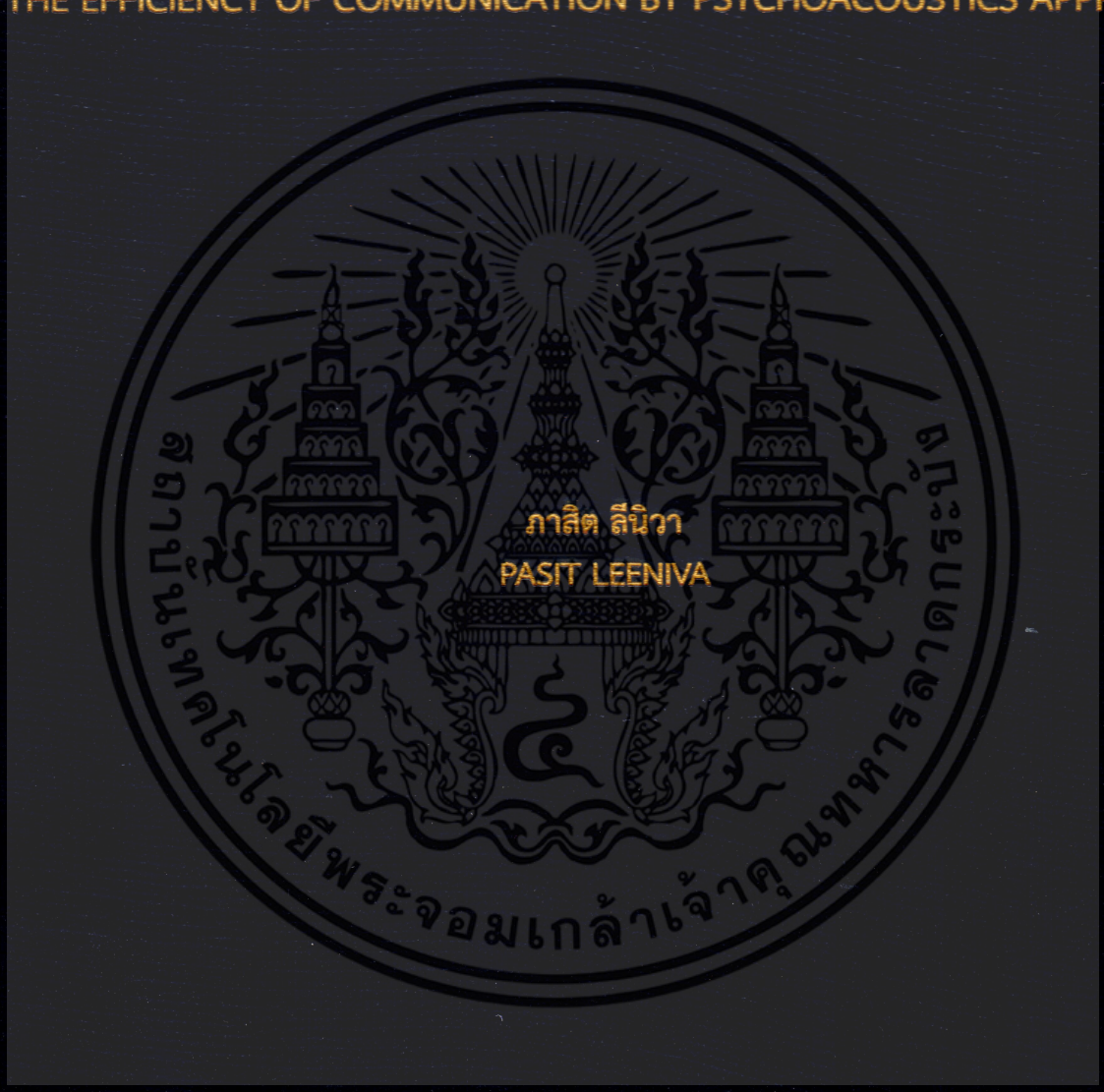
แนวทางการจัดการสภาพแวดล้อมภายในพื้นที่การเรียนรู้ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพทางการสื่อสารด้วยวิธีการรับรู้เสียงทางจิตวิทยา

GUIDELINES OF LEARNING SPACES MANAGEMENT ENHANCING THE EFFICIENCY OF COMMUNICATION BY PSYCHOACOUSTICS APPROACH



ภาสิต ลีนิวา
PASIT LEENIVA

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาสหวิทยาการการวิจัยเพื่อการออกแบบ
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2560

KMITL-2017-AR-D-007-044

แนวทางการจัดการสภาพแวดล้อมภายในพื้นที่การเรียนรู้ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพทางการสื่อสารด้วยวิธีการรับรู้เสียงทางจิตวิทยา

GUIDELINES OF LEARNING SPACES MANAGEMENT ENHANCING THE EFFICIENCY OF COMMUNICATION BY PSYCHOACOUSTICS APPROACH

ภาสิต ลีนิวา

PASIT LEENIVA

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรดุษฎีบัณฑิต

สาขาวิชาสหวิทยาการการวิจัยเพื่อการออกแบบ

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2560

KMITL-2017-AR-D-007-044

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

GUIDELINES OF LEARNING SPACES MANAGEMENT ENHANCING THE EFFICIENCY OF COMMUNICATION BY PSYCHOACOUSTICS APPROACH

PASIT LEENIVA

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

DOCTOR OF ARCHITECTURE PROGRAM IN MULTIDISCIPLINARY DESIGN RESEARCH

FACULTY OF ARCHITECTURE

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2017

KMITL-2017-AR-D-007-044

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2017

FACULTY 0F ARCHITECTURE

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ แนวทางการจัดการสภาพแวดล้อมภายในพื้นที่การเรียนรู้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพทางการสื่อสารด้วยวิธีการรับรู้เสียงทางจิตวิทยา
GUIDELINES OF LEARNING SPACES MANAGEMENT ENHANCING THE EFFICIENCY OF COMMUNICATION BY PSYCHOACOUSTICS APPROACH

นักศึกษา นายภาสิต ลีนิวา
รหัสประจำตัว 55621507
ปริญญา สถาปัตยกรรมศาสตรดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชา สหวิทยาการการวิจัยเพื่อการออกแบบ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ดร.ประพัทธ์พงษ์ อุปลา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม -

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
ดร.ประพัทธ์พงษ์	อุปลา	
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ญาณินทร์	รักวงศ์วาน	
ดร.อมร	บุญต่อ	
ดร.อาทิตย์	ทิพย์พิชัย	
ศาสตราจารย์ ดร.จิราวัลย์	จิตรถเวช	

วัน / เดือน/ ปี ที่สอบ 28 พฤศจิกายน 2560
สถานที่สอบ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์รับรองแล้ว

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อันธิกา สวัสดิ์ศรี)
คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
วันที่ 29 **เดือน** ธันวาคม **พ.ศ.** 2560

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	แนวทางการจัดการสภาพแวดล้อมภายในพื้นที่การเรียนรู้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพทางการสื่อสารด้วยวิธีการรับรู้เสียงทางจิตวิทยา
นักศึกษา	นายภาสิต ลีนิวา
รหัสประจำตัว	55621507
ปริญญา	สถาปัตยกรรมศาสตรดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชา	สหวิทยาการการวิจัยเพื่อการออกแบบ
พ.ศ.	2560
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ดร.ประพัทธ์พงษ์ อุปลา

บทคัดย่อ

คุณภาพเสียง เป็นหนึ่งในองค์ประกอบสำคัญที่เป็นสิ่งชี้วัดคุณภาพของสภาพแวดล้อมภายใน ซึ่งส่งผลกระทบโดยตรงต่อการดำเนินชีวิตและประกอบกิจกรรมของผู้ที่ใช้งานอาคาร รวมถึง ส่งผลต่อผู้ใช้อาคาร 3 ลักษณะ ได้แก่ ด้านสุขภาพกาย ด้านประสิทธิภาพการสื่อสาร และด้านจิตวิทยา พื้นที่ที่ควรต้องให้น้ำหนักความสำคัญในด้านคุณภาพเสียง ได้แก่ พื้นที่การเรียนรู้เนื่องจากการเรียนรู้ต้องให้ความสำคัญกับกระบวนการสื่อสาร ด้วยวิธีการพูดและการฟัง การออกแบบพื้นที่ดังกล่าวจำเป็นต้องอาศัยความรู้ความเข้าใจปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมเสียง คุณภาพเสียงและการรับรู้เสียงนอกเหนือจากมิติทางด้านกายภาพของเสียง สิ่งที่ต้องให้ความสำคัญอีกด้านหนึ่ง คือ มิติทางด้านจิตวิทยา เนื่องจากเสียงนั้นส่งผลกระทบถึงความรู้สึก อารมณ์ ตลอดจนทัศนคติและความพึงพอใจของผู้ที่รับรู้เสียง เป็นที่มาของวัตถุประสงค์การวิจัยจำนวน 4 ข้อ ได้แก่ 1) เพื่อศึกษาคุณลักษณะทางเสียงของห้องในสภาพแวดล้อมพื้นที่การเรียนรู้ 2) เพื่อศึกษาคุณลักษณะทางเสียงและการรับรู้เสียงจากการปรับเปลี่ยนสภาพแวดล้อมกายภาพ 3) เพื่อค้นหาความสัมพันธ์ระหว่าง คุณลักษณะทางเสียงของห้อง รูปแบบเสียงในกิจกรรมการเรียนการสอน และ การรับรู้เสียงทางจิตวิทยา และ 4) เพื่อเสนอแนะแนวทางในการจัดการสภาพแวดล้อมภายในพื้นที่การเรียนรู้ที่สอดคล้องกับคุณลักษณะทางเสียงของห้องและการรับรู้เสียงทางจิตวิทยา

ขั้นตอนการวิจัยแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ 1) ขั้นตอนการสำรวจคุณลักษณะทางเสียงของห้องเรียนขนาดใหญ่จำนวน 7 ห้องจาก 7 คณะภายในสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ซึ่งเป็นสถาบันการศึกษาภาครัฐฯ ห้องเรียนทั้งหมดจัดอยู่ในประเภทพื้นที่การเรียนรู้แบบห้องเรียนขนาดใหญ่ตามเกณฑ์มาตรฐานของ ANSI S12.60 2) คัดเลือกห้องเพื่อทำการทดลองปรับสภาพแวดล้อมกายภาพ 3) ขั้นตอนการเก็บข้อมูลการรับรู้เสียงทางจิตวิทยาภายในห้องทดลอง

ขั้นตอนที่ 1 การเก็บข้อมูลคุณลักษณะทางเสียง และ ข้อมูลองค์ประกอบกายภาพเชิงพื้นที่สำรวจคุณลักษณะเสียงด้วยวิธีสำรวจภาคสนาม โดยใช้อุปกรณ์ในการประเมินคุณลักษณะทางเสียงของห้อง ซึ่งประกอบด้วยดัชนีชี้วัด 3 ดัชนี ได้แก่ ระดับเสียงรบกวนพื้นหลัง (BNL) ระยะเวลาการก้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กังวาน (RT) และดัชนีการส่งผ่านการพูด (STI) วิเคราะห์ข้อมูลจากการเปรียบเทียบดัชนีชี้วัดทางเสียงกับผลกระทบจากองค์ประกอบกายภาพเชิงพื้นที่ประกอบด้วย ปริมาตร ความสูงฝ้าเพดาน อัตราส่วนของห้อง พื้นที่ของพื้นผิวภายในห้องและพื้นที่ของพื้นผิวดูดซับเสียง (PAS)

ขั้นตอนที่ 2 การคัดเลือกห้องทดลอง 1 ห้องเพื่อการประเมินเชิงวัตถุวิสัย พื้นที่ห้องทดลองครั้งนี้คือห้องเรียนจากคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ เป็นห้องเรียนที่มีคุณสมบัติเป็นไปตามข้อกำหนดและสามารถปรับเปลี่ยน PAS ได้ 5 ระดับตั้งแต่ 0-30% ภายหลังจากการปรับจะทำการจำลองเสียงพูด เสียงเพลง เสียงกระทบ และเสียงสัญญาณ STIPA

ขั้นตอนที่ 3 การประเมินเชิงอัตวิสัยภายในห้องทดลองที่มีการปรับ PAS 5 ระดับ ตัวอย่างเป็นอาสาสมัครจำนวน 107 คน ทั้งหมดเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรีภายใน สจล. จำแนกเป็นนักศึกษาสายวิทย์จำนวน 54 คน และ นักศึกษาสายศิลป์จำนวน 53 คน ประเมินทัศนคติ ความพึงพอใจด้วยเครื่องมือแบบสอบถาม 3 ประเด็นหลักคือ การรับรู้เสียง การประเมินทัศนคติทางเสียง และความพึงพอใจในภาพรวม ขั้นตอนนี้เป็นการประเมินความเชื่อมโยงระหว่าง คุณลักษณะทางเสียงกับประเภทของเสียง และการรับรู้เสียงทางจิตวิทยา

การวิเคราะห์ผลการวิจัย ประเมินจากข้อมูลสถิติพรรณนา การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ วิเคราะห์การถดถอย และ วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่ม ประกอบกับการวิเคราะห์ด้วยผังการกระจายของเสียง ผลการศึกษาจำแนกออกเป็น 4 ส่วนดังต่อไปนี้

1) คุณลักษณะทางเสียงของห้องพื้นที่ทำการศึกษาจำนวน 7 ห้องมีค่าสภาพแวดล้อมเสียงที่ต่ำกว่ามาตรฐาน คือ มีระดับ BNL สูงเกินมาตรฐานโดยเฉลี่ย 35-40% เช่นเดียวกับค่า RT สูงเกินมาตรฐาน 3 เท่า หมายถึง ห้องเรียนทั้งหมดมีสภาวะความก้องกังวานและมีระดับเสียงรบกวนมากส่งผลต่อระดับความชัดเจนของการพูดสื่อสารภายในห้องคือ STI ระดับต่ำกว่ามาตรฐาน ทั้งนี้เป็นผลมาจากพื้นผิวดูดซับเสียงภายในห้องที่อยู่ในระดับน้อยคือมีสัดส่วนประมาณ 1.75 ถึง 18.3% รวมถึงองค์ประกอบกายภาพเชิงพื้นที่ ได้แก่ ปริมาตรห้อง ความสูงฝ้าเพดาน และปริมาณพื้นผิวดูดซับเสียง

2) การตอบคำถามการวิจัย ในส่วนของความเชื่อมโยงระหว่างคุณลักษณะทางเสียงของห้องกับประเภทเสียงในกิจกรรมการเรียนการสอน พบว่า ความดังและลักษณะการกระจายของเสียงพูดและเสียงเพลงจะแตกต่างกันเมื่อมีระดับ PAS สูงขึ้น

3) PAS หรือ ร้อยละของพื้นผิวดูดซับเสียง เป็นปัจจัยที่ส่งผลอย่างมากต่อคุณลักษณะทางเสียงของห้อง คือ สามารถลดระดับ RT จนอยู่ในช่วงมาตรฐาน (PAS 30%) และมีผลทำให้ระดับความชัดเจนภายในห้องอยู่ในเกณฑ์ที่ดี (STI 0.59) นอกจากนี้ห้องเรียนที่มี PAS 15% ทำให้สภาพแวดล้อมเสียงภายในห้องอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

4) การเปรียบเทียบการรับรู้ของบุคคล กับการประเมินด้วยอุปกรณ์ พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันเมื่อภายในห้องมี PAS เกิน 15% ขึ้นไป ห้องที่มีพื้นผิวซับเสียงน้อยก่อให้เกิดความสับสนเนื่องจากภาวะก้องกังวานและการผสานกันระหว่างเสียงจากการสะท้อนและเสียงจากแหล่งกำเนิดโดยตรง เมื่อพิจารณาที่ปัจจัยบุคคล พบว่า นักศึกษาสายวิทย์และสายศิลป์มีการรับรู้ที่แตกต่างกัน คือ นักศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สายวิทย์รับรู้ความดังและความชัดเจนได้ดีกว่าเมื่อห้องมี PAS มากกว่า 15% ในขณะที่นักศึกษาสายศิลป์รับรู้เสียงก้องได้มากกว่า สำหรับห้องที่ PAS น้อยกว่า 15% นักศึกษาสายศิลป์จะรับรู้ความดังและความชัดเจนได้ดีกว่า

จากผลการศึกษา สรุปเป็นข้อเสนอแนะการจัดการสภาพแวดล้อมภายในพื้นที่การเรียนรู้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพทางการสื่อสารด้วยวิธีการรับรู้เสียงทางจิตวิทยา ได้ดังนี้ การประเมินคุณภาพเสียงนั้นควรทำการประเมินทั้งสองด้านคือการใช้เครื่องมือตรวจวัด และด้านบุคคล เนื่องจากการรับรู้ทางเสียงของนักศึกษาแตกต่างกันออกไปตามปัจจัยพื้นหลัง การออกแบบพื้นที่การเรียนรู้จึงต้องคำนึงถึงปัจจัยบุคคลร่วมกับกิจกรรมการเรียนการสอน ห้องเรียนที่มีพื้นผิวดูดซับเสียงมากเหมาะสมสำหรับกิจกรรมการบรรยายและนักศึกษาสายวิทย์ ในขณะที่ห้องเรียนที่มีพื้นผิวดูดซับเสียงน้อย เหมาะสมสำหรับนักศึกษาสายศิลป์เพราะเกี่ยวข้องกับมิติทางอารมณ์ นอกจากนี้ การออกแบบโครงสร้างอาคารจำเป็นจะต้องคำนึงถึงองค์ประกอบเชิงพื้นที่ที่ส่งผลต่อคุณภาพเสียงภายในอาคาร คือ ในด้านปริมาตรความสูงฝ้าเพดาน และสัดส่วนห้อง สำหรับการแก้ไขสภาพแวดล้อมเสียงพื้นที่ห้องที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบันสามารถกระทำได้โดยการปรับปริมาณของพื้นผิวดูดซับเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis	Guidelines of Learning Spaces Management Enhancing the Efficiency of Communication by Psychoacoustics Approach
Student	Pasit Leeniva
Student ID	55621507
Degree	Doctor of Architecture (Arch. D.)
Program	Multidisciplinary Design Research
Year	2017
Thesis Advisor	Dr.Prapatpong Upala

ABSTRACT

Sound quality is one of the key components which indicate the Indoor Environment Quality which directly affects the way of life and the activity of the building occupants. Sound quality affects the building occupants in 3 aspects, which are physical health, communication efficiency, and psychology. The area that needs to emphasize sound quality is the learning space since learning needs the communication process of speaking and listening to a significance foundation. The design of such area needs an understanding of the factors that affect the sound environment, sound quality, and auditory perception. Apart from the physical dimension of sound, the psychological aspect must also be emphasized since sound can impact emotions, feelings as well as the attitude and the satisfaction of the sound recipients. Therefore, the objective of this research is categorized into four subjects, which are 1) to study the room-acoustical characteristics; 2) to study the psychoacoustics and the room-acoustical characteristics from changing the physical environment; 3) to investigate the relationship between the room-acoustical characteristics and the type of sound in the learning activity and the psychoacoustics, and; 4) to recommend guidelines of learning spaces management that is in accordance with the room-acoustical characteristics and the psychoacoustics.

The research procedures are divided into three main steps, which are 1) surveying the room-acoustical characteristics of seven large classrooms from seven faculties within King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL), which is a government educational institution, and all classrooms are categorized into a large

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

classroom learning space according to the standard criteria of ANSI S12.60; 2) selecting the room to do the experiment of adjusting physical environment, and; 3) collecting the psychoacoustics data within the experimental room.

Step 1 is collecting the acoustical characteristics data and the physical area data. The survey of the acoustical characteristics will use in-field acoustical measurement by using an instrument to assess the room-acoustical characteristics, which consists of three indicators, which are Background Noise Level (BNL), Reverberation Time (RT), and Speech Transmission Index (STI). Acoustical Indexes are used to analyze the data together with the impact from the physical area which consists of the room volume, floor to ceiling, the proportion of room, the interior room surface area, and the Percentage of Absorbing Surface (PAS).

Step 2 is to collect the Objective Evaluation data in the experimental room from the Faculty of Architecture, which is a classroom that has the characteristics as required in the requirements and is able to adjust the PAS in the area in five levels, starting from 0-30%. After the adjustment, the speech, the music, the impulse noise, and the STIPA signal.

Step 3 is to collect Subjective Evaluation data in the experimental room with the adjustment of PAS in five levels. The sample is 107 volunteers, all of which are bachelor degree's students of KMITL and can be categorized into 54 science students, and 53 art students. The sample will do an attitude and satisfaction evaluation in a questionnaire for three main aspects, which is the auditory perception, the attitude evaluation for the acoustical environment, and the satisfaction overall of the learning space. This step is to evaluate the relationship between the acoustical characteristics, the sound type, and the psychoacoustics aspect.

The analysis of the research results used evaluation from the descriptive statistic data, correlation analysis, regression analysis, and t-test. Moreover, the sound transmission and sound pattern will be observed by using a contour map. The results of the study can be categorized into 4 parts as follows:

1) The acoustical characteristics of the seven rooms in the study had a sound environment value below the standard, which is having a BNL level above the standard by an average of 35-40% as well as having an RT level three times above the standard, which means that all classrooms have high reverberation and a high

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

background noise level that affect the level of clearness of the communication in the room, which is having STI lower than the standard. This is a result of the low level of absorbing surface in the room with an approximate ratio of 1.75 to 18.3%, including the physical area components, which are the room volume, the floor to ceiling height, and sound absorbing surface area.

2) The relationship between the room-acoustical characteristics and the sound in the learning activity, it was found that the loudness and speech intelligibility and music are different when having higher PAS level.

3) Percentage of Absorbing Surface (PAS) in the room is a factor that highly affects the room-acoustical characteristics, which means that RT level can be reduced until it reaches the standard interval (PAS 30%) and also affects the level of clearness in the room to be within good criteria (STI 0.59). Moreover, a classroom with PAS 15% can make the acoustical environment in the room to be at an acceptable level.

4) The comparison of Auditory Perception and sound evaluation by using the equipment found that there were no differences when the room has PAS more than 15% and above. A room with the less absorbing surface will create confusion due to reverberation and the combination of echoing sounds and sounds directly from the speaker. When considering personal factors, it was found that the science students perceived loudness and clearness better when the room had PAS more than 15%, whereas the art student perceived more reverberations. For a room with PAS less than 15%, the art students perceived loudness and clearness better.

From the conclusions of the research, recommendation to manage the environment in the learning space to enhance communications by using the psychoacoustics approach is as follows: The sound quality evaluation must be evaluated in both aspects, which are equipment and person. Since the auditory perception of students depends on the background factor, the design of the learning space must consider personal factors along with the learning activity. The High Absorption classrooms are appropriate for lecturing and science students, whereas the Low Absorption classrooms are appropriate for art students because it involves the emotional dimension. Moreover, the basic structural design needs to consider the area component that affects the sound quality in the building in terms of the room volume, the floor to ceiling height, and the proportion of room. However, the

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

classrooms at present that need to modify its acoustical environment can be made by adjusting the Percentage of Absorbing Surface.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยทุนสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยกรุงเทพ และความกรุณาจากอาจารย์ที่ปรึกษา ดร.ประพัทธ์พงษ์ อุปลา ผู้ให้ความรู้ คำแนะนำ ให้การช่วยเหลือ ตลอดจนปลูกฝังคุณธรรม และจริยธรรมทางวิชาการ

กรอบขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ศาสตราจารย์ ดร.จิราวัลย์ จิตรถเวช ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ญานินทร์ รักวงศ์วาน ดร.อมร บุญต่อ และ ดร.อาทิตย์ ทิพย์พิชัย สำหรับคำแนะนำ ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงวิทยานิพนธ์ให้มีความสมบูรณ์

กราบขอบพระคุณคณะผู้เชี่ยวชาญสำหรับคำแนะนำในการเก็บข้อมูล ตรวจสอบเครื่องมือวิจัย ตลอดจนแนวทางในการวิเคราะห์ข้อมูล รองศาสตราจารย์ ดร.ชูพงษ์ ทองคำสมุทร อาจารย์ชัยบรรฑิต พืชผลทรัพย์ นายธนินทร์ แสงวรรณลอย และ นายแพทย์ภาสกร ลีนิวา กราบขอบพระคุณสถาบัน GrAT: Vienna University of Technology เมืองเวียนนา ประเทศออสเตรีย ประกอบด้วย Dr.Robert Wimmer ดร.ไชยพิพัฒน์ ปกป้อง ตลอดจนบุคลากรทุกท่าน

ขอบพระคุณคณาจารย์และเจ้าหน้าที่สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง สำหรับความช่วยเหลือการติดต่อ ประสานงาน และให้ความอนุเคราะห์การสำรวจพื้นที่

ขอบพระคุณคณาจารย์และเจ้าหน้าที่มหาวิทยาลัยกรุงเทพ สำหรับการสนับสนุนและการติดต่อประสานงานทุก ๆ ด้าน

กราบขอบพระคุณคณาจารย์ บุคลากร กลุ่มเพื่อน พี่น้อง หลักสูตรสหวิทยาการการวิจัยเพื่อการออกแบบ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

กราบขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัว สำหรับความช่วยเหลือ อดทน ให้การสนับสนุนและเป็นกำลังใจให้ในทุก ๆ ด้าน

คุณประโยชน์อันใดที่เกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบให้ บิดา มารดา ครูอาจารย์ ผู้ประสิทธิประสาทวิชาความรู้ให้แก่ข้าพเจ้า

ภาสิต ลีนิวา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... IV
กิตติกรรมประกาศ..... VIII
สารบัญ..... IX
สารบัญตาราง..... XIII
สารบัญภาพ..... XV
บทที่ 1 บทนำ..... 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย..... 5
1.3 ขอบเขตการวิจัย..... 6
1.4 ขั้นตอนการวิจัย..... 8
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 9
1.6 คำจำกัดความที่ใช้ในการศึกษา..... 9
บทที่ 2 การทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 11
2.1 แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับการรับรู้เสียงทางจิตวิทยา..... 12
2.1.1 แนวคิดเกี่ยวกับเสียง..... 12
2.1.2 คุณภาพเสียง..... 15
2.1.3 ภาวะสบายทางเสียง..... 17
2.1.4 ภาวะสบายทางจิตวิทยา..... 18
2.2 คุณลักษณะทางเสียงของห้อง..... 19
2.2.1 ดัชนีชี้วัดทางเสียง..... 19
2.2.2 ค่ามาตรฐานสากลเกี่ยวกับเสียงในสภาพแวดล้อม..... 25
2.2.3 การวัดค่าคุณลักษณะทางเสียงของห้องด้วยวิธีภาคสนาม..... 26
2.3 แนวคิดเกี่ยวกับพื้นที่การเรียนรู้..... 28
2.3.1 สภาพแวดล้อมกายภาพพื้นที่การเรียนรู้..... 28
2.3.2 แนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้..... 29
2.3.3 กิจกรรมและรูปแบบเสียงในกิจกรรมการเรียนการสอน..... 29
2.3.4 พื้นที่การเรียนรู้ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง..... 31
2.4 งานวิจัยและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องจากภายในประเทศและต่างประเทศ..... 35
2.4.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องภายในประเทศ..... 35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.4.2 งานวิจัยและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องจากต่างประเทศ..... 35
2.5 สรุปผลจากการทบทวนวรรณกรรม..... 39
2.6 กรอบแนวคิดของการวิจัย..... 42
บทที่ 3 วิธีดำเนินการงานวิจัย..... 43
3.1 ขั้นตอนการวิจัย..... 44
3.2 ประชากรและตัวอย่าง..... 46
3.2.1 พื้นที่การศึกษา..... 47
3.2.2 คุณสมบัติของพื้นที่การศึกษา..... 47
3.2.3 ประชากร..... 47
3.2.4 ตัวอย่าง..... 49
3.3 การสุ่มตัวอย่างในการวิจัย..... 49
3.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย..... 50
3.4.1 เครื่องมือวิจัยที่เป็นเอกสาร..... 50
3.4.2 เครื่องมือวิจัยที่เป็นอุปกรณ์..... 51
3.5 ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือวิจัย..... 52
3.5.1 เครื่องมือแบบจดบันทึก..... 52
3.5.2 เครื่องมือแบบสอบถาม..... 53
3.5.3 ความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นของแบบสอบถามที่ใช้ในการทดลอง..... 53
3.6 การกำหนดตัวแปร ตัวชี้วัด และการเชื่อมโยงตัวแปร..... 54
3.6.1 การกำหนดตัวแปรและตัวชี้วัด..... 54
3.6.2 การเชื่อมโยงตัวแปร..... 56
3.6.3 ตัวแปรควบคุม..... 60
3.7 การเก็บรวบรวมข้อมูล..... 61
3.7.1 ขั้นตอนการเก็บข้อมูลคุณลักษณะทางเสียงของห้อง..... 61
3.7.2 ขั้นตอนการคัดเลือกห้องเพื่อนำไปใช้ในการทดลอง..... 61
3.7.3 ขั้นตอนการเก็บข้อมูลภายในห้องทดลอง..... 63
3.8 การวิเคราะห์ข้อมูล..... 64
บทที่ 4 ผลการศึกษาและวิเคราะห์คุณลักษณะทางเสียงของห้อง 66
4.1 ปัจจัยด้านกายภาพของพื้นที่ทำการศึกษา..... 67
4.1.1 ข้อมูลพื้นที่ทำการศึกษา..... 67
4.1.2 ผลการเก็บรวบรวมข้อมูล..... 76

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.2 ระดับเสียงรบกวนพื้นหลัง 78
4.2.1 BNL ของพื้นที่ทำการศึกษา 78
4.2.2 ผังการกระจายตัวของเสียง (Sound-contour Map) 81
4.2.3 การวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าระดับเสียงในสภาวะการจำลองเสียงกิจกรรม เสียงพูดและเสียงเพลง 87
4.3 ระยะเวลาการก้องกังวาน (RT) 93
4.4 ดัชนีการส่งผ่านการพูด (STI) 95
4.4.1 STI ของพื้นที่ทำการศึกษา 95
4.4.2 ผังการกระจายตัวของค่า STI (STI-contour Map) 97
4.5 การวิเคราะห์ปัจจัยสภาพแวดล้อมกายภาพที่มีผลต่อค่า STI 104
4.6 สถิติวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัย PAS กับดัชนีชี้วัดทางเสียง 107
4.7 บทสรุปในส่วนของคุณลักษณะทางเสียงของห้อง 109
4.7.1 บทสรุปของปัจจัยสภาพแวดล้อมกายภาพที่มี ผลต่อคุณลักษณะทางเสียงของห้อง กับค่ามาตรฐานของดัชนีชี้วัดทางเสียง 109
4.7.2 บทสรุปของความเชื่อมโยงระหว่างคุณลักษณะทางเสียงของห้องกับเสียงในกิจกรรมการเรียนการสอน 110
4.7.3 การคัดเลือกห้องเรียนสำหรับทดลองปรับ PAS เพื่อประเมินการรับรู้เสียงทางจิตวิทยา 110
บทที่ 5 คุณลักษณะทางเสียงของห้องทดลอง 112
5.1 สภาพแวดล้อมภายภาพของห้องทดลอง 113
5.1.1 ข้อมูลพื้นที่ห้องทดลอง 113
5.1.2 รูปแบบร้อยละของพื้นผิวดูดซับเสียง (PAS) 5 ระดับ 114
5.2 คุณลักษณะทางเสียงของห้อง 116
5.2.1 ระดับเสียงรบกวนพื้นหลัง (BNL) 116
5.2.2 กิจกรรมการเรียนการสอน เสียงพูดบรรยายและเสียงเพลง 117
5.2.3 ระยะเวลาการก้องกังวาน (RT) 119
5.2.4 ดัชนีการส่งผ่านการพูด (STI) 120
5.3 ข้อสรุปคุณลักษณะทางเสียงของห้องจากการประเมินเชิงวัตถุวิสัย 122
บทที่ 6 ผลการศึกษาและวิเคราะห์การรับรู้เสียงทางจิตวิทยา 124
6.1 ผังกำหนดตำแหน่งที่นั่งภายในห้องทดลอง 126

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

6.2 สัดส่วนจำนวนหน่วยทดลองในแต่ละโซน..... 128
6.3 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม..... 128
6.4 การรับรู้เสียง ระดับความดัง ความก้องและความชัดเจน..... 130
6.5 การเปรียบเทียบการรับรู้เสียงกับอุปกรณ์ตรวจวัด..... 135
6.5.1 การรับรู้เสียงดังเปรียบเทียบกับอุปกรณ์ตรวจวัด..... 135
6.5.2 การรับรู้ความชัดเจนเปรียบเทียบกับอุปกรณ์ตรวจวัด..... 136
6.6 ทัศนคติที่มีต่อคุณลักษณะทางเสียงของห้องทดลอง..... 138
6.7 การวิเคราะห์ปัจจัยบุคคลกับสภาพแวดล้อมเสียงภายในห้องเรียน..... 140
6.7.1 ความแตกต่างระหว่างปัจจัยพื้นหลังทางการศึกษา..... 140
6.7.2 ความแตกต่างระหว่างปัจจัยเพศ..... 141
6.7.3 ความพึงพอใจของนักศึกษากับการเลือกห้องบรรยาย..... 143
6.8 ข้อสรุปการวิเคราะห์การรับรู้เสียงทางจิตวิทยา..... 144
บทที่ 7 สรุปผลและข้อเสนอแนะ..... 145
7.1 ผลสรุปของสภาพแวดล้อมกายภาพกับคุณลักษณะทางเสียงของห้อง..... 145
7.2 ผลสรุปคุณลักษณะทางเสียงของห้องกับรูปแบบเสียงในกิจกรรมการเรียนการสอน..... 147
7.3 ผลสรุปการเชื่อมโยงระหว่างคุณลักษณะทางเสียงของห้อง ปัจจัยบุคคลและการรับรู้เสียงทางจิตวิทยา..... 148
7.3.1 การประเมินเชิงวัตถุวิสัย..... 148
7.3.2 การประเมินเชิงอัตวิสัย..... 149
7.4 ข้อเสนอแนะในการจัดการสภาพแวดล้อมภายในพื้นที่การเรียนรู้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพทางการสื่อสารด้วยวิธีการรับรู้เสียงทางจิตวิทยา..... 150
7.5 ข้อเสนอแนะการวิจัย..... 151
บรรณานุกรม..... 153
ภาคผนวก..... 158
ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย..... 159
ภาคผนวก ข เครื่องมือวิจัย..... 161
ประวัติผู้เขียน..... 177

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	ระดับเสียงที่มีผลต่อสุขภาพ	15
2.2	ค่า STI กับพื้นที่และรูปแบบการใช้งาน	23
2.3	ค่า STI เปรียบเทียบกับความชัดเจนในรูปแบบพยางค์ คำพูด และประโยค	24
2.4	ค่ามาตรฐานสากลของ BNL และ RT สำหรับห้องเรียน	25
2.5	ระดับเสียงรบกวนพื้นหลังที่เหมาะสมของแต่ละพื้นที่	26
2.6	ข้อมูลนักศึกษาจำแนกตามคณะเทียบกับจำนวนพื้นที่ห้องบรรยาย	31
2.7	ชพื้นที่การเรียนรู้ภายในอาคารเรียนรวมและอาคารบรรยายจำแนกแต่ละคณะ	33
2.8	การทบทวนวรรณกรรมในองค์ประกอบการรับรู้เสียงทางจิตวิทยา	39
2.9	การทบทวนวรรณกรรมในองค์ประกอบคุณลักษณะทางเสียงของห้อง	40
2.10	การทบทวนวรรณกรรมในองค์ประกอบพื้นที่การเรียนรู้	41
3.1	ประชากรเป้าหมาย	48
3.2	อุปกรณ์การวัดเสียงและแอพพลิเคชันวิเคราะห์เสียง	51
3.3	ผลการวิเคราะห์ความเชื่อมั่นด้วยวิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค	54
3.4	การแปลงค่าตัวแปรนิยามเชิงมโนทัศน์ (Conceptual Variable) ไปสู่ตัวแปรนิยามเชิงปฏิบัติการ (Operational Variable) และตัวชี้วัดรวมถึงระดับในการวัด	55
3.5	การเชื่อมโยงตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม	58
3.6	ตัวแปรควบคุมในการทดลอง	60
4.1	ปัจจัยเชิงพื้นที่ของห้องเรียนพื้นที่ทำการศึกษาจำนวน 7 ห้องเรียน	77
4.2	ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของปัจจัยเชิงพื้นที่	77
4.3	ค่า BNL ห้องเรียนทั้ง 7 ห้องแจกแจงตามปัจจัยเชิงพื้นที่	79
4.4	ค่า RT ห้องเรียนทั้ง 7 ห้องแจกแจงตามปัจจัยเชิงพื้นที่	93
4.5	ค่า STI ห้องเรียนทั้ง 7 ห้องแจกแจงตามปัจจัยเชิงพื้นที่	96
4.6	ปัจจัยองค์ประกอบเชิงพื้นที่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสูงสุดและต่ำสุด	104
4.7	ค่า STI ของห้องเรียน ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสูงสุดและต่ำสุด	105
4.8	ค่าสัมประสิทธิ์การกำหนด (R^2) ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SE) ค่า P-value ของปัจจัยองค์ประกอบเชิงพื้นที่	105
4.9	การวิเคราะห์การถดถอย เพื่อกำหนด STI ที่เป็นผลมาจากปัจจัยองค์ประกอบเชิงพื้นที่	106
4.10	การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่าง PAS กับ BNL RT และ STI	107
5.1	ค่าเฉลี่ย ค่าต่ำสุดและสูงสุดของ BNL จำแนกตามระดับ PAS	116
5.2	ค่าเฉลี่ย ค่าต่ำสุดและสูงสุดของเสียงพูดและเสียงเพลง จำแนกตามระดับ PAS	117
5.3	ค่าเฉลี่ย ค่าต่ำสุดและสูงสุดของ RT จำแนกตามระดับ PAS	119

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
5.4	ค่าเฉลี่ย ค่าต่ำสุดและสูงสุดของ STI จำแนกตามระดับ PAS	120
5.5	ผลการตรวจวัดค่าคุณลักษณะทางเสียงในห้องทดลอง ARCH จำแนกตาม PAS	122
6.1	จำนวนหน่วยทดลองในโซน A-I	128
6.2	ข้อมูลทั่วไปของผู้เข้าร่วมการทดลอง	129
6.3	ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจของนักศึกษาในประเด็นการรับรู้ความดัง	130
6.4	ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจของนักศึกษาในประเด็นการรับรู้เสียงก้อง	131
6.5	ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจของนักศึกษาในประเด็นการรับรู้ความชัดเจน	133
6.6	ร้อยละของคำที่สะกดผิดใน PAS แต่ละระดับจำแนกตามกลุ่มสายวิทย์และสายศิลป์	134
6.7	ทัศนคติที่มีต่อคุณลักษณะทางเสียงของห้องทดลอง	138
6.8	แหล่งที่มาของเสียงรบกวนภายในห้องทดลอง	139
6.9	ความพึงพอใจในภาพรวมของนักศึกษาสายวิทย์และสายศิลป์	140
6.10	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความพึงพอใจของนักศึกษาสายวิทย์และสายศิลป์เมื่อจำแนก PAS ออกเป็นสองกลุ่ม	141
6.11	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความพึงพอใจในภาพรวมของนักศึกษาเพศชายและเพศหญิง	142
6.12	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความพึงพอใจของนักศึกษาเพศชายและเพศหญิง จำแนกตาม PAS	142
6.13	การเปรียบเทียบความพึงพอใจในการเลือกห้องเรียนของนักศึกษาสายวิทย์และสายศิลป์	143

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1.1	กรอบการวิจัย	5
2.1	องค์ประกอบสำคัญในการศึกษาและประเด็นในการทบทวนวรรณกรรม	11
2.2	วงจรถ่วงน้ำหนักแบบ A B และ C ในแต่ละช่วงความถี่	20
2.3	การคำนวนค่า RT ด้วยวิธี Sabine	22
2.4	ระดับและความหมายของดัชนีการส่งผ่านการพูด (STI)	23
2.5	อุปกรณ์ตรวจวัดค่าเสียง	27
2.6	การติดตั้งอุปกรณ์สำหรับการวัดเสียงในสภาพแวดล้อม	27
2.7	กิจกรรมการเรียนการสอนแต่ละประเภทกับความสามารถในการจดจำ	30
2.8	ผังบริเวณทั้งหมดของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	32
2.9	ตำแหน่งจุดตรวจวัดเสียงทิศเหนือ-ใต้ของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ	34
2.10	กรอบแนวคิดการวิจัย การเชื่อมโยงตัวแปรและองค์ประกอบ	42
3.1	ขั้นตอนการวิจัย	46
3.2	นักศึกษาระดับปริญญาตรีในแต่ละคณะของ สจล.	48
3.3	การสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้น	50
3.4	ชุดเครื่องมือตรวจวัดเสียง ได้แก่ ไมโครโฟน สมาร์ทโฟน ลำโพงและอุปกรณ์ประกอบ	52
3.5	การเชื่อมโยงสภาพแวดล้อมกายภาพที่มีผลต่อคุณลักษณะทางเสียงของห้อง	56
3.6	การเชื่อมโยงคุณลักษณะทางเสียงของห้องและการรับรู้เสียง จากการปรับ PAS	56
3.7	การเชื่อมโยงองค์ประกอบคุณลักษณะทางเสียงของห้องกับรูปแบบเสียงในกิจกรรมการเรียนการสอน และการรับรู้เสียงทางจิตวิทยาที่เป็นผลมาจากปัจจัยบุคคล	57
3.8	การเชื่อมโยงองค์ประกอบ สภาพแวดล้อมกายภาพพื้นที่การเรียนรู้ คุณลักษณะทางเสียงของห้องกับการรับรู้เสียงทางจิตวิทยา นำไปสู่แนวทางในการจัดสภาพแวดล้อมพื้นที่การเรียนรู้	57
3.9	ผังพื้นภายในห้องทดลอง แสดงตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์กำเนิดและเครื่องรับเสียง	62
3.10	ผังพื้นภายในห้องทดลอง แบ่งพื้นที่นั่งออกเป็น 9 โซน	62
3.11	การติดตั้ง PAS 5 รูปแบบภายในห้องทดลอง	64
4.1	ผังบริเวณ สจล. แสดงตำแหน่งพื้นที่ทำการศึกษาของแต่ละคณะ	68
4.2	ผังพื้นและภาพห้องเรียนคณะวิศวะกรรมศาสตร์	69
4.3	ผังพื้นและภาพห้องเรียนคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม	70
4.4	ผังพื้นและภาพห้องเรียนคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์	71
4.5	ผังพื้นและภาพห้องเรียนคณะวิทยาศาสตร์	72
4.6	ผังพื้นและภาพห้องเรียนคณะเทคโนโลยีการเกษตร	73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.7	ผังพื้นและภาพห้องเรียนคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ	74
4.8	ผังพื้นและภาพห้องเรียนคณะการบริหารและจัดการ	75
4.9	BNL กับการเปิด-ปิดเครื่องปรับอากาศและพื้นผิวดูดซับเสียง (PAS)	80
4.10	การกระจายตัวของเสียงในห้องเรียนคณะวิศวะกรรมศาสตร์	81
4.11	การกระจายตัวของเสียงในห้องเรียนคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม	82
4.12	การกระจายตัวของเสียงในห้องเรียนคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์	83
4.13	การกระจายตัวของเสียงในห้องเรียนคณะวิทยาศาสตร์	84
4.14	การกระจายตัวของเสียงในห้องเรียนคณะเทคโนโลยีการเกษตร	85
4.15	การกระจายตัวของเสียงในห้องเรียนคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ	86
4.16	การกระจายตัวของเสียงพูดและเสียงเพลงห้องเรียนคณะวิศวะกรรมศาสตร์	87
4.17	การกระจายตัวของเสียงพูดและเสียงเพลงห้องเรียนคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม	88
4.18	การกระจายตัวของเสียงพูดและเสียงเพลงห้องเรียนคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์	89
4.19	การกระจายตัวของเสียงพูดและเสียงเพลงห้องเรียนคณะวิทยาศาสตร์	89
4.20	การกระจายตัวของเสียงพูดและเสียงเพลงห้องเรียนคณะเทคโนโลยีการเกษตร	90
4.21	การกระจายตัวของเสียงพูดและเสียงเพลงห้องเรียนคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ	91
4.22	การกระจายตัวของเสียงพูดและเสียงเพลงห้องเรียนคณะการบริหารและจัดการ	92
4.23	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย RT ของแต่ละห้องกับปัจจัยพื้นผิวดูดซับเสียง (PAS)	94
4.24	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย STI ของแต่ละห้องกับปัจจัยพื้นผิวดูดซับเสียง (PAS)	96
4.25	การกระจายของค่า STI ห้องเรียนคณะวิศวะกรรมศาสตร์	97
4.26	การกระจายของค่า STI ห้องเรียนคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม	98
4.27	การกระจายของค่า STI ห้องเรียนคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์	99
4.28	การกระจายของค่า STI ห้องเรียนคณะวิทยาศาสตร์	100
4.29	การกระจายของค่า STI ห้องเรียนคณะเทคโนโลยีการเกษตร	101
4.30	การกระจายของค่า STI ห้องเรียนคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ	102
4.31	การกระจายของค่า STI ห้องเรียนคณะการบริหารและจัดการ	103
4.32	แผนภาพการกระจายของ PAS กับดัชนีทางเสียง	108
5.1	ห้องเรียน ARCH พื้นที่ทำการทดลองปรับ PAS 5 ระดับ	113
5.2	ผังพื้นห้องเรียน ARCH คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์	114
5.3	รูปแบบของ PAS 5 ระดับภายในห้องทดลอง	115
5.4	ค่าเฉลี่ย ค่าต่ำสุดและสูงสุดของ BNL จำแนกตามระดับ PAS	116
5.5	การกระจายของเสียงพูดบรรยาย	118

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
5.6	การกระจายของเสียงเพลง	118
5.7	ค่าเฉลี่ย ค่าต่ำสุดและสูงสุดของระดับ RT จำแนกตามระดับ PAS	119
5.8	ค่าเฉลี่ย ค่าต่ำสุดและสูงสุดของระดับ STI จำแนกตามระดับ PAS	121
5.9	การกระจายของค่า STI เปรียบเทียบระหว่าง PAS ในแต่ละระดับ	121
6.1	ผังพื้นการกำหนดตำแหน่งจุดตรวจวัดเสียงด้วยอุปกรณ์	126
6.2	ผังพื้นการกำหนดตำแหน่งโซนที่นั่งภายในห้องทดลอง	127
6.3	การรับรู้ความดัง เปรียบเทียบระหว่างนักศึกษาสายวิทย์และสายศิลป์	130
6.4	การรับรู้เสียงก้อง เปรียบเทียบระหว่างนักศึกษาสายวิทย์และสายศิลป์	132
6.5	การรับรู้ความชัด เปรียบเทียบระหว่างนักศึกษาสายวิทย์และสายศิลป์	133
6.6	ร้อยละของคำที่สะกดผิด เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มนักศึกษา	134
6.7	การกระจายของเสียงเปรียบเทียบระหว่างการตรวจวัดด้วยอุปกรณ์ (ภาพด้านบน) และการประเมินด้วยบุคคล (ภาพด้านล่าง)	136
6.8	การกระจายของเสียงเปรียบเทียบระหว่างการตรวจวัดด้วยอุปกรณ์ (ภาพด้านบน) และการประเมินด้วยบุคคล (ภาพด้านล่าง)	137
6.9	ทัศนคติต่อสภาพแวดล้อมเสียงเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มนักศึกษา	139

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

พื้นที่การเรียนรู้เป็นพื้นที่ที่ต้องให้ความสำคัญกับคุณภาพเสียงของสภาพแวดล้อมภายใน เนื่องจากการสื่อสารด้วยการพูดเป็นกระบวนการสำคัญที่ใช้เพื่อกิจกรรมการเรียนการสอน เสียงที่มีประสิทธิภาพและมีความชัดเจนก่อให้เกิดความเข้าใจที่ตรงกันระหว่างผู้เรียนและผู้สอน (ชูพงษ์ ทองคำสมุทร. 2553) ด้วยเหตุนี้ผู้ออกแบบอาคารสถานศึกษาจึงจำเป็นต้องให้ความสำคัญกับสภาพแวดล้อมกายภาพของอาคารที่ส่งผลต่อคุณภาพเสียงของสภาพแวดล้อมภายใน Paradis (2014) กล่าวถึงประเด็นคุณภาพเสียงไว้ว่า เป็นสิ่งที่นักออกแบบหรือสถาปนิกส่วนใหญ่ละเลย เพราะส่วนมากมุ่งเน้นประโยชน์ใช้สอยเป็นหลัก หรือด้วยเหตุผลที่ว่าการออกแบบห้องเพื่อตอบสนองคุณภาพเสียงที่ดีอาจทำให้ต้นทุนหรืองบประมาณการก่อสร้างสูงขึ้น ส่งผลให้สถาบันการศึกษาและพื้นที่การเรียนรู้ส่วนใหญ่มีสภาพแวดล้อมเสียงที่ต่ำกว่ามาตรฐานรวมถึงเกิดภาวะเสียงก้องกังวาน สำหรับในประเทศไทยอาคารสถาบันการศึกษาภาครัฐฯ มีแนวโน้มในลักษณะเดียวกัน สังเกตได้จากการกำหนดวัสดุภายในห้อง ยกตัวอย่างเช่น การใช้วัสดุพื้นที่ทำจากหินขัด กระเบื้องปูพื้นผิวมันวาว ฝ้าเพดานและผนังกรุด้วยยิบซั่มเรียบ วัสดุเหล่านี้มีผลดีคือต้นทุนไม่สูง สะดวกรวดเร็วในการติดตั้งและดูแลรักษาง่าย แต่ในทางตรงกันข้ามกลับส่งผลเสียเป็นอย่างมากต่อสภาพแวดล้อมเสียงที่เกิดขึ้นในห้องของพื้นที่การเรียนรู้

พลังงานเสียง เมื่อกระทบกับผิวสัมผัสจะเกิดผล 3 ลักษณะคือ การสะท้อน การหักเห และการดูดซับ ผลดังกล่าวส่งผลต่อสภาพแวดล้อมเสียงในสองลักษณะ คือ สภาพแวดล้อมเสียงแบบก้องกังวาน (Lively-sound Environment) หรือ สภาพแวดล้อมเสียงแบบเงียบสนิท (Deadly-sound Environment) ขึ้นอยู่กับ ลักษณะพื้นผิว วัสดุ รวมถึง องค์ประกอบเชิงพื้นที่ ซึ่งเป็นปัจจัยที่กำหนดรูปแบบของเสียงที่เกิดขึ้นภายในห้องหรือเรียกว่า คุณลักษณะทางเสียงของห้อง (Room Acoustical Characteristics)

คุณลักษณะทางเสียงของห้อง เป็นปัจจัยบ่งบอกถึงคุณสมบัติด้านเสียงโดยที่คุณลักษณะดังกล่าวขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมกายภาพหรือระนาบปิดล้อม รวมถึงปัจจัยด้านองค์ประกอบเชิงพื้นที่ ซึ่งประกอบด้วย ปริมาตร รูปร่างของห้อง วัสดุ เฟอร์นิเจอร์ และองค์ประกอบอาคาร ดังนั้นการแก้ไขสภาพแวดล้อมเสียงภายในห้องจึงทำได้โดยการปรับเปลี่ยนปัจจัยองค์ประกอบเชิงพื้นที่ แต่ในความเป็นจริงการปรับเปลี่ยนในบางลักษณะเป็นสิ่งที่กระทำได้ยากและใช้งบประมาณสูงเกินจำเป็น เช่น การลดขนาดปริมาตรของห้องหรือปรับเปลี่ยนรูปร่างของห้อง ด้วยเหตุนี้การแก้ไขคุณภาพเสียงภายในห้องที่มีความสมเหตุสมผลจึงนิยมที่จะปรับแก้วัสดุปิดผิว หรือเพิ่มร้อยละของพื้นที่การดูดซับเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Percentage of Absorbing Surface: PAS) ซึ่งการปรับเปลี่ยนดังกล่าวทำให้เกิดคุณภาพเสียงที่ดีในระดับมาตรฐานและก่อให้เกิดภาวะสบายทางเสียง (Sala and Viljanen. 1995) ภายในมาตรฐานของ ANSI (American National Standards Institute) ระบุไว้ว่า ห้องที่มีภาวะสบายทางเสียงควรมีขนาดของ PAS ไม่น้อยกว่า 30% เมื่อเทียบกับปริมาณพื้นผิวภายในห้องทั้งหมด ANSI S12.60 (2002)

ค่ามาตรฐานสำหรับภาวะสบายทางเสียง ภายในพื้นที่การเรียนรู้ของประเทศไทยกำหนดโดยกรมควบคุมมลพิษอ้างอิงจากมาตรฐาน ANSI S12.60 (2002) Acoustical Society of America (ASA) ระบุไว้ว่า ค่าระดับเสียงรบกวนพื้นหลัง (Background Noise Level: BNL) ควรมีค่าระดับความดังอยู่ในช่วง 35-40 เดซิเบลเอ (dBA) แต่นอกจากนี้ยังมีค่าดัชนีชี้วัดอื่น ๆ ที่ควรต้องพิจารณาถึง เช่น ระยะเวลาการก้องกังวาน (Reverberation Time: RT) และค่าดัชนีการส่งผ่านการพูด (Speech Transmission Index: STI) ดัชนีดังกล่าวสามารถบ่งชี้ถึงคุณภาพเสียงและประสิทธิภาพทางการสื่อสารได้ระดับหนึ่ง เป็นการประเมินเชิงวัตถุวิสัยด้วยอุปกรณ์ตรวจวัดเพื่อเทียบกับค่ามาตรฐานของแต่ละดัชนี อย่างไรก็ตามควรมีการศึกษาควบคู่กับการประเมินจากการรับรู้ของบุคคล เป็นการประเมินเชิงอัตวิสัยเพื่อให้รู้ถึงข้อมูลที่ครบถ้วนรอบด้าน

การรับรู้ทางเสียงของมนุษย์ภายในสภาพแวดล้อมรับรู้ได้จากการฟัง ซึ่งการรับรู้เสียงจำแนกได้ 2 ประเภทคือ การรับรู้เสียงที่พึงพอใจ (Sound) และการรับรู้เสียงที่ไม่พึงพอใจ (Noise) (กรมควบคุมมลพิษ. 2550) การวิจัยจำนวนมากเกี่ยวกับคุณภาพเสียงในสภาพแวดล้อมโดยนำมาเชื่อมโยงกับประเด็นของภาวะสบาย Vischer (2008) ได้กำหนดประเภทของภาวะสบายไว้ 3 ระดับ ได้แก่ ภาวะสบายทางกายภาพ (Physical Comfort) ภาวะสบายทางหน้าที่ใช้สอย (Functional Comfort) และ ภาวะสบายทางจิตวิทยา (Psychological Comfort) 1) ภาวะสบายทางกายภาพ หมายถึง ภาวะขั้นพื้นฐาน เช่น ความปลอดภัย ความรู้สึกมั่นคง ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ ซึ่งการออกแบบในเบื้องต้นย่อมต้องคำนึงถึงสิ่งเหล่านี้เป็นพื้นฐาน สำหรับมิติทางด้านเสียง สภาพแวดล้อมที่มีการอยู่อาศัยหรือประกอบกิจกรรมจะต้องมีปริมาณความดังของเสียงรบกวนที่ไม่มากจนเกินไปซึ่งก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้อยู่อาศัย 2) ภาวะสบายทางหน้าที่ใช้สอย หมายถึง ภาวะสบายเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมและบรรยากาศที่กระทบกับประสาทสัมผัสของตัวบุคคล โดยมีการอ้างอิงเปรียบเทียบกับตัวเลขหรือดัชนีชี้วัดทางเสียง เช่น เกณฑ์ของระดับเสียงรบกวน (Noise Criteria: NC, Preferred Noise Criteria: PNC) และในส่วนสุดท้ายคือ 3) ภาวะสบายทางจิตวิทยา เป็นภาวะที่อ้างอิงความรู้สึกของบุคคลที่ยากแก่การอธิบาย แต่ในขณะเดียวกันภาวะทางจิตวิทยากลับมีความสำคัญกับผลลัพธ์หลายอย่าง ไม่ว่าจะเป็นประสิทธิภาพในการทำงาน ผลผลิตหรือคุณภาพของผลงาน (Vischer. 2008) Asutay, et al. (2012) ได้ศึกษาประเด็นเกี่ยวกับเสียงทางจิตวิทยาโดยระบุไว้ว่า ภาวะความสบายทางจิตวิทยายังเกี่ยวข้องโดยตรงกับภาวะทางอารมณ์ เรียกว่า อีโมอะคูสติก (Emoacoustics)

อย่างไรก็ดี การศึกษาเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมเสียง มีแนวโน้มที่จะให้ความสำคัญกับ ทัศนคติ ความพึงพอใจรวมถึงด้านอารมณ์และความรู้สึกของผู้ใช้อาคาร หรือประเด็นภาวะสบายทางจิตวิทยา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการศึกษาของ Jensen, et al. (2005) ได้สอบถามความพึงพอใจจากตัวอย่างทั้งหมด 23,450 คน จาก 142 สำนักงาน ประเด็นในการสอบถามมีทั้งหมด 9 ด้าน ได้แก่ ภาพรวมของอาคาร พื้นที่ทำงาน ผังของสำนักงาน เฟอร์นิเจอร์ ภาวะน่าสบายทางอุณหภูมิ คุณภาพอากาศ คุณภาพแสงสว่าง คุณภาพเสียง รวมถึงด้านการบำรุงรักษา ข้อสรุปจากการศึกษาพบว่า กลุ่มตัวอย่างตระหนักถึงเรื่องคุณภาพเสียงมากที่สุด โดยสามารถจำแนกเป็น 2 ประเด็น คือ ประเด็นเสียงรบกวนกับประเด็นทางจิตวิทยา (Psychological Dimensions) ซึ่งผลสรุปแสดงให้เห็นว่าประเด็นด้านจิตวิทยาเป็นเรื่องที่กลุ่มตัวอย่างให้ความสำคัญมากที่สุด ด้วยเหตุนี้แนวทางการศึกษาในประเด็นคุณภาพทางเสียงที่จะเกิดขึ้นต่อไปในอนาคต จึงควรให้ความสำคัญกับประเด็นที่เรียกว่าการรับรู้เสียงทางจิตวิทยา (Psychoacoustics)

Olson (1967) ได้นิยามความหมายของการรับรู้เสียงทางจิตวิทยาไว้ว่า เป็นการศึกษาทางวิทยาศาสตร์แขนงหนึ่งเกี่ยวกับการรับรู้เสียงโดยศึกษาทั้งในทางกายภาพและจิตวิทยาควบคู่กันไปทั้งในมิติของการฟังเสียงพูดรวมถึงการฟังเพลง ซึ่งการรับรู้เสียงนั้นเป็นผลมาจากพื้นฐานปัจจัยบุคคลอันประกอบด้วย เพศ อายุ การศึกษา วัฒนธรรม จากการศึกษาของ Fasanya, et al. (2011) ศึกษาเกี่ยวกับความแตกต่างของเพศกับการรับรู้เสียง โดยทำการทดลองกับอาสาสมัครที่เรียนในระดับอุดมศึกษาโดยจำแนกกลุ่มเพศชายและหญิงในจำนวนเท่ากัน พบว่าเพศหญิงสามารถรับรู้ระดับความดังของเสียงที่เปลี่ยนไปได้ดีกว่าเพศชายและนอกจากนี้ยังพบว่า ปัจจัยพื้นหลังทางการศึกษาของบุคคลมีผลต่อการรับรู้เสียงโดยกล่าวว่า ผู้ที่มีความโน้มเอียงไปในทางศิลปะจะมีความอ่อนไหวต่อเสียงที่ได้ยินได้มากกว่า ด้วยเหตุนี้ปัจจัยพื้นหลังทางการศึกษาจึงเป็นตัวแปรหนึ่งที่มีความสำคัญ ส่งผลต่อการรับรู้เสียงทางจิตวิทยากับสภาพแวดล้อมภายในพื้นที่การเรียนรู้

จากทั้งหมดที่กล่าวมา พื้นที่การเรียนรู้เป็นพื้นที่เฉพาะสำหรับกระบวนการเรียนรู้ซึ่งสัมพันธ์กับกระบวนการสื่อสารด้วยการพูด สอดคล้องกับการศึกษาของ Sala and Viljanen (1995) ที่กล่าวว่า การพูดและการฟัง เป็นสิ่งที่สำคัญที่สุดในกิจกรรมการเรียนการสอน การออกแบบที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพเสียงของพื้นที่การเรียนรู้ ควรจะต้องทำให้เกิดประสิทธิภาพอย่างสูงสุดของความชัดเจนในการพูด (Speech Intelligibility) นอกจากนี้ต้องพิจารณาถึงการรับรู้เสียงทางจิตวิทยา โดยคำนึงถึงผู้ใช้งานในสภาพแวดล้อม เป็นการเชื่อมโยงระหว่างบุคคล กิจกรรม และสภาพแวดล้อม การศึกษาในเชิงลึกจะช่วยส่งเสริมให้เกิดความเข้าใจการรับรู้ทางเสียงของบุคคล เกิดองค์ความรู้อย่างใหม่ที่นำไปสู่การประยุกต์ใช้หรือวางนัยทั่วไป (Generalize) กับสภาพแวดล้อมกายภาพที่มีบริบทใกล้เคียงกัน เช่น สตูดิโอ ห้องปฏิบัติงาน สำนักงาน ห้องประชุม ห้องสัมมนา ฯลฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปความสำคัญและที่มาเกี่ยวกับโครงการ

- คุณภาพของเสียงเป็นปัจจัยสำคัญต่อการสื่อสาร โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับการสื่อสารเพื่อการเรียนการสอนที่มีพื้นฐานสำคัญคือการสื่อสารด้วยการพูดและการฟัง
- การออกแบบพื้นที่การเรียนรู้มุ่งเน้นเพื่อตอบสนองเกี่ยวกับหน้าที่ใช้สอยเป็นหลัก โดยยังไม่ได้ศึกษารายละเอียดทางด้านคุณภาพเสียง รวมถึงยังไม่ได้มีการศึกษาเกี่ยวกับคุณลักษณะของเสียงอย่างครบถ้วนรอบด้าน
- คุณลักษณะของเสียงในแต่ละห้องที่มีความแตกต่างกัน ส่งผลต่อการรับรู้ของบุคคลในสภาพแวดล้อม
- การวิจัยเกี่ยวกับเสียงในสภาพแวดล้อมสถาบันการศึกษา แต่ยังไม่มีการวิจัยเชิงลึกเกี่ยวกับดัชนีต่าง ๆ ที่ครบถ้วนรวมถึงการศึกษาเกี่ยวกับบุคคลในมิติทางจิตวิทยาซึ่งรวมถึงประเด็นในด้านอารมณ์ ความรู้สึก และความพึงพอใจเกี่ยวกับคุณภาพเสียง
- ปัจจัยบุคคล ที่ประกอบด้วย เพศ อายุ รวมถึงพื้นหลังทางการศึกษา ควรที่จะมีการศึกษาเพื่อทราบถึงความแตกต่างในทางทัศนคติ ความพึงพอใจ ตลอดจนอารมณ์และความรู้สึกที่บุคคลมีต่อสภาพแวดล้อมเสียง ซึ่งจะมีผลต่อการจัดการสภาพแวดล้อมกายภาพที่สอดคล้องกับกลุ่มบุคคล
- การศึกษาวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเกี่ยวกับคุณภาพของเสียงไม่เพียงแต่เฉพาะในมิติทางด้านกายภาพของเสียงที่เป็นผลมาจากสภาพแวดล้อมของพื้นที่การเรียนรู้ แต่ยังให้ความสำคัญเกี่ยวกับผู้ใช้งานอาคาร โดยพิจารณาในมิติของการรับรู้เสียงทางจิตวิทยา การศึกษาดังกล่าวจะเป็นการเชื่อมโยงระหว่างการรับรู้ของมนุษย์กับคุณลักษณะของเสียงผ่านทางการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนและสภาพแวดล้อมกายภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

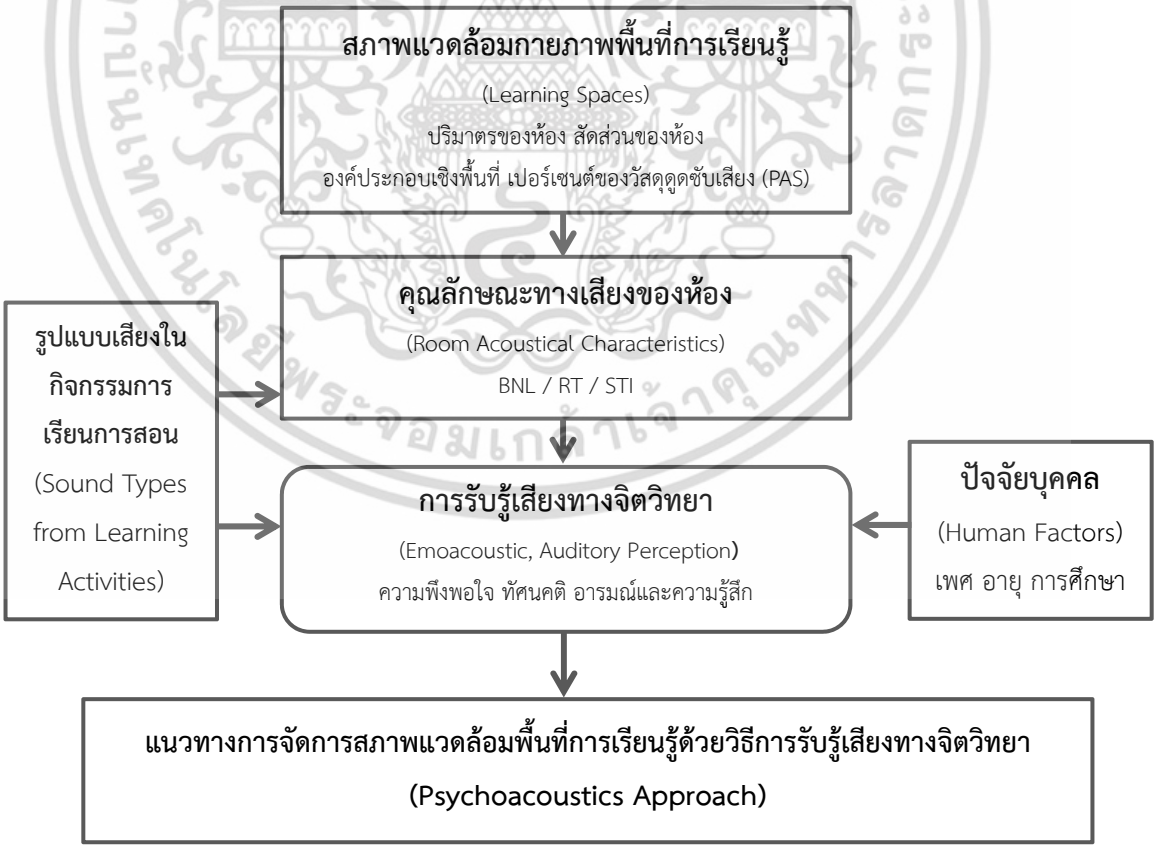
1.2.1 เพื่อศึกษาคุณลักษณะทางเสียงของห้องในสภาพแวดล้อมพื้นที่การเรียนรู้

1.2.2 เพื่อศึกษาคุณลักษณะทางเสียงและการรับรู้เสียง จากการปรับเปลี่ยนสภาพแวดล้อมกายภาพ

1.2.3 เพื่อค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะทางเสียงของห้อง รูปแบบเสียงในกิจกรรมการเรียนการสอน และการรับรู้เสียงทางจิตวิทยา

1.2.4 เพื่อเสนอแนะแนวทางการจัดการสภาพแวดล้อมพื้นที่การเรียนรู้ ที่สอดคล้องกับคุณลักษณะทางเสียงของห้องกับการรับรู้เสียงทางจิตวิทยา

จากที่มาและวัตถุประสงค์การวิจัย นำมาสู่การกำหนดกรอบการวิจัยในภาพที่ 1.1 แสดงการเชื่อมโยงมิติด้านสภาพแวดล้อมกายภาพของพื้นที่การเรียนรู้ กับคุณลักษณะทางเสียงของห้อง โดยใช้เกณฑ์มาตรฐานในการประเมิน รวมถึงประเมินการรับรู้เสียงทางจิตวิทยาด้วยปัจจัยบุคคล ผ่านทางรูปแบบของเสียงในกิจกรรม สามารถจะตอบคำถามของการวิจัยนำไปสู่การเสนอแนะแนวทางการจัดการสภาพแวดล้อมพื้นที่การเรียนรู้ ด้วยวิธีการรับรู้เสียงทางจิตวิทยา



ภาพที่ 1.1 กรอบการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มุ่งเน้นประเด็น การรับรู้เสียงทางจิตวิทยากับคุณลักษณะทางเสียงของห้องภายในพื้นที่การเรียนรู้ ทั้งนี้เพื่อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์และคำถามของการวิจัย จึงได้กำหนดขอบเขตการวิจัยไว้ดังนี้

1.3.1 ตัวแปรในงานวิจัย

1.3.1.1 ตัวแปรอิสระ ประกอบด้วย

1) สภาพแวดล้อมกายภาพพื้นที่การเรียนรู้
   - ห้องเรียนขนาดใหญ่ ขนาดปริมาตรห้อง 288-566 ลูกบาศก์เมตร
   - พื้นที่ของพื้นผิวดูดซับเสียง
2) เสียงในกิจกรรมการเรียนการสอน
   - เสียงจากกิจกรรมการเรียนการสอน (ไม่มีเสียง เสียงพูดบรรยาย เสียงเพลง และเสียงเสมือน)
   - เสียงแบบกระทบ (Impulse Noise) เพื่อทดสอบค่า RT
   - เสียงสัญญาณ STIPA เพื่อทดสอบค่า STI
   - ระดับความดังของเสียง (dBA)
3) ปัจจัยบุคคล
   - เพศ
   - อายุ
   - ชั้นปี
   - การศึกษา

1.3.1.2 ตัวแปรตาม ประกอบด้วย

1) คุณลักษณะทางเสียงของห้อง
   - ระดับความดังของเสียงรบกวนพื้นหลัง (BNL) (dBA)
   - ค่าระยะเวลาการก้องกังวาน (RT) (วินาที)
   - ค่าดัชนีการส่งผ่านคำพูด (STI) (0 – 1)
2) การรับรู้เสียงทางจิตวิทยา
   - ระดับความพึงพอใจ
   - ระดับความชัดเจนในการได้ยิน
   - ประเมินทัศนคติต่อเสียงที่ได้ยิน
   - ประเมินภาวะทางอารมณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3.1.3 ตัวแปรควบคุม ประกอบด้วย

1) สภาพแวดล้อมกายภาพ

- สภาพแวดล้อมแบบปิด ป้องกันเสียงรบกวนจากภายนอก
- การเก็บข้อมูลในช่วงเวลาที่ไม่มีเครื่องบินผ่าน
- การเก็บข้อมูลในช่วงเวลาเรียนตามปกติ
- ควบคุมขนาดปริมาตรของห้อง
- รูปทรงของห้องแบบมาตรฐาน
- ภายในห้องไม่มีเฟอร์นิเจอร์
- ควบคุมพื้นที่การดูดซับเสียงภายในห้อง
- การปิด-เปิด ระบบปรับอากาศและระบบไฟฟ้า

2) เสียงในกิจกรรมการเรียนการสอน

- จำลองเสียงจากเครื่องขยายเสียงเพื่อควบคุมระดับความดัง
- เสียงพูดบรรยายและเสียงเพลง
- เสียงกระทบ
- ระดับความดังของเสียงเพื่อทดสอบ

1.3.2 ประชากรและตัวอย่าง

ประชากรในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักศึกษาระดับปริญญาตรีของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำแนกนักศึกษาเป็น 2 กลุ่มจำนวนเท่า ๆ กัน คือ กลุ่มที่มีพื้นหลังการศึกษาสายวิทย์ และกลุ่มที่มีพื้นหลังการศึกษาสายศิลป์ เพื่อทำการทดลองและตอบแบบสอบถามภายใต้เงื่อนไขการปรับสภาพแวดล้อมกายภาพและการควบคุมแหล่งกำเนิดเสียง ขนาดตัวอย่างทั้งหมด 107 คน

1.3.3 พื้นที่การวิจัย

พื้นที่การวิจัยเป็นห้องเรียนของสถาบันการศึกษาระดับอุดมศึกษาภาครัฐฯ ขนาดของห้องมีปริมาตร 288-566 ลูกบาศก์เมตร (10,000-20,000 ลูกบาศก์ฟุต) โดยอ้างอิงเกณฑ์ของ ANSI S12.60 เป็นห้องที่มีสภาพแวดล้อมปิด ติดตั้งเครื่องปรับอากาศเพื่อควบคุมปัจจัยเสียงรบกวนจากภายนอก

พื้นที่ในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยสุ่มเลือกห้องเรียนจากคณะที่มีหลักสูตรระดับปริญญาตรีคณะละ 1 ห้องรวมทั้งหมด 7 ห้อง ภายหลังจากการประเมินสภาพแวดล้อมเสียงของห้องทั้งหมดจึงคัดเลือกจำนวน 1 ห้องเป็นพื้นที่ทดลองปรับ PAS เพื่อทำการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับการรับรู้เสียงทางจิตวิทยา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ขั้นตอนการวิจัย

สาระสำคัญของการวิจัยครั้งนี้คือ การเสนอแนะแนวทางการจัดการสภาพแวดล้อมภายในพื้นที่การเรียนรู้โดยมีองค์ประกอบหลัก 3 ส่วนที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ การรับรู้เสียงทางจิตวิทยา คุณลักษณะเสียงของห้อง และปัจจัยบุคคล ขั้นตอนการวิจัยไว้ทั้งหมด 5 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

1.4.1 ขั้นตอนที่ 1

ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี งานวิจัยในอดีตที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาครั้งนี้ เกี่ยวข้องกับประเด็นการรับรู้เสียงทางจิตวิทยา คุณลักษณะทางเสียงของห้อง และพื้นที่การเรียนรู้ รวมถึงการรวบรวมข้อมูลเชิงพื้นที่

1.4.2 ขั้นตอนที่ 2

เก็บรวบรวมข้อมูลด้านกายภาพของห้องพื้นที่การเรียนรู้ ที่เป็นพื้นที่ทำการศึกษาด้วยแบบสำรวจเชิงพื้นที่ การเก็บข้อมูลภายใต้เงื่อนไขต่างๆที่ได้กำหนดไว้

1.4.3 ขั้นตอนที่ 3

คัดเลือกห้องพื้นที่การเรียนรู้ 1 ห้องจากจำนวน 7 ห้อง เพื่อทำการทดลอง

1.4.4 ขั้นตอนที่ 4

ขั้นตอนการทดลอง เก็บข้อมูลคุณลักษณะทางเสียงของห้องในขณะที่มีการดำเนินกิจกรรม (จำลองสถานการณ์เสียงจากกิจกรรมการเรียนการสอน) รวมถึง เก็บข้อมูลการรับรู้เสียงทางจิตวิทยา ความพึงพอใจ อารมณ์ ความรู้สึกของกลุ่มตัวอย่าง

1.4.5 ขั้นตอนที่ 5

สรุปข้อมูล วิเคราะห์และสรุปผล ด้วยโปรแกรมทางสถิติ ตามสมมติฐานของการวิจัย เพื่อตอบคำถามของการวิจัยที่ได้กำหนดไว้ สรุปผลเป็นแนวทางในการจัดการสภาพแวดล้อมกายภาพพื้นที่การเรียนรู้ ด้วยวิธีการรับรู้เสียงทางจิตวิทยา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 เป็นแนวทางในการปรับปรุงสภาพแวดล้อมเสียงโดยมุ่งเน้น คุณภาพเสียงและประสิทธิภาพทางการสื่อสารภายในพื้นที่การเรียนรู้ รวมถึงพื้นที่ที่มีบริบทใกล้เคียง

1.5.2 ข้อมูลจากการวิจัย สามารถศึกษาต่อยอดไปสู่เกณฑ์หรือข้อกำหนด ด้านคุณลักษณะทางเสียงของห้อง ที่เหมาะสมสอดคล้องกับผู้ใช้งานอาคารตลอดจนกิจกรรมการเรียนการสอน และการรับรู้เสียงทางจิตวิทยา

1.5.3 สร้างความรู้ ความเข้าใจให้แก่นักออกแบบ สถาปนิก วิศวกร หรือบุคคลที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบอาคารที่ต้องคำนึงถึงคุณภาพเสียง

1.6 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1.6.1 **การรับรู้เสียงทางจิตวิทยา (Psychoacoustics)** หมายถึง การศึกษาทางวิทยาศาสตร์แขนงหนึ่ง เกี่ยวกับการรับรู้ทางเสียงโดยศึกษาทั้งทางกายภาพและจิตวิทยาควบคู่กันไป ทั้งในมิติของการพูด การฟังเสียงพูด และการฟังเพลง หรือหมายถึงสาขาหนึ่งทางวิทยาศาสตร์ที่ศึกษาในมิติของการรับรู้ทางเสียง ความรู้สึกจากการได้ยินเสียง และปัญหาเกี่ยวกับการสื่อสารทางเสียง

1.6.2 **คุณลักษณะทางเสียงของห้อง (Room Acoustical Characteristics)** หมายถึง ลักษณะทางเสียงอันเกิดจากกายภาพของห้องและระนาบปิดล้อม คุณลักษณะดังกล่าวประกอบด้วยการวัดค่าดัชนีต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น ระดับเสียงรบกวนพื้นหลัง (BNL) ระยะเวลาการก้องกังวาน (RT) และค่าดัชนีการส่งผ่านการพูด (STI)

1.6.3 **ระดับเสียงรบกวนพื้นหลัง (Background Noise Level: BNL)** หรือเสียงบรรยากาศ คือระดับความดังของเสียงภายในห้อง ในภาวะที่ไม่มีการดำเนินกิจกรรม ระดับ BNL มีผลมาจากสภาพแวดล้อมภายนอก พื้นที่ข้างเคียงหรือพื้นที่ใกล้ชิดติดกัน รวมถึง ปัจจัยสภาพแวดล้อมภายใน เช่น เสียงจากระบบไฟฟ้า ระบบปรับอากาศ เป็นต้น การวัดค่า BNL มีหน่วยเป็น เดซิเบลเอ (dBA)

1.6.4 **ระยะเวลาการก้องกังวาน (Reverberation Time: RT)** เป็นดัชนีชี้วัดสภาวะความก้อง (Reverberant Condition) โดยวัดระยะเวลาจากการกำเนิดเสียงกระทบ (Impulse Noise) จนระดับเสียงลดลงสู่ภาวะปกติ ระดับความดังของเสียงกระทบมีค่าเท่ากับ BNL+60 dBA การวัดค่า RT มีหน่วยเป็นวินาที

1.6.5 **ดัชนีการส่งผ่านการพูด (Speech Transmission Index: STI)** ค่าดัชนีที่บ่งบอกระดับความชัดเจนของการพูดสื่อสาร มีค่าระหว่าง 0-1 โดยที่ 0 หมายถึงไม่มีความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชัดเจน และ 1 ความชัดเจนอย่างมาก การวัดค่า STI สามารถวัดได้จากการใช้สัญญาณเสียง STIPA

1.6.6 **เสียงรบกวน (Noise)** หมายถึง ระดับเสียงจากแหล่งกำเนิดในขณะมีการรบกวน ที่มีระดับเสียงสูงกว่าระดับเสียงพื้นฐาน โดยมีระดับการรบกวนนานเกินกว่าระดับเสียงรบกวนที่กำหนดไว้ในประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 29 (พ.ศ. 2550) เรื่อง ค่าระดับเสียงรบกวน

1.6.7 **คุณภาพเสียง (Acoustic Quality)** กายภาพของเสียงที่เกิดขึ้นและมีการรับรู้จากบุคคลในสภาพแวดล้อม ด้วยเหตุนี้คุณภาพของเสียงจึงประกอบด้วยปัจจัยสำคัญ 3 ด้าน ได้แก่ กายภาพของเสียงในสภาพแวดล้อม (Sound Field) การรับรู้เสียงจากการได้ยิน (Auditory Perception) และ ปัจจัยทางด้านจิตวิทยา (Psychological Aspect)

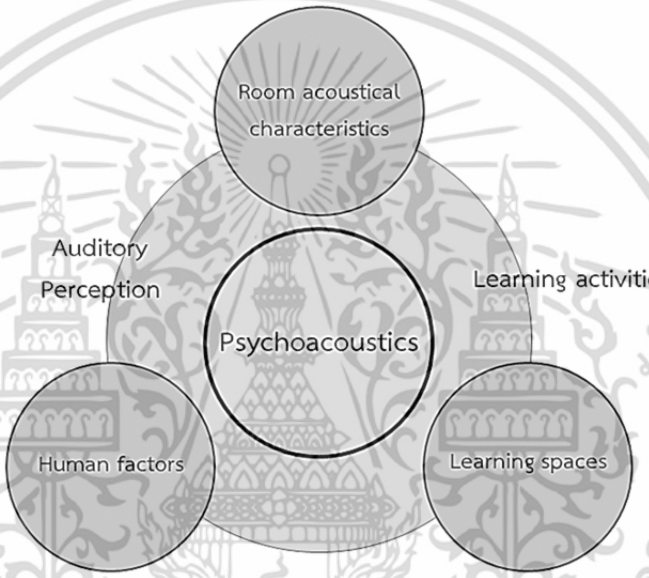
1.6.8 **พื้นที่การเรียนรู้ (Learning Spaces)** หมายถึง ห้องเรียนหรือพื้นที่ที่มีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของนักศึกษาระดับปริญญาตรี ภายในสถาบันการศึกษาภาครัฐฯ ในการศึกษาครั้งนี้มุ่งเน้นไปที่ห้องเรียนขนาดใหญ่ที่มีขนาดปริมาตรอยู่ในช่วง 288-566 ลูกบาศก์เมตร

1.6.9 **การจัดการสภาพแวดล้อมภายในพื้นที่การเรียนรู้** หมายถึง การดำเนินการปรับปรุง ปรับเปลี่ยน สภาพแวดล้อมกายภาพภายในพื้นที่การเรียนรู้ โดยการปรับปริมาณพื้นที่การดูดซับเสียงบนระนาบผนังภายในห้องให้มีความเหมาะสม สอดคล้องกับคุณลักษณะทางเสียงของห้อง และการรับรู้เสียงทางจิตวิทยา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
การทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาแนวคิด ทฤษฎี ตลอดจนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อสรุปเป็นสาระที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบหลักในการวิจัยประกอบไปด้วย การรับรู้เสียงทางจิตวิทยา คุณลักษณะทางเสียงของห้องและปัจจัยบุคคล ศึกษาในพื้นที่การเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องสภาพแวดล้อมกายภาพของห้องและรูปแบบของเสียงจากกิจกรรมที่เกิดขึ้นภายในสภาพแวดล้อมนั้น



ภาพที่ 2.1 องค์ประกอบสำคัญในการศึกษาและประเด็นในการทบทวนวรรณกรรม

จากภาพที่ 2.1 สรุปเป็นหัวข้อเพื่อทบทวนวรรณกรรมจำแนกตามประเด็น หรือกลุ่มองค์ประกอบหลักในการศึกษา ดังนี้

2.1 แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับการรับรู้เสียงทางจิตวิทยา

- 2.1.1 แนวคิดเกี่ยวกับเสียง
- 2.1.2 คุณภาพเสียง
- 2.1.3 ภาวะสบายทางเสียง
- 2.1.4 ภาวะสบายทางจิตวิทยา

2.2 คุณลักษณะทางเสียงของห้อง

- 2.2.1 ดัชนีชี้วัดทางเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 ค่ามาตรฐานสากลเกี่ยวกับเสียงในสภาพแวดล้อม
2.2.3 การวัดค่าคุณลักษณะทางเสียงของห้องด้วยวิธีภาคสนาม

2.3 แนวคิดเกี่ยวกับพื้นที่การเรียนรู้
2.3.1 สภาพแวดล้อมกายภาพพื้นที่การเรียนรู้
2.3.2 แนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้
2.3.3 กิจกรรมและรูปแบบเสียงในกิจกรรมการเรียนการสอน
2.3.4 พื้นที่การเรียนรู้ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

2.4 งานวิจัยและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องจากภายในประเทศและต่างประเทศ
2.4.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องภายในประเทศ
2.4.2 งานวิจัยและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องจากต่างประเทศ

2.5 บทสรุปการทบทวนวรรณกรรม
2.6 กรอบแนวคิดของการวิจัย

2.1 แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับการรับรู้เสียงทางจิตวิทยา

การรับรู้เสียงทางจิตวิทยา (Psychoacoustics) หมายถึง การศึกษาทางวิทยาศาสตร์แขนงหนึ่งเกี่ยวกับการรับรู้ทางเสียงโดยศึกษาทั้งทางกายภาพและจิตวิทยาควบคู่กัน ทั้งในมิติของการพูด การฟัง รวมถึงการฟังเพลง (Olson. 1967) อีกแนวคิดหนึ่ง หมายถึง สาขาหนึ่งทางวิทยาศาสตร์ที่ศึกษามิติของการรับรู้ทางเสียง ความรู้สึกจากการได้ยินเสียง และ ปัญหาเกี่ยวกับการสื่อสารทางเสียง (Fastl and Zwicker. 2006) การรับรู้เสียงทางกายภาพ จำเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจในพื้นฐานของเสียง รวมถึงคุณลักษณะเชิงกายภาพที่เกี่ยวข้อง ส่วนการรับรู้ในทางจิตวิทยานั้นมีส่วนเกี่ยวข้องกับภาวะน่าสบายโดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริบทของภาวะน่าสบายเชิงจิตวิทยา ดังนั้น การทบทวนวรรณกรรมส่วนนี้จึงประกอบไปด้วยองค์ประกอบสำคัญ 4 ด้าน ได้แก่ แนวคิดพื้นฐานเกี่ยวกับเสียง คุณภาพเสียง ภาวะน่าสบายทางเสียง และภาวะสบายทางจิตวิทยา

2.1.1 แนวคิดเกี่ยวกับเสียง

2.1.1.1 การนิยามความหมาย

กฎกระทรวงเกี่ยวกับมาตรฐานการบริหารและการจัดการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับความร้อน แสงสว่าง และเสียง (กรมสวัสดิการและคุ้มครอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แรงงาน. 2549) ระบุว่า เสียงคือพลังงานรูปหนึ่งที่เกิดจากการสั่นสะเทือนของโมเลกุลของอากาศ ทำให้เกิดการอัดและขยายสลับกันของโมเลกุลอากาศ ความดันบรรยากาศจึงเกิดการเปลี่ยนแปลงตามการเคลื่อนที่ของโมเลกุลอากาศ เรียกว่า คลื่นเสียง

- ความถี่ของเสียง (Frequency of Sound) หมายถึง จำนวนครั้งของการเปลี่ยนแปลงความดันบรรยากาศตามการอัดและขยายของโมเลกุลอากาศในหนึ่งวินาที หน่วยวัด คือ รอบต่อวินาทีหรือเฮิรตซ์ (Hertz: Hz)
- เสียงรบกวน (Noise) หมายถึง เสียงที่ไม่พึงประสงค์ เนื่องจากทำให้เกิดการรบกวนการรับรู้เสียงที่ต้องการ หรือความเงียบ เสียงรบกวนเป็นเสียงที่เป็นอันตรายต่อการได้ยิน ความดังเสียงขึ้นอยู่กับความสูงหรือแอมปลิจูด (Amplitude) ของคลื่นเสียง ส่วนความทุ้มแหลมของเสียงขึ้นอยู่กับความถี่เสียง
- เดซิเบลเอ (dBA) เป็นหน่วยวัดความดังเสียงที่มีการถ่วงน้ำหนักแบบเอ มีความใกล้เคียงกับการตอบสนองต่อเสียงของหูมนุษย์
- ระดับเสียงรบกวนพื้นหลัง (Background Noise Level) หมายถึง ระดับเสียงที่ตรวจวัดในสิ่งแวดล้อมในขณะยังไม่เกิดเสียงหรือไม่ได้รับเสียงจากแหล่งกำเนิดที่สนใจ (กรมควบคุมมลพิษ. 2550)

2.1.1.2 ประเภทของเสียง

การกำหนดประเภทของเสียงสามารถจำแนกได้ใน 3 ลักษณะ

- ประเภทของเสียงจำแนกตามความพึงพอใจ

หากกำหนดประเภทของเสียงตามลักษณะความพึงพอใจ สามารถจะแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ เสียงที่พึงพอใจหรือเสียงที่บุคคลคาดหวังจะได้ยิน และเสียงที่ไม่พึงพอใจหรือเสียงรบกวน ซึ่งในบางครั้งเสียงที่พึงพอใจของบุคคลกลุ่มหนึ่งอาจจะเป็นเสียงที่ไม่พึงพอใจสำหรับคนอีกกลุ่มหนึ่ง (โชติวิทย์ พงษ์เสริมผล. 2549) ขึ้นอยู่กับสถานการณ์ รสนิยม ความคาดหวังและปัจจัยบุคคลที่มีประสบการณ์พื้นหลังแตกต่างกัน

- ประเภทของเสียงจำแนกตามลักษณะที่เกิดขึ้นในอาคาร

ผลกระทบของเสียงที่มีต่ออาคารหรือสภาพแวดล้อมกายภาพ จำแนกได้ 2 ประเภท คือ คือเสียงที่มีอากาศเป็นตัวกลางในการส่งผ่าน (Air-borne Sound) เช่น เสียงพูด เสียงตบมือ เสียงจากลำโพงเป็นต้น และประเภท คือเสียงที่ส่งผ่านตัวกลางอื่น (Structure-borne Sound) เช่น พื้น ผนัง เพดาน รวมถึงเสียงที่เกิดจากการสั่นสะเทือนของอุปกรณ์หรือเครื่องกลบนพื้นโครงสร้างอาคาร

- ประเภทของเสียงจำแนกตามลักษณะเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อพิจารณาจากลักษณะเสียง สามารถจำแนกได้เป็น 3 ประเภทได้แก่ เสียงดังแบบต่อเนื่อง เสียงดังเป็นช่วง และเสียงกระทบ (กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน. 2549)

- เสียงดังแบบต่อเนื่อง (Continuous Noise) เป็นเสียงดังที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง จำแนกออกเป็น 2 ลักษณะ คือ เสียงดังต่อเนื่องแบบคงที่ (Steady State Noise) และเสียงดังต่อเนื่องที่ไม่คงที่ (Non-steady State Noise) เสียงดังต่อเนื่องแบบคงที่ เป็นเสียงดังต่อเนื่องที่มีระดับเสียงเปลี่ยนแปลงไม่เกิน 3 เดซิเบล เช่น เสียงจากเครื่องทอผ้า เครื่องจักร เสียงพัดลม เป็นต้น ส่วนเสียงดังต่อเนื่องที่ไม่คงที่ เป็นเสียงดังต่อเนื่องที่มีระดับเสียงเปลี่ยนแปลงเกินกว่า 10 เดซิเบล เช่น เสียงจากเลื่อยวงเดือน เครื่องเจียร เป็นต้น
- เสียงดังเป็นช่วง (Intermittent Noise) เสียงที่ดังไม่ต่อเนื่อง มีความดังหรือเบาเป็นระยะ สลับไปมา เช่น เสียงของเครื่องปั๊ม เครื่องอัดลม เสียงจราจร เสียงเครื่องบินที่บินผ่าน เป็นต้น
- เสียงกระทบ (Impulse Noise) เป็นเสียงที่เกิดขึ้นและสิ้นสุดอย่างรวดเร็วในเวลาน้อยกว่า 1 วินาที มีการเปลี่ยนแปลงของเสียงมากกว่า 40 dBA เช่น เสียงการตอกเสาเข็ม การปั๊มชิ้นงาน การทุบหรือเคาะอย่างแรง

2.1.1.3 ผลกระทบต่อสุขภาพและความปลอดภัย

การได้ยินหรือสัมผัสเสียงดังในระยะเวลานานก่อให้เกิดการสูญเสียการได้ยิน หรือความสามารถในการได้ยินลดลงหากเปรียบเทียบกับความสามารถในการได้ยินของบุคคลปกติ ปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดการสูญเสียการได้ยิน ได้แก่ ระดับความดัง ชนิดของเสียง ระยะเวลาในการสัมผัสเสียงต่อวัน นอกจากนี้ยังพบปัจจัยอื่น ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง เช่น ความไวต่อเสียงในแต่ละบุคคล อายุ สภาพแวดล้อมของแหล่งเสียง โดยการสูญเสียการได้ยินแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ การสูญเสียการได้ยินแบบถาวรและแบบชั่วคราว

โดยปกติมนุษย์จะได้ยินเสียงในช่วงความถี่ตั้งแต่ 20–20000 Hz ความถี่สูงหมายถึงเสียงแหลมสูงในขณะที่ความถี่ต่ำหมายถึงเสียงทุ้มต่ำ หากต่ำกว่าหรือสูงกว่าช่วงความถี่ดังกล่าวก็จะไม่สามารถรับรู้ได้ โดยทั่วไปการสูญเสียการได้ยินจะเริ่มที่ความถี่ 4000 Hz เป็นลำดับแรกในระยะเวลาต่อมาก็จะสูญเสียการได้ยินในช่วงความถี่อื่น ๆ ส่วนความถี่ทั่วไปของการสนทนาจะอยู่ในช่วง 500–2000 Hz วิธีการสังเกตเบื้องต้นว่าสภาพแวดล้อมของบุคคล มีเสียงดังที่อาจเป็นอันตรายต่อการได้ยินหรือไม่ ทดสอบได้โดยยืนห่างกันประมาณ 1 เมตร แล้วพูดคุยกันด้วยเสียงปกติ ถ้าไม่สามารถได้ยิน ต้องพูดซ้ำหรือต้องตะโกน แสดงว่าสภาพแวดล้อมนั้นมีความดังเสียงประมาณ 90 เดซิเบลหรือมากกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้การได้รับเสียงดังตลอดเวลา อาจทำให้เกิดอุบัติเหตุในการทำงาน ทั้งนี้เนื่องจากเสียงดังทำให้พฤติกรรมส่วนบุคคลเปลี่ยนแปลง เช่น เกิดความเชื่องช้าต่อการตอบสนอง ไม่มีสมาธิทำให้งานผิดพลาดจนเกิดอุบัติเหตุขึ้น รวมถึงอาจรบกวนการติดต่อสื่อสาร ทำให้ผู้ปฏิบัติงานไม่ได้ยินสัญญาณเตือนอันตรายที่ดังขึ้น

2.1.1.4 เสียงกับสุขภาพจิต

มลภาวะของเสียงนอกจากเป็นอันตรายต่อสภาวะการได้ยินของมนุษย์แล้ว ยังส่งผลกระทบต่อภาวะทางอารมณ์ เกิดเป็นความเครียดที่เป็นสาเหตุของความดันโลหิตสูงและโรคหัวใจ นอกจากนี้ การใช้เสียงดังหรือการตะโกนในการพูดคุยก่อให้เกิดความเคยชิน มีผลต่อเนื่องถึงพฤติกรรมก้าวร้าวซึ่งไม่เป็นผลดีต่อสังคมดัง ยกตัวอย่างเช่น เสียงดังภายในบ้านหรือเสียงดังในห้องนอนทำให้พักผ่อนไม่เพียงพอเกิดความเครียด เสียงดังในห้องเรียน ห้องทำงานทำให้ขาดสมาธิและหงุดหงิด เนื่องจากสมองถูกหยุดยั้งเป็นระยะ ดังนั้น มลภาวะจากเสียงดังจึงเป็นเรื่องที่ซับซ้อน จากหูถึงสมอง ถึงร่างกาย ถึงจิตใจ อารมณ์สมาธิและผลิตผลของการงาน (สุจิตรา ประสานสุข. 2551) องค์การอนามัยโลกได้ประกาศเตือนเกี่ยวกับเสียงที่เป็นอันตรายในภาวะต่าง ๆ แสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ระดับเสียงที่มีผลต่อสุขภาพ

ภาวะเสียงกับสุขภาพ	**ระดับความดังสูงสุด (dBA)**	**เวลา (ชั่วโมง)** ระยะเวลาที่ไม่ควรฟังติดต่อกัน
1. เสียงนอกบ้าน สร้างความเดือดร้อนรำคาญ	55	16
2. เสียงภายในห้องเรียน	65	8
3. เสียงในโรงงาน หรือการจราจร	70	24
4. เสียงดนตรีผ่านหูฟัง	85	ในขณะเวลาฟัง
5. เสียงพิธีการในงานวัด สถานบันเทิง	100	4

ที่มา: สุจิตรา ประสานสุข (2551). มลพิษทางเสียงต่อสุขภาพกาย จิต และการได้ยิน. หมอชาวบ้าน

2.1.2 คุณภาพเสียง

คุณภาพเสียงเป็นองค์ประกอบสำคัญของคุณภาพของสภาพแวดล้อมภายในอาคาร (Indoor Environment Quality) ประกอบไปด้วย ภาวะสบายทางอุณหภูมิ (Thermal Comfort) คุณภาพของแสงสว่าง (Lighting Quality) คุณภาพอากาศ (Air Quality) และคุณภาพเสียง (Acoustic Quality) (Bluyssen. 2013) คุณภาพของสภาพแวดล้อมที่ดีย่อมส่งผลดีต่อผู้ที่อยู่อาศัยภายในอาคารนั้น ทั้งในด้านความปลอดภัย สุขภาพทางกาย สุขภาพใจและส่งผลดีต่อคุณภาพในการประกอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิจกรรมภายในอาคารนั้น Bluyssen (2013) ระบุไว้ว่า คุณภาพที่ดีนั้นต้องพิจารณาองค์ประกอบทั้งสี่ในลักษณะองค์รวม นั่นคือจะบกพร่องในด้านใดด้านหนึ่งไม่ได้ เนื่องจากองค์ประกอบทั้งหมดนั้นส่งผลกระทบซึ่งกันและกัน หากแต่ว่าในบางกรณีที่จะต้องให้น้ำหนักความสำคัญกับองค์ประกอบอันใดอันหนึ่งโดยเฉพาะ ยกตัวอย่างเช่น อาคารที่ต้องให้ความสำคัญกับเรื่องคุณภาพอากาศเป็นหลัก เช่น ห้องพักผู้ป่วยหรือห้องปฏิบัติการเพาะเชื้อภายในโรงพยาบาล เป็นต้น พื้นที่ห้องที่ต้องให้ความสำคัญกับเรื่องคุณภาพแสงสว่างเป็นหลัก ได้แก่ ห้องสมุด ห้องอ่านหนังสือ ห้องสตูดิโอถ่ายภาพ ส่วนพื้นที่ห้องที่ต้องให้ความสำคัญกับคุณภาพเสียงเป็นสำคัญ ได้แก่ ห้องบันทึกเสียง ห้องประชุม รวมถึงพื้นที่ที่ต้องให้ความสำคัญกับการสื่อสารด้วยการพูด เช่น ห้องเรียนหรือห้องบรรยาย เป็นต้น

คุณภาพเสียง หมายถึง ระดับเสียงที่บุคคลรับรู้ได้ในสภาพแวดล้อม ประกอบด้วยปัจจัยสำคัญ 3 ด้าน ได้แก่ กายภาพของเสียงในสภาพแวดล้อม (Sound Field) การรับรู้เสียงจากการได้ยิน (Auditory Perception) และปัจจัยทางจิตวิทยา (Psychological: Auditory Evaluation) (Genuit. 2004) คุณภาพเสียงจึงไม่ได้อ้างอิงเฉพาะในมิติทางกายภาพที่อธิบายด้วยดัชนีชี้วัดทางเสียง เช่น ระดับความดังของเสียงรบกวนพื้นหลัง ค่าการก้องกังวาน ฯลฯ แต่จะต้องผนวกรวมแนวคิดเชิงจิตวิทยาเข้าไปด้วย คุณภาพเสียงที่มีความเหมาะสมจึงเกิดจากการประเมินทั้ง 2 ด้าน คือการประเมินทางวัตถุวิสัย (Objective Evaluation) และการประเมินทางอัตวิสัย (Subjective Evaluation)

Jensen, et al. (2005) ได้ทำการสอบถามความพึงพอใจจากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 23,450 คน จากอาคารสำนักงาน 142 อาคาร สอบถามใน 9 ประเด็น ได้แก่ ภาพรวมของอาคาร พื้นที่ทำงาน ผังของสำนักงาน เฟอร์นิเจอร์สำนักงาน ภาวะน่าสบายทางอุณหภูมิ คุณภาพอากาศ คุณภาพแสงสว่าง คุณภาพเสียง รวมถึงด้านการบำรุงรักษา จากการศึกษาพบว่าประเด็นที่กลุ่มเป้าหมายให้ความสำคัญมากที่สุด คือเรื่องคุณภาพเสียงที่เกี่ยวข้องกับภาวะความเป็นส่วนตัว ยกตัวอย่างเช่น ห้องทำงานที่เงียบ มีการดูดซับเสียงเป็นอย่างดี กลับทำให้เกิดความรู้สึกไม่เป็นส่วนตัวเนื่องจากตนเองได้ยินเสียงพูดของคนรอบข้างรวมถึงคนรอบข้างจะได้ยินเสียงตนเองพูดคุยทางโทรศัพท์ (Jensen, et al. 2005) สอดคล้องกับการวิจัยของ Vischer (2005) ที่นิยามความสำคัญของคุณภาพเสียง โดยกล่าวไว้ว่า เสียงในทางกายภาพยังคงเป็นเรื่องสำคัญทั้งในเรื่องการควบคุมเสียงรบกวนภายนอก และเสียงรบกวนพื้นหลัง หากแต่ประเด็นที่ต้องให้ความสำคัญไม่น้อยไปกว่ากันนั่นคือประเด็นในทางจิตวิทยา

แนวคิดคุณภาพเสียงกับสภาพแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้เป็นสิ่งที่สำคัญอย่างยิ่ง คุณภาพเสียงที่ดีทำให้การสื่อสารระหว่างผู้เรียนและผู้สอนมีประสิทธิภาพ ส่งผลดีต่อกระบวนการเรียนรู้ (ชูพงษ์ ทองคำสมุทร. 2553) องค์ประกอบเสียงในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 ความดังที่เพียงพอของแหล่งกำเนิดเสียง โดยปกติเสียงสนทนาของมนุษย์จะมีค่าระดับปกติที่ 60 เดซิเบลเอ (dBA) (Egan. 1972 อ้างถึงใน ชูพงษ์ ทองคำสมุทร. 2553) หากต้องการให้เสียงสามารถได้ยินทั่วถึงทั้งห้อง พื้นที่บริเวณด้านหน้าห้องควรจะต้องประกอบด้วยวัสดุที่มีพื้นผิวสะท้อนเสียงเพื่อกระจายเสียงไปยังหลังห้องให้ได้มากที่สุด ส่วนที่ 2 ลดเสียงรบกวนที่ไม่ต้องการทั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภายนอกและภายในอาคารโดยคำนึงถึงวัสดุที่ใช้ก่อเป็นผนังที่ต้องมีค่าสัมประสิทธิ์การส่งผ่านเสียง (Sound Transmission Class: STC) อยู่ในช่วง 45–50 ผนวกกับการติดตั้งวัสดุดูดซับเสียงภายในห้องจะสามารลดเสียงรบกวนลง และส่วนที่ 3 การสะท้อนของเสียงภายในห้องหรือค่าระยะเวลาการก้องกังวาน (RT) ซึ่งสามารถคำนวณได้โดยใช้สมการหรือเครื่องมือวัดค่า สำหรับห้องที่ใช้เพื่อการบรรยายควรมีค่า RT 0.7–1.2 วินาทีในทุกย่านความถี่ของเสียง (สุธีวัน โล่ห์สุวรรณ. 2551) ส่วนค่า RT สำหรับห้องเรียนมาตรฐานสากลกำหนดไว้ว่า ต้องมีค่า RT=0.6 วินาที ในห้องที่มีปริมาตรไม่เกิน 288 ลูกบาศก์เมตร และมีค่า RT=0.7 วินาที ในห้องที่มีปริมาตร 288-566 ลูกบาศก์เมตร (Zannin and Marcon. 2007)

2.1.3 ภาวะสบายทางเสียง

ภาวะสบายทางเสียง เป็นส่วนสำคัญที่ส่งเสริมคุณภาพของสภาพแวดล้อมรวมถึงคุณภาพในการดำเนินกิจกรรมของมนุษย์ภายในสภาพแวดล้อม เป็นสิ่งหนึ่งที่ส่งผลกระทบต่อมนุษย์เช่นเดียวกับภาวะสบายทางแสงสว่าง อุณหภูมิ และคุณภาพอากาศ (Paradis. 2014) ภาวะสบายทางเสียงมีความเกี่ยวข้องในด้านฟังก์ชันการใช้งาน หมายถึง การที่มนุษย์ได้ยินเสียงที่คาดหวังได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยปราศจากเสียงรบกวนจากสภาพแวดล้อมรอบข้าง ยกตัวอย่างเช่น เสียงรบกวนจากการจราจรภายนอก เสียงอุปกรณ์เครื่องกล เสียงโทรศัพท์ เสียงกระทบกระแทกจากบริเวณใกล้เคียง นอกจากนี้ภาวะสบายทางเสียงยังเกี่ยวข้องกับภาวะทางอารมณ์ความรู้สึก เช่น ความรู้สึกหงุดหงิด รำคาญ เกิดความเครียด หรือเสียสมาธิในการทำงาน บางครั้งที่เสียงรบกวนนั้นไม่อยู่ในระดับที่มากพอที่จะเป็นอันตรายต่อการได้ยินของมนุษย์ แต่ก็สามารถจะทำลายสมาธิหรือเบี่ยงเบนความสนใจในการทำงานหรือการดำเนินกิจกรรม

ความต้องการเกี่ยวกับภาวะสบายทางเสียงมีรายละเอียดปลีกย่อยที่แตกต่างกันออกไปตามพื้นที่ เช่น ห้องเรียน สำนักงาน ห้องอัดเสียง โรงละคร ฯลฯ แต่อย่างไรก็ตาม ปัญหาหลักของภาวะสบายทางเสียงที่ทุกพื้นที่มักจะพบเจอประกอบด้วย 3 ประเด็นหลัก ได้แก่ เสียงรบกวนจากภายนอก เสียงจากพื้นที่ที่ชิดติดกัน และการไม่สามารถควบคุมคุณภาพเสียงในพื้นที่ของตนเองได้

สำหรับภาวะสบายทางเสียงที่ดีสำหรับห้องเรียน ห้องบรรยาย หรือห้องที่ใช้เพื่อการศึกษาต้องมีลักษณะที่ส่งเสริมการสื่อสารทางการพูด มีเสียงรบกวนพื้นหลังในระดับที่น้อย มีเสียงรบกวนที่เกิดจากการสั่นสะเทือนของโครงสร้างอาคารในระดับที่ต่ำมาก ซึ่งเสียงดังกล่าวส่งผลต่อสมาธิในการเรียนของผู้เรียน (INC., ATS&R and INC., Kvernstoen-Ronnholm & association. 2007) จากรายงานการวิจัย Classroom Acoustic Study (2007) ได้ระบุถึงแหล่งที่มาของเสียงรบกวนไว้ดังนี้ 1) เสียงภายนอกโรงเรียน เช่น ยานพาหนะ เครื่องบิน รถยนต์ 2) ทางเดินนอกห้องเรียน 3) ห้องเรียนข้างเคียง 4) อุปกรณ์เครื่องจักรกล เช่น ปั๊ม ลิฟท์ มอเตอร์ และ 5) เสียงก้องกังวานจากภายในห้องเรียนตนเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4 ภาวะสบายทางจิตวิทยา

ภาวะสบาย เป็นภาวะอย่างหนึ่งที่มนุษย์ต้องการ เพื่อให้ตนเองสามารถประกอบกิจกรรมดำเนินชีวิตได้อย่างมีคุณภาพ ภาวะสบายในลักษณะนามธรรม คือ ความสบายทางกาย และความสบายทางใจ การปฏิบัติงานถ้ากระทำด้วยความสบายกายและสบายใจ ผลผลิตที่ได้ย่อมจะมีคุณภาพที่ดี สอดคล้องกับงานวิจัยของ Vischer (2008) ซึ่งได้กำหนดประเภทของภาวะสบายไว้ 3 ระดับ ได้แก่ ภาวะสบายทางกายภาพ ภาวะสบายทางหน้าที่ใช้สอย และภาวะสบายทางจิตวิทยา

ภาวะสบายทางกายภาพ หมายถึง ภาวะขั้นพื้นฐาน เช่น ความปลอดภัย ความรู้สึกมั่นคง ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ ในการออกแบบสภาพแวดล้อมแต่ละพื้นที่ต้องคำนึงถึงสิ่งเหล่านี้เป็นพื้นฐานเบื้องต้น สำหรับมิติทางด้านเสียงในสภาพแวดล้อมสำหรับการอยู่อาศัยหรือประกอบกิจกรรมจะต้องมีปริมาณความดังของเสียงรบกวนที่ไม่มากจนเกินไปซึ่งอาจเกิดอันตรายต่อมนุษย์

ภาวะสบายทางหน้าที่ใช้สอย หมายถึง ภาวะสบายเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมและบรรยากาศที่มากระทบกับประสาทสัมผัสของตัวคน โดยมีการอ้างอิงเปรียบเทียบกับตัวเลขหรือดัชนีชี้วัดวัตถุประสงค์หลักเป็นการประเมินเกี่ยวกับหน้าที่ใช้สอย เช่น เกณฑ์ของระดับเสียงรบกวน (Noise Criteria: NC, Preferred Noise Criteria: PNC) ค่าระยะเวลาการก้องกังวาน (RT) ค่าดัชนีการส่งผ่านการพูด (STI) ดัชนีเหล่านี้ถูกใช้เพื่อการประเมินสภาพแวดล้อมภายหลังการใช้งาน (Post Occupancy Evaluation: POE) โดยการวัดค่าตัวเลขในสภาพแวดล้อมจริงเพื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน ยกตัวอย่างเช่น การประเมินสภาพแวดล้อมห้องเรียนว่ามีการตอบสนองทางเสียงเป็นอย่างไร มีค่าเสียงรบกวนพื้นหลังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานหรือไม่ เป็นต้น

ภาวะสบายทางจิตวิทยา เป็นภาวะที่อ้างอิงถึงความรู้สึกของบุคคลที่ยากแก่การอธิบาย แต่ในขณะเดียวกันภาวะทางจิตวิทยานี้กลับมีความสำคัญกับผลลัพธ์หลายประการ เช่น ประสิทธิภาพการทำงาน ผลผลิตหรือคุณภาพของผลงาน เป็นต้น การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับภาวะสบายทางจิตวิทยาส่วนมากเป็นการประเมินแบบอัตวิสัยกล่าวคือ เป็นการประเมินด้วยบุคคลที่เป็นผู้ใช้งานในอาคาร ภาวะจิตวิทยาเป็นสภาวะที่เกิดขึ้นภายในจิตใจของมนุษย์ซึ่งไม่สามารถสังเกตได้โดยง่ายจากภายนอก ด้วยเหตุนี้เครื่องมือในการศึกษาวิจัยจึงมักจะใช้การสัมภาษณ์เชิงลึกหรือใช้แบบสอบถาม

ภาวะสบายทางจิตวิทยาเป็นพื้นฐานมาจากพฤติกรรมของมนุษย์ คือ พฤติกรรมเว้นว่างส่วนบุคคล อาณาเขตครอบครอง และภาวะความเป็นส่วนตัว (วิมลสิทธิ์ หรยางกูร. 2526) สอดคล้องกับ Vischer (2005) กับการศึกษาเรื่อง “Space Meets Status” ระบุถึง ประสบการณ์บุคคลในอาณาเขตครอบครองและความสามารถในการควบคุมในพื้นที่ ยกตัวอย่างเช่น ผู้ที่เพิ่งเริ่มเข้ามาทำงานในสำนักงานช่วงแรกจะไม่กล้าควบคุมสภาพแวดล้อมใด ๆ เช่น ไม่กล้าปรับระดับอุณหภูมิ ไม่กล้าเปิด-ปิดหน้าต่าง ไม่กล้าเปิดวิทยุเสียงดังเนื่องจากเกรงใจผู้ที่มีอายุงานมากกว่า นอกจากนี้ตัวชี้วัดทางจิตวิทยาอีกอันหนึ่งได้แก่ ความรู้สึกเป็นเจ้าของ Fischer (1983) ระบุไว้ว่าในบางครั้ง ความรู้สึกเป็นเจ้าของเป็นเครื่องบ่งชี้ที่ดีที่สุดที่บอกถึงคุณภาพของสภาพแวดล้อม เพราะความรู้สึกเป็นเจ้าของใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พื้นที่นั้นสะท้อนถึงความภักดีและเอาใจใส่ ซึ่งย่อมส่งผลดีต่อผลลัพธ์อื่นที่ตามมา (Sundstrom and Sundstrom. 1986)

2.2 คุณลักษณะทางเสียงของห้อง

คุณลักษณะทางเสียงของห้อง คือ ค่าระดับดัชนีชี้วัดเกี่ยวกับเสียงที่บ่งบอกว่าห้องนั้น ๆ มีคุณลักษณะทางสภาพแวดล้อมเป็นอย่างไร โดยห้องที่ตรวจวัดต้องมีสภาพแวดล้อมแบบปิด (Enclosed Space) ค่าดัชนีชี้วัดที่เป็นพื้นฐานในการบ่งบอกคุณลักษณะ ได้แก่ ค่าระดับเสียงรบกวนพื้นหลัง (BNL) และค่าระยะเวลาในการก้องกังวาน (RT) (Zannin and Marcon. 2007) ทั้งนี้เป็นผลมาจาก องค์ประกอบสภาพแวดล้อมทางกายภาพ ได้แก่ ระนาบปิดล้อม พื้น ผนัง เพดาน รวมถึงมิติด้านขนาด สัดส่วน วัสดุ องค์ประกอบเชิงพื้นที่ของอาคาร และเฟอร์นิเจอร์ ซึ่งทั้งหมดล้วนส่งผลต่อคุณลักษณะของเสียงที่เกิดขึ้น เนื่องจากสภาพแวดล้อมของแต่ละพื้นที่มีความต้องการด้านหน้าที่ใช้สอยแตกต่างกัน บางสถานที่ต้องการให้มีเสียงก้องกังวานเพื่อสร้างความรู้สึกประทับใจ เช่น ภายในโบสถ์ วิหาร ศาสนสถาน บางสถานที่ต้องการห้องที่เงียบสนิทปราศจากเสียงรบกวน เช่น ภายในสตูดิโอบันทึกเสียง ห้องทดลอง ดังนั้นนักออกแบบจึงจะต้องมีความเข้าใจถึงหน้าที่ใช้สอยของสภาพแวดล้อม เข้าใจคุณลักษณะทางเสียงในสภาพแวดล้อม และสามารถควบคุมคุณลักษณะเหล่านั้นให้สอดคล้องกับลักษณะการใช้งาน เพื่อการประกอบกิจกรรมในสภาพแวดล้อมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.2.1 ดัชนีชี้วัดทางเสียง

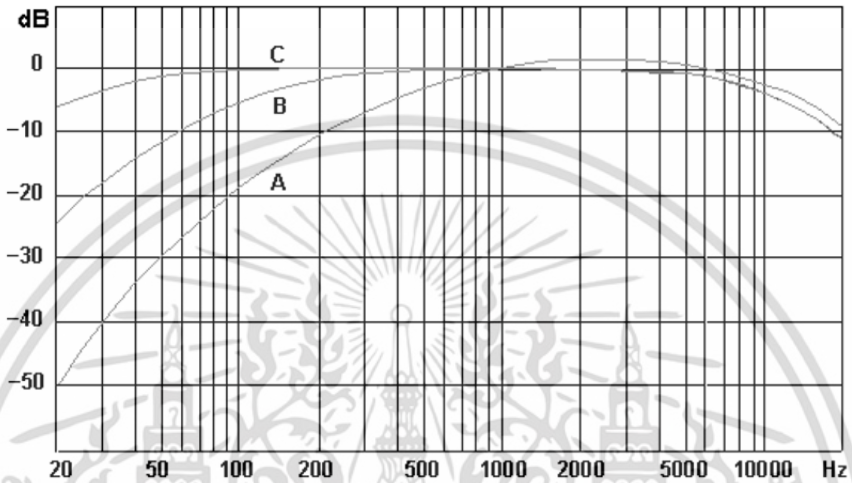
2.2.1.1 ระดับเสียงรบกวนพื้นหลัง (Background Noise Level: BNL)

ระดับเสียงรบกวนพื้นหลัง (BNL) หรือเสียงบรรยากาศ เป็นพารามิเตอร์หนึ่งที่มีความสำคัญในการประเมินคุณภาพเสียงในสภาพแวดล้อมซึ่งปัจจุบันมีการกำหนดเป็นค่ามาตรฐานไว้ในแต่ละพื้นที่ เสียงรบกวนพื้นหลังเป็นเสียงที่เกิดขึ้นในสภาพแวดล้อมอันเนื่องมาจากหลายสาเหตุ เช่น เสียงจากภายนอกอาคาร จากการจราจร โรงงาน สนามบิน ฯลฯ เสียงจากภายในอาคารเอง เช่น เสียงจากระบบไฟฟ้า ระบบปรับอากาศ ระบบปั๊มวาล์ว เสียงสั่นสะเทือนจากโครงสร้างอาคาร เป็นต้น เสียงที่เกิดขึ้นต้องมีการควบคุมให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม หากมีระดับเสียงรบกวนพื้นหลังมากเกินไปจะส่งผลเสียต่อประสิทธิภาพในการสื่อสาร การทำงาน รวมถึงอันตรายต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานภายในอาคาร

หน่วยวัดระดับเสียงที่ใช้เป็นมาตรฐานสากลได้แก่ เดซิเบลเอ (dBA) dBA เป็นวงจรถ่วงน้ำหนัก (Weighting Networks) เป็นวงจรการปรับค่าของเครื่องวัดระดับเสียงที่ความถี่ช่วงต่าง ๆ วงจรถ่วงน้ำหนักที่นิยมใช้ในปัจจุบันนี้มี 3 ประเภทคือ A B และ C วงจรถ่วงน้ำหนัก A (A-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Weighting) เป็นวงจรการปรับค่าความถี่ที่นิยมใช้มากที่สุด เนื่องจากมีความคล้ายคลึงกับลักษณะการได้ยินเสียงของหูมนุษย์ (วราวุธ เสือดี. 2544) มีหน่วยวัดเป็นเป็นเดซิเบล (dB) เรียกว่า เดซิเบลเอ (dBA) ในขณะที่ วงจรถ่วงน้ำหนัก B (B-Weighting) และ วงจรถ่วงน้ำหนัก C (C-Weighting) ถูกออกแบบมาเพื่อให้มีความไวต่อเสียงซึ่งมีระดับความดันของเสียงที่ระดับกลางและระดับสูงตามลำดับ ดังภาพที่ 2.2 มีหน่วยวัดเป็น เดซิเบลบี (dBB) และเดซิเบลซี (dBC) ตามลำดับ



ภาพที่ 2.2 วงจรถ่วงน้ำหนักแบบ A B และ C ในแต่ละช่วงความถี่

ที่มา: วราวุธ เสือดี (2544). มลพิษทางอากาศ

BNL วัดได้จากเครื่องมือที่ใช้ตรวจวัดระดับเสียง (Sound Level Meter) หลักการคือ การประมาณผลของเสียงนั้นหรือการให้ความสำคัญกับแหล่งกำเนิดเสียง การให้ผลในการวัดที่คล้ายกับการสุ่มสำรวจโดยกลุ่มคน โดยไมโครโฟนทำหน้าที่เปลี่ยนเสียงเป็นสัญญาณไฟฟ้า ขยายสัญญาณผ่านวงจรการทดแทนแล้วผ่านวงจรที่จัดให้สัญญาณอยู่ในขนาดที่อ่านค่าได้อย่างเหมาะสม เรียกว่าวงจรลดทอน (Attenuator) ซึ่งจะลดวงจรขยายลงมาทีละ 10 เดซิเบล ทำให้สามารถใช้วัดเสียงได้หลายระดับ ผลการตรวจวัดเป็นสัดส่วนกับขนาดของสัญญาณไฟฟ้านั้น เครื่องมือพื้นฐานในการวัดระดับเสียงโดยทั่วไปสามารถวัดระดับเสียงได้ตั้งแต่ 40–140 เดซิเบล โดยทั่วไปผู้ผลิตจะผลิตเครื่องวัดเสียงที่สามารถวัดระดับเสียงได้ 3 ข่าย คือ A B และ C แต่ที่นิยมใช้มากที่สุดคือวงจรถ่วงน้ำหนัก A

นอกจากนี้ยังมีเครื่องตรวจวัดเสียงอีกประเภทหนึ่งที่นิยมใช้ในการศึกษา เรียกว่า เครื่องวิเคราะห์ความถี่เสียง เนื่องจากเครื่องวัดระดับเสียงทั่วไปไม่สามารถบอกความดังเสียงในช่วงความถี่ต่าง ๆ ได้ สามารถใช้ประโยชน์ในการวางแผนควบคุมเสียง เช่น การเลือกใช้วัสดุดูดซับเสียงหรือการปิดกั้นทางผ่านของเสียงจำแนกตามย่านความถี่ เพื่อสภาพแวดล้อมเสียงที่เหมาะสม เครื่องวิเคราะห์ความถี่ต้องมีคุณลักษณะสอดคล้องกับมาตรฐาน IEC 61260 หรือเทียบเท่า ANSI S1.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1.2 ระยเวลาการก้องกังวาน (Reverberation Time: RT)

เสียงก้อง คือ การกำเนิดเสียงในห้องแล้วหยุดทันที ปล่อยให้คลื่นเสียงกระทบไปมาภายในห้องหรือในบริเวณที่ตรวจวัดเสียงจนเสียงจางหายไปเพราะการดูดซับเสียงของวัสดุในห้องนั้น ส่วนระยะเวลาการก้องกังวาน (RT) หรือ RT60) คือเวลาการคงอยู่ของเสียงเมื่อต้นเสียงหยุดแล้ว มีหน่วยวัดเป็นวินาที (s) เป็นการวัดค่าของเวลาที่เสียงสะท้อนกลับที่มีระดับเสียงลดลง 60dB เมื่อต้นเสียงลดลงมาอยู่ที่ระดับ BNL ถ้าระยะเวลาน้อย หมายถึงคุณลักษณะของเสียงที่ไม่มีชีวิตชีวาหรือเสียงแห้ง (Deadly Sound) ในทางกลับกันหากระยะเวลามาก คุณลักษณะทางเสียงจะมีความก้องกังวานมาก (Lively Sound) การออกแบบห้องต่าง ๆ ต้องคำนึงถึงการเลือกใช้วัสดุสะท้อนเสียง กระจายเสียงและดูดซับเสียงเพราะมีความสำคัญอย่างมากต่อผู้ที่อยู่ในห้อง เนื่องจากเสียงที่ก้องเกินไปจะทำให้การสื่อสารไม่ชัดเจนอาจเกิดความผิดพลาดของข้อมูล ดังนั้นการออกแบบห้องจึงจำเป็นต้องควบคุมความก้องกังวานให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม (Zannin and Marcon. 2007)

ห้องเรียนหรือห้องที่ใช้เพื่อการเรียนการสอนต้องมีการควบคุมภาวะการก้องกังวาน เนื่องจากในห้องเรียนที่มีค่า RT สูงมีการสะท้อนของเสียงเป็นเวลานาน เสียงที่ส่งผ่านไปจากผู้สอนถึงผู้เรียนเกิดความสับสน ไม่มีความชัดเจนหรือฟังไม่รู้เรื่องทำให้เกิดผลเสียต่อผู้เรียน ส่วนผู้สอน อาจรับรู้ถึงเสียงรบกวนทำให้ต้องเพิ่มเสียงดังหรือตะโกน ส่งผลให้เกิดอาการเจ็บคอ รวมถึง ส่งผลต่อภาวะทางอารมณ์ จากการศึกษาเรื่องเสียงกับภาวะทางอารมณ์ (Emoacoustics) พบว่า สภาพแวดล้อมเสียงที่ไม่ดีส่งผลเสียต่อบรรยากาศในการเรียนการสอน ทำให้เกิดความหงุดหงิด และเครียดทั้งผู้เรียนและผู้สอน รวมถึง การเกิดทัศนคติทางลบกับการเรียน (Asutay, et al. 2012) การศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลต่อระยะเวลาในการก้องกังวานในห้องของ Zannin and Marcon (2007) ได้ระบุว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อค่า RT ภายในห้องมี 3 ส่วน ได้แก่ ปริมาตรของห้อง ค่าความถี่เสียงในห้อง และการดูดซับเสียงภายในห้อง

การวัดค่า RT ตามมาตรฐานการทดสอบจะกำเนิดเสียงให้สูงกว่าระดับเสียงรบกวนพื้นหลัง 60 dB เช่น ถ้าเราวัดค่า BNL ภายในห้องได้ 40 dB ต้องกำเนิดเสียงให้ดังถึง 100 dB เสียงที่ใช้ทดสอบเป็นเสียงแบบกระทบ (Impulse noise) หลังจากที่กำเนิดเสียงและเสียงลดระดับลงจนถึงค่า BNL จึงเริ่มวัดระยะเวลาที่เสียงคงอยู่ภายในห้องโดยใช้หน่วยวัดเป็นวินาที การวัดค่า RT ภายในห้องทำการวัดหลายตำแหน่งโดยแต่ละจุดถูกกำหนดในแผนผัง ภายหลังจากการเก็บข้อมูลสามารถวิเคราะห์ผลจากการค่าเสียงก้องกังวานว่าเป็นผลมาจากปัจจัยใด สิ่งรอบข้างมีผลกระทบกับผลการวัดหรือไม่ อย่างไร

แหล่งกำเนิดเสียงสำหรับค่า RT แบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่ ประเภทที่ 1 แหล่งกำเนิดเสียงกระทบ แบบลูกโป่ง หรือปืน ข้อจำกัดของแหล่งเสียงประเภทนี้ คือ ไม่สามารถควบคุมความคงที่ของระดับเสียงได้ แต่มีข้อดีคือราคาไม่สูงสามารถทดลองซ้ำได้หลายครั้ง ประเภทที่ 2 แหล่งกำเนิดเสียงมาตรฐานโดยเครื่องจำลองเสียงจะเป็นตัวส่งสัญญาณผ่านเครื่องขยายสัญญาณ ไปยังลำโพงมาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่กำเนิดเสียงทุกทิศทุกทาง แหล่งกำเนิดเสียงประเภทนี้ สามารถวัดผลแบบต่อเนื่องโดยการสั่งการครั้งเดียว ซึ่งทำให้เก็บข้อมูลได้สะดวก รวดเร็ว และถูกต้อง

$$RT(60) = (0.161 \times V) / A$$

หมายเหตุ: สมการดังกล่าวใช้กับปริมาตรในหน่วยเมตริก

RT(60) หมายถึง ค่าการก้องกังวานของเสียง มีหน่วยเป็น วินาที

V หมายถึง ปริมาตรของห้อง (กว้าง × ยาว × สูง) (ลูกบาศก์เมตร)

A หมายถึง ค่าการดูดซับเสียงรวมภายในห้อง (ลูกบาศก์เมตร)

ภาพที่ 2.3 การคำนวนค่า RT ด้วยวิธี Sabine

ที่มา: Cabanaugh and Wikes (1998)

การวัดค่า RT นั้นสามารถทำได้ 2 วิธี วิธีที่ 1 คือการใช้อุปกรณ์วิเคราะห์เสียงลักษณะเช่นเดียวกันการวัดค่าระดับเสียงรบกวนพื้นหลังโดยที่เครื่องวัดดังกล่าวต้องมีคุณลักษณะสอดคล้องกับมาตรฐาน IEC 61260 หรือเทียบเท่า การวัดค่ากระทำโดยการติดตั้งเครื่องมือไว้ตามตำแหน่งที่กำหนดไว้ โดยกำหนดให้มีระยะห่างจากผนังภายใน 1.00 ถึง 1.50 เมตร และมีตำแหน่งความสูง 1.20 เมตร รวมถึงตำแหน่งบริเวณกลางห้องที่ระยะความสูงเช่นเดียวกัน (Fuchs, et al. 2001)

วิธีที่ 2 การคำนวนด้วยสมการตามวิธีของ Sabine (Cabanaugh and Wikes. 1998) ซึ่งแสดงให้เห็นถึงค่าความสัมพันธ์ระหว่างค่า RT(60) กับ ปริมาตรของห้อง (V) กับค่าการดูดซับเสียงของห้อง (A) แสดงในภาพที่ 2.3 ด้วยเหตุนี้ ค่าการดูดซับเสียงภายในห้องจึงมีความสำคัญอย่างมากกับระยะเวลาการก้องกังวานภายในห้อง หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่าหากต้องการควบคุมสภาพแวดล้อมเสียงให้มีค่า RT ที่เหมาะสม ต้องให้ความสำคัญกับการควบคุมปริมาณของพื้นที่วัสดุดูดซับเสียง

2.2.1.3 ดัชนีการส่งผ่านการพูด (Speech Transmission Index: STI)

STI เป็นดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพความชัดเจนในการพูด (Speech Intelligibility) ซึ่งเป็นส่วนสำคัญอย่างยิ่งสำหรับพื้นที่ที่ให้ความสำคัญกับกระบวนการทางการสื่อสาร เช่น ห้องเรียน ห้องบรรยาย เป็นต้น (Sala and Viljanen. 1995) ค่า STI เป็นผลโดยตรงมาจากค่า BNL และ RT (Tang and Wong. 1998) โดยที่ค่าดัชนี STI นั้นจะมีค่าระหว่าง 0–1 โดยที่ 0 หมายถึง ไม่มีความชัดเจนเลย และค่า 1 หมายถึง มีความชัดเจนที่สมบูรณ์มาก ดังภาพที่ 2.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.4 ระดับค่าและความหมายของดัชนีการส่งผ่านการพูด (STI)

ที่มา: Sala and Viljanen (1995)

สภาพแวดล้อมในห้องเรียน ห้องบรรยาย หรือห้องประชุมควรมีค่า STI ที่ระดับ 0.6 ขึ้นไป หากต่ำกว่านั้นจำเป็นจะต้องมีการปรับปรุงแก้ไข โดยต้องแก้ไขเกี่ยวกับภาวะก้องกังวานและระดับเสียงรบกวนพื้นหลัง (Klatte and Hellbruck. 2010) สอดคล้องกับมาตรฐานที่กำหนดไว้ในตารางที่ 2.2 ห้องเรียนหรือพื้นที่การเรียนรู้ ควรมีค่า STI เท่ากับ 0.62 หมายถึง ระดับของความชัดเจนในการส่งผ่านคำพูดในระดับดี (IEC 60268-16 ed.14. 2011)

ตารางที่ 2.2 ค่า STI กับพื้นที่และรูปแบบการใช้งาน

Category	Nominal: STI value	Type of message information	Examples of typical uses (for natural of reproduced voice)	Comment
A+	>0.76		Recording studios	Excellent intelligibility
A	0.74	Complex messages, Unfamiliar words	Theatres, Speech auditoria, Parliaments, Courts, Assistive Hearing Systems (AHS)	High speech intelligibility
B	0.7	Complex messages, Unfamiliar words		
C	0.66	Complex messages, Unfamiliar words	Theatres, Speech auditoria, Teleconferencing, Parliaments, Courts	High speech intelligibility
D	***0.62***	*Complex messages, Familiar words*	***Lecture theatres, Classrooms, Concert halls***	*Good speech intelligibility*
E	0.58	Complex messages, Familiar context	Concert halls, Modern churches	High quality PA systems
F	0.54	Complex messages, Familiar context	PA systems in shopping malls, Public buildings offices, Cathedrals	Good quality PA systems
G	0.5	Complex messages, Familiar context	Shopping malls, Public buildings offices, VA systems	Target value for VA systems
H	0.46	Simple messages, Familiar words	VA & PA systems in difficult acoustic environment	Normal lower limit of VA sys
I	0.42	Simple messages, Familiar context	VA & PA systems in very difficult acoustic environment	-
J	0.38 or <0.36	-	Not suitable for PA systems	

ที่มา: IEC60268-16 ed.4th (2011). STI qualification bands and typical applications

ตารางที่ 2.3 จำแนกความชัดเจนออกเป็น 3 ระดับ ตามช่วงของค่า STI ที่แสดงถึงคุณภาพความชัดเจน ตัวอย่างของช่วง STI ระหว่าง 0.60–0.75 หรือความชัดเจนอยู่ในคุณภาพดี ส่งผลให้เกิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความชัดเจนของพยางค์ที่ระดับ 67–90 เปอร์เซนต์ ความชัดเจนของแต่ละคำ 87–94 เปอร์เซนต์ และความชัดเจนของแต่ละประโยค 95-96 เปอร์เซนต์ ช่วงของค่า STI ดังกล่าวมีความเหมาะสมสำหรับพื้นที่หรือสภาพแวดล้อมที่ต้องการความชัดเจน ลดความผิดพลาดคลาดเคลื่อนของคำพูด เหมาะสำหรับพื้นที่ในลักษณะสถานศึกษา ห้องเรียน ห้องบรรยาย หรือพื้นที่การเรียนรู้ (Herman J.M. Steeneken. n.d.)

ตารางที่ 2.3 ค่า STI เปรียบเทียบความชัดเจนในรูปแบบพยางค์ คำพูด และประโยค

STI Value	Quality	Intelligibility of Syllables (%) ความชัดเจนของพยางค์	Intelligibility of Words (%) ความชัดเจนของคำ	Intelligibility of Sentences (%) ความชัดเจนของประโยค
0.00 – 0.30	bad	00 - 34	00 - 67	00 - 89
0.30 – 0.45	poor	34 - 48	67 - 78	89 – 92
0.45 – 0.60	fair	48 - 67	78 - 87	92 – 95
0.60 – 0.75	*good*	*67 - 90*	*87 - 94*	*95 – 96*
0.75 – 1.00	excellent	90 - 96	94 - 96	96 - 100

ที่มา: Herman J.M. Steeneken, TNO Human Factors, Soesterberg (n.d.).

จากการศึกษาของ Tang and Yeung (2003) ระบุไว้ว่า ดัชนีชี้วัดที่เกี่ยวข้องกับความชัดเจนในการพูด ยังมีอีก 3 ประเภท ได้แก่ RASTI (Rapid Speech Transmission Index) % AL_{con} (Percentage of Articulation Loss of Consonant) และ U50 (The Useful to Detrimental Sound Ration) ผลการศึกษาระบุว่า ดัชนี % AL_{con} และค่า U50 กับค่า STI นั้นไม่มีความแตกต่างกันในด้านการใช้งาน แต่เนื่องจาก STI ให้ความสำคัญเกี่ยวกับการพูดโดยเฉพาะ จึงเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ส่วน STI กับ RASTI นั้น มีความเหมือนกันทุกประการในเชิงแนวคิด แต่มีความแตกต่างกันตรงช่วงความถี่ที่สนใจ RASTI ให้ความสำคัญในช่วงความถี่ที่แคบกว่า คือ 1000 ถึง 2000 Hz ซึ่งเป็นย่านความถี่เสียงพูดของมนุษย์ในขณะที่ STI สนใจในช่วงที่กว้างกว่า การศึกษาครั้งนี้ให้ความสำคัญกับรูปแบบเสียงในกิจกรรมการเรียนการสอน ที่มีมากกว่าการบรรยาย ดังนั้น การเลือกใช้ดัชนี STI จึงมีความเหมาะสมและสอดคล้องกับบริบทที่ทำการศึกษา

การวัดค่า STI ในสภาพแวดล้อมสามารถทำได้โดยการใช้อุปกรณ์ตรวจวัด มีคุณลักษณะสอดคล้องหรือเทียบเท่ามาตรฐาน IEC60268-16 ทำการติดตั้งเครื่องมือในตำแหน่งที่ได้กำหนดไว้ในแผนผัง มีระยะห่างจากผนัง 1.00 ถึง 1.50 เมตรรวมถึงตำแหน่งกลางห้อง ตรวจวัดที่ระดับความสูง 1.20 เมตร หรือระดับของผู้ฟังในขณะนั่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 ค่ามาตรฐานสากลเกี่ยวกับเสียงในสภาพแวดล้อม

ค่ามาตรฐานสากลเกี่ยวกับเสียงในสภาพแวดล้อม มีการศึกษาและจัดทำเป็นข้อกำหนดขึ้นมาหลายประเทศ ดังแสดงในตารางที่ 2.4 สำหรับประเทศไทย โดยกรมควบคุมมลพิษ อ้างอิงมาตรฐานของประเทศสหรัฐอเมริกา (USA) ซึ่งเป็นมาตรฐานสากล เป็นที่ยอมรับของนานาประเทศทั่วโลก จัดทำขึ้นมาโดย Acoustical Society of America หรือ ASA ร่วมกับ American National Standards Institute มาตรฐานดังกล่าวเป็นที่รู้จักกันในนาม ANSI S12.60 ซึ่งมีการปรับปรุงครั้งสุดท้ายเมื่อปี 2002 (ANSI-S12.60. 2002) โดยทำการระบุถึงค่ามาตรฐานของเสียงรบกวนพื้นหลังที่เหมาะสม ควรอยู่ในช่วงระหว่าง 35–40 dBA และระดับของค่า RT ที่เหมาะสมอ้างอิงตามขนาดปริมาตรของห้องเรียน ห้องเรียนที่มีปริมาตรไม่เกิน 10,000 ลูกบาศก์ฟุต (288 ลูกบาศก์เมตร) ค่า RT เท่ากับ 0.60 วินาที ส่วนห้องเรียนที่มีปริมาตรระหว่าง 10,000–20,000 ลูกบาศก์ฟุต (288–566 ลูกบาศก์เมต) ค่า RT จะมีค่าเท่ากับ 0.70 วินาที

สำหรับค่าระดับเสียงรบกวนพื้นหลังที่เหมาะสมสำหรับพื้นที่อื่น ๆ แสดงไว้ในตารางที่ 2.5 ที่มีการใช้เป็นมาตรฐานสำหรับการอ้างอิงค่าระดับเสียงรบกวนพื้นหลังที่เหมาะสม สำหรับห้องเรียนหรือห้องบรรยายกำหนดไว้ในข้อ 7 ของตารางที่ 2.5 ระบุไว้ว่าระดับเสียงรบกวนพื้นหลังที่เหมาะสมอยู่ในช่วงระหว่าง 35–40 เดซิเบลเอ

ตารางที่ 2.4 ค่ามาตรฐานสากลของ BNL และ RT สำหรับห้องเรียน

Country	Year of Definition	Background Noise Level (dBA)	Recommendation for RT (second) (furnished, unoccupied room)
USA	2002	35 - 40	• $V < 288\ m^3$, **RT = 0.6** • $288\ m^3 < V \leq 566\ m^3$, **RT = 0.7** (for 500-1000-2000 Hz)
Germany	1987	30 - 40	• $0.8 < RT < 1.0$ (for 500-1000-2000 Hz)
France	2002	38	• $V \leq 250\ m^3$, $0.4 < RT < 0.8$ • $V > 250\ m^3$, $0.6 < RT < 1.2$ (for 500-1000-2000 Hz)

ที่มา: Zannin and Marcon (2006). Objective and subjective evaluation of the acoustic comfort in classrooms

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.5 ระดับเสียงรบกวนพื้นหลังที่เหมาะสมของแต่ละพื้นที่

	สถานที่	ระดับเสียงรบกวนพื้นหลัง (dBA)
1	ห้องแสดงคอนเสิร์ต / โอเปร่า	10 – 20
2	ห้องบันทึกเสียง / สตูดิโอกระจายเสียง	15 – 20
3	ห้องประชุมใหญ่ / โรงละครใหญ่ / โบสถ์	20 – 25
4	ห้องประชุมเล็ก โรงละครขนาดเล็ก / โบสถ์ขนาดเล็ก	25 – 30
5	ห้องซ้อมดนตรี / ห้องสัมมนาขนาดใหญ่ / สำนักงานธุรกิจ / ห้องประชุมขนาดความจุ 50 คน / อาคารนอนในโรงพยาบาล	25 – 35
6	ที่พักอาศัย / โรงแรม / สำนักงานส่วนตัว–กึ่งส่วนตัว	30 – 35
7	ห้องเรียน / ห้องสมุด / ห้องประชุม	35 – 40
8	สำนักงานขนาดใหญ่ แผนกต้อนรับ	35 – 50
9	ร้านขายของ / ภัตตาคาร / เฉลียงสำหรับที่พักแขก	40 – 45
10	ห้องทดลอง / ห้องเขียนแบบ / ห้องเลขานุการ / ที่ทำงาน	45 – 60
11	ห้องคอมพิวเตอร์ / ห้องครัว / โรงซ่อม / อู่รถยนต์	50 – 60
12	ในโรงงานที่มีการติดต่อสื่อสาร	<60
13	ในโรงงานที่ไม่ต้องมีการติดต่อสื่อสาร	60 – 70

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ (2550). คู่มือวัดเสียงรบกวน

2.2.3 การวัดค่าคุณลักษณะทางเสียงของห้องด้วยวิธีภาคสนาม

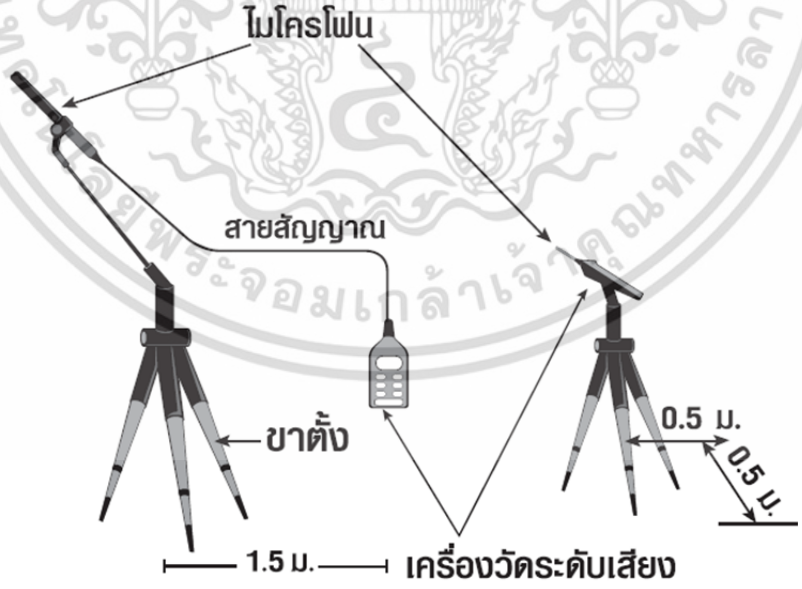
2.2.3.1 เครื่องมือการตรวจวัดค่า

เครื่องมือสำหรับการตรวจวัด เป็นเครื่องมือที่มีคุณลักษณะสอดคล้องหรือเทียบเท่ามาตรฐานที่เป็นข้อตกลงร่วมกันของ คณะกรรมมาธิการระหว่างประเทศสาขาอิเล็คทรอเทคนิค (International Electrotechique Commission: IEC) IEC เป็นองค์กรอิสระที่ร่วมมือกันจัดตั้งเพื่อกำหนดมาตรฐานด้านไฟฟ้าและอิเล็คทรอนิค รวมถึงทำการจัดทำแบบการประเมินเพื่อการรับรองคุณภาพ จัดตั้งขึ้นในปี พ.ศ. 2449 เครื่องมือที่ใช้เพื่อการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ เครื่องวัดระดับความดังของเสียงรบกวนพื้นหลัง (BNL) เครื่องวัดค่าระยะเวลาการก้องกังวาน (RT) และเครื่องวัดค่าดัชนีการส่งผ่านคำพูด (STI) รูปตัวอย่างของอุปกรณ์เพื่อตรวจวัดค่า แสดงในภาพที่ 2.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.5 อุปกรณ์ตรวจวัดค่าเสียง
ภาพซ้าย: Nor 105 เครื่องวัดระดับเสียงแบบแยกวิเคราะห์ตามช่วงความถี่และวัดค่า RT
ภาพขวา: Bedrock STIPA meter SM50 เครื่องวัดค่า STI
ที่มา: http://www.geonoise.co.th/th/เครื่องวัดเสียง

นอกเหนือจากอุปกรณ์เครื่องมืออิเลกทรอนิกส์แล้วยังต้องมีอุปกรณ์เสริมที่จำเป็น เช่น ไมโครโฟน ลำโพงสำหรับสร้างแหล่งกำเนิดเสียง ฟองน้ำสำหรับกันลม และขาตั้งเพื่อตั้งให้อุปกรณ์วัดอยู่ในระดับที่ต้องการ ลักษณะการติดตั้งแสดงในภาพที่ 2.6



ภาพที่ 2.6 การติดตั้งอุปกรณ์สำหรับการวัดเสียงในสภาพแวดล้อม
ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ (2550). คู่มือวัดเสียงรบกวน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 แนวคิดเกี่ยวกับพื้นที่การเรียนรู้

2.3.1 สภาพแวดล้อมกายภาพพื้นที่การเรียนรู้

สภาพแวดล้อมพื้นที่การเรียนรู้ หมายถึง สภาพสภาวะหรือสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่รอบ ๆ ที่มีอยู่ตามธรรมชาติหรืออาจเป็นสิ่งที่ถูกจัดทำสร้างขึ้น อาจเป็นสิ่งมีชีวิตหรือไม่มีชีวิต เป็นรูปธรรมที่มองเห็นได้หรือเป็นนามธรรมที่ไม่สามารถมองเห็นได้ อยู่ทั้งภายในและภายนอกห้องเรียน ซึ่งมีผลกระทบต่อประสิทธิภาพและประสิทธิผลในการเรียนรู้ของผู้เรียน (อรพันธุ์ ประสิทธิรัตน์. 2545) และได้ชี้แจงเพิ่มเติมว่าพฤติกรรมของผู้เรียนจะเป็นอย่างไรนั้น ล้วนเกี่ยวข้องหรือได้รับอิทธิพลมาจากสภาพแวดล้อมเป็นส่วนใหญ่ สอดคล้องกับ สุพล อนามัย (2549) ได้ให้ความหมายของการจัดสภาพแวดล้อมพื้นที่การเรียนรู้ว่าเป็นพื้นที่ที่องค์ประกอบต่าง ๆ ภายในพื้นที่นั้นสามารถจะส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ในทุกด้าน มีความปลอดภัย มีวัสดุอุปกรณ์ที่เสริมสร้างพัฒนาการและเสริมการเรียนรู้อย่างหลากหลาย มีสิ่งเร้าให้เกิดการเรียนรู้ และ ไม่มีมลภาวะในด้านต่าง ๆ

การจัดสภาพแวดล้อมที่ดีที่เหมาะสมกับวัยและระดับของผู้เรียนจะเป็นสิ่งที่พึงพอใจในกระบวนการเรียนรู้และเป็นสิ่งซึ่งทำให้เกิดสมาธิและปัญญา สภาพแวดล้อมการเรียนรู้จึง หมายถึงสิ่งต่าง ๆ รวมถึงสภาวะแวดล้อมที่อยู่รอบ ๆ ตัวผู้เรียน ทั้งที่เป็นรูปธรรมและนามธรรม ส่งผลต่อผู้เรียนทั้งทางบวกและทางลบและมีผลต่อกระทบต่อประสิทธิภาพและประสิทธิผลการเรียนรู้ของผู้เรียน (วิชิต เทพประสิทธิ์. 2549: ออนไลน์)

นอกจากนี้บริบทของสภาพแวดล้อมกายภาพภายในพื้นที่การเรียนรู้ ต้องประกอบด้วยองค์ประกอบของสิ่งที่ส่งผลต่อความรู้สึกเชิงกายภาพ เช่น แสงสว่าง สี เสียง พื้นที่ว่างภายในเฟอร์นิเจอร์ และรวมถึงคุณลักษณะของสถานที่ที่ผู้เรียนคาดหวัง สิ่งแวดล้อมเหล่านี้ควรจะได้รับการออกแบบเพื่อจุดประสงค์ที่ทำให้เกิดความเครียดน้อยที่สุด และก่อให้เกิดประสิทธิภาพในการเรียนรู้มากที่สุด (McVey. 1996) ดังนั้นสิ่งที่ควรจะส่งเสริมให้เกิดขึ้นในสภาพแวดล้อมได้แก่ ก่อให้เกิดภาวะสบายทางความรู้สึก การได้ยินที่ชัดเจน มองเห็นได้ชัดเจน รวมถึงการจัดวางผังในห้อง ขนาดของเฟอร์นิเจอร์ที่เหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนการสอน ซึ่งจะก่อให้เกิดการสื่อสารและปฏิสัมพันธ์เชิงสังคมระหว่างผู้เรียน

จากสาระสำคัญทั้งหมดสามารถสรุปถึงแนวคิดเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมกายภาพพื้นที่การเรียนรู้ได้ว่า เป็นบริบทหรือสภาวะแวดล้อมที่อยู่รายรอบตัวผู้ใช้งานอาคาร เป็นสิ่งที่อยู่ตามธรรมชาติ รวมถึงสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้น เป็นสิ่งที่เป็นทั้งรูปธรรมและนามธรรม ยกตัวอย่างเช่น เปลือกอาคาร วัสดุอุปกรณ์ เฟอร์นิเจอร์ รวมถึง แสงสว่าง สี เสียง อุณหภูมิ โดยที่สิ่งเหล่านี้ส่งผลกระทบกับผู้ใช้งานอาคารทั้งในด้านอารมณ์ความรู้สึก ซึ่งมีผลทั้งทางบวกและทางลบต่อประสิทธิภาพ ประสิทธิผลในกระบวนการเรียนรู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 แนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้

แนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ ประกอบด้วยแนวคิดทั้งหมด 5 ประการ ได้แก่ แนวคิดเชิงปรัชญาการศึกษา แนวคิดเชิงทฤษฎีทางด้านจิตวิทยา แนวคิดเชิงทฤษฎีการสื่อสาร แนวคิดเชิงเทคโนโลยีการศึกษา และแนวคิดด้านการยศาสตร์ (วิชิต เทพประสิทธิ์. 2549) จำแนกรายละเอียดทั้ง 5 ประการดังต่อไปนี้

ประการที่ 1 แนวคิดเชิงปรัชญาการศึกษา ปรัชญาการศึกษาจะเป็นสิ่งบ่งชี้นโยบายในการจัดการศึกษา การจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้จะต้องดำเนินไปให้สอดคล้องกับนโยบายในการจัดการศึกษา การจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้จะต้องดำเนินไปให้สอดคล้องกับนโยบายนั้น

ประการที่ 2 แนวคิดเชิงทฤษฎีทางด้านจิตวิทยาอัน ได้แก่ จิตวิทยาการเรียนรู้ จิตวิทยาพัฒนาการ จิตวิทยาสังคม ตลอดจนจิตวิทยาในการทำงาน หลักการต่าง ๆ ทางด้านจิตวิทยานี้จะช่วยให้เข้าใจพัฒนาการของผู้เรียนในแต่ละวัย เข้าใจการเรียนรู้การรับรู้ที่เกิดขึ้น และเข้าใจสภาพแวดล้อมที่จะช่วยเอื้อให้เกิดการรับรู้และเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี

ประการที่ 3 แนวคิดเชิงทฤษฎีการสื่อสาร เนื่องจากการเรียนการสอนนั้นเป็นกระบวนการติดต่อสื่อสารหรือเป็นการสื่อความหมายระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน หลักการต่าง ๆ ของการสื่อสารจะช่วยในการตัดสินใจเลือกสื่อหรือจัดสภาพแวดล้อมให้เหมาะสม เช่น หลักการที่ว่าการสื่อความหมายจะได้ผลดีก็ต่อเมื่อผู้รับเกิดความเข้าใจตรงกันกับผู้ส่ง ดังนั้นผู้สอนควรทำอย่างไร จะใช้สื่อชนิดใด หรือจัดสถานการณ์อย่างไรจึงจะช่วยให้เกิดความเข้าใจและเกิดการเรียนรู้ในที่สุด

ประการที่ 4 แนวคิดเชิงเทคโนโลยีการศึกษา เกี่ยวกับระบบการเรียนการสอนที่ไม่เพียงแต่อาศัยสื่อประเภทวัสดุ อุปกรณ์เท่านั้น แต่ยังอาศัยเทคนิควิธีการตลอดจนแนวคิดต่าง ๆ เพื่อปรุงแต่งสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ให้เป็นที่น่าสนใจ หรือเร้าความสนใจของผู้เรียน

ประการที่ 5 แนวคิดเออร์โกโนมิกส์ (Ergonomics) หรือการศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของมนุษย์กับสภาพแวดล้อมในการทำงาน งานวิจัยของ McVey (1996) ได้ศึกษาเกี่ยวกับเออร์โกโนมิกส์และการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้เป็นเวลานานเพื่อค้นหาคำตอบว่า สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ทางกายภาพลักษณะใดที่เหมาะกับผู้เรียนในแต่ละระดับชั้น เช่น ความกว้าง สูง ของเฟอร์นิเจอร์ ขนาดของห้องเรียน ระยะของการติดตั้งจอ ระบบเสียงภายในห้อง ทั้งนี้เพื่อเอื้ออำนวยให้เกิดความสะดวกสบาย เกิดความปลอดภัย และเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดแก่ผู้เรียน

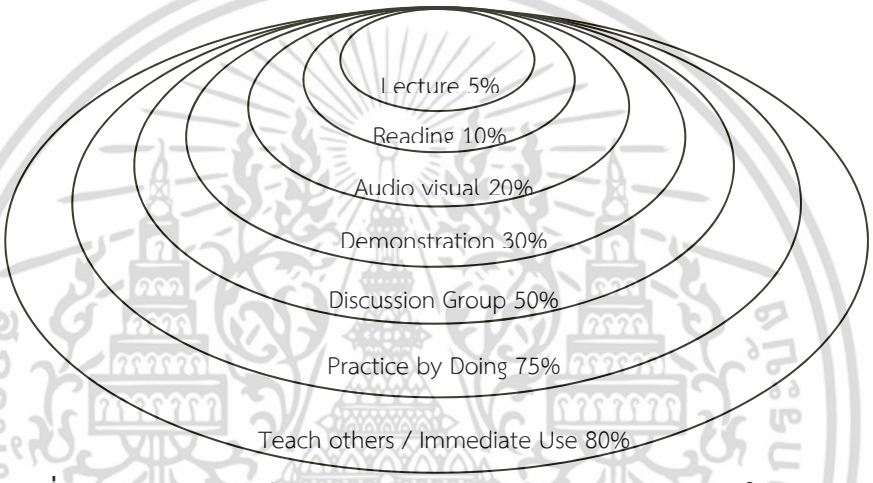
2.3.3 กิจกรรมและรูปแบบเสียงในกิจกรรมการเรียนการสอน

รูปแบบกิจกรรมการเรียนการสอนแต่ละระดับชั้นในปัจจุบัน เป็นรูปแบบที่เน้นการสื่อสารด้วยการพูดเป็นหลักไม่ว่าจะเป็นการสื่อสารในลักษณะทางเดียว หรือสองทาง ยกตัวอย่างการสื่อสารทางเดียว เช่น การบรรยายที่มีครูหรืออาจารย์เป็นผู้บรรยายอยู่หน้าชั้นเรียน ส่วนนักเรียนมีหน้าที่รับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฟังและจดบันทึก สำหรับการสื่อสารสองทาง หมายถึง กิจกรรมที่มีการพูดคุยตอบโต้ในประเด็น หัวข้อหรือสาระที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิชาเรียนในขณะนั้น การบรรยายอาจมีการใช้สื่อ (Media) อื่น ๆ เป็นการผสมผสานหรือช่วยขยายความให้เข้าใจในเนื้อหาวิชามากยิ่งขึ้น โดยที่สื่ออาจมีได้หลายรูปแบบ เช่น สื่อที่เป็นภาพ สื่อที่เป็นเสียง หรือสื่อวีดีโอที่มีภาพและเสียงพร้อมกัน

กิจกรรมการเรียนการสอนสามารถกระทำได้ในหลายรูปแบบ ยกตัวอย่างเช่น การบรรยาย การอ่าน การใช้สื่อภาพและเสียงประกอบ การสาธิต การอภิปราย รวมถึงการลงมือปฏิบัติ เป็นต้น Miller (2007) ได้กล่าวถึงรูปแบบกิจกรรมการเรียนการสอนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนในปัจจุบันโดยเชื่อมโยงกับความสามารถในการจำของนักเรียนแสดงในภาพที่ 2.7



ภาพที่ 2.7 กิจกรรมการเรียนการสอนแต่ละประเภทกับความสามารถในการจดจำ
ที่มา: Herman Miller (2007). Rethinking the Classroom

แต่อย่างไรก็ตาม Miller ยังระบุอีกว่า การบรรลุผลในกิจกรรมการเรียนการสอนในแต่ละรูปแบบนั้น ปัจจัยสภาพแวดล้อมกายภาพนับเป็นส่วนสำคัญอย่างยิ่งเนื่องจากเป็นปัจจัยที่ช่วยในการส่งเสริมภาวะน่าสบายทางกายภาพ ซึ่งหมายถึง การส่งเสริมให้เกิดคุณภาพทางเสียง หรือสภาพแวดล้อมเสียงที่ดี เพราะเสียงเป็นปัจจัยหลักที่ใช้ในการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนในทุกกิจกรรม ซึ่งเราสามารถจำแนกรูปแบบเสียงที่เกิดขึ้นภายในห้องเรียนหรือพื้นที่การเรียนรู้ได้ออกเป็น 3 ประเภท ดังต่อไปนี้

- เสียงที่เกิดจากการพูด ได้แก่ เสียงการบรรยายของครูผู้สอน หรือ เสียงจากการนำเสนอของผู้เรียน หรือ เสียงที่เกิดจากการอภิปรายภายในห้องเรียน
- เสียงที่เกิดจากสื่อ (Media) ในรูปแบบดนตรี ได้แก่ เสียงที่เปิดจากอุปกรณ์ เครื่องเล่นเสียง เพื่อใช้ประกอบในกระบวนการเรียนการสอน อาจจะเป็นในรูปแบบของเสียงเพลง หรือ เสียงดนตรี เป็นต้น
- เสียงที่เกิดจากสื่อ (Media) ในรูปแบบอื่น ๆ นอกเหนือจากเสียงดนตรี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.4 พื้นที่การเรียนรู้ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

2.3.4.1 ข้อมูลเบื้องต้นและพื้นที่ใช้สอย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังหรือ สจล. เป็นมหาวิทยาลัยตามพระราชบัญญัติสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง พ.ศ. 2528 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้การศึกษา การค้นคว้า วิจัยและการพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อความก้าวหน้าทางอุตสาหกรรมและเศรษฐกิจของประเทศ ปัจจุบันตั้งอยู่เลขที่ 3 หมู่ 2 ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520 มีพื้นที่ทั้งหมดประมาณ 850 ไร่ ได้ทำการเปิดสอนนักศึกษาทั้งในหลักสูตร ปริญญาตรี ปริญญาโท และปริญญาเอก สำหรับในหลักสูตรปริญญาตรี สถาบันได้มีการเปิดสอนใน 7 คณะ ได้แก่ คณะวิศวะกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีการเกษตร คณะเทคโนโลยีสาระสนเทศ และ คณะการบริหารจัดการ สถานที่ตั้งและอาคารสำหรับการเรียนของแต่ละคณะได้แสดงไว้ใน ภาพที่ 2.8

ข้อมูลจากผังแม่บทสถาบันฯ จัดทำโดยกองแผนงาน ได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลนักศึกษาระดับปริญญาตรีเทียบกับจำนวนพื้นที่ห้องบรรยายตามตารางที่ 2.6

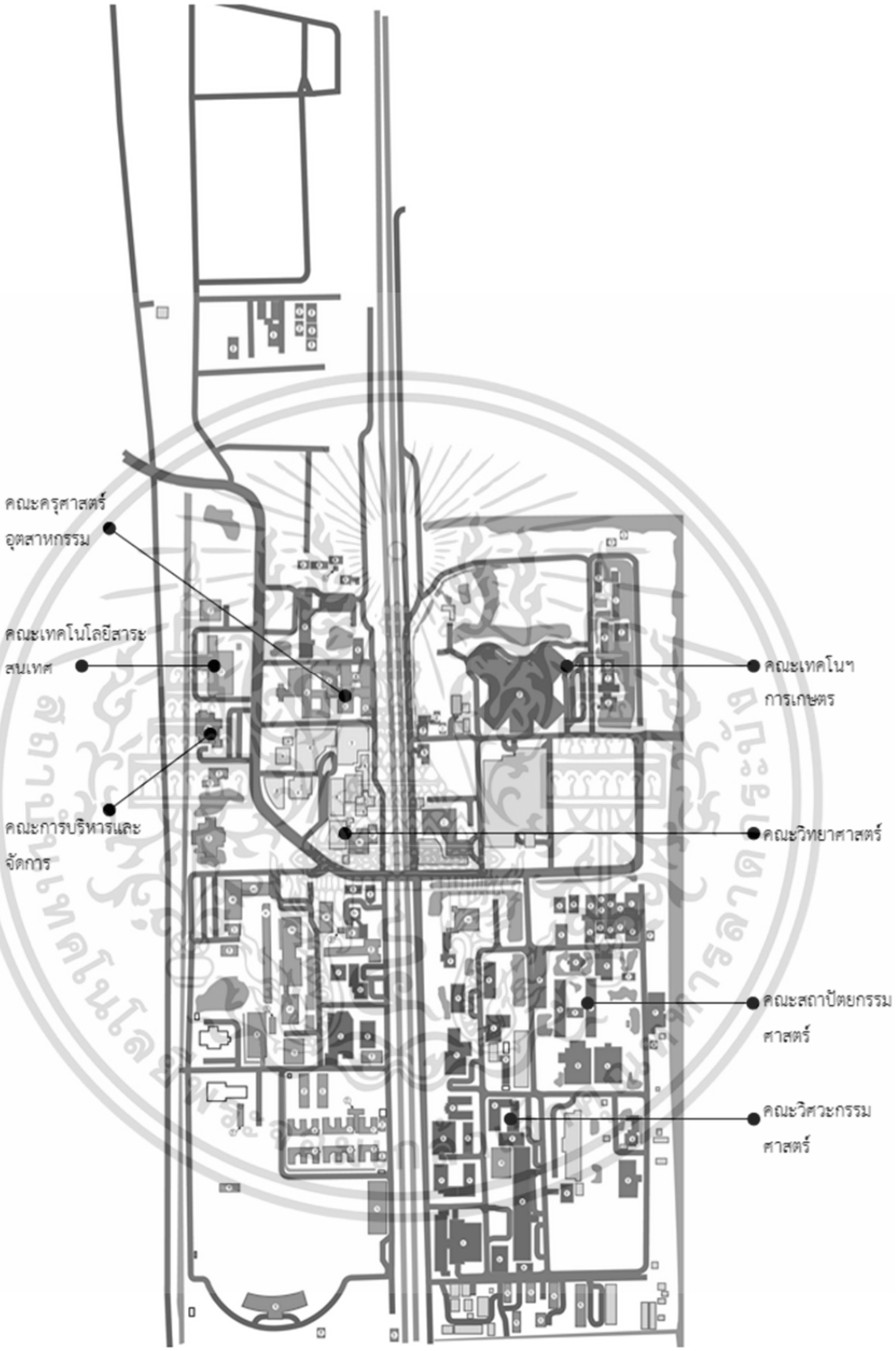
ตารางที่ 2.6 ข้อมูลนักศึกษาจำแนกตามคณะเทียบกับจำนวนพื้นที่ห้องบรรยาย

การคำนวน	หน่วย	วิศวะ	สถาปัตย์	ครุ	วิทย์	เทคโนฯ เกษตร	เทคโนฯ สารสนเทศ
จำนวนนักศึกษาระดับปริญญาตรี	คน	7,510	2,131	2,050	2,310	3,100	950
จำนวนพื้นที่ห้องบรรยายปัจจุบัน	ตร.ม.	6,525.00	3,156.00	480.00	1,648.00	3,553.00	4,824.00
จำนวนนักศึกษาต่อพื้นที่ห้องบรรยาย	ตร.ม. ต่อคน	0.87	1.48	0.23	0.71	1.15	5.08

ที่มา: กองแผนงาน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (2559). แผนแม่บท

นอกจากข้อมูลการวิเคราะห์แนวโน้มความต้องการใช้พื้นที่อาคารในส่วนของห้องบรรยาย ซึ่งมีการจำแนกเป็นห้องบรรยายขนาดความจุ 25 50 100 200 และ 300 คน ผลการวิเคราะห์พบว่ามีแนวโน้มที่จะลดพื้นที่ห้องบรรยายที่มีขนาดความจุน้อยกว่า 50 คน โดยอาจทำการปรับเป็นห้องสัมมนาหรือปรับเป็นพื้นที่ห้องสำหรับนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา ส่วนขนาดพื้นที่อาคารเรียนจำนวนของห้องบรรยายจำแนกตามขนาดของแต่ละคณะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.8 ผังบริเวณทั้งหมดของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 2.7 เป็นการสรุปข้อมูลจำนวนห้องบรรยายโดยแบ่งเป็นห้องบรรยายขนาดใหญ่และห้องบรรยายขนาดเล็ก จากอาคารเรียนรวมและอาคารบรรยายในแต่ละคณะ ไม่นับรวมอาคารของภาควิชา อาคารปฏิบัติการ และโรงปฏิบัติการ ข้อมูลจากตารางแสดงให้เห็นจำนวนของห้องบรรยายขนาดใหญ่ซึ่งสามารถรองรับนักศึกษาได้มากกว่า 100 คน หรือมีขนาดไม่ต่ำกว่า 120 ตารางเมตร ในส่วนของคณะการบริหารและจัดการปัจจุบันนี้ได้ใช้อาคารของศูนย์วิจัยคอมพิวเตอร์ ห้องบรรยายจึงไม่มีห้องพื้นที่ขนาดใหญ่และเป็นห้องที่ดัดแปลงมาจากห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์

ตารางที่ 2.7 พื้นที่การเรียนรู้ภายในอาคารเรียนรวมและอาคารบรรยายจำแนกแต่ละคณะ

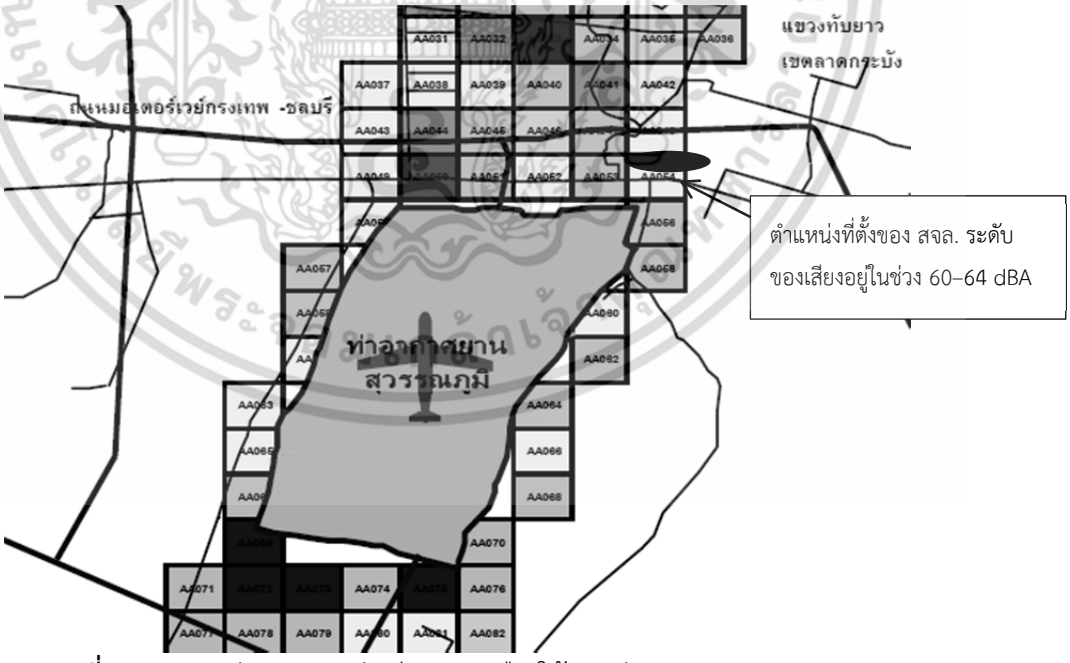
ชื่ออาคาร	**พื้นที่ใช้สอย (ตร.ม.)**	**ชื่อย่ออาคาร**	ห้องบรรยายขนาดใหญ่ (> 120 ตร.ม.) (จำนวนห้อง)	ห้องบรรยายขนาดเล็ก (< 120 ตร.ม.) (จำนวนห้อง)
คณะเทคโนโลยีสาระสนเทศ				
อาคารเรียนรวมและปฏิบัติการ	16,136	K - 01	14	36
รวม			14 ห้อง	36 ห้อง
คณะการบริหารและจัดการ				
อาคารศูนย์วิจัยคอมพิวเตอร์	4,745	CR - 01	-	6
รวม			0 ห้อง	6 ห้อง
คณะวิศวะกรรมศาสตร์				
อาคารเรียนรวมคณะวิศวะฯ (ตึก 12 ชั้น)	16,655	EN – 01, 02	6	22
อาคารตึก 6 ชั้นคณะวิศวะกรรมศาสตร์	4,301	EN – 11	3	11
อาคารบรรยายรวมวิศวะ L	742	EN - 21	-	1
รวม			9 ห้อง	34 ห้อง
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์				
อาคารเรียนรวมและปฏิบัติการ ก.	7,215	AR – 09	2	24
อาคารเรียนรวมและปฏิบัติการ ข.	4,183	AR – 08	-	5
อาคารบูรณาการ	9,744	AR - 29	4	10
รวม			6 ห้อง	39 ห้อง
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม				
อาคารเรียนและปฏิบัติการคณะครุศาสตร์	5,985	ED – 01	2	19
อาคารเรียนรวม	7,562	ED - 05	-	14
รวม			2 ห้อง	33 ห้อง
คณะวิทยาศาสตร์				
อาคารจุฬาภรณ์	10,269	SC – 01, 03	3	10
อาคารเรียน 2 ชั้นและอาคารบรรยาย	1,610	SC – 06, 07	2	6
รวม			5 ห้อง	16 ห้อง
คณะเทคโนโลยีการเกษตร				
อาคารเรียนและปฏิบัติการ	7,888	AG – 01	2	6
อาคารเจ้าคุณทหาร	20,499	AG - 20	6	48
รวม			8 ห้อง	54 ห้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.4.2 ข้อมูลผลกระทบจากการเปิดใช้สนามบินสุวรรณภูมิ

จากรายงานการศึกษาผลกระทบของกรมควบคุมมลพิษ (2549) โดยสำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียงร่วมกับกรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อมโดยศูนย์วิจัยและฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อม ได้ทำการเก็บข้อมูลในช่วงเดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2549 ภายหลังจากที่สนามบินได้เปิดดำเนินการแล้ว ดำเนินการตรวจวัดระดับเสียงโดยรอบท่าอากาศยานสุวรรณภูมิในรัศมี 10 กิโลเมตรจากด้านเหนือและด้านใต้ของท่าอากาศยาน ทิศทางเหนือครอบคลุมพื้นที่ของแขวงลาดกระบังและแขวงทับยาว เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร ส่วนทางทิศใต้ครอบคลุมพื้นที่อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ โดยแบ่งเป็นจุดตรวจวัดทางทิศเหนือ 63 จุด ทิศใต้ 61 จุด รวมพื้นที่ประมาณ 124 ตารางกิโลเมตร ในแต่ละจุดตรวจวัดมีการตรวจวัดระดับเสียงเฉลี่ยภายใน 24 ชั่วโมงต่อเนื่องเป็นเวลา 7 วัน ผลการตรวจวัดระดับเสียงพบว่า ทิศเหนือมีระดับเสียงอยู่ในช่วง 47.2–74.6 dBA ส่วนทางทิศใต้มีระดับเสียงอยู่ในช่วง 45.8–64.9 dBA

จากภาพที่ 2.9 แสดงให้เห็นว่า สจล. ตั้งอยู่ในพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบทางเสียงโดยมีระดับเสียงเฉลี่ยในช่วง 60–64 dBA ซึ่งระดับเสียงดังกล่าวย่อมส่งผลกระทบต่อ สภาวะเสียงภายในพื้นที่การเรียนรู้ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ด้วยเหตุนี้จึงต้องมีการวิจัยเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมเสียงภายในห้องพื้นที่การเรียนรู้ ทัศนคติและความพึงพอใจ รวมถึงการรับรู้ทางเสียงของบุคลากร นักศึกษา ภายในสถาบันฯ



ภาพที่ 2.9 ตำแหน่งจุดตรวจวัดเสียงทิศเหนือ-ใต้ของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ
ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ (2549)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 งานวิจัยและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องจากภายในประเทศและต่างประเทศ

2.4.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องภายในประเทศ

ชูพงษ์ ทองคำสมุทร (2553) ศึกษาแนวทางการออกแบบอาคารเรียนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้ โดยมีเป้าหมายในการเสริมสร้างภาวะน่าสบายในอาคารทั้งในส่วนของความสบายทางอุณหภูมิ ด้านแสงสว่าง ด้านการมองเห็น และด้านของคุณภาพเสียงภายในอาคาร 40 ปี สาธิต ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น สำหรับประเด็นด้านคุณภาพเสียงนับเป็นประเด็นสำคัญต่อสถานที่ศึกษา เพราะหากผู้เรียนไม่สามารถเข้าใจในคำพูด เข้าใจผิด หรือไม่ยินเสียงพูดของผู้สอนก็จะส่งผลเสียเป็นอย่างมาก โดยอภิปรายออกเป็นสองส่วนคือส่วนของผู้พูดและผู้ฟัง ผู้พูดควรจะต้องพูดให้อยู่ในระดับเสียงปกติ (60 dBA) ควรหลีกเลี่ยงการตะโกนเพราะส่งผลต่อสุขภาพและภาวะทางอารมณ์ และหากต้องการให้เสียงกระจายไปจนถึงบริเวณหลังห้องควรกำหนดให้มีวัสดุที่ช่วยสะท้อนเสียงจากหน้าห้องเรียนไปยังหลังห้องเรียน ส่วนที่สองคือการลดค่าการก้องสะท้อนโดยรวมภายในห้องที่มีมาก ด้วยการติดวัสดุดูดซับเสียงภายในห้องโดยให้มีพื้นที่ประมาณ 1 ใน 3 ของพื้นผิวภายในทั้งหมด ทำให้ระดับการก้องสะท้อนของเสียงอยู่ในระดับที่ยอมรับได้

กาญจน์ ศรีสวัสดิ์ (2554) ศึกษาคุณภาพของสภาพแวดล้อมและทำการประเมินสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียน พื้นที่ทำการศึกษาโรงเรียนวัดหนองโพธิ์อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม โดยทำการประเมินห้องเรียนทั้งหมด 6 ห้องจากอาคาร 2 3 และ 4 อาคารละ 2 ห้อง โดยทำการวัดอุณหภูมิห้อง การระบายอากาศ ความเข้มแสง และเสียง แล้วนำมาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน รวมถึงศึกษาอิทธิพลของปัจจัยอื่น ๆ เช่น ช่วงเวลาเช้า บ่าย ทิศทางอาคาร ผลจากการศึกษาพบว่าพารามิเตอร์ส่วนใหญ่ไม่ได้เป็นไปตามมาตรฐาน ส่วนในมิติทางด้านเสียงสามารถควบคุมได้ยาก เนื่องจากไม่ได้ติดตั้งเครื่องปรับอากาศทำให้ได้รับอิทธิพลจากเสียงรบกวนภายนอกเช่น เสียงจากการคมนาคมรวมถึงเสียงของฝนตก นอกจากนี้ ผลการศึกษายังระบุว่าระดับของเสียงรบกวนภายในห้องมีความสัมพันธ์ในทางตรงกันข้ามกับความสามารถในการระบายอากาศ

2.4.2 งานวิจัยและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องจากต่างประเทศ

Sala, E. and Viljanen, V. (1995) ทำการศึกษาในประเด็นของความชัดเจนของการพูด วัตถุประสงค์การวิจัยเพื่อต้องการนิยามการยอมรับสภาวะทางเสียงที่มีต่อความชัดเจนในการพูด ด้วยการใช้วัสดุดูดซับเสียงที่น้อยที่สุด ผู้วิจัยได้กล่าวว่าการออกแบบทางเสียงสำหรับห้องเรียน สิ่งที่ต้องคำนึงถึงมากที่สุดคือ “The Highest Possible of Speech Intelligibility” ของครูและนักเรียน ในขณะที่ปัจจุบันที่ห้องเรียนส่วนใหญ่มีสภาพแวดล้อมเสียงที่เต็มไปด้วยเสียงรบกวนและก้องกังวาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไม่เหมาะสำหรับการสื่อสาร ผลจากการศึกษาพบกว่าระดับ STI ที่ดีที่สุดคือระดับ 0.75 โดยที่ต้องมีพื้นที่การดูดซับเสียงในห้องในระดับ 30% และอยู่ในระนาบ 2 ระนาบเป็นอย่างน้อย

Tang, S. K. and Wong, C. T. (1998) ศึกษาดัชนีเกี่ยวกับการพูดของมนุษย์ ประกอบด้วย 10 ดัชนี ยกตัวอย่างเช่น เสียงรบกวนย่านต่ำ ย่านกลาง และย่านสูง ดัชนี STI และดัชนี PNC (Preferred Noise Criteria) เป็นต้น โดยทำการเก็บข้อมูลจากสำนักงาน 6 แห่งที่เป็นผังแบบเปิด ทุกแห่งมีลักษณะงานแบบเดียวกันรวมจำนวนผู้ตอบแบบสอบถาม 188 คน ผลจากการศึกษาพบว่าดัชนีที่มีเหมาะสมกับการประเมิน ได้แก่ ประเมินระดับเสียงรบกวนย่านกลาง หรือเสียงพูดของคนและดัชนี STI โดยที่กลุ่มตัวอย่างให้ความสนใจในประเด็นเสียงรบกวนที่เกิดจากการพูดคุยกันของคนในสำนักงานและอภิปรายต่อไปว่าส่งผลต่อภาวะทางอารมณ์และประสิทธิภาพของการทำงาน

Fuchs, et al. (2001) ศึกษาวิธีการลดเสียงรบกวนภายในห้องสัมมนาหรือห้องประชุม โดยให้ความสำคัญด้านเสียงรบกวนจากความถี่ย่านต่ำอันเกิดจาก การสั่นสะเทือนของโครงสร้างหรือระบบปรับอากาศหรือระบบเครื่องจักรกล โดยเฉพาะเจาะจงในการใช้วัสดุ CPA (Compound Panel Absorbers) หรือผนังติดวัสดุดูดซับเสียงเพื่อช่วยเพิ่มความ สามารถในการดูดซับเสียงโดยรวมภายในห้อง ซึ่งผลการศึกษา พบว่า CPA สามารถช่วยปรับปรุง Speech Intelligibility ภายในห้องได้และสามารถจะนำไปประยุกต์ใช้ได้ในห้องเรียน ห้องประชุม สัมมนา ห้องอาคารและโรงอาหาร

ANSI S12.60 (2002) โดย Acoustical Society of America กำหนดเกณฑ์มาตรฐานเป็นแนวทางในการออกแบบห้องเรียนเพื่อส่งเสริมสภาพแวดล้อมเสียง ประเด็นสำคัญเกี่ยวกับเสียงรบกวนพื้นหลัง (BNL) ในพื้นที่ห้องเรียนที่มีปริมาตร 20,000 ลูกบาศก์ฟุต หรือ 566 ลูกบาศก์เมตร ควรมี BNL ไม่เกิน 35 dBA โดยเฉลี่ย ถ้าอาคารที่อยู่ใกล้กับพื้นที่คมนาคม ระดับเสียงสูงสุดไม่ควรจะเกิน 45 dBA ควรมุ่งเน้นที่การควบคุมคุณภาพเสียงภายใน โดยพิจารณาถึงผลกระทบจากระบบอาคาร เช่น ระบบ HVAC (Heating, Ventilation and Air-conditioning) ระบบไฟฟ้า ระบบส่องสว่าง ระบบประปา เป็นต้น ประเด็นสำคัญ คือ ควรมีการคำนึงถึงสิ่งเหล่านี้ในช่วงขั้นตอนการออกแบบ (Design Phase) ควรหลีกเลี่ยงการแก้ไขภายหลัง ซึ่งจะดำเนินการได้ยากและมีค่าใช้จ่ายสูง สำหรับมาตรฐานเกี่ยวกับระยะเวลาการก้องกังวาน (RT) สำหรับห้องเรียนที่มีขนาดปริมาตร 10,000 – 20,000 ลบ.ฟุต (280 – 560 ลบ.ม.) ควรมีค่าสูงสุดไม่เกิน 0.7 วินาที ปัจจัยสำคัญของค่า RT มาจากปริมาตรห้องและความสามารถในการดูดซับเสียง โดยขึ้นอยู่กับปริมาณของพื้นผิวและชนิดของวัสดุ โดยสามารถติดตั้งได้ในบริเวณ ผนัง หรือ ฝ้าเพดาน

Tang, S. K. and Yeung, M. H. (2003) ศึกษาความสัมพันธ์ของค่า STI เทียบกับการก้องกังวาน (RT) เพื่อตอบคำถามเกี่ยวกับความชัดเจนทางการพูด พื้นที่ในการศึกษา คือ โรงเรียนระดับมัธยมของรัฐฯ ในฮ่องกงจำนวน 18 โรงเรียน โดยที่ทุกห้องมีการตกแต่งและเฟอร์นิเจอร์รูปแบบเดียวกันและมีการติดตั้งระบบปรับอากาศ การสำรวจเชิงพื้นที่โดยการกำหนดสถานการณ์ เช่น การเปิด-ปิดเครื่องปรับอากาศ การเปิด-ปิดระบบไฟฟ้า จากการศึกษา พบว่า RT และ STI มีความสัมพันธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กันในระดับสูงมากแต่เป็นไปในทางตรงกันข้าม กล่าวคือ หากในห้องเรียนมีค่า RT สูงจะส่งผลเสียต่อค่า STI และปัจจัยที่เป็นตัวกำหนดค่า RT คือค่าการดูดซับเสียงภายในห้อง นอกจากนี้ ผู้วิจัยยังได้ทำการทดสอบดัชนีที่เกี่ยวข้องตัวอื่น ๆ เช่น U50, $\%AL_{con}$ พบว่าดัชนีดังกล่าวมีความสามารถในการประเมินไม่แตกต่างกันจะเลือกใช้เพียงตัวใดตัวหนึ่งก็ได้ ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการประเมิน

Larm, et al. (2005) ได้ทำการทดสอบเกี่ยวกับเสียงในผังสำนักงานแบบเปิด ในรูปแบบการทดลองโดยมีประเด็นจากการศึกษาก่อนหน้านี้ว่า การได้ยินเสียงพูดจากโต๊ะข้างเคียงเป็นประเด็นที่ทำให้เสียสมาธิในการทำงาน จึงได้ทำการกำหนดเป้าหมายในการลดการได้ยินเสียงพูด โดยที่สามารถลดได้โดยติดตั้งวัสดุดูดซับเสียงบนฝ้าเพดานและเพิ่มความสูงของระดับพาร์ทิชัน นอกจากนี้ BNL ควรจะต้องมีระดับที่เหมาะสมคือไม่เงียบเกินไปหรือดังจนอึกทึก

Jensen, et al. (2005) ได้ทำการประเมินภายหลังการใช้งานอาคาร (POE) เกี่ยวกับความพึงพอใจด้านคุณภาพของสภาพแวดล้อมในสถานที่ทำงาน ขั้นตอนการศึกษาได้ทำการแจกแบบสอบถามไปยังทุกคนจากฐานข้อมูล CBE (The Center of the Built Environment) โดยมีผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด 23,450 คนจาก 142 อาคารสำนักงาน พบว่า ประเด็นที่ได้รับความสนใจมากที่สุดคือเรื่องเสียงรบกวนและความเป็นส่วนตัวในการพูด รวมถึงประเด็นในทางจิตวิทยาและอารมณ์ กลุ่มตัวอย่างไม่พึงพอใจในประเด็นจิตวิทยามากกว่าประเด็นของเสียงรบกวนอย่างมีนัยสำคัญ และเมื่อเปรียบเทียบกับลักษณะสำนักงานพบว่า สำนักงานที่มีผังแบบเปิด มีแนวโน้มพึงพอใจในระดับเสียงรบกวนมากกว่าแบบกั้นพาร์ทิชัน ซึ่งหมายถึงระดับเสียงรบกวนพื้นหลังช่วยส่งเสริมให้เกิดความพึงพอใจในเชิงจิตวิทยา จากการอภิปรายผลว่าพบว่าสาเหตุของปัญหาดังกล่าวเกิดจากการได้ยินเสียงคนข้างเคียงคุยกันแบบส่วนตัว เสียงคุยโทรศัพท์ และคิดว่าเสียงดังกล่าวนั้นขัดขวางหรือลดความสามารถในการปฏิบัติงาน

Zannin, T. and Marcon, C. R. (2007) ได้ทำการวิจัยเชิงประเมินเกี่ยวกับภาวะสบายทางเสียงภายในห้องเรียน โดยประเมินด้านอัตวิสัยเทียบกับการประเมินด้านวัตถุวิสัย พื้นที่การศึกษาได้แก่ โรงเรียนของรัฐบาลภายในประเทศบราซิล สัมภาษณ์ครู 62 คนและนักเรียน 464 คน นอกจากนี้ได้ทำการวัดค่า BNL และ RT กับค่าการดูดซับเสียงผลจากการเก็บสำรวจสภาพแวดล้อมเสียงพบว่าอยู่ในระดับแย่มาก และเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับการประเมินด้านอัตวิสัยจากกลุ่มตัวอย่างพบว่า ครูและนักเรียนไม่พึงพอใจมากต่อระดับเสียงรบกวนที่เกิดขึ้น และระบุถึงสาเหตุหลักของเสียงรบกวนว่ามาจากเสียงของครูจากห้องที่ติดกัน ผลจากการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างให้ความเห็นว่า เสียงรบกวนมีผลต่อกิจกรรมการเรียนการสอน มีผลทำให้เสียสมาธิ และมีผลต่อความชัดเจนในการพูด

Astolfi, et al. (2008) ทำการศึกษาเปรียบเทียบค่าจากการวัดในสภาพแวดล้อมเทียบกับค่าที่ได้จากการคำนวน ภายใต้พารามิเตอร์ด้านเสียง โดยใช้ห้องเรียนในระดับมัธยมจำนวน 8 ห้อง ค่าพารามิเตอร์ที่ให้ความสำคัญคือค่าระดับการก้องกังวานจากการพูด สาระสำคัญที่ได้จากการทบทวนงานวิจัยครั้งนี้คือ การกำหนดวิธีการในการวัดค่าในสภาพแวดล้อม ค่าปัจจัยด้านกายภาพที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกี่ยวข้อง ได้แก่ พื้นที่ของระนาบ พื้น ผนัง เพดาน พื้นที่ของวัสดุดูดซับเสียง วิธีการในการสำรวจกายภาพห้อง วัตถุประสงค์ของการทำวิจัยมุ่งเน้นการเปรียบเทียบผลจากการวัดกับการคำนวนจากสูตรที่มีการใช้งาน ผลจากการเปรียบเทียบพบว่า ODEON 6.5 และ Sabine Formula ให้ผลที่ถูกต้องมากที่สุด โดยเฉพาะในกรณีที่พื้นที่ในการวัดยังไม่มีคนเข้าไปใช้งาน

Klatte, M. and Hellbruck, J. (2010) วิจัยผลกระทบจากสภาพแวดล้อมเสียงในห้องเรียนที่ส่งผลต่อความสามารถทางการเรียนและความเป็นอยู่ในโรงเรียน ด้วยวิธีเก็บข้อมูลภาคสนามและประเมินจากนักเรียน 398 คน ห้องเรียนที่ทำการประเมินมีค่าการก้องกังวานของเสียงตั้งแต่ 0.49 ถึง 1.10 การศึกษาต้องวิเคราะห์ผลกระทบของภาวะก้องกังวานกับการอ่าน ภาวะทางอารมณ์และทัศนคติต่อโรงเรียน ผลจากการศึกษาพบว่า นักเรียนที่อยู่ในสภาพแวดล้อมเสียงต่ำกว่ามาตรฐานจะมีความสามารถในการอ่านที่ไม่ดี ความสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียนเป็นไปในทางลบ และส่งผลต่อทัศนคติที่ไม่ดีต่อโรงเรียน ผลการศึกษาเน้นย้ำว่าสภาพแวดล้อมเสียงที่ดี เป็นสิ่งจำเป็นและสำคัญต่อห้องเรียน

Asutay, et al. (2012) ศึกษาเกี่ยวข้องกับมิติทางอารมณ์ โดยระบุว่า การรับรู้เสียงทางจิตวิทยา เป็นองค์ความรู้ที่จำเป็นและขาดไม่ได้เกี่ยวกับการรับรู้ทางเสียง ได้ทำการศึกษาเชิงทดลองกับผู้เข้าร่วมการทดลองจำนวน 20 คน โดยให้ฟังเสียงที่สร้างขึ้นและมีการควบคุมระดับเสียงหลังจากนั้นจึงได้ให้ทำการประเมินความรู้สึก การให้คะแนนจะกระทำด้วยสเกลวัดทางด้านอารมณ์ Valence & Arousal “Valence” หมายถึงทัศนคติบวกหรือลบ และ “Arousal” หมายถึงภาวะอารมณ์ที่สงบนิ่งหรือตื่นเต้น รวมถึงระดับการรับรู้ถึงความรำคาญและรับรู้ระดับความดัง ผลการศึกษา พบว่า สภาพแวดล้อมเสียงส่งผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่อสภาวะทางอารมณ์และส่งผลต่อจิตวิทยา ด้วยเหตุนี้ การรับรู้เสียงทางจิตวิทยาจึงเป็นประเด็นสำคัญที่ต้องมีการศึกษาในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 บทสรุปการทบทวนวรรณกรรม

การทบทวนวรรณกรรมจากองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องทั้งหมด 3 องค์ประกอบ ได้แก่ การรับรู้เสียงทางจิตวิทยา คุณลักษณะทางเสียงของห้อง และพื้นที่การเรียนรู้ ทำให้ทราบถึงปัจจัยทั้งหมดที่เกี่ยวข้องในงานวิจัยทั้งในด้านของการนิยามความหมาย ตัวแปร และตัวชี้วัดในงานวิจัยในแต่ละองค์ประกอบ ตลอดจนวิธีการในการวิจัย จึงได้ทำตารางสรุปผลจากการทบทวนวรรณกรรมจำแนกตามองค์ประกอบต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2.8 การทบทวนวรรณกรรมในองค์ประกอบการรับรู้เสียงทางจิตวิทยา

PSYCHOACOUSTICS		Conceptual variable	Operational variable				Research Method
ชื่อ (ผู้แต่ง, องค์กร หรือ หนังสือ)	**ปี (ค.ศ./ พ.ศ.)**		ทัศนคติ ความพึงพอใจ	การประเมินด้านอารมณ์ ความรู้สึก	ความชัดเจน (Acoustic comfort)	ปัจจัยบุคคล	
D. M. Egan	1972	√			√		√
E. Sundstrom & M. G. Sundstrom.	1986					√	√
G. N. Fischer	1983		√	√			
Harry F. Olson	1967	√					√
H. Fastl & E. Zwicker	2006	√				√	
J. C. Vischer	2005			√			√
K. Genuit	2004		√	√		√	√
KL. Jensen, et al.	2005		√	√			
P. Larm	2005		√	√			√
Philomena M. Bluyssen	2013	√	√				
Psychoacoustics	n.d.	√					
Richard Paradis	2014			√	√		√
กรมควบคุมมลพิษ	2550	√					√
กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน	2549	√			√		√
ชูพงษ์ ทองคำสมุทร	2553				√		√
โชติวิทย์ พงษ์เสริมผล	2549	√					
วิมลสิทธิ์ หรยางกูร	2526		√			√	
สุจิตรา ประสานสุข	2551			√			√

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.9 การทบทวนวรรณกรรมในองค์ประกอบคุณลักษณะทางเสียงของห้อง

ROOM ACOUSTICAL CHARACTERISTICS		Conceptual variable	Operational variable					Research Method
ชื่อ (ผู้แต่ง, องค์กร หรือ หนังสือ)	ปี (ค.ศ./ พ.ศ.)		ค่ามาตรฐานทางเสียง	ประเภทของ character	ระดับเสียงรบกวนพื้นหลัง	ระยะเวลาการก้องสะท้อน (RT)	ดัชนีการส่งผ่านคำพูด (STI)	
ANSI S12.60	2002	√	√		√	√	√	
Classroom Acoustical Study	2007	√			√	√		
A. Astolfi, et.al.	2008					√		√
E. Asutay, et.al.	2012	√		√		√		√
E. Sala & V. Viljanen	1995	√			√	√	√	√
H. V. Fuchs, et.al.	2001					√		√
Herman J. M. Steeneken	n.d.						√	√
IEC 60268 – 16 (14th ed.)	2011		√				√	
M. Klatte & J. Hellbruck	2010				√	√	√	
P. H. T. Zannin & C. R. Marcon	2007		√	√	√	√		√
W. J. Cabanaugh & J. A. Wikes	1998	√				√		√
S. K. Tang & C. T. Wong	1998						√	√
S. K. Tang & M. H. Yeung	2003						√	√
กรมควบคุมมลพิษ	2550		√		√			√
กาญจน์ ศรีสวัสดิ์	2554	√			√			
วราวุธ เสือดี	2544	√			√			√
สุธีวัน โล่ห์สุวรรณ	2551					√		√

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

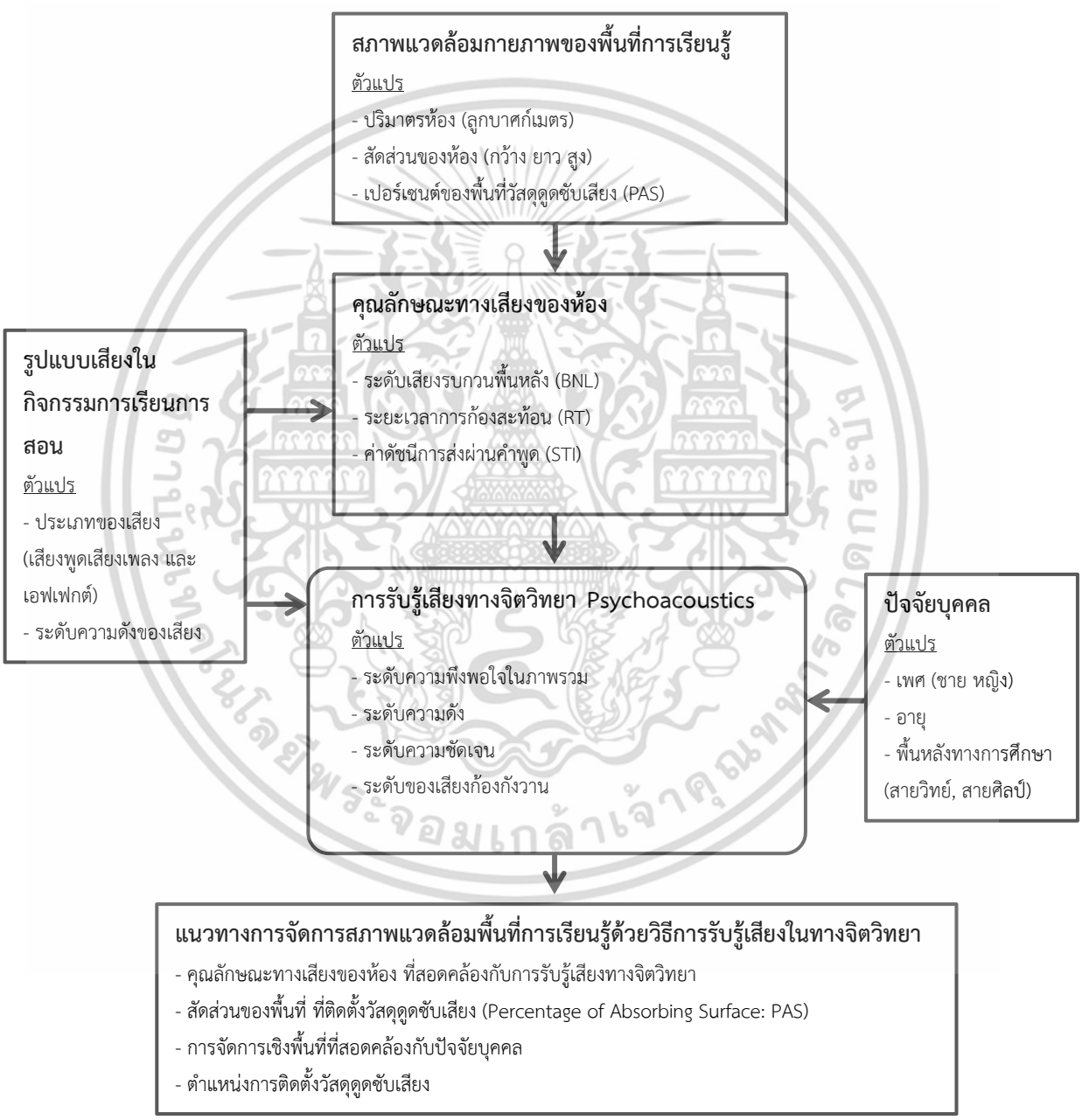
ตารางที่ 2.10 การทบทวนวรรณกรรมในองค์ประกอบพื้นที่การเรียนรู้

LEARNING SPACES		Conceptual variable	Operational variable					Research Method
ชื่อ (ผู้แต่ง, องค์กร หรือ หนังสือ)	**ปี (ค.ศ./ พ.ศ.)**		ปริมาตรของห้อง	ขนาดสัดส่วนของห้อง	พื้นที่ของวัสดุดูดซับเสียง	รูปแบบเสียงในกิจกรรมการเรียน	ระดับความดังของเสียงในกิจกรรม	
ANSI S12.60	2002		√		√			√
A. Astolfi, et.al.	2008		√		√			√
Classroom Acoustical Study	2007	√	√	√	√			√
G. F. McVey	1996	√	√	√		√	√	√
Herman Miller	2007	√		√		√		
P. H. T. Zannin & C. R. Marcon	2007		√		√			√
P. Larm	2005				√			√
Richard Paradis	2014				√	√		√
W. J. Cabanaugh & J. A. Wikes	1998		√		√			√
กาญจน์ ศรีสวัสดิ์	2554	√						
วิชิต เทพประสิทธิ์	2549	√		√		√		
สุธีวัน โล่ห์สุวรรณ	2551		√		√		√	√
สุพล อนามัย	2549	√						
อรพันธุ์ ประสิทธิรัตน์	2545	√				√		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 กรอบแนวคิดของการวิจัย

จากการทบทวนวรรณกรรม แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง เป็นการเชื่อมโยงระหว่างองค์ประกอบหลักในการวิจัย ทำให้ทราบถึงตัวแปรในแต่ละองค์ประกอบ จากภาพที่ 2.10 เป็นการเชื่อมโยงตัวแปรในแต่ละองค์ประกอบเพื่อนำไปสู่การตอบคำถามของการวิจัย



ภาพที่ 2.10 กรอบแนวคิดการวิจัย การเชื่อมโยงตัวแปรและองค์ประกอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีดำเนินการงานวิจัย

การวิจัยเรื่องแนวทางการจัดการสภาพแวดล้อมภายในพื้นที่การเรียนรู้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพทางการสื่อสารด้วยวิธีการรับรู้เสียงทางจิตวิทยา เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ ร่วมกับการวิจัยเชิงทดลอง กล่าวคือ ช่วงแรกของการวิจัยเป็นการดำเนินงานสำรวจภาคสนาม และในช่วงหลังเป็นการทดลองปรับเปลี่ยนสภาพแวดล้อมภายในห้องทดลองเพื่อประเมินทั้งในด้านวัตถุวิสัยและอัตวิสัย

การวิจัยครั้งนี้เกี่ยวข้องกับกลุ่มตัวแปรทั้งหมด 5 กลุ่ม ได้แก่ การรับรู้เสียงทางจิตวิทยา คุณลักษณะทางเสียงของห้อง ปัจจัยบุคคล รูปแบบเสียงในกระบวนการเรียนการสอน สภาพแวดล้อมกายภาพพื้นที่การเรียนรู้

การประเมินผลเป็นกระบวนการวิเคราะห์เชิงเปรียบเทียบระหว่าง การประเมินด้านวัตถุวิสัยร่วมกับการประเมินอัตวิสัย เพื่อการตอบคำถามการวิจัยเกี่ยวกับการเชื่อมโยงสภาพแวดล้อมกายภาพที่เป็นปัจจัยกำหนดคุณลักษณะเสียงของห้อง กับการรับรู้เสียงในมิติทางด้านจิตวิทยา ที่มีผลมาจากปัจจัยบุคคลผ่านทางรูปแบบกิจกรรม วิธีการดำเนินการวิจัยกำหนดให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การวิจัย 4 ข้อ ได้แก่ 1) เพื่อศึกษาคุณลักษณะทางเสียงของห้องในสภาพแวดล้อมพื้นที่การเรียนรู้ 2) เพื่อศึกษาคุณลักษณะทางเสียง และ การรับรู้เสียงจากการปรับเปลี่ยนสภาพแวดล้อมกายภาพ 3) เพื่อค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะทางเสียงของห้อง รูปแบบเสียงในกิจกรรมการเรียนการสอนและการรับรู้เสียงทางจิตวิทยา และ 4) เพื่อเสนอแนะแนวทางการจัดการสภาพแวดล้อมภายในพื้นที่การเรียนรู้ที่สอดคล้องกับคุณลักษณะทางเสียงของห้องและการรับรู้เสียงทางจิตวิทยา

ขั้นตอนการวิจัยกำหนดขึ้นเพื่อศึกษา 2 ประเด็นหลัก ได้แก่ 1) ประเด็นคุณลักษณะทางเสียงของห้องโดยทำการสำรวจวัดค่าต่าง ๆ ด้วยอุปกรณ์และเครื่องมือวิจัยที่เป็นแบบสำรวจ เพื่อทราบถึงค่าดัชนีที่เป็นตัวบ่งบอกคุณลักษณะทางเสียงของห้อง 2) ประเด็นการรับรู้เสียงทางจิตวิทยาของผู้ใช้งานอาคารโดยทำการสำรวจความพึงพอใจ ทัศนคติ อารมณ์และความรู้สึก ด้วยเครื่องมือวิจัยแบบสอบถาม ภายใต้การทดลองที่มีการควบคุมตัวแปรสภาพแวดล้อมกายภาพ ปรับความสามารถในการดูดซับเสียงภายในห้อง รวบถึงควบคุมตัวแปรรูปแบบและระดับความดังของเสียงที่เป็นการจำลองมาจากกิจกรรมการเรียนการสอน

ทั้งนี้ในส่วนของวิธีดำเนินการวิจัยสรุปเป็นประเด็นต่าง ๆ ประกอบด้วย ขั้นตอนการวิจัย ประชากรและตัวอย่าง การสุ่มตัวอย่างในงานวิจัย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือวิจัย การกำหนดตัวแปร ตัวชี้วัดและการเชื่อมโยงตัวแปร การเก็บรวบรวมข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 ขั้นตอนการวิจัย

ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี งานวิจัยในอดีตที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยครั้งนี้ รวมถึงรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับห้องเรียนหรือพื้นที่การเรียนรู้

- แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยในอดีตที่เกี่ยวข้องกับ การรับรู้เสียงทางจิตวิทยา คุณภาพเสียง ภาวะสบายทางเสียง และคุณลักษณะทางเสียงของห้อง
- รวบรวมข้อมูลห้องเรียนหรือพื้นที่การเรียนรู้โดยที่แต่ละห้องมีขนาดประมาณ 288 ถึง 566 ลูกบาศก์เมตร ตามเกณฑ์มาตรฐาน ANSI S12.60

การทบทวนวรรณกรรมดังกล่าวทำให้ทราบถึงตัวแปร ตัวชี้วัด ที่เกิดขึ้นในการวิจัย เห็นการเชื่อมโยงระหว่างตัวแปรที่เกี่ยวข้องและแนวทางวิธีการในการดำเนินการ รวมถึงทำให้ทราบถึงค่ามาตรฐานทางเสียงมาตรฐาน ANSI S12.60 และค่าดัชนีต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

ขั้นตอนที่ 2 เก็บรวบรวมข้อมูลด้านกายภาพพื้นที่การเรียนรู้ที่เป็นพื้นที่ทำการศึกษาด้วยแบบสำรวจเชิงพื้นที่ สร้างเครื่องมือแบบสำรวจเพื่อเก็บข้อมูลเชิงพื้นที่ของห้องเรียนขนาด 288-566 ลูกบาศก์เมตร ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังจาก 7 คณะ ที่มีการเปิดสอนหลักสูตรระดับปริญญาตรี คัดเลือกห้องเรียนเพื่อทำการสำรวจคณะละ 1 ห้อง รวมพื้นที่ห้องเรียนหรือพื้นที่การเรียนรู้ที่ทำการสำรวจจำนวน 7 ห้อง ทั้งหมดมีการติดตั้งระบบปรับอากาศ ดำเนินการเก็บข้อมูลภายใต้เงื่อนไขที่ได้มีการกำหนดไว้เพื่อให้ทราบถึงคุณลักษณะทางเสียงของห้องพื้นที่การเรียนรู้

- ทำการสำรวจเชิงพื้นที่เกี่ยวกับขนาดของห้อง รูปทรงของห้อง ข้อมูลเกี่ยวกับวัสดุ ข้อมูลร้อยละของวัสดุดูดซับเสียงภายในห้อง
- เก็บข้อมูลคุณลักษณะทางเสียงของห้อง ภายใต้เงื่อนไขต่าง ๆ (เช่น ปิด-เปิดเครื่องปรับอากาศ ปิด-เปิด อุปกรณ์ไฟฟ้า) โดยที่ยังไม่มีการดำเนินกิจกรรม
- สรุปข้อมูลการสำรวจพื้นที่ และคุณลักษณะทางเสียงของแต่ละห้อง

ขั้นตอนที่ 3 คัดเลือกห้องพื้นที่การเรียนรู้ 1 ห้องจากจำนวน 7 ห้อง เพื่อทำการทดลองปรับเปลี่ยนกายภาพด้วยการกำหนดพื้นที่ของวัสดุดูดซับเสียง (PAS) ให้มีปริมาณ 0% 7.5% 15% และ 30% ตามลำดับ

- ประเมินสภาพแวดล้อมเสียงเชิงวัตถุวิสัยด้วยแบบสำรวจเชิงพื้นที่และเครื่องมือวัดระดับเสียงและวิเคราะห์เสียง ตามเงื่อนไขการปรับเปลี่ยนสภาพแวดล้อมที่ได้กำหนดไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ประเมินสภาพแวดล้อมเสียงเชิงอัตวิสัย ด้วยแบบสอบถามทัศนคติ ความพึงพอใจ ด้านอารมณ์ความรู้สึก จากกลุ่มตัวอย่างผู้เข้าร่วมทดลองจำนวน 100 คน

ขั้นตอนที่ 4 เก็บข้อมูลคุณลักษณะทางเสียงของห้องในขณะที่มีการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน (จำลองสถานการณ์เสียงจากกิจกรรมการเรียนการสอน) รวมถึงเก็บข้อมูลด้านความพึงพอใจ อารมณ์ความรู้สึกของกลุ่มตัวอย่าง

- เก็บข้อมูลคุณลักษณะทางเสียงของห้อง ในขณะที่มีการดำเนินกิจกรรม (จำลองลักษณะเสียงใน 3 รูปแบบ คือ เสียงบรรยาย เสียงจากสื่อ และเสียงเสมือนจริง) เสียงที่เกิดขึ้นจะเป็นการจำลองจากเครื่องกำเนิดเสียงภายในสถานที่ทดลอง ทั้งนี้เป็นการควบคุมตัวแปรเสียงให้มีความคงที่ทั้งรูปแบบและระดับเสียง เพื่อให้เห็นรูปแบบการตอบสนองของเสียงจากสภาพแวดล้อมกายภาพ
- เก็บข้อมูลแบบสอบถามจากกลุ่มตัวอย่าง 100 คนประเมินทัศนคติ ความพึงพอใจ อารมณ์และความรู้สึก ที่เกี่ยวข้องกับการรับรู้ทางเสียงทั้งในด้านคุณภาพเสียงและทางด้านจิตวิทยา

ขั้นตอนที่ 5 สรุปข้อมูล วิเคราะห์ และสรุปผล ด้วยโปรแกรมทางสถิติตามสมมติฐาน เพื่อตอบคำถามของการวิจัยที่ได้กำหนดไว้ เพื่อสรุปผลเป็นแนวทางในการจัดการสภาพแวดล้อมกายภาพพื้นที่การเรียนรู้ ด้วยวิธีการรับรู้เสียงทางจิตวิทยา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการวิจัย

3.2 ประชากรและตัวอย่าง

การวิจัยครั้งนี้ได้ทำการศึกษาภายในพื้นที่ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.) ที่มีการเปิดหลักสูตรการเรียนการสอนในระดับอุดมศึกษา อีกทั้งตำแหน่งที่ตั้งของสถาบัน อยู่ใกล้กับพื้นที่คมนาคม ได้แก่ ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ ทำให้เป็นพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากเสียงรบกวน จึงเป็นเหตุผลในการเลือกพื้นที่สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังเพื่อดำเนินการวิจัย

ประชากรและตัวอย่างของการวิจัย แบ่งออกเป็น 2 มิติ ได้แก่ มิติด้านพื้นที่การศึกษา และประชากรและตัวอย่างในมิติด้านผู้ให้ข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1 พื้นที่การศึกษา

พื้นที่การศึกษา คือพื้นที่การเรียนรู้ในลักษณะที่เป็นห้องบรรยายขนาดใหญ่ มีขนาดปริมาตรอยู่ในช่วง 288 ถึง 566 ลูกบาศก์เมตร หรือเป็นห้องที่รองรับนักศึกษาได้ประมาณ 100-120 ที่นั่ง ทำการรวบรวมข้อมูลจากผังแม่บทของสถาบันฯ ในการสำรวจพื้นที่ใช้สอยของแต่ละอาคาร พิจารณาเฉพาะอาคารเรียนรวม อาคารบรรยายของแต่ละคณะ ไม่นับรวมถึงอาคารปฏิบัติการ โรงปฏิบัติการ หรือห้องบรรยายย่อยในแต่ละสาขาวิชา โดยทำการสรุปเป็นข้อมูลจำนวนห้องไว้ในตารางที่ 2.7

3.2.2 คุณสมบัติของพื้นที่ศึกษา

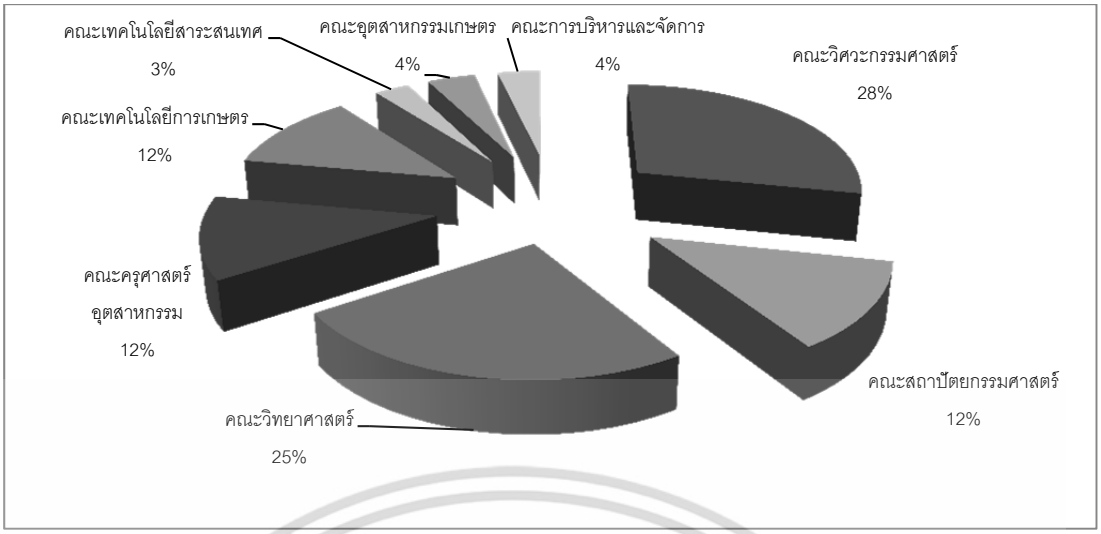
การเลือกพื้นที่ ใช้วิธีการคัดเลือกแบบเฉพาะเจาะจงจาก 7 คณะที่เปิดสอนหลักสูตรปริญญาตรีภายใน สจล. ได้แก่ คณะวิศวะกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีการเกษตร คณะเทคโนโลยีสาระสนเทศ และคณะการบริหารและจัดการ โดยมีการกำหนดคุณสมบัติห้อง ดังต่อไปนี้

1) ห้องเรียนขนาดใหญ่ ปริมาตรของห้องอยู่ในช่วงระหว่าง 288-566 ลูกบาศก์เมตร (ANSI S12.60. 2002) สามารถรองรับนักศึกษาได้ 100-120 ที่นั่ง
2) ห้องเรียนอยู่ภายในอาคารเรียนรวม มีวัตถุประสงค์เพื่อการบรรยายเป็นหลัก ไม่รวมถึงห้องปฏิบัติการ ห้องแลบฯ ห้องสตูดิโอ ห้องอเนกประสงค์ ฯลฯ
3) รูปทรงของห้องเป็นสี่เหลี่ยม (Traditional Shoebox Shape)
4) ติดตั้งระบบปรับอากาศ สามารถจะปิดประตู หน้าต่างได้ทุกบาน
5) สามารถเคลื่อนย้ายเฟอร์นิเจอร์ภายในห้องออกไปได้ทั้งหมด
6) มีวัสดุซับเสียง เฉพาะที่บริเวณหน้าต่าง ได้แก่ ผ้าม่านหรือมู่ลี่
7) จุดประสงค์เพื่อต้องการศึกษาปริมาณของพื้นที่ของพื้นผิวดูดซับเสียง ที่มีผลต่อคุณลักษณะทางเสียงของห้อง โดยที่ทุกห้องมีขนาดเท่า ๆ กันและมีรูปทรงสี่เหลี่ยมปกติ

3.2.3 ประชากร

ประชากร หมายถึง นักศึกษาที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับปริญญาตรี ภายในสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยจะแสดงจำนวนนักศึกษาของแต่ละคณะในภาพที่ 3.2 และตารางที่ 3.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.2 นักศึกษาระดับปริญญาตรีในแต่ละคณะของ สจล.

จากภาพที่ 3.2 แสดงสัดส่วนของนักศึกษาระดับปริญญาตรีของแต่ละคณะ ภายในสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.) โดยจำนวนนักศึกษาได้ทำการแจกแจงไว้ในตารางที่ 3.1 แสดงจำนวนนักศึกษาระดับปริญญาตรีประจำปีการศึกษา 2558 จำแนกตามคณะ โดยที่ในแต่ละคณะมีนักศึกษาที่มีพื้นหลังทางการศึกษาทั้งจากสายวิทย์และสายศิลป์ ยกตัวอย่างเช่น ภายในคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์มีทั้งนักศึกษาที่มีพื้นหลังมาจากสายวิทย์เรียนในภาควิชาสถาปัตยกรรม และมีนักศึกษาที่มีพื้นหลังสายศิลป์เรียนอยู่ในภาควิชาวิจิตรศิลป์ เป็นต้น ด้วยเหตุนี้การสุ่มตัวอย่างในขั้นตอนการทดลองจึงให้ความสำคัญที่คุณสมบัติพื้นหลังทางการศึกษา โดยไม่ได้จำแนกตามคณะ ซึ่งรายละเอียดของกลุ่มตัวอย่างหรือการสุ่มตัวอย่างจะได้มีการอธิบายในหัวข้อถัดไป

ตารางที่ 3.1 ประชากรเป้าหมาย

	คณะ / วิทยาลัย	**จำนวนนักศึกษา (คน)**
1	คณะวิศวะกรรมศาสตร์	5,515
2	คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์	2,456
3	คณะวิทยาศาสตร์	4,857
4	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม	2,355
5	คณะเทคโนโลยีการเกษตร	2,263
6	คณะเทคโนโลยีสาระสนเทศ	565
7	คณะการบริหารและจัดการ	702
	นักศึกษาจำนวนรวมทั้งสิ้น	**18,713**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4 ตัวอย่าง

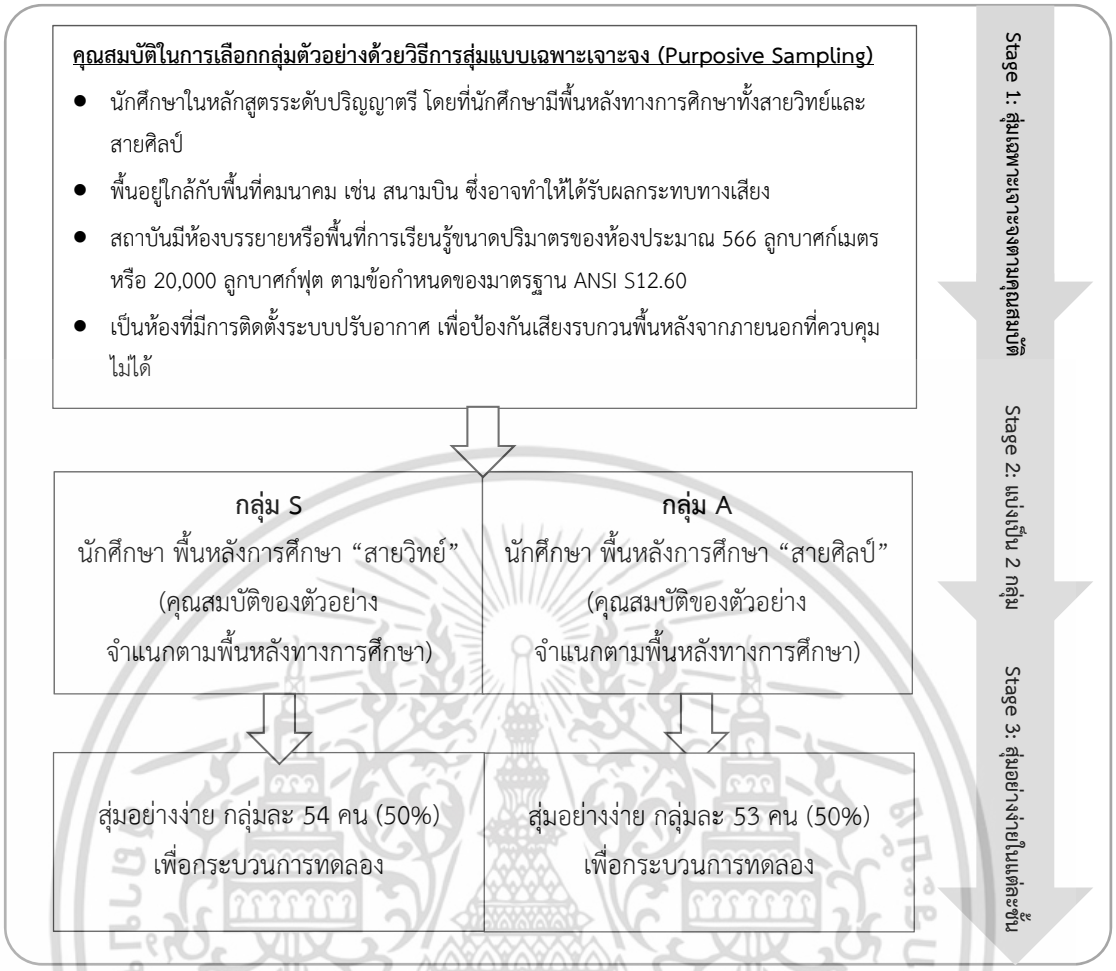
ประชากรในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ นักศึกษาระดับปริญญาตรีที่ศึกษาอยู่ในสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ตัวอย่างที่สุ่ม ถูกแบ่งหน่วยทดลองออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละเท่า ๆ กัน รวมหน่วยตัวอย่างในการทดลอง 107 คน เพื่อทำการทดลองจำแนกตามลักษณะของพื้นหลังทางการศึกษา ส่วนแรกมีพื้นหลังการศึกษาในสายวิทย์ (กลุ่ม S) และ ส่วนที่สองมีพื้นหลังการศึกษาในสายศิลป์ (กลุ่ม A) โดยที่ หน่วยทดลอง เข้าร่วมการทดลอง และ ตอบแบบสอบถามภายในพื้นที่ห้องทดลองที่ได้ทำการจัดเตรียมไว้ภายในสถาบันฯ

3.3 การสุ่มตัวอย่างในการวิจัย

การสุ่มตัวอย่างในการวิจัยใช้วิธีการแบบแบ่งชั้นภูมิ (Stratified random sampling) เพื่อให้ได้ตัวอย่างที่มีคุณสมบัติตามต้องการและนำไปสู่การทดลอง แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ได้แก่

1. วิธีการสุ่มแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) เพื่อเป็นการคัดเลือกประชากรในพื้นที่ศึกษา โดยมีคุณสมบัติว่า เป็นสถาบันการศึกษาที่มีการเปิดหลักสูตรในระดับปริญญาตรี และมีนักศึกษาที่มีพื้นหลังทางการศึกษาทั้งสายวิทย์และสายศิลป์ นอกจากนี้ยังคำนึงถึงคุณสมบัติเฉพาะในเชิงพื้นที่ เช่น สถาบันดังกล่าวตั้งอยู่ในเขตที่อาจได้รับผลกระทบทางเสียง ในการศึกษาครั้งนี้เฉพาะเจาะจงเลือกพื้นที่สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังและนักศึกษาภายในสถาบันฯ เนื่องจากมีคุณสมบัติเบื้องต้นสอดคล้องกับคุณสมบัติที่กำหนดไว้ นอกจากนี้ตำแหน่งที่ตั้งของสถาบันอยู่ในพื้นที่ใกล้กับสนามบินนานาชาติสุวรรณภูมิ ซึ่งได้รับผลกระทบทางเสียงโดยตรง
2. สุ่มตัวอย่างและแบ่งคุณลักษณะของประชากรเป็น 2 กลุ่มหรือ 2 ชั้นภูมิ ตามตัวแปรพื้นหลังทางการศึกษา ได้แก่ นักศึกษาสายวิทย์ (กลุ่ม S) และนักศึกษาสายศิลป์ (กลุ่ม A)
3. ขั้นตอนการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple Random Sampling) สุ่มเลือกนักศึกษาในชั้นภูมิ จำนวนเท่า ๆ กัน แบ่งเป็นนักศึกษา 54 คนจากกลุ่มนักศึกษาที่มีพื้นหลังในสายวิทย์ และ จำนวน 53 คนจากกลุ่มนักศึกษาที่มีพื้นหลังสายศิลป์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.3 การสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้นภูมิ

3.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้แบ่งออกเป็น 2 ประเภทได้แก่ เครื่องมือวิจัยที่เป็นเอกสาร และ เครื่องมือวิจัยที่เป็นอุปกรณ์

3.4.1 เครื่องมือวิจัยที่เป็นเอกสาร

จากวัตถุประสงค์และขั้นตอนของการวิจัยที่ต้องการศึกษาคุณลักษณะทางเสียงของห้อง และต้องการศึกษาด้านการรับรู้เสียงทางจิตวิทยา จึงต้องมีเครื่องมือวิจัยเพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลใน 2 แบบได้แก่ แบบจดบันทึกและแบบสอบถาม

- แบบจดบันทึก (Survey Form) ใช้ในขั้นตอนการจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการวัดค่าดัชนีต่าง ๆ ตามปัจจัยและเงื่อนไขที่ได้กำหนดไว้ เป็นการประเมินเชิงวัตถุวิสัย ข้อมูลจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การจดบันทึกเป็นข้อมูลเชิงประจักษ์เพื่อนำไปวิเคราะห์และศึกษาคุณลักษณะทางเสียงของห้อง ของแต่ละพื้นที่ห้องสตูดิโอ

- แบบสอบถาม ใช้เพื่อค้นหาข้อเท็จจริงในเชิงทัศนคติของผู้ใช้งาน รวมถึงความพึงพอใจ อารมณ์ ความรู้สึก ที่ไม่สามารถสังเกตได้จากการมองหรือสังเกตการณ์ แบบสอบถามจะเป็นการประเมินแบบอัตวิสัย หน่วยตัวอย่างจะเป็นผู้ประเมินการรับรู้เสียงทางจิตวิทยา ซึ่งรวมถึงความพึงพอใจในประเด็นเกี่ยวกับคุณภาพเสียง

3.4.2 เครื่องมือวิจัยที่เป็นอุปกรณ์

การเก็บข้อมูลเสียงในภาคสนาม ประกอบด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวัดระดับเสียง สามารถวิเคราะห์เสียงจำแนกย่านความถี่ที่ได้มาตรฐาน IEC 60804 หรือ IEC 61672 หรือเทียบเท่า (IEC) ในการวิจัยครั้งนี้ใช้อุปกรณ์วัดเสียงจากสมาร์ทโฟน ยี่ห้อไอโฟนรุ่น 5s วัดค่าผ่านทางไมโครโฟนสำหรับการวัดโดยเฉพาะ ยี่ห้อเดย์ตัน รุ่น iMM-6 ทำการประเมินค่าดัชนี 3 ดัชนี (BNL, RT, & STI) ด้วยแอพพลิเคชันที่มีชื่อว่า SLA APM-tool และ iSTI ตามลำดับ รายละเอียดของอุปกรณ์ และซอฟท์แวร์ รวมถึง การรับรองมาตรฐาน แสดงไว้ในตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.2 อุปกรณ์การวัดเสียงและแอพพลิเคชันวิเคราะห์เสียง

Instruments and software	Specification and details	Standard or Certified
Sound generator (Speaker)	Roland, 6.5” neodymium speakers *2 / 40 – 140 dBA / Wide dynamic range and flat	European Directive 89/336/EEC
Microphone (Receiver)	Dayton, iMM-6 iDevice Calibrated Measurement Microphone, For use with iOS / True omnidirectional pattern with calibrated flat frequency response	IEC 60268-4
BNL measurement	SLA v2.2 by Toon.LLC, iOS application	IEC 61672-1; 2013 & JIS C 1509-1
RT measurement	APM Tool v2.0 by Suonoevita, iOS application	IEC 61672 & ISO 3382
STI measurement	iSTI by Embedded acoustics, iOS application	IEC-60268-16; 1998

ที่มา: Pasit Leeniva and Prapatpong Upala (2017)

เครื่องมืออื่น ๆ ได้แก่ อุปกรณ์กำเนิดเสียง อุปกรณ์บันทึกเสียงและอุปกรณ์บันทึกข้อมูล (กรมควบคุมมลพิษ. 2550) สำหรับชุดเครื่องมือตรวจวัดเสียงประกอบด้วย

- ไมโครโฟน ใช้เป็นเครื่องมือสำหรับรับเสียงแล้วส่งผ่านไปยังอุปกรณ์บันทึกข้อมูล ไมโครโฟนเป็นอุปกรณ์ที่มีความบอบบางมาก จึงควรหลีกเลี่ยงการสัมผัสบริเวณด้านหน้าของไมโครโฟน ระวังการตกกระแทก หรือเกิดการสั่นสะเทือนอย่างแรง หากมีการชำรุด เครื่องวัดเสียงก็ไม่สามารถรายงานผลได้อย่างถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ลำโพงหรือเครื่องกำเนิดเสียงที่สามารถควบคุมระดับความดังได้โดยเฉพาะในช่วง 40 – 140 เดซิเบล เพื่อใช้ในการจำลองเสียงในกิจกรรมการเรียนการสอน
- ขาตั้งเครื่องวัดระดับเสียง เป็นขาตั้งที่สามารถติดตั้งเครื่องวัดระดับเสียงให้มีระดับความสูงได้ตั้งแต่ 1.20 ถึง 1.50 เมตร
- สายสัญญาณ เชื่อมต่อสัญญาณจากไมโครโฟนมายังเครื่องวัดเสียง ใช้กรณีจำเป็นต้องตั้งไมโครโฟนห่างจากเครื่องวัดระดับเสียงเกินกว่า 1.50 เมตร หรือตั้งตั้งเครื่องเป็นระยะเวลานาน
- อะคูสติคคาลิเบรเตอร์ (Acoustic Calibrator) ตามมาตรฐาน IEC 60942 ใช้เทียบการอ่านค่ารับเสียงให้อ่านค่าได้อย่างถูกต้อง
- คอมพิวเตอร์และแบบฟอร์มจดบันทึกข้อมูล

ภาพที่ 3.4 ชุดเครื่องมือตรวจวัดเสียง ได้แก่ ไมโครโฟน สมาร์ทโฟน ลำโพง และอุปกรณ์ประกอบ

3.5 ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือวิจัย

3.5.1 เครื่องมือ แบบจดบันทึก

เพื่อทำการสำรวจสภาพแวดล้อมกายภาพและคุณลักษณะเสียงของห้อง รวมถึงรายละเอียดพื้นฐานเกี่ยวกับการบันทึกเช่น วัน เวลาในการบันทึก แบบจดบันทึกแบ่งเป็น 2 ส่วน ประกอบด้วย

ส่วนที่ 1

- ขนาดและมิติด้านต่างๆ กว้าง ยาว สูง (อัตราส่วน ปริมาตร)
- พื้นผิวของของระนาบต่างๆ (พื้น ผนัง เพดาน) พื้นผิวของวัสดุดูดซับเสียง (ตร.ม.)
- ร้อยละของพื้นผิวดูดซับเสียง (PAS)

ส่วนที่ 2

- ระดับเสียงรบกวนพื้นหลังภายนอกห้องในภาวะปกติ (ทางเดิน นอกหน้าต่าง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ระดับเสียงรบกวนพื้นหลังภายในห้อง (9 จุด) เมื่อไม่มีกิจกรรมและไม่มีคน (ปิดแอร์-ปิดอุปกรณ์ทุกชนิด ปิดแอร์-เปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าและไฟส่องสว่าง เปิดแอร์และอุปกรณ์)
- ค่าระดับเสียงรบกวนพื้นหลังภายในเมื่อดำเนินกิจกรรม (9 จุด) (จำลองเสียงพูดบรรยายเสียงดนตรี)
- ค่าระยะเวลาการก้องกังวาน (RT) 9 จุด (ทั้งเวลาดำเนินกิจกรรมและไม่มีกิจกรรม) และจำลองเสียงระเบิดลูกโป่ง ที่ระดับความดัง BNL+60 dBA
- ดัชนีส่งผ่านการพูด (STI) 9 จุด เมื่อเปิดเสียง STIPA signal ที่ระดับความดัง BNL+15 dBA

3.5.2 เครื่องมือแบบสอบถาม

แบบสอบถามเกี่ยวกับข้อมูลพื้นฐานทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม คุณภาพเสียงภายในพื้นที่การเรียนรู้ รวมถึงข้อคำถามเพื่อประเมินทัศนคติ การรับรู้ ความพึงพอใจ ประเมินอารมณ์และความรู้สึกของนักศึกษา เครื่องมือแบบสอบถามแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลเกี่ยวกับปัจจัยบุคคล ประกอบด้วย เพศ อายุ ชั้นปี การศึกษา
ส่วนที่ 2 การประเมินคุณภาพของเสียงเมื่อเปิดเสียงพูดและเสียงเพลง ได้แก่ ระดับความดัง ความชัดเจน การรับรู้ความก้องกังวาน และความพึงพอใจในภาพรวม
ส่วนที่ 3 ทัศนคติที่มีต่อเสียงรบกวน การส่งผลต่ออารมณ์และความรู้สึก

แบบสอบถาม เป็นเครื่องมือวิจัยใช้ในขั้นตอนการทดลอง จากการปรับพื้นที่ของพื้นผิวดูดซับเสียง (PAS) 5 ระดับ คือ 0% 7.5% 15% และ 30% จำลองเสียงพูดและเสียงเพลงที่ระดับความดัง BNL+15 dBA หน่วยทดลองเป็นผู้ตอบแบบสอบถามภายหลังจากการได้ฟังเสียง

การออกแบบวิธีการตอบเป็นแบบผสมผสานทั้งแบบมาตรวัดลิคเอิร์ท (Likert Scale) เพื่อประเมินระดับความพึงพอใจ ทัศนคติ รวมถึงประเมินด้านอารมณ์และความรู้สึก ร่วมกับแบบสำรวจรายการ ทั้งนี้เพื่อให้หน่วยทดลอง ทำการตอบแบบสอบถามได้อย่างเที่ยงตรง นอกจากนี้ ข้อมูลที่ได้รับจะมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การวิจัย และกระบวนการวิเคราะห์ทางสถิติ

3.5.3 ความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นของแบบสอบถามที่ใช้ในการทดลอง

1) ความเที่ยงตรง

ผู้วิจัยได้นำแบบสอบถามที่ใช้ในการทดสอบการรับรู้เสียงทางจิตวิทยา เพื่อขอคำแนะนำจากอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้อง ได้ตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหาและความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหมาะสมของภาษาที่ใช้ในการสื่อสาร นำมาใช้กับหน่วยตัวอย่างในการทดสอบเบื้องต้นก่อนการทดลองจริง

2) ความเชื่อมั่น

จากข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้จากกลุ่มตัวอย่างทดลองทั้งหมด 30 ชุด ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามประเด็นต่าง ๆ โดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค เกณฑ์ยอมรับที่ค่ามากกว่า 0.700 ผลการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 ผลการวิเคราะห์ความเชื่อมั่นด้วยวิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค

ลำดับ	ประเด็นในแบบสอบถาม	จำนวนคำถาม	สัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค
1	ภาพรวมของแบบสอบถามทั้งฉบับ	96	0.823
2	การรับรู้เสียง PAS 0	18	0.750
3	การรับรู้เสียง PAS 7.5	18	0.841
4	การรับรู้เสียง PAS 15f	18	0.835
5	การรับรู้เสียง PAS 15b	18	0.736
6	การรับรู้เสียง PAS 30	18	0.808
7	การรับรู้ความดัง	18	0.841
8	การรับรู้การก้องกังวาน	18	0.839
9	การรับรู้ความชัดเจน	42	0.816
10	ทัศนคติที่มีต่ออารมณ์และสมาธิ	4	0.716
11	ทัศนคติที่มีต่อสภาพแวดล้อมเสียงในห้องเรียน	15	0.714

3.6 การกำหนดตัวแปร ตัวชี้วัด และการเชื่อมโยงตัวแปร

3.6.1 การกำหนดตัวแปรและตัวชี้วัด

การกำหนดตัวแปรอ้างอิงตามกรอบการวิจัยในภาพที่ 2.10 โดยทำการแปลงค่าจากตัวแปรเชิงมโนทัศน์ (Conceptual Variable) ไปสู่ตัวแปรเชิงปฏิบัติการ (Operational variable) และตัวชี้วัด (Indicator) แสดงในตารางที่ 3.3

ตัวแปรนิยามเชิงมโนทัศน์ประกอบด้วยองค์ประกอบหลักของการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ สภาพแวดล้อมกายภาพพื้นที่เพื่อการเรียนรู้ การรับรู้เสียงทางจิตวิทยา คุณลักษณะทางเสียงของห้อง ปัจจัยบุคคล และรูปแบบเสียงในกิจกรรมการเรียนการสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.4 การแปลงค่าตัวแปรนิยามเชิงมโนทัศน์ (Conceptual Variable) ไปสู่ตัวแปรนิยามเชิงปฏิบัติการ (Operational Variable) และตัวชี้วัดรวมถึงระดับในการวัด

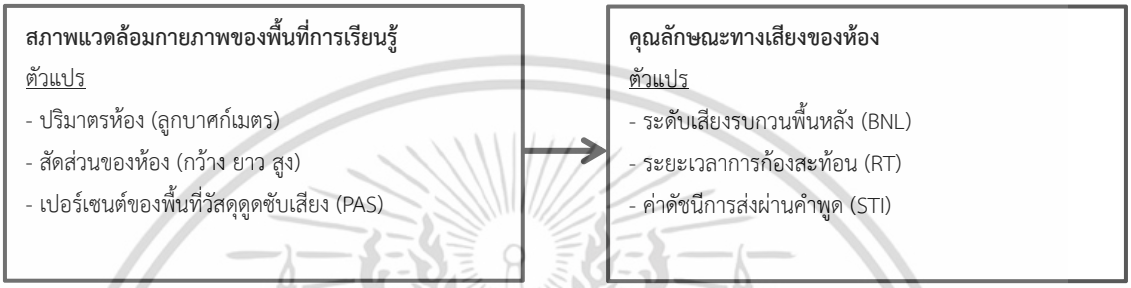
ตัวแปรนิยามเชิงมโนทัศน์ (Conceptual Variable)	ตัวแปรนิยามเชิงปฏิบัติการ (Operational Variable)	ตัวชี้วัด	ระดับการวัด	เครื่องมือการวิจัย		
				แบบสำรวจ	แบบสอบถาม	อุปกรณ์วัดค่า
สภาพแวดล้อมภายในพื้นที่การเรียนรู้	สภาพแวดล้อมกายภาพ	ขนาดปริมาตรห้อง (m^3)	ratio	✓		✓
		ความกว้าง ยาว สูง (m.)	ratio	✓		✓
		พื้นที่ระนาบต่างๆ (m^2)	ratio	✓		✓
		พื้นที่ของพื้นผิวดูดซับเสียง (m^2)	ratio	✓		✓
		ร้อยละของพื้นผิวดูดซับเสียง (%) (Percentage of Absorbing Surface : PAS)	ratio	✓		✓
		ประเภทของระบบปรับอากาศ	nominal	✓		
คุณลักษณะทางเสียงของห้อง (Room Acoustical Characteristics)	ดัชนีชี้วัดค่าคุณลักษณะทางเสียง	Background Noise Level (dBA)	Ratio	✓		✓
		Reverberation Time (second)	Ratio	✓		✓
		Speech Transmission Index (0-1)	Ratio	✓		✓
	คุณลักษณะ	ประเภทของคุณลักษณะเสียงของห้อง (Standard, Lively, Deadly)	Nominal	✓		
การรับรู้เสียงทางจิตวิทยา (Psychoacoustics)	การรับรู้เสียงเกี่ยวกับคุณภาพเสียง	ที่มาของเสียงรบกวน	Nominal		✓	
		ประเมินความพึงพอใจ	Ratio		✓	
		ประเมินความชัดเจนในการได้ยิน	Ratio		✓	
	การรับรู้ทางจิตวิทยา	ทัศนคติต่อเสียงก้องสะท้อนในห้อง	Ratio		✓	
		ประเมินทัศนคติต่อเสียงที่ได้ยิน	Ratio		✓	
		ประเมินในภาพรวม	Ratio		✓	
ปัจจัยบุคคล (Human Factors)	ข้อมูลเกี่ยวกับบุคคล	เพศ	Nominal		✓	
		อายุ	Ratio		✓	
		ชั้นปี	Ordinal		✓	
		พื้นหลังทางการศึกษา: สายวิทย์ สายศิลป์	Nominal		✓	
กิจกรรมการเรียนการสอน	ลักษณะของเสียงในกิจกรรมการเรียนการสอน	ประเภทของเสียง (เสียงพูด เสียงเพลง และ เสียงเอฟเฟกต์เสมือน)	Nominal	✓		
		ระดับความดังของเสียง (เดซิเบลเอ) 40-140 dBA	Ratio	✓		✓

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.2 การเชื่อมโยงตัวแปร

การเชื่อมโยงตัวแปรอิสระ และตัวแปรตาม กำหนดให้มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์และคำถามการวิจัย แสดงตามภาพที่ 3.5 ถึง 3.8 และได้ทำข้อมูลสรุปการเชื่อมโยงตัวแปรอิสระและตัวแปรตามไว้ในตารางที่ 3.4 ดังต่อไปนี้

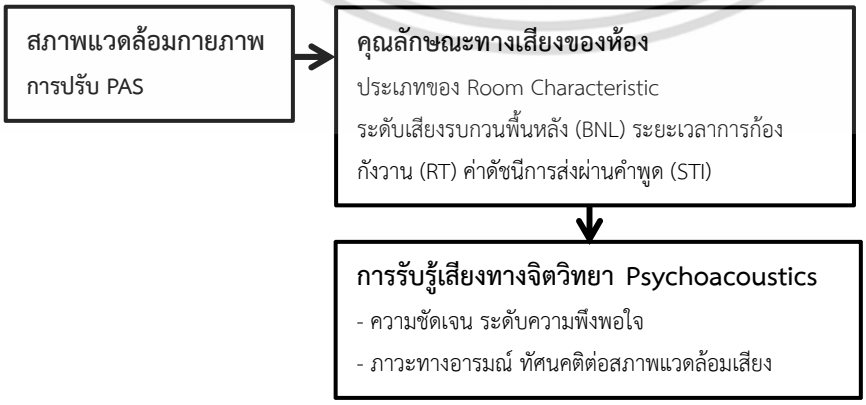
<u>วัตถุประสงค์ข้อที่ 1</u>: เพื่อศึกษาคุณลักษณะทางเสียงของห้องในสภาพแวดล้อมพื้นที่การเรียนรู้



ภาพที่ 3.5 การเชื่อมโยงสภาพแวดล้อมกายภาพที่มีผลต่อคุณลักษณะทางเสียงของห้อง

จากภาพที่ 3.5 แสดงให้เห็นการเชื่อมโยงองค์ประกอบสภาพแวดล้อมกายภาพกับคุณลักษณะทางเสียงของห้อง ตัวแปรของสภาพแวดล้อมกายภาพประกอบไปด้วย ปริมาตรของห้อง (หน่วยลูกบาศก์เมตร) สัดส่วนของห้อง (หน่วยเมตร) และเปอร์เซนต์ของพื้นที่วัสดุดูดซับเสียง ซึ่งตัวแปรดังกล่าวส่งผลต่อคุณลักษณะทางเสียงของห้อง โดยที่ตัวแปรตาม คือ ดัชนีชี้วัด ได้แก่ ระดับของเสียงรบกวนพื้นหลัง (BNL) ระยะเวลาการก้องสะท้อน (RT) และดัชนีการส่งผ่านการพูด (STI) และเมื่อนำค่าต่าง ๆ เหล่านี้ไปเทียบกับค่ามาตรฐานสากล สามารถกำหนดคุณลักษณะทางเสียงของห้องของพื้นที่ที่ทำการสำรวจ

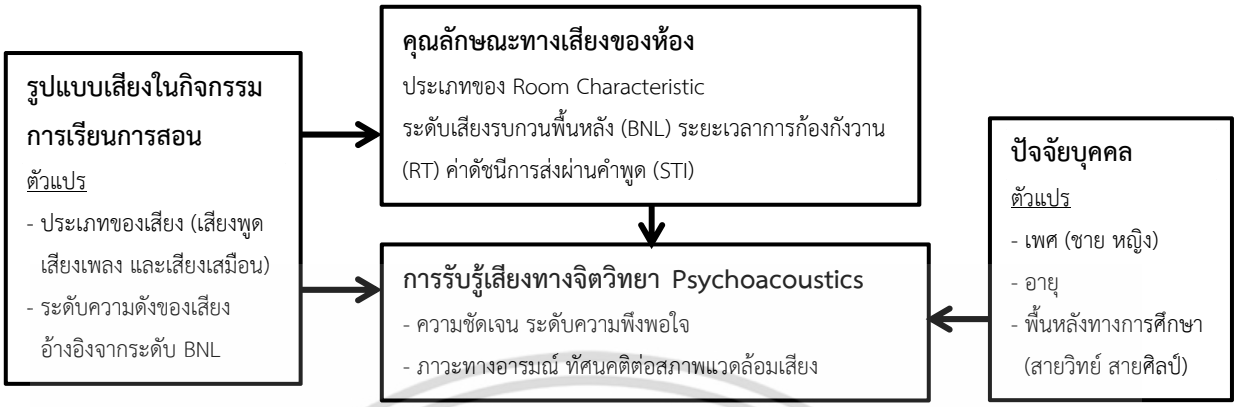
<u>วัตถุประสงค์ข้อที่ 2</u>: เพื่อศึกษาคุณลักษณะทางเสียงของห้องและการรับรู้เสียง จากการปรับเปลี่ยนสภาพแวดล้อมกายภาพ



ภาพที่ 3.6 การเชื่อมโยงคุณลักษณะทางเสียงของห้องและการรับรู้เสียง จากการปรับ PAS

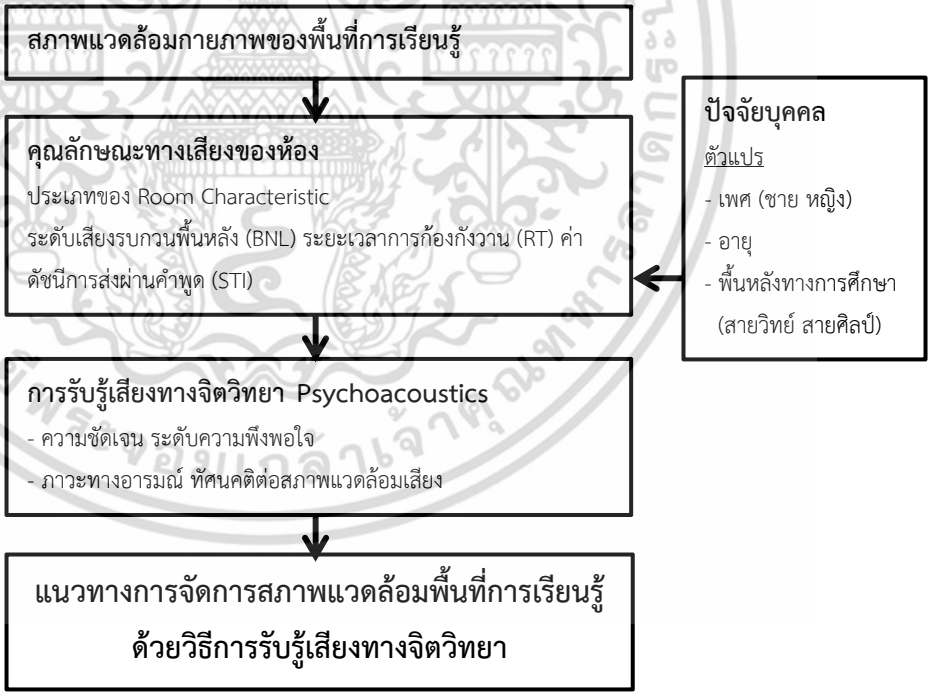
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>วัตถุประสงค์ข้อที่ 3</u>: เพื่อค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะทางเสียงของห้อง รูปแบบเสียงในกิจกรรมการเรียนการสอน และการรับรู้เสียงทางจิตวิทยา



ภาพที่ 3.7 การเชื่อมโยงองค์ประกอบคุณลักษณะทางเสียงของห้องกับรูปแบบเสียงในกิจกรรมการเรียนการสอน และการรับรู้เสียงทางจิตวิทยาที่เป็นผลมาจากปัจจัยบุคคล

<u>วัตถุประสงค์ข้อที่ 4</u>: เพื่อเสนอแนะแนวทางการจัดการสภาพแวดล้อมพื้นที่การเรียนรู้ที่สอดคล้องกับคุณลักษณะทางเสียงของห้องกับการรับรู้เสียงทางจิตวิทยา



ภาพที่ 3.8 การเชื่อมโยงองค์ประกอบ สภาพแวดล้อมกายภาพพื้นที่การเรียนรู้ คุณลักษณะทางเสียงของห้องกับการรับรู้เสียงทางจิตวิทยา นำไปสู่แนวทางในการจัดสภาพแวดล้อมพื้นที่การเรียนรู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.5 การเชื่อมโยงตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม

ตัวแปรอิสระ : สภาพแวดล้อมกายภาพ (Physical Environment)		*ตัวแปรตาม : คุณลักษณะเสียงของห้อง (Room Acoustical Characteristics)*	
ตัวชี้วัด	ระดับการวัด	ตัวชี้วัด	ระดับการวัด
ขนาดของห้อง (ปริมาตร: m^3) ขนาดของห้อง (กว้าง ยาว สูง: m) จำนวนพื้นที่ของพื้นผิว (พื้นผนังเพดาน: m^2) จำนวนพื้นที่ของพื้นผิวที่ดูดซับเสียง: m^2 อัตราส่วนของพื้นผิวดูดซับเสียง: % (Percentage of Absorbing Surface: PAS 0-30%)	Ratio	ความดังเสียงพื้นหลัง (dBA) ค่าความก้องกังวาน (RT: second) ดังนีส่งผ่านคำพูด (STI: 0.00–1.00)	Ratio
ขนาดของห้อง (ปริมาตร: m^3) ขนาดของห้อง (กว้าง ยาว สูง: m) จำนวนพื้นที่ของพื้นผิว (พื้นผนังเพดาน: m^2) จำนวนพื้นที่ของพื้นผิวที่ดูดซับเสียง: m^2 อัตราส่วนของพื้นผิวดูดซับเสียง: % (Percentage of Absorbing Surface: PAS 0-30%)	Ratio	ประเภทของ Character (Deadly or Lively)	Nominal
ตัวแปรอิสระ : รูปแบบเสียงในกิจกรรมการเรียนการสอน (Sound Types of Learning Activities)		*ตัวแปรตาม : คุณลักษณะเสียงของห้อง (Room Acoustical Characteristics)*	
ตัวชี้วัด	ระดับการวัด	ตัวชี้วัด	ระดับการวัด
ประเภทของเสียงในกิจกรรมฯ : ไม่มีกิจกรรม (Empty Room) เสียงพูดบรรยาย (Speaking) เสียงเพลง (Music) เสียงเอฟเฟคต์เสมือน (Balloon Burst & STIPA signal	Nominal	ความดังเสียงพื้นหลัง (dBA) ค่าความก้องกังวาน (RT: second) ดัชนีส่งผ่านคำพูด (STI: 0.00–1.00)	Ratio
ระดับความดังของเสียง (dBA)	Ratio	ความดังเสียงพื้นหลัง (dBA) ค่าความก้องกังวาน (RT: second) ดัชนีส่งผ่านคำพูด (STI: 0.00–1.00)	Ratio
ประเภทของเสียงในกิจกรรมฯ : เสียงพูด เสียงเพลง	Nominal	ประเภทของ Character (Deadly or Lively)	Nominal

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.5 (ต่อ)

<table>
<tr><td colspan="2">ตัวแปรอิสระ : ปัจจัยบุคคล
(Human Factors)</td><td colspan="2">ตัวแปรตาม : การรับรู้เสียงทางจิตวิทยา
(Psychoacoustics)</td></tr>
<tr><td>ตัวชี้วัด</td><td>ระดับการวัด</td><td>ตัวชี้วัด</td><td>ระดับการวัด</td></tr>
<tr><td>เพศ (ชาย หญิง)
พื้นหลังทางการศึกษา
(สายวิทย์ สายศิลป์)</td><td>Nominal</td><td rowspan="3">ประเมินความพึงพอใจภาพรวม
ประเมินระดับความดัง
ประเมินความชัดเจนในการได้ยิน
ประเมินภาวะความก้อง
ประเมินทัศนคติต่อเสียงในห้อง</td><td rowspan="3">Ratio</td></tr>
<tr><td>อายุ</td><td>Ratio</td></tr>
<tr><td>ชั้นปี</td><td>Ordinal</td></tr>
<tr><td>เพศ (ชาย หญิง)
พื้นหลังทางการศึกษา
(สายวิทย์ สายศิลป์)</td><td>Nominal</td><td rowspan="2">สาเหตุ หรือ ที่มาของเสียงรบกวน
(เสียงจากการก้องสะท้อน เสียงจากงานระบบไฟฟ้า แอร์ เสียงจากพฤติกรรม เพื่อนคุยกัน อุปกรณ์เครื่องเขียน เสียงจากพื้นที่ข้างเคียง หรือ อื่นๆ)</td><td rowspan="2">Nominal</td></tr>
<tr><td>อายุ</td><td>Ratio</td></tr>
<tr><td colspan="2">ตัวแปรตาม : คุณลักษณะเสียงของห้อง
(Room Acoustical Characteristics)</td><td colspan="2">ตัวแปรตาม : การรับรู้เสียงทางจิตวิทยา
(Psychoacoustics)</td></tr>
<tr><td>ตัวชี้วัด</td><td>ระดับการวัด</td><td>ตัวชี้วัด</td><td>ระดับการวัด</td></tr>
<tr><td rowspan="2">ความดังเสียงพื้นหลัง (dBA)
ค่าความก้องกังวาน (RT: second)
ดังนีส่งผ่านคำพูด (STI: 0.00–1.00)</td><td rowspan="2">Ratio</td><td>ประเมินความพึงพอใจภาพรวม
ประเมินระดับความดัง
ประเมินความชัดเจนในการได้ยิน
ประเมินภาวะความก้อง
ประเมินทัศนคติต่อเสียงในห้อง</td><td>Ratio</td></tr>
<tr><td>สาเหตุ หรือ ที่มาของเสียงรบกวน
(เสียงจากการก้องสะท้อน เสียงจากงานระบบไฟฟ้า แอร์ เสียงจากพฤติกรรม เพื่อนคุยกัน อุปกรณ์เครื่องเขียน เสียงจากพื้นที่ข้างเคียง หรือ อื่นๆ)</td><td>Nominal</td></tr>
</table>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.3 ตัวแปรควบคุม

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจร่วมกับการวิจัยเชิงทดลอง เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการวิจัย ที่ต้องการศึกษาผลของการรับรู้เสียงทางจิตวิทยาในสภาพแวดล้อมกายภาพจากการปรับเปลี่ยน จึงต้องมีกระบวนการทดลองภายในสภาพแวดล้อมที่มีการควบคุม ได้แก่ การควบคุมตัวแปรสภาพแวดล้อมกายภาพ และตัวแปรเสียงในกิจกรรมการเรียนการสอน รวมถึงมีการกำหนดสภาพการณ์โดยรอบเพื่อป้องกันเสียงรบกวนจากภายนอก แสดงรายละเอียดไว้ในตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.6 ตัวแปรควบคุมในการทดลอง

ตัวแปรควบคุม	รายละเอียด
สภาพแวดล้อมกายภาพ	- ขนาดปริมาตรของห้องอยู่ในช่วง 288-566 ลูกบาศก์เมตร - รองรับนักศึกษาได้ 100-120 คน - ภายในห้องเรียนไม่มีเฟอร์นิเจอร์ - ปิดประตูและหน้าต่าง - เปิดใช้งานระบบปรับอากาศและระบบไฟฟ้าตามปกติ - ทำการปรับร้อยละของพื้นผิวดูดซับเสียง (Percentage of Absorbing Surface) ได้ 5 ระดับ (0-30%) โดยใช้ผนังโครงเบาแขวนผ้าม่าน ขนาด 1.20 x 2.40 ม. ในบริเวณที่มีการปรับเปลี่ยน - ไม่มีการปรับเปลี่ยนพื้นผิวฝ้าเพดานและพื้นห้อง
เสียงในกิจกรรมการเรียนการสอน	- เสียงพูดอยู่ในช่วงความถี่ 1000-2000 Hz. จำลองเสียงจากซอฟท์แวร์ jRaja-VAJA v.6.0 (Home edition) by NECTEC - เสียงเพลงเป็นเพลงที่มีการผลิตตามรูปแบบปกติและยังไม่มีผู้ใดเคยได้ฟัง - เครื่องกำเนิดเสียงจากลำโพงที่ตำแหน่งหน้าห้อง ให้เสียงที่ปราศจากการแต่งเสียง (Flat) ให้ระดับความดัง 40-140 dBA - กำหนดระดับความดังอ้างอิงจาก BNL ของห้องในขณะทดสอบ
ช่วงเวลาการเก็บข้อมูล	- เก็บข้อมูลในวันเดียวกัน - เป็นวันที่ไม่มีฝนตกหรืออากาศแปรปรวน - เก็บข้อมูลในช่วงเวลาเรียนปกติคือ 9.00 - 12.00 และ 13.00 - 16.00 น. - ห้องเรียนที่อยู่ในพื้นที่ชิดติดกันรวมถึงภายในอาคารเรียนไม่มีกิจกรรมการเรียนการสอน และกิจกรรมอื่น - ช่วงเก็บข้อมูลไม่มีผู้คนเดินในโถงทางเดินบริเวณหน้าห้อง - เก็บข้อมูลทดลองในช่วงที่ไม่มีเสียงเครื่องบินจากภายนอกรบกวน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลใช้เครื่องมือวิจัยในลักษณะเครื่องมืออุปกรณ์การวัดค่าดัชนีชี้วัดต่าง ๆ ที่บ่งบอกถึง คุณลักษณะทางเสียงของห้อง ร่วมกับเครื่องมือวิจัยที่เป็นแบบจดบันทึก รวมถึงแบบสอบถามเพื่อประเมินการรับรู้ ความพึงพอใจ ทัศนคติที่มีต่อเสียง อารมณ์และความรู้สึก

พื้นที่การศึกษา ได้แก่ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในคณะที่มีการเปิดหลักสูตรการเรียนการสอนในระดับปริญญาตรี โดยคัดเลือกห้องเพื่อทำการเก็บข้อมูลคุณลักษณะเสียงในเบื้องต้น คณะละ 1 ห้อง รวมจำนวน 7 ห้อง การเก็บรวบรวมข้อมูลจะมีขั้นตอนและรายละเอียดดังต่อไปนี้

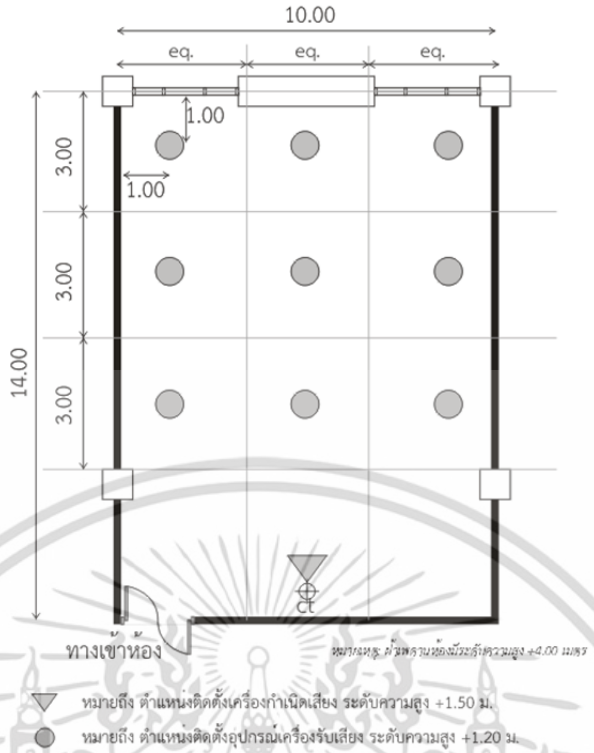
3.7.1 ขั้นตอนการเก็บข้อมูลคุณลักษณะทางเสียงของห้อง

- ห้องมีขนาดปริมาตรประมาณ 288-566 ลูกบาศก์เมตร รูปร่างของห้องเป็นสี่เหลี่ยม ติดตั้งระบบปรับอากาศและสามารถรองรับนักศึกษาได้จำนวน 100-120 ที่นั่ง
- เก็บข้อมูลในขณะที่ห้องไม่มีนักศึกษา (ปิด-เปิด แอร์ และปิด-เปิด ระบบไฟฟ้า)
- จำลองเสียงพูด และเสียงเพลง ที่ระดับความดัง BNL+15 dBA เปิดแอร์และระบบไฟฟ้าตามปกติ
- เก็บข้อมูลระดับเสียงรบกวนพื้นหลัง (BNL) เวลาการก้องกังวาน (RT) และดัชนีการส่งผ่านคำพูด (STI) ของแต่ละเงื่อนไขและสถานการณ์ต่างๆ
- ติดตั้งเครื่องกำเนิดเสียง บริเวณหน้าห้อง ความสูง 1.50 เมตร และวัดค่าต่าง ๆ ตามตำแหน่งที่กำหนดไว้ตามภาพที่ 3.9
- ใช้เครื่องมือแบบสำรวจเชิงพื้นที่ในการรวบรวมข้อมูล

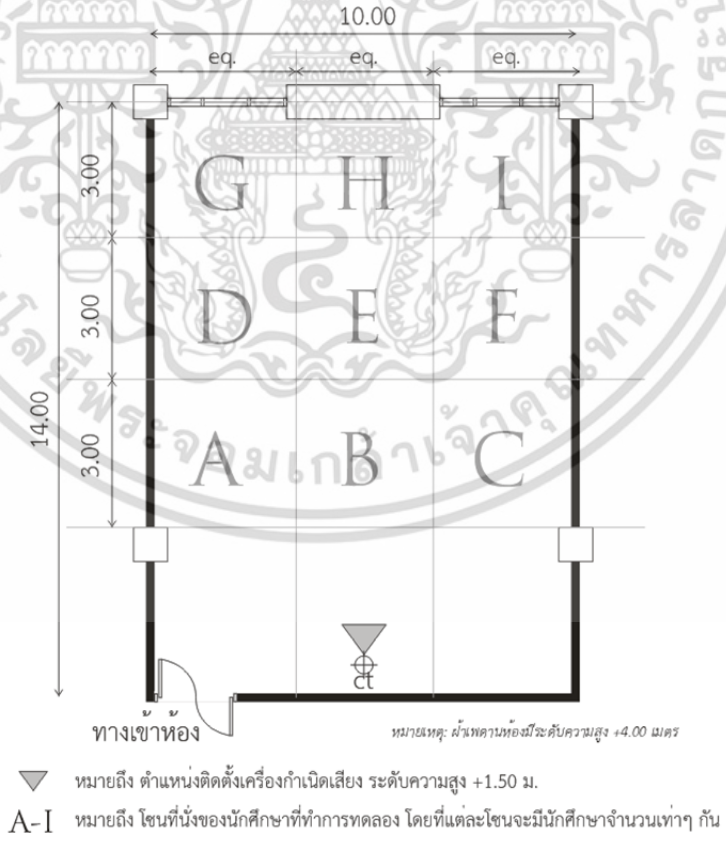
3.7.2 ขั้นตอนการคัดเลือกห้องเพื่อนำไปใช้ในการทดลอง

- คัดเลือกห้อง 1 ห้องจากจำนวนห้องทั้งหมด 7 ห้อง เพื่อใช้ในการทดลอง ควบคุมตัวแปร พื้นที่พื้นผิววัสดุดูดซับเสียง และตัวแปรความดังของระดับเสียงประเภทต่าง ๆ
- ห้องที่ได้รับคัดเลือก เป็นห้องที่มีสามารถจะปรับปริมาณพื้นผิวดูดซับเสียง (PAS) ที่ผนังได้ตั้งแต่ 0-30%
- กำหนดตำแหน่งเครื่องกำเนิดเสียงบริเวณหน้าห้อง ความสูง 1.50 ม. และแบ่งพื้นที่นั่งของผู้ตอบแบบสอบถามออกเป็น 9 โซน แสดงในภาพที่ 3.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.9 ผังพื้นภายในห้องทดลอง แสดงตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์กำเนิดและเครื่องรับเสียง



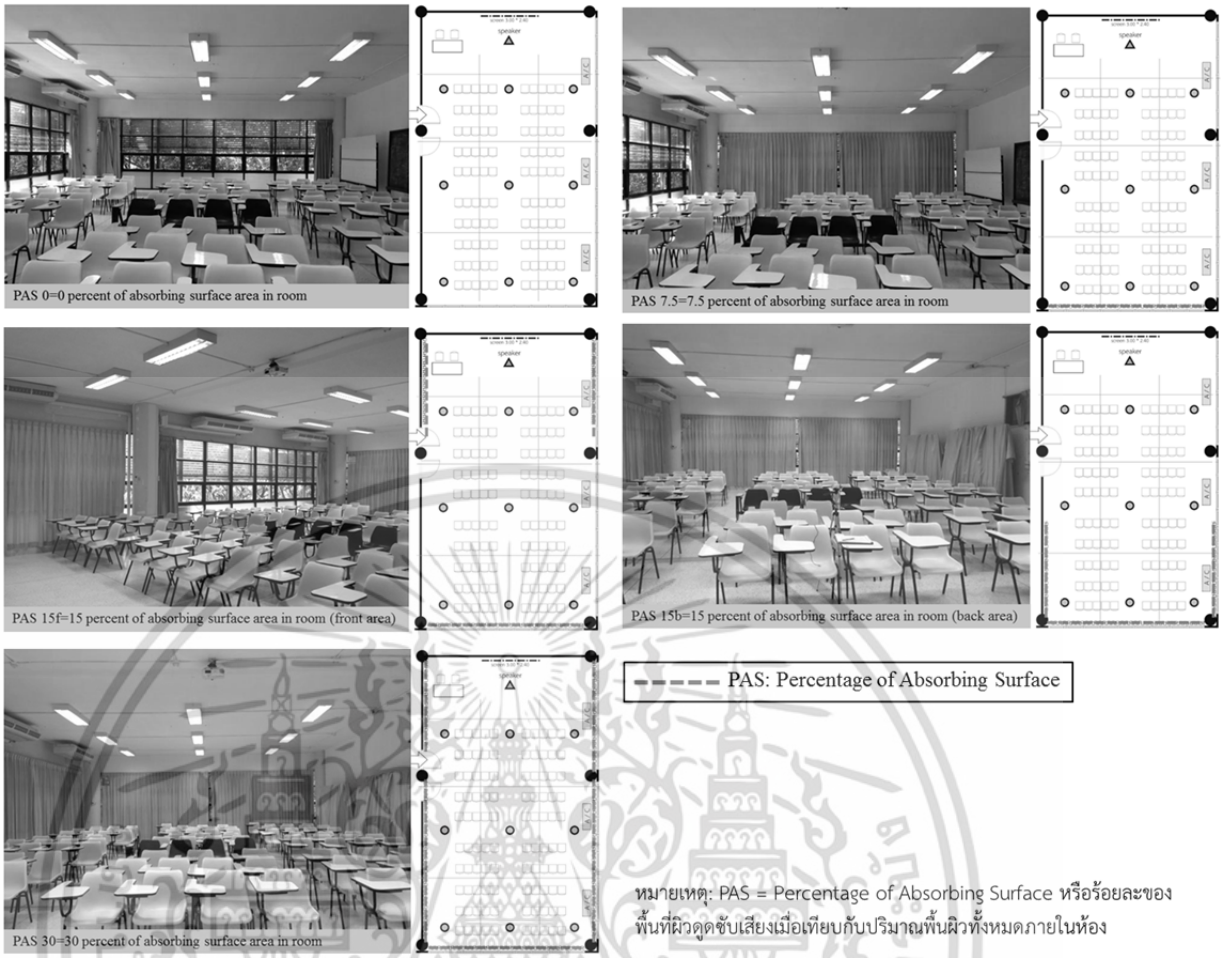
ภาพที่ 3.10 ผังพื้นภายในห้องทดลอง แบ่งพื้นที่นั่งออกเป็น 9 โซน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7.3 ขั้นตอนการเก็บข้อมูลภายในห้องทดลอง

- เก็บข้อมูลด้วยแบบสอบถาม เพื่อประเมินการรับรู้ ประเมินทัศนคติเกี่ยวกับคุณภาพเสียง ประเมินความรู้สึก รวมถึงประเมินความพึงพอใจในภาพรวม
- หน่วยทดลองมีจำนวนทั้งหมด 100% แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มกลุ่มละ 50% จำแนกตามลักษณะของพื้นหลังทางการศึกษา (สายวิทย์และสายศิลป์)
- แต่ละกลุ่มทำการทดลองคนละวัน เนื่องจากหากมีนักศึกษาอยู่ภายในห้องเรียนมากในลักษณะเต็มห้องเรียน ตัวบุคคลจะเป็นองค์ประกอบการดูดซับเสียงด้วยเช่นกัน จึงต้องแบ่งการเก็บข้อมูลออกเป็น 2 วันภายในบริบทสภาพแวดล้อมที่ไม่แตกต่างกัน
- ปรับกายภาพห้อง โดยการปรับร้อยละของพื้นที่การดูดซับเสียง PAS หมายถึง การคำนวนพื้นที่ของวัสดุดูดซับเสียงทั้งหมด (ตร.ม.) เทียบกับพื้นผิวโดยรวมของระนาบทั้งหมดภายในห้อง (ตร.ม.) โดยกำหนดเป็น 5 รูปแบบ ได้แก่ 1) PAS 30% (Sala and Viljanen. 1995) 2) PAS 15%f พื้นผิวซับเสียงท้ายห้องและบริเวณหน้าห้อง 3) PAS 15%b พื้นผิวซับเสียงบริเวณท้ายห้อง 4) PAS 7.5% และ 5) PAS 0% รูปแบบแผนผังการติดตั้งพื้นผิวดูดซับเสียงทั้ง 5 แบบแสดงไว้ใน ภาพที่ 3.11
- การเพิ่มหรือลดพื้นที่การดูดซับเสียงบริเวณพื้นที่ผนังเท่านั้น เนื่องจากการปรับเปลี่ยนที่พื้นและฝ้าเพดานในการปฏิบัติจริงจะกระทำได้ยากรวมถึงใช้งบประมาณหการปรับปรุงสูง (Zannin and Marcon. 2007; Fuchs, et al. 2001; Astolfi, et al. 2008)
- เปิดเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียง (ลำโพง) ทั้งหมดสองประเภท ได้แก่ เสียงพูดบรรยาย เสียเพลง โดยที่แต่ละเสียงนั้นจะทำการทดลองในระดับความดังอ้างอิงจาก BNL ให้เพิ่มขึ้นไปอีก 15 dBA หรือ BNL+15 dBA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.11 การติดตั้ง PAS 5 รูปแบบภายในห้องทดลอง

3.8 การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลเชิงปริมาณที่ได้จากการสำรวจภาคสนาม การวัดค่าจริงภายใต้การกำหนดสถานการณ์และเงื่อนไขต่าง ๆ ข้อมูลจากการตอบแบบสอบถามของตัวอย่าง ทั้งในประเด็นของการรับรู้เสียงทางจิตวิทยาและคุณลักษณะทางเสียงของห้องผ่านสภาพแวดล้อมกายภาพของห้อง โดยมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องเป็นรูปแบบเสียงในกิจกรรมการเรียนการสอนและปัจจัยบุคคล ข้อมูลทั้งหมดจะถูกนำมาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมทางสถิติ เพื่อการตอบคำถามการวิจัยทั้ง 4 ข้อ

รูปแบบการวิเคราะห์ข้อมูลมีดังต่อไปนี้

- การรายงานข้อมูลพื้นฐานด้วย ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เกี่ยวกับข้อมูลเชิงปริมาณที่ได้จากการวัดค่าดัชนีต่าง ๆ รวมถึง ข้อมูลเชิงปริมาณจากการประเมินโดยตัวอย่างในการทดลอง
- สถิติวิเคราะห์การถดถอย วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเชิงปริมาณตั้งแต่สองตัวขึ้นไป เพื่อใช้ในการพยากรณ์ค่าของตัวแปรหนึ่งจากตัวแปรอื่น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- วิเคราะห์สหสัมพันธ์เพียร์สัน เพื่อวิเคราะห์ความเชื่อมโยงระหว่างตัวแปรเชิงปริมาณ ทั้ง 2 ตัว ว่ามีอิสระหรือมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ อย่างไร
- สถิติทดสอบที เพื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างตัวอย่าง 2 กลุ่มที่เป็นอิสระต่อกัน เช่น ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจของนักศึกษา 2 กลุ่ม ที่มีพื้นหลังทางการศึกษาต่างกัน

การวิเคราะห์ข้อมูลนำไปสู่การตอบคำถามในการวิจัย และผลที่ได้จากการวิจัยจะสามารถนำไปอธิบายถึงสภาพแวดล้อมกายภาพภายในพื้นที่การเรียนรู้ ที่ส่งผลต่อคุณลักษณะทางเสียงของห้อง และสามารถจะใช้เป็นแนวทางในการจัดสภาพแวดล้อมกายภาพที่เหมาะสมกับรูปแบบเสียงในกิจกรรมการเรียนการสอน สอดคล้องกับคุณลักษณะทางเสียงของห้องรวมถึงปัจจัยบุคคล ภายใต้กระบวนวิธีการรับรู้เสียงทางจิตวิทยา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการศึกษาและวิเคราะห์คุณลักษณะทางเสียงของห้อง

ผลของการวิจัยแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้ 1) การสรุปผลการศึกษาและวิเคราะห์คุณลักษณะทางเสียงของห้อง 2) ผลการศึกษาคุณลักษณะทางเสียงของห้องทดลอง และ 3) การสรุปผลการศึกษาและวิเคราะห์การรับรู้ทางเสียง ผลการวิจัยทั้งสามส่วนสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การวิจัยทั้งหมด 4 ข้อ ได้แก่

- เพื่อศึกษาคุณลักษณะทางเสียงของห้องในสภาพแวดล้อมพื้นที่การเรียนรู้
- เพื่อศึกษาคุณลักษณะทางเสียงและการรับรู้เสียง จากการปรับเปลี่ยนสภาพแวดล้อมกายภาพ
- เพื่อค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะทางเสียงของห้อง รูปแบบเสียงในกิจกรรมการเรียนการสอน และการรับรู้เสียงทางจิตวิทยา
- เพื่อเสนอแนะแนวทางการจัดการสภาพแวดล้อมพื้นที่การเรียนรู้ ที่สอดคล้องกับคุณลักษณะทางเสียงของห้องกับการรับรู้เสียงทางจิตวิทยา

เนื้อหาในส่วนนี้จะเป็นการสรุปผลและวิเคราะห์ปัจจัยเชิงกายภาพที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะทางเสียงของห้องเรียนขนาดใหญ่ที่เป็นตัวแทนของ 7 คณะภายใน สจล. เนื้อหาส่วนนี้ประกอบด้วย

4.1 ปัจจัยด้านกายภาพของพื้นที่ทำการศึกษา
- ข้อมูลพื้นที่ทำการศึกษา
- ผลการเก็บรวบรวมข้อมูล

4.2 ระดับเสียงรบกวนพื้นหลัง (BNL)
- BNL ของพื้นที่ทำการศึกษา
- ผังการกระจายตัวของเสียง
- การวิเคราะห์เชิงเปรียบเทียบค่าระดับเสียงในสภาวะการจำลองเสียงกิจกรรมเสียงพูดและเสียงเพลง

4.3 ระยะเวลาการก้องกังวาน (RT)

4.4 ดัชนีการส่งผ่านการพูด (STI)
- STI ของพื้นที่ทำการศึกษา
- ผังแสดงการกระจายตัวของค่า STI

4.5 การวิเคราะห์ ปัจจัยสภาพแวดล้อมกายภาพที่มีผลต่อค่า STI

4.6 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัย PAS กับดัชนีชี้วัดทางเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.7 คุณลักษณะทางเสียงของห้อง

- บทสรุปของปัจจัยสภาพแวดล้อมกายภาพที่มีผลต่อคุณลักษณะทางเสียงของห้องกับค่ามาตรฐานของดัชนีชี้วัดทางเสียง
- บทสรุปของความเชื่อมโยงระหว่างคุณลักษณะทางเสียงของห้องกับเสียงในกิจกรรมการเรียนการสอน
- การคัดเลือกห้องเรียนสำหรับทดลอง PAS เพื่อประเมินการรับรู้เสียงทางจิตวิทยา

4.1 ปัจจัยด้านกายภาพของพื้นที่ทำการศึกษา

4.1.1 ข้อมูลพื้นที่ทำการศึกษา

พื้นที่ทำการศึกษาครั้งนี้เลือกพื้นที่การเรียนรู้หรือห้องเรียนขนาดใหญ่ ที่อยู่ภายในสภาบันการศึกษาภาครัฐ โดยเลือกสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เป็นพื้นที่ทำการศึกษา ห้องเรียนขนาดใหญ่ทั้งหมดมีจำนวน 7 ห้องซึ่งเป็นตัวแทนของแต่ละคณะที่ทำการเปิดสอนในระดับปริญญาตรีของ สจล. ห้องเรียนทั้งหมดมีคุณสมบัติและเงื่อนไขดังต่อไปนี้

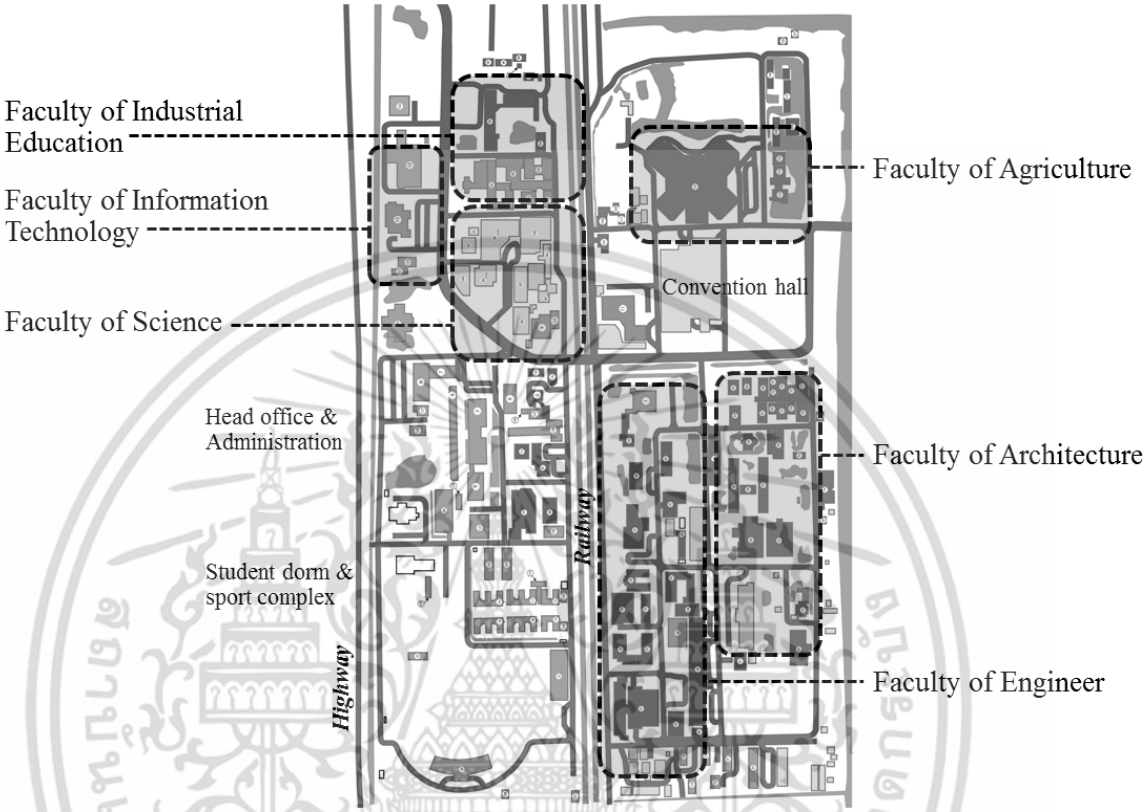
1) ห้องเรียนที่มีปริมาตรของห้องอยู่ในช่วง 288-566 ลูกบาศก์เมตร (ANSI S12.60. 2002) สามารถรองรับนักศึกษาได้ 100-120 ที่นั่ง
2) ห้องเรียนอยู่ภายในอาคารเรียนรวม มีวัตถุประสงค์เพื่อการบรรยายเป็นหลัก ไม่รวมถึงห้อง ปฏิบัติการ ห้องแลบฯ ห้องสตูดิโอ ห้องสัมมนาและห้องอเนกประสงค์
3) รูปทรงของห้องเป็นสี่เหลี่ยม
4) ติดตั้งระบบปรับอากาศ สามารถจะปิดประตู หน้าต่างได้ทุกบาน
5) สามารถเคลื่อนย้ายเฟอร์นิเจอร์ภายในห้องออกไปได้ทั้งหมด
6) มีวัสดุซับเสียง เฉพาะที่บริเวณหน้าต่าง ได้แก่ ผ้าม่านหรือมู่ลี่

ห้องเรียนทั้งหมดประกอบด้วยวัสดุ พื้น ผนัง และฝ้าเพดาน ที่มีค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนของเสียงที่ไม่แตกต่างกัน กล่าวคือ เป็นวัสดุ เรียบ มัน ปราศจากพื้นผิวขรุขระ ยกตัวอย่างเช่น พื้นทำจากวัสดุหินขัดหรือกระเบื้องผิวมัน ผนังเป็นผนังฉาบปูนเรียบหรือยิปซั่มฉาบเรียบ และฝ้าเพดานเป็นยิบซั่มฉาบเรียบหรือฝ้ายิบซั่มทีบาร์ วัสดุเหล่านี้มีคุณสมบัติในการสะท้อนเสียงเป็นอย่างมากหรือกล่าวอีกนัยหนึ่งได้ว่ามีค่าการดูดซับเสียงที่ต่ำ ส่วนวัสดุซับเสียงที่พบภายในห้องจะเป็นผ้าม่านหรือมู่ลี่บริเวณหน้าต่าง

คณะที่เปิดหลักสูตรระดับปริญญาตรีภายใน สจล. ประกอบด้วย 1) คณะวิศวะกรรมศาสตร์ 2) คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม 3) คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ 4) คณะวิทยาศาสตร์ 5) คณะเทคโนฯ การเกษตร 6) คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ และ 7) คณะการบริหารและจัดการ คณะทั้งหมดกระจาย

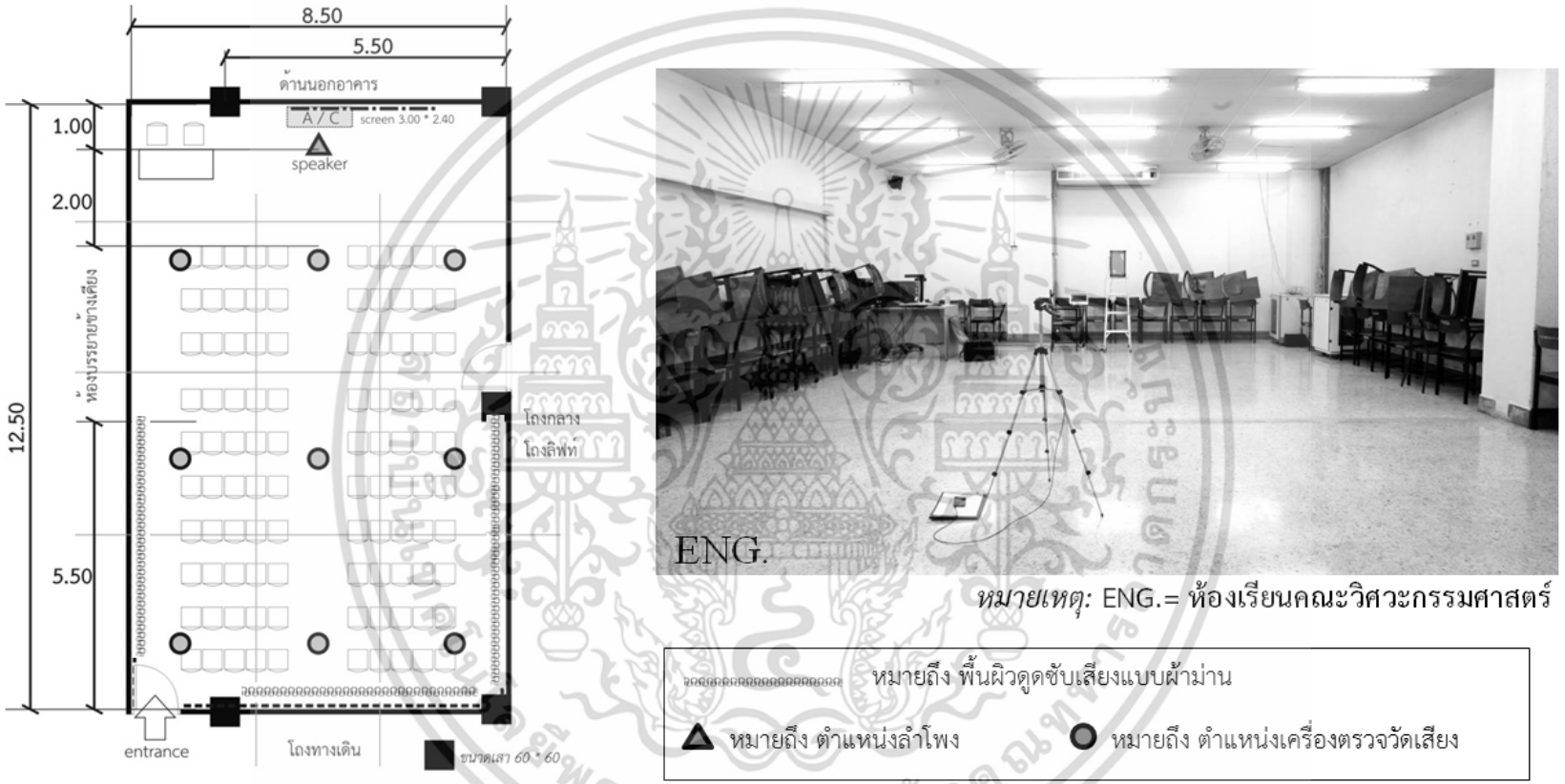
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวในพื้นที่สถาบันฯ ดังแสดงในภาพที่ 4.1 และภาพที่ 4.2-4.8 แสดงผังพื้นและภาพของห้องพื้นที่การศึกษาของแต่ละคณะ ดังต่อไปนี้

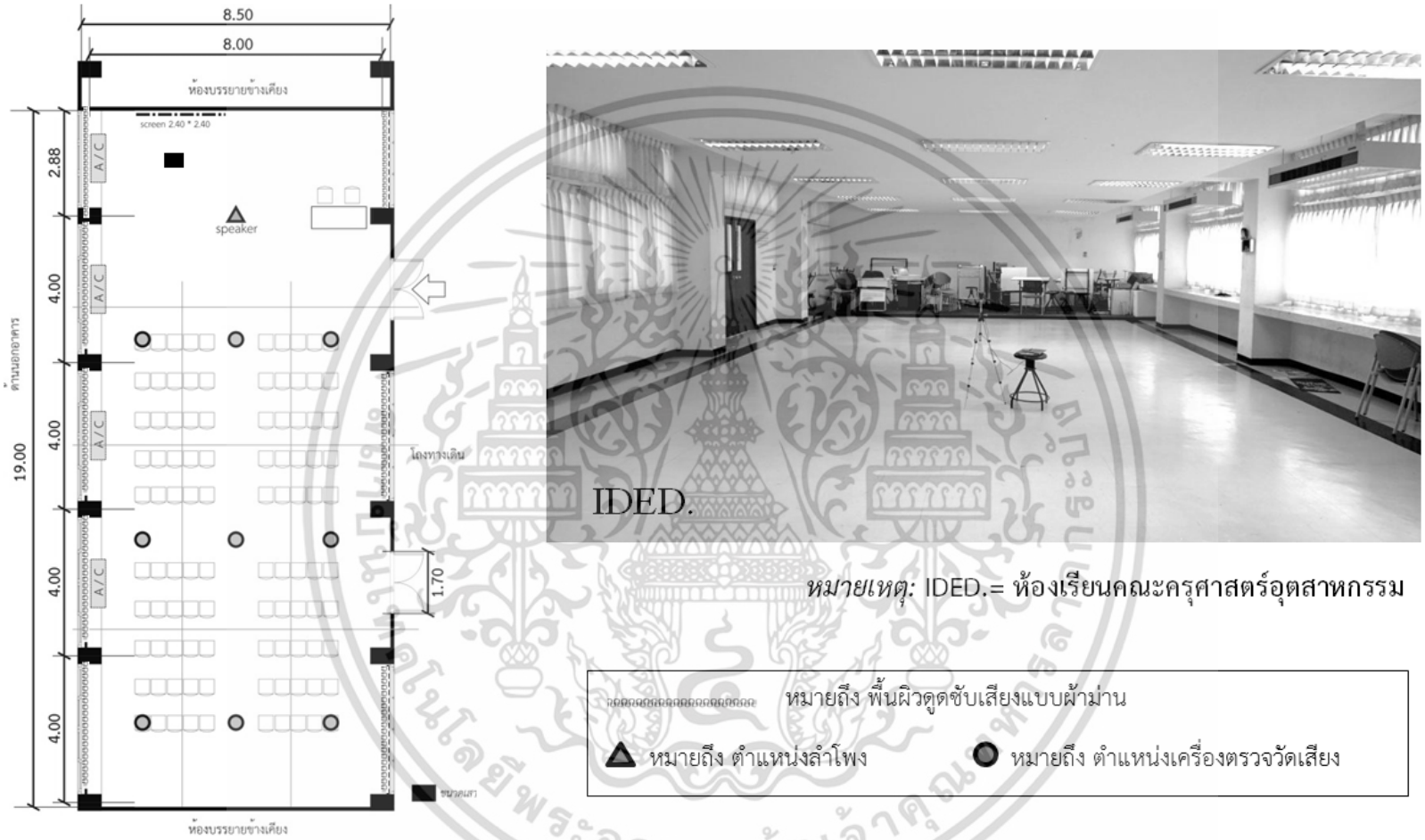


ภาพที่ 4.1 ผังบริเวณ สจล. แสดงตำแหน่งพื้นที่ทำการศึกษาของแต่ละคณะ

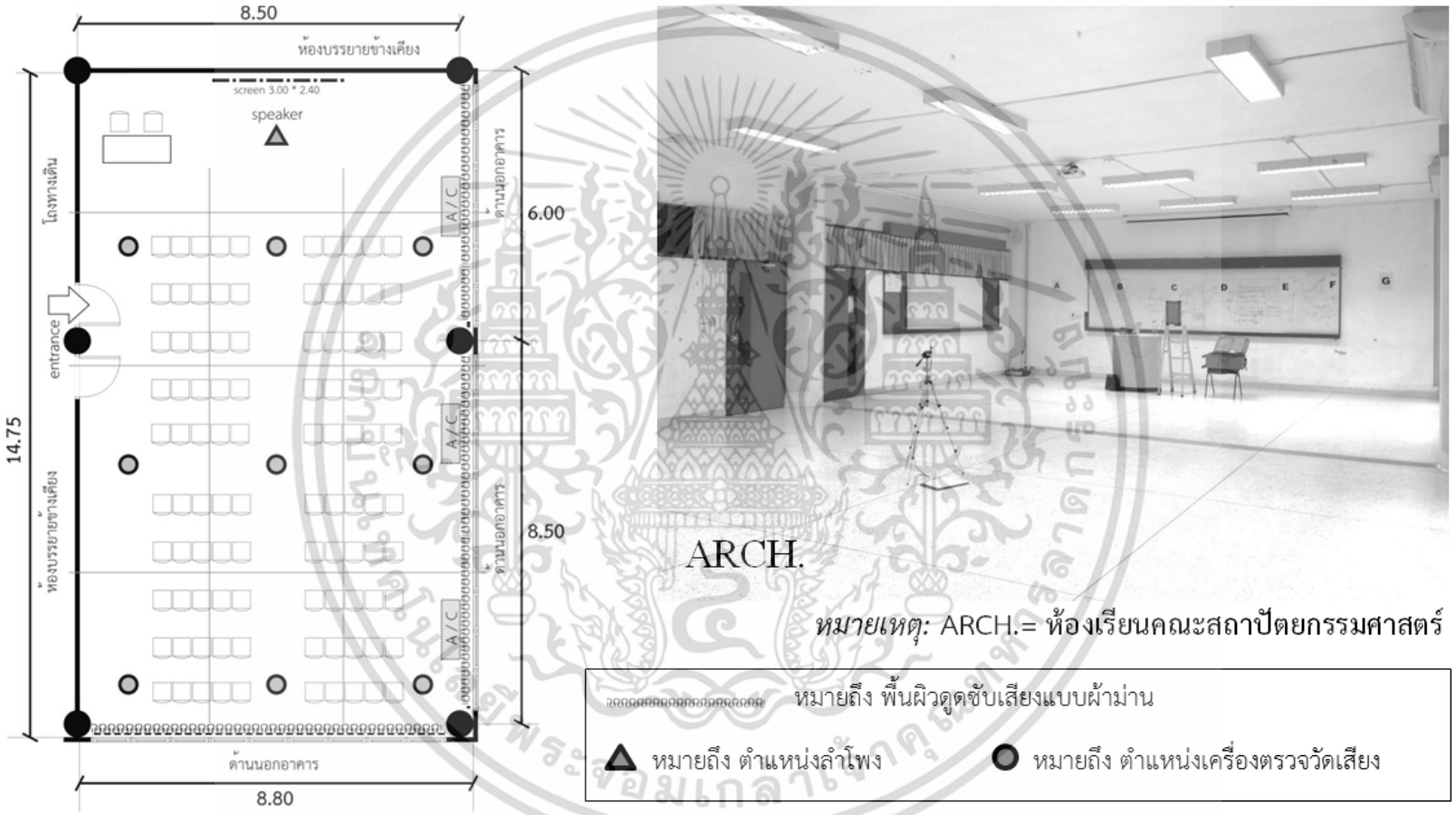
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



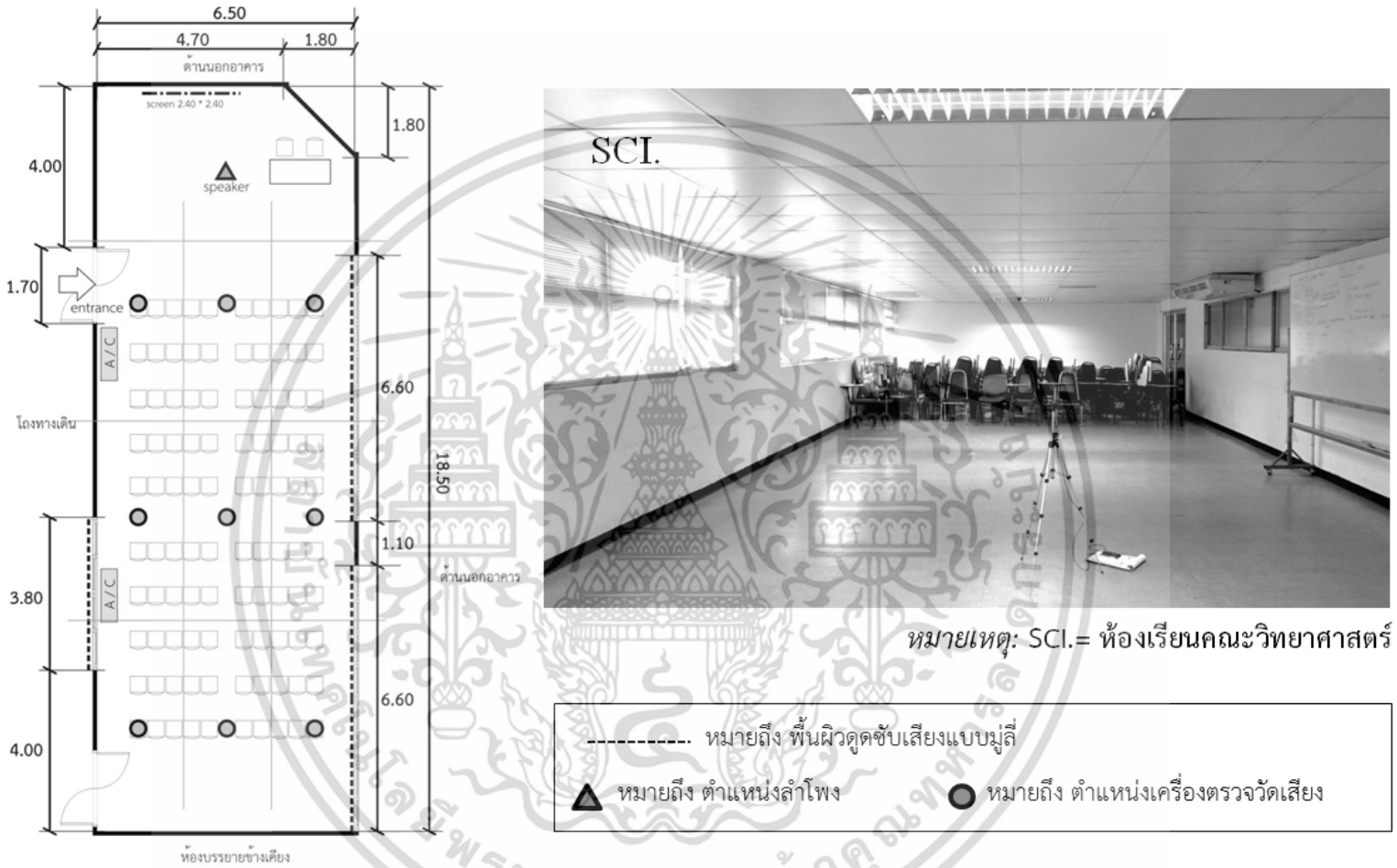
ภาพที่ 4.2 ผังพื้นและภาพห้องเรียนคณะวิศวะกรรมศาสตร์



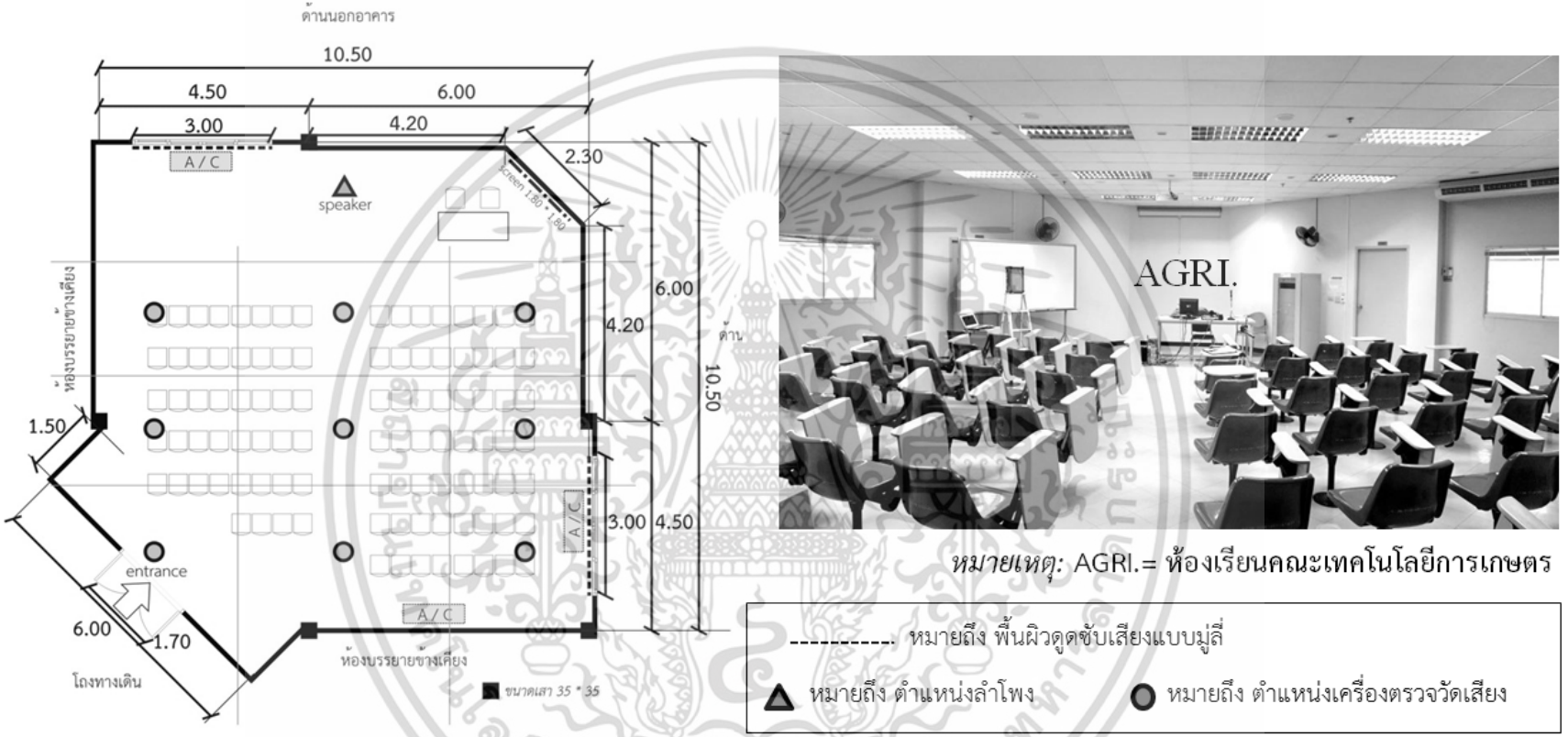
ภาพที่ 4.3 ผังพื้นและภาพห้องเรียนคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม



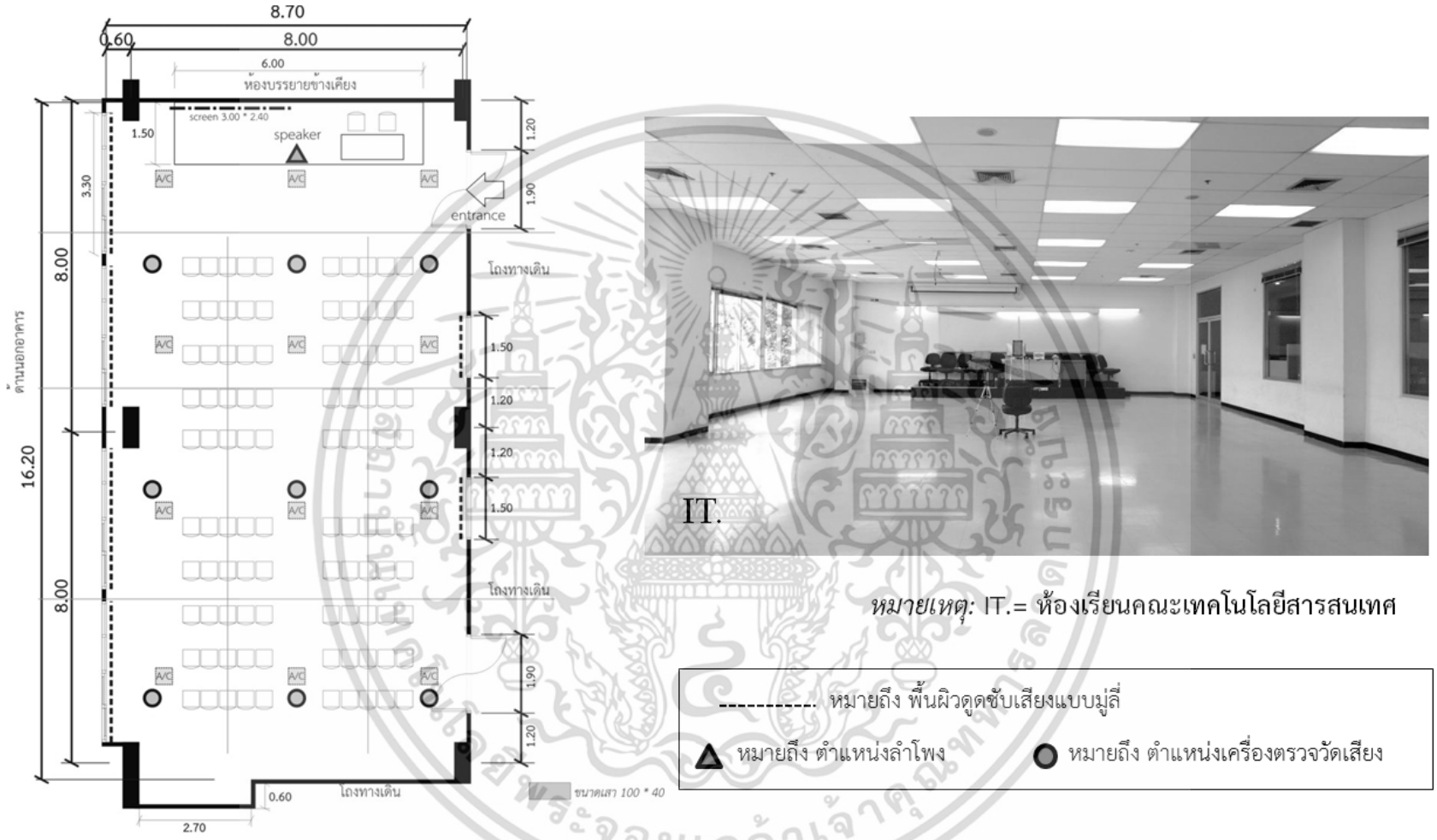
ภาพที่ 4.4 ผังพื้นและภาพห้องเรียนคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์



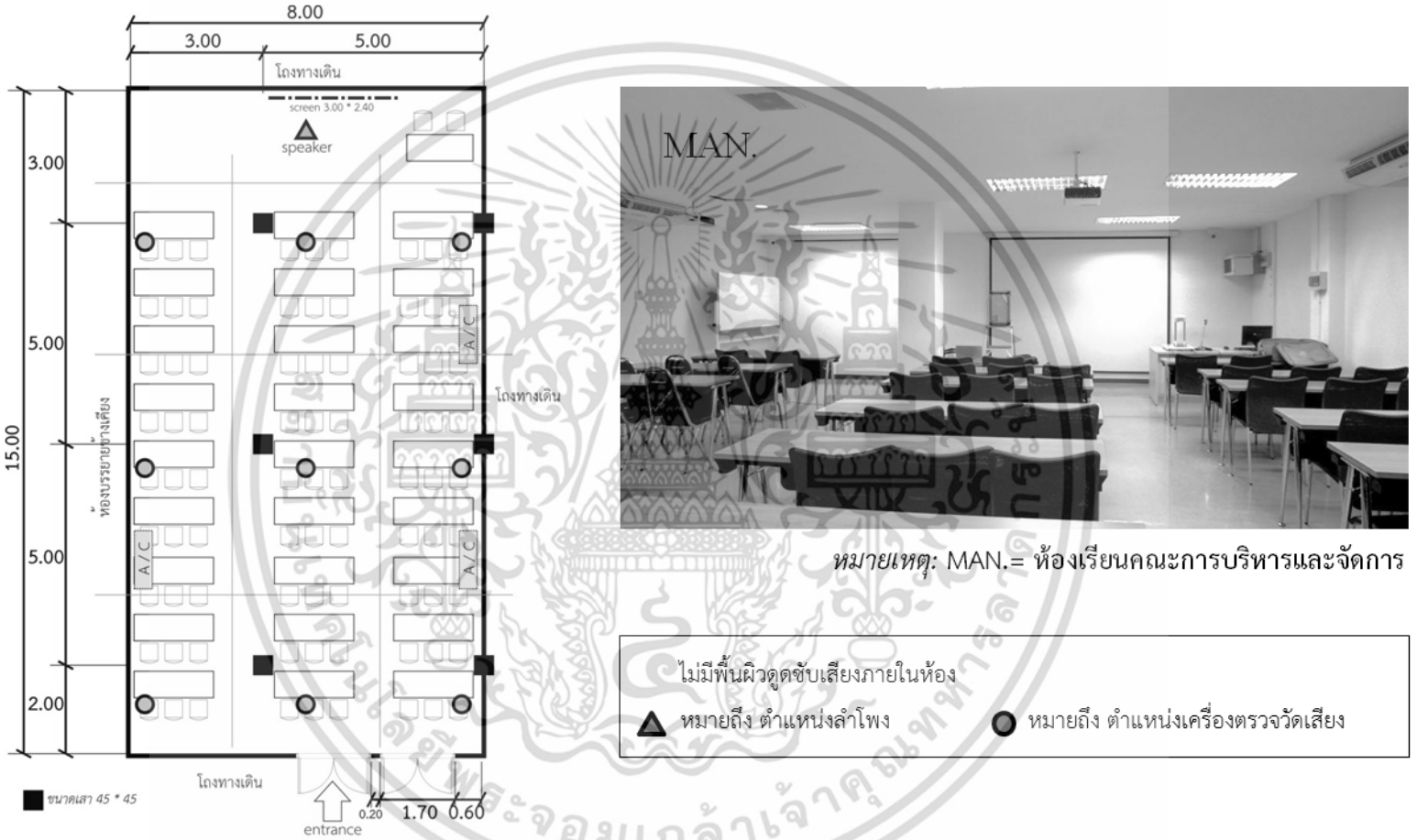
ภาพที่ 4.5 ผังพื้นและภาพห้องเรียนคณะวิทยาศาสตร์



ภาพที่ 4.6 ผังพื้นและภาพห้องเรียนคณะเทคโนโลยีการเกษตร



ภาพที่ 4.7 ผังพื้นและภาพห้องเรียนคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ



ภาพที่ 4.8 ผังพื้นและภาพห้องเรียนคณะการบริหารและจัดการ

การคัดเลือกห้องในเบื้องต้น ทำการคัดกรองโดยใช้ข้อมูลจากฝ่ายอาคารสถานที่ของสถาบันฯ ภายหลังจากคัดเลือกจึงได้ทำการขออนุญาตไปยังคณะเพื่อขอเข้าสำรวจพื้นที่ ซึ่งในปัจจุบันห้องที่ระบุไว้ในแบบแปลนก่อสร้าง ได้ปรับเปลี่ยนฟังก์ชันไปเพื่อการอื่นจึงจำเป็นต้องปรับเปลี่ยนตามความเหมาะสมและความสะดวกของเจ้าของสถานที่ ด้วยเหตุนี้ จึงมีบางห้องเรียนที่มีคุณสมบัติแตกต่างออกไป ได้แก่ ห้องเรียนคณะเทคโนโลยีการเกษตร ที่มีตำแหน่งตรงหัวมุมอาคารทำให้รูปทรงภายในห้องมีมุมผนังเพิ่มรวมถึงมีลักษณะพื้นที่เป็นสี่เหลี่ยมจตุรัส แต่อย่างไรก็ตามห้องดังกล่าวยังคงความเป็นสี่เหลี่ยมและสามารถดำเนินการเก็บข้อมูลได้ เช่นเดียวกับห้องเรียนคณะการบริหารและจัดการ ห้องที่ได้ทำการเก็บข้อมูลเป็นห้องที่ต่อเติมขึ้นมาบริเวณดาดฟ้าจากอาคารเดิม เป็นห้องบรรยายที่มีขนาดใหญ่ที่สุดเพียงห้องเดียวของคณะบริหารฯ ห้องดังกล่าวอยู่บริเวณกึ่งกลางอาคารจึงไม่มีช่องแสงช่องหน้าต่าง จึงทำให้ห้องเรียนนี้เป็นเพียงห้องเดียวที่ไม่มีวัสดุดูดซับเสียง

4.1.2 ผลการเก็บรวบรวมข้อมูล

ปัจจัยเชิงพื้นที่ของห้องประกอบด้วย ระยะกว้าง ลึก สูง (พื้นถึงฝ้าเพดาน) ขนาดพื้นที่ห้อง ขนาดปริมาตรของห้อง ขนาดพื้นที่ของพื้นผิวโดยรวมในห้องทั้งหมด ขนาดพื้นที่ของพื้นผิวดูดซับเสียง ร้อยละ ของพื้นที่ดูดซับเสียง (PAS) ประเภทของพื้นผิวดูดซับเสียง ประเภทของระบบปรับอากาศ

จากตารางที่ 4.1 แสดงให้เห็นภาพรวมของปัจจัยองค์ประกอบเชิงพื้นที่ที่มีความแตกต่างกันในด้านขนาดสัดส่วน ขนาดพื้นที่ ขนาดปริมาณของพื้นผิว โดยที่ห้องทั้งหมดมีปริมาตรอยู่ในช่วง 288-566 ลูกบาศก์เมตร ซึ่งจัดว่าเป็นห้องเรียนที่มีขนาดใหญ่ตามเกณฑ์ของ ANSI นอกจากนี้จะมีการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับพื้นผิวดูดซับเสียงที่อยู่ภายในห้อง ทั้งขนาดและประเภท (ผ้าม่านหรือมู่ลี่) รวมถึงลักษณะของระบบปรับอากาศซึ่งมีเพียงห้องเรียนของคณะ IT ที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์

ภายหลังจากการแจกแจงข้อมูลจึงได้นำมาจัดเรียงข้อมูลในตารางที่ 4.2 เพื่อสรุปเป็นค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน รวมถึงแสดงค่าสูงสุดและต่ำสุดของแต่ละปัจจัยเพื่อนำไปสู่การวิเคราะห์เชิงสถิติต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 ปัจจัยเชิงพื้นที่ของห้องเรียนพื้นที่ทำการศึกษาจำนวน 7 ห้องเรียน

ห้องเรียน ขนาดใหญ่[a]	กว้าง (m.)	ลึก (m.)	สูง (m.)	พื้นที่ห้อง (m^2)	ปริมาตรห้อง (m^3)	พื้นผิวโดยรวมภายในห้อง (m^2)	พื้นผิวดูดซับเสียง (m^2)	***ร้อยละของพื้นผิวดูดซับเสียง: PAS (m^2)***	ประเภทวัสดุซับเสียง (C / M)[b]	ระบบปรับอากาศ (sp / ct)[c]
ENG	8.50	12.50	3.20	106.25	340.00	346.90	61.44	***17.71***	C	sp
IDED	8.50	19.00	2.60	161.50	403.75	460.50	54.00	***11.73***	C	sp
ARCH	8.80	14.75	3.30	129.80	428.34	415.03	77.72	***18.73***	C	sp
SCI	6.50	18.50	2.65	120.25	318.66	373.01	15.84	***4.25***	M	sp
AGRI	10.50	10.50	2.90	110.25	319.73	342.30	6.00	***1.75***	M	sp
IT	8.70	16.20	3.00	140.94	422.80	431.28	35.04	***8.13***	M	ct
MAN	8.00	15.00	2.80	120.00	336.00	368.80	0	***0***	-	sp

หมายเหตุ:

[a] ENG=คณะวิศวะกรรมศาสตร์ IDED=คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ARCH=คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ SCI=คณะวิทยาศาสตร์ AGRI=คณะเทคโนโลยีการเกษตร IT=คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ MAN=คณะการบริหารและจัดการ

[b] C=วัสดุซับเสียงประเภทผ้าม่าน M=วัสดุซับเสียงประเภทมู่ลี่

[c] sp=ระบบปรับอากาศแบบแยกอิสระ (split type) ct=ระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์ (central)

ตารางที่ 4.2 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของปัจจัยเชิงพื้นที่

	ห้องเรียนขนาดใหญ่								
	กลุ่ม A PAS มาก			***กลุ่ม B PAS น้อย***					
	ENG	**IDED**	**ARCH**	**SCI**	**AGRI**	**IT**	**MAN**	ค่าเฉลี่ย	S.D.
ปริมาตรห้อง (m^3)	340.00	403.75	428.34	318.66	319.73	422.80	336.00	367.04	45.49
พื้นที่ (m^2)	106.25	161.50	129.80	120.25	110.25	140.94	120.00	127.00	17.72
ความสูงฝ้าเพดาน (m)	3.20	2.60	3.30	2.65	2.90	3.00	2.80	2.92	0.24
อัตราส่วน ลึก / กว้าง	1.47	2.24	1.68	2.85	1.00	1.86	1.87	1.85	0.54
พื้นผิวรวม (m^2)	346.90	460.50	415.03	373.01	342.30	431.28	368.80	391.12	41.68
PAS (%)	*17.71%*	*11.73%*	*18.73%*	*4.25%*	*1.75%*	*8.13%*	*0%*		

จากตารางที่ 4.2 แสดงให้เห็นข้อมูลโดยจำแนกตามปัจจัยเชิงพื้นที่ ได้แก่ ปริมาตร พื้นที่ ความสูงฝ้าเพดาน พื้นผิวโดยรวม ร้อยละของพื้นที่ดูดซับเสียง (PAS) รวมถึง อัตราส่วนระหว่างความลึกต่อความกว้าง โดยที่ตัวเลขที่แสดงในตารางมีค่าตั้งแต่ 1.00-2.85 เลข 1.00 หมายถึง ความลึกและความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กว้างของห้องมีขนาดเท่ากันหรือ หมายถึง ห้องสี่เหลี่ยมจตุรัส ส่วนห้องที่มีตัวเลขมากหมายถึงห้องที่มีลักษณะค่อนข้างยาว

ความสูงของฝ้าเพดาน เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อขนาดปริมาตรของห้อง และ ย่อมส่งผลต่อคุณลักษณะทางเสียงของห้อง ความสูงของฝ้าเพดานโดยเฉลี่ยเท่ากับ 2.92 เมตร ระดับต่ำสุดคือ 2.60 เมตรและสูงสุด 3.30 เมตร ส่วนปัจจัยที่นำมาสู่การวิเคราะห์ต่อไปคือ PAS หรือ ร้อยละของพื้นผิวดูดซับเสียง (PAS) PAS มีค่าตั้งแต่ 0.00-18.73% จากตารางสามารถจำแนกได้เป็นสองกลุ่มคือ กลุ่ม A เป็นกลุ่มที่มี PAS ในระดับที่มาก (11.73-18.73%) และกลุ่ม B เป็นกลุ่มที่มี PAS ในระดับน้อย (0.00-8.13%)

เนื่องจากปัจจัยเชิงพื้นที่ทั้งหมดเป็นกรอบอาคารซึ่งไม่สามารถจะดัดแปลงปรับเปลี่ยนเพื่อเก็บข้อมูล มีเพียงปัจจัย PAS หรือพื้นผิวดูดซับเสียงที่สามารถจะปรับเปลี่ยนเพื่อเก็บข้อมูลได้ ด้วยเหตุนี้การเก็บข้อมูลสภาพแวดล้อมเสียงจึงได้ทำการเปรียบเทียบคุณลักษณะทางเสียงของห้องเดียวกันในสภาวะที่ ภายในห้องมีและไม่มีพื้นผิวซับเสียง เพื่อสังเกตุความเปลี่ยนแปลงของค่าดัชนีต่างๆ ได้แก่ BNL RT และ STI ตามลำดับ

4.2 ระดับเสียงรบกวนพื้นหลัง (BNL)

4.2.1 BNL ของพื้นที่ทำการศึกษา

ค่า BNL หรือระดับเสียงรบกวนพื้นหลัง เป็นระดับเสียงของห้องเรียนในสภาวะที่ไม่มีการใช้งาน ไม่มีการดำเนินกิจกรรม ปิดประตูหน้าต่างทุกบาน และตรวจวัดเสียงทั้งหมด 9 จุด ภายในห้องเรียนทั้ง 7 ห้อง การตรวจวัดค่า BNL ในครั้งนี้ดำเนินการใน 2 สภาวะ ได้แก่ สภาวะปิดระบบปรับอากาศ และเปิดระบบปรับอากาศเสมือนการใช้งานในเวลาปกติ เพื่อสังเกตระดับเสียงที่เพิ่มขึ้นจากการเปิดระบบปรับอากาศ

รวมถึงการทดลองเปรียบเทียบในสองกรณี คือ 1) กรณีที่ห้องเรียนมีผ้าม่านและมู่ลี่ หรือมีการดูดซับเสียง และ 2) กรณีที่ห้องเรียนไม่ใช้ผ้าม่านและมู่ลี่ หรือไม่มีการดูดซับเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

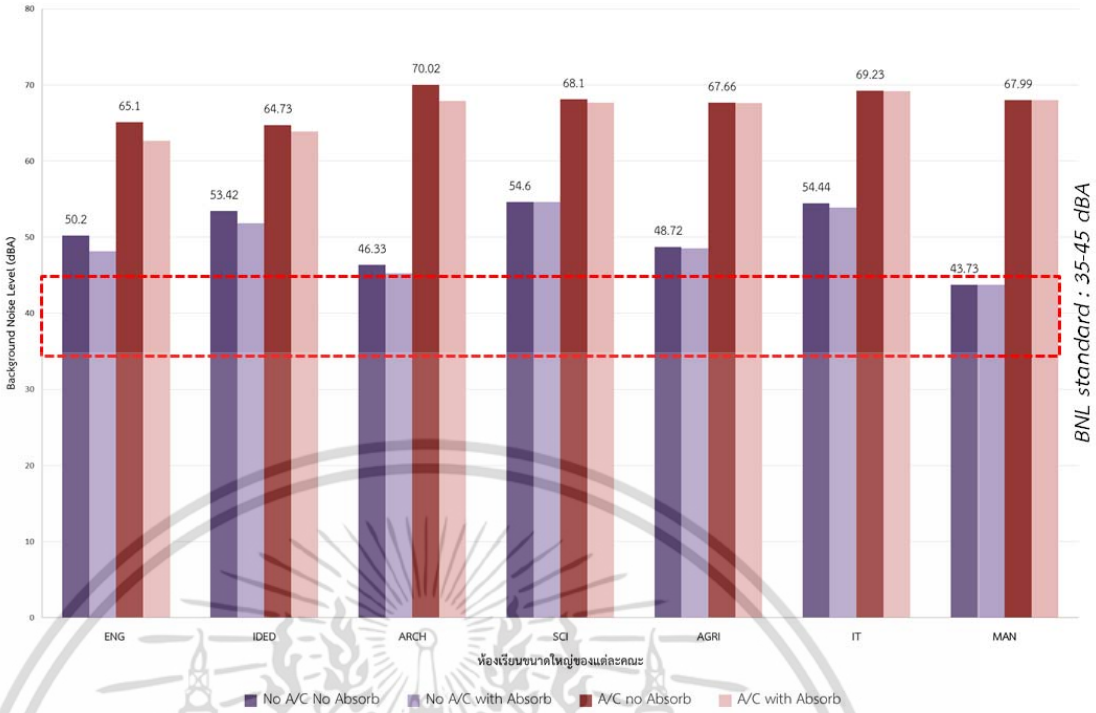
ตารางที่ 4.3 ค่า BNL ห้องเรียนทั้ง 7 ห้องแจกแจงตามปัจจัยเชิงพื้นที่

	ห้องเรียนขนาดใหญ่								
	กลุ่ม A PAS มาก			***กลุ่ม B PAS น้อย***					
	ENG	**IDED**	**ARCH**	**SCI**	**AGRI**	**IT**	**MAN**	ค่าเฉลี่ย	S.D.
ปริมาตรห้อง (m^3)	340.00	403.75	428.34	318.66	319.73	422.80	336.00	367.04	45.49
พื้นที่ (m^2)	106.25	161.50	129.80	120.25	110.25	140.94	120.00	127.00	17.72
ความสูงฝ้าเพดาน (m)	3.20	2.60	3.30	2.65	2.90	3.00	2.80	2.92	0.24
อัตราส่วน ลึก / กว้าง	1.47	2.24	1.68	2.85	1.00	1.86	1.87	1.85	0.54
พื้นผิวรวม (m^2)	346.90	460.50	415.03	373.01	342.30	431.28	368.80	391.12	41.68
PAS (%)	*17.71%*	*11.73%*	*18.73%*	*4.25%*	*1.75%*	*8.13%*	*0%*	-	-
BNL "ปิด" A/C (dBA) (Room no Absorption)	50.20	53.42	46.33	54.60	48.72	54.44	43.73	50.21	4.22
BNL "ปิด" A/C (dBA) (Room with Absorption)	48.12	51.83	45.25	54.60	48.54	53.91	43.73	49.42	4.18
ระดับเสียงลดลง (%)	***4.32%***	***3.07%***	***2.39%***	***0.00%***	***0.37%***	***0.98%***	***0.00%***	***1.60%***	**-**
BNL "เปิด" A/C (dBA) (Room no Absorption)	65.10	64.73	70.02	68.10	67.66	69.23	67.99	67.55	1.97
BNL "เปิด" A/C (dBA) (Room with Absorption)	62.63	63.89	67.92	67.69	67.64	69.19	67.99	66.71	2.44
ระดับเสียงลดลง (%)	***3.94%***	***1.31%***	***3.09%***	***0.61%***	***0.03%***	***0.06%***	***0.00%***	***1.26%***	**-**

จากตารางที่ 4.3 แสดงให้เห็นข้อมูลในสองส่วนหลัก ส่วนแรกเกี่ยวข้องกับอิทธิพลจากระบบปรับอากาศซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ระดับ BNL สูงขึ้นอย่างเห็นได้ชัด โดยมีระดับเพิ่มขึ้นตั้งแต่ 11.31-24.26 dBA หรือคิดเป็น 21.17-55.46% หรืออาจกล่าวได้ว่า ระบบปรับอากาศเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เกิดระดับเสียงรบกวนพื้นหลังเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยถึง 30% ซึ่งเมื่อพิจารณาจากค่า BNL พื้นฐานเมื่อห้องเรียนไม่มีกิจกรรม ไม่เปิดเครื่องปรับอากาศและมีพื้นผิวซับเสียงตามปกติ จะเห็นได้ว่า ห้องเรียนทุกห้องมีค่าเฉลี่ย BNL ที่เกินมาตรฐานทั้งสิ้น (ค่ามาตรฐาน 35-40 dBA) อย่างไรก็ตาม ตามเกณฑ์มาตรฐานห้องเรียนขนาดใหญ่ของ ANSI ได้ระบุไว้ว่า สามารถมีค่า BNL ได้ถึง 45 dBA ด้วยเหตุนี้ MAN เป็นห้องเดียวที่อยู่ในระดับมาตรฐาน ในขณะที่ห้อง ARCH ใกล้เคียงระดับมาตรฐาน รองลงมาเป็นห้อง ENG และ AGRI

ส่วนที่สอง คืออิทธิพลของพื้นผิวซับเสียงซึ่งสามารถลดระดับ BNL ได้อย่างชัดเจน โดยเฉลี่ยลดลงได้ 1.60% ในสภาวะที่ปิดเครื่องปรับอากาศ และลดลงได้ 1.26% ในภาวะที่เปิดเครื่องปรับอากาศ แต่เมื่อพิจารณาแยกตามกลุ่ม A และกลุ่ม B จะเห็นได้ชัดเจนว่า การซับเสียงในกลุ่ม A ลด BNL ได้ถึง 2-4% ในขณะที่กลุ่ม B ลด BNL ได้อย่างมากที่สุด 0.98% การเปรียบเทียบระดับค่า BNL ได้นำเสนอในรูปแบบของกราฟแท่งในภาพที่ 4.9 เป็นการแสดงค่า BNL ของแต่ละห้องในสภาวะ (ปิด-เปิดระบบปรับอากาศ และ มี-ไม่มีพื้นผิวซับเสียง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.9 BNL กับการเปิด-ปิด เครื่องปรับอากาศและพื้นผิวดูดซับเสียง (PAS)

จากภาพที่ 4.8 สังเกตเห็นได้ชัดเจนว่า ระบบปรับอากาศมีผลต่อการเพิ่มระดับ BNL เป็นอย่างมากโดยเฉพาะอย่างยิ่งในห้อง ARCH และ MAN ซึ่งทั้งสองห้องนี้เมื่อปิดระบบปรับอากาศจะมีค่า BNL ใกล้ค่ามาตรฐานที่สุด ทั้งนี้อาจเป็นเพราะรูปแบบและอายุการใช้งานของเครื่องปรับอากาศ ซึ่งเครื่องปรับอากาศที่เก่าจะมีเสียงรบกวนจากระบบมอร์เตอร์พัดลมในระดับที่มากนอกเหนือจากเสียงลมที่เป่าออกมา นอกจากนี้ยังรวมถึงการติดตั้งคอมเพรสเซอร์แอร์ที่หากตั้งในตำแหน่งไม่เหมาะสมจะมีผลต่อการสั่นสะเทือนโครงสร้างอาคารและสร้างเสียงความถี่ย่านต่ำ เป็นสาเหตุของเสียงรบกวนได้เช่นกัน

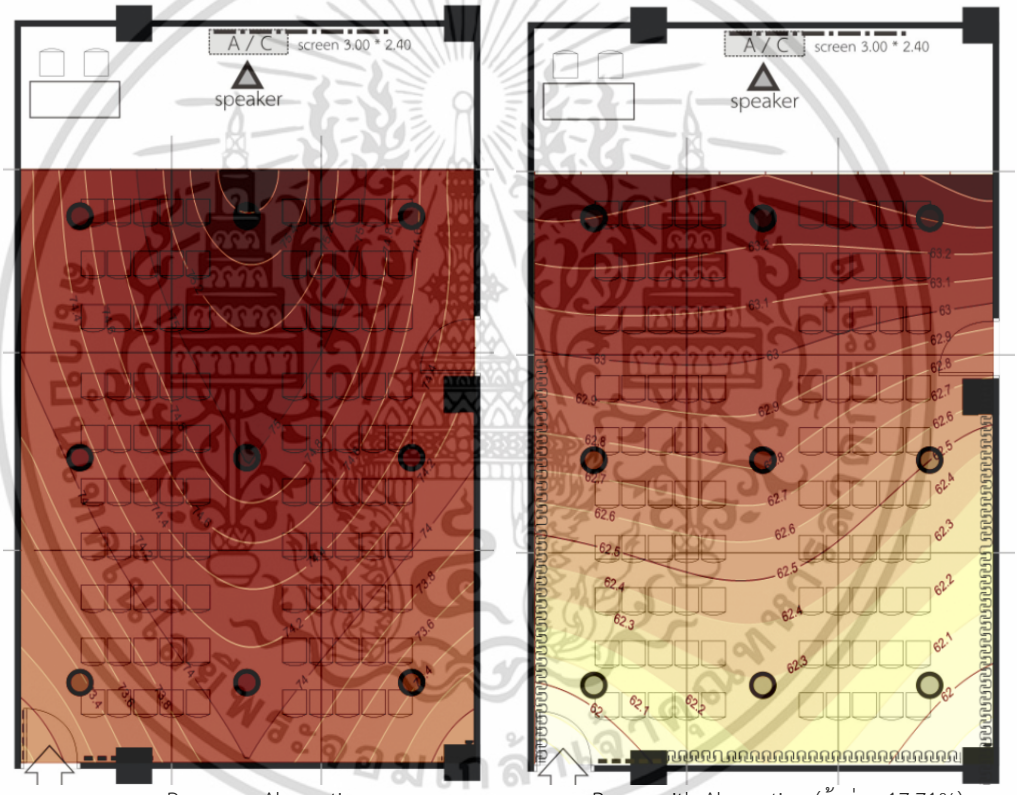
นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาห้องเรียนในกลุ่มที่มีพื้นผิวซับเสียงระดับต่ำ (กลุ่ม B ห้อง SCI AGRI IT MAN) เห็นจากกราฟว่า ไม่มีการเปลี่ยนแปลงระดับหรือลดระดับลงมาน้อยมาก แตกต่างจากกลุ่ม A (ห้อง ENG IDED ARCH) ที่เห็นว่ามีการลดระดับ BNL อย่างชัดเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 ผังการกระจายตัวของเสียง (Sound-contour Map)

การวิเคราะห์ค่า BNL นั้นจำเป็นจะต้องศึกษารูปแบบการกระจายตัวภายในห้องเรียนควบคู่ไปกับค่าเฉลี่ย ในส่วนนี้จะเป็นการนำเสนอข้อมูลในลักษณะผังแสดงการกระจายตัวของเสียง โดยจะแสดงผังพื้นในแต่ละห้องพร้อมการระบุตำแหน่งของพื้นผิวซับเสียงและระบบปรับอากาศ ในสภาวะห้องเรียนแบบ “เปิด” ระบบปรับอากาศเทียบกับตำแหน่งของพื้นผิวดูดซับเสียง การนำเสนอข้อมูลจะแบ่งออกเป็นสองกลุ่ม คือกลุ่ม A ห้องเรียนที่มีพื้นผิวซับเสียงในระดับมาก และกลุ่ม B ห้องเรียนที่มีพื้นผิวซับเสียงในระดับต่ำ

4.2.2.1 ผังการกระจายตัวของเสียง ห้องเรียนกลุ่ม A (ENG IDED ARCH)

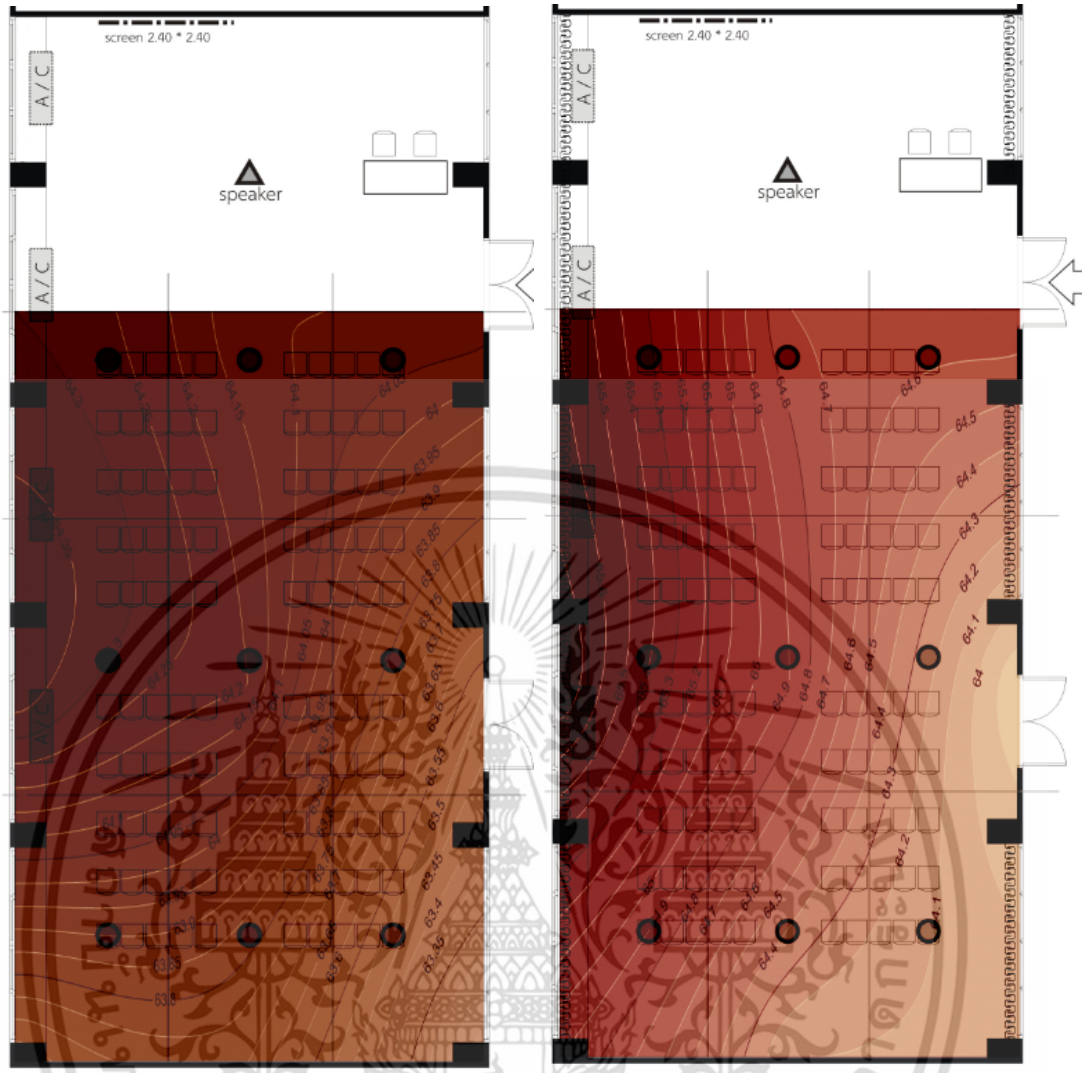


Room no Absorption
x̄ = 65.10 dBA (Min. 62.50 – Max. 66.70)

Room with Absorption (ผ้าม่าน 17.71%)
x̄ = 62.63 dBA (Min. 60.70 – Max. 65.50)

ภาพที่ 4.10 การกระจายตัวของเสียงในห้องเรียนคณะวิศวะกรรมศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

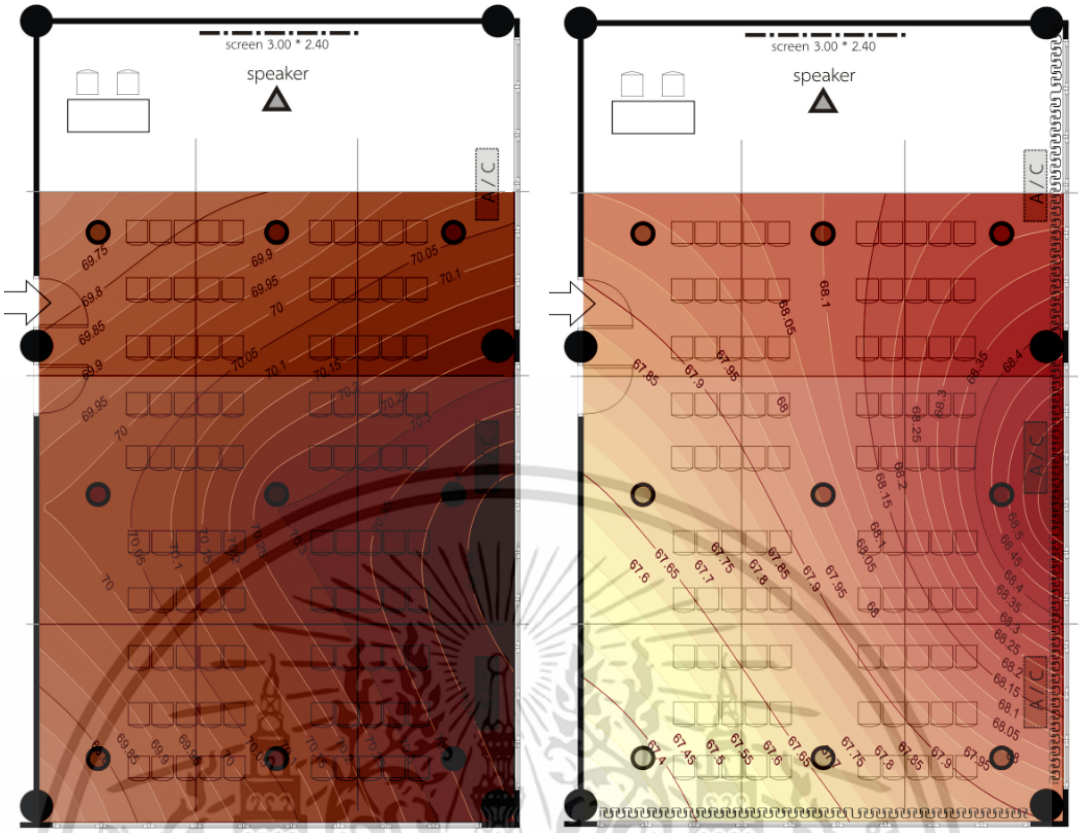


Room no Absorption
$\bar{x}$ = 64.73 dBA (Min. 63.80 – Max. 65.80)

Room with Absorption (ผ้าม่าน 11.73%)
$\bar{x}$ = 63.89 dBA (Min. 63.10 – Max. 64.40)

ภาพที่ 4.11 การกระจายตัวของเสียงในห้องเรียนคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Room no Absorption
$\bar{x}$ = 70.02 dBA (Min. 69.60 – Max. 70.50)

Room with Absorption (ผ้าม่าน 18.73%)
$\bar{x}$ = 67.92 dBA (Min. 67.20 – Max. 68.70)

ภาพที่ 4.12 การกระจายตัวของเสียงในห้องเรียนคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

จากภาพที่ 4.10-4.12 แสดงให้เห็นการกระจายตัวของ BNL ภายในห้องโดยที่สีเข้มหมายถึง บริเวณที่เสียงดังมากและสีอ่อนคือบริเวณที่เสียงเบาลง บริเวณที่มีเสียงรบกวนดังมากที่สุดคือตำแหน่งติดตั้งเครื่องปรับอากาศ (A/C) โดยที่ระดับเสียงจะเบาลงเมื่อระยะห่างออกไป แต่อย่างไรก็ดี เมื่อภายในห้องมีพื้นผิวซับเสียง (ภาพขวามือ) ระดับเสียงดังก็ยังคงอยู่ที่ตำแหน่งเครื่องปรับอากาศ แต่สิ่งที่เปลี่ยนแปลงคือรูปแบบการกระจายตัว โดยจะมีการกระจายความเข้มเสียงมากขึ้น และนอกจากนี้พื้นที่ที่อยู่พื้นผิวซับเสียงจะมีระดับเสียง BNL ที่ลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

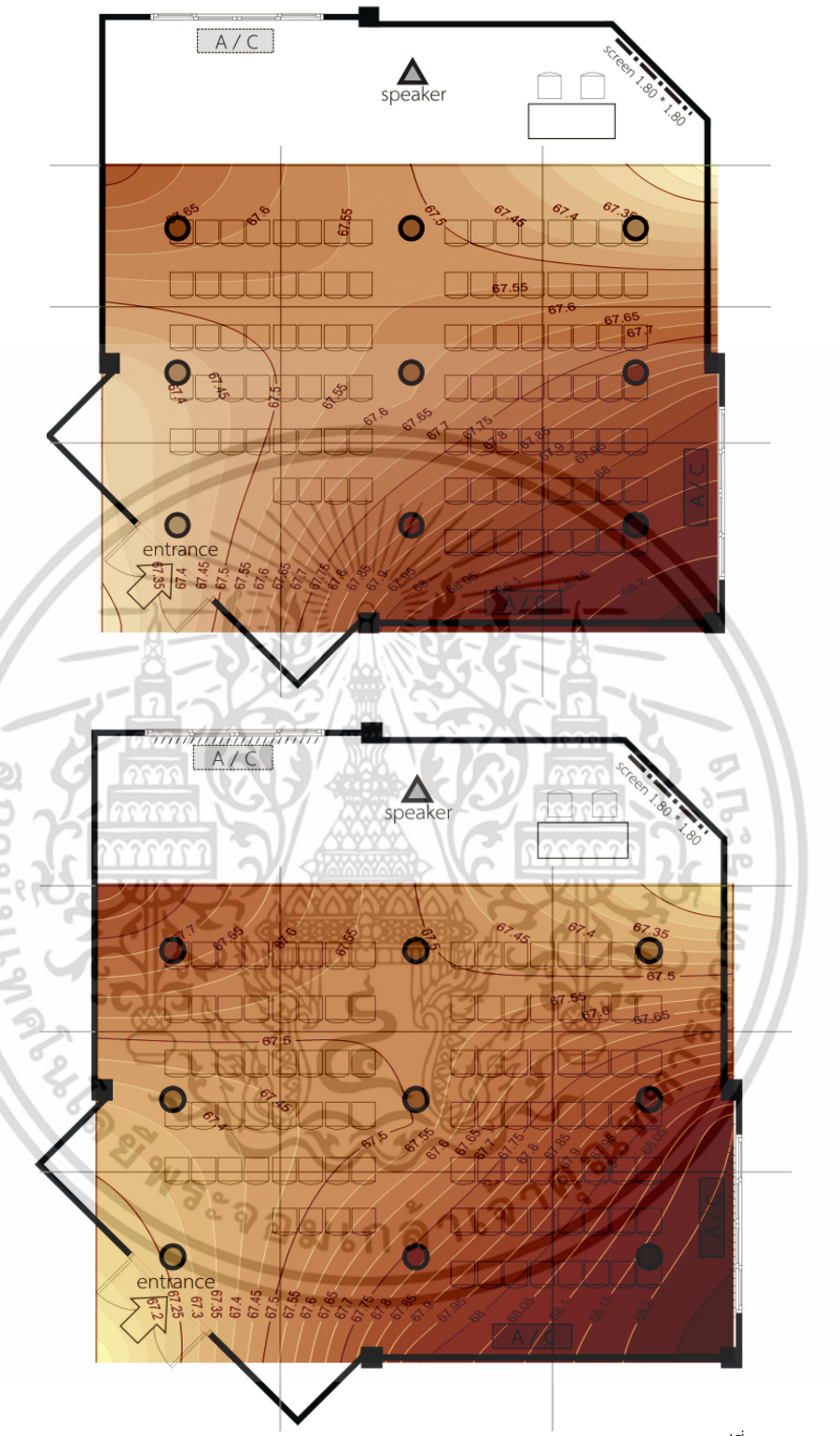
4.2.2.2 ผังการกระจายตัวของเสียง ห้องเรียนกลุ่ม B (Sci AGRI IT)

Room no Absorption
x̄ = 68.10 dBA (Min. 67.20 – Max. 69.60)

Room with Absorption (มู่ลี่ 4.25%)
x̄ = 67.97 dBA (Min. 66.90 – Max. 69.30)

ภาพที่ 4.13 การกระจายตัวของเสียงในห้องเรียนคณะวิทยาศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

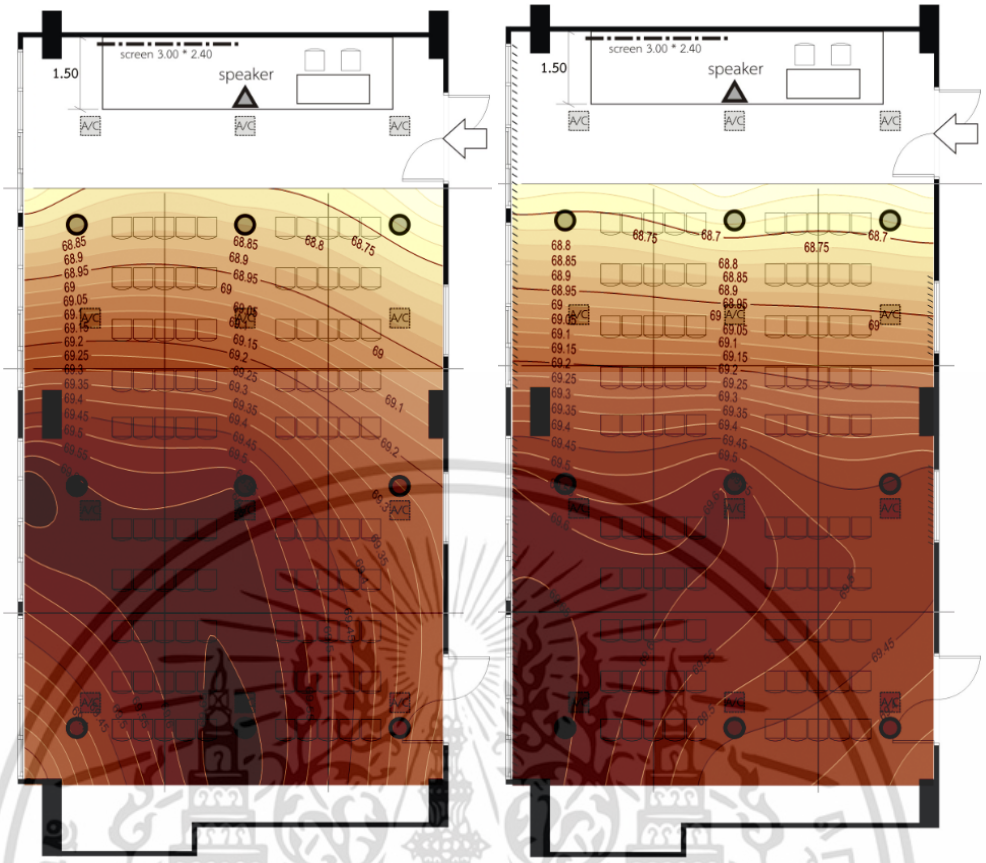


Room no Absorption
x̄ = 67.66 dBA (Min. 67.10 – Max. 68.30)

Room with Absorption (มู่ลี่ 1.75%)
x̄ = 67.64 dBA (Min. 67.00 – Max. 68.30)

ภาพที่ 4.14 การกระจายตัวของเสียงในห้องเรียนคณะเทคโนโลยีการเกษตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Room no Absorption
$\bar{x}$ = 69.23 dBA (Min. 68.50 – Max. 69.90)

Room with Absorption (มู่ลี่ 8.13%)
$\bar{x}$ = 69.19 dBA (Min. 68.50 – Max. 69.70)

ภาพที่ 4.15 การกระจายตัวของเสียงในห้องเรียนคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

ในการอภิปรายผลส่วนนี้ไม่พิจารณาห้องเรียนของคณะการบริหารและจัดการ (MAN) เนื่องจากห้องเรียนดังกล่าวไม่มีช่องแสง ไม่มีการติดผ้าม่านหรือมู่ลี่ จึงไม่สามารถพิจารณาถึงผลกระทบของพื้นผิวดูดซับเสียงได้ ภาพที่ 4.13-4.15

ห้องเรียนกลุ่มของห้องที่มีพื้นผิวซับเสียงในระดับต่ำคือช่วง 1.75-8.13% ได้แก่ SCI AGRI IT เมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ย BNL จะเห็นได้ว่าพื้นผิวดูดซับเสียงในปริมาณที่มีอยู่ส่งผลเพียงเล็กน้อยต่อค่าระดับ BNL แต่อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณารูปแบบการกระจายตัว พบว่า มีการกระจายตัวของความเข้มเสียงเช่นเดียวกัน อีกสาเหตุหนึ่งคือคุณลักษณะของวัสดุมู่ลี่ ที่ติดตั้งในห้องเรียนสามห้องนี้มีคุณสมบัติที่ช่วยกระจายความเข้มเสียง รวมถึงช่วยดูดซับเสียงในบางส่วน จึงทำให้การกระจายตัวของเสียงมีรูปแบบที่เปลี่ยนแปลงไปสังเกตุได้จากห้องเรียน IT ซึ่งมีปริมาณพื้นที่มู่ลี่ถึง 8.13% ช่วยลดค่าเฉลี่ย BNL ได้เพียง 0.04 dBA แต่มีการกระจายตัวของเสียงที่เปลี่ยนไปอย่างเห็นได้ชัด ด้วยเหตุนี้ จึงกล่าวได้ว่าวัสดุมู่ลี่นั้นมีคุณสมบัติที่ช่วยกระจายความเข้มเสียงได้มากกว่าการดูดซับเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

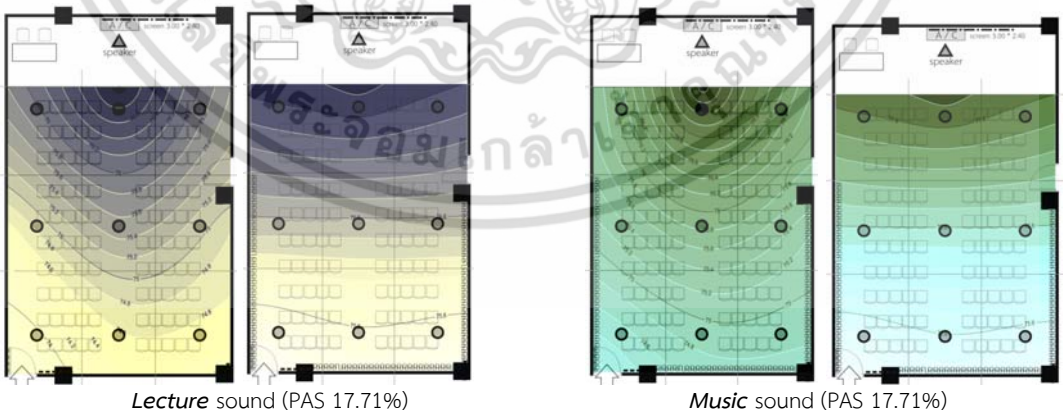
4.2.3 การวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าระดับเสียงในสภาวะการจำลองเสียงกิจกรรม เสียงพูดและเสียงเพลง

การวิเคราะห์ค่าระดับเสียง (Sound Pressure Level: SPL) โดยเทียบจากรูปแบบการกระจายตัว ค่าเฉลี่ยและระดับเสียงสูงสุดและต่ำสุด ภายในห้อง เมื่อจำลองเสียงจากกิจกรรมการเรียนการสอน 2 ประเภทได้แก่

- เสียงพูดบรรยาย เป็นการเปิดเสียงจำลองการพูดบรรยายของมนุษย์ โดยจำลองจากโปรแกรม jRaja-VAJA v.6.0 (Home edition) by NECTEC การเปิดเสียงพูดใช้ระยะเวลา 1 นาทีต่อการเก็บข้อมูล 1 ครั้ง ระดับความดังที่เปิดจากเครื่องกำเนิดเสียงเท่ากับ BNL+15 dBA ยกตัวอย่างเช่น ถ้าภายในห้องมีระดับ BNL โดยเฉลี่ย 70 dBA จะต้องเปิดเสียงพูดในระดับ 85 dBA
- เสียงเพลง เพลงที่ใช้เปิดเพื่อเก็บข้อมูลซึ่งเป็นเพลงที่ผลิตขึ้นมาในกระบวนการแบบปกติเพื่อการขาย เพียงแต่ยังไม่ได้เผยแพร่สู่สาธารณะ ดังนั้นจึงเป็นเพลงที่ยังไม่มีผู้ใดเคยได้ยินมาก่อน รูปแบบของเพลงเป็นแนวป๊อป (Pop Style) จังหวะในระดับปานกลาง การเก็บข้อมูลในแต่ละครั้งจะเปิดเสียงเพลงเป็นระยะเวลา 1 นาที ในระดับความดัง BNL+15 dBA

การนำเสนอข้อมูลในส่วนนี้เป็นแบบผังแสดงการกระจายตัวของเสียง เพื่อสังเกตรูปแบบการกระจายตัวของเสียงพูดเปรียบเทียบกับเสียงเพลง ในขณะที่ห้องเรียนมีสภาวะการใช้งานแบบปกติ คือ เปิดระบบปรับอากาศและใช้งานผ้าม่านหรือมู่ลี่

4.2.3.1 ผังการกระจายตัวของเสียง ภายในห้องเรียนกลุ่ม A (พื้นผิวซับเสียงมาก)



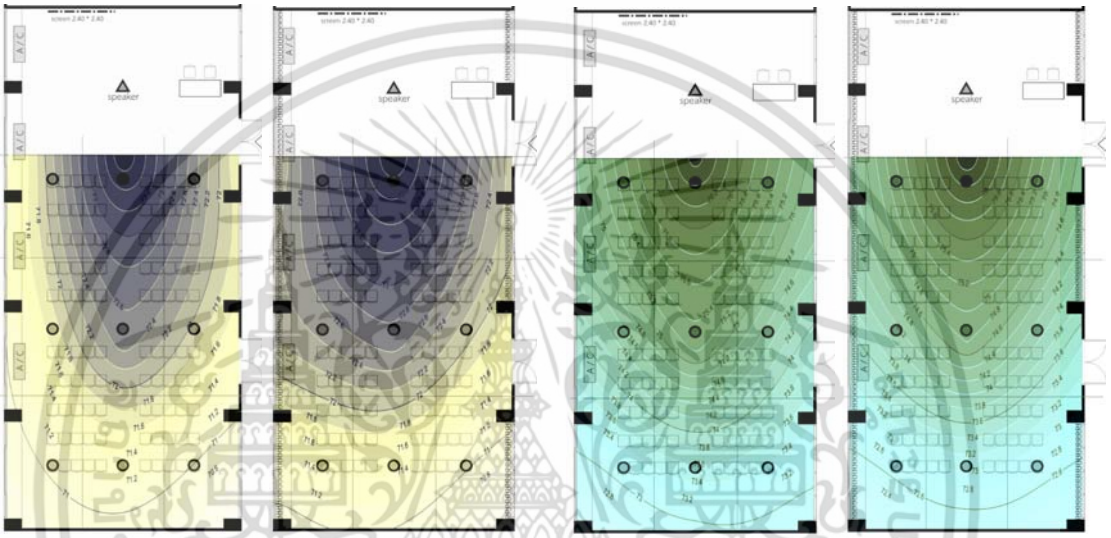
Lecture sound (PAS 17.71%)
x̄ no Abs= 76.42 dBA (Min. 74.80 – Max. 77.90)
x̄ wt Abs= 75.04 dBA (Min. 73.40 – Max. 77.10)

Music sound (PAS 17.71%)
x̄ no Abs= 76.52 dBA (Min. 74.90 – Max. 78.00)
x̄ wt Abs= 75.48 dBA (Min. 74.10 – Max. 77.90)

ภาพที่ 4.16 การกระจายตัวของเสียงพูดและเสียงเพลงห้องเรียนคณะวิศวะกรรมศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.16 ภายในห้องเรียน ENG มีพื้นผิวซับเสียง (PAS) 17.71% เมื่อจำลองเสียงพูดบรรยายและเสียงเพลง จะเห็นได้ว่า รูปแบบการกระจายตัวของเสียงทั้งสองประเภทมีความแตกต่างกันน้อยมากหรือไม่มีเลย โดยที่ PAS ทำให้ค่าเฉลี่ยของเสียงลดลงประมาณ 1.84% (ลดความดังของเสียงพูดได้มากกว่าเสียงเพลง) และช่วยทำให้รูปแบบของเสียงมีการกระจายตัวมากยิ่งขึ้น ระดับความดังภายในห้องเมื่อเปิดเสียงเพลงจะมีความดังมากกว่าเล็กน้อย ทั้งนี้เนื่องมาจาก เสียงเพลง ประกอบด้วยย่านความถี่ที่มากกว่า เช่น เสียงเบส เสียงแหลม จึงมีผลทำให้มีระดับความดังมากกว่าเล็กน้อย



Lecture sound (PAS 11.73%)
x̄ no Abs= 71.87 dBA (Min. 70.20 – Max. 74.00)
x̄ wt Abs= 71.45 dBA (Min. 70.20 – Max. 73.80)

Music sound (PAS 11.73%)
x̄ no Abs= 74.13 dBA (Min. 72.20 – Max. 76.70)
x̄ wt Abs= 73.70 dBA (Min. 71.80 – Max. 76.60)

ภาพที่ 4.17 การกระจายตัวของเสียงพูดและเสียงเพลงห้องเรียนคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

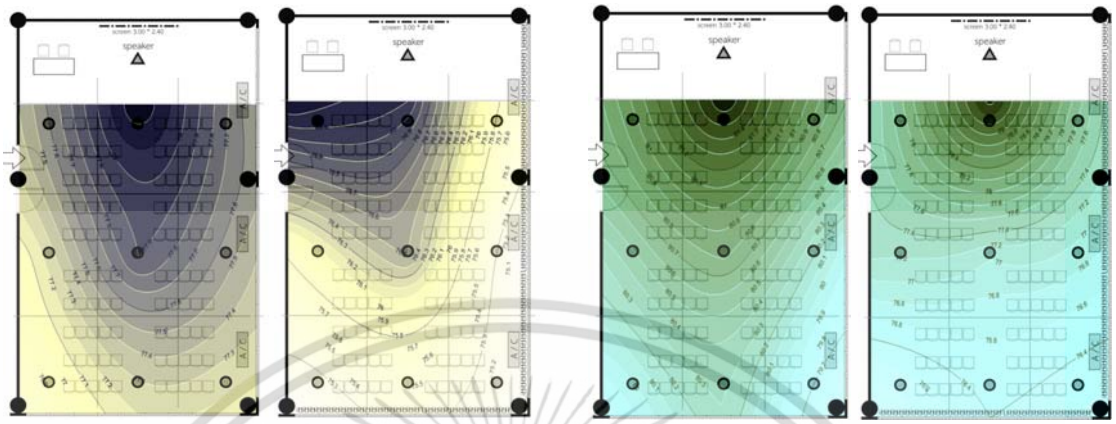
ภาพที่ 4.17 ภายในห้องเรียน IDED มีพื้นผิวซับเสียง (PAS) 11.73% เมื่อภายในห้องไม่มีพื้นผิวซับเสียงจะเห็นว่ารูปแบบ กระจายของเสียงพูดและเสียงเพลงไม่มีความแตกต่างกัน แต่เมื่อเพิ่ม PAS เข้ามาในห้องจึงเห็นการเปลี่ยนแปลงรูปแบบ โดยที่ เสียงพูดตอบสนองต่อ PAS มากกว่าเสียงเพลง แต่เมื่อพิจารณาถึงการลดลงของระดับเสียง พบว่า ไม่มีความแตกต่างกัน โดยที่ลดลงประมาณ 0.58%

สำหรับภาพที่ 4.18 ภายในห้องเรียน ARCH พื้นผิวซับเสียง (PAS) สูงที่สุด 18.73% เมื่อภายในห้องไม่มีพื้นผิวซับเสียงจะเห็นว่ารูปแบบ การกระจายของเสียงพูด และเสียงเพลงมีรูปแบบเช่นเดียวกันคือมีลักษณะกระจายเป็นวงเมื่อระยะห่างจากลำโพงมากขึ้นเสียงจะเบาและจางลง

เมื่อภายในห้องมี PAS (บริเวณผนังด้านขวาและหลังห้อง) ส่งผลต่อรูปแบบการกระจายตัวของเสียงพูดและเสียงเพลงแตกต่างกันออกไป นั่นคือ เสียงพูดจะมีระดับเสียงที่เบาลงอย่างเห็นได้ชัดในบริเวณพื้นที่ที่อยู่ใกล้กับพื้นผิวซับเสียง ส่วนเสียงเพลงนั้นจะมีผลให้ระดับเสียงเบา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลงในทุก ๆ พื้นที่โดยเฉพาะบริเวณกลางห้อง อย่างไรก็ตาม PAS ภายในห้องมีผลทำให้ระดับเสียงโดยเฉลี่ยลดลงประมาณ 2-3%

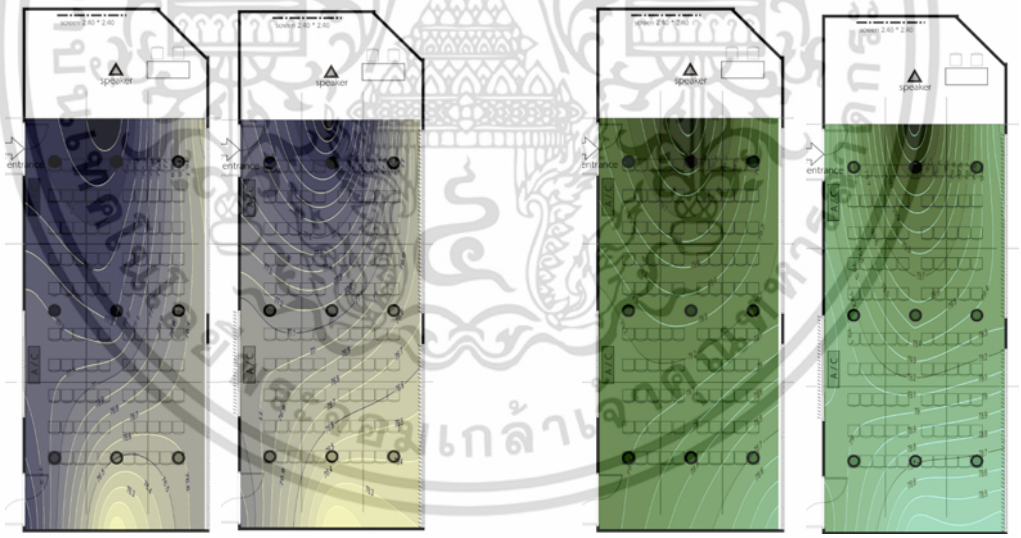


Lecture sound (PAS 18.73%)
x̄ no Abs= 77.39 dBA (Min. 76.70 – Max. 78.30)
x̄ wt Abs= 75.80 dBA (Min. 74.80 – Max. 77.30)

Music sound (PAS 18.73%)
x̄ no Abs= 80.38 dBA (Min. 79.30 – Max. 81.70)
x̄ wt Abs= 77.04 dBA (Min. 75.60 – Max. 79.70)

ภาพที่ 4.18 การกระจายของเสียงพูดและเสียงเพลงห้องเรียนคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

4.2.3.2 ผังการกระจายตัวของเสียง ภายในห้องเรียนกลุ่ม B (พื้นผิวซับเสียงน้อย)



Lecture sound (PAS 4.25%)
x̄ no Abs= 77.02 dBA (Min. 76.10 – Max. 78.50)
x̄ wt Abs= 76.99 dBA (Min. 76.00 – Max. 77.80)

Music sound (PAS 4.25%)
x̄ no Abs= 79.17 dBA (Min. 78.30 – Max. 80.60)
x̄ wt Abs= 79.18 dBA (Min. 78.30 – Max. 80.20)

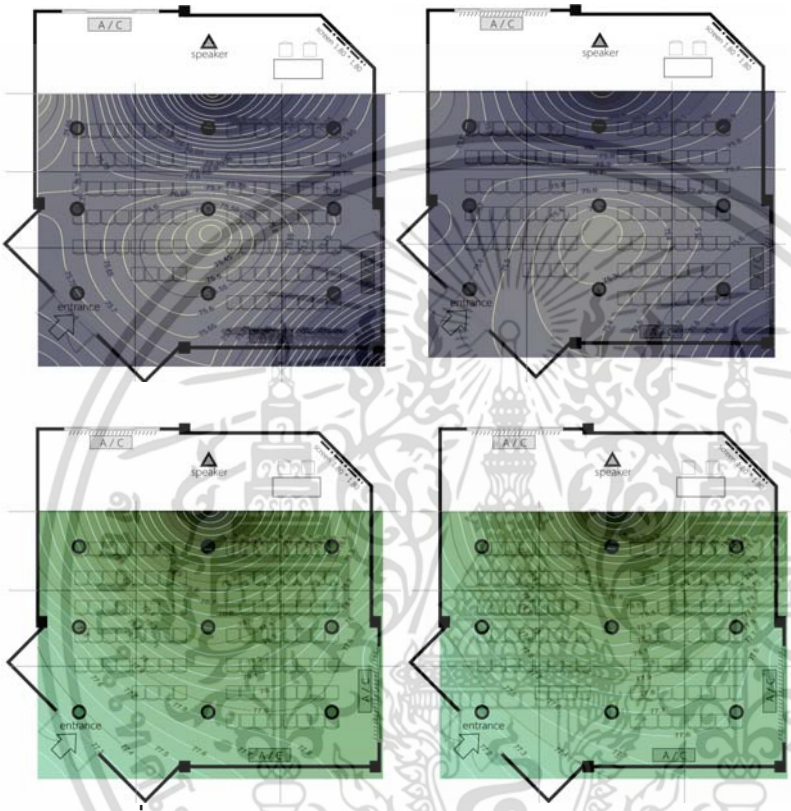
ภาพที่ 4.19 การกระจายตัวของเสียงพูดและเสียงเพลงห้องเรียนคณะวิทยาศาสตร์

ภาพที่ 4.19 ภายในห้องเรียน SCI มีพื้นผิวซับเสียง (PAS) 4.25% ค่าเฉลี่ยที่ลดลงของทั้งเสียงพูดและเสียงเพลงลดลงเพียงเล็กน้อย คือ 0.01-0.04% แต่อย่างไรก็ตาม จากรูปภาพแสดงให้เห็นการกระจายตัวของเสียงที่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม เมื่อห้องเรียน SCI ไม่มี PAS จะเกิดภาวะก้องกังวานในลักษณะสะท้อนแบบโฟกัส เนื่องจากตัวห้องมีลักษณะลึกยาวคล้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุโมงจึงมีโอกาสเกิดการในก้องในลักษณะนี้ ซึ่งมีข้อดีคือ สามารถส่งผ่านหรือสะท้อนเสียงให้มาถึงหลังห้องได้ เมื่อปิดมู่ลี่ลงมาใช้งานตามปกติ มู่ลี่หรือ PAS ที่มีลักษณะเป็นช่องเกล็ดก็ทำให้การตกกระทบของเสียงฟุ้งกระจายออกไป เสียงบริเวณหลังห้องจึงเบาลง

เมื่อเปรียบเทียบการกระจายตัวของเสียงพูดและเสียงเพลง พบว่า PAS ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงกับทั้งสองเสียง โดยที่ส่งผลต่อเสียงพูดมากกว่าเสียงเพลง



Lecture sound (PAS 1.75%)
x̄ no Abs= 75.94 dBA (Min. 75.30 – Max. 76.80)
x̄ wt Abs= 75.79 dBA (Min. 75.10 – Max. 76.80)

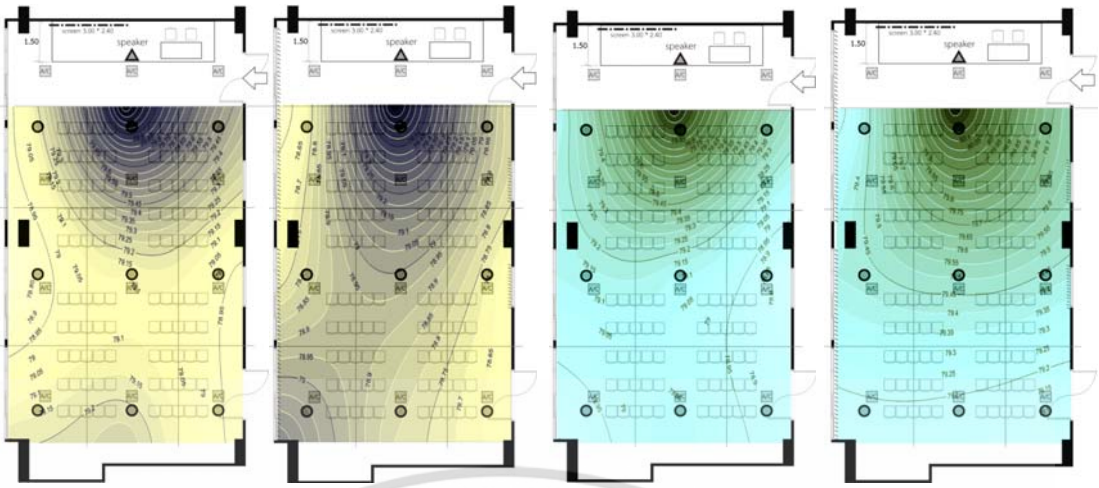
Music sound (PAS 1.75%)
x̄ no Abs= 77.99 dBA (Min. 77.00 – Max. 79.90)
x̄ wt Abs= 77.87 dBA (Min. 77.00 – Max. 89.80)

ภาพที่ 4.20 การกระจายของเสียงพูดและเสียงเพลงห้องเรียนคณะเทคโนโลยีการเกษตร

รูปทรงห้อง AGRI เป็นรูปทรงที่แตกต่างกับทุกห้อง โดยที่มีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมจตุรัส รูปทรงลักษณะนี้มีโอกาสจะเกิดเสียงก้องกังวานได้มากเนื่องจากความเท่ากันของผนัง ทำการเกิดการสะท้อนกลับไปกลับมาจนซ้อนทับกัน ดังจะเห็นได้ชัดเจนจากภาพที่ 4.20 ในขณะที่ห้องเรียนเปิดเสียงพูดบรรยายเห็นรูปแบบการกระจายตัวของเสียงลักษณะเป็นวง เมื่อเพิ่มพื้นผิว PAS ส่งผลให้ระดับเสียงลดลงประมาณ 0.2% และรูปแบบการกระจายตัวขยายวงออก ลดรูปแบบการเป็นวงกลม

เมื่อห้องเรียนเปิดเสียงเพลง รูปแบบของเสียงมีการกระจายตัวในลักษณะปกติคือเป็นวงออกจากแหล่งกำเนิดเสียงระดับเสียงเพิ่มขึ้นมาบ้างบริเวณหลังห้องฝั่งขวามือ โดยที่เมื่อใช้งาน PAS กลับไม่เห็นความแตกต่างหรือความเปลี่ยนแปลงทั้งระดับเสียงและการกระจายตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Lecture sound (PAS 8.13%)
x̄ no Abs= 79.17 dBA (Min. 78.70 – Max. 80.20)
x̄ wt Abs= 78.87 dBA (Min. 78.30 – Max. 79.80)

Music sound (PAS 8.13%)
x̄ no Abs= 79.39 dBA (Min. 78.80 – Max. 80.30)
x̄ wt Abs= 79.13 dBA (Min. 78.70 – Max. 80.10)

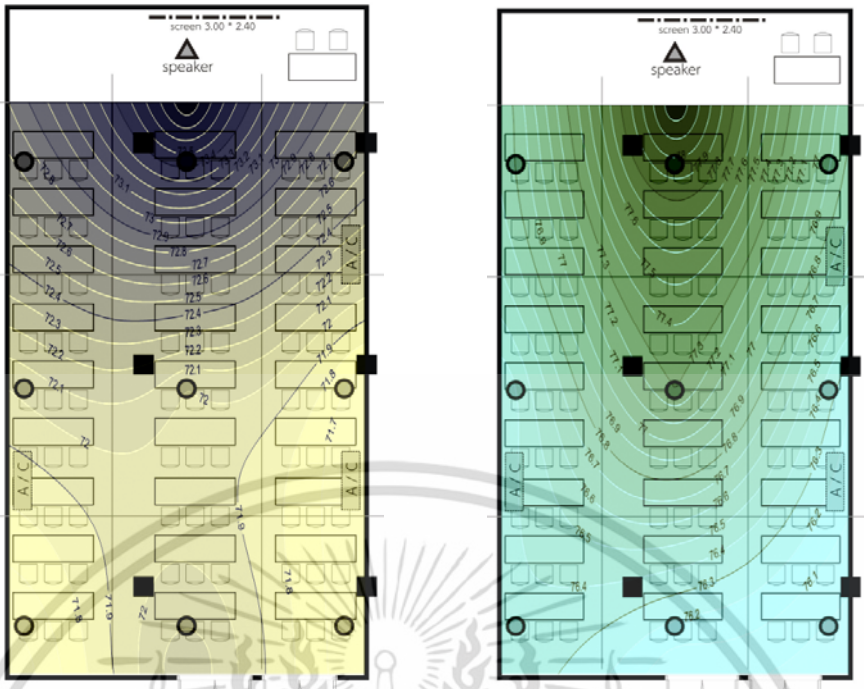
ภาพที่ 4.21 การกระจายของเสียงพูดและเสียงเพลงห้องเรียนคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

ห้องเรียนคณะ IT มีรูปแบบการกระจายเสียงพูดและเสียงเพลงในลักษณะเดียวกันโดยจะมีความเข้มเสียงที่บริเวณหน้าห้องใกล้ตำแหน่งลำโพง รวมถึง มีระดับเสียงเพิ่มขึ้นเล็กน้อยบริเวณท้ายห้อง ซึ่งเมื่อมีการใช้ PAS (8.13%) จะสังเกตเห็นได้ชัดเจนในภาพที่ 4.21 การกระจายตัวของเสียงมีเพิ่มมากขึ้นบริเวณด้านซ้ายมือ (ฝั่งที่ติดตั้งมู่ลี่) รวมถึงบริเวณด้านหลังห้อง จึงอาจกล่าวได้ว่า PAS ที่เป็นมู่ลี่มีส่วนช่วยในการกระจายเสียงให้มีความดังเพิ่มขึ้นในวงกว้างออกไปโดยโดยเฉพาะกับเสียงพูดบรรยาย

ภาพที่ 4.22 ห้อง MAN เป็นเพียงห้องเดียวที่ไม่มีช่องแสงหน้าต่าง ไม่มีผ้าม่านหรือมู่ลี่ จึงเก็บข้อมูลโดยปราศจากพื้นผิวดูดซับเสียง (PAS 0%) ในภาพผังการกระจาย จึงแสดงให้เห็นรูปแบบการกระจายของเสียงพูดและเสียงเพลงภายในห้องที่มีอิทธิพลมาจากสภาพแวดล้อมกายภาพเป็นหลัก

ระดับความดังของเสียงพูดและเสียงเพลงจะมีความแตกต่างกันเล็กน้อย เสียงเพลงจะมีระดับเสียงที่ดังกว่าเนื่องจากมีความถี่เสียงที่กว้างกว่าเสียงพูด (1-2 MHz) แต่ความแตกต่างของค่าสูงสุดและต่ำสุดของทั้งสองเสียงไม่มีความแตกต่างกัน เมื่อพิจารณารูปแบบการกระจายตัวของเสียง จะเห็นว่ามีลักษณะเดียวกันคือเป็นโค้งปกติ เพียงแต่เสียงเพลงจะมีระดับเสียงที่ดังมากกว่าที่บริเวณพื้นที่กลางห้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Lecture sound (PAS 0.00%)
x̄ no Abs= 72.26 dBA (Min. 71.50 – Max. 73.90)

Music sound (PAS 0.00%)
x̄ no Abs= 76.66 dBA (Min. 75.90 – Max. 78.30)

ภาพที่ 4.22 การกระจายของเสียงพูดและเสียงเพลงห้องเรียนคณะการบริหารและจัดการ

จากข้อมูลทั้งหมด สรุปได้ว่า

- ในภาวะห้องปกติไม่มีพื้นผิวซับเสียง รูปแบบการกระจายของเสียงพูดและเสียงเพลงไม่มีความแตกต่างกัน
- รูปทรงของห้องมีผลทำให้เกิดความแตกต่างกัน ของการกระจายของเสียงพูดและเสียงเพลง โดยที่ห้องรูปทรงลึก ยาว จะกระจายเสียงเพลงได้ทั่วถึงไปยังบริเวณหลังห้อง และรูปทรงห้องแบบจตุรัสจะทำให้เสียงพูด มีความดังระดับเท่าๆ กันทั่วทุกพื้นที่ (โดยยังไม่คำนึงถึงประเด็นเรื่องความชัดเจน)
- PAS มีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงการกระจายตัวของเสียง โดยที่ผ้าม่านจะช่วยดูดซับเสียงและส่งผลกับเสียงพูดอย่างเห็นได้ชัด ส่วนมู่ลี่จะช่วยดูดซับเสียงในบางส่วนและกระจายเสียงความถี่ย่านสูง ซึ่งทำให้เกิดมิติการฟังเพลงที่ดีขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ระยะเวลาการก้องกังวาน (RT)

ระยะเวลาก้องกังวาน (RT) เป็นดัชนีชี้วัดค่าความก้องภายในห้องมีหน่วยเป็นวินาที สำหรับห้องเรียนขนาดใหญ่มีค่ามาตรฐาน RT เท่ากับ 0.7 วินาที การประเมินค่า RT วัดค่าจากการจำลองเสียงระเบิดลูกโป่ง (Balloon Burst) ซึ่งเป็นเสียงกระตุ้น เปิดเสียงที่ระดับความดัง BNL+60 dBA

ดัชนี RT นับเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อค่า BNL และรวมถึง STI ซึ่งเป็นไปตามทฤษฎีของ Sabine (Cabanaugh and Wikes. 1998) การนำเสนอค่า RT นำเสนอในลักษณะค่าเฉลี่ยรวมภายในห้องทั้งหมด 7 ห้องเมื่อภายในห้องมีและไม่มีพื้นผิวซับเสียง (PAS) ยกเว้นเพียงห้อง MAN ที่ไม่สามารถจะติดตั้งพื้นผิวซับเสียงได้ การวิเคราะห์ค่า RT พิจารณาจากอิทธิพลของ PAS ว่าส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร รวมถึงการอธิบายร่วมกับองค์ประกอบเชิงพื้นที่ภายในห้องเรียน

ตารางที่ 4.4 ค่า RT ของห้องเรียนทั้ง 7 ห้องแจกแจงตามปัจจัยเชิงพื้นที่

	ห้องเรียนขนาดใหญ่								
	กลุ่ม A PAS มาก			***กลุ่ม B PAS น้อย***					
	ENG	**IDED**	**ARCH**	**SCI**	**AGRI**	**IT**	**MAN**	ค่าเฉลี่ย	S.D.
ปริมาตรห้อง (m^3)	340.00	403.75	428.34	318.66	319.73	422.80	336.00	367.04	45.49
พื้นที่ (m^2)	106.25	161.50	129.80	120.25	110.25	140.94	120.00	127.00	17.72
ความสูงฝ้าเพดาน (m)	3.20	2.60	3.30	2.65	2.90	3.00	2.80	2.92	0.24
อัตราส่วน ลึก / กว้าง	1.47	2.24	1.68	2.85	1.00	1.86	1.87	1.85	0.54
พื้นผิวรวม (m^2)	346.90	460.50	415.03	373.01	342.30	431.28	368.80	391.12	41.68
PAS (%)	*17.71%*	*11.73%*	*18.73%*	*4.25%*	*1.75%*	*8.13%*	*0%*	-	-
RT (วินาที) (Room no Absorption)	1.37 (1.13-1.52)	1.27 (1.10-1.50)	1.79 (1.62-1.90)	1.38 (1.34-1.41)	2.01 (1.93-2.05)	2.55 (2.30-2.83)	1.56 (1.53-1.59)	1.70	0.42
RT (วินาที) + PAS (Room with Absorption)	1.11 (1.09-1.13)	1.06 (1.02-1.09)	1.25 (1.18-1.29)	1.36 (1.34-1.38)	1.98 (1.91-2.02)	2.50 (2.27-2.71)	-	1.54	0.57
ระดับ RT ลดลง (%)	***19%***	***16.5%***	***33.3%***	***1.5%***	***1.49%***	***1.96%***			**-**

หมายเหตุ: ค่ามาตรฐาน RT เท่ากับ 0.70 วินาที

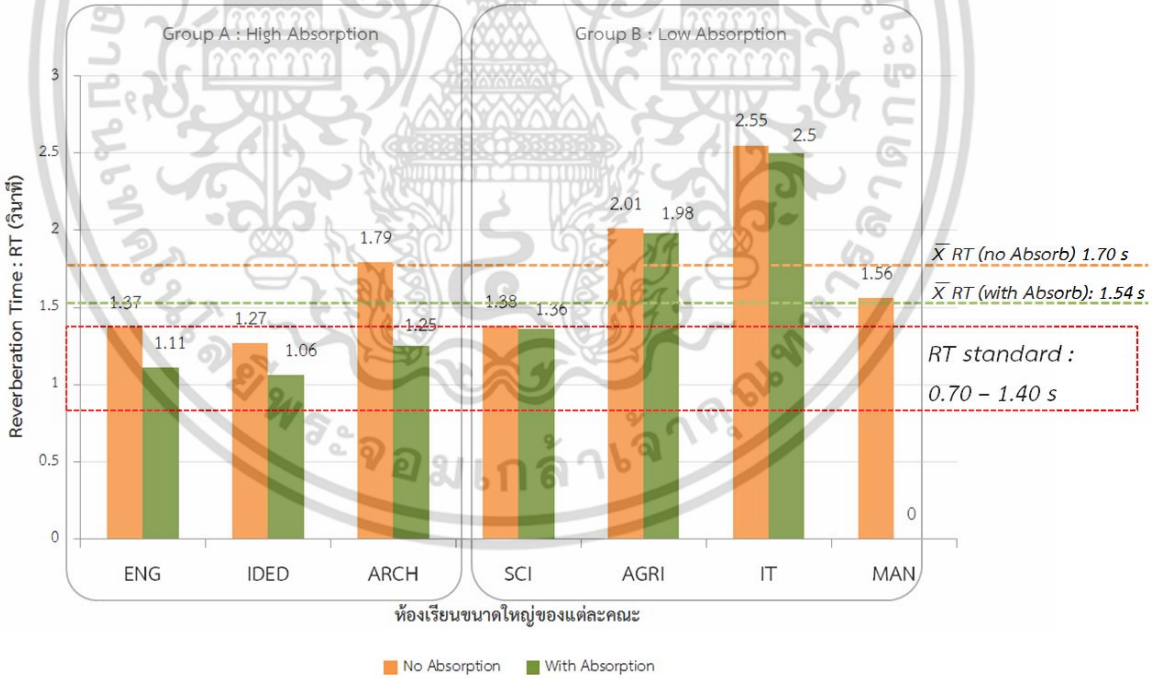
จากตารางที่ 4.4 ทุกห้องเรียนมีค่า RT เกินกว่าระดับมาตรฐานทั้งสิ้น ทั้งในสภาวะที่มีพื้นผิวซับเสียงและไม่มี แต่เมื่อพิจารณาเกณฑ์มาตรฐาน ANSI ซึ่งสามารถอนุโลมให้มีค่า RT ได้มากที่สุดถึง 1.4 วินาที พบว่า มีห้องเรียนจำนวน 4 ห้องที่อยู่ในระดับเกณฑ์มาตรฐานคือ ENG IDED ARCH และ SCI การพิจารณาร่วมกับปัจจัย PAS พบว่า เมื่อภายในห้องไม่มี PAS ค่าเฉลี่ย RT ของทุกห้องเท่ากับ 1.70 วินาที ห้องที่มีค่าต่ำสุดคือ IDED ENG และ SCI (1.27-1.38 s) ห้องที่มีค่า RT สูงหรือมีภาวะก้องกังวานมากคือ MAN ARCH AGRI และ IT (1.56-2.55 s) ห้องที่มีค่า RT สูงที่สุดคือห้อง IT ที่มีระดับค่าระยะเวลาก้องกังวานมากถึง 2.55 วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การพิจารณาร่วมกับปัจจัยเชิงพื้นที่ พบว่า ห้องที่มีขนาดปริมาตรใหญ่จะมีโอกาสเกิดภาวะก้องกังวานได้มากกว่าห้องขนาดเล็ก รวมถึงปัจจัยความสูงฝ้าเพดานเมื่อเทียบกับขนาดพื้นที่ พบว่า ห้องที่มีฝ้าเพดานระดับเตี้ย มีโอกาสทำให้เกิดภาวะก้องกังวานภายในห้องได้มากกว่า นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาถึงอัตราส่วนความกว้างต่อความลึกของห้อง พบว่า ห้องที่มีลักษณะลึกยาวจะมีค่า RT น้อยกว่าห้องที่มีรูปทรงจตุรัสหรือห้องที่ไม่ลึกมาก

เมื่อภายในห้องมีการใช้ PAS พบว่า สามารถลดค่า RT ได้โดยเฉลี่ยถึง 13% (ลดจาก 1.70 เหลือ 1.54 วินาที) จากภาพที่ 4.23 พิจารณาตามกลุ่มพื้นผิวซับเสียงมาก (A) กลุ่มพื้นผิวซับเสียงน้อย (B) พบว่า กลุ่ม A สามารถลดค่า RT อย่างเห็นได้ชัด โดยเฉพาะห้อง ARCH ลดลงได้ถึง 33% ในขณะที่ห้องเรียนกลุ่ม B ลดค่า RT ได้เพียงเล็กห้อง (1.5-2%) สังเกตได้จากเส้นระดับค่าเฉลี่ย RT กล่าวคือ เมื่อภายในห้องมีระดับ PAS ทำให้ห้องเรียนในกลุ่ม A มีระดับต่ำกว่าค่าเฉลี่ย ตรงกันข้ามกับห้องเรียนในกลุ่ม B ซึ่งส่วนใหญ่ยังมีค่า RT สูงกว่าระดับค่าเฉลี่ย

ด้วยเหตุนี้จึงสรุปได้ว่าปัจจัย PAS หรือร้อยละของพื้นผิวดูดซับเสียงภายในห้องมีผลต่อการลดระดับภาวะการก้องกังวานภายในห้อง เมื่อภายในห้องมี PAS สูงมากขึ้นก็จะมีโอกาสลด RT ให้เข้าใกล้ค่ามาตรฐานได้



ภาพที่ 4.23 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย RT ของแต่ละห้องกับปัจจัยพื้นผิวดูดซับเสียง (PAS)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากข้อมูลทั้งหมดในส่วนการวิเคราะห์ค่า RT สรุปได้ว่า

- ปัจจัยเชิงพื้นที่ส่งผลกระทบต่อภาวะความก้องกังวานภายในห้อง ได้แก่ ห้องที่มีปริมาตรมาก มีระดับฝ้าเพดานที่เตี้ยเมื่อเทียบกับขนาดพื้นที่ห้อง จะมีโอกาสเกิดภาวะก้องกังวานได้มาก ในขณะที่ ห้องรูปทรงลึก ยาว มีโอกาสเกิดภาวะก้องกังวานน้อย แต่อย่างไรก็ตามรูปทรงดังกล่าวทำให้เกิดเสียงสะท้อนในลักษณะสะท้อนแบบโฟกัส
- ปัจจัยพื้นผิวดูดซับเสียงเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยลดค่าระดับ RT โดยห้องที่มีร้อยละของพื้นผิวดูดซับเสียงมาก (PAS มาก) จะช่วยลดภาวะก้องกังวานให้เข้าใกล้สู่ค่ามาตรฐานมากยิ่งขึ้น

4.4 ดัชนีการส่งผ่านการพูด (STI)

ดัชนีการส่งผ่านการพูด (STI) เป็นดัชนีที่บ่งชี้ถึงระดับความชัดเจนของเสียงพูดสื่อสารภายในห้อง STI มีค่าตั้งแต่ 0-1 (0 หมายถึงไม่มีความชัดเจนเลย และ 1 หมายถึงมีความชัดเจนเป็นอย่างมาก) สำหรับห้องเรียนหรือพื้นที่การเรียนรู้กำหนดค่ามาตรฐานของ STI 0.60 ขึ้นไป ซึ่งมีความหมายว่ามีความชัดเจนในระดับ “ดี”

การวัดค่า STI ประเมินจากการเปิดเสียง STIPA signal ในระดับความดัง BNL+15dBA จากเครื่องขยายเสียงบริเวณกึ่งกลางด้านหน้าห้อง กำหนดจุดรับเสียงไว้ 9 ตำแหน่งทั่วห้อง โดยแต่ละจุดจะใช้เวลาในการตรวจวัด 1 นาทีต่อการตรวจวัด 1 ครั้ง การสรุปผลจะทำการเปรียบเทียบค่า STI เฉลี่ย ร่วมกับระดับค่าต่ำสุด-สูงสุด และประเมินเทียบกับปัจจัยเชิงพื้นที่ และวิเคราะห์ลักษณะการกระจายตัวของค่าความชัดเจนในลักษณะผังกระจายตัวของระดับความชัดเจน (STI-contour Map)

4.4.1 STI ของพื้นที่ทำการศึกษา

การเก็บข้อมูล STI ในดำเนินการภายในห้องเรียนที่มีภาวะแบบปกติ กล่าวคือ มีการเปิดระบบปรับอากาศเสมือนดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน แต่จะมีการทดสอบปัจจัยพื้นผิวดูดซับเสียง (No PAS & With PAS) เพื่อเปรียบเทียบผลกระทบ นอกเหนือจากการพิจารณาปัจจัยเชิงพื้นที่ แสดงในตารางที่ 4.5

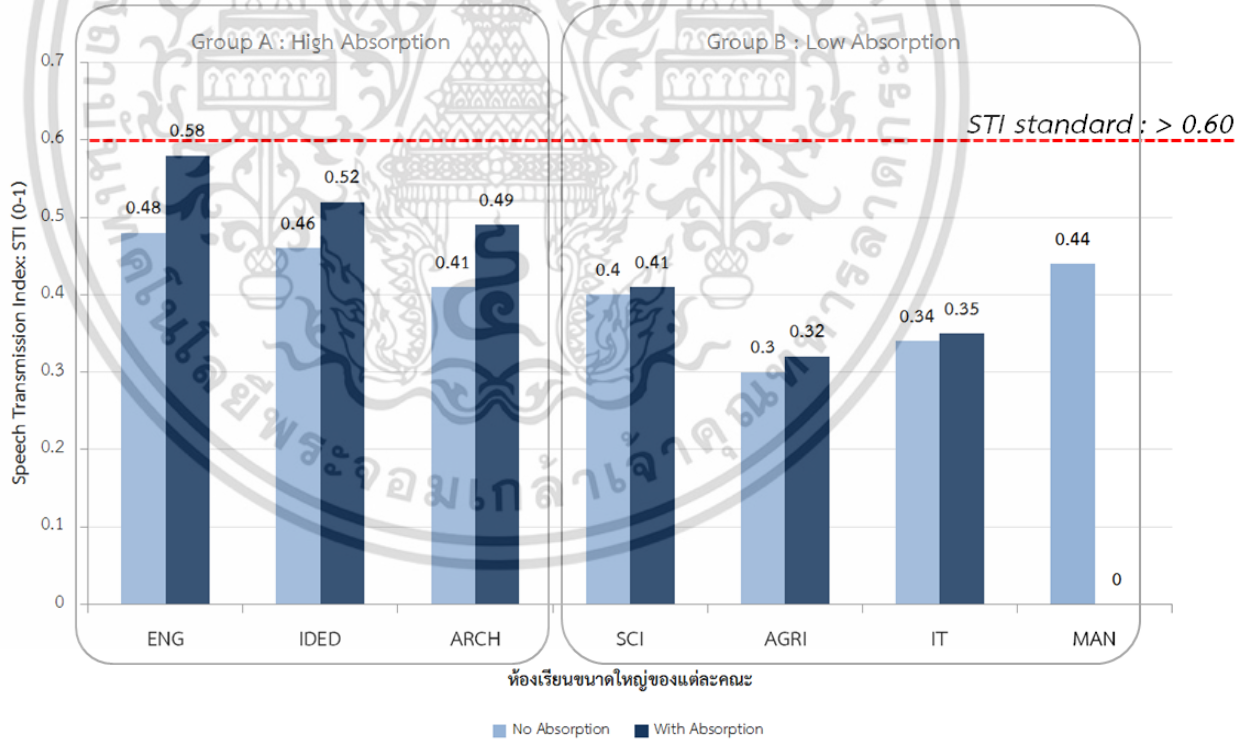
จากการพิจารณาปัจจัยเชิงพื้นที่ พบว่า ไม่ได้ส่งผลต่อระดับค่า STI อย่างชัดเจน มีเพียงปัจจัยอัตราส่วนลึกต่อความกว้าง ของห้อง AGRI ที่มีลักษณะเป็นจตุรัส ส่งผลให้ค่า STI มีระดับต่ำที่สุด ปัจจัยที่ส่งผลอย่างชัดเจนคือ ร้อยละของพื้นผิวดูดซับเสียง (PAS) ห้องเรียนในกลุ่มพื้นผิวซับเสียงมาก เป็นห้องเรียนที่มี PAS ในระดับที่มากส่งผลให้เกิดค่า STI ที่ดีขึ้น 13-20% ในขณะที่กลุ่มพื้นผิวซับเสียงน้อย ค่า STI มีการเพิ่มขึ้นในระดับที่น้อยมาก (2-6%)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 ค่า STI ห้องเรียนทั้ง 7 ห้องแจกแจงตามปัจจัยเชิงพื้นที่

	ห้องเรียนขนาดใหญ่								
	กลุ่ม A PAS มาก			*กลุ่ม B PAS น้อย*					
	ENG	IDED	ARCH	SCI	AGRI	IT	MAN	ค่าเฉลี่ย	S.D.
ปริมาตรห้อง (m^3)	340.00	403.75	428.34	318.66	319.73	422.80	336.00	367.04	45.49
พื้นที่ (m^2)	106.25	161.50	129.80	120.25	110.25	140.94	120.00	127.00	17.72
ความสูงฝ้าเพดาน (m)	3.20	2.60	3.30	2.65	2.90	3.00	2.80	2.92	0.24
อัตราส่วน ลึก / กว้าง	1.47	2.24	1.68	2.85	1.00	1.86	1.87	1.85	0.54
พื้นผิวรวม (m^2)	346.90	460.50	415.03	373.01	342.30	431.28	368.80	391.12	41.68
PAS (%)	*17.71%*	*11.73%*	*18.73%*	*4.25%*	*1.75%*	*8.13%*	*0%*	-	-
STI (No PAS) (Room no Absorption)	0.48 .44 - .54	0.46 .43 - .55	0.41 .38 - .50	0.40 .34 - .44	0.30 .22 - .40	0.34 .31 - .41	0.44 .36 - .51	0.40	0.06
STI (With PAS) (Room with Absorption)	0.58 .54 - .61	0.52 .48 - .60	0.49 .46 - .53	0.41 .36 - .45	0.32 .22 - .44	0.35 .33 - .41	-	0.45	0.10
ระดับ STI เพิ่มขึ้น (%)	***20.8%***	***13.0%***	***20.4%***	***2.0%***	***6.7%***	***2.9%***	**-**		**-**

หมายเหตุ: ค่ามาตรฐาน STI เท่ากับ 0.60



ภาพที่ 4.24 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย STI ของแต่ละห้องกับปัจจัยพื้นผิวดูดซับเสียง (PAS)

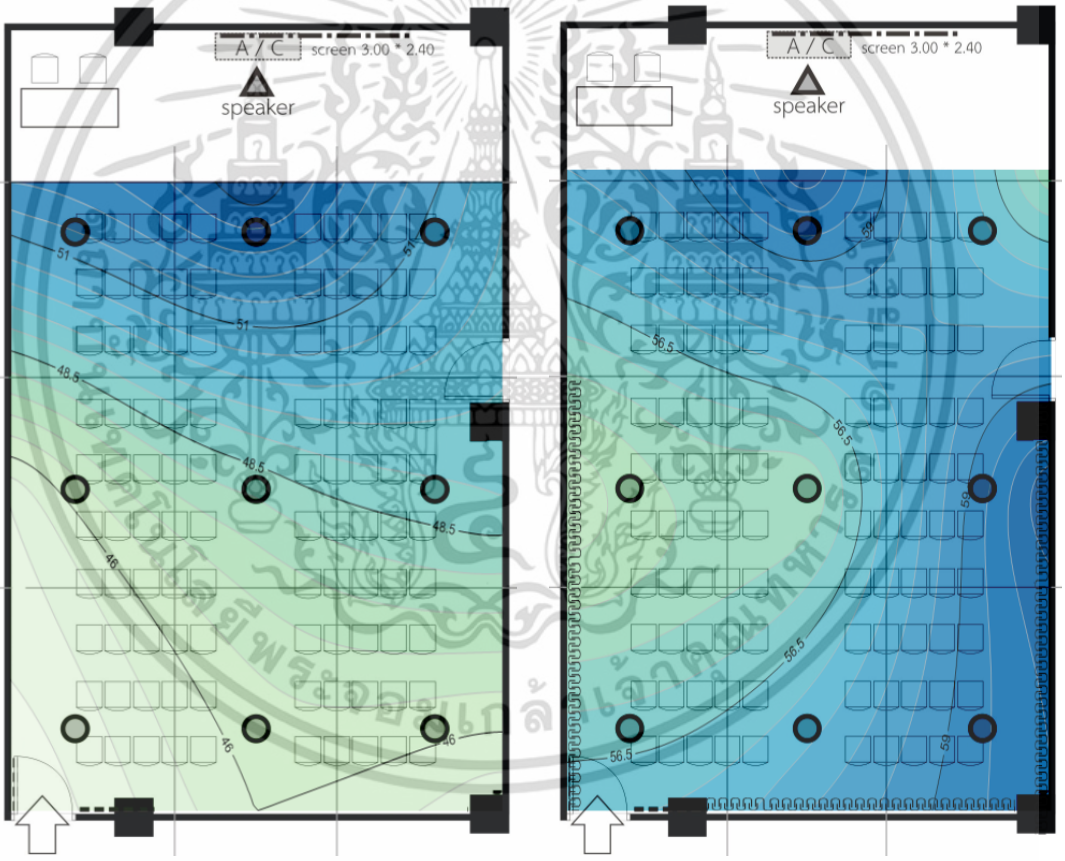
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.2 ผังการกระจายตัวของค่า STI (STI-contour Map)

การวิเคราะห์แบบผังกระจายตัวของค่า STI (STI-contour Map) เป็นการวิเคราะห์ร่วมกับค่าเฉลี่ยของระดับ STI ภายในห้อง เมื่อภายในห้องมีและไม่มีพื้นผิวดูดซับเสียง (No and With Absorption) เพื่อสังเกตการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการกระจายตัวของเสียงเมื่อภายในห้องมีปัจจัย PAS และเพื่อวิเคราะห์การตอบสนองของเสียงในบริเวณที่อยู่ใกล้กับพื้นผิวซับเสียง

ข้อมูลจำแนกออกเป็นสองกลุ่มคือ ห้องเรียนที่มีพื้นผิวซับเสียงมาก (ENG IDED ARCH) และห้องเรียนกลุ่มที่มีพื้นผิวซับเสียงน้อย (SCI AGRI IT MAN)

4.4.2.1 ผังการกระจายของค่า STI ห้องเรียนกลุ่ม A (ENG IDED ARCH)



Room no Absorption
$\bar{x}$ = 0.48 (Min. 0.44 – Max. 0.54)

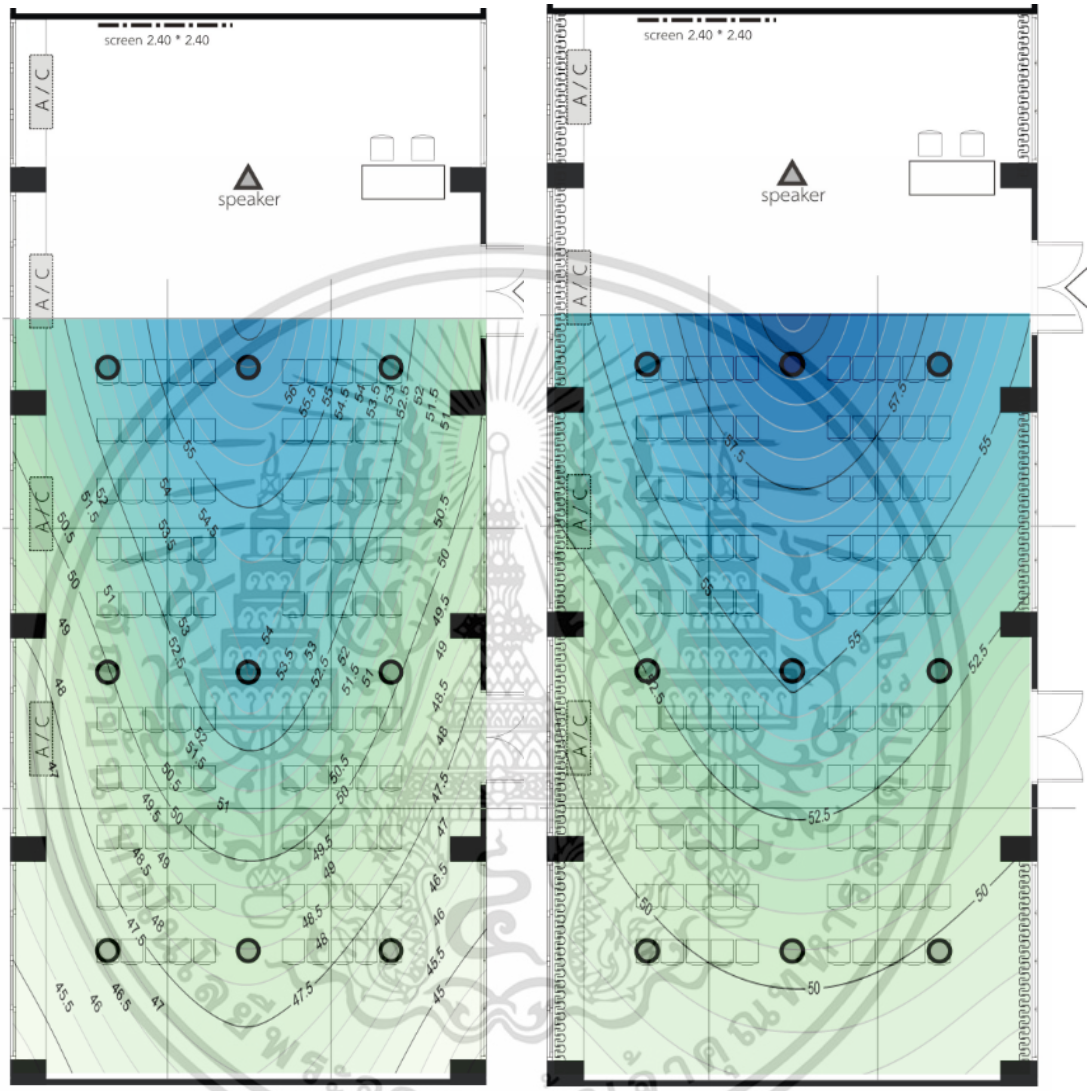
Room with Absorption (PAS 17.71%)
$\bar{x}$ = 0.58 (Min. 0.54 – Max. 0.61)

ภาพที่ 4.25 การกระจายค่า STI ห้องเรียนคณะวิศวะกรรมศาสตร์

ห้องเรียน ENG เป็นห้องเรียนที่มีระดับ PAS 17.71% ค่าเฉลี่ยของระดับ STI เท่ากับ 0.48 หมายถึง ระดับปานกลาง โดยมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 0.54 ที่ตำแหน่งใกล้กับเครื่องขยายเสียง เมื่อภายในห้องมี PAS สังเกตเห็นถึงความเปลี่ยนแปลง จากภาพที่ 4.25 คือ ค่าเฉลี่ยมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระดับเท่ากับ 0.58 ปรับตัวสูงขึ้นประมาณ 20% หมายถึง ความชัดเจนของเสียงเพิ่มมากขึ้นใกล้เคียงกับระดับค่ามาตรฐาน (STI 0.60) นอกจากนี้ PAS ที่เป็นผ้าม่านบริเวณหลังห้องยังช่วยกระจายระดับความชัดเจนมาถึงบริเวณด้านหลังห้องอย่างเห็นได้ชัด

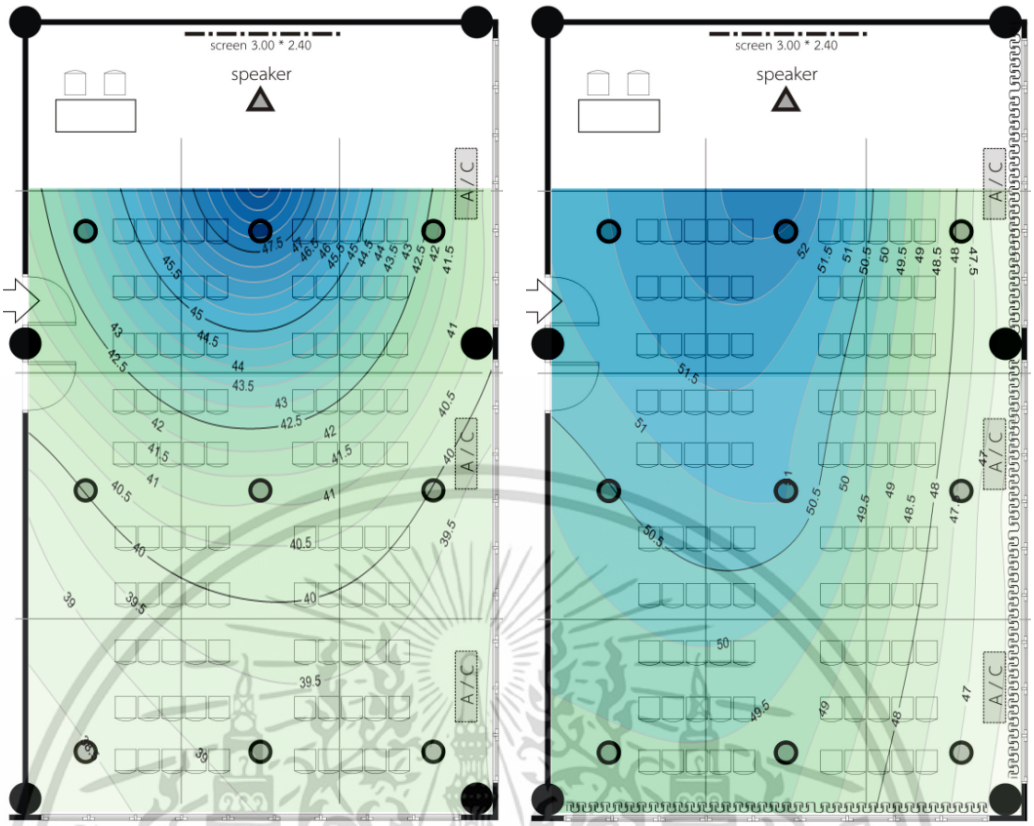


Room no Absorption
x̄ = 0.46 (Min. 0.43 – Max. 0.55)

Room with Absorption (PAS 11.73%)
x̄ = 0.52 (Min. 0.48 – Max. 0.60)

ภาพที่ 4.26 การกระจายค่า STI ห้องเรียนคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Room no Absorption
x̄ = 0.41 (Min. 0.38 – Max. 0.50)

Room with Absorption (PAS 18.73%)
x̄ = 0.49 (Min. 0.46 – Max. 0.53)

ภาพที่ 4.27 การกระจายค่า STI ห้องเรียนคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

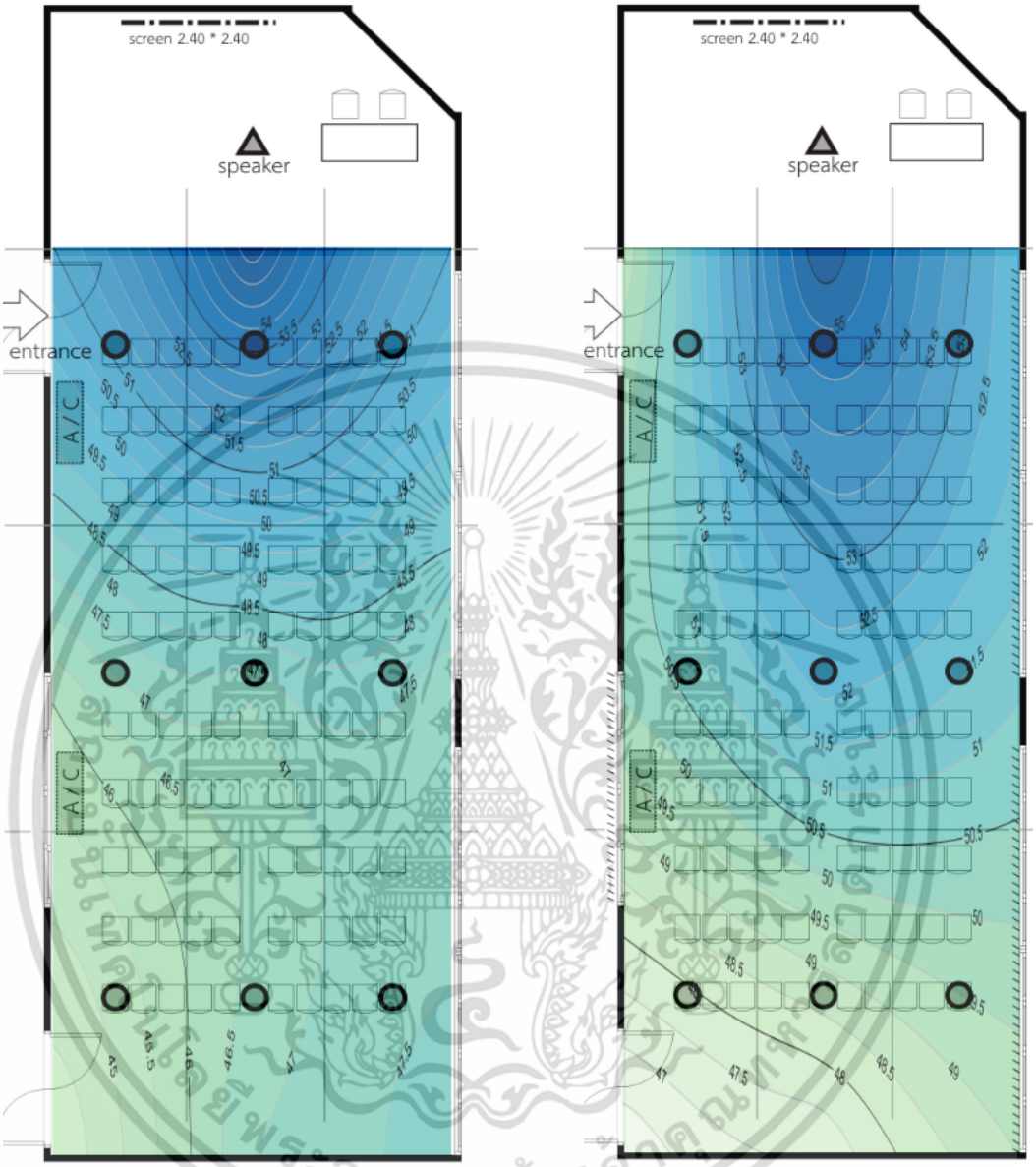
ภาพที่ 4.26 และ 4.27 แสดง STI-contour Map ของห้องเรียน IDED และ ARCH ตามลำดับ ห้องเรียนทั้งสองห้องจัดอยู่ในกลุ่ม A มีค่า PAS 11.73% และ PAS 18.73% ตามลำดับ

ห้องเรียนทั้งสองห้องเมื่อไม่มี PAS (ภาพด้านซ้าย) พบว่า ค่าระดับค่า STI และรูปแบบการกระจายตัวของความชัดเจนไม่แตกต่างกัน (STI เฉลี่ย 0.46 และ 0.41) (ระดับต่ำสุด 0.38 ระดับสูงที่สุด 0.55) เมื่อในแต่ละห้องมี PAS (ผ้าม่าน) พบว่า ระดับความชัดเจนเพิ่มสูงขึ้น 13-20% บางตำแหน่งมีความชัดเจนในระดับมาตรฐาน โดยที่ห้องที่มี PAS มากจะมีระดับความชัดเจนที่เพิ่มสูงกว่า นอกจากนี้ PAS ยังช่วยกระจายความชัดเจนมาถึงบริเวณกลางห้องถึงหลังห้องโดยสังเกตที่ระดับความเข้มของสี

อย่างไรก็ตาม ห้องเรียน ARCH เมื่อมี PAS จะมีรูปแบบการกระจายตัวแตกต่างออกไป คือ ผนังบริเวณที่อยู่ด้านตรงข้ามกับผ้าม่าน (PAS) มีระดับความชัดเจนที่เพิ่มสูงกว่า ทั้งนี้เป็นเพราะอิทธิพลของเสียงจากระบบปรับอากาศที่บริเวณผนังด้านขวามือซึ่งเป็นตำแหน่งที่มี BNL ในระดับสูงถึง 68-69 dBA ส่งผลต่อระดับความชัดเจนของเสียงภายในห้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.2.2 ผังการกระจายของค่า STI ห้องเรียนกลุ่ม B (SCI AGRI IT MAN)



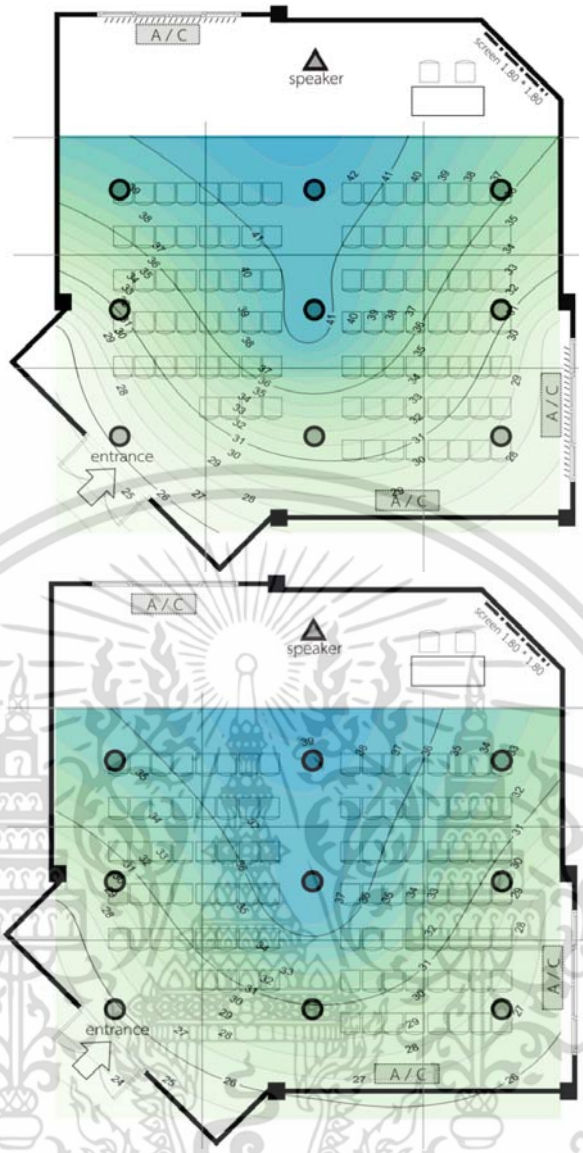
Room no Absorption
x = 0.40 (Min. 0.34 – Max. 0.44)

Room with Absorption (PAS 4.25%)
x = 0.41 (Min. 0.36 – Max. 0.45)

ภาพที่ 4.28 การกระจายค่า STI ห้องเรียนคณะวิทยาศาสตร์

ห้องเรียน SCI จัดอยู่ในกลุ่ม B มีระดับ PAS ภายในห้อง 4.25% ประเภทมู่ลี่ ระดับค่าเฉลี่ย STI เท่ากับ 0.40 หมายถึง ความชัดเจนในระดับพอใช้ (ระดับต่ำที่สุด 0.34 และสูงที่สุด 0.44) โดยตำแหน่งที่อยู่ตรงข้ามกับผนังติดตั้งเครื่องปรับอากาศจะมีระดับความชัดเจนที่ดีกว่า เมื่อภายในห้องมี PAS พบว่าค่าเฉลี่ยมีระดับเพิ่มสูงขึ้นไม่มากนัก แต่รูปแบบการกระจายตัวของค่า STI มีการกระจายตัวที่ดีขึ้นอย่างเห็นได้ชัด คือบริเวณกึ่งกลางห้องถึงบริเวณหลังห้องจะมีระดับความชัดเจนที่ดีขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



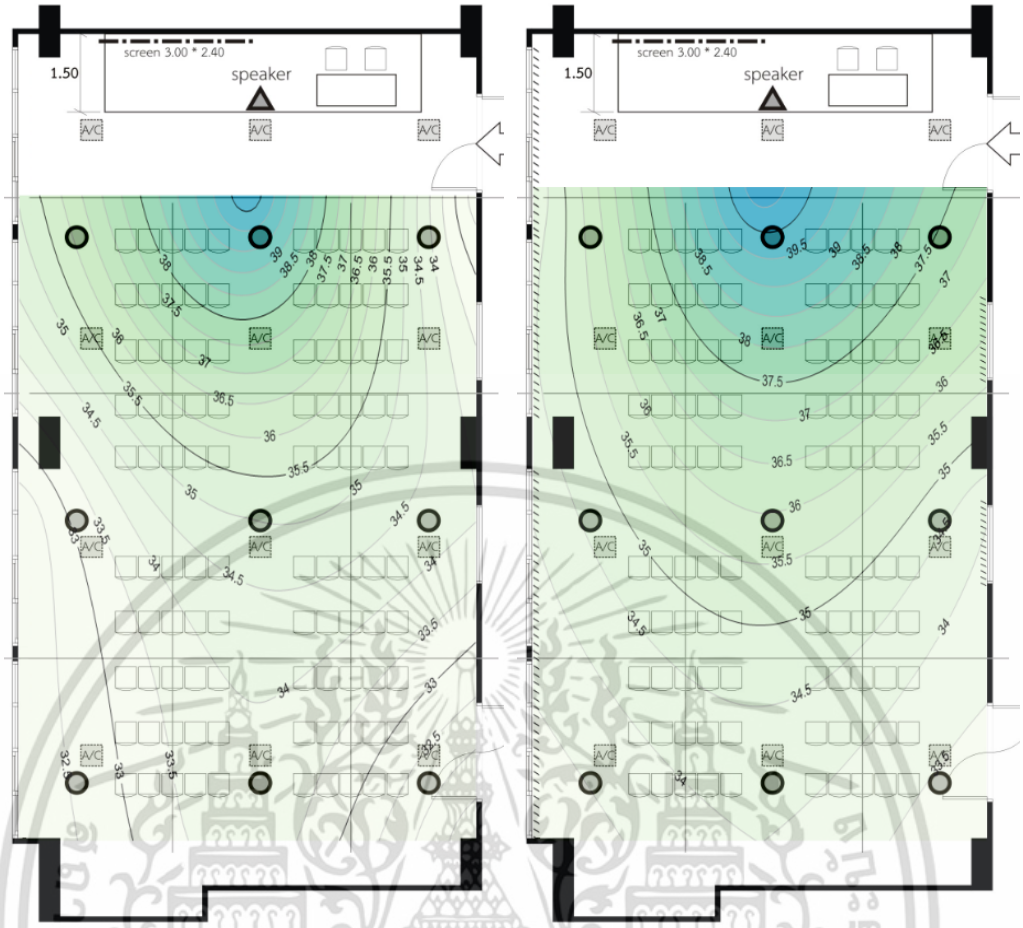
Room no Absorption
$\bar{x}$ = 0.30 (Min. 0.22 – Max. 0.40)

Room with Absorption (PAS 1.75%)
$\bar{x}$ = 0.32 (Min. 0.22 – Max. 0.44)

ภาพที่ 4.29 การกระจายค่า STI ห้องเรียนคณะเทคโนโลยีการเกษตร

ห้อง AGRI เป็นห้องที่มีรูปทรงแตกต่างจากทุกห้อง คือ ลักษณะเป็นจตุรัสหรือสี่เหลี่ยมที่ทุกด้านมีความยาวเท่ากัน ค่า STI ภายในห้องนี้ (ภาพที่ 4.29) มีระดับค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด คือ 0.30 รวมถึงบริเวณที่ค่า STI ต่ำที่สุดมีค่าเท่ากับ 0.22 หมายถึง ระดับที่ไม่มีความชัดเจน เมื่อภายในห้องมี PAS (1.75%) ระดับ STI แต่ละตำแหน่งจะเพิ่มความชัดเจนขึ้นไม่มากนัก แต่อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาการกระจายตัวของความชัดเจน พบว่า บริเวณกึ่งกลางห้องจะมีความความชัดเจนเพิ่มมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

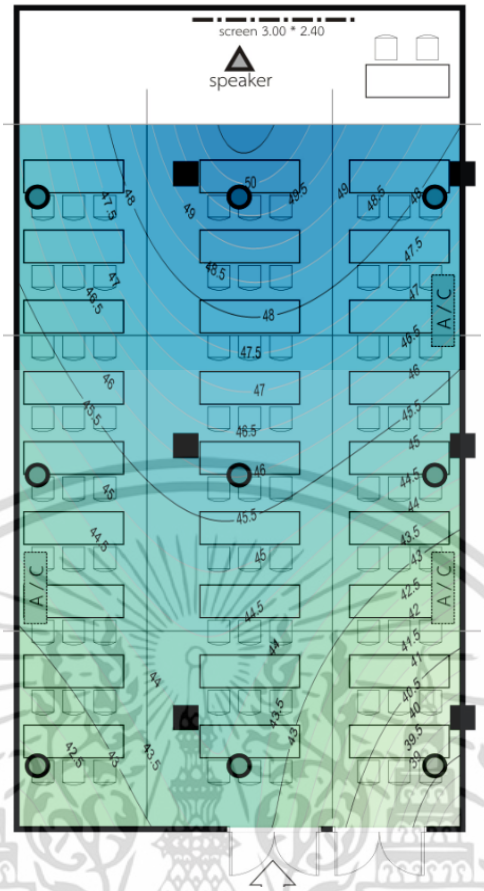


ภาพที่ 4.30 การกระจายค่า STI ห้องเรียนคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

จากภาพที่ 4.30 ห้องเรียน IT เป็นห้องเรียนที่มีขนาดพื้นที่ใหญ่ (140 ตร.ม.) มีปริมาตรมาก (422 ลบ.ม.) ในขณะที่มีระดับฝ้าเพดานความสูงค่อนข้างน้อย (3.00 ม.) หากเทียบกับพื้นที่ห้อง ห้อง IT เป็นห้องที่มีระดับ RT สูงมากที่สุด (2.55 วินาที) หรือเป็นห้องที่มีภาวะก้องกังวานมากที่สุด เป็นสาเหตุ STI มีค่าไม่สูงอยู่ในระดับพอใช้ (โดยเฉลี่ย 0.34-035)

เมื่อภายในห้องมี PAS (8.13%) สามารถเพิ่มระดับความชัดเจนได้เพียงเล็กน้อย คือ เพิ่มขึ้น 2.90% และสามารถช่วยการกระจายความชัดเจนบริเวณกึ่งกลางห้องไปจนถึงบริเวณหลังห้อง โดยผนังด้านซ้ายบริเวณตำแหน่ง PAS มีแนวโน้มของความชัดเจนที่ดีมากกว่าด้านที่ไม่มี PAS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.31 การกระจายค่า STI ห้องเรียนคณะการบริหารและจัดการ (MAN)

ห้องเรียน MAN ซึ่งเป็นห้องเดียวที่ไม่มี PAS จึงไม่สามารถจะเก็บข้อมูลเปรียบเทียบกับพื้นผิวซับเสียง ค่าเฉลี่ย STI ภายในห้องนี้มีค่าเท่ากับ 0.44 หมายถึงระดับปานกลาง ระดับต่ำสุด 0.36 (พอใช้) และระดับสูงสุด 0.51 บริเวณด้านหน้าห้องถึงกลางห้อง ห้องเรียนนี้มีค่าระดับ RT ในระดับที่ยอมรับได้ (1.5 วินาที) จึงไม่ส่งผลต่อระดับความชัดเจนของเสียงมากนัก

แต่อย่างไรก็ตาม จากขนาดปริมาตรห้องที่ค่อนข้างใหญ่และระดับ BNL สูง (68 dBA) ย่อมส่งผลต่อระดับความชัดเจนในการพูดสื่อสารภายในห้อง และส่งผลต่อระดับ STI บริเวณด้านหลังห้องที่มีค่าประมาณ 0.36-0.40 ซึ่งหมายถึงความชัดเจนระดับพอใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 การวิเคราะหปัจจัยสภาพแวดล้อมกายภาพที่มีผลต่อค่า STI

การศึกษาครั้งนี้ให้ความสำคัญกับประสิทธิภาพการสื่อสารซึ่ง หมายถึง ได้ศึกษาปัจจัยอะไรที่มีผลต่อความชัดเจนในการพูดสื่อสาร จึงทำการวิเคราะห์ปัจจัยองค์ประกอบเชิงพื้นที่ที่มีผลต่อดัชนีการส่งผ่านการพูด (Speech Transmission Index: STI) สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ ได้แก่ การวิเคราะห์ความถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ (Multiple Linear Regression) ที่ระดับความเชื่อมั่น 99% โดยใช้การวิเคราะห์การถดถอดและใช้วิธีการคัดเลือกตัวแปรแบบขั้นตอน (Stepwise) มีตัวแบบในการศึกษาดังนี้

$$STI = \beta_0 + \beta_1 RV + \beta_2 CH + \beta_3 Rdw + \beta_4 TS + \beta_5 PAS + \varepsilon$$

ตัวแปรตาม

STI	หมายถึง	ดัชนีการส่งผ่านการพูด

ตัวแปรอิสระ

RV	หมายถึง	ปริมาตรของห้อง
CH	หมายถึง	ความสูงฝ้าเพดาน
Rdw	หมายถึง	อัตราส่วนของห้อง ความลึกต่อความกว้าง
TS	หมายถึง	พื้นผิวโดยรวมทั้งหมดของห้อง
PAS	หมายถึง	ร้อยละของพื้นผิวดูดซับเสียง
β_0 , β_1 ,..., β_5	หมายถึง	พารามิเตอร์ของตัวแบบ
ε	หมายถึง	ค่าความคลาดเคลื่อน

ตารางที่ 4.6 ปัจจัยองค์ประกอบเชิงพื้นที่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสูงสุดและต่ำสุด

	ห้องเรียนขนาดใหญ่									
	ENG	IDED	ARCH	SCI	AGRI	IT	MAN	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ต่ำสุด – สูงสุด
RV (m^3)	340.00	403.75	428.34	318.66	319.73	422.80	336.00	367.04	45.49	318.66 – 428.34
CH (m)	3.20	2.60	3.30	2.65	2.90	3.00	2.80	2.92	0.24	2.60 – 3.30
Rdw	1.47	2.24	1.68	2.85	1.00	1.86	1.87	1.85	0.54	1.00 – 2.85
TS (m^2)	346.90	460.50	415.03	373.01	342.30	431.28	368.80	391.12	41.68	342.30 – 460.50
PAS (%)	17.71%	11.73%	18.73%	4.25%	1.75%	8.13%	0%	-	-	0.00 – 18.73

หมายเหตุ : ENG=คณะวิศวะกรรมศาสตร์ IDED=คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ARCH=คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ SCI=คณะวิทยาศาสตร์ AGRI=คณะเทคโนโลยีการเกษตร IT=คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ MAN=คณะการบริหารและจัดการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 ค่า STI ของห้องเรียน ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสูงสุดและต่ำสุด

ห้องเรียนขนาดใหญ่	PAS (%)	STI							
		มี พื้นผิวซับเสียง				ไม่มี พื้นผิวซับเสียง			
		ต่ำสุด	สูงสุด	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ต่ำสุด	สูงสุด	ค่าเฉลี่ย	S.D.
ENG: Faculty of Engineer	**17.71**	0.55	0.61	***0.58***	0.023	0.44	0.54	***0.48***	0.034
IDED: Faculty of Industrial Education	**11.73**	0.48	0.61	***0.52***	0.043	0.43	0.58	***0.49***	0.049
ARCH: Faculty of Architecture	**18.73**	0.54	0.66	***0.59***	0.040	0.44	0.54	***0.48***	0.034
SCI: Faculty of Science	**4.25**	0.36	0.45	***0.41***	0.030	0.34	0.44	***0.40***	0.036
AGRI: Faculty of Agriculture	**1.75**	0.22	0.44	***0.32***	0.084	0.22	0.40	***0.30***	0.065
IT: Faculty of Information Technology	**8.13**	0.33	0.41	***0.35***	0.026	0.31	0.41	***0.34***	0.030

ผลการวิเคราะห์ด้วยสถิติการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ (Multiple Linear Regression) แสดงในตารางที่ 4.8 และ 4.9 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.8 ค่าสัมประสิทธิ์สัมประสิทธิ์การกำหนด (R^2) ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SE) ค่า P-value ของปัจจัยองค์ประกอบเชิงพื้นที่

ตัวแปรอิสระ	R^2	R^2 change	SE	p-value
PAS	.366	.366	.078	.000
PAS Rdw	.472	.106	.071	.000
PAS Rdw CH	.498	.026	.069	.000
PAS Rdw CH RV	.523	.025	.068	.000
PAS Rdw CH RV TS	.729	.206	.051	.000

จากตารางที่ 4.8 แสดงการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงเส้นที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ด้วยวิธีการคัดเลือกตัวแปรแบบขั้นตอน (Stepwise) ระหว่างตัวแปร STI กับตัวแปรอิสระองค์ประกอบเชิงพื้นที่ 5 ตัวแปรประกอบด้วย ปริมาตรห้อง (RV) ความสูงฝ้าเพดาน (CH) อัตราส่วนของห้องความลึกต่อความกว้าง (Rdw) พื้นผิวโดยรวมภายในห้อง (TS) และร้อยละของพื้นผิวดูดซับเสียง (PAS)

ตัวแปร PAS เป็นปัจจัยแรกที่สามารถพยากรณ์ค่า STI ลำดับถัดมาเป็นปัจจัย Rdw CH RV และ TS ปัจจัยองค์ประกอบเชิงพื้นที่ทั้ง 5 ปัจจัยมีความสัมพันธ์กับระดับค่า STI ในระดับที่สูงมาก สมการสามารถพยากรณ์ค่าระดับ STI ได้ 72.9% (R^2=.729) อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99% (p value .01) โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการพยากรณ์เท่ากับ .051

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.9 การวิเคราะห์การถดถอย เพื่อกำหนด STI ที่เป็นผลมาจากปัจจัยองค์ประกอบเชิงพื้นที่

ปัจจัยองค์ประกอบเชิงพื้นที่		***β***	SE (***β***)	*t*	p-value
RV	ปริมาตรของห้อง	-10.965	.001	-17.894	.000
TS	พื้นผิวโดยรวมภายในห้อง	9.682	.001	17.595	.000
CH	ความสูงฝ้าเพดาน	6.364	.116	18.435	.000
Rdw	อัตราส่วนของห้อง ลึก/กว้าง	-.238	.011	-4.529	.000
PAS	ร้อยละของพื้นผิวซับเสียง	.164	.001	4.011	.000

Constant -7.322 ; SE = .051

R^2 = .729 ; F = 219.097 ; p-value = .000

จากสมการถดถอย (Regression Equation) การพยากรณ์ค่า STI จากปัจจัยองค์ประกอบเชิงพื้นที่ 5 ปัจจัย สามารถอธิบายเพิ่มเติมได้ว่า ปัจจัย RV สามารถยากรณ์ค่า STI ได้สูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยในรูปคะแนนดิบและค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยในรูปคะแนนมาตรฐานเท่ากับ -10.965 รองลงมาเป็นปัจจัยพื้นผิวโดยรวมของห้อง (β = 9.682) และความสูงฝ้าเพดาน ในขณะที่ปัจจัย PAS เป็นปัจจัยที่พยากรณ์ค่า STI ได้น้อยที่สุด (β = .164)

จากสมการอธิบายเพิ่มเติมได้ว่า ห้องที่มีปริมาตรมากขึ้นจะลดระดับความชัดเจนของการพูด ในขณะที่พื้นผิวโดยรวมมีมากขึ้นและฝ้าเพดานมีระดับสูงขึ้น จะช่วยเพิ่มระดับความชัดเจนของการพูด ห้องที่มีลักษณะลึกจะมีผลต่อการลดระดับความชัดเจนในขณะที่ ห้องที่มีพื้นผิวซับเสียงยิ่งมากจะช่วยความชัดเจนในการพูดสื่อสาร

การพยากรณ์ค่า STI จากอิทธิพลของปัจจัยองค์ประกอบเชิงพื้นที่ 5 ตัวแปร สามารถจะสรุปเป็น สมการถดถอยเพื่อพยากรณ์ค่า STI (STI Regression Equation) ได้ดังต่อไปนี้

$$STI = -10.965RV + 9.682TS + 6.364CH - 0.238Rdw + 0.164PAS$$

หมายเหตุ: ตัวแปรตาม ได้แก่ STI=ดัชนีการส่งผ่านการพูด
ตัวแปรอิสระ ได้แก่ RV=ปริมาตรห้อง CH=ความสูงฝ้าเพดาน Rdw=อัตราส่วนของห้อง ความลึกต่อความกว้าง TS=พื้นผิวโดยรวมทั้งหมดภายในห้อง และ PAS=ร้อยละของพื้นผิวดูดซับเสียง

อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่าปัจจัย PAS จะเป็นตัวแปรที่พยากรณ์ค่า STI ได้น้อยที่สุดแต่เมื่อพิจารณาจากค่าสหสัมพันธ์จากตารางที่ 4.8 พบว่า ค่า PAS เป็นปัจจัยที่มีค่าสหสัมพันธ์กับระดับค่า STI ในระดับสูง (R=.605) ซึ่งหมายความว่า ระดับความชัดเจนของการพูดสื่อสารภายในห้องยังคงเกี่ยวข้องกับร้อยละของพื้นผิวโดยซับเสียงอย่างมีนัยสำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัย PAS กับดัชนีชี้วัดทางเสียง

การวิเคราะห์ค่าความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัย ร้อยละของพื้นผิวดูดซับเสียง (PAS) กับปัจจัยดัชนีชี้วัดคุณลักษณะทางเสียงของห้องทั้ง 3 ดัชนี ได้แก่ ระดับเสียงรบกวนพื้นหลัง (BNL) ระยะเวลาการก้องกังวาน (RT) และดัชนีส่งผ่านการพูด (STI) ทั้งนี้เพื่อการเป็นทดสอบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมัน 95% และ 99% และเพื่อวิเคราะห์อิทธิพลที่ส่งผลถึงกันระหว่างปัจจัยทั้งสี่ (PAS BNL RT และ STI)

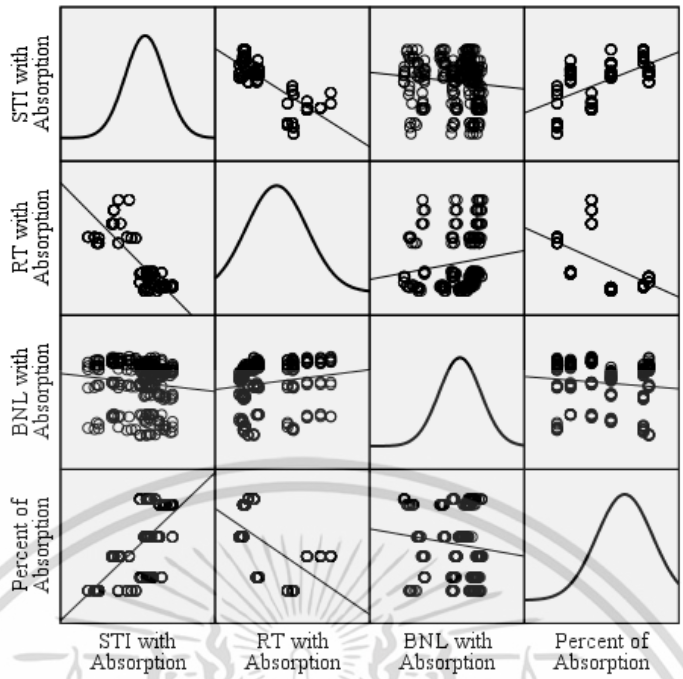
การวิเคราะห์สหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson correlation analysis) เป็นวิธีการทางสถิติที่นำมาใช้เพื่อทดสอบความสัมพันธ์ระหว่าง ปัจจัย PAS กับค่าดัชนีชี้วัดทางเสียง (BNL RT STI) โดยทดสอบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99% (*p <.01) จากตารางที่ 4.10 และภาพที่ 4.32 แสดงให้เห็นความสัมพันธ์ของตัวแปรดัชนีทางเสียง โดยพบว่า ตัวแปร PAS มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .01 กับตัวแปร STI และ RT โดยมีความสัมพันธ์สูงระหว่างตัวแปร PAS กับ STI เป็นไปในทิศทางบวก (r=0.617) ในขณะที่มีความ สัมพันธ์ค่อนข้างสูงกับ RT แต่เป็นไปในทิศทางลบ (r=-0.557) อธิบายได้ว่า เมื่อภายในห้องเรียนมีปริมาณพื้นผิวดูดซับเสียงเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้เสียงก้องกังวานลดน้อยลงและทำให้การพูดสื่อสารชัดเจนดียิ่งขึ้น

ตารางที่ 4.10 การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่าง PAS กับ BNL RT และ STI

ตัวแปร	PAS	STI	RT	BNL
PAS	1			
STI	.617**	1		
RT	-.557**	-.804**	1	
BNL	-.119	-.112	.155*	1

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).
*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).
หมายเหตุ PAS=ร้อยละของพื้นผิวดูดซับเสียงภายในห้อง STI=ดัชนีการส่งผ่านการพูด RT=เวลาก้องกังวานและ BNL=ระดับเสียงรบกวนพื้นหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.32 แผนภาพการกระจายของ PAS กับดัชนีทางเสียง

นอกจากนี้ ในตารางที่ 4.10 และภาพที่ 4.32 ยังแสดงให้เห็นว่า PAS และ BNL ไม่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามการที่ดัชนี BNL กับ PAS ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อกัน อาจเป็นผลมาจากปัจจัยแทรกสอด ได้แก่ ระดับเสียงรบกวนพื้นหลังเมื่อมีการเปิดเครื่องปรับอากาศ ซึ่งในแต่ละห้องมีลักษณะของระบบปรับอากาศที่แตกต่างกันทั้งรูปแบบของเครื่องปรับอากาศ จำนวน และตำแหน่งซึ่งส่งผลต่อการทดลองครั้งนี้

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง 3 ดัชนี พบว่า RT มีความสัมพันธ์กับทั้ง STI และ BNL โดยที่ RT มีความสัมพันธ์น้อยในทิศทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 กับตัวแปร BNL ($r = 0.155$) และมีความสัมพันธ์สูงมาก ในทิศทางตรงข้ามอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 กับตัวแปร STI ($r = -0.804$) ในขณะที่ BNL และ STI ไม่มีความสัมพันธ์ต่อกัน จากข้อมูลทางสถิติแสดงให้เห็นว่า ระดับความก้องกังวานนั้นมีผลเป็นอย่างมากต่อความชัดเจนในการพูดสื่อสาร กล่าวคือ หากระดับความก้องกังวานมากจะทำให้ความชัดเจนในการพูดน้อยลง นอกจากนี้ เสียงก้องกังวานยังส่งผลเล็กน้อยต่อระดับเสียงรบกวนพื้นหลัง อีกเช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.7 บทสรุปในส่วนของคุณลักษณะทางเสียงของห้อง

ข้อสรุปในส่วนของผลการศึกษาและวิเคราะห์คุณลักษณะทางเสียงของห้องของพื้นทีการเรียนรู้ห้องเรียนขนาดใหญ่จำนวน 7 ห้องจาก 7 คณะของ สจล. สามารถตอบคำถามการวิจัยในสองส่วน ได้แก่

1. คุณลักษณะทางเสียงของห้องในแต่ละพื้นที่การเรียนรู้มีลักษณะเป็นอย่างไรเมื่อเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน
2. การปรับเปลี่ยนสภาพแวดล้อมกายภาพส่งผลอย่างไรต่อคุณลักษณะทางเสียงและการรับรู้เสียง

4.7.1 บทสรุปของปัจจัยสภาพแวดล้อมกายภาพที่มีผลต่อคุณลักษณะทางเสียงของห้องกับค่ามาตรฐานของดัชนีชี้วัดทางเสียง

- ปริมาตรห้อง เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อระดับความชัดเจนภายในห้อง ห้องเรียนที่มีปริมาตรมากย่อมมีโอกาสจะเกิดภาวะก้องกังวานและส่งผลต่อระดับความชัดเจนในการพูดสื่อสาร
- ระดับความสูงฝ้าเพดานเมื่อเทียบกับพื้นที่ห้อง ควรจะมีระดับความสูงมากกว่า 3.20 ม. หากห้องเรียนที่มีพื้นที่มากแต่มีระดับฝ้าเพดานเตี้ยจะก่อให้เกิดภาวะการก้องกังวาน เสียงรบกวนพื้นหลังที่ดังมาก และไม่มีความชัดเจนในการพูดสื่อสาร
- ห้องเรียนที่มีลักษณะลึก ยาว จะเกิดความก้องกังวานน้อยกว่า แต่จะมีการสะท้อนเสียงในลักษณะการสะท้อนแบบโฟกัส (Focus Echo)
- ปัจจัย PAS เป็นปัจจัยสำคัญที่ใช้สำหรับแก้ไขในกรณีที่ต้องการปรับสภาพแวดล้อมเสียงของห้องที่มีอยู่ในปัจจุบัน ห้องเรียนที่มี PAS ในระดับที่มากจะช่วยลดระดับเสียง BNL ลดค่าความก้องกังวาน และส่งเสริมให้เกิดความชัดเจนในการพูดสื่อสาร
- ดัชนี BNL RT และ STI ของทุกห้องอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำกว่ามาตรฐาน (ภายในห้องไม่มี PAS)
- เมื่อภายในห้องมี PAS ค่า RT และ STI จะอยู่ในระดับใกล้กับมาตรฐานและอยู่ในระดับที่ยอมรับได้
- PAS จะช่วยลดระดับความดังของ BNL ลดค่าความก้องกังวาน และช่วยเพิ่มความชัดเจนในการพูดสื่อสาร
- PAS จะมีผลต่อการรูปแบบการกระจายตัวของเสียง ให้มีความชัดเจนมากขึ้น เช่น ในพื้นที่บริเวณกึ่งกลางและหลังห้องเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ปัจจัยที่ทำให้ค่า BNL สูงกว่าระดับมาตรฐานมากคือ ระบบปรับอากาศ เมื่อภายในห้องเปิดระบบปรับอากาศจะทำให้ระดับ BNL ภายในห้องเพิ่มสูงขึ้นถึง 30%
- ผ้าม่านมีคุณสมบัติในการดูดซับเสียงได้ดี ในขณะที่มู่ลี่มีคุณสมบัติที่ทำให้เสียงฟุ้งกระจาย
- ดัชนีชี้วัดทางเสียงทั้ง 3 ดัชนีมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ ได้แก่ ค่า RT กับ BNL และ STI อธิบายได้ว่า เมื่อภายในห้องมีค่า RT สูงจะทำให้ระดับเสียงรบกวนในห้องมีมากขึ้นและ ลดความชัดเจนในการพูดสื่อสาร
- ดัชนี RT และ STI มีความสัมพันธ์กันในระดับสูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% นั่นคือ ถ้าต้องการเพิ่มความชัดเจนของเสียงในการพูดสื่อสารจำเป็นที่จะต้องลดระดับความก้องกังวานลงให้ได้มากที่สุด

4.7.2 บทสรุปของความเชื่อมโยงระหว่างคุณลักษณะทางเสียงของห้องกับเสียงในกิจกรรมการเรียนการสอน

- ความดังและลักษณะการกระจายตัวของเสียงพูดและเสียงเพลง เมื่อภายในห้องไม่มีพื้นผิวซับเสียง จะมีรูปแบบไม่แตกต่างกัน คือมีลักษณะกระจายเป็นวงแบบปกติ
- ปริมาณของ PAS มากส่งผลให้เกิดความแตกต่างระหว่างเสียงพูดและเสียงเพลง สาเหตุเป็นเพราะ เสียงเพลงมีย่านความถี่ที่กว้างมากกว่าทั้งย่านความถี่สูงและย่านความถี่ต่ำ ในขณะที่เสียงพูดมีย่านความถี่ในช่วงกลางคือ 1-2 MHz.
- PAS ผ้าม่าน เหมาะสมสำหรับห้องเรียนที่เน้นกิจกรรมการพูดบรรยาย ในขณะที่ PAS ประเภทมู่ลี่ เหมาะสมสำหรับห้องที่เปิดเพลงเป็นสื่อการสอนเนื่องจากจะให้มิติในการฟังที่ดีกว่า
- ห้องเรียนในกลุ่มที่มีพื้นผิวซับเสียงมาก เหมาะสมจะเป็นห้องเรียนที่เน้นการพูดบรรยาย ในขณะที่ห้องเรียนกลุ่มที่มีพื้นผิวซับเสียงน้อย เหมาะสำหรับห้องเรียนที่เน้นการเปิดเพลงเป็นสื่อการสอน

4.7.3 การคัดเลือกห้องเรียนสำหรับทดลองปรับ PAS เพื่อประเมินการรับรู้เสียงทางจิตวิทยา

ขั้นตอนต่อไปในการวิจัยคือการคัดเลือกห้องเรียน 1 ห้องจากจำนวนทั้งหมด 7 ห้องเพื่อทำการทดลองปรับ PAS ทั้งหมด 5 รูปแบบให้มีเปอร์เซนต์ของพื้นผิวซับเสียงตั้งแต่ 0-30% การคัดเลือกห้องมีข้อกำหนดดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. เป็นห้องเรียนที่มีปริมาตรมากซึ่งมีโอกาสจะเกิดภาวะก้องกังวานได้ง่าย
2. สามารถติดตั้งและปรับเปลี่ยน PAS (ผ้าม่าน) ที่บริเวณผนังภายในห้องได้ในระดับตั้งแต่ 0 ถึง 30%
3. เป็นห้องเรียนที่มีอัตราส่วนความกว้างต่อความลึกของห้อง ในระดับปานกลาง คือ ไม่ใช่ห้องเรียนที่เป็นจตุรัสหรือห้องเรียนที่มีลักษณะลึก แคบ
4. เมื่อ PAS ภายในห้องมีระดับ 0% จะมีค่าดัชนี BNL RT และ STI อยู่ในระดับปานกลาง

เมื่อพิจารณาถึงข้อกำหนดทั้งหมดแล้ว จึงนำมาสู่การคัดเลือกห้องเรียนที่จะใช้สำหรับการทดลองปรับสภาพแวดล้อมเสียงซึ่ง ได้แก่ ห้องเรียน ARCH ภายในคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ ห้องเรียนดังกล่าวจะถูกใช้เพื่อการทดลองเก็บสภาพแวดล้อมเสียงทั้ง 3 ดัชนีเมื่อมีการปรับเปลี่ยน PAS 5 ระดับ นอกจากนี้จะทำการประเมินเปรียบเทียบกับการรับรู้เสียงทางจิตวิทยา จากผู้เข้าร่วมการทดลอง รายละเอียดผลของการศึกษาและการวิเคราะห์นำเสนอในบทที่ 5 และบทที่ 6 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
คุณลักษณะทางเสียงของห้องทดลอง

ภายหลังจากการประเมินสภาพแวดล้อมเสียงของห้องเรียนทั้ง 7 ห้อง จึงได้ทำการคัดเลือกห้องเรียนขนาดใหญ่จำนวน 1 ห้องเพื่อทำการวิจัยเชิงทดลองเกี่ยวกับการปรับร้อยละของพื้นผิวดูดซับเสียงเพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดระดับของการดูดซับเสียงภายในห้องเรียน พิจารณาจากค่าดัชนีชี้วัดทางเสียง 3 ดัชนี ได้แก่ ระดับเสียงรบกวนพื้นหลัง (BNL) ระยะเวลาการก้องกังวาน (RT) และดัชนีการส่งผ่านการพูด (STI) รวมถึง การวิเคราะห์ค่าเสียงจากการเปิดเสียงพูดบรรยายและเสียงเพลง การเก็บข้อมูลในส่วนนี้เป็นการประเมินเชิงวัตถุวิสัยจากการประเมินด้วยเครื่องมือตรวจวัดค่าเสียง

ห้องเรียนที่ได้รับคัดเลือกคือห้องเรียน ARCH ของคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สจล. เกณฑ์ในการคัดเลือกห้องมีดังต่อไปนี้ 1) เป็นห้องเรียนที่มีปริมาตรมากซึ่งมีโอกาสเกิดภาวะก้องกังวานได้ง่าย 2) สามารถติดตั้งและปรับเปลี่ยน PAS (ผ้าม่าน) ที่บริเวณผนังภายในห้องได้ในระดับตั้งแต่ 0 ถึง 30% 3) อัตราส่วนความกว้างต่อความลึกของห้องในระดับปานกลาง คือ ไม่ใช่รูปทรงจตุรัส หรือห้องเรียนที่มีลักษณะลึก แคบ และ 4) PAS ภายในห้องมีระดับ 0% จะมีค่าดัชนี BNL RT และ STI อยู่ในระดับปานกลาง

เนื้อหาภายในส่วนนี้ประกอบไปด้วย

5.1 สภาพแวดล้อมกายภาพของห้องทดลอง
- ข้อมูลพื้นที่ห้องทดลอง
- รูปแบบร้อยละของพื้นผิวดูดซับเสียง (PAS) 5 ระดับ

5.2 คุณลักษณะทางเสียงของห้อง
- ระดับเสียงรบกวนพื้นหลัง (BNL)
- เสียงจากกิจกรรมการเรียนการสอน
- ระยะเวลาการก้องกังวาน (RT)
- ดัชนีการส่งผ่านการพูด (STI)

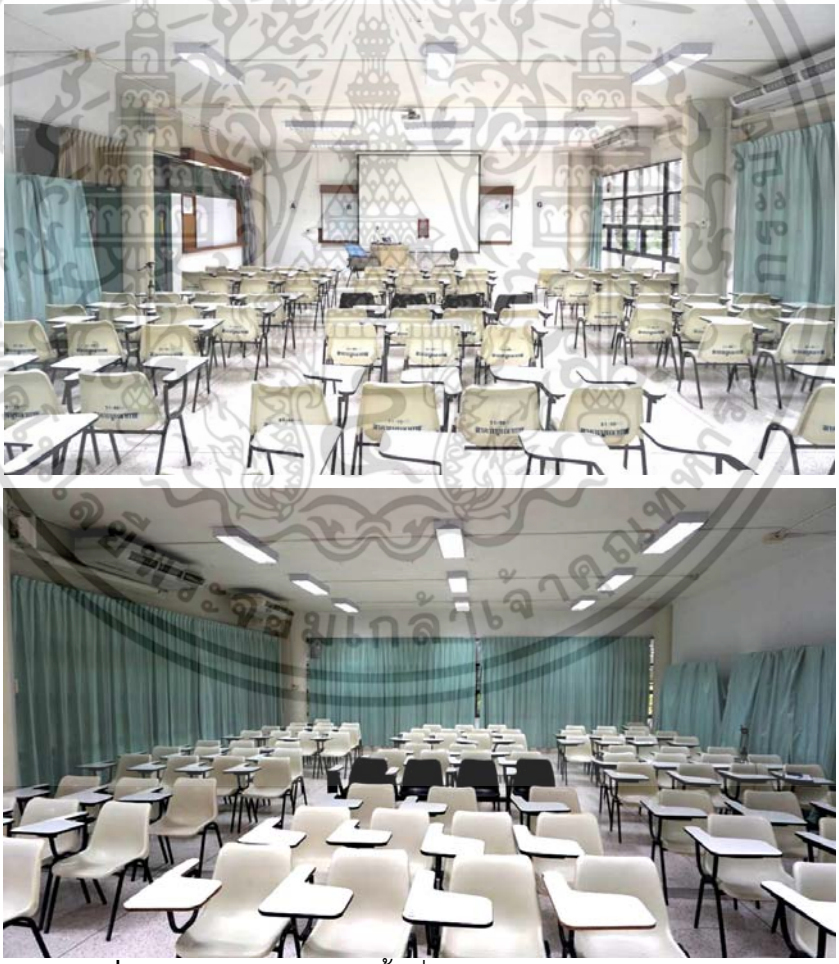
5.3 ข้อสรุปคุณลักษณะทางเสียงของห้องจากการประเมินเชิงวัตถุวิสัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1 สภาพแวดล้อมกายภาพของห้องทดลอง

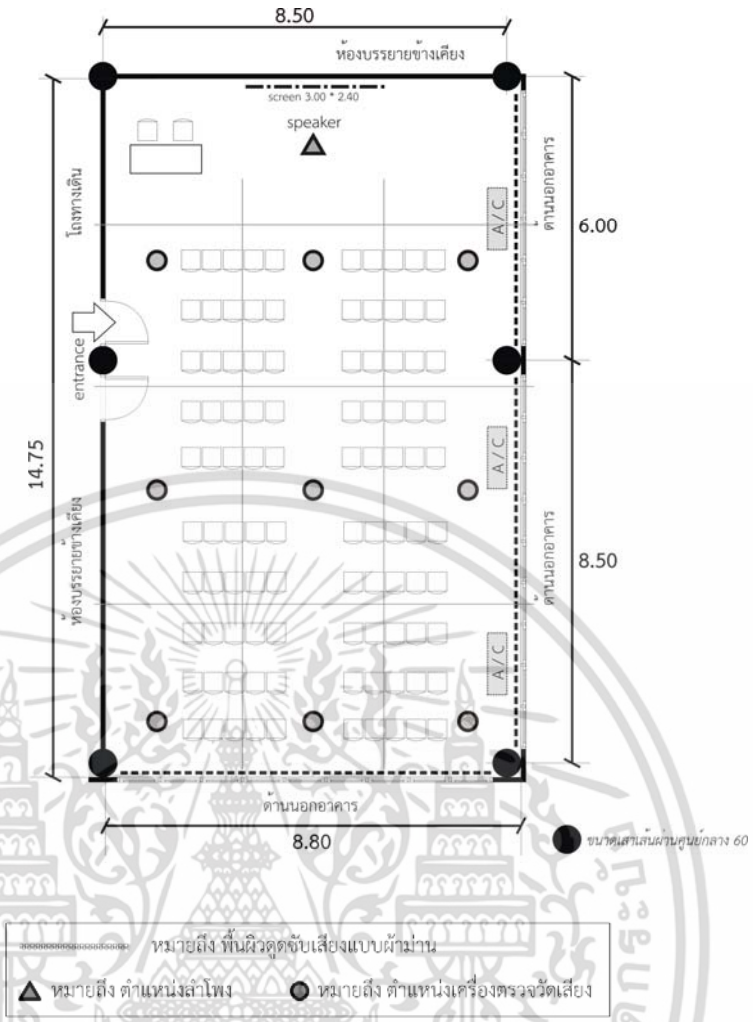
5.1.1 ข้อมูลพื้นที่ห้องทดลอง

ห้องเรียนสำหรับการทดลองเป็นห้องเรียนสำหรับการบรรยายตั้งอยู่ภายในอาคารเรียนรวม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ของ สจล. เป็นห้องเรียนขนาดใหญ่ตามเกณฑ์ของ ANSI และมีรูปทรงเป็นสี่เหลี่ยม วัสดุปิดผิวภายในห้องมีลักษณะเดียวกับห้องบรรยายของสถาบันรัฐโดยทั่วไปคือ การเลือกใช้วัสดุปิดผิวที่สะดวกต่อการบำรุงรักษา เช่น วัสดุพื้นเป็นหินขัดหรือกระเบื้องผิวเรียบมัน ฝ้าเพดานยิปซัมฉาบเรียบ ผนังกรุยิปซัมเรียบหรือกระจก ซึ่งวัสดุดังกล่าวส่งผลให้การดูดซับเสียงภายในห้องมีค่าเป็นศูนย์ การเก็บข้อมูลด้วยวิธีการทดลองดำเนินการโดยที่มีเฟอร์นิเจอร์ภายในห้อง เสมือนเวลาที่มีกิจกรรมการเรียนการสอนจริง เก้าอี้นั่งฟังการบรรยายแบบปกติไม่บุนวมจำนวน 100 ตัว สำหรับนักศึกษา โต๊ะและเก้าอี้สำหรับผู้สอน ลักษณะกายภาพโดยทั่วไปภายในห้อง แสดงในภาพที่ 5.1 และผังพื้นในภาพที่ 5.2



ภาพที่ 5.1 ห้องเรียน ARCH พื้นที่ทำการทดลองปรับ PAS 5 ระดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.2 ผังพื้นห้องเรียน ARCH คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

ขนาดปริมาตรของห้อง ARHC เท่ากับ 428.34 ลูกบาศก์เมตร ขนาดความกว้าง 8.80 เมตร ลึก 14.75 เมตร มีอัตราส่วนความกว้างต่อความลึกของห้องเท่ากับ 1.68 พื้นที่ของห้องขนาด 129.80 ตารางเมตร ความสูงจากพื้นถึงฝ้าเพดานเท่ากับ 3.30 เมตร และมีพื้นผิวรวมทั้งหมดภายในห้องเท่ากับ 415.03 ตารางเมตร

5.1.2 รูปแบบร้อยละของพื้นผิวดูดซับเสียง (PAS) 5 ระดับ

รูปแบบการปรับ PAS กำหนดไว้ 5 ระดับ แสดงในภาพที่ 5.3 ได้แก่

PAS 0 หมายถึง ปริมาณพื้นผิวซับเสียงภายในห้อง 0% หรือ ไม่มีพื้นผิวซับเสียง

PAS 75 หมายถึง ปริมาณพื้นผิวซับเสียงภายในห้อง 7.5% คือ มีผ้าม่านเฉพาะบริเวณผนังหลังห้อง

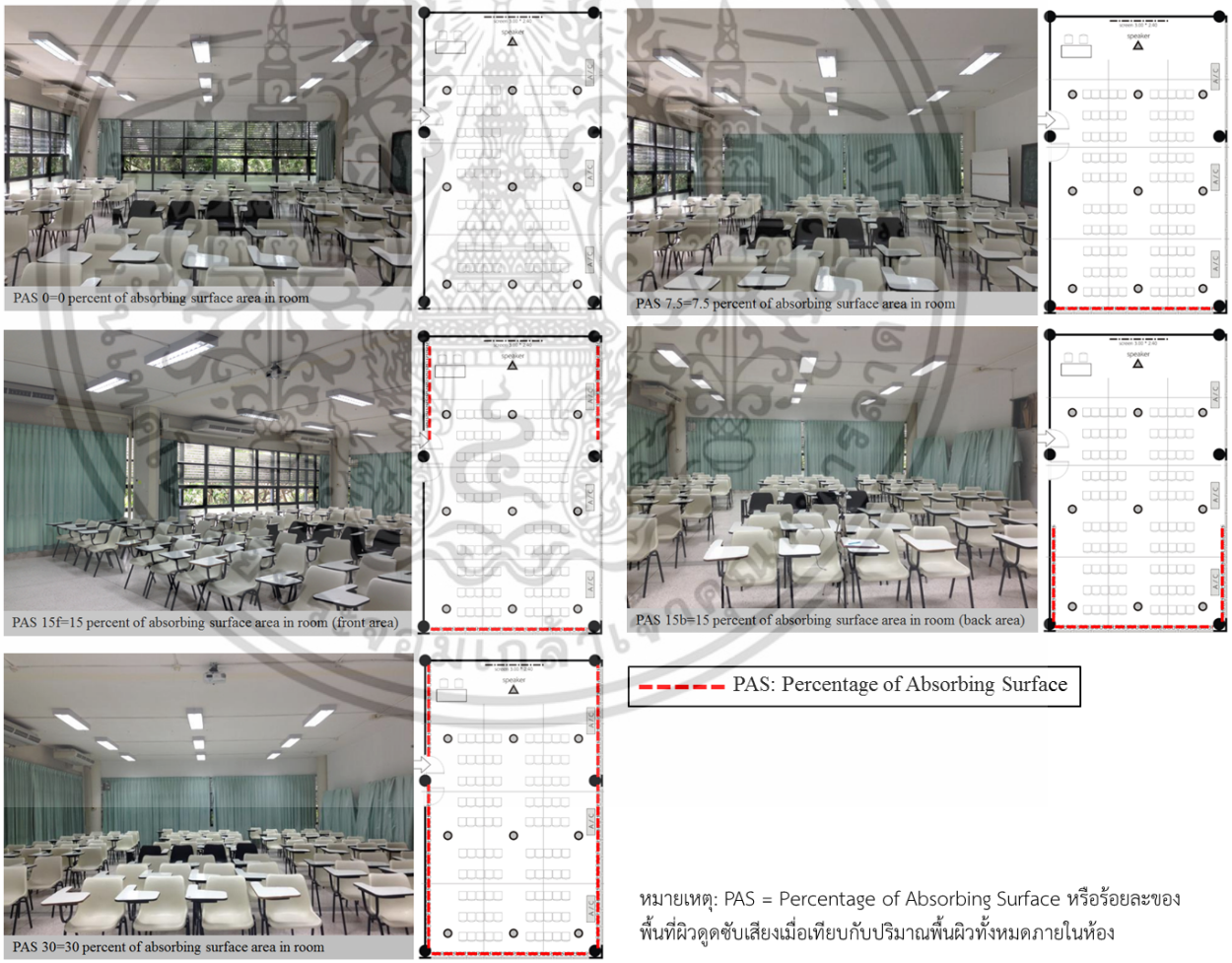
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PAS 15f หมายถึง ปริมาณพื้นผิวซับเสียงภายในห้อง 15% คือ มีผ้าม่านที่บริเวณผนังหลังห้องรวมกับผ้าม่านผนังด้านข้างบริเวณหน้าห้อง

PAS 15b หมายถึง ปริมาณพื้นผิวซับเสียงภายในห้อง 15% คือ มีผ้าม่านที่บริเวณผนังหลังห้องรวมกับผ้าม่านผนังด้านข้างบริเวณหลังห้อง

PAS 30 หมายถึง ปริมาณพื้นผิวซับเสียงภายในห้อง 30% คือ มีผ้าม่านที่บริเวณผนังหลังห้องรวมกับผ้าม่านที่บริเวณผนังด้านข้างทั้งหมด

ภายหลังจากการปรับ PAS 5 ระดับ นำมาทำการเก็บข้อมูลดัชนีชี้วัดทางเสียง เปรียบเทียบกันในรูปแบบตาราง กราฟแท่ง และผังแสดงการกระจายตัว หลังจากนั้นจึงจะทำการวิเคราะห์ และสรุปข้อมูลของระดับ PAS รวมถึง การนำไปเปรียบเทียบกับการประเมินเชิงอัตวิสัย จากกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 107 คน



ภาพที่ 5.3 รูปแบบของ PAS 5 ระดับภายในห้องทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

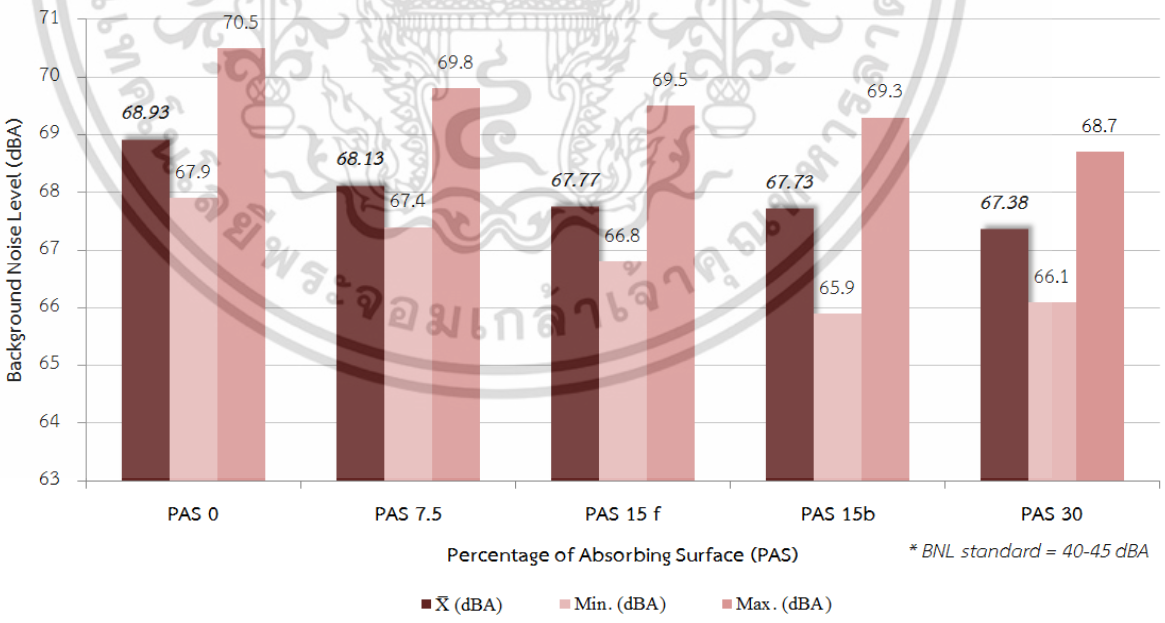
5.2 คุณลักษณะทางเสียงของห้อง

5.2.1 ระดับเสียงรบกวนพื้นหลัง (BNL)

การวัดค่าระดับเสียงรบกวนพื้นหลัง โดยเปิดระบบปรับอากาศตามปกติ และไม่มีการจำลองเสียงกิจกรรมการเรียนการสอน การวัดตำแหน่งเสียงกำหนดไว้ 9 จุดในบริเวณที่นักศึกษานั่งตามปกติ โดยตรวจวัดค่า BNL ตำแหน่งละ 1 นาที การนำเสนอข้อมูลค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าระดับต่ำสุดและสูงสุด โดยเปรียบเทียบระหว่าง PAS 5 ระดับเพื่อสังเกตการเปลี่ยนแปลงของระดับเสียง นอกจากนี้ ยังได้วิเคราะห์ร่วมกับผังการกระจายของเสียง เพื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงรูปแบบจากผลของ PAS

ตารางที่ 5.1 ค่าเฉลี่ย ค่าต่ำสุดและสูงสุดของ BNL จำแนกตามระดับ PAS

	ร้อยละของพื้นผิวดูดซับเสียง [PAS]				
BNL (dBA)	PAS 0	PAS 7.5	PAS 15 f	PAS 15b	PAS 30
ค่าเฉลี่ย (dBA)	68.93	68.13	67.77	67.73	67.38
ค่าต่ำสุด (dBA)	67.90	67.40	66.80	65.90	66.10
ค่าสูงสุด (dBA)	70.50	69.80	69.50	69.30	68.70
S.D.	0.81	0.75	0.89	1.23	0.82
ลดลง (%)	*0%*	*1.17%*	*1.71%*	*1.77%*	*2.30%*



ภาพที่ 5.4 ค่าเฉลี่ย ค่าต่ำสุดและสูงสุดของ BNL จำแนกตามระดับ PAS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าการตรวจวัด BNL แสดงไว้ในตารางที่ 5.1 และ ภาพที่ 5.4 พบว่า ค่า BNL ของห้องมีค่าลดลงเมื่อ PAS มีปริมาณเพิ่มมากขึ้น หากภายในห้องมี PAS 30% จะลดระดับ BNL ได้ 2.30% แต่อย่างไรก็ตาม ระดับค่า BNL ที่ต่ำที่สุดยังมีค่าเกินกว่ามาตรฐาน (45 dBA)

5.2.2 กิจกรรมการเรียนการสอน เสียงพูดบรรยายและเสียงเพลง

การวิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่างรูปแบบเสียงในกิจกรรมการเรียนการสอน ได้แก่ เสียงพูดบรรยายและเสียงเพลง เพื่อสังเกตผลจากการเพิ่มขึ้นของระดับ PAS และรวมถึงการเปลี่ยนแปลงลักษณะการกระจายตัว ตารางที่ 5.2 แสดงค่าระดับเสียงจากการเปิดเสียงพูดบรรยายและเสียงเพลงเปรียบเทียบ PAS ในระดับต่าง ๆ ตั้งแต่ 0% - 30% ผลจากตารางแสดงให้เห็นว่า PAS สามารถลดระดับเสียงของทั้งสองประเภทในลักษณะเดียวกัน คือ เมื่อ PAS เพิ่มระดับสูงขึ้นจะค่อย ๆ ลดระดับของความเข้มเสียง และ PAS สามารถลดระดับเสียงเพลงได้มากกว่าเสียงพูดบรรยายโดยเมื่อ PAS มีระดับ 30% จะลดเสียงเพลงลงได้ 4.04% ในขณะที่ลดเสียงพูดบรรยายได้ 2.37%

ตารางที่ 5.2 ค่าเฉลี่ย ค่าต่ำสุดและสูงสุดของเสียงพูดและเสียงเพลง จำแนกตามระดับ PAS

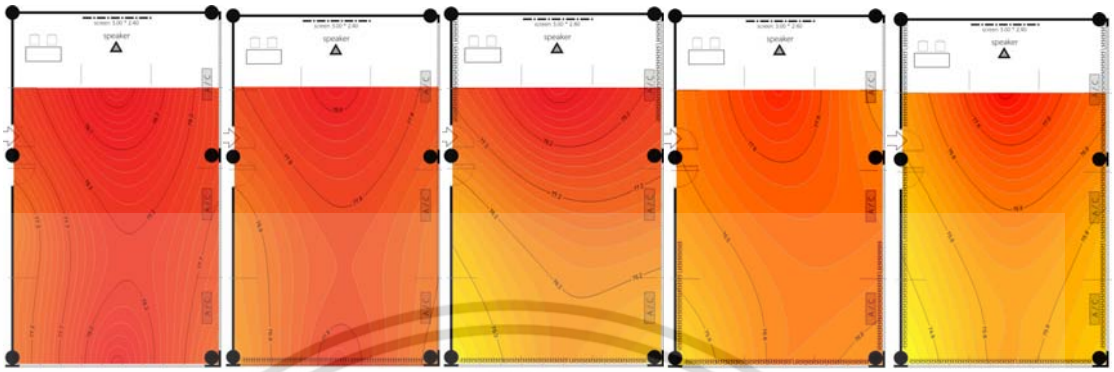
	ร้อยละของพื้นผิวดูดซับเสียง [PAS]				
BNL (dBA)	**PAS 0**	**PAS 7.5**	**PAS 15 f**	**PAS 15b**	**PAS 30**
เสียงบรรยาย					
ค่าเฉลี่ย (dBA)	77.8	77.3	76.6	76.6	76.0
ต่ำสุด – สูงสุด	76.7 - 79.5	76.0 – 79.2	74.3 – 78.0	74.7 – 78.5	74.0 – 79.0
ลดลง (%)	*0%*	*0.64%*	*1.56%*	*1.56%*	*2.37%*
เสียงเพลง					
ค่าเฉลี่ย (dBA)	82.4	81.4	79.6	80.3	79.2
ต่ำสุด – สูงสุด	81.2 – 83.9	80.1 – 83.2	77.5 – 83.4	78.6 – 83.5	77.0 – 82.3
ลดลง (%)	*0%*	*1.23%*	*3.51%*	*2.62%*	*4.04%*

นอกจากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ได้ทำการวิเคราะห์ลักษณะการกระจายตัวของเสียง นำเสนอในภาพที่ 5.5 และ 5.6 ทั้งสองภาพ แสดงให้เห็นการลดลงของความเข้มเสียงจากระดับสีที่เข้มมาก (PAS 0) ไปจนถึงสีที่จางลง (PAS 30) ซึ่งทั้งประเภทเสียงพูดและเสียงเพลงมีลักษณะการลดลงที่ไม่แตกต่างกัน

สาเหตุที่ PAS 0 เป็นภาพที่มีความเข้มเสียงมาก เนื่องจากมีการสะท้อนของเสียงกลับไปมาภายในห้อง สังเกตจากรูปแบบการกระจายของเสียงที่ไม่เป็นโค้งปกติ (Normal Curve) คือ มีการผสมกันระหว่างเสียงที่ส่งตรงมาจากเครื่องขยายเสียง รวมกับเสียงสะท้อนที่กระทบกับพื้นผิวภายในห้อง ด้วยเหตุนี้ PAS จึงมีบทบาทที่ช่วยลดเสียงสะท้อนและปรับให้ได้ยินเสียงที่ส่งตรงจากแหล่งกำเนิดเสียง เมื่อภายในห้องเรียนมี PAS เพิ่มขึ้นมาตั้งแต่ระดับ 7.5 สังเกตเห็นได้ว่าส่งผลต่อการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระจายตัวของเสียงให้มีการปรับรูปแบบเป็นโค้งปกติ และจะเริ่มปรับมากขึ้นเมื่อมีระดับ PAS ตั้งแต่ 15% ขึ้นไป



PAS 0	***PAS 7.5***	***PAS 15f***	***PAS 15b***	***PAS 30***
$\bar{X}$ = 77.8 [SD=0.91]	$\bar{X}$ = 77.3 [SD=1.02]	$\bar{X}$ = 76.6 [SD=1.61]	$\bar{X}$ = 76.6 [SD=1.01]	$\bar{X}$ = 76.0 [SD=1.45]
[76.7 – 79.5]	[76.0 - 79.2]	[74.3 – 78.0]	[78.5 - 74.7]	[74.0 - 79.0]

ภาพที่ 5.5 การกระจายของเสียงพูดบรรยาย

PAS 0	***PAS 7.5***	***PAS 15f***	***PAS 15b***	***PAS 30***
$\bar{X}$ = 82.4 [SD=0.78]	$\bar{X}$ = 81.4 [SD=1.05]	$\bar{X}$ = 79.6 [SD=2.20]	$\bar{X}$ = 80.3 [SD=1.45]	$\bar{X}$ = 79.2 [SD=1.61]
[81.2 – 83.9]	[80.1 – 83.2]	[77.5 – 83.4]	[78.6 – 83.5]	[77.0 – 82.3]

ภาพที่ 5.6 การกระจายของเสียงเพลง

ความแตกต่างระหว่าง PAS 15f และ 15b คือ พื้นผิวซับเสียงนั้นมีระดับ 15% เท่ากันแต่มีตำแหน่งการจัดวางที่ไม่เหมือนกัน PAS 15f ติดตั้งผ้าม่านบริเวณหน้าห้อง ส่วน 15b ติดตั้งผ้าม่านที่บริเวณด้านหลังห้องทั้งหมด จากภาพการกระจายตัวของเสียง พบว่า PAS 15b จะมีความเข้มเสียงที่บริเวณกลางห้องและหลังห้องมากกว่าแบบ 15f

อย่างไรก็ตาม การวัดระดับความเข้มเสียงเป็นดัชนีที่บ่งบอกถึง “ความดัง” เท่านั้น จึงต้องมีการวิเคราะห์ร่วมกับดัชนี STI ที่จะบ่งชี้ถึง “ความชัดเจน” และรวมถึงการวิเคราะห์ร่วมกับระยะเวลาการก้องกังวานภายในห้อง

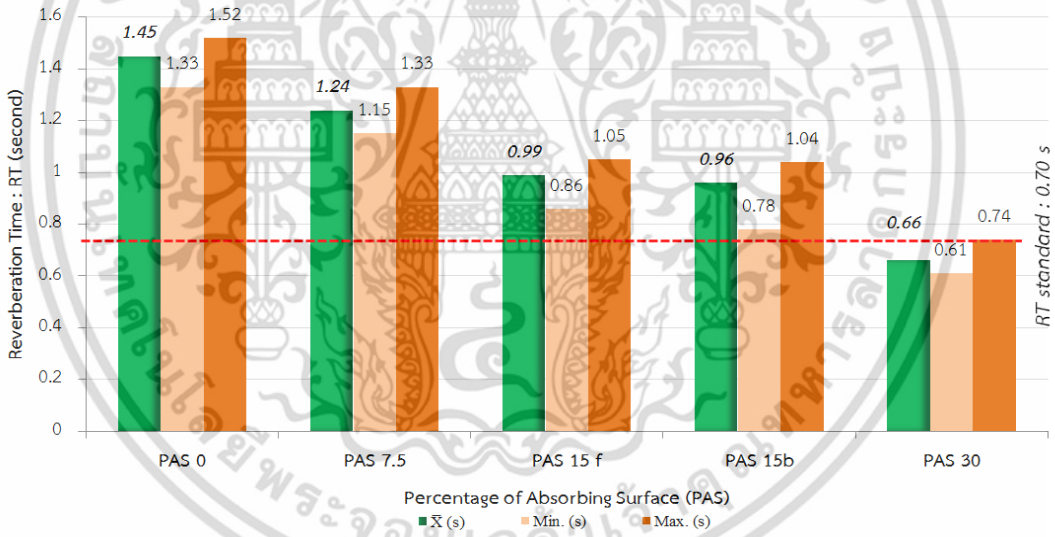
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.3 ระยะเวลาการก้องกังวาน (RT)

RT เป็นดัชนีที่ส่งผลกระทบต่อทั้งระดับเสียงรบกวนพื้นหลัง (BNL) ระดับความเข้มเสียงภายในห้อง และ รวมถึงระดับความชัดเจนของการพูดสื่อสาร การวิเคราะห์เนื้อหาในส่วนนี้ แสดงให้ผลกระทบจากการเพิ่มระดับของ PAS ภายในห้องเรียน และ เปอร์เซนต์การลดลงของภาวะการก้องกังวานภายในห้องทดลอง

ตารางที่ 5.3 ค่าเฉลี่ย ค่าต่ำสุดและสูงสุดของ RT จำแนกตามระดับ PAS

	ร้อยละของพื้นผิวดูดซับเสียง [PAS]				
RT (second)	PAS 0	PAS 7.5	PAS 15 f	PAS 15b	PAS 30
ค่าเฉลี่ย (s)	1.45	1.24	0.99	0.96	0.66
ค่าต่ำสุด (s)	1.33	1.15	0.86	0.78	0.61
ค่าสูงสุด (s)	1.52	1.33	1.05	1.04	0.74
S.D.	0.11	0.09	0.11	0.15	0.07
ลดลง (%)	*0%*	*14.4%*	*31.8%*	*34.1%*	*54.8%*



ภาพที่ 5.7 ค่าเฉลี่ย ค่าต่ำสุดและสูงสุดของ RT จำแนกตามระดับ PAS

ข้อมูลจากตารางที่ 5.3 และภาพที่ 5.7 แสดงผลของการเพิ่มระดับ PAS อย่างเห็นได้ชัด เมื่อ PAS ปริมาณ 7.5% สามารถลดเสียงก้องได้ถึง 14.4% และเมื่อ PAS ภายในห้องมีระดับที่ 30% สามารถลดค่า RT ได้ถึง 54.8% จากเดิมค่า RT ของ PAS 0 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.45 วินาที ลดลงเท่ากับ 0.66 วินาที อยู่ในช่วงมาตรฐาน ค่าระยะเวลาการก้องกังวานสำหรับห้องเรียนขนาดใหญ่ (0.70 วินาที)

เมื่อพิจารณาที่ระดับ PAS 15% พบว่า RT อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ (ต่ำกว่า 1.00 วินาที) ซึ่งหากเปรียบเทียบระหว่างรูปแบบ PAS 15b และ PAS 15f พบว่า ห้องเรียนที่มีพื้นผิวดูดซับเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บริเวณหลังห้องสามารถลดเสียงก้องกังวานลงได้ มากกว่าห้องเรียนที่มีพื้นผิวดูดซับเสียงบริเวณหน้าห้อง เมื่อเทียบในปริมาณที่เท่ากัน

5.2.4 ดัชนีการส่งผ่านการพูด (STI)

STI เป็นดัชนีที่บ่งชี้ถึงความชัดเจนในการพูดสื่อสาร สำหรับพื้นที่การเรียนรู้ที่เป็นห้องเรียนขนาดใหญ่ ควรมีระดับค่า STI มากกว่า 0.60 ขึ้นไปจึงจะมีความชัดเจนของการพูดสื่อสารในระดับที่ดี ปัจจัยที่ส่งผลต่อค่า STI มาจาก BNL RT รวมถึง ร้อยละของพื้นผิวดูดซับเสียง (PAS)

นำเสนอข้อมูลในลักษณะตารางแจกแจงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าระดับต่ำสุดถึงสูงสุด และเปอร์เซนต์การเพิ่มขึ้นของค่า STI เมื่อมีการเพิ่มปริมาณ PAS นอกจากนี้ ผู้วิจัยได้นำเสนอในลักษณะ ผังการกระจายของค่า STI เพื่อสังเกตการเปลี่ยนแปลงของรูปแบบเสียงกับบริเวณพื้นที่ที่ใกล้กับพื้นผิวดูดซับเสียง

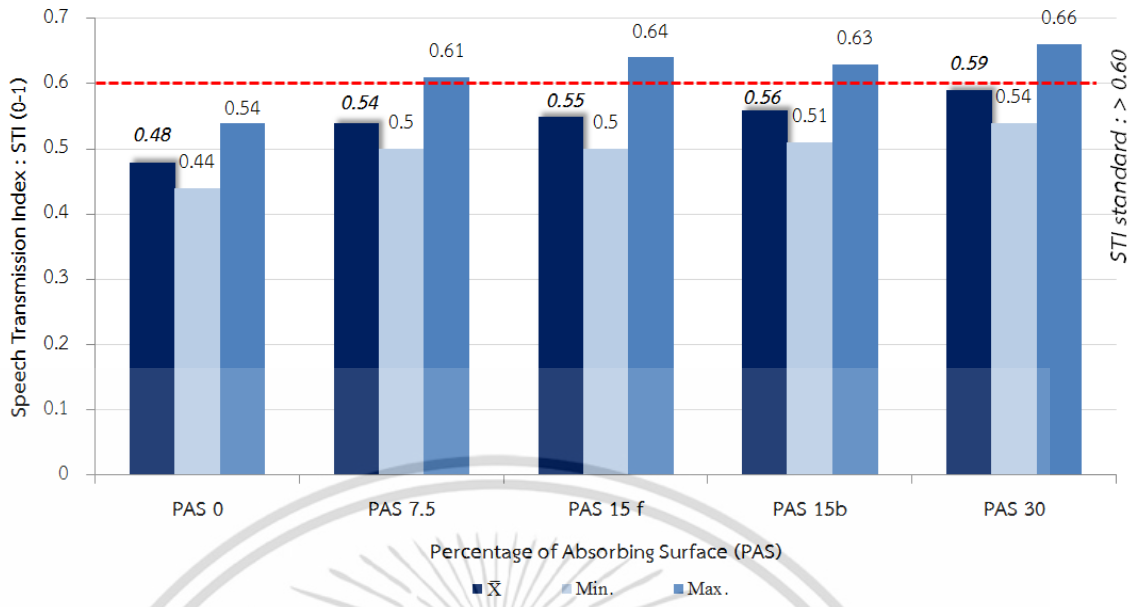
ตารางที่ 5.4 ค่าเฉลี่ย ค่าต่ำสุดและสูงสุดของ STI จำแนกตามระดับ PAS

	ร้อยละของพื้นผิวดูดซับเสียง [PAS]				
STI (0-1)	**PAS 0**	**PAS 7.5**	**PAS 15 f**	**PAS 15b**	**PAS 30**
ค่าเฉลี่ย	0.48	0.54	0.55	0.56	0.59
ค่าต่ำสุด	.44	.50	.50	.51	.54
ค่าสูงสุด	.54	.61	.64	.63	.66
S.D.	.034	.034	.046	.039	.040
ลดลง (%)	*0%*	*11.3%*	*15.2%*	*15.9%*	*21.7%*

ตารางที่ 5.4 และภาพที่ 5.8 แสดงค่าเฉลี่ย STI ที่เพิ่มสูงขึ้นเมื่อมีการเพิ่มระดับเปอร์เซนต์ของ PAS พบว่า เมื่อภายในห้องมี PAS 30% มีค่า STI เท่ากับ 0.59 ซึ่งใกล้เคียงกับค่ามาตรฐานเป็นอย่างมาก (0.60) โดยที่ค่าสูงสุดของ STI เท่ากับ 0.66 หากเทียบกับภายในห้องที่ไม่มีพื้นผิวซับเสียง (PAS 0) กับห้องที่มี PAS 30% พบว่า ค่า STI สูงขึ้น 0.11 หรืออาจกล่าวได้ว่า ร้อยละของพื้นผิวดูดซับเสียงภายในห้องในระดับ 30% สามารถจะเพิ่มประสิทธิภาพของการพูดสื่อสารได้ 21.7%

ในกรณีที่ห้องมี PAS 15% ค่า STI อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ (0.55-0.56) บริเวณหน้าห้องถึงกลางห้องมีค่า STI อยู่ในช่วง 0.58-0.63 ซึ่งในเกณฑ์ที่ดี แต่หากเปรียบเทียบรูปแบบของ PAS 15 ระหว่าง PAS 15b และ PAS 15f พบว่า มีความสอดคล้องกับค่าเฉลี่ยของ RT และ BNL นั่นคือห้องเรียนที่มีพื้นผิวซับเสียงบริเวณหลังห้อง มีระดับความชัดเจนของการพูดสื่อสารมากกว่าพื้นผิวซับเสียงบริเวณหน้าห้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.8 ค่าเฉลี่ย ค่าต่ำสุดและสูงสุดของ STI จำแนกตามระดับ PAS

PAS 0	***PAS 7.5***	***PAS 15f***	***PAS 15b***	***PAS 30***
$\bar{X}$ = 0.48 [SD=.034]	$\bar{X}$ = .54 [SD=.034]	$\bar{X}$ = .55 [SD=.046]	$\bar{X}$ = .56 [SD=.039]	$\bar{X}$ = .59 [SD=.040]
[0.44 – 0.54]	[0.50 – 0.61]	[0.50 – 0.64]	[0.51 – 0.63]	[0.54 – 0.66]

ภาพที่ 5.9 การกระจายของค่า STI เปรียบเทียบระหว่าง PAS แต่ละระดับ

ผังการกระจายของค่า STI ในภาพที่ 5.9 แสดงให้เห็น ลักษณะการกระจายตัวของระดับความชัดเจนจากระดับ PAS 0% ซึ่งมีความชัดเจนเฉพาะเพียงบริเวณใกล้แหล่งกำเนิดเสียง เมื่อเพิ่ม PAS เป็น 7.5 และ 15% มีความเปลี่ยนแปลง คือ การกระจายตัวมายังบริเวณกึ่งกลางห้องและบริเวณด้านซ้ายมือ (ผนังตรงข้ามกับเครื่องปรับอากาศ) นอกจากนี้ เห็นความแตกต่างของการกระจาย ระหว่าง PAS 15f และ 15b ซึ่งพิจารณาจากค่าเฉลี่ยจะเห็นความแตกต่างกันไม่มาก แต่เมื่อพิจารณาจากผังการกระจายของค่า STI กลับพบว่าความชัดเจนได้ครอบคลุมพื้นที่มาถึงบริเวณด้านหลังห้องเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระดับ PAS 30% มีความชัดเจนคลอบคลุมเกือบทั้งหมด (บริเวณสีน้ำเงินเข้ม) ยกเว้นบริเวณผนังด้านขวามือซึ่งเป็นตำแหน่งของเครื่องปรับอากาศซึ่งเป็นปัญหาหลักของเสียงรบกวนภายในห้องทดลองนี้

5.3 ข้อสรุปคุณลักษณะทางเสียงของห้องจากการประเมินเชิงวัตถุวิสัย

ตารางที่ 5.5 ผลการตรวจวัดค่าคุณลักษณะทางเสียงในห้องทดลอง ARCH จำแนกตาม PAS

คุณลักษณะทางเสียงของห้อง	ร้อยละของพื้นผิวดูดซับเสียง [PAS]				
	PAS 0	PAS 7.5	PAS 15 f	PAS 15b	PAS 30
$BNL\ \bar{X}$ (dBA)	***68.93***	***68.13***	***67.77***	***67.73***	***67.38***
Min. – Max.	67.9 – 70.5	67.4 – 69.8	66.8 – 69.5	65.9 – 69.3	66.1 – 68.7
บรรยาย $\bar{X}$ (dBA)	***77.8***	***77.3***	***76.6***	***76.6***	***76.0***
Min. – Max.	76.7 - 79.5	76.0 – 79.2	74.3 – 78.0	74.7 – 78.5	74.0 – 79.0
เพลง $\bar{X}$ (dBA)	***82.4***	***81.4***	***79.6***	***80.3***	***79.2***
Min. – Max.	81.2 – 83.9	80.1 – 83.2	77.5 – 83.4	78.6 – 83.5	77.0 – 82.3
$RT\ \bar{X}$ (s)	***1.45***	***1.24***	***0.99***	***0.96***	***0.66***
Min. – Max.	1.33 – 1.52	1.15 – 1.33	0.86 – 1.05	0.78 – 1.04	0.61 – 0.74
$STI\ \bar{X}$	***0.48***	***0.54***	***0.55***	***0.56***	***0.59***
Min. – Max.	.44 - .54	.50 - .61	.50 - .64	.51 - .63	.54 - .66

จากขั้นตอนการทดสอบภายในห้องทดลอง ARCH ที่มีการปรับ PAS 5 ระดับคือ 0% 7.5% 15% (f และ b) และ 30% สามารถสรุปเป็นประเด็นสำคัญได้ดังต่อไปนี้

1) ปัจจัย PAS ส่งผลต่อดัชนีชี้วัดทางเสียงทั้งสามดัชนี โดยมีผลทำให้ BNL และ RT ลดลง ส่งผลให้เกิดระดับความชัดเจนภายในห้องที่มากขึ้น
2) ห้องเรียนที่มีพื้นผิวซับเสียงในระดับ 30% มีผลทำให้ภาวะความก้องกังวานภายในห้องและความชัดเจนในการพูดสื่อสารอยู่ในระดับมาตรฐาน
3) พื้นผิวดูดซับเสียงในปริมาณ 30% ไม่สามารถลดระดับ BNL ให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานได้ ทั้งนี้ เป็นผลมาจากเสียงรบกวนจากระบบปรับอากาศที่เพิ่มระดับเสียงรบกวนพื้นหลังขึ้นมากกว่า 35% (BNL ปิดเครื่องปรับอากาศมีค่าเท่ากับ 43.6 dBA ในขณะที่ BNL เปิดเครื่องปรับอากาศเท่ากับ 67.4 dBA) เสียงรบกวน เป็นผลมาจากระบบกระจายลมจากเครื่องปรับอากาศ อายุการใช้งานของเครื่อง และตำแหน่งติดตั้งคอมเพรสเซอร์
4) ห้องเรียนที่มีพื้นผิวซับเสียงระดับ 15% มีสภาพแวดล้อมเสียงที่ยอมรับได้ เมื่อพิจารณาจากค่า RT และ STI
5) พื้นผิวซับเสียงบริเวณหลังห้อง ช่วยลดความก้องกังวานและช่วยเพิ่มความชัดเจนของการพูดสื่อสารได้ในบริเวณที่กว้างกว่า ห้องเรียนที่มีพื้นผิวซับเสียงที่บริเวณด้านหน้าห้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6) ดัชนีชี้วัดทางเสียง ได้แก่ BNL RT และ STI ส่งผลสอดคล้องกัน หมายถึง การลดระดับเสียงรบกวนพื้นหลังและค่าระยะเวลาการก้องกังวาน มีผลทำให้ค่าความชัดเจนในการพูดสื่อสารเพิ่มขึ้น
7) PAS ส่งผลต่อ เสียงพูดบรรยายและเสียงเพลงในลักษณะเดียวกัน คือ ช่วยลดระดับเสียงในภาพรวม รวมถึง ลดระดับเสียงรบกวนที่เป็นเสียงก้อง เสียงสะท้อน
8) PAS ช่วยลดระดับเสียงเพลงได้ดีกว่าเสียงพูด เนื่องจากเสียงเพลงมีความกว้างของช่วงความถี่เสียงที่มากกว่าเสียงพูด PAS จึงมีบทบาทที่ช่วยลด หรือ ตัดเสียงรบกวนในบางย่านออกไป เช่น ย่านความถี่สูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
ผลการศึกษาและวิเคราะห์การรับรู้เสียงทางจิตวิทยา

การรับรู้เสียง เป็นการประเมินผลในเชิงอัตวิสัย เป็นส่วนหนึ่งของศาสตร์การรับรู้เสียงทางจิตวิทยา ซึ่งผนวกรวมการประเมินทั้งในด้านวัตถุวิสัยและอัตวิสัย แล้วจึงนำมาวิเคราะห์ร่วมกัน สาเหตุอันเนื่องมาจาก การวิเคราะห์สภาพแวดล้อมเสียงในปัจจุบันไม่อาจพิจารณาแต่เพียงด้านใดด้านหนึ่งได้ กล่าวคือ การวัดผลจากอุปกรณ์วิเคราะห์เสียงทำให้ทราบผลได้เพียงค่าระดับหนึ่ง ซึ่งควรจะมีการพิจารณาถึงทัศนคติ ความรู้สึก ความพึงพอใจ ของผู้ที่ใช้งานร่วมด้วย เพราะการรับรู้เสียงเป็นเรื่องที่ละเอียดอ่อน และกระทบกับความรู้สึกของบุคคล ความแตกต่างระหว่างบุคคลหรือกลุ่มบุคคลที่มีพื้นหลัง พื้นฐานทางวัฒนธรรมที่แตกต่างกัน ย่อมมีทัศนคติความคิดเห็นที่ไม่เหมือนกัน

ผลการศึกษาในส่วนนี้ นำเสนอผลการวิเคราะห์การรับรู้เสียงของกลุ่มนักศึกษาระดับปริญญาตรี ภายในสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่มีความแตกต่างทางด้านพื้นหลังการศึกษา (สายวิทย์และสายศิลป์) เพศ (ชายและหญิง) อายุ และระดับชั้นปี นำมาทดสอบในห้องเรียนคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ (ARCH)

ขั้นตอนการเก็บข้อมูลในส่วนนี้แบ่งออกเป็นสองวัน โดยแบ่งนักศึกษาออกเป็นสองกลุ่ม เพื่อเข้าร่วมการทดลองฟังเสียงพูดบรรยาย เสียงเพลง ภายหลังจากการปรับ PAS 5 ระดับ ภายใต้บริบทสภาพแวดล้อม และตัวแปรควบคุมที่เหมือนกัน การแบ่งนักศึกษาออกเป็นสองกลุ่มนั้นเนื่องด้วยปัจจัยตัวบุคคลมีความสามารถในการดูดซับเสียงด้วยเช่นกัน หากมีนักศึกษาเข้าไปในห้องทดลองเป็นจำนวนมาก อาจส่งผลให้การทดลองปรับ PAS เกิดความไม่ชัดเจน

นักศึกษาที่เข้าร่วมการทดลองหรือหน่วยทดลอง ได้รับแบบสอบถามคนละหนึ่งชุดเพื่อกรอกข้อมูลทั่วไป และประเมินความรู้สึกของตนเอง ภายหลังจากที่ได้ฟังเสียงที่เปิดจากเครื่องขยายเสียงแบ่งออกเป็นเสียงพูดและเสียงเพลง การเปิดเสียงแต่ละครั้งใช้ระยะเวลาประมาณ 30 วินาที และเปิดเมื่อมีการปรับพื้นผิวดูดซับเสียงภายในห้องในแต่ละระดับ เริ่มตั้งแต่ระดับ 0% ถึง 30%

ประเด็นในการสอบถามแบ่งออกเป็น 6 ส่วน ได้แก่

1) ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม
2) การรับรู้ระดับความดังของเสียงพูดและเสียงเพลง
3) การรับรู้เสียงก้องภายในห้อง
4) การรับรู้ความชัดเจนของเสียงพูดและเสียงเพลง
5) ทัศนคติที่มีสภาพแวดล้อมเสียง
6) การเลือกห้องเรียนที่เหมาะสมจะเป็นพื้นที่การเรียนรู้

ผลการวิจัยในส่วนของการรับรู้เสียงทางจิตวิทยา แบ่งออกเป็นหัวข้อ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ผังกำหนดตำแหน่งที่นั่งภายในห้องทดลอง
  ตำแหน่งที่นั่งของหน่วยทดลอง กำหนดให้มีตำแหน่งเดียวกับตำแหน่งติดตั้งเครื่องตรวจวัดเสียง เพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์เปรียบเทียบ ระหว่างการรับรู้เสียงกับอุปกรณ์ตรวจวัดในแต่ละโซน

- ความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นของแบบสอบถามที่ใช้ในการทดลอง
  การทดสอบความเชื่อมั่นของแบบสอบถามจากตัวอย่างจำนวน 30 ชุด ใช้การวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค

- ข้อมูลทั่วไปของผู้เข้าร่วมการทดลอง
  ข้อมูลสถิติพรรณนาบ่งบอกถึงคุณลักษณะของกลุ่มผู้เข้าร่วมการทดลอง จำแนกตามเพศ อายุ ชั้นปี และพื้นหลังทางการศึกษา (สายวิทย์และสายศิลป์)

- การรับรู้เสียง ระดับความดัง ความก้องและความชัดเจน
  ความพึงพอใจของการรับรู้ความดัง การรับรู้ความก้อง การรับรู้ความชัดเจนทั้งในภาพรวมและจำแนกตามพื้นหลังทางการศึกษา

- การเปรียบเทียบการรับรู้เสียงกับอุปกรณ์ตรวจวัด
  การวิเคราะห์เชิงเปรียบเทียบในรูปแบบค่าเฉลี่ยและการกระจายของเสียง เปรียบเทียบระหว่าง ทัศนคติของบุคคล กับการตรวจวัดด้วยอุปกรณ์

- ทัศนคติที่มีต่อคุณลักษณะทางเสียงของห้องทดลอง
  การรับรู้เสียงรบกวน ผลกระทบต่ออารมณ์และสมาธิ รวมถึงแหล่งที่มาของเสียงรบกวน

- ปัจจัยบุคคลกับสภาพแวดล้อมเสียงภายในห้องเรียน
  ความแตกต่างระหว่างปัจจัยพื้นหลังทางการศึกษา และเพศ ที่มีต่อสภาพแวดล้อมเสียง

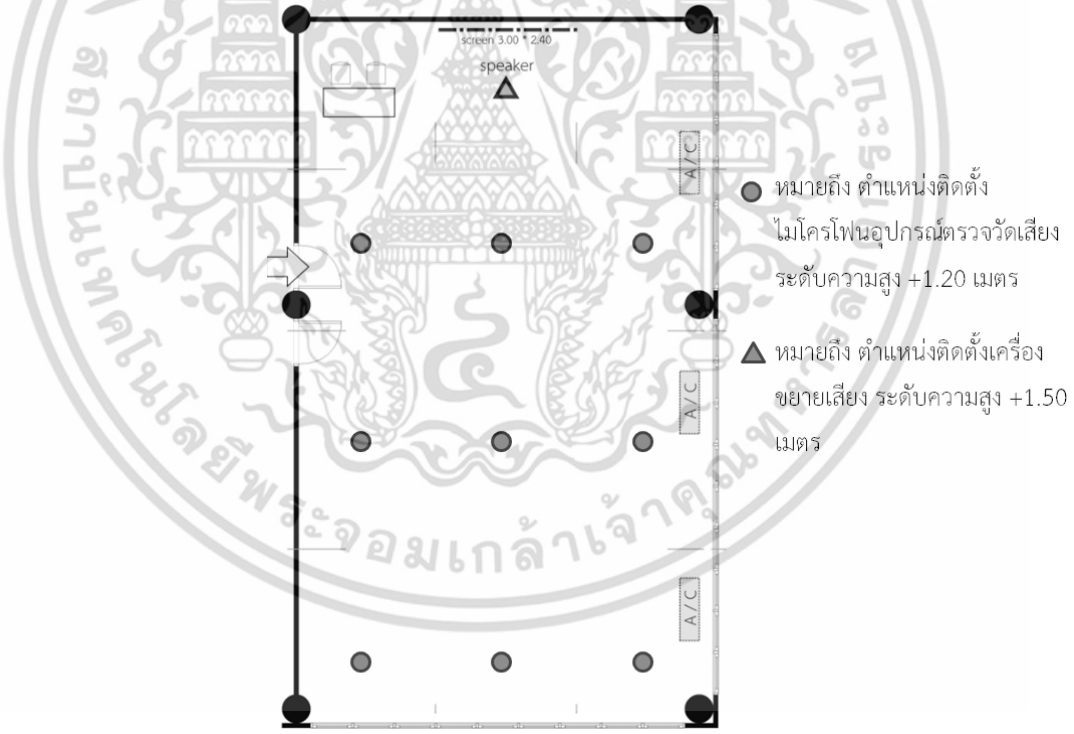
- ข้อสรุปการวิเคราะห์การรับรู้เสียงทางจิตวิทยา
  บทสรุปเพื่อนำไปสู่การเสนอแนะแนวทางการจัดการสภาพแวดล้อมภายในพื้นที่เรียนรู้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพทางการสื่อสารด้วยวิธีการรับรู้เสียงทางจิตวิทยา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.1 ผังกำหนดตำแหน่งที่นั่งภายในห้องทดลอง

ตำแหน่งที่นั่งของผู้เข้าร่วมการทดลอง กำหนดให้มีความสอดคล้องกับตำแหน่งของจุดตรวจวัดค่าเสียง แสดงในภาพที่ 6.1 สัญลักษณ์วงกลมแทนตำแหน่งของจุดตรวจวัดเสียงทั้งหมด 9 จุดที่บริเวณที่นั่งเรียนแบบปกติของนักศึกษา จุดติดตั้งไมโครโฟนรับสัญญาณมีความสูงเท่ากับ 1.20 เมตร หรือเท่ากับระยะความสูงของหูของบุคคลเมื่อเวลานั่งฟังการบรรยาย สัญลักษณ์สามเหลี่ยม หมายถึง ตำแหน่งติดตั้งเครื่องขยายเสียง อ้างอิงจากตำแหน่งการยืนสอนแบบปกติของครูผู้สอน โดยที่มีระดับความสูงเท่ากับ 1.50 เมตร

การกำหนดโซนที่นั่งของผู้เข้าร่วมการทดลอง แบ่งออกเป็น 9 โซน มีระยะพื้นที่เท่า ๆ กัน กำหนดให้มีความสอดคล้องกับตำแหน่งอุปกรณ์ตรวจวัดค่าเสียง เพื่อนำมาวิเคราะห์เชิงเปรียบเทียบระหว่างการประเมินเชิงวัตถุวิสัยจากเครื่องมือวัด กับการประเมินเชิงอัตวิสัย ภาพของโซนที่นั่งแสดงในภาพที่ 6.2



ภาพที่ 6.1 ผังพื้นการกำหนดตำแหน่งจุดตรวจวัดเสียงด้วยอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 6.2 ผังพื้นการกำหนดตำแหน่งโซนที่นั่งภายในห้องทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.2 สัดส่วนจำนวนหน่วยทดลองในแต่ละโซน

จำนวนหน่วยทดลองที่เข้าร่วมการทดลองในครั้งนี้มีทั้งหมด 107 คน กำหนดสัดส่วนจากปัจจัยพื้นหลังทางการศึกษาให้ขนาดกลุ่มเท่า ๆ กัน แบ่งเป็น นักศึกษาสายวิทย์จำนวน 54 คน และนักศึกษาสายศิลป์จำนวน 53 คน เพื่อเข้าร่วมทดลองการรับรู้เสียงทางจิตวิทยา

การกำหนดตำแหน่งที่นั่งของนักศึกษากำหนดให้มีการกระจายในแต่ละโซนอย่างเท่า ๆ กัน โดยที่ในแต่ละโซน กำหนดให้มีทั้งนักศึกษาสายวิทย์และสายศิลป์ รวมถึงนักศึกษาเพศชายและเพศหญิง สัดส่วนของนักศึกษาต่อโซนที่นั่งแสดงในตารางที่ 6.1

ตารางที่ 6.1 จำนวนหน่วยทดลองในโซน A-I

	หน่วยทดลอง	จำนวน	ร้อยละ	เปอร์เซนต์สะสม
โซน	A	12	11.2	11.2
	B	12	11.2	22.4
	C	12	11.2	33.6
	D	12	11.2	44.9
	E	11	10.3	55.1
	F	12	11.2	66.4
	G	12	11.2	77.6
	H	12	11.2	88.8
	I	12	11.2	100.0
	รวม	107	100.0	

6.3 ข้อมูลทั่วไปของผู้เข้าร่วมการทดลอง

ผู้เข้าร่วมการทดลองหรือหน่วยทดลอง เป็นนักศึกษาจากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ผู้วิจัยได้กำหนดพื้นหลังทางการศึกษาเป็นกลุ่มควบคุม โดยกำหนดให้มีนักศึกษาสายวิทย์และสายศิลป์ในจำนวนที่เท่ากัน หลังจากนั้น จึงทำการติดต่อของความร่วมมือไปถึงส่วนกิจการนักศึกษา องค์การนักศึกษา และสโมสรนักศึกษาแต่ละคณะที่เปิดสอนระดับปริญญาตรีภายใน สจล. เพื่อขอให้ส่งรายนามผู้ที่สมัครใจเข้าร่วมทดลองครั้งนี้ ภายหลังจากที่ได้รับรายชื่อ ผู้วิจัยทำการสุ่มแบบง่ายเพื่อให้มีจำนวนศึกษาที่มีพื้นหลังทางการศึกษาและเพศในจำนวนที่ใกล้เคียงกัน ข้อมูลทั่วไปของผู้เข้าร่วมการทดลอง สรุปไว้ในตารางที่ 6.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้เข้าร่วมการทดลอง จำแนกตามเพศแบ่งเป็น เพศชาย 43% เพศหญิง 57% กลุ่มนักศึกษาสายวิทย์จำนวน 54 คน (กลุ่ม S 50.5%) และนักศึกษาสายศิลป์จำนวน 53 คน (กลุ่ม A 49.5%) อายุเฉลี่ย 19.10 (ตั้งแต่ 18-21) แบ่งเป็น อายุ 18 (14%) อายุ 19 (63%) อายุ 20 (21%) และ อายุ 21 (2%) ส่วนใหญ่เป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 2 (66%) รองลงมาเป็นชั้นปีที่ 1 และ 3 ชั้นปีละ 16% และจำนวนน้อยที่สุดคือนักศึกษาชั้นปีที่ 4 จำนวน 2% ผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมดมาจากคณะที่เปิดสอนภายในสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ระดับปริญญาตรี ใน 4 คณะ ได้แก่ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ 63% คณะวิศวะกรรมศาสตร์ 16% คณะการบริหารและจัดการ 13% และคณะวิทยาศาสตร์ 8%

ตารางที่ 6.2 ข้อมูลทั่วไปของผู้เข้าร่วมการทดลอง

ประเภท	ผู้ตอบแบบสอบถาม	
	จำนวน	**ร้อยละ**
เพศ		
ชาย	46	43.0
หญิง	61	57.0
อายุ		
18 ปี	15	14.0
19 ปี	68	63.6
20 ปี	22	20.5
21 ปี	2	1.9
คณะ		
วิศวะกรรมศาสตร์	17	15.9
วิทยาศาสตร์	9	8.4
สถาปัตยกรรมศาสตร์	67	62.6
การบริหารและจัดการ	14	13.1
ชั้นปี		
1	17	15.9
2	71	66.3
3	17	15.9
4	2	1.9
พื้นหลังทางการศึกษา		
สายวิทย์ (กลุ่ม S)	54	50.5
สายศิลป์ (กลุ่ม A)	53	49.5
รวม	**107**	**100.0**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.4 การรับรู้เสียง ระดับความดัง ความก้องและความชัดเจน

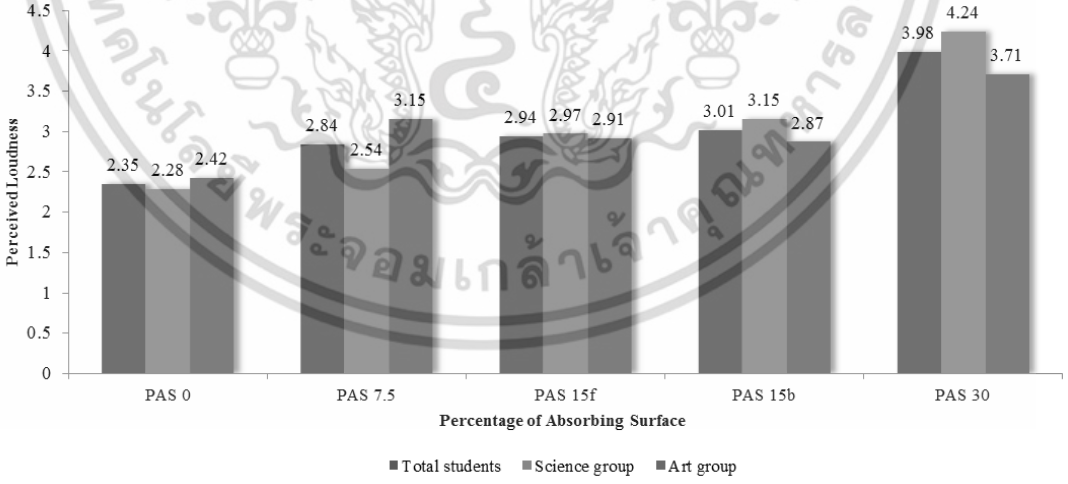
ประเด็นสำคัญที่ทำการทดสอบ ได้แก่ การรับรู้ความดัง (Perceived Loudness) การรับรู้ความก้อง (Perceived Reverberation) และ การรับรู้ความชัดเจน (Perceived Clearness) ได้ทำการแจกแจงเป็นระดับค่าเฉลี่ยความพึงพอใจ นำเสนอในรูปแบบของตาราง และ กราฟแท่ง โดยจำแนกตามระดับของ PAS (0-30%) และจำแนกตามกลุ่มการศึกษา สายวิทย์และสายศิลป์

6.4.1 การรับรู้ความดัง

ตารางที่ 6.3 ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจของนักศึกษาในประเด็นการรับรู้ความดัง

PAS	**นักศึกษาทั้งหมด** *(n=107)*				**สายวิทย์** *(n=54)*				**สายศิลป์** *(n=53)*			
	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ต่ำสุด	สูงสุด	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ต่ำสุด	สูงสุด	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ต่ำสุด	สูงสุด
PAS 0	*2.35*	.77	1.00	4.00	*2.28*	.84	1.00	3.00	*2.42*	.69	1.00	4.00
PAS 7.5	*2.84*	.73	1.00	4.00	*2.54*	.62	1.00	4.00	*3.15*	.70	1.50	4.00
PAS 15f	*2.94*	.49	2.00	4.00	*2.97*	.44	2.00	4.00	*2.91*	.54	2.00	4.00
PAS 15b	*3.01*	.58	2.00	4.00	*3.15*	.56	2.00	4.00	*2.87*	.52	2.00	4.00
PAS 30	*3.98*	.65	2.50	5.00	*4.24*	.55	3.00	5.00	*3.71*	.64	2.50	5.00

หมายเหตุ: PAS=ร้อยละของพื้นผิวดูดซับเสียง



ภาพที่ 6.3 การรับรู้ความดังเปรียบเทียบระหว่างนักศึกษาสายวิทย์และสายศิลป์

ผลของการรับรู้ความดังของระดับเสียงจำแนกออกเป็นสามส่วน ได้แก่ 1) ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจของนักเรียนทุกคน 2) นักเรียนกลุ่มสายวิทย์และ 3) นักเรียนกลุ่มสายศิลป์ จากตารางที่ 6.4 แสดงให้เห็นว่า ความดังของเสียงจะเพิ่มมากขึ้นตามระดับของ PAS (PAS 30=76.02 dBA, PAS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0=77.83 dBA) แต่เมื่อหากพิจารณาแบบแยกกลุ่มวิทย์และกลุ่มศิลป์พบว่า ทั้งคู่มีการรับรู้เหมือนกัน คือ ระดับเสียงที่ดังที่สุดคือห้อง PAS 30 (ค่าเฉลี่ย Sci=4.24, ค่าเฉลี่ย Art=3.71) และระดับเสียงเบาที่สุด คือ PAS 0 (ค่าเฉลี่ย Sci=2.28, ค่าเฉลี่ย Art=2.42) พบความแตกต่างตรงที่ ระดับเสียงที่ดังรองลงมาเป็นอันดับสอง นักศึกษากลุ่มสายวิทย์ รับรู้ว่าเป็นห้อง PAS 15b (ค่าเฉลี่ย=3.15) ส่วนนักศึกษาสายศิลป์ รับรู้ว่าเป็นห้อง PAS 7.5 (ค่าเฉลี่ย=3.15) และ เมื่อพิจารณาจากกราฟแท่ง ในภาพที่ 6.3 พบว่า ภาพรวมนักศึกษาทั้งหมดมีความเห็นไปในทิศทางเดียวกัน แต่แตกต่างกันตรงที่นักศึกษาสายวิทย์จะมีค่าเฉลี่ยที่มากกว่าเมื่อห้องเรียนมีระดับ PAS เกิน 15% ขึ้นไป ส่วนนักศึกษาสายศิลป์มีค่าเฉลี่ยที่มากกว่าเมื่อห้องเรียนมีระดับ PAS ต่ำกว่า 15%

6.4.2 การรับรู้ความก้อง

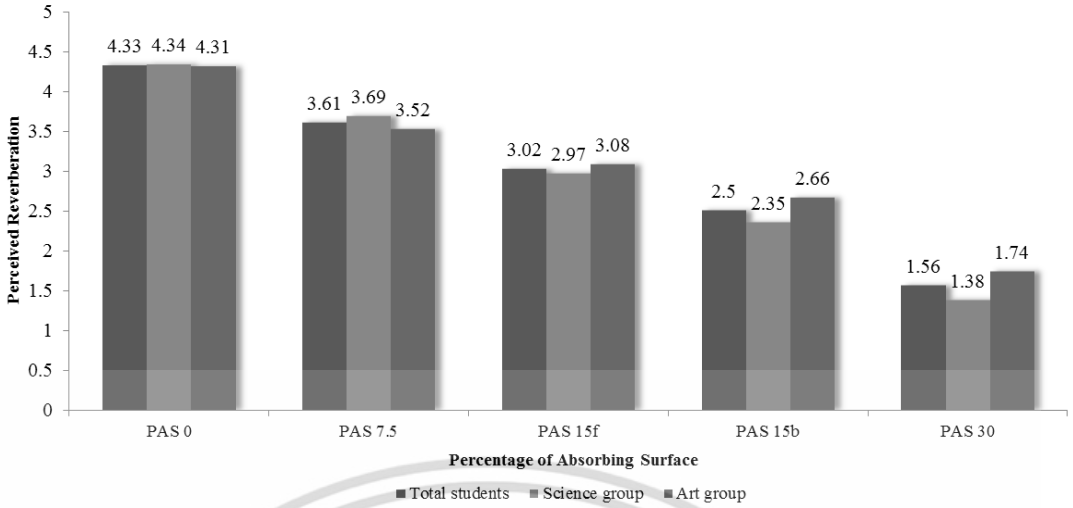
ตารางที่ 6.4 ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจของนักศึกษาในประเด็นการรับรู้เสียงก้อง

PAS	**นักศึกษาทั้งหมด** *(n=107)*				**สายวิทย์** *(n=54)*				**สายศิลป์** *(n=53)*			
	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ต่ำสุด	สูงสุด	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ต่ำสุด	สูงสุด	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ต่ำสุด	สูงสุด
PAS 0	*4.33*	.59	2.50	5.00	*4.34*	.63	2.50	5.00	*4.31*	.56	2.50	5.00
PAS 7.5	*3.61*	.64	1.50	5.00	*3.69*	.64	1.50	5.00	*3.52*	.64	2.00	5.00
PAS 15f	*3.02*	.54	1.00	4.00	*2.97*	.54	1.00	4.00	*3.08*	.53	2.00	4.00
PAS 15b	*2.50*	.58	1.00	4.00	*2.35*	.55	1.00	3.50	*2.66*	.56	1.00	4.00
PAS 30	*1.56*	.61	1.00	4.00	*1.38*	.44	1.00	3.00	*1.74*	.70	1.00	4.00

หมายเหตุ: PAS=ร้อยละของพื้นผิวดูดซับเสียง

จากการทดสอบ ในภาพรวมนักศึกษาทุกกลุ่มมีความคิดเห็นไปในทิศทางเดียวกันนั่นคือ เมื่อในห้องมีระดับ PAS สูงขึ้นจะทำให้ความก้องกังวานลดน้อยลง โดยห้องที่มีความก้องมากที่สุดคือ PAS 0 (ค่าเฉลี่ย Sci=4.34, ค่าเฉลี่ย Art=4.31) รองลงมาคือห้อง PAS 7.5 (ค่าเฉลี่ย Sci=3.69, ค่าเฉลี่ย Art=3.52) และห้องที่มีเสียงก้องน้อยที่สุดคือ PAS 30 (ค่าเฉลี่ย Sci=1.38, ค่าเฉลี่ย Art=1.74) และเมื่อพิจารณาจากกราฟในภาพที่ 6.4 พบว่า แนวโน้มความคิดเห็นของนักศึกษาทั้งสองกลุ่มสอดคล้องไปในทิศทางเดียวกัน โดยจะพบความแตกต่างเพียงเล็กน้อย คือ ค่าเฉลี่ยของนักศึกษากลุ่มสายศิลป์มีค่าเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มสายวิทย์ เมื่อภายในห้องมีระดับ PAS มากกว่า 15% ขึ้นไป และการรับรู้เสียงก้องของกลุ่มสายวิทย์จะสูงกว่ากลุ่มสายศิลป์เมื่อภายในห้องมีระดับ PAS น้อยกว่า 15%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 6.4 การรับรู้เสียงก้อง เปรียบเทียบระหว่างนักศึกษาสายวิทย์และสายศิลป์

6.4.3 การรับรู้ความชัดเจน

การรับรู้ความชัดเจน แบ่งวิธีการวิเคราะห์เป็นสองส่วน ส่วนแรก คือ การประเมินความคิดเห็นและระดับความเห็นด้วย ส่วนที่สอง คือ การทดสอบด้วยวิธีการเขียน โดยให้ผู้เข้าร่วมทดลองเขียนสิ่งที่ตนเองได้ยิน หลังจากนั้นจะนำมานับคำที่เข้าใจผิด

6.4.3.1 การแจกแจงระดับค่าเฉลี่ยในรูปแบบของตารางและกราฟแท่ง

เมื่อห้องเรียนมีระดับ PAS เพิ่มมากขึ้น ทำให้การพูดบรรยายภายในห้องชัดเจนมากขึ้นเช่นเดียวกัน เมื่อพิจารณาตามกลุ่มของนักศึกษา พบว่า ไม่มีความแตกต่างกัน โดยที่นักศึกษาสายวิทย์และสายศิลป์ เห็นว่า ห้องที่มีระดับความชัดเจนมากที่สุดคือ PAS 30 (ค่าเฉลี่ย Sci=4.51, Art=3.76) รองลงมา คือ PAS 15b (ค่าเฉลี่ย Sci=3.46, Art=3.19) และห้องที่มีความชัดเจนน้อยที่สุด คือ PAS 0 (ค่าเฉลี่ย Sci=1.66, Art=1.87)

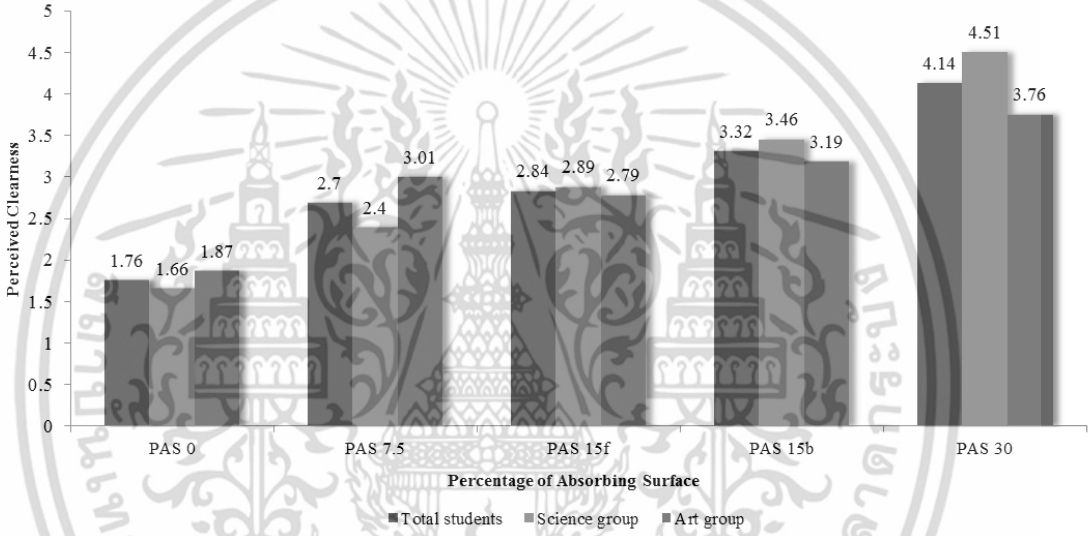
พบความแตกต่างเพียงเล็กน้อย คือ นักศึกษาสายวิทย์มีความเห็นว่าห้อง PAS 15f ชัดเจนกว่า PAS 7.5 ซึ่งตรงกันข้ามกับนักศึกษาสายศิลป์ เมื่อพิจารณาในภาพที่ 6.5 พบข้อสรุปในลักษณะเดียวกันกับการรับรู้ความดัง คือ นักศึกษาสายวิทย์ มีระดับค่าเฉลี่ยความคิดเห็นที่มากกว่า เมื่อห้องมีระดับ PAS สูงกว่า 15% ขึ้นไป ส่วนกลุ่มนักศึกษาสายศิลป์ มีระดับค่าเฉลี่ยความคิดเห็นที่มากกว่าเมื่อห้องมีระดับ PAS ต่ำกว่า 15%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6.5 ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจของนักศึกษาในประเด็นการรับรู้ความชัดเจน

PAS	**นักศึกษาทั้งหมด** *(n=107)*				**สายวิทย์** *(n=54)*				**สายศิลป์** *(n=53)*			
	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ต่ำสุด	สูงสุด	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ต่ำสุด	สูงสุด	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ต่ำสุด	สูงสุด
PAS 0	*1.76*	.64	1.00	4.00	*1.66*	.64	1.00	3.50	*1.87*	.63	1.00	4.00
PAS 7.5	*2.70*	.74	1.00	4.50	*2.40*	.65	1.00	4.00	*3.01*	.70	2.00	4.50
PAS 15f	*2.84*	.64	1.50	5.00	*2.89*	.68	1.50	5.00	*2.79*	.58	2.00	4.00
PAS 15b	*3.32*	.63	1.50	4.50	*3.46*	.61	2.00	4.50	*3.19*	.61	1.50	4.00
PAS 30	*4.14*	.70	2.50	5.00	*4.51*	.53	3.00	5.00	*3.76*	.65	2.50	5.00

หมายเหตุ: PAS=ร้อยละของพื้นผิวดูดซับเสียง



ภาพที่ 6.5 การรับรู้ความชัด เปรียบเทียบระหว่างนักศึกษาสายวิทย์และสายศิลป์

6.4.3.2 การเปรียบเทียบคำผิดระหว่าง PAS แต่ละระดับ

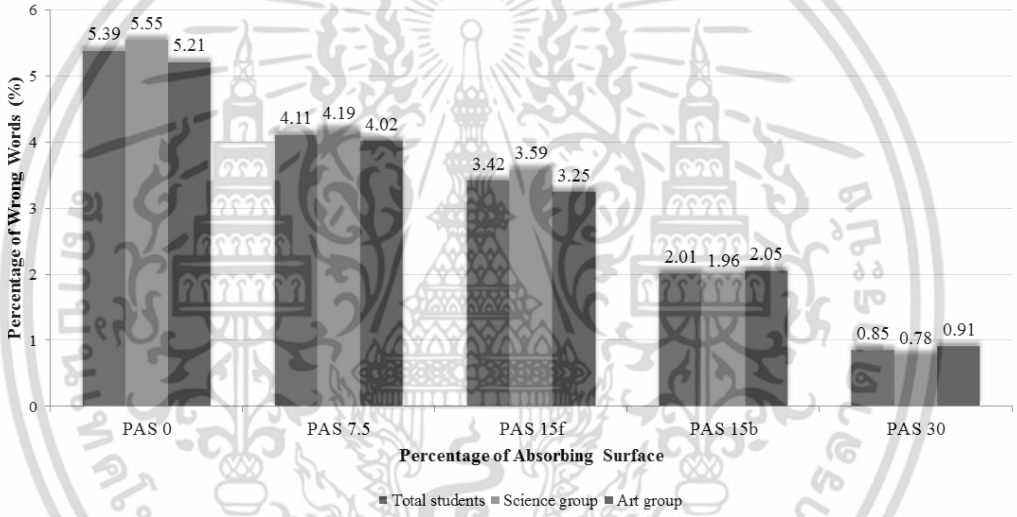
การทดลองให้ตัวอย่าง เขียนสิ่งที่ได้ยินจากบทเพลง โดยการให้ฟังเพลงแต่ละครั้งใช้เวลาประมาณ 20-30 วินาทีต่อการปรับ PAS ในแต่ละระดับ ช่วงเวลาดังกล่าวประกอบไปด้วยจำนวนคำประมาณ 30 คำ ภายหลังจากการฟังเพลง ผู้เข้าร่วมการทดลองเขียนประโยคที่ตนเองได้ยิน ผลการทดลองสรุปเป็นตารางและกราฟ แสดงให้เห็นจำนวนคำที่สะกดผิด (เทียบเป็นร้อยละ) ในแต่ละระดับของ PAS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6.6 ร้อยละของคำที่สะกดผิดใน PAS แต่ละระดับจำแนกตามกลุ่มสายวิทย์และสายศิลป์

PAS	**นักศึกษาทั้งหมด** *(n=107)*				**สายวิทย์** *(n=54)*				**สายศิลป์** *(n=53)*			
	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ต่ำสุด	สูงสุด	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ต่ำสุด	สูงสุด	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ต่ำสุด	สูงสุด
PAS 0	*5.39*	2.78	.00	8.82	*5.55*	2.33	.00	8.82	*5.21*	3.19	.00	8.82
PAS 7.5	*4.11*	2.44	.00	10.0	*4.19*	2.52	.00	10.0	*4.02*	2.38	.00	6.67
PAS 15f	*3.42*	2.46	.00	9.09	*3.59*	2.43	.00	9.09	*3.25*	2.51	.00	9.09
PAS 15b	*2.01*	1.69	.00	5.88	*1.96*	1.35	.00	5.88	*2.05*	1.87	.00	5.88
PAS 30	*0.85*	1.36	.00	3.03	*0.78*	1.34	.00	3.03	*0.91*	1.40	.00	3.03

หมายเหตุ: PAS=ร้อยละของพื้นผิวดูดซับเสียง



ภาพที่ 6.6 ร้อยละของคำที่สะกดผิด เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มนักศึกษา

แนวโน้มของคำที่สะกดผิด สอดคล้องไปในลักษณะเดียวกับการรับรู้ความชัดเจน คือ เมื่อภายในห้องมีความชัดเจนน้อยก็มีโอกาสที่จะได้รับฟังคลาดเคลื่อนมาก ภาพที่ 6.6 แสดงให้เห็นว่า PAS ที่เพิ่มขึ้น ทำให้การสะกดคำผิดมีโอกาสน้อยลง เมื่อพิจารณาความแตกต่างระหว่างนักศึกษาสายวิทย์และสายศิลป์ พบว่า มีความแตกต่างกันน้อยมาก คือ นักศึกษาสายวิทย์สะกดคำผิดมากกว่าในห้อง PAS 0-15f ในขณะที่ นักศึกษาสายศิลป์สะกดคำผิดมากกว่าในห้อง PAS 15b และ PAS 30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.5 การเปรียบเทียบการรับรู้เสียงกับอุปกรณ์ตรวจวัด

6.5.1 การรับรู้เสียงดังเปรียบเทียบกับอุปกรณ์ตรวจวัด

ข้อมูลในส่วนนี้ นำเสนอในลักษณะผังการกระจาย แสดงการเปรียบเทียบรูปแบบการกระจายตัวของเสียง ระหว่างการตรวจวัดด้วยอุปกรณ์ กับระดับความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่าง โดยอ้างอิงจากตำแหน่งหรือโซนที่นั่ง บริเวณที่มีสีเข้มหรือบริเวณที่มีระดับเสียงสูงและเป็นบริเวณที่กลุ่มตัวอย่างมีความเห็นว่ามีระดับเสียงสูงด้วยเช่นกัน

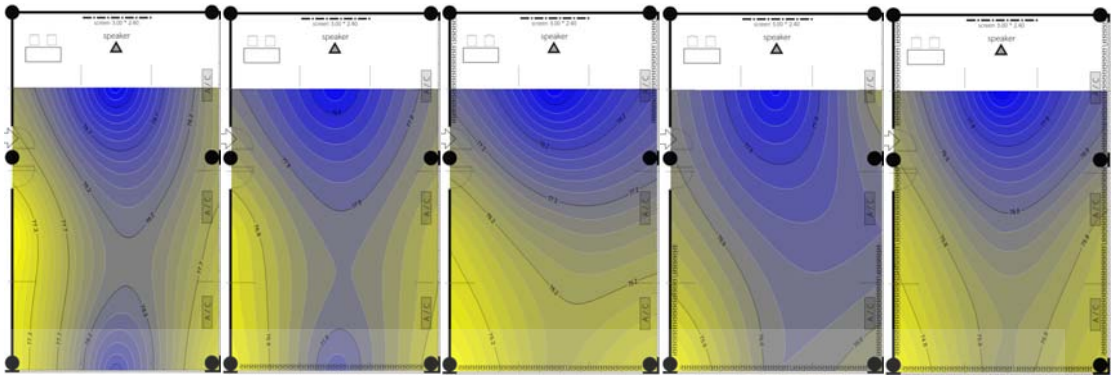
ผลการเปรียบเทียบแสดงใน ภาพที่ 6.7 ภาพรวมการประเมินแบบวัตถุวิสัยและอัตวิสัย มีความสอดคล้องไปในทิศทางเดียวกัน สังเกตจากระดับค่าเฉลี่ยที่มีระดับลดลงเมื่อปริมาณ PAS เพิ่มมากขึ้น รูปแบบที่มีความเหมือนกัน เกิดขึ้นกับห้อง PAS 15b และ PAS 30 คือ ระดับเสียง มีความดังกระจายที่บริเวณด้านหน้ามาถึงบริเวณด้านหลังห้อง โดยมีรูปแบบเป็นแบบโค้งปกติ

รูปแบบที่มีความแตกต่างกันเกิดขึ้นกับห้อง PAS 0 และ PAS 7.5 ห้องเรียนดังกล่าวจัดอยู่ในกลุ่มที่มีปริมาณพื้นผิวซับเสียงน้อย จึงมีโอกาสเกิดการสะท้อนของเสียงต้นกำเนิดแบบกลับไปมา เสียงที่มีระดับเพิ่มขึ้นที่บริเวณหลังห้อง คือ เสียงจากการสะท้อนผสมกับเสียงจากต้นกำเนิดโดยตรง ความคิดเห็นของตัวอย่างที่บริเวณหน้าห้องเหมือนกับการตรวจวัดด้วยเครื่องมือ ส่วนบริเวณหลังห้อง มีลักษณะแตกต่างกัน ตัวอย่าง เห็นว่า มีเสียงดังบริเวณหลังห้องมุมด้านขวาแต่อุปกรณ์ตรวจวัดระดับความดังที่บริเวณด้านหลังกลางห้อง ข้อแตกต่างที่สังเกตเห็นอีกประการหนึ่งในห้อง PAS 15f ตัวอย่าง มีความเห็นว่า เกิดระดับเสียงดังที่บริเวณหลังห้องที่มุมด้านซ้ายและด้านขวา ในขณะที่อุปกรณ์วัดระดับเสียงดังได้ที่บริเวณด้านหลังกลางห้อง

ด้วยเหตุนี้ การรับรู้ความดังโดยเปรียบเทียบระหว่างการประเมินด้วยอุปกรณ์กับตัวบุคคล สรุปได้ว่า เมื่อภายในห้องมีพื้นผิวซับเสียงในระดับ 15% ขึ้นไป การประเมินด้วยสองวิธีนี้จะไม่แตกต่างกันเนื่องจากได้ยินเสียงจากแหล่งกำเนิดโดยตรงที่ชัดเจนขึ้น ในขณะที่เมื่อห้องมี PAS น้อยหรือไม่มีเลย ระดับเสียงที่เกิดขึ้นภายในห้องจึงเกิดจากเสียงจากแหล่งกำเนิดโดยตรงผสมกับเสียงที่กระทบสะท้อนในสภาพแวดล้อม เสียงสะท้อนดังกล่าวก่อให้เกิดความสับสน จึงเป็นไปได้ที่การประเมินผลเชิงอัตวิสัยมีความคลาดเคลื่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การกระจายของเสียงจากอุปกรณ์ตรวจวัดระดับเสียง



PAS 0	***PAS 7.5***	***PAS 15f***	***PAS 15b***	***PAS 30***
$\bar{X}$ = 77.8 [SD=0.91]	$\bar{X}$ = 77.3 [SD=1.02]	$\bar{X}$ = 76.6 [SD=1.61]	$\bar{X}$ = 76.6 [SD=1.01]	$\bar{X}$ = 76.0 [SD=1.45]
[76.7 – 79.5]	[76.0 - 79.2]	[74.3 – 78.0]	[78.5 - 74.7]	[74.0 - 79.0]

การกระจายของเสียงจากความคิดเห็นของตัวอย่าง

PAS 0	***PAS 7.5***	***PAS 15f***	***PAS 15b***	***PAS 30***
$\bar{X}$ = 2.34 [SD=0.42]	$\bar{X}$ = 2.84 [SD=0.23]	$\bar{X}$ = 2.94 [SD=0.17]	$\bar{X}$ = 3.04 [SD=0.26]	$\bar{X}$ = 3.51 [SD=0.18]
1.87 – 2.95	2.58 – 3.29	2.62 – 3.29	2.75 – 3.43	3.25 – 3.79

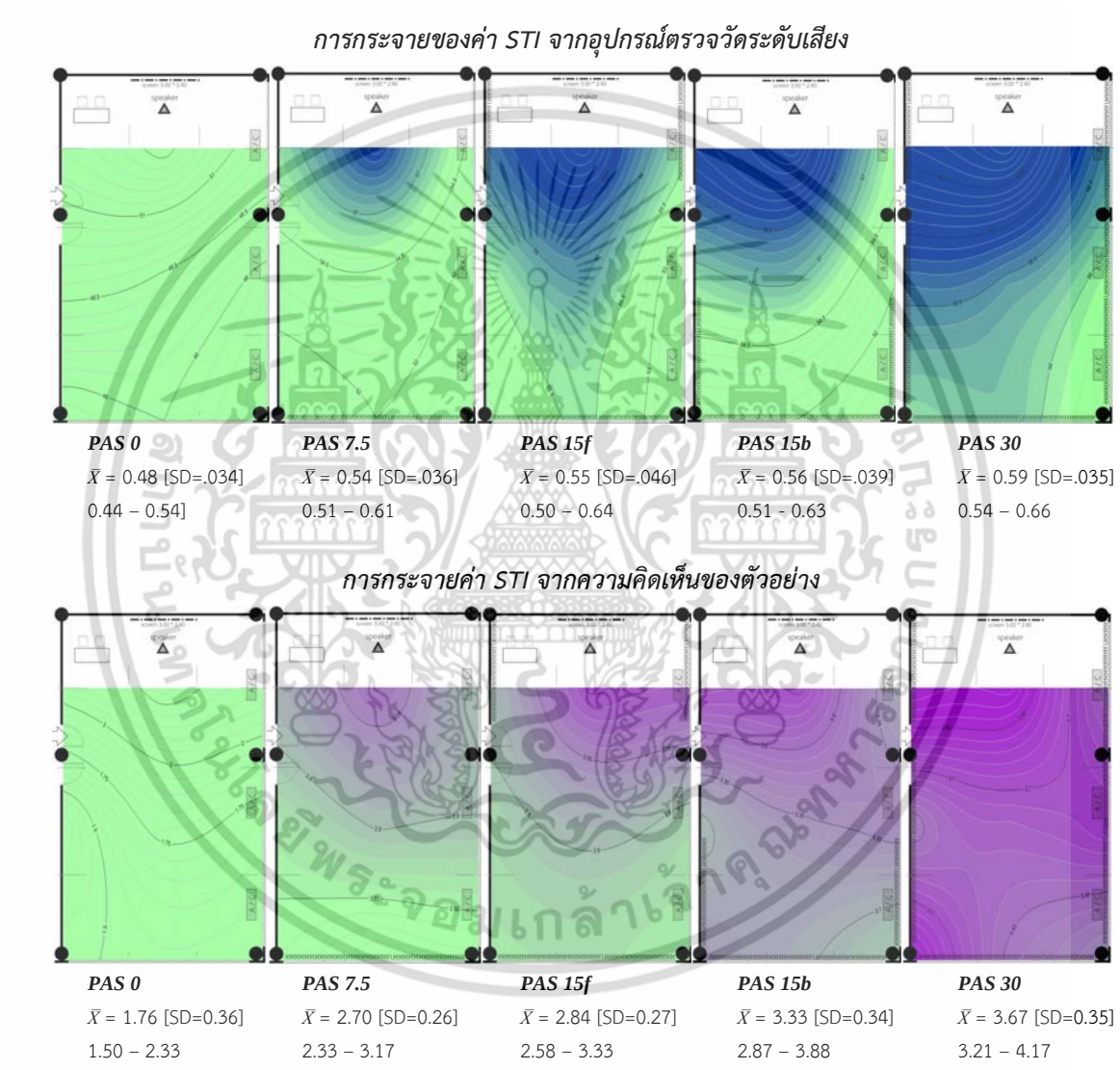
ภาพที่ 6.7 การกระจายของเสียงเปรียบเทียบระหว่างการตรวจวัดด้วยอุปกรณ์ (ภาพด้านบน) และการประเมินด้วยบุคคล (ภาพด้านล่าง)

6.5.2 การรับรู้ความชัดเจนเปรียบเทียบกับอุปกรณ์ตรวจวัด

การประเมินระดับความชัดเจนจากวิเคราะห์เชิงเปรียบเทียบ ระหว่างการตรวจวัดด้วยอุปกรณ์ และประเมินด้วยความคิดเห็นของบุคคล รูปแบบการวิเคราะห์สังเกตจากผังแสดงการกระจายค่า STI แสดงในภาพที่ 6.8 การประเมินทั้งสองรูปแบบ คือ ประเมินด้วยอุปกรณ์และการประเมินด้วยบุคคล มีระดับ STI เพิ่มสูงขึ้นเมื่อ PAS ภายในห้องมีเปอร์เซนต์มากขึ้น ค่าเฉลี่ยของ STI ที่วัดได้อยู่ในระดับใกล้เคียงมาตรฐาน (STI=0.59 STI มาตรฐาน=0.60) โดยที่มีระดับต่ำสุดเท่ากับ 0.54 ซึ่งถือเป็นระดับปานกลาง สอดคล้องกับความเห็นของตัวอย่าง ที่ประเมินระดับความชัดเจนเท่ากับ 3.61 (ระดับน้อยที่สุด=3.21 ระดับมากที่สุด=4.16) ซึ่งหมายถึงระดับ “ดี” สำหรับห้องเรียน PAS 0 ระดับความคิดเห็นของตัวอย่าง คิดว่าอยู่ในระดับไม่ดี (1.76) ค่า STI เท่ากับ 0.48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปแบบการกระจายตัวเมื่อวัดจากอุปกรณ์พบว่า เมื่อ PAS เพิ่มสูงขึ้นทำให้ STI ภายในห้องมีระดับชัดเจนขึ้นในทุก ๆ พื้นที่ ยกเว้น ในพื้นที่บริเวณด้านขวามือของห้องซึ่งได้รับผลกระทบจากเครื่องปรับอากาศ สอดคล้องกับการประเมินด้วยบุคคลโดยสังเกตจาก PAS 15 (f และ b) และ PAS 30 ที่ระดับสีเข้มที่บริเวณด้านซ้ายมือ มีระดับสูงกว่าบริเวณด้านขวามือ จึงสรุปได้ว่า การประเมินด้วยอุปกรณ์กับการรับรู้ของบุคคล มีความเห็นไปในทิศทางเดียวกัน ทั้งในด้านการเพิ่มขึ้นของระดับความชัดเจน และรูปแบบการกระจายตัวของความชัดเจนภายในห้องทดลอง



ภาพที่ 6.8 การกระจายค่า STI เปรียบเทียบระหว่างการตรวจวัดด้วยอุปกรณ์ (ภาพด้านบน) และการประเมินด้วยบุคคล (ภาพด้านล่าง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.6 ทัศนคติที่มีต่อคุณลักษณะทางเสียงของห้องทดลอง

ทัศนคติที่มีต่อคุณลักษณะทางเสียงของห้องทดลอง วิเคราะห์จากค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าต่ำสุดและสูงสุด โดยจำแนกตามกลุ่มนักศึกษาสายวิทย์และสายศิลป์ สอบถามใน 3 ประเด็นสำคัญ ได้แก่ ระดับของเสียงรบกวนภายในห้อง เสียงรบกวนที่ส่งผลต่อสมาธิ และ เสียงรบกวนที่ส่งผลต่ออารมณ์ ข้อมูลทั้งหมดแสดงไว้ในตารางที่ 6.8

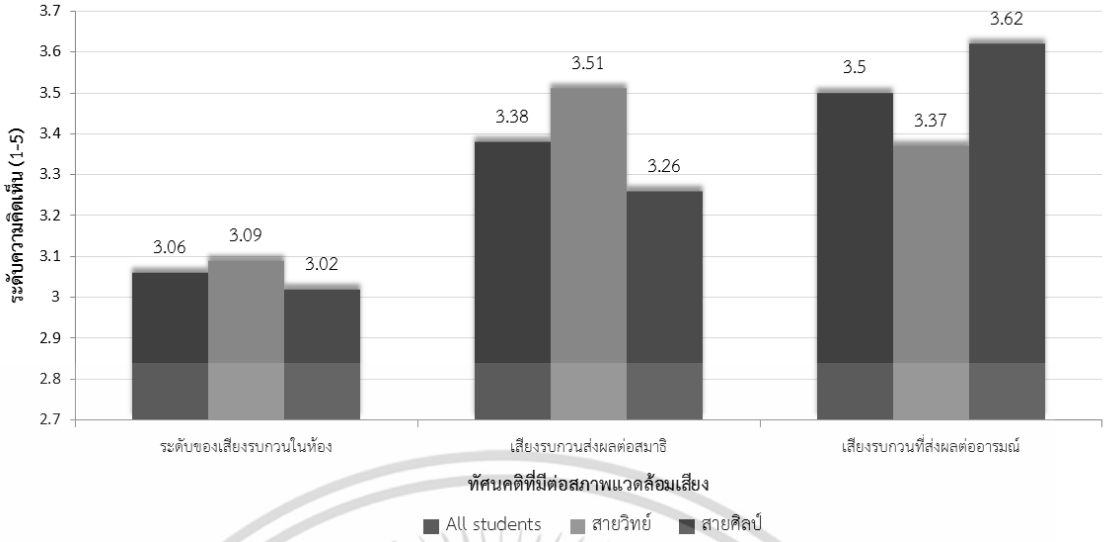
ความคิดเห็นของตัวอย่างในทุกประเด็น ค่าเฉลี่ยรวมอยู่ในช่วง 3.06 – 3.62 หมายความว่าอยู่ในระดับปานกลางถึงค่อนข้างมาก เมื่อดูจากค่าเฉลี่ยของนักศึกษาทั้งหมด พบว่า ระดับของเสียงรบกวนภายในห้องทดลองมีระดับปานกลาง (3.06) และคิดว่าเสียงรบกวนส่งผลต่ออารมณ์มากกว่าสมาธิ (อารมณ์=3.50 สมาธิ=3.38)

เมื่อพิจารณาค่าระดับคะแนนแบบแยกกลุ่มระหว่างนักศึกษาสายวิทย์และสายศิลป์ กลับพบว่า มีรูปแบบความคิดเห็นที่แตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 6.7 และภาพที่ 6.9 คือ นักศึกษาสายวิทย์ มีความเห็นว่าเสียงรบกวนส่งผลต่อสมาธิมากกว่าด้านอารมณ์ (สมาธิ=3.51 อารมณ์=3.37) ในขณะที่นักศึกษาสายศิลป์ คิดว่าเสียงรบกวนส่งผลต่ออารมณ์มากกว่าด้านสมาธิ (สมาธิ=3.26 อารมณ์=3.62) อย่างไรก็ตามนักศึกษาทั้งสองกลุ่มมีระดับความคิดเห็นเรื่องระดับของเสียงรบกวนที่ไม่แตกต่างกัน (สายวิทย์=3.09 สายศิลป์=3.02)

ตารางที่ 6.7 ทัศนคติที่มีต่อคุณลักษณะทางเสียงของห้องทดลอง

ประเด็น	**นักศึกษาทั้งหมด** *(n=107)*				**สายวิทย์** *(n=54)*				**สายศิลป์** *(n=53)*			
	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ต่ำสุด	สูงสุด	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ต่ำสุด	สูงสุด	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ต่ำสุด	สูงสุด
ระดับของเสียงรบกวนในห้อง	***3.06***	.88	2	5	*3.09*	.95	2	5	*3.02*	.82	2	4
เสียงรบกวนส่งผลต่อสมาธิ	***3.38***	.96	1	5	*3.51*	1.03	2	5	*3.26*	.91	1	5
เสียงรบกวนที่ส่งผลต่ออารมณ์	***3.50***	.86	1	5	*3.37*	.89	1	5	*3.62*	.81	2	5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 6.9 ทัศนคติต่อสภาพแวดล้อมเสียงเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มนักศึกษา

เมื่อทำการสอบถามตัวอย่าง โดยให้เลือกว่า ระดับเสียงรบกวนภายในห้อง มาจากแหล่งใดมากที่สุด นักศึกษาส่วนใหญ่มีความเห็นว่า เสียงรบกวนมาจาก 2 แหล่งเป็นหลัก คือ 1) เสียงจากระบบปรับอากาศ (52.3%) 2) เสียงก้องภายในห้อง (42.1%) เมื่อพิจารณาเป็นรายกลุ่มระหว่างนักศึกษาสายวิทย์และสายศิลป์ พบว่า ทั้งสองกลุ่มมีความคิดเห็นไม่แตกต่างกัน โดยที่ส่วนใหญ่เห็นว่าระบบปรับอากาศเป็นสาเหตุหลักของเสียงรบกวนที่เกิดขึ้นภายในห้อง แต่อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาร่วมกับค่าเฉลี่ยเกี่ยวกับทัศนคติ ในตารางที่ 6.7 นักศึกษามีความเห็นว่า เสียงรบกวนที่เกิดขึ้น อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ ไม่ได้สร้างปัญหาให้กับกิจกรรมการเรียนการสอน

ตารางที่ 6.8 แหล่งที่มาของเสียงรบกวนภายในห้องทดลอง

แหล่งที่มาของเสียงรบกวน	**นักศึกษาทั้งหมด** *(n=107)*		**สายวิทย์** *(n=54)*		**สายศิลป์** *(n=53)*	
	จำนวน	%	จำนวน	%	จำนวน	%
ระบบปรับอากาศ	56	***52.3***	29	***53.7***	27	***50.9***
เสียงก้องภายในห้องเรียน	45	***42.1***	22	***40.7***	23	***43.4***
คนพูดคุยกัน	2	***1.9***	2	***3.7***	0	***0***
เสียงจากอุปกรณ์เครื่องเขียน	4	***3.7***	1	***1.9***	3	***5.7***

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.7 ปัจจัยบุคคลกับสภาพแวดล้อมเสียงภายในห้องเรียน

การวิเคราะห์เนื้อหาในส่วนนี้ เป็นวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มของนักศึกษา โดยปัจจัยบุคคลที่จะนำมาเป็นตัวแปรในการจำแนกกลุ่ม คือ ปัจจัยพื้นหลังทางการศึกษา (กลุ่มนักศึกษาสายวิทย์และสายศิลป์) รวมถึงปัจจัยเพศ (เพศชายและเพศหญิง) และตัวแปรตามในการศึกษาคือ การรับรู้ความดัง การรับรู้ความก้อง และการรับรู้ความชัดเจน

6.7.1 ความแตกต่างระหว่างปัจจัยพื้นหลังทางการศึกษา

ผลการจากวิเคราะห์ด้วยสถิติพรรณนาและผังแสดงการกระจาย แสดงให้เห็นแนวโน้มของความคิดเห็นที่แตกต่างกันระหว่างนักศึกษากลุ่มสายวิทย์และสายศิลป์ เพื่อเป็นการยืนยันถึงความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในประเด็นการรับรู้ทางเสียงภายในห้องเรียน จึงต้องใช้สถิติการทดสอบที เพื่อตรวจสอบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยทดสอบที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (*p <.05) ตัวแปรตาม ในการทดลองประกอบด้วย การรับรู้ความดัง การรับรู้ความก้อง และการรับรู้ความชัดเจน โดยทำการพิจารณาในภาพรวม รวมถึงการพิจารณาโดยแยก PAS เป็นสองส่วน คือ ห้องที่มี PAS มากกว่า 15% ขึ้นไป และห้องที่มี PAS น้อยกว่า 15%

จากตารางที่ 6.9 แสดงให้เห็นว่า นักศึกษาทั้งสองกลุ่ม มีการรับรู้ทางเสียงที่ไม่แตกต่างกันทั้งในประเด็น การรับรู้ความดัง การรับรู้ความชัดเจน และการรับรู้เสียงก้อง พบความแตกต่างกันในรายละเอียด คือ นักศึกษาสายศิลป์ มีค่าเฉลี่ยการรับรู้เสียงก้องมากกว่า ในขณะที่นักศึกษาสายวิทย์ มีค่าเฉลี่ยระดับการรับรู้ที่มากกว่าในประเด็น ความดังและความชัดเจน

ตารางที่ 6.9 ความพึงพอใจในภาพรวมของนักศึกษาสายวิทย์และสายศิลป์

ตัวแปรตาม	นักศึกษาสายวิทย์ *(n=54)*		นักศึกษาสายศิลป์ *(n=53)*		ค่าที *t*-value	ค่าพี *p-value*
	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ค่าเฉลี่ย	S.D.		
การรับรู้ความดัง	*3.13*	.32	3.06	.32	1.073	.286
การรับรู้เสียงก้อง	2.76	.34	*2.92*	.35	-2.452	.795
การรับรู้ความชัดเจน	*3.14*	.39	3.01	.34	1.791	.076

*p<.05 is the level of significance

อย่างไรก็ตาม เมื่อวิเคราะห์ผลโดยจำแนกห้องเรียนเป็นสองกลุ่ม คือ PAS 15% ขึ้นไป และ PAS น้อยกว่า 15% กลับพบว่า ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของนักศึกษาทั้งสองกลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 6.10 ประเด็นการรับรู้ความดังและการรับรู้ความชัดเจน นักศึกษาสายวิทย์ รับรู้ระดับความดังและความชัดเจนที่มากกว่าเมื่อห้องเรียนมี PAS มากกว่า 15% ส่วนนักศึกษาสายศิลป์รับรู้ความดังและความชัดเจนที่มากกว่าเมื่อห้องเรียนมี PAS น้อยกว่า 15%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเด็นการรับรู้เสียงก้องในห้องเรียนที่มี PAS น้อยกว่า 15% นักศึกษาทั้งสองกลุ่มมีการรับรู้ที่ไม่แตกต่างกัน แต่ในห้องเรียนที่มี PAS ตั้งแต่ 15% ขึ้นไป พบว่า นักศึกษาสายวิทย์และสายศิลป์ มีความคิดเห็นที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยที่นักศึกษาสายศิลป์รับรู้เสียงก้องในระดับที่มากกว่า

ตารางที่ 6.10 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความพึงพอใจของนักศึกษาสายวิทย์และสายศิลป์เมื่อจำแนก PAS ออกเป็นสองกลุ่ม

ตัวแปรตาม	สายวิทย์ *(n=54)*		สายศิลป์ *(n=53)*		ค่าที *t-value*	ค่าพี *p-value*
	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ค่าเฉลี่ย	S.D.		
การรับรู้ความดัง						
- ห้องเรียน PAS 0 และ PAS 7.5	2.41	.66	2.78	.49	-3.354*	.001
- ห้องเรียน PAS 15 และ 30	*3.23*	.43	*3.03*	.37	2.659*	.009
การรับรู้เสียงก้อง						
- ห้องเรียน PAS 0 และ PAS 7.5	*4.04*	.57	*3.91*	.50	1.005	.317
- ห้องเรียน PAS 15 และ 30	2.38	.43	2.66	.44	-3.309*	.001
การรับรู้ความชัดเจน						
- ห้องเรียน PAS 0 และ PAS 7.5	2.03	.58	2.44	.48	-3.979*	.000
- ห้องเรียน PAS 15 และ 30	*3.42*	.54	*3.14*	.46	2.855*	.005

*p<.05 is the level of significance

6.7.2 ความแตกต่างระหว่างปัจจัยเพศ

ปัจจัยเพศเป็นอีกตัวแปรจากการทบทวนวรรณกรรม ที่พบว่าเพศหญิงมีการรับรู้การเปลี่ยนแปลงระดับเสียงได้ดีกว่าเพศชาย จึงนำมาสู่การวิเคราะห์เพื่อค้นหาความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยใช้สถิติทดสอบที เพื่อตรวจสอบความแตกต่างโดยทดสอบที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (*p <.05) ตัวแปรตามในการทดลองประกอบด้วย การรับรู้ความดัง การรับรู้ความก้อง และการรับรู้ความชัดเจน โดยทำการพิจารณาในภาพรวม รวมถึง การพิจารณาโดยแยก PAS เป็นสองส่วน คือ ห้องที่มี PAS มากกว่า 15% ขึ้นไป และห้องที่มี PAS น้อยกว่า 15%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6.11 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความพึงพอใจในภาพรวมของนักศึกษาเพศชายและเพศหญิง

Dependent variables	**เพศชาย** *(n=46)*		**เพศหญิง** *(n=61)*		ค่าที *t-value*	ค่าพี *p-value*
	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ค่าเฉลี่ย	S.D.		
การรับรู้ความดัง	3.14	.32	3.05	.32	1.287	.201
การรับรู้เสียงก้อง	2.90	.34	2.79	.35	1.630	.106
การรับรู้ความชัดเจน	3.08	.39	3.07	.34	0.114	.910

*p<.05 is the level of significance

จากตารางที่ 6.11 แสดงให้เห็นว่า นักศึกษาทั้งสองกลุ่มมีการรับรู้ทางเสียงที่ไม่แตกต่างกันทั้งในประเด็นการรับรู้ความดัง การรับรู้เสียงก้อง และการรับรู้ความชัดเจน เช่นเดียวกับในตารางที่ 6.12 เมื่อแยกพิจารณาระดับ PAS ภายในห้องออกเป็นสองกลุ่ม คือ ห้องเรียนที่ PAS มากกว่า 15% และกลุ่มที่ PAS น้อยกว่า 15% นักศึกษาทั้งเพศชายและเพศหญิงมีระดับการรับรู้ที่ไม่แตกต่างกัน

ด้วยเหตุนี้จึงสรุปได้ว่า ปัจจัยเพศมีการรับรู้สภาพแวดล้อมเสียง คุณลักษณะทางเสียงที่ไม่แตกต่างกัน แต่ปัจจัยพื้นหลังทางการศึกษาระหว่างนักศึกษาสายวิทย์และสายศิลป์มีการรับรู้ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยที่นักศึกษาสายวิทย์ รับรู้ความดังและความชัดเจนได้ดีกว่าเมื่อห้องมี PAS มากกว่า 15% ในขณะที่นักศึกษาสายศิลป์ รับรู้เสียงก้องได้มากกว่าสำหรับห้องที่ PAS น้อยกว่า 15% นักศึกษาสายศิลป์รับรู้ความดังและความชัดเจนได้ดีกว่า

ตารางที่ 6.12 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความพึงพอใจของนักศึกษาเพศชายและเพศหญิงจำแนกตาม PAS

Dependent variables	**เพศชาย** *(n=46)*		**เพศหญิง** *(n=61)*		ค่าที *t-value*	ค่าพี *p-value*
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.		
การรับรู้ความดัง						
- ห้องเรียน PAS 0 และ PAS 7.5	3.21	.37	3.08	.44	1.626	.107
- ห้องเรียน PAS 15 และ 30	2.65	.57	2.56	.63	.786	.434
การรับรู้เสียงก้อง						
- ห้องเรียน PAS 0 และ PAS 7.5	2.58	.48	2.47	.43	1.169	.245
- ห้องเรียน PAS 15 และ 30	3.95	.52	3.98	.55	-.272	.786
การรับรู้ความชัดเจน						
- ห้องเรียน PAS 0 และ PAS 7.5	3.26	.47	3.29	.56	-.246	.806
- ห้องเรียน PAS 15 และ 30	2.29	.62	2.18	.53	.979	.330

*p<.05 is the level of significance

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.7.3 ความพึงพอใจของนักศึกษากับการเลือกห้องบรรยาย

การรับรู้ทางเสียงของนักศึกษาสายวิทย์และสายศิลป์ พบว่า การรับรู้ในแต่ละประเด็นมีความแตกต่างกันเมื่อพื้นที่ของพื้นผิวซับเสียงภายในห้องมีการปรับเปลี่ยนไป จึงนำมาสู่ประเด็นในส่วนสุดท้าย ที่ให้ผู้เข้าร่วมการทดลองได้ประเมินว่า ห้องเรียนที่มี PAS ในระดับใด ที่เหมาะสมเป็นห้องสำหรับฟังการบรรยายมากที่สุด

จากข้อมูลในตารางที่ 6.13 แสดงให้เห็นว่า ภาพรวมนักศึกษาทั้งหมดเลือกห้องเรียนที่มีพื้นผิวซับเสียงมากที่สุด (PAS 30) เหมาะสมจะเป็นห้องฟังการบรรยาย รองลงมาคือห้องเรียน PAS 7.5 แต่เมื่อพิจารณาโดยจำแนกระหว่างกลุ่มนักศึกษาสายวิทย์และสายศิลป์ กลับพบเห็นถึงความแตกต่างทางทัศนคติ โดยนักศึกษาสายวิทย์ส่วนใหญ่ (77.8%) ยังคงเห็นว่าห้องเรียน PAS 30 เหมาะสมที่สุดที่จะเป็นห้องเรียนหรือพื้นที่การเรียนรู้ ในขณะที่นักศึกษาสายศิลป์ส่วนใหญ่ (66.0%) มีความเห็นว่าห้องเรียน PAS 7.5 เหมาะสมที่สุด และรองลงมา 20.8% ของนักศึกษาสายศิลป์ ยังคงเห็นว่า PAS 30 เป็นห้องเรียนที่เหมาะสมสำหรับการเป็นพื้นที่การเรียนรู้

ตารางที่ 6.13 การเปรียบเทียบความพึงพอใจในการเลือกห้องเรียนของนักศึกษาสายวิทย์และสายศิลป์

ร้อยละของพื้นผิวดูดซับเสียงภายในห้องเรียน	**นักศึกษาทั้งหมด** *(n=107)*			**สายวิทย์** *(n=54)*			**สายศิลป์** *(n=53)*		
	จำนวน	%	ลำดับ	จำนวน	%	ลำดับ	จำนวน	%	ลำดับ
PAS 0	5	4.7		1	1.9		4	7.5	
PAS 7.5	36	33.6	2	1	1.9		35	66.0	1
PAS 15f	0	0		0	0		0	0	
PAS 15b	13	12.1		10	18.5	2	3	5.7	
PAS 30	53	49.5	1	42	77.8	1	11	20.8	2

สามารถวิเคราะห์ได้ว่า ห้องเรียน PAS 30 และ PAS 7.5 เป็นตัวแทนของห้องที่มีคุณลักษณะของเสียงในสองลักษณะอย่างชัดเจน นั่นคือห้องเรียนที่มีเสียงแบบเสียงเงียบสนิท และแบบก้องกังวาน ห้องเรียนที่มี PAS 7.5% เป็นห้องเรียนในลักษณะก้องกังวาน คือ มีภาวะเสียงก้องค่อนข้างมาก (RT=1.16 second) ความก้องของเสียงช่วยกระจายความดังจากแหล่งกำเนิดเสียงหน้าห้องถึงบริเวณหลังห้อง นอกจากนี้ ภายในห้องยังคงระดับความชัดเจนของเสียงในระดับที่พอใช้ (STI= 0.54) ในขณะที่ห้องเรียนแบบเงียบสนิท PAS 30 ซึ่งเป็นห้องที่มีความสามารถในการดูดซับเสียงมาก มีค่าการก้องกังวานและความชัดเจนของเสียงเป็นไปตามมาตรฐาน ด้วยเหตุนี้ ห้องเรียนทั้งสองลักษณะจึงมีข้อดีที่แตกต่างกัน นั่นคือ ห้องเรียนแบบเงียบสนิทให้เสียงที่ชัดเจนและลดทอนเสียงก้องเสียงรบกวนได้มากที่สุด ส่วนห้องเรียนแบบก้องกังวานส่งเสริมมิติทางด้านอารมณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.8 ข้อสรุปการวิเคราะห์การรับรู้เสียงทางจิตวิทยา

ในส่วนของการวิเคราะห์การรับรู้เสียงทางจิตวิทยาสามารถสรุปเป็นประเด็นสำคัญได้ดังต่อไปนี้

1) กลุ่มตัวอย่างมีการรับรู้เสียงไปในทิศทางเดียวกับการวัดด้วยอุปกรณ์ตรวจวัดค่าเสียง
2) การรับรู้ความก้องและรับรู้ความชัดเจนมีความสอดคล้องกันเมื่อประเมินจากร้อยละของพื้นผิวดูดซับเสียง (PAS) คือ เมื่อเพิ่มปริมาณของ PAS จะสามารถลดระดับเสียงก้องลงและเพิ่มความชัดเจนของการสื่อสารได้ดีขึ้น
3) PAS ช่วยลดระดับเสียงรบกวนหรือเสียงก้องสะท้อนภายในห้องทำให้รับรู้ถึงระดับความดังของเสียงต้นกำเนิดได้ดีขึ้น
4) การประเมินเชิงวัตถุวิสัยและอัตวิสัย ไม่มีความแตกต่างกันโดยเฉพาะในประเด็นของระดับเสียงดัง แต่มีความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อยเมื่อประเมินรูปแบบการกระจายตัวของเสียง โดยเฉพาะเมื่อภายในห้องเรียนมี PAS น้อยกว่า 15%
5) นักศึกษาสายวิทย์และสายศิลป์ มีทัศนคติเกี่ยวกับคุณลักษณะทางเสียงของห้องไม่แตกต่างกัน โดยสรุปว่าระดับ BNL ภายในห้องอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ รวมถึงนักศึกษาสายวิทย์ให้ความสำคัญในประเด็นการรบกวนสมาธิ ส่วนนักศึกษาสายศิลป์ให้ความสำคัญกับประเด็นการส่งผลในด้านอารมณ์
6) นักศึกษาสายวิทย์และสายศิลป์ มีความคิดเห็นที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งในประเด็นการรับรู้ความดัง ความชัดเจน และความก้อง โดยที่นักศึกษาสายวิทย์จะรับรู้ความดังและความชัดเจนได้ดีกว่าเมื่อห้องมี PAS มากกว่า 15% ในขณะที่นักศึกษาสายศิลป์จะรับรู้เสียงก้องได้มากกว่า สำหรับห้องที่ PAS น้อยกว่า 15% นักศึกษาสายศิลป์จะรับรู้ความดังและความชัดเจนได้ดีกว่า
7) ปริมาณของพื้นผิวดูดซับเสียงที่ต่างกัน ส่งผลให้การรับรู้ทางเสียงของนักศึกษาสายวิทย์และสายศิลป์แตกต่างกัน
8) นักศึกษาสายวิทย์ เห็นว่าห้องเรียน PAS 30 เหมาะสมจะเป็นพื้นที่การเรียนรู้เนื่องจากก้องกังวานน้อยและมีความชัดเจนของการพูดสื่อสาร ในขณะที่นักศึกษาสายศิลป์ มีความเห็นว่าห้องเรียน PAS 7.5 เหมาะสมสำหรับเป็นพื้นที่การเรียนรู้ เนื่องจากมีคุณลักษณะที่มีชีวิตชีวาส่งเสริมมิติด้านอารมณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 7
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

ผลการวิจัยและการวิเคราะห์ นำมาสู่แนวทางการจัดการสภาพแวดล้อมภายในพื้นที่การเรียนรู้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพทางการสื่อสารด้วยวิธีการรับรู้เสียงทางจิตวิทยา เนื้อหาในส่วนนี้เป็นการสรุปผลโดยอ้างอิงตามวัตถุประสงค์การวิจัยทั้ง 4 ข้อ ได้แก่

- เพื่อศึกษาคุณลักษณะทางเสียงของห้องในสภาพแวดล้อมพื้นที่การเรียนรู้
- เพื่อศึกษาคุณลักษณะทางเสียงและการรับรู้เสียง จากการปรับเปลี่ยนสภาพแวดล้อมกายภาพ
- เพื่อค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะทางเสียงของห้อง รูปแบบเสียงในกิจกรรมการเรียนการสอน และการรับรู้เสียงทางจิตวิทยา
- เพื่อเสนอแนะแนวทางการจัดการสภาพแวดล้อมพื้นที่การเรียนรู้ ที่สอดคล้องกับคุณลักษณะทางเสียงของห้องกับการรับรู้เสียงทางจิตวิทยา

จากขั้นตอนการวิจัยที่ได้ดำเนินการมา ตั้งแต่การสำรวจสภาพแวดล้อมกายภาพและคุณลักษณะทางเสียงของพื้นที่ห้องเรียนขนาดใหญ่จำนวน 7 ห้อง การคัดเลือกห้องเรียนเพื่อเป็นพื้นที่ทำการทดลอง การเก็บข้อมูลสภาพแวดล้อมเสียง และการรับรู้เสียงทางจิตวิทยาภายในห้องทดลอง ผลการศึกษาสรุปเป็นหัวข้อตามลำดับ ดังนี้

7.1 ผลสรุปของสภาพแวดล้อมกายภาพกับคุณลักษณะทางเสียงของห้อง

ห้องเรียนขนาดใหญ่จำนวน 7 ห้องจาก 7 คณะที่ได้เปิดสอนหลักสูตรปริญญาตรีภายใน สจล. ทุกห้องเรียนมีคุณสมบัติภายใต้หลักเกณฑ์เดียวกัน เช่น มีปริมาตรอยู่ในช่วง 288-566 ลบ.ม. เป็นรูปทรงสี่เหลี่ยม ติดตั้งระบบปรับอากาศ ใช้เพื่อกิจกรรมการบรรยาย อยู่ภายในอาคารเรียนรวม เป็นต้น รวมถึง ทุกห้องมีวัสดุพื้น ผนัง เพดาน ที่ไม่แตกต่างกัน คือเป็นวัสดุผิวเรียบ มัน เพื่อง่ายแก่การดูแลรักษา แต่วัสดุดังกล่าวส่งผลให้เกิดภาวะก้องกังวานภายในห้องเรียน สิ่งที่เป็นพื้นผิวดูดซับเสียงภายในห้องได้แก่ ผ้าม่านหรือมู่ลี่ บริเวณหน้าต่างของทุกห้อง

ปัจจัยกายภาพองค์ประกอบเชิงพื้นที่ของแต่ละห้อง ประกอบด้วย ขนาดปริมาตร พื้นที่ความสูงฝ้าเพดาน อัตราส่วนของห้อง พื้นที่ของพื้นผิวโดยรวมทั้งหมด พื้นที่ของพื้นผิวดูดซับเสียง และนำมาสรุปเป็นร้อยละของพื้นผิวดูดซับเสียง (PAS)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจัยองค์ประกอบเชิงพื้นที่ นำมาวิเคราะห์ร่วมกับค่าคุณลักษณะทางเสียงของห้องซึ่งประกอบด้วย ระดับเสียงรบกวนพื้นหลัง (BNL) ระยะเวลาการก้องกังวาน (RT) และ ดัชนีการส่งผ่านการพูด (STI) การสรุปผลของเนื้อหาส่วนนี้แบ่งออกเป็นสองส่วน คือ 1) องค์ประกอบกายภาพเชิงพื้นที่กับคุณลักษณะทางเสียง และ 2) ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีชี้วัดทางเสียง BNL RT STI กับ PAS

7.1.1 ปัจจัยสภาพแวดล้อมกายภาพ

- ปริมาตรของห้องเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อระดับความชัดเจนภายในห้อง ห้องเรียนที่มีปริมาตรมากจะมีโอกาสเกิดภาวะก้องกังวานอันนำมาสู่การสื่อสารที่ไม่ชัดเจนมากกว่าห้องเรียนที่มีปริมาตรน้อยกว่า การกำหนดปริมาตรห้องจึงควรตระหนักถึงหน้าที่ใช้สอย จำนวนบุคคลภายในห้องที่มีความสอดคล้องสัมพันธ์กัน เพื่อให้สามารถรองรับจำนวนคนภายใต้สภาพแวดล้อมเสียงที่ไม่ก้องกังวานมากจนเกินไป
- ระดับความสูงฝ้าเพดานเป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลให้เกิดภาวะก้องกังวาน ฝ้าเพดานที่มีความสูงจากพื้นในระดับต่ำ มีแนวโน้มการเกิดภาวะก้องกังวานภายในห้อง แต่อย่างไรก็ตาม ความสูงฝ้าเพดานนั้นต้องอ้างอิงจากขนาดพื้นที่ห้อง หากเพิ่มความสูงฝ้าเพดานมากจนเกินไปจะเป็นการเพิ่มปริมาตรของห้องส่งผลต่อภาวะก้องกังวานได้เช่นกัน ดังนั้นจึงควรจัดการกับระดับความสูงฝ้าเพดานให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม เช่น พื้นที่ห้องขนาดกว้าง 8.00 เมตร ลึก 15.00 ควรจะมีความสูงฝ้าเพดานในระดับ 3.20 – 3.50 เมตร
- ห้องเรียนที่มีลักษณะลึก ยาว จะมีโอกาสเกิดภาวะก้องกังวานน้อยกว่า แต่จะมีการสะท้อนของเสียงในลักษณะการสะท้อนแบบโฟกัส การกำหนดอัตราส่วนจึงไม่ควรให้เป็นอัตราส่วนที่หารได้พอดีกัน เช่น 1 : 3 หรือ 1 : 4 แต่ควรกำหนดสัดส่วนของห้องให้หารไม่ลงตัว เช่น 1 : 2.66 เพื่อลดจุดโฟกัสของเสียงสะท้อนและลดเสียงก้องกังวาน
- ปัจจัยร้อยละของพื้นผิวดูดซับเสียง (PAS) นับเป็นปัจจัยสำคัญที่สุดที่นำมาใช้แก้ไขปัญหาห้องเรียนที่มีอยู่ในปัจจุบัน เนื่องจากการปรับองค์ประกอบอื่น ๆ ไม่สามารถทำได้หรือทำได้ยาก และใช้ค่าใช้จ่ายสูง ด้วยเหตุนี้ การเพิ่มปริมาณพื้นผิวดูดซับเสียงจึงเป็นทางเลือกที่ใช้ในการทดสอบเพื่อปรับปรุงสภาพแวดล้อมเสียง ปริมาณของ PAS ที่ยิ่งมากจากช่วยลดภาวะก้องกังวาน ลดเสียงรบกวนพื้นหลัง และช่วยเพิ่มความชัดเจนในการพูดสื่อสารภายในห้อง
- เมื่อภายในห้องไม่มี PAS ส่งผลให้ BNL RT และ STI ของทุกห้องต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- PAS มีผลต่อการกระจายความชัดเจนภายในห้องโดยเฉพาะพื้นที่กึ่งกลางและด้านหลังห้อง

7.1.2 ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีชี้วัดทางเสียง BNL RT STI กับ PAS

- PAS มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .01 กับตัวแปร STI และ RT โดยมีความสัมพันธ์สูงระหว่างตัวแปร PAS กับ STI เป็นไปในทิศทางเดียวกัน (r = 0.617) ในขณะที่มีความสัมพันธ์ค่อนข้างสูงกับ RT แต่เป็นไปในทิศทางตรงกันข้าม (r = -0.557) อธิบายได้ว่า เมื่อภายในห้องเรียนมีปริมาณพื้นผิวดูดซับเสียงเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้เสียงก้องกังวานลดน้อยลง และทำให้การพูดสื่อสารชัดเจนดียิ่งขึ้น
- PAS และ BNL ไม่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งอาจเป็นผลมาจากปัจจัยแทรกสอด เช่น เครื่องปรับอากาศ
- RT มีความสัมพันธ์กับทั้ง STI และ BNL โดยที่ RT มีความสัมพันธ์น้อยในทิศทางเดียวกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 กับตัวแปร BNL (r = 0.155) และมีความสัมพันธ์สูงมากในทิศทางตรงกันข้าม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 กับตัวแปร STI (r = -0.804) ในขณะที่ BNL และ STI ไม่มีความสัมพันธ์ต่อกัน
- ปัจจัยระยะเวลาก้องกังวานนับเป็นปัจจัยที่มีผลกระทบที่สำคัญ เนื่องจากส่งผลต่อทั้งระดับเสียงรบกวนที่เพิ่มขึ้น ซึ่งส่งผลต่อเนื่องไปที่ระดับความชัดเจนในการพูดสื่อสาร

7.2 ผลสรุปคุณลักษณะทางเสียงของห้องกับรูปแบบเสียงในกิจกรรมการเรียนการสอน

เสียงในกิจกรรมการเรียนการสอนในเก็บข้อมูลครั้งนี้ ใช้การจำลองเสียง 2 ประเภท คือ เสียงพูดบรรยายและเสียงเพลง เสียงทั้งสองประเภท ใช้วิธีการจำลองจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์โดยเสียงพูดใช้โปรแกรม jRAJA-VAJA เวอร์ชัน 6.0 ของ Nectec ส่วนเสียงเพลงใช้โปรแกรม Audacity เวอร์ชัน 2.1.2 เพื่อเป็นการควบคุมเสียงให้มีระดับความดังและรูปแบบที่คงที่เพื่อใช้ในการเก็บข้อมูล

การเปิดระดับความดังของเสียงอ้างอิงจากระดับเสียงรบกวนพื้นหลัง (BNL) โดยเพิ่มระดับขึ้นมา 15 dBA หลังจากนั้นจึงทำการวัดเสียงและประเมินค่าเสียงจากตำแหน่งที่ได้กำหนดไว้ ผลสรุปของคุณลักษณะทางเสียงของห้อง กับรูปแบบเสียงในกิจกรรมการเรียนการสอน มีดังต่อไปนี้

- ระดับความดังและรูปแบบการกระจายของเสียงพูดและเสียงเพลงไม่มีความแตกต่างกัน เมื่อภายในห้องมี PAS 0%
- PAS ส่งผลต่อเสียงพูดบรรยายและเสียงเพลงในลักษณะเดียวกัน คือ ช่วยลดระดับเสียงในภาพรวม รวมถึง การลดระดับเสียงรบกวนที่เป็นเสียงก้อง เสียงสะท้อนที่ไม่ได้มาจากแหล่งกำเนิดเสียงโดยตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ปริมาณ PAS ที่มาก ยิ่งส่งผลให้เกิดความแตกต่างระหว่างเสียงพูดและเสียงเพลง เนื่องมาจาก เสียงทั้งสองประเภทมีย่านความถี่ที่แตกต่าง เสียงพูดมีย่านความถี่แคบในช่วง 500-2000 Hz. ในขณะที่เสียงเพลงมีย่านความถี่ที่กว้างตั้งแต่ 20-20000 Hz. ด้วยเหตุนี้ PAS จึงตอบสนองต่อเสียงเพลงมากกว่า แต่อย่างไรก็ตาม PAS ในระดับที่มากส่งผลต่อต่อระดับความชัดเจนของเสียงพูด
- ห้องเรียนที่เน้นกิจกรรมการพูดบรรยายเหมาะกับห้องเรียนที่มี PAS ประเภทผ้าม่าน ส่วนห้องเรียนที่เปิดเพลงหรือสื่อการสอนอื่น ๆ เหมาะกับห้องเรียนที่มี PAS เป็นมู่ลี่ เนื่องจากให้มิติในการฟังที่ดีกว่า
- ห้องเรียนที่เน้นกิจกรรมการพูดบรรยาย เหมาะสมกับห้องเรียนที่มีพื้นผิวซับเสียงมาก ในขณะที่ ห้องเรียนที่เน้นสื่อการสอนหรือเพลง เหมาะสมกับห้องเรียนที่มีพื้นผิวซับเสียงน้อย

7.3 ผลสรุปการเชื่อมโยงระหว่างคุณลักษณะทางเสียงของห้อง ปัจจัยบุคคลและการรับรู้เสียงทางจิตวิทยา

การรับรู้เสียงทางจิตวิทยา เป็นศาสตร์ที่ว่าด้วยการประเมินการรับรู้เสียงพูดและเสียงเพลงจากการประเมินร่วมกันในสองลักษณะ คือ การประเมินเชิงวัตถุวิสัย ซึ่งเป็นการประเมินสภาพแวดล้อมเสียงจากอุปกรณ์ตรวจวัดค่าเสียง และการประเมินเชิงอัตวิสัย ซึ่งเป็นการประเมินจากทัศนคติส่วนบุคคล

สาเหตุที่ต้องประเมินการรับรู้จากบุคคลอันเนื่องมาจาก ความแตกต่างทางด้านพื้นหลังทั้งในด้านวัฒนธรรม สังคม และประสบการณ์ การวิจัยครั้งนี้ทำการศึกษาในสถาบันการศึกษา โดยมีตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี ปัจจัยบุคคลที่เป็นตัวแปรจึงกำหนดให้เป็น ปัจจัยพื้นหลังทางการศึกษาสายวิทย์และสายศิลป์ รวมถึงปัจจัยเพศชายและเพศหญิง ทำการวิเคราะห์ผลถึงความแตกต่างทางทัศนคติระหว่างปัจจัยบุคคล เปรียบเทียบกับการประเมินด้วยอุปกรณ์วัดเสียง เพื่อสรุปเป็นแนวทางการจัดสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกับ กลุ่มคน และกิจกรรมการเรียนการสอน

7.3.1 การประเมินเชิงวัตถุวิสัย

- PAS ในระดับที่ 30% ส่งผลให้ระดับความก้องกังวานภายในห้องและค่า STI อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานซึ่งหมายถึงความชัดเจนในการพูดสื่อสารระดับที่ดี เหมาะสมสำหรับพื้นที่การเรียนรู้
- PAS ในระดับ 15% มีสภาพแวดล้อมเสียงอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ เมื่อพิจารณาจากค่าระยะเวลาก้องกังวาน (RT) และดัชนีส่งผ่านการพูด (STI)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- พื้นผิวดูดซับเสียงที่บริเวณหลังห้อง ช่วยลดความก้องกังวาน และช่วยเพิ่มความชัดเจนได้ในบริเวณที่กว้างกว่า ห้องเรียนที่มีพื้นผิวซับเสียงที่บริเวณด้านหน้าห้อง
- ดัชนี BNL RT และ STI ส่งผลสอดคล้องกันอย่างมีนัยสำคัญ ได้แก่ การลดระดับเสียงก้องกังวานภายในห้องจะช่วยลดเสียงรบกวนพื้นหลัง ซึ่งทั้งหมดนั้น มีผลต่อระดับความชัดเจนของการพูดสื่อสาร
- พื้นผิวดูดซับเสียงในปริมาณ 30% ไม่สามารถลดระดับ BNL ให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานได้ ทั้งนี้เป็นผลมาจากเสียงรบกวนจากระบบปรับอากาศที่เพิ่มระดับเสียงรบกวนพื้นหลังขึ้นมากกว่า 35% (BNL ปิดเครื่องปรับอากาศมีค่าเท่ากับ 43.6 dBA ในขณะที่ BNL เปิดเครื่องปรับอากาศมีค่าเท่ากับ 67.4 dBA) เสียงรบกวนเป็นผลมาจากระบบกระจายลมจากเครื่องปรับอากาศ อายุการใช้งานของเครื่อง และตำแหน่งติดตั้งคอมเพรสเซอร์

7.3.2 การประเมินเชิงอัตวิสัย

- กลุ่มตัวอย่างมีการรับรู้เสียงสอดคล้องไปในทิศทางเดียวกับอุปกรณ์ตรวจวัดเสียง หรือกล่าวได้ว่า การประเมินแบบวัตถุวิสัยและอัตวิสัยไม่มีความแตกต่างกัน ยกเว้นในกรณีที่ PAS ภายในห้องมีน้อยกว่า 7.5% ซึ่งส่งผลกระทบต่อการรับรู้ของบุคคล
- การประเมินเชิงวัตถุวิสัยและอัตวิสัย ไม่มีความแตกต่างกันโดยเฉพาะในประเด็นของระดับเสียง แต่มีความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย เมื่อประเมินรูปแบบการกระจายตัวของเสียง โดยเฉพาะเมื่อภายในห้องเรียนมี PAS น้อยกว่า 15%
- นักศึกษาสายวิทย์และสายศิลป์ มีทัศนคติเกี่ยวกับคุณลักษณะทางเสียงของห้องไม่แตกต่างกัน โดยสรุปว่า ระดับ BNL ภายในห้องอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ รวมถึงนักศึกษาสายวิทย์ ให้ความสำคัญในประเด็นการรบกวนสมาธิ ส่วนนักศึกษาสายศิลป์ ให้ความสำคัญกับประเด็นการส่งผลในด้านอารมณ์
- นักศึกษาสายวิทย์ มีความเห็นว่าห้องเรียน PAS 30 เหมาะสมจะเป็นพื้นที่การเรียนรู้เนื่องจากก้องกังวานน้อยและมีความชัดเจนของการพูดสื่อสาร ในขณะที่นักศึกษาสายศิลป์ มีความเห็นว่าห้องเรียน PAS 7.5 เหมาะสมที่จะเป็นพื้นที่การเรียนรู้เนื่องจากมีคุณลักษณะที่มีชีวิตชีวา ส่งเสริมมิติด้านอารมณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.4 ข้อเสนอแนะในการจัดการสภาพแวดล้อมภายในพื้นที่การเรียนรู้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพทางการสื่อสารด้วยวิธีการรับรู้เสียงทางจิตวิทยา

จากการวิเคราะห์ข้อมูลตามขั้นตอนตั้งแต่ การทบทวนวรรณกรรม สำรวจกายภาพเชิงพื้นที่ เก็บข้อมูลคุณลักษณะทางเสียงของห้อง ตลอดจนขั้นตอนเก็บข้อมูลในรูปแบบการทดลอง รวมถึงการประเมินจากทัศนคติของบุคคล สามารถสรุปเป็นแนวทางการจัดการ ได้ดังนี้

1) การออกแบบอาคารสถานศึกษาหรือพื้นที่การเรียนรู้ ตลอดจนพื้นที่ที่ต้องคำนึงถึงความชัดเจนในการพูดสื่อสาร ต้องคำนึงถึงพื้นฐานด้านการออกแบบโครงสร้างอาคาร โดยมีการวางแผนตั้งแต่เริ่มต้น เพราะการแก้ไขปัญหาโครงสร้างอาคารภายหลังนั้นทำได้ยากและใช้งบประมาณสูงในการดำเนินงาน โดยปัจจัยที่ต้องคำนึงถึง คือ ขนาดของห้องที่สอดคล้องกับกิจกรรม ปริมาตรห้องที่ไม่กว้างเกินจำเป็น รวมถึง สัดส่วนพื้นที่ต่อระดับความสูงฝ้าเพดาน ทั้งนี้เพื่อเป็นการหลีกเลี่ยงภาวะก้องกังวานภายในพื้นที่
2) การปรับปรุงพื้นที่การเรียนรู้ที่มีอยู่ในปัจจุบันให้มีสภาพแวดล้อมเสียงที่ดีขึ้น ปรับปรุงได้จากการเพิ่มปริมาณพื้นผิวดูดซับเสียง โดยวัสดุดังกล่าวอาจมีค่าสัมประสิทธิ์ในการดูดซับเสียงในระดับ 50% ขึ้นไป ยกตัวอย่างเช่น ผ้าม่าน แผ่นอะคูสติก หรือ วัสดุที่มีรูพรุน เป็นต้น โดยการปรับปรุงผิวสัมผัสกระทำได้ที่บริเวณผนังอย่างน้อย 2 ระนาบและไม่จำเป็นต้องปรับเปลี่ยนที่ฝ้าเพดานหรือพื้น ปริมาณพื้นผิวซับเสียง ควรมีระดับ 30% หรืออย่างน้อยที่สุด 15% โดยพื้นผิวซับเสียงส่วนใหญ่จะอยู่ที่บริเวณหลังห้อง
3) ห้องเรียนหรือพื้นที่การเรียนรู้ ควรมีพื้นผิวซับเสียงภายในห้องปริมาณ 30% เพื่อความประสิทธิภาพและความชัดเจนในการพูดสื่อสาร
4) การออกแบบสภาพแวดล้อมเสียงในพื้นที่การเรียนรู้ควรจัดให้สอดคล้องกับกลุ่มบุคคล คือ กลุ่มนักศึกษาสายวิทย์ ที่เน้นความเป็นตรรกะมีความเหมาะสมกับห้องที่มีพื้นผิวซับเสียงมาก หรือห้องที่มีคุณลักษณะแบบเงียบสนิท ซึ่งมีข้อดีที่ให้ความชัดเจนในการสื่อสารในระดับที่มาก ลดเสียงรบกวน และ เสียงก้องกังวาน รวมถึงส่งเสริมมิติทางด้านสมาธิ ส่วนกลุ่มนักเรียนสายศิลป์ เหมาะสมสำหรับห้องเรียนที่มีพื้นผิวซับเสียงน้อย หรือห้องที่มีคุณสมบัติก้องกังวาน คุณลักษณะของเสียงดังกล่าวเป็นแบบมีชีวิตชีวา ส่งเสริมมิติทางด้านอารมณ์
5) การคำนึงถึงประเภทของเสียงในกิจกรรมการพูดและเสียงเพลง กิจกรรมการพูดบรรยายตลอดจนการเสวนาแบบกลุ่ม หรือ การพูดคุยตอบโต้กันภายในห้องจำเป็นต้องมี PAS ในระดับสูง (30% ขึ้นไป) เพราะหากภายในห้องมีพื้นผิวซับเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระดับต่ำ ทำให้ระดับเสียงรบกวนพื้นหลังมาก การสนทนา หรือ การพูดสื่อสารไม่ราบรื่น

6) ห้องเรียนที่ประกอบกิจกรรมในหลายลักษณะ ควรมีพื้นผิวดูดซับเสียงที่ปรับเปลี่ยนได้ง่าย เช่น ผ้าม่านที่บริเวณหน้าต่างหรือที่บริเวณผนัง
7) ระบบปรับอากาศ นับเป็นปัจจัยสำคัญที่สุดที่ส่งผลต่อระดับเสียงรบกวนพื้นหลัง เสียงจากระบบปรับอากาศสามารถเพิ่ม BNL ได้มากถึง 40% จึงควรให้ความสำคัญตั้งแต่เริ่มติดตั้งในตำแหน่งที่ส่งผลกระทบน้อยที่สุด รวมถึง การเอาใจใส่ดูแลบำรุงรักษาให้อยู่ในสภาพดี เครื่องปรับอากาศที่มีสภาพเก่าและทรุดโทรม ไม่ควรนำมาใช้งานเนื่องจากส่งเสียงรบกวนที่มีผลต่อสมาธิและอารมณ์ของบุคคลในพื้นที่การเรียนรู้

7.5 ข้อเสนอแนะการวิจัย

การดำเนินการวิจัยนี้ ได้ดำเนินการตั้งแต่การทบทวนวรรณกรรม เพื่อค้นหาองค์ประกอบที่เกี่ยวข้อง ตัวแปรในการวิจัย วิธีการวิจัย วิธีการในเชิงเทคนิค รวมถึงแนวทางในการวิเคราะห์ กระทำตามขั้นตอนที่ได้กำหนดไว้ตั้งแต่การสำรวจเชิงพื้นที่ การทดลองภายในห้องทดสอบทั้งในด้านวัตถุวิสัยและอัตวิสัย การเก็บข้อมูลการวิจัยภายใต้เครื่องมือที่ได้ออกแบบ ทั้งแบบสำรวจเชิงพื้นที่และแบบสอบถามการวิจัย อย่างไรก็ตาม ระหว่างการดำเนินการวิจัยได้พบอุปสรรคและข้อบกพร่อง ซึ่งจะนำไปสู่การปรับปรุงการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับการรับรู้เสียงทางจิตวิทยา ในอนาคตต่อไป

1) ควรมีการขยายขอบเขตของช่วงเวลาในการเก็บข้อมูลให้ครอบคลุมตลอดทั้งปี เนื่องจากเสียงในแต่ละช่วงฤดู เช่น ฤดูฝน เป็นต้น รวมถึงเส้นทางการขึ้น-ลงของเครื่องบิน ล้วนส่งผลต่อสภาพแวดล้อมเสียง และ ย่อมส่งผลต่อสภาพแวดล้อมภายใน
2) ทดสอบการวางเครื่องขยายเสียงในตำแหน่งที่หลากหลาย เช่น ลำโพง 4-6 ตำแหน่ง เพื่อทดสอบการกระจายของเสียงที่ครอบคลุมยิ่งขึ้น
3) การเก็บข้อมูลกายภาพในลักษณะอื่น ๆ เช่น ความหลากหลายทางรูปทรงของห้อง การทดสอบความหลากหลายของวัสดุดูดซับเสียง ตำแหน่งที่ติดตั้งวัสดุดูดซับเสียงในระนาบอื่น เช่น ฝ้าเพดาน และ พื้น
4) การเก็บข้อมูลในช่วงของการทดลองกับตัวอย่าง ควรจำกัดการรับรู้เฉพาะประเด็นทางเสียง โดยทดลองปิดการรับรู้ทางตา เนื่องจากอาจมีผลทำการให้ประเมินคลาดเคลื่อน
5) การเก็บข้อมูลควรเพิ่มการใช้เทคนิควิธีที่หลากหลาย เช่น วิธีการสังเกต หรือการสัมภาษณ์เชิงลึก เนื่องจากจะทำให้ได้รับข้อมูลที่เจาะลึกในรายละเอียดมากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6) การทดสอบเปรียบเทียบการวิธีจำลองด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

7) การวิจัยครั้งนี้สามารถวางนัย กับพื้นที่ที่มีลักษณะใกล้เคียงกันซึ่งหมายถึง พื้นที่ที่ต้องให้ความสำคัญกับการสื่อสารด้วยการพูด เช่น ห้องสัมมนา ห้องประชุม ห้องเรียนขนาดเล็ก เป็นต้น การวิจัยในอนาคตควรขยายขอบเขตไปยังพื้นที่อื่น ๆ ที่ต้องตระหนักถึงปัจจัยเสียงทางจิตวิทยา เช่น ภายในสำนักงาน ศาสนสถาน โรงละคร หรือ สถานที่จัดนิทรรศการ อย่างไรก็ตาม การวิจัยครั้งนี้เป็นการสร้างแนวทางในการเก็บรวบรวมข้อมูลตลอดจนการวิเคราะห์ข้อมูลที่เป็นพื้นฐานสำคัญต่อการวิจัยในประเด็นการรับรู้เสียงทางจิตวิทยาในสภาพแวดล้อมอื่น ต่อไปในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กรมควบคุมมลพิษ. 2550. **คู่มือวัดเสียงรบกวน**. กรุงเทพฯ: สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน. 2549. **แนวปฏิบัติตามกฎกระทรวงกำหนดมาตรฐานในการบริหารและการจัดการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับความร้อน แสงสว่าง และเสียง**. ฝ่ายพัฒนาความปลอดภัย สถาบันความปลอดภัยในการทำงาน. กรุงเทพฯ

กาญจน์ ศรีสวัสดิ์. 2554. “การสำรวจสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียนของโรงเรียนวัดหนองโพธิ์ อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม”. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย. มหาวิทยาลัยศิลปากร.

ชูพงษ์ ทองคำสมุทร. 2553. “แนวทางการออกแบบอาคารเรียนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้ กรณีศึกษา: อาคาร 40 ปี สาธิตศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น”. **วารสารวิชาการคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น**, หน้า 1-13.

โชติวิทย์ พงษ์เสริมผล. 2549. “เสียงและการควบคุมเสียงในอาคาร”. **Builder News**, ฉบับที่ 59, หน้า 31.

มนต์ชัย เทียนทอง. 2545. **สถิติและวิธีการวิจัยทางเทคโนโลยีสารสนเทศ**. กรุงเทพฯ: ศูนย์ผลิตตำราเรียนสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

วราวุธ เสือดี. 2544. **มลพิษทางอากาศ**. เอกสารประกอบการบรรยายวิชา วล.321: ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

วิชิต เทพประสิทธิ์. 2559. **การยศาสตร์กับการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ในห้องเรียนคอมพิวเตอร์**. [ระบบออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : https://www.gotoknow.org/posts/46080

วิมลสิทธิ์ หรยางกูร. 2526. **พฤติกรรมมนุษย์กับสภาพแวดล้อม: มูลฐานทางพฤติกรรมเพื่อการออกแบบและวางแผน**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุจิตรา ประสานสุข. 2551. “มลพิษจากเสียงต่อสุขภาพกาย จิต และการได้ยิน”. **หมอชาวบ้าน**.

สุธีวัน โล่ห์สุวรรณ. 2551. “การออกแบบและสร้างห้องเรียนคุณภาพสูงโดยเน้นการควบคุมด้วยปัจจัยธรรมชาติ”. วิทยานิพนธ์สถาปัตยกรรมศาสตรดุษฎีบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุพล อนามัย. 2549. “การจัดสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการเรียนรู้ของนักเรียนโรงเรียนเอกชน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาเพชรบุรี เขต 1”. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การบริหารการศึกษา). บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม (ต่อ)

อรพันธุ์ ประสิทธิรัตน์. 2545. **รายงานการวิจัยเรื่องการศึกษาสภาพแวดล้อมทางการเรียนของนิสิตคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ**. ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒวิทยาเขตบางเขน.

ANSI-S12.60. 2002. **American National Standard Institute - acoustical performance criteria, design requirements, and guidelines for schools**. New York: Acoustical Society of America. Retrieved from http://www.soundivide.com/uploads/content_file/asa_acoustic_requirements_for_schools-50.pdf

Astolfi, A., Corrado, V., and Griginis, A. 2008. "Comparison between measured and calculated parameters for the acoustical characterization of small classrooms". **Applied Acoustics**, 69 : 966-976. http://doi.org/10.1016/j.apacoust.2007.08.001

Asutay, E., Vastfjall, D., Tajadura, A. J., Genell, A., Bergman, P., and Kleiner, M. 2012. "Emoacoustics: A Study of the Psychoacoustical and Psychological Dimensions of Emotional Sound Design". **Journal of the Audio Engineering Society**, 60 (1/2) : 21-28. Retrieved from http://www.academia.edu/1650139

Barron, M. 2001. “Late lateral energy fractions and the envelopment question in concert halls”**. Applied Acoustics**, 62, 185-202. http://doi.org/10.1016/S0003-682X(00)00055-4

Bistafa, S., & Bradley, J. 2000. “Reverberation time and maximum background noise level for classrooms for a comparative study of speech intelligibility metrics”. **The Journal of the Acoustical Society of America**, 107(2), 861-875. http://dx.doi.org/10.1121/1.428268

Bluyssen, P. M. 2013. “Indoor Environment Quality as a multi-level, multi-factor, multi-disciplinary and multi-stakeholder issue”. **REHVA Journal**, pp. 40-43.

Bruel, and Kjaer. 2003. **Measurements in Building Acoustics**. [online]. Available : http://www.bk.dk.

Cabanaugh, W., and Wikes, J. 1998. **Architectural Acoustics: Principles and Practice**. New York: John Wiley & Sons.

Demirbas, O. O., and Demirkan, H. 2000. “Privacy dimensions: A case study in the interior architecture design studio”. **Journal of Environmental Psychology**, 20 : 53-64.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม (ต่อ)

Egan, D. 1972. **Concepts in Architectural Acoustics**. United States: McGraw-Hill Book Company.

Fasanya, Bankole K., Mcbride, Maranda E., Pope-Ford Regina, and Ntuen Celestine. 2011. "Gender differences in auditory perception and computational divided attention tasks". **Proceedings of the 41st International Conference on Computer & Industrial Engineering.** pp: 241–247.

Fastl, H., and Zwicker, E. 2006. **Psychoacoustics: Facts and Models**. Springer. pp. 21-22. ISBN 978-3-540-23159-2.

Fischer, G. N. 1983. **Le Travail et son Espace [Work and its Space]**. Paris: Dunod.

Fischer, G. N. 1989. **The psychology of Spaces for Work**. Paris: Armand Colin.

Frontczak, M., Andersen, R. V., and Wargocki, P. 2012. "Questionnaire survey on factors influencing comfort with indoor environmental quality in Danish housing". **Building and Environment**, 50 : 56-64.

Fuchs, H., Zha, X., Zhou, X., and Drotleff, H. 2001. "Creating low-noise environments in communication rooms". **Applied Acoustics**, 62 : 1375-1396. http://doi.org/10.1016/S0003-682X(01)00008-1

G. F. McVey. 1996. **"Ergonomics and the learning environment." in D. Jonassen (ed.), Handbook of Research for Education Communications and Technology**. New York: Macmillan.

Genuit, K. 2004. "Objective evaluation of acoustic quality based on a relative approach". **HEAD acoustics**.

Genuit, K., and Fiebig, A. 2006. "Psychoacoustics and its Benefit for the Soundscape Approach". **Acta Acustica united with Acustica**, 92 : 952-958.

Herman J.M. Steeneken TNO Human Factors. n.d. **The Measurement of Speech Intellibility**. Soesterberg: the Netherlands.

Houtgast, T., and Steneken, H. 1984. "A multi-language evaluation of the RASTI-method for estimating speech intelligibility in audiotoria". **Acoustica**, 54 : 185-199.

IEC 60268-16. 2011. **Objective rating of speech intelligibility by speech transmission index** (4th Ed.). Geneva: International Electrotechnical Commission. Retrieved from https://webstore.iec.ch/publication/1214

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม (ต่อ)

INC., ATS&R, and INC., Kvernstoen-Ronnholm & association. 2007. **Classroom Acoustical Study**.

Jensen, K., Arens, E., and Zagreus, L. 2005. "Acoustical quality in office workstation, as assessed by occupant surveys". **Proceedings of Indoor Air** , pp. 2401-2405.

Karabiber, K., and Vallet, m. 2003. "Classroom acoustics polocies - an overview". **Euronoise Neples**, Italy.

Klatte, M., and Hellbruck, J. 2010. "Effects of classroom acoustics on performance and well-being in elementary school children: A field study". **Internoise 2010**, Lisbon, Portugal. Retrieved from http://www.spacustica.pt/internoise2010

Larm, P., Keranen, J., Helenius, R., Hakala, J., and Hongisto, V. 2005. "Acoustics in Open-plan Offices–A Laboratory Study". **Paper presented at the Joint Baltic-Nordic Acoustics Meeting 2004** (pp. 2021-2025). Mariehamn, Aland. Retrieved from http://www.akustinenseura.fi/wp-content/uploads/2013/08/o15.pdf

Leeniva, P. & Upala, P. 2015, June. "Integration of psychoacoustics and activities in the learning environment". **Proceedings of the European Network for Housing Research, ENHR 2015**. Lisbon, Portugal. Abstract retrieved from http://www.enhr2015.com/images/residential_Buildingsd_v3.pdf

Leeniva, P. & Upala, P. 2017, January. "Evaluation of sound absorption performance of large lecture rooms in public university". **Proceedings of the International Symposium on Social Sciences and Management, ISSSM 2017** (pp. 366-377). Sapporo. Hokkaido: Higher Education Forum.

Miller, H. 2007. **Rethinking the Classroom**. [online]. Available : http://www.hermanmiller.com/research/solution-essays/rethinking-the-classroom.html

Nijs, L., & Rychtarikova, M. 2011. "Calculating the optimum reverberation time and absorption coefficient for good speech intelligibility in classroom design U50". **Acta Acustica united with Acustica**, 97(1), 93-102. https://dx.doi.org/10.3813/AAA.918390

Olson, H. 1967. **Music, Physics and Engineering**. Dover Publications. pp. 248–251. ISBN 0-486-21769-8.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม (ต่อ)

Paradis, R. 2014. **Acoustic Comfort**. Washington, DC: National Institute of Building Sciences, Whole Building Design Guide. Retrieved from https://www.wbdg.org/resources/acoustic-comfort

Sala, E., and Viljanen, V. 1995. "Improvement of Acoustics Conditions for Speech Communication in Classrooms". **Applied Acoustics**, 45 : 81-91. https://doi.org/10.1016/0003-682X(94)00035-T

Stamps, A. E. 1994. "Jungian epistemological balance: A framework for conceptualizing architectural education". **Journal of Architectural education**, 48 : 105-112.

Sundstrom, E., and Sundstrom, M. 1986. **Work Places: The psychology of the Physical Environment in Offices and Factories**. New York: Cambridge University Press.

Tang, S. K., and Wong, C. T. 1998. "Performance of Noise Indices in Office Environment Dominated by Noise from Human Speech". **Applied Acoustics**, 55 (4) : 293-305. http://doi.org/10.1016/S0003-682X(98)00008-5

Tang, S. K., and Yeung, M. H. 2003. "Speech transmission index or rapid speech transmission index for classrooms? A designer's point of view". **Journal of Sound and Vibration**, 276 : 431-439. https://doi.org/ 10.1016/j.jsv.2003.10.036

Vischer, J. C. 2005. **Space Meets Status: Designing Workplace Performance**. Oxford: England: Taylor and Francis / Routledge.

Vischer, J. C. 2008. "Towards an Environmental Psychology of Workspace: How People are Affected by Environments for Work". **Architectural Science Review**, 51 (2) : 97-108.

Zannin, P. H., and Marcon, C. R. 2007. "Objective and subjective evaluation of the acoustic comfort in classrooms". **Applied Ergonomics**, 38 : 675-680. http://doi.org/10.1016/j.apergo.2006.10.001

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

วิทยานิพนธ์เรื่อง แนวทางการจัดการสภาพแวดล้อมภายในพื้นที่การเรียนรู้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพทางการสื่อสารด้วยวิธีการรับรู้เสียงทางจิตวิทยา

ชื่อผู้วิจัย นายภาสิต ลีนิวา รหัสนักศึกษา 55621507

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ ดร.ประพัทธ์พงษ์ อุปลา

---

1. รศ.ดร. ชูพงษ์ ทองคำสมุทร
   ตำแหน่ง คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
   ความเชี่ยวชาญ คุณภาพของสภาพแวดล้อมภายในอาคาร ระเบียบวิธีวิจัยขั้นสูง
   วุฒิการศึกษา สถาปัตยกรรมศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาสถาปัตยกรรม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. Dr.Robert Wimmer
   ตำแหน่ง Chairman of GrAT: CENTER FOR APPROPRIATE TECHNOLOGY
   Vienna University of Technology (TU Wien)
   ความเชี่ยวชาญ Appropriate Technology, Objective Evaluation for Buildings, Evaluation Methods and Renewable Resources
3. อาจารย์ชัยบรรฑิต พืชผลทรัพย์
   ตำแหน่ง ผู้ช่วยคณบดีฝ่ายกิจกรรมพิเศษ คณะดุริยางคศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร
   ความเชี่ยวชาญ การออกแบบสภาพแวดล้อมเพื่อส่งเสริมด้านคุณภาพเสียง ดนตรีเชิงพาณิชย์ การออกแบบระบบเสียงภายในห้องประชุม ผู้เชี่ยวชาญด้าน Architectural Acoustics
   วุฒิการศึกษา สถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาสถาปัตยกรรมภายใน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
4. นายแพทย์ภาสกร ลีนิวา
   ตำแหน่ง นายแพทย์ชำนาญการ เฉพาะทางด้านจิตเวชเด็กและวัยรุ่น
   ความเชี่ยวชาญ จิตเวชเด็กและวัยรุ่น การประเมินภาวะทางอารมณ์
   วุฒิการศึกษา แพทยศาสตรบัณฑิต วุฒิบัตรผู้เชี่ยวชาญสาขาจิตเวชศาสตร์เด็กและวัยรุ่น คณะแพทยศาสตร์ โรงพยาบาลรามาธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล
5. นายธนินทร์ แสงวรรณลอย
   ตำแหน่ง วิศวกรระบบเสียงและภาพ
   ความเชี่ยวชาญ การประเมินสภาพแวดล้อมเสียงภายในอาคาร
   วุฒิการศึกษา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

เครื่องมือวิจัย

แบบบันทึก กายภาพห้องพื้นที่การเรียนรู้ 7 ห้องเรียน

แบบบันทึก คุณลักษณะทางเสียงของห้องในการทดลอง (ไม่มีนักศึกษา)

แบบสอบถามผู้เข้าร่วมการทดลองภายในห้องทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบบันทึก กายภาพห้องพื้นที่การเรียนรู้ 7 ห้องเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัน.....วันที่.....เวลา.....แบบสำรวจชุดที่ .....

ผู้บันทึกข้อมูล.....

หลักสูตรสหวิทยาการการวิจัยเพื่อการออกแบบคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

แบบบันทึก กายภาพห้องพื้นที่การเรียนรู้

วิทยานิพนธ์เรื่อง แนวทางการจัดการสภาพแวดล้อมภายในพื้นที่การเรียนรู้ด้วยวิธีการรับรู้เสียงทางจิตวิทยา

เพื่อเก็บข้อมูลเกี่ยวกับระดับเสียงรบกวนพื้นหลัง ค่าการก้องสะท้อน และค่าดัชนีการส่งผ่านคำพูด จึงขอความอนุเคราะห์จากผู้รับผิดชอบดูแลสถานที่ในการเข้าสำรวจพื้นที่ด้วยแบบสำรวจนี้ ข้อมูลที่ได้จะเป็นข้อมูลการประเมินด้านวัตถุวิสัยจะนำไปเปรียบเทียบกับข้อมูลเชิงอัตวิสัย ผลที่ได้รับจากการศึกษาจะนำไปสู่ข้อเสนอแนะแนวทางการจัดการสภาพแวดล้อมภายในอันจะเป็นประโยชน์สูงสุดแก่นักศึกษา อาจารย์และบุคลากรทางการศึกษา

หากมีข้อสงสัยประการใดกรุณาติดต่อ นายภาสิต ลีนิวา (ผู้วิจัย) โทร.086-3699-266 หรือ pasitlee@gmail.com

---

ส่วนที่ 1 : ข้อมูลสภาพแวดล้อมกายภาพห้องพื้นที่การเรียนรู้

1.1 ข้อมูลทั่วไป คณะ.....ชั้นที่.....ห้องที่ (1-8).....

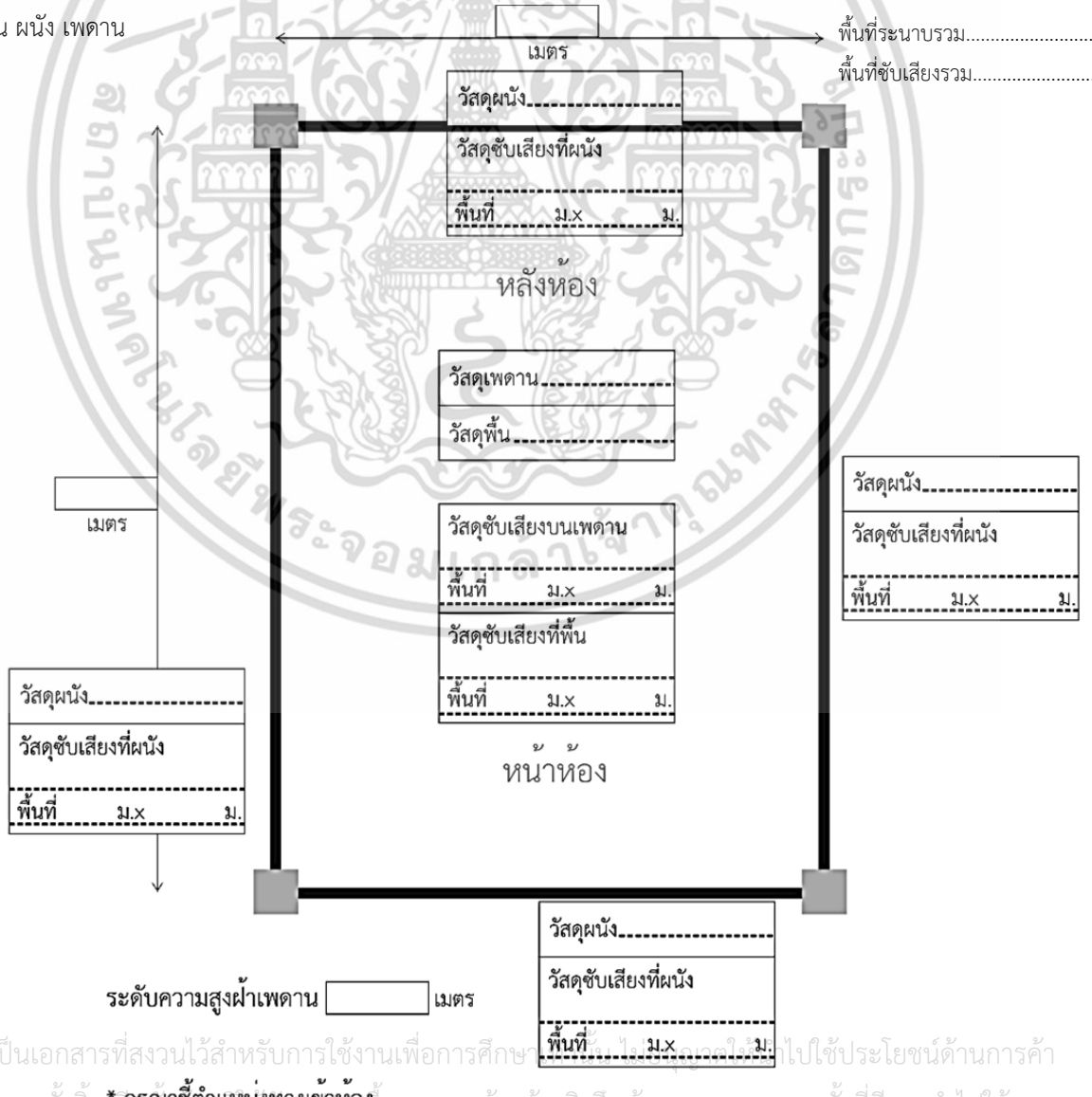
1.2 ระบบปรับอากาศ [ ] ส่วนกลางของอาคาร จำนวนช่องแอร์.....

[ ] แบบแยกอิสระ จำนวนแอร์.....ตัว

1.3 ขนาดห้อง กว้าง..... ยาว..... สูง..... (เมตร) ปริมาตร.....ลบ.ม.

1.4 วัสดุพื้น ผนัง เพดาน พื้นที่ระนาบรวม.....ตร.ม.

พื้นที่ซับเสียงรวม.....ตร.ม.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษา ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

*** กรุณาชี้ตำแหน่งทางเข้าห้อง**

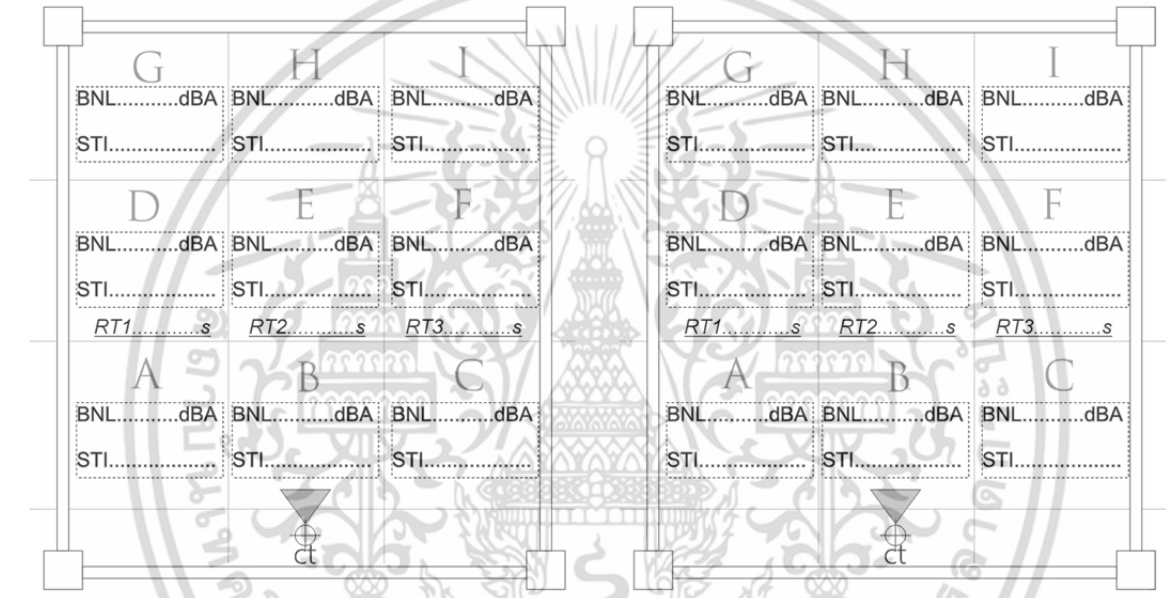
*** ระบุวัสดุพื้น ผนัง เพดาน (หากวัสดุใดเป็น “วัสดุดูดซับเสียง” กรุณาระบุตำแหน่ง)**

<u>ส่วนที่ 2 : คุณลักษณะทางเสียงของห้อง (ภายใต้การกำหนดสถานการณ์)</u>

2.1 เสียงรบกวนพื้นหลัง “ภายนอก” ห้องหรือบริเวณทางเดิน (วัด 3 จุด จุดละ 1 นาที)

จุดที่ 1 dBA avg..... Min..... Max.....	**จุดที่ 2** dBA avg..... Min..... Max.....	**จุดที่ 3** dBA avg..... Min..... Max.....
ตำแหน่ง.....	**ตำแหน่ง**.....	**ตำแหน่ง**.....

2.2 การวัดเสียง “ภายใน” ห้อง 9 จุด: ระดับเสียงรบกวนพื้นหลัง (BNL), ค่าก้องสะท้อน (RT) และค่าดัชนีส่งผ่านเสียงพูด (STI) โดยเปรียบเทียบ **<u>การเปิด ปิด ผ้าม่าน</u>** *ภายในห้องเรียนมีการเปิดระบบปรับอากาศและไฟฟ้าส่องสว่างตามปกติ*



ค่าเฉลี่ย BNL.....RT.....STI..... ค่าเฉลี่ย BNL.....RT.....STI.....

สถานการณ์ S1 **สถานการณ์ S2**

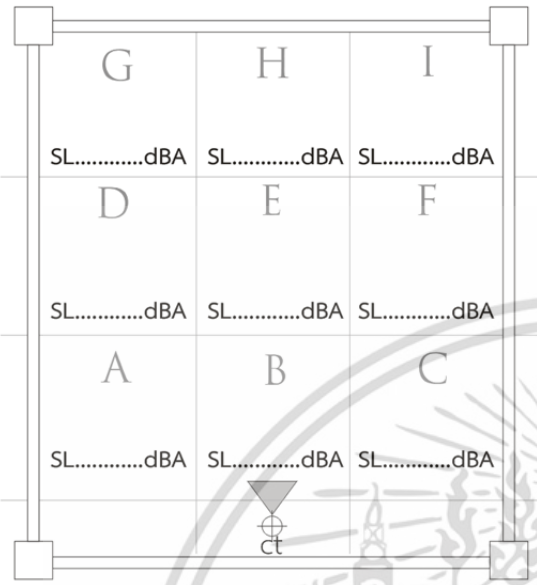
“เปิด” ผ้าม่านทั้งหมด **“ปิด” ผ้าม่านทั้งหมด**

หมายเหตุ

- การวัดค่า RT ใช้เสียง impulse noise ทดสอบที่ระดับความดังต้นกำหนด BNL.....+ 60 =.....dBA
- การวัดค่า STI ใช้เสียง pink noise ทดสอบที่ระดับความดัง 70 – 80 dBA
- การวัดค่า เสียงในตำแหน่งต่างๆ เมื่อการเปิดลำโพง ให้ใช้ระดับความดังหน้าตู้ลำโพง BNL.....+ 20 =.....dBA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

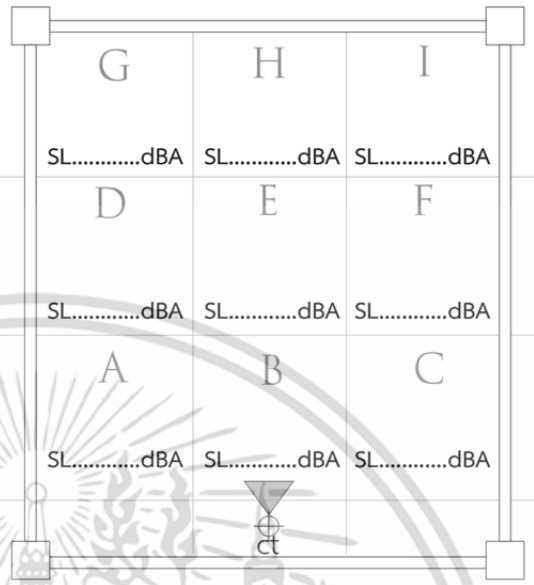
2.3 การวัดเสียง “ภายใน” ห้อง 9 จุด “แบบจำลองสถานการณ์เสียง” : ระดับเสียง (SL: Sound level)
จำแนกเป็น เสียงพูดบรรยาย / เสียงเพลง / เสียงเครื่องบิน และในขณะ ปิดเครื่องปรับอากาศ+ระบบไฟฟ้าทั้งหมด



ระดับความดังของลำโพงคือ BNL.....+ 20 = ...dBA

สถานการณ์ S3

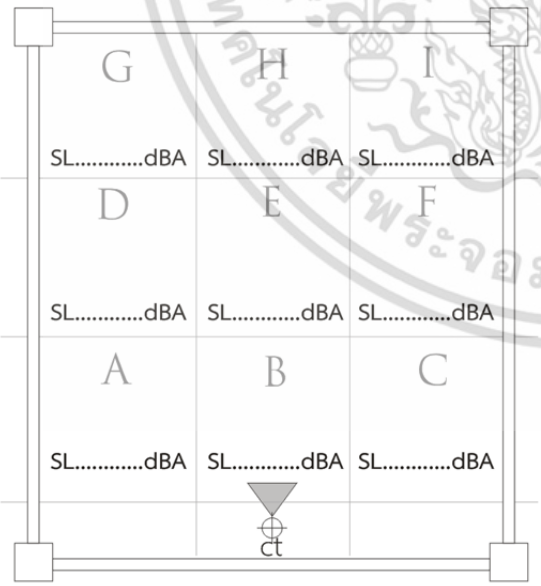
เสียงพูดบรรยาย



ระดับความดังของลำโพงคือ BNL.....+ 20 = ...dBA

สถานการณ์ S4

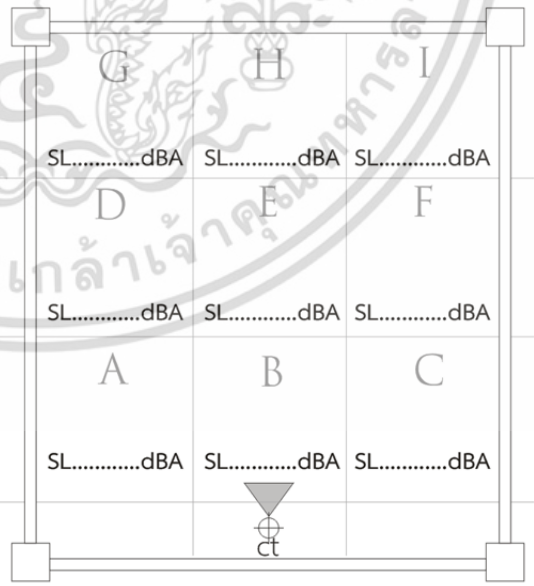
เสียงเพลง



ระดับความดังของลำโพงคือ BNL.....+ 20 = ...dBA

สถานการณ์ S5

เสียงเครื่องบิน



ระดับความดังของลำโพงคือ BNL.....+ 20 = ...dBA

สถานการณ์ S6

ไม่มีกิจกรรม + ปิดแอร์และอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบบันทึก คุณลักษณะทางเสียงของห้องในการทดลอง (ไม่มีนักศึกษา)

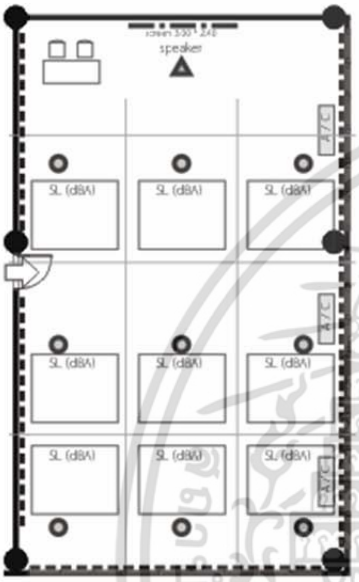
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัน.....วันที่.....เวลา.....ห้องที่ใช้ทดลอง.....

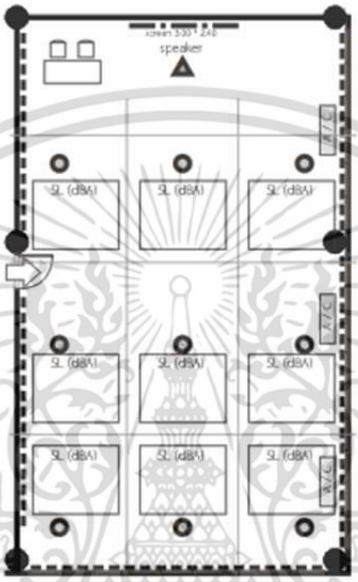
ผู้บันทึกข้อมูล.....นักศึกษากลุ่มที่.....

แบบบันทึกคุณลักษณะทางเสียงของห้องในการทดลอง กรณีไม่มีนักศึกษา

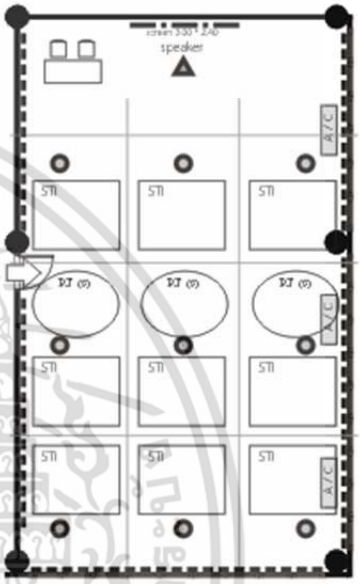
ปรับสภาพแวดล้อมครั้งที่ 1 : ABSORPTION 30% (เต็มผนัง 3 ด้าน ข้างห้องและหลังห้อง)



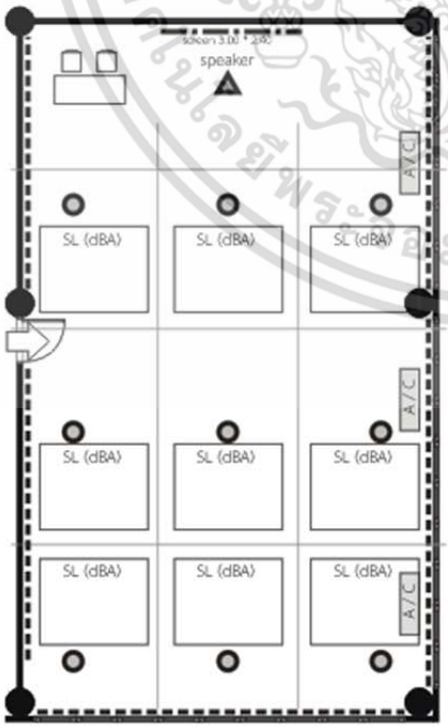
" ปิด " เครื่องปรับอากาศ



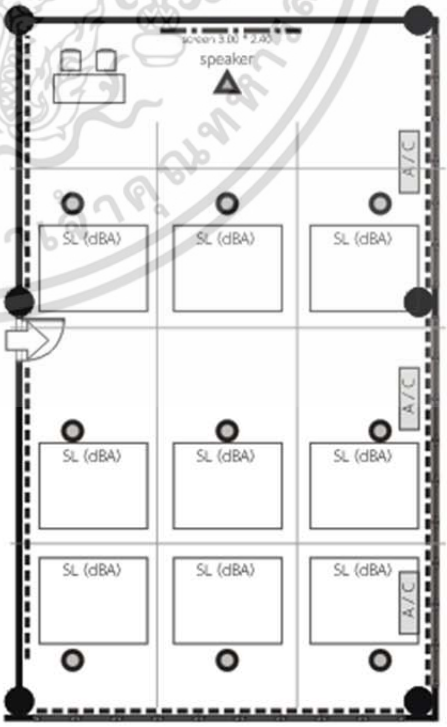
" เปิด " เครื่องปรับอากาศ



เสียง Balloon Burst & Pink Noise



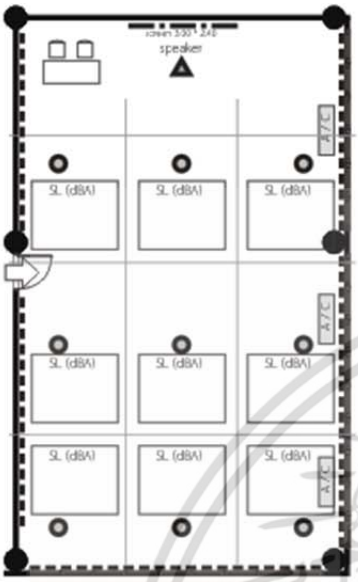
เสียงพูดบรรยาย (VAJA)



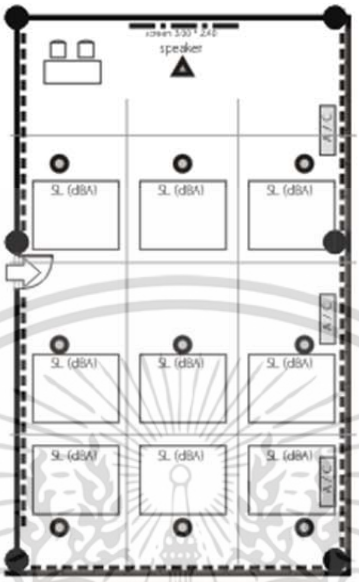
เสียงเพลง (AUDACITY)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

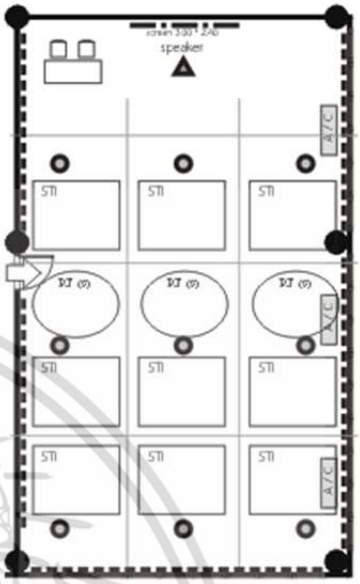
ปรับสภาพแวดล้อมครั้งที่ 2 : ABSORPTION 15% (ผนังหลัง + ผนังข้างฝั่งหน้าห้องข้างละ 5.2 ม.)



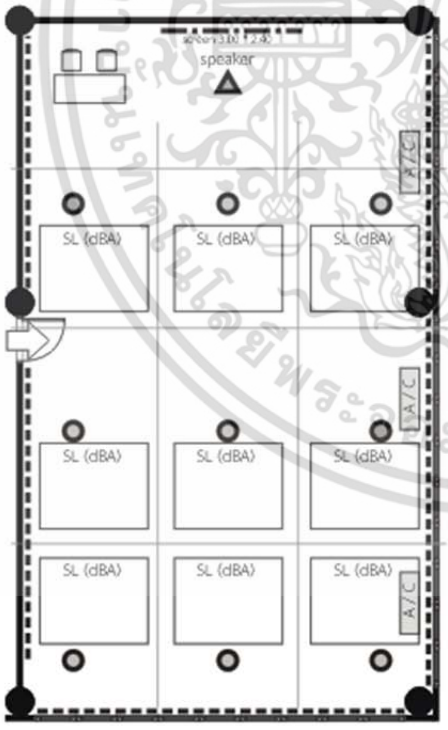
" ปิด " เครื่องปรับอากาศ



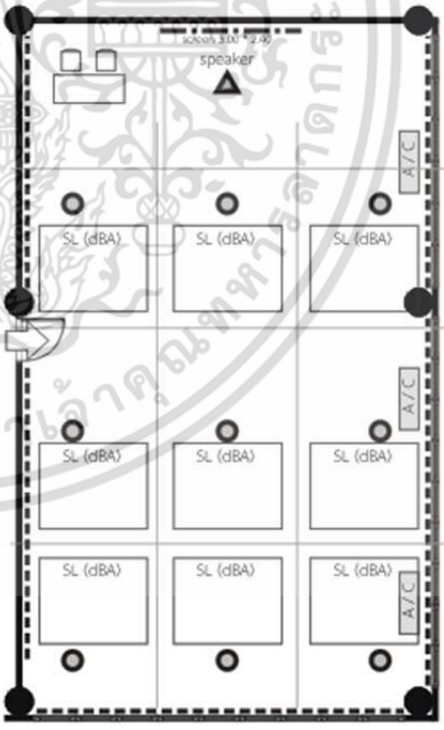
" เปิด " เครื่องปรับอากาศ



เสียง Balloon Burst & Pink Noise



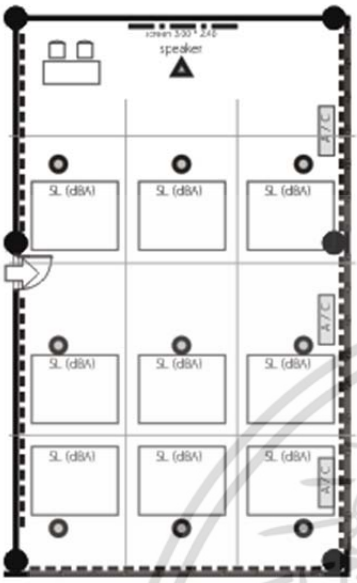
เสียงพูดบรรยาย (VAJA)



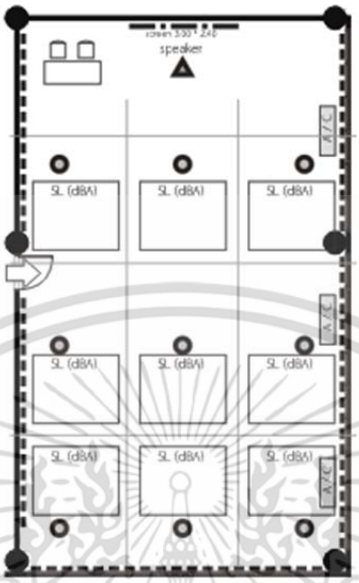
เสียงเพลง (AUDACITY)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

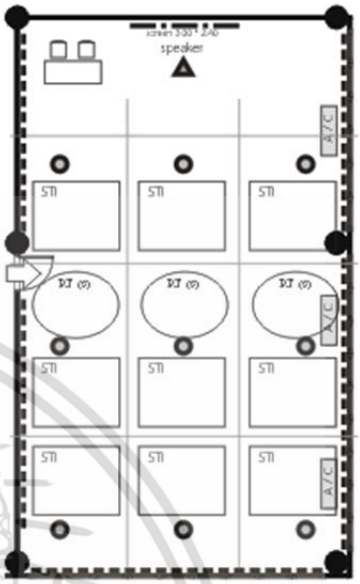
ปรับสภาพแวดล้อมครั้งที่ 3 : ABSORPTION 15% (ผนังหลัง + ผนังข้างฝั่งหลังห้องข้างละ 5.2 ม.)



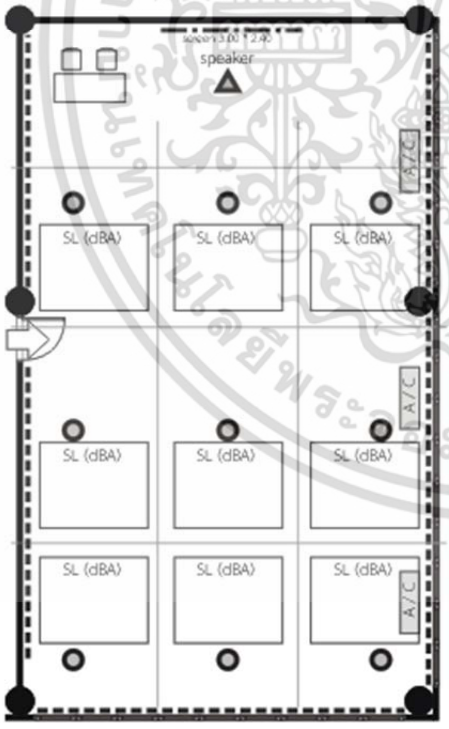
" ปิด " เครื่องปรับอากาศ



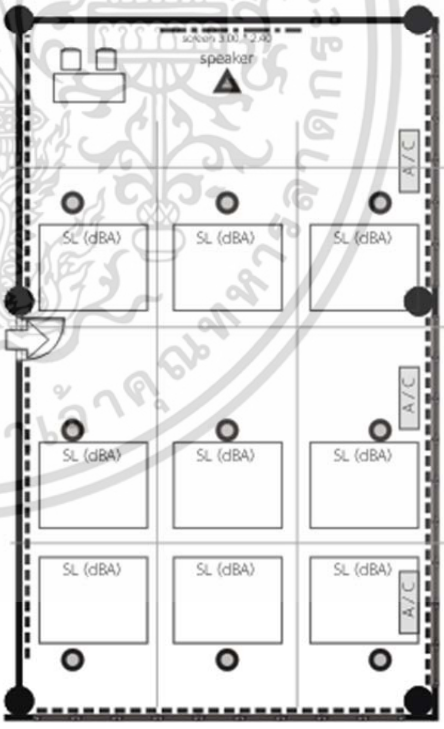
" เปิด " เครื่องปรับอากาศ



เสียง Balloon Burst & Pink Noise



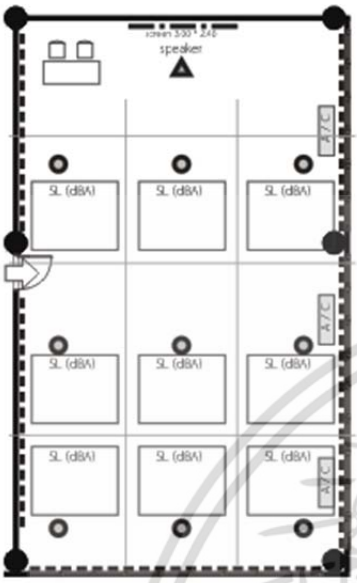
เสียงพูดบรรยาย (VAJA)



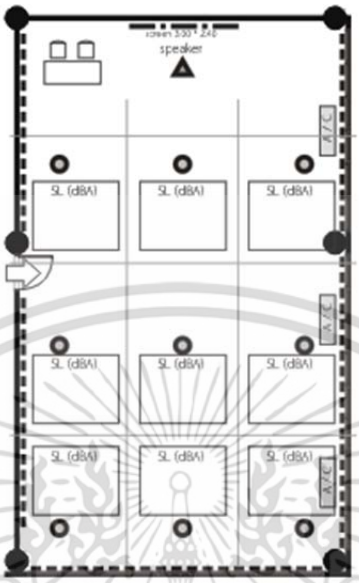
เสียงเพลง (AUDACITY)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

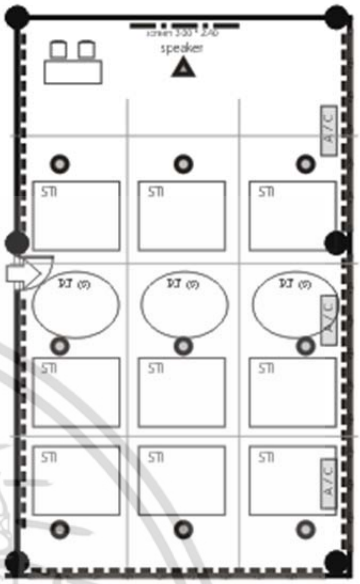
ปรับสภาพแวดล้อมครั้งที่ 4 : ABSORPTION 7.5% (เฉพาะผนังหลัง)



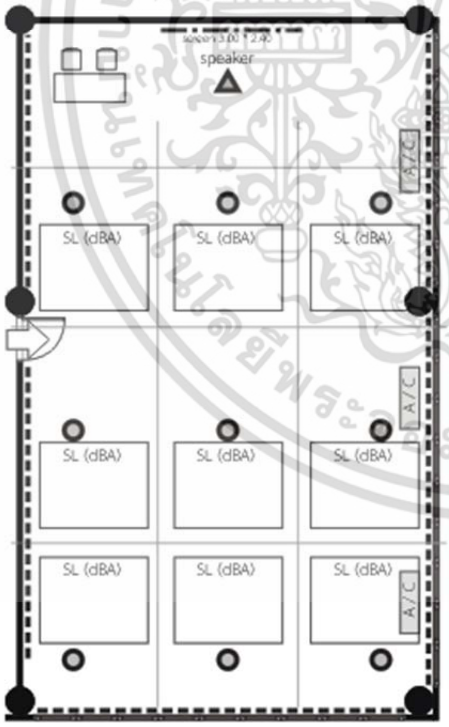
" ปิด " เครื่องปรับอากาศ



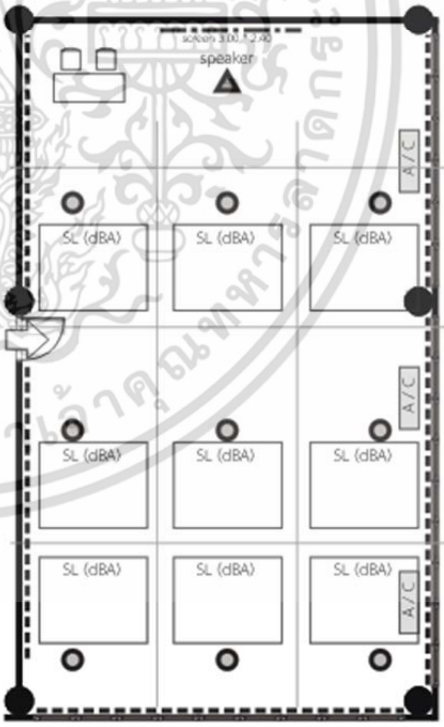
" เปิด " เครื่องปรับอากาศ



เสียง Balloon Burst & Pink Noise



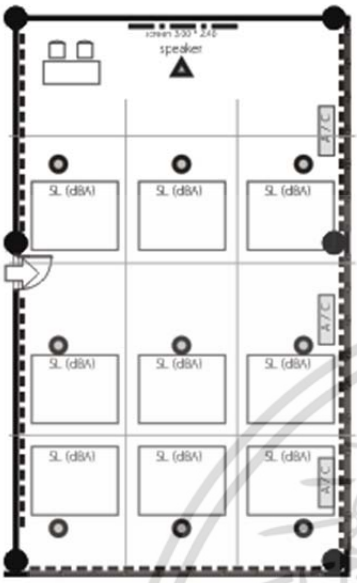
เสียงพูดบรรยาย (VAJA)



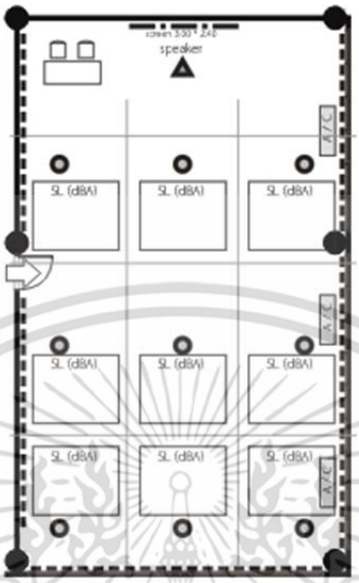
เสียงเพลง (AUDACITY)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

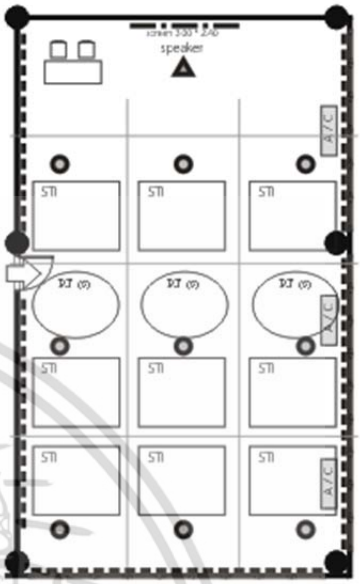
ปรับสภาพแวดล้อมครั้งที่ 5 : ABSORPTION 0%



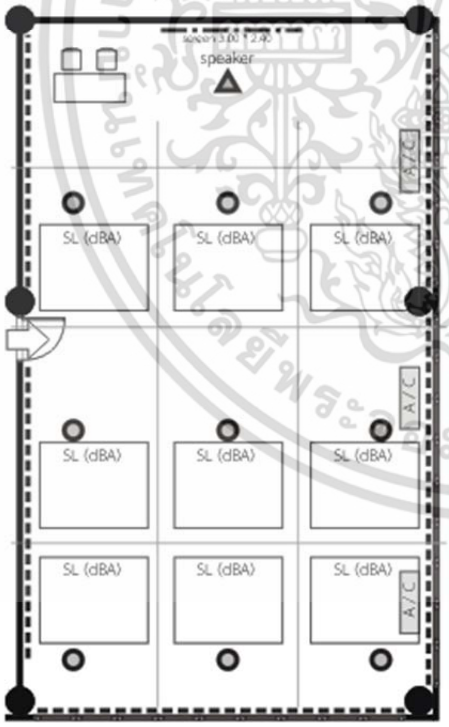
" ปิด " เครื่องปรับอากาศ



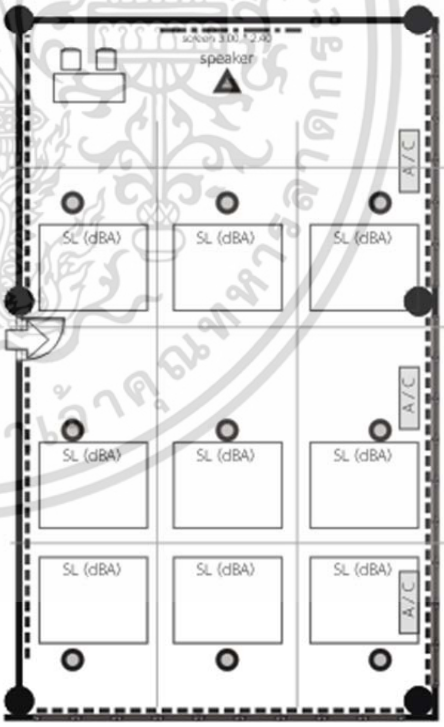
" เปิด " เครื่องปรับอากาศ



เสียง Balloon Burst & Pink Noise



เสียงพูดบรรยาย (VAJA)



เสียงเพลง (AUDACITY)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบสอบถามผู้เข้าร่วมการทดลองภายในห้องทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Zone ที่นั่ง.....แบบสอบถามชุดที่.....

หลักสูตรสหวิทยาการการวิจัยเพื่อการออกแบบคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วัตถุประสงค์เพื่อเก็บข้อมูลการประเมินระดับความพึงพอใจ ทัศนคติ อารมณ์และความรู้สึก ของผู้ตอบแบบสอบถามภายหลังจากการได้ฟังเสียงที่จำลองกิจกรรมการเรียนการสอนภายในห้องทดลองที่ได้จัดเตรียมไว้ เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการวิจัยในหัวข้อเรื่อง “แนวทางการจัดสภาพแวดล้อมภายในพื้นที่การเรียนรู้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพทางการสื่อสาร ด้วยวิธีการรับรู้เสียงทางจิตวิทยา (Psychoacoustics)”

หากมีข้อสงสัยหรือข้อแนะนำประการใดกรุณาติดต่อ นายภาสิต ลีนิวา (ผู้วิจัย) โทร. 086-3699-266 หรือ pasitlee@gmail.com

ส่วนที่ 1 : ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

(กรุณากรอกข้อมูลในช่องว่าง หรือทำเครื่องหมาย X ในช่องคำตอบ ☐)

1.1 เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง

1.2 อายุ.....ปี

1.3 คณะ.....

1.4 ชั้นปี.....

1.5 สายการศึกษา “ก่อน” ที่จะเข้าเรียนระดับอุดมศึกษา ☐ สายวิทย์ ☐ สายศิลป์

ส่วนที่ 2 : ทัศนคติ ความพึงพอใจ อารมณ์และความรู้สึก

*(กรุณาทำเครื่องหมาย X ในช่องที่ตรงความรู้สึกที่สุด: 1 หมายถึง **น้อยที่สุด** และ 5 หมายถึง **มากที่สุด**)*

2.1 สภาพแวดล้อมเสียงแบบที่ 1 ปริมาณการดูดซับเสียง 30%

เสียงพูดบรรยาย

	ประเด็นคำถาม	1	2	3	4	5
2.1.1	“ระดับความดัง” ของเสียงพูดบรรยาย					
2.1.2	“ระดับความชัดเจน” ของเสียงพูดบรรยาย					
2.1.3	“ระดับความเข้าใจ” ในเนื้อหาของเสียงพูดบรรยาย					
2.1.4	“ระดับของความสามารถในการจับใจความ” ของเสียงพูดบรรยาย					
2.1.5	ท่านรู้สึกว่ามี “เสียงก้อง” ภายในห้อง					

เสียงเพลง

	ประเด็นคำถาม	1	2	3	4	5
2.1.6	“ระดับความดัง” ของเสียงเพลง					
2.1.7	“ระดับความชัดเจน” ของเสียงเพลง					
2.1.8	“ระดับความเข้าใจ” ในเนื้อหาของเพลง					
2.1.9	“ระดับของความสามารถในการจับใจความ” ของเสียงเพลง					
2.1.10	ท่านรู้สึกว่ามี “เสียงก้อง” ภายในห้อง					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 สภาพแวดล้อมเสียงแบบที่ 2 ปริมาณการดูดซับเสียง 15% (เปิดม่านที่ผนังข้าง-บริเวณหน้าห้อง)

เสียงพูดบรรยาย

	ประเด็นคำถาม	1	2	3	4	5
2.2.1	“ระดับความดัง” ของเสียงพูดบรรยาย					
2.2.2	“ระดับความชัดเจน” ของเสียงพูดบรรยาย					
2.2.3	“ระดับความเข้าใจ” ในเนื้อหาของเสียงพูดบรรยาย					
2.2.4	“ระดับของความสามารถในการจับใจความ” ของเสียงพูดบรรยาย					
2.2.5	ท่านรู้สึกว่ามี “เสียงก้อง” ภายในห้อง					

เสียงเพลง

	ประเด็นคำถาม	1	2	3	4	5
2.2.6	“ระดับความดัง” ของเสียงเพลง					
2.2.7	“ระดับความชัดเจน” ของเสียงเพลง					
2.2.8	“ระดับความเข้าใจ” ในเนื้อหาของเพลง					
2.2.9	“ระดับของความสามารถในการจับใจความ” ของเสียงเพลง					
2.2.10	ท่านรู้สึกว่ามี “เสียงก้อง” ภายในห้อง					

2.3 สภาพแวดล้อมเสียงแบบที่ 3 ปริมาณการดูดซับเสียง 15% (เปิดม่านที่ผนังข้าง-บริเวณหลังห้อง)

เสียงพูดบรรยาย

	ประเด็นคำถาม	1	2	3	4	5
2.3.1	“ระดับความดัง” ของเสียงพูดบรรยาย					
2.3.2	“ระดับความชัดเจน” ของเสียงพูดบรรยาย					
2.3.3	“ระดับความเข้าใจ” ในเนื้อหาของเสียงพูดบรรยาย					
2.3.4	“ระดับของความสามารถในการจับใจความ” ของเสียงพูดบรรยาย					
2.3.5	ท่านรู้สึกว่ามี “เสียงก้อง” ภายในห้อง					

เสียงเพลง

	ประเด็นคำถาม	1	2	3	4	5
2.3.6	“ระดับความดัง” ของเสียงเพลง					
2.3.7	“ระดับความชัดเจน” ของเสียงเพลง					
2.3.8	“ระดับความเข้าใจ” ในเนื้อหาของเพลง					
2.3.9	“ระดับของความสามารถในการจับใจความ” ของเสียงเพลง					
2.3.10	ท่านรู้สึกว่ามี “เสียงก้อง” ภายในห้อง					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 สภาพแวดล้อมเสียงแบบที่ 4 ปริมาณการดูดซับเสียง 7.5% (เปิดผ้าม่านที่ผนังข้างทั้งหมด ปิดผนังหลัง)

เสียงพูดบรรยาย

	ประเด็นคำถาม	1	2	3	4	5
2.4.1	“ระดับความดัง” ของเสียงพูดบรรยาย					
2.4.2	“ระดับความชัดเจน” ของเสียงพูดบรรยาย					
2.4.3	“ระดับความเข้าใจ” ในเนื้อหาของเสียงพูดบรรยาย					
2.4.4	“ระดับของความสามารถในการจับใจความ” ของเสียงพูดบรรยาย					
2.4.5	ท่านรู้สึกว่ามี “เสียงก้อง” ภายในห้อง					

เสียงเพลง

	ประเด็นคำถาม	1	2	3	4	5
2.4.6	“ระดับความดัง” ของเสียงเพลง					
2.4.7	“ระดับความชัดเจน” ของเสียงเพลง					
2.4.8	“ระดับความเข้าใจ” ในเนื้อหาของเพลง					
2.4.9	“ระดับของความสามารถในการจับใจความ” ของเสียงเพลง					
2.4.10	ท่านรู้สึกว่ามี “เสียงก้อง” ภายในห้อง					

2.5 สภาพแวดล้อมเสียงแบบที่ 5 ปริมาณการดูดซับเสียง 0% (เปิดผ้าม่านทั้งหมด)

เสียงพูดบรรยาย

	ประเด็นคำถาม	1	2	3	4	5
2.5.1	“ระดับความดัง” ของเสียงพูดบรรยาย					
2.5.2	“ระดับความชัดเจน” ของเสียงพูดบรรยาย					
2.5.3	“ระดับความเข้าใจ” ในเนื้อหาของเสียงพูดบรรยาย					
2.5.4	“ระดับของความสามารถในการจับใจความ” ของเสียงพูดบรรยาย					
2.5.5	ท่านรู้สึกว่ามี “เสียงก้อง” ภายในห้อง					

เสียงเพลง

	ประเด็นคำถาม	1	2	3	4	5
2.5.6	“ระดับความดัง” ของเสียงเพลง					
2.5.7	“ระดับความชัดเจน” ของเสียงเพลง					
2.5.8	“ระดับความเข้าใจ” ในเนื้อหาของเพลง					
2.5.9	“ระดับของความสามารถในการจับใจความ” ของเสียงเพลง					
2.5.10	ท่านรู้สึกว่ามี “เสียงก้อง” ภายในห้อง					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 สภาพแวดล้อมเสียงแบบที่ 1 ปริมาณการดูดซับเสียง 30% (ปิดผ้าม่านทั้งหมดอีกครั้ง)

เสียงพูดบรรยาย

	ประเด็นคำถาม	1	2	3	4	5
2.6.1	“ระดับความดัง” ของเสียงพูดบรรยาย					
2.6.2	“ระดับความชัดเจน” ของเสียงพูดบรรยาย					
2.6.3	“ระดับความเข้าใจ” ในเนื้อหาของเสียงพูดบรรยาย					
2.6.4	“ระดับของความสามารถในการจับใจความ” ของเสียงพูดบรรยาย					
2.6.5	ท่านรู้สึกว่ามี “เสียงก้อง” ภายในห้อง					

เสียงเพลง

	ประเด็นคำถาม	1	2	3	4	5
2.6.6	“ระดับความดัง” ของเสียงเพลง					
2.6.7	“ระดับความชัดเจน” ของเสียงเพลง					
2.6.8	“ระดับความเข้าใจ” ในเนื้อหาของเพลง					
2.6.9	“ระดับของความสามารถในการจับใจความ” ของเสียงเพลง					
2.6.10	ท่านรู้สึกว่ามี “เสียงก้อง” ภายในห้อง					

ส่วนที่ 3 : การรับรู้เสียงรบกวน และ สาเหตุของเสียงรบกวน

(กรุณาทำเครื่องหมาย X ในช่อง ☐ ที่ตรงความรู้สึกที่สุด)

3.1 ระดับของเสียงรบกวนภายในห้อง

☐ น้อยที่สุด ☐ น้อย ☐ ปานกลาง ☐ มาก ☐ รบกวนมากที่สุด

3.2 คุณคิดว่า สาเหตุหลักของ “เสียงรบกวนภายในห้องนี้” มาจากแหล่งใด มากที่สุด

☐ เสียงจากระบบไฟฟ้า ☐ เสียงจากระบบแอร์ ☐ เสียงก้องสะท้อนภายในห้อง

☐ เสียงเพื่อนคุยกัน ☐ เสียงจากอุปกรณ์เครื่องเขียน ☐ เสียงจากนอกห้อง

☐ เสียงเครื่องบิน ☐ อื่นๆ โปรดระบุ.....

3.3 เสียงรบกวนส่งผลต่อสมาธิของท่านมากน้อยแค่ไหน

☐ น้อยที่สุด ☐ น้อย ☐ ปานกลาง ☐ มาก ☐ รบกวนมากที่สุด

3.4 เสียงรบกวนส่งผลต่ออารมณ์ของท่านมากน้อยแค่ไหน

☐ น้อยที่สุด ☐ น้อย ☐ ปานกลาง ☐ มาก ☐ รบกวนมากที่สุด

3.5 จากการทดลองท่านคิดว่าสภาพแวดล้อมแบบใดเหมาะสมที่จะเป็นห้องบรรยายมากที่สุด

☐ แบบที่ 1 ☐ แบบที่ 2 ☐ แบบที่ 3 ☐ แบบที่ 4 ☐ แบบที่ 5

---- สิ้นสุดแบบสอบถาม ขอขอบพระคุณสำหรับความร่วมมือ ----

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล นายภาสิต ลีนิวา
วัน เดือน ปีเกิด 15 เมษายน 2519 จังหวัดกรุงเทพมหานคร
ที่อยู่ 67/198 หมู่บ้านชวนชื่น (บางเขน) ถนนแจ้งวัฒนะ 14
แขวงทุ่งสองห้อง เขตหลักสี่ กรุงเทพฯ 10210
E-mail: pasitlee@gmail.com

ประวัติการศึกษา

2541	สถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต (สถาปัตยกรรมภายใน) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2548	สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (สาขาวิชาวิจัยสภาพแวดล้อมภายใน สถาปัตยกรรมภายใน) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประวัติการทำงาน

2557 - ปัจจุบัน	อาจารย์ประจำ ตำแหน่งผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาสถาปัตยกรรมภายใน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพ
2558	นักวิจัยร่วมปฏิบัติงาน สถาบัน GrAT: Vienna University of Technology เมืองเวียนนา ประเทศออสเตรีย (ระยะเวลา 1 ปี)
2548 - 2557	อาจารย์ประจำ สาขาวิชาการออกแบบ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประวัติการนำเสนอผลงานวิจัย

2015, June	Pasit Leeniva and Prapatpong Upala (2015). Integration of Psychoacoustics and Activities in the Learning environment. *Proceedings of the European Network for Housing Research*, ENHR 2015. Lisbon, Portugal. Abstract retrieved from http://www.enhr2015.com/images/residential_Buildingsd_v3.pdf
2017, January	Pasit Leeniva and Prapatpong Upala (2017). Evaluation of Sound Absorption Performance of Large Lecture Rooms in Public

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน (ต่อ)

University. *Proceedings of the International Symposium on Social Sciences and Management*, ISSSM 2017 (pp. 366-377). Sapporo. Hokkaido: Higher Education Forum.

2017 Pasit Leeniva & Prapatpong Upala (2017). Model of Thailand Speech Intelligibility (T-SI) in the Large Classrooms from Public University. *Asian Social Science*. 13(7). 69-82. https://doi.org/10.5539/ass.v13n7p69

2017, September Yanin Rugwongwan and Pasit Leeniva. (2017). The Study to Assess the Use of the Area of the Retail Space in Suvarnabhumi International Airport. *Proceeding of the 8th International Symposium on Travel Demand Management*, TDM 2017. Taiwan. September 26-29.

2018 Pasit Leeniva & Prapatpong Upala (2018). Effects of Sound Absorption on Acoustics Quality in Classrooms. *The Journal of King Mongkut's University of Technology North Bangkok*, 28 (2).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้