวีปเอเชีย อินเดีย ศรีลังกา พม่า กัมพูชา มาเลเซีย อินโดนีเซีย และไทย สำหรับในประเทศไทยพบมากในพื้นที่แถบภาคกลางเช่นเพชรบุรี นครปฐม และภาคใต้ที่จังหวัดสงขลา เป็นต้น

จังหวัดสงขลามีตาลโตนดอยู่ประมาณ 3 ล้านต้น ครอบคลุมพื้นที่ในจังหวัดสงขลา จำนวน 6 อำเภอ ได้แก่ สิงหนคร สทิงพระ กระแสสินธุ์ ระโนด ควนเนียง รัตภูมิ จะนะ เฉพาะอำเภอสทิงพระ มีอยู่1,700,000 ต้น (เกษตรจังหวัดสงขลา, 2542)

2.3.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของตาลโตนด

พิทักษ์ และคณะ (2553) ตาลโตนด เป็นพืชตระกูลปาล์มพัดชนิดหนึ่ง มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า Borassusflabellifer Linn.มีชื่อภาษาอังกฤษว่า Palmyra Palm หรือ Lontarnหรือ FanPalm ในประเทศไทยมีหลายชื่อ ในภาคกลางเรียกว่า “ต้นตาลโตนด” หรือ “ต้นตาล” ในภาคใต้เรียกว่า “ตาลโตนด” หรือ “ต้นโหนด” ชาวจังหวัดยะลาหรือปัตตานีเรียกว่า “ปอเก๊าะตา” ตาลโตนดเป็นพืชที่ชอบอากาศร้อน และเจริญเติบโตได้ดีในดินประเภทดินทราย หรือ ดินร่วนปนทราย และดินเหนียว

รากตาลโตนดสามารถหาธาตุอาหารในดินได้มาก ลักษณะของรากตาลจะเป็นเส้ียนกลมยาว รวมตัวกันเป็นกระจุกคล้ายรากมะพร้าวแต่หยั่งลงในดินได้ในระดับที่ลึกกว่า และไม่แผ่ไปตามดินเหนียวเหมือนรากมะพร้าว ฉะนั้นจึงไม่ส่งผลต่อการรบกวนต้นข้าว เมื่อปลูกต้นตาลลงบนคันนา หรือเพื่อเสริมความแข็งแรงให้กับดินในบริเวณที่ทำการทดน้ำเข้านา

กีย์ เทรบุยล์ (Guy Trebuil) นักวิจัยชาวฝรั่งเศส กล่าวถึงลักษณะทางชีวภาพของตาลโตนดไว้ในภาคผนวก ของรายงานการวิจัยเรื่อง “ระบบการปรับปรุงที่ดินเพื่อการเกษตรและวิวัฒนาการในช่วงเวลาที่เพิ่งล่วงมาของสทิงพระ”ซึ่งจัดพิมพ์โดยคณะทรัพยากรธรรมชาตมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ เมื่อปี 2526 ว่า Borassus Flabellifer linn.เป็นปาล์มพันธุ์ที่มีลักษณะชะลูด ความสูงโดยปกติ 18-25 เมตร (บางต้นอาจสูงถึง 30 เมตร) ลำต้นตรงหรือโค้งเล็กน้อย โคนต้นอวบใหญ่วัดได้ประมาณวัดได้ประมาณ 1 เมตร รูปทรงเหมือนฝาชีเรื่อยไปจนความสูงประมาณ 4 เมตร ก็จะเริ่มเรียวลงวัดโดยรอบได้ประมาณ 40 เซนติเมตร และคงขนาดนี้ไปจนถึงยอด ส่วนยอดจะประกอบด้วยใบตาลประมาณ 30 กว่าใบ (25-40 ใบแล้วแต่อายุของต้นตาล) มีสีเขียวเข้มเป็นสงรัศมีประมาณ 4 เมตร ถ้าตาลโตนดต้นใดไม่ได้ใช้ประโยชน์ ใบแก่สีน้ำตาลอ่อนจะห้อยแนบลำต้นเป็นรัศมีครึ่งวงกลม ต้นตาลโตนดจะเป็นแนวกันลมพายุได้ดีเนื่องจากระบบรากและลำต้นมีความแข็งแรง

1) ลำต้น ตาลโตนดเป็นพืชลำต้นเดี่ยว (Single Stem) ขึ้นจากพื้นดินเพียงต้นเดียว ไม่มีการแตกหน่อ มีขนาดใหญ่เส้นรอบวงประมาณ 2-4 ฟุต ผิวดำเป็นเสี้ยนแข็งมีความสูงจากพื้นดินถึงยอดประมาณ 25-30 เมตร ดังในภาพที่ 1 จากข้อมูลของผู้ที่มีอาชีพเกี่ยวกับตาลกล่าวว่า ต้นตาลจะเริ่มตั้งสะโพกหลังจากปลูกประมาณ 3-5 ปีมีความสูงประมาณ 1 เมตรและจะเพิ่มความสูงประมาณปีละ 30-40 เซนติเมตรและ ผลการประกวดต้นตาลที่สูงที่สุดในจังหวัดเพชรบุรี ปี 2538 ปรากฏว่าต้นที่สูงที่สุดอยู่ที่ตำบลโรงเข้ อำเภอบ้านลาด สูงถึง 37.22 เมตรและเป็นต้นที่ยังคงให้ผลผลิตอยู่

ภาพที่ 12 ต้นตาล

2) ใบ มีลักษณะยาวใหญ่เป็นรูปพัด (Palmate) ใบจะมีใบย่อยเรียกว่า Segment จะแตกจากจุดๆเดียว ขอบก้านใบจะมีหนามแข็งและคมติดอยู่เป็นแนวยาวคล้ายใบเลื่อย ยอดตาลประกอบด้วยใบตาลประมาณ 25-40 ใบมีสีเขียวเข้มล้อมรอบลำต้นเป็นรัศมีประมาณ 3-4 เมตร ใบแก่สีน้ำตาลห้อยแนบกับลำต้นใน 1 ปีจะแตกใบประมาณ 12-15 ใบหรือเฉลี่ยเดือนละ 1 ใบ (ปิฏฐิ, 2524)

ภาพที่ 13 ใบตาล

3) ดอก ออกดอกเป็นช่อ ดอกตัวผู้และดอกตัวเมียแยกกันอยู่คนละต้น ช่อดอกตัวผู้จะมีลักษณะเป็นงวงยาวประมาณ 30-40 เซนติเมตรโดยมีกระโปงห่อหุ้มอยู่ ภายในกระโปงจะมีช่อดอกตัวผู้ประมาณ 10-15 ช่อ การออกของกระโปงจะออกเวียนรอบคอประมาณ 10-15 กระโปงต่อต้นใน 1 ช่อดอกประกอบด้วยดอกตัวผู้มากน้อยแล้วแต่ความสมบูรณ์ของช่อดอก ส่วนดอกตัวเมียจะออกจากกระโปงเหมือนกัน จะรู้ว่าเป็นดอกตัวผู้หรือดอกตัวเมียเมื่อออกกระโปงแล้วเท่านั้น โดยสังเกตลักษณะของกระโปง คือถ้ากระโปงปลายแหลมจะเป็นตัวผู้และถ้าผิวกระโปงมีลักษณะเป็นคลื่นๆ จะเป็นตัวเมีย ช่อดอกตัวเมียจะมีลักษณะเป็นทะลายมีผลตาลเล็กๆติดอยู่ ถ้า 1 กระโปงมี 1 ทะลายจะได้ทะลายที่มีผลขนาดใหญ่ เต้ามีขนาดใหญ่และสวย แต่ถ้า 1 กระโปงมีมากกว่า 1 ทะลายจะได้ผลที่มีขนาดเล็ก คุณภาพของผลไม่ดีเท่าที่ควรและเกษตรกรยังไม่เคยตัดแต่งให้เหลือแค่ 1 ทะลายต่อ 1 กระโปง (Mocumach, 1960; Kovoor, 1983)

ภาพที่ 14 ดอกหรืองวงตาล

4) ผล ผลจะเกิดกับต้นตัวเมียเท่านั้น โดยจะออกเวียนรอบต้นตามกาบใบ คือ 1 กาบใบจะออก 1 กระโปงใน 1 ปีจะออกประมาณ 10-12 กระโปง ใน 1 กระโปงจะมีช่อดอก 1-3 ทะลายและใน 1 ทะลายประกอบด้วยผลตาลอ่อนประมาณ 8-15 ผลและใน 1 ผลจะมี 2-4 เมล็ด เนื้อตาลจะฝังตัวอยู่ 7 ในเนื้อเยื่อชั้น Mesocaro เมื่อผลสุกเนื้อเยื่อชนิดนี้จะอ่อนนุ่มมีกลิ่นหอม สีสดใส (Fox, 1977; Whitemore, 1979) เมื่อผลตาลแก่จัด (สุก) จะมีกลิ่นหอม จากการศึกษาพบว่า เนื้อตาลสุกประกอบด้วยแป้งและน้ำตาล เป็นจำนวนมาก นอกจากนี้ยังมีส่วนผสมของแคโรทีนนอยด์ซึ่งให้สีเหลืองใช้แต่งสีขนมต่างๆ เช่น ขนมตาล ขนมเค้ก ขนมขี้หนูและไอศกรีม (ศิวาพร, 2529)

ภาพที่ 15 ผลตาล

2.3.2 พันธุ์ตาลโตนด

ผลของตาลโตนดจะมีสีและลักษณะตามสายพันธุ์ บนคาบสมุทรสทิงพระ เท่าที่ค้นพบสายพันธุ์ตาลโตนดมีดังนี้

1) พันธุ์กา มีลักษณะผลรี มีสีดำทั้งผล และผิวแตกลายงาโดยรอบ มีผลขนาดใหญ่กว่าอีก 2 สายพันธุ์ โหนดกาพบมากที่สุดประมาณร้อยละ 85 ในพื้นที่ (ไพฑูรย์, 2544)

ภาพที่ 16 ตาลโตนดพันธุ์กา
ที่มา: ไพฑูรย์ ศิริรักษ์, 2544

2) พันธุ์ข้าว จะมีลักษณะผลกลมป้อม ผิวเรียบเป็นมัน สีน้ำตาลอมเหลือง เนื้อเมล็ดอ่อนมีลักษณะป้อมตามรูปทรงผล มีรสชาติหวานมันกว่าสายพันธุ์อื่น นิยมนำเนื้อมาทำขนม หัวลูกอ่อนมาทำอาหาร ประเภท ยำ แกง คั่ว และต้ม โหนดข้าว ค่อนข้างหายากพบประมาณร้อยละ 10 ในพื้นที่ (ไพฑูรย์, 2544)

รูปที่ 17 ตาลโตนดพันธุ์ข้าว
ที่มา: ไพฑูรย์ ศิริรักษ์, 2544

3) พันธุ์ขมิ้น มีลักษณะผลกลมป้อมคล้ายโหนดข้าว ผิวเปลือกนอกแตกลายงาโดยรอบคล้ายโหนดกาแต่น้อยกว่า จะมีผิวสีเหลืองอมน้ำตาลเข้ม ส่วนก้นมีสีเหลืองเข้มคล้ายขมิ้นภายในขณะยังไม่สุกมีสีเหมือนสีเนื้อขมิ้น โหนดขมิ้นหายากพบน้อยมากพบบางแหล่งพบประมาณร้อยละ ๕ ในพื้นที่ภายในผลของตาลโตนดมีเมล็ด 2-3 เมล็ด เมล็ดมีเปลือกสีขาวขุ่นห่อหุ้มเนื้อเมล็ด ซึ่งเป็นอาหารเลี้ยงต้นอ่อน (Endosperm) เมล็ดเหล่านี้อยู่ถัดจากเนื้อเยื่อที่เป็นเส้นใย เมื่อผลแก่จัดเส้นใยจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองสดเรียกว่า“ลูกตาลสุก”(ไพฑูรย์, 2544)

รูปที่ 18 ตาลโตนดพันธุ์ขมิ้น
ที่มา: ไพฑูรย์ ศิริรักษ์, 2544

2.3.3 ปริมาณเส้นใยลูกตาลจากผลตาลสุก

ผลจากการศึกษา พิทักษ์ (2553) โดยการแยกส่วนประกอบของผลตาลสุกตามขนาดของผลตาลที่มีน้ำหนักของผลต่างกัน ระหว่าง 500-3,000 กรัม พบว่าหลังจากปอกเปลือกสีดำของผลตาลสุกออกจะพบส่วนของเส้นใยลูกตาลและเนื้อตาลที่มีลักษณะเป็นเนื้อสีเหลืองอมส้มห่อหุ้มเมล็ดไว้ 3-4 เมล็ด

ตรงกลางระหว่างเมล็ดจะมีแกนกลางเป็นเส้นใยรวมกันอยู่เป็นกลุ่ม ชาวบ้านเรียกว่า “ดีตาล” เป็นส่วนที่เชื่อมระหว่างขั้วกับผล ดีตาลมีรสขมมาก จะต้องกำจัดออกก่อนนำมาใช้หรือก่อนการยีเนื้อตาลและ ขนาดของผลตาลที่มีน้ำหนักทั้งหมดต่างกันมีผลทำให้ส่วนประกอบต่างๆของผลตาล ได้แก่ ขั้วผล เปลือก เมล็ด เส้นใยลูกตาล และเนื้อตาล มีร้อยละส่วนประกอบต่างกันดังนี้ ผลตาลสุกจะน้ำหนักตาลทั้งผลประมาณ 1,000-3,000 กรัม จะส่งผลทำให้ร้อยละของเส้นใยลูกตาลและเนื้อตาลมีมากกว่าผลตาลที่มีน้ำหนักต่ำกว่า 1,000 กรัม แต่ผลตาลที่มีน้ำหนักต่ำกว่า 1,000 กรัม กลับส่งผลทำให้มีร้อยละของเมล็ด เปลือก และขั้วผล ที่มากกว่าผลตาลที่มีน้ำตาลมากกว่า 1,000-3,000 กรัม โดยส่วนประกอบร้อยละของผลตาลสุกเมื่อแยกตามขนาดประกอบไปด้วยเปลือกตาลที่มีสีน้ำตาลจนถึงดำมีร้อยละ 4.6-6.8 ขั้วตาลร้อยละ 3.0-8.5 และเส้นใยลูกตาลร้อยละ23.5-37.5 เนื้อตาลร้อยละ 31.5-34.3 และเมล็ดตาลร้อยละ 29.8-35.8

น้ำหนักตาลทั้งผล (กรัม)	ส่วนประกอบ				
	ขั้วผล	เปลือก	เมล็ด	กากเส้นใย	เนื้อตาล
ต่ำกว่า 1,000	7.6	6.4	40.5	16.1	29.8
1,000-1,500	6.7	5.8	39.1	18.4	30.0
มากกว่า 3,000	4.6	5.1	39.8	19.3	31.2

ตารางที่ 7 ส่วนประกอบของผลตาลสุกแยกตามขนาด
ที่มา: พิทักษ์ (2553)

พันธุ์ตาลโตนดที่นำมาใช้ในงานวิจัยนี้คือตาลโตนดพันธุ์กา เนื่องจากเป็นพันธุ์ที่มีการปลูกมากในพื้นที่มีวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรที่พบมากที่อำเภอสทิงพระ ตาลพันธุ์กาใน 1 ผล จะมี 2-3 เต้าจะให้ผลประมาณ 10-20 ผลต่อทะลาย จากการศึกษาพบว่าน้ำหนักของผลตาลที่มากจะพบว่ามีปริมาณเส้นใยมากขึ้นตามด้วยดังแสดงในตารางที่ 1 จากการศึกษาพบว่าที่อำเภอสทิงพระมีปริมาณเปลือกตาลที่เหลือทิ้งอีกเป็นจำนวนมาและยังพบว่าไม่การจัดการ ปล่อยให้ย่อยสลายไปตามธรรมชาติ จากปริมาณที่เหลือทิ้งในจำนวนมาก จึงมีแนวคิดในการนำเส้นใยเปลือกตาลโตลดมาขึ้นรูปเป็นฉนวนดูดซับเสียง เพื่อทำการทดสอบคุณสมบัติดังกล่าวและ เป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร

2.3.4 สมบัติทางเคมีและทางกายภาพของเส้นใยลูกตาล

ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของเส้นใยลูกตาล พิทักษ์ และจันทร์เพ็ญ (2553) พบว่าเส้นใยลูกตาลที่นำมาทดลองในครั้งนี้มีองค์ประกอบทางเคมี ดังนี้

องค์ประกอบ	เส้นใยลูกตาลก่อนการหมัก (%)
ความชื้น	6.9
เถ้า	0.9
ไขมันและขี้ผึ้ง	1.59
ลิกนิน	7.91
เซลลูโลส	57.0
เฮมิเซลลูโลส	12.4
สารประกอบเปกติน	13.3

ตารางที่ 8 องค์ประกอบทางเคมีของเส้นใยลูกตาล
ที่มา: พิทักษ์ (2553)

เส้นใยลูกตาลเป็นเส้นใยธรรมชาติที่มีปริมาณเยื่อใยหรือส่วนของคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยได้ยาก ซึ่งเป็นส่วนของผนังเซลล์พืช (เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนิน) ในปริมาณที่สูง ซึ่งนับได้ว่ามีบทบาทอย่างยิ่งต่อการกำหนดสมบัติของเส้นใย เพราะว่าหมู่ไฮดรอกซิล (-OH) (หน่วยของกลูโคส) เป็นตัวบ่งชี้สมบัติของการดึงดูดน้ำ มีผลทำให้เส้นใยลูกตาลน่าจะมีความสามารถในการดูดซับน้ำและความชื้นได้ดี และยังส่งผลทำให้เส้นใยลูกตาลมีความแข็งแรง และมีความสามารถทนต่อการย่อยด้วยกรดและด่างได้สูง ทั้งนี้เนื่องจากอิทธิพลของสารเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนิน แต่เส้นใยลูกตาลอาจไม่คงทนต่อการขึ้นเชื้อรา เนื่องจากเส้นใยลูกตาลเป็นเส้นใยเซลลูโลสธรรมชาติชนิดหนึ่งที่มีปริมาณความชื้นและน้ำอยู่แต่สามารถป้องกันได้โดยเก็บรักษาเส้นใยเมื่อแห้งสนิทในห้องที่มีความชื้นต่ำ

2.4 วัสดุประสานน้ำยางธรรมชาติ (ยางพารา)

2.4.1 พื้นที่ปลูกยางพาราของประเทศไทย

จักรกริศน์ (2554) ได้กล่าวว่า ปี พ.ศ. 2553 ประเทศไทยมีพื้นที่ในการปลูกยางพาราทั้งสิ้น 16,889,686 ไร่ เพิ่มขึ้นจากปี 2549 มีพื้นที่ 14,338,046 ไร่ ภาคตะวันออกรวมภาคกลาง 2,103,908 ไร่ ภาคเหนือ 600,578 ไร่ จังหวัดที่มีการปลุกยางพารามากที่สุดคือจังหวัดสุราษฎร์ธานี 1,871,907 ไร่ รวมพื้นที่ปลูกยางพาราในประเทศไทย รวมทั้งประเทศประมาณ 17 ล้านไร่ และต้นยางพาราจะผลัดใบช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนมีนาคม และจะผลิใบใหม่อีกครั้งปลายเดือนมีนาคมและจะกรีดยางใหม่ช่วงเดือนเมษายนตามสภาพภูมิอากาศ

2.4.2 ลักษณะทางการภาพของยางพารา

ยางพารา เป็นพืชยืนต้นขนาดใหญ่ มีอายุยืนยาวหลายสิบปีเป็นพืชใบเลี้ยงคู่ ซึ่งมีส่วนประกอบต่างๆดังนี้ (เฉลิมพงศ์ และคณะ, 2546)

1) ราก เป็นระบบรากแก้ว

2) ลำต้น กลมตรง ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วนคือ

2.1) เนื้อไม้ ยางพาราจัดเป็นไม้เนื้ออ่อน เนื้อไม้มีสีขาวปนเหลืองอยู่ด้านในกลางลำต้น

2.2) เยื่อเจริญ เป็นเยื่อบางๆอยู่โดยรอบเนื้อไม้มีหน้าที่สร้างความเจริญเติบโตให้กับต้นยาง

2.3) เปลือกไม้ เป็นส่วนที่อยู่ถัดจากเยื่อเจริญออกมาด้านนอกสุด ช่วยป้องกันอันตรายที่มากระทบต้นยาง เปลือกของต้นยางนี้มีความสำคัญต่อเกษตรกรชาวสวนยางมากเนื่องจากท่อน้ำยางจะอยู่ในส่วนนี้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเปลือกด้านในที่ติดอยู่เยื่อเจริญจะมีท่อน้ำยางมากที่สุด

3) ใบ เป็นส่วนประกอบ โดยทั่วไป 1 ก้านใบจะมีส่วนประกอบย่อย 3 ใบมีหน้าที่หลักในการปรุงอาหารหายใจและคายน้ำ ใบยางจะแตกออกมาเป็นชั้นๆเรียกว่า ฉัตร ระยะเวลาเริ่มแตกฉัตรจนถึงใบ ในฉัตรนั้นแก่เต็มที่จะใช้เวลาประมาณ 2-3 เดือน ยางจะผลัดใบในฤดูแล้งของทุกปี ยกเว้นยางต้นเล็กที่ยังไม่แตกกิ่งก้านสาขา หรืออายุไม่ถึง 3 ปีจะไม่ผลัดใบ

4) ดอก มีลักษณะเป็นช่อ มีทั้งดอกตัวผู้และดอกตัวเมียอยู่ในช่อเดียวกัน ดอกยางทำหน้าที่ ผสมพันธุ์โดยการผสมพันธุ์แบบเปิด ดอกยางจะออกตามปลายกิ่งของยางหลังจากที่ต้นยางผลัดใบ

5) ผล มีลักษณะเป็นพูโดยปกติจะมี 3 พูในแต่ละพูจะมีเมล็ดอยู่ภายใน ผลอ่อนมีสีเขียว ผลแก่มีสีน้ำตาลและมีลักษณะแข็ง

6) เมล็ด มีมีสีน้ำตาลลายขาวคล้ายสีของเมล็ดละหุ่ง ยาวประมาณ 2-2.5 เซนติเมตร กว้างประมาณ 1.5-2.5 เซนติเมตร หนักประมาณ 3-6 กรัม เมล็ดยางเมื่อหล่นใหม่ๆจะมีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงมาก แต่เปอร์เซ็นต์ความงอกนั้นจะลดลงอย่างรวดเร็วในสภาพปกติเมล็ดยางจะรักษาความงอกไว้ได้ประมาณ 20 วันเท่านั้น

7) น้ำยาง เป็นของเหลวสีขาวถึงขาวปนเหลืองขุ่นข้นอยู่ในท่อน้ำยางซึ่งเรียงตัวกันอยู่ในเปลือกของต้นยาง ในน้ำยางจะมีส่วนประกอบหลักที่สำคัญ 2 ส่วนคือ ส่วนที่เป็นเนื้อยาง และส่วนที่ไม่ใช่ยางตามปกติ ในน้ำยางจะมีเนื้อยางแห้งประมาณ 25-45 เปอร์เซ็นต์

2.4.3 คุณสมบัติของน้ำยางพารา

จักรกริศน์ (2554) น้ำยางพารามีความหนาแน่น 0.98 กรัมต่อมิลลิลิตร มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ที่ pH 6.8 เมื่อตรวจดูในห้องปฏิบัติการจะพบว่า มีอนุภาคขนาดต่างๆกันแขวนอยู่ในของเหลว อนุภาคเหล่านี้จะมีประจุเป็นลบ ผลักกันอยู่ตลอดเวลา ทำให้อนุภาคเหล่านั้นแขวนลอยและคงสภาพเป็น

น้ำยางอยู่ได้จนกว่าจะมีสภาพแวดล้อมและปัจจัยต่างๆมารบกวน ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง ซึ่งทำให้น้ำยางเสียเสถียรภาพและจับตัวกันเป็นก้อน

น้ำยางพารา หรือน้ำยางธรรมชาติเป็นผลผลิตจากต้นยางพารา เป็นพืชยืนต้นขนาดใหญ่ มีอายุยืนยาวหลายสิบปี เป็นพืชใบเลี้ยงคู่ น้ำยางเป็นของเหลวสีขาวถึงขาวปนเหลืองขุ่นข้นอยู่ในท่อน้ำยางซึ่งเรียงตัวกันอยู่ในเปลือกของต้นยาง ในน้ำยางจะมีส่วนประกอบหลักที่สำคัญ 2 ส่วนคือ ส่วนที่เป็นเนื้อยางประมาณ 35% และส่วนที่ไม่ใช่ยางประมาณ 65% ซึ่งจะพบว่าส่วนประกอบของน้ำยางพารามีส่วนประกอบดังตารางที่ 5 จากโครงสร้างทางเคมีของยางธรรมชาติ มีคุณสมบัติในการยืดหยุ่นได้ดี เมื่อใช้น้ำยางธรรมชาติเป็นวัสดุประสานในฉนวนกันความร้อนจะได้ฉนวนกันความร้อนที่มีคุณสมบัติในการยืดหยุ่นและการคงรูปที่ดี และเป็นวัสดุประสานที่มาจากธรรมชาติซึ่งจะเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ซึ่งจากการศึกษาพบว่าการผสมสารเคมีเพื่อเป็นสารในการช่วยเพิ่มคุณสมบัติของน้ำยางพารา ซึ่งน้ำยางธรรมชาติสามารถนำมาใช้เป็นวัสดุประสานได้เมื่อใช้แอมโมเนียเพื่อรักษาสภาพน้ำยางพารา แต่เมื่อนำมาใช้ควรวางทิ้งไว้ประมาณ 5-10 นาที เพื่อให้แอมโมเนียระเหยไป

น้ำยางที่ใช้ในงานวิจัย คือน้ำยางสดที่ได้มาจากต้นยางพารานั้นมีส่วนที่ไม่ใช่ยางหลายชนิดที่เป็นอาหารของจุลินทรีย์ เมื่อกรีดน้ำยางแล้วจุลินทรีย์ในอากาศจะปะปนในน้ำยางทำให้ยางจับตัวกันเป็นก้อนเรียกปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเรียกว่า “การจับตัวกันที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ”ดังนั้นจึงต้องเติมสารรักษาสภาพน้ำยาง สารเคมีที่นิยมใช้เพื่อการรักษาสภาพน้ำยางข้น คือแอมโมเนีย แต่ก่อนที่จะสามารถนำมาใช้เป็นวัสดุประสานเพื่อขึ้นรูปต้องวางทิ้งไว้ประมาณ 5-10 นาทีเพื่อให้แอมโมเนียละเหย

2.5 งานวิจัยเกี่ยวกับแผ่นผนังวัสดุธรรมชาติ

ผู้วิจัยจะศึกษาเอกสารวัสดุที่ได้จากธรรมชาติ และกระบวนการพัฒนารูปแบบ กรรมวิธีในการผลิตชิ้นงานเพื่อใช้ในการทดลอง และการป้องกัน ดูดซับเสียง

ภัทราภรณ์ ศิริเพ็ชร แผ่นดูดซับเสียงจากซังข้าวโพด จากผลการทดลองพบว่าแผ่นผนังจากซังข้าวโพดสามารถดูดซับเสียงได้ดีกว่าแผ่นวัสดุที่มีอยู่ตามท้องตลาด ซึ่งสามารถดูดซับเสียงได้ถึงร้อยละ 29.25 ที่ความหนาแน่นที่ 665 กก./ตร.ม. และมีความหนาของแผ่นอยู่ที่ 25 มม. ซึ่งวัสดุที่มีตามท้องตลาดสามารถดูดซับเสียงได้ร้อยละ 24.95 (แผ่นยิปซั่มฉลุลาย) ที่ความหนาแน่นที่ 646 กก./ตร.ม. และมีความหนาของแผ่นอยู่ที่ 20 มม.

ธนากร ถนอมพงศ์ เส้นใยทางใบปาล์มอัดแผ่นสำหรับดูดซับเสียง ที่ความหนาแน่น 400 กก./ลบ.ม. มีความหนาของแผ่นอยู่ที่ 25 มม. ใช้กาว pMDI ร้อยละ 5 อัดที่อุณหภูมิ 150°C ระยะเวลาในการอัดขึ้นอยู่กับความหนาวัสดุ แผ่นใยทางใบปาล์มได้รับการทดสอบทางด้านกายภาพสมบัติ และทางด้านกลสมบัติตามมาตรฐานความหนาแน่นต่ำ (Soft Board) และทดสอบการดูดซับเสียงจากกล่องทดสอบ ผลการทดสอบพบว่าเส้นใยทางใบปาล์มอัดแผ่นสำหรับดูดซับเสียง ที่ความหนาแน่น 400 กก./ลบ.ม. มี

คุณสมบัติในการดูดซับเสียงดีที่สุด และผ่านเกณฑ์มาตรฐานความหนาแน่นต่ำ (Soft Board) เส้นใยทางใบปาล์มมีคุณสมบัติที่ดี สามารถนำไปพัฒนาเป็นแผ่นฉนวนดูดซับเสียงได้

สถาปนิก สุริยันต์ แผ่นฉนวนกันเสียงจากใยมะพร้าว จากผลการทดลองการกันเสียงของฉนวนใยมะพร้าวที่ความหนาแน่น 100 – 250 กิโลกรัม ที่ความหนา 1-3 นิ้ว พบว่าฉนวนใยมะพร้าวสามารถกันเสียงได้ประมาณ 4 – 13 เดซิเบล โดยที่ความหนาแน่น 100 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตรความหนา 1 นิ้ว กันเสียงได้น้อยที่สุดคือ 4 เดซิเบล และมากที่สุดคือ ที่ความหนาแน่น 250 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ความหนา 3 นิ้ว กันเสียงได้ 13 เดซิเบล

ยงยุทธ จันทรอัมพร ผนังใยกล้วย จากงานวิจัยแผ่นผนังจากใยกล้วย อัตราส่วนเส้นใย 93 % และปริมาณกาวไอโซไซยาเนต 7 % ความหนาแน่น 876.90 กก./ลบ.ม. ความหนา 10 มม. มีคุณสมบัติการนำความร้อนต่ำ หากเปรียบกับวัสดุภายในท้องตลาด ส่วนราคาต้นทุนการผลิตมีราคาต่ำกว่า แผ่น MDF (E0) ทำให้เห็นว่า แผ่นผนังจากเส้นใยกล้วย สามารถผลิตในเชิงอุตสาหกรรมได้และยังเพิ่มมูลค่าเศษวัสดุเหลือใช้ในการเกษตรได้อีกทาง

ภาณุเดช ขัดเงางาม การผลิตแผ่นผนังภายในอาคารที่ทำจากต้นธูปฤาษี มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเอาต้นธูปฤาษีไปผลิตเป็นแผ่นผนังภายในอาคาร เพื่อผลิตเป็นแผ่นผนังแล้วทดสอบตาม ขั้นตอนของ มอก. 876-2547 ได้แก่ การทดสอบหาค่าความชื้น ความหนาแน่น การดูดซึมและการพองตัวเมื่อแช่น้ำ หาค่าแรงยึดเหนี่ยวภายใน หรือแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า และทดสอบหาค่าความต้านทานแรงดัดและมอดูรัสยืดหยุ่น ผลการทดลองพบว่า ขนาดวัสดุที่เหมาะสมควรตัดต้นธูปฤาษีเป็นขนาดไม่เกิน 3 ซม. สัดส่วนที่เหมาะสม ได้แก่ ต้นธูปฤาษี 95% กาวไอโซไซยาเนต 5% อุณหภูมิที่ใช้ในการอัด 120 °c ความหนาแน่นที่เหมาะสมในการอัดแผ่นผนังเท่ากับ 0.80 กรัม/ลบ.ซม. ปริมาณความชื้นของวัสดุก่อนอัดเฉลี่ยอยู่ที่ 8.97% แรงอัดที่เหมาะสมอยู่ที่ 150 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว จากการทดสอบตามมาตรฐานอุตสาหกรรม

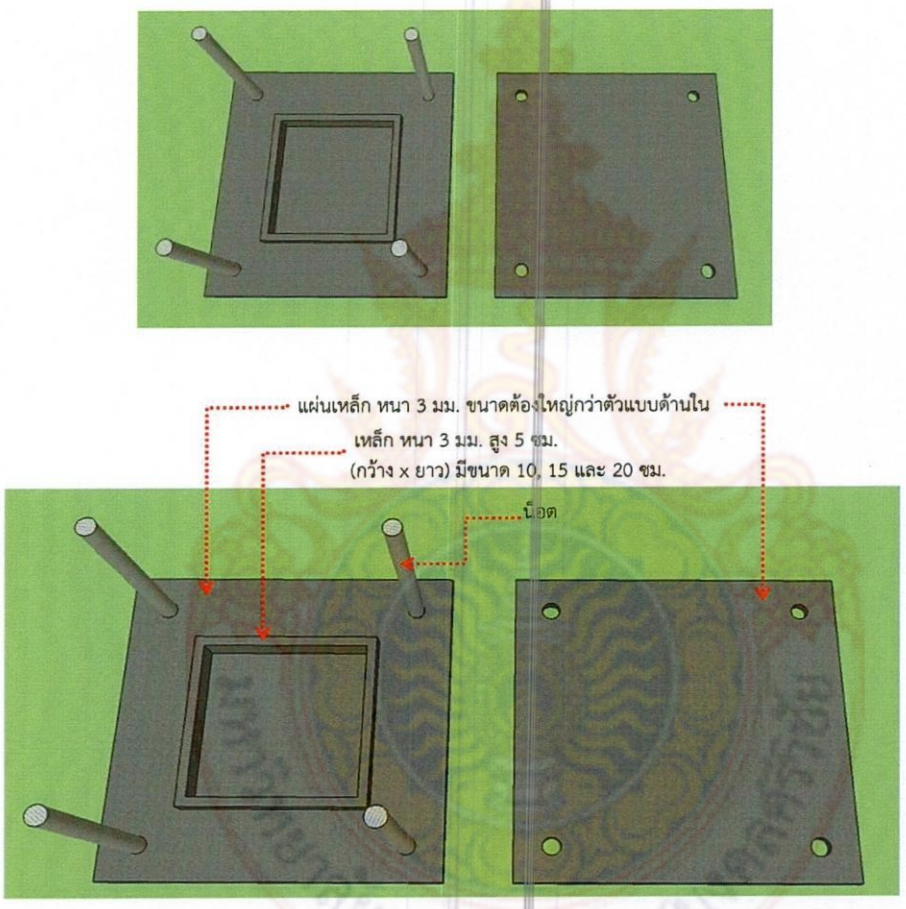
ศรัณยา รัตนากร การผลิตแผ่นฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยลูกตาล งานวิจัยนี้มุ่งเน้นการพัฒนาฉนวนกันความร้อนที่มีความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม โดยการใช้เส้นใยลูกตาลที่เป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรและวัสดุประสานจากน้ำยางธรรมชาติ โดยใช้เส้นใยลูกตาลในปริมาณที่แตกต่างกันคือ 120, 160, 200, 240 และ 280 กรัม โดยใช้อัตราส่วนเส้นใยลูกตาล 1.3 ส่วน ต่อน้ำยางธรรมชาติ 1 ส่วน โดยน้ำหนัก กว้าง 20 เซนติเมตร ยาว 20 เซนติเมตรหนา 2 เซนติเมตร ค่าของความหนาแน่น 146.24, 153.82, 177.22, 207.84 และ 217.58 กิโลกรัม ต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ ผลจากการทดสอบค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน, ปริมาณความชื้น, อัตราการดูดซึมน้ำและ การพองตัวตามความหนาพบว่าค่าต่างๆมีความสัมพันธ์แปรผันโดยตรงกับความหนาแน่น ค่าที่ได้มีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนน้อยที่สุดคือ 0.06143 ± 0.005 วัตต์ต่อเมตรเคลวิน มีปริมาณความชื้นเท่ากับ ร้อยละ 12.43±0.74 อัตราการดูดซึมน้ำเท่ากับร้อยละ 208.65 และการพองตัวตามความหนาเท่ากับร้อยละ15.19

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการ

3.1 อุปกรณ์

1) ตัวอย่างที่นำไปทำแบบบล็อกเหล็กที่จะขึ้นรูปแผ่นฉนวน มี 3 ขนาด คือ 1) ขนาด กว้าง 10 เซนติเมตร ยาว 10 เซนติเมตร หนา 2 นิ้ว 2) ขนาด กว้าง 15 เซนติเมตร ยาว 15 เซนติเมตร หนา 2 นิ้ว 3) ขนาด กว้าง 20 เซนติเมตร ยาว 20 เซนติเมตร หนา 2 นิ้ว

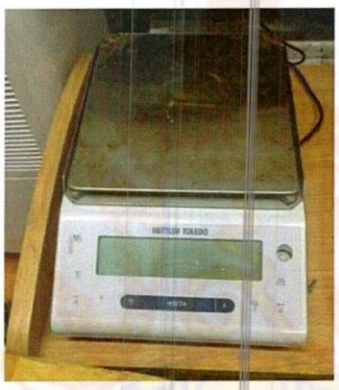


ภาพที่ 19 แสดงแบบบล็อกเหล็กที่จะขึ้นรูปแผ่นฉนวน

2) เครื่องกดอัดโดยไม่ใช้ความร้อนหลักการคือ ใช้แผ่นเหล็ก 2 แผ่นที่มีขนาดความหนา 8 มิลลิเมตร เจาะรูที่มุมแผ่นเหล็กจำนวนสี่รูเพื่อให้แรงในการกดอัดกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอหลังจากนั้นใช้น๊อตใส่ในรูของเหล็กทั้ง 2 แผ่นแล้วทำการขันน๊อตทั้ง 4 โดยอาศัยหลักการแรงจากเกลียวของน๊อตเพื่อบีบให้แผ่นเหล็กทั้งสองอัดเส้นใยลูกตาลให้มีขนาดความหนาตามที่ต้องการ

ภาพที่ 20 แสดงแบบเครื่องกดอัดโดยไม่ใช้ความร้อน

3) ตาชั่ง Mettler Toledo ค่าคลาดเคลื่อน (Error) เท่ากับ 0.05 กรัม รับโหลดได้ 6,200 กรัม และสามารถอ่านค่าได้ตั้งแต่ 1 มก. ถึง 0.1 กรัม



ภาพที่ 21 ตาชั่ง Mettler Toledo

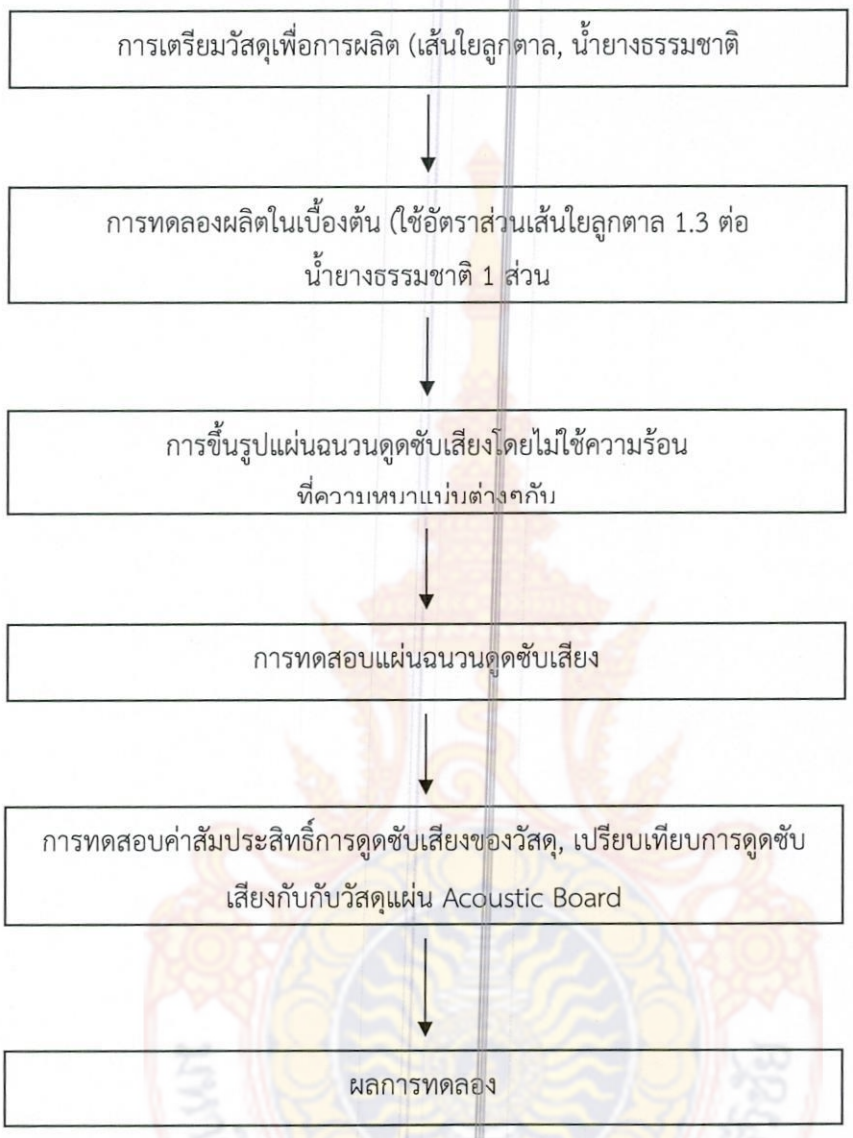
4) เตาอบ Memmertlso 9001 ค่าคลาดเคลื่อน (Error) เท่ากับ 0.5°c สามารถทำอุณหภูมิได้ตั้งแต่ 10°c ถึงอุณหภูมิ 300°c และสามารถปรับค่าอุณหภูมิได้ละเอียดถึง 0.1°c

ภาพที่ 22 เตาอบ Memmertlso 9001

5) เครื่องทดสอบวัสดุ Acoustic Testing Material โดยสามารถวัดคุณสมบัติการดูดซับเสียงของวัสดุที่ความถี่ต่างๆ ช่วงความถี่ต่ำ หรือเสียงต่ำและ ช่วงความถี่สูง หรือเสียงสูง ในช่วงความถี่ 500 Hz – 6.4 kHz เราเรียกค่าที่ได้ว่า Sound Absorption Coefficient (ส.ป.ส. การดูดซับเสียงของวัสดุ)

ภาพที่ 23 เครื่องทดสอบการดูดซับเสียง

แผนภูมิแสดงวิธีการวิจัย



ภาพที่ 24 ขั้นตอนการทำวิจัย

3.2 วิธีการทดลอง

1) การเตรียมวัสดุใยลูกตาลและน้ำยางพารา (น้ำยางธรรมชาติ)

1.1) รวบรวมเส้นใยจากอำเภอสทิงพระ จังหวัดสงขลา หลังจากเหลือทิ้งจากการประกอบอาชีพและ ลูกที่แก่ตกจากต้น 1) โดยการนำลูกตาลดังกล่าวไปแช่น้ำเพื่อให้เส้นใยนิ่มและอ่อนตัว 2) งัดขั้วตาลและปลอกเปลือกลูกตาลออก 3) ตัดเส้นใยออกจากผล 4) นำเส้นใยที่ตัดแล้วแช่น้ำต่อ 5) ล้างทำความสะอาดเส้นใยจนน้ำที่ล้างใส 6) นำเส้นใยตากแดดให้แห้ง

ภาพที่ 25 ขั้นตอนการยีเส้นใยลูกตาล (การเตรียมเส้นใยลูกตาล)

ภาพที่ 25 (ต่อ)

1.2) วัสดุประสานน้ำยางธรรมชาติ

ภาพที่ 26 น้ำยางธรรมชาติ (น้ำยางพารา)

1.3) นำเส้นใยที่ตากแดกแห้งแล้วมาต้มด้วยน้ำเปล่า เป็นการทำความสะอาดเส้นใยที่อุณหภูมิ 90-100 องศาเซลเซียส เพื่อเป็นการแยกเส้นใยให้เรียงตัวกันอย่างสม่ำเสมอกันมากขึ้น เมื่อต้มแล้ว นำมาแช่น้ำสะอาดอีกครั้งเพื่อแยกส่วนไม่ใช่เส้นใยออก นำไปตากแดดให้แห้ง

ภาพที่ 27 แสดงการต้มเส้นใยลูกตาล

1.4) นำเส้นใยที่ตากแดดแห้งแล้วมาตัดที่ความยาว เฉลี่ย 1-2 เซนติเมตรเนื่องจากเส้นใยลูกตาลมีความยาวเฉลี่ย 11.15 เซนติเมตร เป็นเส้นใยที่มีความยาวและไม่มีความสม่ำเสมอ อาจทำให้น้ำยางธรรมชาติไม่สามารถประสานกับเส้นใยได้อย่างสม่ำเสมอ จึงต้องทำการย่อยเส้นใยด้วยวิธีการสับเส้นใยให้สั้นลง เพื่อเพิ่มพื้นที่สัมผัสระหว่างเส้นใยลูกตาลและน้ำยางธรรมชาติให้มากขึ้น และช่วยให้เส้นใยกระจายตัวตัวอย่างสม่ำเสมอมากขึ้น ทำให้การยึดเกาะกันระหว่างเส้นใยลูกตาลและน้ำยางธรรมชาติยึดเกาะกันได้ดีขึ้น

ภาพที่ 28 แสดงการตัดเส้นใยลูกตาล

1.5) ชั่งน้ำหนักเส้นใยด้วยการคำนวณความหนาแน่นเส้นใยลูกตาลที่ โดยใช้อัตราส่วนเส้นใยลูกตาล 1.3 ส่วน ต่อน้ำยางธรรมชาติ 1 ส่วน

การคำนวณความหนาแน่น (Density: D)

ขนาดแผ่น กว้าง 20 เซนติเมตร ยาว 20 เซนติเมตร หนา 5 เซนติเมตร

ความหนาแน่น /ลูกบาศก์เมตร

D = M/V

D = ความหนาแน่น (กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร)

M = มวลของวัสดุ (กิโลกรัม)

V = ปริมาตร (ลูกบาศก์เมตร)

ภาพที่ 29 แสดงการชั่งน้ำหนักเส้นใยลูกตาลจากการคำนวณปริมาณตามความหนาแน่นที่กำหนด

ความหนาแน่นของเส้นใยลูกตาล (กก./ลบ.ม.)	ปริมาณเส้นใย (กรัม)
150	120
200	160
250	200
300	240
350	280

ตารางที่ 9 แสดงความหนาแน่นของเส้นใยลูกตาลและปริมาณเส้นใยลูกตาล

1.6) คำนวณปริมาณน้ำยางพารา ชั่งน้ำหนัก จากการทดลองผลิตในเบื้องต้น พบว่า อัตราส่วนการขึ้นรูปจากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวกับการขึ้นรูปเส้นใย การผลิตแผ่นฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยลูกตาล ได้ทำการขึ้นรูปแผ่นฉนวนที่อัตราส่วน เส้นใยตาลโตนด 1.3 ส่วนต่อ น้ำยางธรรมชาติ 1 ส่วน จึงได้ทดลองทำการขึ้นรูปด้วยอัตราส่วนเดียวกัน พบว่า สามารถขึ้นรูปได้ (ศรัณยา, 2558)

อัตราส่วน		การขึ้นรูป	ความสามารถในการขึ้นรูป
เส้นใยลูกตาล	น้ำยางธรรมชาติ		
3	1	ไม่ได้	ไม่สามารถขึ้นรูปได้
2	1	ไม่ได้	ไม่สามารถขึ้นรูปได้
1.5	1	ได้	สามารถขึ้นรูปได้ แต่สภาพการยึดเกาะไม่ดี สามารถดัดโค้งได้
1.4	1	ได้	สามารถขึ้นรูปได้ แต่สภาพการยึดเกาะไม่ดี สามารถดัดโค้งได้
1.3	1	ได้	สามารถขึ้นรูปได้ดี สภาพการยึดเกาะดี สามารถงอโค้งได้
1.2	1	ได้	สามารถขึ้นรูปได้ดี สภาพการยึดเกาะดี สามารถงอโค้งได้

ตารางที่ 10 แสดงอัตราส่วนที่เหมาะสมในการขึ้นรูปแผ่นฉนวนกันความร้อน

1.7) ชั่งน้ำหนักน้ำยางธรรมชาติตามอัตราส่วนจากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวกับการขึ้นรูปเส้นใย วางทิ้งไว้ประมาณ 5-10 นาที เพื่อไล่แอมโมเนียที่รักษาสภาพน้ำยางธรรมชาติ จากการทดลองผลิตในเบื้องต้น อัตราส่วนในการขึ้นรูปแผ่นฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยลูกตาลและน้ำยางธรรมชาติ ที่อัตราส่วนเส้นใยลูกตาล 1.3 ส่วนต่อน้ำยาง ธรรมชาติ 1 ส่วน (ศรัณยา, 2558)

ปริมาณเส้นใย (กรัม)	น้ำยางธรรมชาติ (กรัม)
120	93
160	124
200	154
240	185
280	216

ตารางที่ 11 แสดงปริมาณเส้นใยลูกตาลและน้ำยางธรรมชาติ

2) กระบวนการอัดแผ่นวัสดุ

2.1) นำเส้นใยลูกตาลกับน้ำยางธรรมชาติที่ชั่งได้มาผสมกันขึ้นรูปในบล็อกเหล็ก ด้วยวิธีการฉีดพ่นประสานเพื่อการสัมผัสของน้ำยางและเส้นใยเข้ากันได้อย่างสม่ำเสมอ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการยึดเกาะของวัสดุประสานน้ำยางธรรมชาติและเส้นใยลูกตาล

ภาพที่ 30 การนำเส้นใยลูกตาลกับน้ำยางธรรมชาติที่ชั่งได้มาผสมกันขึ้นรูปในบล็อกเหล็กด้วยวิธีการฉีดพ่นประสาน

2.2) นำบล็อกเหล็กไปใส่ในเครื่องกดอัด เพื่อบีบให้แผ่นเหล็กทั้งสองอัดเส้นใยลูกตาลให้มีขนาดตามที่ต้องการ กว้าง 10 เซนติเมตร ยาว 10 เซนติเมตร, กว้าง 15 เซนติเมตร ยาว 15 เซนติเมตรและ กว้าง 20 เซนติเมตร ยาว 20 เซนติเมตร หนา 5 เซนติเมตร

ภาพที่ 31 แสดงการนำบล็อกเหล็กไปใส่ในเครื่องกดอัด

2.3) กดทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง เพื่อให้เส้นใยลูกตาลและน้ำยางธรรมชาติคงรูปตามบล็อกที่ขึ้นรูปและมีความแข็งตัวคงรูป

ภาพที่ 32 แสดงการกดอัดด้วยเครื่องอัดที่ไม่ใช้ความร้อนกดทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง

2.4) เมื่อได้แผ่นผนังจากใยลูกตาลโตนดแล้ว นำมาตัดให้เป็นวงกลมเส้นผ่านศูนย์กลางที่ 10 เซนติเมตร ก่อนนำเข้าเครื่องทดสอบด้านการดูดซับเสียง

ภาพที่ 33 แสดงชิ้นงานทดสอบ

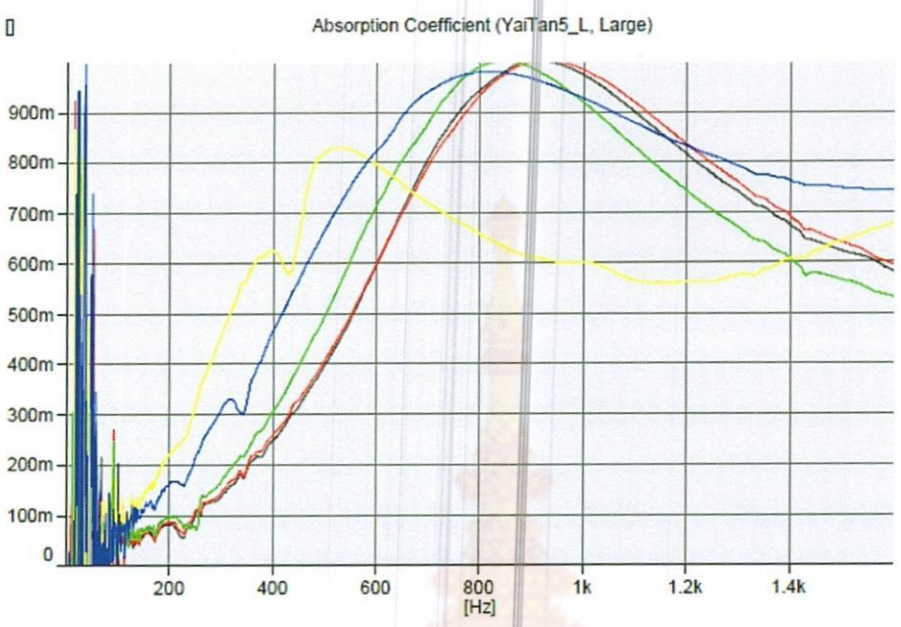
3) กระบวนการทดสอบคุณสมบัติด้านการดูดซับเสียง

3.1) การทดสอบคุณสมบัติด้านการดูดซับเสียง ก่อนนำเข้าเครื่องทดสอบได้ชั่งน้ำหนักและ วัดขนาดของตัวชิ้นงาน ก่อนการทดสอบ หลังจากนั้นนำชิ้นตัวอย่างเข้าเครื่องทดสอบคุณสมบัติด้านการดูดซับเสียง

ลำดับ	ชื่อชิ้นงาน	สีกราฟทดสอบเสียง	ความหนา (mm)	น้ำหนัก (g)	ลักษณะ
1	ใยตาลเล็ก 1		38.41	66.5	ตัดเส้นใย
2	ใยตาลเล็ก 2		43.55	66.2	
3	ใยตาลเล็ก 3		43.94	71.7	
4	ใยตาลใหญ่ 4		53.64	120.2	ไม่ตัดเส้นใย
5	ใยตาลใหญ่ 5		53.41	84.2	

ตารางที่ 12 แสดงสี ความหนา น้ำหนักของชิ้นตัวอย่าง

ภาพที่ 34 แสดงการใช้เครื่องทดสอบ



ภาพที่ 35 แสดงการความสามารถในการดูดซับเสียง

บทที่ 4

ผลการทดลองและ วิจารณ์ผล

4.1 ผลการทดลอง

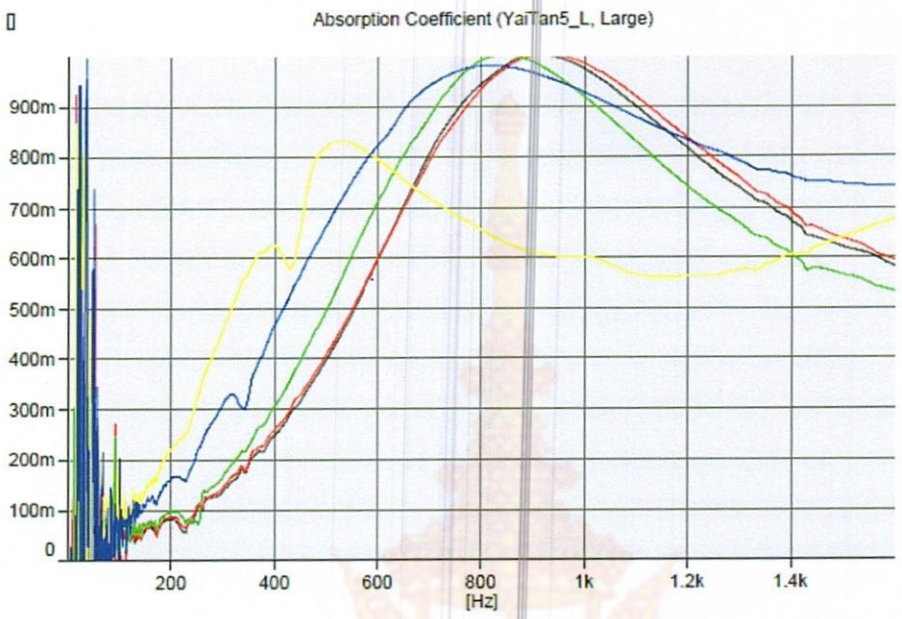
จากการทดลองทำการขึ้นรูปแผ่นผนังดูดซับเสียงจากเส้นใยลูกตาลโตนด กับน้ำยางธรรมชาติ ขนาด 1) ขนาด กว้าง 10 เซนติเมตร ยาว 10 เซนติเมตร หนา 2 นิ้ว 2) ขนาด กว้าง 15 เซนติเมตร ยาว 15 เซนติเมตร หนา 2 นิ้ว 3) ขนาด กว้าง 20 เซนติเมตร ยาว 20 เซนติเมตร หนา 2 นิ้ว และเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 เซนติเมตรที่ใช้ในการทดสอบ โดยใช้อัตราส่วนเส้นใยลูกตาลโตนด 1.3 ส่วน ต่อน้ำยางธรรมชาติ 1 ส่วน สามารถแบ่งขั้นตอนออกเป็น 3 ขั้นตอนคือ 1) การเตรียมเส้นใยลูกตาลโตนดและน้ำยางธรรมชาติ 2) การขึ้นรูปแผ่นผนังดูดซับเสียง 3) การทดสอบแผ่นผนังดูดซับเสียง ซึ่งผลการวิจัยมีดังนี้

1) การขึ้นรูปแผ่นผนังดูดซับเสียงจากเส้นใยตาลโตนด ขนาดของแผ่นที่กำหนด เส้นผ่านศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร หนา 2 นิ้ว ที่ใช้ในการทดสอบ

ลำดับ	ความหนา (mm)	น้ำหนัก (g)
1	38.41	66.5
2	43.55	66.2
3	43.94	71.7
4	53.64	120.2
5	53.41	84.2

ตารางที่ 13 แสดงความหนาและน้ำหนักของแผ่นผนังดูดซับเสียง

2) กราฟแสดงผลการทดสอบคุณสมบัติด้านการดูดซับเสียง



ภาพที่ 34 แสดงการความสามารถในการดูดซับเสียง

สรุปผลจากกราฟ คิดที่ระยะ 400 Hz สีน้ำเงินมีช่วงในการดูดซับเสียงที่กว้างที่สุด ในขณะที่สีเหลืองเริ่มที่ความก่อน แต่ช่วงแคบกว่า และในขณะเดียวกัน สีดำ สีแดงและ สีเขียว ก็ถือว่าดูดซับเสียงเช่นกัน แต่เริ่มที่ความความถี่หลังสีเหลืองกับสีน้ำเงิน จึงทำให้สีน้ำเงินมีค่าความสามารถในการดูดซับเสียงดีที่สุด

ผลการทดลองความสามารถในการดูดซับเสียงของเส้นใยจากเปลือกลูกตาลโตนดที่ความหนา 2 นิ้ว รูปแบบที่จะทำเป็นผนังมี 2 รูปแบบคือ รูปแบบที่ 1 คือ การตัดเส้นใยจากเปลือกตาลโตนดเพื่อให้เส้นใยมีความยาวของเส้นที่สม่ำเสมอกันและเพื่อการยึดติดของตัวประสาน รูปแบบที่ 2 คือ การนำเส้นใยที่ได้ไม่ผ่านกระบวนการตัดใดๆ ใช้ความยาวของเส้นที่มี พบว่าแผ่นผนังเส้นใยจากเปลือกลูกตาลโตนดสามารถดูดซับเสียงได้อยู่ที่ 400 – 1,400 Hz รูปแบบที่ 1 ความสามารถในการดูดซับเสียงอยู่ที่ 400 – 1,200 Hz 2.6 – 7.8 dB และการดูดซับเสียงเริ่มต่ำลง ส่วนรูปแบบที่ 2 ความสามารถในการดูดซับเสียงอยู่ที่ 400 – 1,400 Hz 2.6 – 9 dB และการดูดซับเสียงเริ่มต่ำลง เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับวัสดุที่มีอยู่ในท้องตลาดสามารถดูดซับเสียงได้ในระดับหนึ่ง อาจจะไม่ดีกว่าแต่ก็ไม่ได้แย่กว่าวัสดุที่มีตามท้องตลาด

ภาพที่ 36 แสดงการนำชิ้นงานมาทำเป็นผนัง

ได้ชิ้นงานต้นแบบที่สามารถนำไปใช้งานและ รูปแบบในงานจัดวางชิ้นงานไม่มีรูปแบบตายตัว ขึ้นอยู่กับผู้ใช้งานในการจัดวาง

4.2 วิจารณ์ผล

1) ค่าการการดูดซับเสียงสะท้อน (SOUND REFLECTION)

การทดลองแผ่นผนังเส้นใยจากเปลือกตาลโตนด พบว่าความหนาแน่นและ ความหนาของแผ่นผนังเส้นใยจากเปลือกตาลโตนดมีผลต่อการดูดซับเสียงสะท้อน โดยมีการเพิ่มความหนาที่ความหนาแน่นเดียวกันน่าจะส่งผลให้การดูดซับเสียงสะท้อนดีขึ้นด้วยเช่นกันและ หากส่วนที่ความหนาแน่นต่างกันจะมีความสามารถในการดูดซับเสียงมากในฉนวนที่ความหนาแน่นสูง เนื่องแผ่นผนังเส้นใยจากเปลือกตาลโตนดที่มีความหนาแน่นน้อยมีช่องว่างอากาศมากกว่า ทำให้เสียงสะท้อนที่แผ่นผนังกลับมายังตัวรับเสียงได้มากกว่าแผ่นผนังเส้นใยจากเปลือกตาลโตนดที่มีความหนาแน่นมากช่องว่างอากาศระหว่างเส้นใยอัดตัวกันแน่นกว่า ทำให้พลังงานเสียงถูกดูดซับไว้มากกว่า จึงสะท้อนกลับมายังตัวรับมีค่าลดลง

ผลจากการทดลองการดูดซับเสียงสะท้อน ที่มีความหนาแน่นเดียวกัน การเพิ่มความหนามีค่าการดูดซับเสียงสะท้อนได้ดีกว่ามากโดยที่มีความหนา 2 นิ้ว

2) ค่าการการดูดซับเสียงส่งผ่าน (SOUND TRANSMISSION LOSS)

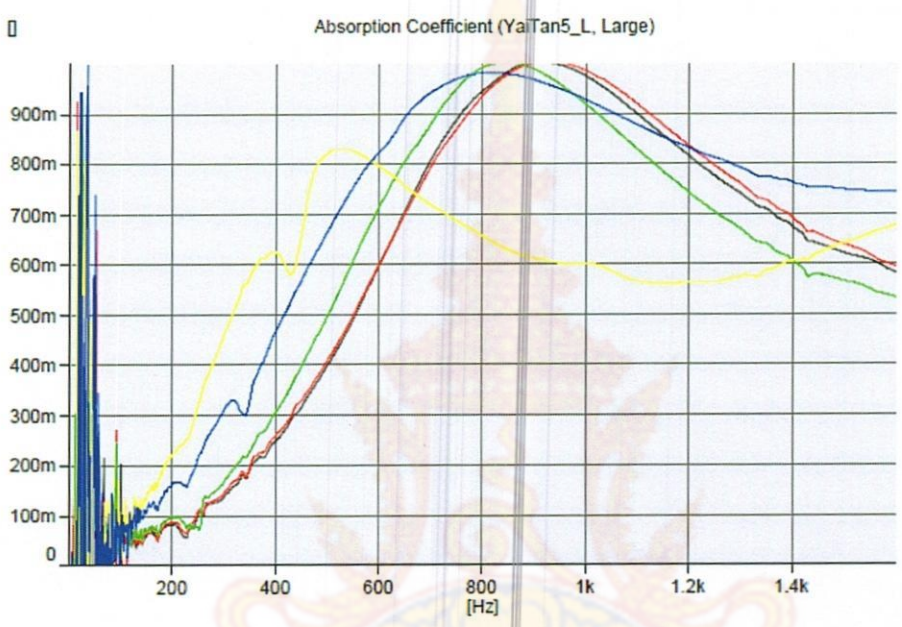
การทดสอบแผ่นผนังเส้นใยจากเปลือกตาลโตนด พบว่าความหนาแน่นและความหนาของแผ่นผนังเส้นใยจากเปลือกตาลโตนด มีผลต่อการดูดซับเสียงส่งผ่าน โดยการเพิ่มขึ้นของความหนาที่ความหนาแน่นเดียวกันส่งผลให้การดูดซับเสียงส่งผ่านดีขึ้น และหากส่วนที่ความหนาแน่นต่างกันจะมีความสามารถในการดูดซับเสียงส่งผ่านในฉนวนที่ความหนาแน่นสูง เนื่องแผ่นผนังเส้นใยจากเปลือกตาลโตนดที่มีความหนาแน่นน้อยมีช่องว่างอากาศมากกว่า ทำให้เสียงส่งผ่านที่แผ่นผนังกลับมายังตัวรับเสียงได้มากกว่าแผ่นผนังเส้นใยจากเปลือกตาลโตนดที่มีความหนาแน่นมากช่องว่างอากาศระหว่างเส้นใยอัดตัวกันแน่นกว่า ทำให้เสียงส่งผ่านกระทบกับเส้นใยจากเปลือกตาลโตนดมากกว่า ทำให้พลังงานเสียงถูกดูดซับไว้มากกว่า จึงส่งผ่านกลับมายังตัวรับมีค่าลดลง

ผลจากการทดลองการดูดซับเสียงส่งผ่าน ที่มีความหนาแน่นเดียวกัน การเพิ่มขึ้นของความหนามีค่าการดูดซับเสียงส่งผ่าน (SOUND TRANSMISSION LOSS) ได้มากขึ้น แสดงว่าเสียงส่งผ่านได้น้อยลง

บทที่ 5

สรุปผลและ ข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง



สีน้ำเงินมีช่วงในการดูดซับเสียงที่กว้างที่สุด ในขณะที่สีเหลืองเริ่มที่ความก่อน แต่ช่วงแคบกว่า และในขณะเดียวกัน สีดำ สีแดงและ สีเขียว ก็ถือว่าดูดซับเสียงเช่นกัน แต่เริ่มที่ความความถี่หลังสีเหลือง กับสีน้ำเงิน จึงทำให้สีน้ำเงินมีค่าความสามารถในการดูดซับเสียงดีที่สุด ซึ่งจะทำให้เห็นว่าเส้นสีน้ำเงิน สีเขียว สีดำและ สีแดงที่มีความหนาและน้ำหนักใกล้เคียงกันมีค่าความสามารถในการดูดซับเสียงที่ใกล้เคียงกันเพราะอาจจะเกิดจากกระบวนการอัดขึ้นรูปที่มีผลต่อขนาดและน้ำหนักที่เกิดขึ้น ซึ่งเส้นสีเหลืองที่มีค่าความสามารถในการดูดซับเสียงได้น้อยที่สุดน่าจะมีผลมาจากกระบวนการอัดขึ้นรูปเช่นกัน

ได้ชิ้นงานต้นแบบที่สามารถนำไปใช้งานและ รูปแบบในงานจัดวางชิ้นงานไม่มีรูปแบบตายตัว ขึ้นอยู่กับผู้ใช้งานในการจัดวาง

5.2 ข้อเสนอแนะ

1) เมื่อได้เส้นใยลูกตาลมาแล้วควรเก็บไว้ที่แห้งสนิทหรือควรนำเส้นใยไปอบแห้งก่อนที่จะนำเส้นใยมาใช้เพื่อการขึ้นรูป เนื่องจากเส้นใยลูกตาลเป็นเส้นใยเซลลูโลสธรรมชาติชนิดหนึ่งที่มีปริมาณความชื้นและน้ำอยู่จึงควรเก็บในที่แห้ง ถ้าเก็บไม่ดีอาจจะส่งผลต่อการทดสอบด้านปริมาณความชื้นหรืออัตราการดูดซึมน้ำ

2) ควรวางน้ำยางธรรมชาติทิ้งไว้ประมาณ 5-10 นาที เพื่อไล่แอมโมเนียที่รักษาสภาพน้ำยางธรรมชาติเพื่อให้การเกาะตัวของน้ำยางธรรมชาติเกาะตัวกันได้ดีขึ้น

3) การผลิตก่อนการกดอัดควรใช้แผ่นกระดาษอบขนมปังหรือแผ่นพลาสติกเพื่อป้องกันการติดเมื่อดึงแผ่นออกจากบล็อกหรือเครื่องกดอัดแบบไม่ใช้ความร้อน

4) ค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากฝีมือแรงงานอาจส่งผลต่อผลการทดสอบที่ได้ดังนั้นจึงควรมีกรรมวิธีในการผลิตที่ได้มาตรฐานเพื่อให้สามารถควบคุมการกระจายตัวและความสม่ำเสมอของเส้นใยตลอดจนการควบคุมแรงอัดที่ใช้อัดแผ่นให้คงที่และแน่นอนได้มากขึ้น

5) เส้นใยที่ใช้ในการทดสอบการดูดซับเสียงไม่ควรตัดให้มีขนาดที่เท่ากันเพราะจะทำให้ค่าความสามารถในการดูดซับเสียงน้อยลง

6) ควรนำไปอบให้แห้งสนิทเพราะความชื้นอาจจะมีผลต่อการทดลอง

7) ในงานวิจัยนี้ผลที่ได้ออกมาอยู่นั้นทำการวิเคราะห์ผลในด้านประสิทธิภาพในการใช้เป็นฉนวนป้องกันเสียงรบกวนการใช้ห้องเรียนเลคเชอร์ ซึ่งควรศึกษาเพิ่มในส่วนของการเปรียบเทียบการใช้งานและต้นทุนการผลิตและพลังงานที่ใช้ในการผลิตกับใยแก้วที่ใช้ในปัจจุบัน เพื่อหาความคุ้มค่าในการลงทุน

8) ควรมีการนำไปทดสอบในสภาพแวดล้อมจริง เพื่อได้เห็นผลลัพธ์ที่ดีขึ้น

บรรณานุกรม

กนกอร หั้นเจริญ. **การวัดค่าสภาพการนำความร้อนของฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยสับปะรดด้วยวิธีการสอบกลับทางตรง** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขามาตรวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ,2556.

กรมควบคุมมลพิษ 2548. โลกนี้เสียงดัง น.31.

กรมควบคุมมลพิษ 2548. สรุปสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย น.20.

จักรกริศน์ พิสูจน์เสียง. 2554. **ประสิทธิภาพการป้องกันความร้อนของฉนวนใบยางพารา.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธนากร ถนอนพงศ์. **เส้นใยทางใบปาล์มอัดแผ่นสำหรับดูดซับเสียง** ศึกษาค้นคว้าอิสระสถาปัตยกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขานวัตกรรมอาคาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ,2552.

ภาณุเดช ขัดเงางาม. **การผลิตแผ่นผนังภายในอาคารที่ทำจากต้นธูปฤาษี** ศึกษาค้นคว้าอิสระสถาปัตยกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขานวัตกรรมอาคาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,2549.

ภัทราภรณ์ ศิริเพ็ชร. **แผ่นดูดซับเสียงจากซังข้าวโพด** ศึกษาค้นคว้าอิสระสถาปัตยกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขานวัตกรรมอาคาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ,2550.

ยงยุทธ จันทรอัมพร. **ผนังใยกล้วย** ศึกษาค้นคว้าอิสระสถาปัตยกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขานวัตกรรมอาคาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ,2552.

สถาปนิก สุริยันต์. **แผ่นฉนวนกันเสียงจากใยมะพร้าว** ศึกษาค้นคว้าอิสระสถาปัตยกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขานวัตกรรมอาคาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ,2550.

ศรัณยา รัตนากร. **การผลิตแผ่นฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยลูกตาล** วิทยานิพนธ์สถาปัตยกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขานวัตกรรมอาคาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ,2558.

ASHRAE Handbook, HVAC Applications, 1999

B.H.Sharp, 1978 Prediction Methods for the Sound Transmission of Building Elements. *NoiseControl Engineering* Vol. 11

Mohd Jailani Mohd Nor, Nordin Jamaludin, Fadzlita Mphd Tamiri 2004. A preliminary study of 70sound absorption using multi-layer coconut coir fiber University Kebangsaan Malaysia.

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ - นามสกุล	นางสาว เจนจิรา ขุนทอง
	Janejira Khunthong
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	เลขที่ 67/3 ถนน สงขลา-นาทวี หมู่ 6
	ตำบลเขารูปช้าง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	อาจารย์
สถานที่ทำงาน	คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย สงขลา
	ตำบลบ่อยาง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา
หมายเลขโทรศัพท์	086-9602490 , 074-317173

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2552	สถ.บ. (สาขาเทโนโลยีสถาปัตยกรรม)
	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย สงขลา
	ตำบลบ่อยาง อำเภอเมืองสงขลา จังหวัดสงขลา
พ.ศ. 2556	สถ.ม. (สาขานวัตกรรมอาคาร)
	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เขตบางเขน กรุงเทพมหานคร

ผลงานการวิจัย

โครงการวิจัย “การพัฒนาด้านสถาปัตยกรรมสู่ชุมชนยั่งยืน ของชาวไทยมุสลิมบริเวณรอบทะเลสาบสงขลา” ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัย งบประมาณแผ่นดินประจำปี 2553 ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย สงขลา (ผู้ร่วมวิจัย)

โครงการวิจัย “การออกแบบผลิตภัณฑ์จากตาลโตนดเพื่อใช้ในการตกแต่งอาคาร อำเภอสทิงพระ จังหวัด” ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัย งบรายได้ประจำปี 2557 ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย สงขลา (ผู้ร่วมวิจัย)

โครงการวิจัย “ศึกษาการเปลี่ยนแปลงลักษณะของเรือน บริเวณชุมชนเมืองเก่าลำปำ จังหวัดพัทลุง” ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัย งบประมาณแผ่นดินประจำปี 2557 ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย สงขลา (ผู้ร่วมวิจัย)

ประวัติผู้ร่วมวิจัย

ชื่อ - นามสกุล	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ปิยาภรณ์ อรมุต
	Assit. Prof. Piyaporn Oramut
สถานที่เกิด	อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	เลขที่ 1/32 ถนน กาญจนวานิช หมู่ 1 ตำบลน้ำน้อย
	อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90000
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	อาจารย์
สถานที่ทำงาน	คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย สงขลา
	ตำบลบ่อยาง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา
หมายเลขโทรศัพท์	088-7823563 , 074-317173

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2539	สถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต (สถ.บ.)
	สาขาเทคโนโลยีสถาปัตยกรรม สถาบันเทคโนโลยีราช
	มงคลธัญบุรี อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี
พ.ศ. 2544	ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต (ศศ.ม.)
	สาขาไทยคดีคณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์
	มหาวิทยาลัยทักษิณ ตำบลเขารูปช้าง อำเภอเมือง
	จังหวัดสงขลา
พ.ศ. 2555	ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (ปร.ด.)
	สาขาไทศึกษา คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์
	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ตำบลตลาด อำเภอเมือง
	มหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม

ผลงานการวิจัย

โครงการวิจัย “ศึกษาการเปลี่ยนแปลงลักษณะของเรือน บริเวณชุมชนเมืองเก่าลำปำ จังหวัดพัทลุง” ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัย งบประมาณแผ่นดินประจำปี 2557 ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย สงขลา (ผู้วิจัย)

โครงการวิจัย “ความสัมพันธ์ระหว่างวิถีชีวิตกับเรือนพื้นถิ่นชุมชน ตำบลพนางตุ อำเภอควนขนุน จังหวัดพัทลุง” ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัย งบประมาณแผ่นดินประจำปี 2556 ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย สงขลา (ผู้วิจัย)

โครงการวิจัย “ลักษณะเรือนพื้นถิ่น ตำบลปูยู อำเภอเมือง จังหวัดสตูล” ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัย งบประมาณแผ่นดินประจำปี 2554 ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย สงขลา (ผู้วิจัย)

โครงการวิจัย “การพัฒนาด้านสถาปัตยกรรมสู่ชุมชนยั่งยืน ของชาวไทยมุสลิมบริเวณรอบทะเลสาบสงขลา” ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัย งบประมาณแผ่นดินประจำปี 2553 ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย สงขลา (ผู้วิจัย)

โครงการวิจัย “ภูมิปัญญาทักษิณ : วิถีชีวิต วิถีความคิด ของชาวไทยมุสลิมที่สะท้อนจากบ้านเรือนบริเวณรอบทะเลสาบสงขลา” ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัย งบประมาณแผ่นดินประจำปี 2552 ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย สงขลา (ผู้วิจัย)

โครงการวิจัย “ลักษณะเรือนพื้นถิ่นของชาวไทยเชื้อสายจีน ตำบลเกาะสาหร่าย อำเภอเมือง” ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัย งบประมาณแผ่นดินประจำปี 2552 ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย สงขลา (ผู้วิจัย)

โครงการวิจัย “ภูมิปัญญาทักษิณ : เรือนไทยพุทธ ตำบลคูขุด อำเภอสทิงพระ จังหวัดสงขลา” ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัย งบประมาณแผ่นดินประจำปี 2552 ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย สงขลา (ผู้วิจัย)

โครงการวิจัย “การออกแบบผลิตภัณฑ์จากตาลโตนดเพื่อใช้ในการตกแต่งอาคาร อำเภอสทิงพระ จังหวัด” ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัย งบรายได้ประจำปี 2557 ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย สงขลา (ผู้ร่วมวิจัย)