



แผ่นดูดซับเสียงจากเศษไม้สังเคราะห์โรงงานอุตสาหกรรม

นางสาวธิดารัตน์ ทองชัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวัฒนธรรมและการออกแบบเพื่อความยั่งยืน

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ปีการศึกษา 2567

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

แผ่นดูดซับเสียงจากเศษไม้สังเคราะห์โรงงานอุตสาหกรรม



นางสาวธิดารัตน์ ทองชัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาลัทธิ

สถาปัตยกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต

สาขาวิชาวัฒนธรรมและการออกแบบเพื่อความยั่งยืน

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ปีการศึกษา 2567

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ



ใบรับรองโครงงานวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

เรื่อง แผ่นดูดซับเสียงจากเศษไม้สังเคราะห์โรงงานอุตสาหกรรม

โดย นางสาวธิดารัตน์ ทองชัย

ได้รับอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาอนุรักษ์วัฒนธรรมและการออกแบบเพื่อความยั่งยืน

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย / หัวหน้าภาควิชา

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ประธานกรรมการ

(ศาสตราจารย์ ดร.โจเซฟ เคตารี)

อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรวลี อมรสิทธิ์ระกุล)

กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ธนา อนันต์อาษา)

ชื่อ : นางสาวธิดารัตน์ ทองชัย
ชื่อวิทยานิพนธ์ : แผ่นดูดซับเสียงจากเศษไม้สังเคราะห์โรงงานอุตสาหกรรม
สาขาวิชา : นวัตกรรมและการออกแบบเพื่อความยั่งยืน
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรวลี อมรสิทธิ์กุล
ปีการศึกษา : 2567

บทคัดย่อ

ในสภาพบริบทสังคมเมืองที่มีความแออัด กิจกรรมที่มากมายก่อให้เกิดปัญหามลพิษทางเสียง ปัญหาเหล่านี้มักแก้ไขโดยการใช้วัสดุที่สามารถดูดซับเสียงได้ [14] ปัจจุบันในท้องตลาดมีสินค้าให้ผู้บริโภคได้เลือกใช้ส่วนใหญ่ทำมาจากใยแก้ว ย่อยสลายยากอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม หากพัฒนาวัสดุซับเสียงจากเศษวัสดุเหลือใช้เพื่อการส่งเสริมการลดขยะ จะเป็นอีกทางเลือกหนึ่งให้กับผู้บริโภค เช่น เศษไม้สังเคราะห์เหลือใช้จากการตัดแต่งเศษไม้ในโรงงานอุตสาหกรรม มีลักษณะเป็นขุยชิ้นเล็ก ๆ น้ำหนักเบา และไม่ชื้นน้ำ เหมาะแก่การทำให้เป็นผนังซับเสียง งานวิจัยนี้ แบ่งเป็น 2 ชุดการวิจัยงานวิจัยแรกทำเพื่อศึกษาส่วนผสมที่เหมาะสมกับการขึ้นรูปชิ้นงาน ระหว่างเศษไม้สังเคราะห์และกาวลาเท็กซ์ ชิ้นงานจะถูกนำไปทดสอบกับเครื่อง acoustic material test โดยสัดส่วนไม้สังเคราะห์ : กาวลาเท็กซ์ที่เหมาะสมคือ 1 : 1 และ 1 : 2 จากนั้นเลือกเศษไม้สังเคราะห์แบบหยาบ สัดส่วน 1 : 1 ซึ่งให้ผลการกันเสียงดีที่สุด มาขึ้นรูปเปรียบเทียบกับวัสดุซับเสียงในท้องตลาด โดยเลือกชิ้นงานในท้องตลาดมา 3 ประเภท และสร้างกล่องทดสอบ ผลการทดลองพบว่า WAB3 (แผ่นวัสดุซับเสียงแผ่นแบบเจาะรูกลม) มีค่าการลดลงของเสียงมากที่สุด การทดลองนี้จะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาแผ่นดูดซับเสียงจากวัสดุเหลือใช้ในอนาคต

(มีจำนวนทั้งสิ้น 64 หน้า)

คำสำคัญ : มลพิษทางเสียง, วัสดุซับเสียง, ไม้สังเคราะห์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

Name : Miss Thidarut Thongchai
Thesis Title : Sound Absorbing Panels from Industrial Synthetic
Wood Chips
Major Field : Innovation and Designing for Sustainability
King Mongkut's University of Technology North
Bangkok
Thesis Advisor : Assistant Professor Dr. Onvalee Amornleetrakul
Academic Year : 2024

ABSTRACT

In the context of heavy traffic cities . There are many activities causes noise pollution problems, these problems are solved by using sound-absorbing materials [14] Currently, there are products for consumers to choose from, most of which are made from fiberglass, which is difficult to decompose, harmful to the environment. If the sound absorbing material is used as a waste material to promote waste reduction, it will be an alternative for consumers, such as synthetic wood chips left over from industrial plants. It has the appearance of small flakes, lightweight and does not absorb water, suitable for making sound-absorbing walls. This research is divided into two phases, first phase studies the mixture between synthetic wood chips and glue. The samples were tested using an acoustic material testing machine. The appropriate proportion are 1: 1 and 1: 2, the coarse synthetic wood chips proportion 1: 1 which gives the best soundproofing, was selected for compare model with commercially sound-absorbing materials by selecting 3 types of workpieces on the market and creating a test box. The results showed that WAB3 (round hole type) had the highest sound reduction value. This experiment will be useful in developing sound absorbing panels from waste materials in the future.

(Total 64 Pages)

Keywords: Noise pollution, Sound-absorbing Material, Synthetic Wood Chips

Advisor

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร. อรวลี อมรลีตระกูล ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักสำหรับการดูแลเอาใจใส่ และให้คำปรึกษาตลอดระยะเวลาการทำวิทยานิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบคุณคณาจารย์ผู้มีพระคุณทุกท่านในชีวิตที่ได้อบรมสั่งสอนและมอบความรู้อันเป็นประโยชน์ในการดำเนินชีวิต ต่อเนื่องไปจนถึงการปฏิบัติวิชาชีพสถาปัตยกรรม ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ผู้เกี่ยวข้องทุกท่านของคณะคณะสถาปัตยกรรมและการออกแบบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ สำหรับการช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์ลุล่วงไปด้วยดี

และสุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอขอบคุณบุคคลที่มีความสำคัญที่สุดคือครอบครัว สำหรับโอกาสกำลังใจและแรงผลักดันที่ทำให้มายืนในจุดนี้ได้อย่างภาคภูมิใจ

ธิดารัตน์ ทองชัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ซ
สารบัญรูปภาพ	ฅ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตการวิจัย	2
1.4 ระเบียบวิธีวิจัย	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 นิยามและคำจำกัดความ	3
2.1.1 มลพิษทางเสียง	3
2.1.2 ผลกระทบของมลพิษทางเสียง	4
2.2 ทฤษฎีเรื่องเสียง	4
2.2.1 คลื่นเสียง	6
2.2.2 การควบคุมเสียงภายในอาคาร	10
2.2.3 การดูดซับเสียง	12
2.3 วัสดุดูดซับเสียง	13
2.4 มาตรฐานการทดสอบวัสดุดูดซับเสียง	18
2.5 วัสดุไม้สังเคราะห์	19
2.6 กาวลาเท็กซ์	21
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	22

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 วิธีการดำเนินวิจัย	24
3.1 ขั้นตอนการดำเนินวิจัย	24
3.1.1 วิจัย A	25
3.1.1.1 ขั้นตอนการดำเนินวิจัย A	26
3.1.1.2 การออกแบบชิ้นงาน A	26
3.1.1.3 อุปกรณ์ชิ้นรูป วิจัยที่ A	27
3.1.1.4 ขั้นตอนการผลิตแผ่นวัสดุวิจัย A	28
3.1.2 วิจัย B	29
3.1.2.1 ขั้นตอนการดำเนินวิจัย B	29
3.1.2.2 การออกแบบชิ้นงาน B	29
3.1.2.3 อุปกรณ์ชิ้นรูป วิจัยที่ B	30
3.1.2.4 ขั้นตอนการผลิตแผ่นวัสดุวิจัย B	30
3.2 วิธีการดำเนินวิจัย	33
3.2.1 วิธีการทดสอบงานวิจัย A	33
3.2.1.1 เครื่องทดสอบการทดลอง A	33
3.2.2 วิธีการทดสอบงานวิจัย B	33
3.2.2.1 เครื่องทดสอบการทดลอง B	36
บทที่ 4 ผลการวิจัย	37
4.1 ผลการทดลอง A	37
4.1.1 ลักษณะทางกายภาพ	37
4.1.2 ผลการทดสอบค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียง งานวิจัย A	39
4.2 ผลการทดลอง B	42
4.2.1 เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงแผ่นดูดซับเสียงจาก ไม้สังเคราะห์และสินค้าในท้องตลาด	42
4.2.2 เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ค่าการลดลงของเสียง วัสดุซับเสียงจาก เศษไม้สังเคราะห์ WAB1 WAB2 และ WAB3	43

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ	44
5.1 สรุปผลการศึกษา	44
5.2 ข้อเสนอแนะ	45
บรรณานุกรม	46
ภาคผนวก	48
ประวัติผู้เขียน	52



สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2-1 กิจกรรมต่างๆ และความดังของเสียง	6
2-2 การจำแนกชนิดของวัสดุป้องกันเสียง จากค่าสัมประสิทธิ์การลดลงของเสียง	14
2-3 เปรียบเทียบวัสดุดูดซับเสียงในท้องตลาด	17
3-1 อัตราส่วน ความหนา และจำนวนของชุดการทดลองเพื่อใช้ทดสอบวิจัย A	26
3-2 ขนาดและรูปแบบของชิ้นงานที่ใช้ในการทดลอง B	32
4-1 น้ำหนักของชิ้นงานและระยะเวลาแห้งของชิ้นงาน	37
4-2 ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียง ย่านความถี่ต่ำ - กลาง - สูง และค่าเฉลี่ย ของวัสดุ	41
4-3 เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ค่าการลดลงของเสียง ชิ้นงาน WAB1 กับ MAB1	42
4-4 เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ค่าการลดลงของเสียง ชิ้นงาน WAB2 กับ MAB2	42
4-5 เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ค่าการลดลงของเสียง ชิ้นงาน WAB3 กับ MAB3	42
4-6 เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ค่าการลดลงของเสียง วัสดุซับเสียงเศษไม้สังเคราะห์ WAB1 WAB2 และ WAB3	43

สารบัญรูปภาพ

ภาพที่	หน้า
2-1 ส่วนประกอบใบหู	5
2-2 คลื่นตามยาว	6
2-3 ช่วงของความถี่เสียงต่างๆ	7
2-4 องค์ประกอบของคลื่นเสียง	8
2-5 ความถี่ของคลื่นเสียง	8
2-6 การสะท้อนของคลื่นเสียง	9
2-7 รูปทรงผนังกับการสะท้อนของคลื่น	9
2-8 ปรากฏการณ์การสะท้อน ดูดกลืน และส่งผ่านเสียงของวัตถุ	9
2-9 การดูดซับเสียงของวัสดุที่มีกลไกในการดูดซับเสียงแบบต่าง ๆ ตามช่วงของความถี่	13
2-10 ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการดูดซับเสียงกับความสามารถในการเปลี่ยนพลังงานกลไปเป็นพลังงานความร้อน ของวัสดุที่มีความพรุนร่วมกับวัสดุเยื่อแผ่น	13
2-11 ลักษณะวัสดุดูดซับเสียงประเภทที่เป็นโพรงช่อง cavity absorber	16
2-12 ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงของวัสดุโพรงช่อง HB ไม่มีใยแก้ว SB มีใยแก้ว	16
2-13 แสดงกลไกการสลายตัวของพลังงานเสียงเนื่องจากความหนืดและแรงเสียดทาน	17
2-14 ลักษณะคลื่นเสียงที่ตกกระทบวัสดุดูดซับเสียง	18
2-15 ภาพส่วนประกอบของไม้สังเคราะห์	20
3-1 ขั้นตอนการดำเนินวิจัยแผ่นดูดซับเสียงจากเศษไม้สังเคราะห์	24
3-2 ขั้นตอนการดำเนินวิจัยแผ่นดูดซับเสียงจากเศษไม้สังเคราะห์ งานวิจัย A	25
3-3 เศษไม้สังเคราะห์	27
3-4 กาวลาเท็กซ์ ยี่ห้อ TOA LA-35A	27
3-5 แม่พิมพ์ สแตนเลส	27
3-6 (ก) เครื่องชั่งมาตรฐาน (ข) ภาชนะสำหรับผสมวัตถุดิบ (ค) ถูมือยาง	27
3-7 (ง) เครื่องปั่น (จ) เครื่องอัดไฮดรอลิก	28
3-8 ภาพชิ้นงานแล้วเสร็จ	28
3-9 การขึ้นรูปแผ่นดูดซับเสียงจากเศษไม้สังเคราะห์ ในงานวิจัย B	29
3-10 แม่พิมพ์ไม้สี่เหลี่ยม 30x30 พื้นเรียบ พื้นแบบฟันปลา และวิธีการเจาะรูแผ่นวัสดุซับเสียง	30
3-11 ผลงานที่ผลิตแล้วเสร็จ ชิ้นงาน WAB1	31
3-12 ผลงานที่ผลิตแล้วเสร็จ ชิ้นงาน WAB2	31

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
3-13 ผลงานที่ผลิตแล้วเสร็จ ชิ้นงาน WAB3	31
3-14 เครื่องทดสอบสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียง acoustic material test	33
3-15 (ก) แผ่นโฟมอัด หนา 5.00 ซม. (ข) ไม้เสียบลูกชิ้น (ค) แผ่นอะคริลิกใส หนา 1 มม. (ง) เทปขาว 2 หน้าแบบบาง (จ) ไม้บรรทัดเหล็ก (ฉ) มีดคัตเตอร์	33
3-16 ขนาดกล่องทดลอง การทดลอง B	34
3-17 ขนาดแผ่นและรูปแบบการวางแผ่นภายในกล่องทดลอง	34
3-18 ตำแหน่งอุปกรณ์ต่าง ๆ ในการทดลอง B	35
3-19 เครื่องมือทดสอบ Sound Level Meter	36
4-1 ผลงานที่ผลิตแล้วเสร็จ การทดลอง A	37
4-2 ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียง ชิ้นงาน A1	39
4-3 ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียง ชิ้นงาน A2	39
4-4 ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียง ชิ้นงาน B1	40
4-5 ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียง ชิ้นงาน B2	40
4-6 ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียง ชิ้นงาน A1, A2, B1 และ B2	41

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันในสภาพบริบทสังคมที่มีความแออัด การทำกิจกรรม เช่น การช้อปปิ้ง ประชุม ทำงาน จำเป็นต้องจำกัดเรื่องการใช้เสียง เพราะเสียงดังเป็นปัญหาเรื่องมลพิษทางเสียง ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพและการใช้ชีวิตของมนุษย์ โดยกรมควบคุมมลพิษ เรื่องมลพิษทางเสียง [14] กล่าวไว้ว่าเสียงดังมากเป็นอันตรายต่อสุขภาพ สามารถทำลายประสิทธิภาพระบบการได้ยิน รวมทั้งยังทำให้เกิดผลข้างเคียง เช่น ความเครียด โรคความดันโลหิตสูง อ่อนเพลีย และโรคหัวใจ เป็นต้น ปัญหาเหล่านี้มักแก้ไขโดยการใช้วัสดุก่อสร้างหรือวัสดุตกแต่งภายในที่เป็นฉนวนสามารถดูดซับเสียงได้ ปัจจุบันในท้องตลาดก็มีสินค้าเป็นวัสดุซับเสียงให้ผู้บริโภคได้เลือกใช้ส่วนใหญ่ทำมาจากใยแก้ว ซึ่งในระยะยาวใยแก้วจะหลุดเป็นฝุ่นผง ก่อให้เกิดการระคายเคืองที่ผิวหนังและโรคทางเดินหายใจ เป็นขยะอันตรายยากต่อการกำจัดและย่อยสลาย ดังนั้นหากวัสดุซับเสียงใช้วัสดุที่ไม่ส่งผลเสียต่อร่างกายและยังเป็นเศษวัสดุเหลือใช้เพื่อการส่งเสริมการลดขยะ น่าจะเป็นอีกทางเลือกหนึ่งให้กับผู้บริโภค

วัสดุเหลือใช้ที่น่าสนใจคือไม้เทียมในโรงงานอุตสาหกรรม เพราะไม้สังเคราะห์นอกจากจะเป็นการแก้ไขปัญหาการลดการใช้ไม้จริงแล้ว อีกด้านหนึ่งยังเป็นปัญหาในตัวไปพร้อมเดียวกัน เพราะไม้สังเคราะห์เป็นเศษขยะที่มาจากโรงงานเนื่องจากกระบวนการตัดแต่งของไม้สังเคราะห์ เป็นขยะที่โรงงานต้องทำลายทิ้งเนื่องจากเศษวัสดุย่อยสลายยาก หากจะนำกลับไปรีไซเคิลเพื่อขึ้นรูปกลับมาเป็นวัสดุเดิม ก็สามารถทำได้แต่ต้นทุนการรีไซเคิลสูงกว่าราคาขายของวัสดุต่อชิ้น จึงไม่เป็นที่นิยม ปัจจุบันปัญหาดังกล่าวยังไม่ได้มีการแก้ไขอย่างจริงจัง จึงเป็นวัสดุที่น่าสนใจนำมาพัฒนาเป็นวัสดุซับเสียง เพราะไม้สังเคราะห์ประกอบด้วยของ HDPE 28% , PE-g-MAH 3% , WOOD POWDER (Hard wood) 56% และส่วนผสมอื่นๆ 13% โดยประมาณแล้วบิ๊บบัดภายใต้แรงกดที่อุณหภูมิสูงจากนั้นนำไปขึ้นรูปและทำเลื่อยเป็นท่อนๆตามความต้องการ ลักษณะดังกล่าว ทำให้เกิดเศษไม้เทียมที่มีลักษณะเป็น ขุยชิ้นเล็กๆ ขนาด 2-3 มิลลิเมตร มีน้ำหนักเบา ไม่จับตัวเป็นก้อนเป็นเศษไม้คล้ายขี้เลื่อย เนื้อสัมผัสมีความร่วน แห้ง และไม่ชื้นน้ำ เหมาะแก่การทำให้เป็นผนังซับเสียง เพราะผิวสัมผัสที่ขรุขระทำให้ลดการสะท้อนของเสียงได้ดี

ดังนั้นงานวิจัยนี้มุ่งเน้นการศึกษาการพัฒนาวัสดุเศษไม้สังเคราะห์เหลือทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมมา เป็นผนังซับเสียงที่ใช้บุผนังภายในของอาคาร เป็นการแก้ไขปัญหาเรื่องมลพิษทางเสียงและปัญหาขยะจากโรงงานอุตสาหกรรม นอกจากนี้ยังเป็นการเพิ่มทางเลือกให้กับผู้บริโภคใช้ผลิตภัณฑ์ทางเลือกที่มีความปลอดภัยและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เป็นการแก้ไขปัญหาที่ยั่งยืน

1.2 วัตถุประสงค์

- 1.2.1 เพื่อศึกษาวัสดุดูดซับเสียงกลุ่มผนังที่มีในท้องตลาด
- 1.2.1 เพื่อพัฒนาวัสดุดูดซับเสียงจากเศษไม้สังเคราะห์
- 1.2.3 เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการดูดซับเสียงของวัสดุผสมเศษไม้สังเคราะห์กับวัสดุที่มีอยู่ในท้องตลาด

1.3 ขอบเขตการวิจัย

- 1.3.1 ศึกษาคุณสมบัติของวัสดุดูดซับเสียงกลุ่มผนังในท้องตลาด ทั้งเรื่องขนาด การดูดซับเสียง และราคา
- 1.3.2 ศึกษาลักษณะ คุณสมบัติของเศษไม้สังเคราะห์ และวัสดุประสานเพื่อการขึ้นรูปวัสดุดูดซับเสียง
- 1.3.3 ออกแบบวัสดุดูดซับเสียงจากเศษไม้สังเคราะห์
- 1.3.4 ทดสอบคุณสมบัติในการดูดซับเสียง ของวัสดุดูดซับเสียงจากเศษไม้สังเคราะห์ เปรียบเทียบกับวัสดุดูดซับเสียงที่มีในท้องตลาด

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.4.1 ได้วัสดุดูดซับเสียงจากเศษไม้สังเคราะห์ซึ่งเป็นวัสดุจากการรีไซเคิลแก้ไขปัญหาเรื่องมลพิษทางเสียงที่ยั่งยืน
- 1.4.2 ได้ทราบคุณสมบัติและความเหมาะสมในการใช้วัสดุของวัสดุดูดซับเสียงจากวัสดุรีไซเคิลเศษไม้สังเคราะห์ เปรียบเทียบกับวัสดุดูดซับเสียงจากวัสดุในท้องตลาด
- 1.4.3 สามารถเพิ่มมูลค่าให้เศษไม้เทียมลดปัญหาเรื่องขยะเหลือใช้จากไม้สังเคราะห์

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง มีหัวข้อต่างๆ ดังนี้

- 2.1 นิยามและคำจำกัดความ
 - 2.1.1 มลพิษทางเสียง
 - 2.1.2 ผลกระทบของมลพิษทางเสียง
- 2.2 ทฤษฎีเรื่องเสียง
 - 2.2.1 คลื่นเสียง
 - 2.2.2 การควบคุมเสียงภายในอาคาร
 - 2.2.3 การดูดซับเสียง
- 2.3 วัสดุดูดซับเสียง
- 2.4 มาตรฐานการทดสอบวัสดุดูดซับเสียง
- 2.5 วัสดุไม้สังเคราะห์
- 2.6 กาวลาเท็กซ์
- 2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 นิยามและคำจำกัดความ

2.1.1 มลพิษทางเสียง

สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม [14] ได้กล่าวว่า มลพิษทางเสียง (Noise Pollution) คือ เรื่องที่กล่าวถึงผลกระทบของเสียงที่มีต่อมนุษย์ ได้แก่ เสียงที่ดังเกินไปจนทำให้เกิดอันตรายต่อระบบการได้ยินของเรา

ประสงค์ หล้าสะอาด และจิตเกษม หล้าสะอาด [7] ได้กล่าวว่า สภาวะของเสียงหมายถึงสภาพแวดล้อมที่มีเสียงที่ไม่พึงปรารถนาหรือรบกวนประสาทจนทำให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพและอนามัยของคนและสัตว์ได้

สรุปได้ว่า มลพิษทางเสียง หมายถึง มลพิษประเภทหนึ่งที่มีเสียงดังผิดปกติหรือเสียงดังต่อเนื่องยาวนานจนก่อให้เกิดความรำคาญหรือเกิดอันตรายต่อระบบการได้ยินของมนุษย์และหมายถึงสภาพแวดล้อมที่มีเสียงรบกวนระบบประสาทจนทำให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพ รู้สึกหงุดหงิดรำคาญ ทำลายสมาธิในการทำงาน ไม่ว่าเสียงนั้นจะดังหรือไม่ก็ตาม

2.1.2 ผลกระทบของมลพิษทางเสียง

สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม [14] ได้กล่าวว่า เสียงดังมากๆ ถือว่าเป็นมลพิษ เพราะเป็นอันตรายต่อสุขภาพ สามารถทำลายประสิทธิภาพระบบการได้ยิน ทำให้การได้ยินเสื่อมลง รวมทั้งยังทำให้เกิดเกิดผลข้างเคียง เช่น ความเครียด ปวดศีรษะ โรคความดันโลหิตสูง อ่อนเพลีย และโรคหัวใจ เป็นต้น

โชติวิทย์ พงษ์เสริมพล [1] กล่าวว่าผลกระทบของเสียงที่เกิดต่อมนุษย์ มี 3 ลักษณะดังนี้

1. เกิดภาวะรำคาญ เช่น เสียงดังที่มีความถี่สูง และมีการเปลี่ยนแปลงมาก
2. ประสิทธิภาพในการทำงานของมนุษย์ เช่น เสียงดนตรีเบา ๆ จะช่วยให้คนฟังจิตใจสงบและมีสมาธิในการทำงาน
3. มีผลต่อสุขภาพ โดยหากมนุษย์เราฟังเสียงดัง ๆ เป็นเวลานานอาจจะทำให้เกิดอาการคลื่นไส้ เวียนศีรษะ หรือหูหนวกได้ ผลกระทบที่เกิดขึ้นนี้ขึ้นอยู่กับความสามารถในการได้ยินเสียงของมนุษย์ โดยความสามารถในการได้ยินของคนหนุ่มสาวจะอยู่ที่ 20 Hz - 20,000 Hz ความสามารถในการได้ยินของผู้สูงอายุจะอยู่ที่ 20 Hz - 4,000 Hz

สรุปได้ว่า ผลกระทบของมลพิษทางเสียง คือ เสียงดังที่มีความถี่สูง หากมนุษย์เราฟังเสียงดัง เป็นเวลานาน จะเป็นอันตรายต่อสุขภาพ สามารถทำลายประสิทธิภาพระบบการได้ยิน ผลกระทบที่เกิดขึ้นนี้ขึ้นอยู่กับความสามารถในการได้ยินเสียงของมนุษย์ โดยความสามารถในการได้ยินของคนหนุ่มสาวจะอยู่ที่ 20 - 20,000 Hz ความสามารถในการได้ยินของผู้สูงอายุจะอยู่ที่ 20 - 4,000 Hz

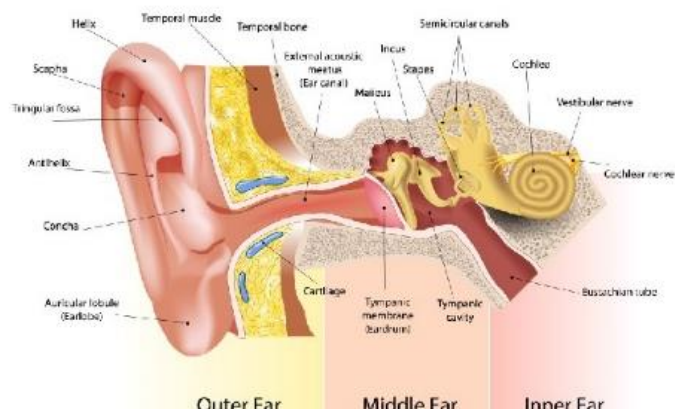
2.2 ทฤษฎีเรื่องเสียง

วีรวุฒิ [11] "เสียง" เป็นสิ่งที่ถูกเรียกจากการได้ยิน ซึ่งเกิดจากการสั่นของแหล่งกำเนิด แล้วถ่ายทอดการสั่นนี้ผ่านไปยังตัวกลางจนเข้าสู่หูเรา ถ้าไม่มีตัวกลางเราก็จะไม่ได้ยินเสียง เสียงเป็นคลื่นกลชนิดหนึ่ง แต่ถึงแม้จะมีตัวกลางเราก็อาจจะไม่ได้ยิน ถ้าเสียงนั้นเกินขอบเขตความสามารถในการได้ยินของเรา เช่น เสียงที่เบาเกินไป หรือ คลื่นเสียงประเภท Infrasonic (เป็นคลื่นที่หูของมนุษย์ไม่สามารถได้ยิน และมีช่วงความถี่ต่ำกว่า 20 เฮิรตซ์) เป็นต้น

ริชาร์ด วอล์กเกอร์ [10] การได้ยินเสียงของมนุษย์ทดสอบและพบว่าช่วงระดับความถี่และระดับเสียงที่มนุษย์สามารถได้ยิน มีความถี่ = 20 - 20,000 Hz ระดับเสียง = 0 - 120 dB

ส่วนประกอบของหู

หูชั้นนอก	= ทำหน้าที่รับเสียง
หูชั้นกลาง	= ทำหน้าที่ส่งผ่านพลังงานกล
หูชั้นใน	= ทำหน้าที่แบ่งแยกความถี่
ประสาทและสมอง	= ทำหน้าที่ประมวลผลจากคลื่นเสียงที่รับมา



ภาพที่ 2-1 ส่วนประกอบของหู (<https://www.pobpad.com>)

การทำงานของหูมนุษย์

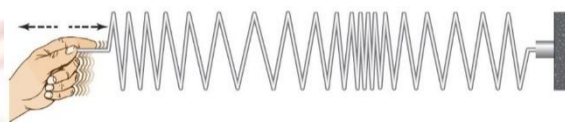
มนุษย์มีหูเป็นอวัยวะที่ช่วยในการรับฟังเสียง โดยเสียงที่มนุษย์สามารถได้ยิน มีความถี่ในช่วงประมาณ 20 Hz -20,000 Hz หูประกอบด้วย 3 ส่วนคือ หูชั้นนอก (external ear) หูชั้นกลาง (middle ear) และ หูชั้นใน (inner ear) เมื่อเสียงเดินทางจากแหล่งกำเนิดมาถึงหู ใบหูจะทำหน้าที่เป็นเหมือนกรวยนำเสียงส่งเข้าไปยังช่องหู ซึ่งมีลักษณะลาดขึ้นเล็กน้อย

ส่วนปลายภายในช่องหู จะติดกับเยื่อแก้วหู (tympanic membrane) หรือแก้วหู (eardrum) ที่กั้นแบ่งระหว่างหูชั้นนอก และหูชั้นกลาง หูชั้นกลางจะมีลักษณะกลวงและมีขนาดเล็กมาก ภายในประกอบด้วยกระดูกสามชิ้นที่อยู่ติดกัน ได้แก่ กระดูกรูปค้อน (malleus หรือ hammer), กระดูกรูปทั่ง (incus หรือ anvil) และกระดูกรูปโกลน (stapes หรือ stirrup)

คลื่นเสียงเมื่อตกกระทบแก้วหูจะทำให้เกิดแรงตึงผิว ส่งผลทำให้แก้วหูเกิดการสั่นสะเทือน กระดูกทั้ง 3 ชิ้นก็จะสั่นสะเทือนตามไปด้วย และเกิดการส่งผ่านพลังงานต่อไป ภายในหูชั้นใน ขณะที่เกิดการสั่นของกระดูกทั้งสามชิ้นภายในหูความดันอากาศภายในหูก็จะเพิ่มมากขึ้น จึงต้องอาศัยท่อ ยูสเทเชียน (eustachian tube) ปรับให้ความดันอากาศภายในหูเท่ากับภายนอกหู โดยท่อ ยูสเทเชียน นี้จะอยู่ระหว่างหูกับคอส่วนบน ถัดจากหูชั้นกลางเข้าไปเป็นหูชั้นใน จะมีทั้งอวัยวะสำหรับรับเสียงและอวัยวะที่เกี่ยวข้องกับการทรงตัว คอเคลีย (cochlea) เป็นอวัยวะ รับเสียงที่มีขนาดเล็ก มีรูปร่างลักษณะคล้ายกับหอยโข่งประกอบด้วยเซลล์รับความรู้สึก (sensory cell) จำนวนมาก ทำหน้าที่เปลี่ยนคลื่นเสียงให้เป็นกระแสประสาท โดยคลื่นเสียงความถี่ต่ำจะกระตุ้นเซลล์ที่อยู่ด้านในสุด และคลื่นเสียงความถี่สูงจะกระตุ้นเซลล์ที่อยู่ทางด้านนอกของคอเคลีย เมื่อเซลล์ถูกกระตุ้น เซลล์รับความรู้สึกนี้จะเปลี่ยนพลังงานให้เป็นกระแสประสาท และส่งผ่านโสตประสาทไปยังสมอง โดยสมอง จะทำหน้าที่แปลความหมายของเสียงที่มนุษย์ได้ยิน

2.2.1 คลื่นเสียง

คลื่น แสง เสียง [11] กล่าวว่าเสียงเป็นคลื่นตามยาว โดยมนุษย์จะสามารถได้ยินเสียงในช่วงความถี่ 20 Hz – 20,000 Hz มนุษย์จะสามารถได้ยินเสียงแต่ละเสียงซึ่งอาจเหมือนกัน หรือแตกต่างกัน โดยขึ้นอยู่กับคุณลักษณะของเสียงซึ่งมีอยู่ 3 ข้อ ดังนี้



คลื่นตามยาว

ภาพที่ 2-2 คลื่นตามยาว (<https://www.liveforsound.com>)

1. ความเข้มเสียง (loudness:) หมายถึง ความรู้สึกที่ได้ยินของมนุษย์ว่าเสียงดังมากหรือดังน้อย เป็นปริมาณที่ไม่สามารถวัดด้วยเครื่องมือ โดยความดังของเสียงจะเพิ่มขึ้นตามความเข้มของเสียง ความรู้สึกของมนุษย์เกี่ยวกับความดังจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับระดับความเข้มเสียง โดยถ้า I แทนความเข้มเสียง ความดังของเสียงจะแปรผันโดยตรงกับ $\log I$ หรืออาจกล่าวได้ว่า ความดังก็คือระดับความเข้มของเสียง โดยของมนุษย์สามารถรับเสียงให้ตั้งแต่ความดังน้อยที่สุดคือ 0 dB และมากที่สุดคือ 120 dB

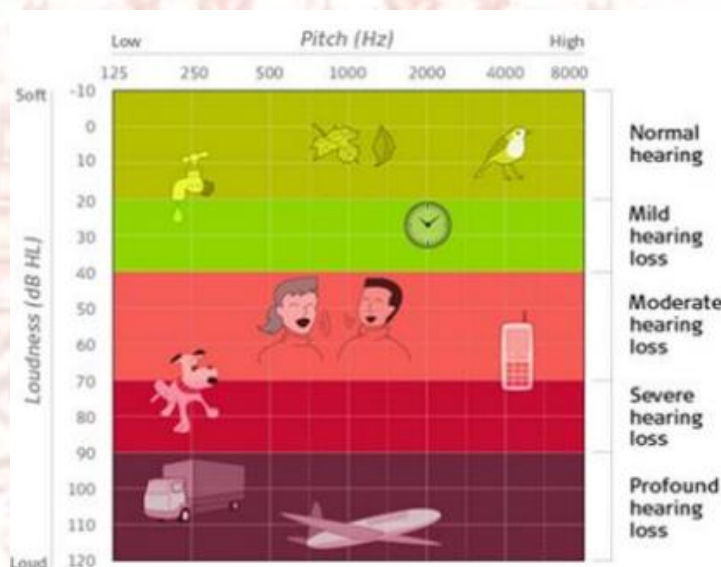
ตารางที่ 2-1 กิจกรรมต่างๆ และความดังของเสียง

ความดัง (dB)	กิจกรรม
10	เสียงกระซิบแผ่วๆ
20	เสียงสนทนาตามปกติ
30	เสียงสนทนาตามปกติ
40	เสียงการจราจรเบาๆ
50	เสียงพิมพ์ดีด , เสียงการสนทนาดังๆ
60	เสียงในสำนักงานที่วุ่นวาย
70-90	เสียงจราจรตามปกติ, รถไฟ, เครื่องจักร
100	เสียงชุดเจาะถนน, เครื่องกลึง, เครื่องปั้น
120	เสียงเรือหางยาว
140	เสียงเครื่องบิน

ที่มา : สำนักงานกรมควบคุมมลพิษ [13]

2. คุณภาพของเสียง (quality) หมายถึง คุณลักษณะของเสียงที่มนุษย์ได้ยิน ตัวอย่างเช่น เมื่อนุษย์เราฟังเพลงจากวงดนตรีที่มีเครื่องดนตรีหลาย ๆ ชนิด โดยเครื่องดนตรีทุกชนิดจะเล่นเพลงเดียวกัน แต่มนุษย์เราจะสามารถแยกแยะได้ว่าเสียงที่ใช้ันมาจากเครื่องดนตรีประเภทใด โดยคุณภาพของเสียงนี้ขึ้นอยู่กับจำนวนโอเวอร์โทนที่เกิดขึ้นจากแหล่งกำเนิดเสียงนั้น ๆ แสดงออกมาแตกต่างกัน นอกจากนี้คุณภาพของเสียงยังขึ้นอยู่กับความเข้มของเสียงอีกด้วย

3. ระดับเสียง (pitch) หมายถึง เสียงที่มีลักษณะความยาวคลื่นและความถี่ที่ต่างกัน โดยเสียงที่มีความถี่สูงจะมีระดับเสียงสูง และเสียงที่มีความถี่ต่ำจะมีระดับเสียงต่ำความสามารถการได้ยินเสียงของมนุษย์ขึ้นอยู่กับระดับความเข้มเสียง 0 – 120 dB และความถี่ของเสียง 20 - 20000 Hz

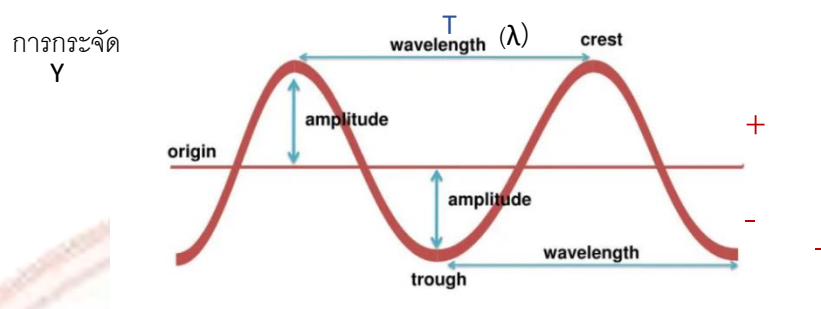


ภาพที่ 2-3 ช่วงของความถี่เสียงต่างๆ (ทรงพล แจ่มแจ้ง)

ทรงพล แจ่มแจ้ง [2] กล่าวว่า การรับรู้ถึงการมีอยู่ของคลื่นเสียงนั้น ประกอบไปด้วย 3 ส่วนหลักๆ คือ

1. แหล่งกำเนิดเสียง พบว่า "เสียง" เกิดจากการสั่นของแหล่งกำเนิด ไม่ว่าจะเป็นการกระทบกันของวัตถุ การสั่นของกล่องเสียง หรือการสั่นของเครื่องดนตรี ยิ่งใช้พลังงานในการทำให้เกิดเสียงมาก เสียงก็จะดังมาก เราวัดความดังของเสียงได้จากความเข้มเสียงและระดับเสียง หากแหล่งกำเนิดเสียงมีการเคลื่อนที่ไปด้วย จะทำให้เกิดปรากฏการณ์ ดอปเพลอร์หรือคลื่นกระแทก
2. ตัวกลาง มันจะถ่ายทอดการสั่นนี้ไปยังตัวกลาง เสียงจะเคลื่อนที่ไปพร้อมกับการสั่นนี้ด้วย โดยมี อัตราเร็วเสียงจากมาก-น้อย เรียงลำดับตามชนิดของตัวกลางที่เป็น ของแข็ง ของเหลว และแก๊ส
3. ผู้ฟัง หรืออุปกรณ์ตรวจจับ เมื่อเสียงเดินทางมาสู่หูเรา สมองสามารถรับรู้ได้ว่าเสียงนั้นห้วน

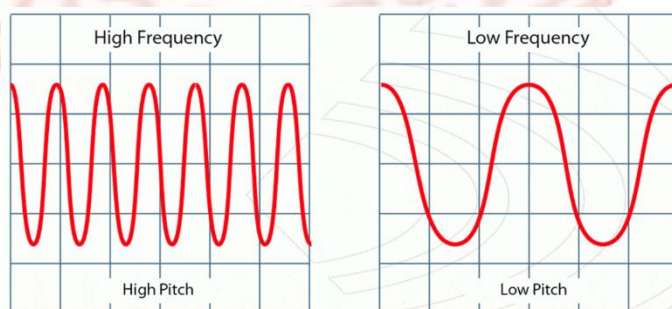
องค์ประกอบของคลื่นเสียง



ภาพที่ 2-4 องค์ประกอบของคลื่นเสียง (<https://ngthai.com>)

คลื่น แสง เสียง [11] กล่าวว่าองค์ประกอบของคลื่นเสียงประกอบด้วย

1. สันคลื่น (Crest) คือ ส่วนบนสุดของคลื่น
2. ท้องคลื่น (Trough) คือ ส่วนต่ำสุดของคลื่น
3. ความยาวช่วงคลื่น (wavelength) (λ/L) คือ ระยะทางระหว่างยอดคลื่นสองยอดที่ติดกัน ซึ่งเกิดขึ้นระหว่างการอัดตัวของคลื่นเสียง (คล้ายคลึงกับยอดคลื่นในทะเล) ยิ่งความยาวช่วงคลื่นมีความถี่ของเสียง (ระดับเสียง) ยิ่งต่ำ ลง
4. แอมพลิจูด (amplitude) (A) คือ ความสูงระหว่างยอดคลื่นและท้องคลื่นของคลื่นเสียง ที่แสดงถึงความเข้มของเสียง (Intensity) หรือความดังของเสียง (Loudness) ยิ่งแอมพลิจูดมีค่ามาก ความเข้มหรือความดังของเสียงก็ยิ่งเพิ่มขึ้น
5. คาบ (Period) (T) คือ ระยะเวลาที่ตำแหน่งใดๆบนคลื่นเคลื่อนที่ครบหนึ่งรอบ คาบมีหน่วยเป็นวินาที
6. การกระจัด (Displacement) ระยะที่อนุภาคตัวกลางของคลื่นเคลื่อนที่ห่าง จากแนวสมดุล (Origin) เดิมก่อนที่จะเกิดคลื่นในแนวแกน y



ภาพที่ 2-5 ความถี่ของคลื่นเสียง (<https://www.atprosound.com>)

7. ความถี่ของคลื่น (Frequency) (f) คือ เสียงสูงเสียงต่ำ สิ่งที่ทำให้เสียงแต่ละเสียงสูงต่ำแตกต่างกันนั้น ขึ้นอยู่กับความเร็วในการสั่นสะเทือนของวัตถุ วัตถุที่สั่นเร็วเสียงจะสูงกว่าวัตถุที่สั่นช้า โดยจะมีหน่วยวัดความถี่ของการสั่นสะเทือนต่อวินาทีหรือ เฮิรตซ์ (Hertz, Hz.)

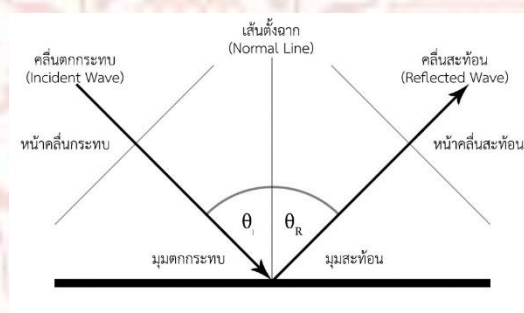
8. ความเร็วของคลื่น (Velocity of Wave) (V) คือการกระจัดที่คลื่นผ่านตัวกลางไปได้ในหนึ่งหน่วยเวลา หรือระยะการแผ่พลังงานของคลื่นไปได้หนึ่งหน่วยเวลา เป็นปริมาณเวกเตอร์ มีหน่วยเป็น เมตรต่อวินาที (m/s)

คุณสมบัติของคลื่นเสียง

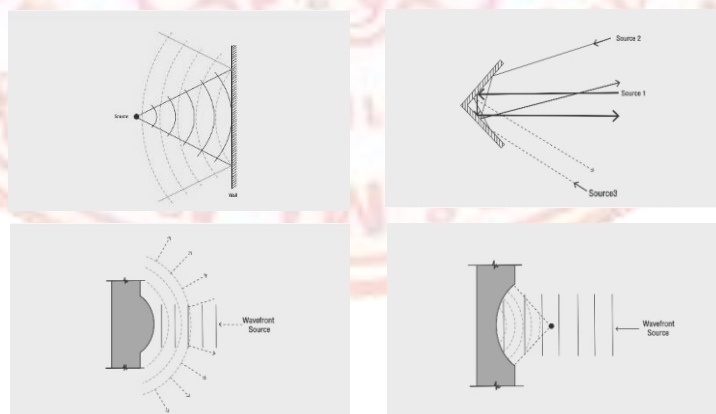
1. การสะท้อน (Reflection) เกิดจากการที่คลื่นไม่สามารถแผ่จากตัวกลางหนึ่งไปยังอีกตัวกลางหนึ่ง จึงเกิดการที่คลื่นไปยังทิศทางอื่นที่ไม่ใช่ทิศทางเดิม เช่น การสะท้อนของคลื่นน้ำกับริมคลอง หรือการสะท้อนของคลื่นแสง โดยมีกฎการสะท้อนอยู่ 2 หลักดังนี้

1.1 มุมตกกระทบ = มุมสะท้อน

1.2 รังสีตกกระทบ เส้นตั้งฉากและรังสีสะท้อน ต้องอยู่บนระนาบเดียวกัน



ภาพที่ 2-6 การสะท้อนของคลื่นเสียง (Egan D. Architectural Acoustic Workbook)



ภาพที่ 2-7 รูปทรงผนังกับการสะท้อนของคลื่น (<https://soundenthai.com>)

2. การหักเห (Refraction) เกิดจากการที่คลื่นเคลื่อนที่เปลี่ยนไปยังตัวกลางอื่นที่มีคุณสมบัติของตัวกลางบางประการไม่เหมือนกัน ส่งผลให้คลื่นเปลี่ยนแปลงความเร็ว โดยเปลี่ยนทิศของการเคลื่อนที่ แต่ความถี่ยังคงเท่าเดิม

3. การแทรกสอด (Interference) เกิดขึ้นเมื่อคลื่น 2 คลื่นเดินทางมาเจอกัน แล้วเกิดการรวมตัวกันของคลื่นใน 2 ลักษณะ คือ การรวมตัวแบบเสริมกัน และการรวมตัวแบบหักล้างกัน

4. การเลี้ยวเบน (Diffraction) เกิดขึ้นเมื่อมีสิ่งกีดขวางเส้นทางที่คลื่นเดินทางผ่าน และคลื่นสามารถเดินทางอ้อมผ่านสิ่งกีดขวางนั้นไปได้ การเลี้ยวเบนของคลื่นจะมีความถี่และความยาวคลื่นคงที่ แต่ความเร็วและความกว้างของคลื่นเปลี่ยนแปลงไป

2.2.2 การควบคุมเสียงในอาคาร

โชติวิทย์ พงษ์เสริมพล [1] ได้กล่าวว่า เสียงที่เราได้ยินนั้นมีเสียงที่เราพึงพอใจ (sound) และเสียงรบกวน (noise) ซึ่งเสียงที่พึงพอใจของคนกลุ่มหนึ่ง อาจเป็นเสียงรบกวนของคนอีกกลุ่มก็ได้ ขึ้นอยู่กับสถานการณ์ พฤติกรรมและรสนิยมส่วนตัว เสียงส่งผ่านเข้าไปในอาคารได้หลายทาง หากแบ่งตามลักษณะการส่งผ่านของเสียงแล้ว แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

Air - borne sound เป็นเสียงที่มีอากาศเป็นตัวกลางในการส่งผ่าน เช่น เสียงที่เข้ามาช่องเปิดของอาคาร หรือประตูที่เปิดทิ้งไว้ เป็นต้น

Structure - borne sound เป็นเสียงที่ส่งผ่านตัวกลางต่าง ๆ เช่น พื้น ผนัง หรือเสียงที่เกิดจากการสั่นสะเทือนของเครื่องกลบนโครงสร้าง

การควบคุมเสียงและป้องกันเสียงในอาคาร มี 2 วิธี คือ การกำจัดเสียงที่ไม่ดีออกไป (noise) และเก็บเสียงที่เราพึงพอใจไว้ (sound) โดยแบ่งออกเป็น 2 ชนิดจากภายนอกอาคาร (external noises) และเสียงจากภายในอาคาร (internal noises)

การควบคุมเสียงจากภายนอกอาคาร (external noises) สามารถป้องกันเสียงได้ ดังนี้

1. ควบคุมด้วยระยะทาง ความดังของเสียงจะลดลงเมื่อมีระยะห่างจากต้นกำเนิดเสียงมากขึ้น เช่น หากอาคารติดถนน อาจวางตำแหน่งอาคารให้ห่างจากถนน เป็นต้น

2. ลดเสียงรบกวน เช่น การทำผนังกันเสียง แนวรั้วต้นไม้ ที่จะสามารถช่วยกันเสียงและลดความเข้มของเสียงโดยตรงก่อนที่จะถึงตัวอาคาร

3. การวางผังอาคาร ให้ใช้พื้นที่ส่วนที่ต้องการเสียงรบกวนมากเป็นตัวป้องกัน หรือกำหนดตำแหน่งช่องเปิดของอาคารหลีกเลี่ยงแนวของเสียงรบกวน

4. การเลือกใช้วัสดุกันเสียงให้กับกรอบอาคาร เช่น การทำผนังสองชั้น การบุฉนวนให้กับผนังอาคาร การเลือกใช้กระจกสองชั้น หรือการใช้นวนกันเสียงให้หลังคาอาคาร เป็นต้น

การควบคุมเสียงภายในอาคาร (internal noise)

เสียงภายในอาคารแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ เสียงโดยตรง (direct noise) และเสียงสะท้อน (reverberant noise) สามารถป้องกันเสียงได้ ดังนี้

1. ลดเสียงจากแหล่งส่งกำเนิดเสียงโดยตรง สามารถลดได้ด้วยการใช้แผงกันระหว่างต้นกำเนิดเสียงกับผู้ฟัง โดยการเก็บต้นกำเนิดเสียงไว้ในห้องที่มิดชิด ผนังหนาทึบ หรือทำด้วยวัสดุป้องกันเสียง การทำพื้น 2 ชั้น ที่มีความยืดหยุ่นรองรับเครื่องจักรกล เพื่อช่วยลด structure - borne sound และส่วนเสียงสะท้อนสามารถลด โดยใช้วัสดุดูดซับเสียงที่ผนังโดยเฉพาะด้านที่เกิดเสียงสะท้อนมาก
2. ลดเสียงที่มากกระทบ โดยวัสดุดูดซับเสียงและวัสดุป้องกันเสียง เช่น การใช้ผ้าม่าน หรือ ฟองน้ำเพื่อดูดซับเสียงในโรงหนัง เป็นต้น
3. การวางผังอาคาร เช่น การแยกบริเวณที่มีเสียงดังออกจากบริเวณที่ต้องการความเงียบ หรือ อาจกันพื้นที่ทั้งสองส่วนนี้ด้วยห้องอื่น ๆ เป็นต้น

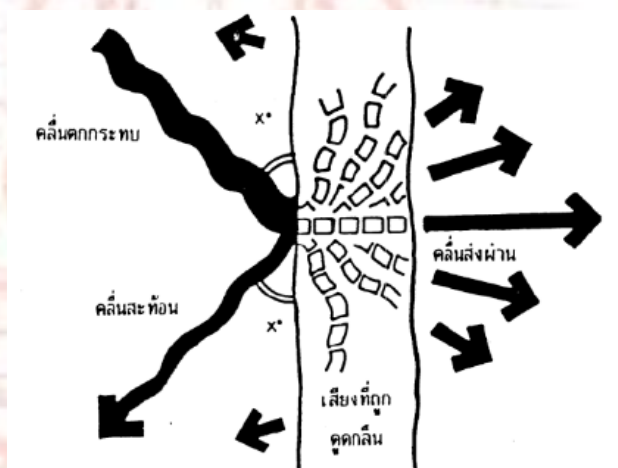
การควบคุมเสียงในอาคาร (noise control) ผู้ออกแบบจะต้องคำนึงถึงการใช้งานแต่ละประเภทของอาคารนั้น ๆ หรือพื้นที่การใช้งานที่มีความแตกต่างกันออกไป เนื่องจากระดับความดังของเสียงที่เหมาะสมก็จะมีผลแตกต่างกันด้วย ดังนั้นการคำนึงถึงเรื่องการออกแบบเสียงจึงเป็นเรื่องสำคัญ เช่น ห้องที่ต้องการควบคุมคุณภาพของเสียง ห้องซ้อมดนตรี โรงภาพยนตร์ ซึ่งตำแหน่งของผู้ฟังทุกจุดภายในห้องนั้น จะต้องได้ยินเสียงที่ชัดเจน มีคุณภาพเท่ากัน และมีระยะเวลาในการสะท้อนของเสียงอย่างเหมาะสม การออกแบบระบบเสียงจะต้องคำนึงถึงปัจจัยต่าง ๆ ที่สำคัญ ได้แก่

1. รูปร่างของห้อง ลักษณะของห้องที่เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า หรือสี่เหลี่ยมคางหมูรวมถึงการแบ่งผนัง และฝ้าเพดานให้เป็นสัดส่วนจะช่วยในเรื่องของการกระจายเสียงได้อย่าง
2. ขนาดของห้อง เสียงการพูดคุยธรรมดาของมนุษย์จะได้ยินได้ในระยะประมาณ 20 - 30 เมตร หรือในทิศทางด้านหน้าของผู้พูดออกไปประมาณ 13 เมตร จึงมีผลต่อการกำหนดขนาดของห้อง
3. วัสดุตกแต่งภายในห้อง ได้แก่ เครื่องเรือน, วัสดุปูพื้น, ผนัง, ฝ้าเพดาน ที่แตกต่างกันก็มีผลส่งผลในการดูดซับเสียงและสะท้อนเสียงที่แตกต่างกัน เช่น ผนังที่บุด้วยแผ่นฟองน้ำ ผ้าม่าน จะช่วยลดเสียงสะท้อนได้มากกว่า หินอ่อน กระเบื้อง หรือวัสดุที่มีผิวเรียบมัน
4. ตำแหน่งของต้นกำเนิดเสียง ควรอยู่ทางด้านหน้าของแผ่นแข็งสะท้อนเสียงหากความสูงของห้องมีความสูงมาก ควรมีแผ่นสะท้อนเสียงเหนือต้นกำเนิดเสียงด้วย

การออกแบบอาคาร บางกรณีก็มีความจำเป็นที่จะต้องมีการเปิดอากาศธรรมชาติ เช่น ปล่องรับลม หรือปล่องระบายความร้อน อาจแก้ไขไม่ถ่ายเทเข้ามาโดยตรงได้โดยการทำให้อากาศผ่านเข้า - ออกเหมือนปล่องอากาศที่มีความยาวไม่น้อยกว่า 1 เมตร อาจมีรูปร่างโค้งหรือทำให้รูปร่างของปล่องเปลี่ยนไป เพื่อไม่ให้เสียงที่มากับอากาศเข้ามาได้โดยตรง โดยให้เกิดการสะท้อนไปมาภายในปล่อง ช่วยลดความเข้มข้นหรือการบุผิวภายในปล่องด้วยวัสดุดูดซับเสียง เป็นต้น

2.2.3 การดูดซับเสียง

Olivo et al [24] กล่าวถึงว่าการดูดซับเสียง หมายถึง การเปลี่ยนแปลงผลรวมของพลังงานเสียงที่ลดน้อยลงเมื่อผ่านตัวกลาง อาจกล่าวได้ว่า การดูดกลืนเสียง คือ ความสามารถของวัสดุในการดูดกลืนพลังงานเสียง โดยเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน และ ทวีสุข [3] ยังได้ให้ความหมายของวัสดุดูดซับเสียง คือ วัสดุที่สามารถดูดซับคลื่นเสียงได้ดีจะเป็นวัสดุประเภทเส้นใย (fibrous) และวัสดุประเภทเนื้อมีพรุน (porous) เมื่อเสียงตกกระทบวัสดุใด ๆ เสียงส่วนหนึ่งจะถูกดูดกลืนเข้าไปในวัสดุนั้น ๆ จะมากหรือน้อยจะขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของวัสดุนั้นเป็นสำคัญ



ภาพที่ 2-8 ปรากฏการณ์สะท้อน ดูดกลืน และส่งผ่านเสียงของวัตถุ (Webb, 1976)

ประสิทธิภาพในการดูดซับเสียงของวัสดุแต่ละชนิดจะมีตัวบ่งชี้ คือ ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียง หรือ ค่า SAC (Sound Absorption Coefficient) โดยคลื่นเสียงที่สามารถผ่านเข้าไปตกกระทบในวัสดุนั้นจะมีพลังงานลดลง เนื่องจากพลังงานส่วนหนึ่งถูกเปลี่ยนไปเป็นพลังงานในรูปแบบอื่น โดยค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียง สามารถคำนวณได้จากสมการ ดังนี้ (ASTM C423) [16]

$$\alpha = A_2 - A_1/S$$

เมื่อ α คือ ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียง

A_2 คือ ค่าความสามารถการดูดซับเสียงของห้องหลังจากนำวัสดุเข้าติดตั้งภายใน (m^2)

A_1 คือ ค่าความสามารถการดูดซับเสียงของห้องก่อนนำวัสดุเข้าติดตั้งภายใน (m^2)

S คือ ขนาดของแผ่นวัสดุที่ใช้ในการทดสอบ (m^2)

2.3 วัสดุดูดซับเสียง

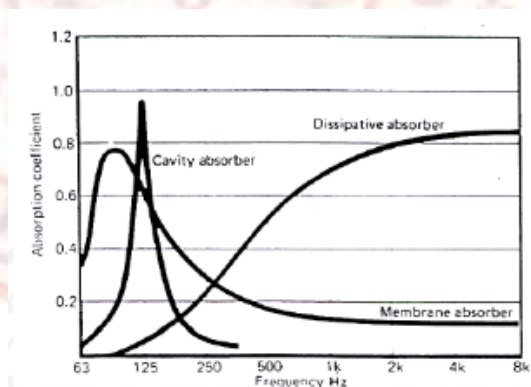
ประเภทวัสดุดูดซับเสียง

David Harris [18] ได้กล่าวว่า ความหนา ความหนาแน่น ความพรุน ความต้านทานการไหล ค่าสัมประสิทธิ์ความยืดหยุ่น (coefficient of elasticity) และค่าความต้านทานเสียง (acoustic impedance) ของวัสดุล้วนเป็นองค์ประกอบที่มีผลต่อความสามารถในการดูดซับเสียงของวัสดุแต่ละชนิด โดยหากแบ่งตามกลไกของการดูดซับเสียง จะสามารถจำแนกประเภทของวัสดุดูดซับเสียงออกได้เป็น 3 ประเภท ได้แก่

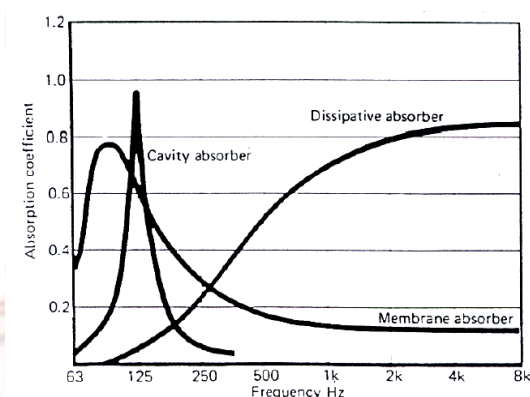
1. วัสดุดูดซับเสียงประเภทเยื่อแผ่น (membrane absorber)

วัสดุประเภทแผ่นโลหะบาง ไม้อัด พลาสติก กระดาษ ยิปซัมบอร์ด มีลักษณะเป็นวัสดุดูดซับเสียงประเภทเยื่อแผ่น โดยวัสดุเหล่านี้จะเกิดการสั่นตัวในช่วงความถี่เดียวกับช่วงความถี่ของเสียงที่ตกกระทบ เนื่องจากวัสดุประเภทนี้ไม่สามารถยืดหยุ่นตัวเองได้อย่างมาก ดังนั้นจึงมีการสูญเสียพลังงานบางส่วนไป เนื่องจากการถ่ายเทพลังงานไปเป็นพลังงานความร้อนให้แก่วัสดุนั้น ๆ ซึ่งวัสดุประเภทนี้จะมีประสิทธิภาพในการดูดซับเสียงความถี่ต่ำได้ดี (ภาพที่ 2-9) หากนำวัสดุดูดซับเสียงที่เป็นเยื่อแผ่นมาใช้ร่วมกับวัสดุซับเสียงที่มีรูพรุน ก็จะทำให้วัสดุมีความสามารถในการดูดกลืนคลื่นเสียงที่มีช่วงความถี่ได้กว้างมากขึ้น

Walker [25] ได้กล่าวว่า ความสามารถในการดูดซับเสียงของวัสดุเยื่อแผ่นยังขึ้นอยู่กับความสามารถในการถ่ายเทพลังงานจากคลื่นเสียงไปเป็นพลังงานความร้อนของวัสดุอีกด้วย กล่าวคือ ถ้าความสามารถในการถ่ายเทพลังงานความร้อนของวัสดุมีค่าสูงขึ้นจะทำให้ค่าความสามารถในการดูดซับเสียงสูงสุดของวัสดุเยื่อแผ่นมีค่าลดลง แต่จะครอบคลุมช่วงความถี่ได้กว้างมากขึ้น (ภาพที่ 2-10)



ภาพที่ 2-9 การดูดซับเสียงของวัสดุที่มีกลไกในการดูดซับเสียงแบบต่าง ๆ ตามช่วงของความถี่
(Sound Research Laboratories Ltd, 1991)



ภาพที่ 2-10 ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการดูดซับเสียงกับความสามารถในการเปลี่ยนพลังงานกลไปเป็นพลังงานความร้อน ของวัสดุที่มีความพรุนร่วมกับวัสดุเยื่อแผ่น (Sound Research Laboratories Ltd, 1991)

ตารางที่ 2-2 การจำแนกชนิดของวัสดุป้องกันเสียง จากค่าสัมประสิทธิ์การลดลงของเสียง (noise reduction coefficients, NRC)

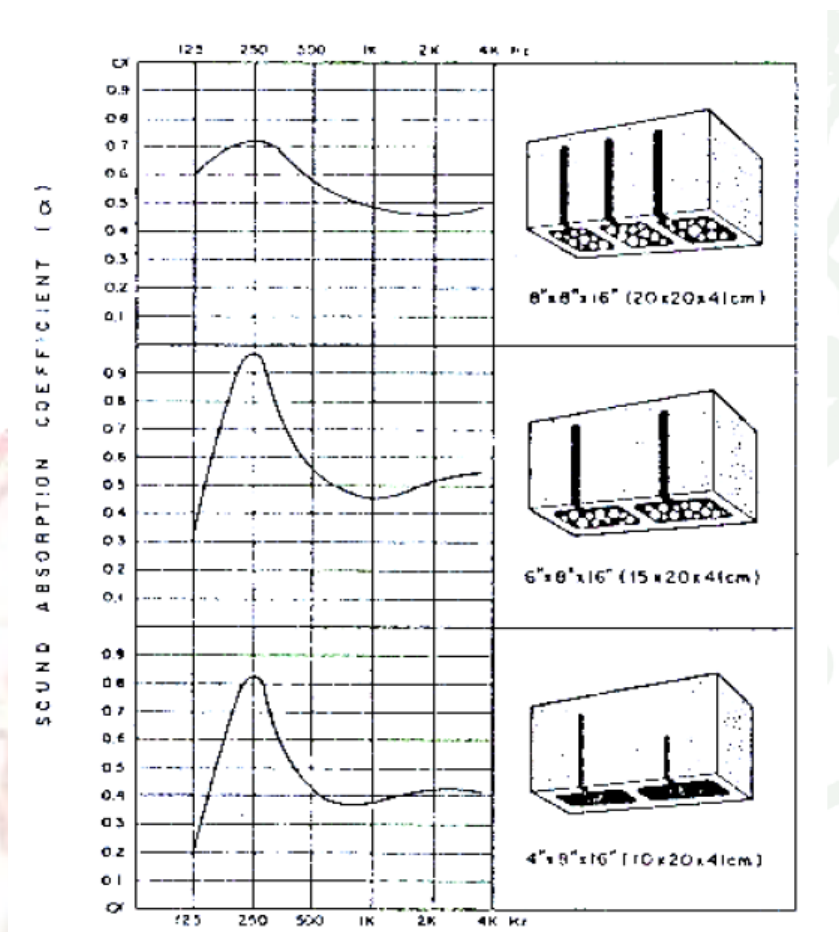
ประสิทธิภาพการดูดกลืนเสียง	NRC	วัสดุชนิดต่างๆ
ประสิทธิภาพในการดูดซับเสียงสูงสะท้อนเสียง วัสดุชนิดต่าง ๆ	1.0	วัสดุที่ได้รับการออกแบบพิเศษ
	0.9	ความสามารถในการดูดซับเสียงสูง
	0.8	
	0.7	
	0.6	ฝ้าเพดานที่มีความพรุนสูง นวมหุ้มเก้าอี้ในห้องประชุม ม่านหนา
	0.5	กระจก เบาะหุ้มเก้าอี้
ประสิทธิภาพในการดูดซับเสียงปานกลาง	0.4	พื้นดินที่เรียบ
	0.3	ผู้ฟังที่นั่งบนเก้าอี้ไม้ หรือโลหะ
	0.2	พรมหนาบนพื้นคอนกรีต

สะท้อนเสียง	0.1	เก้าอี้ไม้ หรือโลหะที่ไม่มีคนนั่ง
		พรมที่มีน้ำหนักเบา
		ต้นไม้
		ม่านบาง
		หน้าต่างกระจก ขอบหน้าต่างไม้
	0	ปูนพลาสเตอร์ แผ่นยิปซัม บอร์ด คอนกรีต
		ฉาบเรียบ อิฐเคลือบสี หินอ่อน กระเบื้อง แก้ว ฝืนน้ำ

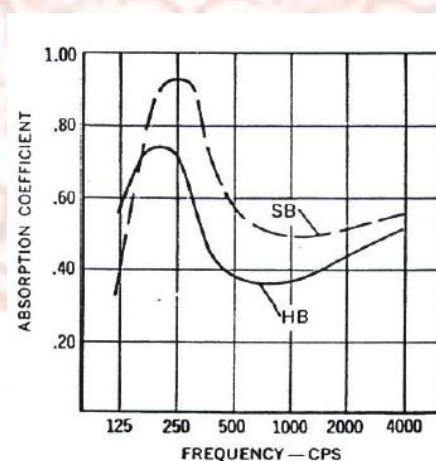
ที่มา: Cowan [17]

2. วัสดุดูดซับเสียงประเภทเป็นโพรง หรือช่อง

Doelle Leslie [19] ได้กล่าวว่า วัสดุดูดซับเสียงประเภทเป็นโพรง หรือช่อง (resonator or cavity absorber) เป็นวัสดุที่มีลักษณะเป็นโพรงหลาย ๆ โพรงที่มีขนาดแตกต่างกันภายในผนัง หรือโครงสร้างของวัสดุ ซึ่งแต่ละโพรง หรือช่องนี้จะถูกเรียกว่า Sound box (ภาพที่ 2-11) หากโพรงอากาศมีเส้นผ่าศูนย์กลางขนาดเล็กมาก เมื่อเทียบกับความยาวของของคลื่นเสียงที่ตกกระทบบนช่องเปิด เรโซเนเตอร์ (resonator) ก็จะปรับให้มีความจำเพาะกับความถี่นั้น ทำให้การสั่นตัวของปริมาตรอากาศในโพรงอากาศเป็นจังหวะตามการเคลื่อนที่เข้าออกของอากาศผ่านรูเปิดของโพรงอากาศ โดยวัสดุดูดซับเสียงประเภทโพรง หรือช่องนี้จะมีความสามารถในการดูดซับเสียงที่มีช่วงความถี่ต่ำกว่า 1000 Hz โดยจะสามารถดูดซับเสียงได้สูงสุดในช่วงความถี่ 100 - 300 Hz และประสิทธิภาพในการดูดซับเสียงจะลดลงเมื่อความถี่สูงขึ้น แต่หากมีการใช้ร่วมกับวัสดุดูดซับเสียงชนิดอื่น เช่น โยแก้ว หรือ โยหิน ลงไปในช่องว่างภายใน Sound box ก็จะทำให้มีความสามารถในการดูดซับเสียงในช่วงความถี่กว้างขึ้นได้ Yerges [26] (ภาพที่ 2-12)



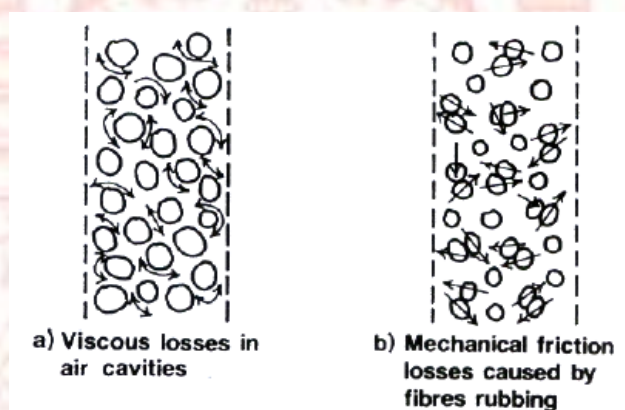
ภาพที่ 2-11 ลักษณะวัสดุดูดซับเสียงประเภทที่เป็นโพรงช่อง cavity absorber (Doelle)



ภาพที่ 2-12 ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงของวัสดุโพรงช่อง HB ไม่มีใยแก้ว SB มีใยแก้ว (Yerges)

3. วัสดุดูดซับเสียงประเภทเส้นใย หรือวัสดุที่มีรูพรุน

วัสดุดูดซับเสียงประเภทเส้นใย (fiber) หรือวัสดุที่มีรูพรุน (porous or dissipative absorber) วัสดุดูดซับเสียงประเภทนี้สามารถหาได้ง่ายตามท้องตลาด และราคาถูก มีอยู่ปริมาณมากในประเทศไทย เช่น วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ประเภทบะหมี่พริกาว ฟางข้าว เป็นต้น โดยวัสดุจำพวกนี้จะมีช่องว่างภายในเนื้อวัสดุซึ่งมีขนาดเล็กกว่า 1 mm ซึ่งต่ำกว่าขนาดของคลื่นเสียงมาก ดังนั้นวัสดุชนิดนี้จึงเป็นตัวกลางที่ทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานได้เป็นอย่างดี โดยกลไกการเปลี่ยนแปลงพลังงานของวัสดุที่มีรูพรุน คือ เมื่อเสียงตกกระทบบนวัสดุเหล่านี้ โมเลกุลของอากาศจะเกิดการสั่นตัวภายในช่องว่างความพรุน ความถี่ของการสั่นจะเท่ากับความถี่ของเสียงที่ตกกระทบ การสั่นตัวของโมเลกุลจะทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานเนื่องจากการเสียดทานและความหนืด (frictional and viscous loss) โดยมีลักษณะของการสูญเสียพลังงานเกิดขึ้น Olivo and Olivo [24] (ภาพที่ 2-13)



ภาพที่ 2-13 แสดงกลไกการสลายตัวของพลังงานเสียงเนื่องจากความหนืดและแรงเสียดทาน (Crocker and Kessler, 1982)

ตารางที่ 2-3 เปรียบเทียบวัสดุดูดซับเสียงในท้องตลาด

รายการ	ความหนา ซม.	ย่านความถี่					NRC
		250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	
SCG รุ่น Cylence Zoftone	2.5	0.27	0.61	0.85	0.92	0.96	0.65
SCG รุ่น Armax Acoustic	2.5	0.65	0.70	0.82	0.69	0.64	0.74
แผ่นโฟมพองน้ำ	2.5	-	-	-	-	-	0.42
ฉนวนใยแก้ว	2.5	0.30	0.80	1.12	1.01	0.79	0.80
ฉนวนใยหิน Mineral Fiber	2.5	-	-	-	-	-	0.80
SCG รุ่น Cylence Zoftone	5.00	0.73	0.88	0.85	0.94	0.56	0.85

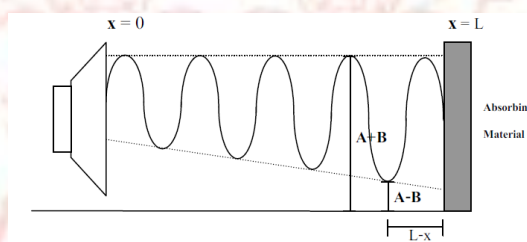
2.4 มาตรฐานการทดสอบวัสดุดูดซับเสียง

การทดสอบหาค่าการดูดซับเสียงตามมาตรฐานสำคัญของวัสดุดูดซับเสียง (acoustic) ที่ได้รับการยอมรับอยู่ภายใต้มาตรฐาน ISO 15034 – 2 [20] ทดสอบด้วยเครื่องทดสอบคุณสมบัติการดูดซับเสียง (acoustic material test) type 3560 B - T72/X72 ให้ผลการทดสอบเป็นค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียง หรือ ค่า SAC มีความสามารถในการตรวจวัดคลื่นความถี่ตั้งแต่ 50 - 6,400 Hz แต่โดยทั่วไปจะนิยมทำการเปรียบเทียบคุณสมบัติในการดูดซับเสียงวัสดุ จากค่าสัมประสิทธิ์การลดลงของเสียง หรือ ค่า NRC (noise reduction coefficients) ต้องมีค่ามากกว่า 0.40 หรือ 40 % ขึ้นไป จึงจะถือว่าเป็นวัสดุดูดซับเสียง

วิธีการวัดการดูดซับเสียงโดยใช้ท่อคลื่นนิ่ง (Impedance Tube Method)

ท่อคลื่นนิ่งประยุกต์ใช้สำหรับวัดสัมประสิทธิ์ การดูดซับเสียงของวัสดุ ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้งานง่าย และวัดได้อย่างแม่นยำ ข้อดีของเครื่องมือนี้คือ มีขนาดเล็ก สร้างง่าย และขึ้นทดสอบที่ใช้มีขนาดเล็ก ลักษณะของเครื่องมือและวิธีการวัด

พื้นที่ตัดขวางของท่อเป็นวงกลมโดยมีผนังแข็ง ขึ้นทดสอบต้องมีขนาดพอดีกับท่อ ถ้าในการใช้งานจริงวัสดุที่ทดสอบนั้นติดตั้งกับพื้นผิวแข็ง ในขณะที่ทดสอบก็จะวางขึ้นทดสอบให้ติดกับผนังแข็ง (Backing plate) แต่ถ้าการใช้งานจริงของวัสดุนั้นต้องการพื้นที่ว่างด้านหลัง ก็จะต้องติดตั้งให้มีระยะห่างจากผนังแข็งในการทดสอบตามความเหมาะสม เสียงถูกส่งจากลำโพงซึ่งอยู่ที่ปลายท่อด้านหนึ่ง ส่วนปลายอีกด้านหนึ่งจะวางขึ้นทดสอบไว้ สัญญาณของคลื่นนิ่งภายในท่อสามารถตรวจวัดได้จาก Microphone probe



ภาพที่ 2-14 ลักษณะคลื่นเสียงที่ตกกระทบวัสดุดูดซับเสียง (ดารีกา, 2552)

เมื่อปลายท่อข้างหนึ่งติดตั้งวัสดุดูดซับเสียง พลังงานเสียงที่ตกกระทบบางส่วนจะถูกดูดซับโดยวัสดุนั้น ดังนั้นแอมพลิจูด (ความสูงของคลื่น) ที่สะท้อนจะมีขนาดไม่เท่ากับขนาดของแอมพลิจูด (ความสูงของคลื่น) เดิม ในทำนองเดียวกัน วัสดุดูดซับเสียงนั้นจะทำให้คลื่นสะท้อนเคลื่อนที่ไปด้วยแอมพลิจูด (ความสูงของคลื่น) ที่ระดับแอมพลิจูด (ความสูงของคลื่น) สูงสุด มีค่าเป็น $A+B$ และ แอมพลิจูด (ความสูงของคลื่น) ต่ำสุด มีค่าเป็น $A-B$ การวัดค่า A และ B โดยตรงนั้นทำได้ยาก แต่เราสามารถวัด ค่า $A+B$ และ $A-B$ ได้จากการใช้ท่อคลื่นนิ่ง

2.5 ไม้สังเคราะห์

(ไทยรัฐออนไลน์ : ออนไลน์) [4] ได้ให้ความหมายของไม้สังเคราะห์ ดังนี้ ไม้สังเคราะห์เป็นวัสดุสังเคราะห์ที่เกิดจากการนำวัสดุอื่นๆ มาผสมกับไม้ รวมทั้งสารเคมีบางชนิด จนกลายเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงไม้จริง ทั้งรูปร่าง สี สัน สามารถนำมาใช้งานได้หลากหลายรูปแบบ หรือใช้ทดแทนไม้จริงในรูปแบบต่างๆ ได้ การรีโนเวท ออกแบบตกแต่งบ้านยุคใหม่ นิยมใช้กันเป็นอย่างมาก

(ไทยรัฐออนไลน์ : ออนไลน์) [4] ได้ให้ความหมายของประเภทของไม้เทียม ดังนี้

1. ไม้สังเคราะห์ไฟเบอร์ซีเมนต์ (Fiber Cement) ไม้สังเคราะห์ที่ผลิตขึ้นจากเส้นใยเซลลูโลส ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์และซิลิกา ผ่านกระบวนการอัดขึ้นรูปให้เหมาะสมกับลักษณะการใช้งาน จุดเด่นของไม้สังเคราะห์ไฟเบอร์ซีเมนต์ คือ ทนทานทุกสภาพอากาศ ทั้งแดด ฝน และความร้อน ที่สำคัญหมดห่วงไปได้เลยกับปลวกและแมลงกัดเซาะ
2. ไม้สังเคราะห์แบบไม้อัดซีเมนต์ (Wood Cement Board) ไม้เทียมที่ผลิตมาเพื่อใช้ทดแทนไม้ ผิวมีความเรียบเนียน จุดเด่นของไม้เทียมแบบไม้อัดซีเมนต์ คือ ทนทั้งแดด ฝน ทนความร้อน และทนแรงสั่นสะเทือนได้ดี ไม่ติดไฟ ไม่ลามไฟ
3. ไม้สังเคราะห์แบบ MDF (Medium-Density Fiberboard) ไม้สังเคราะห์อีกประเภทหนึ่งที่มีความนิยมนำมาใช้งานอย่างแพร่หลายเช่นกัน เป็นไม้สังเคราะห์ที่ผลิตจากไม้ ยูคาลิปตัสและยางพารา มีลักษณะพื้นผิวเรียบเนียน ใช้สีทาไม้สังเคราะห์ทาเคลือบได้ง่ายกว่าไม้สังเคราะห์ไฟเบอร์ และสามารถพ่นสีในเนื้อไม้ได้อย่างสวยงาม

ไม้สังเคราะห์ที่ใช้คือไม้พลาสติกคอมโพสิตโดย MAZ INTERIOR MATERIAL 2566 [23] ได้กล่าวถึงไม้สังเคราะห์ WPC (Wood Plastic Composite) ดังนี้ คือวัสดุที่มีส่วนผสมของไม้ และพลาสติก มีทั้งหน้าตัดแบบกลวง และหน้าตัดแบบตัน ซึ่งคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์นั้นจะโดดเด่น และโน้มเอียงไปทางไหนก็จะขึ้นอยู่กับสัดส่วนของไม้ และพลาสติกที่นำมาผสมกันนั่นเอง ส่วนใหญ่แล้วเรามักจะเห็นพื้นไม้พลาสติกคอมโพสิตถูกนำไปใช้งานภายนอกอาคารเสียเป็นส่วนใหญ่ เช่น พื้นรอบๆ สะพาน้ำ พื้นทางเดินในสวน หรือ พื้นระเบียงภายนอก ฯลฯ โดยมีอายุการใช้งานเฉลี่ยมากกว่า 10 ปี

ไม้สังเคราะห์ที่เข้ามาจากบริษัท อดีเอ็ม (ประเทศไทย) จำกัด 2557, SCI WOOD [6] ได้กล่าวถึง ส่วนผสม รวมถึงข้อดีและข้อเสีย ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 2-15 ภาพส่วนประกอบของไม้สังเคราะห์ (<https://www.sci-wood.com/home/>)

ส่วนประกอบหลักและขั้นตอนการขึ้นรูป

1. HDPE 28%
2. PE-g-MAH 3%
3. WOOD POWDER(Hard wood) 56%
4. Lubricant 2.4%
5. Pigment(TiO₂;Fe red,yellow) 3%
6. Filler CaCO₃ 7%
7. Antioxidants 0.3%
8. UV Absorbent 0.3%

ขึ้นรูปแผ่นไม้พลาสติกคอมโพสิต โดยใช้วิธีต่าง ๆ กัน เช่น การอัด รีดขึ้นรูป (Extrusion) ,การฉีดขึ้นรูป (Injection) และการใช้เครื่องนบหรือเครื่องกดความร้อนขึ้นรูป (Hot Press)

ข้อดี

1. ไม่มีมอด และแมลงรบกวน
2. มีความแข็งแรงทนทาน และมีน้ำหนักเบากว่าไฟเบอร์ซีเมนต์ที่ขนาดความหนาเท่ากัน
3. ทนทานต่อความชื้น (ขึ้นอยู่กับส่วนผสมระหว่างไม้กับพลาสติกกว่าอันไหนสัดส่วนมากกว่ากัน)
4. มีสีภายในตัว ลดขั้นตอนในการทาสี
5. ติดตั้งง่าย สามารถตัดแต่งได้เหมือนไม้จริง

6. สามารถนำกลับมารีไซเคิลได้
7. ไม่ลามไฟ และไม่ติดไฟ
8. มีความเหนียวกว่าไม้เทียมประเภทไฟเบอร์ซีเมนต์ โดยสามารถทำโครงสร้างรับน้ำหนักบางประเภทได้

ข้อเสีย

1. เมื่อใช้งานไปนานๆหลายปี และโดนแดดจัดๆ สีจะซีดจางลง และอาจมีอาการเหี่ยว
2. ไม่ค่อยเหมือนไม้จริงทั้งสีสัมผัส และผิวสัมผัส
3. พื้นไม้พลาสติกคอมโพสิตหลายรุ่นไม่สามารถทาสีทับได้ ดังนั้นเมื่อเกิดรอยใหญ่และลึกจึงซ่อมแซมได้ยาก

ซ่อมแซมได้ยาก

2.6 กาวลาเท็กซ์

ITOOLMART กาวลาเท็กซ์ เหมาะกับงานไม้ หรือเปล่า [21] ได้ให้ความหมายของกาวลาเท็กซ์ ดังนี้ กาวลาเท็กซ์ คือ กาวที่เกิดจากการกระจายตัวของพอลิเมอร์ในน้ำ ด้วยขบวนการ Emulsion Polymerization (พอลิเมอร์เซชันแบบอิมัลชันเป็นชนิดของการเกิดพอลิเมอร์ไรเซชันแบบรุนแรงที่มักจะเริ่มต้นด้วยอิมัลชันที่รวมกับน้ำ) สำหรับส่วนผสมหลักของกาวลาเท็กซ์ทำมาจาก PVAc (Polyvinyl Acetate) ซึ่งเป็นโพลีเอสเตอร์ (Polyester) ที่นิยมใช้ในรูปของอิมัลชัน (Emulsion) ทำให้เป็นกาวที่ปลอดภัย มีความแข็งแรงสูง และทนต่อน้ำได้ดีนั่นเอง นอกจากนี้เอง ในการผลิต กาวลาเท็กซ์ ยังมีการเติมสารอื่นๆ ที่มีความเหมาะสมลงไปด้วย เพื่อให้สามารถใช้งานได้กับพื้นผิวที่หลากหลายอีกด้วย ไม่ว่าจะเป็นการติดกระดาษ วัสดุผ้า และไม้ เป็นต้น

บริษัท ทีโอเอ เพ้นท์ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน) [5] กล่าวถึงคุณสมบัติของกาวลาเท็กซ์ ดังนี้

ประโยชน์ของกาวลาเท็กซ์ สามารถใช้กับงานได้หลากหลายประเภทไม่ว่าจะเป็น งานไม้หรือ งานที่เกี่ยวกับผ้า เป็นต้น สามารถใช้งานได้สะดวกและง่ายดายแม้พื้นผิวจะขรุขระก็สามารถใช้ กาวลาเท็กซ์ ได้ หากงานของคุณจะมีความซับซ้อนก็สามารถใช้ กาวลาเท็กซ์ นี้ติดได้หายห่วง

ของข้อจำกัดของกาวลาเท็กซ์ ควรเก็บในที่แห้งในอุณหภูมิห้อง รวมถึงไม่ให้กาวโดนปาก หรือตา แนะนำให้สวมอุปกรณ์ป้องกันเพื่อความปลอดภัยต่อตนเอง ควรใช้งาน กาวลาเท็กซ์ ในบริเวณที่มีอากาศถ่ายเทสะดวก เพราะกลิ่นของกาวสามารถสร้างความระคายเคืองกับระบบทางเดินหายใจได้

กาวยที่เลือกใช้ในงานวิจัยนี้คือ กาวยลาเท็กซ์ ยี่ห้อ TOA LA-35A เป็นกาวยลาเท็กซ์คุณภาพสูงเหมาะสำหรับงานไม้ปาร์เก้ เฟอร์นิเจอร์ไม้ ผสมสารป้องกันเชื้อรา ไร้สารประกอบและสารตะกั่ว มีความนิยมนสูงในอุตสาหกรรมงานไม้ เมื่อโดนลมจะแข็งตัว และเมื่อแห้งแล้วชิ้นงานมีน้ำหนักเบาเหมาะกับการทำผนัง ลักษณะของกาวยเป็นของเหลว เหนียว สีขาวขุ่น ให้การยึดเกาะที่ดีและแข็งแรง เหนียวแน่น เนื้อกาวยสามารถติดเป็นเนื้อเดียวกับชิ้นงานได้และไม่ทิ้งคราบกาวยให้เห็นเด่นชัด หาซื้อได้ตามท้องตลาดทั่วไป ราคาเป็นถูก ข้อเสียคือ มีกลิ่นค่อนข้างแรง เวลาเปิดใช้งานต้องมีอุปกรณ์ปิดมูกเพื่อความปลอดภัย

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในปัจจุบันมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวัสดุดูดซับเสียง ที่เป็นวัสดุทางเลือกเพิ่มขึ้นอย่างมากมายเช่นงานวิจัยดังต่อไปนี้

มนัญญชยา. (2558) [9] ได้ศึกษาการนำกระดาษสำนักงานเหลือใช้มาพัฒนาเป็นวัสดุดูดซับเสียงเพื่อใช้ในอาคาร โดยการนำกระดาษสำนักงานเหลือใช้ไปย่อยในเครื่องย่อยเอกสารให้มีขนาดประมาณ 3-5 มิลลิเมตร ยาว 50 มิลลิเมตรขึ้นไป นำไปผสมกับกาวยผงเรซิน ในอัตราส่วนกาวยที่แตกต่างกัน 3 ตัวอย่าง A กาวย 5 % (ของน้ำหนักกระดาษ), B กาวย 7.5 % (ของน้ำหนักกระดาษ) และ C กาวย 10 % (ของน้ำหนักกระดาษ) อัดด้วยความร้อนในอุณหภูมิและความดันที่แตกต่างกัน และขึ้นรูปเป็นวงกลมเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร หนา 10 มิลลิเมตร, 15 มิลลิเมตร และ 25 มิลลิเมตร ทดสอบโดยใช้ อุปกรณ์ทดสอบเสียงแบบท่อ (Impedance Tube) เป็นเครื่องมือทดสอบ พบว่า ชุดการทดลองที่ A (ความหนา 15 มิลลิเมตร ,ปริมาณกาวย 5 %) เป็นชุดการทดลองที่ดีที่สุด มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียง (SAC) มากกว่า 0.40 ผ่านเกณฑ์ของวัสดุซับเสียง (acoustic) เป็นเพียงชุดการทดลองเดียวจาก 9 ชุด ส่วนชุดการทดลองอื่นก็มีความสามารถในการดูดซับเสียงที่ลดหลั่นและแตกต่างกันไป ปัญหาพบว่าเนื่องจากปริมาณกาวยที่มากทำให้การขึ้นรูปกระดาษมีความหนาแน่นมาก ทำให้น้ำหนักของชิ้นงานมาก ความพรุนของวัสดุมีน้อย วัสดุจึงดูดซับเสียงได้น้อย

ศิริเดช. (2565) [12] ได้ศึกษาการนำลำต้นกล้วยมาทำวัสดุซับเสียง โดยออกแบบงานวิจัยไว้ 2 ส่วนดังนี้ 1. ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของวัสดุในแต่ละส่วนผสมและค่าสัมประสิทธิ์การลดเสียง โดยการนำลำต้นกล้วย มาตัดให้ได้ขนาด 0.00-1.18 มิลลิเมตร, 1.18-2.00 มิลลิเมตร, 2.00-4.75 มิลลิเมตร และ 4.75-6.30 มิลลิเมตร แล้วนำไปผสมกับ วัสดุประสาน 3 ชนิดได้แก่ ยางพารา กาวยลาเท็กซ์ และปูนปลาสเตอร์ ในสัดส่วน 1:1, 1:2, 1:3, 1:4 และ 1:5 รวม 60 ส่วนผสม ทดสอบชิ้นงานโดยใช้ อุปกรณ์ทดสอบเสียงแบบท่อ (Impedance Tube) เป็นเครื่องมือทดสอบ ส่วนที่ 2. ศึกษาการออกแบบเชิงพารามิเตอร์เพื่อการผลิตชิ้นงานร่วมกับการจำลองสถานการณ์ใช้งาน

เพื่อพิสูจน์การออกแบบ โดยคำนวณหาอัตราส่วนของหน้าที่หน้าตัดของรูปทรงเรขาคณิต ที่มากที่สุด ออกแบบชิ้นงาน ทำแม่พิมพ์ขึ้นงานจำลองโดยใช้เครื่องพิมพ์ 3 มิติ แล้วทำการหล่อวัสดุเข้าสู่แม่พิมพ์ เพื่อสร้างชิ้นงาน ทดสอบโดย การจำลองสถานการณ์ในคอมพิวเตอร์ด้วยโปรแกรม Pachyderm Acoustical Simulation เป็นเครื่องมือในการทดสอบ พบว่า การต่อยอดวัสดุพัฒนาวัสดุให้เทียบเท่ากับห้องตลาดต้องมีการทดลองทั้ง 2 ส่วนนี้ เพื่อทราบถึงคุณสมบัติของวัสดุ และพัฒนาต่อยอดไปยัง การออกแบบให้กัญชงเป็นผลิตภัณฑ์ในกลุ่มวัสดุก่อสร้างเป็นกลุ่มตลาดใหม่

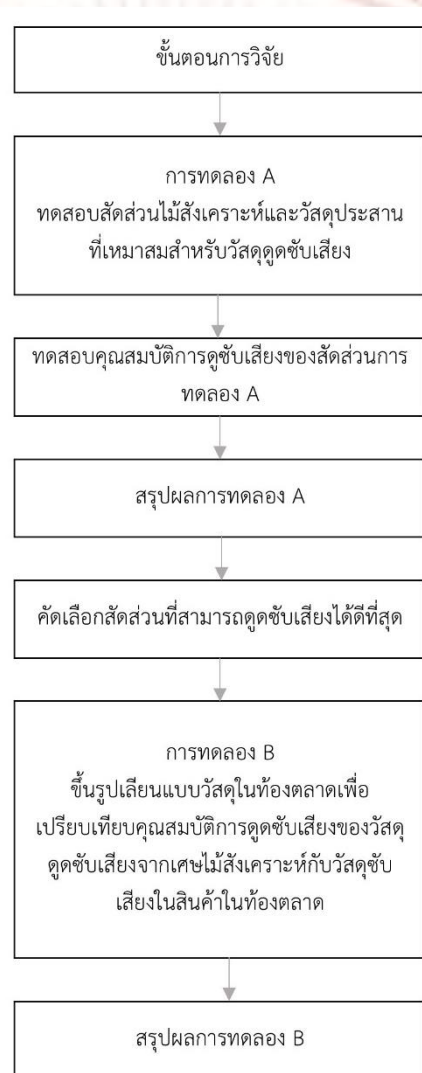
พรพรรณ. (2555) [8] ได้ศึกษาการผลิตแผ่นวัสดุดูดซับเสียงภายในอาคารจากเศษธนบัตรเก่า โดยการนำเศษธนบัตรเก่าที่ผ่านการย่อยทำลายมาแช่ในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ เพื่อให้ กระดาษอ่อนตัว นำไปผสมกับกาว 2 ชนิด ได้แก่ กาวลาเท็กซ์ และกาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ ขึ้นรูปขนาด 12x12x5 เซนติเมตร อบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศา เป็นเวลา 24 ชั่วโมง พบว่าเยื่อกระดาษจากธนบัตร ที่ใช้กาวลาเท็กซ์ เหมาะสมที่สุดที่ใช้ขึ้นรูปแผ่นดูดซับเสียง มีค่าสัมประสิทธิ์การลดลงของเสียง 0.70

โสฬส. (2550) [15] ศึกษาการสร้างวัสดุซับเสียงจากกระดาษใช้แล้วในสำนักงาน ด้วยวิธีการนำ กระดาษมาแช่น้ำเป็นเวลา 1 สัปดาห์แล้วปั่นละเอียด ผสมกับกาวแป้งเปียก ขึ้นรูปแผ่นที่มีความหนา 10 และ 20 มิลลิเมตร จึงนำไปตากแดดให้แห้งสนิท ทดสอบค่าการดูดซับเสียงที่ช่วงความถี่ 50-300 Hz ผลการทดสอบพบว่าสามารถดูดซับเสียงได้ร้อยละ 13 dBA และ ร้อยละ 8 dBA ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่ามีข้อเสียคือเมื่อโดนย่น้ำหรือโดนความชื้นจะละลาย ไม่คงทน อายุการใช้งานสั้น

บทที่ 3

วิธีการดำเนินวิจัย

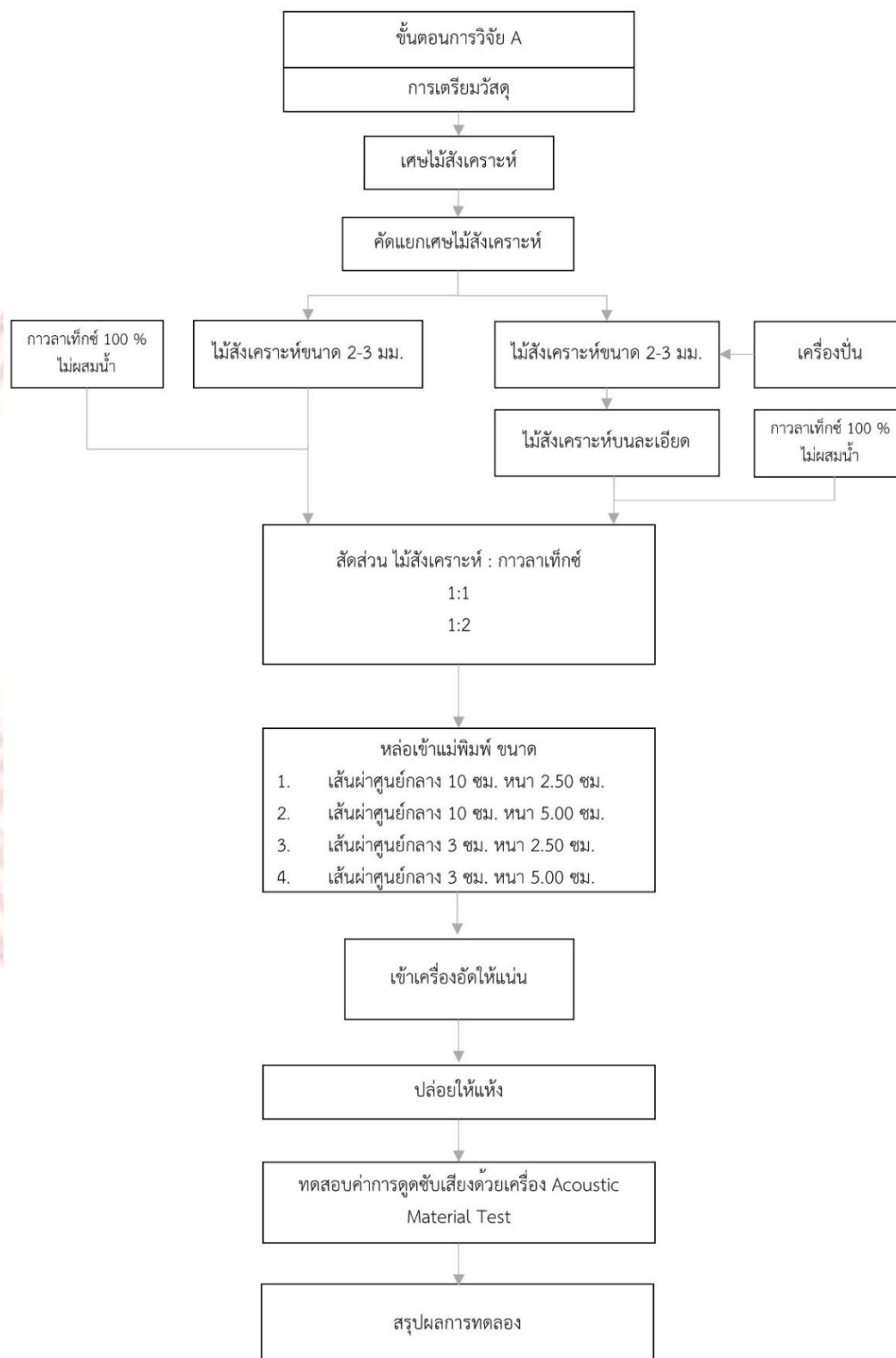
3.1 ขั้นตอนการดำเนินวิจัย



ภาพที่ 3-1 ขั้นตอนการดำเนินวิจัยผ่านดูดซับเสียงจากเศษไม้สังเคราะห์

3.1.1 งานวิจัย A

3.1.1.1 ขั้นตอนการดำเนินวิจัย A



ภาพที่ 3-2 ขั้นตอนการดำเนินวิจัยแผ่นดูดซับเสียงจากเศษไม้สังเคราะห์ งานวิจัย A

3.1.1.2 การออกแบบชิ้นงาน A

เนื่องจากไม้สังเคราะห์มีส่วนประกอบของ HDPE 28%, PE-g-MAH 3%, WOOD POWDER 56% และส่วนผสมอื่นๆ 13% มีลักษณะเป็นชิ้นเล็ก ๆ ขนาด 2-3 มม. น้ำหนักเบา เหมาะทำเป็นผนังซับเสียงชนิดรูพรุนตามที่ David Harris [18] ได้กล่าวไว้ ได้เลือกวัสดุประสานเป็นกาวลาเท็กซ์ ยี่ห้อ TOA LA-35A ซึ่งมีคุณสมบัติช่วยให้วัสดุ มีน้ำหนักเบา ไม่อุดรูพรุนของเนื้อวัสดุ [5]

เริ่มจากเลือกเศษไม้สังเคราะห์ที่มีความละเอียดที่แตกต่างกัน คือแบบหยาบ ขนาด 2-3 มม. และแบบบดละเอียดเพื่อทดสอบค่าการดูดซับเสียงในพื้นที่ที่แตกต่างกัน จากการทดลองหาอัตราส่วนกาวลาเท็กซ์พบว่าถ้าผสมน้อยกว่า สัดส่วนของเศษสังเคราะห์ ชิ้นงานจะไม่เกาะตัวกัน ดังนั้นการผสมสัดส่วนจะเริ่มที่อัตราส่วน 1:1 ดังตารางที่ 1 ขึ้นรูปด้วยการอัดด้วยเครื่องไฮดรอลิกเพื่อเพิ่มการยึดเกาะ ชิ้นงานมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 ซม. และ 10 ซม. ตามขนาดของท่ออุปกรณ์ที่ใช้ทดสอบ ความหนา 2.5 ซม. เป็นขนาดความหนาเดียวกับแผ่นวัสดุซับเสียงที่นิยมในท้องตลาด ในเบื้องต้นมีชิ้นงานหลายอัตราส่วน แต่ยิ่งกาวมากก็ยิ่งแข็งและรูพรุนต่ำ จึงเลือกเพียง 2 อัตราส่วน จำนวนชิ้นงานทั้งหมด รวม 8 ชิ้น ในการทดสอบ

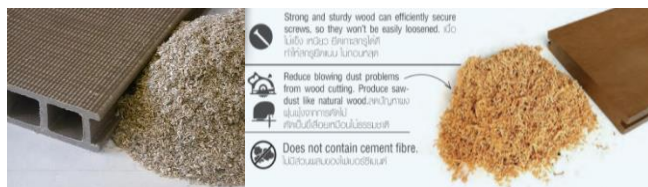
สำหรับงานวิจัย A นี้ได้ทำการทดลองขึ้นรูปแผ่นวัสดุซับเสียงจากเศษไม้สังเคราะห์ มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 ซม. และ 3 ซม. หนา 2.5 ซม. และมีความละเอียดของไม้สังเคราะห์ 2 ระดับ ใช้เทคนิคการขึ้นรูปด้วยการอัด ขั้นตอนแรกจัดเตรียมแม่พิมพ์แทนเลส เส้นผ่าศูนย์กลาง 10 ซม. และ 3 ซม. หนา 2.5 ซม. เทส่วนผสมในสัดส่วนต่างๆเข้าไปในแม่พิมพ์ แล้วทำการกดด้วยเครื่องอัดไฮดรอลิกเป็นเวลา 2 นาที ในความหนาที่ 2.5 พักทิ้งไว้เป็นเวลา 5 นาที ก่อนดึงแม่พิมพ์ออก จากนั้นทิ้งให้แห้ง

ตารางที่ 3-1 อัตราส่วน ความหนา และจำนวนของชุดการทดลองเพื่อใช้ทดสอบวิจัย A

ชื่อชุดทดลอง	ความละเอียดของเศษไม้สังเคราะห์	ความหนา (มม.)	อัตราส่วน		เทคนิคการทำ
			เศษไม้สังเคราะห์ (ก)	กาว (ก)	
A1			1	1	อัดขึ้นรูป
A2	หยาบ	25	1	2	
B1			1	1	
B2	บดละเอียด	25	1	2	

3.1.1.3 อุปกรณ์ วิจัยที่ A

1. เศษไม้สังเคราะห์จากโรงงานอุตสาหกรรม



ภาพที่ 3-3 เศษไม้สังเคราะห์ (<https://www.sci-wood.com/home/>)

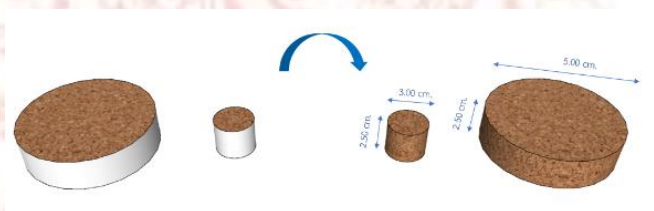
2. วัสดุประสาน กาวลาเท็กซ์ ยี่ห้อ TOA LA-35A



ภาพที่ 3-4 กาวลาเท็กซ์ ยี่ห้อ TOA LA-35A (บริษัท ทีโอเอ เพ้นท์ ประเทศไทย จำกัด มหาชน)

3. อุปกรณ์ที่ใช้ขึ้นรูป

- แม่พิมพ์ สแตนเลส กว้าง 10.00 ซม. หนา 2.50 ซม.
- แม่พิมพ์ สแตนเลส กว้าง 3.00 ซม. หนา 2.50 ซม.



ภาพที่ 3-5 แม่พิมพ์ สแตนเลส

4. อุปกรณ์ผสม



(ก)



(ข)



(ค)

ภาพที่ 3-6 (ก) เครื่องชั่งมาตรฐาน (ข) ภาชนะสำหรับผสมวัตถุดิบ (ค) ถุงมือยาง

5. เครื่องปั่น เครื่องอัดไฮดรอลิก



(ง)

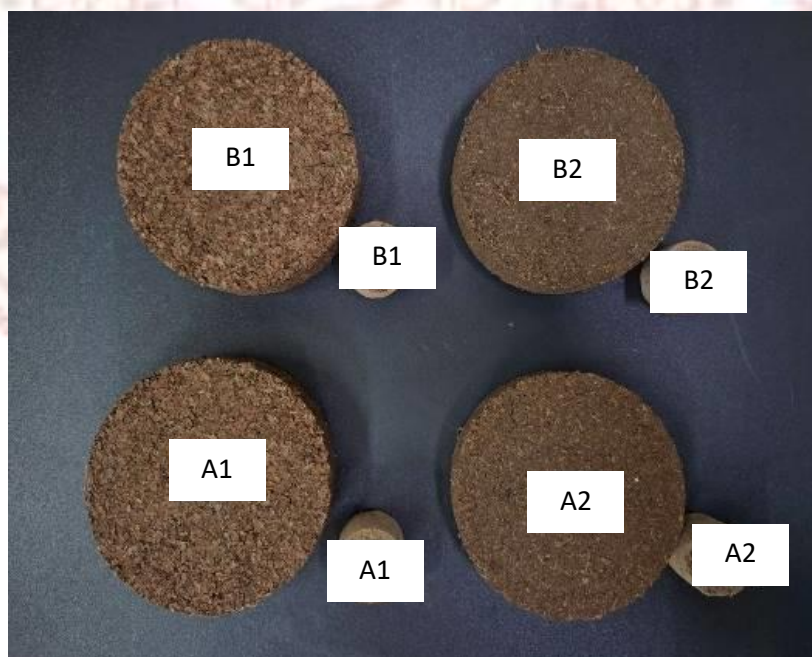


(จ)

ภาพที่ 3-7 (ง) เครื่องปั่น (จ) เครื่องอัดไฮดรอลิก

3.1.1.4 ขั้นตอนการผลิตแผ่นวัสดุวิจัย A

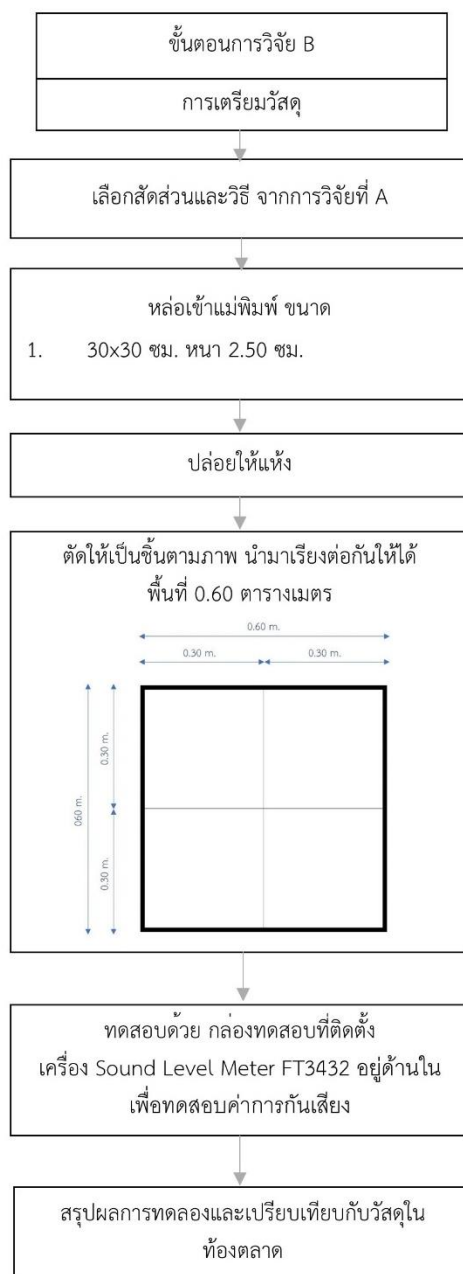
1. เตรียมส่วนผสมทั้งหมด ชั่งน้ำหนัก ของเศษไม้สังเคราะห์แบบหยาบ และบดละเอียด ตามปริมาณของแต่ละชุดการทดลอง ผสมกับกาวลาเท็กซ์ตามสัดส่วนของชุดการทดลอง คลุกเคล้าส่วนผสมให้เศษไม้สังเคราะห์และกาวผสมเป็นเนื้อเดียวกัน
2. นำส่วนผสมใส่ลงในแม่พิมพ์สแตนเลสตามความหนาของแผ่นดูดซับเสียงที่ 25 มม.
3. นำเข้าเครื่องกดไฮดรอลิก เป็นเวลา 2 นาที ในความหนาที่ 2.5 ซม.
4. พักทิ้งไว้เป็นเวลา 5 นาที ก่อนดึงแม่พิมพ์ออก จากนั้นตากให้แห้ง



ภาพที่ 3-8 ภาพชิ้นงานแล้วเสร็จ

3.1.2 วิจัย B

3.1.2.1 ขั้นตอนการดำเนินวิจัย B



ภาพที่ 3-9 การขึ้นรูปแผ่นดูดซับเสียงจากเศษไม้สังเคราะห์ ในงานวิจัย B

3.1.2.2 การออกแบบชิ้นงาน B

จากการทดลอง A นำสัดส่วน A1 ที่มีค่าดูดซับเสียง(NRC) มากที่สุด มาขึ้นรูปเลียนแบบสินค้าในท้องตลาดที่แตกต่างกัน 3 รูปแบบ 1.แบบเรียบ 2.แบบพื้นปลา และ 3.แบบหลุมกลม โดย

กำหนดให้ขนาดมี 30 x 30 ซม.หนา 2.5 ซม. ซึ่งเป็นความหนามาตรฐานของสินค้าที่นิยมในท้องตลาด เพื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติการดูดซับเสียงของวัสดุซับเสียงจากเศษไม้สังเคราะห์กับสินค้าในท้องตลาด และเปรียบเทียบค่าการลดลงของเสียง ของวัสดุซับเสียงจากเศษไม้สังเคราะห์ที่แตกต่างกัน 3 รูปแบบ

3.1.2.5 อุปกรณ์ขึ้นรูป วิจัยที่ B



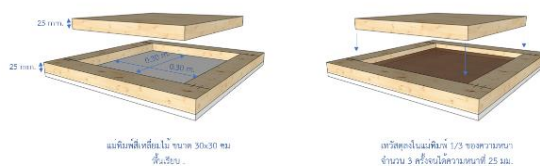
ภาพที่ 3-10 แม่พิมพ์ไม้สี่เหลี่ยม 30x30 พื้นเรียบ พื้นแบบพื้นปลา และวิธีเจาะรูแผ่นวัสดุซับเสียง

1. แบบเรียบ แม่พิมพ์ ไม้ กว้าง 30x30 ซม. หนา 2.50 ซม. พื้นเรียบ
2. แบบพื้นปลา แม่พิมพ์ ไม้ กว้าง 30x30 ซม. หนา 2.50 ซม. พื้นติดด้วยคิ้วสามเหลี่ยมลบมุมพีวีซี (กลาง) ขนาด 25 มม. ตัดให้มีความยาว 30 ซม. เรียงต่อกันจำนวน 12 เส้น
3. แบบหลุมกลม แม่พิมพ์ ไม้ กว้าง 30x30 ซม. หนา 2.50 ซม. พอขึ้นรูปแผ่นเสร็จขั้นตอนสุดท้ายใช้สว่านเจาะรูตามรูปแบบที่ต้องการด้วยสว่านไฟฟ้า หัวเจาะขนาด 5.00 มม. และ 1.00 มม.

3.1.2.4 ขั้นตอนการผลิตแผ่นวัสดุวิจัย B

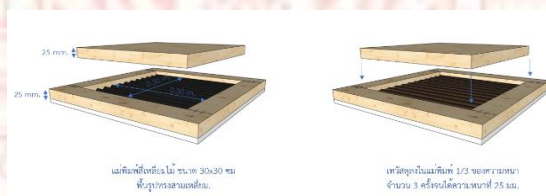
1. นำส่วนผสม A1 เทลงแม่พิมพ์ไม้ ขนาด 30 x 30 ซม. หนา 25 มม. ในสัดส่วน 1/3 ของระดับความสูง 2.5 ซม.
 2. กดด้วยเครื่องกดไฮดรอลิค ค้างไว้เป็นเวลา 15 วินาที ทำแบบนี้จำนวน 3 ครั้ง จนกว่าจะได้ความหนาที่ 2.5 ซม.
 3. พักทิ้งไว้เป็นเวลา 5 นาที ก่อนดึงแม่พิมพ์ออก จากนั้นตากให้แห้งในที่ร่ม
- ทั้งนี้ภาพรูปแบบชิ้นงานสามารถดูได้จากภาพที่ 3-11 – 3-13 และตารางเปรียบเทียบชิ้นงาน WAB1 – WAB3 กับชิ้นงานในท้องตลาด ดูได้จากตารางที่ 3-2

รูปแบบที่ 1 แบบเรียบ (WAB1) ใช้แม่พิมพ์ไม้ 4 เหลี่ยมพื้นเรียบ



ภาพที่ 3-11 ผลงานที่ผลิตแล้วเสร็จ ชิ้นงาน WAB1

รูปแบบที่ 2 แบบพื้นปลา (WAB2) ใช้แม่พิมพ์ไม้ 4 เหลี่ยมพื้นหยัก โดย นำคิ้วสามเหลี่ยมมุมปี่วีซี (กลวง) ขนาด 25 มม. ตัดให้มีความยาว 30 ซม. เรียงเอาสันขึ้น จำนวน 12 เส้น



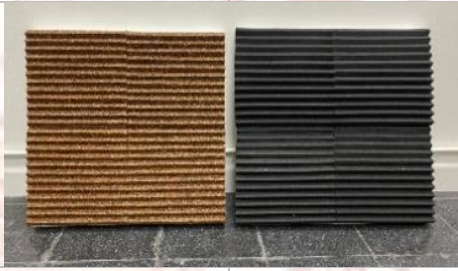
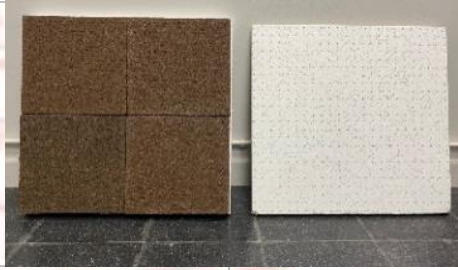
ภาพที่ 3-12 ผลงานที่ผลิตแล้วเสร็จ ชิ้นงาน WAB2

รูปแบบที่ 3 แบบหลุมกลม (WAB3) นำแผ่นวัสดุเรียบหนา 25 มม. ที่แห้งสนิทแล้วมาทำหลุมกลม ขนาดศูนย์กลาง 5 มม. ลึก 5 มม. ทุกระยะ 4 ซม. และ 1 มม. ลึก 5 มม. ทุกระยะ 1-2 ซม. ด้วย สว่านไฟฟ้าขนาดเล็ก



ภาพที่ 3-13 ผลงานที่ผลิตแล้วเสร็จ ชิ้นงาน WAB3

ตารางที่ 3-2 ขนาดและรูปแบบของชิ้นงานที่ใช้ในการทดลอง B

รายการ	ผลงาน	
1. แบบเรียบ		
ชื่อชิ้นงาน	WAB1	MAB1
วัสดุ	เศษไม้สังเคราะห์	ฉนวนใยแก้วหุ้มผ้า
ขนาด	30 x 30 x 2.5 ซม. / แผ่น (ในภาพมี 4 แผ่น)	
น้ำหนัก	8.33 กก./0.60 ตร.ม.	3.89 กก./0.60 ตร.ม.
2. แบบฟันปลา		
ชื่อชิ้นงาน	WAB2	MAB2
วัสดุ	เศษไม้สังเคราะห์	แผ่นโฟม
ขนาด	30 x 30 x 2.5 ซม. / แผ่น (ในภาพมี 4 แผ่น)	
น้ำหนัก	5.78 กก./0.60 ตร.ม.	0.28 กก./0.60 ตร.ม.
3. แบบหลุมกลม		
ชื่อชิ้นงาน	WAB3	MAB3
วัสดุ	เศษไม้สังเคราะห์	ฉนวนใยหิน
ขนาด	30 x 30 x 2.5 ซม./ แผ่น	60 x 60 x 2.5 ซม. /แผ่น
น้ำหนัก	7.78 กก./0.60 ตร.ม.	5.22 กก./0.60 ตร.ม.

3.2 วิธีการดำเนินการวิจัย

3.2.1 วิธีการทดสอบงานวิจัย A

1. ดำเนินการทดสอบที่ศูนย์นวัตกรรม เทคโนโลยีทางอาคาร คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ด้วยเครื่อง (acoustic material test) type 3560 B -T72/X72
2. นำค่าที่ได้จากการทดสอบมาสร้างกราฟเพื่อทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบ

3.2.1.1 เครื่องทดสอบการทดลอง A

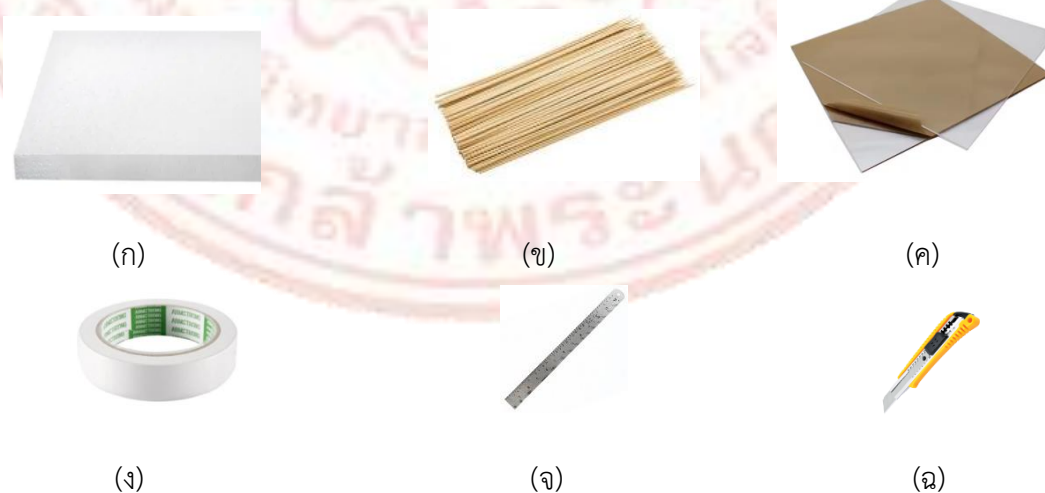


ภาพที่ 3-14 เครื่องทดสอบสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียง (<https://bias.com.>)

เครื่องทดสอบคุณสมบัติการดูดซับเสียง (acoustic material test) type 3560 B - T72/X72 มีความสามารถในการตรวจวัดคลื่นความถี่เสียงตั้งแต่ 50 -6,400 Hz โดยค่าที่ได้จากการทดสอบจะเป็นค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียง หรือ SAC (sound absorption coefficient) มีค่าตั้งแต่ 0 - 1.0 ในห้องตลาดอาจเรียกค่าการดูดซับเสียงของวัสดุเป็นเปอร์เซ็นต์ (%) เพื่อให้เข้าใจง่าย เช่น อ่านค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงได้ 0.60 ที่ความถี่ 2,100 Hz หมายความว่าวัสดุมีค่าการดูดซับเสียง 60 % และเสียงมีการสะท้อนกลับมา 40 % ที่ความถี่ 2,100 Hz เป็นต้น

3.2.2 วิธีการทดสอบงานวิจัย B

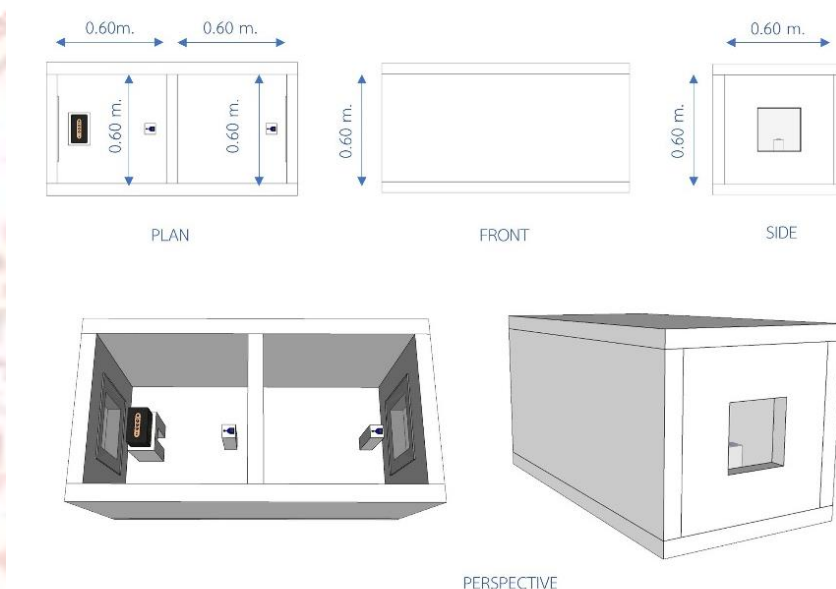
อุปกรณ์ทำกล่องทดสอบวัสดุ



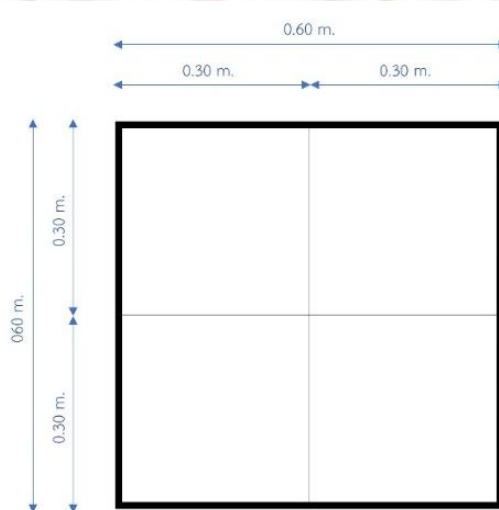
ภาพที่ 3-15 (ก) แผ่นโฟมอัดหนา 5.00 ซม. (ข) ไม้เสียบลูกชิ้น (ค) แผ่นอะคริลิกใสหนา 1 มม.

(ง) เทปกาว 2 หน้าแบบบาง (จ) ไม้บรรทัดเหล็ก (ฉ) มีดคัตเตอร์

1. สร้างกล่องทดลอง ขนาด $0.60 \times 1.20 \times 0.60$ ม. (ระยะด้านในกล่อง) จากแผ่นโฟมหนา 5 ซม. ด้านในกั้นให้เป็นห้อง 2 ห้องติดกัน ภาพที่ 3-14
2. ติดเครื่องแหล่งกำเนิดเสียงไว้ที่ ช่องที่ 1 และติดเครื่อง Sound Level Meter ไว้ทั้ง 2 ห้อง
3. วัดเสียงจากด้านนอกกล่อง (การทดลองนี้จะทดลองในเวลา 11.00 น. ในวันที่ 11 มกราคม 2558 บริเวณห้องทดลอง ชั้น 10 อาคาร 41 คณะสถาปัตยกรรมและการออกแบบ)
4. ติดตั้งแผ่นดูดซับเสียงจากเศษไม้สังเคราะห์ให้ได้ขนาด 0.60 ตารางเมตร ตามภาพที่ 3-15

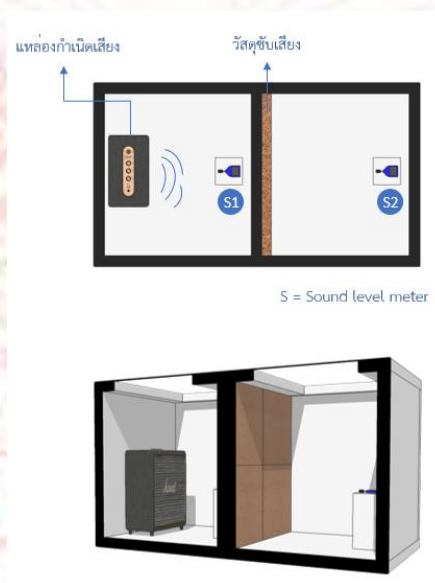


ภาพที่ 3-16 ขนาดกล่องทดลอง การทดลอง B



ภาพที่ 3-17 ขนาดแผ่นและรูปแบบการวางแผ่นภายในกล่องทดลอง

5. นำแผ่นดูดซับเสียงจากเศษไม้สังเคราะห์และวัสดุจากท้องตลาด ติดตั้งบริเวณกลางกล่องที่
ละแผ่นเพื่อการทดลอง
6. ปิดฝากล่องก่อนการทดลองจากนั้นเปิดเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียง อยู่ที่ระดับ 60 dB 85
dB และ 115 dB เป็นระยะเวลา 30 วินาที โดยวัดค่าจากเครื่องวัดที่ S1 (ดูภาพที่ 3-16)
7. จากนั้นวัดค่าจากเครื่องวัดที่ S2 ว่าความดังคงเหลือกี่ dB
8. เปรียบเทียบค่าการดูดซับเสียง ระหว่างไม่มีวัสดุซับเสียงและมีวัสดุดูดซับเสียง ว่ามีค่า
ต่างกันเท่าไร



ภาพที่ 3-18 ตำแหน่งอุปกรณ์ต่าง ๆ ในการทดลอง B

หมายเหตุ

60 dB คือค่าเสียงในสำนักงานที่วุ่นวาย

85 dB คือค่าเสียงจราจรตามปกติ รถไฟ เครื่องจักร

115 dB คือเสียงซู่เจาะถนน เครื่องกลึง เครื่องปั่น

3.2.2.1 เครื่องทดสอบการทดลอง B



ภาพที่ 3-19 เครื่องมือทดสอบ Sound Level Meter (<https://www.ponpe.com.>)

เครื่องวัดระดับเสียง Sound Level Meter FT3432 มีความสามารถในการตรวจวัดระดับเสียงอยู่ในช่วง 30 – 137 dB และสามารถวัด Lp, Leq, Lmax และ LE ได้พร้อมกัน

ระดับเสียง

Lp

ระดับความต่อเนื่องของเสียง

Leq

ระดับเสียงสูง

Lmax

ระดับการสัมผัสเสียง

LE

บทที่ 4

ผลการทดลอง

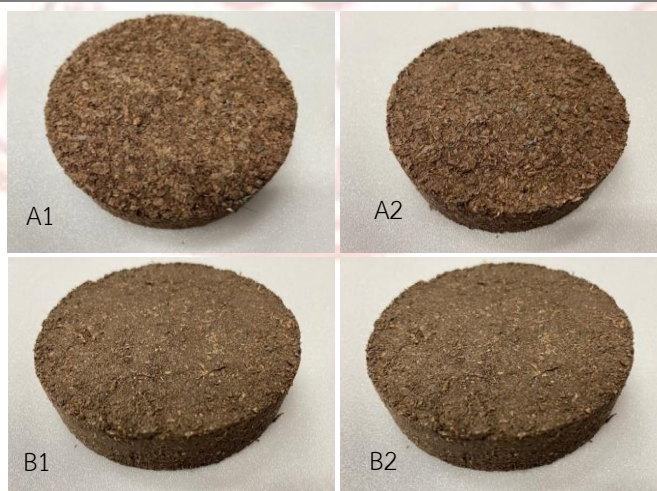
4.1 ผลการทดลอง A

4.1.1 ลักษณะทางกายภาพ

หลังได้ทำการทดลองขึ้นรูปแผ่นดูดซับเสียงจากเศษไม้สังเคราะห์แล้วตามจำนวนชุดการทดลองทั้งหมด 8 ชิ้นงาน ตามตารางที่ 4 แต่ละชุดการทดลองมีลักษณะทางกายภาพของแผ่นทดสอบที่แตกต่างกันตาม ปริมาณของกาวและความละเอียดของไม้สังเคราะห์ 4 ลักษณะดังนี้

ตารางที่ 4-1 น้ำหนักของชิ้นงานและระยะเวลาแห้งของชิ้นงาน

ชื่อชุดทดลอง	ความละเอียดของเศษไม้สังเคราะห์	ความหนา (mm.)	อัตราส่วน		เทคนิคการทำ	น้ำหนัก (g) / ชิ้นงาน 10 ซม.	เวลาแห้ง (ชั่วโมง)
			เศษไม้สังเคราะห์	กาว (g)			
A1			1	1		75	24
A2	หยาบ	25	1	2		124	72
B1			1	1	อัดขึ้นรูป	130	120
B2	บดละเอียด	25	1	2		154	168



ภาพที่ 4-1 ผลงานที่ผลิตแล้วเสร็จ การทดลอง A

ชุด A1 (อัตราส่วน 1:1 เนื้อหยาบ)

พบว่าลักษณะของแผ่นดูดซับเสียงจากเศษไม้สังเคราะห์ มีอัตราส่วนปริมาณการใช้ในการประสานเท่ากับปริมาณเศษไม้สังเคราะห์ (เนื้อหยาบ) เนื้อวัสดุชิ้นงานมีความหยาบและน้ำหนักเบา เนื่องจากสัดส่วนการที่ผสมมีปริมาณที่พอดีกับเศษไม้สังเคราะห์ และเศษไม้สังเคราะห์เนื้อหยาบไม่ดูดซับเนื้อกาวยาที่ควรเพราะมีส่วนผสมของพลาสติกทำให้ชิ้นงานมีพูน แต่ด้วยเทคนิคการอัดที่ยังไม่ได้มาตรฐานทำให้มีเศษไม้เทียมชิ้นเล็กๆหลุดหลังจากที่ชิ้นงานแห้งสนิทแล้ว

ชุด A2 (อัตราส่วน 1:2 เนื้อหยาบ)

พบว่าลักษณะของแผ่นดูดซับเสียงจากเศษไม้สังเคราะห์ มีอัตราส่วนปริมาณการใช้ในการประสานมากกว่าปริมาณเศษไม้สังเคราะห์ (เนื้อหยาบ) 1 เท่า เนื้อวัสดุชิ้นงานมีความหยาบและมีน้ำหนักมาก เนื่องจากสัดส่วนการที่ผสมมีปริมาณมาก และเศษไม้สังเคราะห์เนื้อหยาบไม่ดูดซับเนื้อกาวยาที่ควรเพราะมีส่วนผสมของพลาสติกทำให้มีเนื้อกาวยาที่ซึมออกจากเศษไม้สังเคราะห์เป็นจำนวนมาก พอชิ้นงานแห้งทำให้มีน้ำหนักที่หนัก เนื้อวัสดุไม่มีความพูนเท่าที่ควร

ชุด B1 (อัตราส่วน 1:1 เนื้อละเอียด)

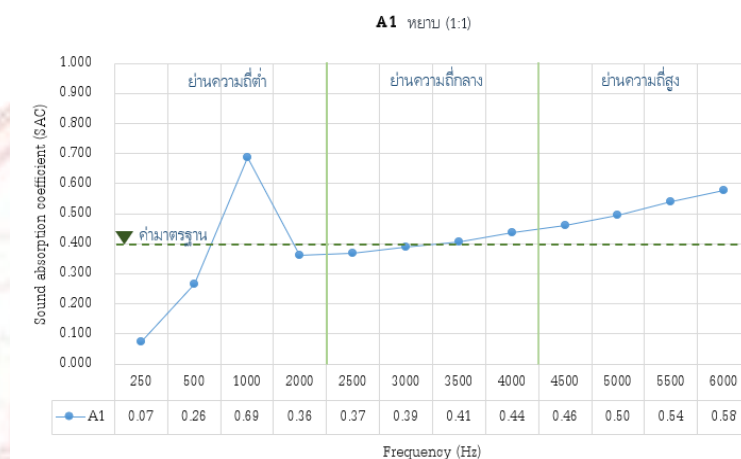
พบว่าลักษณะของแผ่นดูดซับเสียงจากเศษไม้สังเคราะห์ มีอัตราส่วนปริมาณการใช้ในการประสานเท่ากับปริมาณเศษไม้สังเคราะห์ (เนื้อละเอียด) เนื้อวัสดุมีความหยาบน้อยกว่า ชิ้นงานที่ใช้เศษไม้สังเคราะห์แบบเนื้อหยาบ น้ำหนักมาก เนื่องจากความละเอียดของเศษไม้สังเคราะห์ทำให้กาวยาที่ผสมกลับเนื้อวัสดุและอุดความพูนของเนื้อวัสดุ

ชุด B1 (อัตราส่วน 1:1 เนื้อละเอียด)

พบว่าลักษณะของแผ่นดูดซับเสียงจากเศษไม้สังเคราะห์ มีอัตราส่วนปริมาณการใช้ในการประสานเท่ากับปริมาณเศษไม้สังเคราะห์ (เนื้อละเอียด) เนื้อวัสดุมีความหยาบน้อยกว่า ชิ้นงานที่ใช้เศษไม้สังเคราะห์แบบเนื้อหยาบ น้ำหนักมาก เนื่องจากความละเอียดของเศษไม้สังเคราะห์ทำให้กาวยาที่ผสมกลับเนื้อวัสดุและอุดความพูนของเนื้อวัสดุ

4.1.2 ผลการทดสอบค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียง งานวิจัย A

ผลการทดสอบค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงพบว่า ค่า NRC ชิ้นงาน A1, A2, B1 และ B2 ในขนาด 2.5 ซม. ในค่าความถี่ที่ 1000Hz - 2000Hz มีประสิทธิภาพการดูดซับเสียงดีที่สุด ค่า NRC อยู่ที่ 0.69, 0.46, 0.37 และ 0.43 ตามลำดับ ภาพที่ 4-2 – 4-5 กราฟรวมได้ใน ภาพที่ 4-6



ภาพที่ 4-2 ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียง ชิ้นงาน A1

ผลการทดสอบค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงพบว่า

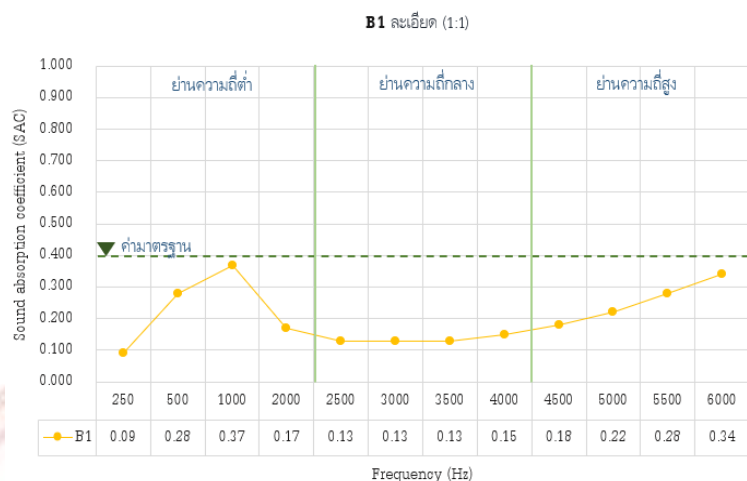
ค่า SAC ชิ้นงาน A1 ในขนาด 2.5 ซม. ในค่าความถี่ที่ 250 - 6000Hz มีประสิทธิภาพการดูดซับเสียงดีที่สุด ค่า SAC อยู่ที่ 0.69 และค่า NRC เฉลี่ย 0.57



ภาพที่ 4-3 ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียง ชิ้นงาน A2

ผลการทดสอบค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงพบว่า

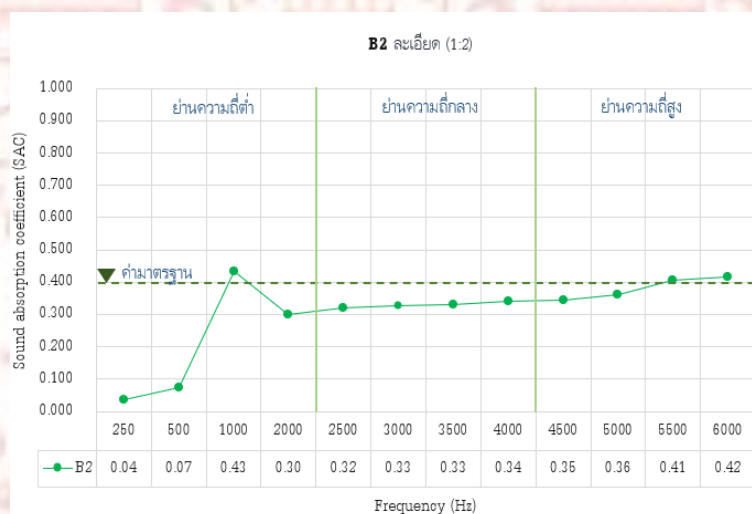
ค่า SAC ชิ้นงาน A2 ในขนาด 2.5 ซม. ในค่าความถี่ที่ 250 - 6000Hz มีประสิทธิภาพการดูดซับเสียงดีที่สุด ค่า SAC อยู่ที่ 0.46 และค่า NRC เฉลี่ย 0.36



ภาพที่ 4-4 ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียง ชั้นงาน B1

ผลการทดสอบค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงพบว่า

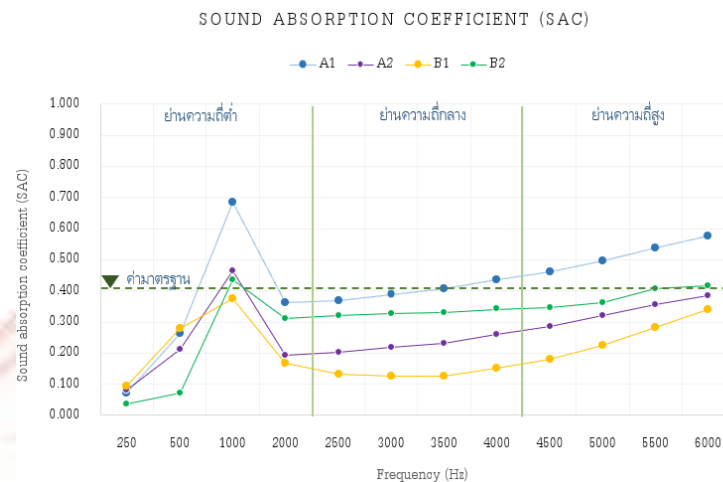
ค่า SAC ชั้นงาน B1 ในขนาด 2.5 ซม. ในค่าความถี่ที่ 250 - 6000Hz มีประสิทธิภาพการดูดซับเสียงดีที่สุด ค่า SAC อยู่ที่ 0.37 และค่า NRC เฉลี่ย 0.28



ภาพที่ 4-5 ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียง ชั้นงาน B2

ผลการทดสอบค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงพบว่า

ค่า SAC ชั้นงาน B1 ในขนาด 2.5 ซม. ในค่าความถี่ที่ 250 - 6000Hz มีประสิทธิภาพการดูดซับเสียงดีที่สุด ค่า SAC อยู่ที่ 0.43 และค่า NRC เฉลี่ย 0.36



ภาพที่ 4-6 ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียง ชั้นงาน A1 , A2 , B1 และ B2

ตารางที่ 4-2 ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียง ย่านความถี่ต่ำ - กลาง - สูง และค่าเฉลี่ย ของวัสดุ

ชื่อชั้นงาน	ค่าสูงสุด Sound Absorption Coefficient (SAC)			NRC (ค่าเฉลี่ย SAC)
	ย่านความถี่ต่ำ	ย่านความถี่กลาง	ย่านความถี่สูง	
A1	0.69	0.44	0.58	0.57
A2	0.46	0.26	0.38	0.36
B1	0.37	0.15	0.34	0.28
B2	0.43	0.34	0.42	0.39

ผลการทดสอบค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงพบว่า

1. ย่านความถี่ต่ำ 250 – 2000 Hz ชั้นงาน A1 มีสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงมากที่สุด รองลงมาคือชั้นงาน A2 B2 และ B1ตามลำดับ
2. ย่านความถี่กลาง 2500 – 4000 Hz ชั้นงาน A1 มีสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงมากที่สุด รองลงมาคือชั้นงาน A2 B2 และ B1ตามลำดับ
3. ย่านความถี่สูง 4500 – 6000 Hz ชั้นงาน A1 มีสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงมากที่สุด รองลงมาคือชั้นงาน A2 B2 และ B1ตามลำดับ

สรุปได้ว่า

1. ค่า NRC มากที่สุดในย่านความถี่ต่ำ ความถี่กลางและ ความถี่สูง คือ ชั้นงาน A1
2. ค่า NRC น้อยที่สุดในย่านความถี่ต่ำ ความถี่กลางและ ความถี่สูง คือ ชั้นงาน B1

4.2 ผลการทดลอง B

4.2.1 เปรียบเทียบค่าการดูดซับเสียงแผ่นดูดซับเสียงไม้สังเคราะห์และสินค้าในท้องตลาด

พบว่าในระดับความดังที่ 60 dB , 85 dB และ 115 dB ชิ้นงาน MAB1 มีค่าการลดลงของเสียงมากกว่า ชิ้นงาน WAB1 ดังตารางที่ 4-3

ตารางที่ 4-3 เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ค่าการลดลงของเสียง ชิ้นงาน WAB1 กับ MAB1

ระดับเสียงภายใน (dB)	ชื่อชุดการทดลอง	ชิ้นงาน WAB1 (dB)	ชิ้นงาน MAB1 (dB)
60	แบบเรียบ	49.8	45.3
85		69.3	51.3
115		88.1	75.6

ในระดับความดังที่ 60 dB , 85 dB และ 115 dB ชิ้นงาน WAB2 มีค่าการลดลงของเสียงมากกว่า ชิ้นงาน MAB2 ดังตารางที่ 4-4

ตารางที่ 4-4 เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ค่าการลดลงของเสียง ชิ้นงาน WAB2 กับ MAB2

ระดับเสียงภายใน (dB)	ชื่อชุดการทดลอง	ชิ้นงาน WAB2 (dB)	ชิ้นงาน MAB2 (dB)
60	แบบฟันปลา	49.6	52.4
85		66.5	75.4
115		87.9	94.6

ในระดับความดังที่ 60 dB , 85 dB และ 115 dB ชิ้นงาน WAB3 มีค่าการลดลงของเสียงมากกว่า ชิ้นงาน MAB3 ดังตารางที่ 4-5

ตารางที่ 4-5 เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ค่าการลดลงของเสียง ชิ้นงาน WAB3 กับ MAB3

ระดับเสียงภายใน (dB)	ชื่อชุดการทดลอง	ชิ้นงาน WAB3 (dB)	ชิ้นงาน MAB3 (dB)
60	แบบหลุมกลม	48.7	48.9
85		65.5	70.8
115		83.7	88.3

ในตารางที่ 4-3 – 4-5 แสดงผลการทดสอบเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การลดลงของเสียง WAB1, WAB2 และ WAB3 พบว่า

1. ในระดับความดังที่ 60 dB ชี้นงาน WAB3 และ WAB2 มากกว่า ค่าการลดลงของเสียง มากกว่า WAB1
2. ในระดับความดังที่ 85 dB ชี้นงาน WAB3 และ WAB1 มากกว่า ค่าการลดลงของเสียง มากกว่า WAB2
3. ในระดับความดังที่ 115 dB ชี้นงาน WAB3 และ WAB2 มากกว่า ค่าการลดลงของเสียง มากกว่า WAB1

4.2.2 เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ค่าการลดลงของเสียง วัสดุซับเสียงจากเศษไม้สังเคราะห์ WAB1 WAB2 และ WAB3

ตารางที่ 4-6 เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ค่าการลดลงของเสียง วัสดุซับเสียงเศษไม้สังเคราะห์ WAB1 WAB2 และ WAB3

ระดับเสียงภายใน (dB)	วัสดุซับเสียงเศษไม้สังเคราะห์		
	WAB1	WAB2	WAB3
60	49.8	49.6	48.7
ค่าการลดลง	- 10.2	-10.4	-11.3
85	69.3	66.5	65.5
ค่าการลดลง	- 15.7	-18.5	-19.5
115	88.1	87.9	83.7
ค่าการลดลง	- 26.9	-27.1	-31.3

สรุปได้ว่า

1. ค่าการลดลงของเสียง มากที่สุด ในระดับ 60 dB , 85 dB และ 115 dB คือ ชี้นงาน WAB3
2. ค่าการลดลงของเสียง น้อยที่สุด ในระดับ 60 dB , 85 dB และ 115 dB คือ ชี้นงาน WAB1

บทที่ 5

สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา

สรุปผลการศึกษา การทดลอง A

จากการทดลองพบว่า ชิ้นงานทั้ง 4 ตัวอย่าง คือ A1 , A2 , B1 และ B2 มีชิ้นงานที่เหมาะสมที่เป็นวัสดุซับเสียง 1 ชิ้นงานคือ A1 (หยาบ 1:1) มีค่า NRC สูงสุดในช่วงคลื่น 1000Hz - 2000Hz อยู่ที่ 0.69 และมีค่าเฉลี่ยรวม 0.42 ผ่านมาตรฐานวัสดุดูดซับเสียงที่กำหนด ส่วนชิ้นงานที่ A2 (หยาบ 1:2) , B1 (ละเอียด 1:1) และ B2 (ละเอียด 1:2) ไม่เหมาะสมที่จะเป็นวัสดุซับเสียงเนื่องจาก มีค่า NRC เฉลี่ยรวมน้อยกว่า 0.40 ต่ำกว่าค่ามาตรฐานวัสดุดูดซับเสียงที่กำหนด เนื่องจากสัดส่วนในการผสมของชิ้นงานที่ A1 คือเศษไม้สังเคราะห์แบบหยาบ 1 ส่วน ต่อ กาวลาเท็กซ์ 1 ส่วนทำให้เนื้อวัสดุมีความพรุนและน้ำหนักเบากว่าชิ้นอื่น ทำให้เกิดการดูดซับเสียงที่มากกว่าชิ้นอื่น แต่ไม่สามารถเจือจางความเข้มข้นของกาวลาเท็กซ์ก่อนการผสมได้เพราะจะทำให้ชิ้นงานไม่จับตัวขึ้นรูปได้

สรุปผลการศึกษา การทดลอง B

จากการทดลองเปรียบเทียบวัสดุซับเสียงจากเศษไม้สังเคราะห์กับวัสดุซับเสียงในท้องตลาดพบว่า ตัวอย่างทั้ง 3 รูปแบบ มี 2 ชิ้นงานที่มีค่าการลดทอนของเสียงของวัสดุซับเสียงจากเศษไม้สังเคราะห์มากกว่าวัสดุซับเสียงในท้องตลาด คือ WAB2 และ WAB 3 เพราะด้านหน้าของแผ่นวัสดุมีรูปทรงที่ช่วยเพิ่มการสะท้อนของเสียงช่วยให้มีค่าการลดทอนของเสียงที่มากกว่าแบบเรียบ และมี 1 ชิ้นงานที่ วัสดุซับเสียงจากเศษไม้สังเคราะห์ มีค่าการลดทอนของเสียงน้อยกว่าวัสดุซับเสียงจากในท้องตลาดคือ WAB1 เพราะด้านหน้าของแผ่นวัสดุมีความเรียบไม่ช่วยในการเพิ่มการสะท้อนของเสียงทำได้เพียงดูดซับเสียง ทำให้ค่าการลดทอนของเสียงน้อย

จากการทดลองเปรียบเทียบความสามารถของแผ่นวัสดุซับเสียงจากเศษไม้สังเคราะห์ ทั้ง 3 ชิ้น คือ WAB1 , WAB2 และ WAB3 ที่มีรูปแบบด้านหน้าแผ่นที่แตกต่างกันในขนาดและความหนาเท่ากันพบว่า ชิ้นงานที่ WAB3 (แบบหลุมกลม) มีค่าการลดทอนของเสียงมากที่สุดเพราะด้านหน้ามีหลุมกลมไว้ 2 ขนาด 5 มม. และ 1 มม. ทัวแผ่น ภายในหลุมกลมเกิดการสะท้อนของเสียงได้มากกว่ารูปแบบ WAB2 และ WAB1 และ ชิ้นงานที่ WAB1 (แบบเรียบ) ค่าการลดทอนของเสียงน้อยที่สุด เพราะด้านหน้าแผ่นมีความเรียบ ไม่ช่วยในการเพิ่มการสะท้อนของเสียง

5.2 ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะ การทดลอง A

เห็นควรให้ลดสัดส่วนของกาวลาเท็กซ์ลง อาจส่งผลให้เนื้อวัสดุมีความพรุนมากขึ้น ทำให้เพิ่มประสิทธิภาพในการดูดซับเสียงมากยิ่งขึ้น

ข้อเสนอแนะ การทดลอง B

การทดลองเปรียบเทียบวัสดุซับเสียงจากเศษไม้สังเคราะห์กับวัสดุซับเสียงในท้อง และ การทดลองเปรียบเทียบความสามารถของแผ่นวัสดุซับเสียงจากเศษไม้สังเคราะห์ ทั้ง 3 ชั้น พบปัญหาเนื้อวัสดุมีการหลุดเป็นเศษเล็กๆ หลังจากที่เนื้อวัสดุแห้งแล้ว ปัญหาเนื่องจากเทคนิคในการอัดขึ้นรูปไม่เหมาะสม เห็นควรปรับเทคนิคการอัดขึ้นรูปให้เหมาะสมมากขึ้น ในด้านการทดสอบควรพัฒนาจากการสร้างกล่องทดสอบขนาดเล็กเป็นทดสอบกับขนาดห้องจริงเพื่อจะได้ทราบถึงคุณภาพเวลาใช้กับสถานที่จริงและควรทดสอบชิ้นงานอย่างน้อย 3 ครั้งเพื่อความแม่นยำของค่าการทดลอง

บรรณานุกรม

- [1] โชติวิทย์ พงษ์เสริมผล. (2549). เสียงและการควบคุมเสียงในอาคาร. กรุงเทพมหานครสำนักงานสิ่งแวดล้อมและการมีส่วนร่วมของประชาชน กรมทางหลวง.(2556).โครงการศึกษามลภาวะเสียง(Noise Barrier).
- [2] ทรงพล แจ่มแจ้ง. (2564). องค์ประกอบของคลื่นเสียง มีอะไรบ้าง. เข้าถึงได้จาก <https://www.liveforsound.com>
- [3] ทวีสุข พันธุ์เพ็ง. (2529). การพัฒนากับปัญหามลภาวะทางเสียง การป้องกัน และแก้ไข. (รายงานการฝึกอบรมเรื่องการจัดการด้านสิ่งแวดล้อม), กองวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, กรุงเทพฯ
- [4] ไทยรัฐออนไลน์. 2566. ไม่เทียมคืออะไร. เข้าถึงได้จาก <https://www.thairath.co.th>
- [5] บริษัท ทีโอเอ เพ้นท์ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน). 2566. กาวลาเท็กซ์ ทีโอเอ LA-35A. เข้าถึงได้จาก <https://www.toagroup.com/th>
- [6] บริษัท ไอดีเอ็ม (ประเทศไทย) จำกัด. 2557. SCI WOOD. เข้าถึงได้จาก <https://www.sci-wood.com/home>
- [7] ประสงค์ หลาสะอาด และจิตเกษม หลาสะอาด. (2549). ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการ ดำรงชีวิต. กรุงเทพฯ : บริษัทสำนักพิมพ์ พ.ศ. พัฒนา จำกัด.
- [8] พรพรรณ เอื้อชัยเกษม. (2555). การผลิตแผ่นดูดซับเสียงภายในอาคารจากเศษธนบัตรเก่า. คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอม
- [9] มนูญชยา ชวงค์เลิศ. (2558). แผ่นดูดซับเสียงจากกระดาษใช้แล้วในสำนักงาน. คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต (นวัตกรรมการอาคาร) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- [10] ริชาร์ด วอล์กเกอร์. (2545). สารานุกรมพื้นฐานของร่างกายมนุษย์. ที เจ เจ, กรุงเทพฯ.
- [11] วีรวุฒิ สถิตอภิลกุล. (2561). ฟิสิกส์ คิวิก แอนด์ อีซี คลื่น เสียง แสง .(พิมพ์ครั้งที่ 1). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย: บริษัท กรีนไลฟ์ พรินติ้งเฮาส์ จำกัด.
- [12] ศิรเดช สุริต. (2565). แนวทางการผลิตแผ่นดูดซับเสียงจากใยกล้วยง ด้วยเทคโนโลยีที่เหมาะสมในชุมชน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- [13] สำนักงานกรมควบคุมมลพิษ. (2544). การควบคุมมลพิษทางเสียง. บริษัท ซิลค์คลับ จำกัด, กรุงเทพฯ.

บรรณานุกรม (ต่อ)

- [14] สำนักงานกรมควบคุมมลพิษ. (2555). โลกนี้...เสียงดัง. บริษัท กรังด์ปรีซ์ อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด, กรุงเทพฯ.
- [15] โสฬส ศรีหมื่นไวย. (2550). การสร้างวัสดุดูดซับเสียงจากกระดาษใช้แล้วในสำนักงาน. ศูนย์วิทยบริการ มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย, เลย.
- [16] American National Standard. 1998. Annual Book of ASTM Standard: Sound Absorption and Sound Absorption Coefficients by the Reverberation Room Method: C243 - 90a. Volume 4.06. Clearance Center, New York.
- [17] Cowan, J.P. 1994. Handbook of Environmental Acoustics. Van Nostrand Reinhold: International Thomson Publishing Company, New York
- [18] David Harris. 1991. Noise Control Manual. Van Nostrand Reinhold, New York.
- [19] Doelle, Leslie. 1972. Environmental Acoustic. McGraw Hill, New York.
- [20] International Organization for Standardization (ISO). 1988. Acoustics – Determination of sound absorption coefficient and impedance in impedance tubes - P.2: Transfer-function method. Geneva, Switzerland.
- [21] ITOOLMART. 2554. กาวลาเท็กซ์ เหมาะกับงานไม้ หรือเปลา. เข้าถึงได้จาก <https://itoolmart.com>
- [22] Malcolm J. Crocker and Frederick M. Kessler. 1982. Noise and Noise Control Volume 2. CRC Press, Florida.
- [23] MAZ INTERIOR MATERIAL. 2566. ไม้เทียม WPC สูดยอด้วัสดุตกแต่งบ้านแห่งยุค. เข้าถึงได้จาก <https://www.mazthailand.com>
- [24] Olivo, C.T and Olivo, T.P. 1978. Fundamentals of Applied Physics. Delmar Publishers. New York.
- [25] Walker, A.W. 1974. Acoustic Materials for Absorption. Elek Science, London.
- [26] Yerges, L.F. 1969. Sound, Noise and Vibration Control. Van Nostrand Reinhold, New York



ภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่ 1 ตารางแสดงค่าความสามารถในการดูดซับเสียงของการทดลอง A

f (HZ)	A1	A2	B1	B2
0	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
1	0.06536	0.58700	0.06257	0.25774
100	0.00801	0.01397	0.00358	0.00195
200	0.04992	0.06078	0.06246	0.02626
300	0.09780	0.10312	0.12588	0.04006
400	0.17269	0.15429	0.19722	0.06083
500	0.26497	0.21241	0.27826	0.07285
600	0.39842	0.30219	0.33348	0.12014
700	0.52028	0.38092	0.35616	0.17772
800	0.61350	0.45462	0.36462	0.23962
900	0.66412	0.48854	0.37226	0.32525
1000	0.68656	0.46438	0.37465	0.43465
1100	0.68301	0.40192	0.38496	0.53388
1200	0.62012	0.33784	0.39292	0.45909
1300	0.55100	0.29001	0.37858	0.35270
1400	0.48477	0.25360	0.34572	0.30773
1500	0.42946	0.22249	0.29808	0.29877
1600	0.38435	0.19414	0.24275	0.30331
1700	0.37313	0.19233	0.21639	0.30406
1800	0.36552	0.19394	0.19646	0.30700
1900	0.36225	0.19409	0.17977	0.30918
2000	0.36121	0.19469	0.16695	0.31132

ตารางภาคผนวกที่ 1 ตารางแสดงค่าความสามารถในการดูดซับเสียงของการทดลอง A (ต่อ)

f (HZ)	A1	A2	B1	B2
2100	0.36169	0.19603	0.15668	0.31349
2200	0.36292	0.19742	0.14842	0.31574
2300	0.36465	0.19877	0.14194	0.31751
2400	0.36709	0.20176	0.13661	0.31958
2500	0.36939	0.20362	0.13197	0.32100
2600	0.37247	0.20649	0.12882	0.32293
2700	0.37576	0.20939	0.12668	0.32452
2800	0.37900	0.21194	0.12481	0.32561
2900	0.38298	0.21505	0.12415	0.32705
3000	0.38800	0.21871	0.12501	0.32878
3100	0.39393	0.22077	0.12484	0.32820
3200	0.39200	0.22207	0.12323	0.32842
3300	0.39628	0.22612	0.12186	0.32863
3400	0.40071	0.22839	0.12308	0.32900
3500	0.40560	0.23217	0.12536	0.32972
3600	0.41085	0.23647	0.12835	0.33089
3700	0.41668	0.24201	0.13323	0.33297
3800	0.42350	0.24843	0.13932	0.33579
3900	0.43070	0.25505	0.14669	0.33923
4000	0.43726	0.26141	0.15296	0.34170
2100	0.36169	0.19603	0.15668	0.31349
2200	0.36292	0.19742	0.14842	0.31574

ตารางภาคผนวกที่ 1 ตารางแสดงค่าความสามารถในการดูดซับเสียงของการทดลอง A (ต่อ)

f (HZ)	A1	A2	B1	B2
4100	0.44041	0.26303	0.15439	0.34011
4200	0.44413	0.26597	0.15794	0.33973
4300	0.44983	0.27103	0.16368	0.34048
4400	0.45539	0.27669	0.17044	0.34233
4500	0.46204	0.28466	0.17902	0.34550
4600	0.46837	0.29404	0.18759	0.34926
4700	0.47549	0.30488	0.19720	0.35359
4800	0.48250	0.31120	0.20677	0.35886
4900	0.48944	0.31643	0.21550	0.36263
5000	0.49564	0.32070	0.22468	0.36296
5100	0.50394	0.33836	0.23682	0.37363
5200	0.51288	0.34594	0.24745	0.38946
5300	0.52186	0.34796	0.25934	0.40567
5400	0.52989	0.34993	0.27037	0.41104
5500	0.53834	0.35549	0.28229	0.40727
5600	0.54612	0.36169	0.29348	0.40504
5700	0.55358	0.36730	0.30426	0.40580
5800	0.56134	0.37388	0.31636	0.40911
5900	0.56865	0.37942	0.32793	0.41288
6000	0.57590	0.38395	0.33958	0.41641
4100	0.44041	0.26303	0.15439	0.34011
4200	0.44413	0.26597	0.15794	0.33973

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นางสาวธิดารัตน์ ทองชัย
ชื่อวิทยานิพนธ์	แผ่นดูดซับเสียงจากเศษไม้สังเคราะห์โรงงานอุตสาหกรรม
สาขาวิชา	นวัตกรรมการออกแบบเพื่อความยั่งยืน
ประวัติ	วุฒิการศึกษา ปีการศึกษา 2559 : สถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิตบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ปีการศึกษา 2543 : โรงเรียนฝางชนูปถัมภ์ (วิทย์-คณิต) ผลงานทางวิชาการ : (รอตีพิมพ์) ประสบการณ์ทำงาน 2567 – ปัจจุบัน : สถาปนิกปฏิบัติการ กรมชลประทาน 2566 – 2567 : สถาปนิกปฏิบัติการ องค์การบริหารส่วน จังหวัดชลบุรี 2562 – 2566 : พนักงานสถาปนิก กรมโยธาธิการและผังเมือง 2560 – 2562 : สถาปนิก บริษัท คริสเตียนีและนีสัน (ไทย) จำกัด (มหาชน)