

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การศึกษามลภาวะทางเสียงต่อสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังเนื่องจากการใช้
งานสนามบินสุวรรณภูมิ(กรณีศึกษา : ภายในบริเวณอาคารเรียน 4 ชั้น ภาควิศวกรรมโยธา)
THE NOISE EFFECT OF SUVANNAPOOM AIRPORT TO KING
MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG



โดย
นายชาญวิทย์ ชำมณี
นางสาวเพชรวรรณ นวนุรักษ์
นายภาณุพงษ์ บัณฑิตนิymanนท์

ร/พ.
81957
2549

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 72959
วัน,เดือน,ปี 26 ส.ย. 2550

b. 11ทว๕52x
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**THE NOISE EFFECT OF SUVANNAPOOM AIRPORT TO KING
MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**



MIRTER CHANWIT KHAMMANEE
MISS PATCHARAWAN NAVAARNURUK
MIRTER PANUPONG BANDIDNIYAMANON

**A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF CIVIL ENGINEERING
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING, FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT 'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

2006

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

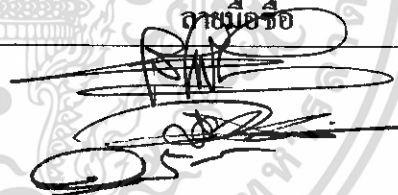


ในรับรองโครงการพิเศษ

หัวข้อ โครงการพิเศษ การศึกษามลภาวะทางเสียงต่อสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังเนื่องจากการใช้งานสนามบินสุวรรณภูมิ
(กรณีศึกษา : ภายในบริเวณอาคารเรียน 4 ชั้น ภาควิศวกรรมโยธา)

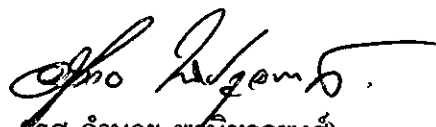
นักศึกษา นายชาญวิทย์ ขำฉวี รหัสประจำตัว 46012227
นางสาวเพชรวรรณ นวนนุรักษ์ รหัสประจำตัว 46012246
นายภาณุพงษ์ บัณฑิตนิยมนานนท์ รหัสประจำตัว 46012249

หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชา วิศวกรรมโยธา
ภาควิชา วิศวกรรมโยธา

อาจารย์ที่ปรึกษา รศ. ศิริวัฒน์ ไชยชนะ
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อาจารย์ ชลิตา อู่ตะเภา

คณะกรรมการสอบโครงการพิเศษ		ลายมือชื่อ
รศ.ศิริวัฒน์ ไชยชนะ		
อาจารย์วิบูลย์ วุฒินาน		
ดร.อูมา สีนุญเรือง		
อาจารย์ ชลิตา อู่ตะเภา		ช.อ.

ภาควิชาวิศวกรรมโยธารับรองแล้ว


(รศ. อำนวย พนิกฤตพงศ์)

หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมโยธา

วันที่ เดือน มีนาคม พ.ศ. 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงการพิเศษ การศึกษามลภาวะทางเสียงต่อสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังเนื่องจากการใช้งานสนามบินสุวรรณภูมิ
(กรณีศึกษา : ภายในบริเวณอาคารเรียน 4 ชั้น ภาควิศวกรรมโยธา)
THE NOISE EFFECT OF SUWANNAPOOMI AIRPORT TO
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY
LADKRABANG

นักศึกษา	นายชาณูวิทย์	ชำนาญ	รหัสประจำตัว 46012227
	นางสาวพรสวรรค์	นวนุรักษ์	รหัสประจำตัว 46012246
	นายภาณุพงษ์	บัณฑิตนิยมานนท์	รหัสประจำตัว 46012249
หลักสูตร	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขา วิศวกรรมโยธา		
ภาควิชา	วิศวกรรมโยธา		
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ. สิริวัฒน์	ไชยชนะ	
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์ ชลิตา	อุตะเกา	
ระดับการศึกษา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา		
ภาควิชา	วิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์		
ปีการศึกษา	2549		

บทคัดย่อ

การเปิดใช้งานสนามบินสุวรรณภูมิซึ่งเป็นสนามบินนานาชาติขนาดใหญ่ มีปริมาณการจราจรทางอากาศสูง การเริ่มใช้งานสนามบินย่อมส่งผลกระทบต่อชุมชนโดยรอบ ปัญหาที่สำคัญได้แก่ มลภาวะทางเสียงซึ่งความดังของเสียงที่เกิดขึ้นในระดับสูงเนื่องจากการขึ้นและลงจอดของเครื่องบิน อาจเป็นอันตรายและรบกวนการใช้ชีวิตประจำวันของนักศึกษาในสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จากการศึกษาการวัดค่าความดังของเสียงโดยเลือกใช้จุดตรวจวัดอาคารเรียน 4 ชั้น ภายในภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ด้วยเครื่องมือตรวจวัดเสียง Sound Level Meter 01 dB ระหว่างวันที่ 29 กรกฎาคม 2549 มีค่าเส้นระดับเสียงอยู่ที่ 11 มีปริมาณการบินทั้งสิ้น 4 ลำที่บินผ่านทางสถาบันฯ ระหว่างวันที่ 10 - 30 พฤศจิกายน 2549 มีค่าเส้นระดับเสียงอยู่ที่ 33.34 มีปริมาณการบินทั้งสิ้น 380 ลำที่บินผ่านทางสถาบันฯ และวันที่ 4-10 ธันวาคม 2549 มีค่าเส้นระดับเสียงอยู่ที่ 36.2 มีปริมาณการบินทั้งสิ้น 285 ลำ ซึ่งทุกค่าที่ได้จากการวัดได้ขึ้นอยู่กับข้อกำหนดที่ประมาณการไว้ โดยข้อกำหนดที่ประมาณการไว้ว่าทางสถาบันฯมีค่าเส้นระดับเสียงอยู่ที่ 35 - 40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title : THE NOISE EFFECT OF SUWANNAPOOMI AIRPORT TO KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

**Name : MIRTER CHANWIT KHAMMANEE
MISS PATCHARAWAN NAVAARNURUK
MIRTER PANUPONG BANDIDNIYAMANON**

Field : CIVIL ENGINEERING

Department : CIVIL ENGINEERING

Faculty : ENGINEERING

Adviser : ASST.PROF.SIRIVAT CHAICHANA

Co. Adviser : MISS CHARIDA U-THAPAOL

ABSTRACT

This special project study about The noise effect of Suvarnabhumi Airport to King Mongkut's Institute of Tecgnology Ladkrabang An opening of the Suvarnabhumi international Airport causes direct impacts to communities around the area. One of the most important impacts is the noise pollution. High level of noise caused by the take off and landing of aircrafts could injure and disturb living style of people in communities, including at the academic area KMITL. The noise Frequency measured by Sound Level Meter 01 dB at the 4th floor building in the Department of civil engineering Faculty of engineering between July 29,2006 was 11 NEF with 4 flights, November 10-30,2006 was 33.34 NEF with 380 flights, and December 4 – 10,2006 was 36.2 with 285 flights. The Noise Exposure Forecast value of King Mongkut's Institute of Tecgnology Ladkrabang is 35 – 40 NEF

กิตติกรรมประกาศ

คงไม่มีคำกล่าวใดที่สามารถบ่งบอกถึงความกรุณา และความอนุเคราะห์ของ รศ. สิริวัฒน์ ไชยชนะ และ อาจารย์ ชลิตา อุตะภา อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการนี้ได้เป็นผู้ชักนำให้เกิดงานโครงการนี้ขึ้น และทั้งนี้จะขาดไม่ได้เลยขอขอบคุณคุณคุณธนาพันธ์ สุกสอาด คุณศรินทร สุกสอาด และคณะศูนย์วิจัย และฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อมตลอดระยะเวลาของงานศึกษานี้ที่แนะนำวิธีการทดลองและเอื้อเพื่อความสะดวกในหลายๆด้าน ทั้งนี้ทุกท่านได้ให้คำแนะนำและการส่งสอนที่มีค่ามากมายนอกเหนือจากขอบข่ายทางวิศวกรรม และได้เน้นให้ประพุดติคน โดยอุทิศให้กับงานและการปรับปรุงเกี่ยวกับภาษา และการนำเสนองาน ซึ่งถือว่าเป็นสิ่งที่มีค่าที่ผู้ประพันธ์ได้จากการศึกษา ณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง นอกเหนือจากปริญญาบัตรอันสูงส่ง ขอกล่าวคำขอบคุณอย่างซาบซึ้งและนับถือแต่ รศ. สิริวัฒน์ ไชยชนะ, อาจารย์ ชลิตา อุตะภา

ท้ายที่สุดสำหรับคำขอบคุณอันพิเศษที่สุดที่ขอบบให้แด่เพื่อนทุกคนและสมาชิกครอบครัวทุกคนที่มอบความรัก ความห่วงใยและการให้ความช่วยเหลืออย่างต่อเนื่องตลอดการศึกษาของผู้ประพันธ์ และขอขอบคุณห้องสมุดภาควิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง สำหรับแหล่งข้อมูลอันทรงค่าสำหรับงานศึกษานี้

นายชาญวิทย์

จำมณี

นางสาวพชรวรรณ

นอานุรักษ์ณ์

นายภาณุพงษ์

บัณชิตนิชมานนท์

ผู้ประพันธ์

สารบัญ

บทที่	เรื่อง	หน้า
	ปกใน (ภาษาไทย)	ก
	ปกใน (ภาษาอังกฤษ)	ข
	หน้าอวมติ	ค
	บทคัดย่อภาษาไทย	ง
	บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
	กิตติกรรมประกาศ	ฉ
	สารบัญ	ช
	สารบัญตาราง	ฅ
	สารบัญรูป	ฐ
1	บทนำ	
	1.1. กล่าวนำ	1
	1.2. ที่มาของหัวข้อการศึกษา	1
	1.3. วัตถุประสงค์ของการศึกษา	3
	1.4. ขอบเขตของการศึกษา	3
2	วรรณกรรมปริทัศน์	
	2.1. ความรู้พื้นฐานเรื่องเสียง	4
	2.2. ประเภทของเสียงรบกวน	4
	2.3. เสียงในระดับต่างๆที่มีผลต่อร่างกายมนุษย์	8
	2.4. ลักษณะทางกายภาพของหู กับการได้ยิน	9
	2.5. ความสามารถในการได้ยินของมนุษย์	10
	2.6. การสูญเสียการได้ยินและหูตึง	11
	2.7. คลื่นเสียง	13
	2.8. คุณสมบัติทางฟิสิกส์ของคลื่นเสียง	14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.	การแผ่กระจายของเสียง	24
2.10.	กลุ่มฟังก์ชันของเวลา	35
2.11.	กลุ่มฟังก์ชันของความถี่	44
3	การดำเนินงานวิจัย	
3.1.	แผนการทดลอง	51
3.2.	อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง	51
3.3.	วิธีการวัด	54
3.4.	การคำนวณค่าระดับเสียง	55
4	ผลการทดลอง	
4.1.	ตำแหน่งที่ทำการทดสอบ	58
4.2.	ผลการวัด ณ วันที่ 29 กรกฎาคม 2549	58
4.3.	ผลการวัด ณ วันที่ 10 – 30 พฤศจิกายน 2549	61
4.4.	ผลการวัด ณ วันที่ 4 – 10 ธันวาคม 2549	63
5	วิเคราะห์ผลการทดลองและสรุปผลการทดลอง	
5.1.	สรุปผลการดำเนินงาน	75
	บรรณานุกรม	78
	ภาคผนวก ก.	ผก1
	ภาคผนวก ข.	ผข1
	ภาคผนวก ค.	ผค1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	ชื่อตาราง	หน้า
2.1	แสดงระดับเสียงและผลต่อมนุษย์	8
2.2	แสดงการเพิ่มของพลังงานเสียง	21
2.3	แสดงค่าแก้รวมเคซิเบล	22
2.4	แสดงค่าแก้ลบเคซิเบล	24
2.5	แสดงตัวอย่างการคำนวณ	37
2.6	แสดงPeak factor, Pure tone, ระยะเวลาในการเกิดเสียง	42
2.7	แสดงช่วงเวลาของวัน (Time of day)	42
2.8	แสดงชนิดการใช้ประโยชน์ของพื้นที่ (Type of district)	43
2.9	แสดงสถานะของหน้าต่าง ของอาคารหรือห้อง (Window condition)	43
4.1	ตารางการบินของเครื่องบินทั้งหมด ณ วันที่ 29 กรกฎาคม 2549	59
4.2	ผลการตรวจวัดของเครื่องบินที่ทำการบินผ่านสถาบันฯลาดกระบัง ณ วันที่ 29 กรกฎาคม 2549	60
4.3	ผลการคำนวณค่าเส้นระดับเสียง	62
4.4	ผลการคำนวณค่าเส้นระดับเสียงและระดับเสียงที่เพิ่มขึ้น	63
4.5	ผลกระทบต่อชุมชนและค่าเส้นระดับเสียง	63
ผ.ก.1.	แสดงค่าระดับเสียงที่ได้รับ (SEL) ณ วันที่ 10 พฤศจิกายน 2549	ผก1
ผ.ก.2.	แสดงค่าระดับเสียงที่ได้รับ (SEL) ณ วันที่ 11 พฤศจิกายน 2549	ผก13
ผ.ก.3.	แสดงค่าระดับเสียงที่ได้รับ (SEL) ณ วันที่ 12 พฤศจิกายน 2549	ผก28
ผ.ก.4.	แสดงค่าระดับเสียงที่ได้รับ (SEL) ณ วันที่ 13 พฤศจิกายน 2549	ผก44
ผ.ก.5.	แสดงค่าระดับเสียงที่ได้รับ (SEL) ณ วันที่ 14 พฤศจิกายน 2549	ผก59
ผ.ก.6.	แสดงค่าระดับเสียงที่ได้รับ (SEL) ณ วันที่ 15 พฤศจิกายน 2549	ผก71
ผ.ก.7.	แสดงค่าระดับเสียงที่ได้รับ (SEL) ณ วันที่ 17 พฤศจิกายน 2549	ผก83
ผ.ก.8.	แสดงค่าระดับเสียงที่ได้รับ (SEL) ณ วันที่ 18 พฤศจิกายน 2549	ผก99
ผ.ก.9.	แสดงค่าระดับเสียงที่ได้รับ (SEL) ณ วันที่ 19 พฤศจิกายน 2549	ผก112
ผ.ก.10.	แสดงค่าระดับเสียงที่ได้รับ (SEL) ณ วันที่ 20 พฤศจิกายน 2549	ผก126

สารบัญตาราง

ตารางที่	ชื่อตาราง	หน้า
ผ.ก.11.	แสดงค่าระดับเสียงที่ได้รับ (SEL) ณ วันที่ 21 พฤศจิกายน 2549	ผก139
ผ.ก.12.	แสดงค่าระดับเสียงที่ได้รับ (SEL) ณ วันที่ 22 พฤศจิกายน 2549	ผก154
ผ.ก.13.	แสดงค่าระดับเสียงที่ได้รับ (SEL) ณ วันที่ 23 พฤศจิกายน 2549	ผก164
ผ.ก.14.	แสดงค่าระดับเสียงที่ได้รับ (SEL) ณ วันที่ 24 พฤศจิกายน 2549	ผก179
ผ.ก.15.	แสดงค่าระดับเสียงที่ได้รับ (SEL) ณ วันที่ 25 พฤศจิกายน 2549	ผก194
ผ.ก.16.	แสดงค่าระดับเสียงที่ได้รับ (SEL) ณ วันที่ 26 พฤศจิกายน 2549	ผก207
ผ.ก.17.	แสดงค่าระดับเสียงที่ได้รับ (SEL) ณ วันที่ 27 พฤศจิกายน 2549	ผก221
ผ.ก.18.	แสดงค่าระดับเสียงที่ได้รับ (SEL) ณ วันที่ 28 พฤศจิกายน 2549	ผก236
ผ.ก.19.	แสดงค่าระดับเสียงที่ได้รับ (SEL) ณ วันที่ 29 พฤศจิกายน 2549	ผก249
ผ.ก.20.	แสดงค่าระดับเสียงที่ได้รับ (SEL) ณ วันที่ 30 พฤศจิกายน 2549	ผก264
ผ.ข.1.	แสดงค่าระดับเสียงที่ได้รับ (SEL) และค่าเส้นระดับเสียง (NEF) ณ วันที่ 4 ธันวาคม 2549	ผข1
ผ.ข.2.	แสดงค่าระดับเสียงที่ได้รับ (SEL) และค่าเส้นระดับเสียง (NEF) ณ วันที่ 5 ธันวาคม 2549	ผข13
ผ.ข.3.	แสดงค่าระดับเสียงที่ได้รับ (SEL) และค่าเส้นระดับเสียง (NEF) ณ วันที่ 6 ธันวาคม 2549	ผข22
ผ.ข.4.	แสดงค่าระดับเสียงที่ได้รับ (SEL) และค่าเส้นระดับเสียง (NEF) ณ วันที่ 7 ธันวาคม 2549	ผข24
ผ.ข.5.	แสดงค่าระดับเสียงที่ได้รับ (SEL) และค่าเส้นระดับเสียง (NEF) ณ วันที่ 8 ธันวาคม 2549	ผข27
ผ.ข.6.	แสดงค่าระดับเสียงที่ได้รับ (SEL) และค่าเส้นระดับเสียง (NEF) ณ วันที่ 9 ธันวาคม 2549	ผข30
ผ.ข.7.	แสดงค่าระดับเสียงที่ได้รับ (SEL) และค่าเส้นระดับเสียง (NEF) ณ วันที่ 9 ธันวาคม 2549	ผข31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	ชื่อตาราง	หน้า
ผ.ค.1.	แสดงรุ่นและขนาดของเครื่องบิน,บริษัทที่ผลิตและเครื่องยนต์ที่ใช้ในการขับเคลื่อน	ผค1
ผ.ค.2.	แสดงรุ่นของเครื่องบินและบริษัทที่ผลิต	ผค2



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	ชื่อรูป	หน้า
1.1	แสดงภาพถ่ายทางอากาศของท่าอากาศยานนานาชาติแห่งที่ 2 (สุวรรณภูมิ)	2
2.1	แสดงลักษณะทางกายภาพของหู	10
2.2	แสดงขอบเขตการได้ยิน (Auditory field)	11
2.3	แสดงเส้นเท่าระดับเสียง และเส้นวงจรรถ่วงน้ำหนักแบบ A	13
2.4	แสดงคลื่นเสียง (Sound wave)	13
2.5	แสดงไซน์เวฟ (Sine Wave)	15
2.6	แสดงความยาวคลื่นกับความถี่	15
2.7	แสดงการแพร่ของคลื่นเสียง	16
2.8	แสดงการหักเหของคลื่นเสียงในอากาศที่มีอุณหภูมิแตกต่างกัน	17
2.9	แสดงการสะท้อนของคลื่นเสียง	18
2.10	แสดงการเลี้ยวเบนของคลื่นเสียง	19
2.11	กราฟค่าแก้ในการรวมเดซิเบล	22
2.12	แสดงกราฟค่าแก้ในการลบเดซิเบล	23
2.13	สนามเสียง (Sound Field)	25
2.14	แสดงแหล่งกำเนิดเสียงแบบจุด	26
2.15	แสดงแหล่งกำเนิดเสียงแบบเส้น	26
2.16	แสดงแหล่งกำเนิดเสียงแบบพื้นที่	27
2.17	แสดงแบบการลดทอนเสียงตามทฤษฎี	28
2.18	แสดงการลดทอนเสียงในทางปฏิบัติ	28
2.19	แสดงความสัมพันธ์ของดัชนีทิศทางของแหล่งกำเนิดเสียง กับแฟกเตอร์ของแหล่งกำเนิดเสียง	29
2.20	แสดงฟังก์ชันของเวลา (Time domain) และฟังก์ชันของ ความถี่ (Frequency domain)	33
2.21	แสดงโครงสร้าง Noise Descriptor	34
2.22	แสดงระดับเสียงเฉลี่ยในช่วงเวลา	37

สารบัญรูป

รูปที่	ชื่อรูป	หน้า
2.23	วงจรถ่วงน้ำหนักความถี่แบบต่างๆ	38
2.24	แสดง Sound Exposure Level, SEL in dB	40
2.25	แสดงตัวอย่างการเขียนกราฟความถี่สะสม และการอ่านค่า L_N	31
2.26	แสดง NC and NOB Curve	44
2.27	แสดง Loudness contour	45
2.28	แสดง Noisiness contour	47
2.29	แสดงขั้นตอนการคำนวณ EPNL	49
3.1	แสดง ไมโครโฟน	52
3.2	แสดงส่วนหัวของขาตั้งเครื่องวัดระดับเสียง	52
3.3	แสดงขาตั้งพร้อมเครื่องวัดระดับเสียง	52
3.4	แสดงเครื่องปรับเทียบระดับเสียง	53
3.5	แสดงอุปกรณ์ป้องกันลม	53
3.6	แสดงเครื่องบันทึกข้อมูล	54
3.7	แสดงชุดเครื่องมือตรวจวัดระดับเสียง	55
4.1	กราฟแสดงความสัมพันธ์ค่าระดับเสียง ($L_{eq, 24 hr}$) ในหนึ่งวัน ณ วันที่ 4 ธันวาคม 2549	64
4.2	กราฟแสดงความสัมพันธ์ค่าระดับเสียง ($L_{eq, 24 hr}$) ในหนึ่งวัน ณ วันที่ 5 ธันวาคม 2549	65
4.3	กราฟแสดงความสัมพันธ์ค่าระดับเสียง ($L_{eq, 24 hr}$) ในหนึ่งวัน ณ วันที่ 6 ธันวาคม 2549	66
4.4	กราฟแสดงความสัมพันธ์ค่าระดับเสียง ($L_{eq, 24 hr}$) ในหนึ่งวัน ณ วันที่ 7 ธันวาคม 2549	67
4.5	กราฟแสดงความสัมพันธ์ค่าระดับเสียง ($L_{eq, 24 hr}$) ในหนึ่งวัน ณ วันที่ 8 ธันวาคม 2549	68

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	ชื่อรูป	หน้า
4.6	กราฟแสดงความสัมพันธ์ค่าระดับเสียง ($L_{eq, 24 hr}$) ในหนึ่งวัน ณ วันที่ 9 ธันวาคม 2549	69
4.7	กราฟแสดงความสัมพันธ์ค่าระดับเสียง ($L_{eq, 24 hr}$) ในหนึ่งวัน ณ วันที่ 10 ธันวาคม 2549	70
4.8	กราฟแสดงความสัมพันธ์ ระหว่างค่า $L_{eq, A}$ กับจำนวนเครื่องบิน และเปรียบเทียบกับประเภทของเครื่องบิน	71
4.9	กราฟแสดงความสัมพันธ์ ระหว่างค่า $L_{eq, max A}$ กับจำนวนเครื่องบิน และเปรียบเทียบกับประเภทของเครื่องบิน	72
4.10	กราฟแสดงความสัมพันธ์ ระหว่างค่า L_{eq} เฉลี่ยเปรียบเทียบกับประเภทของเครื่องบิน	73
4.11	กราฟแสดงความสัมพันธ์ ระหว่างค่าเส้นระดับเสียง (NEF) ในแต่ละวันที่ทำการตรวจวัด	74
5.1	รูปแสดงการคาดคะเนเส้นระดับเสียงของ EIA	77
ผ.ค.รูปที่ 1	แสดงเครื่องบินแอร์บัส A 360	ผค3
ผ.ค.รูปที่ 2	แสดงเครื่องบินแอร์บัส A 319	ผค3
ผ.ค.รูปที่ 3	แสดงเครื่องบินแอร์บัส A 320	ผค3
ผ.ค.รูปที่ 4	แสดงเครื่องบินแอร์บัส A 333	ผค4
ผ.ค.รูปที่ 5	แสดงเครื่องบินแอร์บัส A 345	ผค4
ผ.ค.รูปที่ 6	แสดงเครื่องบิน AT	ผค4
ผ.ค.รูปที่ 7	แสดงเครื่องบิน โบอิง B 742	ผค5
ผ.ค.รูปที่ 8	แสดงเครื่องบิน โบอิง B 743	ผค5
ผ.ค.รูปที่ 9	แสดงเครื่องบิน โบอิง B 744	ผค5
ผ.ค.รูปที่ 10	แสดงเครื่องบิน โบอิง B 7522	ผค6
ผ.ค.รูปที่ 11	แสดงเครื่องบิน โบอิง B 772	ผค6
ผ.ค.รูปที่ 12	แสดงเครื่องบิน โบอิง B 773	ผค6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ ชื่อรูป

ผ.ศ.รูปที่ 13 แสดงเครื่องบินแมค ไคน์ลัดด์กลาส MD 11

ผ.ศ.รูปที่ 13 แสดงเครื่องบินแมค ไคน์ลัดด์กลาส MD 82

หน้า

ผศ7

ผศ7



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

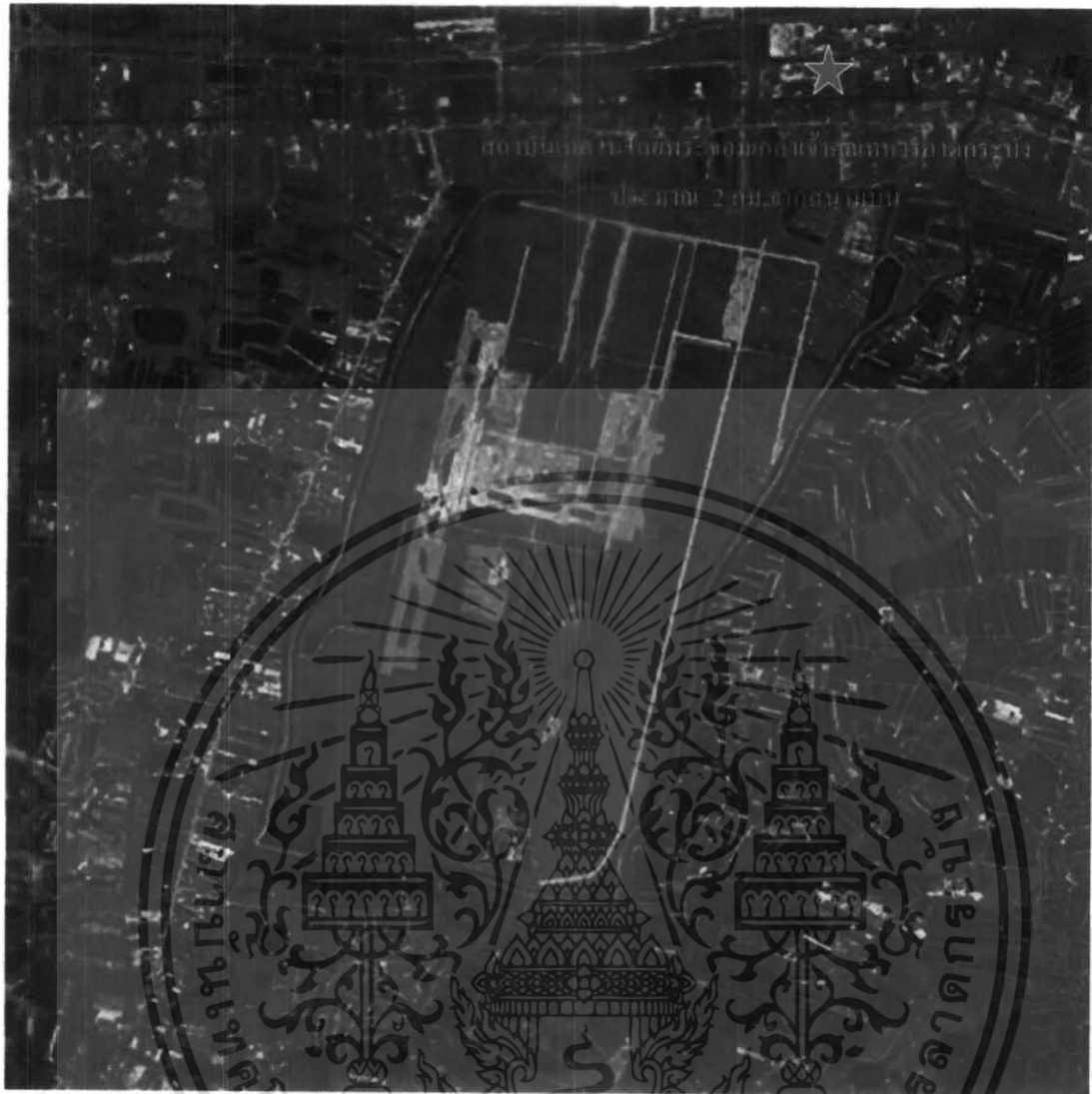
บทนำ

1.1 กล่าวนำ

เนื่องจากปัจจุบันนี้ความเจริญก้าวหน้าในด้านเทคโนโลยีที่เข้าสู่ประเทศไทยมีมากมายทำให้ประชาชนมีความต้องการความสะดวกสบายในการเดินทาง การขนย้ายสินค้าที่รวดเร็วเพื่อใช้เวลาให้ประหยัดและคุ้มค่าที่สุด ความต้องการต่างๆเหล่านี้ทำให้รัฐบาลเล็งเห็นถึงความสำคัญ จึงได้สร้างท่าอากาศยานสุวรรณภูมิที่มีขนาดใหญ่กว่าท่าอากาศยานดอนเมืองเพื่อรองรับประชาชนที่ต้องการใช้สนามบินที่เพิ่มมากขึ้นในแต่ละวัน และเพื่อให้เศรษฐกิจในประเทศไทยเจริญก้าวหน้ายิ่งขึ้น

1.2 ที่มาของหัวข้อการศึกษา

รัฐบาลได้คำนึงถึงแผนการใช้ที่ดินในการสร้างท่าอากาศยานสุวรรณภูมิแห่งใหม่ขึ้นซึ่งทางท่าอากาศยานสุวรรณภูมินี้มีเป้าหมายที่จะต้องรองรับจำนวนเที่ยวบินถึง 1464 เที่ยวบินเฉลี่ยต่อวัน ซึ่งภายในรัศมี 10 กิโลเมตรรอบสนามบินสุวรรณภูมิ กินพื้นที่เขตประเวศ เขตลาดกระบัง อำเภอบางพลี และกิ่งอำเภอบางเสาธง ประมาณ 521 ตารางกิโลเมตร และเนื่องจากท่าอากาศยานสุวรรณภูมิได้ทำการสร้างอยู่ใกล้ในอาณาเขตลาดกระบังนี้เอง ซึ่งอยู่ใกล้กับสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังซึ่งเป็นสถานที่ทำการศึกษานักศึกษา ทำให้ส่งผลกระทบต่อสถาบันในเรื่องต่างๆเนื่องจากมลภาวะทางเสียงจากเครื่องบินที่ต้องบินขึ้นลงจากสนามบินสุวรรณภูมิ ซึ่งเป็นปัญหาที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ทางสถาบันเองจึงต้องมีการตรวจวัดค่าความดังของเสียงเพื่อให้ทราบถึงผลกระทบและนำข้อมูลนี้มาวิเคราะห์ถึงมาตรการการป้องกันมลภาวะทางเสียงที่มีต่ออาคารเรียนในสถาบันต่อไป ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิอยู่ระหว่างก่อสร้างคาดว่าจะสามารถเปิดให้บริการประมาณปลายปี 2549 ซึ่งสามารถรองรับเที่ยวบินประมาณ 76 เที่ยวบินต่อชั่วโมง หรือเท่ากับ 1700 เที่ยวบินต่อวัน (จำนวนเที่ยวบินสูงสุดต่อวัน) ซึ่งมากกว่าท่าอากาศยานดอนเมือง 3 เท่า และเป็นท่าอากาศยานที่ทันสมัยสามารถรองรับผู้โดยสารประมาณ 45 ล้านคนต่อปี มีทางวิ่ง 2 ทางวิ่งที่อิสระต่อกันเครื่องบินสามารถขึ้นและลงได้พร้อมกัน สำหรับการ用地ในปัจจุบันของพื้นที่โดยรอบท่าอากาศยานสุวรรณภูมิแสดงในรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 แสดงภาพถ่ายทางอากาศของทำอากาศยานนานาชาติแห่งที่ 2 (สุวรรณภูมิ)

พื้นที่โดยรอบทำอากาศยานส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เกษตรกรรม (นา และบ่อปลา) และเป็นย่านที่อยู่อาศัยบางส่วน ทางด้านทิศเหนือมีสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อยู่ในแนวเครื่องบินลง และทางด้านทิศใต้มีสถานศึกษาเกริกวิทยาลัยอยู่ในแนวเครื่องบินขึ้น ซึ่งสถานศึกษาทั้งสองแห่งนี้จะ ได้รับผลกระทบด้านเสียงหลังจากที่ทำอากาศยานเปิดให้บริการ

1.3 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อทราบระดับเสียงในสภาพปัจจุบันก่อนและหลังการเปิดใช้งานสนามบินสุวรรณภูมิ ขอบเขตภายในภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2. ประเมินผลกระทบเนื่องจากระดับเสียงที่เพิ่มขึ้นจากการใช้งานสนามบินสุวรรณภูมิ
3. เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับใช้เป็นแนวทางแก้ไขปัญหามลพิษในอนาคต

1.4 ขอบเขตการศึกษา

1. สถานที่ที่ทำการศึกษาคือตึกอาคารเรียน 4 ชั้น ภายในภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2. ทำการตรวจวัดค่าระดับเสียงและคำนวณระดับเสียงเฉลี่ย L_{eq} 24 ชั่วโมง ในหน่วยเดซิเบล (dB)
3. การวัดค่าความดังเสียงเลือกใช้จุดตรวจวัดพิจารณาจากกลุ่มอาคารกิจกรรมที่เส้นระดับเสียงพาดผ่าน (NEF)
4. ช่วงเวลาที่ทำการตรวจวัด แบ่งเป็น 2 ช่วง ได้แก่
 - 4.1. การศึกษาจะทำในช่วงเวลาทำการทดลองใช้งานสนามบินสุวรรณภูมิ ระยะเวลาภายในวันที่ 29 กรกฎาคม 2549
 - 4.2. ทำการเก็บข้อมูลเพิ่มเติมภายในเดือน พฤศจิกายนและธันวาคม
 - 4.3. ทำการวิเคราะห์ข้อมูลจากหัวข้อ 1.2 เพื่อหาค่า NEF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

วรรณกรรมปริทัศน์

2.1 ความรู้พื้นฐานเรื่องเสียง

เสียงเป็นส่วนหนึ่งของชีวิตประจำวันของมนุษย์ เรารู้จักและคุ้นเคยกับเสียงมีทั้งที่เกิดจากธรรมชาติ เช่น เสียงฟ้าร้อง ฟ้าผ่า ฝนตก ลมพัด เป็นต้น และเสียงที่เกิดจากมนุษย์ทำขึ้น เช่น เสียงจากยานพาหนะ เครื่องจักร เสียงดนตรี เสียงสัญญาณเตือนภัย เป็นต้น มนุษย์ใช้ประโยชน์จากเสียงในกิจกรรมประจำวันต่าง ๆ มากมาย เช่น การสนทนา เตือนภัยหรือบอกสัญญาณ การเดินทาง กำหนดตำแหน่งของวัตถุ หาระยะทาง เป็นต้น หากลองนึกภาพดูว่าโลกนี้ไม่มีเสียง เราคงไม่สามารถสื่อสารกันได้โดยง่าย หรือเข้าใจกันด้วยวิธีการที่ใช้อยู่ หรือเราอาจไม่สามารถใช้ชีวิตอยู่อย่างปลอดภัยในโลกนี้

เสียง (Sound) ทางกายภาพ หมายถึง ความสั่นสะเทือนของตัวกลางหรืออากาศที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงความดันบรรยากาศ จากแหล่งกำเนิดที่ทำให้เกิดการสั่นนั้น

เสียงรบกวน (Noise) หมายถึง ระดับเสียงที่ผู้ฟังไม่ต้องการจะได้ยินเพราะสามารถกระทบต่ออารมณ์ ความรู้สึกได้แม้จะไม่เกินเกณฑ์ที่เป็นอันตรายแต่ก็เป็นเสียงที่รบกวนที่มีผลต่อผู้ฟังได้ ผลของเสียงที่ไม่ต้องการจะทำให้เกิดการเหนื่อยล้าในการฟังและทำลายการได้ยิน จนอาจทำให้เราต้องการความดังมากขึ้น บางครั้งเสียงดังปานกลางเป็นสิ่งที่ปรารถนา ขณะที่เสียงที่เบาสามารถเป็นเสียงรบกวนได้ ปกติเมื่อมีเสียงรบกวน เรามักจะไม่ทำอะไร หรือไม่มีปฏิกิริยาใด ๆ การใช้ความรู้สึกทำการวัดได้ยากกว่า เป็นเสียงรบกวนหรือไม่ใช่เช่น เสียงดนตรีที่ดังมากในสถานที่เดินร่า ไม่ทำให้ผู้ไปเที่ยวรู้สึกว่ารบกวน แต่ในสถานที่ต้องการความสงบเช่น ห้องสมุด เสียงพูดคุยปกติที่มีความดังประมาณ 60 dB(A) ก็ถือว่าเป็นเสียงรบกวนได้

2.2 ประเภทของเสียงรบกวน

ในที่พักอาศัยและที่ทำงานไป จะได้ยินเสียงรบกวนจากเครื่องปรับอากาศ เครื่องระบายอากาศ ระบบทำความเย็น ซึ่งเป็นเสียงรบกวนที่สังเกตค่อนข้างยาก เพราะลักษณะของเสียงไม่ชัดเจน เนื่องจากเสียงรบกวนดังกล่าวมีอยู่อย่างต่อเนื่อง และไม่มี การเปลี่ยนแปลงความถี่ขึ้นลง แต่ถ้าพัดลมของระบบเหล่านั้นหยุดการทำงานลง หรือเริ่มมีเสียงครางผิดปกติ การเปลี่ยนแปลงของเสียงจะทำให้เกิดการรบกวนความรู้สึกของเรา การได้ยินเป็นการรับรู้ข้อมูลข่าวสารที่เราได้ยิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่ข้อมูลที่ไม่ต้องการก็คือเสียงรบกวน ลักษณะของเสียงรบกวนที่ทำให้เราต้องหยุดฟังและสังเกต คือเสียงรบกวนที่มีความถี่สูง ๆ ต่ำ ๆ หรือมีการเปลี่ยนแปลงระดับเสียง ยิ่งเสียงมีการเปลี่ยนแปลง ความถี่ และมีการเปลี่ยนแปลงระดับเสียงมากเท่าไร เสียงรบกวนนั้นก็ยิ่งรู้สึกชัดเจนมากขึ้น จากลักษณะดังกล่าวทำให้สามารถจำแนกประเภทของเสียงรบกวนออกตามลักษณะได้เป็น 5 ประเภทคือ

1. เสียงรบกวนแบบต่อเนื่อง (Continuous noise หรือ Steady-state noise) เกิดจาก เครื่องจักรที่เดินแบบต่อเนื่อง โดยไม่หยุดชะงัก มีการสั่นสะเทือนแบบเดียวกันตลอด มีการเปลี่ยนแปลงไม่เกิน 5 เดซิเบล ใน 1 วินาที ตัวอย่างเช่น เสียงพัดลม บัม และเครื่องจักรต่าง ๆ

2. เสียงรบกวนแบบไม่ต่อเนื่อง เกิดเป็นช่วง ๆ (Intermittent noise) เกิดจากเครื่องจักรที่ ทำงานเป็นรอบหรือเป็นคาบ หรือกรณีรถยนต์หรือเครื่องบินผ่านไปทีละคัน ทีละลำ ระดับเสียง รบกวนจะเพิ่มขึ้นและลดลงอย่างรวดเร็ว

3. เสียงรบกวนแบบช่วงสั้น ๆ (Impulsive noise) คือเสียงรบกวนจากการกระทบหรือ ระเบิด มีระยะเวลาที่เกิดขึ้นน้อยกว่า 0.5 วินาที และระดับความดังจะเปลี่ยนแปลงไปอย่างน้อย 40 เดซิเบล เช่นเสียงรบกวนที่เกิดจากเครื่องคอกเสาเข็ม เครื่องปัมน้ำขนาดใหญ่ เสียงปืน เรียกว่าเสียง รบกวนแบบช่วงสั้น ๆ เป็นเสียงที่สั้น เกิดขึ้นและสิ้นสุดอย่างรวดเร็ว และผลที่เกิดขึ้นทำให้เกิดการ ตกใจ ลักษณะเสียงที่เกิดขึ้นดังกล่าวทำให้เกิดความรำคาญ ได้มากแม้จะวัดระดับเสียงของเสียงนั้น ด้วยเครื่องวัดแล้วจะได้ค่าน้อยก็ตาม

4. ความถี่ในเสียงรบกวน (Tone in noise) เสียงสูงต่ำที่ทำให้เกิดความรำคาญ อาจเกิดจาก เครื่องจักรที่มีชิ้นส่วนหมุน เช่น มอเตอร์ เฝือง พัดลม และบัม การกระทำที่ซ้ำ ๆ หรือการไม่สมดุล ของชิ้นส่วนเครื่องจักรจะทำให้เกิดการสั่นสะเทือนบริเวณพื้นผิว ทำให้เกิดเสียงสูงต่ำและเสียงจาก การไหลเป็นช่วง ๆ ของก๊าซหรือของเหลว เช่น กระบวนการจุดระเบิด หรือการไหลในท่อแคบ ๆ

5. เสียงรบกวนความถี่ต่ำ (Low frequency noise) เสียงรบกวนความถี่ต่ำมีพลังงานเสียงที่ สำคัญอยู่ในช่วงความถี่ระหว่าง 8-100 Hz ตัวอย่างของเสียงรบกวนชนิดนี้ เช่น เครื่องยนต์ดีเซล ขนาดใหญ่ในรถไฟ เรือใหญ่ และจากโรงงานไฟฟ้าขนาดใหญ่ เนื่องจากเสียงรบกวนชนิดนี้ยากที่ จะกั้นเสียง และง่ายต่อการแพร่ของเสียงในทุกทิศทาง สามารถได้ยินเสียงเป็น ไมล์ ๆ เสียงรบกวน ความถี่ต่ำจะทำให้เกิดความรำคาญมากกว่าผลที่คาด

เสียงรบกวนจะมีอิทธิพลต่อการแสดงออกโดยขึ้นอยู่กับชนิดของเสียงรบกวนและชนิดของ แบบที่แสดงออก ความหนาแน่นของเสียงระดับกลางถึงสูงทำให้ปลุกความสนใจ บางคนบอกว่าจุด ของความสนใจจะเกิดบ่อยในเสียงที่มีความเข้มสูง เสียงรบกวนจะมีผลมากแค่ไหนขึ้นกับ ความหมายของเสียงรบกวนและสถานการณ์ ไม่ใช่เพียงความเข้มของเสียง เสียงรบกวนที่ ต่อเนื่องกันจะไม่ส่งผลกระทบต่องานที่บุคคลต้องทำในเวลาจำกัด แต่การได้รับการเตือนเกี่ยวกับ ปฏิกริยาที่จะเกิดขึ้น และการได้รับสิ่งกระตุ้นที่มองเห็นได้ง่ายจะทำให้เกิดผลกระทบน้อย และเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รบกวนจะไม่กระทบกับการเห็น การตัดสินใจระยะทาง การเคลื่อนไหวทางตา ความเร็วในการเปลี่ยนจุดสนใจ

เสียงรบกวน เป็นสิ่งที่ไม่ต้องการแต่คนปกติไม่มีอุปกรณ์ป้องกันเสียงติดตัวไว้ก็ไม่สามารถหลีกเลี่ยงการได้ยินได้ ดังนั้นจึงต้องยอมรับภาวะที่ไม่ต้องการ และทำให้เกิดปฏิกิริยาตอบโต้ทั้งทางร่างกายและจิตใจ เราสามารถประเมินผลกระทบของเสียงต่อมนุษย์ได้ 3 อย่าง คือ

1. ภาวะรำคาญ (Annoyance) ประเมินได้โดยให้บุคคลที่เกี่ยวข้องบอกถึงความรู้สึกรำคาญต่อเสียงนั้นๆ และมักจะพบว่าภาวะรำคาญจะติดตามด้วยความรู้สึกอื่นๆ เสียงที่ทำให้เกิดความรำคาญมักจะมีคุณสมบัติดังนี้

- ความดัง (Loudness) เสียงยิ่งดังมากย่อมเกิดความรำคาญมาก
- ระยะเวลา (Pitch) เสียงความถี่สูง หรือเสียงแหลม จะให้ความรำคาญมากกว่าเสียงความถี่ต่ำ หรือเสียงทุ้ม แม้จะมีความดังเท่ากัน
- ความแปรเปลี่ยน (Irregularity) ความแปรเปลี่ยนในความเข้มจะให้ความรำคาญมากกว่าความแปรเปลี่ยนความถี่ตำแหน่งของแหล่งเสียง (Location) เสียงซึ่งเปลี่ยนตำแหน่งบ่อยๆ จะให้ความรู้สึกรำคาญมากกว่าเสียงซึ่งมีแหล่งกำเนิดอยู่กับที่ นอกจากรำคาญแล้วยังให้ความรู้สึกหงุดหงิดระแวงอีกด้วย
- เสียงที่เกิดโดยไม่จำเป็น (Unnecessary noise) เป็นเสียงที่สร้างความรำคาญให้มากที่สุด

2. ประสิทธิภาพ (Efficiency) เสียงมีผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของคน โดยพบว่าถ้าลดระดับเสียงลงหรือใช้อุปกรณ์ป้องกันเสียงจะทำให้สมรรถนะการทำงานดีขึ้น จะพบว่าในโรงงานที่ต้องการความละเอียดแม่นยำของชิ้นงาน มักจะมีเสียงคนตรีให้คนงานฟังเพราะจิตใจจะได้สงบ ทำให้มีสมาธิในการทำงานดีขึ้น

- มีการศึกษาที่พบว่า เมื่อให้ตรวจคำผิดโดยการอ่านและการแข่งขันหลังจากเกิดเสียงรบกวน 100 เดซิเบล และ 50 เดซิเบลแล้ว ความอดทนความคับข้องใจ และการแสดงออกของบุคคลจะต่ำ นอกจากนี้ เด็กชั้น ป. 2-4 ที่ห้องเรียนด้านหนึ่งติดกับทางรถไฟมีคะแนนการอ่านน้อยกว่าเด็กที่อยู่ในห้องที่เงียบอีกด้านหนึ่งของตึก และเด็กชั้น ป. 3-4 ที่อาศัยในอพาร์ทเมนต์ที่มีเสียงรบกวน จะมีความสามารถในการจำแนกเสียง และการอ่านน้อยกว่าเด็กที่อยู่อพาร์ทเมนต์ที่เงียบสงบ นอกจากนี้ ในการสำรวจถนนที่มีการจราจรหนาแน่น มีเสียงรบกวนพบว่าคนส่วนมากรู้สึกว่าเป็นที่ๆ ไม่น่าอยู่ รู้สึกโดดเดี่ยว ส่วนถนนที่มีการจราจรเบาบาง จะให้ความรู้สึกเป็นมิตร น่าอยู่หรือน่าเดินทาง ดังนั้นรูปแบบของพฤติกรรมในสังคมจะส่งผลกระทบต่อประเภทของคนที่อยู่อาศัยบนถนนในท้องถิ่นนั้นๆ ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ผลต่อสุขภาพ (Health) มีผลการศึกษาออกมาแล้วว่า เสียงมีผลกระทบต่อสุขภาพ และ จำแนกผลกระทบนั้นออกได้เป็น 2 อย่างคือ

- ผลต่อร่างกายโดยตรง เสียงมีผลต่อสุขภาพร่างกายตั้งแต่ยังเป็นทารกอยู่ในครรภ์ มารดา ทารกเกิดใหม่ซึ่งอาศัยอยู่ในเขตอึกทึกในระยะเวลา 5 เดือนแรกของการ ตั้งครรภ์จะแสดงการรับรู้ต่อเสียงน้อยกว่าปกติ นอกจากนั้นยังพบว่าอัตราการเกิด ของทารกที่มีน้ำหนักน้อยกว่าปกติเพิ่มขึ้นด้วย เสียงที่ดังเกิน 135 เดซิเบล และความถี่ 20-1500 Hz จะทำให้เกิดอาการคลื่นไส้, อาเจียน, เวียนศีรษะ, กล้ามเนื้อ ตัน และการเดินไม่มั่นคง นอกจากนั้นระบบประสาทรับฟังจะเป็นอันตรายด้วย ถ้าได้รับเสียงดังเป็นเวลานานๆจะทำให้หูตึงหรือหนวกไปเลย มีการวิจัยใน ประเทศอังกฤษพบว่า 5 % ของคนงานที่ทำงานในระดับเสียงเกิน 90 เดซิเบล เป็น เวลา 10 ปี จะเกิดอาการหูหนวก และนอกจากนี้ยังพบว่าเสียงความถี่เหนือระดับ การได้ยินซึ่งกำลังนิยมใช้ในวงการอุตสาหกรรมขณะนี้ก่อให้เกิดอันตรายได้ ถึงแม้ว่าจะไม่ได้ยินก็ตาม อันตรายที่เกิดจะมีผลต่อเซลล์ประสาทในสมอง และ ระบบประสาทในกระดูกสันหลัง (Spinal chords)
- ผลต่อสุขภาพจิต มนุษย์ต้องพัฒนาความอดทนขึ้นเพื่อต่อต้านเสียงที่ตนไม่ชอบ หรือไม่ต้องการ ทำให้เกิดความเครียดและผันแปรของจิตใจและอารมณ์ ซึ่งอาจ แสดงออกมาในรูปแบบของความหวาดกลัว, ตื่นตกใจ เป็นต้น มีการสำรวจพบว่า 1/3 ของผู้ป่วยระบบประสาทพิการมีสาเหตุเนื่องมาจากความกังวล (neurosis) และ 1/5 ของผู้มีความผิดปกติทางจิตใจ (mental disorder) มีสาเหตุมาจากการที่ ต้องอยู่ในภาวะอึกทึกและผู้ที่อยู่ในเมืองที่มีเสียงดังจะมีความผิดปกติทางด้าน ประสาทมากกว่าผู้ที่อยู่ในชนบทถึง 3 เท่า
- ในโรงงานเสียงรบกวนทำให้เกิดความกังวลใจและอารมณ์เครียด คนงานใน โรงงานเหล็กที่มีเสียงรบกวน มักจะมีความขัดแย้งทางสังคมบ่อยทั้งที่บ้านและที่ ทำงาน เสียงสามารถเปลี่ยนกระบวนการทางสรีระ ระบบ การไหลเวียนที่หล่อ เลี้ยงหัวใจ ระบบฮอร์โมน ระบบหายใจ และระบบย่อยอาหาร การทำงานเป็น เวลานานภายใต้เสียงที่มีความเข้มสูงจะสัมพันธ์กับความเสียงที่จะเป็น โรคหลอดเลือด หัวใจ อย่างน้อย 60% และการถูกเสียงรบกวนมากๆยังสัมพันธ์กับการ คลอดที่มีปัญหา การรอดชีวิตของทารกแรกเกิดอีกด้วย

ตารางที่ 2.1 แสดงระดับเสียงและผลต่อมนุษย์

ระดับเสียง	ผลต่อร่างกายมนุษย์
65 dB	เป็นเสียงรบกวนที่มีผลทำให้ปวดศีรษะ ถ้ามากกว่าระดับนี้จะทำให้เกิดอาการอ่อนเพลียทั้งร่างกายและจิตใจ
90 dB	ถ้าอยู่กับเสียงระดับนี้เป็นเวลานานหลายปีจะทำให้หูพิการตลอดไป
100 dB(A)	การได้รับเสียงระดับนี้ แม้เพียงระยะสั้น จะทำให้การได้ยินของหูเสียไปชั่วคราว และถ้าติดต่อกันเป็นเวลานาน หูจะพิการตลอดไป
120 dB (A)	ปวดแสบหู
150 dB (A)	หูพิการทันที

2.3 เสียงในระดับต่างๆที่มีผลต่อร่างกายมนุษย์

นอกจากนี้เสียงที่ขอมรับกันข้างต้น ขึ้นอยู่กับสภาพร่างกายและจิตใจ และคาดหมายต่อเสียงนั้นของผู้ฟัง เช่น ในตุนอนรถไฟ ถึงแม้ว่าเสียงที่เกิดขึ้นติดต่อกันตลอดทางจะมีความเข้มเสียงถึง 70-80 dB(A) ก็ตาม ก็จะไม่รบกวนผู้นอน แต่ภายในบ้านที่เงียบสงัดแม้แต่เสียงนาฬิกาที่มีความเข้มเสียงประมาณ 120 dB(A) ก็อาจเป็นเสียงรบกวนของผู้นอนได้ เสียงอาจทำลายสมาธิ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเสียงที่เป็นเรื่องเป็นราว

มลพิษทางเสียง (Noise Pollution) เป็นเรื่องที่เกิดถึงผลกระทบของเสียงที่มีต่อมนุษย์หรือสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ทั้งทางด้านกายภาพต่อร่างกายมนุษย์และจิตใจ นอกจากนี้ยังมีความเกี่ยวโยงกันในผลกระทบทั้งสองด้าน การศึกษาวิชามลพิษทางเสียงจึงเป็นการศึกษาในหลายมุมมอง และผสมผสานผลกระทบด้านกายภาพและความรับรู้ทางด้านจิตใจของมนุษย์ในเวลาเดียวกัน แต่เนื่องจากมลพิษทางเสียง เป็นมลพิษที่ไม่ใช่การเปลี่ยนแปลงหรือหมุนเวียนของสสาร หากแต่เป็นการศึกษาการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของพลังงานจึงมีความจำเป็นที่จะต้องศึกษาเสียงในด้านกายภาพเป็นพื้นฐาน เช่น ฟิสิกส์ของเสียง คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของพลังงาน เป็นต้น เพื่อให้มีความเข้าใจ และสามารถควบคุมพลังงานเสียง อย่างถ่องแท้ และประสานประโยชน์จากพลังงานเสียงให้เกิดแก่สังคมมนุษย์มากที่สุด

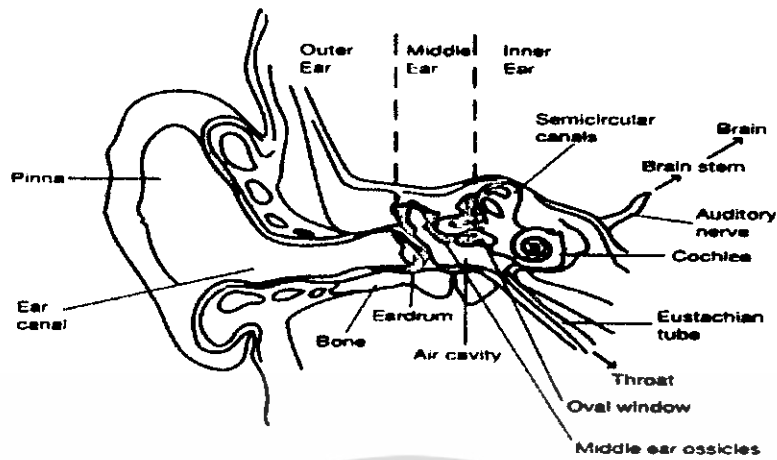
2.4 ลักษณะทางกายภาพของหูกับการได้ยิน

หู (Ears) คือ อวัยวะรับเสียงของมนุษย์ ซึ่งเป็นระบบเปิดที่สามารถรับรู้โดยการได้ยินเสียงจากการเปลี่ยนแปลงความดันบรรยากาศ มีช่วงความถี่ที่ได้ยินประมาณ 20-20000 Hz และระดับความดันเสียง (Sound Pressure Level, SPL in dB) ประมาณ 0-130 dB พยาธิของหูประกอบด้วย 3 ส่วน ได้แก่ หูชั้นนอก หูชั้นกลาง และหูชั้นใน (รูปที่ 1-1)

หูชั้นนอก (Outer ear) ประกอบด้วย ใบหู (Pinna หรือ Auricle) เป็นส่วนที่สามารถมองเห็นได้จากภายนอก ต่อกับอวัยวะลักษณะเป็นท่อ (Ear canal) มีความยาวประมาณ 27 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 5-7 มิลลิเมตร ซึ่งมีการสั่นพ้องพื้นฐานโดยประมาณที่ 2700 และ 3500 Hz ปลายท่อด้านในจะต่อกับเยื่อแก้วหู (Ear drum or Tympanic membrane) ซึ่งเป็นแผ่นบางๆ ที่มีการเคลื่อนที่เมื่อมีเสียงมากระทบ

หูชั้นกลาง (Middle ear) เป็นส่วนที่ต่อจากเยื่อแก้วหู ที่มีลักษณะเป็นโพรงอากาศที่มีปริมาตรประมาณ 2 ลูกบาศก์เซนติเมตร ประกอบด้วยกระดูกอ่อน 3 ชิ้น คือ กระดูกค้อน (Malleus) กระดูกทั่ง (Incus) และกระดูกโกลน (Stapes) เป็นระบบอวัยวะที่ทำหน้าที่ส่งผ่านความเปลี่ยนแปลงของความสั่นเคือนของอากาศที่ส่งผ่านมาจากการสั่นของเยื่อแก้วหู พร้อมทั้งทำหน้าที่ป้องกันไม่ให้หูรับอันตรายจากการได้รับเสียงดัง หรือการเปลี่ยนแปลงความดันอากาศมากๆ โดยจะมีกล้ามเนื้อ 2 ชิ้น ที่ทำหน้าที่พยุงระบบกระดูกอ่อนไว้ คือ Tensor tympani muscular และ Stapedius muscular ด้านล่างสุดของหูชั้นกลางจะติดต่อกับด้านหลังของจมูก ด้วยท่อ Eustachian ที่ทำหน้าที่ปรับความดันบรรยากาศภายในหูและภายนอกหูให้เท่ากัน

หูชั้นใน (Inner ear) เป็นหูส่วนที่มีความสลับซับซ้อน อยู่ติดกับกระดูกโกลนของหูชั้นกลางและอีกด้านหนึ่งติดกับ Oval window ซึ่งประกอบด้วย โพรงที่บรรจุด้วยของเหลวที่อยู่ในกระดูก Temporal ต่อกับปลายประสาทสมอง ส่วนรับรู้การได้ยินและการทรงตัว ปลายประสาทการได้ยินนี้อยู่ภายในกระดูกรูปก้นหอย (Cochlea) ที่มีความยาวเมื่อยัดออกประมาณ 35 มิลลิเมตร มีเซลล์ขน (Hair cells) หรือ Organ of Corti ที่ประกอบด้วย Basilar membrane ที่จะมีความอ่อนไหวหรือตอบสนองต่อความถี่ของเสียงที่ไม่เท่ากัน ความถี่สูงจะเกิดการสั่นของ Basilar membrane บริเวณที่ใกล้กับ Oval window ในขณะที่ความถี่ต่ำจะเกิดการสั่นของ Basilar membrane บริเวณปลายอีกข้างหนึ่ง ซึ่งการรับรู้เสียงหรือการได้ยินเสียงของมนุษย์ จะสอดคล้องกับการสั่นของเซลล์ขน



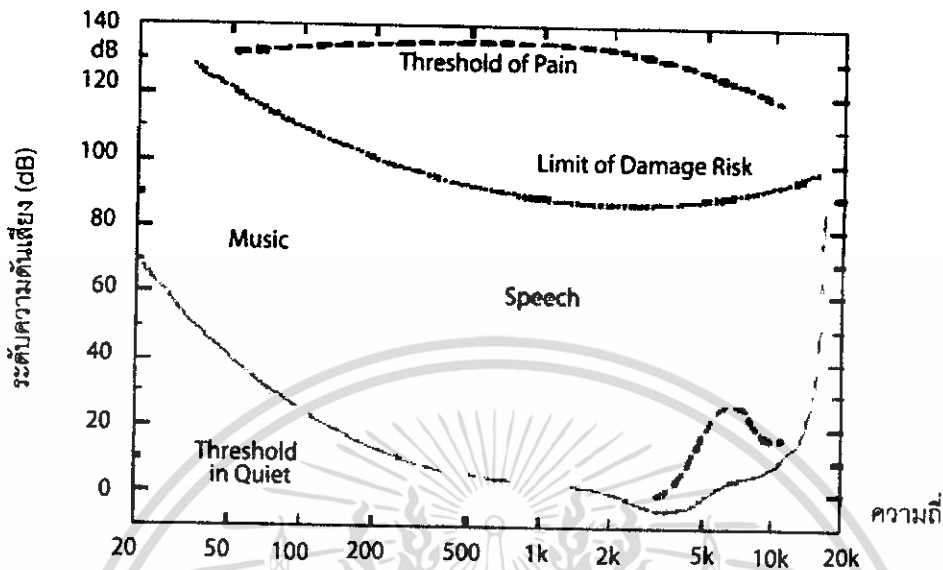
รูปที่ 2.1 แสดงลักษณะทางกายภาพของหู

2.5 ความสามารถในการได้ยินของมนุษย์ (Auditory field and Characteristic of human hearing)

มนุษย์ได้ยินเสียงโดยการนำคลื่นเสียงทางอากาศมาสู่กระดูก แล้วถูกเปลี่ยนมาเป็นพลังงานไฟฟ้า ถูกส่งต่อไปยังปลายประสาทสมองรับรู้การได้ยิน เกิดการแปลความหมายทำให้มนุษย์เข้าใจความหมายของเสียงที่ได้ยิน การสั้นของเซลล์ขนเร็วหรือช้าสัมพันธ์กับระดับความดันเสียงที่เปลี่ยนแปลง ในขณะที่เซลล์ขนแต่ละเซลล์ที่ถูกทำให้สั้นจะสัมพันธ์กับความถี่ของเสียง จะเห็นได้ว่าความดังไม่ใช่องค์ประกอบอย่างเดียวในการอธิบาย หรือเข้าใจในเรื่องของเสียงและผลกระทบของเสียง ซึ่งเรียกกระบวนการนี้ว่า การได้ยินเสียง โดยการนำเสียงทางอากาศ (Airborne conduction) การได้ยินเสียงอีกอย่างหนึ่งของมนุษย์ คือ การนำเสียงทางกระดูก (Bone conduction) ซึ่งจะเกิดกรณีเสียงความถี่ต่ำกว่า 1000 Hz ลงไป และกรณีที่มีการสั่นสะเทือนของกระดูกในกะโหลกศีรษะที่ในสภาวะปกติ เราอาจไม่ได้ยินหรือได้ยินเบามาก แต่ถ้าเราอุดหู หรือใส่อุปกรณ์ป้องกันหูจะได้ยินเสียงนี้ชัดเจน

มนุษย์สามารถได้ยินเสียงขึ้นอยู่กับความดันเสียง (0-130 dB) และช่วงความถี่ (20-20000 Hz) ดังรูปที่ 2.2 ซึ่งสัมพันธ์กับการสั้นของเซลล์ขนภายในหูชั้นใน และมีความสัมพันธ์แบบไม่เป็นเส้นตรง (Non-linear relationship) กล่าวคือ ที่ระดับเสียงเท่ากัน แต่มนุษย์จะได้ยินเป็นความดังที่ไม่เท่ากันทุกความถี่ ซึ่งมีนักวิจัยหลายท่านได้พยายามอธิบาย ลักษณะของการได้ยินของมนุษย์นี้ ออกมาในรูปแบบของกราฟความสัมพันธ์เพื่อให้เข้าใจถึงลักษณะการได้ยินของหูที่ระดับเสียงและความถี่ต่างๆกัน จะเห็นได้ว่า ที่ความถี่ 20 Hz ระดับเสียงต้องตั้ง 80 dB มนุษย์จึงจะเริ่มได้ยินเสียง

นั่นที่ความถี่ 1000 Hz แค่เพียง 5 dB ก็สามารได้ยินเสียงนั้นแล้ว และหูมนุษย์จะมีความอ่อนไหวหรือไวต่อการได้ยินมากที่สุดที่ความถี่ 4000 Hz



รูปที่ 2.2 แสดงขอบเขตการได้ยิน (Auditory field)

2.6 การสูญเสียการได้ยินและหูตึง

หูของเราเป็นอวัยวะที่รับและแปลความหมายปรากฏการณ์ทางฟิสิกส์ (เสียง) หูคนเราจะตอบสนองในช่วงความถี่ 20 ถึง 16000 Hz สำหรับคนวัยหนุ่มสาว ความดังเสียงที่ไม่เหมาะสมจะเป็นตัวทำลายประสาทรับฟังได้

ถ้ากำลังของแหล่งเสียงจะเบาลงจนในที่สุดเราไม่สามารถได้ยินอีกต่อไป จุดที่สิ้นสุดการได้ยินเรียกว่า “ขอบเขตการได้ยิน” (threshold of hearing) ระดับความดังเสียงของขอบเขตการได้ยินจะแปรกับความถี่ดังแสดงในรูป จะเห็นได้ว่าหูคนเราจะไวต่อเสียงที่ความถี่ประมาณ 2000 ถึง 5000 Hz การได้ยินเสียงดังเป็นเวลานาน ๆ ทำให้คนเราไม่สามารถรับฟังเสียงแผ่วเบาได้เท่าที่ควร นั่นหมายถึงระดับความดังเสียงของขอบเขตการได้ยินเลื่อนสูงขึ้นไปถ้ารู้สึกว่าการได้ยินชั่วขณะเราเรียกว่า หูตึงชั่วคราว (temporary threshold shift, TTS) แต่ถ้าสูญเสียประสิทธิภาพรับฟังเสียงไปเลยเราเรียกว่า หูตึงถาวร (permanent threshold shift, PTS)

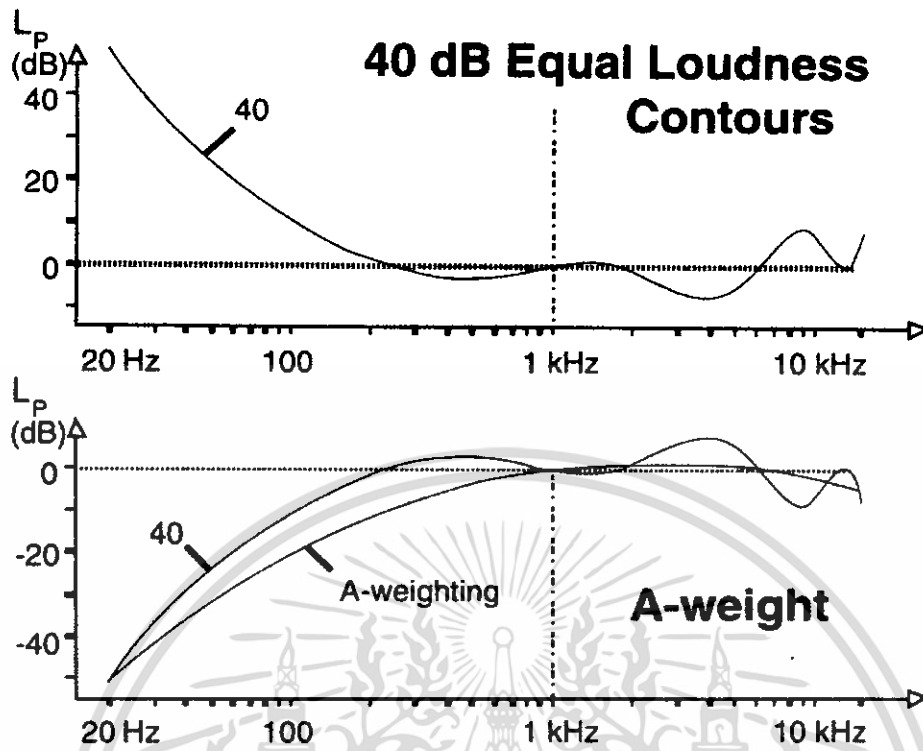
อาการหูตึงชั่วคราวจะเพิ่มขึ้นแบบ linear กับค่า log ของเวลาที่รับฟังเสียง และอาการหูตึงชั่วคราวขนาดปานกลางจะกลับคืนเป็นปกติแบบ exponential ของเวลาโดยเป็นปกติภายใน 16 ชั่วโมง หลังจากการรับฟังเสียง แต่ถ้าขอบเขตการได้ยินสูงมากกว่า 40 dB การฟื้นตัวจะแปรแบบ linear กับเวลา จะต้องนานเป็นวันหรือสัปดาห์และเพื่อป้องกันไม่ให้หูตึงถาวรก็ไม่ควรให้ระดับหู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังชั่วคราวเกิน 40-50 dB เสียงความถี่สูงจะเป็นอันตรายมากกว่าเสียงความถี่ต่ำ ถึงแม้จะมีพลังงานเสียงเท่ากัน ในช่วงความดังเสียง 80-130 dB อาการหูตึงชั่วคราวจะเกิดแบบ linear กับระดับเสียง กล่าวอีกนัยหนึ่งคือ ความแตกต่างของระดับการได้ยินที่เกิดจากเสียง 110 dB และ 120 dB ความถี่ที่ทำให้เกิดหูตึงถาวรคือความถี่ประมาณ 4000 Hz สาเหตุที่เป็นเช่นนี้เพราะองค์ประกอบของหูชั้นกลางและชั้นในเอื้ออำนวยต่อการส่งผ่านเสียงความถี่ 4000 Hz ทำให้พลังงานช่วงความถี่นี้ผ่านเข้าหูชั้นในได้มากขึ้น

ขอบเขตการได้ยินของมนุษย์ (Auditory field) อยู่ในช่วงความถี่ 20-20,000 Hz และ 0-130 dB แต่ละคนได้ยินเสียงไม่เท่ากันบางคนอาจได้ยินเสียงความถี่ต่ำมากๆ เมื่อเปรียบเทียบกับคนอื่นในขณะที่บางคนอาจไม่ได้ยินเสียงที่ต่ำกว่า 25 dB ที่ความถี่ 1,000 Hz เลย ตามปกติขีดเริ่มการได้ยิน (Threshold of hearing) ของมนุษย์อยู่ที่ประมาณเส้นเท่าความดังต่ำที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับขอบเขตของเสียงดนตรี (Music Field) จะมีระดับเสียงประมาณ 20-29 dB ช่วงความถี่ประมาณ 50-10,000 Hz ขอบเขตของเสียงสนทนาของมนุษย์ (Human speech) จะมีระดับเสียงประมาณ 25-80 dB ช่วงความถี่ประมาณ 100-4,000 Hz และขีดเริ่มของความเจ็บปวด (Threshold of pain) ของมนุษย์อยู่ที่ประมาณ 130 dB

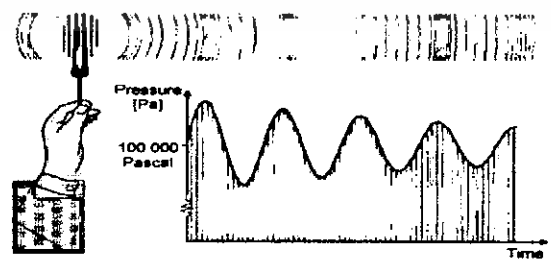
ลักษณะการได้ยินของหูที่มีความสัมพันธ์แบบไม่เป็นเส้นตรงนี้ ทำให้เครื่องมือที่จะใช้ในการตรวจวัดระดับเสียง เพื่อศึกษาผลกระทบที่เกิดกับมนุษย์จำเป็นต้องมีวงจรวงนำหนักความถี่ให้เครื่องมือวัดเสียงได้เหมือนลักษณะการได้ยินของมนุษย์มากที่สุด ที่นิยมใช้ในปัจจุบันได้แก่ วงจรวงนำหนักแบบ A ซึ่งจะมีค่าใกล้เคียงกับเส้นผกผันของเส้นเท่าระดับเสียงต่ำสุด (40 dB Equal loudness contours) หรือเส้นขีดเริ่มการได้ยิน (รูป 2.3)



รูปที่ 2.3 แสดงเส้นเท่าระดับเสียง และเส้นวงจรวงน้ำหนักแบบ A

2.7 คลื่นเสียง (Sound wave)

คลื่นเสียงเป็นคลื่นตามยาว (Longitudinal wave) ดังรูปที่ 1-4 เมื่อเคาะตีอ้อมเสียงจะมีการสั่นของโมเลกุลของอ้อมเสียงทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความดันบรรยากาศรอบๆ อ้อมเสียง เกิดคลื่นออกมาโดยรอบอ้อมเสียง คล้ายกับคลื่นน้ำเมื่อเราโยนก้อนหินลงไปในน้ำ เรียกว่า การแผ่กระจายของคลื่นเสียง (Sound propagation)



รูปที่ 2.4 แสดงคลื่นเสียง (Sound wave)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 คุณสมบัติทางฟิสิกส์ของคลื่นเสียง (Physics properties of sound wave)

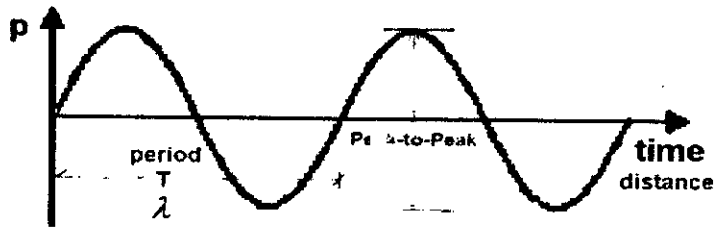
คลื่นเสียงที่เราได้ยินนั้นไม่ว่าจะเป็นเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงใด ส่วนใหญ่จะเป็นเสียงที่ซับซ้อนที่เกิดจากรวมกันของคลื่นเสียงที่มีความถี่และระดับความดันเสียงต่างๆ เข้าด้วยกัน ในการศึกษาเรื่องฟิสิกส์ของคลื่นเสียง เราอธิบายเป็นสมการคณิตศาสตร์ให้เข้าใจได้ง่ายขึ้นในรูปแบบของ Sine wave เช่น การเคาะส้อมเสียง เกิดการเคลื่อนที่ หรือความสั่นสะเทือนของโมเลกุลของอากาศที่มาจากการเปลี่ยนแปลงความดันบรรยากาศโดยรอบ เป็นส่วนอัดส่วนขยาย เรียกว่า ความดันเสียง เคลื่อนที่ส่งผ่าน โมเลกุลของตัวกลางไปยังจุดรับเสียง (รูปที่ 2.4) พารามิเตอร์ทางฟิสิกส์ที่สำคัญที่จะอธิบายธรรมชาติของการสั่นของ โมเลกุลอากาศ จากการเปลี่ยนแปลงความดันอากาศ หรือการเคลื่อนที่ของคลื่นเสียงในตัวกลาง ในที่นี้ คือ อากาศผ่านกระบวนการ ได้ยินของมนุษย์จนได้รับรู้ความรู้สึกของเสียงนั้น มีอยู่ 2 พารามิเตอร์สำคัญ คือ ความถี่ของเสียง และความยาวคลื่นเสียง ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับอัตราเร็วของเสียงในอากาศ ทิศทางการแผ่กระจายของเสียง และเวลาที่เสียงเดินทางจากแหล่งกำเนิด ไปยังผู้รับเสียง นอกจากนี้ยังมีคุณสมบัติทางฟิสิกส์อื่นๆ

2.8.1 ความถี่ (frequency, f in Hz)

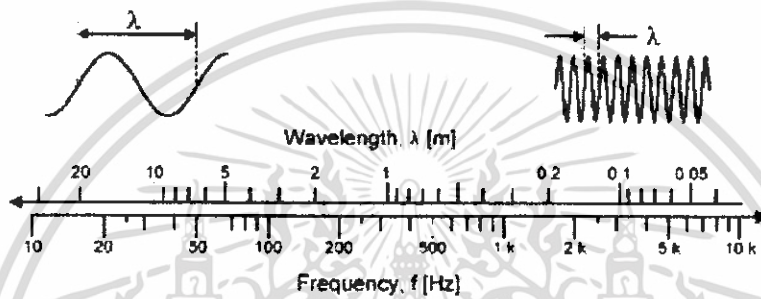
การเคลื่อนที่ของความดันอากาศในตัวอย่างการเคาะส้อมเสียง หรือการเคลื่อนที่ของลูกตุ้มในท่อ เกิดปรากฏการณ์ส่วนอัดส่วนขยายเดินไปตามท่อ ซึ่งนำมาเขียนกราฟระหว่างแอมพลิจูดกับเวลา หรือแอมพลิจูดกับระยะทาง จะได้กราฟรูป Sine wave (รูปที่ 2.5) จำนวนรอบการเกิดส่วนอัดส่วนขยาย เราเรียกว่า ความถี่ของคลื่น มีหน่วยเป็นรอบต่อวินาที

2.8.2 ความยาวคลื่น (Wavelength, λ in meters)

จากกราฟของการเคลื่อนที่ของคลื่นเสียงระหว่างแอมพลิจูดกับระยะทาง ความยาวคลื่นเสียง คือ ระยะทางจากยอดคลื่นหนึ่ง ไปอีกยอดคลื่นหนึ่ง หรือระยะทางของการเกิดคลื่น 1 คลื่น (รูปที่ 2.6) มีหน่วยเป็นเมตร และความยาวคลื่นมีความสำคัญอย่างมากในการศึกษาการควบคุมเสียง



รูปที่ 2.5 แสดงไซน์เวฟ (Sine Wave)



รูปที่ 2.6 แสดงความยาวคลื่นกับความถี่

2.8.3 คาบ (period, T in seconds)

คาบ คือ ระยะเวลาการสั้นของคลื่นครบ 1 รอบ หรือระยะเวลาที่ครบหนึ่งความยาวคลื่น (รูปที่ 2.5 แอมพลิจูดกับเวลา) มีหน่วยเป็น วินาที คาบมีความสัมพันธ์กับความถี่ของเสียง ดังสมการที่ 2.1

$$T = \frac{1}{f}$$

... (2.1)

2.8.4 อัตราเร็วของเสียงในอากาศ (Speed of sound, c in meter/second)

อัตราเร็วในการเคลื่อนที่ของเสียงในอากาศ (Sound propagation) คือ อัตราเร็วในการเคลื่อนที่ของคลื่นความดันเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงไปในอากาศ มีหน่วยเป็นเมตรต่อวินาที (m/s) อัตราเร็วของเสียงแปรผันตามรากที่สองของอุณหภูมิสัมบูรณ์ (องศาเคลวิน, T in K) ของตัวกลาง ดังนั้นอัตราเร็วของเสียงในอากาศที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส (t in °C) ความดันบรรยากาศ จะมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าประมาณ 334 เมตรต่อวินาที นอกจากนี้อัตราเร็วของเสียงยังมีความสัมพันธ์กับความถี่และความยาวคลื่น สมการที่ 2.3

$$c \propto \sqrt{T} \Rightarrow c = c_0 \sqrt{\frac{273 + t^\circ\text{C}}{273}} = 331.5 \sqrt{\frac{273 + t^\circ\text{C}}{273}} \quad \dots (2.2)$$

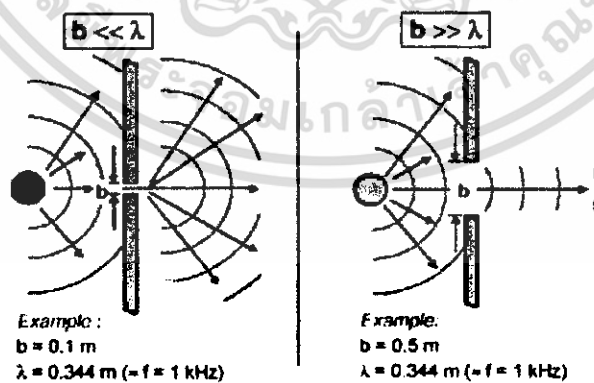
โดยที่ C : อัตราเร็วเสียงที่ $t^\circ\text{C}$
 C_0 : อัตราเร็วเสียงที่ 0°C

$$c = f\lambda$$

... (2.3)

2.8.5 การแพร่ของคลื่นเสียง (Diffusion of sound wave)

การแพร่ของคลื่นเสียงเป็นปรากฏการณ์การแพร่ของคลื่นเสียง เมื่อเดินทางผ่านช่องเปิด หรือรู ที่ผนัง หรือแผ่นกั้นเสียง ถ้าเส้นผ่าศูนย์กลางของช่องเปิด หรือรูมีขนาดเล็กกว่าความยาวคลื่น คลื่นเสียงจะผ่านช่องเปิด และเกิดเป็นรูปแบบรอบทิศทาง (Omni-directional) จากช่องเปิดคล้ายเป็นแหล่งกำเนิดเสียงใหม่ ถ้าช่องเปิดมีขนาดใหญ่กว่าความยาวคลื่นนั้น คลื่นเสียงจะผ่านช่องเปิดไปได้โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลง (รูปที่ 1-7)



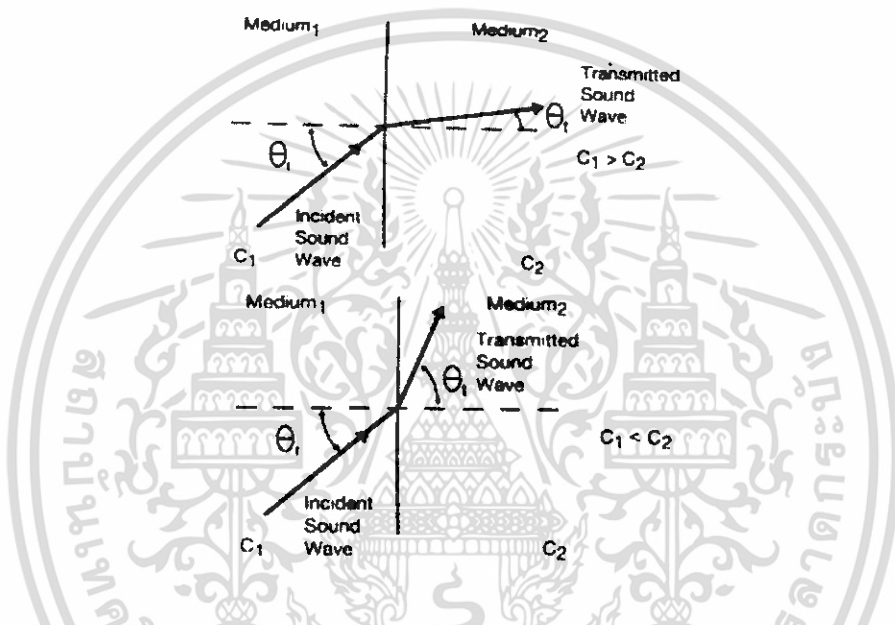
รูปที่ 2.7 แสดงการแพร่ของคลื่นเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

2.8.6 การหักเหของคลื่นเสียง (Refraction of sound wave)

เป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น เมื่อคลื่นเสียงเดินทางผ่านตัวกลาง คือ อากาศที่มีสถานะแวดล้อมที่แตกต่างกัน (รูปที่ 2.8) การหักเหของเสียงนี้ จะขึ้นอยู่กับกฎของ Snell Zสมการที่ 2.4) ซึ่งกล่าวได้ว่า คลื่นเสียงจะเปลี่ยนทิศทาง ด้วยอัตราเร็วไม่เท่ากัน เมื่อเคลื่อนที่ไปในอากาศที่มีสถานะแวดล้อมแตกต่างกันในขณะนั้น เช่น อุณหภูมิ ความชื้น ทิศทาง และความเร็วลม



รูปที่ 2.8 แสดงการหักเหของคลื่นเสียงในอากาศที่มีอุณหภูมิแตกต่างกัน

$$\frac{C_2}{C_1} = \frac{\sin \theta_t}{\sin \theta_i}$$

... (2.4)

- C_1 : อัตราเร็วของคลื่นเสียง ในอากาศที่เสียงตกกระทบ (incident medium)
- C_2 : อัตราเร็วของคลื่นเสียง ในอากาศที่เสียงหักเหผ่านไป (transmitting medium)
- θ_t : มุมของการส่งผ่าน (transmitting angle)
- θ_i : มุมตกกระทบ (incident angle)

2.8.7 การสะท้อนของคลื่นเสียง (Reflection of sound wave)

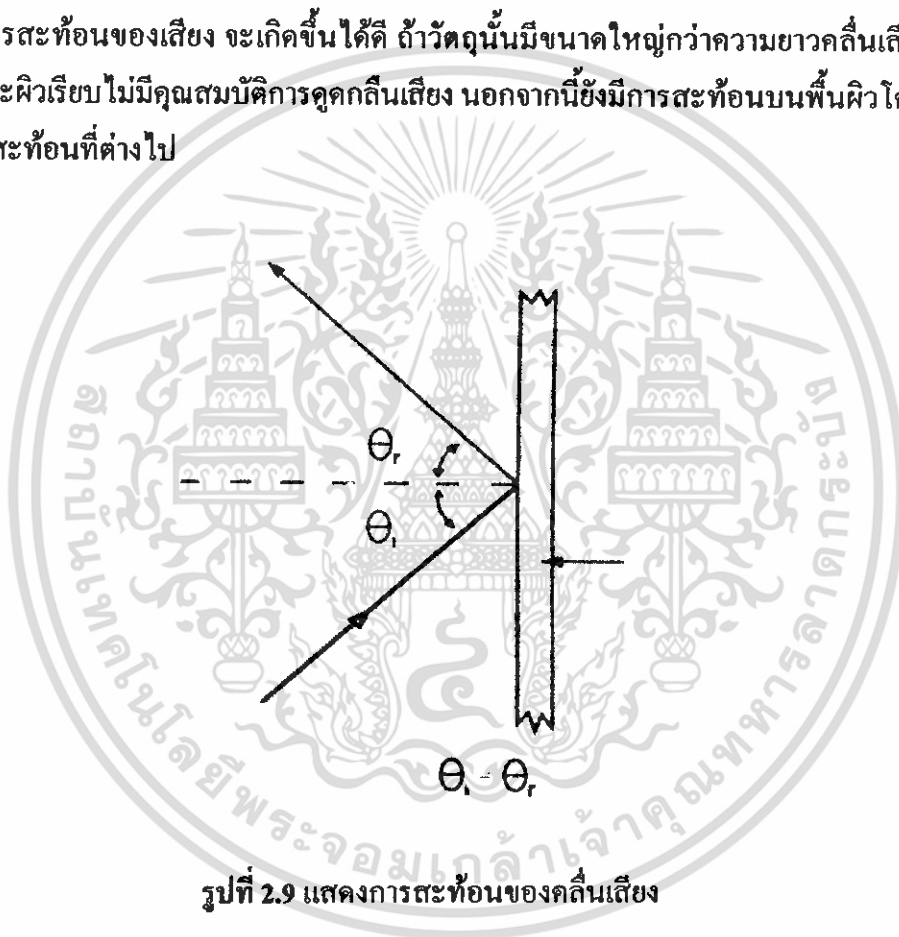
ปรากฏการณ์การสะท้อนของคลื่นเสียง เมื่อเดินทางกระทบพื้นผิวของวัตถุ มุมตกกระทบ จะเท่ากับมุมสะท้อน (รูปที่ 2.9)

$$\theta_i = \theta_r \quad \dots (2.5)$$

θ_i = มุมกระทบ

θ_r = มุมสะท้อน

การสะท้อนของเสียง จะเกิดขึ้นได้ดี ถ้าวัตถุนั้นมีขนาดใหญ่กว่าความยาวคลื่นเสียงที่ตกกระทบ และผิวเรียบ ไม่มีคุณสมบัติการดูดกลืนเสียง นอกจากนี้ยังมีการสะท้อนบนพื้นผิวโค้งต่างๆ จะเกิดการสะท้อนที่ต่างไป

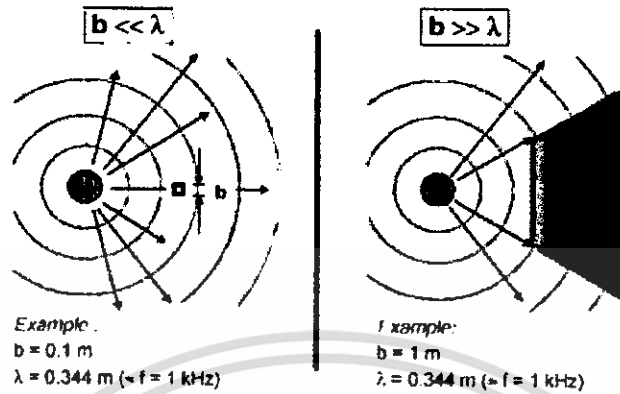


รูปที่ 2.9 แสดงการสะท้อนของคลื่นเสียง

2.8.8 การเลี้ยวเบนของคลื่นเสียง (Diffraction of sound wave)

ปรากฏการณ์การเลี้ยวเบนของคลื่นเสียงเกิดขึ้นเมื่อคลื่นเสียงเดินทางไปกระทบสิ่งกีดขวาง ในสนามเสียง ขนาดของสิ่งกีดขวางมีผลต่อพื้นที่ที่จะเป็นจุดอับเสียง (Shadow zone) บริเวณหลังสิ่งกีดขวางนั้น ถ้าขนาดของสิ่งกีดขวางเล็กกว่าความยาวคลื่นเสียงในสนามเสียงนั้น ผลของการเลี้ยวเบนของเสียงเกิดขึ้นน้อยมากแทบไม่สามารถสังเกตเห็นได้เลย ในขณะที่ถ้าขนาดของสิ่งกีด

ขวางใหญ่กว่าความยาวคลื่นเสียงในสนามเสียงนั้น จะเกิดบริเวณที่เป็นจุดอับเสียงขึ้นหลังสิ่งกีดขวาง เช่น กรณีการลดทอนของเสียงเนื่องจากกำแพงกันเสียง (รูปที่ 2.10)



รูปที่ 2.10 แสดงการเลี้ยวเบนของคลื่นเสียง

2.8.9 ความเข้มเสียง (Sound Intensity)

ความเข้มเสียง (Sound intensity, I) เป็นปริมาณเวกเตอร์ (Vector) ในขณะที่ความดันเสียง (Sound pressure) เป็นปริมาณสเกลาร์ (Scalar) โดยที่ความเข้มเสียง คือ พลังงานเสียงต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ต่อหน่วยเวลา

$$\text{Sound Intensity} = \text{Sound Pressure} \times \text{Particle Velocity}$$

$$I = p \cdot \vec{u} = \frac{1}{T} \int_0^T p \cdot u dt \quad \dots (2.6)$$

ความระดับเข้มเสียงมีความสัมพันธ์กับระดับกำลังเสียง และระดับความดันเสียง ดังนิยามต่อไปนี้ระดับความเข้มเสียง

ระดับความเข้มเสียง $L_I = 10 \log (I / I_0)$ dB re 10^{-12} W/m $\dots (2.7)$
 (Sound intensity level, L_I in dB): $[I_0 = 10 \text{ W/m}]$

ระดับกำลังเสียง $L_W = 10 \log (P / P_0)$ dB re 10^{-12} W $\dots (2.8)$
 (Sound power level, L_W in dB): $[P_0 = 10 \text{ W}]$

ระดับความดันเสียง $L_p = 10 \log (p / p_0^2)$ dB re $20 \mu\text{Pa}$ $\dots (2.9)$
 (Sound pressure level, L_p in dB): $[P_0 = 20 \mu\text{Pa}]$

โดยที่

P : กำลังเสียงของแหล่งกำเนิดเสียง

P_0 : กำลังเสียงอ้างอิงเท่ากับ 10^{-12} W/m^2

I : ความเข้มเสียงที่ได้รับ

I_0 : ความเข้มเสียงอ้างอิงเท่ากับ 10^{-12} W/m^2

p : ความดันเสียงที่ไต่ยีน

p_0 : ความดันเสียงอ้างอิงเท่ากับ $20 \text{ } \mu\text{Pa}$

μ : ความเร็วอนุภาค

2.8.10 การคำนวณเดซิเบล

การอธิบายความดันเสียงที่หูมนุษย์ไต่ยีน โดยใช้การเปลี่ยนแปลงความดันเสียง (Sound pressure) ในหน่วยปาสคาล (Pa) นั้นยุ่งยากและไม่สะดวก เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยก็ทำให้หูเรารับรู้เสียงได้แล้ว ดังนั้น จึงมีการคิดค้นหน่วยทำให้กล่าวถึงความดันเสียงที่หูไต่ยีนได้ง่ายกว่า คือ เบล (Bels) แต่ก็ยังเป็นหน่วยที่ใหญ่เกินไป สำหรับระดับความดันเสียงที่หูมนุษย์ไต่ยีน จึงทำให้เหมาะสมเป็นหน่วย เดซิเบล (decibel, dB)

$$\text{เนื่องจาก} \quad I \propto p^2 \quad \dots (2.10)$$

$$\text{ดังนั้น} \quad L_p = \log (I / I_0) = \log (P / P_0) \quad \dots (2.11)$$

การคำนวณความดันเสียง (Sound pressure) ในหน่วยปาสคาลเป็นระดับความดันเสียง (Sound pressure level) ในหน่วยเดซิเบล สามารถทำได้ตามสมการที่ 2.12 ซึ่งจะเห็นได้ว่าระดับเสียงในหน่วยเดซิเบลไม่สามารถจะคำนวณได้ด้วยวิธีการบวกเลขแบบเลขคณิต แต่จะต้องเป็นการคำนวณภายใต้กฎของ ลอการิทึม ซึ่งในกฎของลอการิทึม $1+1$ ไม่เท่ากับ 2 ถ้าพลังงานเสียงเพิ่มขึ้น ความเข้มของเสียงจะเพิ่มขึ้นเป็นไปตามตารางที่ 2.1

$$L_p = 10 \log (I / I_0) = 10 \log (P^2 / P_0^2) = 20 \log (P / P_0) \text{decibel, dB re } 20 \text{ } \mu\text{Pa} \quad \dots (2.12)$$

ตารางที่ 2.2 แสดงการเพิ่มของพลังงานเสียง

การเพิ่มของพลังงานเสียง (dB)	ความเข้มเสียงที่เพิ่มขึ้น
3	2 เท่า
10	มากกว่า 10 เท่า
20	มากกว่า 100 เท่า
30	มากกว่า 1000 เท่า

การรวมเดซิเบล (Decibel addition)

เมื่อแหล่งกำเนิดเสียงสองแหล่งที่อยู่ใกล้กัน และแผ่กระจายพลังงานเสียงออกโดยรอบ มีค่าระดับความดันเสียงเท่ากัน ($L_{p1} = L_{p2} = X \text{ dB}$) หรืออาจกล่าวได้ว่า หากมีพลังงานเสียงเพิ่มขึ้น 2 เท่า ค่าระดับความดันเสียงจะเพิ่มขึ้น 3 dB ($L_{p1}+L_{p2} = X+3 \text{ dB}$) จะเห็นได้ว่า $X+X \neq 2X \text{ dB}$ ตัวอย่างเช่น $50+50 \neq (2 \times 50) \text{ dB}$ แต่จะมีค่าเท่ากับ $50+3 = 53 \text{ dB}$ ตามการรวมกันแบบลอการิทึม หรือดังตัวอย่างการรวมหลายค่าเข้าด้วยกัน เช่น

$$L_{p1} = 55 \text{ dB}$$

$$L_{p2} = 58 \text{ dB}$$

$$L_{p3} = 57 \text{ dB}$$

$$L_{p4} = 54 \text{ dB}$$

$$= 10 \log \left[\sum_{i=1}^n 10^{L_i/10} \right]$$

$$= 10 \log [10^{55/10} + 10^{58/10} + 10^{57/10} + 10^{54/10}] = 62.3 \text{ dB}$$

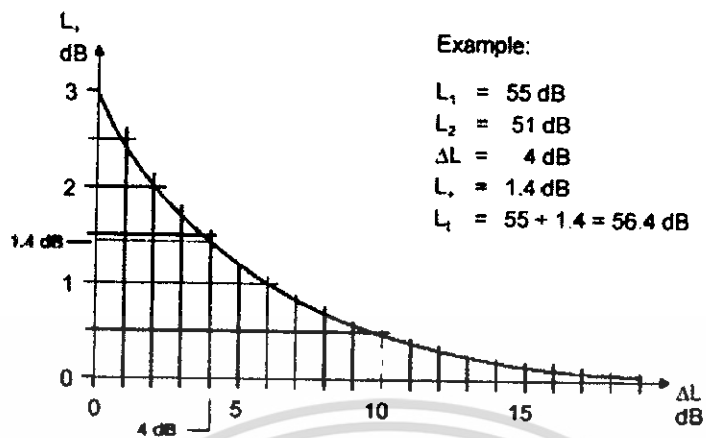
นับได้ว่ายุ่งยากและซับซ้อน เพื่อให้การคำนวณระดับความดันเสียงในหน่วยเดซิเบลง่ายขึ้น และนำไปใช้ได้อย่างรวดเร็วในการสำรวจข้อมูลภาคสนาม แนะนำให้ใช้วิธีการต่อไปนี้

ขั้นตอนการรวมเดซิเบล

- คำนวณค่าความแตกต่างระหว่างค่าระดับเสียง 2 ค่า ที่ต้องการจะรวมกัน ค่าความแตกต่างไปอ่านค่าแก้ไขในตารางที่ 2.3
- นำค่าแก้ไขที่อ่านได้จากตารางที่ 2.3 มาบวกกับค่าระดับเสียงสูงสุดในสองค่าที่นำมา รวมกัน

ถ้ามีการรวมเดซิเบลหลายค่าด้วยกัน แนะนำให้นำข้อมูลมาวางเรียงลำดับก่อนที่จะนำมาบวกกันด้วยวิธีนี้ทีละคู่ ตามขั้นตอนที่กล่าวมา หรือจะใช้สูตรคำนวณแบบลอการิทึม โดยใช้โปรแกรมสเปรดชีต เช่น MS-Excel เป็นต้น หากใช้วิธีตามที่กล่าวมาคำนวณผลรวมเดซิเบลของ 4 ค่า (55,58,57,54,dB) ผลจะได้ประมาณ 62.5dB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.11 กราฟค่าแก้ไขในการรวมเดซิเบล

ตารางที่ 2.3 แสดงค่าแก้ไขรวมเดซิเบล

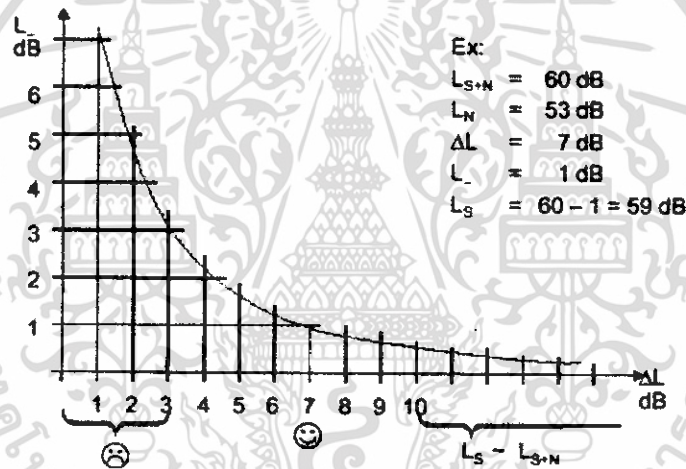
ค่าความแตกต่าง (dB)	ค่าแก้ไข (dB)
0	3.0
1	2.5
2	2.0
3	2.0
4	1.5
5	1.0
6	1.0
7	1.0
8	0.5
9	0.5
10	0.5
11	0.5
12	0.5
13 หรือมากกว่า	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การลบเดซิเบล (Decibel subtraction)

เมื่อมีแหล่งกำเนิดเสียงหลายตัวอยู่ในบริเวณเดียวกัน วัดระดับเสียงได้เป็นค่าระดับเสียงพื้นฐานซึ่งเป็นเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงทุกตัวรวมกัน ทราบว่าแหล่งกำเนิดเสียงตัวที่เราสนใจมีค่าระดับความเสียงค่าหนึ่ง ต้องการทราบว่า ถ้าไม่มีระดับเสียงที่เราสนใจนั้น ระดับเสียงพื้นฐานจะเป็นเท่าใด ในสถานการณ์เช่นนี้เราจะต้องใช้การลบเดซิเบลในการคำนวณหาค่าระดับเสียงพื้นฐานขึ้นตอนในการลบเดซิเบล

- คำนวณค่าความแตกต่างระหว่างค่าระดับเสียง 2 ค่า ที่ต้องการจะลบกัน ในกรณีที่ยกมา คือนำระดับเสียงพื้นฐาน (ทุกแหล่งกำเนิดเสียง) กับค่าระดับเสียงของแหล่งกำเนิดเสียงหนึ่ง มาเปรียบเทียบกับหาค่าความแตกต่าง นำค่าความแตกต่าง ไปอ่านค่าแก้ไขในตารางที่ 2.4



รูปที่ 2.12 แสดงกราฟค่าแก้ไขในการลบเดซิเบล

ตารางที่ 2.4 แสดงค่าแก้เบสเดซิเบล

ค่าความแตกต่าง (dB)	ค่าแก้ไข (dB)
0	0
1	7.0
2	4.5
3	3.0
4	2.0
5	1.5
6	1.5
7	1.0
8	0.5
9	0.5
10	0.5
11	0.5
12	0.5
13 หรือมากกว่า	0

2.9 การแผ่กระจายของเสียง (Sound Propagation)

2.9.1 สนามเสียง (Sound fields)

แหล่งกำเนิดใดๆ เมื่อแผ่กระจายพลังงานเสียงออก โดยรอบจะเกิดสนามเสียง (Sound field) ถ้าแหล่งกำเนิดเสียงอยู่ในห้อง จะเกิดสนามเสียงได้ 4 ลักษณะ (รูปที่ 2.13) ตามระยะทางโดยรอบแหล่งกำเนิดเสียง คือ

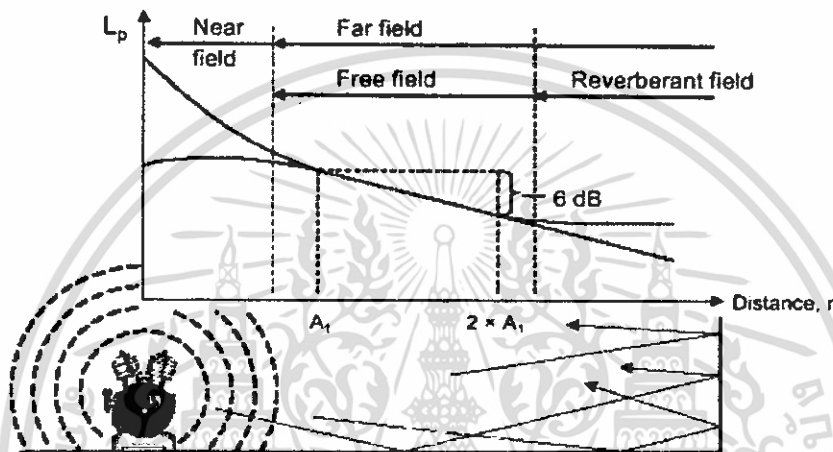
Near field บริเวณที่อยู่ใกล้แหล่งกำเนิดเสียงมาก และมีระดับเสียงเปลี่ยนแปลงตามระยะทางน้อยมาก หรือไม่เปลี่ยนแปลงเลย อาจกล่าวได้ว่าเป็นบริเวณที่ระยะทางจากแหล่งกำเนิดเสียงน้อยกว่าความยาวคลื่นของความถี่ที่ต่ำที่สุดที่แผ่จากแหล่งกำเนิดเสียงนั้น หรือน้อยกว่าสองเท่าของขนาดกว้างยาวที่ใหญ่ที่สุดของแหล่งกำเนิดเสียง ตามปกติแล้วเราจะไม่ตรวจวัดเสียงพื้นฐานหรือเสียงในสิ่งแวดล้อมในบริเวณนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Far field บริเวณที่ต่อจาก near field ในสนามเสียงตามแนวการแผ่กระจายของเสียงจากแหล่งกำเนิด ประกอบด้วย free field และ reverberant field

Free field บริเวณที่ถ้าเป็นพื้นที่เปิดโล่งไม่มีผนังสะท้อนเสียงใดๆ ในแนวทางการผ่านของเสียง ซึ่งหมายถึง บริเวณที่จะเกิดรูปแบบการลดทอนเสียงของแหล่งกำเนิดเสียงแบบจุด คือ ระดับเสียงจะลดลง 6 dB เมื่อระยะทางเพิ่มขึ้นสองเท่า

Reverberant field บริเวณที่ใกล้กับกำแพง ผนังห้อง หรือผนังสะท้อนเสียงใดๆ ที่อยู่ในเส้นทางผ่านของเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียง



รูปที่ 2.13 สนามเสียง (Sound Field)

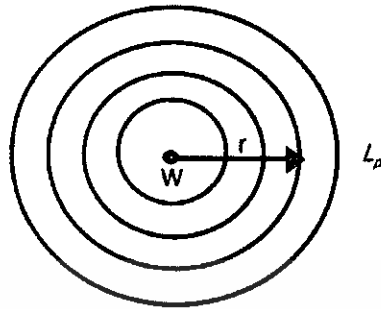
2.9.2 ชนิดของแหล่งกำเนิดเสียง (Type of Sound Sources)

แหล่งกำเนิดเสียงตามทฤษฎีการลดทอนเสียงมี 3 ชนิด ได้แก่ แหล่งกำเนิดเสียงแบบจุด (Point source) แหล่งกำเนิดเสียงแบบเส้น (Line source) แหล่งกำเนิดเสียงแบบพื้นที่ (Area or Plane source)

แหล่งกำเนิดเสียงแบบจุด (Point source or Spherical source)

แหล่งกำเนิดเสียงแบบจุด จะแผ่กระจายพลังงานเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงเป็นรูปทรงกลม (Sphere) ตามแนวรัศมีของทรงกลมหรือระยะทางจากจุดกึ่งกลางแหล่งกำเนิดเสียงถึงจุดรับเสียง (รูปที่ 2.14) จากนิยามของความเข้มเสียง และความสัมพันธ์ระหว่างระดับกำลังเสียงและระดับความดันเสียง สามารถอธิบายการแผ่กระจายของเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงแบบจุด ได้ดังสมการที่ 2.13 ถึง 2.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.14 แสดงแหล่งกำเนิดเสียงแบบจุด

$$I = (P / S) \quad \text{W/m}^2 \quad \dots (2.13)$$

$$L_P = 10 \log \{(P/S) / (P_0/S_0)\} = 10 \log (P/P_0) + 10 \log (1/r^2) \text{ dB re } 20\mu\text{Pa} \quad \dots (2.14)$$

$$L_P = L_W - 20 \log r - 11 \quad \text{dB} \quad \dots (2.15)$$

ถ้า $r = 1$

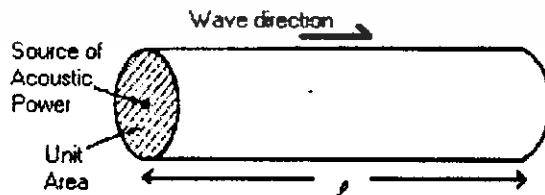
$$\Rightarrow L_{P1} - L_P = -20 \log 2 = -20 \times 0.3 = -6 \text{ dB} \quad \dots (1.16)$$

$r_1 = 2r$

ดังนั้น แหล่งกำเนิดเสียงแบบจุด เมื่อระยะทางเพิ่มขึ้นสองเท่า ระดับเสียงจะลดลง 6 dB

แหล่งกำเนิดเสียงแบบเส้น (Line source)

แหล่งกำเนิดเสียงแบบเส้น มีการแผ่กระจายพลังงานเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงเป็นรูปทรงกระบอก (Cylindrical surface) จากแนวกึ่งกลางของแหล่งกำเนิดเสียงตามระยะทางในแนวเส้นรัศมี (รูปที่ 2.15) จากนิยามของความเข้มเสียงและความสัมพันธ์ระหว่างระดับกำลังเสียงและระดับความดันเสียง สามารถอธิบายการแผ่กระจายของเสียง จากแหล่งกำเนิดเสียงแบบเส้นได้



รูปที่ 2.15 แสดงแหล่งกำเนิดเสียงแบบเส้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้า $r=1$

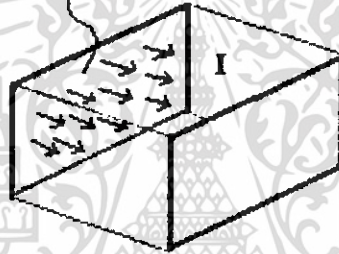
$$\Rightarrow L_{p1} - L_p = -10 \log 2 = -10 \times 0.3 = -3 \text{ dB} \quad \dots (2.17)$$

$r_1 = 2r$

ดังนั้น แหล่งกำเนิดเสียงแบบเส้น เมื่อระยะทางเพิ่มขึ้นสองเท่าระดับเสียงจะลดลง 3 dB

แหล่งกำเนิดเสียงแบบพื้นที่ (Area source)

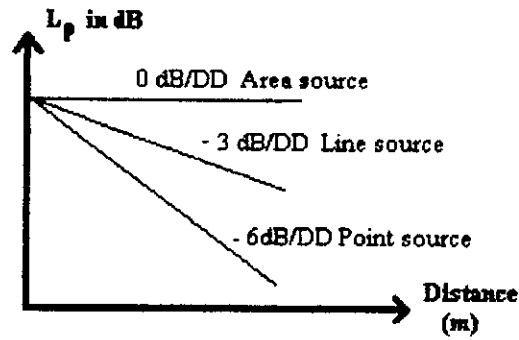
แหล่งกำเนิดเสียงแบบพื้นที่ มีการแผ่กระจายพลังงานเสียงออกจากแหล่งกำเนิดเสียงเป็นคลื่นระนาบ (Plane wave) จากแหล่งกำเนิดเสียงตามระยะทาง (รูปที่ 2.16) จากนิยามของความเข้มเสียงและความสัมพันธ์ระหว่างระดับกำลังเสียงและระดับความดันเสียง สามารถอธิบายการแผ่กระจายของเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงแบบพื้นที่



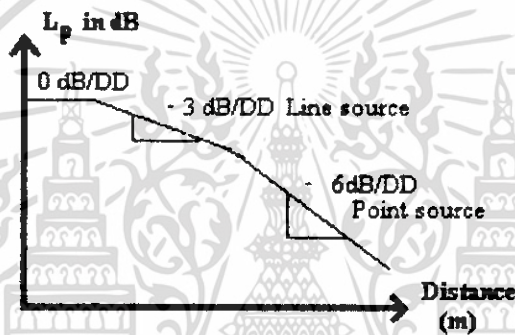
รูปที่ 2.16 แสดงแหล่งกำเนิดเสียงแบบพื้นที่

ดังนั้น แหล่งกำเนิดเสียงแบบพื้นที่ เมื่อระยะทางจะ ไม่มีผลต่อการลดทอนเสียงตามระยะทาง

แหล่งกำเนิดเสียงใดๆ ในทางปฏิบัติแล้ว จะคิดได้ว่าเป็นแหล่งกำเนิดเสียงชนิดใด ขึ้นอยู่กับระยะทางระหว่างแหล่งกำเนิดกับจุดรับเสียงหรือจุดสังเกต ดังนั้น ในการศึกษาเรื่องการแผ่กระจายของเสียงของแหล่งกำเนิดเสียงใดๆ จึงมีความจำเป็นต้องจัดทำกราฟแสดงรูปแบบของการลดทอนเสียง เนื่องจากระยะทางของแหล่งกำเนิดเสียงนั้น (Noise reduction performance pattern) เพื่อให้ทราบถึงลักษณะการลดทอนเสียง เนื่องจากระยะทางของแหล่งกำเนิดเสียงนั้นๆ (รูปที่ 2.17 และ 2.18)



รูปที่ 2.17 แสดงแบบการลดทอนเสียงตามทฤษฎี



รูปที่ 2.18 แสดงการลดทอนเสียงในทางปฏิบัติ

ดัชนีทิศทางของเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียง (Directivity Index)

แหล่งกำเนิดเสียงแบบจุดจะแผ่กระจายคลื่นเสียงออกโดยรอบสม่ำเสมอในทุกทิศทางทางเป็นรูปทรงกลม ดังนั้นถ้าตรวจวัดระดับความดันเสียงที่จุดใดๆ โดยรอบแหล่งกำเนิดเสียงที่ระยะทางห่างจากแหล่งกำเนิดเสียงที่ตรวจวัด ได้นั้นมีระดับเสียงไม่เท่ากัน บางทิศทางมีระดับความดันเสียงสูงกว่าหรือต่ำกว่าบางทิศทาง ถ้าลากเส้นเชื่อมต่อดูที่วัดระดับเสียงได้เท่ากันตามระยะทางจากแหล่งกำเนิดเสียงจนถึงจุดตรวจวัดเสียงนั้นๆ โดยรอบจะไม่ได้รูปทรงกลมตามทฤษฎี ที่เป็นเช่นนี้ เพราะแหล่งกำเนิดเสียงแต่ละแหล่งมีลักษณะของการส่งคลื่นเสียงที่ไม่สม่ำเสมอ หรือส่งพลังงานออกมาไม่สม่ำเสมอในทุกทิศทางนั่นเอง ค่าดัชนีทิศทางของเสียงจากแหล่งกำเนิดเป็นค่าที่แสดงให้เห็นว่า ในแต่ละทิศทางโดยรอบแหล่งกำเนิดเสียงมีค่าระดับความดันเสียงเป็นอย่างไร

ดัชนีทิศทางของเสียงจากแหล่งกำเนิดนี้นำไปใช้ในการประเมินค่าระดับความดันเสียงจากแหล่งกำเนิดในแบบจำลองสำหรับทำนายค่าระดับเสียง (Noise Prediction Model) เพื่อประเมินค่าระดับเสียงที่จุดใดๆ ให้มีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น ในทางทฤษฎีค่าดัชนีทิศทางเสียงจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แหล่งกำเนิด (Directivity index, DI_{θ} in dB) นี้คำนวณได้จากแฟกเตอร์แสดงเสียงตามทิศทาง จากแหล่งกำเนิด (Directivity factor, Q_{θ} in dB) ดังสมการที่ 2.18 และ 2.19 แต่ในทางปฏิบัติการหาค่าดัชนีทิศทางของเสียงจากแหล่งกำเนิดต้องทำการตรวจวัดระดับความดันเสียงในทิศทาง θ กับระดับเสียงที่คำนวณจากทฤษฎีของแหล่งกำเนิดเสียงนั้น แล้วนำมาคำนวณตามสมการ

$$DI_{\theta} = 10 \log Q_{\theta} = L_{P\theta} - L_{PS} \quad \text{dB} \quad \dots (2.18)$$




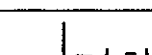
DI_{θ} : ของแหล่งกำเนิดเสียงที่มุม θ แล้วสำหรับความถี่ใดความถี่หนึ่ง

$L_{P\theta}$: วัดที่ระยะ r และมุม θ จากแหล่งกำเนิดเสียงที่ส่งกำลังเสียงออกมา W ใน free field

L_{PS} : วัดที่ระยะ r จากแหล่งกำเนิดเสียงที่ส่งกำลังเสียง W แต่สม่ำเสมอในทุกทิศทาง

$$\text{Directivity factor : } Q_{\theta} = P_{\theta}^2 / P_{\theta}^2 = 10^{L_{P\theta} - L_{PS}} \quad \dots (2.19)$$

Q_{θ} : คือ อัตราส่วนระหว่างความดันเสียงยกกำลังสองเฉลี่ย วัดที่มุม θ และระยะทางจากแหล่งกำเนิดแก่กำลัง ไปต่อความดันเสียงยกกำลังสองเฉลี่ยวัดที่ระยะเท่ากัน จากแหล่งกำเนิดที่ส่งกำลังเสียง W กระจายออกไปเท่ากันในทุกทิศทาง เพื่อให้เป็นการง่ายต่อการใช้งานในภาคสนาม แฟกเตอร์แสดงปัจจัยทิศทางของเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงจะนำมาใช้พิจารณาเมื่อมีการกล่าวถึงการแผ่กระจายพลังงานของแหล่งกำเนิดเสียง ดังต่อไปนี้

Source Location	Directivity Factor	Directivity Index, dB	
Free field	1	0	
On a flat plane	2	3	
At a junction of two planes	4	6	
At a junction of three planes	8	9	

รูปที่ 2.19 แสดงความสัมพันธ์ของดัชนีทิศทางของแหล่งกำเนิดเสียง กับแฟกเตอร์ของแหล่งกำเนิดเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาในเรื่องของเสียง ไม่ว่าจะเพื่อวัตถุประสงค์ใด เช่น การประเมิน การควบคุม และ การตรวจวัดระดับเสียง เป็นต้น พารามิเตอร์ที่จะใช้ในการแสดงค่าระดับเสียงที่บ่งถึงสถานการณ์เสียง ที่ถูกต้องตรงกับวัตถุประสงค์นั้นๆ มีความสำคัญอย่างยิ่ง ดังนั้นจะต้องมีการศึกษารายละเอียดวิธีการเก็บข้อมูล การตรวจวัด การคำนวณ และการประเมิน ที่เป็นวิธีการเฉพาะของแต่ละพารามิเตอร์ และสามารถนำไปใช้ในทางปฏิบัติได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

เสียงเมื่อเดินทางผ่านอากาศ มาที่อวัยวะรับการได้ยินของมนุษย์ คือ หู ซึ่งเป็นระบบเปิด และมีความไวต่อความดันอากาศมาก มนุษย์จะรู้สึกได้ยินก็ต่อเมื่อมีการนำสัญญาณเสียงนั้นผ่านระบบการได้ยินในหูชั้นต่างๆ แปลงเป็นสัญญาณประสาทโดยอวัยวะที่เรียกว่าเซลล์ขน สัญญาณประสาทส่งไปแปลผลที่สมอง มนุษย์จึงรับรู้ได้ว่าเสียงที่ได้ยินนั้นเป็นอย่างไร เพื่อจะอธิบายเสียงที่ได้ยิน ในเชิงสมการคณิตศาสตร์ สามารถทำได้ในสองลักษณะคือ ฟังก์ชันของเวลา (time domain) กับ ฟังก์ชันของความถี่ (frequency domain) รูปที่ 2.20

ฟังก์ชันของเวลา สามารถอธิบายเสียงในลักษณะ ระดับความดังของเสียงในช่วงระยะเวลาที่เปลี่ยนแปลงไปเท่านั้น แต่ไม่มีคำอธิบายใดๆ ในเชิงของความถี่ของเสียงนั้นว่ามีความถี่ต่ำหรือสูง ในขณะที่ฟังก์ชันของความถี่ สามารถอธิบายลักษณะของเสียงว่า มีความถี่เป็นอย่างไร สูงหรือต่ำ ซึ่งเป็นข้อมูลที่สำคัญในการเข้าใจถึงธรรมชาติของเสียงนั้นๆ ผลการระบกวอนของเสียงต่อมนุษย์นั้น นอกจากจะขึ้นอยู่กับระดับความดังแล้วยังขึ้นอยู่กับความถี่ของเสียงด้วย การอธิบายจะต้องทำการวิเคราะห์ความถี่ของสัญญาณเสียง มีหลายวิธี ที่นิยม ได้แก่ การวิเคราะห์ความถี่แบบออกเทฟ (octave band analysis) และ Fast Fourier Transform (FFT) ซึ่งจะให้ข้อมูลองค์ประกอบเด่นของความถี่ของระดับเสียงที่เราสนใจ และสามารถหาแหล่งกำเนิดที่แท้จริง ของเสียง ตลอดจนวิธีการลดระดับเสียงนั้นได้

ดังนั้น ถ้านำฟังก์ชันทั้งสองมาอธิบายลักษณะของเสียงในเวลาเดียวกัน ทำให้ทราบข้อมูลทั้งด้านระดับความดันเสียงที่เปลี่ยนแปลงไปในช่วงเวลาและองค์ประกอบความถี่เด่นต่างๆ ของเสียงนั้นๆ พร้อมกัน ทำให้สามารถเข้าใจถึงลักษณะธรรมชาติของเสียงนั้น ได้อย่างแท้จริง กล่าวคือ สามารถหาแหล่งกำเนิดที่แท้จริงของเสียงนั้นจากองค์ประกอบความถี่เด่น สามารถทำนายค่าระดับเสียง และสามารถนำเสนอแนวทางในการลดระดับเสียงนั้น ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ยกตัวอย่างเช่น เสียงจากมอเตอร์ ซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดเสียงอุตสาหกรรมและเป็นอุปกรณ์ที่มีอยู่ในเครื่องใช้และอุปกรณ์โดยทั่วไปที่มีองค์ประกอบความถี่เด่นชัดเจนจนเป็นลักษณะเสียง Pure tone หรือการวัดระดับเสียงในโรงงานอุตสาหกรรมเมื่อทำการตรวจวัด ในฟังก์ชันของเวลาและความถี่ จะพบข้อมูลที่แสดงให้เห็นถึง ระดับเสียงที่ความถี่เด่น หรือ Peak frequency ของเสียงในโรงงานนั้น ทำให้เราพบต้นเหตุที่แท้จริงของปัญหานั้น (source identification)

เมื่อเปรียบเทียบเสียงที่มีองค์ประกอบความถี่ค่อนข้างสูงกับเสียงที่มีความถี่ค่อนข้างต่ำ โดยที่มีระดับความดันเสียงเท่ากัน เสียงที่องค์ประกอบความถี่สูงจะเป็นเสียงที่ทำให้คนรู้สึกรำคาญมากกว่าเสียงที่มีองค์ประกอบความถี่ต่ำ ซึ่งเสียงความถี่ต่ำจะทำให้เรารู้สึกเหนื่อยแทนที่จะรู้สึกรำคาญ ข้อสังเกตนี้มาจากผลการศึกษานักวิจัยในต่างประเทศหลายท่าน ที่รู้จักกันคือ Equal Loudness Contour โดย Kryter และ Pearson ทำการศึกษาว่าระดับเสียงที่คล้ายคลึงกับการได้ยินของมนุษย์มากที่สุดในระดับความดังที่ได้ยิน และความถี่ต่างๆ นำมาเขียนเป็นกราฟแสดงให้เห็นว่าเสียงที่มนุษย์ได้ยินที่ระดับเสียงและความถี่ต่างๆ มีลักษณะไม่สม่ำเสมอ

เรานำสมการคณิตศาสตร์ มาอธิบายการเปลี่ยนแปลงฟังก์ชันของเวลาเป็นฟังก์ชันของความถี่ของข้อมูลเสียงซึ่งการเปลี่ยนแปลงฟังก์ชันของเวลาให้เป็นฟังก์ชันของความถี่ ทำได้โดยใช้สมการที่เรียกว่า Fourier Transform ในทางตรงกันข้ามการเปลี่ยนแปลงฟังก์ชันของความถี่ให้เป็นฟังก์ชันของเวลา ทำได้โดยใช้สมการที่เรียกว่า Inverse Fourier Transform แต่การวิเคราะห์ความถี่โดยใช้เครื่องวิเคราะห์ความถี่ (frequency analyzer) ในปัจจุบันสามารถวิเคราะห์ให้ได้ทั้งสองฟังก์ชันพร้อมๆ กัน

ในทางการศึกษาเรื่องเสียง นักวิจัยพยายามค้นหาวิธีการ หรือพารามิเตอร์มาเป็นตัวแทนจะสามารถอธิบายลักษณะของปัญหามลพิษทางเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงต่างๆ ที่ปรากฏอยู่ในสังคมมนุษย์ในพื้นที่ต่างๆ ของโลกซึ่งจะเห็นได้ว่าเป็นปัญหาที่มีขอบเขตอยู่ในท้องถิ่นเท่านั้น และปัจจัยสภาพแวดล้อมในทางกายภาพหรือทางฟิสิกส์ ค่อนข้างแน่นอน ไม่เปลี่ยนแปลง แต่ปัจจัยสภาพแวดล้อมในเชิงผลกระทบของเสียงด้านความรู้สึก (subjective) มีความผันแปรอย่างมาก และมีลักษณะค่อนข้างเฉพาะตัวขึ้นกับสังคมวัฒนธรรมของแต่ละท้องถิ่น คำพารามิเตอร์ที่มีการคิดค้นขึ้นมา เพื่ออธิบายธรรมชาติของเหตุการณ์ปัญหานั้น ถูกเรียกรวมๆ ว่า Sound Descriptor เมื่อมีการนำคำพารามิเตอร์นั้นมาใช้ก็มีผู้พบความจริงว่า ผลอธิบายของพารามิเตอร์นั้นๆ ไม่ถูกต้องเสมอไปในทุกกรณี ทำให้นักวิจัยบางท่านได้คิดค้นหาวิธีการตรวจวัดและพารามิเตอร์ที่ใช้อธิบายเหตุการณ์ของปัญหามลพิษทางเสียง ให้เคียงกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริงมากที่สุดของท้องถิ่นของตนเอง และพยายามบอกกล่าวว่า Descriptor ของคนนั้นมีความถูกต้องแม่นยำมากในการอธิบายธรรมชาติของเสียงในสถานการณ์ดังสมมติฐานของคุณ

การอธิบาย สัญญาณเสียงในฟังก์ชันของเวลาและความถี่ สามารถใช้พารามิเตอร์และการวิเคราะห์แบ่งออกเป็นกลุ่มได้ดังแผนภาพ (รูปที่ 2.21)

ฟังก์ชันของเวลา (time domain)

1. ค่าระดับเสียงเฉลี่ยรวมในหน่วยเวลาไม่คิดตามความถี่ (Average integration value without frequency appraisal) ได้แก่ L_p , L_A , L_{eq}
2. ค่าระดับเสียงขณะใดขณะหนึ่ง (instantaneous value) ได้แก่

3. ค่าระดับเสียงไม่คงที่ (Fluctuation with time) ได้แก่ Beat sound, Envelop curve

ฟังก์ชันของความถี่ (frequency domain)

1. ค่าระดับเสียงเฉลี่ยรวมคิดตามความถี่ (Average integration value with frequency appraisal) ได้แก่ Loudness, Noisiness, Noise Criterion (NC)

2. ค่าระดับเสียงเฉลี่ยรวมแบบสเปกตรัม (Average integration spectrum)

3. ค่าระดับเสียงขณะใดขณะหนึ่งแบบสเปกตรัม (instantaneous spectrum)

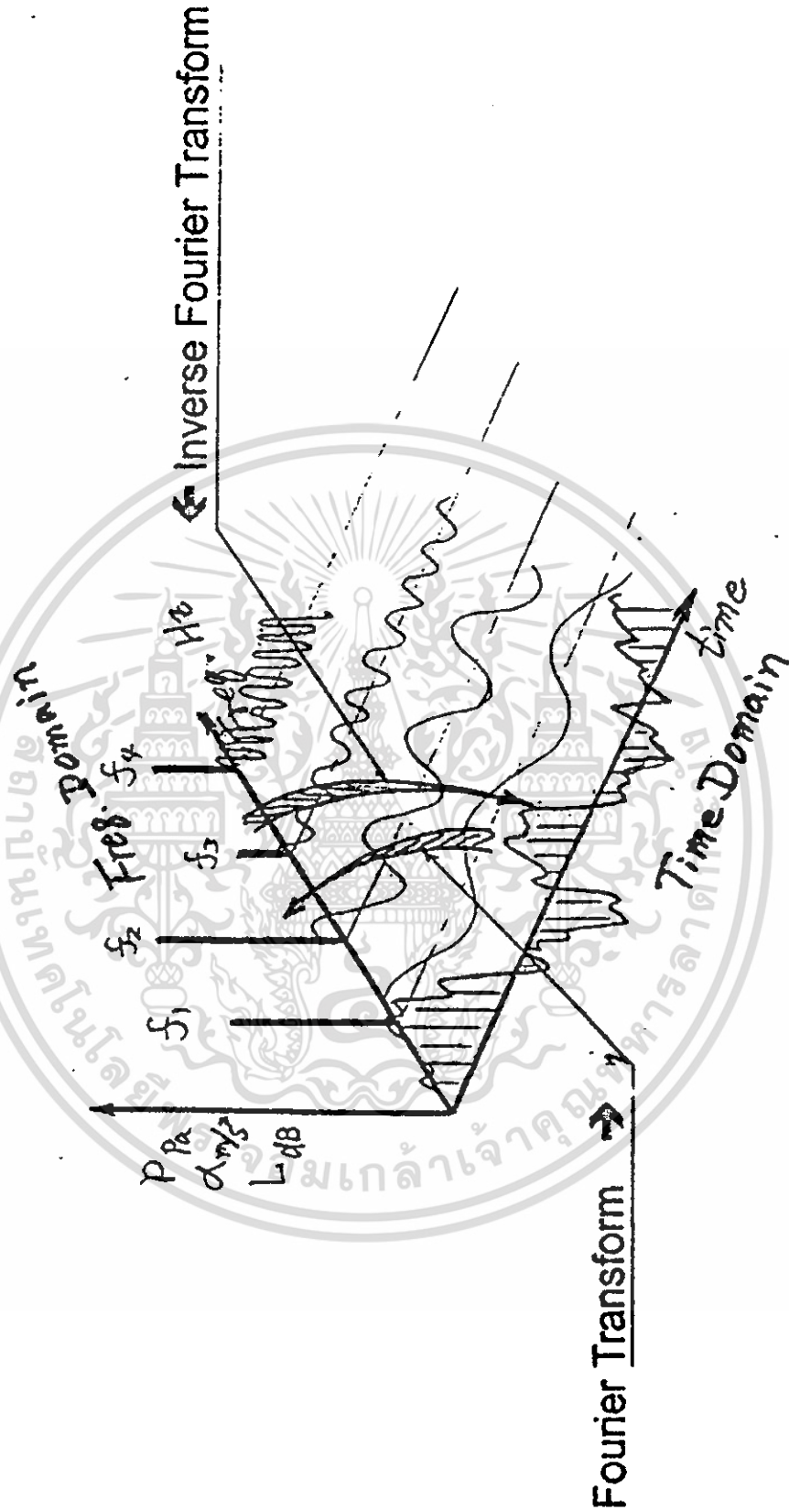
4. ค่าระดับเสียงไม่คงที่แบบสเปกตรัมในเทอมของเวลา (Fluctuation with time) ได้แก่ Envelop spectrum pattern



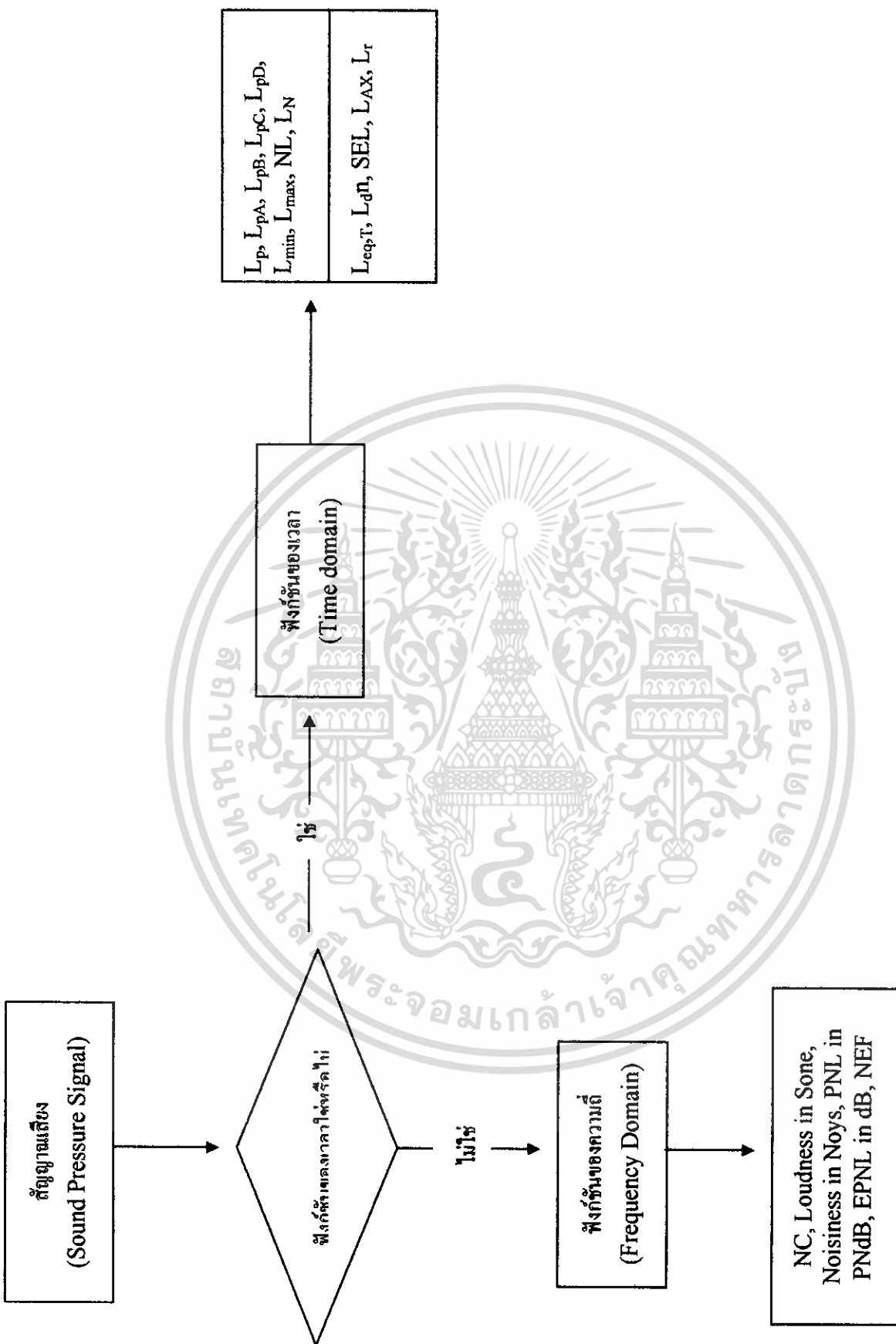
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Time Domain can be converted into Frequency Domain.

Time Domain \leftrightarrow Frequency Domain



รูปที่ 2.20 แสดงฟังก์ชันของเวลา (Time domain) และฟังก์ชันของความถี่ (Frequency domain)



รูปที่ 2.21 แสดงโครงสร้าง Noise Descriptor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10 กลุ่มฟังก์ชันของเวลา

2.10.1 เดซิเบล (Decibel, dB)

คือหน่วยวัดในสเกลของลอการิทึม ของระดับความเข้มของเสียงใดๆ (sound intensity) ต่อระดับความเข้มของเสียงมาตรฐานหรือระดับขีดเริ่มการได้ยิน (the threshold of hearing) (สมการ 2.20)

$$L = 10 \log_{10} \left(\frac{P}{P_{ref}} \right) \times 2 = 20 \log_{10} \left(\frac{P}{P_{ref}} \right) \quad \text{dB} \quad \dots (2.20)$$

โดยที่ $P_{ref} = 20 \mu\text{Pa}$

2.10.2 ระดับเสียง (Sound Level or Noise Level in dB)

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

2.10.3 ระดับความดันเสียงสูงสุด (Maximum sound pressure Level, L_{max} in dB)

คือค่าสูงสุดของระดับความดันเสียงที่ซึ่งปรากฏในช่วงเวลาที่กำหนดค่านี้จะขึ้นอยู่กับ frequency weighting และ time weighing เช่นค่าสูงสุดของ slow A-weighted sound pressure level ขณะที่เครื่องบินบินผ่านไปซึ่งใช้ในการประเมินเสียงจากเครื่องบิน (ดู perceived noise level, PNL)

2.10.4 ระดับความดันเสียงต่ำสุด (Minimum sound pressure level, L_{min} in dB)

คือ ค่าต่ำสุดของระดับความดันเสียงที่ปรากฏในช่วงเวลาที่กำหนด เป็นค่าที่ใช้ในขั้นตอนการประเมินผล

2.10.5 ระดับเสียง (Noise level, NL)

คือ ค่าพารามิเตอร์ที่สหรัฐอเมริกาใช้ในการบอกค่า SPL ที่อ่านได้จากมาตรระดับเสียงในแบบถ่วงน้ำหนักแบบ A และใช้ Time response “slow”

2.10.6 ระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมง (Equivalent sound pressure level, $L_{eq, 24hr}$ in dB)

คือค่าระดับเสียงในอุดมคติที่บอกการเปลี่ยนแปลงของระดับพลังงานเสียงที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาซึ่งเรามักเรียกกันว่า ค่าระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมง โดยมีการคำนวณได้ดังสมการที่ 2.21 และ 2.22 และรูปที่ 2.22

$$L_{Aeq,T} = 10 \log_{10} \left[\frac{1}{t_1 - t_2} \int_{t_1}^{t_2} \left(\frac{p_i}{p_0} \right)^2 dt \right] \text{ dB(A)} \quad \dots (2.21)$$

หรือ

$$L_{Aeq,T} = 10 \log_{10} \left[\frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^n 10^{L_i/10} \right) \right] \text{ dB(A)} \quad \dots (2.22)$$

โดยที่ P_i คือ Effective Pressure [Pa]

P_0 คือ Reference Pressure, 20

N คือ จำนวนครั้งของการวัด

L_i คือ ระดับเสียงที่ i

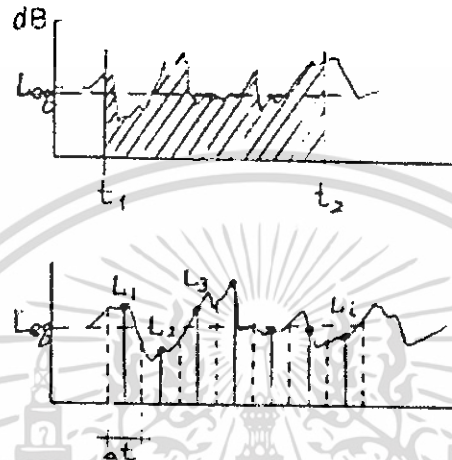
- การวัด $L_{Aeq,T}$ นั้นถ้าใช้ frequency weighting แบบใดหน่วยที่ใช้จะเปลี่ยนเป็นแบบนั้น เช่น $L_{Aeq,T}$ หน่วยเป็น dB(A) $L_{Beq,T}$ หน่วยเป็น dB(B) และ $L_{Ceq,T}$ หน่วยเป็น dB(C)
- ในกรณีที่ทราบระดับเสียงเป็นช่วงเวลาหนึ่ง (t) แล้ว ต้องการหาค่าระดับเสียงนั้น ในอีกช่วงเวลาหนึ่งๆ (T) โดยที่ $T \geq 1$ ให้ใช้สมการดังนี้ในการคำนวณได้

$$L_{eq,T} = L_p + 10 \log \frac{t}{T} \quad \dots (2.23)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่าง ถ้ามีระดับเสียงเฉลี่ยจากแหล่งกำเนิดหนึ่งในช่วงเวลา 0.5 ชั่วโมงมีค่า 100 dB ต้องการหาค่าระดับเสียงเฉลี่ยในช่วงเวลา 8 ชั่วโมง ทำได้ดังนี้

$$L_{eq,8hr} = 100 + 10 \log \frac{0.5}{8} = 88 \quad \text{dB}$$



รูปที่ 2.22 แสดงระดับเสียงเฉลี่ยในช่วงเวลา

ตารางที่ 2.5 แสดงตัวอย่างการคำนวณ

Source	$L_{eq,T}$ in dB(A)	T-time	Correction in dB(A)	Corrected Level in dB(A)
1	80	4	$-10 \log(4/8) = -3$	77
2	85	5	-6	79
3	77	8	0	77

$$L_{eq,8hr} = 10 \log(10^{7.7} + 10^{7.9} + 10^{7.7}) = 82.5 \quad \text{dB(A)}$$

หรือใช้สมการที่ 2.5

$$L_{eq,Thr} = 10 \log(10^{Lp1/10} \times t_1 + 10^{Lp2/10} \times t_2 + \dots + 10^{Lpn/10} \times t_n) - 10 \log(T) \quad \dots (2.24)$$

เท่ากับ

$$L_{eq,8hr} = 10 \log(10^{8.0} \times 4 + 10^{8.5} \times 2 + 10^{7.7} \times 8) - 10 \log(8) = 82.5 \quad \text{dB(A)}$$

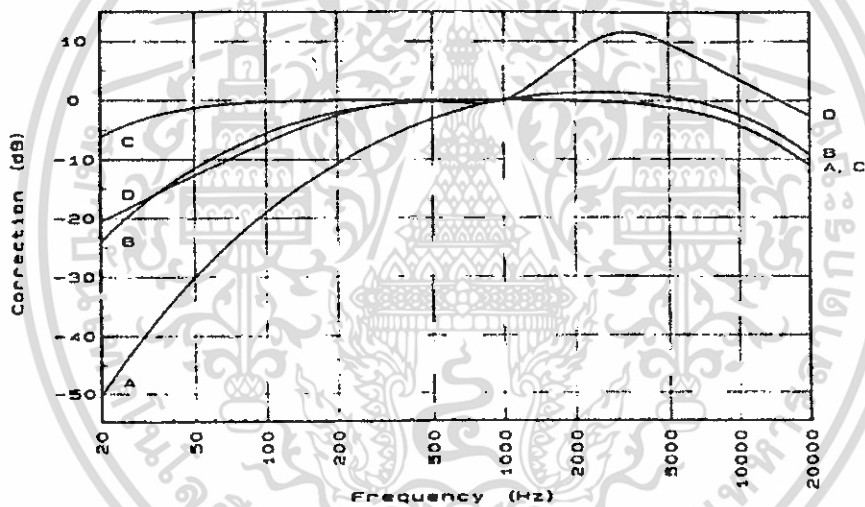
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10.6 ระดับเสียงเฉลี่ยกลางวัน กลางคืน (Day-Night sound pressure level, L_{dn} in dB)

คือ ค่า ที่ใช้การประเมินด้วยการบวก 10 dB เพิ่มเข้าไปกับค่า $L_{eq,1hr}$ ในชั่วโมงของ ช่วงเวลากลางคืน (22:00-07:00 น.) ปัจจุบันประเทศสหรัฐอเมริกาประกาศใช้เป็นกฎหมาย

2.10.7 ระดับความดันเสียงแบบถ่วงน้ำหนัก (Weighted sound pressure level)

คือระดับความดันเสียงที่ได้จากการวัดที่มีการถ่วงน้ำหนักความถี่ด้วยวัตถุประสงค์ต่างๆ กันในแต่ละช่วงความถี่เช่น การถ่วงน้ำหนักแบบ A จะให้ผลคล้ายกับการได้ยินของเขลาชนในหู ของมนุษย์มากที่สุด แบบ C จะเหมาะสมกับการศึกษาเสียงความถี่ต่ำ เป็นต้น



รูปที่ 2.23 วงจรถ่วงน้ำหนักความถี่แบบต่างๆ

ระดับความดันเสียงถ่วงน้ำหนักแบบ A หรือ dB(A) หรือ L_A dB(A)

คือ ความสัมพันธ์ของการถ่วงน้ำหนักแบบนี้เป็นการประมาณค่าตรวจวัดในมาตรฐานระดับเสียงโดยใช้วงจรถ่วงน้ำหนักแบบวงจรถ่วงน้ำหนักแบบหนึ่ง

ระดับความดันเสียงถ่วงน้ำหนักแบบ B หรือ dB(B) หรือ L_B dB(B)

คือ คล้ายกับ A แต่ค่าที่ได้ไม่สอดคล้องกับการตอบสนองของมนุษย์ต่อความดัง (loudness) เท่านั้นในทางปฏิบัติไม่ค่อยนำมาใช้เพราะไม่มีประโยชน์เกินกว่าการใช้แบบ A

ระดับความดันเสียงถ่วงน้ำหนักแบบ C หรือ dB(C) หรือ L_C dB(C)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คือ คล้ายกับทั้งแบบ A และ B เว้นแต่ค่าการตอบสนองของมนุษย์ต่อความดัง ที่ระดับ 30 dB สูงกว่าแบบ B มักใช้ในการอธิบายเสียง Sonic boom overpressure

ระดับความดันเสียงถ่วงน้ำหนักแบบ D หรือ dB(D) หรือ L_D dB

คือ ระดับความดันเสียงที่ใช้ในการอธิบายเสียงจากเครื่องบิน และไม่เหมือนกับแบบ A, B, และ C เพราะเป็นแบบที่ขึ้นอยู่กับ noisiness มากกว่าความดังและเคยใช้ในการประเมินเบื้องต้นสำหรับเสียงจากเครื่องบินในเทอมของ PN dB

2.10.8 ระดับเสียงที่ได้รับ (Sound exposure level, SEL in dB)

คือ ค่าระดับเสียงทางทฤษฎีที่ใช้ในการอธิบายระดับเสียงคนที่ในระยะเวลา 1 วินาที โดยรวมพลังงานเสียงทั้งหมดในช่วงเวลาที่ตรวจวัดช่วงสั้นๆ ของเหตุการณ์ใดเหตุการณ์หนึ่ง (สมการที่ 2.25) และรูปที่ 2.24

$$SEL = 10 \log \int_0^T \frac{p^2(t)}{P_0^2} dt \quad \text{dB} \quad \dots (2.25)$$

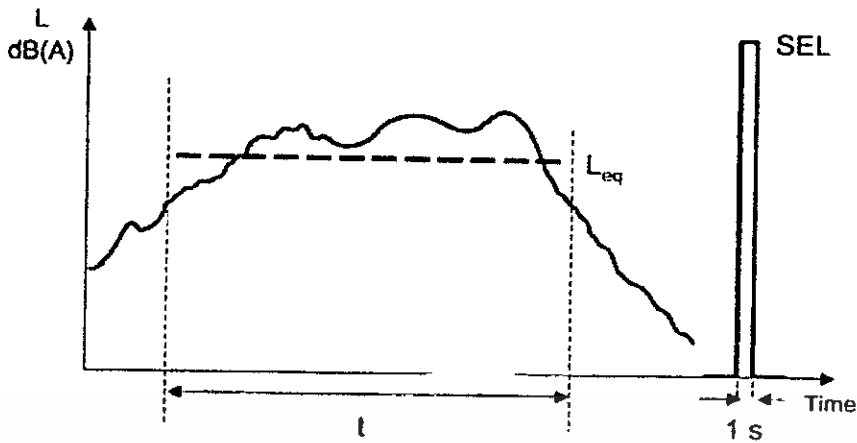
โดยที่ $p(t)$ คือ ความดันเสียงที่เปลี่ยนแปลงไปในช่วงเวลา T นิยมใช้ถ่วงน้ำหนักแบบ A สามารถหาความสัมพันธ์ระหว่างค่า SEL กับ L_{eq} ได้ (สมการที่ 2.26)

$$L_{eq,T} = SEL - 10 \log T \quad \text{dB} \quad \dots (2.26)$$

โดยที่ T คือ เวลาในหน่วยวินาทีในช่วงที่ตรวจวัด L_{eq} ถ้าเกิดเหตุการณ์ที่ตรวจวัด SEL หลายครั้งซ้ำกันๆ จะวิธีการหาความสัมพันธ์ระหว่าง SEL กับ L_{eq} (สมการ 2.27)

$$L_{eq,T} = SEL - 10 \log T + 10 \log N \quad \text{dB} \quad \dots (2.27)$$

โดยที่ N คือ จำนวนครั้งที่มีเหตุการณ์ซ้ำกัน



รูปที่ 2.24 แสดง Sound Exposure Level, SEL in dB

Single Event noise exposure level, L_{AX}
 คือ ค่า SEL ถ่วงน้ำหนักแบบ A มีการรวมกันของระดับเสียงในช่วงเวลาของเหตุการณ์
 ใดๆที่มีค่าต่ำกว่าค่าสูงสุด ในช่วง 10 dB

Statistical level, L_N in dB
 คือค่าระดับความผันผวนที่ใน N% ของระยะเวลาการตรวจวัด จะมีค่าระดับเสียงสูงกว่าค่า

- L_{90} คือ ค่าระดับเสียงของบริเวณนั้นที่ร้อยละ 90 ของเวลาที่ทำการตรวจวัดทั้งหมดมีค่าเกินกว่าค่า L_{90} หรือเรียกว่า “เสียงพื้นฐาน” ในมาตรฐานเสียงรบกวนของไทย
- L_5 คือ ค่าระดับเสียงของบริเวณนั้นที่ร้อยละ 5 ของเวลาที่ทำการตรวจวัดทั้งหมดมีค่าเกินกว่าค่า L_5 หรือค่าระดับเสียงที่สูงมากในบริเวณนี้ มีการประมาณค่า L_{eq} จาก ค่า L_5 ได้ L_{eq} คือ มีค่าประมาณ

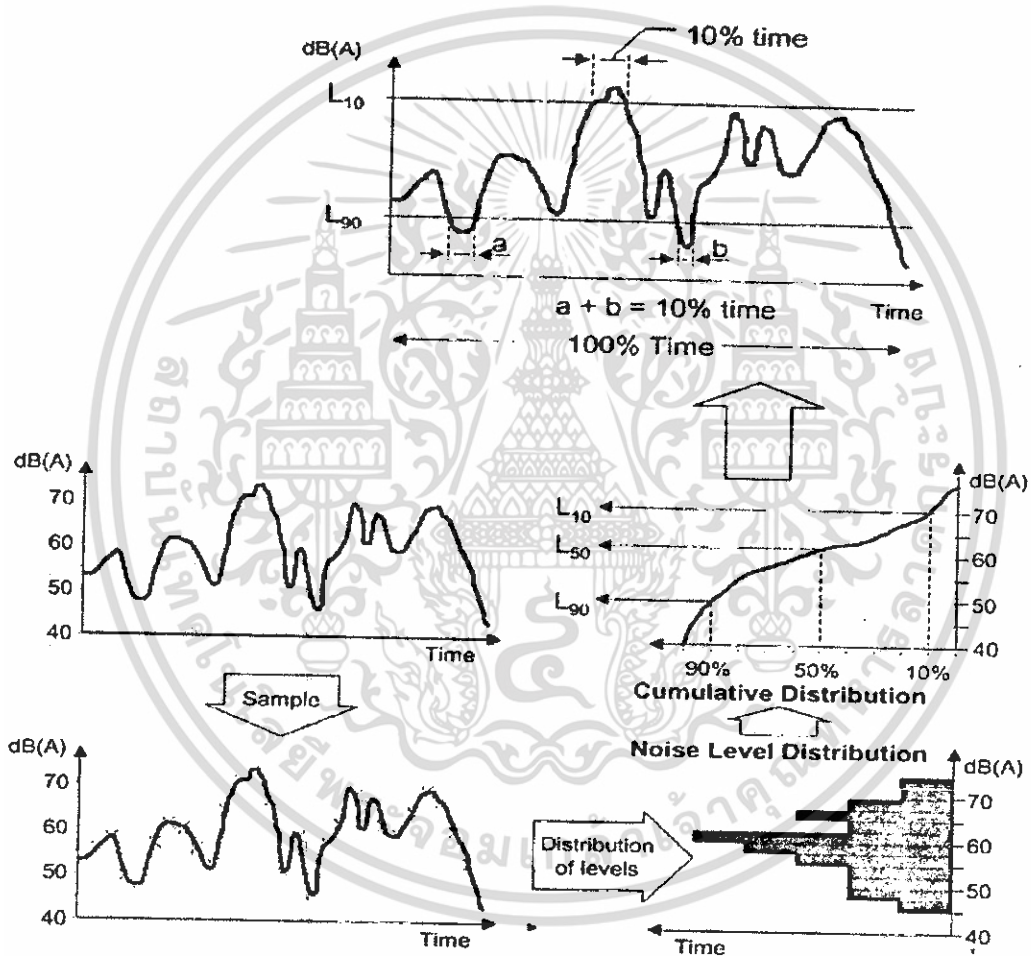
ในประเทศไทย L_{10} ถ่วงน้ำหนักแบบ A เคยใช้ในการตรวจวัดและประเมินระดับเสียงจากการจราจรที่มีปริมาณการจราจรหนาแน่น โดยใช้ค่าประมาณ (สมการที่ 2.28)

$$L_{10} \sim L_{eq} + 3 \text{ dB} \quad \dots (2.28)$$

ตัวอย่างวิธีการคำนวณ (รูปที่ 2.25)

- ตรวจวัดระดับเสียงแบบฟังก์ชันของเวลา เป็นระยะเวลาหนึ่งใดๆ ระยะเวลาหนึ่ง
- อ่านค่าระดับเสียงจากการแบ่งกราฟเป็นช่วงเวลาสั้น

- นำค่าที่ได้ไปสร้างกราฟความถี่สะสมเพื่อดูการกระจายของข้อมูลทั้งหมดในช่วงเวลาที่ตรวจวัดซึ่งสมมติให้เท่ากับ 100%
 - สร้างกราฟการกระจายตัวแบบปกติของข้อมูลความถี่สะสม อ่านค่าระดับเสียงเชิงสถิติได้จากกราฟ หรือถ้าพิจารณาในกราฟฟังก์ชันของเวลา ก็จะเป็นอย่างในรูปสุดท้ายของวิธีการคำนวณ
- ปัจจุบันมาตรฐานระดับเสียงส่วนใหญ่ที่ขายในท้องตลาดที่เป็นไปตามมาตรฐาน IEC 60804 จะสามารถอ่านค่านี้ได้จากเครื่องมือเลย



รูปที่ 2.25 แสดงตัวอย่างการเขียนกราฟความถี่สะสม และการอ่านค่า L_N

Rating Noise Level, L_r in dB

เป็นค่าที่มาจาก การคำนวณ โดยคำนึงถึงปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการระบวของเสียงที่มีต่อมนุษย์ การประเมินค่านี้ให้เป็นตัวแทนที่ดีที่สุดของค่าระดับเสียงรบกวนต่อชุมชน (Community Noise Annoyance) ตามปกติจะมีความแตกต่างในการประมาณค่านี้ของแต่ละประเทศ ขึ้นกับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจัยสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการรบกวนของเสียงในชุมชน รวมทั้งขึ้นอยู่กับลักษณะกิจกรรม วัฒนธรรมและประเพณีของคนในแต่ละท้องถิ่นด้วย นักวิจัยด้านเสียงชุมชนทั่วโลกมีการศึกษาไว้ ที่ ยกมาเป็นตัวอย่างในที่นี้เคยใช้อยู่ในมาตรฐาน นานาชาติประเมินเสียงรบกวนจากชุมชน มุ่งพิทักษ์ ประโยชน์ในการรักษาระดับเสียงพื้นฐานในชุมชนให้อยู่ในระดับที่ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ และ ไม่ก่อความเดือดร้อนรำคาญให้แก่คนในชุมชน ค่า L_r สามารถคำนวณได้ตามสมการ 2.10 โดยต้อง คำนึงถึงปัจจัยเหล่านี้

a : Peak factor or impulsive sound, 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 : สภาพของหน้าต่างของอาคารหรือห้อง (Window condition) ตารางที่ 2-4

ตารางที่ 2.6 แสดง Peak factor, Pure tone, ระยะเวลาในการเกิดเสียง

Characteristic feature of the noise		Correction dB(A)
Peak factor	Impulsive noise (e.g. noise from hammering)	+5
Spectrum character	Audible tone components (e.g. whine) present	+5
Duration of the noise with sound level L_A in percent of the relevant time period	Between :	
	100 and 56%	0
	56 and 18%	-5
	18 and 6%	-10
	6 and 1.8%	-15
	1.8 and 0.6%	-20
	0.6 and 0.2%	-25
	less than 0.2%	-30

ตารางที่ 2.7 แสดงช่วงเวลาของวัน (Time of day)

Time of day	Correction to basic criterion, dB(A)
Day time	0
Evening	-5
Night time	-10 to -15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.8 แสดงชนิดการใช้ประโยชน์ของพื้นที่ (Type of district)

Type of district	Correction to basic criterion dB(A)
Rural residential, zones of hospitals, recreation	0
Suburban residential, little road traffic	+5
Urban residential	+10
Residential urban with some workshops or with Business or with main roads	+15
City (business, trade, administration)	+20
Predominantly industrial area (heavy industry)	+25

ตารางที่ 2.9 แสดงสถานะของหน้าต่าง ของอาคารหรือห้อง (Window condition)

Window conditions	Correction, dB(A)
Window open	-10
Single window shut	-15
Double windows shut or non-openshutable	-20

$$L_r = L_A + a + b + c + d \quad \dots (2.29)$$

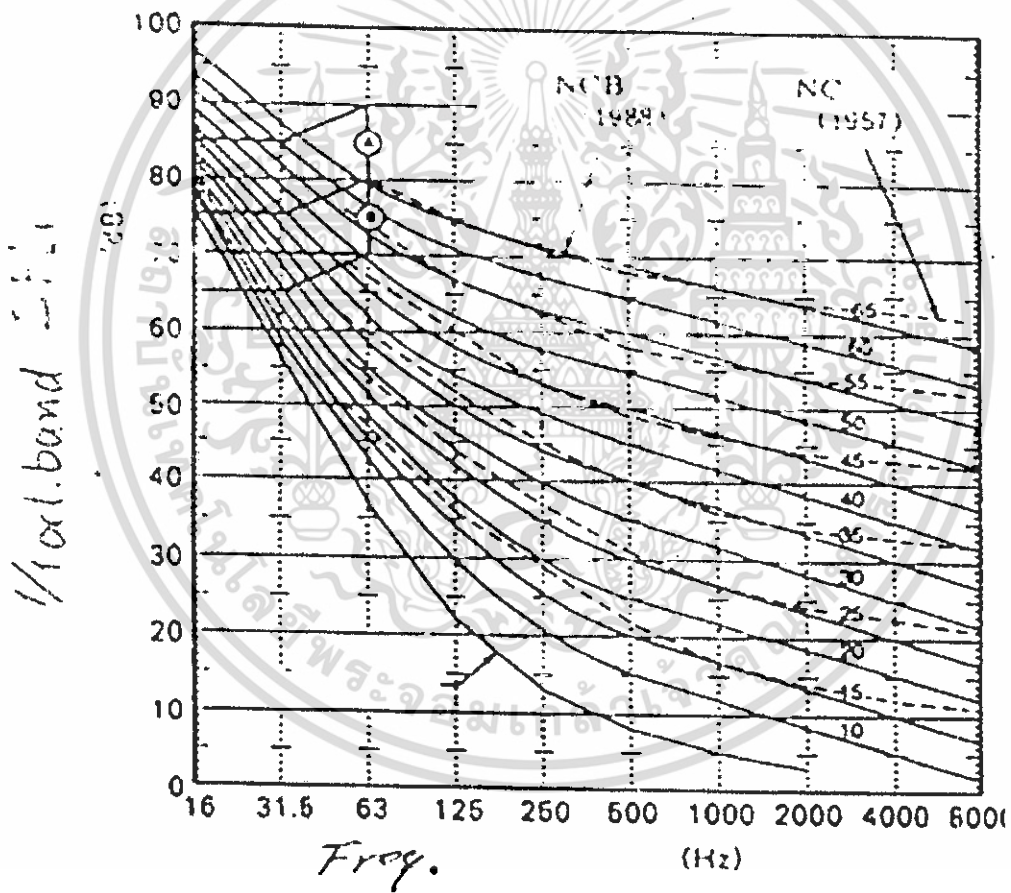
$$\Delta L = L_r - \text{Noise Criterion} \quad \dots (2.30)$$

ΔL คือค่าที่ L_r เกินกว่าเกณฑ์แนะนำของระดับเสียงที่ควรจะเป็นในสภาพห้องในอาคารชนิดต่างๆ หรือ Noise Criterion (ตารางที่ 2-5) ซึ่ง ΔL นี้จะอธิบายธรรมชาติการตอบสนองของชุมชนต่อสภาพแวดล้อมทางเสียง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องการรบกวนที่ประเมินเป็นตัวเลขได้ยาก (subjective aspect) โดยให้รายละเอียดผลการตอบสนองของชุมชนที่มีต่อระดับเสียงที่เกิดขึ้นตามสมมติฐานของการประเมินสถานการณ์เสียงในขณะนั้น โดยใช้ L_r การประเมินในลักษณะแบบนี้เป็นต้นแบบให้กับการศึกษาด้านผลกระทบของเสียงชุมชนในแต่ละท้องถิ่น วิธีการศึกษามีโครงสร้างหลักที่คล้ายคลึงกัน แต่เกณฑ์ที่กำหนดเป็นค่าตัวเลขจะมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่างที่ ต้องถูกกำหนดขึ้นเป็นการเฉพาะในแต่ละท้องถิ่น เช่น ลักษณะธรรมชาติของแหล่งกำเนิดเสียง ลักษณะวิถีชีวิตของคน อุปนิสัย วัฒนธรรม การสร้างบ้านเรือนหรืออาคาร การใช้ประโยชน์ที่ดิน เป็นต้น

2.11 กลุ่มฟังก์ชันของความถี่

2.11.1 Noise Criterion, NC

เป็นเกณฑ์กำหนดเสียงรบกวนที่พัฒนามาจากประเทศสหรัฐอเมริกาใช้ในการควบคุมเสียงในอาคารที่ใช้ประโยชน์ในทางธุรกิจ การคำนวณมีพื้นฐานอยู่บนการวิเคราะห์ความถี่ของเสียงและอ้างอิงกราฟชุดหนึ่ง (รูปที่ 2-7) เกณฑ์กำหนดเสียงรบกวนที่ได้จากการวาดกราฟของระดับเสียงในแต่ละแถบความถี่ลงบนกราฟอ้างอิงนั้น และประเมินเส้นกราฟ NC หรือ NCB ที่ต่ำที่สุดที่เกินกว่าค่าระดับเสียงของแต่ละแถบความถี่ที่วัดลงไป



รูปที่ 2.26 แสดง NC and NOB Curve

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11.2 ความดัง (Loudness in Sine)

คือ ค่าที่ระบุถึงความดังของเสียงที่คำนวณจากความถี่แบบ 1/1 ออกเทพ หรือ 1/3 ออกเทพ โดยวากระดับความดันเสียงที่ความถี่กลางของแต่ละแถบความถี่ที่ตรวจวัดได้ลงบนกราฟความดัง (ISO 532-1975, Mark VI by Stevens) รูปที่ 2-8 และดัชนีความดัง (Loudness index, S_l) ดังสมการที่ 2.12

$$S_l = S_m + F \left(\sum S_i - S_m \right) \quad \dots (2.31)$$

โดยที่ S_m : ค่าสูงสุดของ Loudness Index

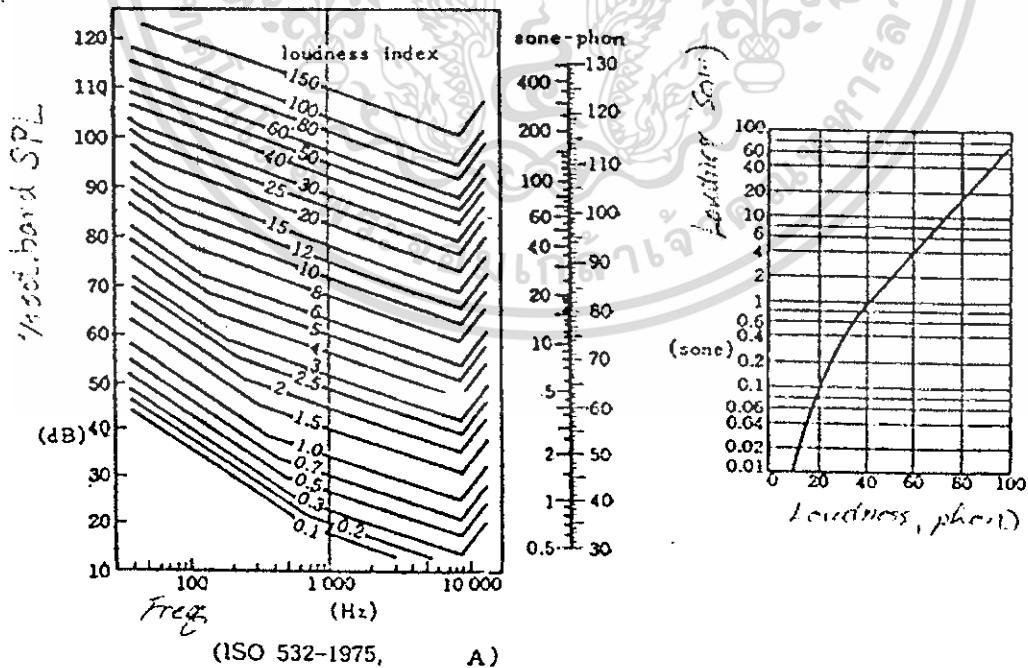
S_l : ค่าดัชนีความดังที่อ่านค่าได้จากกราฟ (รูปที่ 2.26)

S_i : ค่าที่คำนวณได้

F : 0.15 สำหรับ 1/3 Octave band และ 0.3 สำหรับ 1/1 Octave band

หาค่าระดับความดัง, L ดังสมการที่ 2.32

$$L = 40 + 10 \log_2(S_l) \quad \dots (2.32)$$



รูปที่ 2.27 แสดง Loudness contour

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11.3 Noisiness, N_i in noy

คือ ค่าที่อธิบายถึงความรำคาญของเสียงที่มนุษย์รู้สึกเมื่อได้ยินเสียงต่างๆ สามารถใช้เพื่อประเมินค่าความรำคาญ โดยคำนวณจากระดับความดันเสียงที่ความถี่กลางและแต่ละแถบความถี่ที่ตรวจวัดได้ลงในกราฟ Equal Noisiness Contours ของ Kryter-Pearsons (รูปที่ 2-9) แล้วแทนค่าในสมการที่ 2.33

$$N_t = N_m + F \left(\sum_{i=1}^n N_i - N_m \right) \quad \dots (2.33)$$

โดยที่ N : Noisiness in noys

N_t : Noisiness of whole frequency

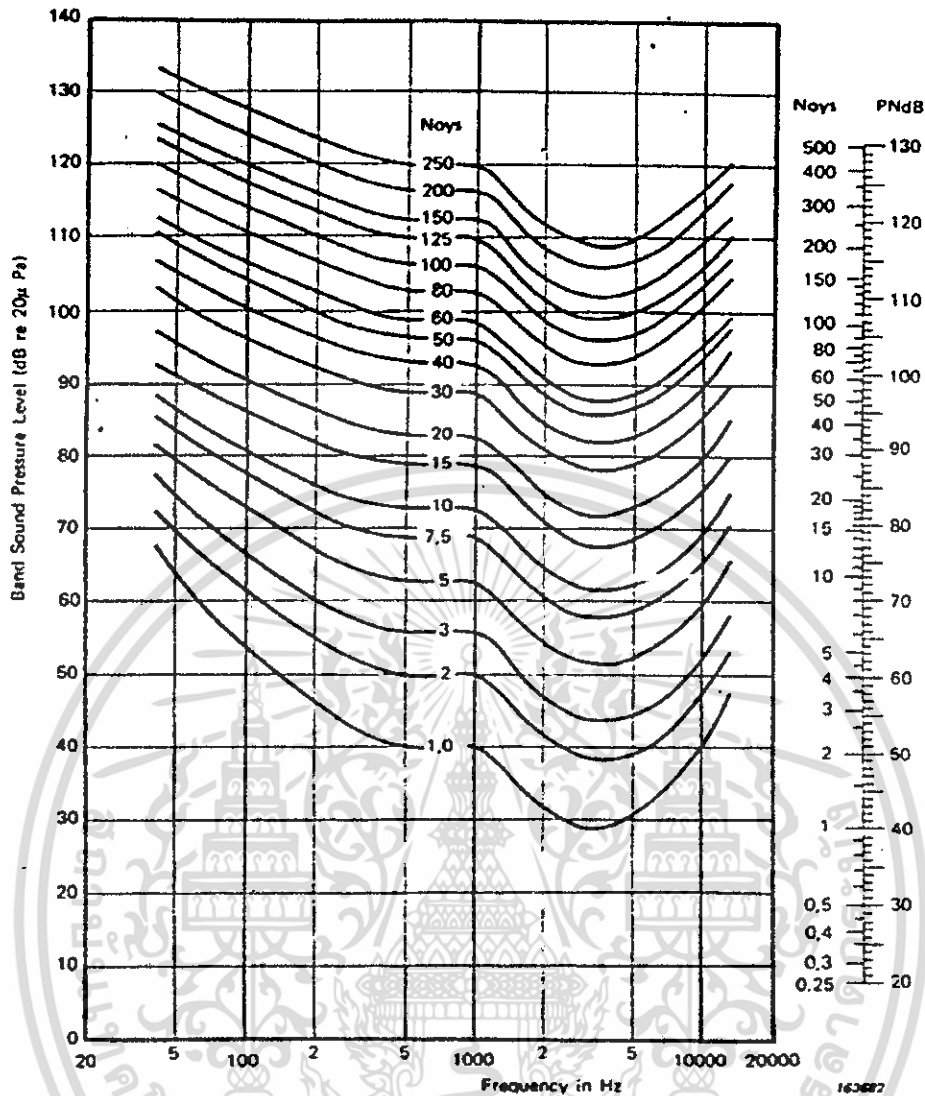
N_m : Maximum value of Noisiness

F : 0.3 สำหรับ 1/1 Octave band และ 0.15 สำหรับ 1/3 Octave band

2.11.4 Perceived Noise Level, PNL or L_{PN} (in units of PNdB)

คือค่าระดับความดันเสียงที่แสดงถึงความรู้สึกรำคาญของมนุษย์เมื่อได้ยินเสียงที่ความถี่และระดับต่างๆ กัน มีพื้นฐานจาก Noisiness ใช้เป็นค่าพื้นฐานในการประเมินเสียงจากเครื่องบินที่ส่งผลกระทบต่อมนุษย์ที่ความถี่ต่างๆ (สมการที่ 2.34)

$$PNL = 40 + 33.3 \log_{10}(N_t) \quad \dots (2.34)$$



รูปที่ 2.28 แสดง Noisiness contour

2.11.5 Effective Perceived Noise Level, EPNL in dB

คือ ค่าที่ใช้อธิบายเสียงจากเครื่องบิน ซึ่งพัฒนามากจาก PNL ที่คำนึงถึง ระยะเวลาที่ได้รับเสียง และลักษณะเสียงที่เป็น Pure tone ค่า EPNL นี้มีการคำนวณที่ซับซ้อนยุ่งยาก (รูปที่ 2.28) โดยมีลำดับดังนี้

- ตรวจวัดและบันทึกเสียงบันทึกสัญญาณ ของเสียงเครื่องบิน ขณะที่วิ่งขึ้นและลง ที่ทางวิ่ง และนำสัญญาณเสียงที่บันทึกไว้ขณะเครื่องบินขึ้น-ลง แต่ละลำ มาเขียนกราฟฟังก์ชันของเวลา โดยเก็บตัวอย่างทุก 5 วินาที หรือบันทึก ข้อมูลขณะที่ทำการตรวจวัดเวลาไปพร้อมกันก็ได้

- นำข้อมูลสัญญาณเสียงที่บันทึกไว้ที่นั้นมาวิเคราะห์ความถี่แบบ 1/3 ออกเทพ และเขียนกราฟในฟังก์ชันของความถี่จะได้สเปกตรัมของเสียงเครื่องบิน
- หาค่า PNL จากกราฟ สเปกตรัมของการวิเคราะห์ความถี่แบบ 1/3 ออกเทพ ตามวิธีการข้างต้น
- หาค่า PNL โดยการบวกเพิ่มค่าแก้ไขสำหรับ Turbo fan engine 2 เดซิเบลเข้ากับ PNL แต่ถ้าสเปกตรัมไม่เรียบ (smooth spectrum) โดยวิธีที่เรียกว่า two pass averaging technique เพื่อหาค่า Tone correction factor © คือ หาค่าความแตกต่างระหว่างสเปกตรัมดั้งเดิมกับสเปกตรัมที่ทำให้เรียบแล้ว แล้วนำค่าความแตกต่างนี้มาอ่านค่าจากกราฟแล้วนำไปรวมกับค่า PNL ตามสมการที่ 2.35 และหาค่า D-correction factor, D ได้จากสมการที่ 2.36

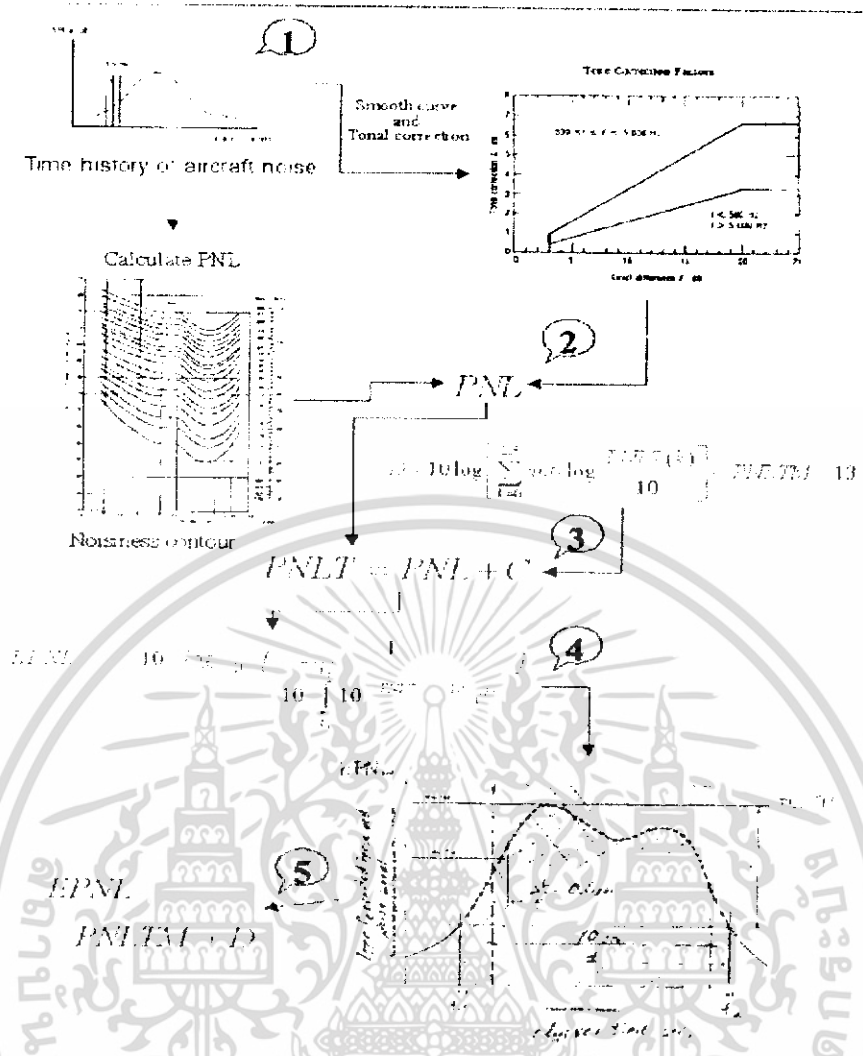
$$PNLT = PNL + C - correction \quad \dots (2.35)$$

$$D = 10 \log \left[\sum_{k=0}^{2d} \text{anti log} \frac{PNLT(k)}{10} \right] - PNLTM - 13 \quad \dots (2.36)$$

สามารถหาได้จาก EPNL ดังสมการที่ 2.37 และ 2.38

$$EPNL = 10 \log 10 \left[\frac{1}{10 \int_{f_1}^{f_2} 10^{PNLT/10} dt} \right] \quad \dots (2.37)$$

$$EPNL = PNLTM + D \quad \dots (2.38)$$



รูปที่ 2.29 แสดงขั้นตอนการคำนวณ EPNL

2.11.6 Noise Exposure Forecast, NEF

คือ ค่าพารามิเตอร์พัฒนาโดยสหรัฐอเมริกา และใช้โดยหน่วยงานของรัฐบาลกลางอยู่หลายปีในการจัดทำนโยบายเรื่องเสียงจากเครื่องบิน ซึ่งมีพื้นฐานในการคำนวณมาจาก EPNL และมีข้อกำหนดในการบินช่วงกลางวันและกลางคืน (สมการที่ 2.39 ถึง 2.41)

$$NEF_{ij} = L_{EPNij} + 10 \log_{10} \left[\frac{n_{Dij}}{K_D} + \frac{n_{Nij}}{K_N} \right] - C \quad \dots (2.39)$$

$$NEF = 10 \log_{10} \sum_{ij} antilog \left[\frac{NEF_{ij}}{10} \right] \quad \dots (2.40)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$L_{EPN} = L_{PN} + D + T$$

... (2.41)

$L_{EPN,ij}$: Effective perceived noise level in PNdB

i : ชนิดของเครื่องบิน

j : ทางวิ่งและเส้นทางการบินที่ใช้

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

n_N : จำนวนเที่ยวบินในช่วงเวลากลางคืน (22:00-07:00 น.)

KD : 20

KN : $L_{eq1.2}$

C : 75

NEF_{ij} : NEF of each aircraft in their route

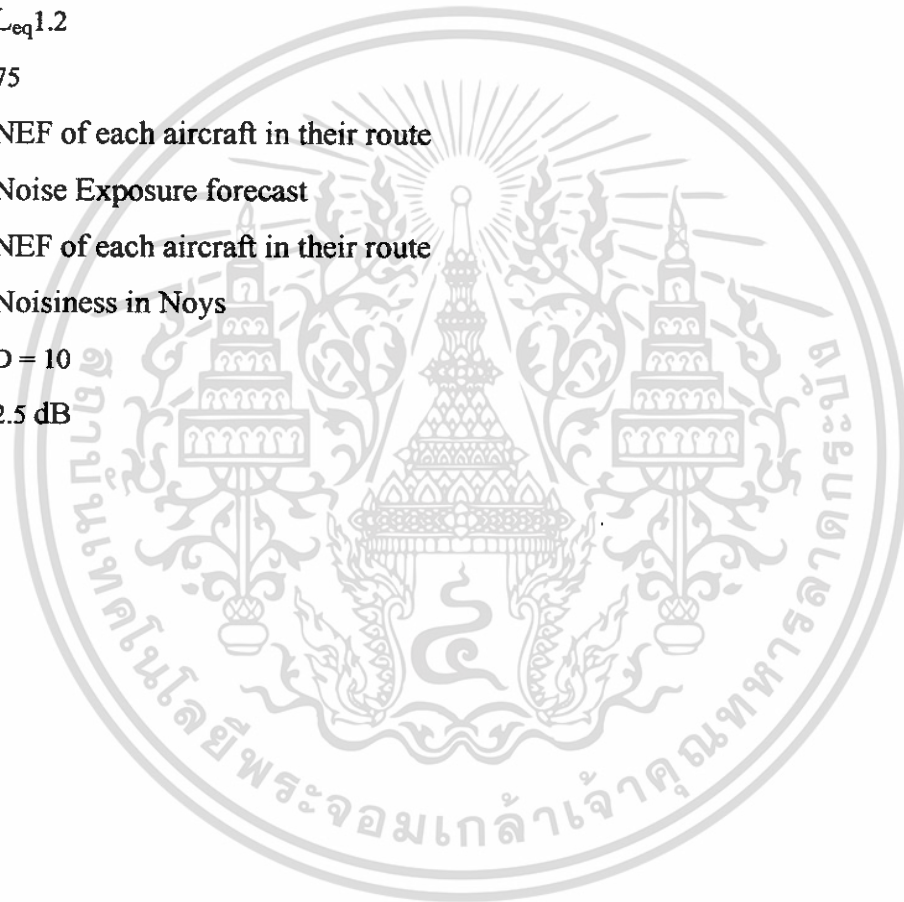
NEF : Noise Exposure forecast

$LEPN$: NEF of each aircraft in their route

LPN : Noisiness in Noys

D : $D = 10$

T : 2.5 dB



บทที่ 3

เครื่องมือวัดและวิธีการวิจัย

3.1 แผนการทดลอง

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการศึกษาผลกระทบมลภาวะทางเสียงต่อสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยสถานที่ที่ทำการศึกษาคือตึกอาคารเรียน 4 ชั้น ภายในภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยทำการเก็บข้อมูลจะแบ่งเป็น 4 ช่วง คือ

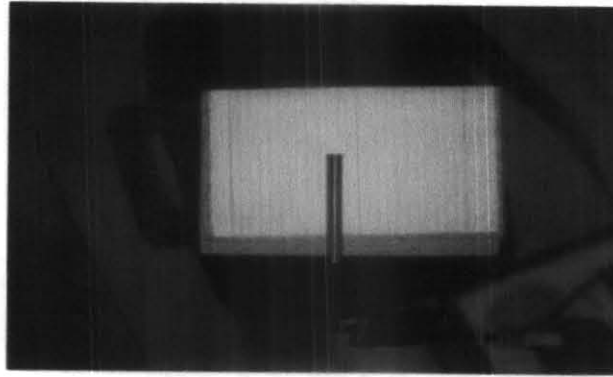
- การศึกษาจะทำในช่วงเวลาก่อนเปิดทำการทดลองใช้งานสนามบินสุวรรณภูมิระยะเวลาภายในวันที่ 1-28 กรกฎาคม 2549
- การศึกษาจะทำในช่วงเวลาทำการทดลองใช้งานสนามบินสุวรรณภูมิระยะเวลาภายในวันที่ 29 กรกฎาคม 2549
- การศึกษาจะทำในช่วงเวลาทำการเปิดใช้งานสนามบินสุวรรณภูมิระยะเวลาภายในวันที่ 10 - 30 พฤศจิกายน 2549
- การศึกษาจะทำในช่วงเวลาทำการเปิดใช้งานสนามบินสุวรรณภูมิระยะเวลาภายในวันที่ 4 - 10 ธันวาคม 2549

โดยจะทำการตรวจตรวจวัดและเก็บข้อมูลดังนี้

- ค่าระดับเสียงเฉลี่ย L_{eq} 24 ชั่วโมง
- ค่า Sound exposure level (SEL)
- ค่า Perceived Noise Level (PNL) ซึ่งจะนำไปคำนวณเป็นค่า Effective Perceived Noise Level (EPNL)

3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

3.2.1 ไมโครโฟน (Microphone) เป็นส่วนที่รับเสียงที่ได้รับจากภายนอก แล้วแปลงเป็นสัญญาณไฟฟ้า (รูปที่ 3.1) โดยจะทำการติดตั้งไมโครโฟนเข้าไว้กับขาตั้งเครื่องวัดระดับเสียง (รูปที่ 3.2)

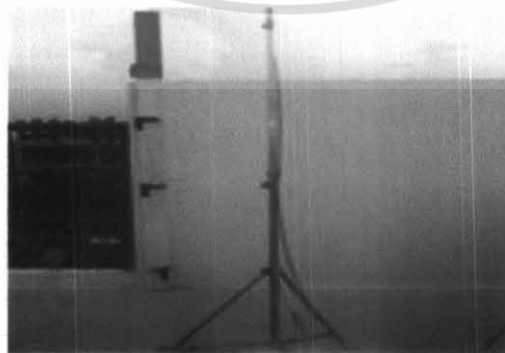


รูปที่ 3.1 แสดงไมโครโฟน

3.2.2 ขาตั้งเครื่องวัดระดับเสียง (Tripod) จะเป็นการติดตั้งกับตัวไมโครโฟนโดยจะทำการทำให้ขาตั้งห่างจากพื้นประมาณ 1.2 เมตร (รูปที่ 3.2 และรูปที่ 3.3)



รูปที่ 3.2 แสดงส่วนหัวของขาตั้งเครื่องวัดระดับเสียง



รูปที่ 3.3 แสดงขาตั้งพร้อมไมโครโฟนวัดระดับเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 สายสัญญาณ ใช้ส่งถ่ายข้อมูลสัญญาณเสียงจากไมโครโฟน มาสู่เครื่องวัดระดับเสียงสายสัญญาณ

3.2.4 เครื่องปรับเทียบระดับเสียง (Calibrator) เป็นเครื่องกำเนิดเสียงที่มีระดับเสียงและความถี่ที่แน่นอน ใช้ในการสอบเทียบไมโครโฟนของเครื่องวัดเสียง (รูปที่ 3.4)



รูปที่ 3.4 แสดงเครื่องปรับเทียบระดับเสียง

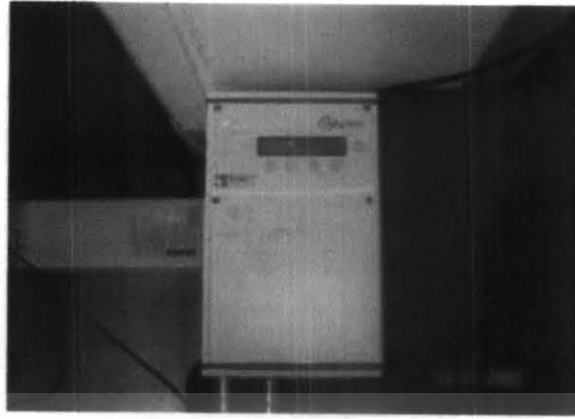
3.2.5 อุปกรณ์ป้องกันลม(Wind Screen) เป็นอุปกรณ์ป้องกันหัวไมโครโฟน(รูปที่ 3.5)



รูปที่ 3.5 แสดงอุปกรณ์ป้องกันลม

เครื่องบันทึกข้อมูล (Recorder) ในการเก็บข้อมูลเสียงจะต้องทำการเก็บเป็นเวลานานอาจเป็นวันๆดังนั้นจึงต้องมีเครื่องบันทึกข้อมูลอยู่เพื่อความสะดวกในการเก็บข้อมูล โดยเสียงที่ดังมาจากไมโครโฟนจะทำการบันทึกลงไปเครื่องบันทึกข้อมูล(รูปที่ 3.6)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 แสดงเครื่องบันทึกข้อมูล

3.3 วิธีการวัด

3.3.1 จุดที่ทำการตรวจวัดคือ อาคาร 4 ชั้น ภาควิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

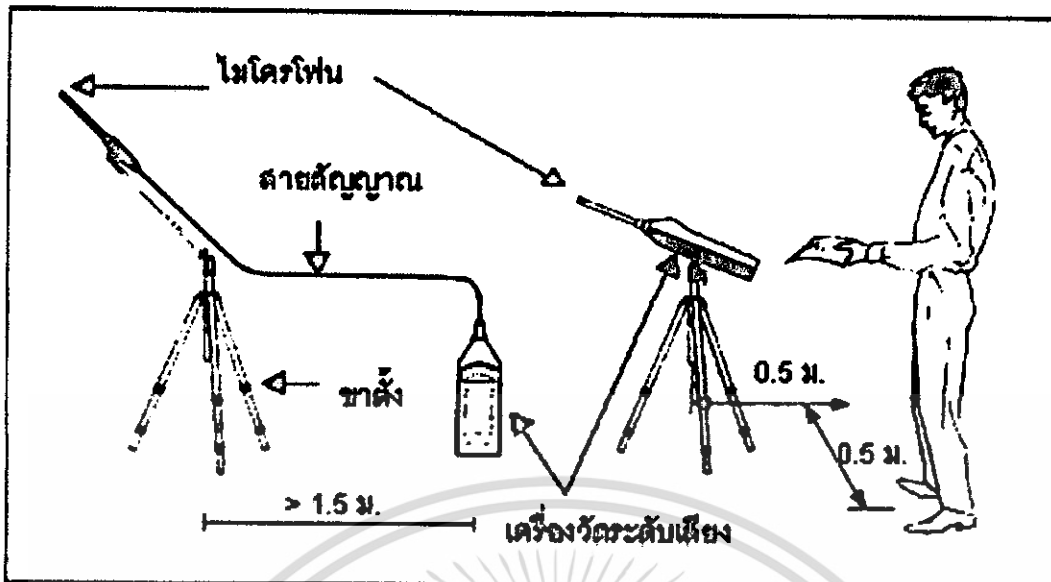
3.3.2 นำหัวไมโครโฟนมาติดกับขาตั้งเครื่องวัดระดับเสียง ทำการปรับเทียบหัวไมโครโฟนด้วยเครื่องปรับเทียบ(Calibrator)จัดตั้งค่าให้ไมโครโฟนอยู่ในค่าระดับเสียงที่มาตรฐานกำหนด

3.3.3 ทำการต่อสายเชื่อมสัญญาณจากไมโครโฟนเข้ากับเครื่องบันทึกข้อมูล

3.3.4 ทำการเปิดใช้เครื่อง เครื่องจะทำการเก็บข้อมูลหลายข้อมูลแต่ในการทดลองนี้ข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการวิเคราะห์ทดลองมีอยู่ 3 ค่า คือ

- SEL
- EPNL
- L_{eq} 24 hr

3.3.5 นำค่าที่บันทึกได้มาทำการวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป



รูปที่ 3.7 แสดงชุดเครื่องมือตรวจวัดระดับเสียง

3.4 การคำนวณค่าระดับเสียง

ในขั้นตอนการคำนวณค่าระดับเสียงจะทำการพิจารณาตัวแปรจากขั้นตอนการทำกรเก็บข้อมูล โดยจะพิจารณา 3 ตัวแปร คือ

- SEL
- EPNL
- L_{eq} 24 hr

1. การหาค่า NEF

ในการคำนวณค่า NEF สามารถพิจารณาได้จาก 2 ตัวแปร(ซึ่งสามารถใช้ตัวใดก็ได้ในการหาค่า NEF เพราะมีค่าต่างกันไม่เกิน 3 เดซิเบล)

1.1. พิจารณาจากค่า SEL

1.1.1. ทำการหาค่า L_{ex} จากสูตร

$$L_{ex} = 10 \text{ Log}(\sum 10^{SEL/10}/n) \quad \dots(4.1)$$

เมื่อ n คือ จำนวนเที่ยวบินทั้งหมดภายในระยะเวลาที่ทำกรวัด

1.1.2. ทำการหาค่า L_{dn} จากสูตร

$$L_{dn} = L_{ex} + 10 \text{ Log}(N) - 49.4 \quad \dots(4.2)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ

$$N = N_d + 10N_n$$

N_d = จำนวนเครื่องบินที่บินผ่านในช่วงเวลากลางวัน 7.00 น.- 22.00 น.

N_n = จำนวนเครื่องบินที่บินผ่านในช่วงเวลากลางคืน 22.00 น.- 7.00 น.

1.1.3 ทำการหาค่า NEF จากสูตร

$$NEF = L_{dn} - 35 \quad \dots(4.3)$$

1.2. พิจารณาจากค่า EPNL

1.2.1. ทำการหาค่าผลรวม EPNL ของเครื่องบินที่บินผ่านในช่วงเวลากลางวัน 7.00 น. - 22.00 น. จากสูตร

$$\sum EPNL_d = 10^{(EPNL-88)/10} \quad \dots(4.4)$$

1.2.2. ทำการหาค่าผลรวม EPNL ของเครื่องบินที่บินผ่านในช่วงเวลากลางคืน 22.00 น. - 7.00 น. จากสูตร

$$\sum EPNL_n = 10^{(EPNL+10\log 16.67-88)/10} \quad \dots(4.5)$$

1.2.3. ทำการหาค่าผลรวมของ EPNL ทั้งหมด

$$\sum EPNL = \sum EPNL_d + \sum EPNL_n \quad \dots(4.6)$$

1.2.4. ทำการหาค่า NEF จากสูตร

$$NEF = 10 \text{ Log } (\sum EPNL) \quad \dots(4.7)$$

2. การคำนวณผลต่างค่าระดับเสียงที่เพิ่มขึ้น

2.1 นำค่า SEL ทุกค่าที่อยู่ในช่วงเวลาที่วัดมาคำนวณหาค่า L_{ex} จากสูตร

$$L_{ex} = 10 \text{ Log } ((\sum 10^{SEL/10})/n) \quad \dots(4.8)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ n คือ จำนวนเครื่องบินทั้งหมดที่บินผ่านในช่วงเวลาที่วัด
ทำการหาค่า L_{eq} ของเครื่องบิน จากสูตร

$$L_{eq\ air} = L_{ex} + 10 \text{ Log } n - 49.4 \quad \dots(4.9)$$

นำค่า $L_{eq\ 24\ hr}$ ที่วัดได้มาลบกับค่า $L_{eq\ air}$ กันแบบ Log

$$L_{eq\ background} = 10 \text{ Log } (10^{(L_{eq\ 24\ hr}/10)} - 10^{(L_{eq\ air}/10)}) \quad \dots(4.10)$$

2.4 นำค่า $L_{eq\ 24\ hr}$ มาลบกับค่า $L_{eq\ background}$ จะได้ค่าผลต่างของระดับเสียงที่
เพิ่มขึ้น



บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 ตำแหน่งที่ทำการทดสอบ

- การทดลองได้ทำการตรวจวัด ณ ลานสนามหญ้าตรงกลางของภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (ณ วันที่ 29 กรกฎาคม 2549)

- การทดลองได้ทำการตรวจวัด ณ คาดฟ้าของตึกเรียน 4 ชั้นของภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (ณ วันที่ 10 ถึง 30 พฤศจิกายน 2549)

- การทดลองได้ทำการตรวจวัด ณ คาดฟ้าของตึกเรียน 4 ชั้นของภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (ณ วันที่ 4 ถึง 10 ธันวาคม 2549)

4.2 ผลการวัด ณ วันที่ 29 กรกฎาคม 2549

จากขอบเขตการทดลองได้ทำการตั้งเป้าหมายการตรวจวัด ณ อาคารเรียนภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง แต่ผลการตรวจวัด ณ ตึกภาคโยธาเกิดข้อผิดพลาดบางประการวัดจึงได้ทำการใช้ข้อมูลในการตรวจวัด ณ อาคารเรียนรวม 12 ชั้นแทน เนื่องจากเป็นอาคารเรียนที่ใกล้เคียงกันจึงมีผลการทดลองที่เหมือนกัน และเมื่อทำการตรวจวัดค่าระดับเสียงและการคำนวณระดับเสียงเฉลี่ย (L_{eq}) 24 ชั่วโมง ในหน่วย เดซิเบล ซึ่งจัดทำในช่วงเวลาทำการทดลองใช้สนามบินสุวรรณภูมิ ภายในวันที่ 29 กรกฎาคม 2549 ณ จุดที่เครื่องบินบินผ่านบริเวณอาคารเรียนรวม 12 ชั้น มีข้อมูลดังนี้

ตารางที่ 4.1 แสดงตารางการบินของเครื่องบินทั้งหมด ณ วันที่ 29 กรกฎาคม 2549

เวลาลงจอด	สายการบิน	ประเภทของเครื่องบิน	รันเวย์
08:05	TG 1881	B744	19L
08:53	DD 6700	B734	19L
09:00	FD 3361	B733	19R
10:07	TG 4554	B744	19R
10:45	PG 5311	AT72	19R
11:19	PG 5802	A320	19L
11:25	TG 2772	A300	19R
12:00	OX 999	B742	19R
12:47	TG 1882	B744	19R
14:39	OX 001	B742	19R
18:09	9Q 867	E145	19L

* หมายเหตุ 19L คือ รันเวย์ของสนามบินสุวรรณภูมิที่อยู่ใกล้กับทางสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังซึ่งมีระยะทางห่างจากสนามบินเป็นระยะทาง 2 กิโลเมตร

ผลการตรวจวัดค่าระดับเสียงและการคำนวณระดับเสียง (NEF) จากเครื่องบินที่ได้ทำการบินผ่านสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังมีจำนวนทั้งหมด 4 ลำ ได้แก่

1. เที่ยวบิน TG 1881
2. เที่ยวบิน DD 6700
3. เที่ยวบิน PG 5802
4. เที่ยวบิน 9Q 867

เมื่อได้จัดทำารเก็บข้อมูลค่าระดับความดังของเสียงภายในช่วงเวลาทำการเปิดทดลองใช้สนามบินสุวรรณภูมิ ณ วันที่ 29 กรกฎาคม 2549 มีผลการคำนวณดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการตรวจวัดของเครื่องบินที่ทำการบินผ่านสถาบันฯลาดกระบัง
ณ วันที่ 29 กรกฎาคม 2549

No	เวลาจอด	รันเวย์	ประเภทของเครื่องบิน	SEL	NEF
1	8.04	19L	B744	94.7	11
2	8.53	19L	B734	77.1	11
3	11.17	19L	A320	84.7	11
4	18.08	19L	E145	85.5	11

* หมายเหตุ NEF คือ เส้นระดับเสียงที่แสดงถึงผลกระทบต่อโครงการเนื่องจากการใช้งานของ
สนามบิน

19L คือ รันเวย์ของสนามบินสุวรรณภูมิที่อยู่ใกล้กับทางสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบังซึ่งมีระยะทางห่างจากสถาบันเป็นระยะทาง 2 กิโลเมตร

ตัวอย่างการคำนวณ ณ วันที่ 29 กรกฎาคม 2549

1. นำค่า SEL ทั้งหมดมาเข้าสู่สูตร $10 \text{ Log}(\sum 10^{\text{SEL} / 10} / n)$ เพื่อหาค่า L_{ex} เมื่อ n คือ จำนวน
เครื่องบินทั้งหมดที่บินผ่านในช่วงเวลาที่วัด

$$\begin{aligned} \overline{L_{\text{ex}}} &= 10 \text{ Log}(\sum 10^{\text{SEL} / 10} / n) &= 10 \text{ Log}(10^{94.7/10} + 10^{77.1/10} + 10^{84.7/10} + 10^{85.5/10}) / 4 \\ & &= 10 \text{ Log} 913107419.2 \\ & &= 89.605 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2. L_{\text{eq air}} &= \overline{L_{\text{ex}}} + 10 \text{ Log } n - 49.4 &= 89.605 + 10 \text{ Log } 4 - 49.4 \\ & &= 46.22 \text{ dB (A)} \end{aligned}$$

$$3. L_{\text{eq}} 24 \text{ hr ที่วัดได้} = 55.9 \text{ dB (A)}$$

$$\begin{aligned} 4. L_{\text{eq background}} &= 10 \text{ Log}(10^{(L_{\text{eq}} 24 \text{ hr} / 10)} - 10^{(L_{\text{eq air}} / 10)}) \\ &= 10 \text{ Log}(10^{55.9/10} - 10^{46.22/10}) \\ &= 55.4 \text{ dB (A)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 5. L_{\text{eq}} 24 \text{ hr} - L_{\text{eq background}} &= 55.9 - 55.4 \\ &= 0.5 \text{ dB (A)} \end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการคำนวณ ณ วันที่ 29 กรกฎาคม 2549

ค่าระดับเสียง 24 ชั่วโมงที่วัดได้($L_{eq, 24 hr.}$)	= 55.9 dB(A)
ค่าเส้นระดับเสียง(NEF)	= 11.0
ค่าระดับเสียงเฉลี่ยจากเครื่องบิน(L_{eq} From Aircraft Noise)	= 46.2 dB(A)
ค่าระดับเสียง 24 ชั่วโมงที่ลบเสียงเครื่องบินแล้ว($L_{eq, 24 hr.}$ (background))	= 55.4 dB(A)
ค่าระดับเสียงที่เพิ่มขึ้น (Noise Level)	= 55.9 – 55.4
	= + 0.5 dB(A)

ค่าระดับเสียง 24 ชั่วโมงนั้นวัดได้มาจากเครื่อง Sound Level Meter 01 dB ที่ทำการเก็บค่าระดับเสียงทุกๆ 1 นาที เป็นเวลา 24 ชั่วโมง โดย ค่าระดับเสียง 24 ชั่วโมงนี้จะรวมค่าระดับเสียงเฉลี่ยของเครื่องบินเข้าไปด้วย เพื่อต้องการทำการหาค่าระดับเสียงที่เกิดขึ้นจริงในกรณีที่ไม่มีเครื่องบินแล้วจึงต้องทำการนำค่าระดับเสียงเฉลี่ยที่วัดได้จากเครื่องบินออก ก็จะได้ค่าระดับเสียงที่เกิดขึ้นจริง จากนั้นก็นำค่าระดับเสียงระดับเสียง 24 ชั่วโมงมาลบกับค่าระดับเสียงที่เกิดขึ้นจริง ก็จะได้ค่าระดับเสียงที่เพิ่มขึ้นซึ่งในที่นี้ก็คือ ระดับเสียงเพิ่มขึ้น 0.5 dB

4.3 ผลการวัด ณ วันที่ 10 ถึง 30 พฤศจิกายน 2549

จากการตรวจวัดค่าระดับเสียงและการคำนวณระดับเส้นเสียง (NEF) เพิ่มเติม ซึ่งจัดทำในช่วงเวลาทำการเปิดใช้สนามบินสุวรรณภูมิ ภายในวันที่ 10 พฤศจิกายน 2549 - 30 พฤศจิกายน 2549 ณ จุดที่เครื่องบินบินผ่านบริเวณอาคารตึกภาค โยธา มีข้อมูลดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการคำนวณค่าเส้นระดับเสียง

วันที่ / พฤศจิกายน 2549	NEF
10	23.55
11	19.56
12	24.67
13	25.38
14	25.71
15	22.93
17	27.28
18	27.40
19	33.34
20	28.53
21	25.66
22	26.97
23	23.82
24	25.26
25	23.82
26	25.06
27	23.53
28	22.44
29	24.30
30	21.98

* หมายเหตุ NEF คือ เส้นระดับเสียงที่แสดงถึงผลกระทบต่อโครงการเนื่องจากการใช้งานของ
สนามบิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ผลการวัด ณ วันที่ 4 ถึง 10 ธันวาคม 2549

จากผลการทดสอบค่าที่ได้จากการวัด ณ วันที่ 10 - 30 พฤศจิกายน 2549พบว่าค่าเส้นระดับเสียงทุกค่าที่ได้จากการวัดอยู่ในข้อกำหนดที่ประมาณการไว้ว่าปลอดภัย แต่ค่าที่ได้จากการทดลองนี้ไม่สามารถนำมาใช้ได้เนื่องจากการตรวจวัดภายในเดือนพฤศจิกายนนั้นเกิดความผิดพลาดคือ ใช้คนตรวจวัด และไม่สามารถคำนวณค่าระดับเสียงที่เพิ่มขึ้นได้เนื่องจากไม่ได้ทำการตรวจวัด ค่าระดับเสียง 24 ชั่วโมง และจากตารางการบินในเดือนธันวาคมพบว่ามีตารางการบินที่หนาแน่นกว่าเดือนพฤศจิกายนจึงได้ทำการตรวจวัดใหม่ระหว่างวันที่ 4 ธันวาคม 2549 - 10 ธันวาคม 2549 ซึ่งผลการตรวจวัดคือ

ตารางที่ 4.4 แสดงผลการคำนวณค่าเส้นระดับเสียงและระดับเสียงที่เพิ่มขึ้น

วันที่ / ธันวาคม 2549	NEF	Δ (ระดับเสียงที่เพิ่มขึ้น) (dBA)
4	30.6	7.11
5	36.2	5.18
6	30	1.82
7	21.5	1.75
8	20.4	1.11
9	15.5	0.29
10	24.2	2.16

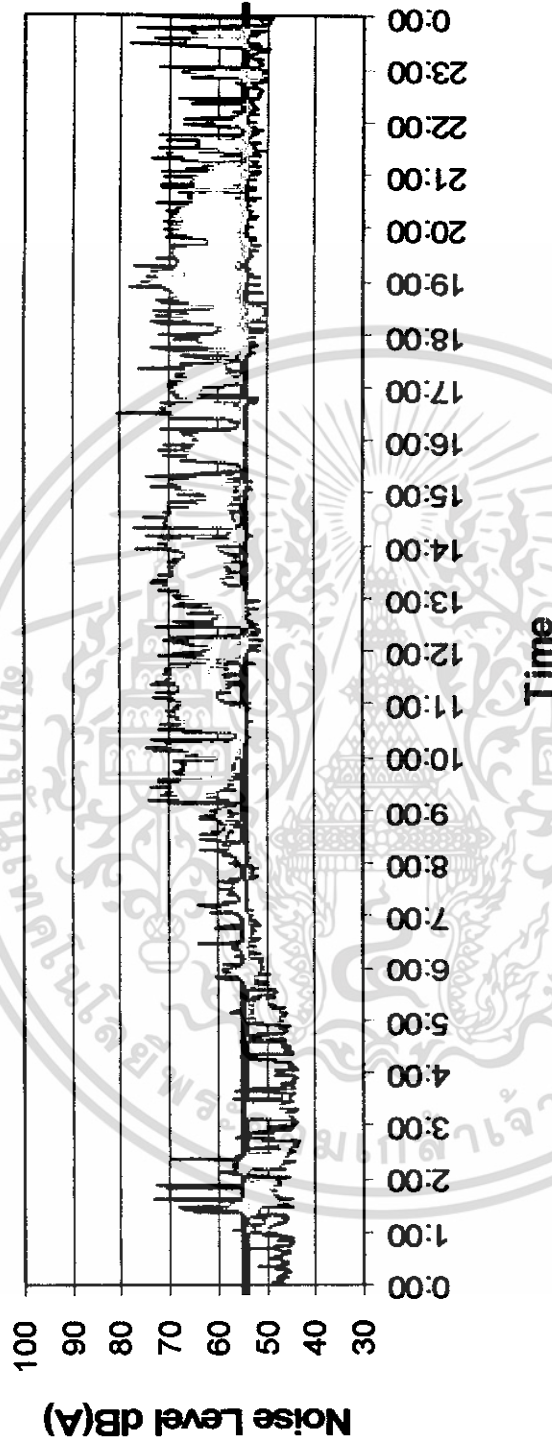
- หมายถึง NEF คือ เส้นระดับเสียงที่แสดงถึงผลกระทบต่อโครงการเนื่องจากการใช้งานของสนามบิน

ตารางที่ 4.5 แสดงผลกระทบต่อชุมชนและค่าเส้นระดับเสียง

ค่า NEF	ผลกระทบต่อชุมชน
> 40	ค่าระดับเสียงเกิดการรบกวนต่อประชาชนที่อาศัยโดยรอบทำอากาศยานอย่างมาก ไม่ควรสร้างที่พักอาศัย โรงเรียน ฯลฯ
35 - 40	ค่าระดับเสียงก่อให้เกิดการรบกวนบ้าง ที่พักอาศัยในบริเวณดังกล่าวควรได้รับการป้องกันด้วยวัสดุป้องกันเสียงรบกวน
< 35	ค่าระดับเสียงนี้ได้รับการยอมรับในพื้นที่นั้นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Graph of relationship between Leq 1 min and time. 4/12/06

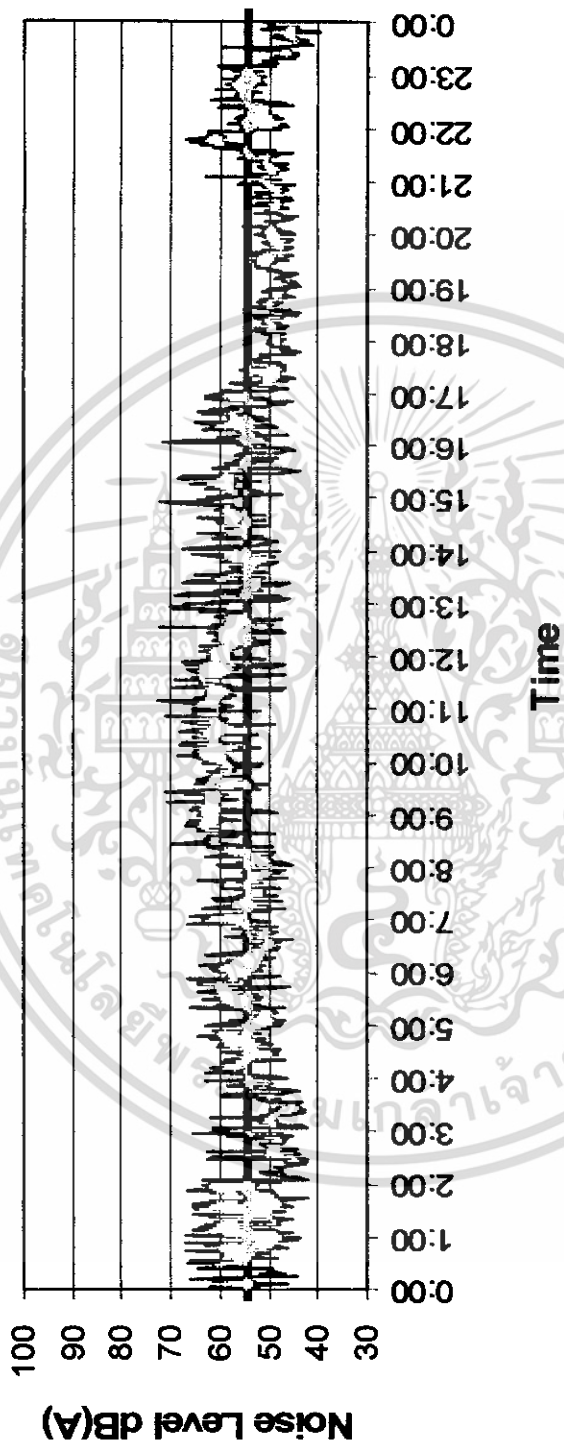


* หมายถึง — คือ เส้นระดับเสียงโดยเฉลี่ยตามปกติเมื่อไม่มีเครื่องบินบินผ่าน
 — คือ เส้นระดับเสียงที่ทำการวัด 24 ชั่วโมงเมื่อมีเครื่องบินบินผ่าน

รูปที่ 4.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าระดับเสียง (L_{eq}) และเวลาใน 1 วัน ณ วันที่ 4 ธันวาคม 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

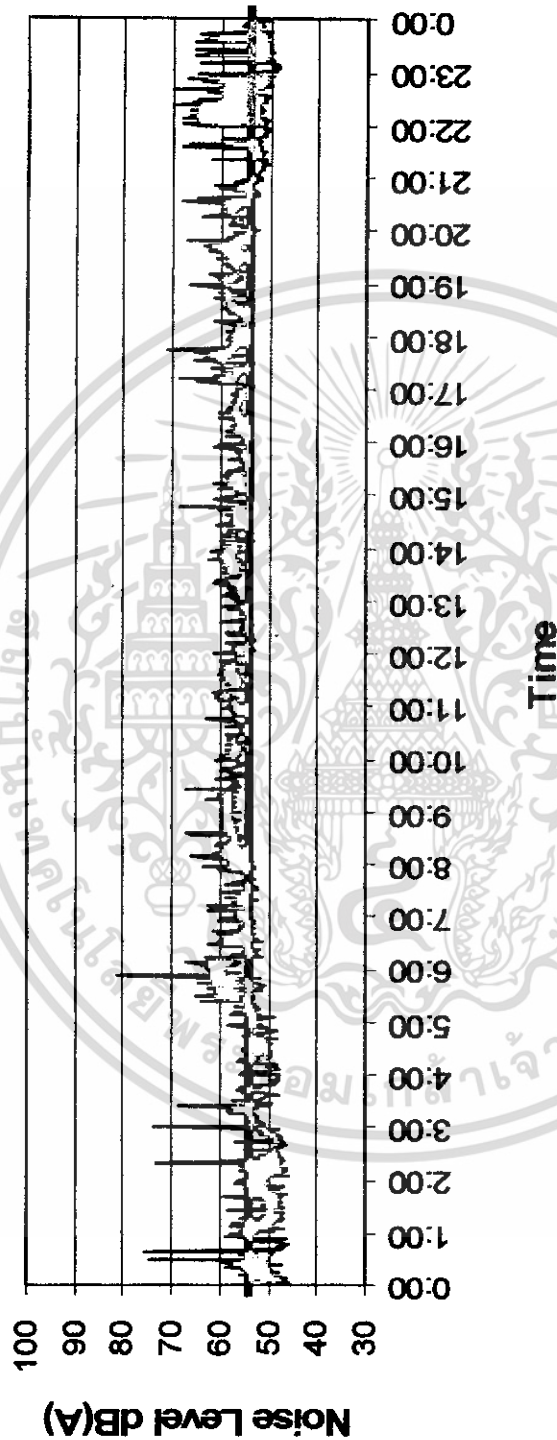
Graph of relationship between Leq 1 min and time. 5/12/06



* หมายถึง
 — คือ เส้นระดับเสียง โดยเฉลี่ยตามปกติเมื่อไม่มีเครื่องบินบินผ่าน
 - - - คือ เส้นระดับเสียงที่ทำการวัด 24 ชั่วโมงเมื่อมีเครื่องบินบินผ่าน

รูปที่ 4.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าระดับเสียง (L_{eq}) และเวลาใน 1 วัน ณ วันที่ 5 ธันวาคม 2549

Graph of relationship between Leq 1 min and time. 6/12/06

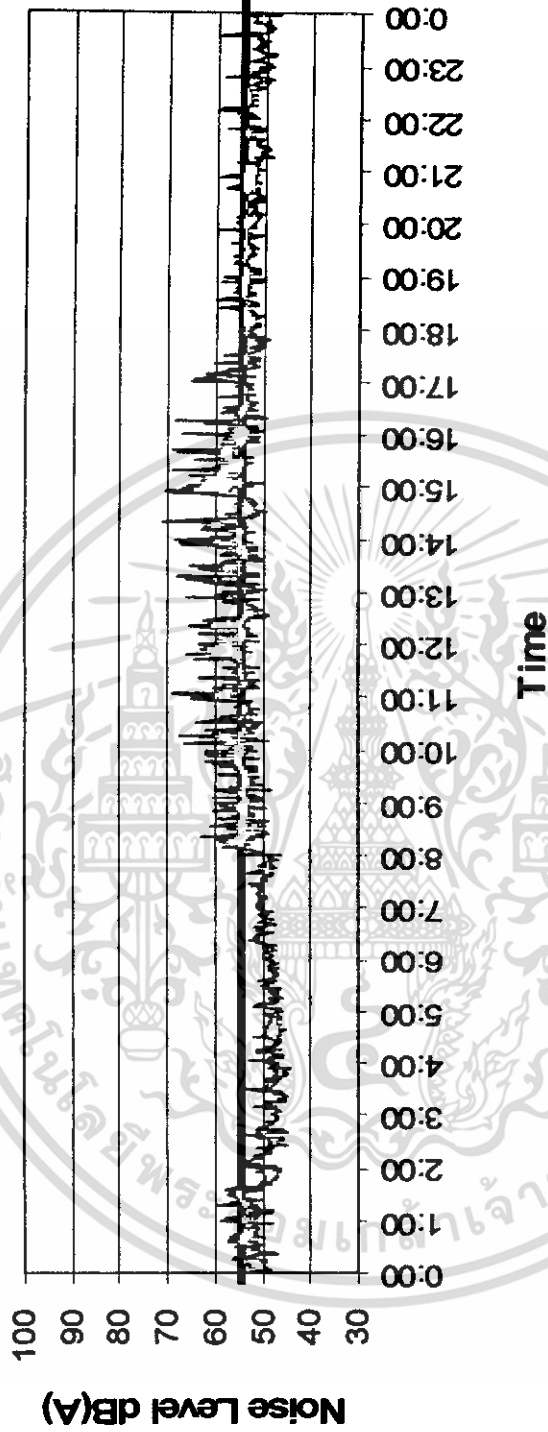


- * หมายถึง — คือ เส้นระดับเสียง โดยเฉลี่ยตามปรกติเมื่อ ไม่มีเครื่องบินบินผ่าน
- คือ เส้นระดับเสียงที่ทำการวัด 24 ชั่วโมงเมื่อมีเครื่องบินบินผ่าน

รูปที่ 4.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าระดับเสียง (L_{eq}) และเวลาใน 1 วัน ณ วันที่ 6 ธันวาคม 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Graph of relationship between Leq 1 min and time. 7/12/06



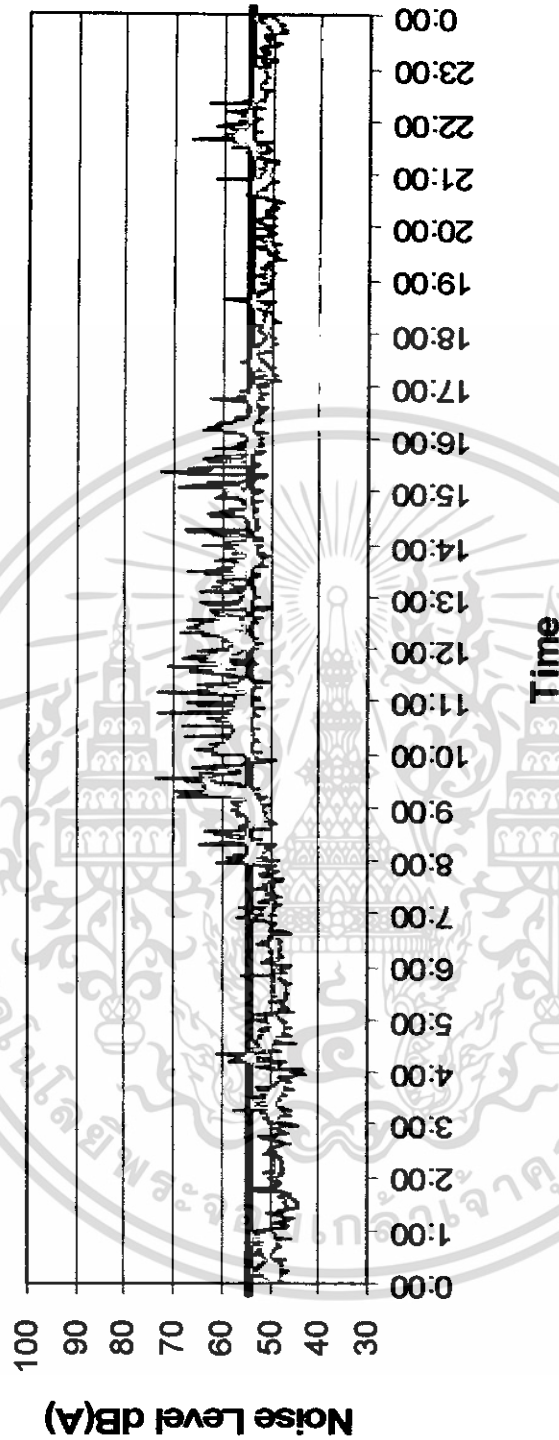
*หมายเหตุ

— คือ เส้นระดับเสียง โดยเฉลี่ยตามปรกติเมื่อ ไม่มีเครื่องบินบินผ่าน

- - - คือ เส้นระดับเสียงที่ทำการวัด 24 ชั่วโมงเมื่อมีเครื่องบินบินผ่าน

รูปที่ 4.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าระดับเสียง (L_{eq}) และเวลาใน 1 วัน ณ วันที่ 7 ธันวาคม 2549

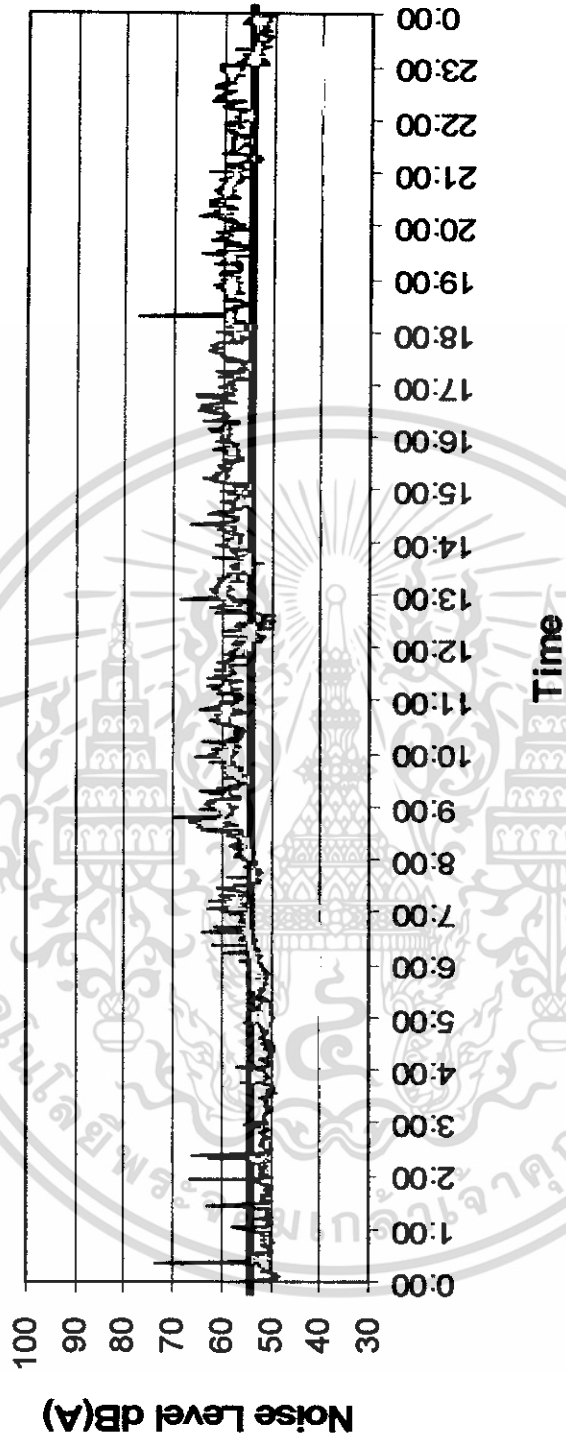
Graph of relationship between Leq 1 min and time. 8/12/06



* หมายถึง
 — คือ เส้นระดับเสียง โดยเฉลี่ยตามปกติเมื่อไม่มีเครื่องบินบินผ่าน
 - - - คือ เส้นระดับเสียงที่ทำการวัด 24 ชั่วโมงเมื่อมีเครื่องบินบินผ่าน

รูปที่ 4.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าระดับเสียง (L_{eq}) และเวลาใน 1 วัน ณ วันที่ 8 ธันวาคม 2549

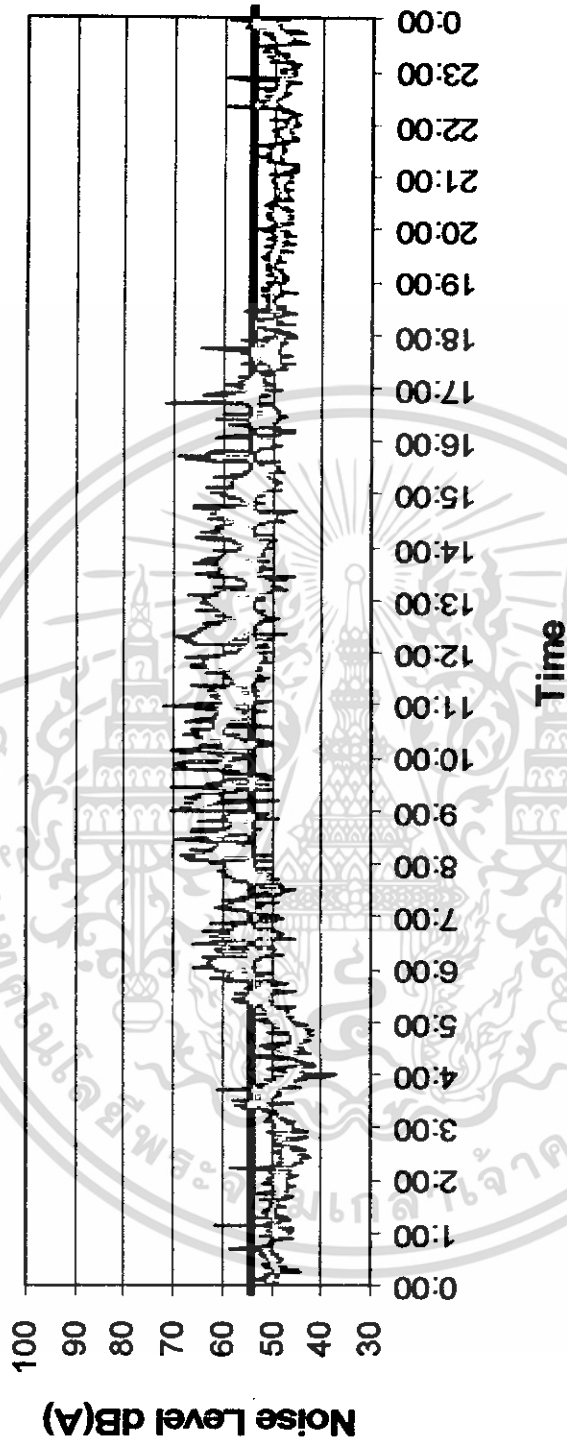
Graph of relationship between Leq 1 min and time. 9/12/06



* หมายถึง — คือ เส้นระดับเสียง โดยเฉลี่ยตามปรกติเมื่อ ไม่มีเครื่องบินบินผ่าน
 — คือ เส้นระดับเสียงที่ทำการวัด 24 ชั่วโมงเมื่อมีเครื่องบินบินผ่าน

รูปที่ 4.6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าระดับเสียง (L_{eq}) และเวลาใน 1 วัน ณ วันที่ 9 ธันวาคม 2549

Graph of relationship between Leq 1 min and time. 10/12/06

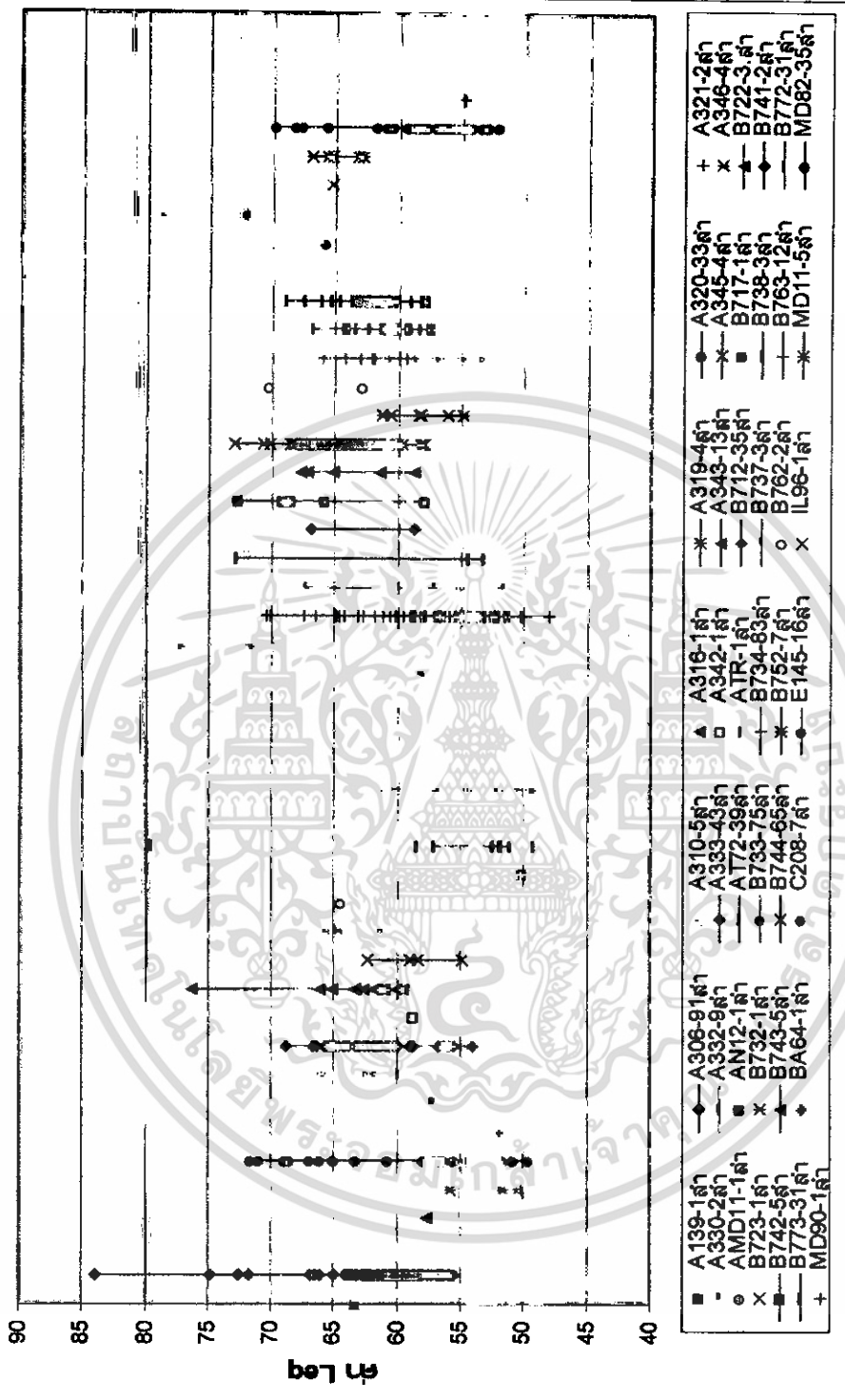


* หมายเหตุ ——— คือ เส้นระดับเสียง โดยเฉลี่ยตามปรกติเมื่อ ไม่มีเครื่องบินบินผ่าน

----- คือ เส้นระดับเสียงที่ทำการวัด 24 ชั่วโมงเมื่อมีเครื่องบินบินผ่าน

รูปที่ 4.7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าระดับเสียง (L_{eq}) และเวลาใน 1 วัน ณ วันที่ 10 ธันวาคม 2549

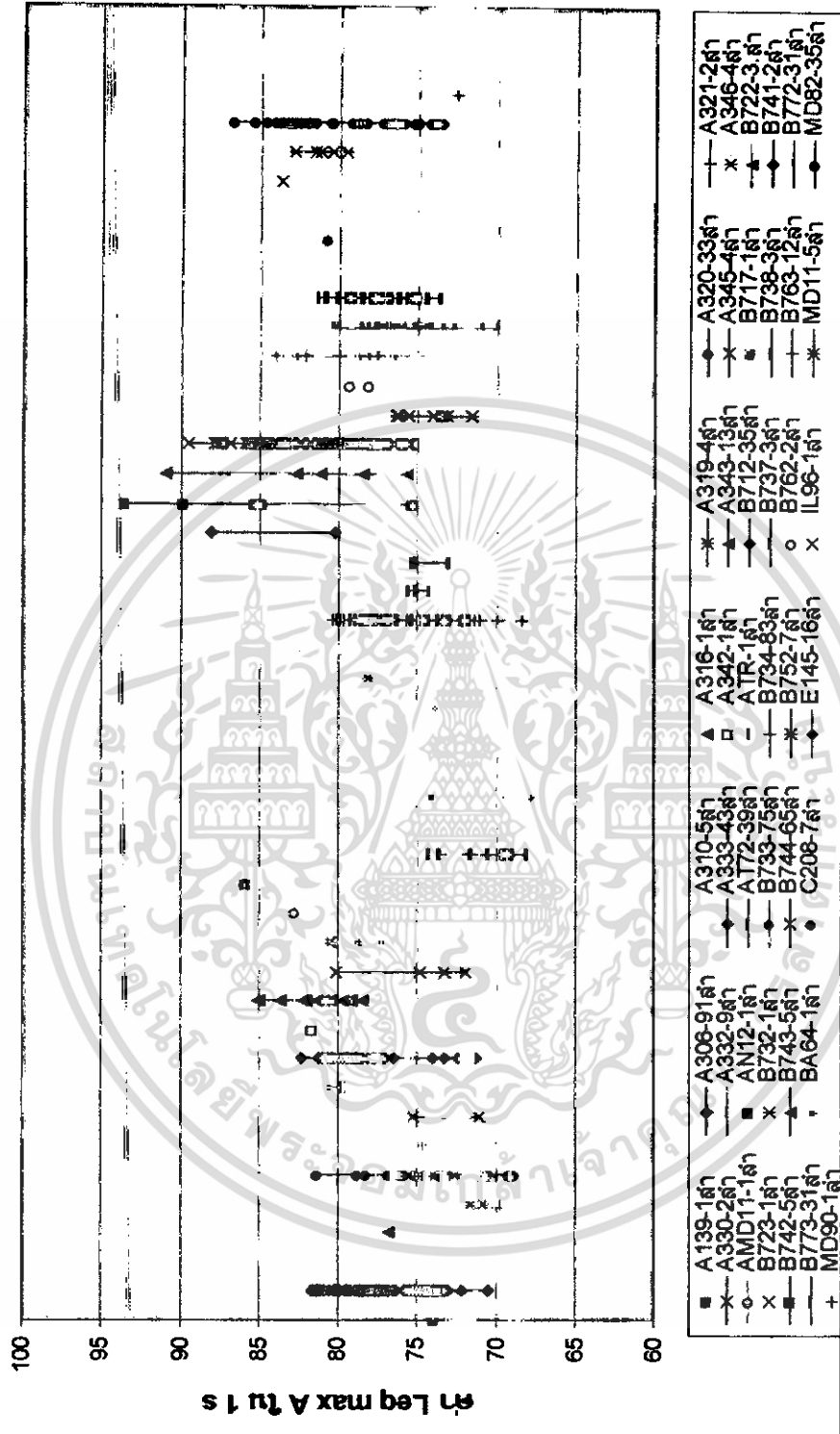
ภาพเปรียบเทียบ Leq A กับประเภทเครื่องบิน



รูปที่ 4.8 กราฟแสดงความสัมพันธ์ ระหว่างค่า L_{eqA} กับจำนวนเครื่องบิน และเปรียบเทียบกับประเภทของเครื่องบิน

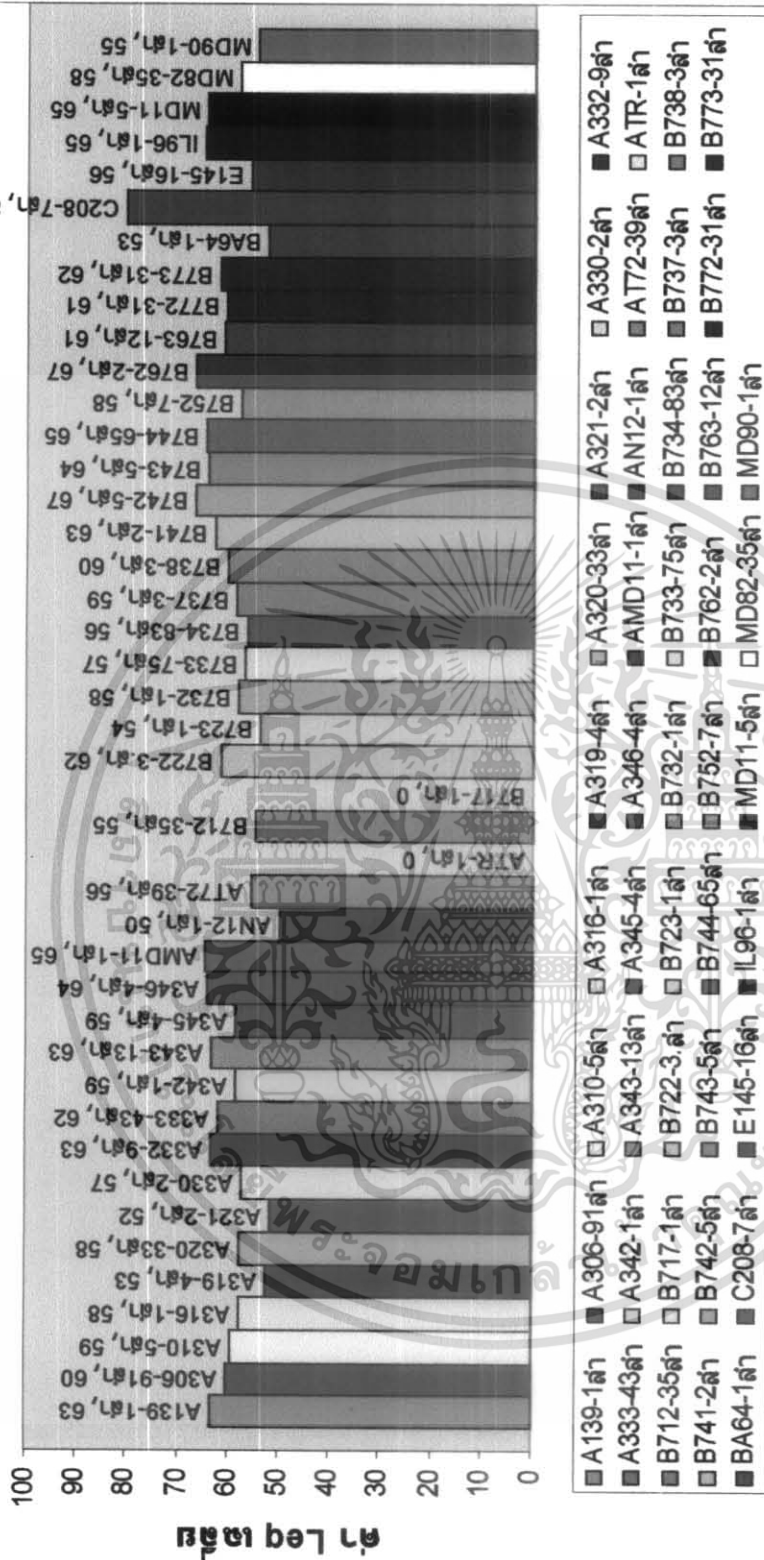
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟเปรียบเทียบ Leq max A ใน 1 s กับ ประเภทเครื่องบิน



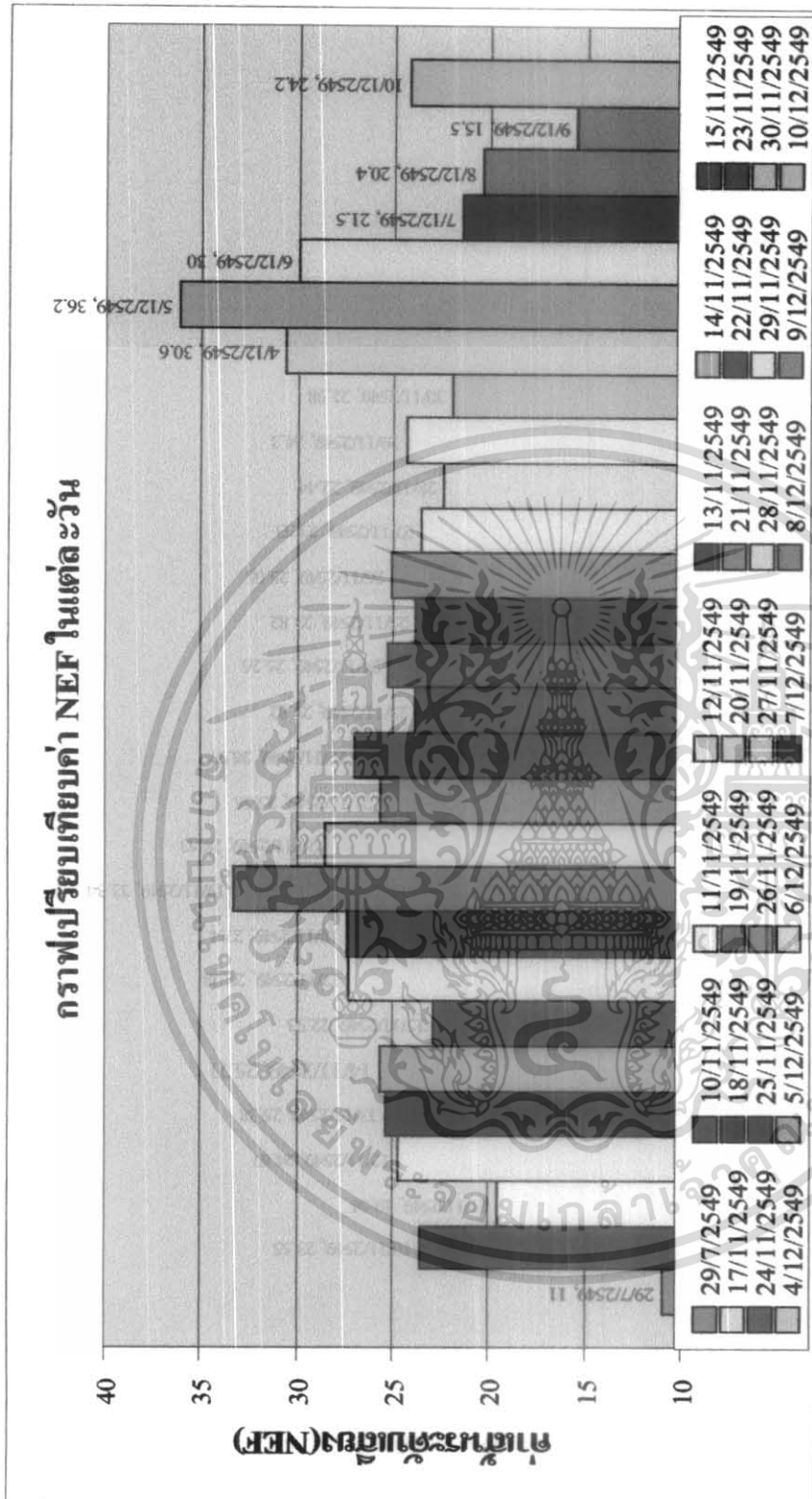
รูปที่ 4.9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ ระหว่างค่า L_{eq} max A กับจำนวนเครื่องบิน และเปรียบเทียบกับประเภทของเครื่องบิน

กราฟเปรียบเทียบค่า Leq เดลี่ย กับ เครื่องบินแต่ละประเภท



* หมายถึง ค่าข้างบนหัวกราฟ หมายถึง ชนิดของเครื่องบินและค่า L_{eq} เดลี่ย

ค่า $L_{eq} = 0$ หมายถึง เครื่องวัดทำการตรวจวัดแล้วไม่ได้ยินเสียงของเครื่องบิน
 รูปที่ 4.10 กราฟแสดงความสัมพันธ์ ระหว่างค่า L_{eq} เดลี่ยเปรียบเทียบกับประเภทของเครื่องบิน



หมายเหตุ ค่าข้างบนห้วงกราฟ สีแดง หมายถึง เดือนกรกฎาคม, สีเหลือง หมายถึง เดือนพฤศจิกายน, สีเขียว หมายถึง เดือนธันวาคม

รูปที่ 4.11 กราฟแสดงความสัมพันธ์ ระหว่างค่าเสียงระดับเสียง(NEF)ในแต่ละวันที่ทำการตรวจวัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

วิเคราะห์ผลการทดลองและสรุปผลการทดลอง

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

ช่วงก่อนการเปิดทดลองใช้สนามบินตั้งแต่วันที่ 1 กรกฎาคม 2549 ถึง 28 กรกฎาคม 2549 สามารถวัดค่าระดับความดังของเสียงใน 1 นาที ($L_{eq} 1 \text{ min}$) ตลอด 24 ชั่วโมงซึ่งถือให้เป็นตัวแทนค่าความดังของเสียงในช่วงปกติเมื่อไม่มีเครื่องบินทำการบินผ่าน สามารถวัดค่า $L_{eq} 1 \text{ min}$ ตลอด 24 ชั่วโมงได้โดยเฉลี่ยประมาณ 55 ถึง 56 dB(A)

ในช่วงทำการทดสอบใช้สนามบิน ณ วันที่ 29 กรกฎาคม 2549 ในช่วงที่มีเครื่องบินทำการบินผ่านบริเวณสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อาคารภาควิชาวิศวกรรมโยธาซึ่งเป็นสถานที่ทำการตรวจวัดค่า $L_{eq} 1 \text{ min}$ ตลอด 24 ชั่วโมงได้ค่าเฉลี่ยประมาณ 55.9 dB(A) เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับช่วงก่อนทำการเปิดใช้สนามบินจะพบว่าค่าระดับเสียงที่เพิ่มขึ้นจากเดิมก่อนทำการตรวจวัดนั้นน้อยมากประมาณ 0.9 dB ดังนั้นจึงไม่สามารถนำผลที่วัดได้ในวันที่ทำการทดสอบใช้สนามบิน ณ วันที่ 29 กรกฎาคม 2549 มาใช้ในการวิเคราะห์ผลได้

จึงทำการตรวจวัดเพิ่มเติมในช่วงวันที่ 10 พฤศจิกายน 2549 ถึง 30 พฤศจิกายน 2549 และพบว่าในช่วงที่เครื่องบินทำการบินผ่านบริเวณอาคารเรียนภาควิชา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังได้ทำการตรวจวัดและคำนวณค่าเส้นระดับเสียงออกมาได้ค่าเส้นระดับเสียงประมาณ 33.34 ซึ่งแสดงว่าสถาบันอยู่ในเกณฑ์ปลอดภัย

แต่เนื่องจากตารางการบิน ณ วันที่ 4 ธันวาคม 2549 ถึง วันที่ 10 ธันวาคม 2549 มีตารางการบินที่แน่นกว่ารวมกับข้อผิดพลาดบางประการ ณ เดือน พฤศจิกายน 2549 จึงได้ทำการตรวจวัดเพิ่มเติม ณ วันที่ 4 ธันวาคม 2549 ถึง วันที่ 10 ธันวาคม 2549 และพบว่าในช่วงที่มีเครื่องบินทำการบินผ่านบริเวณสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง บริเวณอาคารภาควิชาวิศวกรรมโยธาซึ่งเป็นสถานที่ทำการตรวจวัดค่า $L_{eq} 1 \text{ min}$ ตลอด 24 ชั่วโมง ณ วันที่ 4 ธันวาคม 2549 มีค่า $L_{eq} 1 \text{ min}$ ตลอด 24 ชั่วโมงมากที่สุดจึงถือให้เป็นค่าตัวแทนความดังของเสียงในช่วงที่มีเครื่องบินทำการบินผ่านสามารถวัดค่า $L_{eq} 1 \text{ min}$ ตลอด 24 ชั่วโมงได้โดยเฉลี่ยประมาณ 63.9 dB

เมื่อนำค่า $L_{eq} 1 \text{ min}$ ขณะการเปิดใช้สนามบิน เปรียบเทียบกับค่า $L_{eq} 1 \text{ min}$ โดยเฉลี่ยที่ทำการวัดเมื่อยังไม่มีการบินใช้สนามบิน พบว่าการใช้สนามบินสุวรรณภูมิส่งผลกระทบต่อค่าดัชนีชีวิตที่เป็นอยู่ โดยสนามบินจะส่งผลกระทบทำให้สภาพแวดล้อมของเสียงมีความดังเพิ่มขึ้นสูงสุดอยู่ที่ 7.11 dB (A) โดยระดับความดังของเสียงนี้ได้ทำการตรวจวัดนี้จะมีระดับความดังที่เพิ่มขึ้นนั้นจะไม่

คงที่โดยจะขึ้นอยู่กับจำนวนเครื่องบินที่ทำการบินขึ้นลงเครื่องบิน และชนิดของเครื่องบิน(ขนาดของเครื่องบิน)

ภายในวันที่ 4 ธันวาคม 2549 มีจำนวนเครื่องบินที่บินผ่านสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทั้งหมด 261 ลำ จะทำให้มีระดับความดังเพิ่มขึ้นสูงสุดประมาณ 7.11 dB และจะมีเครื่องบินประเภท A306 และ B733 ทำการบินผ่านเป็นส่วนใหญ่ซึ่งพบว่าทั้งสองประเภทเป็นเครื่องบินที่มีขนาดใหญ่และมีจำนวนเที่ยวบินจำนวนมากกว่าปรกติจึงทำให้มีระดับเสียงที่เพิ่มขึ้นมากกว่าวันอื่นๆ

ภายในวันที่ 5 ธันวาคม 2549 มีจำนวนเครื่องบินที่บินผ่านสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทั้งหมด 187 ลำ จะทำให้มีระดับความดังเพิ่มขึ้นประมาณ 5.17 dB และจะมีเครื่องบินประเภท A306 และ B733 ทำการบินผ่านเป็นส่วนใหญ่ซึ่งเครื่องบินทั้งสองประเภทเป็นเครื่องบินเดียวกันกับวันที่ 4 ธันวาคม 2549 แต่มีจำนวนที่เที่ยวบินทั้งหมดที่น้อยกว่าประมาณ 74 ลำ ดังนั้น วันที่ 5 ธันวาคม 2549 จึงมีระดับเสียงเพิ่มขึ้นน้อยกว่าวันที่ 4 ธันวาคม 2549 ประมาณ 1.94 dB

ภายในวันที่ 10 ธันวาคม 2549 มีจำนวนเครื่องบินที่บินผ่านสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทั้งหมด 23 ลำ จะทำให้มีระดับความดังเพิ่มขึ้นประมาณ 2.15 dB และจะมีเครื่องบินประเภท B734 และ B744 ทำการบินผ่านเป็นส่วนใหญ่ซึ่งเครื่องบินทั้งสองประเภทเป็นเครื่องบินที่มีขนาดใหญ่กว่า A306 และ B733 แต่มีจำนวนเที่ยวบินที่น้อยกว่ามากจึงทำให้ระดับเสียงเพิ่มขึ้นเพียง 2.15 dB

และจากการนำค่าระดับเสียง (NEF) ที่คำนวณได้ ในระหว่างวันที่ 4 ธันวาคม 2549 - 10 ธันวาคม 2549 สามารถนำมาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้พบว่าจากการตรวจวัดสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังจะมีค่า NEF สูงสุดอยู่ที่ระดับ 36.2 ซึ่งจากแผนแม่บทการจัดการและมาตรการการลดและติดตามศึกษาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (EIA) ได้ทำการกำหนดค่ามาตรฐานของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังที่ได้ทำการคาดคะเนไว้ที่เหตุการณ์เมื่อมีจำนวนเครื่องบินมีจำนวนเที่ยวบินอยู่ที่ประมาณ 76 เที่ยวบินต่อชั่วโมง จะมีค่า NEF อยู่ที่ประมาณ 35 - 40 แต่จากการเปรียบเทียบนั้นค่า NEF ระหว่างวันที่ 4 ถึง 10 ธันวาคม 2549 พบว่าค่า NEF ที่วัดได้ของทางสถาบันนั้นใกล้เคียงกับค่า NEF ที่ได้ทำการคาดคะเนไว้ โดยปัจจัยที่มีผลต่อ NEF นั้นขึ้นอยู่กับ ชนิดของเครื่องบิน , ขนาดของเครื่องบิน และ ลักษณะการบิน

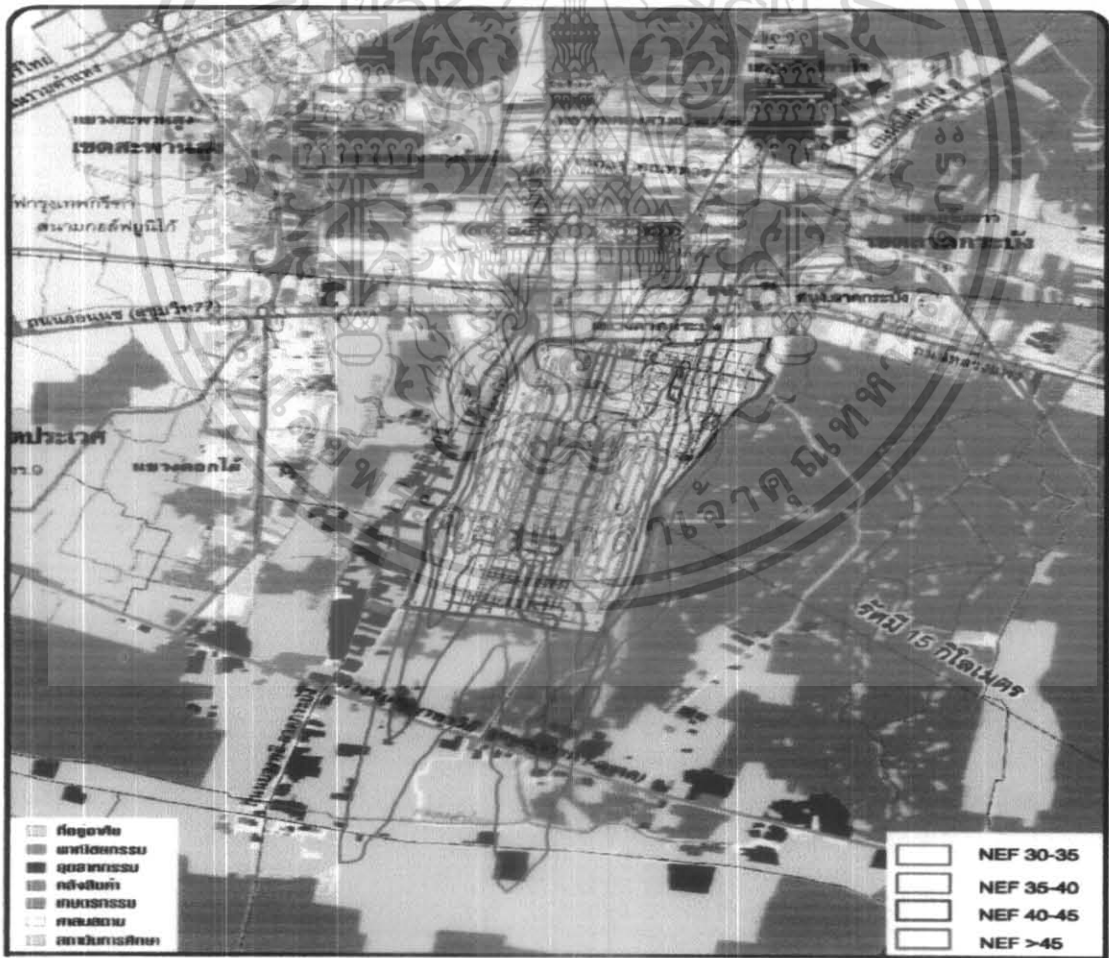
ภายในวันที่ 4 ธันวาคม 2549 มีจำนวนเครื่องบินที่บินผ่านสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทั้งหมด 261 ลำ จะทำให้มีเส้นระดับเสียงอยู่ที่ประมาณ 30.06

ภายในวันที่ 5 ธันวาคม 2549 มีจำนวนเครื่องบินที่บินผ่านสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทั้งหมด 187 ลำ จะทำให้มีเส้นระดับเสียงอยู่ที่ประมาณ 36.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภายในวันที่ 10 ธันวาคม 2549 มีจำนวนเครื่องบินที่บินผ่านสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทั้งหมด 23 ลำ จะทำให้มีเส้นระดับเสียงอยู่ที่ประมาณ 24.2

ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่าทางสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังได้รับผลกระทบมลภาวะทางเสียงเนื่องจากการใช้งานสนามบินสุวรรณภูมิโดยทางสถาบันจะมีระดับความดังของเสียงอยู่ที่ประมาณ 63.9 dB และอยู่ในเส้นระดับเสียงที่มีค่า 36.2 ซึ่งทางสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังก็ยังสามารถตั้งอาศัยอยู่ในบริเวณอาณาเขตใกล้สนามบินสุวรรณภูมินี้ได้แต่ต้องได้รับการปรับปรุงทางอาคารเรียนหรือทางเดินภายในสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังด้วยวัสดุป้องกันเสียงรบกวนที่ได้รับมาตรฐาน เช่น ฉีกระงับสภาวะอากาศกันเสียงซึ่งเสียงจะไม่สามารถผ่านชั้นสภาวะอากาศ ภายในกระจกเข้ามาชั้นในภายในอาคารได้ , เปลี่ยนฝ้าเป็นฝ้าที่ดูดซับเสียง , ติดตั้งกำแพงเพิ่มอีกชั้น วัสดุในกำแพงจะสามารถดูดซับเสียงได้ส่วนหนึ่งเมื่อทำการติดตั้งกำแพงขึ้นมาอีกชั้นหนึ่งก็จะสามารถดูดซับเสียงได้มากขึ้นอีกด้วย เป็นต้น หรือด้วยวิธีการลดเสียงที่ดังจากเครื่องบินด้วยวิธีการอื่นๆซึ่งมีหลากหลายวิธีการ เช่น ทำการปลูกต้นไม้ในมหาวิทยาลัยเพิ่มขึ้น โดยต้นไม้และ ใบไม้จะมีคุณสมบัติในการสะท้อนเสียงดังนั้นการปลูกต้นไม้ก็จะสามารถลดเสียงที่ดังมาจากเครื่องบินได้ส่วนหนึ่ง ฯลฯ



รูปที่ 5.1 รูปแสดงการคาดคะเนเส้นระดับเสียงของ EIA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กรมควบคุมมลพิษ.2543 รายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย กรมควบคุมมลพิษ
กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ.

ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อม.2547 รายงานผลงานวิจัย ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมด้าน
สิ่งแวดล้อม พ.ศ.2544-2546 ศูนย์วิจัยฯกรุงเทพฯ.

สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง. 2546 สถานการณ์และการจัดการปัญหามลพิษทาง
อากาศและเสียง. กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.กรุงเทพฯ

บริษัท ทีม คอนซัลติ้ง แอนด์เนจเมนท์. 2548 จำกัดแผนแม่บทการจัดการและมาตรการการ
ลดและติดตามศึกษาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร
ลาดกระบังอันเนื่องจาก โครงการพัฒนาท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ

ภาคผนวก ก

ข้อมูลอยู่ในแผ่น CD ที่ทำการแนบมากับรูปเล่ม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ผ.ข.1. แสดงตารางระดับเสียงที่ได้รับ (SEL) และค่าเส้นระดับเสียง (NEF) ณ วันที่ 4 ธันวาคม 2549

No.	Flight No.	Aircraft Type	A/D	local time	TIME	Duration	Leg A	Lmax A 1s	SEL	10*SEL/10	EPNL	antilog(NEF/10)
1	THA946	B773	D	0126	4/12/2006 1:26	0:00:30	60.9	77.4	88.1	645654229.0	90.8	31.8
2	QFA1	B744	D	0135	4/12/2006 1:36	0:00:33	59.7	80	90.6	1148153621.5	92.9	51.5
3	THA640	B773	D	0148	4/12/2006 1:49	0:00:29	61.2	78.6	88.1	645654229.0	90.4	29.0
4	THA690	B744	D	0150	4/12/2006 1:51	0:00:32	61.8	79.9	90	1000000000.0	93.1	53.9
5	THA638	B773	D	0221	4/12/2006 2:21	0:00:30	60.3	79.6	87.9	616595001.9	90.2	27.7
7	OTG299	MD82	D	0907	4/12/2006 9:08	0:00:23	54.6	79.2	86.6	457088189.6	87.8	1.0
8	THA991	B744	D	0910	4/12/2006 9:10	0:00:34	68.3	81.8	91.9	1548816618.9	95.3	5.4
9	THA433	A333	D	0911	4/12/2006 9:12	0:00:34	61.7	80.9	89	794328234.7	92.4	2.8
10	CSN362	A320	D	0914	4/12/2006 9:15	0:00:22	70.9	71.5	81.8	151356124.8	84.3	0.4
11	THA431	A306	D	0916	4/12/2006 9:16	0:00:33	66.2	77.7	88.6	724435960.1	91.3	2.1
12	LAZ708	B744	D	0918	4/12/2006 9:18	0:00:33	64.1	80.5	89.1	812830516.2	92.3	2.7
13	THA680	A306	D	0920	4/12/2006 9:20	0:00:34	74.9	78.9	88.2	660693448.0	91	2.0
14	AIQ3180	B733	D	0922	4/12/2006 9:23	0:00:23	69.1	74.9	85.4	346736850.5	87.3	0.9
15	NOK8306	B734	D	0924	4/12/2006 9:24	0:00:20	64.6	76.5	85.1	323593656.9	86.9	0.8
16	CAL066	B744	D	0926	4/12/2006 9:27	0:00:36	70.7	81.3	91.1	1288249551.7	94.1	4.1
17	PBA682	E145	D	0929								0.0
18	THA415	A306	D	0931	4/12/2006 9:32	0:00:38	66.2	79.9	89.7	933254300.8	92.4	2.8
19	QTR613	A333	D	0933	4/12/2006 9:34	0:00:27	66.4	80.7	89.3	851138038.2	92.3	2.7
20	BKP129	B712	D	0937	4/12/2006 9:38	0:00:11	56.9	68.5	77.1	51286138.4	78.6	0.1
21	THA203	B744	D	0941	4/12/2006 9:41	0:00:40	70.2	77.6	88.4	691830970.9	91.4	2.2
22	THA104	A306	D	0943	4/12/2006 9:44	0:00:26	66.9	77.3	86.6	457088189.6	88.9	1.2
23	NOK251	B734	D	0945	4/12/2006 9:45	0:00:23	59.6	74.6	85.5	354813389.2	87.5	0.9
24	THA620	B772	D	0948	4/12/2006 9:48	0:00:31	58.3	76.4	87	501187233.6	88.8	1.2

ผ.จ.1. แสดงค่าระดับเสียงที่ได้รับ (SEL) และค่าเกินระดับเสียง (NEF) ณ วันที่ 4 ธันวาคม 2549 (ต่อ)

No.	Flight No.	Aircraft Type	A/D	local time	TIME	Duration	Leq A	Lmax A.1s	SEL	10*SEL/10	EPNL	antilog(NEF/10)
25	AXM881	A320	D	0950	4/12/2006 9:51	0:00:15	69	71	79.6	91201083.9	82	0.3
26	NOK7104	B734	D	0952	4/12/2006 9:53	0:00:18	57.1	76.9	84.9	309029543.3	86.2	0.7
27	NOK9208	B734	D	0955	4/12/2006 9:55	0:00:23	61.8	78.5	86.4	436515832.2	88	1.0
28	BKP941	AT72	D	0959								0.0
29	AIQ3161	B733	D	1001	4/12/2006 10:02	0:00:17	55.3	75.4	83.8	239883291.9	85.7	0.6
30	GFA153	A343	D	1007	4/12/2006 10:08	0:00:32	61.6	81.3	90.6	1148153621.5	92.8	3.0
31	NOK7502	B734	D	1009	4/12/2006 10:10	0:00:17	56	78.6	85.7	371535229.1	87.7	0.9
32	AFL554	IL96	D	1011	4/12/2006 10:11	0:00:29	65.3	83.6	92.3	1698243652.5	94.5	4.5
33	AIQ3238	B733	D	1013	4/12/2006 10:14	0:00:19	56	79.2	85.3	338844156.1	87	0.8
34	CPA708	A333	D	1016	4/12/2006 10:16	0:00:29	68.8	78.7	88.8	758577575.0	90.9	1.9
35	OTG126	MD82	D	1018	4/12/2006 10:19	0:00:22	68.3	83.3	90.9	1230268770.8	92.1	2.6
36	CES742	B737	D	1028	4/12/2006 10:29	0:00:20	67.3	74.2	83.9	245470891.6	85.9	0.6
37	UBA332	MD82	D	1031	4/12/2006 10:32	0:00:30	67.8	81.6	89.2	831763771.1	91	2.0
38	THA668	A333	D	1036	4/12/2006 10:37	0:00:33	62.2	79.3	89.3	851138038.2	92.7	3.0
39	AIQ3702	B733	D	1041	4/12/2006 10:42	0:00:23	64.8	76	85.4	346736850.5	87.2	0.8
40	THA106	A306	D	1046	4/12/2006 10:46	0:00:28	63.2	77.5	87.6	575439937.3	90.3	1.7
41	THA253	B734	D	1048	4/12/2006 10:49	0:00:21	70.4	77.2	85.7	371535229.1	87.6	0.9
42	THA628	A333	D	1050	4/12/2006 10:51	0:00:29	62.3	77.3	87.9	616595001.9	91.2	2.1
43	AIQ3602	B733	D	1054	4/12/2006 10:54	0:00:16	59.2	76.4	84	251188643.2	85.5	0.6
44	THA974	B772	D	1056	4/12/2006 10:56	0:00:32	63.4	74.8	86.7	467735141.3	89.3	1.3
45	THA132	B734	D	1058	4/12/2006 10:58	0:00:33	63.2	76.3	87	501187233.6	89.1	1.3
46	SGN03	C208	D	1100	4/12/2006 11:03	0:00:22	65.9	80.8	87.4	549540873.9	89.5	1.4
47	AIQ3163	B733	D	1103	4/12/2006 11:05	0:00:30	63.8	82.8	90.8	1202264434.6	93.9	3.9
48	THA329	A306	D	1106								0.0
49	GFA150	A343	D	1108	4/12/2006 11:08	0:00:31	65.2	79.2	89.1	812830516.2	90.9	1.9
50	THA321	A333	D	1110	4/12/2006 11:10	0:00:31	66.7	78.1	87.3	537031796.4	90.6	1.8
51	OTG267	MD82	D	1113	4/12/2006 11:13	0:00:29	69.9	82.1	90.2	1047128548.1	91.9	2.5

ผ.ข.1. แสดงค่าระดับเสียงที่ได้รับ (SEL) และค่าเกินระดับเสียง (NEF) ณ วันที่ 4 ธันวาคม 2549 (ต่อ)

No.	Flight No.	Aircraft Type	A/D	local time	TIME	Duration	Leq A	Lmax A 1s	SEL	10 ³ SEL/10	EPNL	antilog(NEF/10)
52	THA209	A306	D	1115	4/12/2006 11:15	0:00:28	64.1	76.9	86.8	478630092.3	89.2	1.3
53	THA319	B772	D	1117	4/12/2006 11:17	0:00:29	66.8	76.5	87.2	524807460.2	89	1.3
54	AIC358	A310	D	1119	4/12/2006 11:20	0:00:22	58.5	76.6	84.8	301995172.0	86.8	0.8
55	OTG285	MD82	D	1121	4/12/2006 11:22	0:00:32	56.8	83.8	90.8	1202264434.6	92.3	2.7
56	THA664	A333	D	1123	4/12/2006 11:24	0:00:31	63.3	79.4	89.8	954992586.0	93.1	3.2
57	AIC3023	B733	D	1126	4/12/2006 11:26	0:00:22	62.9	78.9	86.9	489778819.4	88.5	1.1
58	THA612	A306	D	1128	4/12/2006 11:28	0:00:29	60.9	80.5	87.8	602559586.1	90.3	1.7
59	BKP905	AT72	D	1130								0.0
60	THA413	A306	D	1134	4/12/2006 11:34	0:00:29	71.8	78.5	89.1	812830516.2	91.8	2.4
61	THA521	A333	D	1136	4/12/2006 11:36	0:00:29	65.1	79.7	89.9	977237221.0	93.4	3.5
62	THA820	B734	D	1138	4/12/2006 11:38	0:00:20	56.6	80.1	87.6	575439937.3	89.8	1.5
63	TGW103	A320	D	1140	4/12/2006 11:40	0:00:13	52	71.5	80.2	104712854.8	81.6	0.2
64	MAS785	B734	D	1142	4/12/2006 11:42	0:00:18	70.2	76.8	85.1	323593656.9	86.8	0.8
65	SIA063	B773	D	1144	4/12/2006 11:45	0:00:27	61.4	77.9	87.2	524807460.2	89.1	1.3
66	BKP851	AT72	D	1146								0.0
67	JSA512	A320	D	1152	4/12/2006 11:52	0:00:19	71.7	78.2	87	501187233.6	88.5	1.1
68	EVA6208	B744	D	1154	4/12/2006 11:54	0:00:31	63.2	79.5	90.5	1122018454.3	93.7	3.7
69	THA614	B734	D	1157	4/12/2006 11:57	0:00:27	64.2	79.2	87.8	602559586.1	90.8	1.9
70	BKP137	B712	D	1159								0.0
71	THA274	A306	D	1207	4/12/2006 12:07	0:00:26	63.3	76.9	86.8	478630092.3	89.4	1.4
72	AIC3503	B733	D	1209	4/12/2006 12:09	0:00:21	62.7	79.6	86.5	446683592.2	88.7	1.2
73	KAC411	A343	D	1211	4/12/2006 12:11	0:00:29	66.2	79.2	89.2	831763771.1	91.1	2.0
74	BKP924	A320	D	1214	4/12/2006 12:14	0:00:16	57.4	71.9	81	125892541.2	82.5	0.3
75	THA110	A333	D	1215	4/12/2006 12:16	0:00:30	61.5	77	87.3	537031796.4	90.4	1.7
76	LTU751	A332	D	1227	4/12/2006 12:28	0:00:29	65.9	80.5	90.1	1023292992.3	93.4	3.5
77	CSN376	B738	D	1229	4/12/2006 12:30	0:00:17	72.9	73	82.4	173780082.9	84.2	0.4

ผ.ข.1. แสดงค่าระดับเสียงที่ได้รับ (SEL) และค่าเส้นระดับเสียง (NEF) ณ วันที่ 4 ธันวาคม 2549 (ต่อ)

No.	Flight No.	Aircraft Type	A/D	local time	TIME	Duration	Leq A	Lmax A 1s	SEL	10*SEL/10	EPNL	antilog(NEF/10)
78	THA010	B734	D	1232	4/12/2006 12:32	0:00:27	66.6	78.2	86.6	457088189.6	88.9	1.2
79	PBA844	E145	D	1235								0.0
80	PBA892	E145	D	1238								0.0
81	HVN830	A320	D	1241	4/12/2006 12:42	0:00:18	68.6	74.3	82.9	194984460.0	84.7	0.5
82	BKP945	A772	D	1243								0.0
83	AIQ3604	B733	D	1248	4/12/2006 12:49	0:00:21	61.8	77	86.3	426579518.8	88.3	1.1
84	THA301	B734	D	1250	4/12/2006 12:51	0:00:21	54.8	80.3	86.4	436515832.2	88.1	1.0
85	AIQ3133	B733	D	1252	4/12/2006 12:52	0:00:18	57.7	76.3	84.9	309029543.3	86.8	0.8
86	NOK9210	B734	D	1257	4/12/2006 12:58	0:00:19	60.3	79	85.4	346736850.5	87.4	0.9
87	NOK7808	B734	D	1259	4/12/2006 12:59	0:00:19	61.2	78.9	85.4	346736850.5	86.6	0.7
88	KQA230	B763	D	1300	4/12/2006 13:01	0:00:25	66	77.6	86.3	426579518.8	89.3	1.3
89	THA519	A333	D	1306	4/12/2006 13:07	0:00:30	64.6	81.2	89.6	912010839.4	93.1	3.2
90	CPA750	B773	D	1312	4/12/2006 13:13	0:00:23	68.9	80.1	88.3	676082975.4	91.3	2.1
91	BKP701	B712	D	1314								0.0
92	OTG130	MD82	D	1317	4/12/2006 13:17	0:00:26	59.4	82.8	91	1258925411.8	92.4	2.8
93	CPA713	B744	D	1319	4/12/2006 13:19	0:00:30	62.8	83.1	92.5	1778279410.0	95.5	5.6
94	THA044	A306	D	1321	4/12/2006 13:21	0:00:32	61.1	77	86.2	416869383.5	88.7	1.2
95	FIN096	MD11	D	1324	4/12/2006 13:25	0:00:28	66.9	81.2	89.7	933254300.8	92.6	2.9
96	MSR960	B772	D	1326	4/12/2006 13:27	0:00:28	61.1	78.1	87.4	549540873.9	89.5	1.4
97	SIA065	B772	D	1329	4/12/2006 13:29	0:00:37	61.4	77.4	87.7	588843655.4	89.9	1.5
98	AIQ3234	B733	D	1331	4/12/2006 13:31	0:00:21	63.5	77.7	85.6	363078054.8	87.7	0.9
99	THA112	B744	D	1333	4/12/2006 13:34	0:00:37	60.1	76.5	87.4	549540873.9	90.5	1.8
100	TSO524	B762	D	1336	4/12/2006 13:36	0:00:26	70.3	79.3	88.1	645654229.0	91	2.0
101	NOK8314	B734	D	1338	4/12/2006 13:38	0:00:21	57.8	79.2	86.3	426579518.8	88.1	1.0
102	THA672	B722	D	1340	4/12/2006 13:40	0:00:31	67.2	79.1	87.4	549540873.9	89.6	1.4

ผ.จ.1. แสดงค่าระดับเสียงที่ได้รับ (SEL) และค่าเส้นระดับเสียง (NEF) ณ วันที่ 4 ธันวาคม 2549 (ต่อ)

No.	Flight No.	Aircraft Type	A/D	local time	TIME	Duration	Leq A	Lmax A 1s	SEL	10 ⁵ SEL/10	EPNL	antilog(NEF/10)
103	ALK422	A332	D	1342	4/12/2006 13:43	0:00:25	63.5	77.6	86.3	426579518.8	88.5	1.1
104	AIQ3320	B733	D	1346	4/12/2006 13:47	0:00:21	77.2	73.6	83.7	234422881.5	85.4	0.5
105	NOK7506	B734	D	1351	4/12/2006 13:52	0:00:21	56.8	78.4	86.5	446683592.2	88.3	1.1
106	NOK7110	B734	D	1353	4/12/2006 13:53	0:00:21	62.8	77.9	85.6	363078054.8	87.8	1.0
107	THA411	A306	D	1355	4/12/2006 13:55	0:00:29	62.6	81.3	89.3	851138038.2	92.2	2.6
108	THA922	B744	D	1357	4/12/2006 13:57	0:00:33	70.7	85.2	94.3	2691534803.9	97.5	8.9
109	THA140	A306	D	1400	4/12/2006 14:00	0:00:24	58.7	77.2	85.8	380189396.3	88.4	1.1
110	EVA212	B744	D	1402	4/12/2006 14:02	0:00:38	63.5	80.9	90.8	1202264434.6	94.4	4.4
111	AIQ3254	B733	D	1404	4/12/2006 14:05	0:00:20	59.6	76.7	85.7	371535229.1	87.7	0.9
112	CAL694	A343	D	1406	4/12/2006 14:07	0:00:30	76.3	79.1	88.6	724435960.1	90.7	1.9
113	OEA291	MD82	D	1409	4/12/2006 14:09	0:00:22	57.8	83.7	91.8	1513561248.4	93	3.2
114	TAH916	B744	D	1419	4/12/2006 14:19	0:00:41	68.3	85.7	95	3162277660.2	98.1	10.2
115	CAL4506	B744	D	1421	4/12/2006 14:22	0:00:26	62.3	79.2	88.2	660693448.0	91.6	2.3
116	AFR174	B744	D	1423	4/12/2006 14:24	0:00:34	73	78.1	88	630957344.5	91.8	2.4
117	PAL731	A333	D	1425	4/12/2006 14:26	0:00:30	65.7	78.9	88.6	724435960.1	91.8	2.4
118	HVN850	A306	D	1428	4/12/2006 14:29	0:00:27	60.4	78.8	87.8	602559586.1	90.8	1.9
119	KLM877	B744	D	1430	4/12/2006 14:31	0:00:31	65.2	84.8	92.4	1737800828.7	95.9	6.2
120	THA213	A306	D	1432	4/12/2006 14:33	0:00:24	61.6	77.6	86.5	446683592.2	88.9	1.2
121	MAS789	B734	D	1434	4/12/2006 14:35	0:00:17	55.6	76.4	85.1	323593656.9	86.7	0.7
122	THA924	A346	D	1436	4/12/2006 14:36	0:00:27	64.6	78.8	89.3	851138038.2	91.9	2.5
123	SGN05	B733	D	1439								0.0
124	AIQ3545	B733	D	1441	4/12/2006 14:42	0:00:20	62.1	81.9	87.2	524807460.2	88.7	1.2
125	UJA82	MD90	D	1443	4/12/2006 14:44	0:00:19	54.9	72.6	82.6	181970085.9	85.3	0.5
126	THA022	B734	D	1448	4/12/2006 14:48	0:00:22	55.2	73	83.7	234422881.5	85.4	0.5
127	THA239	A306	D	1449	4/12/2006 14:50	0:00:30	61.9	77.4	87.4	549540873.9	90	1.6

พ.ข.1. แสดงค่าระดับเสียงที่ได้รับ (SEL) และค่าแก่นระดับเสียง (NEF) ณ วันที่ 4 ธันวาคม 2549 (ต่อ)

No.	Flight No.	Aircraft Type	A/D	local time	TIME	Duration	Leq A	Lmax A 1s	SEL	10*SEL/10	EPNL	antilog(NEF/10)
128	UAE384	B773	D	1456	4/12/2006 14:56	0:00:28	62.9	75.4	85.7	371535229.1	87.6	0.9
129	BKP913	AT72	D	1459	4/12/2006 14:59	0:00:19	52.4	71.6	80.1	102329299.2	82.8	0.3
130	BKP305	AT72	D	1501								0.0
131	RNA402	B752	D	1505	4/12/2006 15:05	0:00:21	61.3	76.2	86.3	426579518.8	89	1.3
132	OTG269	MD82	D	1507	4/12/2006 15:07	0:00:26	57	84.6	91	1258925411.8	92.8	3.0
133	CAL642	A333	D	1508	4/12/2006 15:09	0:00:31	62.5	77.7	87.2	524807460.2	90.1	1.6
134	ETH606	B763	D	1511	4/12/2006 15:11	0:00:29	62.1	78.7	87.8	602559586.1	90.7	1.9
135	THA259	B734	D	1515	4/12/2006 15:16	0:00:29	56.8	77.3	86.8	478630092.3	88.9	1.2
136	BKP711	A320	D	1518	4/12/2006 15:18	0:00:15	53.6	72.2	81.2	131825673.9	83	0.3
137	THA824	B743	D	1519	4/12/2006 15:20	0:00:35	65.2	82.7	92	1584893192.5	95.3	5.4
138	AIQ3139	B733	D	1522	4/12/2006 15:22	0:00:19	54.6	73.1	82.5	177827941.0	85.2	0.5
139	LAO424	AT72	D	1524								0.0
140	OTG124	B752	D	1534	4/12/2006 15:35	0:00:22	60.6	76.3	84.3	269153480.4	87	0.8
141	THA630	A333	D	1541	4/12/2006 15:41	0:00:35	64.1	78.4	88.3	676082975.4	91.6	2.3
142	BKP155	B712	D	1544	4/12/2006 15:45	0:00:20	54.3	74.1	82	158489319.2	83.7	0.4
143	THA678	A306	D	1548	4/12/2006 15:48	0:00:27	62.3	80.9	89.8	954992586.0	92.7	3.0
144	NOK8316	B734	D	1550	4/12/2006 15:50	0:00:19	60.6	77.6	85.3	338844156.1	87.1	0.8
145	QTR615	A333	D	1554	4/12/2006 15:54	0:00:28	61.4	78.8	88.4	691830970.9	90.9	1.9
146	BKP163	B712	D	1556	4/12/2006 15:57	0:00:15	60.9	70.5	79.5	89125093.8	81.8	0.2
147	AXM883	B733	D	1558	4/12/2006 15:59	0:00:20	56.1	73.3	81.9	154881661.9	83.5	0.4
148	PBA886	E145	D	1600								0.0
149	BKP213	AT72	D	1602								0.0
150	SIA631	B772	D	1605	4/12/2006 16:05	0:00:26	60.6	76.1	86.7	467735141.3	89	1.3
151	PBA866	E145	D	1607								0.0
152	AIQ3686	B733	D	1609	4/12/2006 16:10	0:00:17	53.7	75.8	84.5	281838293.1	86	0.6

ผ.ข.1. แสดงค่าระดับเสียงที่ได้รับ (SEL) และค่าเสียงระดับเสียง (NEF) ณ วันที่ 4 ธันวาคม 2549 (ต่อ)

No.	Flight No.	Aircraft Type	A/D	local time	TIME	Duration	Leq A	Lmax A 1s	SEL	10*SEL/10	EPNL	antilog(NEF/10)
153	FIN97	MD11	D	1612	4/12/2006 16:12	0:00:35	63.3	79.6	88.9	776247116.6	92.1	2.6
154	DLH782	B744	D	1624	4/12/2006 16:24	0:00:30	60.7	77.2	87.3	537031796.4	90.4	1.7
155	NOK8318	B734	D	1626	4/12/2006 16:26	0:00:19	54.2	77.3	85	316227766.0	86.8	0.8
156	MPH096	B742	D	1631	4/12/2006 16:31	0:00:42	68.5	89.8	98	6309573444.8	101.3	21.4
157	THA168	B734	D	1633	4/12/2006 16:34	0:00:20	55.4	77	84.4	275422870.3	85.9	0.6
158	AIQ3025	B733	D	1635	4/12/2006 16:35	0:00:23	55.4	77.7	86.4	436515832.2	88.8	1.2
159	THA606	B744	D	1636	4/12/2006 16:37	0:00:33	64.1	79	89.2	831763771.1	92.9	3.1
160	SWR182	A343	D	1640	4/12/2006 16:41	0:00:33	59.6	78.5	88.9	776247116.6	90.8	1.9
161	CPA712	B773	D	1649	4/12/2006 16:49	0:00:27	61.3	80.8	88.7	741310241.3	90.9	1.9
162	IAC854	A320	D	1651	4/12/2006 16:51	0:00:23	54.3	76.7	86.6	457088189.6	87.5	0.9
163	THA409	A333	D	1653	4/12/2006 16:53	0:00:31	60	79.1	88.1	645654229.0	91.3	2.1
164	SBI860	A310	D	1655	4/12/2006 16:55	0:00:27	59.8	79.1	86.9	489778819.4	89.3	1.3
165	THA923	B744	D	1657	4/12/2006 16:57	0:00:33	60.9	76.6	87.4	549540873.9	90.6	1.8
166	THA643	A333	D	1659	4/12/2006 16:59	0:00:31	60.8	76.5	87.5	562341325.2	90.8	1.9
167	SIA067	B772	D	1700	4/12/2006 17:01	0:00:32	60.6	80	87.3	537031796.4	89.1	1.3
168	NOK7514	B734	D	1703	4/12/2006 17:03	0:00:19	58.6	78.6	86.1	407380277.8	88	1.0
169	IAC694	A320	D	1704	4/12/2006 17:05	0:00:22	57.2	76.8	86.8	478630092.3	88.3	1.1
170	BKP307	A772	D	1706	4/12/2006 17:07	0:00:11	58.5	68.9	77.3	53703179.6	78.4	0.1
171	THA417	B772	D	1709	4/12/2006 17:10	0:00:38	59.2	74.2	86.3	426579518.8	88	1.0
172	AIQ3364	B733	D	1711	4/12/2006 17:12	0:00:20	54.3	78.1	85.6	363078054.8	87.3	0.9
173	AIQ3606	B733	D	1713	4/12/2006 17:14	0:00:29	56.1	75.1	86.3	426579518.8	88.6	1.1
174	AIQ3505	B773	D	1714	4/12/2006 17:15	0:00:27	57.7	74.5	84.8	301995172.0	87	0.8
175	TGW113	A320	D	1717	4/12/2006 17:17	0:00:20	52.5	74.4	83.2	208929613.1	85	0.5
176	THA217	A306	D	1719	4/12/2006 17:19	0:00:26	60.7	78.3	86.9	489778819.4	89.4	1.4
177	OEA162	MD82	D	1721	4/12/2006 17:21	0:00:27	57.8	86.7	93.6	2290867652.8	95	5.0

พ.ข.1. แสดงค่าระดับเสียงที่ได้รับ (SEL) และค่าเกินระดับเสียง (NEF) ณ วันที่ 4 ธันวาคม 2549 (ต่อ)

No.	Flight No.	Aircraft Type	A/D	local time	TIME	Duration	Leg A	Lmax A 1s	SEL	10*SEL/10	EPNL	antilog(NEF/10)
178	THA277	B734	D	1722	4/12/2006 17:23	0:00:23	55	75.7	84.5	281838293.1	86.5	0.7
179	MAS783	A330	D	1724	4/12/2006 17:24	0:00:24	57.1	71	82.3	169824365.2	84.8	0.5
180	NOK7112	B734	D	1726	4/12/2006 17:26	0:00:21	54	77.2	85	316227766.0	87.2	0.8
181	SGN07	C208	D	1729								0.0
182	THA641	B773	D	1733	4/12/2006 17:33	0:00:28	58.1	75	85.9	389045145.0	87.8	1.0
183	OTG122	MD82	D	1742	4/12/2006 17:42	0:00:32	55.7	84.1	91.9	1548816618.9	93.2	3.3
184	BKP277	A320	D	1748	4/12/2006 17:49	0:00:18	52.4	69	79.8	95499258.6	81.6	0.2
185	BKP914	B712	D	1750	4/12/2006 17:51	0:00:15	50.8	70.1	79.6	91201083.9	81.4	0.2
186	AIQ3165	B733	D	1752	4/12/2006 17:53	0:00:28	53.2	75.4	85.7	371535229.1	87.8	1.0
187	NOK9216	B734	D	1753	4/12/2006 17:54	0:00:20	52.5	78.5	86.4	436515832.2	88.4	1.1
188	AIQ3135	B733	D	1755	4/12/2006 17:56	0:00:21	54.1	73.5	83.6	229086765.3	85.4	0.5
189	THA684	A306	D	1758	4/12/2006 17:58	0:00:30	60.8	80.1	89.7	933254300.8	92.7	3.0
190	THA235	A306	D	1759	4/12/2006 18:00	0:00:25	57.6	76.5	85	316227766.0	87.2	0.8
191	BKP907	AT72	D	1804								0.0
192	BKP177	AT72	D	1806								0.0
193	THA995	B744	D	1812	4/12/2006 18:12	0:00:29	66.3	84	93	1995262315.0	96	6.3
194	CSN364	A320	D	1814	4/12/2006 18:15	0:00:19	53.1	73.6	83	199526231.5	84.6	0.5
195	AXM887	A320	D	1816	4/12/2006 18:17	0:00:22	51.6	73.6	82.7	186208713.7	84.3	0.4
196	THA305	A306	D	1819	4/12/2006 18:20	0:00:36	62.5	81.2	89.8	954992586.0	93	3.2
197	CAL696	A343	D	1823	4/12/2006 18:24	0:00:31	61.2	80.9	90.5	1122018454.3	92.8	3.0
198	THA8200	B744	D	1825	4/12/2006 18:26	0:00:33	61.7	78.3	88.9	776247116.6	91.9	2.5
199	THA636	A333	D	1832	4/12/2006 18:32	0:00:31	63	80.2	89.4	870963590.0	92.8	3.0
200	THA698	A306	D	1836	4/12/2006 18:36	0:00:29	60.1	81.4	89.8	954992586.0	92.5	2.8
201	FKS802	B742	D	1839	4/12/2006 18:39	0:00:32	58	75.4	86.7	467735141.3	88.6	1.1
202	FIN1962	B752	D	1842	4/12/2006 18:41	0:00:20	54.9	73.5	82.5	177827941.0	85.4	0.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ใดเห็นประโยชน์ของการนำเอกสารนี้ไปใช้
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผ.บ.1. แสดงตารางดัชนีเสียงที่ ได้รับ (SEL) และค่าเส้นระดับเสียง (NEF) ณ วันที่ 4 ธันวาคม 2549 (ต่อ)

No.	Flight No.	Aircraft Type	A/D	local time	TIME	Duration	Leq A	Lmax A Is	SEL	10 [^] SEL/10	EPNL	antilog(NEF/10)
203	JSA516	A320	D	1843	4/12/2006 18:43	0:00:20	52.5	75.8	85.1	323593656.9	86.6	0.7
204	IRM5044	A310	D	1845	4/12/2006 18:46	0:00:28	58.1	77.7	87	501187233.6	89.1	1.3
205	THA221	B744	D	1847	4/12/2006 18:48	0:00:37	61.8	77.3	88.4	691830970.9	91.6	2.3
206	THA142	B734	D	1850	4/12/2006 18:50	0:00:28	54.1	77.8	86.7	467735141.3	89	1.3
207	OEA200	B741	D	1852	4/12/2006 18:52	0:00:39	67	88.1	96.6	4570881896.1	100	15.8
208	THA686	A306	D	1854	4/12/2006 18:54	0:00:31	61	78.7	87.8	602559586.1	90.6	1.8
209	SIA625	B772	D	1856	4/12/2006 18:57	0:00:30	59.5	77.1	87.1	512861384.0	88.6	1.1
210	QFA2	B744	D	1858	4/12/2006 18:59	0:00:34	65.9	83.1	92.8	1905460718.0	96.2	6.6
211	CAL648	B738	D	1901	4/12/2006 19:01	0:00:24	54.5	75.1	84.4	275422870.3	86.6	0.7
212	GFA151	A343	D	1903	4/12/2006 19:03	0:00:30	61.1	82.2	92	1584893192.5	93.9	3.9
213	THA018	A306	D	1906	4/12/2006 19:06	0:00:29	56.9	75.8	86	398107170.6	88.4	1.1
214	BKP935	A319	D	1908	4/12/2006 19:09	0:00:21	50.5	71.6	81.2	131825673.9	82.9	0.3
215	OTG265	MD82	D	1910	4/12/2006 19:11	0:00:29	53	82.5	91.3	1348962882.6	92.6	2.9
216	EVA88	B773	D	1912	4/12/2006 19:13	0:00:23	60.6	74.9	84.3	269153480.4	85.9	0.6
217	BAW9	B744	D	1915	4/12/2006 19:15	0:00:37	66.3	85.5	94.7	2951209226.7	97.5	8.9
218	AIQ3704	B733	D	1917	4/12/2006 19:17	0:00:22	52.3	78.6	86.1	407380277.8	87.9	1.0
219	THA046	A306	D	1919	4/12/2006 19:20	0:00:28	56	74.2	84.2	263026799.2	86.4	0.7
220	AIQ3507	B733	D	1921	4/12/2006 19:22	0:00:27	54.4	75.7	85.9	389045145.0	88	1.0
221	THA126	B772	D	1923	4/12/2006 19:24	0:00:35	59.2	74.6	85.7	371535229.1	87.4	0.9
222	OEA128	MD82	D	1926	4/12/2006 19:26	0:00:27	53.6	82	90.2	1047128548.1	91.5	2.2
223	BKP909	B712	D	1928								0.0
224	THA602	B772	D	1931	4/12/2006 19:31	0:00:31	58.4	77	87.3	537031796.4	88.9	1.2
225	AIQ3029	B733	D	1933	4/12/2006 19:33	0:00:21	54.1	79.1	86.6	457088189.6	88.7	1.2
226	PBA858	E145	D	1935								0.0
227	CPA701	A333	D	1937	4/12/2006 19:37	0:00:30	60.2	78.1	88.6	724435960.1	90.9	1.9

ผ.จ.1. แสดงค่าระดับเสียงที่ได้รับ (SEL) และค่าเกินระดับเสียง (NEF) ณ วันที่ 4 ธันวาคม 2549 (ต่อ)

No.	Flight No.	Aircraft Type	A/D	local time	TIME	Duration	Leq A	Lmax A 1s	SEL	10 ³ SEL/10	EPNL	antilog(NEF/10)
228	THA279	A306	D	1939	4/12/2006 19:40	0:00:36	58.4	76.4	86.8	478630092.3	89.3	1.3
229	BKP181	B712	D	1941	4/12/2006 19:42	0:00:10	52.2	68	76.8	47863009.2	78.3	0.1
230	BKP915	A772	D	1943								0.0
231	CPA702	A333	D	1946	4/12/2006 19:47	0:00:26	59.1	77.1	86.8	478630092.3	89.1	1.3
232	AIC359	A310	D	1948	4/12/2006 19:49	0:00:30	61.4	78.8	88	630957344.5	90.6	1.8
233	THA215	A306	D	1951	4/12/2006 19:51	0:00:33	57.6	78	87.7	588843655.4	90.4	1.7
234	THA419	A306	D	1953	4/12/2006 19:53	0:00:29	57.9	74.5	85.5	354813389.2	87.8	1.0
235	THA317	A333	D	1956	4/12/2006 19:56	0:00:29	61.3	77.8	88.8	758577575.0	91.8	2.4
236	NOK7116	B737	D	1958	4/12/2006 19:58	0:00:19	51.7	75.6	84.3	269153480.4	85.7	0.6
237	CES542	A321	D	1959	4/12/2006 20:00	0:00:25	51.9	74.6	84.3	269153480.4	85.4	0.5
238	THA429	A306	D	2001	4/12/2006 20:02	0:00:29	59.6	78.4	87.4	549540873.9	89.7	1.5
239	THA030	B734	D	2003	4/12/2006 20:04	0:00:33	50.3	75	86	398107170.6	87.7	0.9
240	THA401	A333	D	2005	4/12/2006 20:05	0:00:32	60.7	79.1	88.6	724435960.1	91.9	2.5
241	AIQ3137	B733	D	2007	4/12/2006 20:08	0:00:20	52.7	74.8	84.1	257039578.3	85.7	0.6
242	THA989	A346	D	2011	4/12/2006 20:11	0:00:28	61.4	77.2	87.5	562341325.2	89.3	1.3
243	AIQ3256	B733	D	2013	4/12/2006 20:14	0:00:21	52.7	77.5	85.4	346736850.5	87.1	0.8
244	THA784	A345	D	2016	4/12/2006 20:16	0:00:32	62.4	80.1	89.7	933254300.8	92.1	2.6
245	THA227	A306	D	2018	4/12/2006 20:19	0:00:22	59	74.3	84.2	263026799.2	86.2	0.7
246	THA692	B734	D	2021	4/12/2006 20:22	0:00:24	52.8	77.1	86.1	407380277.8	87.9	1.0
247	THA505	A306	D	2025	4/12/2006 20:26	0:00:35	60.4	81.7	90	100000000.0	92.6	2.9
248	NOK8326	B734	D	2027	4/12/2006 20:27	0:00:19	53.6	78	85.1	323593656.9	86.4	0.7
249	TGW119	A320	D	2034	4/12/2006 20:34	0:00:20	65.1	74.5	83.8	239883291.9	84.7	0.5
250	BKP195	A772	D	2036	4/12/2006 20:37	0:00:14	49.3	70.5	79.7	93325430.1	81.4	0.2
251	UAE418	B773	D	2039	4/12/2006 20:39	0:00:28	60.3	75.1	85.6	363078054.8	86.8	0.8
252	THA315	B773	D	2045	4/12/2006 20:45	0:00:31	61.8	81.3	89.1	812830516.2	91.2	2.1

ผ.จ.1. แสดงค่าระดับเสียงที่ได้รับ (SEL) และค่าเส้นระดับเสียง (NEF) ณ วันที่ 4 ธันวาคม 2549 (ต่อ)

No.	Flight No.	Aircraft Type	A/D	local time	TIME	Duration	Leq A	Lmax A 1s	SEL	10 ³ SEL/10	EPNL	antilog(NEF/10)
253	UBA340	MD82	D	2047	4/12/2006 20:48	0:00:36	59.3	78.3	88.8	758577575.0	90.3	1.7
254	MAS781	B734	D	2049	4/12/2006 20:50	0:00:16	56.7	72.9	81.4	138038426.5	83	0.3
255	AXM885	A320	D	2051								0.0
256	THA313	A306	D	2056	4/12/2006 20:56	0:00:31	61.5	81.3	89.8	954992586.0	92.5	2.8
257	KAL390	B744	D	2102	4/12/2006 21:03	0:00:33	63	77.8	88.9	776247116.6	91.4	2.2
258	NOK7814	B734	D	2105	4/12/2006 21:05	0:00:18	58.9	76.2	84.1	257039578.3	85.7	0.6
259	BKP199	B712	D	2107	4/12/2006 21:08	0:00:16	51.4	70.4	79.6	91201083.9	80.8	0.2
260	FDX5809	A310	D	2114	4/12/2006 21:14	0:00:29	58.7	75.1	86.1	407380277.8	88.4	1.1
261	AIQ3236	B733	D	2116	4/12/2006 21:16	0:00:23	53.9	73.5	83.7	234422881.5	85.1	0.5
262	OTG261	MD82	D	2118	4/12/2006 21:18	0:00:31	56.5	83.2	91.4	1380384264.6	92.6	2.9
263	OTG120	MD82	D	2122	4/12/2006 21:23	0:00:28	55.1	78.8	88.2	660693448.0	89	1.3
264	ALK423	A332	D	2129	4/12/2006 21:29	0:00:33	62.5	79.4	89.9	977237221.0	92.1	2.6
265	AIQ3027	B733	D	2131	4/12/2006 21:31	0:00:29	57.3	73	84.3	269153480.4	86.5	0.7
266	JST30	A332	D	2136	4/12/2006 21:37	0:00:28	61.8	79.1	88.2	660693448.0	90.8	1.9
267	THA325	A333	D	2143	4/12/2006 21:44	0:00:30	65.2	79.5	89.7	933254300.8	93	3.2
268	AMU881	A321	D	2145								0.0
269	AHK832	A306	D	2156	4/12/2006 21:57	0:00:22	60	74	83.8	239883291.9	86	0.6
270	THA225	A306	D	2203	4/12/2006 22:03	0:00:26	58.3	75.1	84.2	263026799.2	86.1	10.8
271	SIA626	B772	D	2220	4/12/2006 22:21	0:00:26	57.7	70	82.2	165958690.7	83.8	6.3
272	RBA33	B763	D	2224	4/12/2006 22:25	0:00:27	58.7	75.3	85.4	346736850.5	87.7	15.6
273	THA124	A306	D	2248	4/12/2006 22:49	0:00:17	56.4	72.1	82	158489319.2	83.7	6.2
274	AAR742	B744	D	2254	4/12/2006 22:54	0:00:33	58.2	75.5	86.7	467735141.3	89.2	22.0
275	JAZ718	B744	D	2259	4/12/2006 23:00	0:00:37	63.2	79.8	89.7	933254300.8	92.6	48.1
276	KAL652	B773	D	2323	4/12/2006 23:24	0:00:28	59	75.2	85.6	363078054.8	87.1	13.5
277	KMI301	B722	D	2326	4/12/2006 23:27	0:00:34	58.2	87.2	95.8	3801893963.2	97.4	145.2

ผ.ข.1. แสดงค่าระดับเสียงที่ได้รับ (SEL) และค่าเริ่มต้นระดับเสียง (NEF) ณ วันที่ 4 ธันวาคม 2549 (ต่อ)

No.	Flight No.	Aircraft Type	A/D	local time	TIME	Duration	Leg A	Lmax A 1s	SEL	10 [^] SEL/10	EPNL	antilog(NEF/10)
278	ETD402	B773	D	2328	4/12/2006 23:28	0:00:25	63.3	77.2	86.7	467735141.3	88.4	18.3
279	SIA632	B772	D	2329	4/12/2006 23:30	0:00:30	60.5	75.2	84.4	275422870.3	86	10.5
280	JSA514	A320	D	2332	4/12/2006 23:32	0:00:20	53.8	74.5	84.7	295120922.7	85.7	9.8
281	RJA181	A342	D	2334	4/12/2006 23:34	0:00:29	58.8	81.7	90.6	1148153621.5	92.3	44.9
282	JAZ728	B763	D	2339	4/12/2006 23:40	0:00:21	59.4	72.5	82.3	169824365.2	84.3	7.1
283	AUA26	A343	D	2344	4/12/2006 23:44	0:00:36	63.5	85	94	2511886431.5	96	105.2
284	KQA231	B763	D	2347	4/12/2006 23:47	0:00:29	63.1	78.1	88.4	691830970.9	91.3	35.6
285	THY61	A332	D	2359	4/12/2006 23:59	0:00:12	60.1	76.5	84.2	263026799.2	86.2	11.0

Σ ANTILOG(NEF/10) =	1147.68
NEF=10log(1147.68) =	30.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของกรมการขนส่งทางอากาศเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผ.ข.2. แสดงค่าระดับเสียงที่ได้รับ (SEL) และค่าเกินระดับเสียง (NEF) ณ วันที่ 5 ธันวาคม 2549

No.	Flight No.	Aircraft Type	A/D	local time	TIME	Duration	Leq A A 1s	Lmax	SEL	10^SEL/10	EPNL	antilog(NEF/10)
1	SWR183	A343	D	0006	5/12/2006 0:07	0:00:34	63.3	83.6	93	1995262315.0	95.4	91.6
2	JAZ738	B763	D	0009	5/12/2006 0:09	0:00:24	57.9	72.8	83.2	208929613.1	85.5	9.4
3	AFR171	B744	D	0011	5/12/2006 0:11	0:00:34	66.7	85.9	95	3162277660.2	98.4	182.8
4	DLH738	B744	D	0023	5/12/2006 0:23	0:00:37	65.3	85.8	94.5	2818382931.3	97.8	159.2
5	THA658	B772	D	0025	5/12/2006 0:25	0:00:31	59.4	75	85.7	371535229.1	87.5	14.9
6	THA622	B773	D	0027	5/12/2006 0:27	0:00:30	61.2	79.1	89.4	870963590.0	91.8	40.0
7	KLM878	B744	D	0029	5/12/2006 0:29	0:00:37	67.6	85	95.2	3311311214.8	98.3	178.6
8	THA920	B744	D	0030	5/12/2006 0:31	0:00:37	66.7	84.5	93.9	2454708915.7	97	132.4
9	THA644	B772	D	0032	5/12/2006 0:33	0:00:32	57.4	72.7	83.9	245470891.6	85.7	9.8
10	THA642	B772	D	0037	5/12/2006 0:38	0:00:30	60.8	74.5	85.5	354813389.2	87.4	14.5
11	ANA916	B772	D	0040	5/12/2006 0:40	0:00:25	60.3	74.5	84.2	263026799.2	85.7	9.8
12	THA948	B744	D	0042	5/12/2006 0:43	0:00:36	67.5	85.1	94.3	2691534803.9	97.7	155.6
13	MAH081	B762	D	0044	5/12/2006 0:45	0:00:27	62.9	78.1	87.3	537031796.4	90.3	28.3
14	THA703	A346	D	0049	5/12/2006 0:50	0:00:27	64.6	80.4	90.6	1148153621.5	92.9	51.5
15	THA930	B744	D	0051	5/12/2006 0:52	0:00:37	67.3	84.5	94	2511886431.5	97.4	145.2
16	BAW10	B744	D	0053	5/12/2006 1:00	0:00:37	68.5	87.4	95.8	3801893963.2	98.6	191.4
17	SAS972	A343	D	0102	5/12/2006 1:03	0:00:33	62.7	85.1	93.4	2187761623.9	95.8	100.4
18	THA950	B744	D	0108	5/12/2006 1:09	0:00:33	64.9	84.2	93.4	2187761623.9	96.8	126.5
19	THA970	A346	D	0110	5/12/2006 1:11	0:00:29	65.7	80.6	90.6	1148153621.5	93	52.7
20	THA940	B772	D	0113	5/12/2006 1:13	0:00:29	64	78.6	89.1	812830516.2	91.8	40.0
21	THA640	B773	D	0115	5/12/2006 1:16	0:00:28	61.6	77.9	88.1	645654229.0	90.3	28.3
22	THA648	A306	D	0122	5/12/2006 1:22	0:00:28	60.5	79.2	88.3	676082975.4	90.9	32.5
23	FIN098A	AMD11	D	0124	5/12/2006 1:24	0:00:30	64.5	82.8	91.7	1479108388.2	94.6	76.2
24	THA960	B744	D	0130	5/12/2006 1:30	0:00:35	66.2	85.3	94.2	2630267991.9	97.4	145.2
25	MSR961	B772	D	0132	5/12/2006 1:32	0:00:31	62.4	80.3	89.7	933254300.8	92	41.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารทรัพย์สินทางปัญญาของบริษัทฯ อนุญาตให้นำไปใช้โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย
 ไม่ว่าการณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผ.ข.2. แสดงค่าระดับเสียงที่ได้รับ (SEL) และค่าเกินระดับเสียง (NEF) ณ วันที่ 5 ธันวาคม 2549 (ต่อ)

No.	Flight No.	Aircraft Type	A/D	local time	TIME	Duration	Leq A	Lmax A 1s	SEL	10*SEL/10	EPNL	antilog(NEF/10)
26	THA910	B744	D	0137	5/12/2006 1:37	0:00:32	66.4	84.6	94	2511886431.5	97.3	141.9
27	MDG011	B763	D	0139	5/12/2006 1:39	0:00:30	60.8	78.7	87.7	588843655.4	90.4	29.0
28	KAL658	B738	D	0143	5/12/2006 1:43	0:00:29	53.3	75.4	85.9	389045145.0	88.1	17.1
29	YZR7466	B733	D	0145	5/12/2006 1:46	0:00:23	55.2	78.7	86.6	457088189.6	88.3	17.9
30	CCA980	B752	D	0147	5/12/2006 1:48	0:00:23	56.1	73.2	84.2	263026799.2	86.1	10.8
31	THA662	A333	D	0149	5/12/2006 1:50	0:00:32	62.7	80.3	89.8	954992586.0	93.2	55.2
32	ELY082	B744	D	0152	5/12/2006 1:52	0:00:35	66.7	87.6	96.2	4168693834.7	99.2	219.8
33	UAE385	B773	D	0155	5/12/2006 1:55	0:00:24	63.2	78	87.3	537031796.4	89	21.0
34	FIN098	MD11	D	0158	5/12/2006 1:58	0:00:34	65.7	82.9	91.5	1412537544.6	94.5	74.5
35	KAL654	B773	D	0202	5/12/2006 2:02	0:00:28	62.1	79	88.7	741310241.3	91	33.3
36	GIA867	B734	D	0212	5/12/2006 2:12	0:00:26	52.3	76.3	86.9	489778619.4	88.4	18.3
37	ETH607	B763	D	0229	5/12/2006 2:29	0:00:33	64.3	82.7	91.1	1288249551.7	94	66.4
38	KAL662	A333	D	0236	5/12/2006 2:37	0:00:24	60.2	78.1	87.7	588843655.4	91	33.3
39	BKP831	A320	D	0251	5/12/2006 2:52	0:00:24	52.2	72.2	82.8	190546071.8	84.5	7.4
40	CES548	A320	D	0253	5/12/2006 2:53	0:00:34	57.8	78.8	89.8	954992586.0	91.3	35.6
41	CAL065	B744	D	0257	5/12/2006 2:57	0:00:33	67.8	89.5	97.5	5623413251.9	100.2	276.7
42	UAE419	B773	D	0259	5/12/2006 2:59	0:00:25	62.4	78.5	87.3	537031796.4	89	21.0
43	KAL660	B772	D	0301	5/12/2006 3:01	0:00:26	61.5	77.7	86.8	478630092.3	88.8	20.0
44	KAC412	A343	D	0314	5/12/2006 3:15	0:00:30	60.1	82	91.1	1288249551.7	93.1	53.9
45	CCA402	A319	D	0316	5/12/2006 3:17	0:00:17	51.7	70.8	80.4	109647819.6	81.9	4.1
46	KZR932	B752	D	0353	5/12/2006 3:54	0:00:22	54.9	71.6	82.8	190546071.8	84.7	7.8
47	QFA1	B744	D	0356	5/12/2006 3:57	0:00:31	63.8	82.3	92.3	1698243652.5	94.6	76.2
48	EVA75	B744	D	0406	5/12/2006 4:06	0:00:34	63.5	81.1	91.3	1348962882.6	94.2	69.5
49	CAL067	B743	D	0409	5/12/2006 4:10	0:00:32	58.8	78.5	89.7	933254300.8	91.3	35.6
50	SQC7931	B744	D	0500	5/12/2006 5:01	0:00:37	58	76	88	630957344.5	90.5	29.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารวิศวกรรมเสียงสำหรับโครงการประเมินผลกระทบทางเสียง ไม่อนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่ขออนุญาตจากสำนักงานการ

ไม่อาจรวมใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผ.ข.2. แสดงค่าระดับเสียงที่ได้รับ (SEL) และค่าแก้ไขระดับเสียง (NEF) ณ วันที่ 5 ธันวาคม 2549 (ต่อ)

No.	Flight No.	Aircraft Type	A/D	local time	TIME	Duration	Leg A	Lmax A 1s	SEL	10 ³ SEL/10	EPNL	antilog(NEF/10)
51	AHK831	A306	D	0611	5/12/2006 6:11	0:00:22	56.6	73.2	82.7	186208713.7	84.5	7.4
52	NOK9200	B734	D	0613	5/12/2006 6:13	0:00:19	54.3	76.7	85.3	338844156.1	86.6	12.1
53	BKP103	B712	D	0615	5/12/2006 6:16	0:00:13	49.4	68.7	77.8	60255958.6	78.8	2.0
54	KML1201	B722	D	0617	5/12/2006 6:18	0:00:27	59.8	84.9	92.4	1737800828.7	93.7	61.9
55	NWA28	A332	D	0619	5/12/2006 6:20	0:00:26	63	79.8	89.2	831763771.1	92.3	44.9
56	NOK271	B734	D	0621	5/12/2006 6:22	0:00:19	51.7	76.9	85.1	323593656.9	86.8	12.6
57	PBA880	E145	D	0623								0.0
58	NOK7102	B734	D	0625	5/12/2006 6:26	0:00:19	53.6	78	86.2	416869383.5	87.6	15.2
59	PBA820	E145	D	0628								0.0
60	THA020	B734	D	0630	5/12/2006 6:30	0:00:29	54.5	74.2	85.3	338844156.1	86.8	12.6
61	NOK8300	B734	D	0632	5/12/2006 6:32	0:00:20	54.5	74.8	83.8	239883291.9	85.2	8.7
62	THA100	A306	D	0638	5/12/2006 6:39	0:00:33	59.2	77.8	88.2	660693448.0	91.1	34.0
63	THA008	B7234	D	0640	5/12/2006 6:41	0:00:28	54	73.9	84.3	269153480.4	85.9	10.3
64	BKP109	B712	D	0643								0.0
65	AIQ3250	B733	D	0652	5/12/2006 6:52	0:00:20	51.8	74.4	84.2	263026799.2	85.6	9.6
66	QFA7588	B744	D	0655	5/12/2006 6:55	0:00:35	68.1	87.8	95.7	3715352291.0	99.3	224.9
67	AIQ3360	B733	D	0658	5/12/2006 6:58	0:00:18	52	75.9	83.9	245470891.6	85.2	8.7
68	EVA62	A306	D	0700	5/12/2006 7:00	0:00:30	61.6	76.8	87.1	512861384.0	89.7	1.5
69	THA040	A306	D	0701	5/12/2006 7:02	0:00:24	58.2	73.5	83.4	218776162.4	85.4	0.5
70	UAL838	B744	D	0703	5/12/2006 7:03	0:00:47	65.6	83.9	93.1	2041737944.7	95.9	6.2
71	AIQ3232	B733	D	0705	5/12/2006 7:06	0:00:26	53.7	78	86.6	457088189.6	88.4	1.1
72	AIQ3131	B733	D	0708	5/12/2006 7:08	0:00:45	54.2	75.2	87.3	537031796.4	89.3	1.3
73	AEW172	B763	D	0712	5/12/2006 7:13	0:00:31	64.3	84	91.7	1479108388.2	94.8	4.8
74	THA160	B734	D	0715	5/12/2006 7:15	0:00:25	51.5	74.2	83.6	229086765.3	85.4	0.5
75	THA231	A306	D	0717	5/12/2006 7:17	0:00:38	59	78.1	88.9	776247116.6	91.4	2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการวิจัยและพัฒนาเท่านั้น มิใช่เพื่อเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจากทางราชการ

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผ.ข.2. แสดงค่าระดับเสียงที่ได้รับ (SEL) และค่าเส้นระดับเสียง (NEF) ณ วันที่ 5 ธันวาคม 2549 (ต่อ)

No.	Flight No.	Aircraft Type	A/D	local time	TIME	Duration	Leq A	Lmax A 1s	SEL	10 [^] SEL/10	EPNL	antilog(NEF/10)
76	BKP119	AT72	D	0719	5/12/2006 7:19	0:00:10	49.2	68.1	76.6	45708819.0	77.9	0.1
77	THA673	A333	D	0721	5/12/2006 7:22	0:00:34	59.1	77.5	87.7	588843655.4	90.6	1.8
78	OEA263	MD82	D	0723	5/12/2006 7:24	0:00:37	58.1	83.2	92.4	1737800828.7	93.5	3.5
79	OTG134	MD82	D	0725	5/12/2006 7:26	0:00:29	52.2	80.4	89.6	912010839.4	90.5	1.8
80	AIQ3571	B733	D	0727	5/12/2006 7:28	0:00:21	54.9	77.3	85.7	371535229.1	87.6	0.9
81	AIQ3612	B733	D	0729	5/12/2006 7:29	0:00:20	54.5	78.4	86.3	426579518.8	88	1.0
82	AIQ3770	B733	D	0730	5/12/2006 7:31	0:00:32	52.2	76	86.1	407380277.8	87.6	0.9
83	AIQ3501	B733	D	0733	5/12/2006 7:33	0:00:22	53	79.7	88.3	676082975.4	89.7	1.5
84	BKP901	AT72	D	0735								0.0
85	IAC738	A320	D	0737	5/12/2006 7:38	0:00:28	56.8	81.3	88.8	758577575.0	89.2	1.3
86	IAC853	A320	D	0740	5/12/2006 7:40	0:00:25	60.8	76	87.2	524807460.2	88.1	1.0
87	AIQ3543	B733	D	0747	5/12/2006 7:48	0:00:28	55.8	75.1	85.4	346736850.5	87.1	0.8
88	BKP211	AT72	D	0750								0.0
89	BKP931	A320	D	0754	5/12/2006 7:54	0:00:23	49.6	70.4	81.4	138038426.5	82.4	0.3
90	BKP271	A320	D	0757	5/12/2006 7:58	0:00:18	53.9	68.8	79.2	83176377.1	80.1	0.2
91	SIA061	B772	D	0800	5/12/2006 8:01	0:00:33	59.4	76.7	87.5	562341325.2	89.1	1.3
92	THA696	B734	D	0807	5/12/2006 8:07	0:00:26	55	79.9	87.4	549540873.9	89.5	1.4
93	BDS802	AN12	D	0809	5/12/2006 8:09	0:00:21	50.2	85.9	92.9	1949844599.8	95.9	6.2
94	THA634	B773	D	0812	5/12/2006 8:12	0:00:29	62.6	79.1	88.8	758577575.0	90.9	1.9
95	ANA954	B772	D	0815	5/12/2006 8:15	0:00:31	59	75.8	86.1	407380277.8	88	1.0
96	BKP903	B712	D	0818								0.0
97	THA249	A306	D	0820	5/12/2006 8:20	0:00:29	59.3	76.5	86.6	457088189.6	89	1.3
98	THA682	A306	D	0822	5/12/2006 8:22	0:00:33	62.1	81.1	90.8	1202264434.6	93.5	3.5
99	BKP123	B712	D	0824								0.0
100	THA690	B734	D	0826	5/12/2006 8:27	0:00:26	58.7	74.6	85.5	354813389.2	87.3	0.9

ผ.จ.2. แสดงค่าระดับเสียงที่ได้รับ (SEL) และค่าเส้นระดับเสียง (NEF) ณ วันที่ 5 ธันวาคม 2549 (ต่อ)

No.	Flight No.	Aircraft Type	A/D	local time	TIME	Duration	Leg A	Lmax A 1s	SEL	10 ⁵ SEL/10	EPNL	antilog(NEF/10)
101	TSE3451	B732	D	0829	5/12/2006 8:29	0:00:38	58.2	78.1	88.7	741310241.3	90.3	1.7
102	THA600	B744	D	0830	5/12/2006 8:31	0:00:37	64.7	78.2	88.7	741310241.3	91.7	2.3
103	THA403	B773	D	0832	5/12/2006 8:33	0:00:36	62.3	79.3	89.4	870963590.0	92.4	2.8
104	THA921	B744	D	0835	5/12/2006 8:35	0:00:37	60.2	77.9	88.6	724435960.1	91.7	2.3
105	BKP125	AT72	D	0837								0.0
106	THA999	B772	D	0840	5/12/2006 8:40	0:00:31	64.4	77.6	88.1	645654229.0	90.7	1.9
107	THA303	A306	D	0842	5/12/2006 8:43	0:00:33	59.5	79.6	88.5	707945784.4	91.5	2.2
108	ETD404	B773	D	0845	5/12/2006 8:45	0:00:29	62.5	76.7	86.6	457088189.6	88.4	1.1
109	JAZ708	B744	D	0847	5/12/2006 8:47	0:00:37	67.2	81.3	90.8	1202264434.6	94.2	4.2
110	DRK123	A139	D	0849	5/12/2006 8:49	0:00:24	63.3	73.9	83.1	204173794.5	85.1	0.5
111	THA991	B744	D	0850	5/12/2006 8:50	0:00:39	66.9	83.1	92.9	1949844599.8	96.1	6.5
112	THA102	B744	D	0852	5/12/2006 8:52	0:00:36	63.5	77.3	87.6	575439937.3	90.6	1.8
113	CPA2700	A333	D	0854	5/12/2006 8:54	0:00:31	61.8	78.9	88.9	776247116.6	91	2.0
114	THA130	A306	D	0855	5/12/2006 8:56	0:00:28	60.3	78.6	87.7	588843655.4	90.3	1.7
115	OTG299	MD82	D	0857	5/12/2006 8:58	0:00:28	65.8	80.6	90.1	1023292992.3	91.3	2.1
116	THA997	A333	D	0900	5/12/2006 9:00	0:00:30	64.3	81	90.3	1071519305.2	93.6	3.6
117	DRK127	BA64	D	0902	5/12/2006 9:02	0:00:16	52.7	72.7	81.2	131825673.9	82.8	0.3
118	THA676	B744	D	0904	5/12/2006 9:04	0:00:34	64.1	80.7	90.6	1148153621.5	94	4.0
119	THA433	A333	D	0906	5/12/2006 9:07	0:00:27	65	79	89.7	933254300.8	93	3.2
120	CAL066	B744	D	0908	5/12/2006 9:08	0:00:36	64.5	83.4	92.3	1698243652.5	95.6	5.8
121	THA431	A306	D	0910	5/12/2006 9:10	0:00:35	61.2	80.2	89.7	933254300.8	92.6	2.9
122	BKP301	AT72	D	0912								0.0
123	AIQ3183	B733	D	0915	5/12/2006 9:16	0:00:25	56.2	75.7	86.1	407380277.8	88.2	1.0
124	NOK8306	B734	D	0920	5/12/2006 9:21	0:00:20	60.6	78.2	85.8	380189396.3	87.3	0.9
125	THA415	B773	D	0924	5/12/2006 9:25	0:00:30	66.1	76.2	86.8	478630092.3	89.1	1.3

ผ.ข.2. แสดงค่าระดับเสียงที่ได้รับ (SEL) และค่าเส้นระดับเสียง (NEF) ณ วันที่ 5 ธันวาคม 2549 (ต่อ)

No.	Flight No.	Aircraft Type	A/D	local time	TIME	Duration	Leq A	Lmax A 1s	SEL	10*SEL/10	EPNL	antilog(NEF/10)
126	THA680	A306	D	0926	5/12/2006 9:27	0:00:34	72.6	81.3	90.3	1071519305.2	93.1	3.2
127	UZB532	B763	D	0927	5/12/2006 9:28	0:00:33	62	76.5	87.1	512861384.0	89.7	1.5
128	THA203	A306	D	0930	5/12/2006 9:31	0:00:37	58.1	79.5	88.7	741310241.3	91.3	2.1
129	PBA352	E145	D	0933								0.0
130	QTR613	A332	D	0934	5/12/2006 9:35	0:00:31	65.4	79	88.7	741310241.3	91.7	2.3
131	PRA852	E145	D	0936								0.0
132	BKP129	B712	D	0940	5/12/2006 9:41	0:00:13	61.2	69.9	78.3	67608297.5	79.5	0.1
133	NOK251	E145	D	0942	5/12/2006 9:43	0:00:17	63.4	78.9	86.6	457088189.6	88.7	1.2
134	NOK9208	B734	D	0943	5/12/2006 9:44	0:00:19	53.7	78	85.6	363078054.8	87.1	0.8
135	THA620	B772	D	0946	5/12/2006 9:46	0:00:30	61.1	77.4	87.2	524807460.2	89	1.3
136	AIQ3151	B733	D	0948	5/12/2006 9:49	0:00:16	64.4	75.7	84	251188643.2	85.5	0.6
137	THA104	A306	D	0952	5/12/2006 9:53	0:00:30	59.7	77.4	86.8	478630092.3	89.3	1.3
138	NOK7104	B734	D	0954	5/12/2006 9:55	0:00:22	53.2	79.3	86.3	426579518.8	88.2	1.0
139	BKP941	AT72	D	0959								0.0
140	JAL6652	B742	D	1002	5/12/2006 10:02	0:00:40	65.9	85.3	94.7	2951209226.7	97.7	9.3
141	BKP131	B712	D	1004								0.0
142	OTG126	MD82	D	1006	5/12/2006 10:07	0:00:24	61.1	82.9	89.9	977237221.0	91.5	2.2
143	AXM881	A320	D	1011	5/12/2006 10:12	0:00:20	56.4	73.3	83.3	213796209.0	84.4	0.4
144	NOK7502	B734	D	1013	5/12/2006 10:14	0:00:18	55.1	78.3	86.1	407380277.8	87.7	0.9
145	AIQ3238	B733	D	1015	5/12/2006 10:16	0:00:21	56	77.6	85.3	338844156.1	87	0.8
146	NCA254	B742	D	1018	5/12/2006 10:18	0:00:33	69.2	84.9	94.8	3019951720.4	98	10.0
147	CPA708	B773	D	1027	5/12/2006 10:27	0:00:26	64.6	77.7	88.2	660693448.0	90.9	1.9
148	THA253	B734	D	1031	5/12/2006 10:32	0:00:15	52.2	76.7	83.3	213796209.0	85.1	0.5
149	AIQ3702	B733	D	1040	5/12/2006 10:41	0:00:20	63.9	80.7	87.8	602559586.1	89.9	1.5
150	THA668	A333	D	1044	5/12/2006 10:44	0:00:28	65.3	80.4	89.6	912010839.4	92.9	3.1

ผ.ข.2. แสดงค่าระดับเสียงที่ได้รับ (SEL) และค่าเกินระดับเสียง (NEF) ณ วันที่ 5 ธันวาคม 2549 (ต่อ)

No.	Flight No.	Aircraft Type	A/D	local time	TIME	Duration	Leg A	Lmax A 1s	SEL	10*SEL/10	EPNL	antilog(NEF/10)
151	THA618	B734	D	1047	5/12/2006 10:47	0:00:22	57.1	80	87.8	602559586.1	89.3	1.3
152	THA106	A306	D	1049	5/12/2006 10:49	0:00:28	59.5	78.1	86.6	457088189.6	88.8	1.2
153	AIQ3163	B733	D	1053	5/12/2006 10:54	0:00:23	65.5	74	84.2	263026799.2	86	0.6
154	THA628	A333	D	1055	5/12/2006 10:55	0:00:32	63.8	78.5	87.9	616595001.9	91.2	2.1
155	THA321	A306	D	1059	5/12/2006 11:00	0:00:31	66.6	78.3	87.9	616595001.9	90.5	1.8
156	GFA150	A343	D	1101	5/12/2006 11:02	0:00:36	61.6	80.4	90.3	1071519305.2	92.2	2.6
157	SGN03	C208	D	1103								0.0
158	OTG267	MD82	D	1106	5/12/2006 11:06	0:00:29	60.5	85.4	92.7	1862087136.7	94.3	4.3
159	THA427	B734	D	1108	5/12/2006 11:08	0:00:30	67.5	77.7	86.4	436515832.2	88.8	1.2
160	THA209	A333	D	1110	5/12/2006 11:10	0:00:28	64.7	77.7	88.1	645654229.0	91.4	2.2
161	OTG285	MD82	D	1112	5/12/2006 11:12	0:00:28	58.3	83.1	91.5	1412537544.6	92.8	3.0
162	THA612	A306	D	1114	5/12/2006 11:14	0:00:29	63.6	79.6	88.4	691830970.9	90.9	1.9
163	AIQ3203	B733	D	1116	5/12/2006 11:17	0:00:22	59.3	77.6	86.2	416869383.5	88.3	1.1
164	THA413	A306	D	1119	5/12/2006 11:19	0:00:26	62.8	77.7	87.2	524807460.2	89.6	1.4
165	BKP905	AT72	D	1123								0.0
166	MAS785	B734	D	1125	5/12/2006 11:25	0:00:24	70.2	75.5	85.6	363078054.8	88.1	1.0
167	CES742	B737	D	1126	5/12/2006 11:27	0:00:16	57.1	75.1	83.1	204173794.5	85.3	0.5
168	THA319	B772	D	1129	5/12/2006 11:29	0:00:32	61.2	77.6	88.5	707945784.4	90.7	1.9
169	THA610	A306	D	1131	5/12/2006 11:31	0:00:29	63.9	81.2	89.2	831763771.1	92.3	2.7
170	THA614	B743	D	1132	5/12/2006 11:32	0:00:33	67.8	81.1	90	1000000000.0	93.2	3.3
171	LTU753	A332	D	1134	5/12/2006 11:35	0:00:32	66.4	82.1	90.6	1148153621.5	93.7	3.7
172	AIQ3602	B733	D	1136	5/12/2006 11:37	0:00:21	57.1	79.4	86	398107170.6	88	1.0
173	SIA063	B773	D	1139	5/12/2006 11:39	0:00:25	61.6	76.9	86.4	436515832.2	88.4	1.1
174	TGW103	A320	D	1141	5/12/2006 11:42	0:00:17	63.3	74.3	82.7	186208713.7	84.2	0.4
175	BKP137	B712	D	1143								0.0

ผ.ข.2. แสดงค่าระดับเสียงที่ได้รับ (SEL) และค่าค่าเกินระดับเสียง (NEF) ณ วันที่ 5 ธันวาคม 2549 (ต่อ)

No.	Flight No.	Aircraft Type	A/D	local time	TIME	Duration	Leq A	Lmax A 1s	SEL	10 ⁴ SEL/10	EPNL	antilog(NEF/10)
176	THA664	A333	D	1147	5/12/2006 11:47	0:00:29	62.7	82.3	90.2	1047128548.1	93.5	3.5
177	BKP924	A320	D	1152	5/12/2006 11:53	0:00:17	66.2	72.9	81.9	154881661.9	83.7	0.4
178	CPA754	A333	D	1200	5/12/2006 12:00	0:00:27	60.9	78.6	88.1	645654229.0	90.4	1.7
179	AIQ3503	B733	D	1202	5/12/2006 12:02	0:00:18	57.1	75.2	84.9	309029543.3	86.8	0.8
180	THA247	A306	D	1204	5/12/2006 12:05	0:00:13	60.5	70.5	79.4	87096359.0	81.7	0.2
181	KAC411	A343	D	1206	5/12/2006 12:07	0:00:33	61.8	79.7	89.7	933254300.8	91.5	2.2
182	THA654	A306	D	1209	5/12/2006 12:09	0:00:22	60	81.2	89.9	977237221.0	92.5	2.8
183	JSA512	A320	D	1211	5/12/2006 12:11	0:00:18	55.5	73.6	83.5	223872113.9	84.9	0.5
184	BKP701	B712	D	1213								0.0
185	THA301	B734	D	1225	5/12/2006 12:26	0:00:18	53.3	76.7	84.9	309029543.3	86.7	0.7
186	THA010	B734	D	1230	5/12/2006 12:30	0:00:23	53.1	78.7	86.6	457088189.6	88.6	1.1
187	THA110	A333	D	1234	5/12/2006 12:34	0:00:31	58.9	77.8	87.5	562341325.2	90.4	1.7
188	HVN830	A320	D	1239	5/12/2006 12:39	0:00:23	55.5	76.5	85.1	323593656.9	86.4	0.7
189	AIQ3133	B733	D	1241	5/12/2006 12:42	0:00:20	52.6	78.6	85.6	363078054.8	87	0.8
190	AIQ3604	B733	D	1243	5/12/2006 12:44	0:00:21	55.9	74.9	84.7	295120922.7	86.9	0.8
191	BKP945	A172	D	1246								0.0
192	NOK7808	B734	D	1249	5/12/2006 12:49	0:00:21	53.1	79.7	86.1	407380277.8	87.9	1.0
193	FIN096	MD11	D	1257	5/12/2006 12:57	0:00:30	65.3	81.6	90.2	1047128548.1	93.1	3.2
194	EVA212	B744	D	1259	5/12/2006 13:00	0:00:35	64.3	81.9	91.3	1348962882.6	94.9	4.9
195	NOK9210	B734	D	1311	5/12/2006 13:11	0:00:19	64.9	78.4	85.4	346736850.5	87.4	0.9
196	COA713	B744	D	1313	5/12/2006 13:13	0:00:29	63	83	92.8	1905460718.0	95.6	5.8
197	PBA844	E145	D	1315								0.0
198	SHQ6612	B752	D	1318	5/12/2006 13:18	0:00:16	58.2	75.6	82.8	190546071.8	86.5	0.7
199	THA672	B772	D	1324	5/12/2006 13:25	0:00:37	64	77.4	88	630957344.5	90.4	1.7
200	OTG130	MD82	D	1327	5/12/2006 13:27	0:00:24	53.1	82	89.5	891250938.1	90.8	1.9

ผ.ข.2. แสดงค่าระดับเสียงที่ได้รับ (SEL) และค่าเส้นระดับเสียง (NEF) ณ วันที่ 5 ธันวาคม 2549 (ต่อ)

No.	Flight No.	Aircraft Type	A/D	local time	TIME	Duration	Leq A	Lmax A 1s	SEL	10 [^] SEL/10	EPNL	antilog(NEF/10)
201	ALK422	A332	D	1329	5/12/2006 13:29	0:00:29	60.5	77.2	87.5	562341325.2	89.6	1.4
202	NOK7506	B734	D	1353	5/12/2006 13:53	0:00:18	52.8	78.1	85.1	323593656.9	87.2	0.8
203	PBA894	E145	D	1401								0.0
204	AIQ3320	B733	D	1402	5/12/2006 14:03	0:00:20	71.4	75.6	83.7	234422881.5	86	0.6
205	PAL731	A333	D	1435	5/12/2006 14:36	0:00:26	65.6	79.9	88.6	724435960.1	91.6	2.3
206	THA239	A306	D	1455	5/12/2006 14:56	0:00:28	62.8	75.4	86.2	416869383.5	88.7	1.2
207	SIA632	B772	D	2330	5/12/2006 23:30	0:00:32	59.1	74.3	86	398107170.6	87.9	16.3

Σ ANTILOG(NEF/10) =	4153.94
NEF=10log(4153.94) =	36.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์การใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผ.ข.3. แสดงค่าระดับเสียงที่ได้รับ (SEL) และค่าเส้นระดับเสียง (NEF) ณ วันที่ 6 ธันวาคม 2549

No.	Flight No.	Aircraft Type	A/D	local time	TIME	Duration	Leq A	Lmax A 1s	SEL	10 [^] SEL/10	EPNL	antilog(NEF/10)
1	THA944	B744	D	0028	6/12/2006 0:29	0:00:37	64.8	82.5	92	1584893192.5	95.3	89.5
2	AFR164	B744	D	0038	6/12/2006 0:38	0:00:33	65.9	86.9	95.5	3548133892.3	98.5	187.0
3	ETH609	B763	D	0219	6/12/2006 2:19	0:00:31	63	82.1	90.5	1122018454.3	93.6	60.5
4	CAL065	B744	D	0258	6/12/2006 2:59	0:00:35	61.1	81.2	91.1	1288249551.7	93.6	60.5
5	UAE397	B773	D	0323	6/12/2006 3:23	0:00:25	67.5	77.8	87	501187233.6	88.9	20.5
6	FKS9991	B743	D	0550	6/12/2006 5:50	0:00:37	67.2	90.9	98.9	7762471166.3	101.5	373.2
7	IAC854	A320	D	1446	6/12/2006 14:46	0:00:27	66.9	75.1	85.8	380189396.3	87.1	0.8
8	THA215	B773	D	1947	6/12/2006 19:47	0:00:28	58.2	74.4	84.9	309029543.3	87	0.8
9	THA218	A306	A	2034	6/12/2006 20:32	0:00:24	84	75	85.2	331131121.5	88.7	1.2
10	AIQ3164	B733	A	2039	6/12/2006 20:37	0:00:14	69.6	73.8	82	158489319.2	83	0.3
11	BKP278	B717	A	2049								
12	BKP908	A172	A	2052	6/12/2006 20:50	0:00:11	79.5	69.6	77.1	51286138.4	80	0.2
13	THA699	A306	A	2136	6/12/2006 21:34	0:00:21	58.1	76.9	85.1	323593656.9	88.1	1.0
14	THA143	A306	A	2140	6/12/2006 21:38	0:00:22	56.4	75.5	84.6	288403150.3	87.1	0.8
15	BKP182	B712	A	2145								
16	THA677	B744	A	2202	6/12/2006 22:00	0:00:27	62	76	86.8	478630092.3	88.9	20.5
17	THA625	A306	A	2205	6/12/2006 22:03	0:00:21	57.5	74.6	84.3	269153480.4	86.7	12.4
18	THA687	A306	A	2210	6/12/2006 22:08	0:00:27	56.6	74.8	85.6	363078054.8	88.2	17.5
19	AIQ3607	B733	A	2214	6/12/2006 22:12	0:00:15	62.1	77.7	83.1	204173794.5	83.8	6.3
20	THA410	A333	A	2216	6/12/2006 22:14	0:00:18	56	71.9	81.7	147910838.8	83.6	6.1
21	OEA129	MD82	A	2219	6/12/2006 22:17	0:00:16	58.8	77.2	83.7	234422881.5	85.7	9.8
22	BKP910	B712	A	2223								
23	THA607	B744	A	2225	6/12/2006 22:24	0:00:25	62.3	77.4	87.5	562341325.2	89.8	25.2
24	THA642	B772	A	2229	6/12/2006 22:27	0:00:20	59.5	73.4	83	199526231.5	85.3	9.0
25	THA280	B734	A	2232	6/12/2006 22:30	0:00:12	58.2	73.1	81.7	147910838.8	82.7	4.9

ผ.ข.3. แสดงค่าระดับเสียงที่ได้รับ (SEL) และค่าเกินระดับเสียง (NEF) ณ วันที่ 6 ธันวาคม 2549 (ต่อ)

No.	Flight No.	Aircraft Type	A/D	local time	TIME	Duration	Leq A	Lmax A 1s	SEL	10 [^] SEL/10	EPNL	antilog(NEF/10)
26	THA031	B734	A	2237	6/12/2006 22:35	0:00:14	53.5	72.3	80.6	114815362.1	81.5	3.7
27	BKP822	A320	A	2239	6/12/2006 22:37	0:00:12	57.8	69.1	77.9	61659500.2	79.9	2.6
28	THA685	A306	A	2243	6/12/2006 22:41	0:00:22	56.4	78.9	87.6	575439937.3	88.8	20.0
29	NOK7117	B734	A	2250	6/12/2006 22:48	0:00:14	61.2	72.4	80.9	123026877.1	81.7	3.9
30	THA640	A333	A	2253	6/12/2006 22:52	0:00:22	64.9	73.3	84.6	288403150.3	87	13.2
31	AIQ3687	B733	A	2258	6/12/2006 22:57	0:00:15	55	74.1	82.1	162181009.7	83	5.3
32	AIQ3506	B733	A	2313	6/12/2006 23:11	0:00:15	52.9	73.8	81.8	151356124.8	83.3	5.6
33	OTG260	MD82	A	2322	6/12/2006 23:20	0:00:19	54.3	75	83.1	204173794.5	85.2	8.7
34	AIQ3136	B733	A	2327	6/12/2006 23:25	0:00:17	51.2	74.4	82.7	186208713.7	83.7	6.2
35	AIQ3257	B733	A	2337	6/12/2006 23:35	0:00:18	50.9	74.5	82.7	186208713.7	84.1	6.8
36	THA119	A333	A	2340	6/12/2006 23:38	0:00:19	54.1	72.2	81.5	141253754.5	83.8	6.3
37	AIQ3237	B733	A	2346	6/12/2006 23:44	0:00:13	49.6	73.6	81.8	151356124.8	82.8	5.0

Σ ANTILOG(NEF/10) =	995.57
NEF=10log(995.57) =	30.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ประโยชน์ภายในหน่วยงานเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พ.ช.4. แสดงค่าระดับเสียงที่ได้รับ (SEL) และค่าเกินระดับเสียง (NEF) ณ วันที่ 7 ธันวาคม 2549

No.	Flight No.	Aircraft Type	A/D	local time	TIME	Duration	Leq A	Lmax A 1s	SEL	10 [^] SEL/10	EPNL	antilog(NEF/10)
1	NOK7103	B734	A	0911	7/12/2006 9:10	0:00:17	54.4	73.4	82.9	194984460.0	84.6	0.5
2	THA101	A333	A	0931	7/12/2006 9:29	0:00:21	55.6	72.4	82.2	165958690.7	84.5	0.4
3	OEA203	B752	A	0945	7/12/2006 9:43	0:00:21	58.3	74	84.1	257039578.3	87.4	0.9
4	OEA262	MD82	A	1008	7/12/2006 10:05	0:00:17	55.8	76.3	84	251188643.2	86	0.6
5	BKP124	B712	A	1031								
6	BKP924	A320	A	1045	7/12/2006 10:43	0:00:11	57.9	69.2	77.9	61659500.2	79.4	0.1
7	OTG298	MD82	A	1129	7/12/2006 11:28	0:00:17	57.8	73.9	82.9	194984460.0	84.8	0.5
8	THA922	B744	A	1133	7/12/2006 11:31	0:00:26	61.1	76	86.2	416869383.5	88.3	1.1
9	THA637	A333	A	1140	7/12/2006 11:38	0:00:17	56.8	74	82.7	186208713.7	84	0.4
10	THA131	A306	A	1145	7/12/2006 11:43	0:00:24	59.1	78.5	86.4	436515832.2	87.6	0.9
11	THA304	A306	A	1151	7/12/2006 11:49	0:00:17	66.6	73	82.4	173780092.9	84.7	0.5
12	THA631	A333	A	1224	7/12/2006 12:22	0:00:16	58.8	71.6	80.9	123026877.1	82.5	0.3
13	THA204	A306	A	1226	7/12/2006 12:24	0:00:20	58.8	73.2	82.8	190546071.8	85.3	0.5
14	BKP132	B712	A	1236								
15	OTG127	MD82	A	1246	7/12/2006 12:44	0:00:15	58.3	77	82.6	181970085.9	84.4	0.4
16	AIQ3502	B733	A	1248	7/12/2006 12:47	0:00:16	61.3	72.9	81.9	154881661.9	83	0.3
17	SGN04	C208	A	1314								
18	THA250	A306	A	1331	7/12/2006 13:29	0:00:19	56	73.7	83.5	223872113.9	85.6	0.6
19	OTG266	MD82	A	1345	7/12/2006 13:43	0:00:18	57.8	75.9	83.2	208929613.1	84.8	0.5
20	BKP906	AT72	A	1350								
21	BKP136	B712	A	1354								
22	OTG284	MD82	A	1358	7/12/2006 13:56	0:00:17	58	76	84	251188643.2	86	0.6
23	BKP138	B712	A	1408								
24	AIQ3022	B733	A	1415	7/12/2006 14:13	0:00:17	55.7	73.3	81.8	151356124.8	83	0.3
25	THA416	A330	A	1505	7/12/2006 15:03	0:00:22	57.3	75.2	84.7	295120922.7	87	0.8

พ.4. แสดงค่าระดับเสียงที่ได้รับ (SEL) และค่าเส้นระดับเสียง (NEF) ณ วันที่ 7 ธันวาคม 2549 (ต่อ)

No.	Flight No.	Aircraft Type	A/D	local time	TIME	Duration	Leq A	Lmax A 1s	SEL	10*SEL/10	EPNL	antilog(NEF/10)
26	THA011	B734	A	1509	7/12/2006 15:07	0:00:12	61.9	75.4	81.7	147910838.8	82.7	0.3
27	AIQ3132	B733	A	1516	7/12/2006 15:14	0:00:22	59.6	72.9	82.9	194984460.0	84.3	0.4
28	NOK7809	B734	A	1523	7/12/2006 15:21	0:00:14	59.1	71.9	80.3	107151930.5	81.2	0.2
29	THA200	A306	A	1526	7/12/2006 15:24	0:00:21	57.6	80.1	85.2	331131121.5	86	0.6
30	OTG131	MD82	A	1532	7/12/2006 15:31	0:00:17	61.9	75.3	82.3	169824365.2	83.7	0.4
31	BKP148	B712	A	1540								
32	BKP914	AT72	A	1551								
33	SGN06	208	A	1616								
34	BKP918	AT72	A	1620								
35	PBA876	E145	A	1624								
36	0EA270	B741	A	1645	7/12/2006 16:43	0:00:31	58.7	80.2	90.9	1230268770.8	93.4	3.5
37	BKP154	B712	A	1646								
38	NOK7507	B734	A	1651	7/12/2006 16:49	0:00:15	53.3	71.7	81	125892541.2	82	0.3
39	BKP946	AT72	A	1657								
40	THA322	A306	A	1710	7/12/2006 17:08	0:00:19	58.7	75.6	84.3	269153480.4	86.7	0.7
41	THA791	A345	A	1714	7/12/2006 17:12	0:00:21	58.4	71.9	82.6	181970085.9	84.4	0.4
42	OTG125	MD82	A	1804	7/12/2006 18:03	0:00:19	56.1	76.8	83.9	245470891.6	85.9	0.6
43	AIQ3138	B733	A	1810	7/12/2006 18:08	0:00:17	53.1	72.9	81.8	151356124.8	83.1	0.3
44	BKP308	AT72	A	1842								
45	SGN08	C208	A	1920								
46	THA278	B734	A	2010	7/12/2006 20:08	0:00:13	52.2	74.8	81.1	128824955.2	82.2	0.3
47	BKP908	AT72	A	2036	7/12/2006 20:34	0:00:11	51.8	69.3	77	50118723.4	79.8	0.2
48	THA117	B773	A	2040	7/12/2006 20:38	0:00:21	61.7	73.6	83.9	245470891.6	86.2	0.7
49	BKP617	B712	A	2047								
50	AIQ3134	B733	A	2055	7/12/2006 20:53	0:00:13	53.1	70.4	79.4	87096359.0	80.1	0.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์ของกรมโยธาธิการและผังเมือง ไม่อนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผ.ข.4. แสดงค่าระดับเสียงที่ได้รับ (SEL) และค่าเกินระดับเสียง (NEF) ณ วันที่ 7 ธันวาคม 2549 (ต่อ)

No.	Flight No.	Aircraft Type	A/D	local time	TIME	Duration	Leq A	Lmax A 1s	SEL	10 [^] SEL/10	EPNL	antilog(NEF/10)
51	BKP178	AT72	A	2119								
52	PBA559	E145	A	2133								
53	BKP916	AT72	A	2137								
54	BKP182	B712	A	2142								
55	THA615	B743	A	2149	7/12/2006 21:47	0:00:22	61.4	75.6	85.8	380189396.3	88	1.0
56	OEA129	MD82	A	2157	7/12/2006 21:55	0:00:15	58.5	74.1	82	158489319.2	83.8	0.4
57	THA677	B744	A	2211	7/12/2006 22:09	0:00:23	62.7	75.7	85.8	380189396.3	88	16.7
58	THA687	A306	A	2214	7/12/2006 22:12	0:00:19	57.9	74.2	84	251188643.2	86.8	12.6
59	THA685	A306	A	2217	7/12/2006 22:15	0:00:20	57.6	75.1	83.8	239883291.9	86	10.5
60	THA280	A306	A	2220	7/12/2006 22:18	0:00:19	56.8	73.5	82.2	165958690.7	85	8.4
61	AIC3607	B733	A	2225	7/12/2006 22:23	0:00:17	54.7	74.3	83.1	204173794.5	84.8	8.0
62	THA625	A306	A	2229	7/12/2006 22:28	0:00:20	55.5	75.1	83.9	245470891.6	86.4	11.5
63	THA679	A306	A	2234	7/12/2006 22:32	0:00:17	56.5	74.4	82.8	190546071.8	85.3	9.0
64	AIC3705	B733	A	2238	7/12/2006 22:36	0:00:13	53.3	73.6	81.7	147910838.8	82.3	4.5
65	THA031	B734	A	2241	7/12/2006 22:39	0:00:13	53.9	72.4	80.2	104712854.8	81.2	3.5
66	AIC3257	B733	A	2247	7/12/2006 22:45	0:00:14	51.6	71.8	80.9	123026877.1	81.6	3.8
67	THA635	B773	A	2249	7/12/2006 22:47	0:00:23	61.6	75.7	85.3	338844156.1	87.2	13.9
68	THA640	A333	A	2251	7/12/2006 22:49	0:00:20	56.3	71.8	81.9	154881661.9	83.8	6.3
69	NOK8327	B734	A	2253	7/12/2006 22:52	0:00:13	53.8	74.5	82.2	165958690.7	83	5.3
70	BKP192	B712	A	2256								
71	AIC3687	B733	A	2258	7/12/2006 22:56	0:00:16	53.5	75	82.6	181970085.9	83.8	6.3

Σ ANTILOG(NEF/10) =	140.88
NEF=10log(464.09) =	21.5

พ.ข.5. แสดงค่าระดับเสียงที่ได้รับ (SEL) และค่าเสียงระดับเสียง (NEF) ณ วันที่ 8 ธันวาคม 2549

No.	Flight No.	Aircraft Type	A/D	Local Time	TIME	Duration	Leq A	Lmax A 1s	SEL	10 [^] SEL/10	EPNL	antilog(NEF/10)
1	THA795	A345	A	0706	8/12/2006 7:05	0:00:24	59.1	73.3	84	251188643.2	86	0.6
2	AIQ3130	B733	A	0957	8/12/2006 9:55	0:00:18	53.8	73.6	82.1	162181009.7	83.8	0.4
3	BKP104	B712	A	1011								0.0
4	BKP302	AT72	A	1033								0.0
5	BKP924	B712	A	1053								0.0
6	THA637	A306	A	1137	8/12/2006 11:35	0:00:25	57.6	79.6	87.3	537031796.4	88.4	1.1
7	THA222	B744	A	1148	8/12/2006 11:46	0:00:30	61.3	77.5	87.9	616595001.9	89.9	1.5
8	BKP126	AT72	A	1152								0.0
9	NOK252	B734	A	1224	8/12/2006 12:22	0:00:14	53.8	73.2	81.6	144543977.1	83.1	0.3
10	THA254	B734	A	1308	8/12/2006 13:06	0:00:18	56.3	73.5	83	199526231.5	84.6	0.5
11	THA250	A306	A	1312	8/12/2006 13:11	0:00:24	62.4	73.7	83.8	239883291.9	85.8	0.6
12	SGN04	C208	A	1315								0.0
13	AIQ3162	B733	A	1325	8/12/2006 13:23	0:00:23	56	75	83.4	218776162.4	85	0.5
14	DRK120	A319	A	1338								0.0
15	THA404	B773	A	1343	8/12/2006 13:41	0:00:23	65.3	76.1	85.7	371535229.1	88.1	1.0
16	THA630	A306	A	1400	8/12/2006 13:59	0:00:24	63.6	74.5	83.8	239883291.9	86.3	0.7
17	BKP906	AT72	A	1407								0.0
18	THA645	B772	A	1433	8/12/2006 14:31	0:00:21	64.1	74.1	83.7	234422881.5	85.6	0.6
19	NOK7809	B734	A	1515	8/12/2006 15:13	0:00:15	52.8	72.4	81.1	128824955.2	82.1	0.3
20	THA011	B734	A	1520	8/12/2006 15:18	0:00:16	52	73.7	82.3	169824365.2	83.1	0.3
21	THA200	A306	A	1524	8/12/2006 15:22	0:00:20	65.1	73.2	82.8	190546071.8	85.3	0.5
22	BKP914	AT72	A	1545								0.0
23	THA302	B734	A	1551	8/12/2006 15:49	0:00:14	56.9	72.4	81.1	128824955.2	82.4	0.3
24	NOK8315	B734	A	1605	8/12/2006 16:03	0:00:15	54.1	73	81.2	131825673.9	82.9	0.3
25	SGN06	C208	A	1619								0.0

ผ.๗.5. แสดงค่าระดับเสียงที่ได้รับ (SEL) และค่าเส้นระดับเสียง (NEF) ณ วันที่ 8 ธันวาคม 2549 (ต่อ)

No.	Flight No.	Aircraft Type	A/D	Local Time	TIME	Duration	Leq A	Lmax A 1s	SEL	10*SEL/10	EPNL	antilog(NEF/10)
26	THA992	B744	A	1626	8/12/2006 16:24	0:00:26	61.6	75.6	85.7	371535229.1	87.6	0.9
27	BKP254**	ATR	A	1703								0.0
28	BKP946	AT72	A	1720	8/12/2006 17:21	0:00:15	51.9	74.2	82.6	181970085.9	83.6	0.4
29	AIQ3321	B733	A	1723	8/12/2006 17:23	0:00:19	55.8	72	82	158489319.2	84.2	0.4
30	THA141	A306	A	1725	8/12/2006 17:25	0:00:22	58.3	78.9	86.6	457088189.6	87.6	0.9
31	THA619	A306	A	1727	8/12/2006 17:27	0:00:21	59.7	73.9	84	251186643.2	86.1	0.6
32	THA791	A345	A	1729	8/12/2006 17:29	0:00:21	54.9	74.8	84	251186643.2	86.1	0.6
33	AIQ3255	B733	A	1731								0.0
34	BKP148	B712	A	1758								0.0
35	OTG268	MD82	A	1810	8/12/2006 18:08	0:00:18	57.2	76.6	84.7	295120922.7	86.7	0.7
36	PBA877	E145	A	1834	8/12/2006 18:58	0:00:16	49.1	72	80	100000000.0	82.7	0.3
37	NOK9217	B734	A	2034	8/12/2006 20:32	0:00:14	51.3	72.2	80.5	112201845.4	81.6	0.2
38	BKP908	AT72	A	2039								0.0
39	BKP936	A319	A	2113	8/12/2006 21:12	0:00:13	55.8	70	79.2	83176377.1	80.6	0.2
40	THA236	A306	A	2118	8/12/2006 21:16	0:00:20	55.8	73.3	83.2	208929613.1	85.7	0.6
41	THA019	A306	A	2121	8/12/2006 21:19	0:00:24	56.4	80.1	87.3	537031796.4	87.9	1.0
42	BKP910	B712	A	2125								0.0
43	THA306	A306	A	2130	8/12/2006 21:28	0:00:21	59.3	75	84.2	263026799.2	86.7	0.7
44	SIA632	B772	A	2142	8/12/2006 21:42	0:00:17	57.3	75.1	82.8	190546071.8	84.4	0.4
45	AIQ3134	B733	A	2144								0.0
46	NOK6415	B734	A	2203	8/12/2006 22:01	0:00:16	53.9	74.5	82.7	186208713.7	83.6	6.1
47	THA685	A306	A	2208	8/12/2006 22:07	0:00:18	58.6	73.2	83.1	204173794.5	85.6	9.6
48	THA642	B772	A	2221	8/12/2006 22:19	0:00:15	60.1	70.9	80.5	112201845.4	82.7	4.9
49	THA687	A306	A	2226	8/12/2006 22:24	0:00:17	58	73.8	82.4	173760082.9	84.2	6.9
50	NOK8321	B734	A	2229	8/12/2006 22:27	0:00:11	53.8	71.4	79.8	95499258.6	80.5	3.0

ผ.๗.5. แสดงค่าระดับเสียงที่ได้รับ (SEL) และค่าเกินระดับเสียง (NEF) ณ วันที่ 8 ธันวาคม 2549 (ต่อ)

No.	Fight No.	Aircraft Type	A/D	Local Time	TIME	Duration	Leq A	Lmax A 1s	SEL	10*SEL/10	EPNL	antilog(NEF/10)
51	BKP182	B712	A	2233								
52	BKP178	AT72	A	2235								
53	THA625	A306	A	2239	8/12/2006 22:37	0:00:22	56.7	74.6	83.9	245470891.6	86.4	11.5
54	THA640	A333	A	2244	8/12/2006 22:42	0:00:14	56.7	71.3	80.4	109647819.6	82.4	4.6
55	BKP916	A320	A	2247								
56	THA280	B734	A	2253	8/12/2006 22:51	0:00:20	54.5	75.4	84.3	269153480.4	86.4	11.5
57	THA679	A306	A	2256	8/12/2006 22:54	0:00:22	57.9	81.3	88.5	707945784.4	89.4	23.0
58	MDG010	B763	A	2303	8/12/2006 23:00	0:00:16	53.6	75.5	82.7	186208713.7	83.8	6.3
59	BKP192	B712	A	2308								
60	THA228	B734	A	2332	8/12/2006 23:31	0:00:15	53.6	71	80.4	109647819.6	82	4.2

Σ ANTILOG(NEF/10) =	109.28
NEF=10log(109.28) =	20.4



พ.ข.6. แสดงค่าระดับเสียงที่ได้รับ (SEL) และค่าเส้นระดับเสียง (NEF) ณ วันที่ 9 ธันวาคม 2549 (ต่อ)

No.	Flight No.	Aircraft Type	A/D	Local Time	TIME	Duration	Leg A	Lmax A 1s	SEL	10 [^] SEL/10	EPNL	antilog(NEF/10)
1	AIQ3508	B733	A	0157	9/12/2006 1:55	0:00:21	53	73.9	83.8	239883291.9	85.5	9.4
2	AIQ3026	B733	A	0221	9/12/2006 2:19	0:00:15	48.9	70	79.7	93325430.1	80.2	2.8
3	THA314	A306	A	0225	9/12/2006 2:23	0:00:20	57.3	73	83.4	218776162.4	85.9	10.3
4	BKP3601	AT72	A	0624	9/12/2006 6:22	0:00:13	51.1	69.5	78.6	72443596.0	81.8	4.0
5	BAW9	B744	D	1817	9/12/2006 18:18	0:00:34	65.9	85.9	94.9	3090295432.5	97.5	8.9

Σ ANTILOG(NEF/10) =	35.33
NEF=10log(35.33) =	15.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารทรัพย์สินทางปัญญาให้บริการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผ.ข.7. แสดงค่าระดับเสียงที่ได้รับ (SEL) และค่าเกินระดับเสียง (NEF) ณ วันที่ 10 ธันวาคม 2549 (ต่อ)

No.	Flight No.	Aircraft Type	A/D	LocalTime	TIME	Duration	Leq A	Lmax A 1s	SEL	10 ³ SEL/10	EPNL	antilog(NEF/10)
1	THA910	B744	D	0107	10/12/2006 1:07	0:00:34	62.8	80.2	91.5	1412537544.6	94.3	71.1
2	BKP811	A320	D	0116	10/12/2006 1:16	0:00:23	50.8	70.5	81.5	141253754.5	83.2	5.5
3	AIC349	A316	D	0328	10/12/2006 3:28	0:00:30	57.7	76.8	87	501187233.6	89.4	23.0
4	NOK8300	B734	D	0642	10/12/2006 6:43	0:00:21	52.3	73.5	83.3	213796209.0	84.6	7.6
5	SVA995	MD11	D	0806	10/12/2006 8:06	0:00:30	62.9	80.4	88.9	776247116.6	91.9	2.5
6	CLX791	B742	D	1642	10/12/2006 16:42	0:00:46	72.7	93.6	100.9	12302687708.1	104.4	43.7
7	FKS902	B744	D	1651	10/12/2006 16:52	0:00:37	64.9	80.7	91.1	1288249551.7	94.3	4.3
8	CPA751	B773	D	1741	10/12/2006 17:42	0:00:29	63.7	80.9	89.9	977237221.0	92.7	3.0
9	BKP936	B734	A	2124	10/12/2006 21:22	0:00:13	57.9	68.4	78.1	64565422.9	78.8	0.1
10	NOK7113	B734	A	2128	10/12/2006 21:25	0:00:16	50.1	73.4	81.4	138038426.5	81.7	0.2
11	THA699	A306	A	2138	10/12/2006 21:36	0:00:24	57.3	74.7	85	316227766.0	87.8	1.0
12	OEA129	MD82	A	2207	10/12/2006 22:05	0:00:18	54.8	73.5	83	199526231.5	85	8.4
13	THA607	B744	A	2221	10/12/2006 22:19	0:00:25	63.1	76.6	87	501187233.6	89.3	22.5
14	THA685	A306	A	2227	10/12/2006 22:25	0:00:23	56.3	73.6	84.2	263026799.2	87	13.2
15	THA031	B734	A	2231	10/12/2006 22:30	0:00:16	51.3	73.2	82.3	169824365.2	83.3	5.6
16	NOK8321	B734	A	2238	10/12/2006 22:36	0:00:16	51.6	73.5	81.7	147910838.8	82.6	4.8
17	BKP186	AT72	A	2239	10/12/2006 22:40	0:00:22	57.2	73.6	84.2	263026799.2	86.7	12.4
18	THA119	A306	A	2250	10/12/2006 22:48	0:00:21	55.5	72.1	83.2	208929613.1	85.8	10.0
19	NOK7117	B734	A	2253	10/12/2006 22:52	0:00:14	61.2	71.8	80.9	123026877.1	81.7	3.9
20	AIQ4	B733	A	2258	10/12/2006 22:57	0:00:16	48.7	71.8	81.2	131825673.9	81.9	4.1
21	BKP192	B712	A	2300	10/12/2006 22:58	0:00:12	54.3	69.3	77.9	61659500.2	79.2	2.2
22	OTG260	MD82	A	2318	10/12/2006 23:16	0:00:18	54.4	74.2	82.6	181970085.9	84.6	7.6
23	NOK7815	B734	A	2320	10/12/2006 23:18	0:00:16	48	73.8	82.1	162181009.7	83	5.3

Σ ANTILOG(NEF/10) =	261.92
NEF=10log(261.923) =	24.2

ภาคผนวก ก

ผ.ศ.1. แสดงรุ่นและขนาดของเครื่องบิน, บริษัทที่ผลิตและเครื่องยนต์ที่ใช้ในการขับเคลื่อน

เครื่องบิน	รุ่นเครื่องบิน	ขนาดเครื่องบิน	บริษัทที่ผลิต	เครื่องยนต์
A 306	A 300	-600	AIRBUS INDUSTRY	PW
A 310	A 310	-600	AIRBUS INDUSTRY	PW
A 316	A 310	-600	AIRBUS INDUSTRY	CMF
A 319	A 310	-900	AIRBUS INDUSTRY	CMF
A 320	A 320	-200	AIRBUS INDUSTRY	CMF
A 322	A 320	-200	AIRBUS INDUSTRY	CMF
A 330	A 330	-200	AIRBUS INDUSTRY	PW,GE
A 332	A 330	-200	AIRBUS INDUSTRY	PW,GE
A 333	A 330	-300	AIRBUS INDUSTRY	PW,GE
A 342	A 340	-200	AIRBUS INDUSTRY	RR
A 343	A 340	-300	AIRBUS INDUSTRY	RR
A 345	A 340	-500	AIRBUS INDUSTRY	RR
A 346	A 340	-600	AIRBUS INDUSTRY	RR

เครื่องบิน	รุ่นเครื่องบิน	ขนาดเครื่องบิน	บริษัทที่ผลิต	เครื่องยนต์
B 712	B 717	-200	BOING COMPANY	PW,GE,RR
B 717	B 717	-200	BOING COMPANY	PW,GE,RR
B 722	B 727	-200	BOING COMPANY	PW,GE,RR
B 723	B 727	-300	BOING COMPANY	PW,GE,RR
B 732	B 737	-200	BOING COMPANY	CMF
B 733	B 737	-300	BOING COMPANY	CMF
B 734	B 737	-400	BOING COMPANY	CMF
B 738	B 737	-800	BOING COMPANY	CMF
B 741	B 747	-100	BOING COMPANY	PW,GE
B 742	B 747	-200	BOING COMPANY	PW,GE
B 743	B 747	-300	BOING COMPANY	PW,GE
B 744	B 747	-400	BOING COMPANY	PW,GE
B 752	B 757	-200	BOING COMPANY	PW,GE,RR
B 762	B 767	-200	BOING COMPANY	PW,GE,RR
B 763	B 767	-300	BOING COMPANY	PW,GE,RR
B 772	B 777	-200	BOING COMPANY	PW,GE,RR
B 773	B 777	-300	BOING COMPANY	PW,GE,RR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผ.ค.2. แสดงรุ่นของเครื่องบินและบริษัทที่ผลิต

เครื่องบิน	รุ่นเครื่องบิน	บริษัทที่ผลิต
AMD 11	AMD 11	MC DONELL DUGLAS
AN 12	AN 12	ANTONOV
AT 72	AT 72	AT
ATR	ATR	ATR
BA 64	BA 64	BRITISH AEROSPACE
C 208	C 208	CESSNA
E 145	E 145	EMBRAER
IL 96	IL 96	RUSSIA
MD 11	MD 11	MC DONELL DUGLAS
MD82	MD 82	MC DONELL DUGLAS
MD 90	MD 90	MC DONELL DUGLAS

หมายเหตุ : เครื่องยนต์ทางเสื่อข้อ GE = GENERAL ELECTRIC รุ่น CF6-80 C2D1F
 PW = PRATT & WHITNEY รุ่น PW 4460
 RR = ROLLSROYS รุ่น TRENT 800



ผ.ค.รูปที่ 1 แสดงเครื่องบินแอร์บัส A 360



ผ.ค.รูปที่ 2 แสดงเครื่องบินแอร์บัส A 319



ผ.ค.รูปที่ 3 แสดงเครื่องบินแอร์บัส A 320

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ผ.ศ.รูปที่ 4 แสดงเครื่องบินแอร์บัส A 333



ผ.ศ.รูปที่ 5 แสดงเครื่องบินแอร์บัส A 345



ผ.ศ.รูปที่ 6 แสดงเครื่องบิน AT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ผ.ค.รูปที่ 7 แสดงเครื่องบิน โบอิง B 742



ผ.ค.รูปที่ 8 แสดงเครื่องบิน โบอิง B 743



ผ.ค.รูปที่ 9 แสดงเครื่องบิน โบอิง B 744

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ผ.ค.รูปที่ 10 แสดงเครื่องบิน โบอิง B 752



ผ.ค.รูปที่ 11 แสดงเครื่องบิน โบอิง B 772

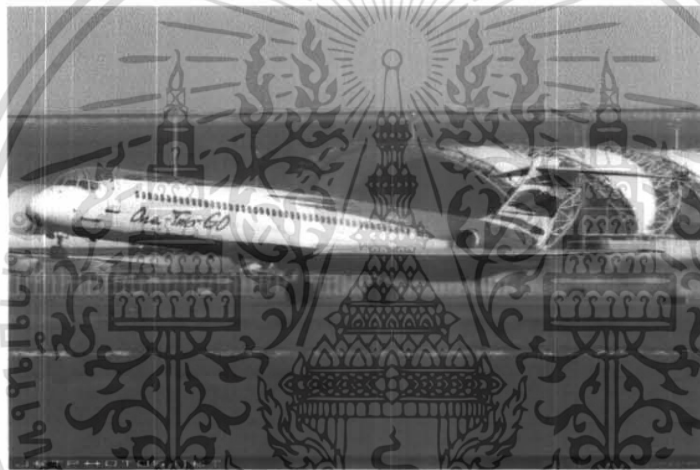


ผ.ค.รูปที่ 12 แสดงเครื่องบิน โบอิง B 773

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ผ.ค.รูปที่ 13 แสดงเครื่องบินแมค โดเนลต์กลาส MD 11



ผ.ค.รูปที่ 13 แสดงเครื่องบินแมค โดเนลต์กลาส MD 82

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้