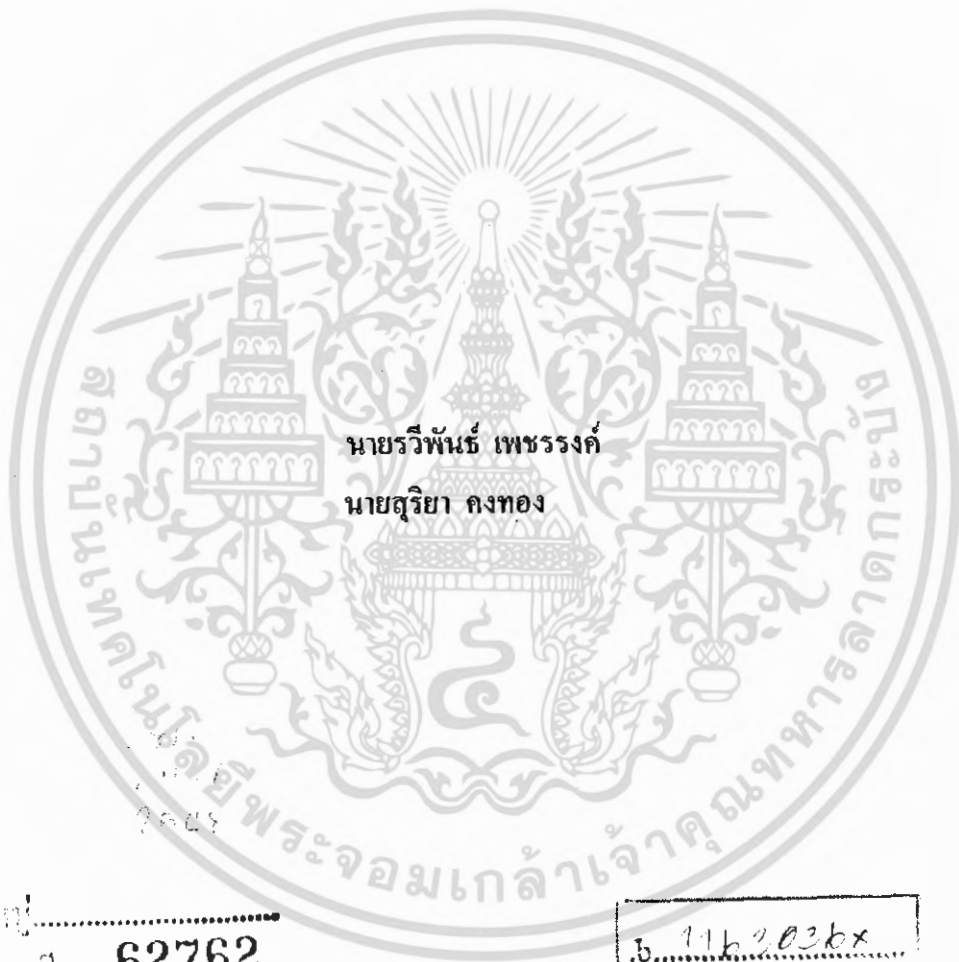


การศึกษาผลกระทบด้านเสียงที่มีต่อการเรียนการสอนของ
สถานศึกษาที่อยู่ใกล้สนามบิน
กรณีศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร



นายวิพันธ์ เพชรรงค์
นายสุริยา กงทอง

เลขที่.....
เลขทะเบียน 62762
วันเดือนปี 22 ต.ค. 2549

b. 1162036x
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรมคณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**THE STUDY OF NOISE IMPACT ON THE LEARNING
ACTIVITIES IN THE EDUCATIONAL INSTITUTE
LOCATED NEAR THE AIRPORT: THE CASE STUDY OF
RAJABHAT PRANAKORN UNIVERSITY**



**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEERING IN INDUSTRIAL ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2005**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองปริญญาานิพนธ์

หัวข้อปริญญาานิพนธ์

การศึกษาผลกระทบด้านเสียงที่มีต่อการเรียนการสอนของสถานศึกษาที่
อยู่ใกล้สนามบิน กรณีศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
THE STUDY OF NOISE IMPACT ON THE LEARNING ACTIVITIES IN
THE EDUCATIONAL INSTITUTE LOCATED NEAR THE AIRPORT:
THE CASE STUDY OF RAJABHAT PRANAKORN UNIVERSITY

นักศึกษา

นายวิพันธุ์ เพชรรงค์ รหัสประจำตัว 45010631
นายสุรียา คงทอง รหัสประจำตัว 45010883

หลักสูตร

วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญาานิพนธ์


(ผศ.ดร. สรรพสิทธิ์ กัมนรัตน์)


(อาจารย์ เชาวติด หามนตรี)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญญานิพนธ์	การศึกษาผลกระทบด้านเสียงที่มีต่อการเรียนการสอนของสถานศึกษา ที่อยู่ใกล้สนามบิน กรณีศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
นักศึกษา	นายวีพันธุ์ เพชรรงค์ นายสุริยา คงทอง
หลักสูตร	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา	2548
อาจารย์ผู้ควบคุมปัญญานิพนธ์	ผศ.ดร.สรรพสิทธิ์ ลิ่มนรรัตน์ อาจารย์ เชาวลิต หามนตรี

บทคัดย่อ

ปัญญานิพนธ์นี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อที่จะศึกษาผลกระทบจากเสียงเครื่องบินที่มีผลต่อการเรียนการสอนของสถานศึกษาที่อยู่ใกล้สนามบิน ทั้งนี้ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงอาคารเรียนที่ตั้งอยู่ในคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังเพื่อลดผลกระทบของระดับเสียงเครื่องบินจากท่าอากาศยานสุวรรณภูมิที่ผ่านสถาบัน งานวิจัยนี้ จะแบ่งการศึกษาเป็น 2 ส่วน ในการศึกษาเชิงปริมาณจะใช้เครื่องมือวัดเสียงไปทำการวัดระดับความดังของเสียงจากการขึ้นลงของเครื่องบิน โดยมีตัวแปรที่พิจารณาได้แก่ ระดับความดังของเสียงระยะเวลาที่ได้ยิน ความถี่ที่เกิดขึ้น และในส่วนของการศึกษาเชิงคุณภาพ ได้ทำการออกแบบแบบสอบถามเพื่อสำรวจความคิดเห็น ของอาจารย์และนักศึกษาที่ได้รับผลกระทบจากการขึ้นลงของเครื่องบิน งานวิจัยนี้ ได้ทำการศึกษาและเก็บตัวอย่างจากมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร ซึ่งเป็นมหาวิทยาลัยที่อยู่ใกล้กับท่าอากาศยานสาทลกรุงเท (ดอนเมือง)

ผลการวัดระดับเสียงภายนอกอาคาร พบว่าระดับเสียงอยู่ในระดับมีนัยสำคัญ คือ เสียงเป็นส่วนหนึ่งของผลกระทบที่สำคัญของชุมชน ส่วนระดับเสียงภายในอาคารอยู่ในระดับปานกลาง คือ มีการร้องทุกข์อย่างกว้างขวาง กล่าวได้ว่าระดับเสียงในกรณีศึกษานั้นอยู่ในระดับที่ไม่เหมาะสมต่อสถาบันการศึกษา ซึ่งผลที่ได้นั้นมี ความใกล้เคียงกับสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ดังนั้น ผลกระทบจากกรณีศึกษา อันรวมไปถึงผลด้านความรู้สึกที่ได้จากแบบสำรวจความคิดเห็น ย่อมสามารถเปรียบเทียบผลร่วมกันได้ และส่วนของ การปรับปรุงอาคารเพื่อลดผลกระทบจะใช้การปรับปรุงในส่วนของหน้าต่างซึ่งเป็นส่วนที่เสียงสามารถส่งผลกระทบต่อบุคคลที่ทำการกรรมภายในอาคารมากที่สุด โดยจะคำนึงถึงทั้งทางด้านประสิทธิภาพ และราคา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title the Study of Noise Impact on the Learning Activities in the Educational Institute Located Near the Airport: the Case Study of Rajabhat Pranakorn University

Student Mr. Raweepan Phetrong
Mr. Suriya Khongthong

Degree Bachelor of Engineering in Industrial Engineering
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

Academic Year 2005

Thesis Advisor Asst.Prof .Dr. Sunpasit Limnararat
Mr. Chouwalit Hamontree

ABSTRACT

This thesis proposes to a study of noise impact on the learning activities in the educational institute located near the airport. This project find; the way to improve the building that located at Faculty of Engineer, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL). This thesis is divided into 2 parts, quantitative data considering aircraft noise level and qualitative data by using questionnaires asking for opinions from teachers and students of case study about aircraft noise.

The result of project showed that as the affect of aircraft noise has an influence on communication during classes in the building. Replacement of window glasses was suggested to protect noise impact.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ในการจัดทำโครงการปริญญาโทครั้งนี้ ทางผู้จัดทำโครงการปริญญาโทต้องขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ผู้ควบคุมโครงการทั้ง 2 ท่าน คือ ผศ.ดร. สรรพสิทธิ์ ลิ้มบรรดินันท์ และอาจารย์เชาวลิต หามนตรี ที่กรุณาสละเวลา ในการให้คำปรึกษา แนะนำ ติดตามผลความคืบหน้า และช่วยปรับปรุงแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นจนทำให้โครงการปริญญาโทสำเร็จได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา ที่สนับสนุนอุปกรณ์วัดระดับเสียง และ ขาดัง รวมทั้งแนะนำวิธีการใช้งานเครื่องมือที่ถูกต้อง

ขอขอบพระคุณ บุคลากรผู้ปฏิบัติงานอยู่ในท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ นักศึกษา และคณาจารย์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครทุกท่าน ที่ให้การสนับสนุนข้อมูล และให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

ขอขอบคุณ สมาชิกชมรมรักบี้ฟุตบอล และ สมาชิกชมรมฟุตบอล สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังทุกคน ที่คอยให้การแนะนำ ช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจในการทำโครงการปริญญาโทครั้งนี้

ขอขอบคุณ ศิลปินกลุ่ม คณะสลีปโนต (Slipknot) คอรัน (Korn) เมทัลลิกา (Metallica) รวมถึง ศิลปินเดี่ยว คือ จาห์ บ็อบ มาร์เลย์ (Jah Bob Marley) ซึ่งเป็นกลุ่มบุคคลที่มอบกำลังใจและแรงบันดาลใจอย่างมากในการดำเนินงาน และการดำเนินชีวิต

สุดท้ายขอขอบพระคุณ บิดา มารดา และญาติพี่น้อง ที่คอยให้คำแนะนำและกำลังใจตลอดมา

นายวิพันธุ์ เพชรรงค์

นายสุริยา คงทอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ข
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญ.....	ง
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญรูป.....	ฉ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ.....	1
1.3 ขอบเขตของการศึกษา.....	1
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและแนวคิดที่ประยุกต์ใช้ในการศึกษาวิจัย.....	3
2.1 บทนำ.....	3
2.2 ทฤษฎีเสียง และ หน่วยการอธิบายระดับเสียง.....	3
2.2.1 ความรู้พิสัยพื้นฐานด้านเสียง.....	3
2.2.2 การอธิบายระดับเสียง (Noise Descriptor).....	4
2.2.3 นิยามของหน่วยการอธิบายระดับเสียง.....	7
2.2.4 ข้อกำหนดที่ใช้ในเปรียบเทียบระดับเสียงกับผลกระทบ.....	14
2.3 ทฤษฎีสถิติเชิงสังคมศาสตร์.....	20
2.3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประเภทแบบสอบถาม.....	20
2.3.2 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง.....	27
2.4 ทฤษฎีการปรับปรุงอาคารเพื่อลดผลกระทบ.....	29
2.4.1 โครงสร้างอาคาร และ จนวนลระดับเสียงเครื่องบิน.....	29
2.4.2 ความสามารถในการลดผลกระทบของกระจกแบบต่างๆ.....	29
2.4.3 การประมาณราคา.....	30
บทที่ 3 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....	32
3.1 ศึกษาผลกระทบจากเสียงของสนามบินสุวรรณภูมิ.....	32
3.1.1 องค์ประกอบของแผนที่การกระจายของระดับเสียง (Noise Contour Map).....	33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ผู้ใดเห็นประโยชน์ในการนำ
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.1.2 กรณีศึกษาการกระจายระดับเสียงของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ.....	34
3.2 การวัดและสำรวจข้อมูลที่เกี่ยวข้อง.....	34
3.2.1 การวัดระดับเสียงเครื่องบินที่มีต่อกรณีศึกษา.....	34
3.2.2 การแจกแบบสอบถามสำรวจความคิดเห็นนักศึกษาและคณาจารย์.....	36
3.3 การประมวลผลข้อมูลที่ได้ศึกษา.....	42
3.3.1 ผลการวัดระดับเสียงเครื่องบินที่บินผ่านมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร.....	42
3.3.2 ผลการสำรวจความคิดเห็นนักศึกษาและคณาจารย์โดยแบบสอบถาม.....	45
3.4 การหาวิธีการ ในการลดผลกระทบของเสียงเครื่องบิน.....	47
3.4.1 การศึกษาคำแห่งของอาคารที่ต้องทำการแก้ไข.....	47
3.4.2 การหาพื้นที่รวมของกระจกของอาคารเรียน 12 ชั้น.....	48
3.4.3 การคำนวณราคากระจกที่ใช้ในการปรับปรุงอาคาร.....	48
3.4.4 การคำนวณราคาวัสดุข้างอัดของกระจก.....	49
3.4.5 การคำนวณค่าแรง.....	49
3.4.6 การคำนวณราคารวมในการปรับปรุงอาคารเพื่อลดผลกระทบ.....	50
บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน.....	51
4.1 ผลการศึกษาผลกระทบจากเสียงของสนามบินสุวรรณภูมิ.....	51
4.1.1 สถานการณ์ที่ 1.....	51
4.1.2 สถานการณ์ที่ 2.....	52
4.1.3 สถานการณ์ที่ 3.....	52
4.2 ผลการการวัดระดับเสียงและสำรวจความคิดเห็นโดยแบบสอบถาม.....	53
4.2.1 ผลการวัดระดับเสียงเครื่องบินที่มีต่อกรณีศึกษา.....	53
4.2.2 ผลการแจกแบบสอบถามสำรวจความคิดเห็นนักศึกษาและคณาจารย์.....	57
4.3 ผลการดำเนินงาน ในส่วนของการประมวลผลข้อมูลที่ได้.....	57
4.3.1 การประมวลผลการวัดระดับเสียงเครื่องบินที่บินผ่านมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร.....	57
4.3.2 การประมวลผลแบบสอบถามโดยโปรแกรมเอสพีเอสเอส (SPSS).....	61
4.4 การหาวิธีการ ในการลดผลกระทบ.....	78
4.4.1 ผลการคำนวณพื้นที่กระจกของอาคารเรียน 12 ชั้น.....	78
4.4.2 ผลการคำนวณราคากระจกที่ใช้ในการปรับปรุงอาคาร.....	80
4.4.3 ผลการคำนวณราคาวัสดุข้างอัดของกระจก.....	80
4.4.4 การคำนวณค่าแรง.....	81

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.4.5 การคำนวณราคารวมในการปรับปรุงอาคารเพื่อลดผลกระทบ.....	82
บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงาน.....	84
5.1 การศึกษาผลกระทบจากเสียงของสนามบินสุวรรณภูมิ.....	84
5.2 สรุปผลการการวิเคราะห์ระดับเสียงและ การสำรวจความคิดเห็น โดยแบบสอบถาม จากกรณีศึกษา.....	84
5.2.1 สรุปผลการการวิเคราะห์ระดับเสียง.....	84
5.2.2 การสำรวจความคิดเห็น โดยแบบสอบถาม.....	85
5.3 การเปรียบเทียบผลกระทบจากกรณีศึกษา.....	85
5.4 สรุปผลการปรับปรุงสภาพอาคารเพื่อลดผลกระทบ.....	86
5.5 ข้อเสนอแนะ.....	86
หนังสืออ้างอิง	87
ภาคผนวก ก.....	ผก 1
ภาคผนวก ข.....	ผข 1
ภาคผนวก ค.....	ผค 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 แสดงคุณสมบัติเฉพาะของเสียงที่มีผลต่อค่าระดับเสียงที่ต้องแก้ไข (dB(A)).....	12
ตารางที่ 2.2 แสดงช่วงเวลาของวันที่มีผลต่อค่าระดับเสียงที่ต้องแก้ไข (dB(A))).....	12
ตารางที่ 2.3 แสดงการใช้ประโยชน์ของพื้นที่ที่มีผลต่อค่าระดับเสียงที่ต้องแก้ไข (dB(A)).....	12
ตารางที่ 2.4 แสดงสภาวะของหน้าต่างของอาคารหรือห้องที่มีผลต่อค่าระดับเสียงที่ต้องแก้ไข (dB(A))	13
ตารางที่ 2.5 เกณฑ์แนะนำของระดับเสียงที่ควรจะเป็น ในสภาพห้องในอาคารชนิดต่างๆ (Noise Criterion)	13
ตารางที่ 2.6 เกณฑ์แนะนำธรรมชาติของการตอบสนองของชุมชน.....	14
ตารางที่ 2.7 แสดงค่าระดับเสียงในระดับต่างๆและผลกระทบที่มีต่อประชากรในชุมชน.....	16
ตารางที่ 2.8 ข้อกำหนดที่แสดงระดับเสียงควบคุมในสภาพแวดล้อมแบบต่างๆ (WHO guideline value for community noise in various environments)	19
ตารางที่ 2.9 แสดงข้อความที่ใช้ในแต่ละประเภทคำถามของแบบวัดเจตคติของลิเคอร์ท์.....	24
ตารางที่ 2.10 แสดงประเภทของหน้าต่างและระดับเสียงที่ลดได้.....	29
ตารางที่ 2.11 แสดงการจำลองการคำนวณราคารวมกระจก.....	31
ตารางที่ 3.1 แสดงสี่เสาคความหมายของเส้นแสดงระดับเสียงในแผนที่การกระจายของระดับเสียง.....	33
ตารางที่ 3.2 แสดงกรณีศึกษาการกระจายของเสียงเครื่องบิน จากสถานการณ์การขึ้นลงของเครื่องบินบนทางวิ่งของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ.....	34
ตารางที่ 3.3 แสดงข้อมูลจำเพาะที่เกี่ยวข้องในการวัดระดับเสียงภายนอกอาคาร.....	35
ตารางที่ 3.4 แสดงข้อมูลจำเพาะที่เกี่ยวข้องในการวัดระดับเสียงภายในอาคาร.....	36
ตารางที่ 3.5 แสดงจำนวนนักศึกษาของมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครแบ่งตามคณะที่ศึกษา ชั้นปีที่ศึกษา และ เพศของนักศึกษา.....	39
ตารางที่ 3.6 แสดงจำนวนนักศึกษาแต่ละคณะและขนาดกลุ่มตัวอย่างขั้นต่ำที่ต้องแจกแบบสอบถาม.....	40
ตารางที่ 3.7 แสดงจำนวนบุคลากรของมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร.....	40
ตารางที่ 3.8 แสดงจำนวนประชากรของบุคลากรที่มีกิจกรรมทางการเรียนการสอนและจำนวนกลุ่มตัวอย่างขั้นต่ำ.....	41
ตารางที่ 3.9 แสดงระดับเสียงยกเว้นของระดับเสียงรบกวน ในมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร.....	43
ตารางที่ 3.10 แสดงข้อมูลจำเพาะในการวิเคราะห์ระดับเสียงเพื่อหาเกณฑ์แนะนำธรรมชาติของการตอบสนองของชุมชน.....	44
ตารางที่ 3.11 แสดงตัวแปรที่ใช้ในคำถามตอนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานของผู้ตอบแบบสอบถาม โดยมีกลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษา.....	45
ตารางที่ 3.12 แสดงตัวแปรที่ใช้ในคำถามตอนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานของผู้ตอบแบบสอบถาม โดยมีกลุ่มตัวอย่างเป็นคณาจารย์.....	46
ตารางที่ 3.13 แสดงหลักเกณฑ์การให้คะแนนของคำถามตอนที่ 2 คำถามสำรวจความคิดเห็น.....	46
ตารางที่ 3.14 แสดงเส้นทางเข้าอาคารของระดับเสียงและระดับเสียงที่ลดได้.....	47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า
ตารางที่ 3.15 แสดงระดับเสียงที่สามารถลดได้เมื่อเสียงเดินทางผ่านช่องหน้าต่าง.....	48
ตารางที่ 3.16 แสดงราคากระจกแต่ละประเภทในตลาด ตามราคากลางวัสดุก่อสร้างประจำเดือน ธันวาคม พ.ศ. 2548.....	49
ตารางที่ 3.17 แสดงประเภทของหน้าต่างและระดับเสียงที่ลดได้	50
ตารางที่ 4.1 อาคารเรียนของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังที่ได้รับผลกระทบ จากระดับเสียงเครื่องบินและระดับเสียงที่ได้จากการพยากรณ์ อ้างอิงจากสถานการณ์ที่ 1	51
ตารางที่ 4.2 อาคารเรียนของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังที่ได้รับผลกระทบ จากระดับเสียงเครื่องบินและระดับเสียงที่ได้จากการพยากรณ์ อ้างอิงจากสถานการณ์ที่ 2	52
ตารางที่ 4.3 อาคารเรียนของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังที่ได้รับผลกระทบ จากระดับเสียงเครื่องบินและระดับเสียงที่ได้จากการพยากรณ์ อ้างอิงจากสถานการณ์ที่ 3	52
ตารางที่ 4.4 แสดงจำนวนประชากร จำนวนกลุ่มตัวอย่าง และ จำนวนที่สำรวจจริง ในการสำรวจความคิดเห็น ของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร.....	57
ตารางที่ 4.5 แสดงจำนวนประชากร จำนวนกลุ่มตัวอย่าง และ จำนวนที่สำรวจจริง ในการสำรวจความคิดเห็น ของคณาจารย์มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร.....	57
ตารางที่ 4.6 แสดงการคาดคะเนผลกระทบของเสียงต่อประชาชนจากการวัดระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมงทั้ง 3 ครั้ง...	58
ตารางที่ 4.7 แสดงระดับเสียงเฉลี่ย 8 ชั่วโมง วัดภายในอาคาร เปรียบเทียบกับข้อกำหนดขององค์การอนามัยโลก...	59
ตารางที่ 4.8 ข้อมูลจำเพาะในการประมวลผลระดับเสียงเฉลี่ย 8 ชั่วโมงวัดภายในอาคาร โดยใช้การคำนวณค่า ระดับอัตราเสียงต่อชุมชน (Rating Noise Level, L_r in dB).....	60
ตารางที่ 4.9 แสดงข้อมูลเพศของผู้ตอบแบบสอบถามที่เป็นนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร.....	61
ตารางที่ 4.10 แสดงข้อมูลอายุของผู้ตอบแบบสอบถามที่เป็นนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร.....	62
ตารางที่ 4.11 แสดงข้อมูลชั้นปีที่ศึกษาของผู้ตอบแบบสอบถามที่เป็นนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร.....	63
ตารางที่ 4.12 แสดงข้อมูลคณะที่ศึกษาของผู้ตอบแบบสอบถามที่เป็นนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร.....	64
ตารางที่ 4.13 แสดงจำนวนผู้ตอบแบบสอบถาม ในคำถามแต่ละข้อของของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร หัวข้อสภาพโดยทั่วไป.....	65
ตารางที่ 4.14 แสดงจำนวนผู้ตอบแบบสอบถามในคำถามแต่ละข้อของของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร หัวข้อเกี่ยวกับการเรียนการสอน.....	66
ตารางที่ 4.15 แสดงจำนวนผู้ตอบแบบสอบถามในคำถามแต่ละข้อของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร หัวข้อผลสัมฤทธิ์ของการเรียนการสอนกรณีมีเครื่องบินบินผ่าน.....	67
ตารางที่ 4.16 แสดงจำนวนผู้ตอบแบบสอบถามในคำถามแต่ละข้อของของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร หัวข้อการแก้ไขปัญหาผลกระทบจากเสียงเครื่องบิน.....	68

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า
ตารางที่ 4.17 แสดงข้อมูลเพศของผู้ตอบแบบสอบถามที่เป็นคณาจารย์มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร.....	69
ตารางที่ 4.18 แสดงข้อมูลอายุของผู้ตอบแบบสอบถามที่เป็นคณาจารย์มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร.....	70
ตารางที่ 4.19 แสดงข้อมูลระดับการศึกษาสูงสุดของผู้ตอบแบบสอบถามที่เป็นคณาจารย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร.....	71
ตารางที่ 4.20 แสดงข้อมูลประเภทของบุคลากรของผู้ตอบแบบสอบถามที่เป็นคณาจารย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร.....	72
ตารางที่ 4.21 แสดงจำนวนผู้ตอบแบบสอบถามในคำถามแต่ละข้อของคณาจารย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครหัวข้อสภาพโดยทั่วไป.....	73
ตารางที่ 4.22 แสดงจำนวนผู้ตอบแบบสอบถามในคำถามแต่ละข้อของคณาจารย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร หัวข้อเกี่ยวกับการเรียนการสอน.....	74
ตารางที่ 4.23 แสดงจำนวนผู้ตอบแบบสอบถามในคำถามแต่ละข้อของคณาจารย์มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร หัวข้อผลสัมฤทธิ์ของการเรียนการสอนกรณีเครื่องบินบินผ่าน.....	75
ตารางที่ 4.24 แสดงจำนวนผู้ตอบแบบสอบถามในคำถามแต่ละข้อของคณาจารย์มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร หัวข้อการแก้ไขปัญหาผลกระทบจากเสียงเครื่องบิน.....	76
ตารางที่ 4.25 แสดงตัวแปรที่ต้องพิจารณาในการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม.....	77
ตารางที่ 4.26 แสดงผลการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามนักศึกษาและคณาจารย์.....	77
ตารางที่ 4.27 แสดงผลการทดสอบเกณฑ์ความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม นักศึกษาและคณาจารย์.....	77
ตารางที่ 4.28 แสดงจำนวนกระจัดแต่ละประเภทและประเภทของกระจัดในแต่ละชั้นของอาคารเรียน 12 ชั้น.....	78
ตารางที่ 4.29 แสดงพื้นที่กระจัดในแต่ละประเภทของหน้าต่าง และพื้นที่รวมของกระจัดทั้งหมดในการปรับปรุง อาคารเพื่อลดผลกระทบ.....	79
ตารางที่ 4.30 แสดงราคากระจัดที่ใช้ในการปรับปรุงอาคารเพื่อลดผลกระทบ.....	80
ตารางที่ 4.31 ผลการคำนวณเส้นรอบรูปและราคาประเมินของวัสดุยางอัดขอบกระจัดในหน้าต่างแต่ละประเภทของ อาคารเรียน 12 ชั้น.....	81
ตารางที่ 4.32 แสดงการคำนวณราคารวมในการแก้ไขโดยหน้าต่างประเภทที่ 1	82
ตารางที่ 4.33 แสดงการคำนวณราคารวมในการแก้ไข โดยหน้าต่างประเภทที่ 2	82
ตารางที่ 4.34 แสดงการคำนวณราคารวมในการแก้ไข โดยหน้าต่างประเภทที่ 3	83
ตารางที่ ผข 1 แสดงข้อมูลจำเพาะในการวัดระดับเสียงเฉลี่ยภายนอกอาคาร ครั้งที่ 1	ผข 2
ตารางที่ ผข 2 แสดงข้อมูลจำเพาะในการวัดระดับเสียงเฉลี่ยภายนอกอาคาร ครั้งที่ 2	ผข 3
ตารางที่ ผข 3 แสดงข้อมูลจำเพาะในการวัดระดับเสียงเฉลี่ยภายนอกอาคาร ครั้งที่ 3	ผข 4
ตารางที่ ผข 1 แสดงข้อมูลจำเพาะในการวัดระดับเสียงเฉลี่ยภายในอาคาร ครั้งที่ 1	ผข 5
ตารางที่ ผข 2 แสดงข้อมูลจำเพาะในการวัดระดับเสียงเฉลี่ยภายในอาคาร ครั้งที่ 2	ผข 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ ผข 3 แสดงข้อมูลจำเพาะในการวัดระดับเสียงเฉลี่ยภายในอาคาร ครั้งที่ 3 ผข 7



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 2.1 โครงสร้างของการอธิบายระดับเสียง (Noise Descriptor).....	6
รูปที่ 2.2 การคำนวณระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมงโดยใช้กราฟ.....	8
รูปที่ 2.3 แสดงกราฟวงจรม้วนน้ำหนักระดับเสียงแบบต่างๆ.....	9
รูปที่ 2.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับเสียงที่ได้รับและระดับเสียงเฉลี่ย.....	10
รูปที่ 2.5 แสดงระดับเจตคติของลิเคอร์ท์.....	23
รูปที่ 2.6 แสดงข้อความที่ใช้ในแบบวัดเจตคติของลิเคอร์ท์.....	23
รูปที่ 2.7 แสดงข้อความและการให้น้ำหนักคำถามประเภทบวกในแบบวัดเจตคติของลิเคอร์ท์.....	25
รูปที่ 2.8 แสดงข้อความและการให้น้ำหนักคำถามประเภทลบในแบบวัดเจตคติของลิเคอร์ท์.....	25
รูปที่ 2.9 แสดงรูปแบบการเข้าสู่อาคารของเสียง และระดับเสียงที่ลดลงเมื่อผ่านเข้าสู่อาคาร.....	29
รูปที่ 3.1 แสดงขั้นตอนการดำเนินงานในการทำโครงการ.....	32
รูปที่ 3.2 แสดงลักษณะของทางวิ่งของสนามบินสุวรรณภูมิ.....	33
รูปที่ 3.3 แสดงหัวข้อของคำถามในแบบสอบถาม.....	36
รูปที่ 4.1 กราฟเส้นแสดงระดับเสียงในช่วงเวลาต่างๆ ของมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครจากการวัดระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมงภายนอกอาคาร ครั้งที่ 1.....	53
รูปที่ 4.2 กราฟเส้นแสดงระดับเสียงในช่วงเวลาต่างๆ ของมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครจากการวัดระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมงภายนอกอาคาร ครั้งที่ 2.....	54
รูปที่ 4.3 กราฟเส้นแสดงระดับเสียงในช่วงเวลาต่างๆ ของมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครจากการวัดระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมงภายนอกอาคาร ครั้งที่ 3.....	54
รูปที่ 4.4 กราฟเส้นแสดงระดับเสียงในช่วงเวลาต่างๆ ภายในอาคาร ของมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครจากการวัดระดับเสียงเฉลี่ย 8 ชั่วโมงภายในอาคาร ครั้งที่ 1.....	55
รูปที่ 4.5 กราฟเส้นแสดงระดับเสียงในช่วงเวลาต่างๆ ภายในอาคาร ของมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครจากการวัดระดับเสียงเฉลี่ย 8 ชั่วโมงภายในอาคาร ครั้งที่ 2.....	56
รูปที่ 4.6 กราฟเส้นแสดงระดับเสียงในช่วงเวลาต่างๆ ภายในอาคาร ของมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครจากการวัดระดับเสียงเฉลี่ย 8 ชั่วโมงภายในอาคาร ครั้งที่ 3.....	56
รูปที่ 4.7 แผนภูมิแท่งแสดงจำนวนของแต่ละเพศของผู้ตอบแบบสอบถามที่เป็นนักศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร.....	61
รูปที่ 4.8 แผนภูมิแท่งแสดงจำนวนของแต่ละช่วงอายุของผู้ตอบแบบสอบถามที่เป็นนักศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร.....	62
รูปที่ 4.9 แผนภูมิแท่งแสดงจำนวนของแต่ละชั้นปีของผู้ตอบแบบสอบถามที่เป็นนักศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร.....	63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 4.10 แผนภูมิแท่งแสดงจำนวนของแต่ละคณะของผู้ตอบแบบสอบถามที่เป็นนักศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร.....	64
รูปที่ 4.11 แผนภูมิแท่งแสดงจำนวนของแต่ละเพศของผู้ตอบแบบสอบถามที่เป็นคณาจารย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร.....	69
รูปที่ 4.12 แผนภูมิแท่งแสดงจำนวนของแต่ละช่วงอายุของผู้ตอบแบบสอบถามที่เป็นคณาจารย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร.....	70
รูปที่ 4.13 แผนภูมิแท่งแสดงจำนวนของแต่ละระดับของการศึกษาสูงสุดของผู้ตอบแบบสอบถามที่เป็น คณาจารย์มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร.....	71
รูปที่ 4.14 แผนภูมิแท่งแสดงจำนวนของแต่ละประเภทของบุคลากรของผู้ตอบแบบสอบถามที่เป็นคณาจารย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร.....	72
รูปที่ ผก 1 แสดงเส้นการกระจายระดับเสียงของสถานการณ์ที่ 1 บริเวณด้านเหนือของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ.....	ผก 2
รูปที่ ผก 2 แสดงเส้นการกระจายระดับเสียงของสถานการณ์ที่ 1 บริเวณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.....	ผก 2
รูปที่ ผก 3 แสดงเส้นการกระจายระดับเสียงของสถานการณ์ที่ 2 บริเวณด้านเหนือของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ.....	ผก 3
รูปที่ ผก 4 แสดงเส้นการกระจายระดับเสียงของสถานการณ์ที่ 2 บริเวณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.....	ผก 3
รูปที่ ผก 5 แสดงเส้นการกระจายระดับเสียงของสถานการณ์ที่ 3 บริเวณด้านเหนือของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ.....	ผก 4
รูปที่ ผก 6 แสดงเส้นการกระจายระดับเสียงของสถานการณ์ที่ 3 บริเวณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.....	ผก 4
รูปที่ ผข 1 แสดงข้อมูลจำเพาะในการวัดระดับเสียงเฉลี่ยภายนอกอาคาร ครั้งที่ 1 ที่ได้จากเครื่องวัดระดับเสียง	ผข 2
รูปที่ ผข 1 แสดงข้อมูลจำเพาะในการวัดระดับเสียงเฉลี่ยภายนอกอาคาร ครั้งที่ 2 ที่ได้จากเครื่องวัดระดับเสียง.....	ผข 3
รูปที่ ผข 1 แสดงข้อมูลจำเพาะในการวัดระดับเสียงเฉลี่ยภายนอกอาคาร ครั้งที่ 3 ที่ได้จากเครื่องวัดระดับเสียง	ผข 4
รูปที่ ผข 1 แสดงข้อมูลจำเพาะในการวัดระดับเสียงเฉลี่ยภายในอาคาร ครั้งที่ 1 ที่ได้จากเครื่องวัดระดับเสียง	ผข 5
รูปที่ ผข 1 แสดงข้อมูลจำเพาะในการวัดระดับเสียงเฉลี่ยภายในอาคาร ครั้งที่ 2 ที่ได้จากเครื่องวัดระดับเสียง	ผข 6
รูปที่ ผข 1 แสดงข้อมูลจำเพาะในการวัดระดับเสียงเฉลี่ยภายในอาคาร ครั้งที่ 3 ที่ได้จากเครื่องวัดระดับเสียง	ผข 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ในปัจจุบันนี้ การโดยสารทางอากาศโดยเครื่องบินได้รับความนิยมอย่างมาก และเพื่อพัฒนาประเทศไทยให้เป็นศูนย์กลางการบินนานาชาติแห่งใหม่ของเอเชีย โครงการก่อสร้างท่าอากาศยานสุวรรณภูมิจึงได้เกิดขึ้น โดยวางแผนให้รองรับจำนวนเที่ยวบินได้จำนวนมาก โครงการก่อสร้างท่าอากาศยานสุวรรณภูมิจะแล้วเสร็จ และเปิดดำเนินการจริงในเดือนมิถุนายน พุทธศักราช 2549

เนื่องจากเครื่องบินเป็นพาหนะที่มีระดับความเข้มเสียงสูง และด้วยจำนวนเที่ยวบินต่อวันที่มีจำนวนมากของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ ย่อมก่อให้เกิดมลภาวะทางเสียงต่อชุมชนรอบข้าง ซึ่งรวมทั้งสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังด้วย ระดับเสียงเครื่องบินที่บินผ่านสถาบันอาจจะส่งผลกระทบต่อการเรียนการสอนภายในสถาบันได้

โครงการปริญญาโทฉบับนี้ มีจุดประสงค์ในการศึกษาผลกระทบของเสียงเครื่องบินที่มีผลต่อการเรียนการสอนของสถานศึกษาที่อยู่ใกล้สนามบิน โดยอาศัยมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครเป็นกรณีศึกษา ทั้งนี้เพื่อนำไปสู่การหาแนวทางลดผลกระทบของเสียงเครื่องบินภายในสถาบันต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อศึกษาถึงผลกระทบของเสียงเครื่องบินที่มีต่อการเรียนการสอน ในสถานศึกษาที่เป็นกรณีตัวอย่างคือ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
2. หาวิธีในการปรับปรุงอาคารเรียนของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เพื่อช่วยลดผลกระทบอันเนื่องมาจากเสียงรบกวนจากเครื่องบินของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

1. ศึกษาถึงระดับผลกระทบของเสียงที่มีต่อการเรียนการสอนของมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
2. ทำการสำรวจความคิดเห็นของนักศึกษาและคณาจารย์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร เกี่ยวกับความรู้สึกลที่มีต่อเสียงรบกวนจากเครื่องบิน โดยอาศัยแบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการสำรวจ และใช้โปรแกรมเอสพีเอสเอส (SPSS) ในการประมวลผลโดยจะสำรวจเกี่ยวกับความรู้สึกที่มีต่อการเรียนการสอนเท่านั้น
3. ศึกษาวิธีการในการปรับปรุงอาคาร โดยวัดระดับเสียงแบบต่างๆ เพื่อลดผลกระทบของเสียงรบกวน โดยหาแนวทางที่เหมาะสมที่สุดทั้งทางด้านต้นทุน และ ประสิทธิภาพ เพื่อใช้ในการปรับปรุงอาคารเรียนในสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทำให้ทราบถึงผลกระทบของเสียงรบกวนจากเครื่องบิน ที่มีต่อการเรียนการสอนในสถานศึกษา
2. เป็นแนวทางในการปรับปรุงสภาพอาคาร โดยวัสดุต่างๆ เพื่อลดผลกระทบของเสียงรบกวนจากเครื่องบิน
3. เป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาเสียงรบกวนจากเครื่องบิน ที่จะเกิดขึ้นกับสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังในอนาคต



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและแนวคิดที่ประยุกต์ใช้ในการศึกษาวิจัย

2.1 บทนำ

ในการทำโครงการปริญญาโทหรือปริญญาตรีเป็นการศึกษาเกี่ยวกับเสียงที่มีผลกระทบต่อสุขภาพจากสนามบิน ทฤษฎีที่ใช้จะเกี่ยวข้องกับเรื่องหน่วยวัดเสียงและวิธีการใช้เครื่องมือวัดระดับเสียงในการสำรวจมลภาวะ ประสานรวมกับความรู้ทางด้านสถิติเชิงสังคมศาสตร์ กล่าวคือ วิธีการออกแบบแบบสอบถามและคำนวณหาค่าเฉลี่ยที่เหมาะสม เพื่อทำการสำรวจความคิดเห็นของประชากรในบริเวณที่ได้รับผลกระทบ รวมจนถึง ทฤษฎีการประมาณราคาซึ่งเกี่ยวกับการประมาณราคาวัสดุที่ต้องใช้ในการปรับปรุงอาคาร ซึ่งทั้งหมดจะได้กล่าวถึงในส่วนของทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

2.2 ทฤษฎีเสียง และ หน่วยการอธิบายระดับเสียง

2.2.1 ความรู้ฟิสิกส์พื้นฐานด้านเสียง

2.2.1.1 เสียง (Sound)

ทางกายภาพ หมายถึง การสั่นสะเทือนของตัวกลาง หรืออากาศ ที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงความดันบรรยากาศจากแหล่งกำเนิดที่ทำให้เกิดการสั่นนั้น (กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, 2544)

2.2.1.2 เสียงรบกวน (Noise)

ในด้านความรู้สึกของมนุษย์ต่อเสียงนั้น อาจกล่าวได้ว่า เสียงรบกวน คือ เสียงที่มนุษย์ไม่ต้องการได้ยิน หรือไม่พึงประสงค์จะรับรู้ ซึ่งความรู้สึกต่อเสียงนี้จะมีความแตกต่างกันไปในแต่ละคน เมื่อได้ยินเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงเดียวกันอาจเป็นเสียงรบกวนของคนหนึ่งในขณะที่อีกคนหนึ่งรู้สึกชอบ อยากได้ยิน เช่น เสียงดนตรีร็อค เสียงจากเครื่องดนตรีรถยนต์เฟอร์รารี เสียงดนตรีคลาสสิก เป็นต้น แต่ก็จะมีเสียงบางเสียงที่คนส่วนใหญ่รู้สึกว่าเป็นเสียงรบกวน เช่น รอยกรีดหรือขูดบนแผ่นเสียง เสียงการขึ้นลงของเครื่องบิน เสียงจากการแข่งรถยนต์ในสนามแข่งรถ เป็นต้น จะเห็นได้ว่า การตัดสินว่าเป็นเสียงรบกวนหรือไม่นั้น มีเรื่องของความรู้สึกของมนุษย์ต่อเสียงเข้ามาเกี่ยวข้องในการพิจารณา แยกแยะความรู้สึกการรับรู้เสียงของมนุษย์ด้วย ทำให้การศึกษาที่มีในเรื่องของมลพิษทางเสียง หรือผลการรบกวน นั้นมีความซับซ้อน และมีรายละเอียดมาก ต้องใช้องค์ประกอบความรู้หลายสาขาวิชาในการวิเคราะห์และศึกษา

2.2.1.3 มลพิษทางเสียง (Noise Pollution)

เป็นเรื่องที่กล่าวถึงผลกระทบของเสียงที่มีต่อมนุษย์ หรือสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ทั้งทางด้านกายภาพต่อร่างกายมนุษย์ และจิตใจ นอกจากนี้ยังมีความเกี่ยวข้องกันในผลกระทบทั้งสองด้าน การศึกษาวิชามลพิษทางเสียงจึงเป็นการศึกษาในหลายมุมมอง และผสมผสานผลกระทบด้านกายภาพและความรับรู้ทางด้านจิตใจของมนุษย์ในเวลาเดียวกัน ต่อเนื่องจากมลพิษทางเสียง เป็นมลพิษที่ไม่ใช่การเปลี่ยนแปลงหรือหมุนเวียนของสสาร หากแต่เป็นการศึกษาการเปลี่ยนแปลง การเคลื่อนที่ของพลังงาน จึงมีความจำเป็นที่จะต้องศึกษาเสียงในด้านกายภาพเป็นพื้นฐาน เช่น ฟิสิกส์ของเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของพลังงาน เป็นต้น เพื่อให้มีความเข้าใจ และสามารถควบคุมพลังงานเสียงอย่างอง่แท้ และประสานประโยชน์จากพลังงานเสียงให้เกิดแก่สังคมมนุษย์มากที่สุด

2.2.2 การอธิบายระดับเสียง (Noise Descriptor)

การศึกษาในเรื่องของเสียง ไม่ว่าเพื่อวัตถุประสงค์ใด เช่น การประเมิน การควบคุม และการตรวจวัดระดับเสียง เป็นต้น พารามิเตอร์ที่จะใช้ในการแสดงค่าระดับเสียงที่บ่งถึงสถานการณ์เสียง ที่ถูกต้องตรงกับวัตถุประสงค์นั้นๆ มีความสำคัญอย่างยิ่ง ดังนั้นจะต้องมีการศึกษารายละเอียด วิธีการเก็บข้อมูล การตรวจวัด การคำนวณ และการประเมินที่เป็นวิธีการเฉพาะของแต่ละพารามิเตอร์ และสามารถนำไปใช้ในทางปฏิบัติได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

เสียงเมื่อเดินทางผ่านอากาศมาที่อวัยวะรับการได้ยินของมนุษย์ คือ หู ซึ่งเป็นระบบเปิดและมีความไวต่อความดันอากาศมาก มนุษย์จะรู้สึกได้ยินก็ต่อเมื่อมีการนำสัญญาณเสียงนั้นผ่านระบบการได้ยินในหูชั้นต่างๆ แปลงเป็นสัญญาณประสาทโดยอวัยวะที่เรียกว่า เซลล์ขน สัญญาณประสาทส่งไปแปลผลที่สมอง มนุษย์จึงรับรู้ได้ว่าเสียงที่ได้อินนั้นเป็นอย่างไร เพื่อจะอธิบายเสียงที่ได้อินในเชิงสมการคณิตศาสตร์ สามารถทำได้ในสองลักษณะคือ ฟังก์ชันของเวลา (Time domain) กับฟังก์ชันของความถี่ (Frequency domain)

ฟังก์ชันของเวลา สามารถอธิบายเสียงในลักษณะ ระดับความดังเสียง ในช่วงระยะเวลาที่เปลี่ยนแปลงไปเท่านั้น แต่ไม่มีคำอธิบายใดๆ ในเชิงของความถี่ของเสียงนั้นว่ามีความถี่ต่ำหรือสูง ในขณะที่ฟังก์ชันของความถี่สามารถอธิบายลักษณะของเสียงว่า มีความถี่เป็นอย่างไร สูงหรือต่ำ ซึ่งเป็นข้อมูลที่สำคัญในการเข้าใจถึงธรรมชาติของเสียงนั้นๆ ผลการรบกวนของเสียงต่อมนุษย์ นั้นนอกจากจะขึ้นอยู่กับระดับความดังแล้วยังขึ้นอยู่กับความถี่ของเสียงด้วยการอธิบายนั้นจะต้องทำการวิเคราะห์ความถี่ของสัญญาณเสียง มีหลายวิธีที่นิยม ได้แก่ การวิเคราะห์ความถี่แบบออกเทฟ (Octave band analysis) และ Fast Fourier Transform (FFT) ซึ่งจะให้ข้อมูลองค์ประกอบเด่นของความถี่ของระดับเสียงที่เราสนใจ และสามารถหาแหล่งกำเนิดที่แท้จริงของเสียง ตลอดจนวิธีการลดระดับเสียงนั้นได้

ดังนั้นถ้านำฟังก์ชันทั้งสองมาอธิบายลักษณะของเสียงในเวลาเดียวกัน ทำให้ทราบข้อมูลทั้งด้านระดับความดันเสียงที่เปลี่ยนไปในช่วงเวลาและองค์ประกอบความถี่เด่นต่างๆ ของเสียงนั้นๆ พร้อมกัน ทำให้สามารถเข้าใจถึงลักษณะธรรมชาติของเสียงนั้นได้อย่างแท้จริง กล่าวคือ สามารถหาแหล่งกำเนิดที่แท้จริงของเสียงนั้นจากองค์ประกอบความถี่เด่น สามารถทำนายค่าระดับเสียง และสามารถนำเสนอแนวทางในการลดระดับเสียงนั้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ ยกตัวอย่างเช่น เสียงจากมอเตอร์ ซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดเสียงอุตสาหกรรมและเป็นอุปกรณ์ที่มีอยู่ในเครื่องใช้และอุปกรณ์โดยทั่วไป ที่มีองค์ประกอบความถี่เด่นชัดเจนจนเป็นลักษณะเสียงแบบบริสุทธิ์ (Pure tone) หรือการวัดระดับเสียงในโรงงานอุตสาหกรรม เมื่อทำการตรวจวัดในฟังก์ชันของเวลาและความถี่ จะพบข้อมูลที่แสดงให้เห็นถึง ระดับเสียงที่ความถี่เด่น (Peak frequency) ของเสียงในโรงงานนั้น ทำให้เราพบต้นเหตุที่แท้จริงของปัญหานั้น (Source identification)

เมื่อเปรียบเทียบเสียงที่มีองค์ประกอบความถี่เด่นค่อนข้างสูงกับเสียงที่มีความถี่ค่อนข้างต่ำ โดยที่มีระดับความดันเสียงเท่ากัน เสียงที่มีองค์ประกอบความถี่สูงจะเป็นเสียงที่ทำให้รู้สึกรำคาญมากกว่าเสียงที่มีองค์ประกอบความถี่ต่ำ ซึ่งเสียงความถี่ต่ำจะทำให้เรารู้สึกเหนื่อยแทนที่จะรู้สึกรำคาญ ข้อสังเกตนี้มาจากผลการศึกษาของนักวิจัยในต่างประเทศหลายท่านที่รู้จักกันคือ Equal Loudness Contour โดยไครเตอร์ และ เพียร์สัน ทำการศึกษาค่าระดับเสียงที่คล้ายคลึงกับการได้ยินของมนุษย์มากที่สุดในระดับความดังที่ได้อินและความถี่ต่างๆ นำมาเขียนเป็นกราฟแสดงให้เห็นว่าเสียงที่มนุษย์ได้ยินที่ระดับเสียงและความถี่ต่างๆมีลักษณะไม่สม่ำเสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรานำสมการคณิตศาสตร์มาอธิบายการเปลี่ยนฟังก์ชันของเวลากับฟังก์ชันของความถี่ของข้อมูลเสียงซึ่งการเปลี่ยนฟังก์ชันของเวลาให้เป็นฟังก์ชันของความถี่ ทำได้โดยใช้สมการเปลี่ยนรูปแบบฟูรีเยร์ (Fourier Transform) ในทางตรงกันข้ามการเปลี่ยนฟังก์ชันของความถี่ให้เป็นฟังก์ชันของเวลา ทำได้โดยใช้สมการเปลี่ยนรูปแบบฟูรีเยร์แบบย้อนกลับ (Inverse Fourier Transform) แต่การวิเคราะห์ความถี่โดยใช้เครื่องวิเคราะห์ความถี่ (Frequency analyzer) ในปัจจุบันสามารถวิเคราะห์ให้ได้ทั้งสองฟังก์ชันพร้อมๆกัน

ในการศึกษาเรื่องเสียง นักวิจัยพยายามค้นหาวិธีการ หรือพารามิเตอร์มาเป็นตัวแทนที่จะสามารถอธิบายลักษณะของปัญหามลพิษทางเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงต่างๆ ที่ปรากฏอยู่ในสังคมมนุษย์ในพื้นที่ต่างๆ ของโลก ซึ่งจะเห็นได้ว่าเป็นปัญหาที่มีขอบเขตอยู่ในห้องถิ่น เท่านั้น และปัจจัยสภาพแวดล้อมในทางกายภาพหรือทางฟิสิกส์ค่อนข้างแน่นอนไม่เปลี่ยนแปลง แต่ปัจจัยสภาพแวดล้อมในเชิงผลกระทบของเสียงด้านความรู้สึก (Subjective) มีความผันแปรอย่างมาก และมีลักษณะค่อนข้างเฉพาะตัวขึ้นกับสังคมวัฒนธรรมของแต่ละห้องถิ่น คำพารามิเตอร์ที่มีการคิดค้นขึ้นเพื่ออธิบายธรรมชาติของเหตุการณ์ปัญหานั้น ถูกเรียกรวมๆว่า ซาวด์เดสคริปเตอร์ (Sound Descriptor) เมื่อมีการนำคำพารามิเตอร์นั้นมาใช้ก็จะมีผู้พบความจริงว่า ผลอธิบายของพารามิเตอร์นั้นๆ ไม่ถูกต้องเสมอไปในทุกกรณี ทำให้นักวิจัยบางท่าน ได้คิดค้นหาวิธีการตรวจวัดและพารามิเตอร์ที่ใช้อธิบายเหตุการณ์ของปัญหามลพิษทางเสียงให้ใกล้เคียงกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริงมากที่สุดของห้องถิ่นของตนเอง และพยายามบอกกล่าวว่าเดสคริปเตอร์ของตนนั้นมีความถูกต้องแม่นยำมากในการอธิบายธรรมชาติของเสียงในสถานการณ์ดังสมมติฐานของตน

การอธิบายสัญญาณเสียงในฟังก์ชันของเวลาและความถี่สามารถใช้พารามิเตอร์และการวิเคราะห์แบ่งออกเป็นกลุ่มได้ ดังรูปที่ 2.1

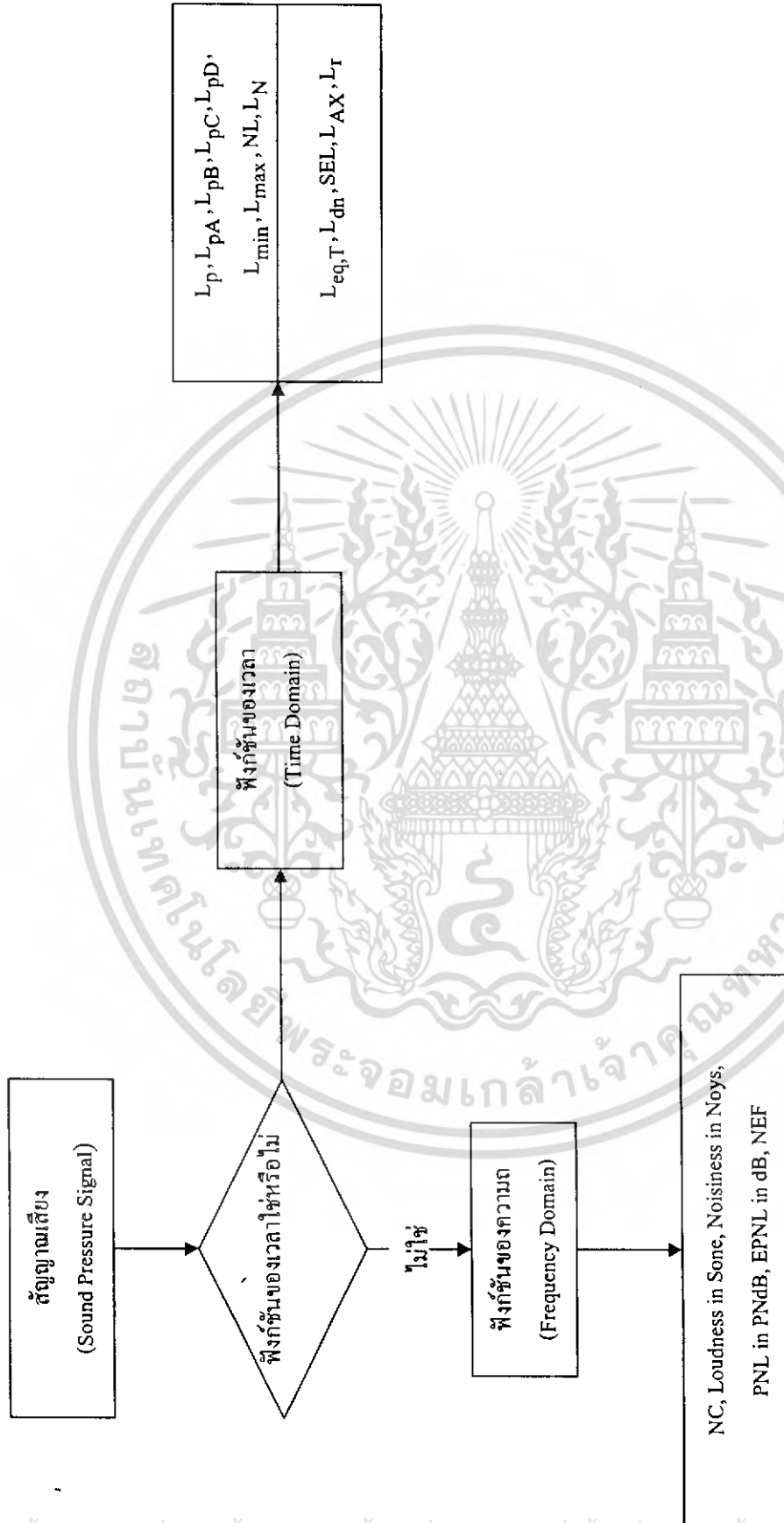
2.2.2.1 ฟังก์ชันของเวลา (Time domain)

1. ค่าระดับเสียงเฉลี่ยรวมในหน่วยเวลาไม่คิดตามความถี่ (Average integration value without frequency appraisal) ได้แก่ L_p, L_A, L_{eq}
2. ค่าระดับเสียงขณะใดขณะหนึ่ง (Instantaneous value) ได้แก่ $L_p, L_A, L_{max}, L_{min}$
3. ค่าระดับเสียงไม่คงที่ (Fluctuation with time) ได้แก่ Beat sound, Envelop curve

2.2.2.2 ฟังก์ชันของความถี่ (Frequency domain)

1. ค่าระดับเสียงเฉลี่ยรวมคิดตามความถี่ (Average integration value with frequency appraisal)
2. ค่าระดับเสียงเฉลี่ยรวมแบบสเปกตรัม (Average integration spectrum)
3. ค่าระดับเสียงขณะใดขณะหนึ่งแบบสเปกตรัม (Instantaneous spectrum)
4. ค่าระดับเสียงไม่คงที่แบบสเปกตรัมในเทอมของเวลา (Fluctuation with time) ได้แก่ Envelop spectrum pattern

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 โครงสร้างของการอธิบายระดับเสียง (Noise Descriptor)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 นิยามของหน่วยการอธิบายระดับเสียง

2.2.3.1 เดซิเบล (Decibel, dB)

คือ หน่วยวัดในสเกลของลอการิทึม ของระดับความเข้มเสียงใดๆ (Sound intensity) ต่อระดับความเข้มของเสียงมาตรฐานหรือระดับขีดเริ่มการได้ยิน (the threshold of hearing) ดังสมการที่ 2.1

$$L = 10 \log_{10} \left(\frac{P}{P_{\text{ref}}} \right) = 20 \log_{10} \left(\frac{P}{P_{\text{ref}}} \right) \quad \text{dB} \quad (2.1)$$

โดยที่ $P_{\text{ref}} = 20 \mu\text{Pa}$

2.2.3.2 ระดับเสียง (Sound Level or Noise Level in dB)

คือ ระดับเสียงซึ่งมักใช้แทนคำว่า ระดับความดันเสียง (Sound Pressure Level, SPL in dB)

2.2.3.3 ระดับความดันเสียงสูงสุด (Maximum Sound Pressure Level, L_{max} in dB)

คือ ค่าสูงสุดของระดับความดันเสียงที่ซึ่งปรากฏในช่วงเวลาที่กำหนด โดยที่ค่านี้จะขึ้นอยู่กับ การถ่วงน้ำหนักความถี่ (Frequency weighting) และ การถ่วงน้ำหนักเวลา (Time weighting) เช่น ค่าระดับความดันเสียงถ่วงน้ำหนักแบบเอแบบช้า (Slow A-weighted Sound Pressure Level ขณะที่เครื่องบินบินผ่านไปซึ่งใช้ในการประเมินเสียงจากเครื่องบิน

2.2.3.4 ระดับความดันเสียงต่ำสุด (Minimum Sound Pressure Level, L_{min} in dB)

คือ ค่าต่ำสุดของระดับความดันเสียงที่ปรากฏในช่วงเวลาที่กำหนด เป็นค่าที่ใช้ในขั้นตอนการประเมินผล

2.2.3.5 ระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมง (Equivalent Sound Pressure Level, $L_{\text{eq},24 \text{ hr}}$ in dB)

คือ ค่าระดับเสียงในอุดมคติที่บอกการเปลี่ยนแปลงของระดับพลังงานเสียงที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาซึ่งเรามักเรียกกันว่า ค่าระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมง โดยมีการคำนวณได้ดังสมการที่ 2.2 และ สมการ 2.3

$$L_{\text{Aeq},T} = 10 \log_{10} \left[\frac{1}{t_1 - t_2} \int_{t_1}^{t_2} \left(\frac{P_t}{P_0} \right)^2 dt \right] \quad \text{dB (A)} \quad (2.2)$$

หรือ

$$L_{\text{Aeq},T} = 10 \log_{10} \left[\frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^n 10^{L_i/10} \right) \right] \quad \text{dB (A)} \quad (2.3)$$

โดยที่	P_t	คือ ค่าความดันจริง (Effective Pressure [Pa])
	P_0	คือ ค่าความดันอ้างอิง (Reference Pressure) เท่ากับ $20 \mu\text{Pa}$
	N	คือ จำนวนครั้งของการวัด
	L_i	คือ ระดับเสียงที่ i

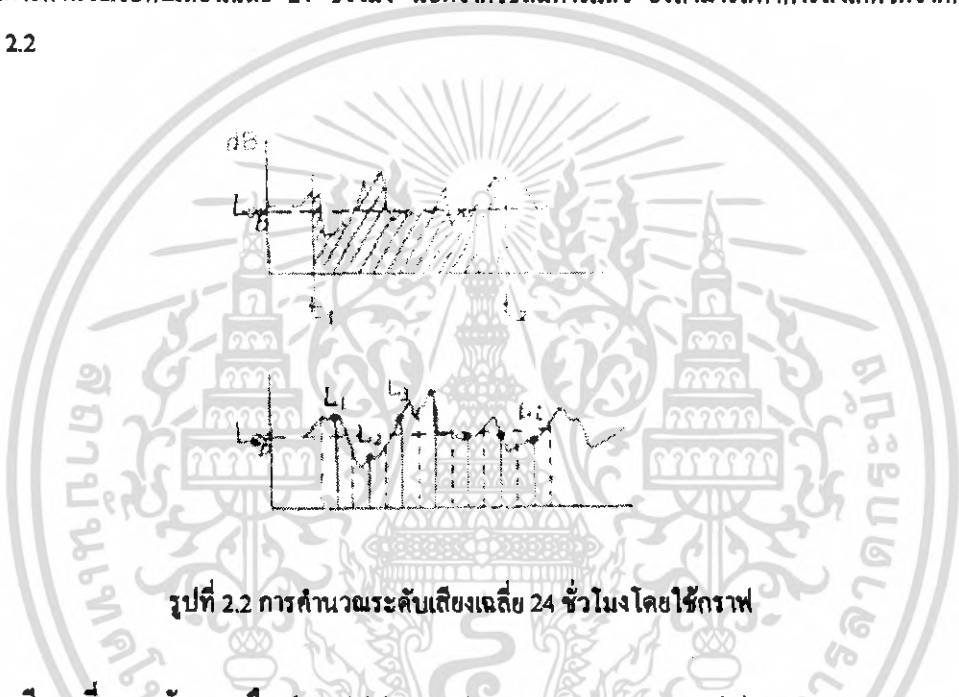
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวัด $L_{Aeq,T}$ นั้น ถ้าใช้ Frequency weighting แบบใดหน่วยที่ใช้จะเปลี่ยนเป็นแบบนั้น เช่น $L_{Aeq,T}$ มีหน่วยเป็น dB(A) $L_{Beq,T}$ หน่วยเป็น dB(B) และ $L_{Ceq,T}$ หน่วยเป็น dB(C)

ในกรณีที่ทราบระดับเสียงเป็นช่วงเวลาหนึ่งๆ (i) แล้ว ต้องการหาค่าระดับเสียงนั้นในอีกช่วงเวลาหนึ่งๆ (T) โดยที่ $T \geq t$ ให้ใช้สมการ 2.4 ในการคำนวณได้ดังนี้

$$L_{eq,T} = L_p + 10 \log \frac{t}{T} \quad \text{dB} \quad (2.4)$$

ในการคำนวณระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมง นอกจากใช้สมการแล้ว ยังสามารถทำการสังเกตได้จากกราฟอีกด้วย ดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 การคำนวณระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมงโดยใช้กราฟ

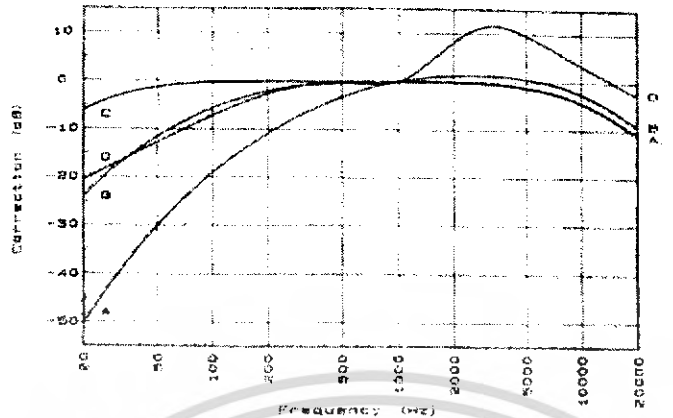
2.2.3.6 ระดับเสียงเฉลี่ยกลางวันกลางคืน (Day-Night Sound Pressure Level, L_{dn} in dB)

คือ ค่า $L_{eq,24hr}$ ที่ใช้การประเมิน ด้วยการบวก 10 dB เพิ่มเข้าไปกับค่า $L_{eq,24hr}$ ในชั่วโมงของช่วงเวลากลางคืน (22.00-07.00 น.) ปัจจุบันประเทศสหรัฐอเมริกาประกาศใช้เป็นกฎหมาย

2.2.3.7 ระดับความเสียงแบบถ่วงน้ำหนัก (Weighted Sound Pressure Level)

คือ ระดับความดันเสียงที่ได้มาจากการวัด แล้วนำมาถ่วงน้ำหนักความถี่ด้วยตัวคูณประตงค์ต่างๆกันในแต่ละช่วงความถี่ เช่น การถ่วงน้ำหนักแบบเอ จะให้ผลคล้ายกับการได้ยินของเซลล์ขนหูของมนุษย์มากที่สุด แบบซี จะเหมาะกับการศึกษาเสียงความถี่ต่ำ เป็นต้น โดยวงจรถ่วงน้ำหนักความถี่แบบต่างๆ สามารถแสดงออกมาในรูปแบบกราฟได้ ดังรูปที่ 2.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 แสดงกราฟฟังก์ชันน้ำหนักความถี่แบบต่างๆ

2.2.3.8 ระดับความดันเสียงถ่วงน้ำหนักแบบเอ (dB(A) หรือ L_A dBA)

คือ ความสัมพันธ์ของการถ่วงน้ำหนักแบบนี้ เป็นการประมาณค่าที่ตรวจวัด ในมาตราระดับเสียงโดยใช้วงจรถ่วงน้ำหนักแบบวงจรถ่วงน้ำหนักแบบหนึ่ง

2.2.3.9 ระดับความดันเสียงถ่วงน้ำหนักแบบบี (dB(B) หรือ L_B dBB)

คือ คล้ายกับการถ่วงน้ำหนักแบบเอ เพียงแต่ค่าที่ได้จะไม่สอดคล้องกับการตอบสนองของมนุษย์ต่อความดัง (Loudness) เท่าใดนัก ในทางปฏิบัติไม่ค่อยนำมาใช้เพราะไม่มีประโยชน์เกินกว่าการใช้แบบเอ

2.2.3.10 ระดับความดันเสียงถ่วงน้ำหนักแบบซี (dB(C) หรือ L_C dBA)

คือ คล้ายกับทั้งแบบเอ และ บี เว้นแต่ค่าการตอบสนองของมนุษย์ต่อความดัง ที่ระดับ 30 dB สูงกว่าแบบบี มักใช้ในการอธิบายเสียงแบบโซนิกบูม (Sonic Boom Overpressure)

2.2.3.11 ระดับความดันเสียงถ่วงน้ำหนักแบบดี (dB(D) หรือ L_D dBD)

คือ ระดับความดันเสียงที่ใช้ในการอธิบายเสียงจากเครื่องบินและไม่เหมือนกับแบบเอ บี และซีเพราะเป็นแบบที่ขึ้นอยู่กับ ความอึกทึก (Noisiness) มากกว่าความดังและเคยใช้ในการประเมินเบื้องต้นสำหรับเสียงจากเครื่องบินในเทอมของ PNdB

2.2.3.12 ระดับเสียงที่ได้รับ (Sound Exposure Level, SEL in dB)

คือ ค่าระดับเสียงทางทฤษฎีที่ใช้ในการอธิบายระดับเสียงคงที่ในระยะเวลา 1 วินาทีโดยรวมพลังงานเสียงทั้งหมดในช่วงเวลาที่ตรวจวัดช่วงสั้นๆ ของเหตุการณ์ใดเหตุการณ์หนึ่ง ดังสมการที่ 2.5 และรูปที่ 2.4

$$SEL = 10 \log \int_0^T \frac{p^2(t)}{P_0} dt \quad \text{dB} \quad (2.5)$$

โดย $p(t)$ คือความดันเสียงที่เปลี่ยนไปในช่วงเวลา T นิยมใช้ถ่วงน้ำหนักแบบ เอ สามารถหาความสัมพันธ์ระหว่างค่า SEL กับ L_{eq} ได้ ดังสมการที่ 2.6

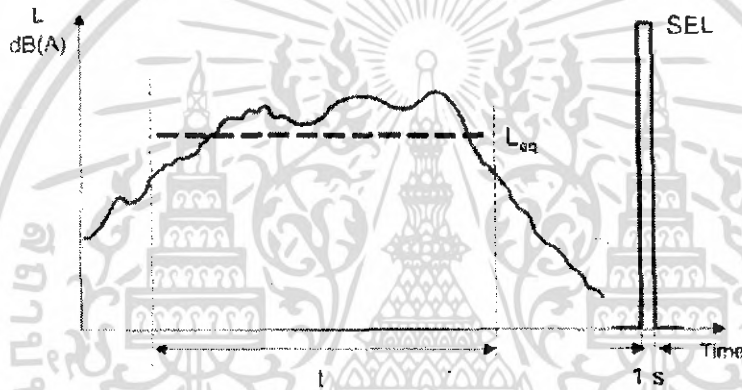
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$L_{eq,T} = SEL - 10\log T \quad \text{dB} \quad (2.6)$$

โดยที่ T คือเวลาในหน่วยวินาทีในช่วงที่ตรวจวัด L_{eq}
 ถ้าเกิดเหตุการณ์ที่ตรวจวัด SEL หลายครั้งซ้ำๆ กัน จะมีวิธีการในการหาความสัมพันธ์ระหว่าง SEL กับ L_{eq}
 ดังสมการที่ 2.7

$$L_{eq,T} = SEL - 10\log T + 10\log N \quad \text{dB} \quad (2.7)$$

โดย N คือจำนวนครั้งที่มีเหตุการณ์ซ้ำกัน



รูปที่ 2.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับเสียงที่ได้รับและระดับเสียงเฉลี่ย

2.2.3.13 ระดับเสียงทางสถิติ (Statistical Level, L_N in dB)

คือ ค่าระดับความดันเสียงที่ใน N% ของระยะเวลาการตรวจวัด จะมีค่าระดับเสียงสูงกว่าค่านี้

1. L_{90} คือ ค่าระดับเสียงของบริเวณนั้นที่ร้อยละ 90 ของเวลาที่ทำกรตรวจวัดทั้งหมดมีค่าเกินกว่า L_{90} หรือเรียกว่า “เสียงพื้นฐาน” ในมาตรฐานเสียงรบกวนของไทย
2. L_5 คือ ค่าระดับเสียงของบริเวณนั้นที่ร้อยละ 5 ของเวลาที่ทำกรตรวจวัดทั้งหมดมีค่าเกินกว่าค่า L_5 หรือค่าระดับเสียงที่สูงมากในบริเวณนี้ มีการประมาณค่า L_{eq} จากค่า L_5 ได้ คือ L_{eq} มีค่าประมาณ $L_5 - 5$ dB

2.2.3.14 ค่าพยากรณ์ระดับเสียงที่ได้รับ (Noise Exposure Forecast, NEF)

คือ ค่าพารามิเตอร์ที่พัฒนาโดยประเทศสหรัฐอเมริกา และใช้โดยหน่วยงานของรัฐบาลกลางอยู่หลายปีในการจัดทำนโยบายเรื่องเสียงจากเครื่องบิน ซึ่งมีพื้นฐานในการคำนวณมาจาก EPNL และ มีข้อกำหนดในการบินช่วงกลางวันและกลางคืน ดังสมการที่ 2.8 ถึง 2.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$NEF_{ij} = L_{EPN,ij} + 10 \log_{10} \left[\frac{n_{D,ij}}{K_D} + \frac{n_{N,ij}}{K_N} \right] - C \quad (2.8)$$

$$NEF_{ij} = 10 \log_{10} \sum_{ij} \text{antilog} \left[\frac{NEF_{ij}}{10} \right] \quad (2.9)$$

$L_{EPN,ij}$ = Effective Perceived Noise Level in PNdB

i = ชนิดของเครื่องบิน

j = ทางวิ่งและเส้นทางการบินที่ใช้

n_D = จำนวนเที่ยวบินในช่วงเวลากลางวัน (07:00-22:00 น.)

n_N = จำนวนเที่ยวบินในช่วงเวลากลางวัน (22:00-07:00 น.)

K_D = 20

K_N = 1.2

C = 75

NEF_{ij} = ค่าพยากรณ์ระดับเสียงของเครื่องบินแต่ละลำ

NEF = ค่าพยากรณ์ระดับเสียงที่ได้รับ

2.2.3.15 ค่าระดับอัตราเสียงต่อชุมชน (Rating Noise Level, L_r in dB)

เป็นค่าที่นำมาจากการคำนวณโดยคำนึงถึงปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการรบกวนของเสียงที่มีต่อมนุษย์ การประเมินค่านี้ให้เป็นตัวแทนที่ดีที่สุดของค่าระดับเสียงรบกวนต่อชุมชน (Community Noise Annoyance) ตามปกติจะมีความแตกต่างในการประมาณค่านี้ของแต่ละประเทศ ขึ้นกับปัจจัยสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการรบกวนของเสียงในชุมชนรวมทั้งขึ้นอยู่กับลักษณะกิจกรรม วัฒนธรรมและประเพณีของคนในแต่ละท้องถิ่นด้วย นักวิจัยด้านเสียงในชุมชนทั่วโลกมีการศึกษาไว้ ที่ยกมาเป็นตัวอย่างในที่นี้เคยใช้อยู่ในมาตรฐานนานาชาติประเมินเสียงรบกวนจากชุมชน มุ่งพิทักษ์ประโยชน์ในการรักษาระดับเสียงพื้นฐานในชุมชนให้อยู่ในระดับที่ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ และไม่ก่อความเดือดร้อนรำคาญให้แก่คนในชุมชน ค่า L_r สามารถคำนวณได้ตามสมการ 2.10 โดยต้องคำนึงถึงปัจจัยเหล่านี้

a: เสียงจากการกระทำชั่วขณะซ้ำๆ กัน (Peak factor หรือ Impulsive sound), เสียงบริสุทธิ์ (Pure tone sound) และระยะเวลาในการเกิดเสียง (Duration of noise) (ดูตารางที่ 2.1)

b: ช่วงเวลาของวัน (Time of day) (ดูตารางที่ 2.2)

c: ชนิดการใช้ประโยชน์ของพื้นที่ (Type of district) (ดูตารางที่ 2.3)

d: สภาพของหน้าต่าง ของอาคารหรือห้อง (Window condition) (ดูตารางที่ 2.4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 แสดงคุณสมบัติเฉพาะของเสียงที่มีผลต่อค่าระดับเสียงที่ต้องแก้ไข (dB(A))

คุณสมบัติเฉพาะของเสียง		ค่าระดับเสียงที่ต้องแก้ไข (dB(A))
เสียงจากการกระทำชั่วขณะซ้ำๆกัน (Peak factor หรือ Impulsive sound)	เสียงจากการกระทำชั่วขณะ เช่น การ ใช้ค้อน	+5
เสียงบริสุทธิ์ (Pure tone sound)	เสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงอื่น เช่น เสียงหมาหอน	+5
ระยะเวลาในการเกิดเสียง (Duration of noise)	ระหว่าง	
	100 และ 56 %	0
	56 และ 18%	-5
	18 และ 6 %	-10
	6 และ 1.8%	-15
	1.8 และ 0.6 %	-20
	0.6 และ 0.2 %	-25
น้อยกว่า 0.2 %	-30	

ตารางที่ 2.2 แสดงช่วงเวลาของวันที่มีผลต่อค่าระดับเสียงที่ต้องแก้ไข (dB(A))

ช่วงเวลาของวัน	ค่าระดับเสียงที่ต้องแก้ไข (dB(A))
กลางวัน	0
เย็น	-5
กลางคืน	-10 ถึง -15

ตารางที่ 2.3 แสดงการใช้ประโยชน์ของพื้นที่ที่มีผลต่อค่าระดับเสียงที่ต้องแก้ไข (dB(A))

ชนิดการใช้ประโยชน์ของพื้นที่	ค่าระดับเสียงที่ต้องแก้ไข (dB(A))
พื้นที่ชนบท, โรงพยาบาล, สถานที่พักผ่อนหย่อนใจ	0
พื้นที่ชานเมือง, มีการจราจรทางถนนเล็กน้อย	+5
พื้นที่เมือง	+10
พื้นที่เมืองที่มีการทำงานหรือกิจกรรมทางธุรกิจหรือติด ถนนใหญ่	+15
พื้นที่เมืองใหญ่ (มีการทำการค้าขายแลกเปลี่ยน)	+20
พื้นที่อุตสาหกรรม (โรงงานขนาดใหญ่)	+25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 แสดงสภาวะของหน้าต่างของอาคารหรือห้องที่มีผลต่อค่าระดับเสียงที่ต้องแก้ไข (dB(A))

ลักษณะของหน้าต่าง	ค่าระดับเสียงที่ต้องแก้ไข (dB(A))
เปิดหน้าต่าง	-10
หน้าต่างที่มีกระจกชั้นเดียวชั้นเดียว(ปิด)	-15
หน้าต่างที่มีกระจก 2 ชั้นปิด หรือ เปิดไม่ได้	-20

$$L_r = L_A + a + b + c + d \quad (2.10)$$

$$\Delta L = L_r - NC \quad (2.11)$$

L_r = ค่าระดับอัตราเสียงต่อชุมชน (Rating Noise Level, L_r in dB)

L_A = ค่าระดับเสียงที่วัดได้

ΔL = ค่าที่ L_r เกินกว่าเกณฑ์แนะนำของระดับเสียงที่ควรจะเป็นในสภาพห้องในอาคารชนิดต่างๆ (Noise Criterion)

NC = เกณฑ์แนะนำของระดับเสียงที่ควรจะเป็นในสภาพห้องในอาคารชนิดต่างๆ (Noise Criterion) (ดูตารางที่ 2.5)

ΔL คือค่าที่ L_r เกินกว่าเกณฑ์แนะนำของระดับเสียงที่ควรจะเป็นในสภาพห้องในอาคารชนิดต่างๆ (Noise Criterion) ดังตารางที่ 3.5 ซึ่ง ΔL นี้จะอธิบายธรรมชาติการตอบสนองของชุมชนต่อสภาพแวดล้อมทางเสียงโดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องการรบกวนที่ประเมินเป็นตัวเลขได้ยาก (Subjective aspect) โดยให้รายละเอียดผลของการตอบสนองของชุมชนที่มีต่อระดับเสียงที่เกิดขึ้นตามสมมติฐานของการประเมินสถานการณ์ในขณะนั้น โดยใช้ L_r การประเมินในลักษณะนี้เป็นต้นแบบให้กับการศึกษาด้านผลกระทบของเสียงชุมชนในแต่ละท้องถิ่น วิธีการศึกษามีโครงสร้างหลักที่คล้ายคลึงกัน แต่เกณฑ์ที่กำหนดเป็นค่าตัวเลข จะมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่างที่ควรถูกกำหนดขึ้นเป็นการเฉพาะในแต่ละท้องถิ่น เช่นลักษณะธรรมชาติของแหล่งกำเนิดเสียง ลักษณะวิถีชีวิตของคน อุปนิสัย วัฒนธรรม การสร้างบ้านเรือนหรืออาคาร การใช้ประโยชน์ที่ดิน เป็นต้น เมื่อทราบ ΔL แล้ว สามารถอ่านสถานการณ์ที่ชุมชนจะตอบสนองต่อระดับเสียงที่เกิดขึ้น ดังตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.5 เกณฑ์แนะนำของระดับเสียงที่ควรจะเป็นในสภาพห้องในอาคารชนิดต่างๆ (Noise Criterion)

ชนิดของห้อง (Type of room)	เสียงที่เป็นบรรทัดฐาน (Noise Criterion)
สำนักงานขนาดใหญ่, ร้านค้า, ห้องสรรพสินค้า, ห้องประชุม, ภัตตาคารที่มีความเงียบ	35
ภัตตาคารขนาดใหญ่, สำนักงานเลขานุการ(มีการพิมพ์ดีด)	45
โรงพิมพ์ขนาดใหญ่	55
โรงงานที่มีการใช้เครื่องมือเครื่องจักรเสียงดัง	45-75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.6 เกณฑ์แนะนำธรรมชาติของการตอบสนองของชุมชน

ผลต่างที่ค่าระดับอัตราเสียงต่อชุมชน (Rating Noise Level) มีเหนือกว่าเกณฑ์แนะนำของระดับเสียงที่ควรจะเป็น (Noise Criterion)	ค่าประมาณการตอบสนองของชุมชน	
	ระดับ	คำอธิบาย
0	ไม่มี	ไม่มีปฏิกิริยาจากชุมชน
5	เล็กน้อย	มีการร้องทุกข์บ้างเป็นระยะๆ
10	ปานกลาง	มีการร้องทุกข์อย่างกว้างขวาง
15	ค่อนข้างมาก	มีปฏิกิริยาจากชุมชน
20	สูง	มีปฏิกิริยารุนแรงจากชุมชน

2.2.4 ข้อกำหนดที่ใช้เปรียบเทียบระดับเสียงกับผลกระทบ

2.2.4.1 มาตรฐานระดับเสียงและเกณฑ์ข้อกำหนด

มาตรฐานระดับเสียงและเกณฑ์ข้อกำหนดเป็นรูปแบบเฉพาะสำหรับแต่ละประเภทของเสียงที่เกิดขึ้น ทั้งนี้รูปแบบเฉพาะของแหล่งกำเนิดเสียงที่เกิดขึ้นจะมีค่ามาตรฐานและเกณฑ์ข้อกำหนดเฉพาะอย่างทั้งในสหรัฐอเมริกาและยุโรป เช่น แหล่งกำเนิดจากทางหลวง รถไฟ กิจกรรมการบิน และกิจกรรมการก่อสร้าง ในสหรัฐอเมริกาและยุโรป เกณฑ์ข้อกำหนดของเสียงทั่วไปกำหนดขึ้นเพื่อลดผลกระทบต่อแหล่งรับเสียงที่อ่อนไหว (เช่น ที่พักอาศัย โรงเรียน โรงพยาบาล และสำนักงาน) จากเสียงรบกวนต่างๆ ที่เกี่ยวเนื่องกับแหล่งกำเนิดเสียงจากการคมนาคมขนส่ง หรือการก่อสร้าง

วัตถุประสงค์ของข้อกำหนดเกี่ยวกับเสียง คือ การป้องกันผลกระทบด้านสุขภาพและความสงบสุขของชุมชน ผลกระทบต่อสุขภาพ เช่น การสูญเสียการได้ยิน อาจไม่ใช่ปัญหาของผู้ได้รับเสียงจากท่าอากาศยานการปกป้องความสงบของชุมชน จะช่วยป้องกันผลกระทบที่จะเกิดขึ้นต่อมนุษย์ โดยให้ความสำคัญในด้านสิ่งแวดล้อม เช่น ที่ตั้งของที่พักอาศัย โรงเรียน โรงพยาบาล และแหล่งรับเสียงอื่นๆ สำหรับโครงการพัฒนาท่าอากาศยานฯ มาตรการป้องกันความสงบสุขของชุมชน ต้องพิจารณาให้สอดคล้องกับรูปแบบการใช้ที่ดินด้วย

2.2.4.2 มาตรฐานระดับเสียงในประเทศไทย

มาตรฐานระดับเสียงโดยทั่วไปประกาศโดยสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (The Office of National Environment Board, ONEB) ฉบับที่ 15 (พ.ศ. 2540) ได้กำหนดค่ามาตรฐานระดับเสียงสูงสุดไม่เกิน 115 เดซิเบล (เอ) และกำหนดค่าระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ไม่เกิน 70 เดซิเบล (เอ) โดยมีแนวทางการตรวจวัดระดับเสียงดังนี้

ก. การตรวจวัดค่าระดับเสียงสูงสุด การตรวจวัดค่าระดับเสียงสูงสุดให้ใช้มาตรระดับเสียงตรวจวัดระดับเสียงในบริเวณที่มีคนอยู่หรืออาศัยอยู่

ข. การตรวจวัดระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ให้ใช้มาตรระดับเสียงตรวจวัดระดับเสียงอย่างต่อเนื่อง ตลอดเวลา 24 ชั่วโมงใดๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค. การตั้งไมโครโฟนของมาตรระดับเสียงที่บริเวณภายนอกอาคารให้ตั้งสูงจากพื้น 1.2-1.5 เมตร และตามแนวรอบไมโครโฟนต้องไม่มีกำแพงหรือสิ่งอื่นใดที่มีคุณสมบัติในการสะท้อนเสียงกีดขวางอยู่

อย่างไรก็ตามปัจจุบันนี้ได้มีประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 18 (พ.ศ. 2543) กำหนดมาตรฐานระดับเสียงรบกวนในชุมชน (Ldn) ต้องอยู่ในระดับต่ำกว่า 70 เดซิเบล (เอ) โดยเป็นระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมง แนวทางปฏิบัติที่สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติกำหนดให้ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับเสียงรบกวนสำหรับการศึกษาผลกระทบของสนามบินพาณิชย์ ได้แก่

ก. ระบุตำแหน่งสถานที่ตรวจวัดเสียงรบกวนโดยรอบท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ การคัดเลือกสถานีตรวจวัดจะพิจารณาจากแหล่งรับเสียงต่างๆ ที่อ่อนไหว เช่น โรงเรียน โรงพยาบาล ซึ่งตั้งอยู่ภายใต้ หรือ ติดกับเส้นทางการบิน ระหว่างการบินขึ้นและการลงจอดของเครื่องบิน รวมทั้งนำเสนอรายละเอียดของสถานีที่ตรวจวัดเสียง ลงในแผนที่เพื่อแสดงรายละเอียดของที่ตั้งท่าอากาศยาน

ข. อธิบายรายละเอียดทั่วไปของสถานที่เก็บตัวอย่างด้านภูมิประเทศ รูปแบบของชุมชน ระยะห่างของจุดตรวจวัดจากขอบเขตท่าอากาศยานและจุดศูนย์กลางทางวิ่งขึ้น-ลงของเครื่องบิน

ค. ผลของการตรวจวัดเสียงต้องทำต่อเนื่องอย่างน้อยที่สุด 3 วันและนำเสนอในรูปแบบของ $L_{eq,24\text{ hr}}$

ง. อธิบายสภาพอากาศโดยทั่วไปของแต่ละสถานีในระหว่างการตรวจวัด

2.2.4.3 ระดับเสียงกับการรบกวน

เสียงรบกวนโดยทั่วไปจะนิยามได้ว่าเป็นเสียงที่ไม่ต้องการและรบกวนกิจกรรมในชีวิตประจำวันตามปกติ อย่างไรก็ตาม การรับรู้ของเสียงจะขึ้นอยู่กับปัจจัยทางกายภาพที่สามารถตรวจวัดได้ดังนี้

1. ความเข้มของเสียง

การวัดขนาดของระดับความเข้มของเสียงจะเหมือนกับการวัดระดับความดังของเสียง ซึ่งโดยทั่วไปแล้วเป็นที่น่าสังเกตว่าค่าระดับของเสียงที่เพิ่มขึ้น 10 เดซิเบล(เอ) จะเท่ากับการเพิ่มความดังของเสียงที่มนุษย์ได้ยิน เป็น 2 เท่า

2. ขนาดของความถี่

โดยทั่วไปแล้วเสียงจะประกอบด้วยพลังงานที่กระจายอยู่ตามความถี่ที่แตกต่างกัน เสียงเดี่ยวจะมีช่วงของความถี่ที่แคบ ปกติแล้วเสียงที่มีช่วงพลังงานส่วนใหญ่ระหว่าง 2,000 ถึง 8,000 เฮิรตซ์ จะเป็นเสียงที่ดังเกินกว่าเสียงที่อยู่นอกช่วงดังกล่าวนี้

3. รูปแบบของเสียง

มนุษย์แต่ละคนสามารถตอบสนองต่อเสียงได้แตกต่างกัน ปัจจัยทางด้านความรู้สึกและตัวแปรทางกายภาพจะมีผลอย่างเด่นชัดต่อการตอบสนองทางเสียง และระดับการรบกวนของเสียงในแต่ละบุคคลองค์ประกอบด้านอารมณ์และลักษณะทางกายภาพในการตอบสนองของมนุษย์ เนื่องจากเสียงมีความสัมพันธ์กับการรบกวน การกำหนดแนวทางและมาตรฐานของเสียงจึงขึ้นอยู่กับ การสำรวจประชาชนที่อยู่ตามชุมชนถึงการทนต่อเสียงรบกวน ดังนั้น เงื่อนไขของระดับเสียงจะไม่มีมาตรวัดที่สมบูรณ์ของผลกระทบแต่ค่อนข้างจะสอดคล้องกับระดับการรบกวนของเสียงในชุมชน เป็นที่น่าสังเกตว่าระดับความดังของเสียงจะสัมพันธ์กับการรบกวนของเสียงในชุมชน และระดับความสูงของเสียงกับการรบกวนเป็นสิ่งที่ได้รับอิทธิพลจากความรู้สึกส่วนตัวและสภาพแวดล้อมใดๆ ของเสียง บางคนจะสามารถบอกถึงความรบกวนของระดับเสียงได้แต่ละระดับ ผลกระทบของเสียงที่เกิดขึ้นกับมนุษย์ได้อธิบายไว้ในตารางที่ 2.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ 2.7 แสดงค่าระดับเสียงในระดัปล่างและผลกระทบทบที่มีต่อประชากรในชุมชน (บริษัท ทีม คอนซัลติง เอ็นจิเนียริ่ง แอนด์ แมเนจเม้นต์ จำกัด, 2548)

ระดับเสียงเฉลี่ย เดซิเบล (NEF)	ผลกระทบของเสียงต่อประชาชน						ทัศนคติของชุมชนโดยทั่วไปต่อพื้นที่
	การสูญเสียการได้ยิน การอธิบายเชิงคุณภาพ	การบรรเทาการสื่อสาร		การรบกวน	ปฏิกิริยาของชุมชนโดยเฉลี่ย		
		ในบ้าน	นอกร้าน				
75 และมากกว่า (40)	อาจเริ่มเกิดขึ้น	ร้อยละของประโยคที่เข้าใจได้ 98%	ระยะทาง (เมตร) สำหรับ 95% ของประโยคที่สามารถเข้าใจได้ 0.5	ร้อยละของประชากรที่ถูกรบกวนอย่างสูง 37%	รุนแรงมาก	เสียงเป็นสิ่งสำคัญที่สุดของผลเสียทั้งหมดของสิ่งแวดล้อมในชุมชน	
70 (35)	จะไม่เกิดขึ้น	100%	0.9	25%	รุนแรง	เสียงเป็นส่วนหนึ่งของผลเสียที่สำคัญที่สุดของสิ่งแวดล้อมในชุมชน	
65 (30)	จะไม่เกิดขึ้น	100%	1.5	15%	มีนัยสำคัญ	เสียงเป็นส่วนหนึ่งของผลเสียที่สำคัญของสิ่งแวดล้อมในชุมชน	
60 (25)	จะไม่เกิดขึ้น	100%	2	9%	ปานกลาง	เสียงอาจกำหนดเป็นผลเสียของสิ่งแวดล้อมในชุมชน	
55 และต่ำกว่า (20)	จะไม่เกิดขึ้น	100%	3.5	4%	น้อย	เสียงไม่มีความสำคัญไปกว่าปัจจัยสิ่งแวดล้อมอย่างอื่น อีกหลายอย่าง	

การรับรู้ในระดับที่ยอมรับของเสียงในชุมชนจะเป็นปัจจัยที่สำคัญในการกำหนดการรบกวน ลักษณะของการใช้ประโยชน์ที่ดินที่แตกต่างกัน ก็แสดงให้เห็นถึงความไวของเสียงที่แตกต่างกัน ปัจจัยที่ก่อให้เกิดความรำคาญมากที่สุด คือเสียงที่รบกวนต่อการดำเนินกิจกรรมของมนุษย์ กิจกรรมที่สำคัญ 3 ด้านที่ไวต่อการรบกวนของเสียงมีดังนี้

ก. การรบกวนการพักผ่อน

การนอนหลับพักผ่อนเป็นกิจกรรมที่สำคัญต่อสุขภาพของมนุษย์ ดังนั้นถ้าหากถูกรบกวนจากการนอนหลับอย่างต่อเนื่องจะก่อให้เกิดการตอบสนองด้านลบต่อระดับเสียงที่รบกวนเข้ามา การรบกวนต่อการนอนหลับว่าเป็นปัญหาสำคัญในโรงพยาบาล จากการศึกษาพบว่าระดับของเสียงที่ไม่ก่อให้เกิดการรบกวนต่อการนอนหลับจะอยู่ในระดับที่ต่ำกว่า 40 เดซิเบล(เอ) ส่วนระดับเสียงที่รบกวนต่อการนอนหลับนั้น อาจแตกต่างกันตามแต่ละบุคคล การศึกษาพบว่าคนน้อยกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ จะถูกรบกวนให้ตื่นขึ้นในระดับของเสียงช่วงระหว่าง 50-55 เดซิเบล (เอ) ที่เกิดจากเครื่องบิน

USFAA ทบทวนเกี่ยวกับงานวิจัยและบทความต่างๆ ซึ่งได้ข้อสรุปดังนี้ มีปัจจัยที่สำคัญ 2 ประการต่อการกระทบต่อขีดจำกัดของเสียงที่ทำให้ต้องตื่นขึ้น คืออายุ (พบว่าคนที่มียุมากกว่าจะถูกทำให้ตื่นง่ายกว่าคนที่อายุน้อย) และระดับของการนอน (การนอนหลับสนิทจะถูกรบกวนน้อยกว่า) ระดับของเสียงที่รบกวนต่อการนอนจะอยู่ในช่วง 35 ถึง 70 เดซิเบล(เอ) (ซึ่งเป็นระดับเสียงสูงสุด) การเกิดความรำคาญทางจิตวิทยาจากผลกระทบของการถูกรบกวนการนอนบางที่มีผลกระทบมากกว่าการถูกรบกวนโดยตรงทางกายภาพ การปรับสภาพทางจิตวิทยาเพียงเล็กน้อย การรบกวนการนอนหลับจะเกิดการเปลี่ยนแปลงไปด้วย

ข. การรบกวนการสนทนา

การรบกวนการสนทนาเป็นอุปสรรคที่สำคัญต่อบรรยากาศของการเรียน เช่นการเรียนในห้องเรียน และบริเวณที่มีการสื่อสารจะเป็นการพิจารณาถึงความปลอดภัยเป็นสิ่งสำคัญ ระดับของเสียงที่มีค่าสูงกว่า 50 เดซิเบล (เอ) จะรบกวนการพูดในห้องเรียน (ในระยะประมาณ 8-10 เมตร) พบว่าเสียงของเครื่องบินจะเป็นตัวการสำคัญที่รบกวนการสื่อสารทางคำพูด การรบกวนกิจกรรมยามว่าง เช่น การฟังวิทยุ การดูทีวี ฟังเพลงและการสนทนา ซึ่งก่อให้เกิดความหงุดหงิดและความรำคาญใจ ตารางที่ 2.7 ได้อธิบายถึงระดับความแตกต่างของการรบกวนและความสัมพันธ์กับความรำคาญ เป็นที่น่าสังเกตว่าระดับของเสียงที่จัดในรูปแบบ Ldn และ NEF จะไม่ส่งผลเพิ่มขึ้นอย่างมากนักต่อระดับของเสียงในแต่ละเหตุการณ์ซึ่งกลายเป็นค่าพลังงานที่เฉลี่ยจากระดับเสียงที่ต่ำกว่าที่อยู่รอบตัว

ค. การรบกวนสมาธิในการทำงาน

ระดับเสียงที่รบกวนกับสมาธิและกิจกรรมการงาน จะจัดให้อยู่ในรูปของปริมาณได้ยาก และยังขึ้นอยู่กับความรู้สึกส่วนตัวของแต่ละบุคคลที่มีความสามารถต่อความรำคาญของเสียงที่รบกวน และลักษณะของการกระตุ้นของเสียง

4. เสียงที่ก่อให้เกิดความวิตกกังวล

เสียงจะก่อให้เกิดความวิตกกังวลต่อผู้พักอาศัยรอบๆ พื้นที่โครงการ และก่อให้เกิดความวิตกกังวลต่อการเกิดอุบัติเหตุกับเครื่องบิน โดยผู้พักอาศัยในบริเวณที่มีเสียงดัง (สูงกว่า 35 NEF) จะได้รับผลกระทบด้านเสียงควบคู่ไปกับผลกระทบด้านความวิตกกังวล จากเครื่องบินตก โดยเฉพาะเสียงที่ดังเพิ่มขึ้น จะส่งผลกระทบต่อประชาชนไม่มากนักเมื่อเทียบกับอุบัติเหตุทางเครื่องบินที่เกิดขึ้น

โดยทั่วไปแล้วมนุษย์จะปรับเปลี่ยนสภาพทางจิตใจให้เข้ากับบริเวณที่มีระดับเสียงใหม่ ซึ่งปกติแล้วการเปลี่ยนแปลงนี้จะสัมพันธ์กับการเรียนรู้ กับความถี่ของเหตุการณ์ จะมีการปรับรูปแบบของพฤติกรรมเพื่อป้องกันและ

เอเบรเรเทอการรบกวนของเสียงที่เกิดขึ้นกับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอญญาตให้เข้าไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลง 62762

2.2.4.4 ข้อเสนอแนะขององค์การอนามัยโลกสำหรับเสียงชุมชน

องค์การอนามัยโลกกำหนดข้อเสนอแนะสำหรับเสียงชุมชน เพื่อป้องกันอันตรายของเสียงที่จะเกิดกับมนุษย์ เสียงชุมชน (Community noise) หรือเสียงในสิ่งแวดล้อม (Environment noise) ในภาพขององค์การอนามัยโลกนั้นมีหลายสาเหตุ สามารถแบ่งตามประเภทของแหล่งกำเนิดเสียง คือ

- เสียงจากการคมนาคมขนส่ง เช่น การจราจร การขนส่งทางอากาศ การขนส่งทางรถไฟ
- เสียงจากอุตสาหกรรม
- เสียงจากการก่อสร้างและกิจกรรมเพื่อประโยชน์สาธารณะ
- เสียงจากอุปกรณ์เครื่องจักรที่ใช้ในครัวเรือน
- เสียงจากกิจกรรมสันทนาการของชุมชน

เสียงมีผลเสียต่อสุขภาพของมนุษย์ได้ทั้งทางด้านสรีระ และจิตใจ สามารถทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงรูปร่างลักษณะ และสรีระของอวัยวะ เป็นต้นว่าความสามารถในการทำงานของอวัยวะลดลง อันตรายที่เกิดจากความสามารถในการฟื้นจากสภาวะความเครียดที่มากเกินไปปกคลุมตลอด หรือการเพิ่มขึ้นของความรู้สึกอ่อนแอของผลกระทบต่อร่างกายที่เกิดจากผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม เช่น ผลเกี่ยวกับโรคหลอดเลือดหัวใจ ผลเกี่ยวกับความดันโลหิตมีระดับสูงต่อระดับเสียงในระยะยาว ผลเกี่ยวกับโรคทางเดินอาหารอันเนื่องมาจากสภาวะจิตใจที่มีผลต่อร่างกาย เป็นต้น

ผลกระทบจำเพาะที่นำมาประกอบในข้อเสนอแนะนี้รวมถึง การแทรกสอดต่อการสื่อสาร การทำลายการได้ยิน การรบกวนการนอนหลับ และการลดความสามารถในการทนต่อการรบกวน การลดความสามารถในการทำงานหรือความประพฤติ

การแทรกสอดต่อการสื่อสาร จะเริ่มต้นที่ระดับความดันเสียงประมาณ 50 เดซิเบล(เอ) ที่ระยะทาง 1 เมตร มีระดับเสียงพื้นฐานประมาณ 45 เดซิเบล(เอ) จะสามารถฟังเข้าใจบทสนทนาได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ความสามารถฟังแล้วเข้าใจบทสนทนาจะลดลงขึ้นอยู่กับระดับเสียงพื้นฐานและระยะห่างระหว่างผู้พูดกับผู้ฟัง

การทำลายการได้ยิน ในกลุ่มอาชีพบางอาชีพอาจมีโอกาสเสียงสูง เช่น คนงานที่อยู่ในโรงงานอุตสาหกรรม คิสโก้เทค โรงละคร สถานที่จัดคอนเสิร์ต สนามกีฬา เป็นต้น ในสภาพแวดล้อมทั่วไปเมื่อระดับเสียงในเวลา 24 ชั่วโมงติดต่อกันเป็นระยะเวลานานมีค่าไม่เกินกว่า 70 เดซิเบล(เอ) ถือว่าไม่มีความเสี่ยงต่อการทำลายการได้ยิน

การรบกวนการนอนหลับ ระดับเสียงสูงสุดที่เกิดขึ้นแม้จะเป็นระยะเวลาไม่นาน แม้เมื่อเทียบกับระดับเสียงผลรวมที่ค่าต่ำก็ตาม จะมีผลต่อการนอนหลับได้ ดังนั้นในเอกสารนี้จะกำหนดค่าระดับเสียงพื้นฐานไว้ค่อนข้างต่ำ เพื่อผลในการควบคุมเสียง แต่สิ่งที่ต้องพิจารณาไปพร้อมๆกัน คือค่าระดับเสียงเฉลี่ยในช่วงเวลา ระดับเสียงสูงสุด และจำนวนครั้งของการเกิดเสียงดังเป็นช่วงระยะเวลาสั้นนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.8 ข้อกำหนดที่แสดงระดับเสียงควบคุมในสภาพแวดล้อมแบบต่างๆ (WHO guideline value for community noise in various environments) (กรมควบคุมมลพิษ,2544)

สภาพแวดล้อมเฉพาะ	ผลกระทบร้ายแรงต่อสุขภาพ	L_{Aeq} in dB(A)	เวลาฐาน (ชั่วโมง)	L_{Amax} In dB
พื้นที่อยู่อาศัย (ภายนอกอาคาร)	-การรบกวนมาก ในช่วงกลางวันและเย็น	55	16	-
	-การรบกวนปานกลางในช่วงกลางวันและเย็น	50	16	-
	-การรบกวนการนอนหลับ เปิดหน้าต่าง	45	8	60
พื้นที่อยู่อาศัย (ภายในอาคาร)	-ความสามารถในการเข้าใจการสนทนา	55	16	-
	-การรบกวนปานกลางในช่วงกลางวันและเย็น	50	16	-
	-การรบกวนการนอนหลับในเวลากลางคืน	30	8	45
ห้องนอน	- การรบกวนการนอนหลับ	30	8	45
ห้องเรียน	-ความสามารถในการเข้าใจการสนทนา -การรบกวนการแยกแยะข้อมูลข่าวสาร -การสื่อสารข้อมูลข่าวสารระหว่างกัน	35	ระหว่างมีการเรียนการสอน	-
ห้องนอนในโรงเรียน	-การรบกวนการนอนหลับ	30	เวลาดอน	-
สนามเด็กเล่น โรงเรียน (ภายนอกอาคาร)	-การรบกวน (เสียงจากภายนอก)	55	ระหว่างวัน	-
โรงพยาบาล ห้องผู้ป่วย (ภายในอาคาร)	-การรบกวนการนอนหลับ ในเวลากลางคืน	30	8	-
	-การรบกวนการนอนหลับ ในช่วงกลางวันและเย็น	30	16	40
	-การรบกวนการพักผ่อนและพักผ่อน	#1	-	-
พื้นที่อุตสาหกรรม พื้นที่พาณิชย์กรร ห้างสรรพสินค้า พื้นที่ริมเส้นทางจราจร (ภายในและภายนอกอาคาร)	-การสูญเสียการได้ยิน	70	24	110
งานนิทรรศการ งานรื่นเริง การสันทนาการ ในพื้นที่สาธารณะ (ภายในและภายนอกอาคาร)	-การสูญเสียการได้ยิน (ผู้ควบคุมวงดนตรีน้อยกว่า 5 ปี)	100	4	110
	-การสูญเสียการได้ยิน	85	1	110
เสียงดนตรี (ผ่านหูฟัง)	-การสูญเสียการได้ยิน (free field values)	85#4	1	110
เสียงกระทบ (จากปืน พลุ ดอกไม้ไฟ ของเล่น)	-การสูญเสียการได้ยิน (ผู้ใหญ่)	-	-	140 #2
	-การสูญเสียการได้ยิน (เด็ก)	-	-	120 #2
วนอุทยาน สวนสาธารณะ (ภายนอกอาคาร)	-การรบกวนความสงบ	#3	-	-
1# : ต่ำสุดเท่าที่จะทำได้		3# : พื้นที่นอกอาคารที่เงียบขณะนั้น และsignal to noise ratio ควรต่ำ		
2# : ระดับความดันเสียงสูงสุด (ไม่ใช่ LAF, max) วัดที่ 100 มิลลิเมตรจากหู		4# : ใต้น้ำ ที่ปรับมาใช้กับ free field values		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ทฤษฎีสติวิธีเชิงสังคมศาสตร์

2.3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประเภทแบบสอบถาม

แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการวิจัยที่มีผู้นิยมใช้กันมาก ในการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และทางสังคมศาสตร์ เนื่องจากเป็นเครื่องมือที่สามารถเก็บรวบรวมข้อมูลได้จำนวนมากๆ ครอบคลุมพื้นที่ที่ทำการวิจัยได้กว้างไกลมากกว่าเครื่องมือในการวิจัยประเภทอื่นๆ (บุญธรรม กิจปริลาบริสุทธิ, 2524) แบบสอบถามเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวัดความคิดเห็น ความรู้สึกและอารมณ์ของบุคคล เป็นเครื่องมือที่เขียนข้อคำถามเป็นข้อความเพื่อให้ผู้ตอบได้พิจารณาตอบคำถาม โดยอาจจะกรอกหรือกาเครื่องหมายในช่องที่เตรียมไว้ให้ ถ้าต้องการสอบถามความคิดเห็นกว้างๆ อาจเปิดโอกาสให้ผู้ตอบแบบสอบถามได้อธิบายได้ตามต้องการในช่องที่เตรียมไว้ให้

2.3.1.1 ประเภทของแบบสอบถาม

ประเภทของแบบสอบถามที่นิยมใช้กันอยู่นั้น มี 2 แบบ คือ

1. แบบสอบถามประเภทปลายปิด (Close form) แบบสอบถามประเภทนี้ผู้วิจัยถามคำถามโดยกำหนดคำตอบไว้ให้เรียบร้อยแล้ว ให้ผู้ตอบแบบสอบถามเลือกคำตอบจากที่กำหนดให้เท่านั้น ว่าข้อไหนใกล้เคียงกับสิ่งที่ต้องการจะตอบมากที่สุด แบบสอบถามปลายปิดนี้ใช้ได้กับข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับข้อเท็จจริง หรือเกี่ยวกับความคิดเห็นที่มีลักษณะเห็นได้ง่าย สามารถใช้ในกรณีที่ต้องการคำตอบของคนจำนวนมาก ในตัวเลือกที่นักวิจัยกำหนดให้เท่านั้น ตัวอย่างเช่น

1. ท่านมีประสบการณ์ในการเป็นครูมาแล้วกี่ปี
 ต่ำกว่า 1 ปี 1-5 ปี
 6-10 ปี มากกว่า 10 ปีขึ้นไป

2. วุฒิการศึกษาสูงสุดของท่าน
 ต่ำกว่าปริญญาตรี
 ปริญญาตรี
 สูงกว่าปริญญาตรี

2. แบบสอบถามประเภทปลายเปิด (Open form) แบบสอบถามแบบนี้ไม่กำหนดคำตอบ แต่จะเปิดโอกาสให้ผู้ตอบแบบสอบถามแสดงความคิดเห็นในการตอบได้อย่างอิสระไม่จำกัดคำตอบ สามารถตอบได้ตามความพอใจ สามารถใช้ในกรณีที่ต้องการคำตอบที่ไม่บังคับให้ตอบตามที่ผู้วิจัยกำหนด ผู้ตอบสามารถใช้ความคิดเห็นของตนเองในการเขียนตอบได้อย่างอิสระในหัวข้อที่ผู้วิจัยกำหนด เช่น

1. สาเหตุสำคัญที่ท่านเลือกเข้ามาศึกษาระดับปริญญาตรีสาขาการศึกษา ของสถาบัน ได้แก่

.....
.....
.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1.2 ลักษณะของแบบสอบถาม

แบบสอบถามที่ใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัย มีลักษณะของแบบสอบถามที่สำคัญๆ 3 ส่วน ดังนี้ (รวิวรรณ ชินะตระกูล, 2535)

ก. ส่วนที่ 1 ข้อมูลเกี่ยวกับรายละเอียดส่วนตัว

เป็นข้อมูลที่ต้องการให้ผู้ตอบแบบสอบถามตอบเกี่ยวกับปัญหาส่วนตัวที่ผู้วิจัยต้องการทราบ เพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป การจะถามรายละเอียดส่วนตัวเรื่องใดนั้น ขึ้นอยู่กับตัวแปรที่จะวิจัยว่า ต้องการศึกษาวัดแปรใดบ้าง ตัวอย่างเช่น

1. เพศ ชาย หญิง
2. สถานภาพสมรส โสด มีาย
 แต่งงาน หย่าร้าง แยกกันอยู่

ข. ส่วนที่ 2 ข้อมูลที่เป็นความคิดเห็น

เป็นข้อมูลที่ต้องการให้ผู้ตอบแบบสอบถาม ตอบเกี่ยวกับความคิดเห็น คั้งนั้นการแสดงความคิดเห็นของผู้ตอบแบบสอบถามจึงอยู่ในลักษณะของการวัดเจตคติ (Attitude)

ค. ส่วนที่ 3 ข้อมูลที่เป็นคำถามปลายเปิด (Open data)

เป็นคำถามส่วนสุดท้ายของแบบสอบถาม เพื่อต้องการให้ผู้ตอบแบบสอบถามตอบเกี่ยวกับข้อเสนอแนะอื่นๆ ที่ส่วนที่ 2 ไม่ได้ถามและผู้ตอบต้องการแสดงความคิดเห็น ในส่วนที่ 3 นี้ จะเป็นคำตอบปลายเปิด ผู้ตอบมีอิสระในการเขียนตอบตามความคิดเห็นของตน ตามหัวข้อที่ผู้วิจัยกำหนดให้แสดงความคิดเห็น ได้อย่างไม่จำกัดคำตอบ สิ่งที่จะถามในส่วนที่ 3 นี้ต้องเกี่ยวข้องกับสิ่งที่กำลังทำการวิจัยและต้องมีความสัมพันธ์กับข้อมูลส่วนที่ 2 ที่เป็นความคิดเห็นด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลส่วนที่ 3 นี้ ใช้การวิเคราะห์ข้อความในภาพรวม เพื่อดูแนวโน้มของผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ว่า มีความคิดเห็น ไปในแนวใด และใช้ประกอบในการเขียนรายงานวิจัยในหัวข้อการอภิปรายผลการวิจัย

2.3.1.3 วิธีการเขียนข้อความวัดเจตคติ

ก. ความหมายของเจตคติ

เจตคติ หมายถึง ความรู้สึกภายในตัวของบุคคลที่มีต่อสิ่งหนึ่งอันเป็นผลจากประสบการณ์การเรียนรู้เกี่ยวกับสิ่งนั้น และความรู้สึกดังกล่าวจะเป็นตัวกำหนดให้บุคคลนั้นแสดงพฤติกรรม หรือแนวโน้มของการตอบสนองต่อสิ่งนั้น ในทิศทางใดทางหนึ่ง อาจเป็นทางสนับสนุนหรือโต้แย้งคัดค้านก็ได้ (ไพศาล หวังพานิชย์, 2526)

ข. เครื่องมือที่ใช้วัดเจตคติ

เครื่องมือที่ใช้วัดเจตคติ หรือที่เรียกว่ามาตราการวัดเจตคติ (Attitude scale) จะประกอบด้วยข้อความหรือคำถาม โดยทำหน้าที่เป็นตัววัด ให้บุคคลแสดงความคิดเห็นหรือความรู้สึกออกมา คั้งนั้นการวัดเจตคติจะ ได้ผลถูกต้องและเชื่อถือได้มากเพียงใด การเขียนข้อความเพื่อวัดเจตคติของบุคคลจึงเป็นเรื่องสำคัญที่จะต้องพิจารณา โดยยึดหลักเกณฑ์ดังต่อไปนี้ (ธีรวิมล เอกะกุล, 2541)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ใช้ข้อความที่กล่าวถึงเหตุการณ์หรือเรื่องราวที่เป็นปัจจุบัน เพราะจะช่วยให้ทราบเจตคติของบุคคลในสภาวะปัจจุบัน ในการกล่าวถึงอดีตหรือในสิ่งที่ผ่านมา อาจทำให้ทราบเจตคติของบุคคลนั้นซึ่งปัจจุบันอาจเปลี่ยนไปแล้ว

2. หลีกเลี่ยงข้อความที่ถามข้อเท็จจริงเกี่ยวกับเรื่องนั้น เพราะจะกลายเป็นการตอบสนองความเป็นจริง ทำให้ไม่ทราบความรู้สึก หรือความคิดเห็นของบุคคล

3. ข้อความที่ใช้จะต้องให้คำตอบที่สามารถแปลความหมายได้ คือสามารถบ่งบอกทิศทางและระดับของความรู้สึกของบุคคลได้ ข้อความที่ดีจึงควรถามความคิดเห็นเกี่ยวกับคุณค่าคุณลักษณะของสิ่งนั้น

4. ข้อความเหล่านั้นต้องมีความเป็นปรนัย คือมีความชัดเจน มีความหมายแน่นอน ไม่กำกวมหรือคลุมเครือ

5. ข้อความหนึ่งๆ ควรถามความคิดเห็นเพียงอย่างเดียว ถ้ามีหลายความคิดเห็นในข้อเดียวกันจะกลายเป็นข้อความที่กำกวม ผู้ชกต่อการเสนอความเห็น เช่น ไม่ควรให้ผู้ตอบแสดงความเห็นในข้อที่ว่า “การสอบแบบบรรยายทำให้หน้าเบื่อ เสียเวลามาก ได้ผลการเรียนไม่ดี” เพราะมีหลายเรื่องในข้อเดียวกัน ควรแยกข้อความนี้เป็นหลายๆ ข้อความ เช่น

- การสอบแบบบรรยายทำให้ผู้เรียนเบื่อ
- การสอบแบบบรรยายทำให้เสียเวลามากเกินไป
- การสอบแบบบรรยายทำให้ได้ผลการเรียนไม่ดี

6. ข้อความที่ใช้ควรมีลักษณะกลางๆ ไม่น้อมเอียงไปทางใดทางหนึ่ง เพื่อให้ผู้ตอบสามารถแสดงความเห็นได้ทั้งในทางบวกและทางลบ จึงควรใช้ข้อความที่กล่าวทั่วไป โดยพยายามหลีกเลี่ยงการใช้คำบางคำ เช่น เสมอ ทั้งหมด ไม่เคยเลย เท่านั้น เพียงแต่ เพียงเล็กน้อย เป็นต้น

7. พยายามหลีกเลี่ยงข้อความที่ไม่สามารถแสดงความเห็นได้ หรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่พิจารณา เช่น ข้อความที่กล่าวนอกเรื่องที่จะศึกษา ดังนั้นก่อนลงมือเขียนข้อความควรศึกษาขอบข่ายของเรื่องที่จะถามก่อน โดยให้พิจารณาว่าเรื่องนั้นๆ มีขอบเขตขนาดไหน ควรเน้นหรือถามด้านใด

ค. การวัดเจตคติตามวิธีของลิเคอร์ท (Likert scale)

แบบวัดเจตคติตามวิธีของลิเคอร์ท (Likert scale) มีชื่อเรียกหลายอย่าง เช่น Sigma Scale, Likert Type Scale, Method of Summarated Rating, Posteriori Approach วิธีนี้ เรนิส ลิเคอร์ท (Rensis Likert) เป็นผู้คิดค้นขึ้น โดยมีข้อตกลงเบื้องต้นว่า เจตคติมีลักษณะการกระจายเป็นแบบโค้งปกติ (Normal Curve) ด้วยการนำข้อความที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ไม่ต้องให้คณะผู้พิจารณาตัดสินเหมือนกับวิธีของเทอร์สโตน และกำหนดการให้คะแนนโดยใช้เกณฑ์ความเที่ยงเบนมาตรฐานให้คะแนนช่วงความรู้สึกเท่าๆกัน เป็น 5 ช่วงแบบต่อเนื่องเรียกว่า Arbitrary Weighting Method ได้แก่ เห็นด้วยอย่างยิ่ง, เห็นด้วย, ไม่เห็นด้วย, ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง ให้คะแนนเป็น 5, 4, 3, 2, 1 สำหรับข้อความทางบวก ส่วนข้อความทางลบในระดับความคิดเห็นเดียวกันให้คะแนนเป็น 1, 2, 3, 4, 5 ซึ่งได้ผลไม่แตกต่างกัน และพบว่ามีความสัมพันธ์สูงถึง 0.99 กับค่าคะแนนที่กำหนดเป็นจำนวนเต็ม (Edward, 1987) ดังนั้นการกำหนดคะแนนของแต่ละระดับในแบบวัดเจตคติแบบลิเคอร์ทในเวลาต่อมา จึงกำหนดเป็นคะแนนจำนวนเต็มเรียงต่อกันไป อาจเริ่มจาก 1 ไปแทนที่จะเริ่มด้วย 0 ก็ได้ คะแนนผู้ตอบแต่ละคนได้จากการรวมคะแนนจากการตอบแต่ละข้อของผู้สอบ ดังรูปที่ 2.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

เห็นด้วยอย่างยิ่ง



รูปที่ 2.5 แสดงระดับเจตคติของลิเคอร์ท

ดังนั้นมาตรวัดเจตคติของลิเคอร์ท จึงประกอบด้วยข้อความคิดเห็นหลายๆ ข้อ แต่ละข้อมีคุณค่าเจตคติตามสเกลระดับของความต่อเนื่องจากไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง ไม่เห็นด้วย ไม่แน่ใจ เห็นด้วย เห็นด้วยอย่างยิ่ง ดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 แสดงข้อความที่ใช้ในแบบวัดเจตคติของลิเคอร์ท

ง. การสร้างแบบวัดเจตคติของลิเคอร์ท

1. กำหนดเรื่องที่จะศึกษาว่ามีโครงสร้างลักษณะใด ศึกษาเจตคติต่อสิ่งใด ให้นิยามเจตคติต่อสิ่งนั้นอย่างชัดเจน

2. การเลือกคำถามและรวบรวมข้อความคิดเห็น การเก็บรวบรวมข้อความคิดเห็นที่จะเป็นตัวกระตุ้นให้บุคคลแสดงปฏิกิริยาโต้ตอบออกมา ข้อความนั้นควรมีลักษณะดังนี้

2.1 คำถามทุกข้อต้องเป็นข้อความที่เกี่ยวข้องกับเจตคติ ไม่ใช่เป็นการถามเรื่องราวของข้อเท็จจริง ทั้งนี้เพราะเรื่องราวที่เกี่ยวข้องกับข้อเท็จจริงนั้นไม่สามารถแสดงได้ว่าผู้ตอบมีเจตคติเป็นอย่างไรก็ไม่สามารถวัดความแตกต่างของเจตคติได้

2.2 คำถามทุกข้อต้องแจ่มแจ้ง ชัดเจน รัดกุม และตรงประเด็นที่ต้องการศึกษา การเขียนคำถามควรถามครั้งละ 1 ประเด็นเท่านั้น เพราะถ้าเขียนคำถามครั้งละหลายประเด็นจะทำให้ผู้ตอบเกิดความสับสน เพราะผู้ตอบอาจจะเห็นด้วยกับคำถามเพียงประเด็นเดียว ส่วนประเด็นอื่นผู้ตอบอาจจะไม่เห็นด้วย

2.3 ข้อคำถามนั้น ควรใช้คำศัพท์ง่ายๆ ที่ทุกคนอ่านแล้วเข้าใจตรงกัน พยายามหลีกเลี่ยงคำที่มีความหมายหลายแง่หลายมุม

2.4 ผลจากการตอบคำถาม ควรจะมีการกระจายพอสมควร ตามแนวของเจตคติ คือ มีทั้งกลุ่มที่เห็นด้วยและไม่เห็นด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 ในมาตรวัดชุดหนึ่งๆ ควรมีทั้งคำถามประเภทบวก หรือนิมาน (Favorable Statement) และประเภทลบ หรือนิเสธ (Unfavorable Statement) ตัวอย่างของคำถามประเภทบวกและประเภทลบ มีดังนี้

- การศึกษาจะช่วยให้ประเทศรุ่งเรือง (ทางบวก)
- การศึกษาจะช่วยให้ประชาชนมีสุขภาพดีขึ้น (ทางบวก)
- การศึกษาทำให้เสียเวลาทำมาหากิน (ทางลบ)
- การศึกษาเป็นการลงทุนที่ไร้ผล (ทางลบ)

2.6 ถ้าใช้คำถามประเภทเลือกตอบ (Multiple choice statement) ตัวเลือกแต่ละตัวจะต้องสามารถแยกเจตคติได้ และไม่มีหลายตัวแปร ในแต่ละคำตอบ เช่น

1. ท่านชอบคณิตศาสตร์เพียงใด
 - ก. ชอบมากกว่าวิชาอื่นๆทุกวิชา
 - ข. ชอบมากกว่าวิชาอื่นๆ เล็กน้อย
 - ค. ชอบเท่าๆ กับวิชาอื่น
 - ง. ชอบน้อยกว่าวิชาอื่นๆ เล็กน้อย
 - จ. ชอบน้อยกว่าวิชาอื่นๆ

2.7 คำถามควรมีลักษณะที่สามารถจำแนกเจตคติของบุคคลในแง่ต่างๆ ได้ กล่าวคือ บุคคลที่มีเจตคติต่างกันควรมีแนวคำตอบปรากฏให้เห็นแตกต่างกัน ส่วนแนวคำถามใดที่บุคคลมีแนวโน้มที่จะตอบเหมือนกัน ทั้งที่มีเจตคติต่างกัน ข้อนั้นควรตัดทิ้งไป

3. สร้างข้อความให้ครอบคลุมคุณลักษณะทั้ง 2 ทางคือทางบวกและทางลบ ประมาณ 50-100 ข้อ
4. การกำหนดตัวแปรของเจตคติว่า ควรจะมีค่าตั้งแต่เท่าใดถึงเท่าใดซึ่งจะพิจารณาได้ โดยยึดหลัก

ดังนี้

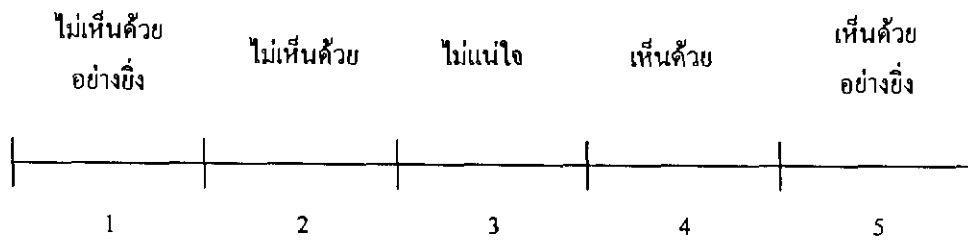
4.1 ข้อคำถามทั้ง 2 ประเภท กำหนดค่าเป็น 5 ลักษณะ ดังตารางที่ 2.9

ตารางที่ 2.9 แสดงข้อความที่ใช้ในแต่ละประเภทคำถามของแบบวัดเจตคติของลิเคอร์ท

ข้อคำถามประเภททางบวก	ข้อคำถามประเภททางลบ
- เห็นด้วยอย่างยิ่ง (Strongly agree)	- ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง (Strongly disagree)
- เห็นด้วย (Agree)	- ไม่เห็นด้วย (Disagree)
- ไม่แน่ใจ (Uncertain)	- ไม่แน่ใจ (Uncertain)
- ไม่เห็นด้วย (Disagree)	- เห็นด้วย (Agree)
- ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง (Strongly disagree)	- เห็นด้วยอย่างยิ่ง (Strongly agree)

4.2 การกำหนดน้ำหนักของ คำถามประเภททางบวก จะกำหนดให้น้ำหนักสูงสุดอยู่ที่ “เห็นด้วยอย่างยิ่ง” และน้ำหนักต่ำสุดอยู่ที่ “ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง” ดังรูปที่ 2.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 แสดงข้อความและการให้น้ำหนักคำถามประเภทบวกในแบบวัดเจตคติของลิเคอร์ท์

ในส่วนคำถามประเภททางลบกำหนดให้น้ำหนักสูงสุดอยู่ที่ “ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง” และน้ำหนักต่ำสุดอยู่ที่ “เห็นด้วยอย่างยิ่ง” ดังรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 แสดงข้อความและการให้น้ำหนักคำถามประเภทลบในแบบวัดเจตคติของลิเคอร์ท์

5. การเลือกคำถาม คำถามทุกข้อที่สร้างขึ้นในตอนแรกนี้ จะนำไปใช้เป็นแบบสอบถามเจตคติยังไม่ได้ จะต้องนำคำถามเหล่านี้ไปทดลองดูก่อนว่า คำถามแต่ละข้อนั้นเชื่อถือได้หรือไม่ สามารถวัดเจตคติที่ต้องการจะวัดได้หรือไม่เพียงไร ในการเลือกคำเพื่อคัดไว้เป็นแบบสอบถามต้องทำ ดังนี้

5.1 นำคำถามที่สร้างขึ้นมานำไปให้ผู้รู้เกี่ยวกับเรื่องนั้นอ่านดู เพื่อวิจารณ์ก่อนว่าข้อคำถามเหล่านั้น ข้อไหนดีไม่ใช่อะไร ถ้าไม่คิดควรปรับปรุงใหม่หรือตัดทิ้งไป หรือบางครั้งคำถามเหล่านั้นอาจจะไม่ครอบคลุมเนื้อหาก็ได้ จะได้เพิ่มเติมคำถามลงไปอีกเพื่อให้ครอบคลุมปัญหานั้นให้ได้มากที่สุด

5.2 นำคำถามที่ได้ไปทดลองกับกลุ่มบุคคล ซึ่งมีลักษณะเป็นกลุ่มตัวอย่างประมาณ 30 คน ขึ้นไป แล้วนำคำตอบเหล่านั้นมาวิเคราะห์ เพื่อเลือกเอาคำถามเฉพาะข้อที่ดีไปใช้ต่อไป โดยวิเคราะห์ข้อคำถาม และทดสอบคะแนนที่ได้ด้วยการหาค่าความเชื่อมั่นแบบสัมประสิทธิ์อัลฟา หรือการหาค่าความเชื่อมั่นแบบครอนบาค อัลฟา (Cronbach's alpha) โดยมีสูตรในการคำนวณดังสมการที่ 2.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\alpha = \frac{N \times r}{(1 + (N-1) \times r)}$$

N = จำนวนชุด

r = ความแปรปรวนภายใน

6. ข้อคำถามแต่ละข้อที่ใช้ในการวิจัย ผู้วิจัยอาจเขียนขึ้นเองหรือนำมาจากผู้อื่น
7. ภาษาที่ใช้ต้องมีความหมายเดียว
8. ข้อความที่ใช้ต้องสอดคล้องกับการตอบ เช่น การกำหนดให้ตอบว่า ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง ไม่เห็นด้วย ไม่แน่ใจ เห็นด้วย หรือ เห็นด้วยอย่างยิ่งนั้น สอดคล้องกับข้อความที่ถามหรือไม่

2.3.1.4 หลักการสร้างแบบสอบถาม

การสร้างแบบสอบถาม มีหลักการสร้างที่สำคัญๆ ดังนี้

1. ข้อความที่ใช้เป็นคำถามในแต่ละข้อไม่ควรยาวเกินไป เพราะถ้าหากใช้ข้อความยาวเกินไป จะทำให้ผู้ตอบเกิดความเบื่อหน่ายในการตอบได้
2. แต่ละคำถามจะต้องเขียนให้ชัดเจนและเข้าใจง่าย
3. คำถามที่ใช้จะต้องไม่ทำให้ผู้ตอบเกิดความรู้สึกอึดอัดใจ หรือความละอายไม่รู้จะตอบอะไรดี
4. คำถามที่ใช้จะต้องช่วยให้ผู้ตอบอยากตอบแบบสอบถาม
5. การใช้ภาษาในข้อความจะต้องถูกต้องตามหลักไวยากรณ์
6. ต้องถามแค่เรื่องสำคัญๆ และผู้ตอบสามารถมองเห็นความสำคัญนั้นได้
7. คำตอบที่ได้ทั้งหมดจากแบบสอบถาม เมื่อนำมารวมเข้าด้วยกันแล้วควรจะตอบปัญหาตามที่แบบสอบถามนั้นต้องการจะศึกษาได้อย่างแท้จริง
8. คำถามที่ใช้ถาม ต้องไม่ทำให้ผู้ตอบรู้สึกสงสัย หรือกังวลใจว่าคำตอบของเขาจะมีผลกระทบอะไรต่อผู้ตอบแต่อย่างใด
9. คำถามแต่ละข้อผู้ตอบอ่านแล้วเข้าใจได้ทันทีว่าจะต้องตอบอะไร
10. แบบสอบถามควรจะได้จัดเรียงลำดับแล้วว่า เรื่องอะไรควรจะอยู่ช่วงไหนของแบบสอบถาม

2.3.1.5 ข้อดีและข้อจำกัดของแบบสอบถาม

ก. ข้อดีของแบบสอบถาม

1. ประหยัดเวลาและค่าใช้จ่าย เมื่อมีประชากรที่ทำการศึกษามาก และอยู่กระจัดกระจาย
2. ผู้ตอบแบบสอบถามมีอิสระในการตอบ ทำให้ได้คำตอบที่จริงใจมาวิธีหนึ่ง
3. ช่วยให้ได้ข้อมูลในขั้นปฐมภูมิ (Primary data) ซึ่งเป็นข้อมูลที่มีระดับความสำคัญมาก ทั้งยังใช้ในการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลได้
4. ไม่มีความลำเอียงคำตอบเป็นของผู้ตอบที่ให้ข้อมูลเอง
5. ผู้ตอบจะสามารถใช้เวลานานเพียงพอที่จะหาคำตอบที่แน่ใจจริงๆ ทำให้ได้ข้อมูลที่มีความถูกต้อง

ชัดเจนยิ่งขึ้น
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข. ข้อจำกัดของแบบสอบถาม

1. ไม่มีปฏิสัมพันธ์โดยตรงกับผู้ตอบแบบสอบถาม จึงไม่อาจแน่ใจว่าจะได้ข้อมูลที่มีความตั้งใจจริงของผู้ตอบหรือไม่
2. อาจได้รับแบบสอบถามกลับมาจำนวนน้อยเกินไป ทำให้ข้อสรุปที่ได้จากการวิจัยมีความเชื่อถือได้น้อยลง
3. ผู้ตอบแบบสอบถามอาจจะไม่เห็นความสำคัญ จึงละเลยในการตอบ หรือขาดการพิจารณาในการตอบให้รอบคอบ หรือให้บุคคลอื่นตอบแบบสอบถามให้ ทำให้คำตอบที่ได้จากแบบสอบถามขาดความน่าเชื่อถือ
4. ไม่สามารถใช้กับคนที่ไม่มีการศึกษาได้ หรือถ้าเป็นผู้ที่มีการศึกษา แต่เป็นเรื่องที่เขาไม่สนใจแล้ว มักจะไม่ให้ความร่วมมือ ทำให้ระยะเวลาในการรวบรวมข้อมูลคลาดเคลื่อน ไปและเสียงบประมาณในการติดตามอีก
5. ใช้เวลาในการได้รับแบบสอบถามกลับคืนมาช้ามาก ทำให้เสียเวลานานในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.3.2 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง

การทำวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์ บางเรื่องไม่สามารถจะศึกษาประชากรทั้งหมดได้ จึงมีความจำเป็นต้องใช้การศึกษาจากกลุ่มตัวอย่าง แต่ปัญหาสำคัญประการหนึ่งของการศึกษาจากกลุ่มตัวอย่างคือ จะต้องใช้กลุ่มตัวอย่างขนาดไหน จำนวนเท่าใดจึงจะทำให้ผลการวิจัยเชื่อถือได้ และกลุ่มตัวอย่างนั้นจะเป็นตัวแทนที่ดีของประชากรด้วย เมื่อผลการศึกษาจากกลุ่มตัวอย่างเป็นอย่างไรมาก่อน จะต้องนำผลนั้นสรุปอ้างอิงไปยังประชากรเป้าหมายของกลุ่มตัวอย่างนั้นด้วย การอ้างอิงจะถูกต้องหรือเชื่อถือได้มากน้อยเพียงใด ขึ้นอยู่กับกลุ่มตัวอย่างว่ามีคุณลักษณะเหมาะสม เป็นตัวแทนที่ดีของประชากรหรือไม่

ตัวแทนที่ดีจะต้องมีลักษณะเหมือนกัน หรือคล้ายคลึงกับประชากรให้มากที่สุด และกลุ่มตัวอย่างนั้นต้องได้มาโดยไม่มีการลำเอียง หลักการสำคัญของการสุ่มตัวอย่าง คือ ถ้าผู้วิจัยสามารถใช้กลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดใหญ่เท่าใด จะยิ่งลดความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าของประชากรได้มากเท่านั้น แต่ในบางกรณีถ้ากลุ่มตัวอย่างมีขนาดที่เหมาะสมและมีลักษณะต่างๆที่เป็นตัวแทนที่ดีของประชากรแล้ว ถึงแม้ผู้วิจัยจะเพิ่มขนาดของกลุ่มตัวอย่างให้มากขึ้น ก็ลดความคลาดเคลื่อนลงได้น้อยมาก ซึ่งไม่คุ้มกับงบประมาณและเวลาที่ต้องเพิ่มขึ้นในการเก็บรวบรวมข้อมูล

มีข้อเสนอเกี่ยวกับขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยไว้ว่า การวิจัยเชิงสหสัมพันธ์ขนาดของกลุ่มตัวอย่างไม่ควรต่ำกว่า 30 คน ในการวิจัยเชิงเปรียบเทียบ หรือ อรรถาธิบาย และการวิจัยเชิงทดลอง จำนวนสมาชิกในแต่ละกลุ่มไม่ควรต่ำกว่า 15 คน และการวิจัยเชิงสำรวจจำนวนสมาชิกในกลุ่มใหญ่ทั้งหมดไม่ควรต่ำกว่า 100 คน โดยที่จำนวนสมาชิกในกลุ่มย่อยแต่ละกลุ่มไม่ควรต่ำกว่า 50 คน อย่างไรก็ตาม ผู้วิจัยควรพิจารณาองค์ประกอบที่ใช้ในการกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้ (บุญเรียง ขจรศิลป์, 2539)

1. งานวิจัยนั้นต้องสรุปกว้างไกลแค่ไหน ควรกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างให้ครอบคลุมทุกลักษณะของประชากรที่ต้องการอ้างอิง
2. งานวิจัยนั้นต้องการรายละเอียดของข้อมูลมากเพียงใด กรณีนี้ถ้าจะกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างให้มากจะไม่เกิดประโยชน์ เพราะบางหน่วยที่เป็นตัวอย่างอาจไม่สามารถให้ข้อมูลได้ แม้ว่าให้ข้อมูลได้อาจเป็นข้อมูลซ้ำๆ กันซึ่งไม่เป็นประโยชน์แต่อย่างใด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. งานวิจัยนั้นเป็นงานวิจัยเชิงทดลองหรือไม่ ถ้าเป็นงานวิจัยเชิงทดลอง จำเป็นต้องมีการควบคุมตัวแปรภายนอกที่ส่งผลถึงตัวแปรตามที่น่าสนใจ การควบคุมอาจใช้วิธีการควบคุมโดยการสุ่ม (Randomization) การทำให้คงที่ (Holding constant) หรืออาจควบคุมโดยวิธีการทางสถิติ (Statistical control)

4. ถ้างานวิจัยนั้นมีตัวแปรเกินที่ไม่สามารถควบคุมได้อยู่หลายตัว ควรจะใช้กลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดใหญ่มากๆ

5. เมื่อกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษานั้นแตกย่อยเป็นกลุ่มเล็กๆ แล้ว จำนวนสมาชิกในกลุ่มย่อยบางกลุ่มอาจจะมีจำนวนน้อยเกินไป ควรเพิ่มขนาดของกลุ่มตัวอย่างมากขึ้น

6. ถ้าประชากรมีลักษณะต่างๆ กัน ในลักษณะของตัวแปรที่ต้องการจะศึกษาควรใช้กลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดใหญ่ เพื่อที่จะได้ครอบคลุมลักษณะต่างๆ ของประชากรได้หมด แต่ถ้าประชากรมีลักษณะที่คล้ายคลึงกัน หรือเหมือนกันในลักษณะของตัวแปรที่ต้องการจะศึกษาอาจจะใช้กลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดเล็กก็ได้อีก

ลิเบรโร (Librero) ได้เสนอแนะ เกี่ยวกับขนาดของกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

1. ความเหมือนกัน (Homogeneous) ควรเลือกกลุ่มตัวอย่างจากประชากรที่เหมือนกัน หากนำกลุ่มตัวอย่างมาจากประชากรที่ไม่เหมือนกันมาศึกษา จะไม่เป็นตัวแทนของประชากรทั้งหมด จึงไม่สามารถอ้างอิงกับประชากรทั้งหมดได้

2. ขนาดประชากร (Size of population) ถ้าประชากรมีขนาดใหญ่มาก มีความจำเป็นต้องเลือกกลุ่มตัวอย่าง แต่ถ้าประชากรไม่ใหญ่นัก และสามารถที่จะศึกษาได้ควรจะศึกษาจากประชากรเป้าหมายทั้งหมด

3. ต้นทุน (Cost) ต้นทุนเป็นเรื่องที่ต้องพิจารณาว่า จะเลือกกลุ่มตัวอย่างหรือไม่ และจะใช้กลุ่มตัวอย่างเท่าใด จึงจะเป็นตัวแทนที่ดี ที่เพียงพอเหมาะสม

4. ความแม่นยำชัดเจน (Precision) ถ้าต้องการความแม่นยำชัดเจนในเรื่องที่จะศึกษาค้นคว้า ต้องใช้กลุ่มตัวอย่างมาก คือยิ่งมีกลุ่มตัวอย่างมากเท่าใด ผลการศึกษาจะมีความแม่นยำมากขึ้นเท่านั้น

การกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่าง มีวิธีการประมาณขนาดของกลุ่มตัวอย่างไว้ดังนี้

1. ปิดถือเปอร์เซ็นต์ของประชากร มีเกณฑ์ในการพิจารณาดังนี้

- ถ้าขนาดของประชากรมีเป็นจำนวนหลักร้อย ควรใช้กลุ่มตัวอย่างอย่างน้อย 25 เปอร์เซ็นต์
- ถ้าขนาดของประชากรมีเป็นจำนวนหลักพัน ควรใช้กลุ่มตัวอย่างอย่างน้อย 10 เปอร์เซ็นต์
- ถ้าขนาดของประชากรมีเป็นจำนวนหลักหมื่น ควรใช้กลุ่มตัวอย่างอย่างน้อย 5 เปอร์เซ็นต์
- ถ้าขนาดของประชากรมีเป็นจำนวนหลักแสน ควรใช้กลุ่มตัวอย่างอย่างน้อย 1 เปอร์เซ็นต์

2. ใช้สูตรในการคำนวณขนาดของกลุ่มตัวอย่าง สูตรที่ใช้ในการหาค่าขนาดกลุ่มตัวอย่างมีด้วยกันหลายสูตร แต่สูตรที่นิยมใช้กันมากในงานวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์ คือสูตรของยามานะ (Taro Yamane) เนื่องจากเป็นสูตรที่มีการพิจารณาระดับความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ ที่ระดับ 0.05 หรือ 0.01 ไว้ในสูตรการคำนวณด้วย และเป็นสูตรที่คำนวณง่าย ไม่ยุ่งยากซับซ้อนเหมือนสูตรอื่นๆ สูตรของยามานะมีสูตร ดังสมการที่ 2.13

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2} \quad (2.13)$$

e = ความคลาดเคลื่อนของการสุ่มตัวอย่าง (0.05 หรือ 0.01)

N = ขนาดของประชากร

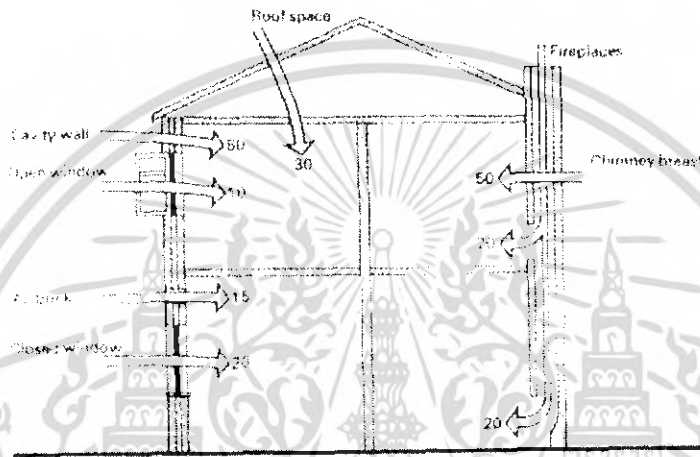
n = ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ทฤษฎีการปรับปรุงอาคารเพื่อลดผลกระทบ

2.4.1 โครงสร้างอาคาร และ ฉนวนลดระดับเสียงเครื่องบิน

การลดระดับเสียงเครื่องบินจากการจราจรทางอากาศที่จะเข้าสู่อาคารนั้นมีหลายวิธี เช่น การทำกระงก 2 ชั้น บริเวณหน้าต่าง และ แทนที่ช่องลมโดยโครงสร้างที่สามารถระบายอากาศได้ แต่เท่านี้ยังไม่เพียงพอเสียงของเครื่องบินยังสามารถผ่านทางหลังคาได้อีกด้วย แต่ละส่วนของอาคารเอง ก็สามารถลดระดับเสียงของเครื่องบินที่จะเข้าสู่อาคารได้ ดังรูปที่ 2.9 (K A Mull Holland, 1990)



รูปที่ 2.9 แสดงรูปแบบการเข้าสู่อาคารของเสียง และระดับเสียงที่ลดลงเมื่อผ่านเข้าสู่อาคาร (K A Mull Holland, 1990)

2.4.2 ความสามารถในการลดผลกระทบของกระงกแบบต่างๆ

โดยปกติอาคารในอาคารที่มีกระงก ตัวกระงกเองจะสามารถลดระดับเสียงจากการจราจรทางอากาศได้เล็กน้อย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระดับเสียงความถี่ต่ำ แต่ยกเว้นในอาคารที่ติดตั้งเครื่องปรับอากาศภายในอาคารที่มีกระงกแบบฝังตายกับตัวอาคาร จะช่วยลดระดับเสียงได้อีกประมาณ 10 เดซิเบล(เอ) ประเภทของหน้าต่างที่ใช้ก่อสร้างอาคารเพื่อลดผลกระทบ สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 2.10

ตารางที่ 2.10 แสดงประเภทของหน้าต่างและระดับเสียงที่ลดได้ (A Lara Saenz, 1999)

แบบที่	ชนิดของหน้าต่าง	ระดับเสียงที่ลดได้ (เดซิเบล)
1	กระงกชั้นเดียวราคาต่ำ, ไม่มีการซีลกระงก หน้า 2-8 ม.ม.	10-20
2	กระงก 2 ชั้น, มีการซีลกระงก หน้า 2-5 ม.ม.	20-30
3	กระงกฉนวนพิเศษ	30-40
4	กระงก 2 ชั้น แต่ละแผ่นหนา 4-8 ม.ม. โดยมีช่องห่างแต่ละแผ่น 15 ซม. มีการซีลกระงก	40-50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3 การประมาณราคา

2.4.3.1 ความหมายของการประมาณราคา

การประมาณราคา หมายถึง การประมาณหรือการคาดคะเน หรือวิเคราะห์ปริมาณงานและราคาที่เหมาะสม และใกล้เคียงความเป็นจริงของงานก่อสร้างนั้นๆ โดยต้องคำนึงถึงสภาพแวดล้อมของแต่ละโครงการ เมื่อผู้ประมาณราคาได้ทำการถอดแบบหรือวิเคราะห์ปริมาณวัสดุ แรงงาน และเครื่องมือเครื่องจักร โดยแยกงานออกเป็นหมวดหมู่เสร็จแล้ว ก็จะกำหนดราคาต่อหน่วยของต้นทุนก่อสร้าง การกำหนดราคาเป็นการคาดการณ์ราคาที่เหมาะสมที่ยากลำบากขึ้นตอนหนึ่ง โดยเฉพาะผู้ประมาณราคา ที่ยังไม่มีประสบการณ์ แต่อย่างไรก็ตาม ผู้ประมาณราคาจะต้องมีความพร้อมในด้านข้อมูลและสารสนเทศที่เกี่ยวข้องรวบรวมไว้อย่างมีระเบียบ และต้องติดตามปรับปรุงข้อมูลให้เป็นปัจจุบันอยู่เสมอ เพื่อให้ทำการประมาณราคาได้อย่างใกล้เคียงและถูกต้องมากที่สุด (ทวี หวังนิเวศน์กุล, 2547)

2.4.3.2 วัตถุประสงค์ของการจัดทำประมาณราคา

ผู้ที่ทำการประมาณราคาต้องพิจารณาถึงวัตถุประสงค์ที่ต้องการหรือตอบสนองต่อบุคคลกลุ่มใด โดยทั่วไปแล้ววัตถุประสงค์เบื้องต้นของการจัดทำประมาณราคาจะเป็นการจัดเตรียมข้อมูลเกี่ยวกับงานทั้งด้านราคาที่เหมาะสมและระยะเวลาที่ใช้ในการก่อสร้างดังนี้

1. เพื่อใช้ในการกำหนดงบประมาณค่าก่อสร้างโครงการ ข้อมูลของโครงการที่ผ่านมา สามารถนำมารวบรวมและนำมาวิเคราะห์ กำหนดงบประมาณสำหรับโครงการใหม่ได้ ทำให้เจ้าของโครงการสามารถจัดเตรียมงบประมาณได้อย่างเหมาะสม รวมทั้งวิศวกรสถาปนิกที่ออกแบบโครงการ สามารถกำหนดรายละเอียดได้อย่างเหมาะสมด้วย
2. เพื่อให้เกิดความยุติธรรมในดำเนินการเสนอราคา เพราะทำให้สามารถตรวจสอบราคาและรายการต่างๆ ได้อย่างละเอียด ทำให้การหลงลืมหรือตกหล่นลดน้อยลง หรือเมื่อนำมาตรวจสอบเปรียบเทียบระหว่างผู้เสนอราคาด้วยกันกับราคากลาง จะทำให้สามารถต่อรองราคาเพื่อความยุติธรรมทั้ง 2 ฝ่าย
3. เพื่อใช้ในการกำหนดจำนวนวงเงิน โดยปกติการทำสัญญาก่อสร้างมักจะกำหนดการจ่ายวงเงินแต่ละงวดให้เหมาะสมกับงานที่ได้ก่อสร้างลงไป หรือการจ่ายวงเงินอาจกำหนดไว้เดือนละ 1 ครั้ง โดยตรวจสอบจากปริมาณงานที่ได้ก่อสร้างแล้วเสร็จ และเจ้าของโครงการมักจะหักเงินค้ำประกันผลงานไว้วงละ 5-10 % เสมอ เพราะฉะนั้นถ้าไม่มีรายการวัสดุและราคาอยู่ก็จะเป็นปัญหาต่อการเบิกจ่ายเงินงวดได้
4. เพื่อใช้ในการเปลี่ยนแปลงแก้ไขงานเพิ่มและงานลด งานก่อสร้างแทบทุกโครงการมักจะหลีกเลี่ยงการเพิ่มหรือลดงานไม่ได้ไม่ว่าจะด้วยสาเหตุใดก็ตาม เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขงานก่อสร้างก็มักจะยึดถือราคาที่เคยเสนอไว้แล้วเป็นเกณฑ์ ทำให้การตกลงราคาในงานเพิ่มหรือลดช่วยลดข้อขัดแย้งลงได้ ยกเว้นเป็นงานที่ไม่เคยปรากฏล่วงหน้าไว้ก่อน ก็ต้องเจรจาตกลงราคากันใหม่จนเป็นที่พอใจกันทั้งสองฝ่าย
5. เพื่อเปรียบเทียบมาตรฐานต้นทุนงานก่อสร้าง การจัดทำใบรายการรายละเอียดปริมาณวัสดุและราคา จะทำให้ผู้รับเหมางานก่อสร้างแต่ละรายต้องศึกษาอย่างรัดกุมก่อนเสนอราคา ทำให้ไม่เสียราคาจนเกินควรเพราะต้นทุนการก่อสร้างก็น่าจะใกล้เคียงกันทุกราย จะแตกต่างกันก็เฉพาะค่าบริหาร ค่าดำเนินการ และกำไรเท่านั้น

2.4.3.3 การประมาณราคางานกระจก

กระจกที่ใช้ในงานก่อสร้างมีหลายชนิด สำหรับงานประตู-หน้าต่างจะใช้กระจกใสธรรมดาทั่วไป หรือใช้กระจกเงาหรือกระจกชา แต่ถ้าในงานอาคารสูงหรือการติดตั้งบานกระจกขนาดใหญ่ (Curtain wall) มักต้องใช้กระจกนิรภัย (Laminated/Tempered Glass) เพราะกระจกชนิดนี้เมื่อแตกจะเป็นเม็ดละเอียดๆ ไม่เป็นอันตรายและไม่หลุดร่วง ใ้
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระจายกระจกนิรภัยนี้ต้องสั่งตัดขนาด และติดตั้งโดยบริษัทผู้ผลิต ซึ่งต้องคำนวณออกแบบความหนาของกระจกให้สามารถต้านทานแรงกระแทกและแรงปะทะในกรณีที่เกิดตั้งบนอาคารสูง

กระจกใสเป็นกระจกที่ราคาถูกสุด ราคาจะแพงขึ้นตามความหนาของกระจกที่เพิ่มขึ้น ขนาดแผ่นเล็กจะถูกกว่าขนาดแผ่นใหญ่ ราคาซื้อขายและหน่วยการวัดคิดเป็นตารางฟุต

สมมติว่าใช้กระจกใสหนา 6 มม. มีราคาต่อหน่วย 20 บาทต่อตารางฟุต มีค่าวัสดุยางอัดขอบกระจกเท่ากับ 25 บาทต่อเมตร มีค่าติดตั้งเท่ากับ 8 บาท ต่อตารางฟุต จะจำลองการคำนวณราคารวมกระจกได้ดังตารางที่ 2.11

ตารางที่ 2.11 แสดงการจำลองการคำนวณราคารวมกระจก

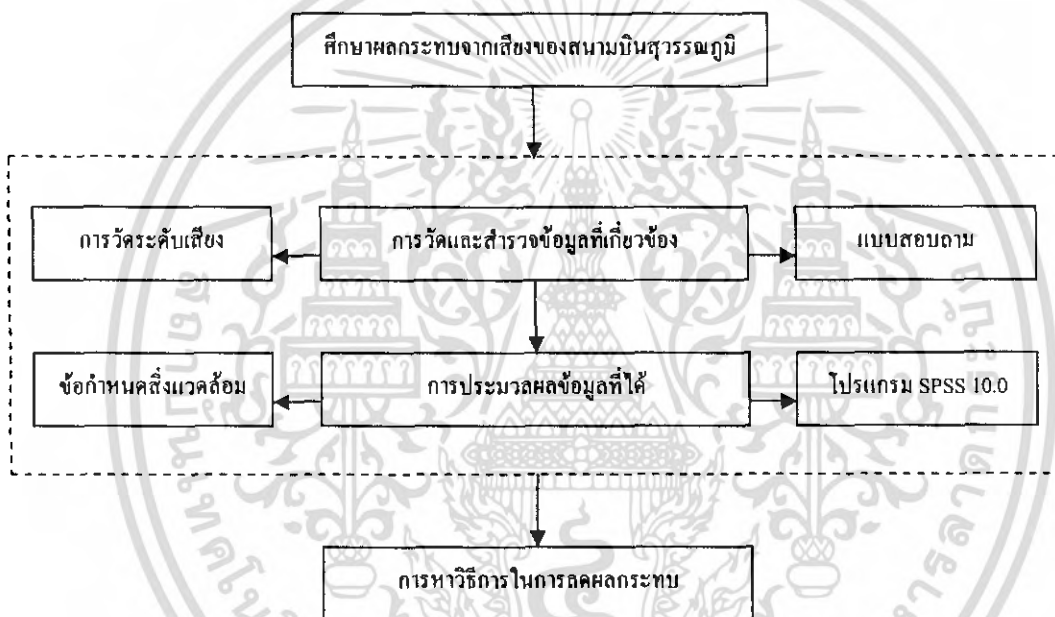
รายการ	หน่วย	จำนวน	ราคาต่อหน่วย (บาท)	รวมเงิน (บาท)
กระจกหนา 6 มม.	ตร.ฟ.	99	20	1,980
ค่าวัสดุยางอัดขอบกระจก	ม.	35	25	875
ค่าติดตั้ง	ตร.ฟ.	99	8	792
รวม	ชุด	1	-	3,647

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

ขั้นตอนการดำเนินงาน

ในการดำเนินงานโครงการปริญญาโทขั้นต้นนี้ จะอาศัยการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาประมวลผล อันจะนำไปสู่วิธีการแก้ไขผลกระทบต่อไป โดยได้ทำการแบ่งการดำเนินงานเป็นส่วนหลักๆ 4 ส่วน ดังรูปที่ 3.1



หมายเหตุ --- คือ ส่วนที่ดำเนินการกับกรณีศึกษา (มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร)

รูปที่ 3.1 แสดงขั้นตอนการดำเนินงานในการทำโครงการ

3.1 ศึกษาผลกระทบจากเสียงของสนามบินสุวรรณภูมิ

การศึกษาผลกระทบจากเสียงของสนามบินสุวรรณภูมิ มีจุดมุ่งหมายคือเพื่อศึกษาระดับเสียงในพื้นที่ที่คาดว่า จะมีผลกระทบ ในโครงการปริญญาโทขั้นต้นนี้จะทำการศึกษาดังผลกระทบของเสียงเครื่องบินที่มีต่อสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ในการศึกษาระดับเสียงของพื้นที่ที่ทำการศึกษา จะศึกษาจากแผนที่แสดงการกระจายของระดับเสียง (Noise Contour Map) รอบสนามบินสุวรรณภูมิ ซึ่งเป็นแผนที่ที่แสดงการคาดคะเนระดับเสียงรบกวนของเครื่องบินที่มีต่อชุมชนรอบท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ อันรวมไปถึงสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังด้วย สำหรับแผนที่แสดงการกระจายของระดับเสียง ได้แสดงไว้ในภาคผนวก ก

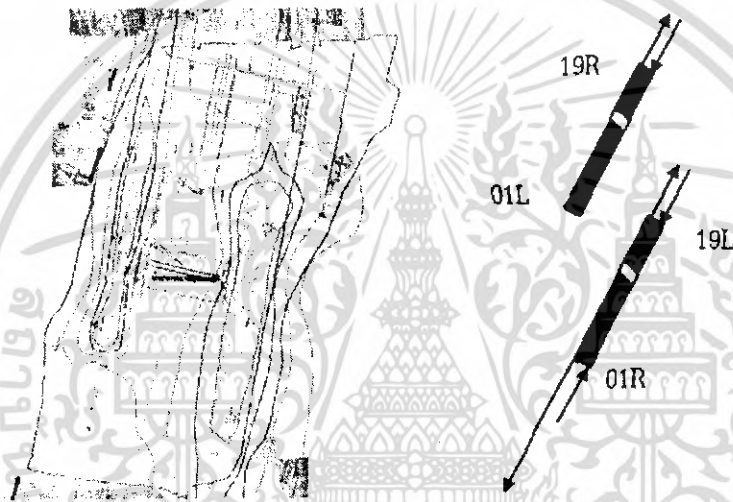
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1 องค์ประกอบของแผนที่การกระจายของระดับเสียง (Noise Contour Map)

3.1.1.1 ทางวิ่ง (Runway)

ในส่วนของทางวิ่งของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิจะมีทั้งหมด 2 ทางวิ่ง โดยลักษณะของทางวิ่งมีลักษณะดังรูปที่ 3.2 มีชื่อเรียกและองค์ประกอบ ดังนี้

1. ทางวิ่งฝั่งตะวันตก (19R และ 01L) 1 ทางวิ่ง ประกอบด้วย 1 ทางวิ่ง และ 1 ทางขับ
2. ทางวิ่งฝั่งตะวันออก (19L และ 01R) 1 ทางวิ่ง ประกอบด้วย 1 ทางวิ่ง และ 1 ทางขับ



รูปที่ 3.2 แสดงลักษณะของทางวิ่งของสนามบินสุวรรณภูมิ (บริษัท ทิม คอนซัลติ้ง เอ็นจิเนียริ่ง แอนด์ แมเนจเม้นต์ จำกัด, 2548)

3.1.1.2 เส้นแสดงขอบเขตการกระจายของระดับเสียงและสัญลักษณ์

ในแผนที่แสดงการกระจายของระดับเสียง การอธิบายถึงระดับเสียงของสถานที่ใดๆ จะอาศัยเส้นแสดงระดับเสียง โดยเส้นจะเป็นรูปทรงปิด มีสีเส้นแตกต่างกัน บ่งบอกถึงระดับเสียงที่มีภายในอาณาเขตรูปทรงปิดนั้นๆ ซึ่งแต่ละสีจะมีความหมาย ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แสดงสีและความหมายของเส้นแสดงระดับเสียงในแผนที่การกระจายของระดับเสียง

สี	ระดับเสียงกลางวัน-กลางคืน	ระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมง
แดง ■	60-65	65-70
เขียว □	65-70	70-75
น้ำเงิน ■	70-75	75-80
ม่วง ■	มากกว่า 75	มากกว่า 80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจากบริษัทฯ
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 กรณีศึกษาการกระจายระดับเสียงของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ

ในการศึกษาระดับเสียงที่มีผลกระทบต่อชุมชน จะศึกษาโดยแบ่งกรณีศึกษาเป็น 3 กรณี โดยใช้สถานการณ์การขึ้นลงของเครื่องบินบนทางวิ่งเป็นหลัก ซึ่งสถานการณ์การขึ้นลงของเครื่องบินบนทางวิ่งทั้ง 3 สถานการณ์ แสดงได้ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 แสดงกรณีศึกษาการกระจายของเสียงเครื่องบิน จากสถานการณ์การขึ้นลงของเครื่องบินบนทางวิ่งของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ

กรณีศึกษา	ทางวิ่ง (Runway)	100 เปอร์เซ็นต์ของการวิ่ง ทางด้านทิศเหนือ		100 เปอร์เซ็นต์ของการวิ่ง ทางด้านทิศใต้	
สถานการณ์ที่ 1	19R 01L	80%	เที่ยวขึ้น : 16% เที่ยวลง : 84%	0%	เที่ยวขึ้น : - เที่ยวลง : -
		19L 01R	20%		เที่ยวขึ้น : 16% เที่ยวลง : 84%
	19R 01L		90%	เที่ยวขึ้น : 16% เที่ยวลง : 84%	0%
		19L 01R		10%	
สถานการณ์ที่ 3	19R 01L		50%	เที่ยวขึ้น : 5% เที่ยวลง : 45%	50%
		19L 01R		50%	

3.2 การวัดและสำรวจข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาผลกระทบของเสียงที่มีต่อการเรียนการสอน ต้องทำการวัดระดับเสียงและสำรวจความคิดเห็นจากมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร แล้วจึงนำผลมาเทียบเคียงกับสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังต่อไป ข้อมูลที่ต้องวัดและสำรวจจากกรณีศึกษา มีดังต่อไปนี้

3.2.1 การวัดระดับเสียงเครื่องบินที่มีต่อกรณีศึกษา

เพื่อทราบถึงระดับผลกระทบของเสียงที่มีต่อการเรียนการสอนของสถานศึกษาที่เป็นกรณีศึกษา จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทำการวัดระดับของเสียงเครื่องบินที่บินผ่านมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร เพื่อนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกับกฎหมายและข้อกำหนดที่เป็นสากลต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ในการวัดระดับเสียง

ในการวัดระดับเสียงจะใช้เครื่องวัดเสียง (Sound Level Meter) ยี่ห้อ Rion รุ่น NL-31 ในการวัด ซึ่งต้องใช้ อุปกรณ์เสริมที่จำเป็นในการวัด ดังนี้

1. การ์ดหน่วยความจำ (Memory Card) ใช้เพื่อบันทึกข้อมูลระดับเสียงที่วัด
2. ถ่านอัลคาไลน์ ขนาดเอเอ 4 ก้อน
3. อุปกรณ์กันลม (Windscreen: Ws -10)
4. ขาตั้ง (Tripod)
5. คลิปเมตร

3.2.1.2 วิธีการดำเนินการวัดระดับเสียง

ในการวัดระดับเสียงจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

1. การวัดระดับเสียงภายนอกอาคาร เป็นการวัดระดับเสียงเฉลี่ยแบบ 24 ชั่วโมง เพื่อให้ทราบถึงระดับเสียงที่เป็นผลกระทบของกรณีศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครว่ามีระดับความรุนแรงเพียงใด มีข้อมูลจำเพาะที่เกี่ยวข้องในการวัดระดับเสียงภายนอกอาคาร ดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 แสดงข้อมูลจำเพาะที่เกี่ยวข้องในการวัดระดับเสียงภายนอกอาคาร

สถานที่ตั้งเครื่องมือวัด	สนามหญ้าหน้าโรงแรมพระนครแกรนด์
หน่วยการวัดระดับเสียง	ระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมง (24 Hours Equivalent sound pressure Level: dB(A))
วิธีการตั้งเครื่องมือวัด	1) ตั้งเครื่องวัดห่างจากกำแพง สิ่งปลูกสร้าง หรือวัสดุที่ทำให้เกิดการสะท้อนเสียงอย่างน้อย 3.5 เมตร 2) ปรับขาตั้งให้เครื่องวัดอยู่สูงจากพื้น 1.2-1.5 เมตร
จำนวนครั้งในการวัด	3 ครั้ง

2. การวัดระดับเสียงภายในอาคาร เป็นการวัดระดับเสียงเฉลี่ย 8 ชั่วโมง ทั้งนี้เพื่อให้ทราบถึงระดับเสียงที่เป็นผลกระทบในขณะที่มีการเรียนการสอนในเวลากลางวัน มีข้อมูลจำเพาะที่เกี่ยวข้องในการวัดระดับเสียงภายในอาคาร ดังตารางที่ 3.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.4 แสดงข้อมูลจำเพาะที่เกี่ยวข้องในการวัดระดับเสียงภายในอาคาร

สถานที่ตั้งเครื่องมือวัด	ชั้น 11 อาคารเฉลิมพระเกียรติ
หน่วยการวัดระดับเสียง	ระดับเสียงเฉลี่ย 8 ชั่วโมง (8 Hours Equivalent Sound Pressure Level : dB(A))
วิธีการตั้งเครื่องมือวัด	1) ตั้งเครื่องวัดห่างจากกำแพงอย่างน้อย 1 เมตร 2) ตั้งเครื่องวัดห่างจากหน้าต่างอย่างน้อย 1.5 เมตร 3) ปรับขาตั้งให้เครื่องมือวัดสูงจากพื้น 1.2-1.5 เมตร
จำนวนครั้งในการวัด	3 ครั้ง

3.2.2 การแจกแบบสอบถามสำรวจความคิดเห็นนักศึกษาและคณาจารย์

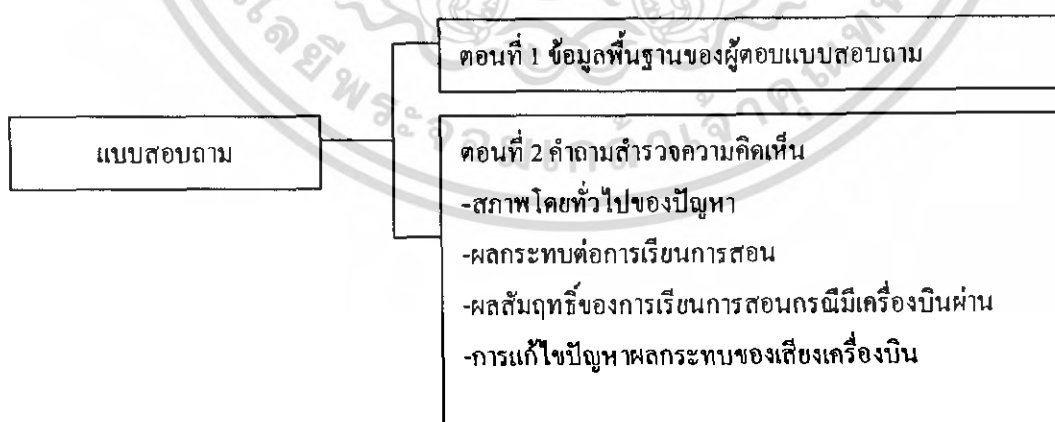
เพื่อให้ทราบถึงความคิดเห็นของบุคคลที่ได้รับผลกระทบจากเสียงเครื่องบิน จำเป็นต้องทำสำรวจทัศนคติของนักศึกษาและคณาจารย์ ซึ่งเป็นผู้ที่ดำเนินกิจกรรมทางด้านการเรียนการสอนในสถาบันการศึกษา มีวิธีการดังต่อไปนี้

3.2.2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการสำรวจ

ในการสำรวจความคิดเห็นของนักศึกษาและคณาจารย์มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบสอบถาม (Questionnaire) ซึ่งคำถามทั้งหมดจะประกอบด้วยคำถามแบบเลือกตอบ (Close-Ended questions) และคำถามแบบมาตราวัดอัตรา (Rating Scale) มีขั้นตอนดังนี้

1. ตั้งหัวข้อคำถามในแบบสอบถาม

ข้อมูลที่ต้องการถามกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม คือนักศึกษาและคณาจารย์ จำเป็นต้องมีคำถามที่ครอบคลุม ดังนั้นจึงต้องกำหนดหัวข้อคำถามก่อน โดยหัวข้อคำถามสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 แสดงหัวข้อของคำถามในแบบสอบถาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. คำถามของแต่ละหัวข้อในแบบสอบถาม

ก. ตอนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานของผู้ตอบแบบสอบถาม

เป็นคำถามที่เกี่ยวกับปัจจัยส่วนบุคคลของผู้ตอบแบบสอบถาม ในกลุ่มตัวอย่างของนักศึกษาจะประกอบด้วยเพศ อายุ ชั้นปีที่ศึกษา และ คณะที่ศึกษา ส่วนกลุ่มตัวอย่างที่เป็นคณาจารย์ จะประกอบด้วย เพศ อายุ ระดับการศึกษาสูงสุด และประเภทของบุคลากร รูปแบบคำถามจะเป็นแบบเลือกตอบ (Close-Ended questions)

ข. ตอนที่ 2

กลุ่มคำถามที่สำรวจความคิดเห็น ของบุคลากรทางการศึกษาเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมในมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร ซึ่งมีเครื่องบินผ่าน โดยรูปแบบคำถามจะเป็นแบบมาตราวัดอัตรา (Rating Scale) มีทั้งหมด 5 ระดับ คือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย และ ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง โดยประกอบด้วยคำถาม 4 ด้าน ดังนี้

- สภาพโดยทั่วไปของปัญหา
- ผลกระทบต่อการเรียนการสอน
- ผลสัมฤทธิ์ของการเรียนการสอนกรณีมีเครื่องบินบินผ่าน
- การแก้ไขปัญหาผลกระทบของเสียงเครื่องบิน

3. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและการตรวจสอบความเหมาะสมของเครื่องมือ

- 3.1 ศึกษาทฤษฎี เอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสำรวจความคิดเห็นครั้งนี้
- 3.2 ศึกษาวิธีการสร้างแบบสอบถามจากตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
- 3.3 กำหนดประเด็นและขอบข่ายของคำถาม ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของงานวิจัย
- 3.4 ตรวจสอบความถูกต้องของภาษา และความเหมาะสมของคำถาม

4. การทดสอบแบบสอบถามเบื้องต้น (Pilot test) และการทดสอบความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม

ในการทดสอบความน่าเชื่อถือของแบบสอบถาม จำเป็นจะต้องแจกแบบสอบถามส่วนหนึ่ง แล้วนำมาหาค่าความเชื่อมั่น เพื่อทดสอบว่าคำถามแต่ละข้อสามารถสื่อความหมายได้ตรงตามที่ผู้วิจัยต้องการหรือไม่ และยากต่อความเข้าใจหรือไม่ ในการทดสอบจะทำการทดสอบคำถามรวมกันทั้งฉบับ มีขั้นตอนดังนี้

4.1 ทำการทดสอบจากการแจกแบบสอบถามเบื้องต้นจำนวนหนึ่ง ซึ่งในที่นี้จะแจกแบบสอบถามเบื้องต้น 30 ชุด นำข้อมูลที่ได้นำมากรอกรหัสลง โปรแกรมเอสพีเอสเอส ในแต่ละข้อตามตัวแปรที่กำหนด

4.2 ใช้การทดสอบความเชื่อมั่นแบบใช้การสอบครั้งเดียวแบบครอนบาคอัลฟา โดยใช้โปรแกรมเอสพีเอสเอสในการคำนวณ

4.3 ค่าที่ได้จะเป็นค่าสัมประสิทธิ์อัลฟา (Reliability coefficients alpha) แทนค่าความเชื่อมั่นตั้งแต่ 0.0-1.0 โดยค่าอัลฟาที่เหมาะสมจะอยู่ระหว่าง 0.7-1.0 (J. Reynaldo A. Santos, 1999)

จากการคำนวณค่าความเชื่อมั่นแบบสอบถามของกลุ่มนักศึกษา ได้ค่าความเชื่อมั่นอยู่ที่ 0.9171 ส่วนกลุ่มของคณาจารย์อยู่ที่ 0.8560 ซึ่งมีระดับที่ผ่านเกณฑ์ทั้ง 2 กลุ่ม

5. จัดพิมพ์แบบสอบถาม

เมื่อผ่านการตรวจสอบความเหมาะสมของเครื่องมือและมีค่าความเชื่อมั่นผ่านเกณฑ์ยอมรับแล้ว จึงทำการจัดพิมพ์ต้นฉบับเพื่อรอการสำรวจต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2.2 การคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่าง

ในการสำรวจความคิดเห็นจำเป็นต้องคำนวณหาขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสม เพื่อเป็นตัวแทนของกลุ่มประชากรทั้งหมด โดยขนาดของกลุ่มประชากรของมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครและวิธีการคำนวณกลุ่มตัวอย่างสามารถทำได้ ดังต่อไปนี้

ก. กลุ่มประชากรนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

ประกอบด้วยนักศึกษาจากคณะทั้งหมด 5 คณะ แบ่งเป็นเพศ และชั้นปี ดังแสดงในตารางที่ 3.5 สำหรับการคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างของประชากรนักศึกษา สามารถคำนวณได้โดยใช้สูตรการคำนวณกลุ่มตัวอย่างของยามานะ ดังสมการที่ 3.1

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2} \quad (3.1)$$

e = ความคลาดเคลื่อนของการสุ่มตัวอย่าง (0.05 หรือ 0.01)

N = ขนาดของประชากร

n = ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

ในการคำนวณประชากรกลุ่มตัวอย่างจะใช้ความคลาดเคลื่อนของการสุ่มตัวอย่างเท่ากับ 0.05 โดยมีประชากรรวมเท่ากับ 10809 คน ดังนั้นสามารถคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างของประชากรได้ ดังนี้

$$\begin{aligned} &= \frac{10809}{1 + 10809(0.05)^2} \\ &= \frac{10809}{28.0225} \\ &= 385.725 \\ &= 386 \text{ คน} \end{aligned}$$

ขนาดกลุ่มตัวอย่างของประชากรนักศึกษาที่คำนวณได้ จะต้องทำการกระจายจำนวนดังกล่าวให้ครอบคลุมทุกคณะโดยอ้างอิงความน่าจะเป็นในการสุ่มตัวอย่าง กล่าวคือ ทำการเทียบอัตราส่วนตามจำนวนนักศึกษาของแต่ละคณะ ดังตารางที่ 3.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.5 แสดงจำนวนนักศึกษาของมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครแบ่งตามคณะที่ศึกษา ชั้นปีที่ศึกษา และ เพศของนักศึกษา

คณะ	ชั้นปี 1			ชั้นปี 2			ชั้นปี 3			ชั้นปี 4			รวม
	ชาย	หญิง	รวม	ชาย	หญิง	รวม	ชาย	หญิง	รวม	ชาย	หญิง	รวม	
คณะครุศาสตร์	67	131	198	128	158	286	38	112	150	74	124	198	832
คณะวิทยาศาสตร์	214	265	479	214	224	438	191	260	451	179	271	450	1818
คณะมนุษยศาสตร์	469	470	939	272	348	620	323	389	712	298	338	636	2907
คณะวิทยาการจัดการ	446	1175	1621	290	782	1072	277	567	844	146	355	501	4038
คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม	437	65	502	507	78	585	53	15	68	42	17	59	1214
รวม	1633	2106	3739	1411	1590	3001	882	1343	2225	739	1105	1844	10809

ที่มา : กองทะเบียนนักศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร พ.ศ. 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.6 แสดงจำนวนนักศึกษาแต่ละคณะและขนาดกลุ่มตัวอย่างขั้นต่ำที่ต้องแจกแบบสอบถาม

คณะ	จำนวนประชากร (คน)	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง (คน)
คณะครุศาสตร์	832	30
คณะวิทยาศาสตร์	1818	65
คณะมนุษยศาสตร์	2907	104
คณะวิทยาการจัดการ	4038	145
คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม	1214	44
รวม	10809	388

ข. กลุ่มประชากรคณาจารย์มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

กลุ่มประชากรของบุคลากรในมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครมีจำนวน 5 กลุ่ม แต่เนื่องจากการเป็นกรศึกษาผลกระทบด้านการเรียนการสอน ดังนั้น กลุ่มประชากรที่ต้องทำการสำรวจความคิดเห็นจะต้องเป็นกลุ่มที่มีกิจกรรมทางด้านการเรียนการสอน จำนวนบุคลากรรวมของมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครสามารถแจกแจงตามประเภทของบุคลากรได้ดังตารางที่ 3.7

ตารางที่ 3.7 แสดงจำนวนบุคลากรของมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

ประเภทของบุคลากร	จำนวน (คน)
ข้าราชการครู	308
ข้าราชการพลเรือน	21
ลูกจ้างประจำ	38
พนักงานราชการ	1
ลูกจ้างชั่วคราว	
- อาจารย์ประจำตามสัญญา	128
- เจ้าหน้าที่ประจำตามสัญญา	324
รวม	820

ที่มา : กองทะเบียนนักศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร พ.ศ. 2548

จากที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น กลุ่มประชากรที่สามารถเป็นกลุ่มตัวอย่างได้ จะต้องมีการดำเนินกิจกรรมทางด้านการเรียนการสอน ดังนั้นประเภทของบุคลากรที่ต้องทำการสำรวจ คือ ข้าราชการครู และอาจารย์ประจำตามสัญญา ซึ่งมีจำนวนประชากรรวมเท่ากับ 436 คน การคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างของประชากรในส่วนของคณาจารย์ สามารถคำนวณได้โดยอาศัยสูตรการคำนวณกลุ่มตัวอย่างของยามานะ ดังสมการที่ 3.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการคำนวณประชากรกลุ่มตัวอย่างจะใช้ความคลาดเคลื่อนของการสุ่มตัวอย่างเท่ากับ 0.05 โดยมีประชากรรวมเท่ากับ 436 คน ดังนั้นสามารถคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างของประชากร ได้ดังนี้

$$= \frac{436}{1 + 436(0.05)^2}$$

$$= \frac{436}{2.09}$$

$$= 208.61$$

$$= 209 \text{ คน}$$

ขนาดกลุ่มตัวอย่างของประชากรนักศึกษาที่คำนวณได้ จะต้องทำการกระจายจำนวนดังกล่าวให้ครอบคลุมทุกคณะโดยอ้างอิงความน่าจะเป็นในการสุ่มตัวอย่าง กล่าวคือ ทำการเทียบอัตราส่วนตามจำนวนนักศึกษาของแต่ละคณะ ดังตารางที่ 3.8

ตารางที่ 3.8 แสดงจำนวนประชากรของบุคลากรที่มีกิจกรรมทางการเรียนการสอนและจำนวนกลุ่มตัวอย่างขั้นต่ำ

ประเภทของบุคลากร	จำนวนประชากร (คน)	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง (คน)
ข้าราชการครู	308	148
อาจารย์ประจำตามสัญญา	128	62
รวม	436	210

3.2.2.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การแจกแบบสอบถามสำรวจความคิดเห็นจะมีกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม คือกลุ่มนักศึกษาและกลุ่มคณาจารย์ มีวิธีการแจกแบบสอบถามสำรวจความคิดเห็นดังนี้

1. ขอนหนังสือจากภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรมสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยส่งถึงอธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร จากนั้นทำการยื่นหนังสือถึงสำนักอธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏ-พระนครเพื่อขออนุญาตเข้าไปสำรวจข้อมูล

2. ในส่วนของแบบสอบถามสำหรับนักศึกษา จะดำเนินการแจกแบบสอบถามสำรวจความคิดเห็นในเขตพื้นที่ของมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร โดยต้องทำการตรวจสอบจำนวนของผู้ตอบแบบสอบถามในแต่ละคณะ จนกว่าจะครบจำนวนของกลุ่มตัวอย่างในแต่ละคณะ

2. ในส่วนของแบบสอบถามสำหรับคณาจารย์ จะดำเนินการแจกแบบสอบถามสำรวจความคิดเห็นในพื้นที่มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร เช่นเดียวกับกับแบบสอบถามสำหรับนักศึกษา แต่จะต้องตรวจสอบในส่วนของจำนวนของผู้ตอบแบบสอบถามในแต่ละประเภทของบุคลากรจนกว่าจะครบจำนวนของกลุ่มตัวอย่างในแต่ละประเภทบุคลากร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การประมวลผลข้อมูลที่ได้ศึกษา

ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่สืบต่อมาจากขั้นตอนการวัดและสำรวจข้อมูลที่เกี่ยวข้อง กล่าวคือ เป็นการสรุปผลข้อมูลที่ได้มาจากการสำรวจทั้งหมดจากกรณีศึกษาตัวอย่างทั้งสองส่วนคือ ผลการวัดระดับเสียงเครื่องบินที่บินผ่านมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครและแบบสอบถามสำรวจความคิดเห็นต่อระดับเสียงเครื่องบินของนักศึกษาและคณาจารย์ในมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร โดยมีขั้นตอนในการประมวลผล ดังนี้

3.3.1 ผลการวัดระดับเสียงเครื่องบินที่บินผ่านมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

ผลของระดับเสียงที่วัดได้ทั้งสองแบบ คือ ระดับเสียงเครื่องบินที่วัดภายนอกอาคาร และระดับเสียงเครื่องบินที่วัดภายในอาคาร จะต้องนำมาเทียบเคียงกับกฎหมาย และข้อกำหนดที่เป็นสากล ดังนี้

3.3.1.1 ระดับเสียงเครื่องบินที่วัดภายนอกอาคาร

ในการเปรียบเทียบผลการวัดระดับเสียงภายนอกอาคารกับกฎหมายและข้อกำหนดนั้น จะใช้ข้อกำหนดที่สามารถแสดงระดับเสียงแปรผันกับระดับผลกระทบที่มีต่อประชากรในชุมชน โดยจะใช้ข้อกำหนดเดียวกับรายงานศึกษาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของสนามบินสุวรรณภูมิ ดังแสดงในตารางที่ 2.7

3.3.1.2 ระดับเสียงเครื่องบินที่วัดภายในอาคาร

ในการเปรียบเทียบผลการวัดระดับเสียงภายในอาคารกับกฎหมายและข้อกำหนดนั้น จะเป็นข้อกำหนดที่บอกถึงระดับเสียงที่เหมาะสมต่อสภาพภายในห้องแต่ละประเภท โดยจะใช้ข้อกำหนด ดังนี้

1. ข้อกำหนดขององค์การอนามัยโลก ซึ่งเป็นข้อกำหนดที่แสดงระดับเสียงควบคุมในสภาพแวดล้อมแบบต่างๆ (WHO guideline values for community noise in various environments) ซึ่งรวมทั้งสภาพแวดล้อมเฉพาะ อย่างห้องเรียนด้วย (ในโครงการนี้ใช้สภาพแวดล้อมที่เป็นห้องเรียน) ดังแสดงในตารางที่ 2.8 ซึ่งกำหนดระดับเสียงภายในห้องเรียนให้มีได้ไม่เกิน 35 เดซิเบล โดยเวลาฐานในการวัดคือเวลาที่มีการเรียนการสอน

2. ใช้ค่าระดับอัตราเสียงต่อชุมชน (Rating Noise Level, L_r in dB) และหาค่าที่ L_r เกินกว่าเกณฑ์แนะนำของระดับเสียงที่ควรจะเป็นในสภาพห้องในอาคารชนิดต่างๆ (Noise Criterion) หรือ ΔL เพื่อนำค่าที่ได้ไปเปรียบเทียบกับตารางข้อกำหนดเกณฑ์แนะนำธรรมชาติของการตอบสนองของชุมชนต่อไป

ในการหาค่าระดับอัตราเสียงต่อชุมชนจะต้องทำการลบค่าระดับเสียงยกเว้นจากเงื่อนไขต่างๆ ดังสมการที่ 3.2 และมีค่าระดับเสียงยกเว้นรวมทั้งหมดเท่ากับ -15 เดซิเบล(เอ) ดังตารางที่ 3.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$L_r = L_A + a + b + c + d \quad (3.2)$$

L_r = ค่าระดับอัตราเสียงต่อชุมชน (Rating Noise Level, L_r in dB)

L_A = ค่าระดับเสียงที่วัดได้

a = คุณสมบัติเฉพาะของเสียง

b = ช่วงเวลาของวัน (Time of day)

c = ชนิดการใช้ประโยชน์ของพื้นที่ (Type of district)

d = สภาพของหน้าต่าง ของอาคารหรือห้อง (Window condition)

ตารางที่ 3.9 แสดงระดับเสียงยกเว้นของระดับเสียงรบกวนในมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

คุณสมบัติที่มีผลต่อระดับเสียง	ระดับเสียงที่แก้ไข	ระดับเสียงที่แก้ไข
คุณสมบัติเฉพาะของเสียง		
- เสียงจากการกระทำช่วงขณะชั่วๆกัน	ไม่มี	0
- เสียงบริสุทธิ์	ไม่มี	0
- ระยะเวลาในการเกิดเสียง	ระหว่าง 18-6%	-10
แสดงช่วงเวลาของวันที่มีผลต่อค่าระดับเสียงที่ต้องแก้ไข	กลางวัน	0
แสดงการใช้ประโยชน์ของพื้นที่ที่มีผลต่อค่าระดับเสียงที่ต้องแก้ไข	พื้นที่เขตเมือง	+5
แสดงสภาพของหน้าต่างของอาคารหรือห้องที่มีผลต่อค่าระดับเสียงที่ต้องแก้ไข	เปิดหน้าต่าง	-10
รวม		-15

เมื่อได้ค่าระดับอัตราเสียงต่อชุมชน (L_r) แล้ว ขั้นตอนต่อไปคือต้องนำเกณฑ์แนะนำของระดับเสียงที่ควรจะเป็นในสภาพห้องในอาคารชนิดต่างๆ (Noise Criterion) มาลบออก โดยใช้ชนิดของห้องประเภท สำนักงานขนาดใหญ่ ร้านค้า, ห้างสรรพสินค้า, ห้องประชุม, ภัตตาคารที่มีความเงียบ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 35 เดซิเบล ดังสมการที่ 3.3 เพื่อนำค่าที่ได้ไปเปรียบเทียบกับค่าเกณฑ์แนะนำธรรมชาติของการตอบสนองของชุมชนเป็นขั้นตอนสุดท้าย ข้อมูลจำเพาะของการวิเคราะห์สามารถแสดงได้ ดังตารางที่ 3.12

$$\Delta L = L_r - NC \quad (3.3)$$

ΔL = ค่าที่ L_r เกินกว่าเกณฑ์แนะนำของระดับเสียงที่ควรจะเป็นในสภาพห้องในอาคารชนิดต่างๆ (Noise Criterion)

NC = เกณฑ์แนะนำของระดับเสียงที่ควรจะเป็นในสภาพห้องในอาคารชนิดต่างๆ (Noise Criterion)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.10 แสดงข้อมูลจำเพาะในการวิเคราะห์ระดับเสียงเพื่อหาเกณฑ์แนะนำธรรมชาติของการตอบสนองของชุมชน

ชนิดของห้อง (Type of room)	เสียงที่เป็นบรรทัดฐาน (Noise Criterion)	สมการที่ใช้คำนวณ ค่า ΔL	เกณฑ์แนะนำธรรมชาติของการตอบสนองของชุมชน ค่าที่ L_r เกินกว่าเกณฑ์ แนะนำของระดับเสียงที่ ควรจะเป็นในสภาพ ห้อง ในอาคารชนิดต่างๆ (ΔL)	ระดับ	คำอธิบาย
สำนักงานขนาดใหญ่, ร้านค้า, ห้างสรรพสินค้า, ห้องประชุม, ภัตตาคารที่ มีความเงียบ	35	$\Delta L = L_r - 35$	0 5 10 15 20	ไม่มี เล็กน้อย ปานกลาง ค่อนข้างมาก สูง	ไม่มีปฏิริยาจากชุมชน มีการร้องทุกข์บ้างเป็นระยะๆ มีการร้องทุกข์อย่างกว้างขวาง มีปฏิริยาจากชุมชน มีปฏิริยารุนแรงจากชุมชน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 ผลการสำรวจความคิดเห็นนักศึกษาและคณาจารย์โดยแบบสอบถาม

ในการประมวลผลผลสำรวจแบบสอบถามของนักศึกษาและคณาจารย์มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร จะอาศัยโปรแกรมเอสพีเอสเอส (SPSS version 10.0 for windows) ในการประมวลผล มีวิธีการในการประมวลผลดังนี้

3.3.2.1 ขั้นตอนการตรวจสอบแบบสอบถาม

นำแบบสอบถามทั้งหมดมาตรวจสอบความถูกต้อง รวมทั้งเขียนกำหนดหมายเลขจุดแบบสอบถามไว้ที่หัวกระดาษเพื่อตรวจสอบความถูกต้องย้อนหลังในกรณีมีข้อผิดพลาด

3.3.2.2 ขั้นตอนบันทึกข้อมูลลงโปรแกรมเอสพีเอสเอส (SPSS version 10.0 for windows)

ก. ตอนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานของผู้ตอบแบบสอบถาม

ในตอนที่ 1 นี้จะเป็นคำถามแบบเลือกตอบ เพื่อสำรวจปัจจัยส่วนตัวบุคคลของผู้ตอบแบบสอบถามมีการกำหนดตัวแปรของนักศึกษาและของคณาจารย์ ดังตารางที่ 3.11 และตารางที่ 3.12

ตารางที่ 3.11 แสดงตัวแปรที่ใช้ในคำถามตอนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานของผู้ตอบแบบสอบถาม โดยมีกลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษา

ข้อที่	คำถาม	ค่าของตัวเลือก(value)
ข้อที่ 1	เพศ	1= เพศชาย 2= เพศหญิง
ข้อที่ 2	อายุ	1=น้อยกว่า 18 ปี 2=อายุระหว่าง 18-19 ปี 3=อายุระหว่าง 19-20 ปี 4=มากกว่า 20 ปี
ข้อที่ 3	ชั้นปีที่ศึกษา	1= ปี 1 2= ปี 2 3= ปี 3 4= ปี 4
ข้อที่ 4	คณะที่ทำการศึกษา	1= คณะครุศาสตร์ 2= คณะวิทยาศาสตร์ 3= คณะมนุษยศาสตร์ 4= คณะวิทยาการจัดการ 5= คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.12 แสดงตัวแปรที่ใช้ในคำถามตอนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานของผู้ตอบแบบสอบถาม โดยมีกลุ่มตัวอย่างเป็น
คณาจารย์

ข้อที่	คำถาม	ค่าของตัวเลือก(value)
ข้อที่ 1	เพศ	1= เพศชาย 2= เพศหญิง
ข้อที่ 2	อายุ	1=น้อยกว่า 18 ปี 2= อายุระหว่าง 18-19 ปี 3=อายุระหว่าง 19-20 ปี 4= มากกว่า 20 ปี
ข้อที่ 3	ชั้นปีที่ศึกษา	1=ปี 1 2=ปี 2 3=ปี 3 4=ปี 4
ข้อที่ 4	คณะที่ทำการศึกษา	1= คณะครุศาสตร์ 2= คณะวิทยาศาสตร์ 3= คณะมนุษยศาสตร์ 4= คณะวิทยาการจัดการ 5= คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

ข. ตอนที่ 2 คำถามสำรวจความคิดเห็น

ในตอนที่ 2 จะเป็นคำถามแบบมาตราวัดอัตรา (Rating scale) เพื่อสำรวจระดับความคิดเห็นของนักศึกษาและคณาจารย์ มีทั้งหมด 5 ระดับ ทั้งหมดจะเป็นคำถามเชิงบวก โดยมีเพียงข้อเดียวที่เป็นคำถามเชิงลบ มีเกณฑ์การให้คะแนน ดังตารางที่ 3.13

ตารางที่ 3.13 แสดงหลักเกณฑ์การให้คะแนนของคำถามตอนที่ 2 คำถามสำรวจความคิดเห็น

ระดับความคิดเห็น	คะแนนคำถามเชิงบวก	คะแนนคำถามเชิงลบ
เห็นด้วยอย่างยิ่ง	5	1
เห็นด้วย	4	2
ไม่แน่ใจ	3	3
ไม่เห็นด้วย	2	4
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	1	5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2.3 การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถาม

ก. ตอนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานของผู้ตอบแบบสอบถาม

ในส่วนนี้เป็นข้อมูลเกี่ยวกับปัจจัยส่วนบุคคล ดังนั้น จะใช้การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงบรรยาย (Descriptive method) โดยระบุค่าของข้อมูลเป็นร้อยละของแต่ละข้อ นำเสนอในรูปแบบของตาราง และแผนภูมิแท่งเพื่อแสดงการเปรียบเทียบ

ข. ตอนที่ 2 คำถามสำรวจความคิดเห็น

เป็นคำถามสำรวจความคิดเห็นของผู้ตอบแบบสอบถาม จะใช้การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงบรรยาย (Descriptive method) โดยระบุค่าของข้อมูลเป็นร้อยละของแต่ละข้อ นำเสนอในรูปแบบของตารางแสดงจำนวนผู้ตอบคำถามในแต่ละข้อ ผู้ตอบแบบสอบถามจริง และผู้ที่ไม่ได้ตอบแบบสอบถามในข้อนั้นๆ

3.3.2.4 สถิติที่ใช้ในการทดสอบ

ในที่นี้ใช้สถิติเพียงอย่างเดียว คือ สถิติการหาค่าความเชื่อมั่น โดยวิธีครอนบาคอัลฟา (Cronbach's alpha) โดยใช้ในการทดสอบค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม เพื่อดูว่าคำถามในแต่ละข้อวัดระดับความคิดเห็นตรงกับจุดมุ่งหมายหรือไม่

3.4 การหาวิธีการในการลดผลกระทบของเสียงเครื่องบิน

3.4.1 การศึกษาตำแหน่งของอาคารที่ต้องทำการแก้ไข

เสียงรบกวนสามารถผ่านเข้าสู่อาคารได้หลายทาง แต่จะถูกลดระดับลงตามวัสดุที่กั้นขวางทางเดินของเสียง สามารถแสดงเส้นทางการเข้าสู่อาคารของเสียง และระดับเสียงที่ลดลงเมื่อผ่านเข้าสู่ตัวอาคารได้ ดังตารางที่ 3.14 ซึ่งจากรูปที่ 2.9 ทำให้ทราบว่าช่องทางที่ทำให้เสียงเข้าสู่อาคาร แล้วไม่สามารถลดระดับเสียงได้เพียงพอที่จะไม่ให้รบกวนกับผู้ที่อยู่ภายในอาคารคือ หน้าต่าง

ตารางที่ 3.14 แสดงเส้นทางการเข้าสู่อาคารของระดับเสียงและระดับเสียงที่ลดได้

เส้นทางเข้าอาคารของระดับเสียง	ระดับเสียงที่ลดได้ (เดซิเบล)
ฝาผนัง	50
หลังคา	30
หน้าต่าง(ปิด)	20
ช่องผนัง	15
หน้าต่าง(เปิด)	10

และจากผลการวัดระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมงภายนอกอาคาร สามารถแสดงระดับเสียงที่สามารถลดได้เมื่อเสียงเดินทางผ่านช่องหน้าต่าง ดังตารางที่ 3.15 สังเกตได้ว่า ระดับเสียงทั้งในขณะที่เปิดและปิดหน้าต่างจะมีค่าสูงกว่า 35 เดซิเบล(เอ) ซึ่งเป็นเกณฑ์มาตรฐานระดับเสียงภายในห้องเรียนขององค์การอนามัยโลก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.15 แสดงระดับเสียงที่สามารถลดได้เมื่อเสียงเดินทางผ่านช่องหน้าต่าง

ระดับเสียงภายนอกอาคารเฉลี่ย 24 ชม. เดซิเบล(เอ)	เปิดหน้าต่าง (ลดได้ 10 เดซิเบล(เอ))	ปิดหน้าต่าง (ลดได้ 20 เดซิเบล(เอ))
65.2	55.2	45.2
64.6	54.6	44.6
67.4	57.4	47.4

จากผลการวิเคราะห์ จึงจะทำการปรับปรุงในส่วนของกระจกและหน้าต่าง เพื่อลดผลกระทบของเสียง ในการปรับปรุงอาคารเรียน 12 ชั้น

3.4.2 การหาพื้นที่รวมของกระจกของอาคารเรียน 12 ชั้น

ในการปรับปรุงอาคารส่วนของหน้าต่าง จะปรับปรุงเฉพาะหน้าต่างที่เป็นส่วนหนึ่งของห้องเรียนเท่านั้น มิได้นับรวมในส่วนของกระจกหน้าต่างภายนอกที่มีใช่เป็นส่วนหนึ่งของห้องเรียน ทั้ง 12 ชั้น ของอาคารเรียนมีกระจกหลายประเภท และแตกต่างกันในแต่ละชั้น จำเป็นต้องมีแผนผังอาคารเพื่อช่วยในการหาพื้นที่กระจก วิธีการในคู่มือผังและคำนวณพื้นที่ มีดังนี้

1. หน้าต่างของแผนผังอาคารเรียน 12 ชั้น มีหลายรูปแบบ และมีพื้นที่กระจกที่เป็นองค์ประกอบต่างกัน ซึ่งในแต่ละรูปแบบของหน้าต่างจะมีชื่อเรียกแทนด้วยตัวอักษร น ตามด้วยตัวเลขบ่งบอกรูปแบบของหน้าต่าง เช่น น1 ,น2 เป็นต้น
2. แผนผังอาคารเรียน 12 ชั้น จะแสดงองค์ประกอบของอาคารเช่น ประตู หน้าต่าง รั้วอย่างละเอียด โดยแสดงตำแหน่งและรูปแบบขององค์ประกอบอาคาร โดยใช้การบอกรหัสตัวอักษรตามด้วยตัวเลข (ดังที่ได้กล่าวไว้ในข้อที่ 1) ลงในแผนผังของอาคารเรียน 12 ชั้น
3. นับจำนวนหน้าต่างแต่ละรูปแบบในอาคารเรียนแต่ละชั้น เช่น ชั้น 1 มีหน้าต่างแบบ น1 จำนวน 13 ชุด หรือแบบ น2 จำนวน 11 ชุด เป็นต้น
4. คำนวณพื้นที่ของกระจกหน้าต่างของแต่ละรูปแบบตามขนาดที่ได้บอกไว้ ขนาดที่คำนวณได้จะเป็นขนาดต่อ 1 หน่วยให้นำไปคูณกับจำนวนของหน้าต่างที่ได้จากการนับในข้อ 3 ให้ตรงตามรูปแบบ จะได้พื้นที่รวมของกระจกแต่ละแบบให้นำมาบวกรวมกัน จะได้พื้นที่รวมของกระจกทั้งหมด

ในส่วนของแผนผังของอาคารเรียน 12 ชั้น และรูปแบบต่างๆของหน้าต่างภายในอาคารเรียน 12 ชั้น ได้แสดงไว้ในภาคผนวก ง

3.4.3 การคำนวณราคากระจกที่ใช้ในการปรับปรุงอาคาร

ราคากระจกจะยึดตามราคากลางวัสดุก่อสร้างประจำปีเดือนธันวาคม พ.ศ. 2548 เป็นหลัก สามารถแสดงราคากระจกแต่ละประเภทในตลาดได้ ดังตารางที่ 3.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.16 แสดงราคากระจกแต่ละประเภทในตลาด ตามราคากลางวัสดุก่อสร้างประจำเดือนธันวาคม พ.ศ. 2548

ประเภทของกระจก	ราคา (บาท/ตารางฟุต)
กระจกใส	
-หนา 3 ม.ม.	11.65
-หนา 5 ม.ม.	17.47
-หนา 6 ม.ม.	20.9
ราคากระจกสีตัดแสง	
-สีชาอ่อนหนา 5 ม.ม.	29.93
-สีชาอ่อนหนา 6 ม.ม.	31.53
-สีชาค้ำหนา 3 ม.ม.	14.95
-สีชาค้ำหนา 5 ม.ม.	23.30
-สีชาค้ำหนา 6 ม.ม.	27.30

ที่มา : ราคากลางวัสดุก่อสร้างประจำเดือนธันวาคม พ.ศ. 2548, กระทรวงพาณิชย์

3.4.4 การคำนวณราคาวัสดุยางอัดขอบกระจก

ราคาวัสดุยางอัดขอบกระจกจะใช้ราคากลางวัสดุก่อสร้างประจำปี 2547 เป็นเกณฑ์ ซึ่งเป็นราคาในการติดตั้งกระจก มีราคา 25 บาทต่อเมตร สามารถคำนวณได้ดังนี้

1. คำนวณเส้นรอบรูปของกระจกที่เป็นส่วนประกอบของหน้าต่างแต่ละประเภทของอาคารเรียน 12 ชั้น
2. คูณเส้นรอบรูปของกระจกของหน้าต่างในแต่ละประเภทของอาคารเรียน 12 ชั้น เข้ากับจำนวนหน่วยของหน้าต่างที่ได้มาจากแผนผังอาคารเรียน 12 ชั้น จะให้ความยาวรวมในแต่ละประเภทของกระจกของวัสดุยางอัดขอบกระจก
3. รวมความยาวทั้งหมดจะให้ความยาวที่ต้องใช้ในการคำนวณยางอัดขอบกระจก
4. นำความยาวรวมที่ได้มาคูณด้วยราคาต่อหน่วย คือ 25 บาทต่อเมตร

3.4.5 การคำนวณค่าแรง

ค่าแรงงานเป็นส่วนที่มีความแปรปรวนค่อนข้างมาก ในการติดตั้งกระจกแต่ละที่จะคิดราคาค่าแรงไม่เท่ากัน ในที่นี้จะใช้ราคาเท่ากับ 8 บาทต่อหน่วย(ตารางฟุต) (กวิ หวังนิเวศน์กุล, 2547) ในการคำนวณค่าแรงจะคำนวณโดยการนำพื้นที่รวมที่ได้จากการหาพื้นที่รวมของกระจกของอาคารเรียน 12 ชั้น คูณด้วยค่าแรงงาน นั่นคือ 8 บาทต่อหน่วย (ตารางฟุต)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.6 การคำนวณราคารวมในการปรับปรุงอาคารเพื่อลดผลกระทบ

รูปแบบของการติดตั้งกระจกของหน้าต่าง มีผลต่อการลดระดับเสียงอย่างยิ่ง ประเภทของหน้าต่างที่ใช้ในการลดระดับเสียง และระดับเสียงที่สามารถลดได้ สามารถแสดง ได้ดังตารางที่ 3.17

ตารางที่ 3.17 แสดงประเภทของหน้าต่างและระดับเสียงที่ลดได้ (A Lara Saenz, 1999)

แบบที่	ชนิดของหน้าต่าง	ระดับเสียงที่ลดได้ (เดซิเบล)
1	กระจกชั้นเดียวราคาต่ำ, ไม่มีการซีลกระจก หน้า 2-8 ม.ม.	10-20
2	กระจก 2 ชั้น, มีการซีลกระจก หน้า 2-5 ม.ม.	20-30
3	กระจก 2 ชั้น แต่ละแผ่นหนา 4-8 ม.ม. โดยมีช่องห่างแต่ละแผ่น 15 ซม. มีการซีลกระจก	40-50

ในการคำนวณราคาประเภทของหน้าต่างทั้ง 3 แบบ สามารถทำได้ดังนี้

1. แบบที่ 1 ใช้กระจกหนา 2-8 ม.ม.เป็นวัสดุหลัก ถ้าเป็นกระจกชั้นเดียวราคาต่ำ จึงควรใช้กระจกใสในการติดตั้ง ซึ่งสามารถใช้ได้ทั้ง 3 ม.ม., 5ม.ม. และ 6 ม.ม. ไม่มีการซีลกระจก เพราะฉะนั้น ไม่มีราคาของอักษอบกระจก รวมอยู่ด้วย ในส่วนของค่าแรงงานก็เป็นไปตามพื้นที่กระจกที่ได้คำนวณมาข้างต้น

2. แบบที่ 2 กระจก 2 ชั้น เพราะฉะนั้น ราคาจะเพิ่มเป็น 2 เท่า เนื่องจากเนื้อที่เพิ่มขึ้น 2 เท่า วัสดุที่ใช้ได้คือ กระจกใสหนา 3 ม.ม. หรือ 5ม.ม. , กระจกสีชาอ่อนหนา 5 ม.ม. และ กระจกสีชาดำหนา 3 ม.ม. หรือ 5 ม.ม. มีการซีลกระจกเพราะฉะนั้นจะต้องรวมค่าของอักษอบกระจกด้วย และความยาวจะเป็น 2 เท่าของของเดิมทำให้ราคาในส่วนยาง อักษอบกระจกเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่าด้วย ในส่วนของค่าแรงงานก็เป็นไปตามพื้นที่กระจกที่เพิ่มขึ้น 2 เท่าด้วย

3. แบบที่ 3 กระจก 2 ชั้น เพราะฉะนั้น ราคาจะเพิ่มเป็น 2 เท่า เนื่องจากเนื้อที่เพิ่มขึ้น 2 เท่า วัสดุที่ใช้ได้คือ กระจกใสหนา 5 ม.ม. หรือ 6ม.ม. , กระจกสีชาอ่อนหนา 5 ม.ม. และ กระจกสีชาดำหนา 5 ม.ม. หรือ 6 ม.ม. มีการซีลกระจก เพราะฉะนั้นจะต้องรวมค่าของอักษอบกระจกด้วย และความยาวจะเป็น 2 เท่าของของเดิมทำให้ราคาในส่วนยาง อักษอบกระจกเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่าด้วย ในส่วนของค่าแรงงานก็เป็นไปตามพื้นที่กระจกที่เพิ่มขึ้น 2 เท่าด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการดำเนินงาน

ในส่วนของการดำเนินงานจะแสดงตามลำดับวิธีการดำเนินงานที่ได้แสดงไว้ในบทที่ 3 เรื่องวิธีการทดลอง กล่าวคือมี 4 ขั้นตอนดังนี้

1. ผลการศึกษาผลกระทบจากเสียงของสนามบินสุวรรณภูมิ
2. ผลการการวัดระดับเสียงและสำรวจความคิดเห็น โดยแบบสอบถาม
3. ผลการวิเคราะห์ระดับเสียงและแบบสอบถามจากกรณีศึกษา
4. ผลการปรับปรุงอาคารเพื่อลดผลกระทบ

4.1 ผลการศึกษาผลกระทบจากเสียงของสนามบินสุวรรณภูมิ

จากกรณีศึกษา 3 สถานการณ์ของรายงานศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อม สามารถแสดงผลของอาคารเรียนของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังที่ได้รับผลกระทบรวมทั้งระดับเสียงจากการพยากรณ์ได้ ดังนี้

4.1.1 สถานการณ์ที่ 1

ตารางที่ 4.1 อาคารเรียนของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังที่ได้รับผลกระทบจากระดับเสียงเครื่องบินและระดับเสียงที่ได้จากการพยากรณ์ อ้างอิงจากสถานการณ์ที่ 1

พื้นที่ในสถาบันที่ได้รับผลกระทบ	ค่าระดับเสียงพยากรณ์	ระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมง
ตึกภาควิชาวิศวกรรมอาหาร	30-35	65-70
ตึกซีซีเอ	30-35	65-70
อาคารเรียน 12 ชั้น	30-35	65-70

สำหรับแผนที่แสดงเส้นขอบเขตการกระจายของระดับเสียงของสถานการณ์ที่ 1 ได้แสดงไว้ในภาคผนวก ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 สถานการณ์ที่ 2

ตารางที่ 4.2 อาคารเรียนของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังที่ได้รับผลกระทบจากระดับเสียงเครื่องบินและระดับเสียงที่ได้จากการพยากรณ์ อ้างอิงจากสถานการณ์ที่ 2

พื้นที่ในสถาบันที่ได้รับผลกระทบ	ค่าระดับเสียงพยากรณ์	ระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมง
ตึกภาควิชาวิศวกรรมอาหาร	30-35	65-70
ตึกภาควิชาวิศวกรรมเกษตร	30-35	65-70
ตึกซีซีเอ	30-35	65-70
อาคารเรียน 12 ชั้น	30-35	65-70
ตึกภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม	30-35	65-70

สำหรับแผนที่แสดงเส้นขอบเขตการกระจายของระดับเสียงของสถานการณ์ที่ 2 ได้แสดงไว้ในภาคผนวก ก

4.1.3 สถานการณ์ที่ 3

ตารางที่ 4.3 อาคารเรียนของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังที่ได้รับผลกระทบจากระดับเสียงเครื่องบินและระดับเสียงที่ได้จากการพยากรณ์ อ้างอิงจากสถานการณ์ที่ 3

พื้นที่ในสถาบันที่ได้รับผลกระทบ	ค่าระดับเสียงพยากรณ์	ระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมง
ตึกภาควิชาวิศวกรรมอาหาร	35-40	70-75
ตึกภาควิชาวิศวกรรมเกษตร	35-40	70-75
ตึกซีซีเอ	35-40	70-75
อาคารเรียน 12 ชั้น	35-40	70-75
ตึกภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม	35-40	70-75
ตึกภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล	35-40	70-75
ตึกภาควิชาวิศวกรรมโยธา	30-35	65-70
ตึกภาควิชาวิศวกรรมวิศวกรรมการวัดคุม	30-35	65-70
ตึกบี	30-35	65-70
ตึกเอ	30-35	65-70
ตึกที	30-35	65-70
หอสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์	30-35	65-70
ตึกภาควิศวกรรมไฟฟ้า	30-35	65-70
ตึกอีซีซี	30-35	65-70
ตึกคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ภาควิชาจิตรศิลป์	30-35	65-70

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับแผนที่แสดงเส้นขอบเขตการกระจายของระดับเสียงของสถานการณ์ที่ 3 ได้แสดงไว้ในภาคผนวก ก

4.2 ผลการการวัดระดับเสียงและสำรวจความคิดเห็นโดยแบบสอบถาม

4.2.1 ผลการวัดระดับเสียงเครื่องบินที่มีต่อกรณีศึกษา

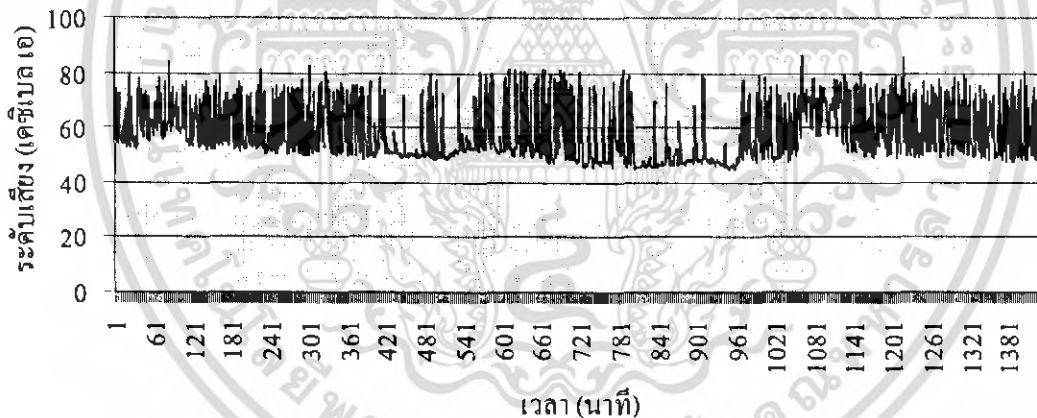
4.2.1.1 ผลการวัดระดับเสียงภายนอกอาคาร

ในการวัดระดับเสียงภายนอกอาคารจะทำการวัดระดับเสียงแบบ 24 ชั่วโมง ซึ่งเครื่องมือวัดระดับเสียงจะทำการวัดและบันทึกค่าระดับเสียงเฉลี่ยทุกๆ 1 นาที เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ทำให้เมื่อครบตามเวลาที่กำหนดจะได้จำนวนชุดข้อมูลทั้งหมด 1440 ชุดข้อมูล เครื่องมือวัดจะบันทึกข้อมูลในนามสกุล .RND และ .RNH ซึ่งสามารถเปิดดูได้ในโปรแกรมสเปรดชีต (Spread sheet) ทั่วไป ผลการวัดมีทั้งหมด 3 ครั้ง ดังนี้

1. การวัดระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ครั้งที่ 1

ในการวัดครั้งนี้สามารถวัดระดับเสียงเฉลี่ยได้เท่ากับ 65.2 เดซิเบล(เอ) ซึ่งผลการวัดและข้อมูลจำเพาะของการวัดระดับเสียงภายนอกอาคารครั้งที่ 1 ได้แสดงไว้ในภาคผนวก ข

การวัดระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ครั้งที่ 1 สามารถแสดงระดับเสียงในช่วงเวลาต่างๆ ตลอด 24 ชั่วโมงที่ทำการวัดในรูปแบบกราฟได้ ดังรูปที่ 4.1



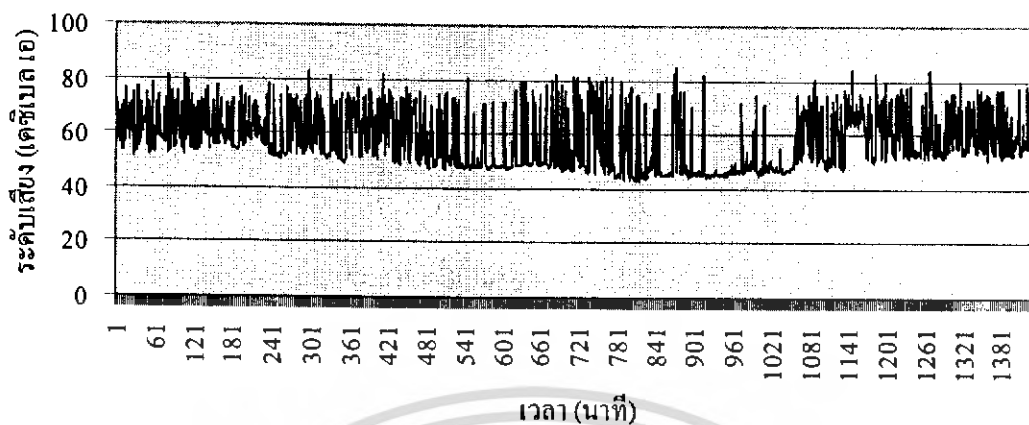
รูปที่ 4.1 กราฟเส้นแสดงระดับเสียงในช่วงเวลาต่างๆ ของมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครจากการวัดระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมงภายนอกอาคาร ครั้งที่ 1

2. การวัดระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ครั้งที่ 2

ในการวัดครั้งนี้สามารถวัดระดับเสียงเฉลี่ยได้เท่ากับ 64.6 เดซิเบล(เอ) ซึ่งผลการวัดและข้อมูลจำเพาะของการวัดระดับเสียงภายนอกอาคารครั้งที่ 2 ได้แสดงไว้ในภาคผนวก ข

การวัดระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ครั้งที่ 2 สามารถแสดงระดับเสียงในช่วงเวลาต่างๆ ตลอด 24 ชั่วโมงที่ทำการวัดในรูปแบบกราฟได้ ดังรูปที่ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

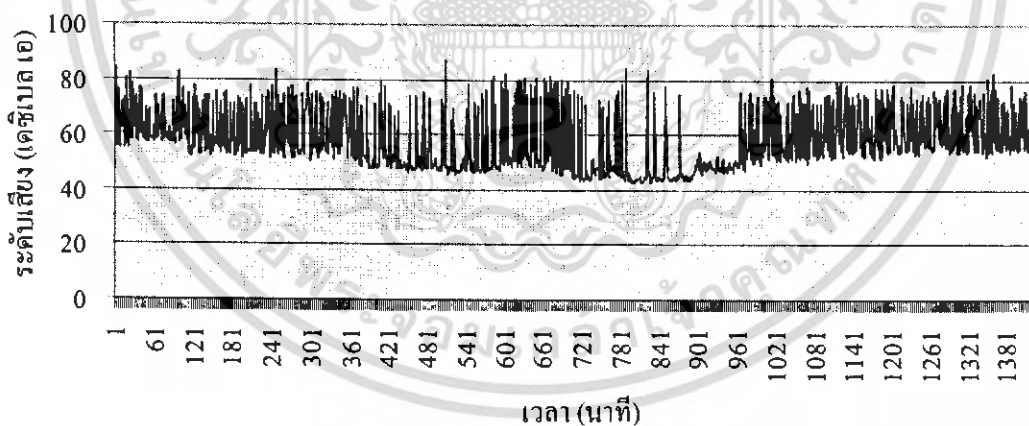


รูปที่ 4.2 กราฟเส้นแสดงระดับเสียงในช่วงเวลาต่างๆ ของมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครจากการวัดระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมงภายนอกอาคาร ครั้งที่ 2

3. การวัดระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ครั้งที่ 3

ในการวัดครั้งนี้สามารถวัดระดับเสียงเฉลี่ยได้เท่ากับ 67.4 เดซิเบล(เอ) ซึ่งผลการวัดและข้อมูลจำเพาะของการวัดระดับเสียงภายนอกอาคารครั้งที่ 3 ได้แสดงไว้ในภาคผนวก ข

การวัดระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ครั้งที่ 2 สามารถแสดงระดับเสียงในช่วงเวลาต่างๆ ตลอด 24 ชั่วโมงที่ทำการวัดในรูปแบบกราฟได้ ดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 กราฟเส้นแสดงระดับเสียงในช่วงเวลาต่างๆ ของมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครจากการวัดระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมงภายนอกอาคาร ครั้งที่ 3

4.2.1.2 ผลการวัดระดับเสียงภายในอาคาร

ในการวัดระดับเสียงภายในอาคารจะทำการวัดระดับเสียงแบบ 8 ชั่วโมง ซึ่งเครื่องมือวัดระดับเสียงจะทำการวัดและบันทึกค่าระดับเสียงเฉลี่ยทุกๆ 10 วินาที เป็นเวลา 8 ชั่วโมง ทำให้เมื่อครบตามเวลาที่กำหนดจะได้จำนวนชุด

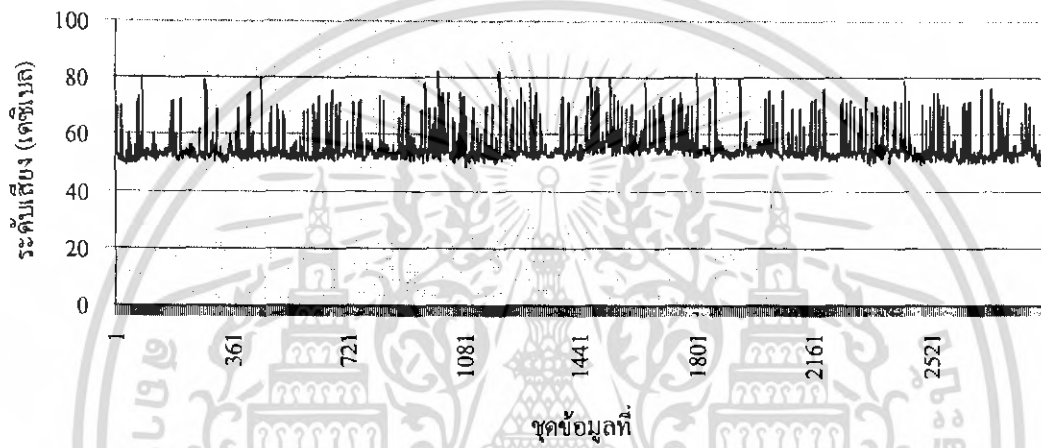
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลทั้งหมด 2880 ชุดข้อมูล เครื่องมือวัดจะบันทึกข้อมูลในนามสกุล .RND และ .RNH ซึ่งสามารถเปิดดูได้ในโปรแกรมสเปรดชีต (Spread sheet) ทั่วไป ผลการวัดมีทั้งหมด 3 ครั้ง ดังนี้

1. การวัดระดับเสียงเฉลี่ย 8 ชั่วโมง ครั้งที่ 1

ในการวัดครั้งนี้สามารถวัดระดับเสียงเฉลี่ยได้เท่ากับ 59.5 เดซิเบล(เอ) ซึ่งผลการวัดและข้อมูลจำเพาะของการวัดระดับเสียงภายในอาคารครั้งที่ 1 ได้แสดงไว้ในภาคผนวก ข

การวัดระดับเสียงเฉลี่ย 8 ชั่วโมง ครั้งที่ 1 สามารถแสดงระดับเสียงในช่วงเวลาต่างๆ ตลอด 8 ชั่วโมงที่ทำการวัดในรูปแบบกราฟได้ ดังรูปที่ 4.4



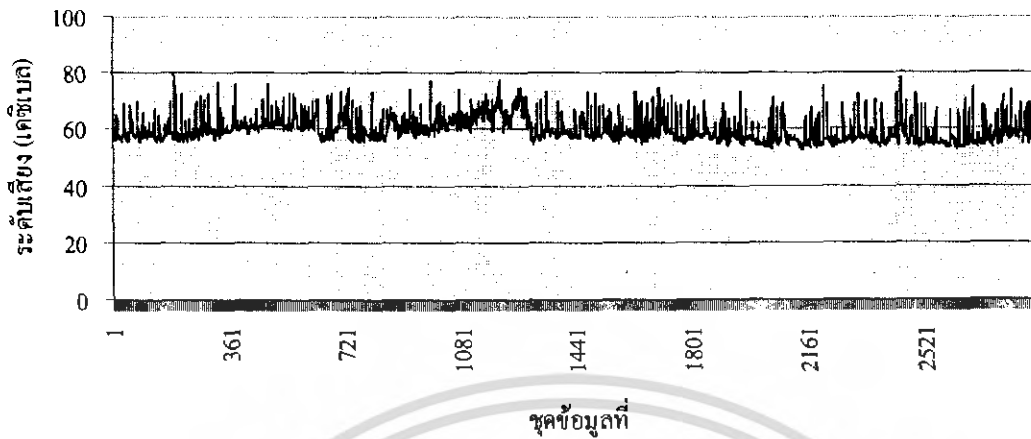
รูปที่ 4.4 กราฟเส้นแสดงระดับเสียงในช่วงเวลาต่างๆ ภายในอาคารของมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครจากการวัดระดับเสียงเฉลี่ย 8 ชั่วโมงภายในอาคาร ครั้งที่ 1

2. การวัดระดับเสียงเฉลี่ย 8 ชั่วโมง ครั้งที่ 2

ในการวัดครั้งนี้สามารถวัดระดับเสียงเฉลี่ยได้เท่ากับ 60.9 เดซิเบล(เอ) ซึ่งผลการวัดและข้อมูลจำเพาะของการวัดระดับเสียงภายในอาคารครั้งที่ 2 ได้แสดงไว้ในภาคผนวก ข

การวัดระดับเสียงเฉลี่ย 8 ชั่วโมง ครั้งที่ 2 สามารถแสดงระดับเสียงในช่วงเวลาต่างๆ ตลอด 8 ชั่วโมงที่ทำการวัดในรูปแบบกราฟได้ ดังรูปที่ 4.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

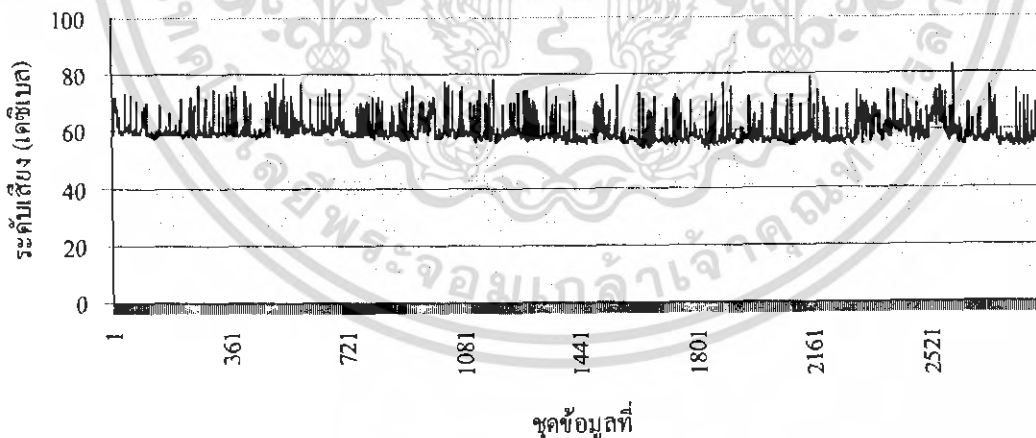


รูปที่ 4.5 กราฟเส้นแสดงระดับเสียงในช่วงเวลาต่างๆ ภายในอาคารของมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครจากการวัดระดับเสียงเฉลี่ย 8 ชั่วโมงภายในอาคาร ครั้งที่ 2

3. การวัดระดับเสียงเฉลี่ย 8 ชั่วโมง ครั้งที่ 3

ในการวัดครั้งนี้สามารถวัดระดับเสียงเฉลี่ยได้เท่ากับ 61.6 เดซิเบล(เอ) ซึ่งผลการวัดและข้อมูลจำเพาะของการวัดระดับเสียงภายในอาคารครั้งที่ 3 ได้แสดงไว้ในภาคผนวก ข

การวัดระดับเสียงเฉลี่ย 8 ชั่วโมง ครั้งที่ 3 สามารถแสดงระดับเสียงในช่วงเวลาต่างๆ ตลอด 8 ชั่วโมงที่ทำการวัดในรูปแบบกราฟได้ ดังรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 กราฟเส้นแสดงระดับเสียงในช่วงเวลาต่างๆ ภายในอาคารของมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครจากการวัดระดับเสียงเฉลี่ย 8 ชั่วโมงภายในอาคาร ครั้งที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 ผลการแจกแบบสอบถามสำรวจความคิดเห็นนักศึกษาและคณาจารย์

4.2.2.1 จำนวนแบบสอบถามสำรวจความคิดเห็นของนักศึกษา

ตารางที่ 4.4 แสดงจำนวนประชากร จำนวนกลุ่มตัวอย่าง และ จำนวนที่สำรวจจริง ในการสำรวจความคิดเห็นของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

คณะ	จำนวนประชากร (คน)	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง (คน)	จำนวนที่สำรวจจริง (คน)
คณะครุศาสตร์	832	30	31
คณะวิทยาศาสตร์	1818	65	65
คณะมนุษยศาสตร์	2907	104	107
คณะวิทยาการจัดการ	4038	145	145
คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม	1214	44	44
รวม	10809	388	392

4.2.2.2 จำนวนแบบสอบถามสำรวจความคิดเห็นของคณาจารย์

ตารางที่ 4.5 แสดงจำนวนประชากร จำนวนกลุ่มตัวอย่าง และ จำนวนที่สำรวจจริง ในการสำรวจความคิดเห็นของคณาจารย์มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

ประเภทของบุคลากร	จำนวนประชากร (คน)	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง (คน)	จำนวนที่สำรวจจริง (คน)
ข้าราชการครู	308	148	151
อาจารย์ประจำตามสัญญา	128	62	62
รวม	436	210	213

4.3 ผลการดำเนินงานในส่วนของการประมวลผลข้อมูลที่ได้

4.3.1 การประมวลผลการวัดระดับเสียงเครื่องบินที่บินผ่านมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

4.3.1.1 ระดับเสียงเครื่องบินที่วัดภายนอกอาคาร

ผลจากการวัดระดับเสียงเครื่องบินภายนอกอาคารเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับข้อกำหนดที่แสดงค่าระดับเสียงในระดับต่างๆที่สัมพันธ์กับผลกระทบที่มีต่อประชากรในชุมชน ได้ผลสรุปดังตารางที่ 4.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 แสดงการคาดคะเนผลกระทบของเสียต่อประชากรวัยระดับเสียเฉลี่ย 24 ชั่วโมงทั้ง 3 ครั้ง

ครั้งที่	ระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมงในหน่วย เดซิเบล (NEF)	ผลกระทบของเสียต่อประชากร				ปริมาณของ ชุมชนโดยเฉลี่ย	ทัศนคติของชุมชนโดยทั่วไปต่อพื้นที่
		การรบกวนการสื่อสาร		การรบกวน	ปริมาณของประชากรที่ ถูกรบกวนอย่างสูง		
		ในบ้าน	นอกบ้าน				
1	65.2	ร้อยละของประโยชน์ที่สามารถเข้าใจได้ 100%	ร้อยละทาง (เมตร) สำหรับ 95% ของประโยชน์ที่สามารถเข้าใจ ได้ 1.5	15%	มีนัยสำคัญ	เสียงเป็นส่วนหนึ่งของผลเสียที่สำคัญของ สิ่งแวดล้อมในชุมชน	
2	64.6	100%	2	9%	ปานกลาง	เสียงอาจกำหนดเป็นผลเสียของ สิ่งแวดล้อมในชุมชน	
3	67.4	100%	1.5	15%	มีนัยสำคัญ	เสียงเป็นส่วนหนึ่งของผลเสียที่สำคัญของ สิ่งแวดล้อมในชุมชน	
เฉลี่ย	65.73	100%	1.5	15%	มีนัยสำคัญ	เสียงเป็นส่วนหนึ่งของผลเสียที่สำคัญของ สิ่งแวดล้อมในชุมชน	

4.3.1.2 ระดับเสียงเครื่องปั้นที่วัดภายในอาคาร

1. ข้อกำหนดขององค์การอนามัยโลก

ในการวัดระดับเสียงเฉลี่ยภายในอาคารทั้ง 3 ครั้ง มีค่าเท่ากับ 59.5, 60.9 และ 61.6 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานระดับเสียงในห้องเรียนของข้อกำหนดขององค์การอนามัยโลก นั่นคือ 35 เดซิเบล มีข้อมูลจำเพาะในการประมวลผลดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 แสดงระดับเสียงเฉลี่ย 8 ชั่วโมง วัดภายในอาคาร เปรียบเทียบกับข้อกำหนดขององค์การอนามัยโลก

ครั้งที่	เวลาฐาน (ชั่วโมง)	ระดับเสียงที่วัดได้	เกณฑ์มาตรฐานระดับ เสียงในห้องเรียน	ผลสรุป
1	8	59.5	35	เกินเกณฑ์ข้อกำหนด
2	8	60.9	35	เกินเกณฑ์ข้อกำหนด
3	8	61.6	35	เกินเกณฑ์ข้อกำหนด

2. ค่าระดับอัตราเสียงต่อชุมชน (Rating Noise Level, L_r in dB)

ข้อมูลจำเพาะในการประมวลผลระดับเสียงเฉลี่ย 8 ชั่วโมงวัดภายในอาคาร โดยใช้การคำนวณค่าระดับอัตราเสียงต่อชุมชน (Rating Noise Level, L_r in dB) สามารถแสดงได้ ดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ข้อมูลจำเพาะในการประมวลผลระดับเสียงเฉลี่ย 8 ชั่วโมงภายใต้สภาพในอาคาร โดยใช้การคำนวณค่าระดับอัตราเสียงต่อชุมชน (Rating Noise Level, L_r in dB)

ครั้งที่	ระดับเสียงเฉลี่ย 8 ชั่วโมง	ระดับเสียงแก้ไข	ค่าระดับอัตราเสียงต่อชุมชน (Rating Noise Level, L_r in dB)	เสียงที่เป็นบรรทัดฐาน (Noise Criterion)	สมการที่ใช้คำนวณค่า ΔL	เกณฑ์แนะนำของกรมเทคนิคของการควบคุมชุมชน		
						ค่าที่ L_r เกินกว่าเกณฑ์แนะนำของระดับเสียงที่ควรจะเป็นในสภาพห้องในอาคารชนิดต่างๆ (ΔL)	ระดับ	คำอธิบาย
1	59.5	-15	44.5	35	$\Delta L = L_r - 35$	9.5	เล็กน้อย	มีการร้องทุกข์บ้างเป็นระยะๆ
2	60.9	-15	45.9	35		10.9	ปานกลาง	มีการร้องทุกข์อย่างกว้างขวาง
3	61.6	-15	46.6	35		11.6	ปานกลาง	มีการร้องทุกข์อย่างกว้างขวาง
เฉลี่ย	60.6	-15	45.6	35	10.6	ปานกลาง	มีการร้องทุกข์อย่างกว้างขวาง	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรณีใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 การประมวลผลแบบสอบถามโดยโปรแกรมเอสพีเอสเอส (SPSS)

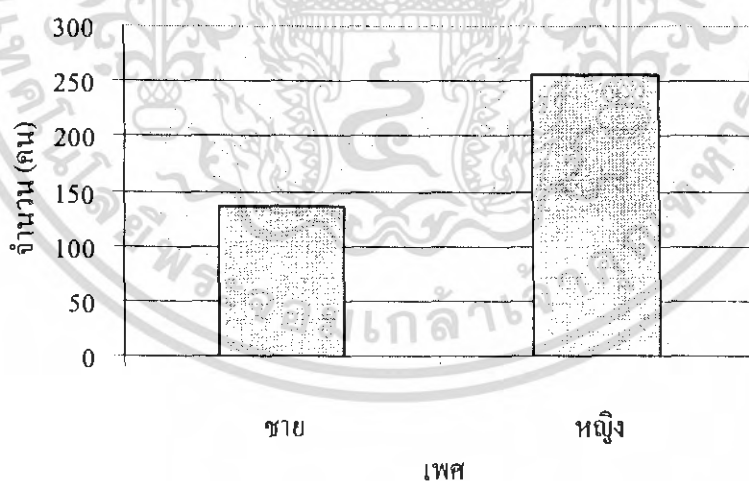
4.3.2.1 แบบสอบถามของกลุ่มนักศึกษา

จากการแจกแบบสอบถามสำรวจความคิดเห็นนักศึกษามหาวิทยาลัยพระนคร จำนวนชิ้นค่าที่ต้องทำการแจกคือ 388 คน ผลสำรวจจากการประเมินผลด้วยโปรแกรมเอสพีเอสเอส (SPSS) สามารถแสดงได้ดังนี้

1. เพศผู้ตอบแบบสอบถาม

ตารางที่ 4.9 แสดงข้อมูลเพศของผู้ตอบแบบสอบถามที่เป็นนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

ประเภทผู้ตอบแบบสอบถาม	เพศ	ความถี่	ร้อยละของผู้กรอกแบบสอบถาม	ร้อยละของผู้ตอบจริง	ร้อยละสะสม
ผู้ที่ตอบคำถามจริง	ชาย	137	34.8	34.9	
	หญิง	255	64.7	65.1	100.0
รวม		392	99.5	100.0	
ผู้ที่ไม่ได้ตอบคำถาม	ว่าง	2	.5		
รวมทั้งหมด		394	100.0		



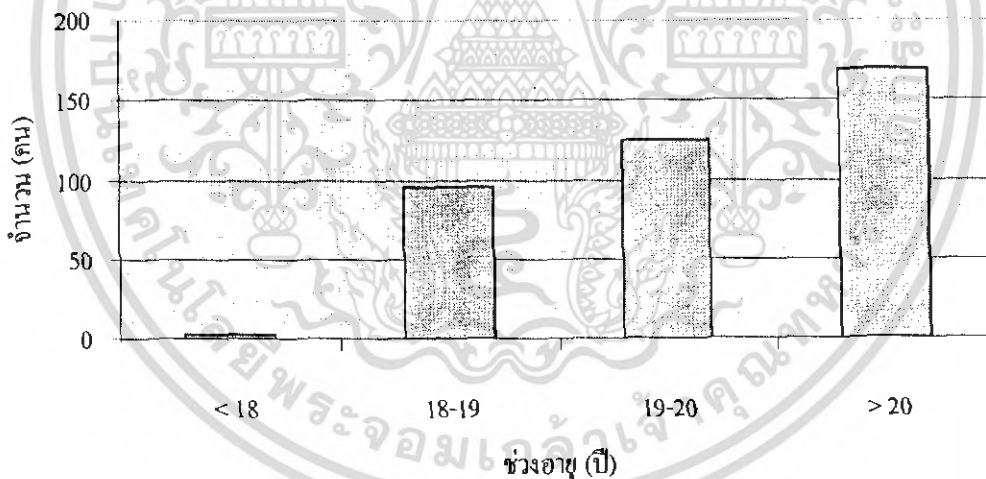
รูปที่ 4.7 แผนภูมิแท่งแสดงจำนวนของแต่ละเพศของผู้ตอบแบบสอบถามที่เป็นนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. อายุ

ตารางที่ 4.10 แสดงข้อมูลอายุของผู้ตอบแบบสอบถามที่เป็นนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

ประเภทผู้ตอบแบบสอบถาม	ช่วงอายุ	ความถี่	ร้อยละของผู้กรอกแบบสอบถาม	ร้อยละของผู้ตอบจริง	ร้อยละสะสม
ผู้ที่ตอบคำถามจริง	น้อยกว่า 18	3	.8	.8	.8
	18-19	96	24.4	24.4	25.1
	19-20	125	31.7	31.7	56.9
	มากกว่า 20	170	43.1	43.1	100.0
	รวม		394	100.0	100.0
ผู้ที่ไม่ได้ตอบคำถาม	ว่าง	0	0		
รวมทั้งหมด		394	100.0		



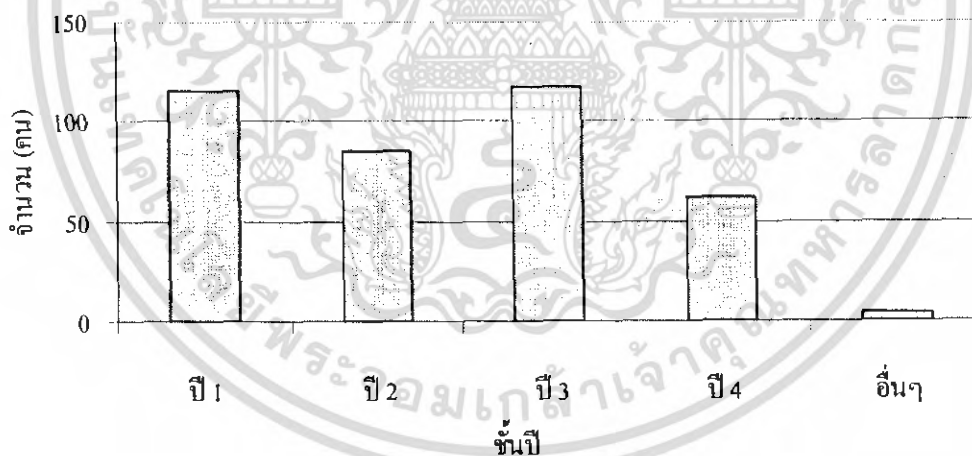
รูปที่ 4.8 แผนภูมิแท่งแสดงจำนวนของแต่ละช่วงอายุของผู้ตอบแบบสอบถามที่เป็นนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ชั้นปีที่ศึกษา

ตารางที่ 4.11 แสดงข้อมูลชั้นปีที่ศึกษาของผู้ตอบแบบสอบถามที่เป็นนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

ประเภทผู้ตอบแบบสอบถาม	ชั้นปี	ความถี่	ร้อยละของผู้กรอกแบบสอบถาม	ร้อยละของผู้ตอบจริง	ร้อยละสะสม
ผู้ที่ตอบคำถามจริง	ปี 1	116	29.4	30.1	30.1
	ปี 2	85	21.6	22.1	52.2
	ปี 3	118	29.9	30.6	82.9
	ปี 4	62	15.7	16.1	99.0
	อื่นๆ	4	1.0	1.0	100.0
รวม		385	97.7	100.0	
ผู้ที่ไม่ได้ตอบคำถาม	ว่าง	9	2.3		
รวมทั้งหมด		394	100.0		



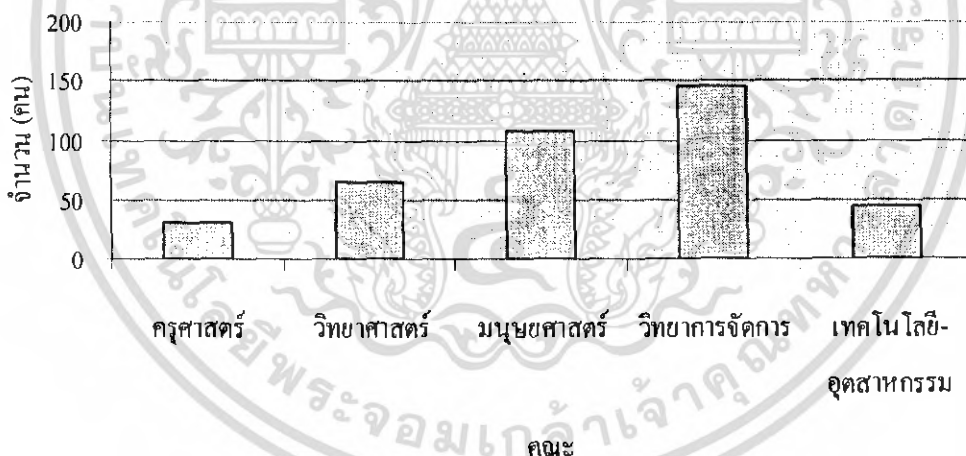
รูปที่ 4.9 แผนภูมิแท่งแสดงจำนวนของแต่ละชั้นปีของผู้ตอบแบบสอบถามที่เป็นนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. คณะที่ทำการศึกษา

ตารางที่ 4.12 แสดงข้อมูลคณะที่ศึกษาของผู้ตอบแบบสอบถามที่เป็นนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

ประเภทผู้ตอบแบบสอบถาม	คณะ	ความถี่	ร้อยละของผู้กรอกแบบสอบถาม	ร้อยละของผู้ตอบจริง	ร้อยละสะสม
ผู้ที่ตอบคำถามจริง	ครุศาสตร์	31	7.9	7.9	7.9
	วิทยาศาสตร์	65	16.5	16.6	24.5
	มนุษยศาสตร์	107	27.2	27.3	51.8
	วิทยาการจัดการ	145	36.8	37.0	88.8
	เทคโนโลยีอุตสาหกรรม	44	11.2	11.2	100.0
รวม		392	99.5	100.0	
ผู้ที่ไม่ได้ตอบคำถาม	ว่าง	2	.5		
รวมทั้งหมด		394	100.0		



รูปที่ 4.10 แผนภูมิแท่งแสดงจำนวนของแต่ละคณะของผู้ตอบแบบสอบถามที่เป็นนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

5. หมวดคำถามแสดงความคิดเห็น

หมวดคำถามแสดงความคิดเห็น ประกอบด้วย 4 หัวข้อ ดังนี้

ก. หัวข้อสภาพโดยทั่วไป สามารถแสดงผลได้ดังตารางที่ 4.13

ข. หัวข้อเกี่ยวกับการเรียนการสอน สามารถแสดงผลได้ดังตารางที่ 4.14

ค. ผลสัมฤทธิ์ของการเรียนการสอนกรณีมีเครื่องบินผ่าน สามารถแสดงผลได้ดังตารางที่ 4.15

ง. การแก้ไขปัญหาผลกระทบจากเสียงเครื่องบิน สามารถแสดงผลได้ดังตารางที่ 4.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ใดเห็นประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.13 แสดงจำนวนผู้ตอบแบบสอบถามในคำถามแต่ละข้อของบัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร หัวข้อสภาพโดยทั่วไป

คำถาม	จำนวนผู้ตอบแบบสอบถามจริง		จำนวนผู้ที่ไม่ได้ตอบแบบสอบถาม		ตัวเลือกของคำถาม									
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	เห็นด้วยอย่างยิ่ง		เห็นด้วย		ไม่แน่ใจ		ไม่เห็นด้วย		ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	
					จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
5) ท่านเห็นว่าการระดับเสียงจากเครื่องบิน ที่มีผ่านมหาวิทยาลัยมีเสียงดังเกินไป	394	100	0	0	138	35	14	3.6	4	1.0	3	0.8		
6) ท่านเห็นว่าจำนวนความถี่ของเครื่องบินที่ผ่านมหาวิทยาลัยมีผลกระทบต่อความรู้สึกของท่าน	394	100	0	0	171	43.4	37	9.4	8	2.0	2	0.5		
7) เสียงเครื่องบินสร้างความรบกวนให้แก่ท่าน	393	99.7	1	0.3	138	35.0	29	7.4	12	3.0	0	0		
8) ท่านเห็นว่ามลภาวะทางเสียงเป็นปัญหาหนึ่งที่ต้องแก้ไขสำหรับสถาบันของท่าน	394	100	0	0	154	39.1	48	12.2	10	2.5	1	0.3		
9) ท่านต้องใช้เวลานานในการทำความเข้าใจเกี่ยวกับเครื่องบิน	390	99.0	4	1	165	41.9	89	22.6	29	7.4	5	1.3		

ตารางที่ 4.14 แสดงจำนวนผู้ตอบแบบสอบถามในคำถามแต่ละข้อของนักศึกษาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร หัวข้อเกี่ยวกับการเรียนการสอน

คำถาม	จำนวนผู้ตอบแบบสอบถามจริง		จำนวนผู้ที่ไม่ได้ตอบ		ตัวเลือกของคำถาม															
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	เห็นด้วยอย่างยิ่ง			เห็นด้วย			ไม่แน่ใจ			ไม่เห็นด้วย			ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง			
					จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ		
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ		
10) เครื่องบินที่บินผ่านมีเสียงดังจนรบกวนการเรียนการสอน	391	99.2	3	0.8	200	50.8	151	38.3	25	6.3	14	3.6	1	0.3						
11) เสียงดังจากเครื่องบินทำให้ต้องหยุดกิจกรรมการเรียนการสอนชั่วคราวบ่อยครั้ง	393	99.7	1	0.3	153	38.8	135	41.9	52	13.2	21	5.3	2	0.5						
12) เสียงเครื่องบินทำให้ท่านไม่มีสมาธิในการเรียน	391	99.2	3	0.8	123	31.2	159	40.4	80	20.3	28	7.1	1	0.3						
13) อาจารย์ผู้สอนหยุดพูดเมื่อผลการสอนอยู่บ่อยครั้งเพื่อให้เครื่องบินผ่านไปก่อน	391	99.2	3	0.8	181	45.9	146	37.1	45	11.4	18	4.6	1	0.3						
14) ท่านจะไม่ได้ยินเสียงอาจารย์ผู้สอนขณะที่มีเครื่องบินผ่าน	393	99.7	1	0.3	187	47.5	155	39.3	34	8.6	14	3.6	3	0.8						
15) ท่านไม่สามารถซักถามอาจารย์หรือปรึกษาเพื่อนได้ถ้ามีเครื่องบินผ่าน	391	99.2	3	0.8	147	37.3	150	38.1	66	16.8	23	5.8	5	1.3						
16) บางครั้งอาจารย์สอนได้ไม่ครบเนื้อหาเนื่องจากเสียงเครื่องบิน	393	99.7	1	0.3	91	23.1	135	34.3	115	29.2	42	10.7	10	2.5						
17) เสียงจากเครื่องบินไม่ส่งผลกระทบต่อการเรียนเนื่องจากท่านเคยชินกับเสียง	392	99.5	2	0.5	68	17.3	98	24.9	80	20.3	84	21.3	62	15.7						

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในวิทยาลัยราชภัฏพระนคร ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจากฝ่ายวิชาการ
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.15 แสดงจำนวนผู้ตอบแบบสอบถามในคำถามแต่ละข้อของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร หัวข้อผลสัมฤทธิ์ของการเรียนการสอนกรณีมีเรื่องเป็นป็นผ่าน

คำถาม	จำนวนผู้ตอบแบบสอบถามจริง		จำนวนผู้ที่ไม่ได้ตอบ		ตัวเลือกของคำถาม									
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	เห็นด้วยอย่างยิ่ง		เห็นด้วย		ไม่เห็นด้วย		ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง			
					จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ		
	18) เสียงเครื่องบินทำให้ประสิทธิภาพการสอนของอาจารย์ลดลง	394	100	0	0	101	25.6	139	35.3	90	22.8	55	14.0	9
19) ท่านเห็นว่าเสียงเครื่องบินส่งผลกระทบต่อการเรียนของท่าน	394	100	0	0	128	32.5	141	35.8	67	17.0	52	13.2	6	1.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.16 แสดงจำนวนผู้ตอบแบบสอบถามในคำถามแต่ละข้อของของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครหัวข้อการแก้ไขปัญหาผลกระทบจากเสียงเครื่องบิน

คำถาม	จำนวนผู้ตอบ		จำนวนผู้ที่ไม่ได้		ตัวเลือกของคำถาม									
	แบบสอบถามจริง		ตอบ		เห็นด้วยอย่างยิ่ง		เห็นด้วย		ไม่แน่ใจ		ไม่เห็นด้วย		ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
20) ท่านมีความจำเป็นเร่งด่วนที่ต้องมีการแก้ไขปัญหามลกระทบของเสียงจากเครื่องบินที่	390	99	4	1	153	38.8	148	37.6	76	19.3	10	2.5	3	0.8
21) ท่านเห็นว่าการปรับปรุงห้องเรียนด้วยวัสดุป้องกันเสียงในอาคารสามารถแก้ไขปัญหาคือ	394	100	0	0	146	37.1	148	37.6	91	23.1	6	1.5	3	0.8
22) ท่านคิดว่าห้องเรียนที่มีการติดตั้งเครื่องปรับอากาศสามารถช่วยลดความดังของเสียงเครื่องบินได้	394	100	0	0	137	34.8	116	29.4	110	27.9	23	5.8	8	2.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

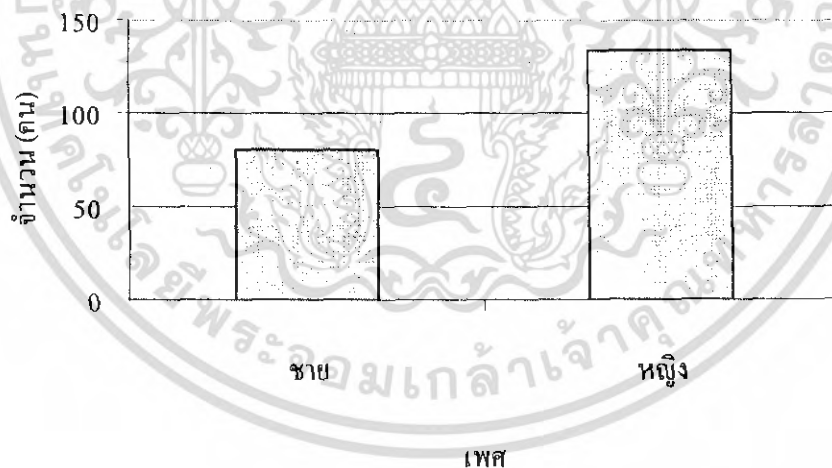
4.3.2.2 แบบสอบถามของกลุ่มคณาจารย์

จากการแจกแบบสอบถามสำรวจความคิดเห็นคณาจารย์มหาวิทยาลัยพระนคร จำนวนขั้นต่ำที่ต้องทำการแจกคือ 388 คน ผลสำรวจจากการประเมินผลด้วยโปรแกรมเอสพีเอสเอส (SPSS) สามารถแสดงได้ดังนี้

1. เพศผู้ตอบแบบสอบถาม

ตารางที่ 4.17 แสดงข้อมูลเพศของผู้ตอบแบบสอบถามที่เป็นคณาจารย์มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

ประเภทผู้ตอบแบบสอบถาม	เพศ	ความถี่	ร้อยละของผู้กรอกแบบสอบถาม	ร้อยละของผู้ตอบจริง	ร้อยละสะสม
ผู้ที่ตอบคำถามจริง	ชาย	80	37.2	37.4	37.4
	หญิง	134	62.3	62.6	100.0
รวม		214	99.5	100.0	
ผู้ที่ไม่ได้ตอบคำถาม	ว่าง	1	0.5		
รวมทั้งหมด		215	100		



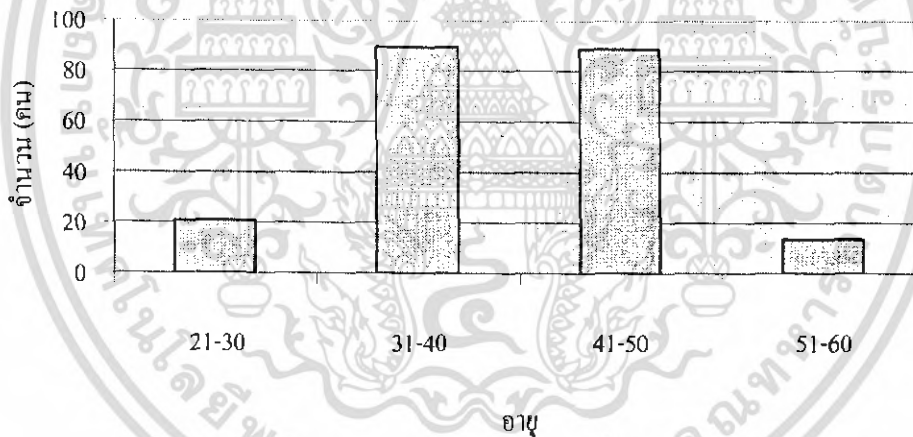
รูปที่ 4.11 แผนภูมิแท่งแสดงจำนวนของแต่ละเพศของผู้ตอบแบบสอบถามที่เป็นคณาจารย์มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. อายุ

ตารางที่ 4.18 แสดงข้อมูลอายุของผู้ตอบแบบสอบถามที่เป็นคณาจารย์มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

ประเภทผู้ตอบแบบสอบถาม	ช่วงอายุ	ความถี่	ร้อยละของผู้กรอกแบบสอบถาม	ร้อยละของผู้ตอบจริง	ร้อยละสะสม
ผู้ที่ตอบคำถามจริง	21-30	21	9.8	9.8	9.8
	31-40	90	41.9	42.1	51.9
	41-50	89	41.4	41.6	93.5
	51-60	14	6.5	6.5	100.0
รวม		214	99.5	100	
ผู้ที่ไม่ได้ตอบคำถาม	ว่าง	1	0.5		
รวมทั้งหมด		215	100.0		



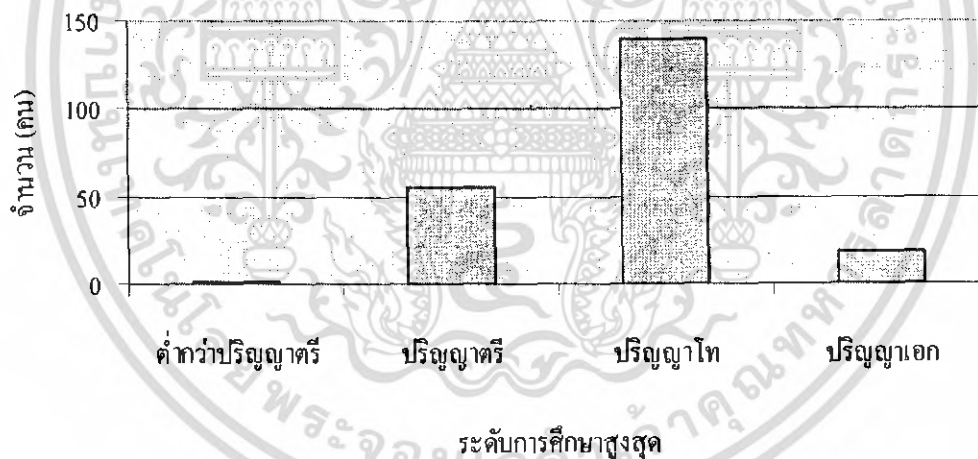
รูปที่ 4.12 แผนภูมิแท่งแสดงจำนวนของแต่ละช่วงอายุของผู้ตอบแบบสอบถามที่เป็นคณาจารย์มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ระดับการศึกษาสูงสุด

ตารางที่ 4.19 แสดงข้อมูลระดับการศึกษาสูงสุดของผู้ตอบแบบสอบถามที่เป็นคณาจารย์มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

ประเภทผู้ตอบแบบสอบถาม	ระดับการศึกษาสูงสุด	ความถี่	ร้อยละของผู้กรอกแบบสอบถาม	ร้อยละของผู้ตอบจริง	ร้อยละสะสม
ผู้ที่ตอบคำถามจริง	ต่ำกว่าปริญญาตรี	1	0.5	0.5	0.5
	ปริญญาตรี	55	25.6	25.6	26.0
	ปริญญาโท	140	65.1	65.1	91.2
	ปริญญาเอก	19	8.8	8.8	100.0
	รวม		215	100.0	100.0
ผู้ที่ไม่ได้ตอบคำถาม	ว่าง	0	0	0	
รวมทั้งหมด		215	100.0	100.0	



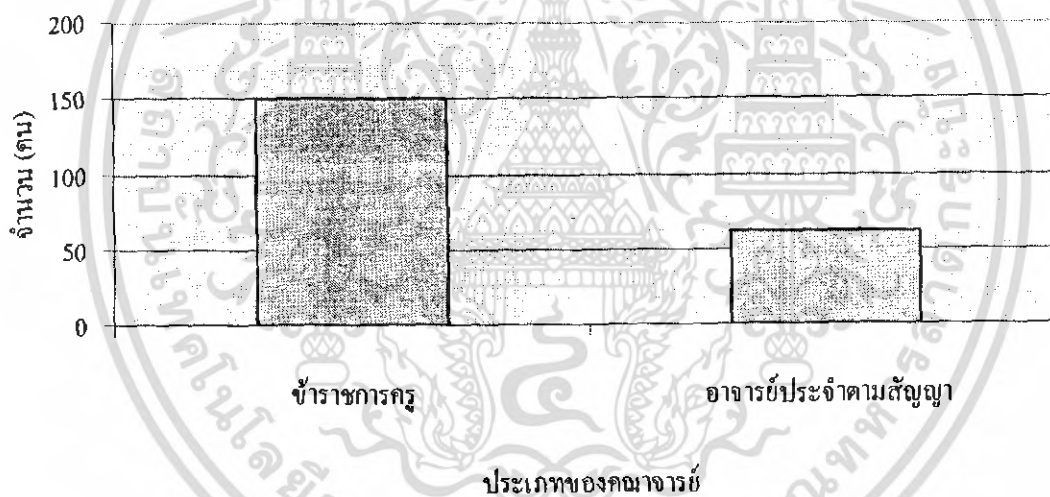
รูปที่ 4.13 แผนภูมิแท่งแสดงจำนวนของแต่ละระดับของการศึกษาสูงสุดของผู้ตอบแบบสอบถามที่เป็นคณาจารย์มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ประเภทของบุคลากร

ตารางที่ 4.20 แสดงข้อมูลประเภทของบุคลากรของผู้ตอบแบบสอบถามที่เป็นคณาจารย์มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

ประเภทผู้ตอบแบบสอบถาม	คณะ	ความถี่	ร้อยละของผู้กรอกแบบสอบถาม	ร้อยละของผู้ตอบจริง	ร้อยละสะสม
ผู้ที่ตอบคำถามจริง	ข้าราชการครู	151	70.2	70.9	70.9
	อาจารย์ประจำตามสัญญา	62	28.8	29.1	100
รวม		213	99.1	100	
ผู้ที่ไม่ได้ตอบคำถาม	ว่าง	2	0.9		
รวมทั้งหมด		215	100		



รูปที่ 4.14 แผนภูมิแท่งแสดงจำนวนของแต่ละประเภทของบุคลากรของผู้ตอบแบบสอบถามที่เป็นคณาจารย์มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

5. หมวดคำถามแสดงความคิดเห็น

หมวดคำถามแสดงความคิดเห็น ประกอบด้วย 4 หัวข้อ ดังนี้

- ก) หัวข้อสภาพโดยทั่วไป สามารถแสดงผลได้ดังตารางที่ 4.21
- ข) หัวข้อเกี่ยวกับการเรียนการสอน สามารถแสดงผลได้ดังตารางที่ 4.22
- ค) ผลสัมฤทธิ์ของการเรียนการสอนกรณีมีเครื่องบินผ่าน สามารถแสดงผลได้ดังตารางที่ 4.23
- ง) การแก้ไขปัญหาลผลกระทบจากเสียงเครื่องบิน สามารถแสดงผลได้ดังตารางที่ 4.24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.21 แสดงจำนวนผู้ตอบแบบสอบถามในคำถามแต่ละข้อขององค์การวิจัยวิทยุพระนคร หัวข้อสภาพโดยทั่วไป

คำถาม	จำนวนผู้ตอบแบบสอบถามจริง		จำนวนผู้ที่ไม่ได้ตอบ		ตัวเลือกของคำถาม																
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	เห็นด้วย		ไม่เห็นด้วย		ไม่แน่ใจ		ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง		ไม่เห็นด้วยอย่างซึ้ง		ไม่เห็นด้วยอย่างซึ้ง						
					จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ					
5) ท่านเห็นว่าการระดับเสียงจากเครื่องบิน ที่บินผ่านมหาวิทยาลัยมีเสียงดังเกินไป	215	100	0	0	104	48.4	21	9.8	5	2.3	4	1.9	81	37.7	48.4	21	9.8	5	2.3	4	1.9
6) ท่านเห็นว่าจำนวนความถี่ของเครื่องบินที่ผ่านมหาวิทยาลัยมีผลกระทบต่อความรู้สึกของท่าน	212	98.6	3	1.4	74	34.4	35	16.3	12	5.6	4	1.9	87	40.5	34.4	35	16.3	12	5.6	4	1.9
7) เสียงเครื่องบินสร้างความรบกวนให้แก่ท่าน	215	100	0	0	86	40.0	34	15.8	9	4.2	8	3.7	78	36.3	40.0	34	15.8	9	4.2	8	3.7
8) ท่านเห็นว่ามลภาวะทางเสียงเป็นปัญหาหนึ่งที่ต้องแก้ไขสำหรับสถาบันของท่าน	215	100	0	0	77	35.8	9	4.2	4	1.9	2	0.9	123	57.2	35.8	9	4.2	4	1.9	2	0.9
9) ท่านต้องใช้เวลาในการทำความเข้าใจกับเสียงเครื่องบิน	213	99.1	2	0.9	100	46.5	48	22.3	15	7.0	2	0.9	48	22.3	46.5	48	22.3	15	7.0	2	0.9

ตารางที่ 4.22 แสดงจำนวนผู้ตอบแบบสอบถามในคำถามแต่ละข้อของของคณะกรรมการวิทยุพระนคร หัวข้อเกี่ยวกับการเรียนการสอน

คำถาม	จำนวนผู้ตอบแบบสอบถามจริง		จำนวนผู้ที่ไม่ได้ตอบ		ตัวเลือกของคำถาม														
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	เห็นด้วยอย่างยิ่ง			เห็นด้วย			ไม่แน่ใจ			ไม่เห็นด้วย			ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง		
					จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	
					จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	
10) เครื่องบินที่บินผ่านมีเสียงดังจนรบกวนการเรียนการสอน	214	99.5	1	0.5	112	52.1	80	37.2	11	5.1	11	5.1	3	1.4	0	0	0	0	
11) เสียงดังจากเครื่องบินทำให้ต้องหยุดกิจกรรมการเรียนการสอนชั่วคราวบ่อยครั้ง	215	100	0	0	90	41.9	88	40.9	34	15.8	3	1.4	0	0	0	0	0	0	
12) เสียงเครื่องบินทำให้ท่านไม่มีสมาธิในการเรียนการสอน	213	99.1	2	0.9	42	19.5	71	33.0	57	26.5	41	19.1	2	0.9	0	0	0	0	
13) เสียงจากเครื่องบิน มักทำให้ท่านต้องหยุดสอนเพื่อให้เครื่องบินผ่านไปก่อน	214	99.5	1	0.5	96	44.7	81	37.7	23	10.7	14	6.5	0	0	0	0	0	0	
14) เสียงเครื่องบินทำให้ท่านต้องพูดเสียงดังขึ้นเพื่อให้นักศึกษาได้ยินเนื้อหาการเรียนการสอน	214	99.5	1	0.5	97	45.1	88	40.9	26	12.1	3	1.4	0	0	0	0	0	0	
15) เสียงดังทำให้การปฏิบัติสัมพันธ์กับนักศึกษา เช่น การตั้งคำถาม หรือตอบข้อซักถาม เป็นไปได้อย่าง	215	100	0	0	50	23.3	64	29.8	56	26.0	36	16.7	9	4.2	0	0	0	0	
16) บางครั้งท่านสอนได้ไม่ครบเนื้อหาเนื่องจากเสียงเครื่องบิน	215	100	0	0	46	21.4	65	30.2	62	28.8	36	16.7	6	2.8	0	0	0	0	
17) เสียงจากเครื่องบิน ไม่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการเรียน เนื่องจากท่านเคยชินกับเสียง	211	98.1	4	1.9	34	15.8	59	27.4	55	25.6	55	25.6	8	3.7	0	0	0	0	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเท่านั้น การนำออกเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตถือว่าผิดกฎหมาย และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.23 แสดงจำนวนผู้ตอบแบบสอบถามในคำถามแต่ละข้อของคณาจารย์มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร หัวข้อผลสัมฤทธิ์ของการเรียนการสอนกรณีมีเครื่องบินผ่าน

คำถาม	จำนวนผู้ตอบแบบสอบถามจริง		จำนวนผู้ที่ไม่ได้ตอบ		ตัวเลือกของคำถาม									
	จำนวน	ร้อยละ	แบบสอบถาม		เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย		ไม่แน่ใจ		ไม่เห็นด้วย		ไม่เห็นด้วยอย่างอื่น		
			จำนวน	ร้อยละ		จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ			
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ		
18) เสียงเครื่องบินทำให้ประสิทธิภาพการสอนของอาจารย์ลดลง	214	99.5	1	0.5	52	24.2	74	34.4	52	24.2	32	14.9	4	1.9
19) ท่านเห็นว่าเสียงเครื่องบินส่งผลกระทบต่อการทำงานของท่าน	212	98.6	3	1.4	70	32.6	83	38.6	41	19.1	17	7.9	1	0.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.24 แสดงจำนวนผู้ตอบแบบสอบถามในคำถามแต่ละข้อของคณาจารย์มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยาจากเสียงเครื่องบิน

คำถาม	จำนวนผู้ตอบแบบสอบถามจริง		จำนวนผู้ที่ไม่ได้ตอบ		ตัวเลือกของคำถาม								
	จำนวน	ร้อยละ	แบบสอบถาม		เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย		ไม่แน่ใจ		ไม่เห็นด้วย		ไม่เห็นด้วยอย่างอื่น	
			จำนวน	ร้อยละ		จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
20) ท่านคิดว่ามีความจำเป็นเร่งด่วนที่ต้องมีการแก้ไขปัญหาดังกล่าวของเสียงเครื่องบินที่	215	100	0	0	86	40.0	39	18.1	7	3.3	1	0.5	
21) ท่านเห็นว่าควรปรับปรุงห้องเรียนด้วยวัสดุป้องกันเสียงในอาคารสามารถแก้ไขปัญหานี้ได้	215	100	0	0	91	42.3	17	7.9	2	0.9	0	0	
22) ท่านคิดว่าห้องเรียนที่มีการติดตั้งเครื่องปรับอากาศสามารถช่วยลดความดังของเสียงเครื่องบินได้	215	100	0	0	76	35.3	14	6.5	0	0	0	0	

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา หากท่านนั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2.3 การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม

การหาค่าความเชื่อมั่นจะทำการหา 2 ครั้ง คือ ความเชื่อมั่นจากการทดสอบแบบสอบถามเบื้องต้น เพื่อปรับปรุงแบบสอบถาม และการหาค่าความเชื่อมั่นรวมทั้งหมด ผลการหาค่าความเชื่อมั่นทั้ง 2 ครั้งของแบบสอบถามนักศึกษาและคณาจารย์ มีตัวแปรที่ใช้ในการพิจารณา ดังตารางที่ 4.25 และส่วนของผลการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามสามารถแสดงได้ ดังตารางที่ 4.26

ตารางที่ 4.25 แสดงตัวแปรที่ต้องพิจารณาในการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม

ตัวแปร	ความหมาย
N of Cases	จำนวนแบบสอบถามที่ใช้ทดสอบ (ชุด)
N of Items	จำนวนคำถามสำรวจความคิดเห็นในแบบสอบถาม (ข้อ)
Alpha	ค่าสัมประสิทธิ์อัลฟา

ตารางที่ 4.26 แสดงผลการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามนักศึกษาและคณาจารย์

แบบสอบถาม	ครั้งที่ 1 ทดสอบแบบสอบถามเบื้องต้น			ครั้งที่ 2 ทดสอบความเชื่อมั่นรวม		
	N of Cases	N of Items	Alpha	N of Cases	N of Items	Alpha
นักศึกษา	30	18	0.9171	394	18	0.8701
คณาจารย์	30	18	0.8560	215	18	0.6761

ค่าความเชื่อมั่นจะดูจากค่าสัมประสิทธิ์อัลฟา โดยถ้าสัมประสิทธิ์อัลฟามีค่าอยู่ระหว่าง 0.7-1.0 จะถือว่าแบบสอบถามมีค่าความเชื่อมั่นผ่านเกณฑ์ยอมรับ กล่าวคือ คำถามที่ตั้งสามารถวัดความหมายได้ตามจุดประสงค์ที่ต้องการ ซึ่งผลการทดสอบเกณฑ์ความเชื่อมั่นแบบสอบถามของนักศึกษาและแบบสอบถามของคณาจารย์ สามารถแสดงได้ ดังตารางที่ 4.27

ตารางที่ 4.27 แสดงผลการทดสอบเกณฑ์ความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม นักศึกษาและคณาจารย์

แบบสอบถาม	ค่าสัมประสิทธิ์ อัลฟา(Alpha)		ค่าเกณฑ์ยอมรับของแบบสอบถาม	ผลของค่าความเชื่อมั่น
นักศึกษา	ครั้งที่ 1	0.9171	0.7-1.0	ผ่านเกณฑ์
	ครั้งที่ 2	0.8701	0.7-1.0	ผ่านเกณฑ์
คณาจารย์	ครั้งที่ 1	0.8560	0.7-1.0	ผ่านเกณฑ์
	ครั้งที่ 2	0.6761	0.7-1.0	ไม่ผ่านเกณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 การหาวิธีการในการลดผลกระทบ

4.4.1 ผลการคำนวณพื้นที่กระจกของอาคารเรียน 12 ชั้น

4.4.1.1 ประเภทของหน้าต่างของอาคารเรียน 12 ชั้น

จากแผนผังอาคารเรียน 12 ชั้น สามารถสรุปจำนวนของหน้าต่างแต่ละประเภทที่มีอยู่ในแต่ละชั้นของอาคารได้ ดังตารางที่ 4.28

ตารางที่ 4.28 แสดงจำนวนกระจกแต่ละประเภทและประเภทของกระจกในแต่ละชั้นของอาคารเรียน 12 ชั้น

	น A	น B	น 1	น 2	น 3	น3 A	น 4	น 5	น 6	น1 4	น1 5	น1 6	น1 7	น1 8	น2 0
ชั้น 1			13	11	4				2	2	2		2		
ชั้น 2			12	9	1		1	1	4			44		1	4
ชั้น 3			12	8	2		1	1	4			44		1	2
ชั้น 4			15	8	2		1	1	4						
ชั้น 5	1	2	13	9	1		1	1	4						
ชั้น 6		1	12	9		1	1	1	3						
ชั้น 7	1		14	11	1				4						
ชั้น 8			15	9	2		1		3						
ชั้น 9			16	11	1				4						
ชั้น 10			16	9	1			2	4						
ชั้น 11		4	10	9	6				4						
ชั้น 12		1	17	11		1	1		3						
รวม	2	8	165	114	21	2	7	7	43	2	2	88	2	2	6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.1.2 ผลรวมของพื้นที่กระจกทั้งหมดของอาคารเรียน 12 ชั้น

จากจำนวนของหน้าต่างแต่ละประเภท เมื่อนำมาคำนวณพื้นที่ต่อหน่วยแล้วก็จะนำไปคูณกับจำนวนของหน้าต่างต่างที่ได้มาจากแผนผังอาคารเรียน 12 ชั้น สามารถแสดงพื้นที่กระจกในแต่ละประเภทของหน้าต่าง และพื้นที่กระจกรวมทั้งหมดได้ ดังตารางที่ 4.29

ตารางที่ 4.29 แสดงพื้นที่กระจกในแต่ละประเภทของหน้าต่าง และพื้นที่รวมของกระจกทั้งหมดในการปรับปรุงอาคาร เพื่อลดผลกระทบ

ประเภทหน้าต่าง	พื้นที่/หน่วย (ตารางเมตร)	จำนวนหน่วย	พื้นที่รวม (ตารางเมตร)
นA	9.86	2	19.72
นB	7.88	8	63.06
น1	3.05	166	506.72
น2	8.82	114	1005.48
น3	8.14	21	170.89
น4	8.14	7	56.96
น5	8.14	7	56.96
น6	6.48	43	278.80
น14	11.34	2	22.68
น15	40.32	2	80.64
น16	2.97	88	261.36
น17	1.85	2	3.70
น18	20.46	2	40.92
น20	2.20	6	13.20
น3A	5.65	2	11.30
รวม			2,592.38

ในส่วน of พื้นที่รวมทั้งหมดจะต้องนำมาแปลงให้เป็นหน่วยตารางฟุตเนื่องจากราคากลางวัสดุก่อสร้างที่ใช้ในการคำนวณนั้นมีหน่วยเป็น บาทต่อตารางฟุต ซึ่งสามารถแปลงพื้นที่เป็นตารางฟุตได้เท่ากับ 27,904.13 ตารางฟุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.2 ผลการคำนวณราคากระจกที่ใช้ในการปรับปรุงอาคาร

เมื่อได้จำนวนพื้นที่รวมแล้วก็จะนำพื้นที่รวมที่ได้ไปทำการคำนวณราคาของกระจกแต่ละชนิด สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 4.30

ตารางที่ 4.30 แสดงราคากระจกที่ใช้ในการปรับปรุงอาคารเพื่อลดผลกระทบ

ประเภทของกระจก	ราคา (บาท/ตารางฟุต)	พื้นที่กระจก (ตารางฟุต)	ราคากระจกรวม (บาท)
กระจกใส			
-หนา 3 ม.ม.	11.65	27,904.13	325,083.15
-หนา 5 ม.ม.	17.47	27,904.13	487,485.20
-หนา 6 ม.ม.	20.9	27,904.13	583,196.37
ราคากระจกสีตัดแสง			
-สีชาอ่อนหนา 5 ม.ม.	29.93	27,904.13	835,170.69
-สีชาอ่อนหนา 6 ม.ม.	31.53	27,904.13	879,817.30
-สีชาดำหนา 3 ม.ม.	14.95	27,904.13	417,166.78
-สีชาดำหนา 5 ม.ม.	23.30	27,904.13	650,166.29
-สีชาดำหนา 6 ม.ม.	27.30	27,904.13	761,782.82

4.4.3 ผลการคำนวณราคาวัสดุยางอัดขอบกระจก

ผลการคำนวณเส้นรอบรูปและราคาประเมิน (8 บาทต่อเมตร) ของวัสดุยางอัดขอบกระจกในหน้าต่างแต่ละประเภทของอาคารเรียน 12 ชั้น สามารถแสดงได้ ดังตารางที่ 4.31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.31 ผลการคำนวณเส้นรอบรูปและราคาประเมินของวัสดุขยงอัดขอบกระจกในหน้าต่างแต่ละประเภทของ
อาคารเรียน 12 ชั้น

ประเภทหน้าต่าง	ข้างชั้นขอบยาว (เมตร)	จำนวนหน่วย	ความยาวข้าง รวม (เมตร)	ราคารวม (บาท)
นA	34.50	2	69.00	1,725.00
นB	30.00	8	240.00	6,000.00
น1	15.85	166	2,631.10	65,777.50
น2	33.60	114	3,830.40	95,760.00
น3	33.10	21	695.12	17,378.00
น4	33.10	7	231.71	5,792.75
น5	33.10	7	231.71	5,792.75
น6	24.95	43	1,072.82	26,820.50
น14	48.30	2	96.60	2,415.00
น15	222.00	2	444.00	11,100.00
น16	13.10	88	1,152.80	28,820.00
น17	12.00	2	24.00	600.00
น18	90.00	2	180.00	4,500.00
น20	7.30	6	43.80	1,095.00
น3A	21.20	2	42.40	1,060.00
รวม			10,985.44	274,636.50

4.4.4 การคำนวณค่าแรง

จากพื้นที่กระจกรวมทั้งหมดซึ่งมีค่าเท่ากับ 27904.13 ตารางฟุต สามารถคำนวณค่าแรงในการติดตั้งกระจกได้
ดังนี้

ค่าแรงต่อหน่วย = 8 บาทต่อตารางฟุต

พื้นที่ที่กระจกรวม = 27,904.13 ตารางฟุต

ค่าแรงรวม = 8 x 27,904.13 = 223,233.04 บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.5 การคำนวณราคารวมในการปรับปรุงอาคารเพื่อลดผลกระทบ

4.4.5.1 การแก้ไขโดยหน้าต่างประเภทที่ 1

การแก้ไขโดยหน้าต่างประเภทที่ 1 คือ กระจกชั้นเดียวราคาต่ำ, ไม่มีการซีลกระจก หน้า 2-8 ม.ม. มีราคารวมในการแก้ไข ดังตารางที่ 4.32

ตารางที่ 4.32 แสดงการคำนวณราคารวมในการแก้ไขโดยหน้าต่างประเภทที่ 1

ประเภทของกระจก	ราคากระจกรวม (บาท)	ค่าแรงรวม (บาท)	ค่าซีลกระจก (บาท)	ราคารวม (บาท)
กระจกใส				
-หน้า 3 ม.ม.	325,083.15	223,233.04	0	548,316.19
-หน้า 5 ม.ม.	487,485.20	223,233.04	0	710,718.24
-หน้า 6 ม.ม.	583,196.37	223,233.04	0	806,429.41

4.4.5.2 การแก้ไขโดยหน้าต่างประเภทที่ 2

การแก้ไขโดยหน้าต่างประเภทที่ 2 คือ กระจก 2 ชั้น, มีการซีลกระจก หน้า 2-5 ม.ม. มีราคารวมในการแก้ไข ดังตารางที่ 4.33

ตารางที่ 4.33 แสดงการคำนวณราคารวมในการแก้ไขโดยหน้าต่างประเภทที่ 2

ประเภทของกระจก	ราคากระจกรวม (บาท)	ค่าแรงรวม (บาท)	ค่าซีลกระจก (บาท)	ราคารวม (บาท)
กระจกใส				
-หน้า 3 ม.ม.	650,166.30	446,466.10	549,273.00	3,541,962.41
-หน้า 5 ม.ม.	974,970.40	446,466.10	549,273.00	4,029,168.56
ราคากระจกสีตัดแสง				
-สีชาอ่อนหน้า 5 ม.ม.	1,670,341.38	446,466.10	549,273.00	5,072,225.03
-สีชาค้ำหน้า 3 ม.ม.	834,333.56	446,466.10	549,273.00	3,818,213.30
-สีชาค้ำหน้า 5 ม.ม.	1,300,332.58	446,466.10	549,273.00	4,517,211.83

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.5.3 การแก้ไขโดยหน้าต่างประเทศที่ 3

การแก้ไขโดยหน้าต่างประเทศที่ 3 คือ กระจก 2 ชั้น แต่ละแผ่นหนา 4-8 มม. โดยมีช่วงห่างแต่ละแผ่น 15 ซม. มีการซีลกระจก มีราคารวมในการแก้ไข ดังตารางที่ 4.34

ตารางที่ 4.34 แสดงการคำนวณราคารวมในการแก้ไขโดยหน้าต่างประเทศที่ 3

ประเภทของกระจก	ราคากระจกรวม (บาท)	ค่าแรงรวม (บาท)	ค่าซีลกระจก (บาท)	ราคารวม (บาท)
กระจกใส				
-หนา 5 มม.	974,970.40	446,466.10	549,273.00	1,970,709.50
-หนา 6 มม.	1,166,392.74	446,466.10	549,273.00	2,162,131.84
ราคากระจกสีตัดแสง				
-สีชาอ่อนหนา 5 มม.	1,670,341.38	446,466.10	549,273.00	2,666,080.48
-สีชาอ่อนหนา 6 มม.	1,759,634.60	446,466.10	549,273.00	2,755,373.70
-สีชาดำหนา 5 มม.	1,300,332.58	446,466.10	549,273.00	2,296,071.68
-สีชาดำหนา 6 มม.	1,523,565.64	446,466.10	549,273.00	2,519,304.74

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการดำเนินงาน

ในส่วนของสรุปผลการดำเนินงานจะแบ่งการสรุปผลออกเป็น 4 ส่วน ดังนี้

1. การศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการ
2. การการวัดระดับเสียงและ การสำรวจความคิดเห็นโดยแบบสอบถาม จากกรณีศึกษา
3. การเปรียบเทียบผลกระทบจากกรณีศึกษา
4. การปรับปรุงสภาพอาคารเพื่อลดผลกระทบ

5.1 การศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการ

จากการศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังมีผลกระทบอยู่ในระดับมีนัยสำคัญ คือเสียงเป็นส่วนหนึ่งของผลกระทบที่สำคัญของชุมชน จนถึงระดับรุนแรงคือเสียงเป็นส่วนหนึ่งของผลกระทบที่สำคัญที่สุดของชุมชน และจำเป็นต้องมีมาตรการแก้ไขเนื่องจากสถานศึกษาเป็นสถานที่ที่มีความอ่อนไหวต่อเสียง เช่นเดียวกับ โรงพยาบาล และวัด

5.2 สรุปผลการการวัดระดับเสียงและ การสำรวจความคิดเห็นโดยแบบสอบถาม จากกรณีศึกษา

5.2.1 สรุปผลการการวัดระดับเสียง

5.2.1.1 การวัดระดับเสียงภายนอกอาคาร

ผลกระทบของระดับเสียงต่อชุมชนอยู่ในระดับปานกลาง จนถึงระดับมีนัยสำคัญ คือเสียงอาจกำหนดเป็นผลเสียของสิ่งแวดล้อมในชุมชนของชุมชน จนถึงระดับที่เสียงเป็นส่วนหนึ่งของผลกระทบที่สำคัญของชุมชน และเมื่อเฉลี่ยผลการวัดระดับเสียงภายนอกอาคารทั้ง 3 ครั้ง จะมีผลกระทบของระดับเสียงต่อชุมชนอยู่ในระดับมีนัยสำคัญ คือเสียงเป็นส่วนหนึ่งของผลกระทบที่สำคัญของชุมชน

5.2.1.2 การวัดระดับเสียงภายในอาคาร

ก. ข้อกำหนดองค์การอนามัยโลก

จากข้อกำหนดเกณฑ์ระดับเสียงภายในอาคารขององค์การอนามัยโลก กำหนดให้ระดับเสียงภายในห้องเรียนที่เหมาะสมอยู่ที่ระดับ 35 เดซิเบล (วัดในช่วงที่มีการเรียนการสอน) ซึ่งจากการวัดระดับเสียงทั้ง 3 ครั้ง ไม่มีครั้งใดที่ระดับเสียงมีค่าอยู่ในระดับมาตรฐานเลย จึงสามารถที่จะสรุปได้ว่าระดับเสียงภายในห้องเรียน อยู่ในระดับที่ไม่เหมาะสมต่อกิจกรรมการเรียนการสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข. ค่าระดับอัตราเสียงต่อชุมชน (Rating Noise Level, L_r in dB)

จากการใช้ข้อกำหนดค่าระดับอัตราเสียงต่อชุมชน (Rating Noise Level, L_r in dB) ในการวิเคราะห์ผลการวัดระดับเสียงภายในอาคาร ปรากฏว่ามีค่าระดับเสียงอยู่ในระดับเล็กน้อยถึงปานกลาง กล่าวคือมีการร้องทุกข์บ้างเป็นระยะๆ จนถึง มีการร้องทุกข์อย่างกว้างขวาง และเมื่อเฉลี่ยค่าระดับเสียงภายในอาคารที่วัดได้ ค่าที่ได้จะอยู่ในระดับปานกลาง คือ มีการร้องทุกข์อย่างกว้างขวาง

5.2.2 การสำรวจความคิดเห็นโดยแบบสอบถาม

5.2.2.1. แบบสอบถามของนักศึกษา

ในการแสดงผลสำรวจแบบสอบถามของนักศึกษา จะแสดงผลเป็นเปอร์เซ็นต์ของผู้ที่ตอบแบบสอบถามในแต่ละข้อและแสดงค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามประกอบ โดยที่ค่าความเชื่อมั่นทั้ง 2 ครั้ง คือ ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามที่ได้จากการทดสอบแบบสอบถามเบื้องต้น และค่าความเชื่อมั่นที่ได้จากการทดสอบแบบสอบถามรวม ผ่านเกณฑ์เหมาะสมของการยอมรับแบบสอบถาม คือมีค่าระหว่าง 0.7-1.0 แสดงว่าความคิดเห็นเป็นไปในแนวทางเดียวกันและ ผลสามารถเชื่อถือได้

5.2.2.2. แบบสอบถามของคณาจารย์

ในการแสดงผลสำรวจแบบสอบถามของคณาจารย์จะแสดงผลเป็นเปอร์เซ็นต์ของผู้ที่ตอบแบบสอบถามในแต่ละข้อ และแสดงค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามประกอบ โดยที่ค่าความเชื่อมั่นที่ได้จากการทดสอบแบบสอบถามเบื้องต้นมีค่าผ่านเกณฑ์เหมาะสมของการยอมรับแบบสอบถาม คือ มีค่าระหว่าง 0.7-1.0 แต่ค่าความเชื่อมั่นในการทดสอบแบบสอบถามรวมมีค่าไม่ผ่านเกณฑ์ ทั้งนี้ สาเหตุมาจากการตอบแบบสอบถามที่หลากหลาย ผลที่ได้ถึงแม้จะมีคนไม่น้อยเห็นด้วยเรื่องผลกระทบที่เกิดขึ้น แต่ไม่สามารถยืนยันผลได้

5.3 การเปรียบเทียบผลกระทบจากกรณีศึกษา

จากผลการวัดระดับเสียงจากกรณีศึกษา สามารถแสดงให้เห็นได้ว่า สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มีผลกระทบของระดับเสียงอยู่ในระดับเดียวกับกับค่าเฉลี่ยระดับเสียงของกรณีศึกษาทั้งหมด 2 สถานการณ์ และมีระดับผลกระทบสูงกว่ามหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร 1 สถานการณ์ ดังนั้นผลกระทบจะเกิดขึ้นในอนาคตอันใกล้ย่อมมีความคล้ายคลึงกัน เช่นเดียวกับผลด้านความรู้สึกรวมของบุคลากรทางการศึกษาในสถาบัน ดังนั้น ผลสำรวจความคิดเห็นที่ได้จากกรณีศึกษา จึงสามารถใช้เป็นตัวอย่าง ให้กับสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังในอนาคตได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4 สรุปผลการปรับปรุงสภาพอาคารเพื่อลดผลกระทบ

ในการปรับปรุงสภาพอาคารเพื่อลดผลกระทบจะอาศัยการปรับปรุงหน้าต่าเป็นหลักทั้งหมด เนื่องจากเป็นส่วนที่มีความอ่อนไหวต่อระดับเสียงต่อผู้ที่อยู่ภายในอาคารมากที่สุด และจากการดำเนินการคำนวณราคารวมในการปรับปรุงสภาพอาคาร จะมีวัสดุ 2 ชนิดที่ต้องใช้คือ กระจก และยางอัดขอบกระจก วัสดุเหล่านี้จะใช้ตามราคากลางวัสดุก่อสร้างของกระทรวงพาณิชย์ในการคำนวณราคารวมวัสดุ ซึ่งเมื่อรวมกับค่าแรงงานต่อหน่วยแล้ว ก็จะเป็นราคารวมของการปรับปรุงอาคารเพื่อลดผลกระทบ

5.5 ข้อเสนอแนะ

1. ทำอาภาศยานานาชาติสุวรรณภูมิจะเปิดดำเนินการในปี 2549 ซึ่งถ้าหากสนามบินเปิดทำการแล้ว การดำเนินการวัดระดับเสียงและสำรวจแบบสอบถามในสถานันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จะช่วยให้ทราบระดับเสียงและผลกระทบต่อการเรียนการสอนที่แท้จริงที่เกิดขึ้นกับสถานัน
2. การปรับปรุงอาคารเพื่อลดผลกระทบอาจปรับปรุงได้หลายทาง การศึกษาหาวิธีอื่นๆ และวิเคราะห์ผลรวมทั้งการประเมินราคา แล้วนำมาเปรียบเทียบกัน ย่อมทำให้ได้แนวทางที่ดีที่สุดในการปรับปรุงสภาพอาคารเพื่อลดผลกระทบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

บริษัท ทิม คอนซัลติง เอนจิเนียริง แอนด์ แมเนจเม้นท์ จำกัด . 2548 .

โครงการศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อมเพิ่มเติม ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ . พิมพ์ครั้งที่ 1

กรมควบคุมมลพิษ . 2544 . มลพิษทางเสียง : บริษัท ซิลค์ดิลบ จำกัด . พิมพ์ครั้งที่ 1

บุญเรียง ขจรศิลป์ . 2539 . วิธีวิจัยทางการศึกษา : พี.เอ็น. การพิมพ์ . พิมพ์ครั้งที่ 4

อุทุมพร จามรมาร . 2532 . การสุ่มตัวอย่างทางการศึกษา : ห้างหุ้นส่วนจำกัด ฟินน์พับบลิชซิง . พิมพ์ครั้งที่ 2

A. Lara Saenz .1986 Noise Pollution

K A Mulholland, K Attenborough .1990 Noise Assessment and Control



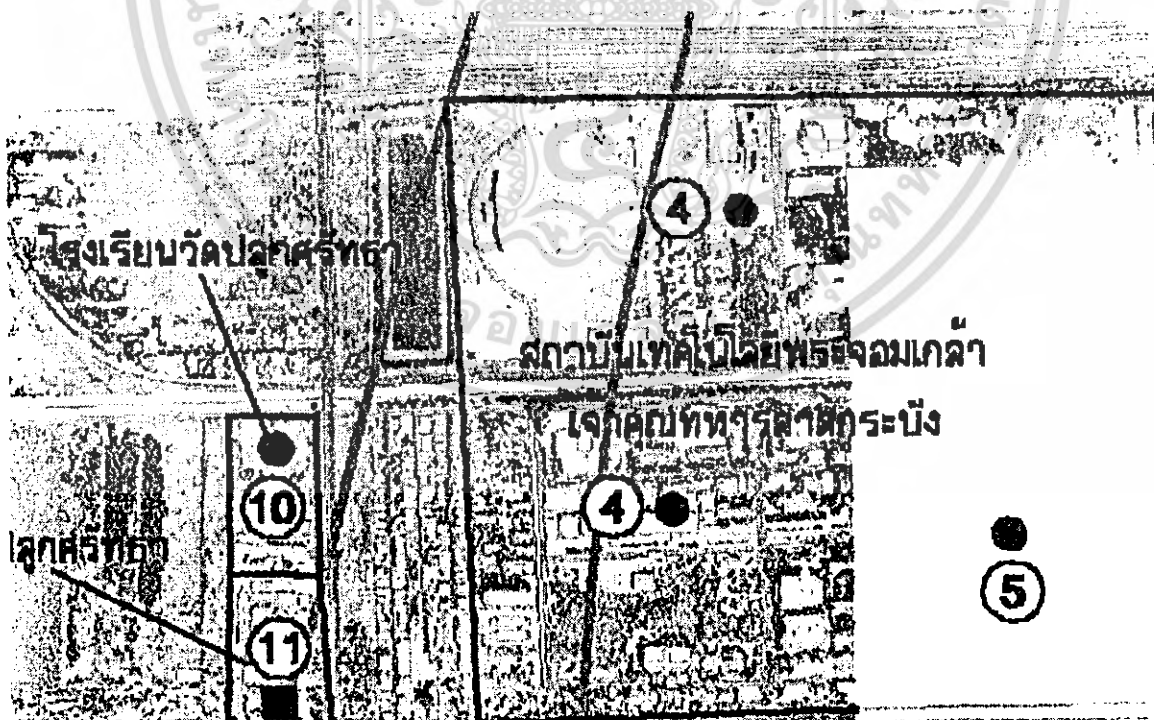
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

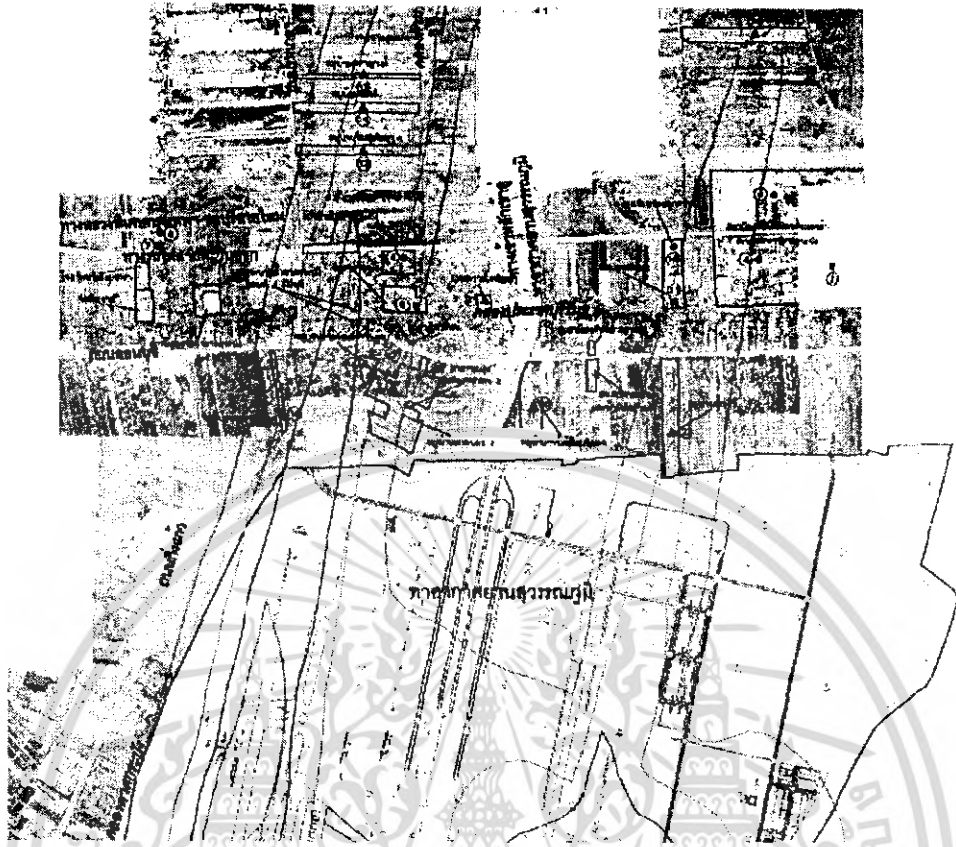


รูปที่ ผก 1 แสดงเส้นการกระจายระดับเสียงของสถานการณที่ 1 บริเวณด้านเหนือของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ

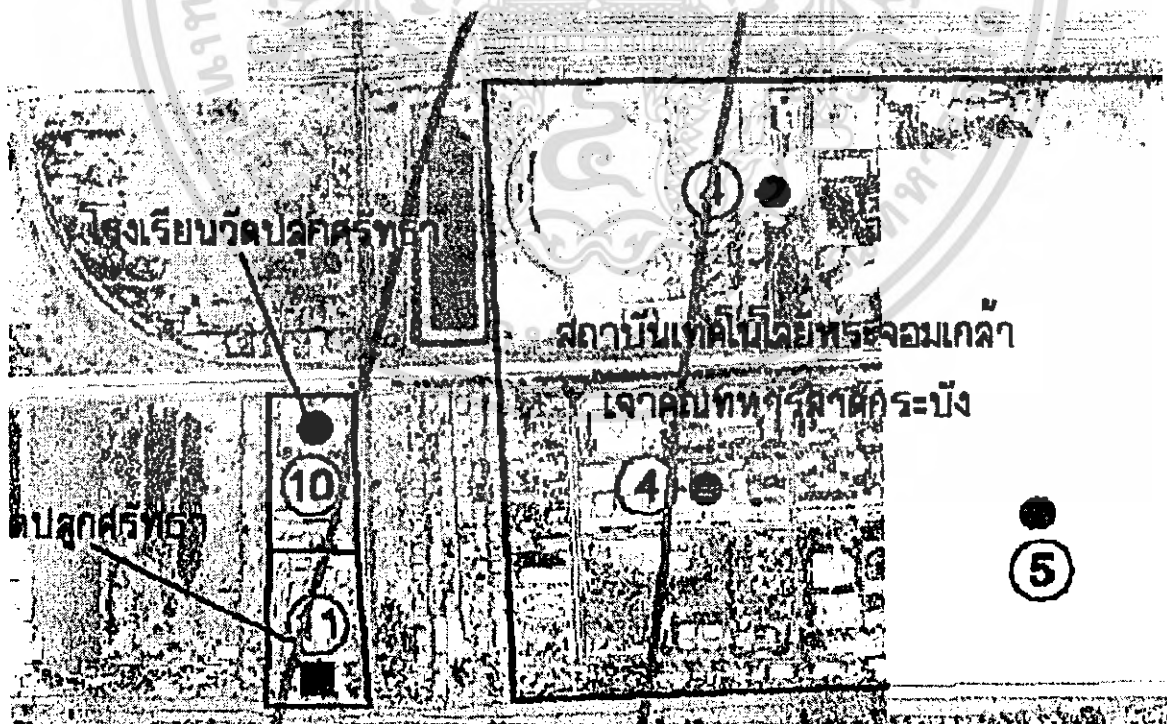


รูปที่ ผก 2 แสดงเส้นการกระจายระดับเสียงของสถานการณที่ 1 บริเวณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาและการวิจัยเท่านั้น เมื่อผู้จัดทำเห็นว่าประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

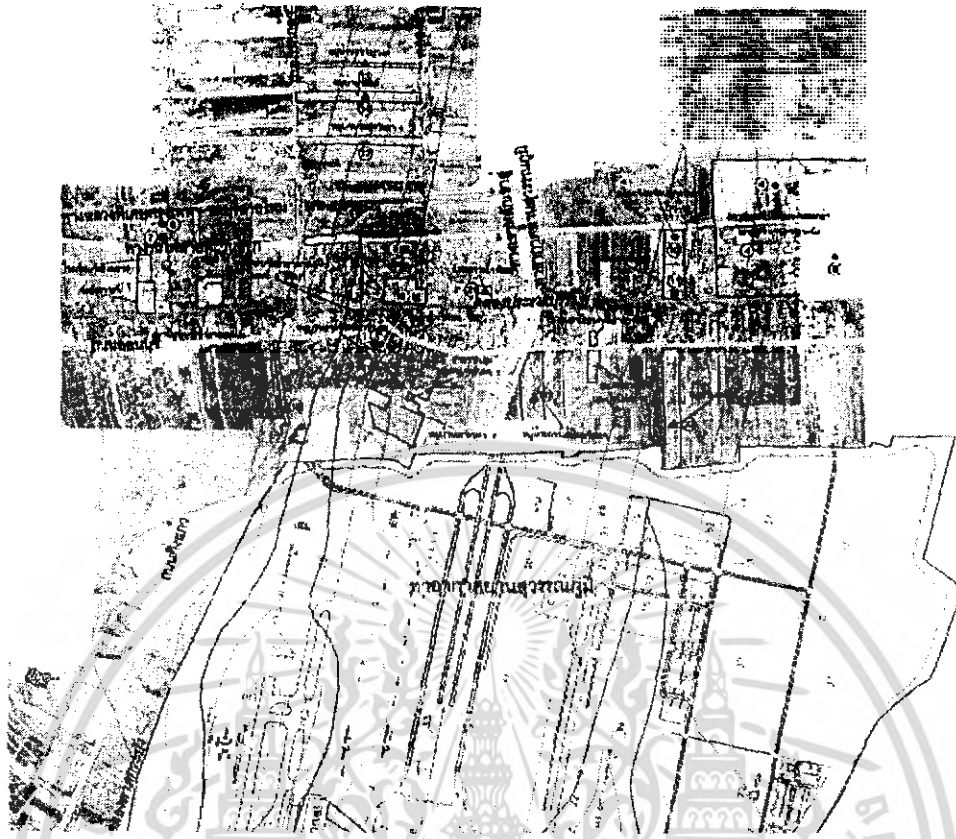


รูปที่ ผก 3 แสดงเส้นการกระจายระดับเสียงของสถานการณ์ที่ 2 บริเวณด้านเหนือของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ

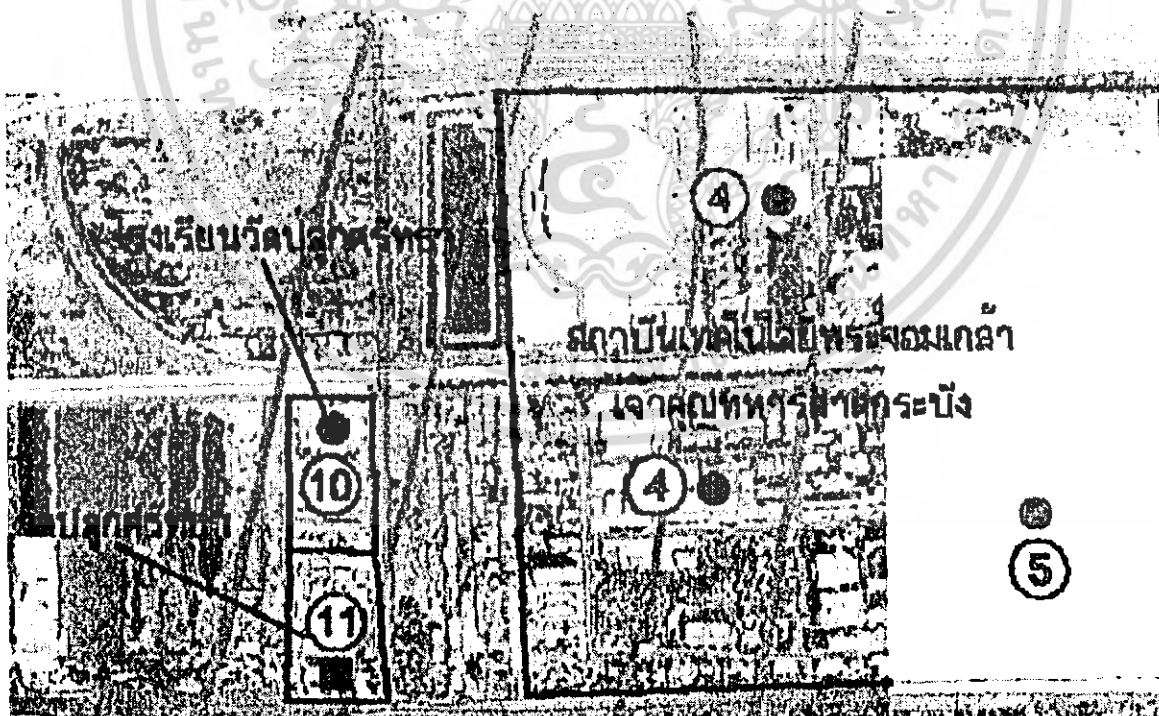


รูปที่ ผก 4 แสดงเส้นการกระจายระดับเสียงของสถานการณ์ที่ 2 บริเวณ

สถานีนเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น เมื่อผู้ผู้ใดเห็นนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ผก 5 แสดงเส้นการกระจายระดับเสียงของสถานการณที่ 3 บริเวณด้านเหนือของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ



รูปที่ ผก 6 แสดงเส้นการกระจายระดับเสียงของสถานการณที่ 3 บริเวณ

- สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ข
ข้อมูลจำเพาะการวัดระดับเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผข 1 แสดงข้อมูลจำเพาะในการวัดระดับเสียงเฉลี่ยภายนอกอาคาร ครั้งที่ 1

วันที่ทำการวัด	10 กุมภาพันธ์ 2549
เวลาที่เริ่มทำการวัด	10 กุมภาพันธ์ 2549 เวลา 13.00 น.
เวลาที่หยุดเริ่มทำการวัด	11 กุมภาพันธ์ 2549 เวลา 13.00 น.
ระยะเวลาที่ทำการวัด	24 ชั่วโมง
จำนวนข้อมูลที่วัดได้	1441
สถานที่ทำการวัด	หน้าโรงแรมพระนครแกรนด์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

File name,AU2_0001
 File number, 1
 Data number, 1441
 Frequency-weight,A
 Time-weight,Fast
 Filter,-
 Center/High pass filter cutoff,-
 Low pass filter cutoff,-
 Time setting,1min
 Start Time,2006/02/10 13:00:25
 Stop Time,2006/02/11 13:00:40
 Lx1,L05
 Lx2,L10
 Lx3,L50
 Lx4,L90
 Lx5,L95
 Ly,Lppeak

รูปที่ ผข 1 แสดงข้อมูลจำเพาะในการวัดระดับเสียงเฉลี่ยภายนอกอาคาร ครั้งที่ 1 ที่ได้จากเครื่องวัดระดับเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผข 2 แสดงข้อมูลจำเพาะในการวัดระดับเสียงเฉลี่ยภายนอกอาคาร ครั้งที่ 2

วันที่ทำการวัด	15 กุมภาพันธ์ 2549
เวลาที่เริ่มทำการวัด	15 กุมภาพันธ์ 2549 เวลา 11.59 น.
เวลาที่หยุดเริ่มทำการวัด	16 กุมภาพันธ์ 2549 เวลา 12.00 น.
ระยะเวลาที่ทำการวัด	24 ชั่วโมง
จำนวนข้อมูลที่วัดได้	1441
สถานที่ทำการวัด	หน้าโรงแรมพระนครแกรนด์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

File name,AU2_0002
 File number, 1
 Data number, 1441
 Frequency-weight,A
 Time-weight,Fast
 Filter,-
 Center/High pass filter cutoff,-
 Low pass filter cutoff,-
 Time setting,1min
 Start Time,2006/02/15 11:59:27
 Stop Time,2006/02/16 12:00:14
 Lx1,L05
 Lx2,L10
 Lx3,L50
 Lx4,L90
 Lx5,L95
 Ly,Lppeak

รูปที่ ผข 2 แสดงข้อมูลจำเพาะในการวัดระดับเสียงเฉลี่ยภายนอกอาคาร ครั้งที่ 2 ที่ได้จากเครื่องวัดระดับเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผข 3 แสดงข้อมูลจำเพาะในการวัดระดับเสียงเฉลี่ยภายนอกอาคาร ครั้งที่ 3

วันที่ทำการวัด	16 กุมภาพันธ์ 2549
เวลาที่เริ่มทำการวัด	16 กุมภาพันธ์ 2549 เวลา 13.20 น.
เวลาที่หยุดเริ่มทำการวัด	17 กุมภาพันธ์ 2549 เวลา 13.19 น.
ระยะเวลาที่ทำการวัด	24 ชั่วโมง
จำนวนข้อมูลที่วัดได้	1440
สถานที่ทำการวัด	หน้าโรงแรมพระนครแกรนด์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

File name,AU2_0003
 File number, 1
 Data number, 1440
 Frequency-weight,A
 Time-weight,Fast
 Filter,-
 Center/High pass filter cutoff,-
 Low pass filter cutoff,-
 Time setting,1min
 Start Time,2006/02/16 13:20:23
 Stop Time,2006/02/17 13:19:28
 Lx1,L05
 Lx2,L10
 Lx3,L50
 Lx4,L90
 Lx5,L95
 Ly,Lppeak

รูปที่ ผข 3 แสดงข้อมูลจำเพาะในการวัดระดับเสียงเฉลี่ยภายนอกอาคาร ครั้งที่ 3 ที่ได้จากเครื่องวัดระดับเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผข 4 แสดงข้อมูลจำเพาะในการวัดระดับเสียงเฉลี่ยภายในอาคาร ครั้งที่ 1

วันที่ทำการวัด	16 ตุลาคม 2548
เวลาที่เริ่มทำการวัด	16 ตุลาคม 2548 เวลา 08.13 น.
เวลาที่หยุดเริ่มทำการวัด	16 ตุลาคม 2548 เวลา 17.26 น.
ระยะเวลาที่ทำการวัด	8 ชั่วโมง
จำนวนข้อมูลที่วัดได้	2960
สถานที่ทำการวัด	หน้าโรงแรมพระนครแกรนด์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

File name,AU2_0001
 File number, 1
 Data number, 2960
 Frequency-weight,A
 Time-weight,Fast
 Filter,-
 Center/High pass filter cutoff,-
 Low pass filter cutoff,-
 Time setting,10sec
 Start Time,2005/10/16 09:13:11
 Stop Time,2005/10/16 17:26:29
 Lx1,L05
 Lx2,L10
 Lx3,L50
 Lx4,L90
 Lx5,L95
 Ly,Lppeak

รูปที่ ผข 4 แสดงข้อมูลจำเพาะในการวัดระดับเสียงเฉลี่ยภายในอาคาร ครั้งที่ 1 ที่ได้จากเครื่องวัดระดับเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผข 5 แสดงข้อมูลจำเพาะในการวัดระดับเสียงเฉลี่ยภายในอาคาร ครั้งที่ 2

วันที่ทำการวัด	1 กุมภาพันธ์ 2549
เวลาที่เริ่มทำการวัด	1 กุมภาพันธ์ 2549 เวลา 08.30 น.
เวลาที่หยุดเริ่มทำการวัด	1 กุมภาพันธ์ 2549 เวลา 16.30 น.
ระยะเวลาที่ทำการวัด	8 ชั่วโมง
จำนวนข้อมูลที่วัดได้	2883
สถานที่ทำการวัด	หน้าโรงแรมพระนครแกรนด์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

File name,AU2_0002
 File number, 1
 Data number, 2883
 Frequency-weight,A
 Time-weight,Fast
 Filter,-
 Center/High pass filter cutoff,-
 Low pass filter cutoff,-
 Time setting,10sec
 Start Time,2006/02/01 08:30:08
 Stop Time,2006/02/01 16:30:32
 Lx1,L05
 Lx2,L10
 Lx3,L50
 Lx4,L90
 Lx5,L95
 Ly,Lppeak

รูปที่ ผข 5 แสดงข้อมูลจำเพาะ ในการวัดระดับเสียงเฉลี่ยภายในอาคาร ครั้งที่ 2 ที่ได้จากเครื่องวัดระดับเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผข 6 แสดงข้อมูลจำเพาะในการวัดระดับเสียงเฉลี่ยภายในอาคาร ครั้งที่ 3

วันที่ทำการวัด	3 กุมภาพันธ์ 2549
เวลาที่เริ่มทำการวัด	3 กุมภาพันธ์ 2549 เวลา 08.29 น.
เวลาที่หยุดเริ่มทำการวัด	3 กุมภาพันธ์ 2549 เวลา 16.29 น.
ระยะเวลาที่ทำการวัด	8 ชั่วโมง
จำนวนข้อมูลที่วัดได้	2880
สถานที่ทำการวัด	หน้าโรงแรมพระนครแกรนด์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

File name,AU2_0003
 File number, 1
 Data number, 2880
 Frequency-weight,A
 Time-weight,Fast
 Filter,-
 Center/High pass filter cutoff,-
 Low pass filter cutoff,-
 Time setting,10sec
 Start Time,2006/02/03 08:29:42
 Stop Time,2006/02/03 16:29:35
 Lx1,L05
 Lx2,L10
 Lx3,L50
 Lx4,L90
 Lx5,L95
 Ly,Lppeak

รูปที่ ผข 6 แสดงข้อมูลจำเพาะในการวัดระดับเสียงเฉลี่ยภายในอาคาร ครั้งที่ 3 ที่ได้จากเครื่องวัดระดับเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ค

แบบสอบถาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบสอบถาม
เรื่อง
การศึกษาผลกระทบของสถานศึกษาที่อยู่ใกล้สนามบิน

ข้อที่	แบบสอบถาม	สำหรับเจ้าหน้าที่
	คำชี้แจง : โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงหน้าคำตอบข้อที่ต้องการ ตอนที่ 1 รายละเอียดของผู้ตอบแบบสอบถาม	□□□ ID
	ข้อมูลพื้นฐานของผู้ตอบแบบสอบถาม	
1	เพศ1. ชาย2. หญิง	4
2	อายุ1. ต่ำกว่า 18 ปี2. 18-19 ปี3. 19-20 ปี4. 20 ปีขึ้นไป	5
3	ชั้นปี1. ปี 12. ปี 23. ปี 34. ปี 45. อื่นๆ ระบุ.....	6
4	คณะ1. คณะครุศาสตร์2. คณะวิทยาศาสตร์3. คณะมนุษยศาสตร์4. คณะวิทยาการจัดการ5. คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม	7

ข้อที่	ตอนที่ 2 โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงหน้าคำตอบข้อที่ต้องการ ความคิดเห็นเกี่ยวกับผลกระทบที่เกิดขึ้นเนื่องจากเสียงเครื่องบิน	เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	สำหรับเจ้าหน้าที่
		5	4	3	2	1	
	สภาพโดยทั่วไป						
5	ท่านเห็นวาระดับเสียงจากเครื่องบิน ที่บินผ่านมหาวิทยาลัยมีเสียงดังเกินไป						9
6	ท่านเห็นว่าจำนวนความถี่ของเครื่องบินที่ผ่านมหาวิทยาลัยมีผลกระทบต่อความรู้สึกของท่าน						10
7	เสียงเครื่องบินสร้างความรบกวนให้แก่ท่าน						11
8	ท่านเห็นวามลภาวะทางเสียงเป็นปัญหาหนึ่งที่ต้องแก้ไขสำหรับสถาบันของท่าน						12
9	ท่านต้องใช้เวลาในการทำความคุ้นเคยกับเสียงเครื่องบิน						13
	เกี่ยวกับการเรียนการสอน						
10	เครื่องบินที่บินผ่านมีเสียงดังจนรบกวนการเรียนการสอน						14
11	เสียงดังจากเครื่องบินทำให้ต้องหยุดกิจกรรมการเรียนการสอนชั่วคราวอยู่บ่อยครั้ง						15
12	เสียงเครื่องบินทำให้ท่านไม่มีสมาธิในการเรียน						16
13	อาจารย์ผู้สอนหยุดพูดเมื่อหากการสอนอยู่บ่อยครั้ง เพื่อให้เครื่องบินผ่านไปก่อน						17
14	ท่านจะไม่ได้ยินเสียงอาจารย์ผู้สอนขณะที่มีเครื่องบินผ่าน						18
15	ท่านไม่สามารถซักถามอาจารย์หรือปรึกษาเพื่อนได้ ถ้ามีเครื่องบินผ่าน						19
16	บางครั้งอาจารย์สอนได้ไม่ครบเนื้อหาเนื่องจากเสียงเครื่องบิน						20
17	เสียงจากเครื่องบินไม่ส่งผลกระทบต่อการเรียน เนื่องจากท่านเคยชินกับเสียง						21
	ผลสัมฤทธิ์ของการเรียนการสอนกรณีมีเครื่องบินบินผ่าน						
18	เสียงเครื่องบินทำให้ประสิทธิภาพการสอนของอาจารย์ลดลง						22
19	ท่านเห็นว่าเสียงเครื่องบินส่งผลกระทบต่อการเรียนของท่าน						23
	การแก้ไขปัญหาผลกระทบจากเสียงเครื่องบิน						
20	ท่านคิดว่ามีความจำเป็นเร่งด่วนที่ต้องมีการแก้ไขปัญหาผลกระทบของเสียงจากเครื่องบินทันที						24
21	ท่านเห็นว่าการปรับปรุงห้องเรียนด้วยวัสดุป้องกันเสียงในอาคารสามารถแก้ไขปัญหาได้						25
22	ท่านคิดว่าห้องเรียนที่มีการติดตั้งเครื่องปรับอากาศสามารถช่วยลดความดังของเสียงเครื่องบินได้						26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบสอบถาม
เรื่อง
การศึกษาผลกระทบของสถานศึกษาที่อยู่ใกล้สนามบิน

ข้อที่	แบบสอบถาม คำชี้แจง : โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงหน้าคำตอบข้อที่ต้องการ ตอนที่ 1 รายละเอียดของผู้ตอบแบบสอบถาม	สำหรับเจ้าหน้าที่ ๐๐๐ ID
	ข้อมูลพื้นฐานของผู้ตอบแบบสอบถาม	
1	เพศ 1. ชาย 2. หญิง	4
2	อายุ 1. ต่ำกว่า 20 ปี 2. 21-30 ปี 3. 31-40 ปี 4. 41 ปีขึ้นไป 4. 41 -50 5. 51-60 6. 61 ปีขึ้นไป	5
3	ระดับการศึกษาสูงสุด 1. ต่ำกว่าปริญญาตรี 2. ปริญญาตรี 3. ปริญญาโท 4. ปริญญาเอก	6
4	ประเภทบุคลากร 1. ข้าราชการครู 2. อาจารย์ประจำตามสัญญา	7

ข้อที่	ตอนที่ 2 โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงหน้าคำตอบข้อที่ต้องการ ตามความคิดเห็นเกี่ยวกับผลกระทบที่เกิดขึ้นเนื่องจากเสียงเครื่องบิน	เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	สำหรับเจ้าหน้าที่
		5	4	3	2	1	
	สภาพโดยทั่วไป						
5	ท่านเห็นวาระดับเสียงจากเครื่องบิน ที่บินผ่านมหาวิทยาลัยมีเสียงดังเกินไป						9
6	ท่านเห็นว่าจำนวนความถี่ของเครื่องบินที่ผ่านมหาวิทยาลัยมีผลกระทบต่อความรู้สึกของท่าน						10
7	เสียงเครื่องบินสร้างความรบกวนให้แก่ท่าน						11
8	ท่านเห็นว่ามีภาวะทางเสียงเป็นปัญหาหนึ่งที่ต้องแก้ไขสำหรับสถาบันของท่าน						12
9	ท่านต้องใช้เวลาในการทำความคุ้นเคยกับเสียงเครื่องบิน						13
	เกี่ยวกับการเรียนการสอน						
10	เครื่องบินที่บินผ่านมีเสียงดังจนรบกวนการเรียนการสอน						14
11	เสียงดังจากเครื่องบินทำให้ต้องหยุดกิจกรรมการเรียนการสอนชั่วคราวอยู่บ่อยครั้ง						15
12	เสียงเครื่องบินทำให้ท่านไม่มีสมาธิในการสอน						16
13	เสียงจากเครื่องบิน มักทำให้ท่านต้องหยุดสอนเพื่อให้เครื่องบินผ่านไปก่อน						17
14	เสียงเครื่องบินทำให้ท่านต้องพูดเสียงดังขึ้นเพื่อให้นักศึกษาได้ยินเนื้อหาการเรียนการสอน						18
15	เสียงดังทำให้การปฏิสัมพันธ์กับนักศึกษาเช่น การตั้งคำถาม หรือตอบข้อซักถาม เป็นไปได้ยาก						19
16	บางครั้งท่านสอนได้ไม่ครบเนื้อหาเนื่องจากเสียงเครื่องบิน						20
17	เสียงจากเครื่องบินไม่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการเรียนการสอน เนื่องจากท่านคุ้นเคยกับเสียง						21
	ผลสัมฤทธิ์ของการเรียนการสอนกรณีมีเครื่องบินบินผ่าน						
18	ในความคิดของท่าน เสียงเครื่องบินทำให้ประสิทธิภาพเรียนรู้นักเรียนลดลง						22
19	ท่านเห็นว่าเสียงเครื่องบินส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการสอนของท่าน						23
	การแก้ไขปัญหาผลกระทบจากเสียงเครื่องบิน						
20	ท่านคิดว่ามีความจำเป็นเร่งด่วนที่ต้องมีการแก้ไขปัญหาผลกระทบของเสียงจากเครื่องบินทันที						24
21	ท่านเห็นว่าควรปรับปรุงห้องเรียนด้วยวัสดุป้องกันเสียงในอาคารสามารถแก้ไขปัญหาได้						25
22	ท่านคิดว่าห้องเรียนที่มีการติดตั้งเครื่องปรับอากาศสามารถช่วยลดความดังของเสียงเครื่องบินได้						26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้