# รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

## การตรวจวัดและวิจัยระดับเสียงสื่อโฆษณาในระบบรถไฟฟ้า MRT
## Measurement And Analyzing Media Sound Level In MRT System


นายณัฐธัญธร วัฒนพันธุ์
นายระวีร์ ช่างสลัก



สาขาวิชาวิศวกรรมดนตรีและสื่อประสม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561

# รายงานสหกิจฉบับสมบูรณ์

## การตรวจวัดและวิจัยระดับเสียงสื่อโฆษณาในระบบรถไฟฟ้า MRT

## Measurement And Analyzing Media Sound Level In MRT System


นายณัฐธัญธร วัฒนพันธุ์

นายระวีร์ ช่างสลัก

สาขาวิชา วิศวกรรมดนตรีและสื่อประสม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง


ปีการศึกษา 2561


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ชื่อโครงงานสหกิจศึกษา:** การตรวจวัดและวิจัยระดับเสียงสื่อโฆษณาในระบบรถไฟฟ้า MRT
**ชื่อ-สกุล นักศึกษา:** ณัฐธัญธร วัฒนพันธุ์, นายระวีร์ ช่างสลัก
**คณะ:** วิศวกรรมศาสตร์ **สาขาวิชา:** วิศวกรรมดนตรีและสื่อประสม
**ชื่อ-สกุล อาจารย์นิเทศน์:** ดร.มุน ฮึม บัค, ดร.ณัชนันท์ ชิตานนท์
**ชื่อ-สกุล ผู้นิเทศน์งาน:** คุณปองพล วนิชชากร
**สถานประกอบการ:** บริษัท ทางด่วนและรถไฟฟ้ากรุงเทพ จำกัด (มหาชน)

## บทคัดย่อ

เนื่องจากบริษัท ทางด่วนและรถไฟฟ้ากรุงเทพฯ จำกัด(มหาชน) เป็นบริษัทเกี่ยวกับการคมนาคมที่มีธุรกิจโฆษณาอยู่ภายในสถานีรถไฟฟ้าทั้งในรูปแบบภาพนิ่ง จอโทรทัศน์ หรือ โปสเตอร์ ซึ่งสิ่งที่เราสนใจคือ จอโทรทัศน์ (PIDs) เพราะเป็นโฆษณาที่มีทั้งภาพและเสียงออกมา ซึ่งเสียงที่จากจอ PIDs นั้นดังเกินไป สร้างความไม่พึงพอใจของผู้โดยสาร จึงมีการร้องเรียนจากผู้โดยสาร แต่เมื่อทางสถานีลดระดับเสียงโฆษณาลงทำให้เกิดการร้องเรียนจากผู้ว่าจ้างลงสื่อโฆษณาว่าไม่ได้ยินเสียงที่ตนเองโฆษณา จึงเป็นที่มาของโครงงาน โดยทางผู้จัดทำมีแนวคิดที่จะหาค่าระดับเสียงที่สมดุลระหว่างผู้โดยสารกับโฆษณา โดยทำการวัดระดับเสียงในช่วงเวลาที่มีผู้โดยสารเยอะ และน้อยตามลำดับ ซึ่งเราได้เลือกกลุ่มตัวอย่างมา 6 สถานีจาก 18 สถานี จากนั้นลงพื้นที่วัดระดับเสียงของจอโฆษณาเพื่อนำมาวิเคราะห์ โดยการพล็อตกราฟ และวิเคราะห์จากค่ากลางของข้อมูลเพื่อนำมาเสนอแนะกับบริษัท ซึ่งผลที่ออกมาพบว่าเราสามารถที่จะปรับค่าระดับเสียงของหลายๆสถานีได้ โดยสถานีที่มีผู้โดยสารเยอะเราสามารถปรับค่าระดับเสียงเพิ่มขึ้นได้อีกเนื่องจากเสียงผู้โดยสารดังกว่าโฆษณามากและสถานีที่มีผู้โดยสารน้อย เราสามารถที่จะเพิ่มระดับเสียงขึ้นได้อีกเนื่องจากยังไม่เกินระดับที่กฎหมายกำหนด แต่ไม่มีความจำเป็นที่จะต้องเพิ่มระดับเสียงเนื่องจากเมื่อผู้โดยสารรอรถไฟฟ้าเป็นเวลานานอาจจะสร้างความไม่พึงพอใจแก่ผู้โดยสารได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**Cooperative Title:** Measurement And Analyzing Media Sound Level In MRT System
**Student intern name:** Mr. Natthanthorn Wattanapan, Mr. Ravee Changsalak
**Faculty:** Engineering **Department:** Music Engineering and Multimedia
**Advisor name:** Dr. MunHum park, Dr. Natchanan Chitanon
**Mentor name:** K. Pongpon vanitchakorn
**Company:** Bangkok Expressway and Metro Public Company Limited

## ABSTRACT

Bangkok Expressway and Metro Public Company Limited has commercial development business, which has problem about advertising media. The problem is that PIDs (Passenger Information Display System : a screen that give information to passengers) volume is too loud and make dissatisfaction to passengers, so the passengers complain about it. When the company decrease PIDs volume, advertising media owner will not hear their advertising, so they complain about it. Hence, we decided to balance the volume by measurement of sound level at 6 metro stations out of 18, then analyze data and present to the company. Our results support the consideration of the company who decide to increase or decrease the PIDs volume.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# กิตติกรรมประกาศ

การที่ข้าพเจ้าได้มีโอกาสเข้าไปปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ณ บริษัททางด่วนและรถไฟฟ้า กรุงเทพ จำกัด (มหาชน) ตั้งแต่วันที่ 6 สิงหาคม พ.ศ.2561 ถึงวันที่ 23 พฤศจิกายน พ.ศ. 2561 ส่งผลให้ข้าพเจ้าได้รับความรู้และประสบการณ์ต่างๆมากมาย ทั้งนี้เนื่องมาจากการได้รับความกรุณาอย่างสูงจากอาจารย์ Munhum Park และอาจารย์ณัชนันท์ ชิตานนท์ ที่ได้เริ่มติดต่อทางหน่วยงานจนข้าพเจ้าได้รับโอกาสอันดีนี้ ตลอดระยะเวลาในการเข้ารับการปฏิบัติงานสหกิจศึกษานั้น ข้าพเจ้าได้รับความกรุณาอย่างสูงจากแผนกพัฒนาเชิงพาณิชย์ โดยมี คุณปองพล วนิชชากร ผู้จัดการแผนกพัฒนาเชิงพาณิชย์ และสมาชิกในแผนก โดยเสียสละเวลามาคอยดูและให้คำปรึกษาและประสานงานให้แก่ผู้จัดทำเพื่อลงพื้นที่สถานีเพื่อวัดระดับเสียง

หวังว่ารายงานโครงงานสหกิจฉบับนี้จะมีประโยชน์ต่อผู้ศึกษาไม่มากก็น้อย จึงขอมอบส่วนดีทั้งหมดนี้ให้แก่เหล่าคณาจารย์และบุคลากรของหน่วยงานที่ได้กล่าวไปข้างต้น หากมีข้อผิดพลาดประการใด ผู้วิจัยขออภัยมา ณ ที่นี้ และยินดีที่จะรับฟังคำแนะนำสำหรับการปรับปรุงโครงงานต่อไป

ณัฐธัญธร วัฒนพันธุ์
ระวีร์ ช่างสลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ

หน้า


**บทคัดย่อ** ..... I

ABSTRACT ..... II

**กิตติกรรมประกาศ** ..... III

สารบัญ ..... IV

สารบัญ (ต่อ) ..... V

สารบัญตาราง ..... VI

สารบัญภาพ ..... VII

สารบัญภาพ (ต่อ) ..... VIII

สารบัญภาพ (ต่อ) ..... IX

**บทที่ 1 บทนำ** ..... 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน ..... 1

1.2 ประวัติความเป็นมาของบริษัท ..... 1

1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย ..... 5

1.4 ขอบเขตของการวิจัย ..... 6

1.5 วิธีการดำเนินการวิจัย ..... 8

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ ..... 8

**บทที่ 2 แนวคิด และทฤษฎี** ..... 9

2.1 แนวคิด และทฤษฎี ..... 9

**บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย** ..... 19

3.1 แผนการดำเนินงาน ..... 19

3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย ..... 19

3.3 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย ..... 19

**บทที่ 4 ผลการวิจัย** ..... 25

**บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ** ..... 30



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ (ต่อ)

หน้า

5.1 สรุปผลการวิจัย ..... 30
5.2 ข้อเสนอแนะ ..... 30

**บรรณานุกรม** ..... **31**

**ภาคผนวก** ..... **31**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตาราง

**ตารางที่** **หน้า**

ตารางที่ 1.1 แสดงแผนการดำเนินงานและระยะเวลาของการดำเนินงาน.....7
ตารางที่ 2.1 แสดงตัวอย่าง ความดัง และความรู้สึกของมนุษย์เมื่อได้ยินเสียง.....9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญภาพ

**ภาพที่** **หน้า**


ภาพที่ 1.1 แผนผังโครงสร้างองค์กร ..... 3
ภาพที่ 1.2 หน้าจอสื่อ PIDs บนชั้นชานชาลา ..... 6
ภาพที่ 2.1 สูตรการคำนวณค่าระดับความเข้มเสียง ..... 11
ภาพที่ 2.2 สูตรการคำนวณระดับความดันเสียง ..... 11
ภาพที่ 2.3 ส่วนประกอบของหู ..... 12
ภาพที่ 2.4 แสดงเครื่องวัดระดับเสียง ไมโครโฟน และอุปกรณ์ป้องกันลม ตามลำดับ ..... 15
ภาพที่ 2.5 อะคูสติกคาริเบรเตอร์ ..... 16
ภาพที่ 2.6 พิสตันโฟน ..... 16
ภาพที่ 3.1 แผนผังโครงสร้างชั้นชานชาลาของสถานีสุขุมวิท ..... 20
ภาพที่ 3.2 แผนผังโครงสร้างชั้นชานชาลาของสถานีพระราม 9 ..... 20
ภาพที่ 3.3 แผนผังโครงสร้างชั้นชานชาลาของสถานีพหลโยธิน ..... 21
ภาพที่ 3.4 แผนผังโครงสร้างชั้นชานชาลาของสถานีสามย่าน ..... 21
ภาพที่ 3.5 แผนผังโครงสร้างชั้นชานชาลาของสถานีคลองเตย ..... 21
ภาพที่ 3.6 แผนผังโครงสร้างชั้นชานชาลาของสถานีกำแพงเพชร ..... 21
ภาพที่ 3.7 การวัดระยะและระบุตำแหน่งในการตรวจวัดระดับเสียง ..... 22
ภาพที่ 3.8 แสดงการวัดระดับความสูงเพื่อติดตั้งเครื่องวัดระดับเสียง ..... 23
ภาพที่ 4.1 เปรียบเทียบเสียงทั้ง 5 แบบจากทุกสถานีและทุกช่วงเวลา ..... 25
ภาพที่ 4.2 เปรียบเทียบเสียงที่เกิดขึ้นภายในสถานีทั้ง 3 กลุ่มตัวอย่าง ..... 26
ภาพที่ 4.3 เปรียบเทียบระดับเสียงทั้ง 5 แบบ โดยเปรียบเทียบทั้ง 3 กลุ่มตัวอย่าง ..... 27
ภาพที่ 4.4 เปรียบเทียบระดับเสียงทั้ง 3 กลุ่มตัวอย่างพร้อมกับจำนวนผู้โดยสาร ..... 27
ภาพที่ 4.5 เปรียบเทียบเสียงทั้ง 5 แบบของทุกสถานี ทั้งสองช่วงเวลา ..... 28
ภาพที่ 4.6 เปรียบเทียบระหว่างช่วงเวลากับเสียงทั้งหมดที่เกิดขึ้นภายในสถานี ..... 29
ภาพที่ 4.7 แสดงผลต่างของ MEDIAN ระหว่างเสียงผู้โดยสารกับเสียง PIDs ..... 29
ภาพที่ ก.1 กราฟแสดงเสียงทุกเสียงภายในสถานีกำแพงเพชรรอบที่ 1 (ช่วงคนน้อย) ..... 32
ภาพที่ ก.2 กราฟแสดงเสียงทุกเสียงภายในสถานีกำแพงเพชรรอบที่ 1 (ช่วงคนเยอะ) ..... 32
ภาพที่ ก.3 กราฟแสดงเสียงทุกเสียงภายในสถานีคลองเตยฝั่งเหนือรอบที่ 1 (ช่วงคนน้อย) ..... 33
ภาพที่ ก.4 กราฟแสดงเสียงทุกเสียงภายในสถานีคลองเตยฝั่งเหนือรอบที่ 1 (ช่วงคนเยอะ) ..... 33
ภาพที่ ก.5 กราฟแสดงเสียงทุกเสียงภายในสถานีคลองเตยฝั่งใต้รอบที่ 1 (ช่วงคนน้อย) ..... 34
ภาพที่ ก.6 กราฟแสดงเสียงทุกเสียงภายในสถานีคลองเตยฝั่งใต้รอบที่ 1 (ช่วงคนเยอะ) ..... 34
ภาพที่ ก.7 กราฟแสดงเสียงทุกเสียงภายในสถานีพระราม9 รอบที่ 1 (ช่วงคนน้อย) ..... 35



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญภาพ (ต่อ)

**ภาพที่** **หน้า**


ภาพที่ ก.8 กราฟแสดงเสียงทุกเสียงภายในสถานีพระราม9 รอบที่ 1 (ช่วงคนเยอะ) ..... 35
ภาพที่ ก.9 กราฟแสดงเสียงทุกเสียงภายในสถานีพหลโยธินรอบที่ 1 (ช่วงคนน้อย)..... 36
ภาพที่ ก.10 กราฟแสดงเสียงทุกเสียงภายในสถานีพหลโยธินรอบที่ 1 (ช่วงคนเยอะ)..... 36
ภาพที่ ก.11 กราฟแสดงเสียงทุกเสียงภายในสถานีสามย่านฝั่งเหนือรอบที่ 1 (ช่วงคนน้อย)..... 37
ภาพที่ ก.12 กราฟแสดงเสียงทุกเสียงภายในสถานีสามย่านฝั่งเหนือรอบที่ 1 (ช่วงคนเยอะ)..... 37
ภาพที่ ก.13 กราฟแสดงเสียงทุกเสียงภายในสถานีสามย่านฝั่งใต้รอบที่ 1 (ช่วงคนน้อย)..... 38
ภาพที่ ก.14 กราฟแสดงเสียงทุกเสียงภายในสถานีสามย่านฝั่งใต้รอบที่ 1 (ช่วงคนเยอะ)..... 38
ภาพที่ ก.15 กราฟแสดงเสียงทุกเสียงภายในสถานีสุขุมวิทรอบที่ 1 (ช่วงคนน้อย)..... 39
ภาพที่ ก.16 กราฟแสดงเสียงทุกเสียงภายในสถานีสุขุมวิทรอบที่ 1 (ช่วงคนเยอะ)..... 39
ภาพที่ ก.17 กราฟแสดงเสียงทุกเสียงภายในสถานีกำแพงเพชรรอบที่ 2 (ช่วงคนน้อย)..... 40
ภาพที่ ก.18 กราฟแสดงเสียงทุกเสียงภายในสถานีกำแพงเพชรรอบที่ 2 (ช่วงคนเยอะ)..... 40
ภาพที่ ก.19 กราฟแสดงเสียงทุกเสียงภายในสถานีคลองเตยฝั่งเหนือรอบที่ 2 (ช่วงคนน้อย)..... 41
ภาพที่ ก.20 กราฟแสดงเสียงทุกเสียงภายในสถานีคลองเตยฝั่งเหนือรอบที่ 2 (ช่วงคนเยอะ)..... 41
ภาพที่ ก.21 กราฟแสดงเสียงทุกเสียงภายในสถานีคลองเตยฝั่งใต้รอบที่ 2 (ช่วงคนน้อย)..... 42
ภาพที่ ก.22 กราฟแสดงเสียงทุกเสียงภายในสถานีคลองเตยฝั่งใต้รอบที่ 2 (ช่วงคนเยอะ)..... 42
ภาพที่ ก.23 กราฟแสดงเสียงทุกเสียงภายในสถานีพระราม 9 รอบที่ 2 (ช่วงคนน้อย)..... 43
ภาพที่ ก.24 กราฟแสดงเสียงทุกเสียงภายในสถานีพระราม 9 รอบที่ 2 (ช่วงคนเยอะ)..... 43
ภาพที่ ก.25 กราฟแสดงเสียงทุกเสียงภายในสถานีพหลโยธินรอบที่ 2 (ช่วงคนน้อย) ..... 44
ภาพที่ ก.26 กราฟแสดงเสียงทุกเสียงภายในสถานีพหลโยธินรอบที่ 2 (ช่วงคนเยอะ)..... 44
ภาพที่ ก.27 กราฟแสดงเสียงทุกเสียงภายในสถานีสามย่านฝั่งใต้รอบที่ 2 (ช่วงคนน้อย)..... 45
ภาพที่ ก.28 กราฟแสดงเสียงทุกเสียงภายในสถานีสามย่านฝั่งใต้รอบที่ 2 (ช่วงคนเยอะ)..... 45
ภาพที่ ก.29 กราฟแสดงเสียงทุกเสียงภายในสถานีสามย่านฝั่งเหนือรอบที่ 2 (ช่วงคนน้อย)..... 46
ภาพที่ ก.30 กราฟแสดงเสียงทุกเสียงภายในสถานีสามย่านฝั่งเหนือรอบที่ 2 (ช่วงคนเยอะ)..... 46
ภาพที่ ก.31 กราฟแสดงเสียงทุกเสียงภายในสถานีสุขุมวิทรอบที่ 2 (ช่วงคนน้อย)..... 47
ภาพที่ ก.32 กราฟแสดงเสียงทุกเสียงภายในสถานีสุขุมวิทรอบที่ 2 (ช่วงคนเยอะ)..... 47
ภาพที่ ก.33 กราฟเปรียบเทียบเสียงผู้โดยสารกับ PIDs สองช่วงเวลา ที่สถานีกำแพงเพชร ..... 48
ภาพที่ ก.34 กราฟเปรียบเทียบเสียงผู้โดยสารกับ PIDs สองช่วงเวลา ที่สถานีคลองเตยฝั่งใต้..... 48
ภาพที่ ก.35 กราฟเปรียบเทียบเสียงผู้โดยสารกับ PIDs สองช่วงเวลา ที่สถานีคลองเตยฝั่งเหนือ..... 49
ภาพที่ ก.36 กราฟเปรียบเทียบเสียงผู้โดยสารกับ PIDs สองช่วงเวลา ที่สถานีพหลโยธิน..... 49
ภาพที่ ก.37 กราฟเปรียบเทียบเสียงผู้โดยสารกับ PIDs สองช่วงเวลา ที่สถานีพระราม 9 ..... 50


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญภาพ (ต่อ)

**ภาพที่** **หน้า**

ภาพที่ ก.38 กราฟเปรียบเทียบเสียงผู้โดยสารกับ PIDs สองช่วงเวลา ที่สถานีสามย่านฝั่งใต้ ..... 50
ภาพที่ ก.39 กราฟเปรียบเทียบเสียงผู้โดยสารกับ PIDs สองช่วงเวลา ที่สถานีสามย่านฝั่งเหนือ ..... 51
ภาพที่ ก.40 กราฟเปรียบเทียบเสียงผู้โดยสารกับ PIDs สองช่วงเวลา ที่สถานีสุขุมวิท ..... 51
ภาพที่ ก.41 กราฟเปรียบเทียบเสียงผู้โดยสารกับ PIDs ทุกสถานี รอบแรกช่วงผู้โดยสารน้อย ..... 52
ภาพที่ ก.42 กราฟเปรียบเทียบเสียงผู้โดยสารกับ PIDs ทุกสถานี รอบสองช่วงผู้โดยสารน้อย ..... 52
ภาพที่ ก.43 กราฟเปรียบเทียบเสียงผู้โดยสารกับ PIDs ทุกสถานี รอบแรกช่วงผู้โดยสารเยอะ ..... 53
ภาพที่ ก.44 กราฟเปรียบเทียบเสียงผู้โดยสารกับ PIDs ทุกสถานี รอบสองช่วงผู้โดยสารเยอะ ..... 53
ภาพที่ ก.45 กราฟเปรียบเทียบเสียง PIDs ทุกสถานี รอบแรกช่วงคนน้อย ..... 54
ภาพที่ ก.46 กราฟเปรียบเทียบเสียง PIDs ทุกสถานี รอบสองช่วงคนน้อย ..... 54
ภาพที่ ก.47 กราฟเปรียบเทียบเสียง PIDs ทุกสถานี รอบแรกช่วงคนเยอะ ..... 55
ภาพที่ ก.48 กราฟเปรียบเทียบเสียง PIDs ทุกสถานี รอบสองช่วงคนเยอะ ..... 55
ภาพที่ ก.49 กราฟเปรียบเทียบเสียงผู้โดยสารทุกสถานี รอบแรกช่วงคนน้อย ..... 56
ภาพที่ ก.50 กราฟเปรียบเทียบเสียงผู้โดยสารทุกสถานี รอบสองช่วงคนน้อย ..... 56
ภาพที่ ก.51 กราฟเปรียบเทียบเสียงผู้โดยสารทุกสถานี รอบแรกช่วงคนเยอะ ..... 57
ภาพที่ ก.52 กราฟเปรียบเทียบเสียงผู้โดยสารทุกสถานี รอบสองช่วงคนเยอะ ..... 57
ภาพที่ ก.53 กราฟเปรียบเทียบเสียงผู้โดยสารสองช่วงเวลา ที่สถานีกำแพงเพชร ..... 58
ภาพที่ ก.54 กราฟเปรียบเทียบเสียงผู้โดยสารสองช่วงเวลา ที่สถานีคลองเตยฝั่งใต้ ..... 58
ภาพที่ ก.55 กราฟเปรียบเทียบเสียงผู้โดยสารสองช่วงเวลา ที่สถานีคลองเตยฝั่งเหนือ ..... 59
ภาพที่ ก.56 กราฟเปรียบเทียบเสียงผู้โดยสารสองช่วงเวลา ที่สถานีพหลโยธิน ..... 59
ภาพที่ ก.57 กราฟเปรียบเทียบเสียงผู้โดยสารสองช่วงเวลา ที่สถานีสามย่านฝั่งใต้ ..... 60
ภาพที่ ก.58 กราฟเปรียบเทียบเสียงผู้โดยสารสองช่วงเวลา ที่สถานีสามย่านฝั่งเหนือ ..... 60
ภาพที่ ก.59 กราฟเปรียบเทียบเสียงผู้โดยสารสองช่วงเวลา ที่สถานีสุขุมวิท ..... 61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1
# บทนำ

## 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน

ในห้องๆหนึ่งซึ่งเป็นระบบปิด เมื่อมีแหล่งกำเนิดเสียงเพียง 1 แหล่ง และสร้างเสียงขึ้นมาในระดับหนึ่ง ผู้ฟังซึ่งอยู่ภายในห้องย่อมต้องได้ยินเสียงนั้นอย่างชัดเจนเป็นธรรมดา แต่หากมีแหล่งกำเนิดเสียงที่มากขึ้น อยู่ในบริเวณที่ต่างกันและสร้างเสียงขึ้นมาด้วยระดับที่ใกล้เคียงกัน ความสามารถในการรับรู้เสียงใดเสียงหนึ่งของผู้ฟังย่อมลดลงเช่นกัน ดังนั้น การจัดสมดุลของเสียงภายในห้องจึงเป็นปัจจัยสำคัญ ซึ่งจะส่งผลต่อความสามารถในการส่งสารให้ไปถึงผู้ฟังอย่างมาก

ห้องที่เป็นระบบปิดเปรียบเสมือนสถานีรถไฟฟ้า MRT ผู้ฟังในห้องเปรียบเสมือนผู้โดยสารภายในระบบรถไฟฟ้า และสารที่ต้องการส่งให้ผู้ฟังคือเสียงสื่อโฆษณา ซึ่งเสียงที่เกิดขึ้นภายในระบบรถไฟฟ้านั้นมีมากมาย เช่น เสียงพูดคุย เสียงเดิน เสียงรถไฟเข้า-ออกจากชานชาลา เสียงบันไดเลื่อน ฯลฯ ถ้าในสถานีมีระดับเสียงที่ไม่เหมาะสม กล่าวคือหากเสียงใดเสียงหนึ่งหรือหลายๆ เสียงรวมกัน ไม่ว่าจะดังหรือเบาเกินไป ย่อมก่อให้เกิดผลเสียอย่างแน่นอน

การตรวจวัดและวิจัยระดับเสียงสื่อโฆษณาในระบบรถไฟฟ้า MRT เป็นการตรวจวัดระดับเสียงที่เกิดขึ้นจากแหล่งกำเนิดที่ต่างกันภายในระบบ โดยจะเน้นไปที่สื่อโฆษณาที่เรียกว่า สื่อ PIDs (Passenger Information Display System) ที่ถูกติดตั้งอยู่บนชั้นชานชาลา (Platform) และช่วยแสดงให้เห็นว่าเสียงที่เกิดขึ้นภายในระบบรถไฟฟ้า MRT นั้นเป็นอย่างไร

## 1.2 ประวัติความเป็นมาของบริษัท

### 1.2.1 ประวัติของบริษัท

บริษัท ทางด่วนและรถไฟฟ้ากรุงเทพ จำกัด (มหาชน) (“บริษัท”) เกิดขึ้นจากการควบบริษัทตามพระราชบัญญัติ บริษัทมหาชนจำกัด ระหว่างบริษัท ทางด่วนกรุงเทพ จำกัด (มหาชน) (“BECL”) และบริษัท รถไฟฟ้ากรุงเทพ จำกัด (มหาชน) (“BMCL”) เมื่อวันที่ 30 ธันวาคม 2558 และได้รับมาซึ่งทรัพย์สิน สิทธิ หน้าที่ และความรับผิดชอบทั้งหมดของทั้งสองบริษัท ดังกล่าวโดยผลของกฎหมาย ณ วันที่ 31 ธันวาคม 2560

### 1.2.2 ลักษณะการประกอบธุรกิจ

บริษัทมุ่งมั่นที่จะเป็นผู้นำด้านการให้บริการระบบคมนาคมขนส่งครบวงจรที่สร้างการเดินทางที่ดีเพื่อชีวิตที่ดี โดยธุรกิจ ของบริษัทประกอบไปด้วยการให้บริการทางพิเศษ และระบบขนส่งมวลชนด้วยรถไฟฟ้ารวมถึงธุรกิจพัฒนาเชิงพาณิชย์ ที่เกี่ยวเนื่องโดยตรงกับธุรกิจหลัก มีภาพรวมการประกอบธุรกิจของบริษัทแบ่งออกเป็น 4 ธุรกิจหลัก ดังนี้

#### 1.2.2.1 ธุรกิจทางพิเศษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บริษัทและบริษัทย่อย คือ บริษัท ทางด่วนกรุงเทพเหนือ จำกัด (“NECL”) เป็นผู้รับสัมปทานในการก่อสร้างและบริหารทางพิเศษรวม 4 สายทาง

1.2.2.2 ธุรกิจระบบราง

บริษัทเป็นผู้รับสัมปทานการให้บริการเดินรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนจำนวน 2 โครงการ จากการรถไฟฟ้าขนส่ง มวลชนแห่งประเทศไทย (“รฟม.”) ได้แก่

1) โครงการรถไฟฟ้าสายสีน้ำเงิน ประกอบด้วยโครงการรถไฟฟ้ามหานครสายเฉลิมรัชมงคล (สถานีหัวลำโพง-สถานี บางซื่อ) ซึ่งเป็นโครงการรถไฟฟ้าที่เป็นทางวิ่งใต้ดินสายแรกของไทย มีระยะทางทั้งสิ้น 20 กิโลเมตร เป็นสถานีใต้ดินจำนวน 18 สถานี เปิดให้บริการเดินรถเมื่อวันที่ 3 กรกฎาคม 2547 และโครงการรถไฟฟ้า สายสีน้ำเงินส่วนต่อขยาย (ช่วงหัวลำโพง-หลักสอง และช่วงบางซื่อ-ท่าพระ) โดยโครงการรถไฟฟ้าสายสีน้ำเงิน ส่วนต่อขยาย มีระยะทางรวม 27 กิโลเมตร เป็นทางวิ่งใต้ดินประมาณ 5 กิโลเมตร และทางวิ่งยกระดับประมาณ 22 กิโลเมตร มีสถานีรวมทั้งสิ้น 20 สถานี เป็นสถานีใต้ดิน 4 สถานี และสถานียกระดับ 16 สถานี มีจุดเชื่อมต่อกับโครงการรถไฟฟ้ามหานครสายเฉลิมรัชมงคลที่สถานีบางซื่อและสถานีหัวลำโพง และเชื่อมต่อกับ โครงการรถไฟฟ้าสายสีม่วงที่สถานีเตาปูน

โครงการรถไฟฟ้าสายสีน้ำเงินส่วนต่อขยาย แบ่งการดำเนินงานช่วงการจัดหาและติดตั้งอุปกรณ์งาน ระบบเพื่อเปิดให้บริการออกเป็น 3 ช่วงโดย ช่วงที่ 1 สถานีบางซื่อ-สถานีเตาปูน ได้เปิดให้บริการเมื่อวันที่ 11 สิงหาคม 2560 ช่วงที่ 2 สถานีหัวลำโพง-สถานีหลักสอง ภายในเดือนกันยายน 2562 ช่วงที่ 3 สถานีเตาปูน- สถานีท่าพระ ภายในเดือนมีนาคม 2563

โดยบริษัทเป็นผู้มีสิทธิในรายได้ค่าโดยสาร รวมทั้งการดำเนินกิจกรรมและการพัฒนาเชิงพาณิชย์ ซึ่งรวมถึง การโฆษณา การให้เช่าพื้นที่ในโครงการ และธุรกิจให้บริการสื่อสารโทรคมนาคมภายในสถานีและภายในขบวน รถไฟฟ้าของโครงการรถไฟฟ้าสายสีน้ำเงิน เป็นระยะเวลา 30 ปี นับจากวันที่เปิดให้บริการครบทั้งสายทาง และ

2) โครงการรถไฟฟ้ามหานครสายฉลองรัชธรรม หรือโครงการรถไฟฟ้าสายสีม่วงบางใหญ่-ราษฎร์บูรณะ ช่วงบางใหญ่-บางซื่อ (สถานีคลองบางไผ่-สถานีเตาปูน) สัญญาที่ 4 สัมปทานสำหรับการลงทุน การจัดหาระบบ รถไฟฟ้า การให้บริการการเดินรถไฟฟ้า และซ่อมบำรุงรักษา ลักษณะสัญญาเป็นการร่วมลงทุนแบบ PPP Gross Cost โดย รฟม. เป็นผู้ลงทุนค่างานโยธาทั้งหมด และบริษัทเป็นผู้ลงทุนค่างานระบบรถไฟฟ้าและขบวนรถไฟฟ้า รวมทั้งให้บริการการเดินรถไฟฟ้า และซ่อมบำรุงรักษาตามมาตรฐานการให้บริการที่กำหนดไว้ โดย รฟม. เป็นผู้มีสิทธิ ในรายได้ค่าโดยสารและรายได้เชิงพาณิชย์จากการใช้ประโยชน์โครงสร้างพื้นฐานทางโยธาและระบบรถไฟฟ้า ทั้งหมด และ รฟม. จะทยอยจ่ายคืนค่าอุปกรณ์งานระบบให้บริษัทเป็นรายเดือนในระยะเวลา 10 ปี และจ้างบริษัทบริหารการเดินรถไฟฟ้าและซ่อมบำรุงรักษาตลอดอายุสัมปทาน 30 ปี นับจากวันที่ 4 กันยายน 2556

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงการรถไฟฟ้ามหานครสายฉลองรัชธรรมเป็นโครงการรถไฟฟ้าที่เป็นทางวิ่งยกระดับ ระยะทาง 23 กิโลเมตร จำนวน 16 สถานี และเชื่อมต่อกับโครงการรถไฟฟ้าสายสีน้ำเงินที่สถานีเตาปูน โครงการรถไฟฟ้า สายสีม่วง ส่วนนี้ได้เปิดให้บริการเมื่อวันที่ 6 สิงหาคม 2559

1.2.2.3 ธุรกิจพัฒนาเชิงพาณิชย์

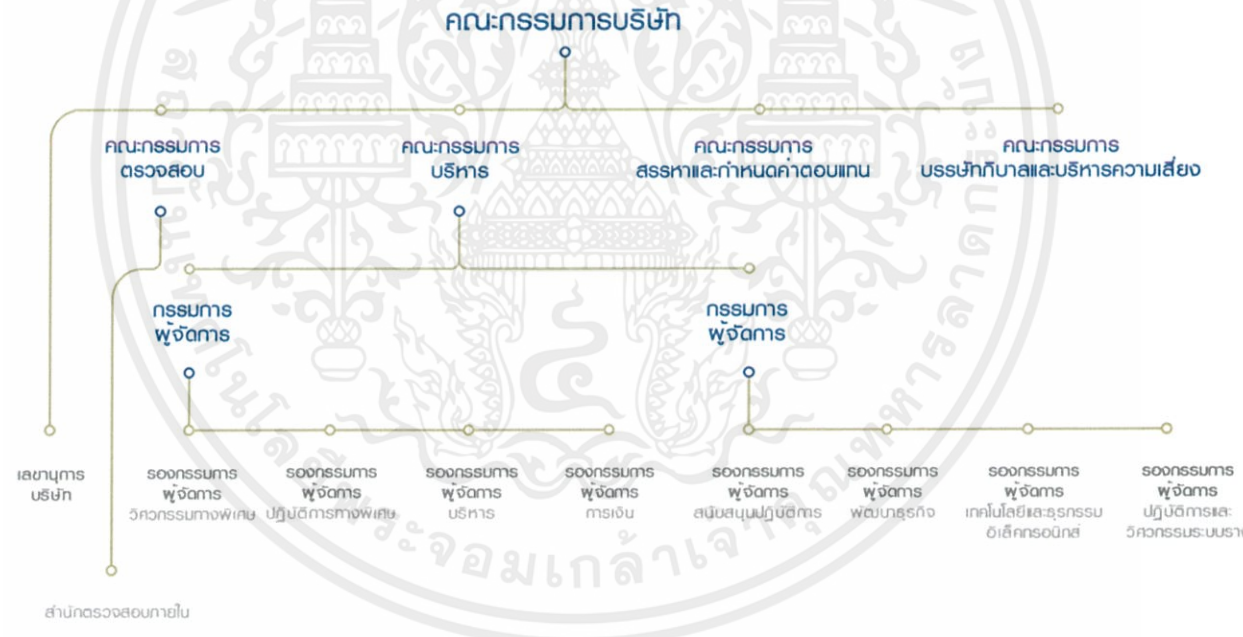
บริษัทและบริษัทย่อย คือ บริษัท แบงคอก เมโทร เน็ทเวิร์คส์ จำกัด (“BMN”) เป็นผู้ดำเนินธุรกิจพัฒนาเชิง พาณิชย์ของโครงการรถไฟฟ้าสายสีน้ำเงิน ได้แก่

1) จัดหาและ/หรือจัดทำสื่อโฆษณารูปแบบต่างๆ ในรถไฟฟ้าและในสถานีรถไฟฟ้า

2) ให้เช่าพื้นที่ร้านค้าในสถานีรถไฟฟ้าสายสีน้ำเงินและพื้นที่ชั้นใต้ดินของอาคารจอดแล้วจรที่สถานีลาดพร้าว

3) ให้บริการและดูแลรักษาอุปกรณ์ระบบสื่อสารโทรคมนาคมภายในสถานีรถไฟฟ้า

1.2.3 โครงสร้างองค์กร




**ภาพที่ 1.1** แผนผังโครงสร้างองค์กร

**ที่มา :** http://www.bemplc.co.th/OrganizationChart.aspx

1.2.4 วิสัยทัศน์และพันธกิจ

วิสัยทัศน์ ได้แก่ “เป็นผู้นำด้านการให้บริการระบบคมนาคมขนส่งที่ครบวงจรของประเทศและในภูมิภาคอาเซียน”

พันธกิจ ได้แก่ บริษัทมุ่งมั่นที่จะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) ให้บริการระบบทางพิเศษ และระบบขนส่งมวลชนด้วยรถไฟฟ้าที่มีความปลอดภัย สะดวก รวดเร็ว เชื่อถือได้ ตรงเวลา และมีประสิทธิภาพ เพื่อยกระดับคุณภาพชีวิตของประชาชน

2) พัฒนาคุณภาพและประสิทธิภาพของโครงข่ายระบบคมนาคมขนส่งที่ทันสมัยและครบวงจร เพื่อช่วยบรรเทาปัญหาจราจร ช่วยรักษาสิ่งแวดล้อม และพัฒนาสังคมและประเทศชาติ

3) สร้างมูลค่าเพิ่มและประโยชน์สูงสุดให้แก่ผู้ถือหุ้น บนพื้นฐานของความเป็นธรรมต่อผู้มีส่วนได้เสียทุกฝ่าย

1.2.5 กฎ ระเบียบ ข้อบังคับว่าด้วยการเดินรถ

1.2.5.1 การประพฤติตนในขณะปฏิบัติหน้าที่

- เชื่อฟังและปฏิบัติตามคำสั่งที่ระบุในกฎและระเบียบของบริษัทฯ จากพนักงานที่อยู่ในตำแหน่งที่สูงกว่า
- มีความเอื้อเฟื้อ ยินดีให้ความช่วยเหลือและให้ข้อมูลที่ถูกต้องแก่เพื่อนพนักงานและผู้ใช้บริการเสมอ
- ในขณะปฏิบัติหน้าที่ ให้ปฏิบัติต่อทุกคนอย่างเสมอภาคกัน
- มีความพร้อมในการให้ความช่วยเหลือผู้ใช้บริการตลอดเวลา
- เมื่อถูกขอชื่อหรือหมายเลขประจำตัวพนักงาน ควรรีบให้ทันที
- หากมีข้อโต้แย้งกับผู้ใช้บริการ การเจรจาต้องเป็นไปด้วยความเป็นมิตร ความสุภาพ ความอบอุ่น โดยไม่ต้องคำนึงว่าผู้ใช้บริการจะผิดหรือถูก

1.2.6 รายละเอียดของระบบรถไฟฟ้า

1.2.6.1 ภาพรวมของระบบรถไฟฟ้า

1) เส้นทาง (Line) โครงการรถไฟฟ้ามหานคร สายเฉลิมรัชมงคล ความยาวเส้นทางโดยประมาณ 20 กิโลเมตร เริ่มต้นจากสถานีบางซื่อซึ่งอยู่ทางทิศเหนือถึงสถานีหัวลำโพงที่อยู่ทางทิศใต้ มีทั้งหมด 18 สถานี ในบริเวณก่อนถึงสถานีปลายทางทั้ง 2 สถานี มีเส้นทางเชื่อมทางคู่ขนาน (Crossover) สำหรับให้รถไฟสามารถเข้าจอดได้ทั้ง 2 ชานชาลา (Platform) เส้นทางเชื่อมทางคู่ขนานอื่นๆมีที่สถานีสวนจตุจักร สถานีศูนย์วัฒนธรรมแห่งประเทศไทย และสถานีพระราม 9 การเข้าไปในศูนย์ซ่อมบำรุง (Depot) สามารถเข้าได้จากสถานีพระราม 9 และสถานีศูนย์วัฒนธรรมแห่งประเทศไทย

เส้นทางหลักประกอบไปด้วยทางวิ่งรถไฟฟ้า 2 ทางวิ่ง แต่ละทางวิ่ง อยู่คนละอุโมงค์ โดยปกติแล้วอุโมงค์จะยาวขนานกันไป ยกเว้นสถานีที่ตั้งอยู่บนถนนพระราม 4 ซึ่งมีความคับแคบมากทำให้ต้องวางอุโมงค์ซ้อนกัน เส้นทางหลักได้ถูกออกแบบไว้รองรับการปฏิบัติการเดินรถไฟขนาด 6 ตู้ประกอบ (Six-curtains) ด้วยระยะเวลาระหว่างขบวน (Headway) เท่ากับ 2 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) เส้นทางหลัก (Main Line) เส้นทางหลัก คือ เส้นทางที่ใช้ในการบริการที่ก่อให้เกิดรายได้ รวมถึงจุดสับราง ทางเชื่อมคู่ขนานที่อยู่ในเส้นทางหลัก โดยเส้นทางหลักมี 2 เส้นทาง คือ ขาขึ้น (Northbound) เริ่มจากสถานีหัวลำโพงถึงสถานีบางซื่อ และขาล่อง (Southbound) เริ่มจากสถานีบางซื่อถึงสถานีหัวลำโพง เส้นทางหลักถูกออกแบบไว้ เพื่อให้มีทิศทางการเคลื่อนที่มาจากทางด้านซ้ายแม้ว่าจะสามารถใช้วิ่งได้ทั้งสองทิศทาง

3) เส้นทางลงอุโมงค์ (Depot Chord Line) ทางวิ่งใน Depot และเส้นทางหลักเชื่อมกันด้วยเส้นทางลงอุโมงค์ (Depot Chord Line) ซึ่งมีเส้นทางลงอุโมงค์ 2 เส้นทาง เส้นทางหนึ่งใช้สำหรับไปและกลับจากทางวิ่งอุโมงค์ส่วนเหนือ อีกเส้นทางใช้สำหรับไปและกลับจากทางวิ่งอุโมงค์ส่วนใต้ ทั้ง 2 เส้นทางเป็นทางวิ่งชนิดทางวิ่งเดี่ยวแต่ ติดตั้งระบบอาณัติสัญญาณให้สามารถเดินรถได้ทั้ง 2 ทิศทางและติดตั้งป้ายสัญญาณเพื่อแจ้ง TO ให้ขับเคลื่อนในรูปแบบ ATO หรือรูปแบบ RM สำหรับรถไฟที่จะเข้าหรือออกจาก Depot

4) ช่วงเปลี่ยนการควบคุมของเจ้าหน้าที่ควบคุมการเดินรถ (Handover Section) ช่วงเปลี่ยนการควบคุมของเจ้าหน้าที่ควบคุมการเดินรถ (Handover Section) คือ ช่วงทางวิ่งที่เชื่อมต่อระหว่างเส้นทางลงอุโมงค์ กับ Depot ซึ่งรถไฟจะเปลี่ยนรูปแบบการขับเคลื่อนจากรูปแบบ ATO เป็นรูปแบบ RM เมื่อเข้าสู่ Depot หรือในทางกลับกัน จะเปลี่ยนจากรูปแบบ RM เป็น รูปแบบ ATO เมื่อเข้าสู่เส้นทางหลักโดยมีสัญญาณและป้ายสัญญาณแสดงให้ทราบถึงขอบเขตของช่วงการเปลี่ยนการควบคุมของเจ้าหน้าที่ควบคุมการเดินรถ (LCO/DCO)

5) สถานี (Station) ในแต่ละสถานีมี 2 ชานชาลา ลักษณะและตำแหน่งของชานชาลาขึ้นอยู่กับพื้นที่ของแต่ละสถานี ชานชาลาสามารถรองรับรถไฟได้ทั้งแบบ 3 ตู้ประกอบ และ 6 ตู้ประกอบ และมีการติดตั้งประตูกั้นชานชาลาซึ่งมีขนาดเปิดกว้างกว่าประตูรถไฟประมาณ 60 เซนติเมตร (ประตูรถไฟกว้าง 140 เซนติเมตร) ชั้นออกบัตรโดยสาร (Concourse Level) อยู่เหนือชั้นชานชาลา (Platform Level) ช่วยในการหมุนเวียนผู้ใช้บริการที่กำลังจะเข้าและออกจากสถานี มีห้องออกบัตรโดยสาร (Ticket Office) และห้องปฏิบัติการสถานีรถไฟฟ้า (Station Operation Room : SOR) เหนือชั้นออกบัตรโดยสาร บางสถานีมีชั้นร้านค้า (Retail level) เชื่อมกับทางเข้า-ออกสถานี (Station entrances)

**1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย**

- เพื่อหาค่าและเปรียบเทียบระดับเสียงที่เกิดขึ้นจริงจากแหล่งกำเนิดที่ต่างกันในระบบรถไฟฟ้า MRT
- เพื่อวิเคราะห์ความสมดุลของระดับเสียงภายในระบบรถไฟฟ้า MRT
- เพื่อสร้างข้อมูลในการอ้างอิงระดับเสียงที่เกิดขึ้นจริงภายในระบบรถไฟฟ้า MRT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**1.4 ขอบเขตของการวิจัย**

1.4.1 กลุ่มตัวอย่าง

เนื่องจากเส้นทางของรถไฟฟ้าสายเฉลิมรัชมงคล (สายสีน้ำเงิน) มีสถานีทั้งหมด 18 สถานี การจะวัดระดับเสียงในทุกสถานีจึงอาจต้องใช้เวลาเป็นจำนวนมาก เราจึงเลือกตัวอย่างของสถานีที่จะทำการเก็บข้อมูลมา 6 สถานี แบ่งเป็น 3 กลุ่ม จากลักษณะของปริมาณผู้โดยสารภายในสถานี คือ สถานีที่มีปริมาณผู้โดยสารหนาแน่นมาก, หนาแน่นปานกลาง และหนาแน่นน้อย

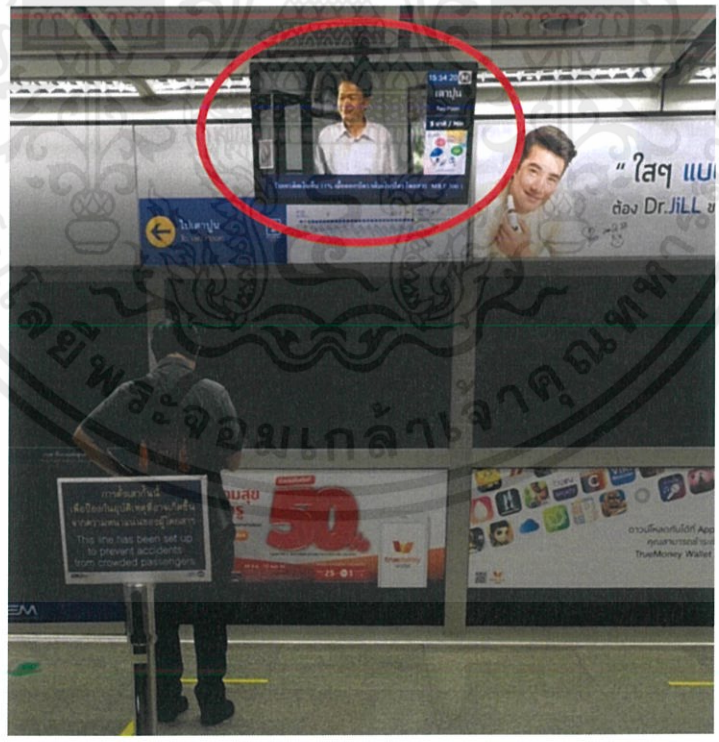
1.4.2 บริเวณที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

ในสถานีรถไฟฟ้าแต่ละสถานีจะประกอบไปด้วยส่วนต่างๆ 3 ส่วน ดังนี้

- ชั้นร้านค้า (Retail)
- ชั้นออกตั๋วโดยสาร (Concourse)
- ชั้นชานชาลา (Platform)

ซึ่งชั้นที่เราสนใจคือชั้นชานชาลา (Platform) เนื่องจากเป็นชั้นที่ผู้โดยสารต้องรอรถไฟฟ้าและจะต้องได้ยินเสียงสื่อโฆษณาจากสื่อ PIDs ตลอดเวลา

สื่อ PIDs (Passenger Information Display System) คือ จอที่ใช้ทั้งการโฆษณาสินค้าที่แสดงตาม Playlist และใช้ประชาสัมพันธ์ข่าวสารหรือให้ข้อมูลความรู้เกี่ยวกับการใช้รถไฟฟ้า



**ภาพที่ 1.2** หน้าจอสื่อ PIDs บนชั้นชานชาลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4.3 ระยะเวลา

การทำโครงงานสหกิจศึกษาในครั้งนี้กระทำในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 เป็นเวลา 17 สัปดาห์ ช่วงเวลา 4 สัปดาห์แรกจะยังไม่ได้ลงพื้นที่เพื่อวัดระดับเสียง จะใช้เวลาในการวางแผนการทำงาน จากนั้น สัปดาห์ที่ 5 ถึง สัปดาห์ที่ 13 จะทำการลงพื้นที่สถานีวัดระดับเสียงเพื่อรวบรวมข้อมูล จากนั้นสัปดาห์ที่เหลือ 4 สัปดาห์จะทำการวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล

**ตารางที่ 1.1** แสดงแผนการดำเนินงานและระยะเวลาของการดำเนินงาน

| หัวข้อ | สิงหาคม | | | | กันยายน | | | | ตุลาคม | | | | | พฤศจิกายน | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1) ทำความรู้จักและเรียนรู้งานในแผนก | ↔ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2) ปรึกษาเจ้าหน้าที่ผู้ดูแลเพื่อกำหนดแผนงาน | ← | — | → | | | | | | | | | | | | | | |
| 3) สำรวจพื้นที่ปฏิบัติงานและกำหนดตำแหน่ง | | ← | — | → | | | | | | | | | | | | | |
| 4) ปฏิบัติการวัดระดับเสียงและรวบรวมข้อมูล | | | | | ← | — | — | — | — | — | — | — | → | | | | |
| 5) วิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล | | | | | | | | | | | | | | ← | — | → | |
| 6) นำเสนอกับเจ้าหน้าที่ผู้ดูแล | | | | | | | | | | | | | | | | | ↔ |

1.4.4 ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

1.4.4.1 ตัวแปรอิสระ

ตัวแปรอิสระ ได้แก่ สถานีทั้ง 6 สถานีที่เราต้องการจะทำการวัดโดยกลุ่มเป้าหมายเรานั้นมี 3 กลุ่มคือ กลุ่มสถานีที่มีผู้โดยสารหนาแน่นมาก กลุ่มสถานีที่มีผู้โดยสารหนาแน่นปานกลาง และกลุ่มสถานีที่มีผู้โดยสารหนาแน่นน้อย

1.4.4.2 ตัวแปรตาม

ตัวแปรตาม ได้แก่ ค่าระดับเสียงสภาพแวดล้อมที่เกิดขึ้นภายในสถานีตามช่วงเวลาที่กำหนด

1.4.5 เนื้อหาวิชาการที่ใช้ในการทำโครงงาน

เนื้อหาวิชาที่ใช้ในการทำโครงงานได้แก่

- วิชา 01136405 Co-operative Education ตามหลักสูตรการศึกษาบัณฑิตของคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- วิชา 01136105 Physic of Sound ตามหลักสูตรวิศวกรรมดนตรีและสื่อประสมสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

1.4.6 สถานที่ปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

สถานที่ปฏิบัติงานสหกิจศึกษาได้แก่

- สำนักงาน สาขา 2 บริษัท ทางด่วนและรถไฟฟ้ากรุงเทพ จำกัด (มหาชน)
- สถานีรถไฟฟ้า MRT
- สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

**1.5 วิธีการดำเนินการวิจัย**

การดำเนินงานวิจัยทางผู้จัดทำได้แบ่งขั้นตอนการทำงานเพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ไว้ โดยเริ่มจากการวางแผนและวิเคราะห์พื้นที่ที่ต้องลงไปทำการวัดระดับเสียง จากนั้นจึงลงพื้นที่จริงไปสำรวจและทำการวัดเสียงตามจุดที่วางแผนไว้ แล้วนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อปรับปรุงแก้ไขให้ได้ตามวัตถุประสงค์ จากนั้นทำรูปเล่มรายงานเพื่อแสดงผลการวิจัยและเพื่อเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจในงานวิจัย

**1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ**

- สามารถนำข้อมูลของระดับเสียงที่เกิดขึ้นจริงในระบบรถไฟฟ้า MRT ไปศึกษาวิจัยและประยุกต์ใช้ต่อในอนาคตได้
- บริษัทมีข้อมูลสำหรับใช้อ้างอิงระดับเสียงที่เกิดขึ้นจริงภายในระบบรถไฟฟ้า MRT
- มีความรู้ในเรื่องการวัดระดับเสียงที่เป็นมาตรฐานสากลและเป็นระบบมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 2
# แนวคิด และทฤษฎี

## 2.1 แนวคิด และทฤษฎี

### 2.1.1 เสียง (Sound)

เสียง (Sound) เป็นคลื่นกลที่เกิดจากการสั่นสะเทือนของวัตถุ เมื่อวัตถุเกิดการสั่นสะเทือน จะทำให้เกิดการอัดตัวและขยายตัวของคลื่นเสียง และถูกส่งผ่านตัวกลางที่เป็นสสารอยู่ในสถานะ ก๊าซ ของเหลว ของแข็ง (คลื่นเสียงจะไม่ผ่านสุญญากาศ) ไปยังหู ทำให้ได้ยินเสียงเกิดขึ้น

เสียงเกิดขึ้นเมื่อวัตถุหรือแหล่งกำเนิดเสียงมีการสั่นสะเทือน ส่งผลต่อการเคลื่อนที่ของโมเลกุลของอากาศที่อยู่โดยรอบ กล่าวคือโมเลกุลของอากาศเหล่านั้นจะเคลื่อนที่จากตำแหน่งแหล่งกำเนิดเสียงไปชนกับโมเลกุลของอากาศที่อยู่ถัดออกไป โมเลกุลที่ชนกันจะแยกออกจากกันโดยโมเลกุลของอากาศที่เคลื่อนที่มาชนจะถูกดึงกลับไปยังตำแหน่งเดิมด้วยแรงปฏิกิริยา และโมเลกุลที่ได้รับการถ่ายโอนพลังงาน ก็จะเคลื่อนที่ต่อไปและไปชนกับโมเลกุลของอากาศที่อยู่ถัดไป เป็นดังนี้ไปเรื่อยๆ จนเคลื่อนที่ไปถึงหูและเกิดเป็นการได้ยินขึ้น ปรากฏการณ์นี้จะเกิดสลับกันไปมาได้เมื่อสื่อกลางหรือตัวกลาง คืออากาศซึ่งมีคุณสมบัติยืดหยุ่น

### 2.1.2 เดซิเบล (Decibel)

เดซิเบล (Decibel : dB) เป็นหน่วยวัดเทียบอัตราส่วนระหว่างปริมาณเสียงสองปริมาณ ใช้สำหรับวัดความดังของเสียง นิยมใช้กันมากในทางอคูสติก ฟิสิกส์ และอิเล็กทรอนิกส์ หน่วยเดซิเบลเป็นหน่วยที่สามารถแสดงค่าสูงและค่าต่ำเปรียบเทียบกันได้จากการคำนวณหาลอการิทึม ระดับเดซิเบลที่ถึงขั้นอันตรายของมนุษย์หูปกติคือ 85 เดซิเบลขึ้นไป (หลังจากรับฟังหลายชั่วโมง)

**ตารางที่ 2.1** แสดงตัวอย่าง ความดัง และความรู้สึกของมนุษย์เมื่อได้ยินเสียง

| ตัวอย่างเสียง | ความดังเสียง (dBA) | ความรู้สึก |
|---|---|---|
| เสียงเครื่องบินเจ็ท | 140 | ดังสุดๆ |
| เสียงคอนเสิร์ตเพลงร็อค | 120 | |
| เสียงผับเปิดเพลงแดนซ์ | 110 | |
| เสียงโรงงาน | 100 | ดังมาก |
| เสียงเครื่องตัดหญ้า | 90 | |
| เสียงนกหวีด | 80 | ดัง |
| เสียงเครื่องดูดฝุ่น | 70 | |
| เสียงพูดคุยทั่วไป | 60 | ปานกลาง |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | | |
|---|---|---|
| เสียงฝนตกเบาๆ | 50 | |
| เสียงภายในห้องสมุด | 40 | เบา |
| เสียงห้องนอนตอนกลางคืน | 30 | |
| เสียงกระซิบ | 20 | เบามาก |
| เสียงลมหายใจ | 10 | |

สำหรับการวัดระดับเสียง มาตารฐานของเดซิเบลที่ใช้อ้างอิง มีดังนี้

- dB IL หมายถึง ระดับความเข้มเสียง ที่เปรียบเทียบกับความเข้มอ้างอิง $10^{-12}$ $W/m^2$

- dB SPL หมายถึง ระดับความดันเสียง ที่เปรียบเทียบกับความดันอ้างอิง 0.00002 Pa หรือ $2x10^{-5}$ $N/m^2$

- dB A หมายถึง ระดับความดันเสียงที่เป็นอัตราส่วนเปรียบเทียบกับค่าความดันทุกความถี่ที่วัดได้จากมาตรวัดระดับเสียง (Sound level meter) ซึ่งใช้วงจรถ่วงน้ำหนัก A (A-weighting network) ประกอบเข้าในเครื่อง วงจรนี้สามารถตอบสนองและชดเชยความถี่ต่ำและความถี่สูงได้ดีเป็นพิเศษ และเป็นที่นิยมใช้วัดระดับเสียงรบกวนและงานวิจัยด้านมลพิษของเสียง (Noise pollution) เนื่องจากมีลักษณะการตอบสนองต่อเสียงใกล้เคียงกับหูมนุษย์มากที่สุด

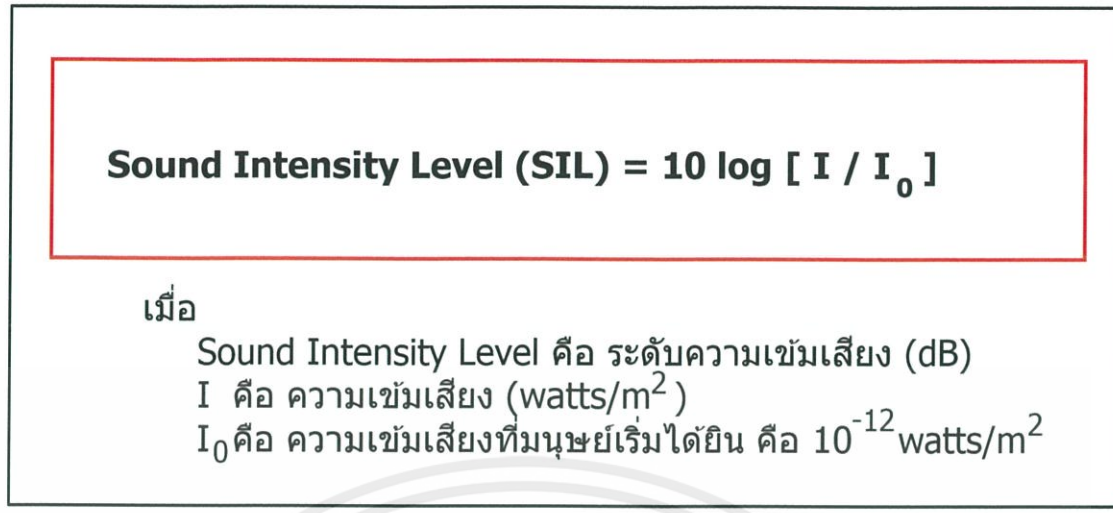
- dB SL หมายถึง ระดับความดันเสียงที่เปรียบเทียบกับความดันเฉพาะความถี่ของเครื่องตรวจการได้ยิน (Audiometer) ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยของขีดเริ่มการได้ยินของผู้รับฟัง

- dB HL หมายถึง ระดับความดันเสียงที่เปรียบเทียบกับความดันเฉพาะความถี่ของเครื่องตรวจการได้ยิน (Audiometer) ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยของขีดเริ่มการได้ยินของคนปกติ (Absolute threshold) ที่ความถี่ต่างๆ

2.1.2.1 ระดับความเข้มเสียง (Sound Intensity Level)

ระดับความเข้มเสียง (Sound Intensity Level : SIL) มีหน่วยเป็นเดซิเบล สามารถคำนวณได้โดยใช้สูตรดังภาพที่ 2.1 ซึ่งระดับความเข้มเสียงนั้นไม่สามารถตรวจวัดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

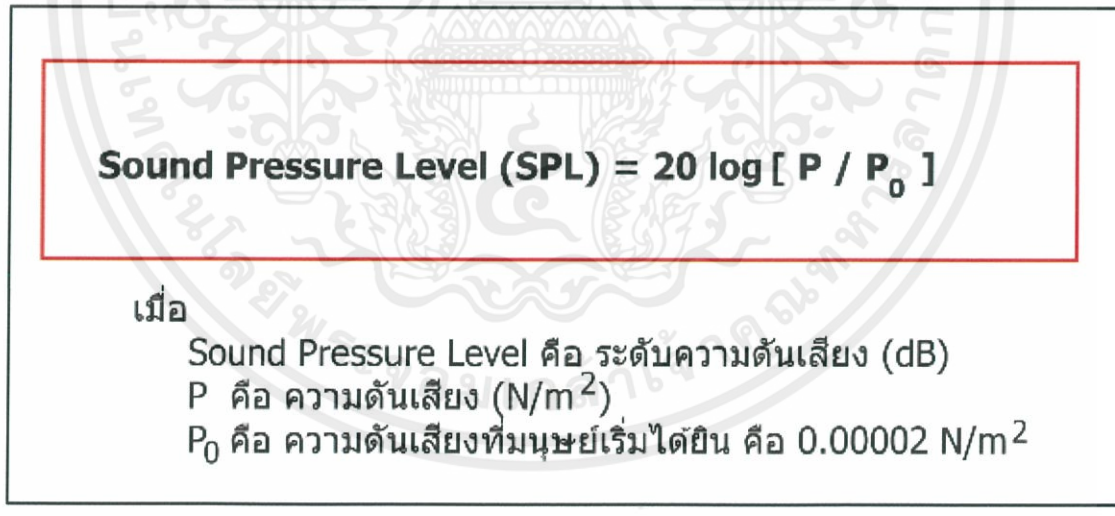



**ภาพที่ 2.1** สูตรการคำนวณค่าระดับความเข้มเสียง

**ที่มา :** http://www.zen-acoustic.com/decibel.html

2.1.2.2 ระดับความดันเสียง (Sound Pressure Level)

ระดับความดันเสียง (Sound Pressure Level : SPL) สามารถตรวจวัดได้ ในการวัดเสียงจึงนิยมใช้ระดับความดันเสียงมากกว่า ซึ่งมีสูตรการคำนวณดังภาพที่ 2.2




**ภาพที่ 2.2** สูตรการคำนวณระดับความดันเสียง

**ที่มา :** http://www.zen-acoustic.com/decibel.html

2.1.3 การรับรู้เสียงของมนุษย์

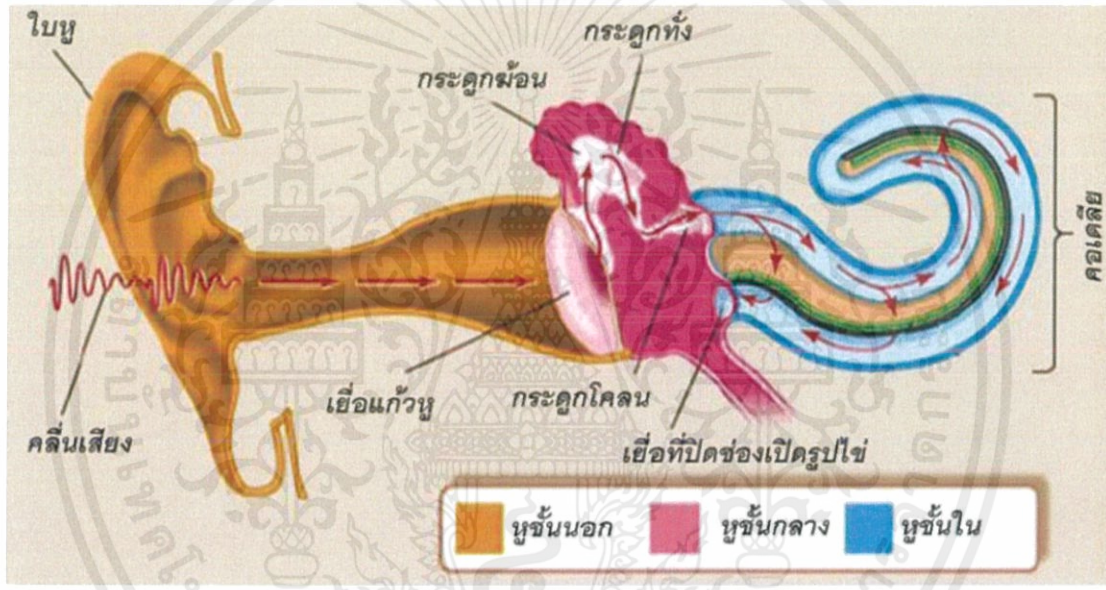
อวัยวะที่ใช้ในการรับรู้เสียงของมนุษย์คือ หู ซึ่งหูของมนุษย์สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ส่วนหลักๆ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) หูชั้นนอก (Outer Ear) ประกอบด้วยใบหูและรูหู ทำหน้าที่รับและรวบรวมคลื่นเสียงให้ผ่านรูหูไปยังเยื่อแก้วหู (Ear Drum)

2) หูชั้นกลาง (Middle Ear) ประกอบด้วยกระดูก 3 ชิ้น คือ กระดูกค้อน (Malleus) กระดูกทั่ง (Incus) และกระดูกโกลน (Stapes) ปลายด้านหนึ่งของกระดูกค้อนแตะกับเยื่อแก้วหู และปลายด้านหนึ่งของกระดูกโกลนแตะกับเยื่อที่ปิดช่องเปิดรูปไข่ (Oval Window)

3) หูชั้นใน (Inner Ear) ประกอบด้วยอวัยวะที่ทำหน้าที่ต่างกัน 2 ชุด ซึ่งเลี้ยงด้วยเส้นประสาท (Vestibule-cochlear Nerve) คือ ชุดที่ใช้ในการฟังเสียง (Auditory Apparatus) ได้แก่ คอเคลีย (Cochlear) ทำหน้าที่เกี่ยวกับการได้ยิน และชุดที่ใช้ในการทรงตัวและสมดุลร่างกาย (Vestibule Apparatus) ได้แก่ Semicircular และ Maculae




**ภาพที่ 2.3** ส่วนประกอบของหู

**ที่มา :** http://tonanasia.com/wordpress/techniques/technical-library/บทความ-การตรวจสอบความดั/

เมื่อหูส่วนนอกรับและรวบรวมคลื่นเสียง จะส่งคลื่นบางส่วนผ่านอากาศไปกระทบกับเยื่อแก้วหู (Ear Drum) เกิดการสั่นสะเทือน โดยเยื่อแก้วหูจะโป่ง-ยุบตามความแรงและความถี่ของเสียงที่มากระทบ และแรงสั่นสะเทือนนี้จะถูกถ่ายทอดไปยังหูส่วนกลางที่มีกระดูกทั้ง 3 ชิ้น ให้ส่งผ่านการเคลื่อนไหวของกระดูกไปกระทบเยื่อที่ปิดช่องเปิดรูปไข่ (Oval Window) แรงดันจากกระดูกโกลน (Stapes) ที่ส่งไปผนังเยื่อรูปไข่นี้จะเพื่อสูงกว่าความดันเสียงที่กระทบเยื่อแก้วหูประมาณ 22 เท่า ซึ่งเพียงพอที่จะทำให้เกิดคลื่นของเหลว (Fluid-borne Sound) ในหูส่วนใน โดยคลื่นของเหลวที่เกิดขึ้นจะเคลื่อนไปยังคอเคลีย (Cochlear) ซึ่งภายในประกอบด้วยเซลล์ขน (Hair Cells) ที่มีลักษณะเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทรงกระบอกตั้งตรงในแนวดิ่งรวมตัวกันเป็นกระจุก และบริเวณฐานของเซลล์ขนมีปลายเส้นประสาทมาเลี้ยงอยู่ เมื่อคลื่นเสียงผ่านกระทบทำให้เซลล์ขนเกิดการโค้งงอไปมา ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นทำให้เกิดการเปลี่ยนสัญญาณเสียงเป็นสัญญาณประสาท

2.1.4 การตรวจวัดระดับเสียง

การตรวจวัดระดับเสียง เป็นการประเมินสภาพแวดล้อมในการทำงาน ซึ่งเป็นการเฝ้าระวัง ป้องกัน ควบคุมโรคในกลุ่มคนทำงานที่สัมผัสเสียง โดยสถานประกอบการต้องมีการตรวจวัดสภาพแวดล้อมในการทำงาน เพื่อนำผลไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานสภาพแวดล้อมในการทำงาน และปรับปรุงแก้ไขหรือเพิ่มเติมมาตรการความปลอดภัยของคนทำงานที่สัมผัสเสียง กรณีผลการตรวจวัดพบว่ามีระดับเสียงดังเกินเกณฑ์มาตรฐาน

ในการตรวจวัดระดับเสียง ตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติเรื่อง ค่าระดับเสียงรบกวน และประกาศกรมควบคุมมลพิษเรื่อง วิธีการตรวจวัดระดับเสียงพื้นฐานและระดับเสียงขณะมีการรบกวน การคำนวณค่าระดับเสียงขณะมีการรบกวนและค่าระดับการรบกวนนั้น จำเป็นต้องทำความเข้าใจในหลักการของการใช้มาตรฐานคำนิยามของค่าระดับเสียงที่เกี่ยวข้อง เพื่อป้องกันความผิดพลาดอันจะมีผลต่อการตรวจวัดและการประมวลผลได้

2.1.4.1 หลักการ

ต้องตรวจวัดระดับเสียง 2 ส่วนคือ ระดับเสียงพื้นฐาน และระดับเสียงขณะมีการรบกวน นำค่าระดับเสียงขณะมีการรบกวนกับระดับเสียงพื้นฐานมาหักลบกัน จะได้ค่าความแตกต่างที่เรียกว่า ค่าระดับการรบกวน ในกรณีที่ค่าระดับการรบกวนมากกว่า 10 เดซิเบลเอ ซึ่งเกินมาตรฐานค่าระดับเสียงรบกวน จะถือว่าเป็นเสียงรบกวน

2.1.4.2 ความหมาย

เสียงรบกวน (Noise) คือระดับเสียงจากแหล่งกำเนิดขณะมีการรบกวนที่มีระดับเสียงสูงกว่าระดับเสียงพื้นฐาน เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงระดับเสียงในสิ่งแวดล้อม ซึ่งทำให้ผู้ที่ได้รับเสียงเกิดความรู้สึกรำคาญ ทั้งนี้อาจก่อให้เกิดมลพิษทางเสียงได้

ระดับเสียงพื้นฐาน (Background Noise Level) คือระดับเสียงที่ตรวจวัดในสิ่งแวดล้อมเดิมขณะยังไม่มีเสียงรบกวนจากแหล่งกำเนิดเสียง เป็นค่าระดับเสียงเปอร์เซ็นไทล์ที่ 90

ระดับเสียงเปอร์เซ็นไทล์ที่ 90 (Percentile Level 90, $L_{90}$) หมายความว่า ระดับเสียงที่ร้อยละ 90 ของเวลาที่ตรวจวัดจะมีระดับเสียงเกินระดับนี้

ระดับเสียงขณะมีการรบกวน (Specific Noise Level) คือระดับเสียงที่ตรวจวัดหรือคำนวณจากแหล่งกำเนิดขณะเกิดเสียงรบกวน

ระดับการรบกวน คือระดับความแตกต่างของระดับเสียงขณะมีการรบกวนกับระดับเสียงพื้นฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เสียงกระแทก (Impulse Noise) คือเสียงที่มีระดับสูงซึ่งเกิดขึ้นอย่างทันทีทันใดและสิ้นสุดภายในเวลาน้อยกว่า 1 วินาที

2.1.4.3 การวางแผน

การวางแผนการตรวจวัดระดับเสียงต้องคำนึงถึงสิ่งต่างๆ ดังต่อไปนี้

- วัตถุประสงค์ในการตรวจวัด
- การสำรวจข้อมูลเบื้องต้น
- ศึกษารายละเอียดที่จะต้องนำมาใช้ในการวางแผนตรวจวัด

2.1.4.3.1 การสำรวจข้อมูลเบื้องต้น

ให้ศึกษาข้อมูลจากเอกสารของงานที่ได้รับมอบหมาย เช่น พื้นที่ ประเภทแหล่งกำเนิดเสียง และค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้องเพิ่มเติมเพื่อนำมาประกอบการปฏิบัติงานก่อนการสำรวจข้อมูลในพื้นที่ โดยการสำรวจข้อมูลเบื้องต้น ควรมีรายการสำรวจประกอบด้วย

1) แหล่งกำเนิดเสียง เช่น ที่ตั้งของแหล่งกำเนิดเสียง ประเภทของแหล่งกำเนิดเสียง ลักษณะเสียง เวลาที่เกิดเสียง ในกรณียังไม่มีแหล่งกำเนิดเสียง เช่น โครงการที่มีแผนดำเนินการในอนาคต โครงการที่อยู่ระหว่างการจัดทำ ให้ศึกษาจากรายงานโครงการนั้นๆ

2) ผู้รับเสียง เช่น ที่ตั้งของผู้ได้รับเสียง ระยะจากแหล่งกำเนิดเสียง เวลาที่ผู้ได้รับเสียงรับเสียงมากที่สุด

3) อื่นๆ เช่น แหล่งกำเนิดเสียงอื่นที่อยู่ใกล้เคียงกับที่ตั้งของผู้รับเสียง ภาพถ่ายของแหล่งกำเนิดเสียงและที่ตั้งของผู้รับเสียง

2.1.4.3.2 การสำรวจพื้นที่เบื้องต้น

ให้สำรวจสภาพแวดล้อมและประเมินความเสี่ยงต่อชีวิตและสุขภาพในพื้นที่ที่ต้องตรวจวัดระดับเสียง เพื่อจะได้เตรียมอุปกรณ์รักษาความปลอดภัยได้อย่างถูกต้อง เช่น การตรวจวัดระดับเสียงกรณีร้องเรียนจากเสียงการก่อสร้าง ปรากฏว่าบริเวณที่เลือกเป็นจุดตรวจระดับเสียงนั้นมีความเสี่ยงต่อการหายใจรับปูนซีเมนต์จากการก่อสร้างอย่างมาก ดังนั้นจึงควรเตรียมหน้ากากเพื่อป้องกันฝุ่นปูนซีเมนต์เข้าสู่ร่างกายผ่านระบบหายใจขณะตรวจวัดระดับเสียง

2.1.4.4 เครื่องมือและอุปกรณ์ในการตรวจวัดระดับเสียง

2.1.4.4.1 ชุดตรวจวัดระดับเสียง

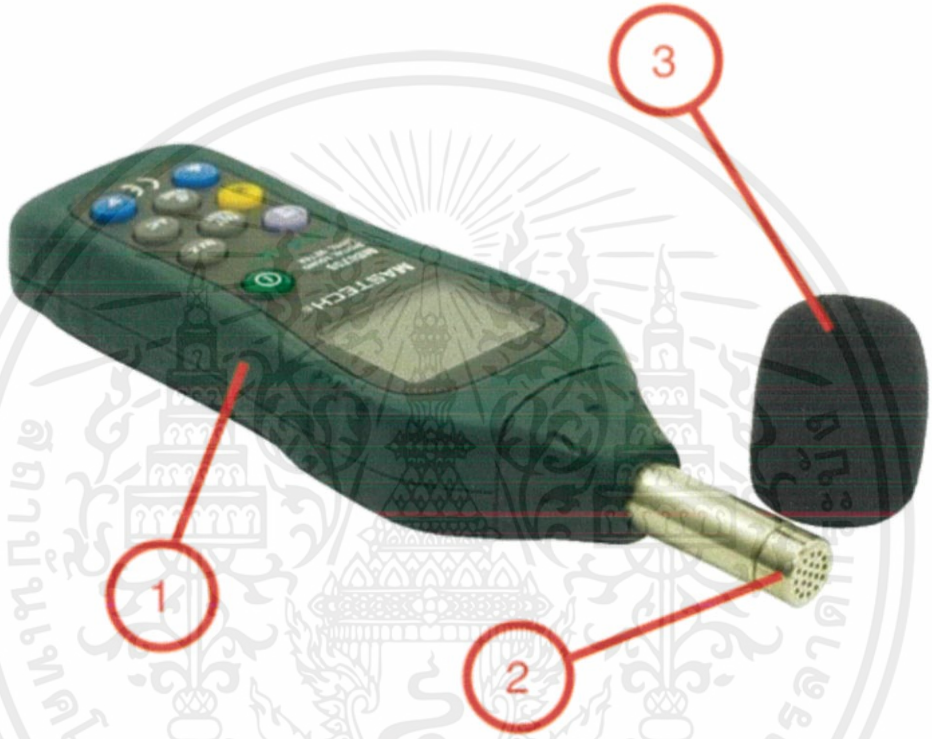
เป็นชุดของเครื่องมือที่ใช้ตรวจวัดระดับเสียง ประกอบไปด้วย

1) มาตรระดับเสียงหรือเครื่องวัดระดับเสียง (Sound Level Meter) ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน IEC 60804 (ปัจจุบัน IEC 61672) ของกรรมาธิการระหว่างประเทศว่าด้วยเทคนิคไฟฟ้า ที่ได้กำหนดให้ใช้ในการตรวจวัดระดับเสียงตามพารามิเตอร์ (Noise Descriptor) และระยะเวลาที่ตรวจวัด พร้อมทั้งสามารถเรียกดูข้อมูลที่บันทึกจากเครื่องได้โดยใช้วิธีการตามที่ระบุในคู่มือใช้งานของเครื่องมือนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ไมโครโฟน (Microphone) เป็นส่วนที่รับเสียงจากภายนอก แล้วแปลงเป็นสัญญาณไฟฟ้า เพื่อให้เครื่องวัดระดับเสียงนำไปวิเคราะห์และแสดงผล ประกอบขึ้นจากอุปกรณ์ที่มีความไวในการแปรสัญญาณไฟฟ้า ซึ่งเป็นส่วนที่มีความบอบบางมาก จึงควรหลีกเลี่ยงการสัมผัสบริเวณด้านหน้าของไมโครโฟน

3) อุปกรณ์ป้องกันลม (Windscreen) เป็นอุปกรณ์เสริม เพื่อป้องกันเสียงดังจากลมพัดที่เป็นเสียงรบกวนการตรวจวัดระดับเสียง และเป็นส่วนที่ป้องกันหัวไมโครโฟนไม่ให้เกิดการกระทบกระเทือนขณะใช้งานด้วย




**ภาพที่ 2.4** แสดงเครื่องวัดระดับเสียง ไมโครโฟน และอุปกรณ์ป้องกันลม ตามลำดับ
**ที่มา :** http://www.netsport-magazine.com/category/เครื่องวัดเสียง

4) ขาตั้งเครื่องวัดระดับเสียง (Tripod) ต้องมีความแข็งแรง เหมาะสมกับขนาดและน้ำหนักของเครื่องวัดเสียง ควรเป็นขาตั้งที่สามารถปรับระดับตามที่ต้องการได้

5) สายสัญญาณ ใช้ส่งถ่ายข้อมูลสัญญาณเสียงจากไมโครโฟนมาสู่เครื่องวัดระดับเสียง ใช้ในกรณีจำเป็นต้องตั้งไมโครโฟนห่างจากเครื่องวัดเสียงเกินกว่า 1.5 เมตร

2.1.4.4.2 เครื่องปรับเทียบระดับเสียง (Calibrator)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นเครื่องกำเนิดเสียงที่มีระดับเสียงและความถี่ที่แน่นอน ใช้ในการสอบเทียบไมโครโฟนของเครื่องวัดเสียงให้อ่านค่าได้อย่างถูกต้อง เครื่องปรับเทียบระดับเสียงมี 2 ชนิด ได้แก่ อะคูสติกคาลิเบรเตอร์ (Acoustic Calibrator) และพิสตันโฟน (Pistonphone) โดยทั่วไป อะคูสติกคาลิเบรเตอร์จะเป็นที่นิยมมากกว่า เนื่องจากใช้งานง่ายและมีขนาดกะทัดรัด

**ภาพที่ 2.5** อะคูสติกคาริเบรเตอร์

**ที่มา :** https://uk.rs-online.com/web/p/sound-level-calibrators/2299448/

**ภาพที่ 2.6** พิสตันโฟน

**ที่มา :** https://www.bksv.com/en/products/transducers/acoustic/calibrators/3541-A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4.4.3 เครื่องบันทึกข้อมูล (Recorder)

เป็นอุปกรณ์เสริมที่ใช้ร่วมกับชุดตรวจวัดระดับเสียง โดยเครื่องบันทึกข้อมูลจะพิมพ์ค่าที่ตรวจวัดได้จาดเครื่องวัดเสียง แสดงบนกระดาษเฉพาะของเครื่องบันทึกข้อมูลนั้นๆเป็นค่าตัวเลข ข้อดีของอุปกรณ์นี้คือ กระดาษบันทึกผลสามารถใช้เป็นหลักฐานประกอบรายงานการตรวจวัดได้

2.1.4.4.4 เครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีโปรแกรมเรียก-รับข้อมูลจากเครื่องวัดเสียง

เป็นอุปกรณ์เสริมที่ช่วยในการทำงาน โดยไฟล์ข้อมูลที่ได้จากการเรียก-รับข้อมูล จะอยู่ในรูปที่เปิดใช้โดยโปรแกรม Microsoft Excel หรือรูปแบบอื่นที่แปลงมาใช้กับโปรแกรม Microsoft Excel ได้ ข้อดีของการใช้อุปกรณ์นี้คือ สามารถนำข้อมูลไปวิเคราะห์ คำนวณค่าทางสถิติต่างๆ และค่าระดับเสียงเฉลี่ย ($L_{eq}$) ได้อย่างสะดวก

2.1.4.5 การเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ก่อนดำเนินการตรวจวัด

- จัดทำรายการเครื่องมือและอุปกรณ์ที่จะใช้ เพื่อให้การจัดเตรียมอุปกรณ์เป็นไปอย่างรวดเร็วและครบถ้วน
- ศึกษาการใช้งานของเครื่องวัดระดับเสียงจากคู่มือการใช้งานเครื่องวัดระดับเสียงนั้นๆ
- ตรวจสอบความพร้อมของแบตเตอรี่ ให้สามารถจ่ายไฟได้อย่างเพียงพอตลอดระยะเวลาการทำงาน
- ตรวจสอบประสิทธิภาพการใช้งานของเครื่องมือและอุปกรณ์ทั้งหมด หากพบอุปกรณ์ชำรุดหรือไม่สามารถทำงานได้อย่างสมบูรณ์ ต้องซ่อมแซมก่อนนำไปใช้งาน
- ตรวจสอบอายุการใช้งานของเครื่องปรับเทียบระดับเสียง และเครื่องปรับเทียบระดับเสียงที่จะนำไปใช้ ต้องได้รับการสอบเทียบจากห้องปฏิบัติการที่น่าเชื่อถือ
- ปรับเทียบการอ่านค่าของเครื่องวัดระดับเสียง โดยใช้อุปกรณ์ปรับเทียบตามวิธีที่กำหนดในคู่มือการใช้งานของเครื่องวัดระดับเสียงนั้นๆ
- เมื่อต้องเคลื่อนย้ายเครื่องมือและอุปกรณ์ ควรทำอย่างระมัดระวัง ให้จัดเก็บอุปกรณ์ไว้ในบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสม เพื่อป้องกันการกระทบกระเทือนอย่างรุนแรง ความชื้น และความร้อนสูง รวมทั้งไม่ควรเก็บเครื่องมือและอุปกรณ์ไว้ในรถยนต์ขณะอากาศร้อนจัด

2.1.4.6 การเลือกจุดตรวจวัด

ให้ตั้งไมโครโฟนของเครื่องวัดระดับเสียงบริเวณที่ตั้งของผู้รับเสียง โดยต้องบันทึกรายละเอียดเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมของตำแหน่งที่ทำการตรวจวัด ทั้งนี้ การตั้งไมโครโฟนของเครื่องวัดระดับต้องพิจารณาดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การตั้งไมโครโฟนของเครื่องวัดระดับเสียงบริเวณภายนอกอาคาร ให้ตั้งสูงจากพื้นไม่น้อยกว่า 1.2 เมตร โดยในรัศมี 3.5 เมตร ตามแนวราบรอบไมโครโฟน ต้องไม่มีกำแพงหรือสิ่งอื่นใดที่มีคุณสมบัติในการสะท้อนเสียงกีดขวางอยู่

- การตั้งไมโครโฟนของเครื่องวัดระดับเสียงบริเวณภายในอาคาร ให้ตั้งสูงจากพื้นไม่น้อยกว่า 1.2 เมตร โดยในรัศมี 1 เมตร ตามแนวราบรอบไมโครโฟน ต้องไม่มีกำแพงหรือสิ่งอื่นใดที่มีคุณสมบัติในการสะท้อนเสียงกีดขวางอยู่ และต้องห่างจากช่องหน้าต่างอย่างน้อย 1.5 เมตร

2.1.4.7 การปฏิบัติเมื่อเสร็จสิ้นการตรวจวัดระดับเสียง

เมื่อเสร็จสิ้นการตรวจวัดระดับเสียงแล้ว ควรตรวจสอบอุปกรณ์ว่าเกิดการชำรุดระหว่างดำเนินการตรวจวัดระดับเสียงหรือไม่ รวมทั้งควรทำความสะอาด และเก็บเครื่องมืออุปกรณ์ให้เป็นระเบียบเรียบร้อย ซึ่งสามารถดำเนินการในเบื้องต้นดังนี้

- ปรับเทียบค่าระดับเสียง โดยใช้เครื่องปรับเทียบระดับเสียงเพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพของเครื่องวัด ว่าตรวจวัดระดับเสียงอย่างมีประสิทธิภาพตลอดการดำเนินงาน ไม่เกิดชำรุด หรือทำงานผิดปกติระหว่างการตรวจวัดระดับเสียง

- เก็บเครื่องมือและอุปกรณ์ทุกชนิดให้เป็นระเบียบ โดยต้องทำความสะอาดเครื่องวัดระดับเสียง ไมโครโฟน และเครื่องปรับเทียบระดับเสียง ให้เป็นอย่างดีและเก็บในบรรจุภัณฑ์ที่แข็งแรง สามารถป้องกันการกระแทกได้

- กรณีใช้สายสัญญาณ ต้องมีการม้วนเก็บให้เรียบร้อย โดยขณะเก็บต้องเช็ดสายสัญญาณให้สะอาดด้วย

- ทำความสะอาดขาตั้ง และเก็บให้เรียบร้อย

- ตรวจสอบว่าได้เก็บเครื่องมือและอุปกรณ์ครบทั้งหมดแล้ว จากรายการเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ทำไว้ก่อนออกปฏิบัติงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 3
# วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ทางผู้จัดทำต้องการที่จะตรวจวัดระดับเสียงสภาพแวดล้อมที่เกิดขึ้นจริงภายในระบบรถไฟฟ้า MRT โดยเน้นการวิเคราะห์ไปที่ระดับเสียงของสื่อโฆษณา ซึ่งการทำงานนี้ทางผู้จัดทำต้องลงพื้นที่ไปวัดค่าระดับเสียงเพื่อนำมาวิเคราะห์ จึงแบ่งขั้นตอนการทำงานออกดังนี้

## 3.1 แผนการดำเนินงาน

สัปดาห์ที่ 1 : ทำความรู้จักเจ้าหน้าที่ภายในแผนกและเรียนรู้งานเบื้องต้น รวมถึงศึกษาข้อบังคับและระเบียบปฏิบัติภายในบริษัท

สัปดาห์ที่ 2 - 4 : ปรึกษาเจ้าหน้าที่ผู้แลในการวางแผนและการประสานงาน เพื่อเข้าไปปฏิบัติงานภายในพื้นที่สถานีรถไฟฟ้า MRT / ลงสำรวจพื้นที่สถานีต่างๆ เพื่อกำหนดตำแหน่งที่จะทำการวัดระดับเสียงก่อนลงไปปฏิบัติงานจริง

สัปดาห์ที่ 5 - 13 : เข้าปฏิบัติการวัดระดับเสียงตามสถานีต่างๆที่กำหนดไว้

สัปดาห์ที่ 14 - 16 : วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดระดับเสียง

สัปดาห์ที่ 17 : สรุปผลและนำเสนอให้เจ้าหน้าที่ผู้ดูแลฟัง

ดังที่แสดงในตารางที่ 1.1

## 3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

- เครื่องวัดระดับเสียง Data Logger Sound Level Meter
- ขาตั้งไมโครโฟนแบบ 3 ขา
- สมาร์ทโฟน
- คอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการบันทึกข้อมูลร่วมกับเครื่องวัดระดับเสียง
- แผนผังโครงสร้างสถานี
- ตลับเมตร
- เทปกาว

## 3.3 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

3.3.1 กำหนดสถานีที่จะทำการตรวจวัดระดับเสียง

เริ่มต้นแผนงานด้วยการกำหนดสถานีที่จะเข้าไปวัดระดับเสียง โดยกำหนดไว้ 6 สถานีจากทั้งหมด 18 สถานี ซึ่งแบ่งตามกลุ่มเป้าหมาย 3 กลุ่มคือ กลุ่มสถานีที่มีปริมาณผู้โดยสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนาแน่นมาก กลุ่มสถานีที่มีปริมาณผู้โดยสารหนาแน่นปานกลาง และกลุ่มสถานีที่มีปริมาณผู้โดยสารหนาแน่นน้อย ดังนี้

สถานีที่มีปริมาณผู้โดยสารหนาแน่นมาก : สถานีสุขุมวิท, สถานีพระราม 9

สถานีที่มีปริมาณผู้โดยสารหนาแน่นปานกลาง : สถานีพหลโยธิน, สถานีสามย่าน

สถานีที่มีปริมาณผู้โดยสารหนาแน่นน้อย : สถานีคลองเตย, สถานีกำแพงเพชร

ซึ่งเราจะเข้าไปปฏิบัติการวัดระดับเสียง 2 ครั้ง ในแต่ละสถานี รวมเป็น 12 ครั้ง

3.3.2 ขอใบอนุญาตเข้าปฏิบัติงาน

ดำเนินการทำเรื่องในการขอใบอนุญาตปฏิบัติงาน เมื่อได้รับใบอนุญาตแล้วจึงเตรียมอุปกรณ์สำหรับลงไปสำรวจพื้นที่ และตรวจวัดระดับเสียง

3.3.3 กำหนดตำแหน่งในการวัดระดับเสียงภายในสถานี

เข้าไปสำรวจพื้นที่และกำหนดตำแหน่งบนชั้นชานชาลา (Platform) ภายในสถานีต่างๆที่เราจะทำการวัดระดับเสียง โดยคำนึงถึงหลักการตรวจวัดระดับเสียง และระเบียบข้อบังคับของการปฏิบัติงานภายในพื้นที่สถานีเป็นสำคัญ

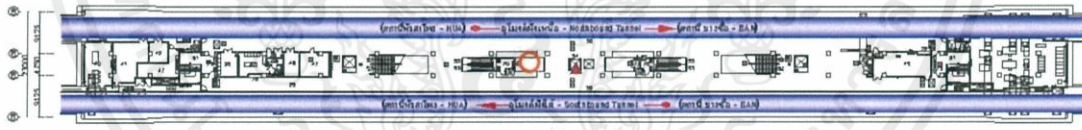
การกำหนดตำแหน่งเพื่อตรวจวัดระดับเสียงภายในสถานี มีเงื่อนไขดังนี้

1) อยู่ในบริเวณที่รบกวนผู้โดยสารน้อยที่สุด

2) มีระยะห่างจากหน้าจอสื่อ PIDs 3 เมตร

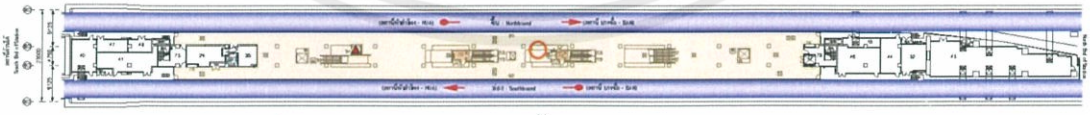
3) ไม่มีกำแพงหรือสิ่งที่มีคุณสมบัติในการสะท้อนเสียงกีดขวางอยู่ ในรัศมี 1 เมตร

ซึ่งในขั้นตอนนี้เราจะทำเครื่องหมายระบุตำแหน่งไว้ในแผนผังโครงสร้างสถานี



**ภาพที่ 3.1** แผนผังโครงสร้างชั้นชานชาลาของสถานีสุขุมวิท

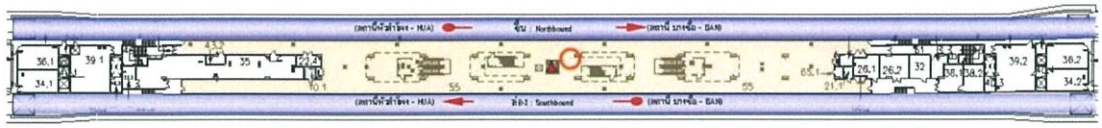
**ที่มา :** บริษัท ทางด่วนและรถไฟฟ้ากรุงเทพ จำกัด (มหาชน) แผนกพัฒนาเชิงพาณิชย์



**ภาพที่ 3.2** แผนผังโครงสร้างชั้นชานชาลาของสถานีพระราม 9

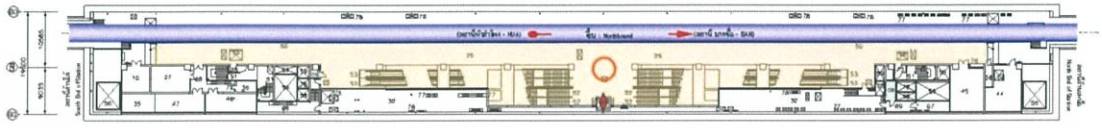
**ที่มา :** บริษัท ทางด่วนและรถไฟฟ้ากรุงเทพ จำกัด (มหาชน) แผนกพัฒนาเชิงพาณิชย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



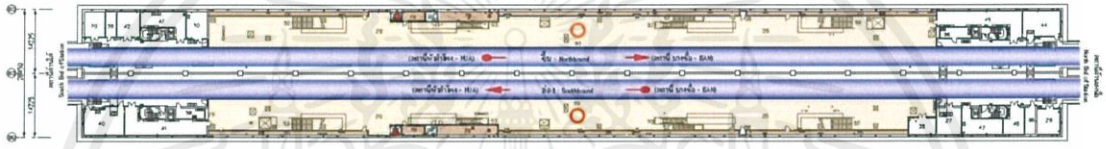
**ภาพที่ 3.3** แผนผังโครงสร้างชั้นชานชาลาของสถานีพหลโยธิน

**ที่มา :** บริษัท ทางด่วนและรถไฟฟ้ากรุงเทพ จำกัด (มหาชน) แผนกพัฒนาเชิงพาณิชย์



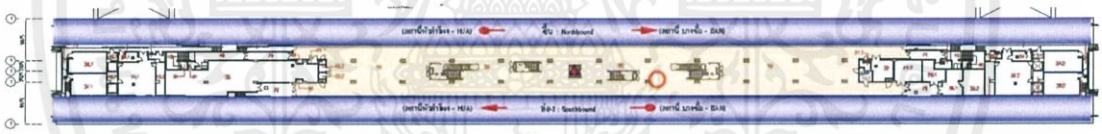
**ภาพที่ 3.4** แผนผังโครงสร้างชั้นชานชาลาของสถานีสามย่าน

**ที่มา :** บริษัท ทางด่วนและรถไฟฟ้ากรุงเทพ จำกัด (มหาชน) แผนกพัฒนาเชิงพาณิชย์



**ภาพที่ 3.5** แผนผังโครงสร้างชั้นชานชาลาของสถานีคลองเตย

**ที่มา :** บริษัท ทางด่วนและรถไฟฟ้ากรุงเทพ จำกัด (มหาชน) แผนกพัฒนาเชิงพาณิชย์



**ภาพที่ 3.6** แผนผังโครงสร้างชั้นชานชาลาของสถานีกำแพงเพชร

**ที่มา :** บริษัท ทางด่วนและรถไฟฟ้ากรุงเทพ จำกัด (มหาชน) แผนกพัฒนาเชิงพาณิชย์

3.3.4 การตรวจวัดระดับเสียงภายในสถานี

เมื่อกำหนดตำแหน่งได้ครบทุกสถานี จึงเริ่มเข้าไปปฏิบัติการวัดระดับเสียงภายในสถานี ตามเวลาที่เลือกไว้ 2 ช่วงเวลาคือ

- 18.00 - 19.00 น. เป็นช่วงเวลาที่มีผู้โดยสารมากที่สุด
- 22.00 - 23.00 น. เป็นช่วงเวลาที่มีผู้โดยสารน้อยที่สุด

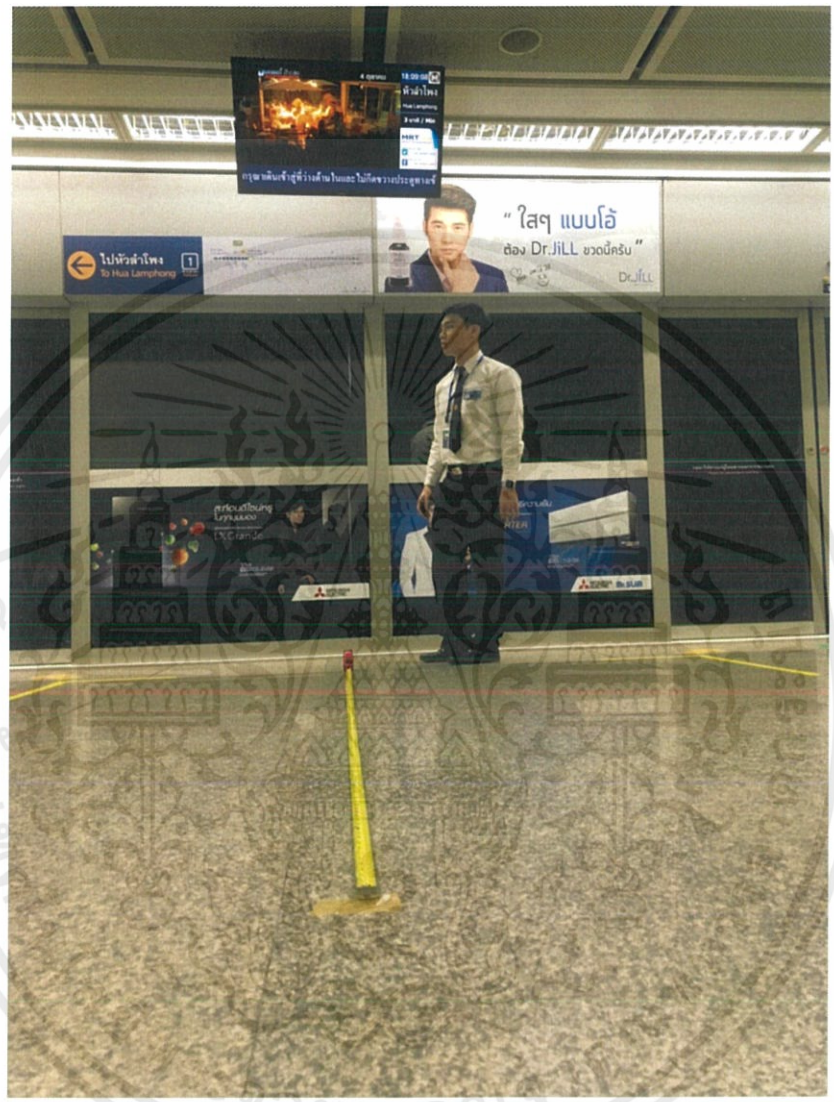
มีวิธีการดังนี้

1) เข้าไปรายงานตัวต่อเจ้าหน้าที่ควบคุมประจำสถานีและแสดงใบขออนุญาตเข้าปฏิบัติงาน เพื่อขออนุญาตเข้าปฏิบัติงานภายในพื้นที่สถานีรถไฟฟ้า

2) ไปยังตำแหน่งตามที่ระบุไว้ในแผนผังโครงสร้างสถานี และวัดระยะตามเงื่อนไขเพื่อตรวจสอบตำแหน่งที่จะใช้อีกครั้ง จากนั้นจึงใช้เทปกาวติดลงบนพื้นเป็นเครื่องหมายระบุตำแหน่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการคลาดเคลื่อน โดยขั้นตอนนี้จะปฏิบัติในช่วงเวลาประมาณ 14.00 - 15.00 น. เนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่ยังมีผู้โดยสารไม่เยอะ ทำให้ง่ายต่อการใช้อุปกรณ์สำหรับวัดระยะโดยไม่รบกวนผู้โดยสาร




**ภาพที่ 3.7** การวัดระยะและระบุตำแหน่งในการตรวจวัดระดับเสียง

3) เมื่อถึงเวลาประมาณ 18.00 น. ติดตั้งเครื่องวัดระดับเสียงเข้ากับขาตั้งไมโครโฟนแบบ 3 ขา โดยให้ระดับของไมโครโฟนอยู่สูงจากพื้น 153 เซนติเมตร คำนวณจากความสูงเฉลี่ยของประชากรในประเทศคือ 165 เซนติเมตร แล้วลบออกด้วยระยะห่างจากศีรษะมาถึงหูอีกประมาณ 12 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ภาพที่ 3.8** แสดงการวัดระดับความสูงเพื่อติดตั้งเครื่องวัดระดับเสียง

4) นำอุปกรณ์ไปวางในตำแหน่งที่ทำเครื่องหมายไว้ ปรับให้ไมโครโฟนของเครื่องวัดระดับเสียงชี้เข้าหาหน้าจอสื่อ PIDs และทำมุมประมาณ 30 - 45 องศากับแนวระนาบ

5) บันทึกค่าระดับเสียงด้วยฟังก์ชันของเครื่องวัดระดับเสียง โดยเลือกใช้ค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ดังนี้

- dynamic range อยู่ในช่วง 30 - 130 dBA
- ความไวในการตอบสนองต่อเสียงแบบ fast response
- วงจรถ่วงน้ำหนักแบบ A-weighting

และใช้สมาร์ทโฟนบันทึกเสียงสภาพแวดล้อมจริงไปพร้อมกัน โดยจะเริ่มบันทึกข้อมูลเมื่อรถไฟปิดประตูและเคลื่อนตัวออกจากชานชาลา และสิ้นสุดการบันทึกข้อมูลเมื่อรถไฟขบวนถัดไปเข้าสู่ชานชาลาและเปิดประตู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6) ทำซ้ำข้อ 5) เป็นจำนวน 4 ครั้ง

7) เก็บอุปกรณ์ทั้งหมดเพื่อไม่ให้รบกวนและกีดขวางผู้โดยสาร ยกเว้นเทปกาวที่ใช้ระบุตำแหน่ง

8) ทำซ้ำข้อ 3) ถึง 6) โดย

- ข้อ 3) เปลี่ยนเวลาจาก 18.00 น. เป็น 22.00 น.
- ข้อ 6) เปลี่ยนจาก ทำซ้ำ 4 ครั้ง เป็น ทำซ้ำ 1 ครั้ง

9) เก็บอุปกรณ์ทั้งหมด รวมถึงเทปกาวที่ใช้ระบุตำแหน่ง

10) แจ้งเสร็จสิ้นการปฏิบัติงานต่อเจ้าหน้าที่ควบคุมประจำสถานี

3.3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

มีวิธีการดังนี้

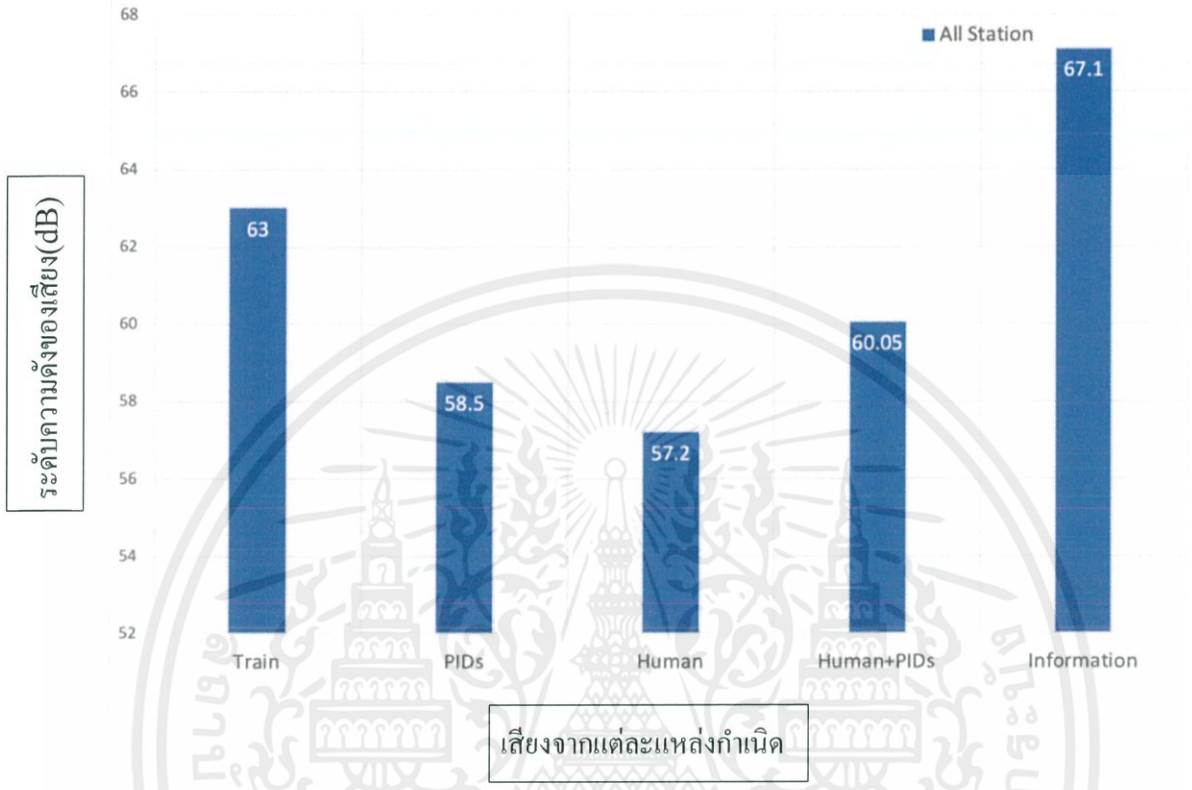
1) ฟังเสียงที่บันทึกได้จากสมาร์ทโฟนเพื่อจำแนกข้อมูลเสียงที่แตกต่างกัน โดยจะแยกออกเป็น 5 กลุ่มคือ รถไฟ, PIDs, ผู้โดยสาร, ผู้โดยสาร+PIDs และเสียงประกาศจากระบบ

2) นำข้อมูลที่แยกประเภทแล้วมาแสดงผลในรูปของกราฟ

3) นำข้อมูลที่ได้จากกราฟมาเปรียบเทียบกันและวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

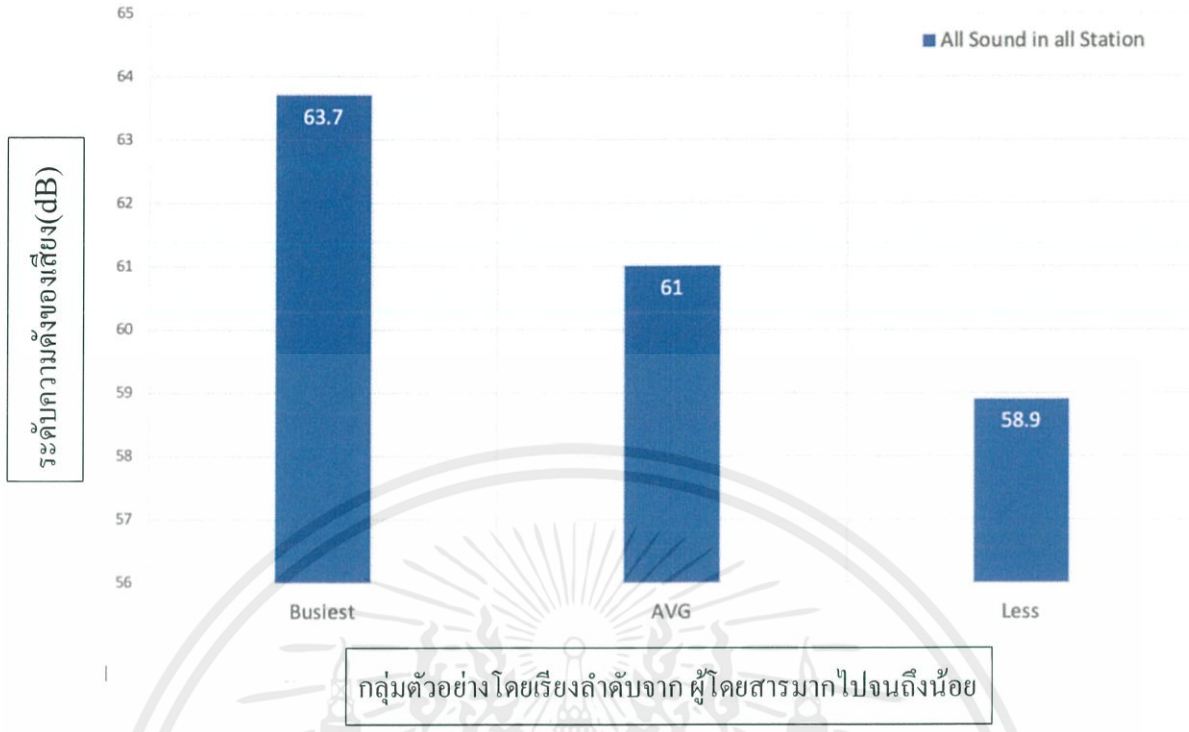
# บทที่ 4
# ผลการวิจัย




**ภาพที่ 4.1** เปรียบเทียบเสียงทั้ง 5 แบบจากทุกสถานีและทุกช่วงเวลา

เพื่อแสดงให้เห็นถึงภาพรวมของเสียงทั้งหมดที่สามารถเกิดขึ้นได้ภายในสถานี ว่าระดับเสียงจากแหล่งกำเนิดใดมีระดับความดังอยู่ที่ประมาณเท่าไร เราจึงทำการพล็อตกราฟระดับความดังเฉลี่ยจากทุกสถานีและทุกช่วงเวลา โดยเราจะเห็นได้จากกราฟที่แสดงในภาพที่ 4.1 ว่าเสียงของจอ PIDs และเสียงผู้โดยสารมีระดับเสียงที่ใกล้เคียงกัน เนื่องจากต่างกันไม่ถึง 2 dBA

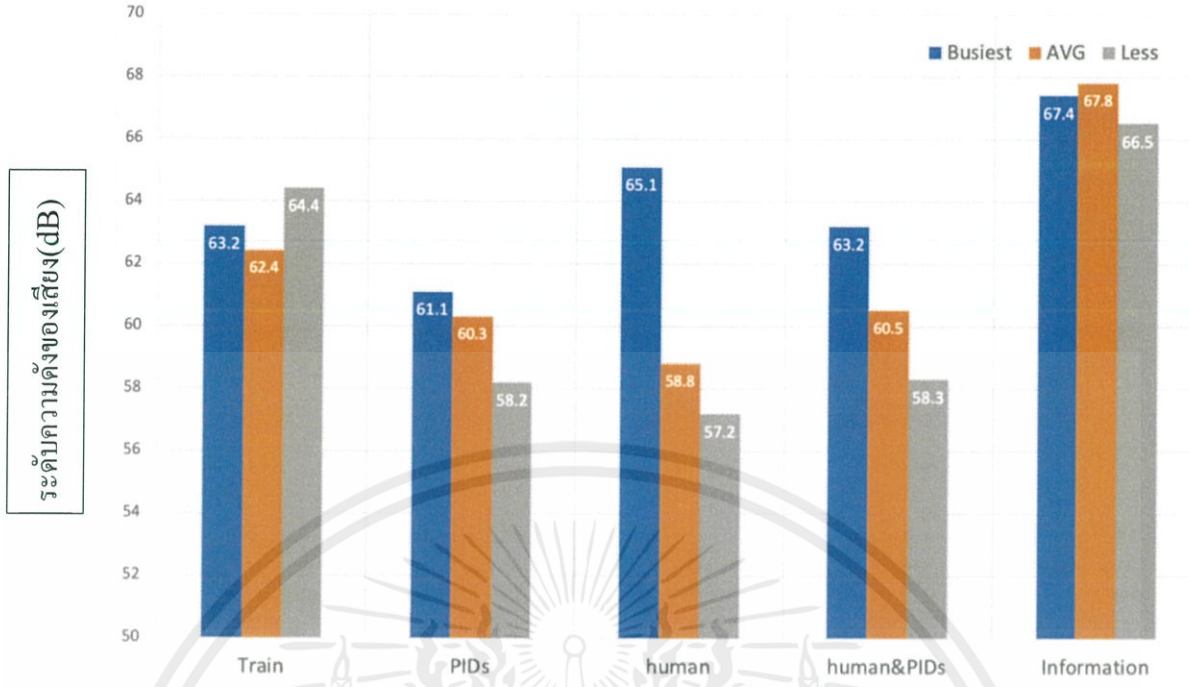
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**ภาพที่** 4.2 เปรียบเทียบเสียงที่เกิดขึ้นภายในสถานีทั้ง 3 กลุ่มตัวอย่าง

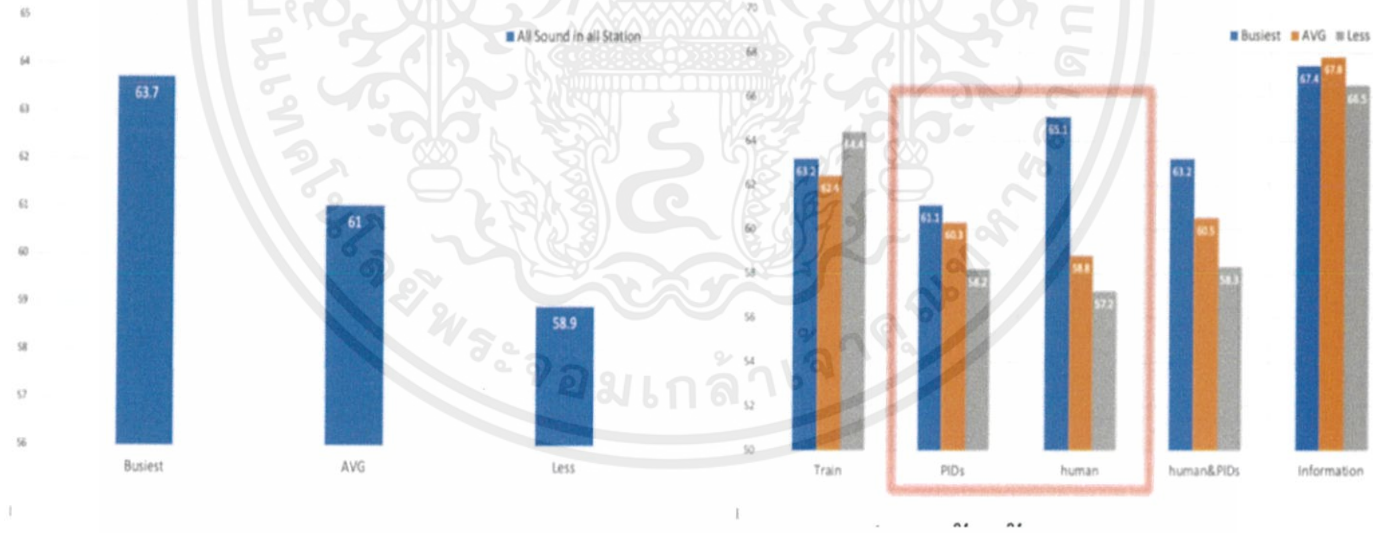
กราฟนี้แสดงให้เห็นถึงภาพรวมของตัวแปรระดับความดังเฉลี่ยของทุกสถานีทั้งสามกลุ่มตัวอย่างที่เราเลือกขึ้นมาโดยตัวแปรจะขึ้นอยู่กับจำนวนผู้โดยสาร ซึ่งจากกราฟภาพที่ 4.2 จะเห็นได้ว่าเสียงจะแปรผันตามจำนวนของผู้โดยสาร คือ ถ้าผู้โดยสารมาก ระดับความดังเฉลี่ยที่วัดได้จากทุกแหล่งกำเนิดในสถานีก็จะดังตามขึ้นไปด้วย โดยเรียงจากมากลงมาเป็นปานกลาง และ น้อยตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




เสียงแต่ละแหล่งกำเนิดภายในสถานี โดยเฉลี่ยจากทั้งสามกลุ่มตัวอย่าง

**ภาพที่ 4.3** เปรียบเทียบระดับเสียงทั้ง 5 แบบ โดยเปรียบเทียบทั้ง 3 กลุ่มตัวอย่าง

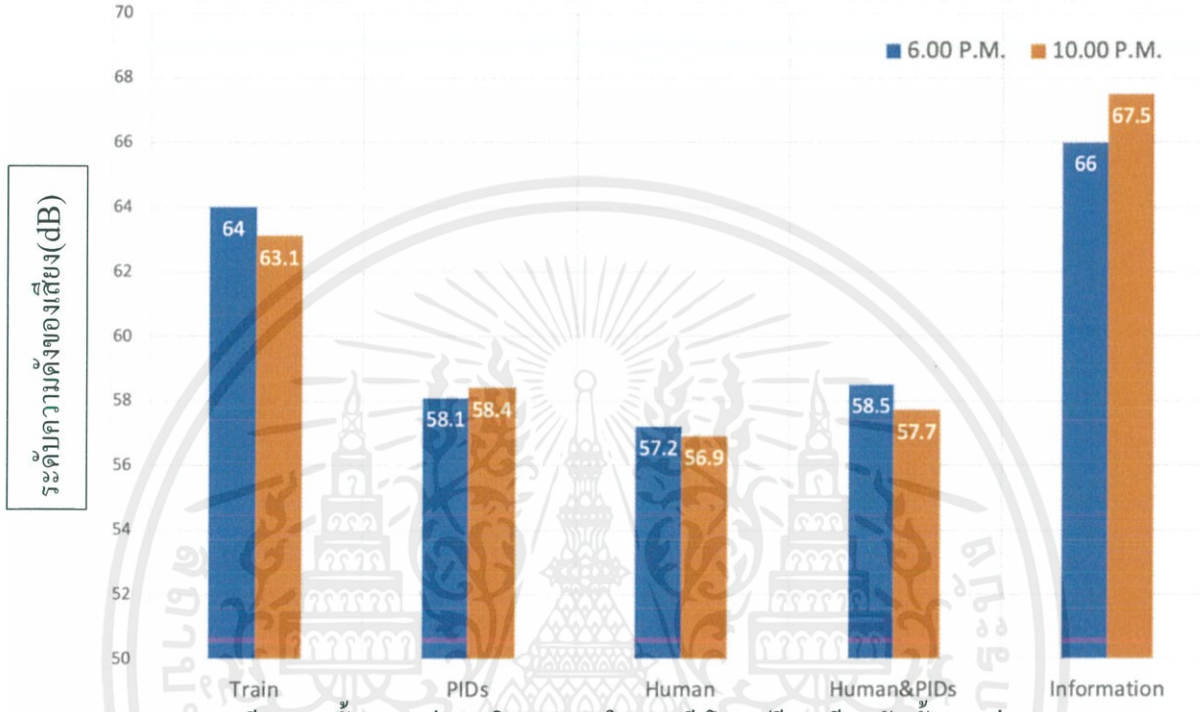



**ภาพที่ 4.4** เปรียบเทียบระดับเสียงทั้ง 3 กลุ่มตัวอย่างพร้อมกับจำนวนผู้โดยสาร

จากภาพที่ 4.3 คือกราฟเปรียบเทียบระดับเสียงจาก 5 แหล่งกำเนิด ซึ่งจะแสดงให้เห็นทั้งสามกลุ่มตัวอย่าง โดยกราฟสีน้ำเงินคือกลุ่มผู้โดยสารเยอะ สีส้มคือกลุ่มผู้โดยสารปานกลางและสีเทาคือกลุ่มผู้โดยสารน้อย จากกราฟภาพที่ 4.4 เรานำภาพที่ 4.3 มาเปรียบเทียบกับภาพที่ 4.2 จะเห็นได้

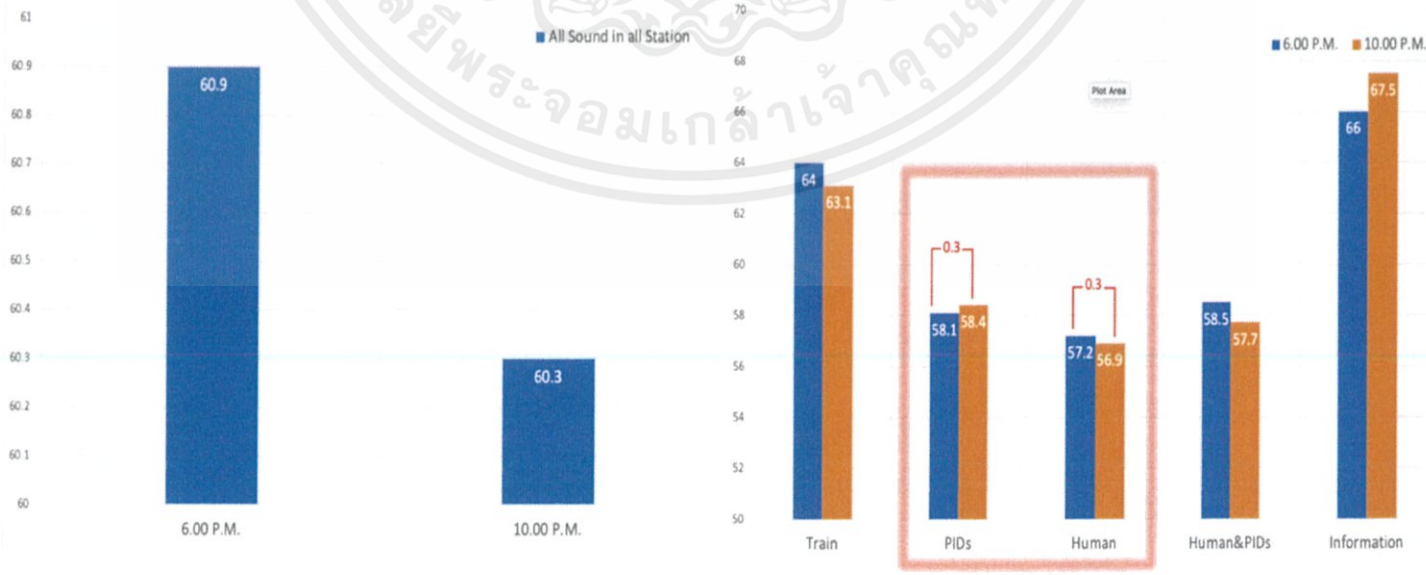
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ว่าระดับเสียงที่แปรผันตรงตามลักษณะของกราฟภาพที่ 4.2 โดยเรียงลำดับตามกลุ่มจำนวนผู้โดยสารมาก ปานกลาง น้อยตามลำดับ นั้นคือ PIDs กับ Human ซึ่งเป็นสิ่งที่เราสนใจอยู่แล้วทำให้เห็นได้ว่าจอ PIDs นั้นจะมีความดังตามจำนวนผู้โดยสารซึ่งอาจจะเป็นเจ้าหน้าที่ควบคุมภายในสถานีเป็นคนกำหนดระดับเสียงไว้นั่นเอง




เสียงจากทั้ง 5 แหล่งกำเนิดจากภายในสถานี โดยเปรียบเทียบกันทั้งสองช่วงเวลา

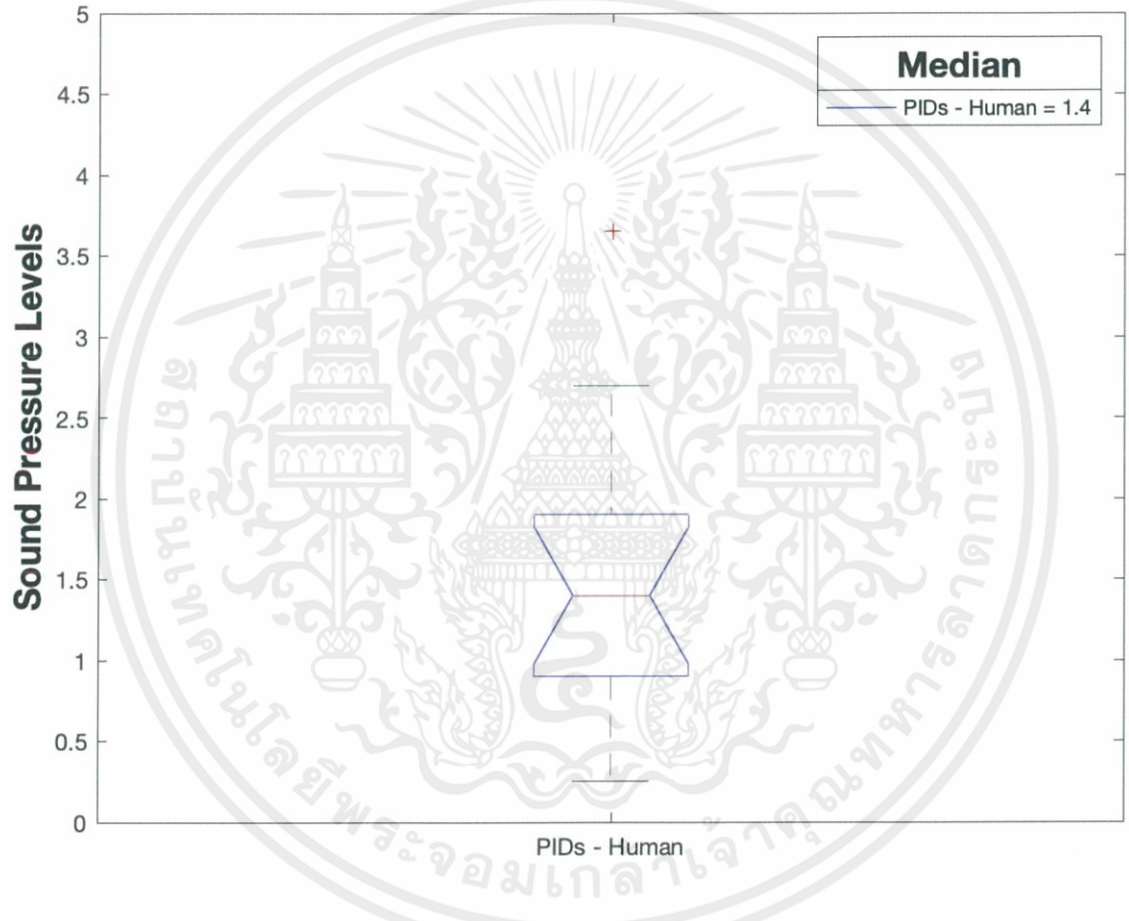
**ภาพที่ 4.5** เปรียบเทียบเสียงทั้ง 5 แบบของทุกสถานี ทั้งสองช่วงเวลา




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ภาพที่ 4.6** เปรียบเทียบระหว่างช่วงเวลากับเสียงทั้งหมดที่เกิดขึ้นภายในสถานี

จากกราฟภาพที่ 4.5 คือกราฟแสดงเสียงทั้ง 5 แหล่งกำเนิด โดยนำแต่ละแหล่งกำเนิดมาเปรียบเทียบกันระหว่างการวัดระดับเสียงทั้งสองช่วงเวลา โดยกราฟสีน้ำเงินคือช่วงเวลาที่มีผู้โดยสารเยอะ และ สีส้มคือช่วงเวลาที่ผู้โดยสารน้อย และเมื่อนำกราฟช่วงเวลามาเปรียบเทียบกับภาพที่ 4.5 แล้วนั้นจะเห็นได้ว่าระดับเสียงจากแหล่งกำเนิดที่มาจาก จอ PIDs และ Human (เสียงผู้โดยสาร) นั้นมีระดับเสียงที่ใกล้เคียงกันมากซึ่งมีระดับเสียงต่างกันแค่ 0.3 dBA




**ภาพที่ 4.7** แสดงผลต่างของ Median ระหว่างเสียงผู้โดยสารกับเสียง PIDs

จากกราฟแสดงค่าของค่ากลางของข้อมูลเมื่อนำค่ากลางของเสียงจอ PIDs มาลบกับระดับเสียงของผู้โดยสารจากทุกสถานี ซึ่งค่าที่ได้คือ 1.4 dBA จะเห็นได้ว่าไม่ได้มีความแตกต่างกันมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 5
# สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

## 5.1 สรุปผลการวิจัย

- ตัวแปรหลักที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของระดับเสียงภายในสถานีรถไฟฟ้าคือ ผู้โดยสารและจอ PIDs

- สถานีในกลุ่มตัวอย่างที่มีคนหนาแน่นมากที่สุด สามารถเพิ่มระดับเสียงขึ้นได้ระดับนึง เนื่องจากความต่างของค่ากลางนั้นเยอะ และยังไม่เกินมาตรฐานตามกฎหมาย

- สถานีกลุ่มตัวอย่างที่มีผู้โดยสารปานกลางและน้อยไม่จำเป็นต้องลด และสามารถเพิ่มขึ้นได้

- ทั้งนี้จากข้อมูลที่ได้มาทั้งหมดเราสามารถลดหรือเพิ่มระดับเสียงได้แต่เรายังไม่สามารถระบุได้ชัดเจนว่าต้องเพิ่มต้องลดเท่าไร เนื่องจากการรับรู้ของผู้โดยสารแต่ละคนไม่เท่ากัน

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

- หากได้รับการอนุญาตจากทางบริษัท เราสามารถนำเสียงสื่อฏโฆษณาภายใน ระบบมาทดสอบกับคนเพื่อสังเกตการตอบสนองต่อเสียงสื่อโฆษณาที่เกิดขึ้นภายในระบบได้ และนำข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางแก้ไขต่อไป โดยใช้ข้อมูลผลการวิจัยเป็นฐานข้อมูลในการแก้ปัญหาต่อไป

- หากได้รับการอนุญาตจากทางบริษัท เราสามารถปรับระดับเสียงของโฆษณาให้มีระดับบความดังที่ใกล้เคียงกันก่อนที่จะใช้ในพื้นที่สถานี เช่น โฆษณา Acer ที่มีระดับเสียงที่ดังกว่าโฆษณาอื่นมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บรรณานุกรม


[1] บริษัท ทางด่วนและรถไฟฟ้ากรุงเทพฯ จำกัด (มหาชน) (2561). เกี่ยวกับบริษัท. [Online]. Available.แหล่งที่มา.https://www.bemplc.co.th/ (20 ตุลาคม 2561)

[2] ธรรมธร ไกรก่อกิจ. เดซิเบลและความดัง. [Online]. Available. แหล่งที่มา. http://www.zen-acoustic.com/decibel.html (30 ตุลาคม 2561)

[3] กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน (2549). **แนวปฏิบัติตามกฎกระทรวง กำหนดมาตรฐานในการบริหารและการจัดการด้านความปลอดภัยอาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับความร้อน แสงสว่าง และเสียง.** การตรวจวัดเสียงดัง

[4] นางสาวพรประภา แปงงาม. **เสียงกับการได้ยิน.**[Online].Available.แหล่งที่มา https://amfinewell.wordpress.com/2013/01/22/เสียงกับการได้ยิน-3/ (20 ตุลาคม 2561)

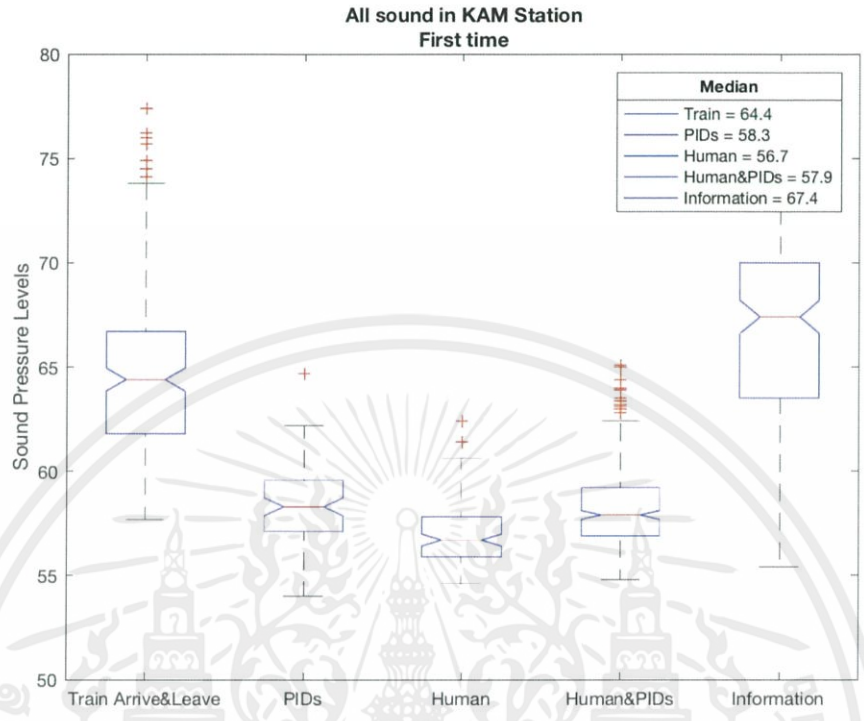
[5] การศึกษาระดับความดังเสียง ค้นหาความชุกของการเกิดโรคประสาทหูเสื่อมจาก การประกอบอาชีพและรายป่วยใหม่ที่เพิ่มขึ้นหลังการสำรวจในปี พ.ศ. 2541 ของผู้ปฏิบัติงาน แผนกจ่ายผ้ากลาง โภชนาการและวิศวกรรมซ่อมบำรุง โรงพยาบาลสงขลานครินทร์ ในระหว่าง เดือนพฤศจิกายน 2544 – เมษายน 2545 **มาตรฐานอ้างอิงกับการวัดเสียง** (17 พฤศจิกายน 2561)

[6] กรมควบคุมมลพิษส่วนมลพิษทางเสียงและความสั่นสะเทือน สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง.(2546). **คู่มือการตรวจวัดระดับเสียงโดยทั่วไป.** การตรวจวัดระดับเสียงโดยทั่วไป

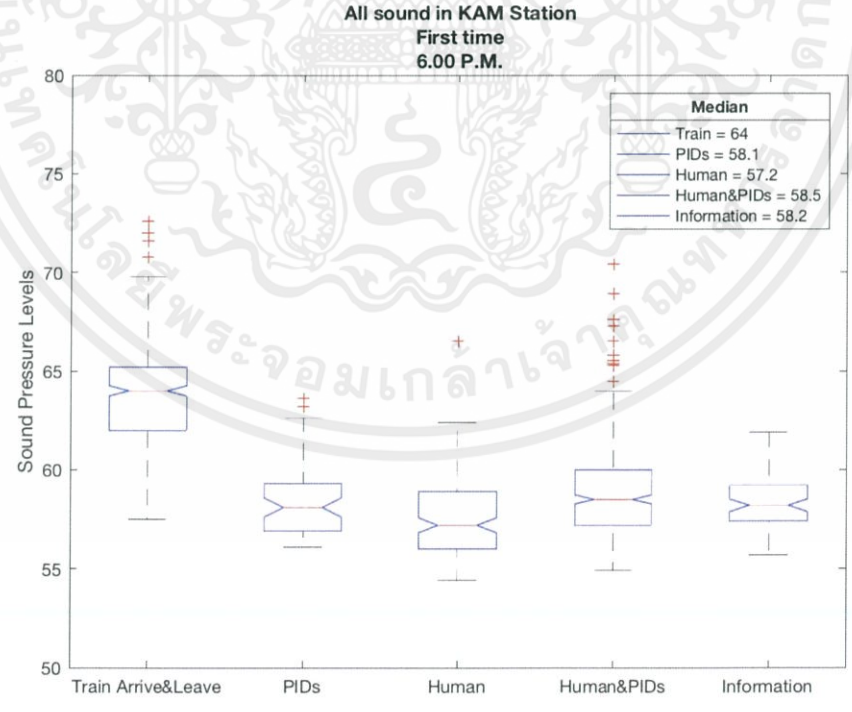
[7] กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2547) **คู่มือวัดเสียงรบกวน** ความเข้าใจเกี่ยวกับมาตรฐานเสียงรบกวน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

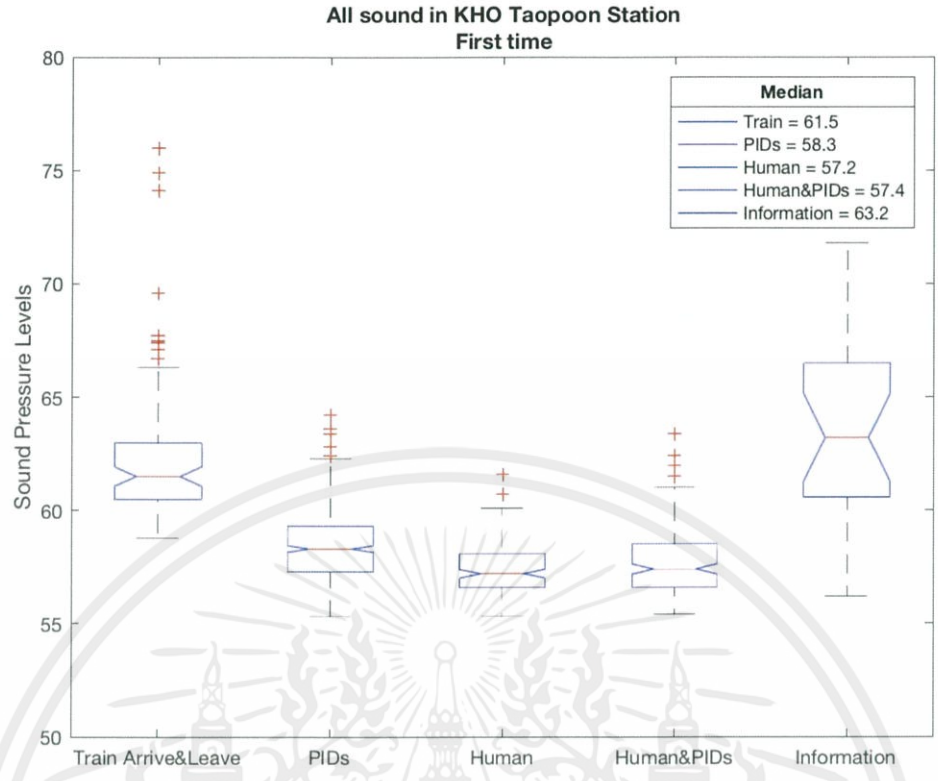



**ภาพที่ ก.1** กราฟแสดงเสียงทุกเสียงภายในสถานีกำแพงเพชรรอบที่ 1 (ช่วงคนน้อย)

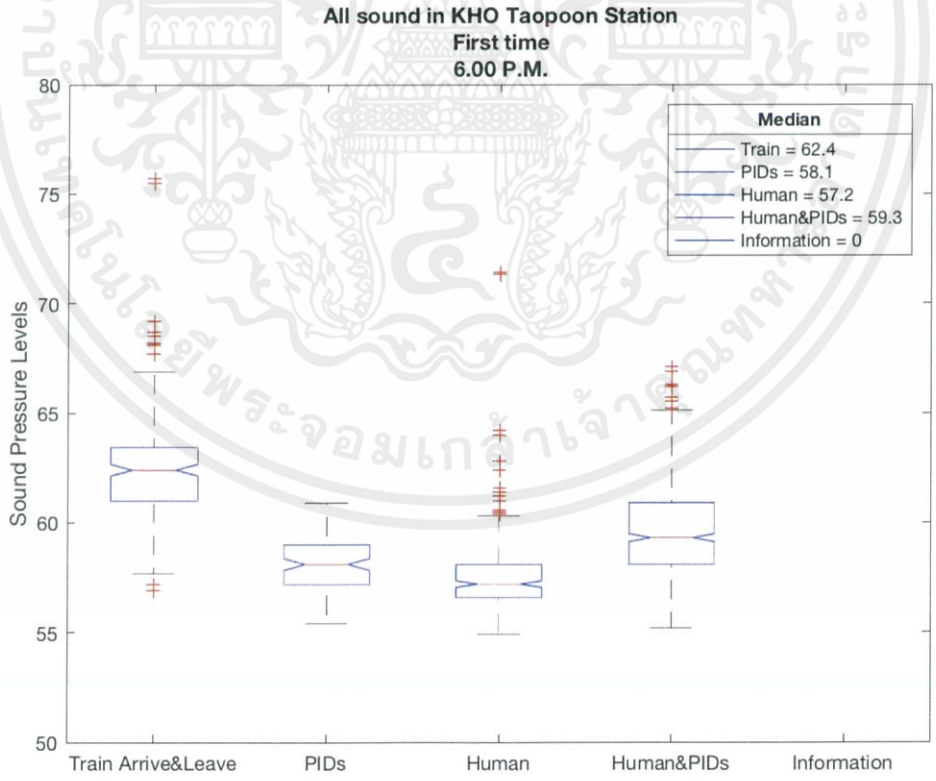



**ภาพที่ ก.2** กราฟแสดงเสียงทุกเสียงภายในสถานีกำแพงเพชรรอบที่ 1 (ช่วงคนเยอะ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

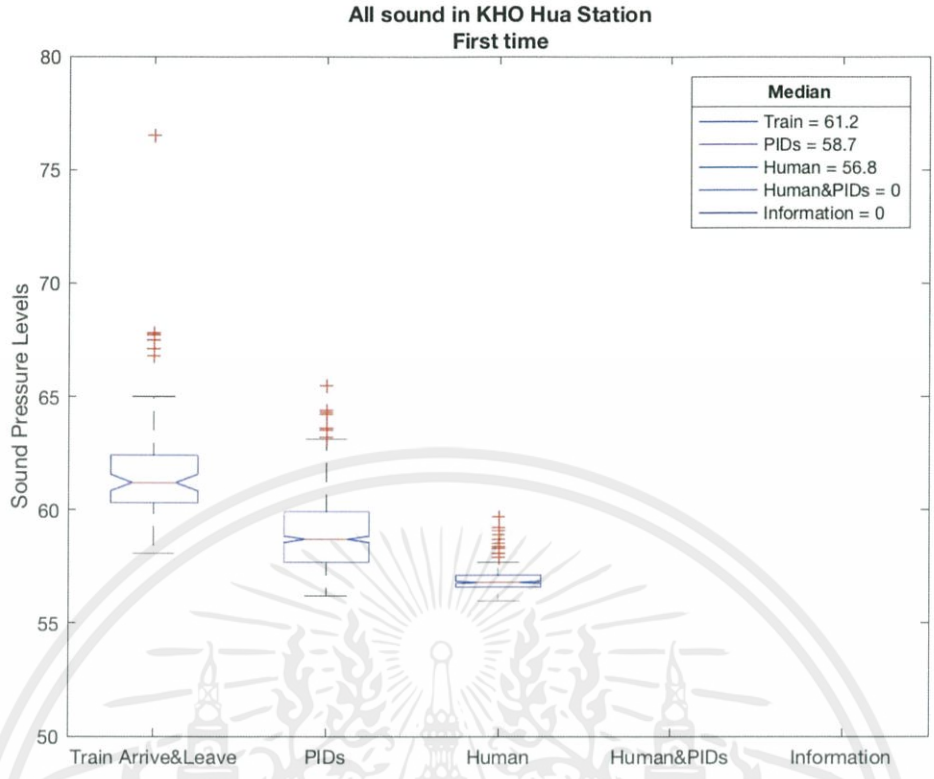



**ภาพที่ ก.3** กราฟแสดงเสียงทุกเสียงภายในสถานีคลองเตยฝั่งเหนือรอบที่ 1 (ช่วงคนน้อย)

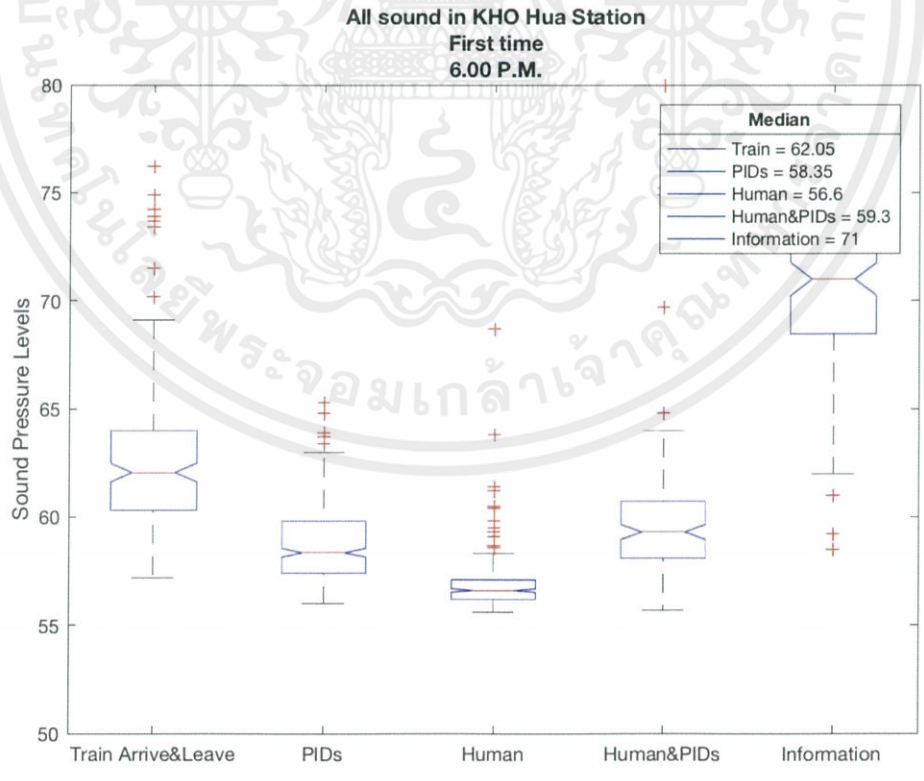



**ภาพที่ ก.4** กราฟแสดงเสียงทุกเสียงภายในสถานีคลองเตยฝั่งเหนือรอบที่ 1 (ช่วงคนเยอะ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

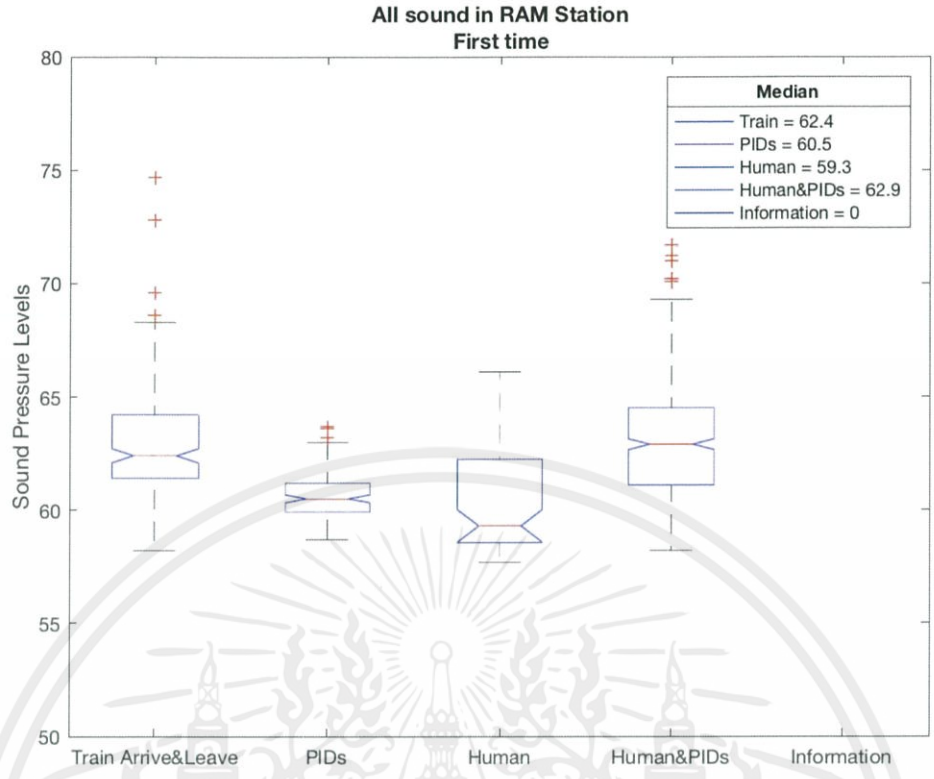



**ภาพที่ ก.5** กราฟแสดงเสียงทุกเสียงภายในสถานีคลองเตยฝั่งใต้รอบที่ 1 (ช่วงคนน้อย)

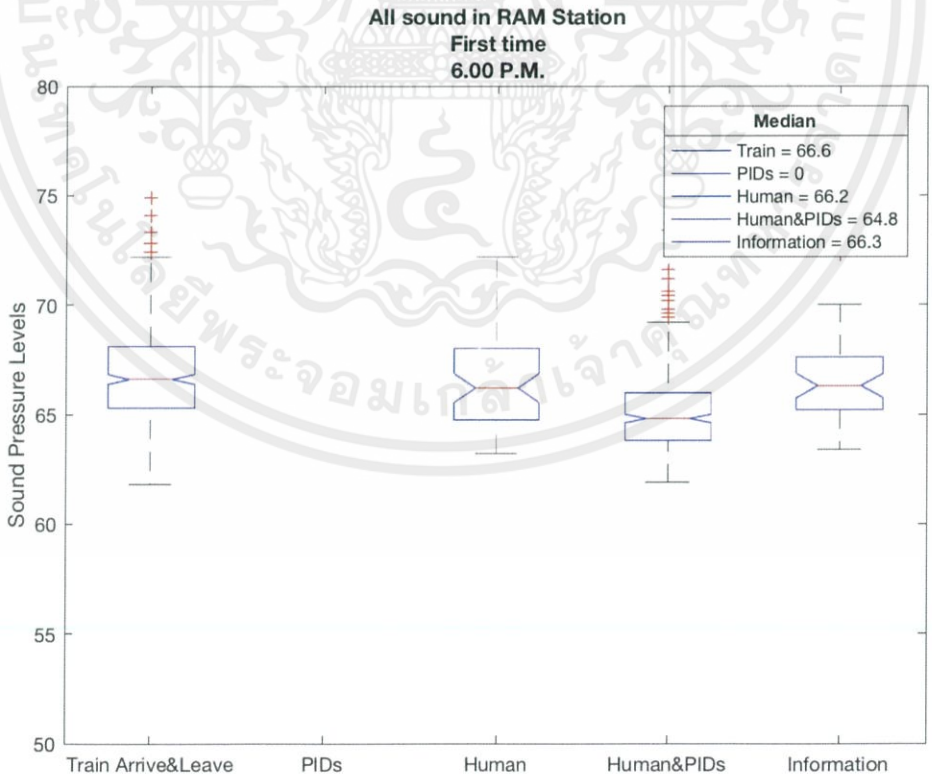



**ภาพที่ ก.6** กราฟแสดงเสียงทุกเสียงภายในสถานีคลองเตยฝั่งใต้รอบที่ 1 (ช่วงคนเยอะ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

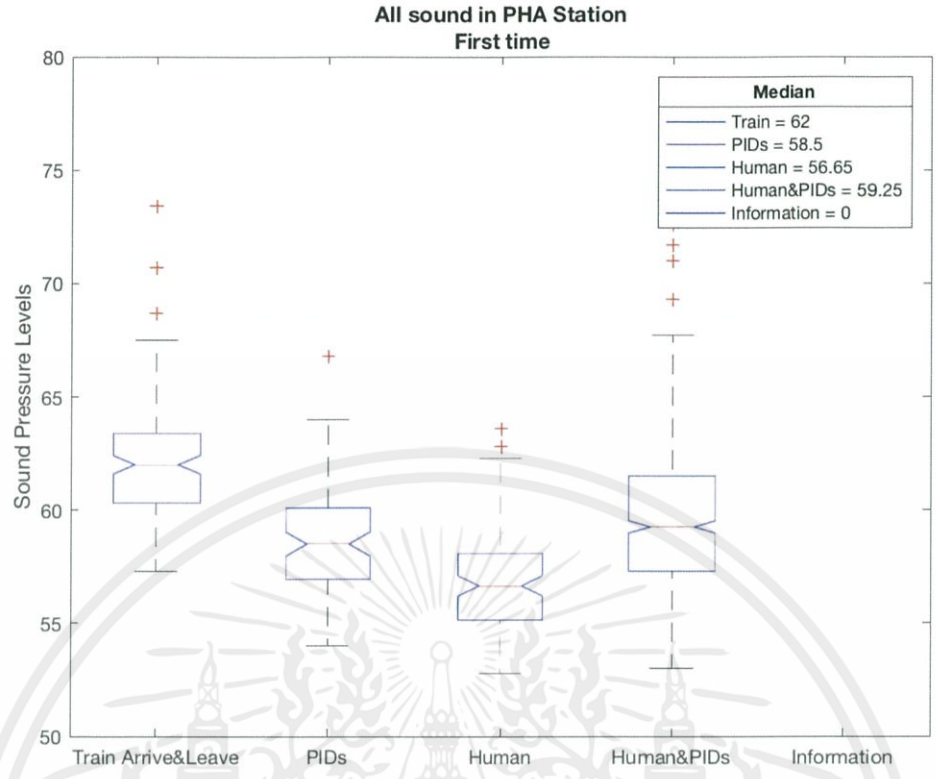



**ภาพที่ ก.7** กราฟแสดงเสียงทุกเสียงภายในสถานีพระราม9 รอบที่ 1 (ช่วงคนน้อย)

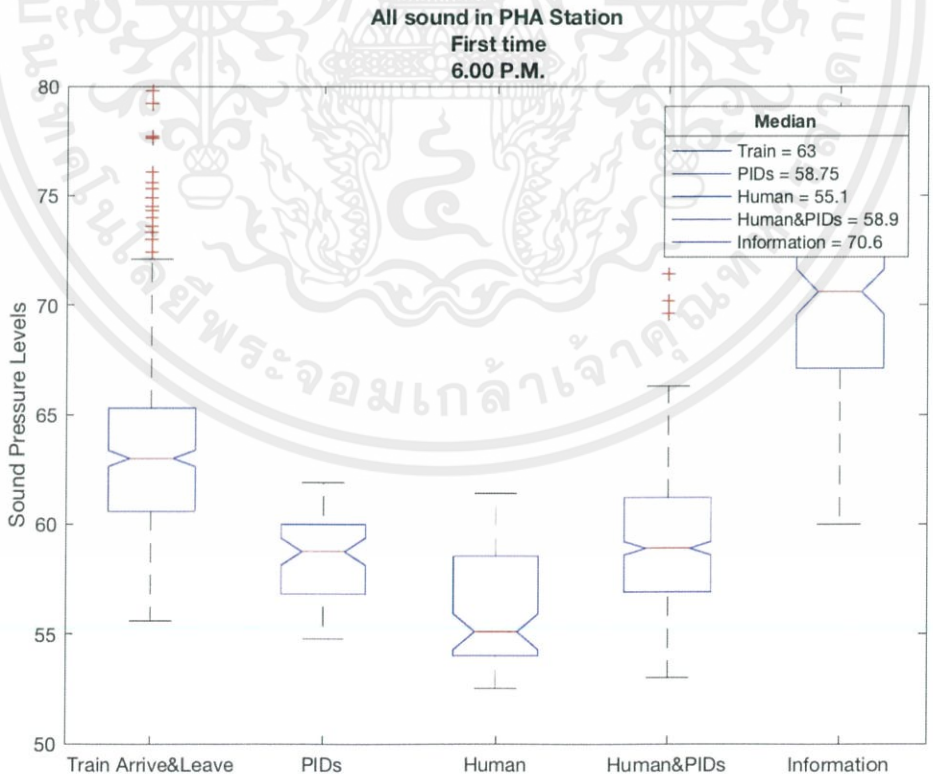



**ภาพที่ ก.8** กราฟแสดงเสียงทุกเสียงภายในสถานีพระราม9 รอบที่ 1 (ช่วงคนเยอะ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

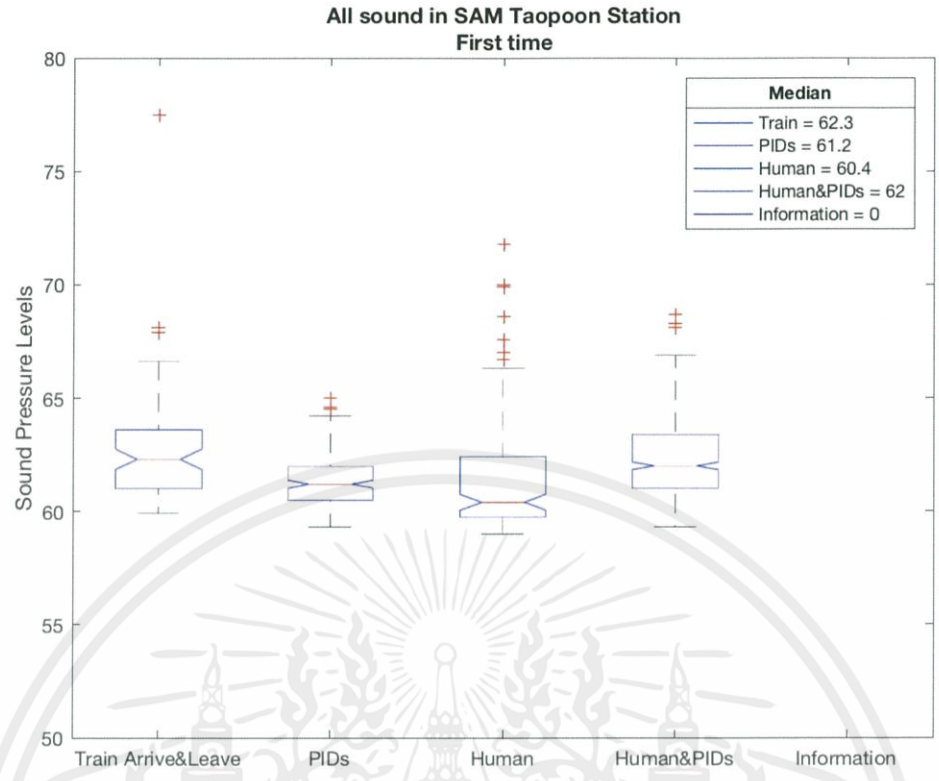



**ภาพที่ ก.9** กราฟแสดงเสียงทุกเสียงภายในสถานีพหลโยธินรอบที่ 1 (ช่วงคนน้อย)

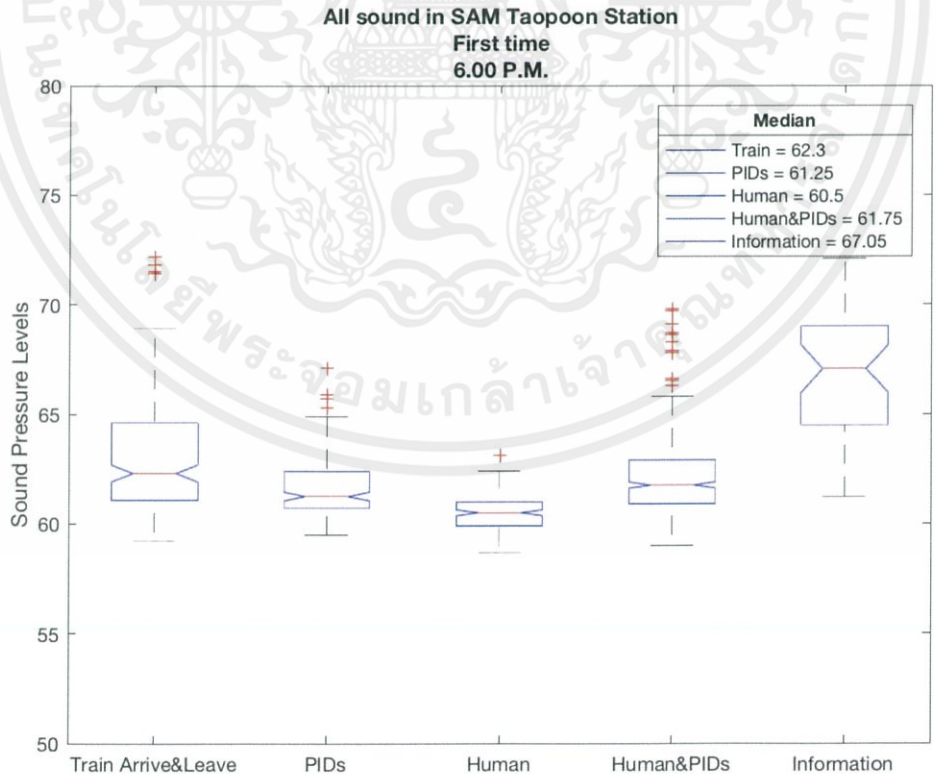



**ภาพที่ ก.10** กราฟแสดงเสียงทุกเสียงภายในสถานีพหลโยธินรอบที่ 1 (ช่วงคนเยอะ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

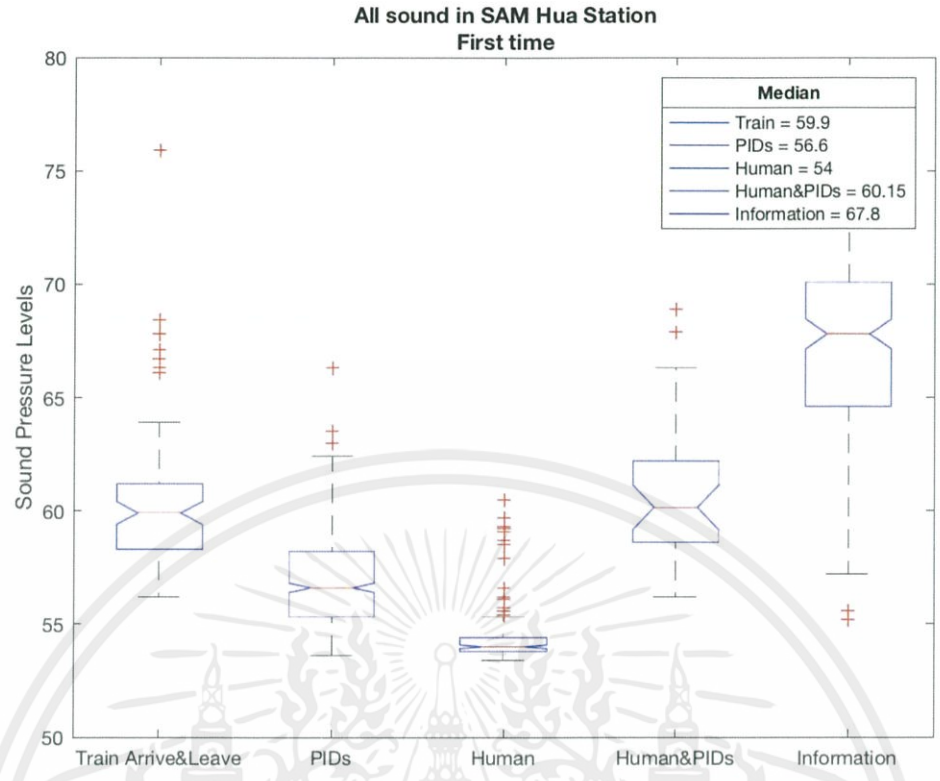



**ภาพที่ ก.11** กราฟแสดงเสียงทุกเสียงภายในสถานีสามย่านฝั่งเหนือรอบที่ 1 (ช่วงคนน้อย)

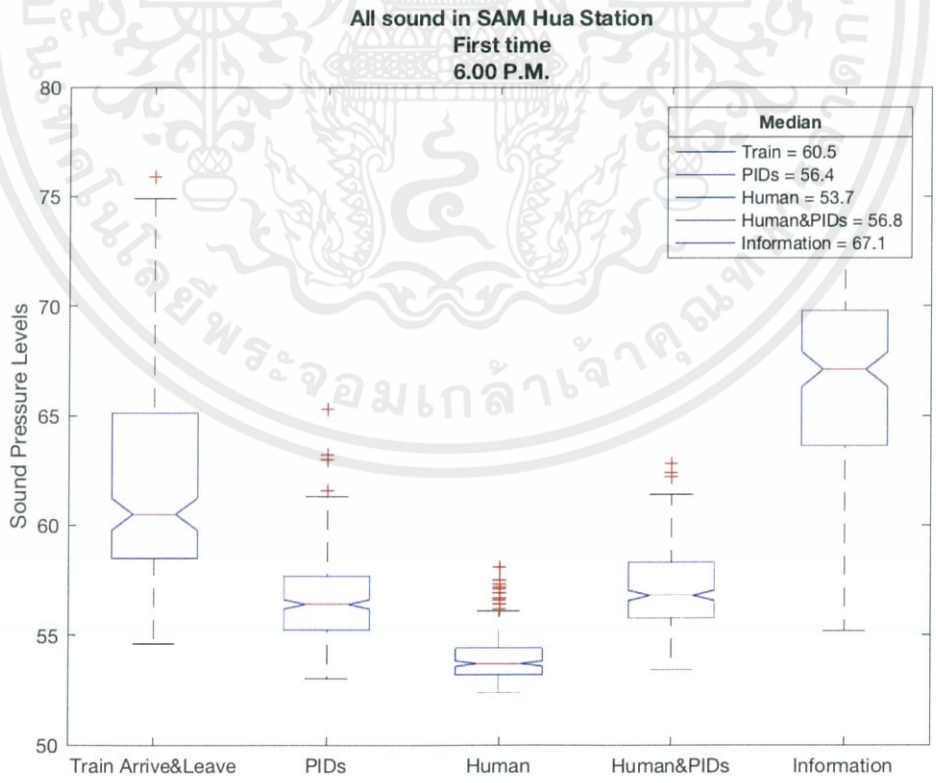



**ภาพที่ ก.12** กราฟแสดงเสียงทุกเสียงภายในสถานีสามย่านฝั่งเหนือรอบที่ 1 (ช่วงคนเยอะ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

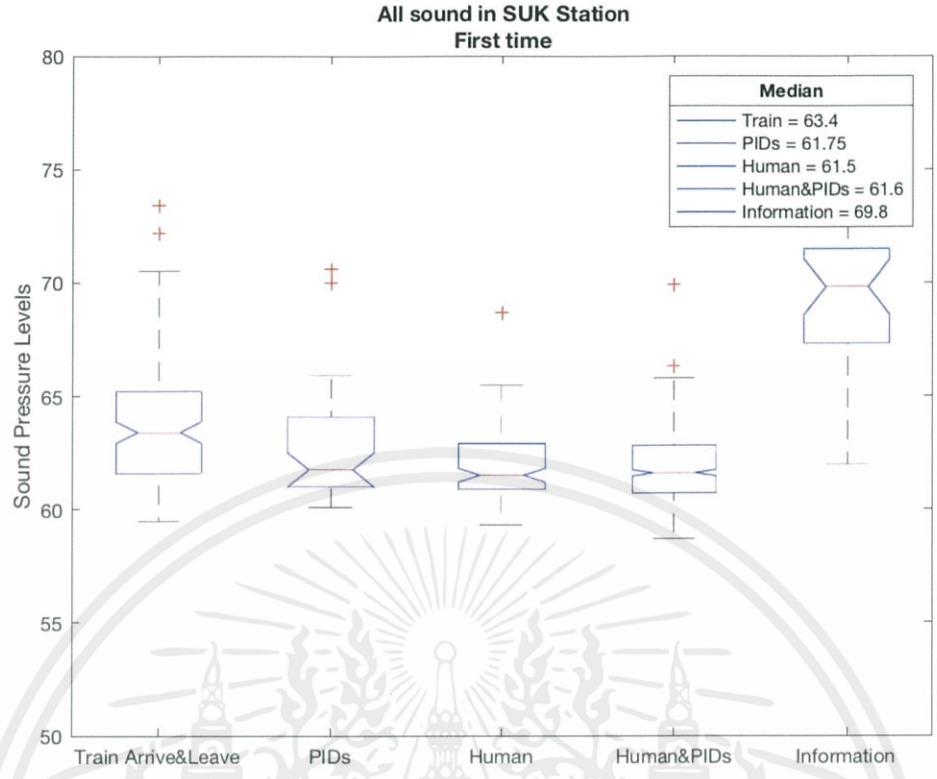



**ภาพที่ ก.13** กราฟแสดงเสียงทุกเสียงภายในสถานีสามย่านฝั่งใต้รอบที่ 1 (ช่วงคนน้อย)

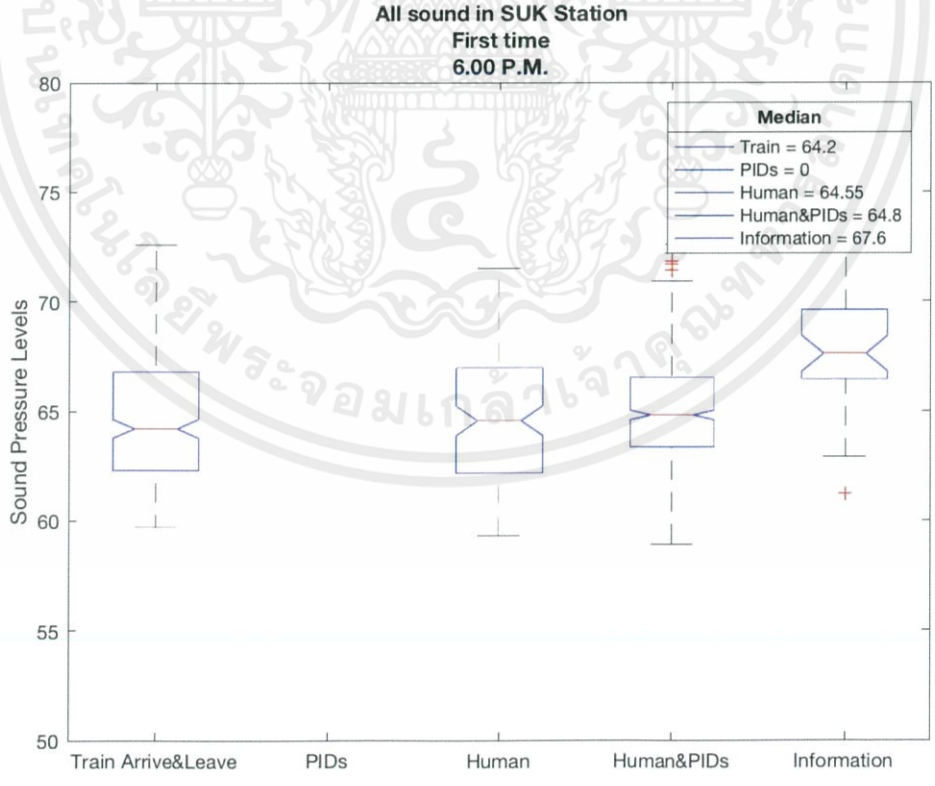



**ภาพที่ ก.14** กราฟแสดงเสียงทุกเสียงภายในสถานีสามย่านฝั่งใต้รอบที่ 1 (ช่วงคนเยอะ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

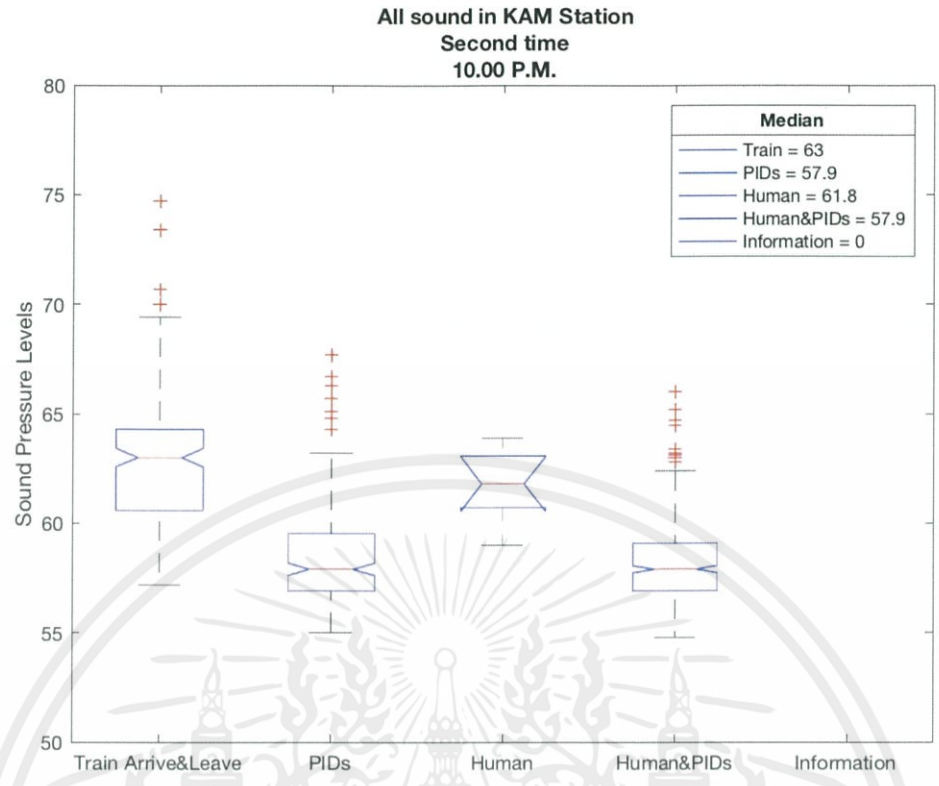



**ภาพที่ ก.15** กราฟแสดงเสียงทุกเสียงภายในสถานีสุขุมวิทรอบที่ 1 (ช่วงคนน้อย)

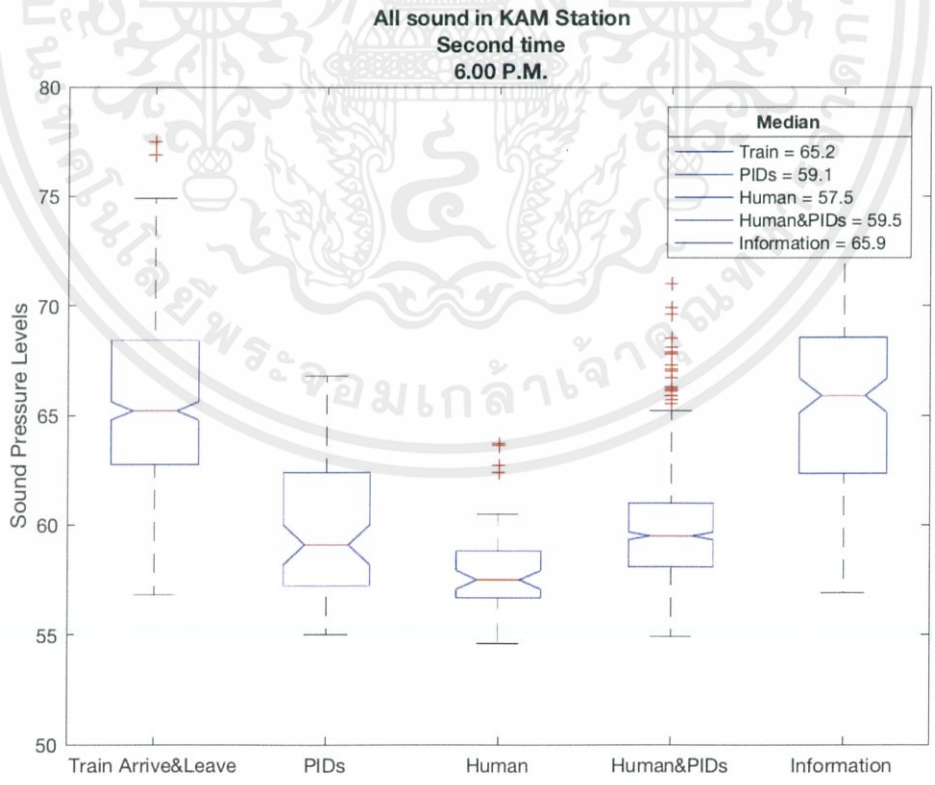



**ภาพที่ ก.16** กราฟแสดงเสียงทุกเสียงภายในสถานีสุขุมวิทรอบที่ 1 (ช่วงคนเยอะ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

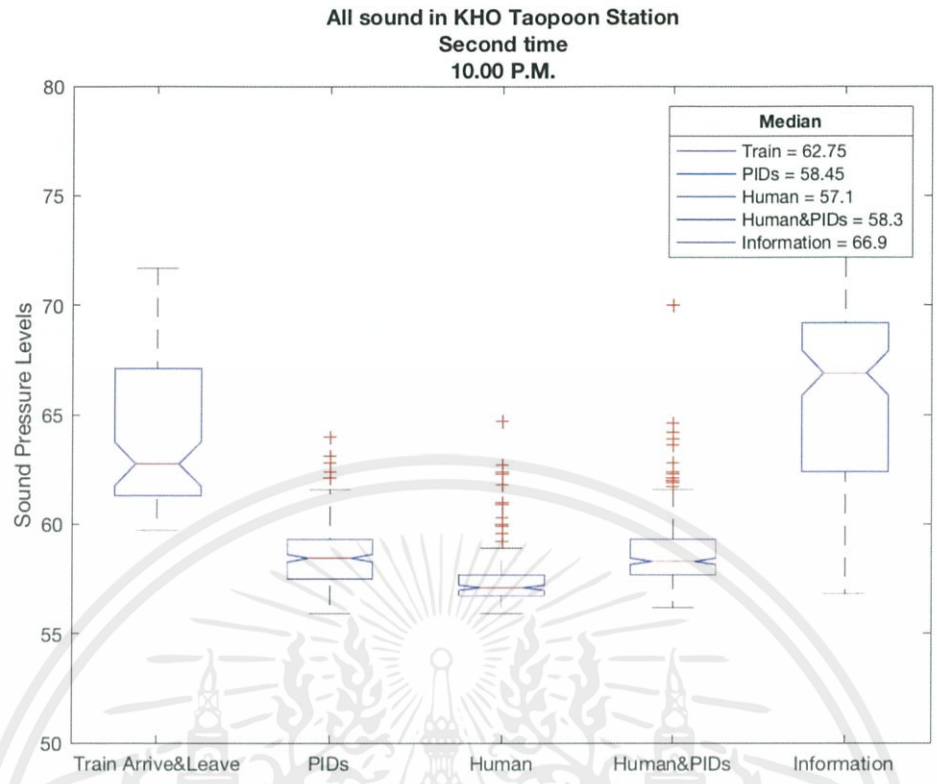



**ภาพที่ ก.17** กราฟแสดงเสียงทุกเสียงภายในสถานีกำแพงเพชรรอบที่ 2 (ช่วงคนน้อย)

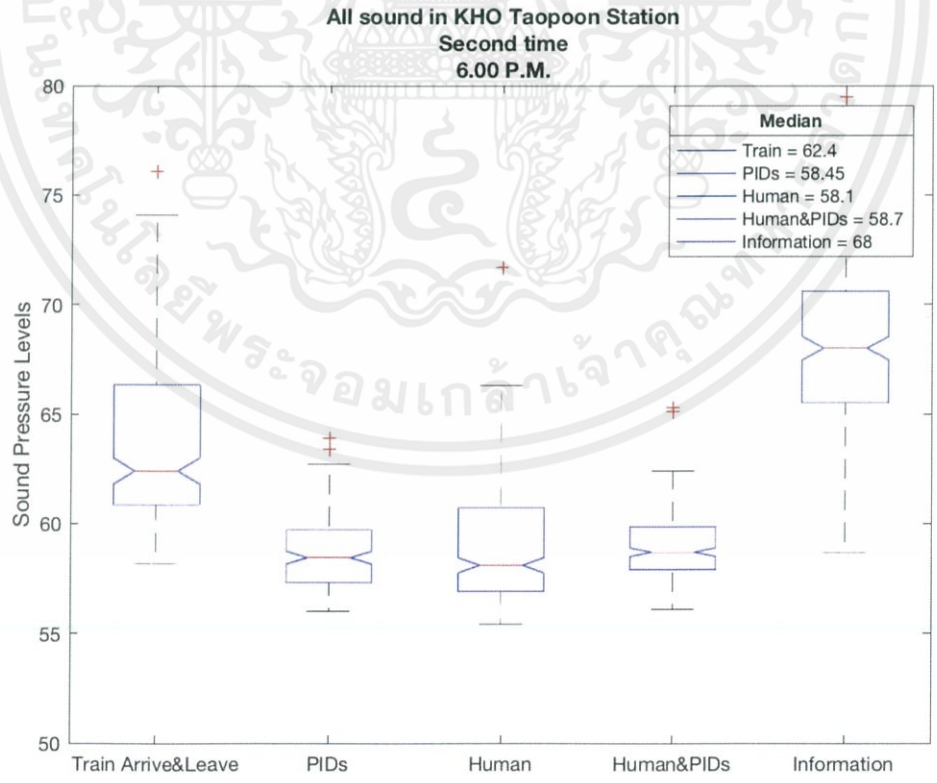



**ภาพที่ ก.18** กราฟแสดงเสียงทุกเสียงภายในสถานีกำแพงเพชรรอบที่ 2 (ช่วงคนเยอะ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

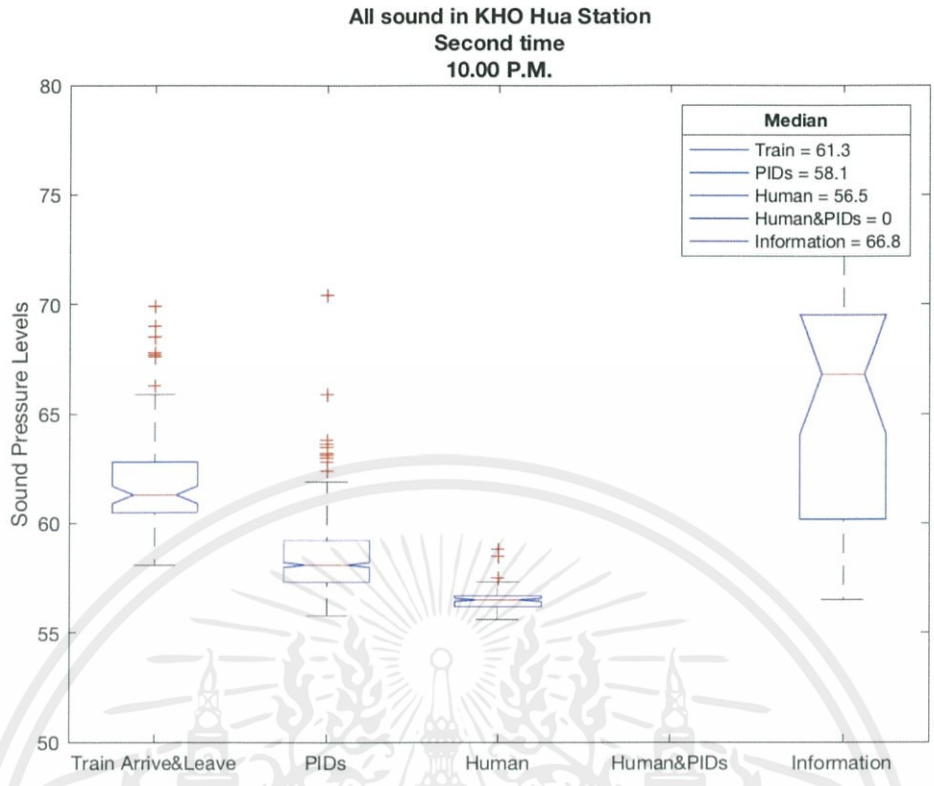



**ภาพที่ ก.19** กราฟแสดงเสียงทุกเสียงภายในสถานีคลองเตยฝั่งเหนือรอบที่ 2 (ช่วงคนน้อย)

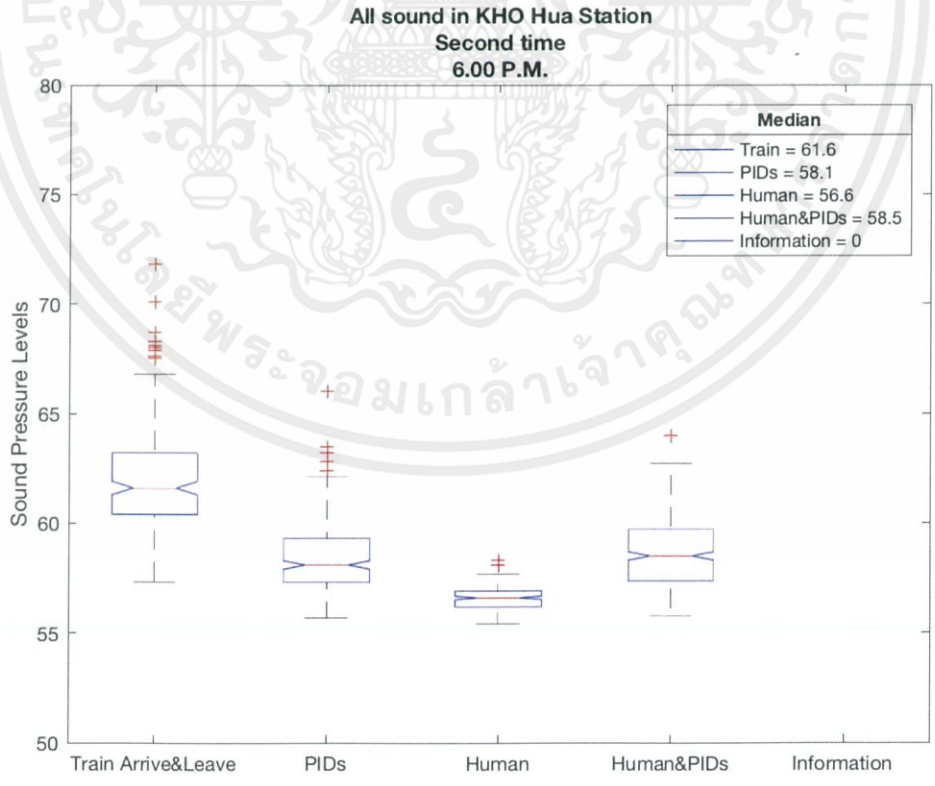



**ภาพที่ ก.20** กราฟแสดงเสียงทุกเสียงภายในสถานีคลองเตยฝั่งเหนือรอบที่ 2 (ช่วงคนเยอะ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

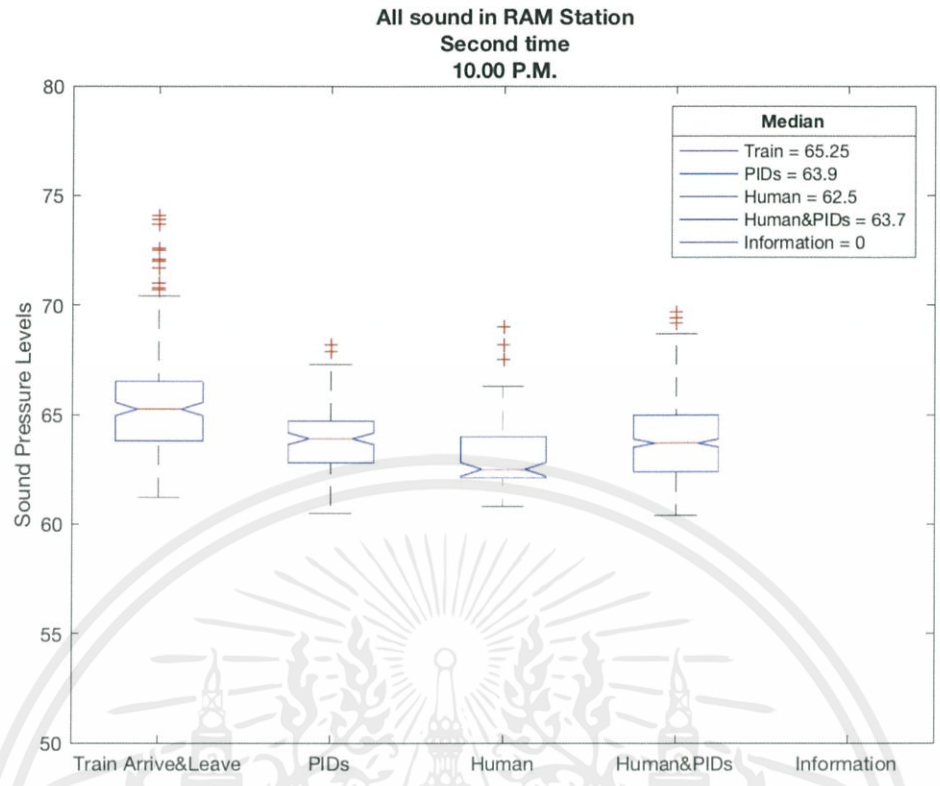



**ภาพที่ ก.21** กราฟแสดงเสียงทุกเสียงภายในสถานีคลองเตยฝั่งใต้รอบที่ 2 (ช่วงคนน้อย)

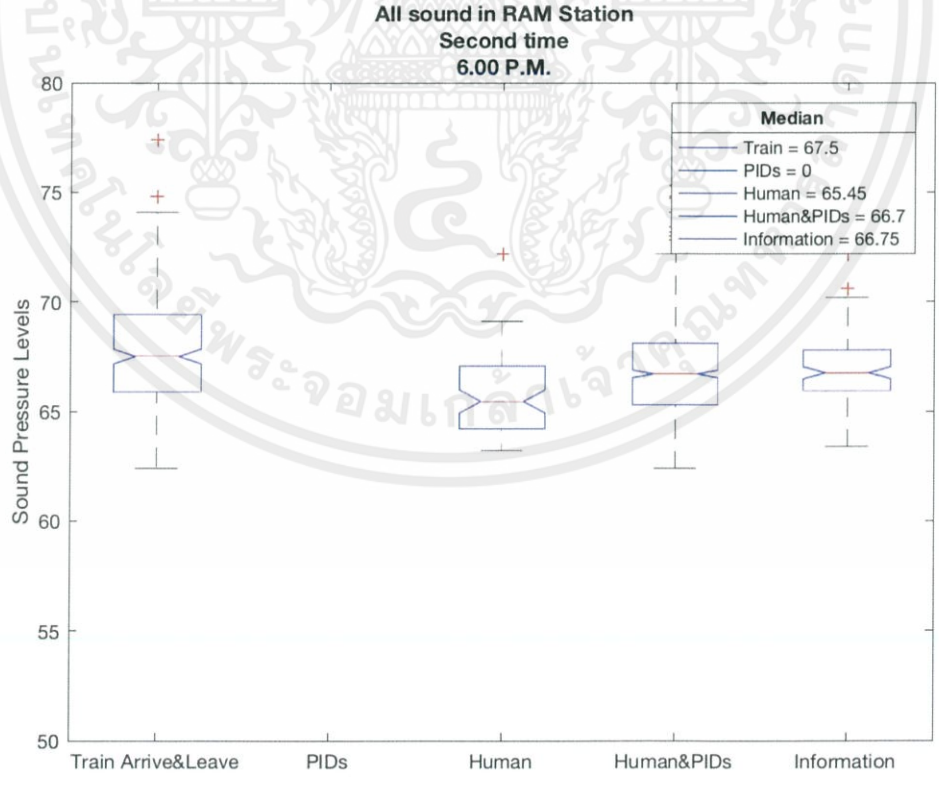



**ภาพที่ ก.22** กราฟแสดงเสียงทุกเสียงภายในสถานีคลองเตยฝั่งใต้รอบที่ 2 (ช่วงคนเยอะ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

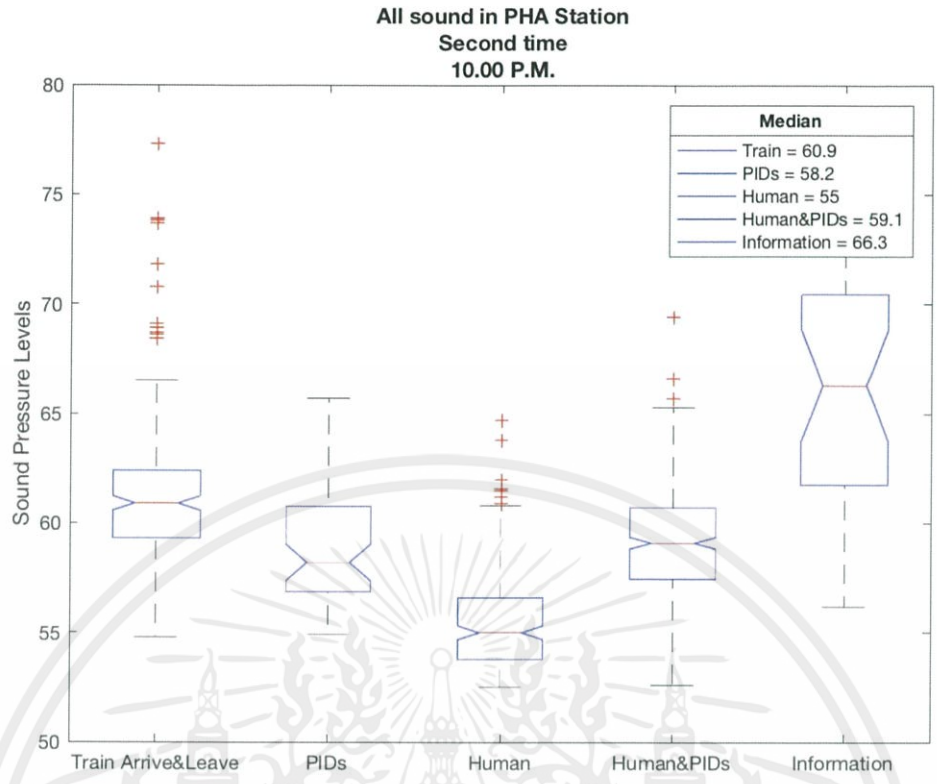



**ภาพที่ ก.23** กราฟแสดงเสียงทุกเสียงภายในสถานีพระราม 9 รอบที่ 2 (ช่วงคนน้อย)

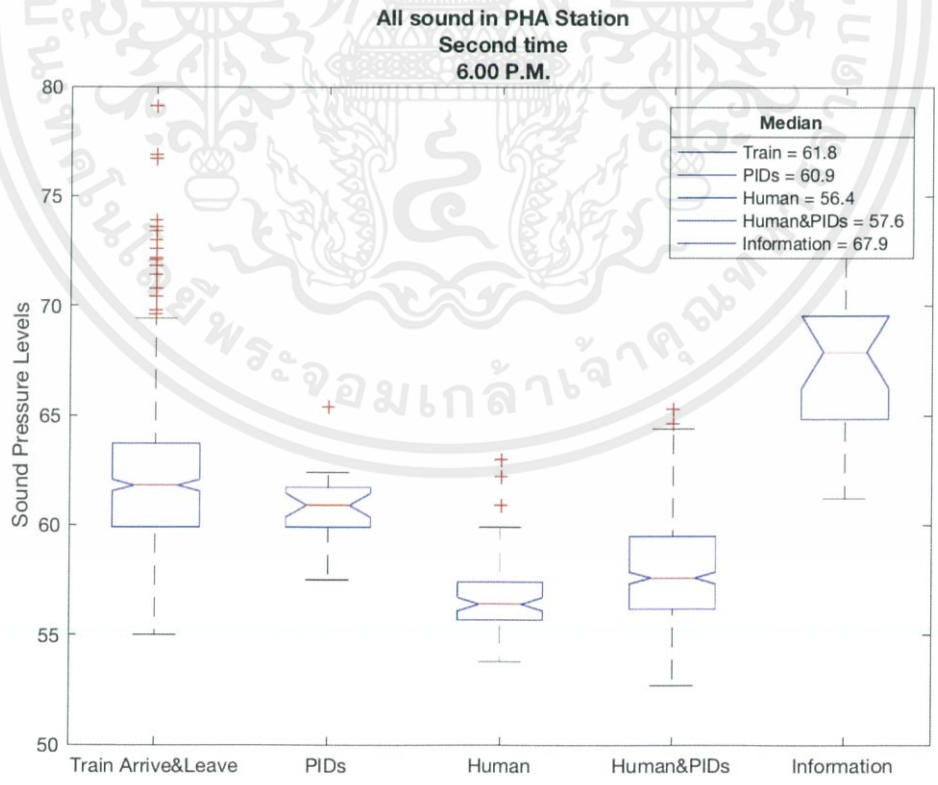



**ภาพที่ ก.24** กราฟแสดงเสียงทุกเสียงภายในสถานีพระราม 9 รอบที่ 2 (ช่วงคนเยอะ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

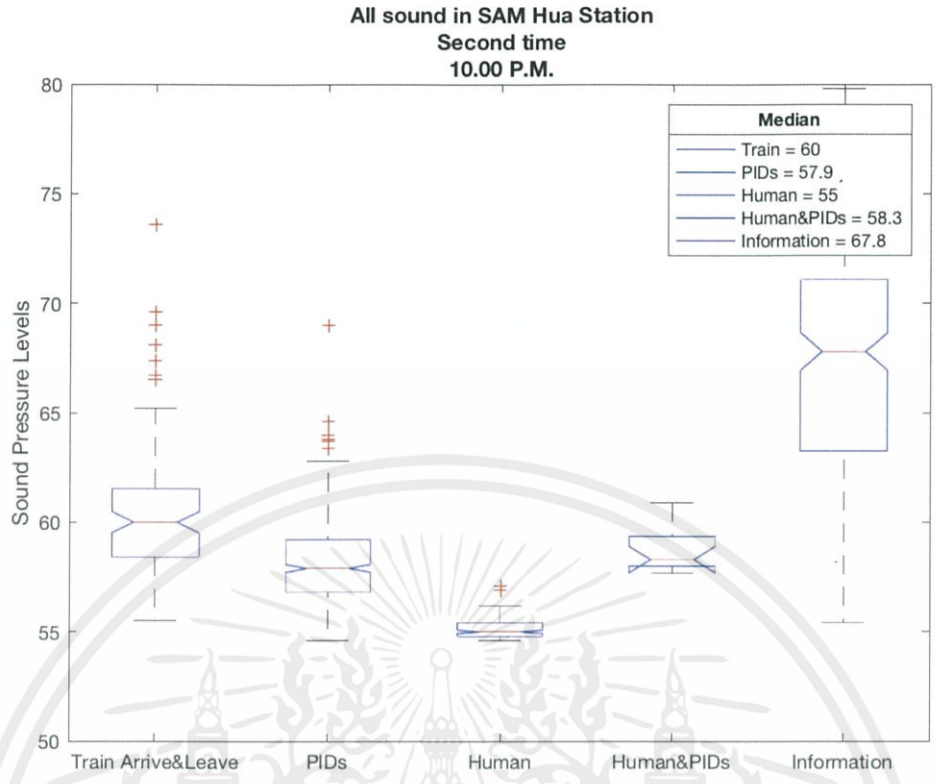



**ภาพที่ ก.25** กราฟแสดงเสียงทุกเสียงภายในสถานีพหลโยธินรอบที่ 2 (ช่วงคนน้อย)

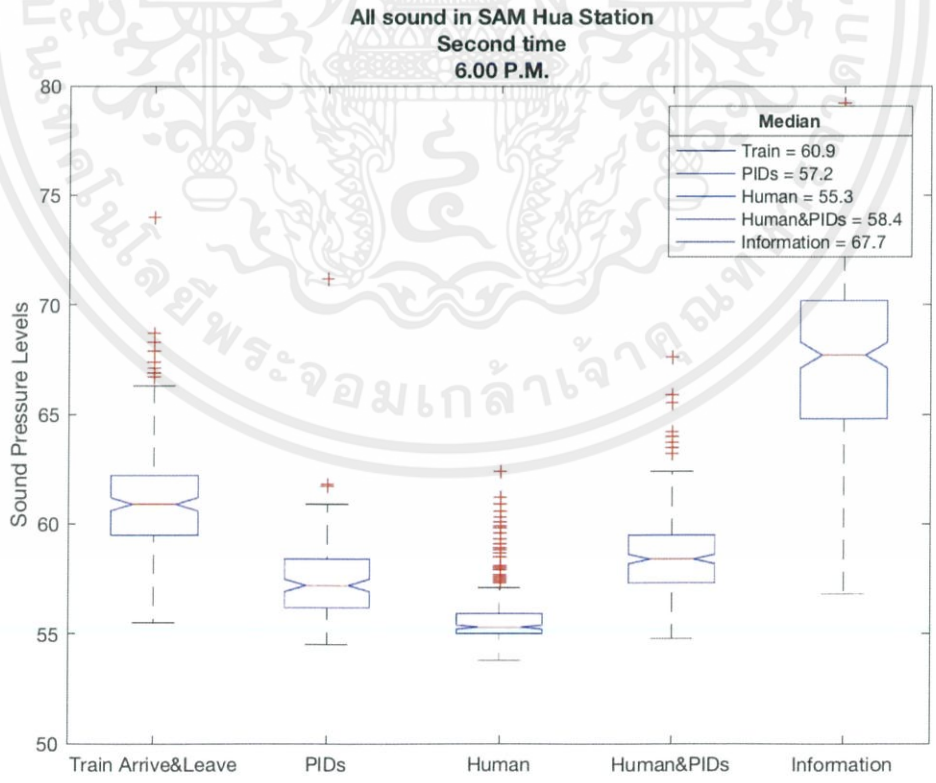



**ภาพที่ ก.26** กราฟแสดงเสียงทุกเสียงภายในสถานีพหลโยธินรอบที่ 2 (ช่วงคนเยอะ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

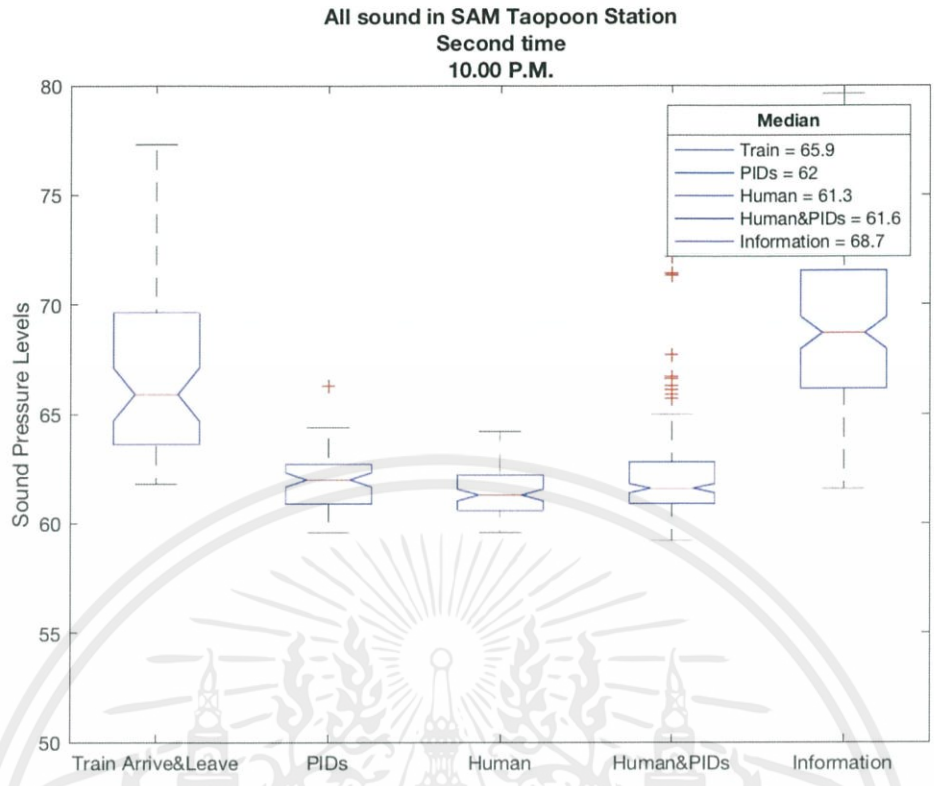



**ภาพที่ ก.27** กราฟแสดงเสียงทุกเสียงภายในสถานีสามย่านฝั่งใต้รอบที่ 2 (ช่วงคนน้อย)

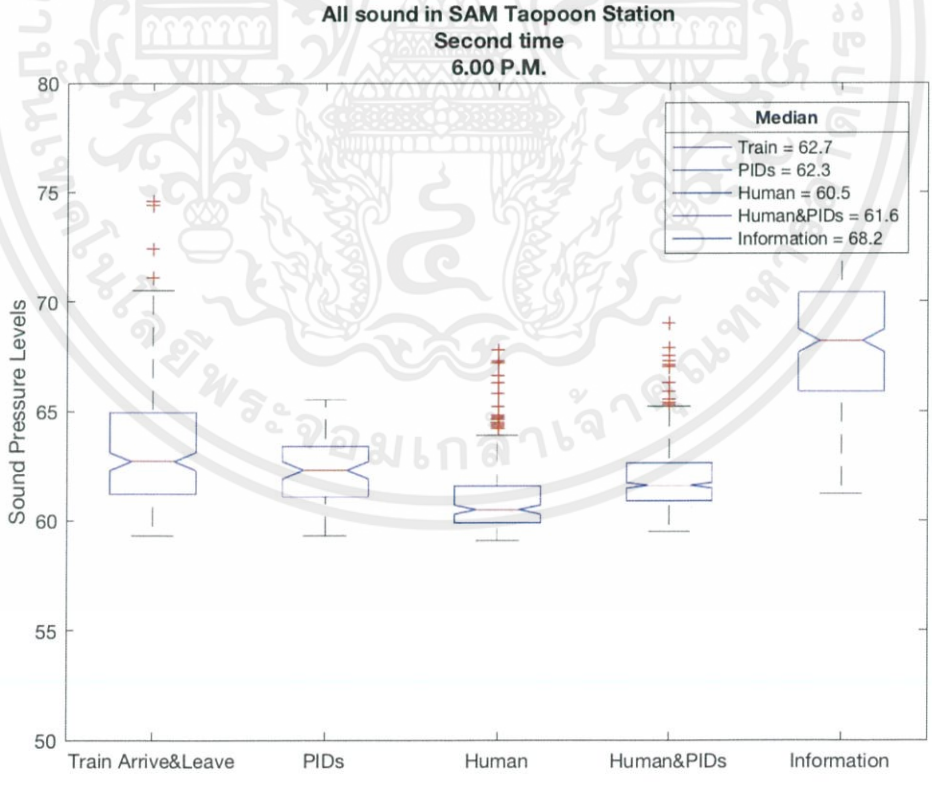



**ภาพที่ ก.28** กราฟแสดงเสียงทุกเสียงภายในสถานีสามย่านฝั่งใต้รอบที่ 2 (ช่วงคนเยอะ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

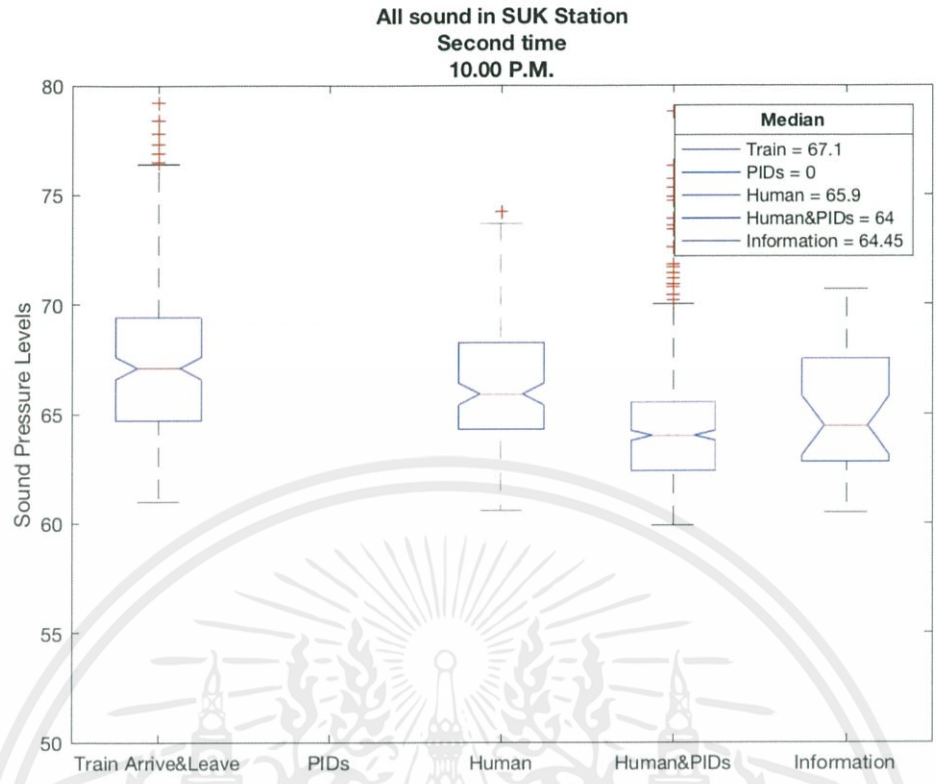



**ภาพที่ ก.29** กราฟแสดงเสียงทุกเสียงภายในสถานีสามย่านฝั่งเหนือรอบที่ 2 (ช่วงคนน้อย)

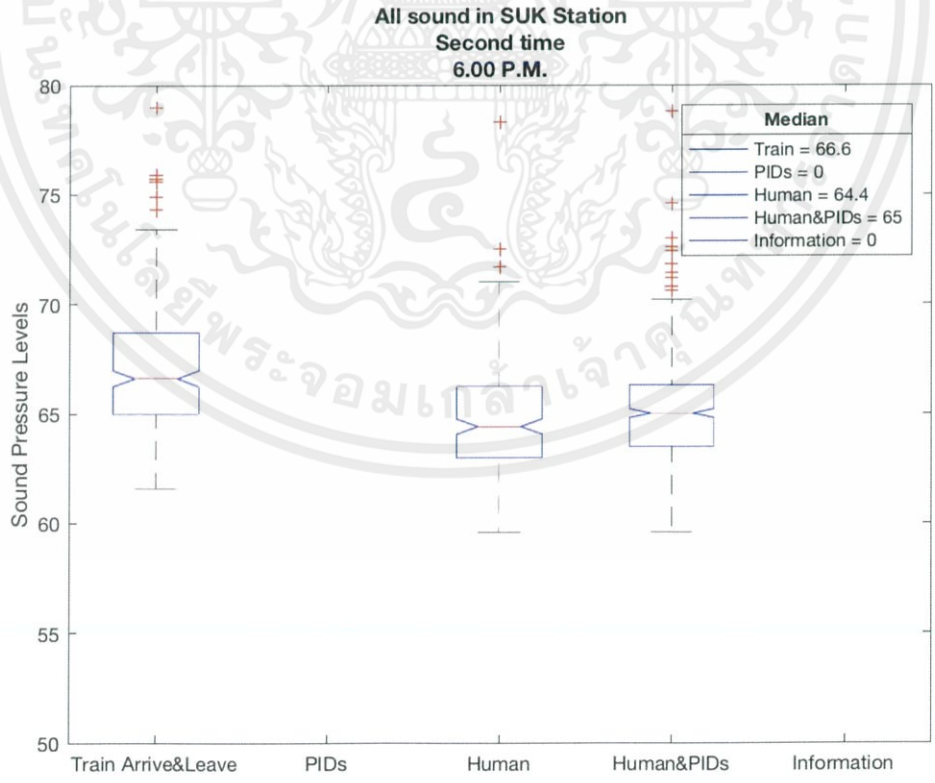



**ภาพที่ ก.30** กราฟแสดงเสียงทุกเสียงภายในสถานีสามย่านฝั่งเหนือรอบที่ 2 (ช่วงคนเยอะ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

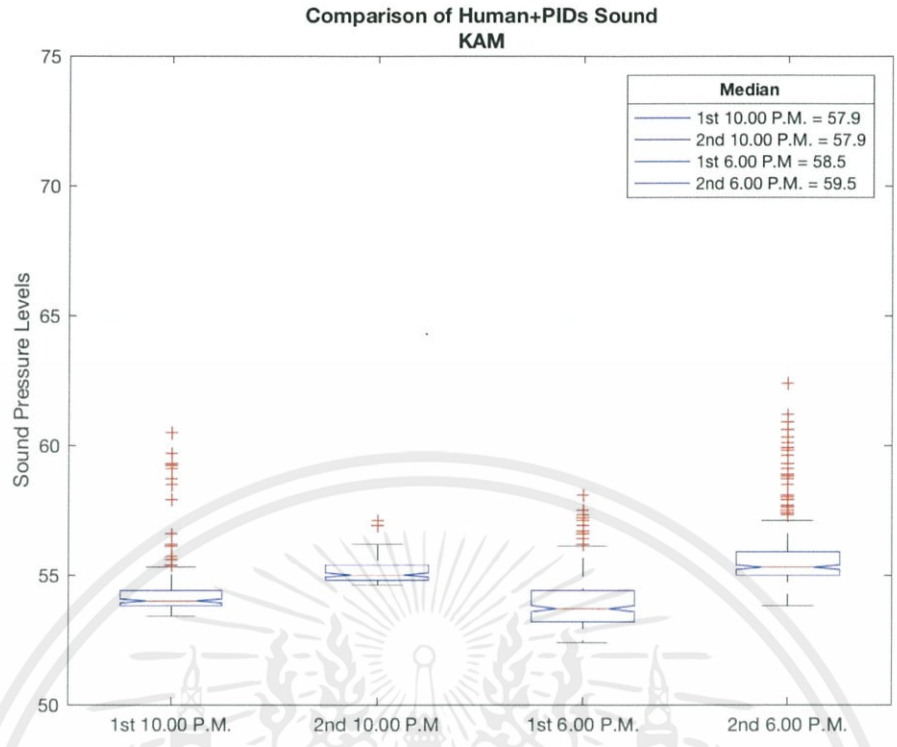



**ภาพที่ ก.31** กราฟแสดงเสียงทุกเสียงภายในสถานีสุขุมวิทรอบที่ 2 (ช่วงคนน้อย)

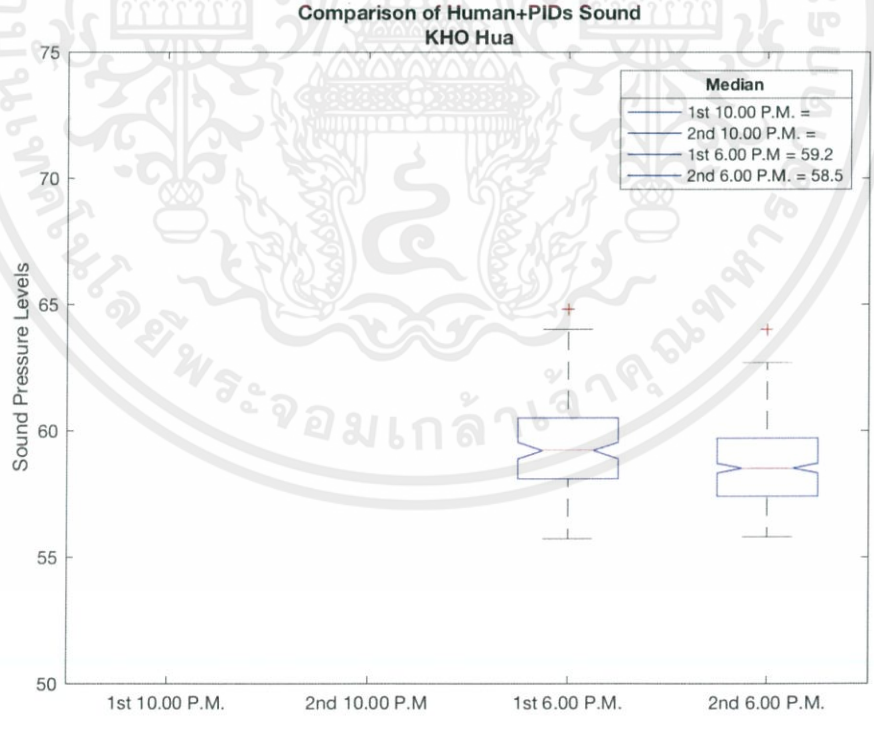



**ภาพที่ ก.32** กราฟแสดงเสียงทุกเสียงภายในสถานีสุขุมวิทรอบที่ 2 (ช่วงคนเยอะ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

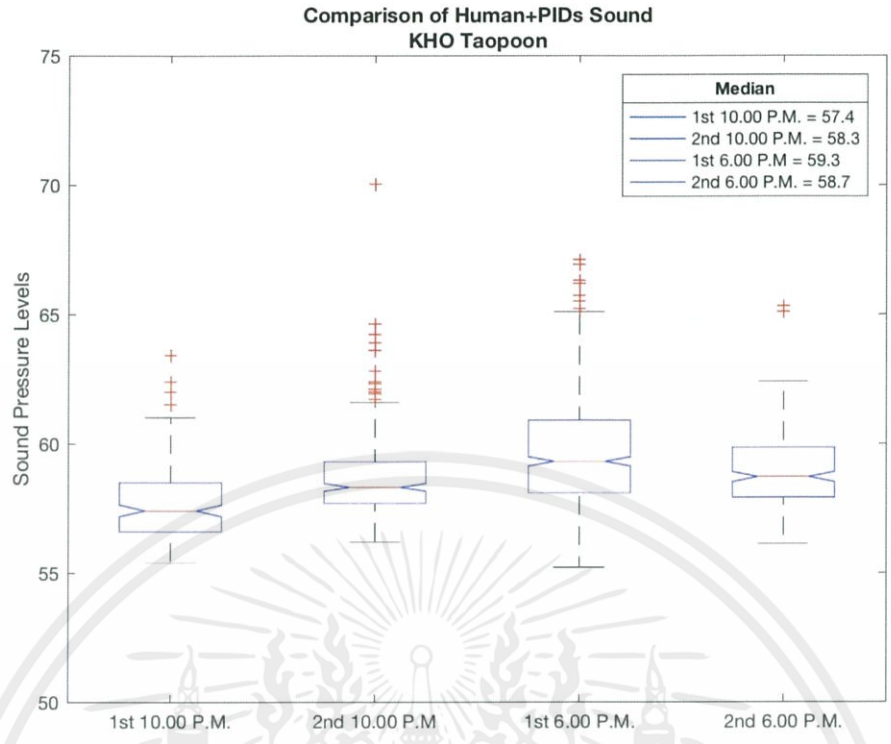



**ภาพที่ ก.33** กราฟเปรียบเทียบเสียงผู้โดยสารกับ PIDs สองช่วงเวลา ที่สถานีกำแพงเพชร

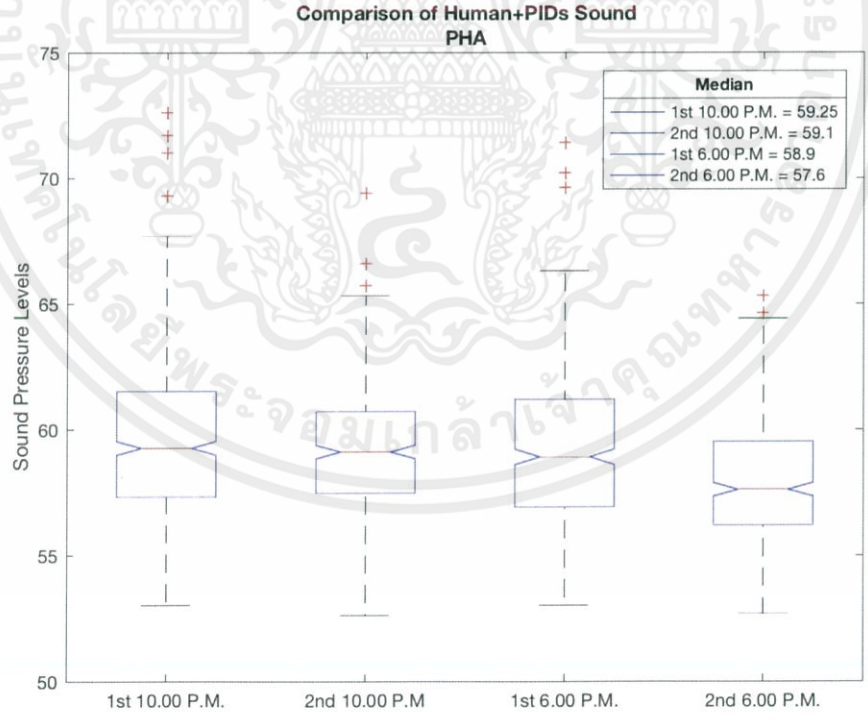



**ภาพที่ ก.34** กราฟเปรียบเทียบเสียงผู้โดยสารกับ PIDs สองช่วงเวลา ที่สถานีคลองเตยฝั่งใต้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

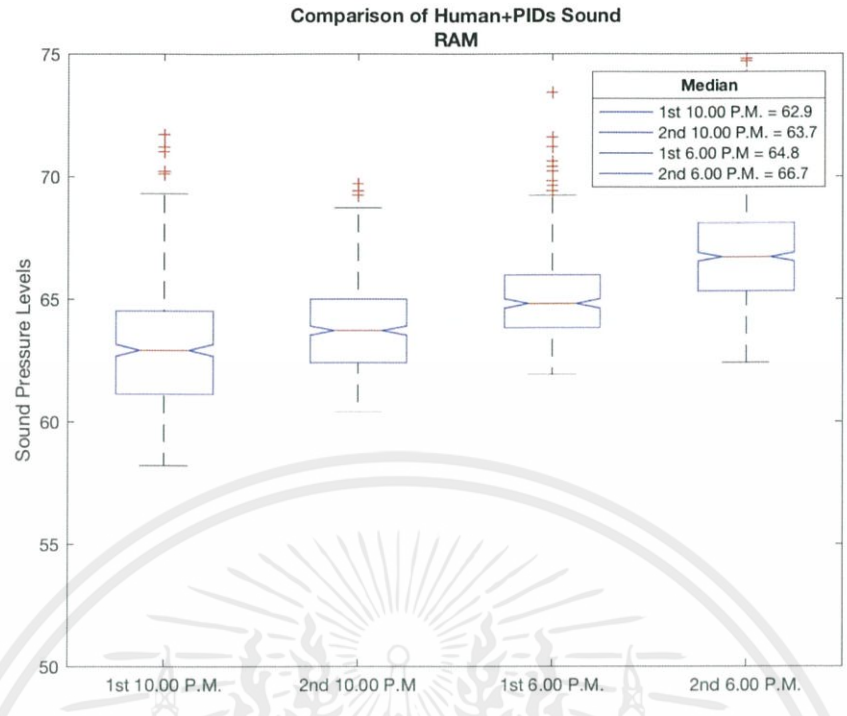



**ภาพที่ ก.35** กราฟเปรียบเทียบเสียงผู้โดยสารกับ PIDs สองช่วงเวลา ที่สถานีคลองเตยฝั่งเหนือ

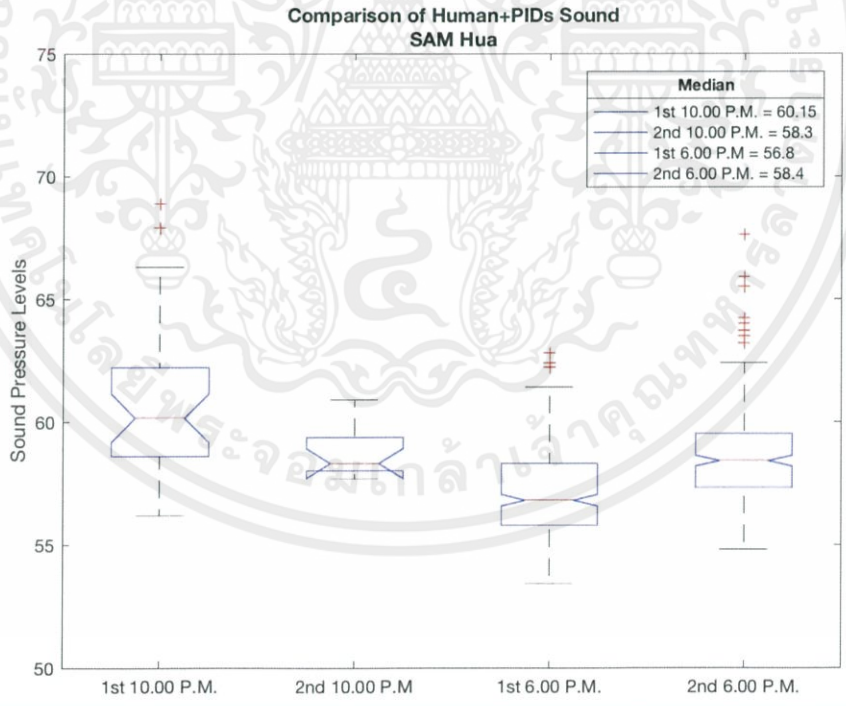



**ภาพที่ ก.36** กราฟเปรียบเทียบเสียงผู้โดยสารกับ PIDs สองช่วงเวลา ที่สถานีพหลโยธิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

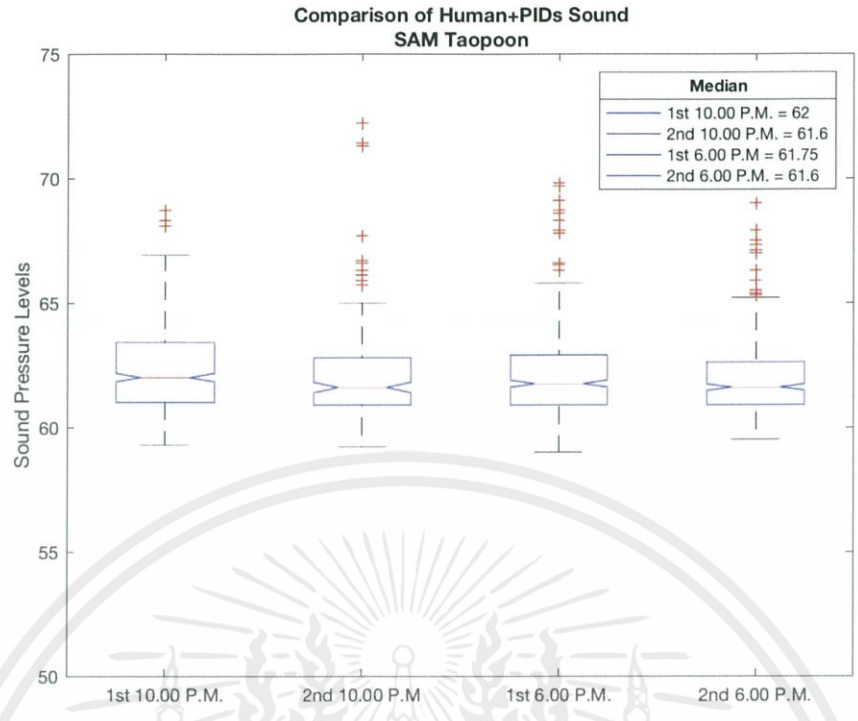



**ภาพที่ ก.37** กราฟเปรียบเทียบเสียงผู้โดยสารกับ PIDs สองช่วงเวลา ที่สถานีพระราม 9

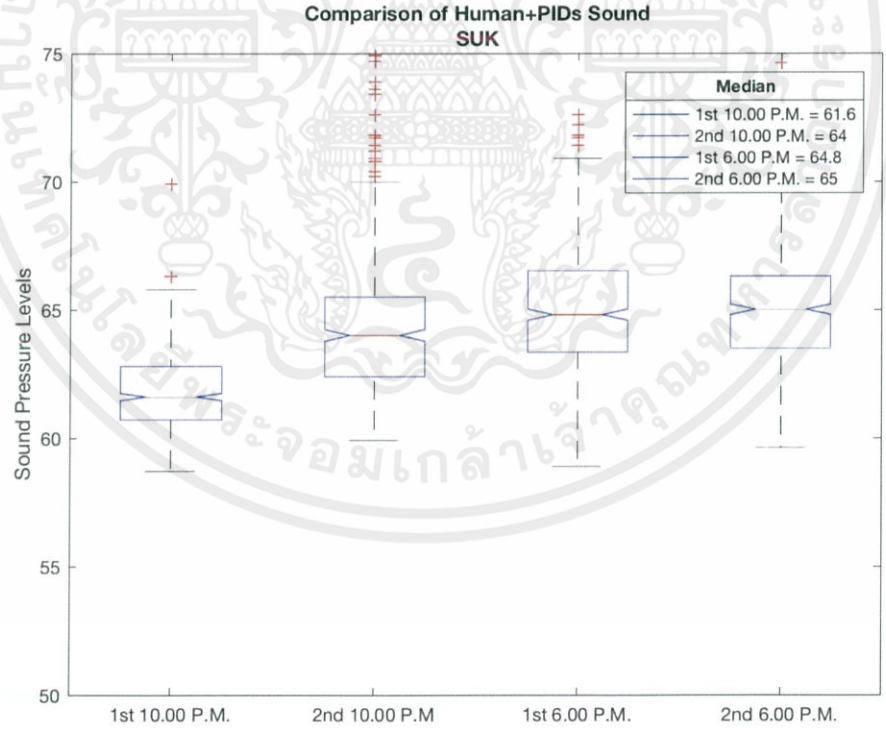



**ภาพที่ ก.38** กราฟเปรียบเทียบเสียงผู้โดยสารกับ PIDs สองช่วงเวลา ที่สถานีสามย่านฝั่งใต้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

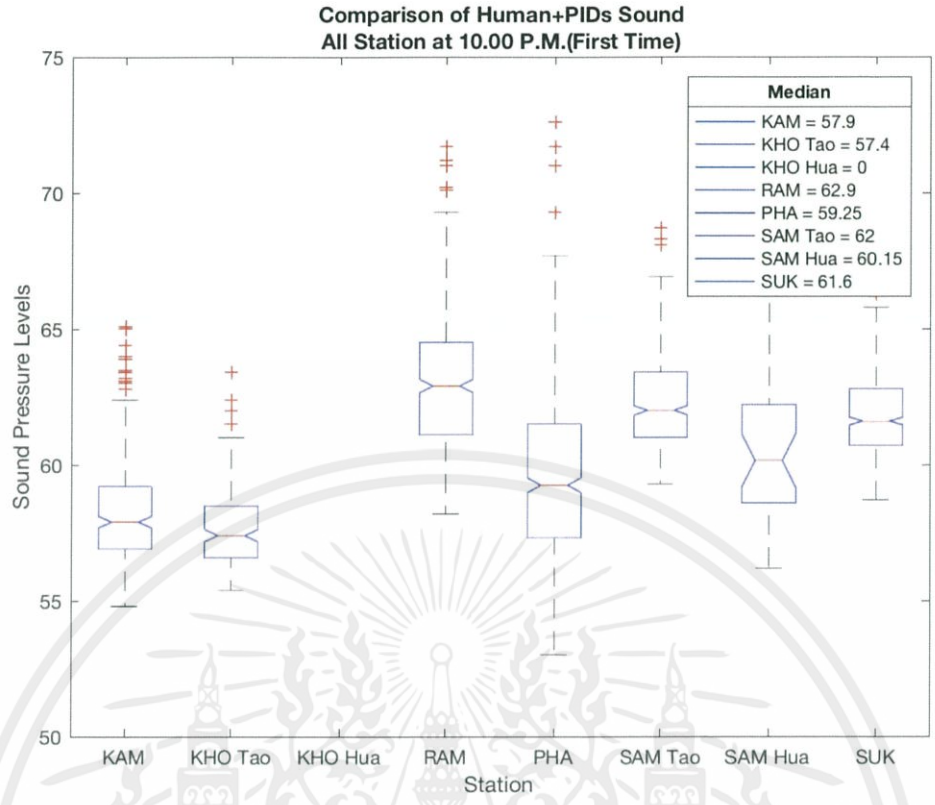



**ภาพที่ ก.39** กราฟเปรียบเทียบเสียงผู้โดยสารกับ PIDs สองช่วงเวลา ที่สถานีสามย่านฝั่งเหนือ

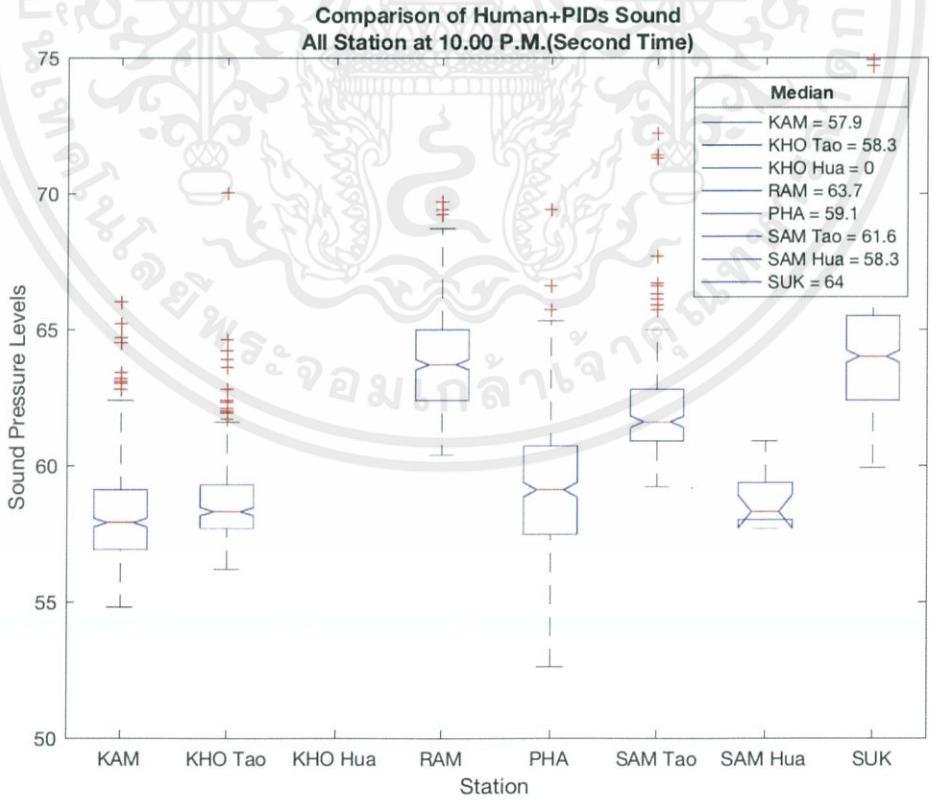



**ภาพที่ ก.40** กราฟเปรียบเทียบเสียงผู้โดยสารกับ PIDs สองช่วงเวลา ที่สถานีสุขุมวิท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

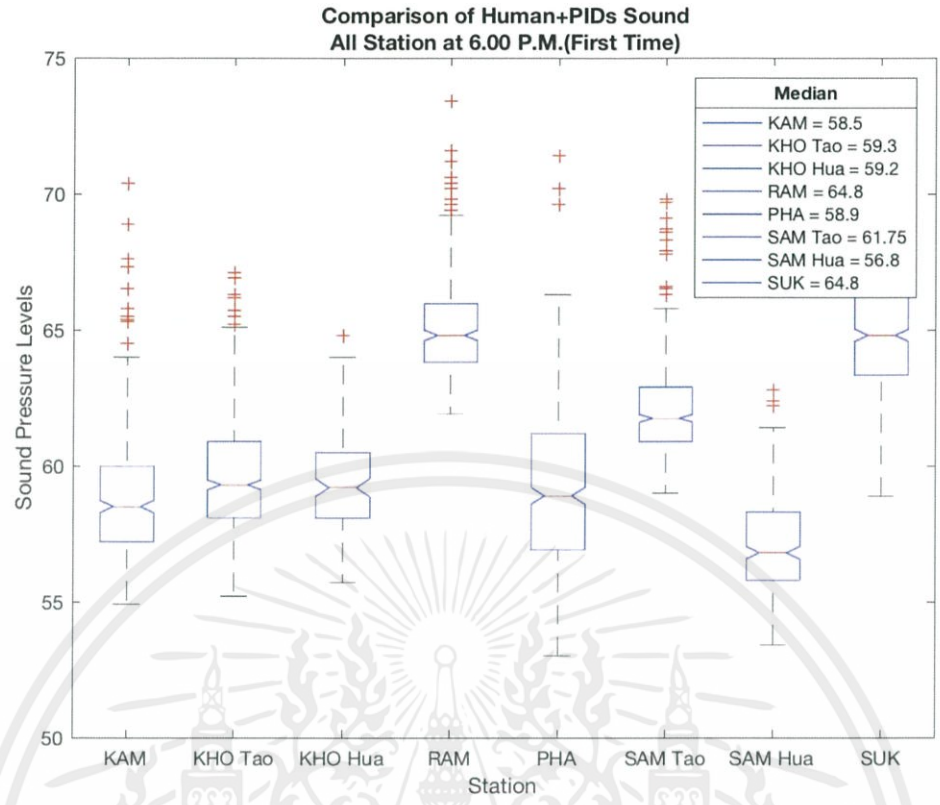



**ภาพที่ ก.41** กราฟเปรียบเทียบเสียงผู้โดยสารกับ PIDs ทุกสถานี รอบแรกช่วงผู้โดยสารน้อย

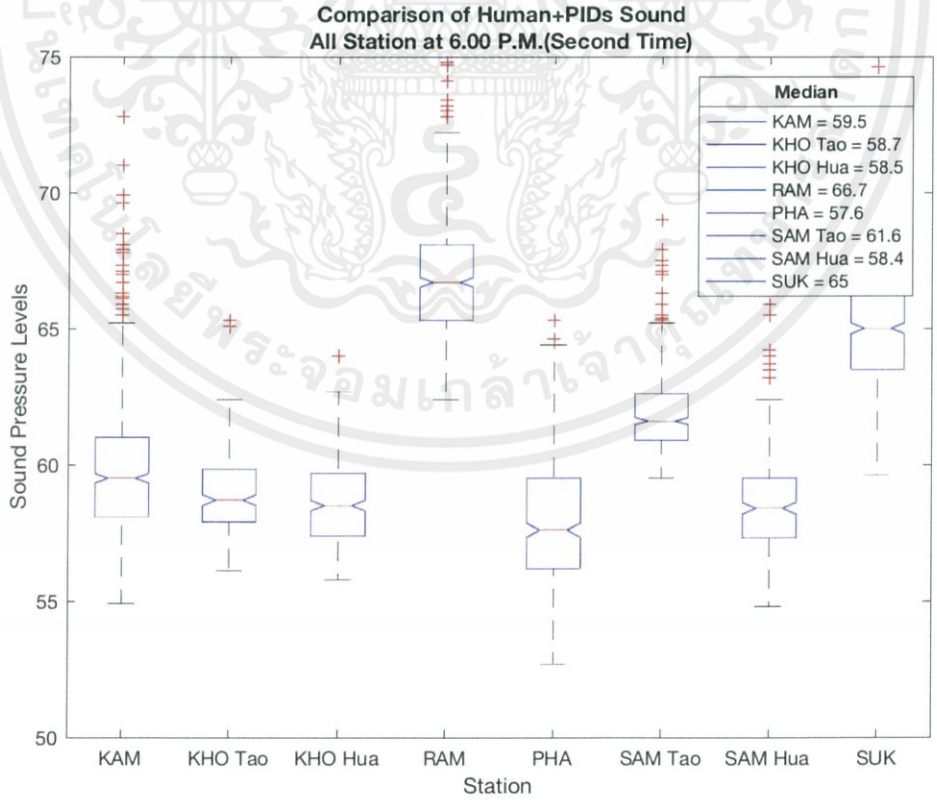



**ภาพที่ ก.42** กราฟเปรียบเทียบเสียงผู้โดยสารกับ PIDs ทุกสถานี รอบสองช่วงผู้โดยสารน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

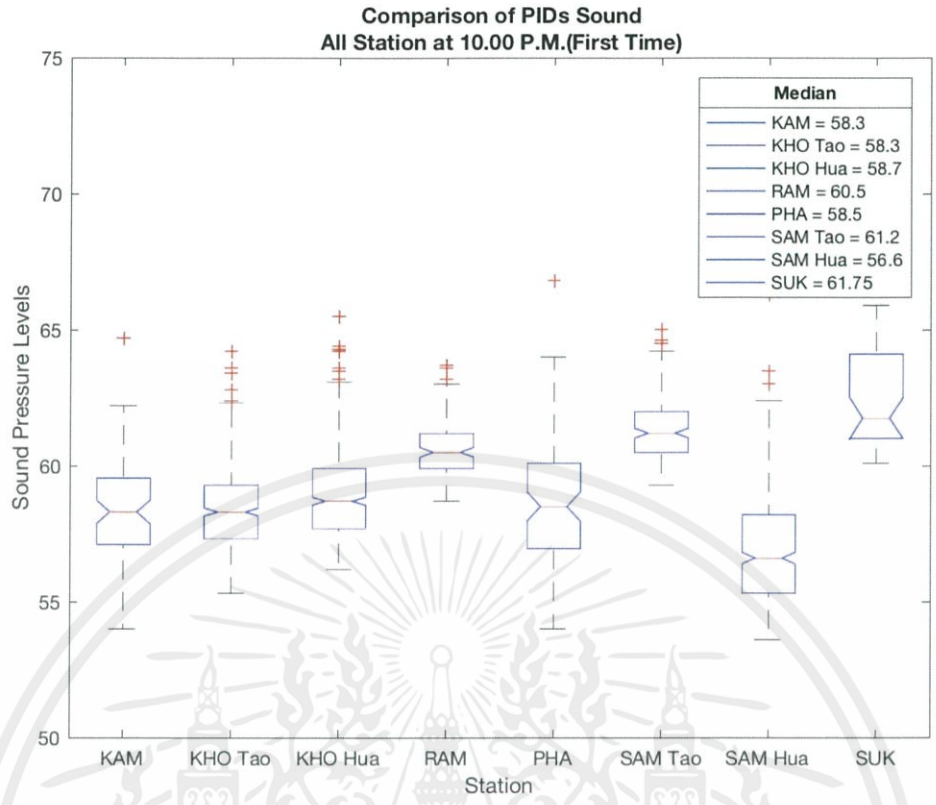



**ภาพที่ ก.43** กราฟเปรียบเทียบเสียงผู้โดยสารกับ PIDs ทุกสถานี รอบแรกช่วงผู้โดยสารเยอะ

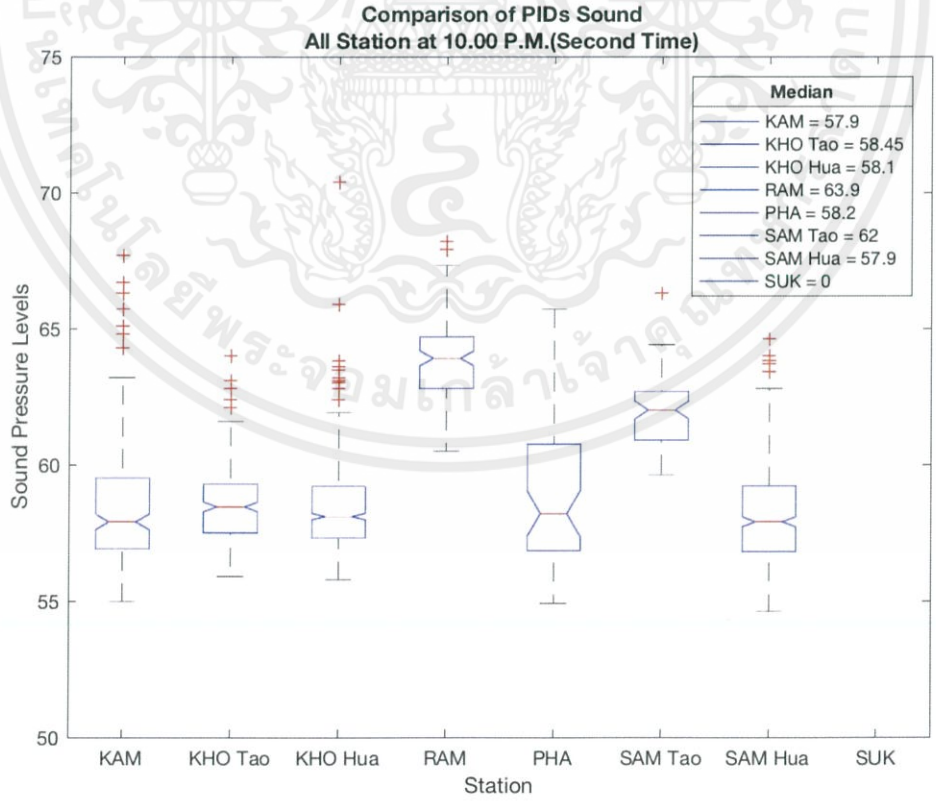



**ภาพที่ ก.44** กราฟเปรียบเทียบเสียงผู้โดยสารกับ PIDs ทุกสถานี รอบสองช่วงผู้โดยสารเยอะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

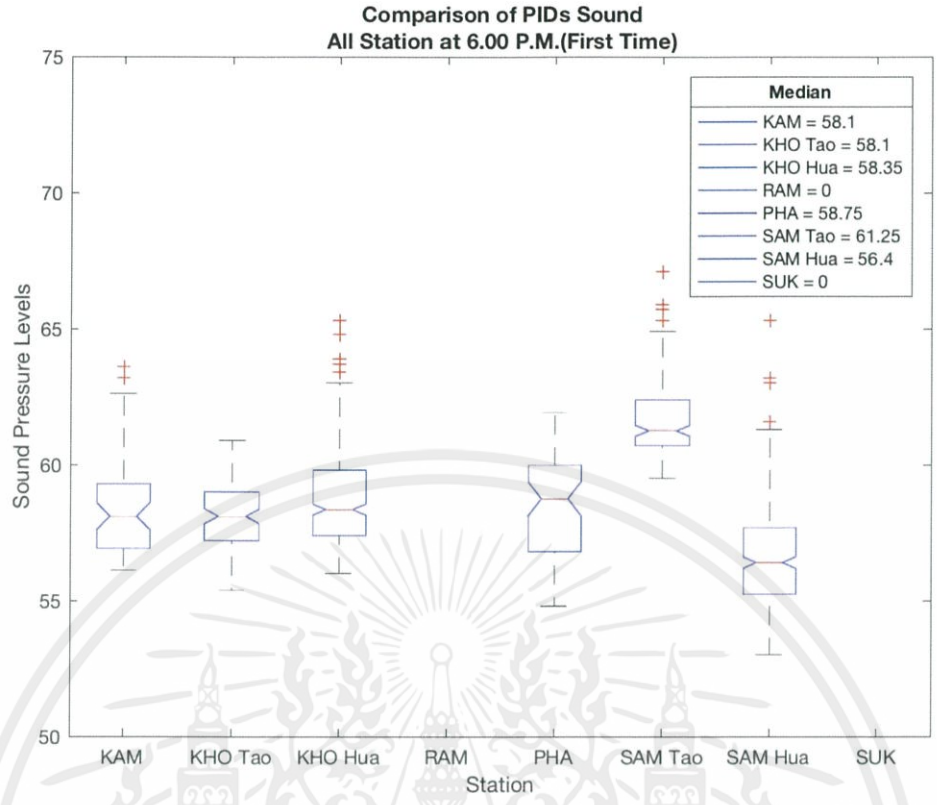



**ภาพที่ ก.45** กราฟเปรียบเทียบเสียง PIDs ทุกสถานี รอบแรกช่วงคนน้อย

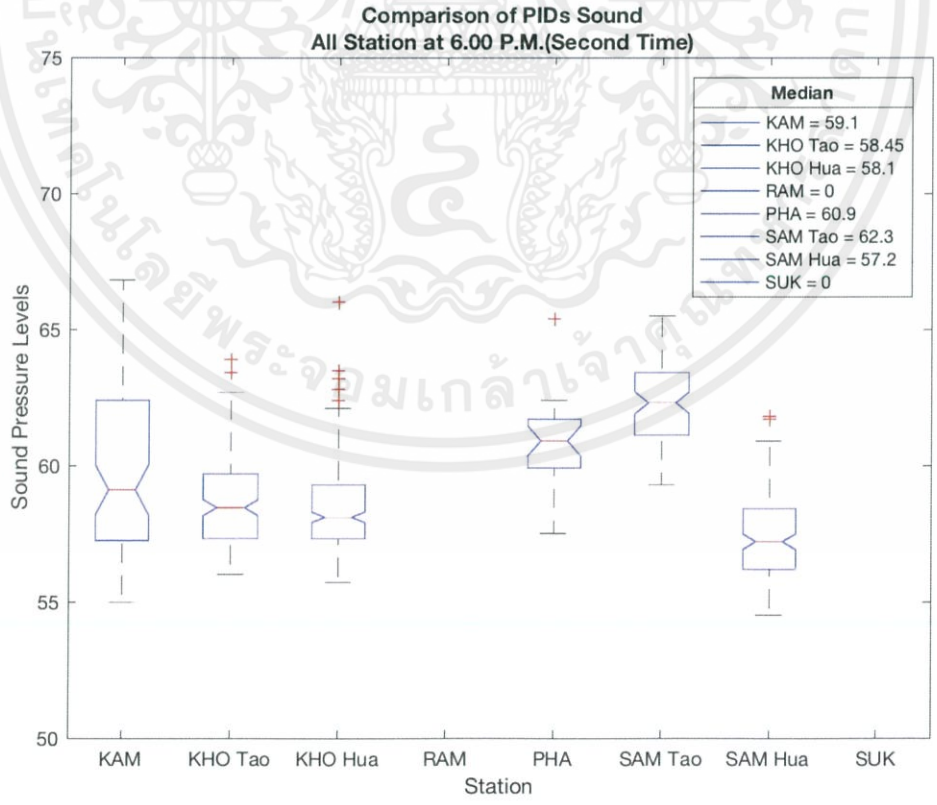



**ภาพที่ ก.46** กราฟเปรียบเทียบเสียง PIDs ทุกสถานี รอบสองช่วงคนน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

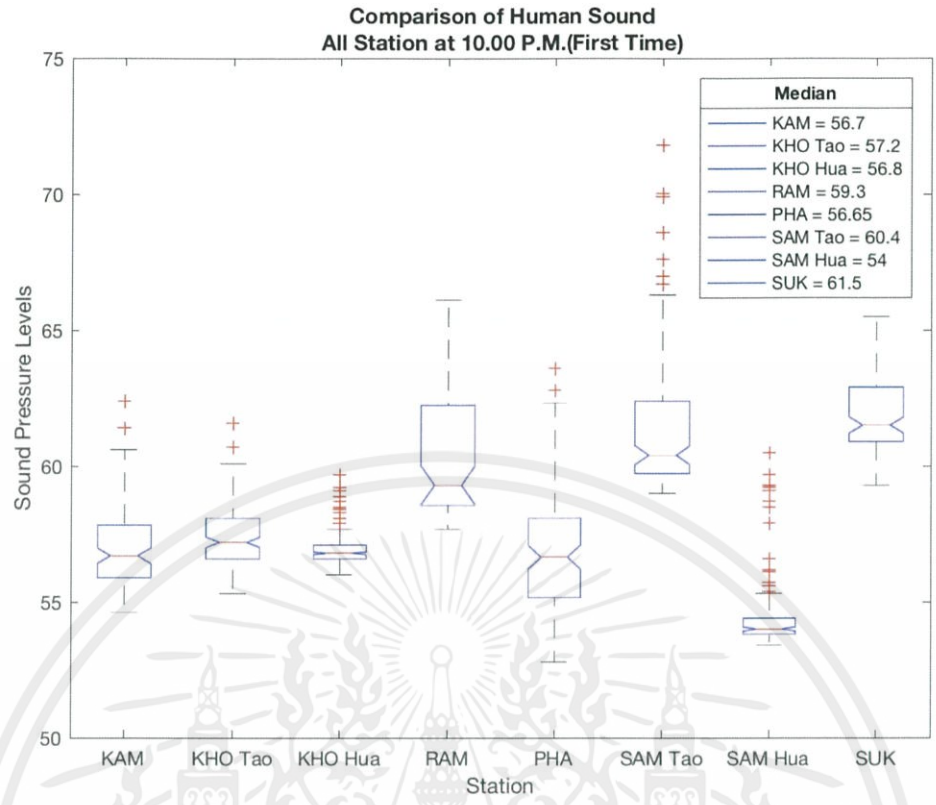



**ภาพที่ ก.47** กราฟเปรียบเทียบเสียง PIDs ทุกสถานี รอบแรกช่วงคนเยอะ

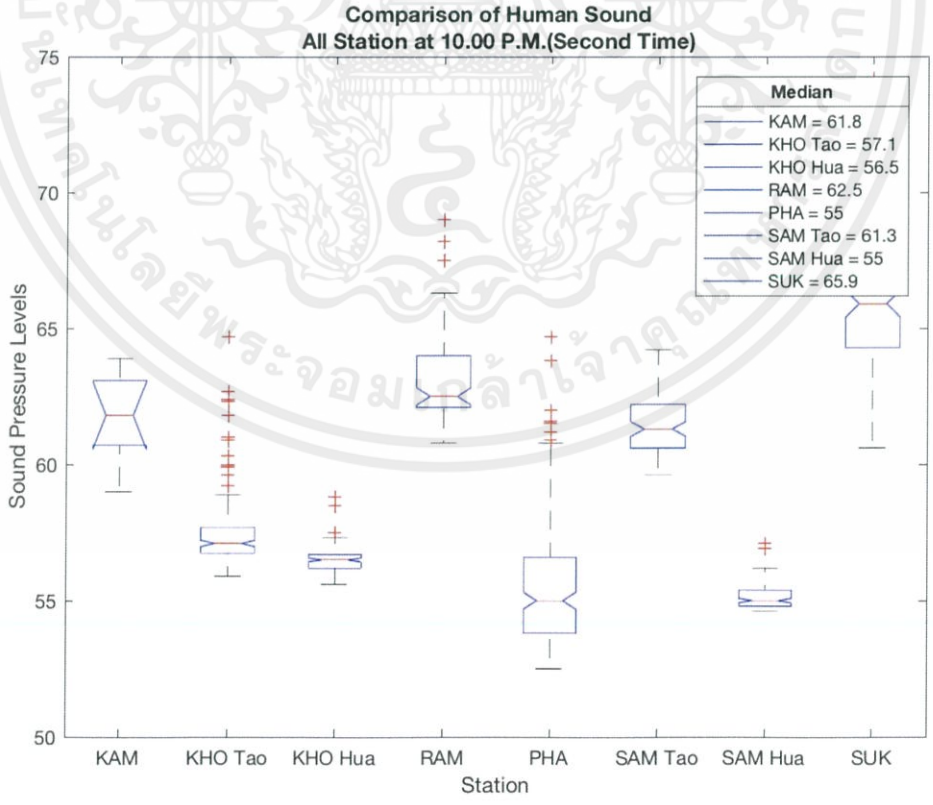



**ภาพที่ ก.48** กราฟเปรียบเทียบเสียง PIDs ทุกสถานี รอบสองช่วงคนเยอะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

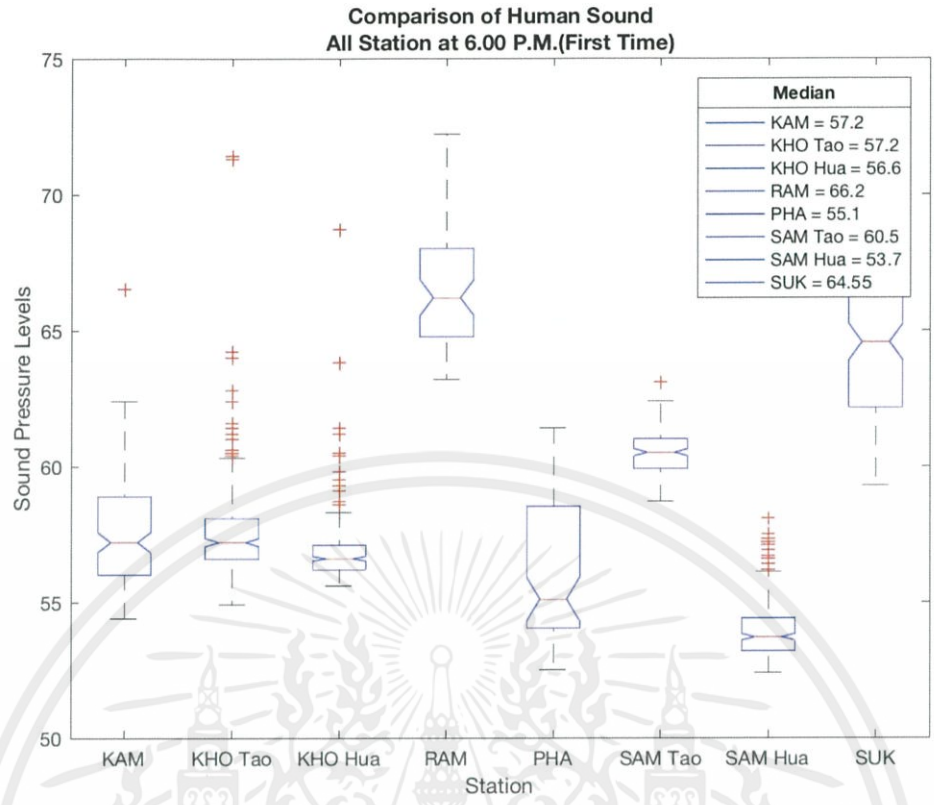



**ภาพที่ ก.49** กราฟเปรียบเทียบเสียงผู้โดยสารทุกสถานี รอบแรกช่วงคนน้อย

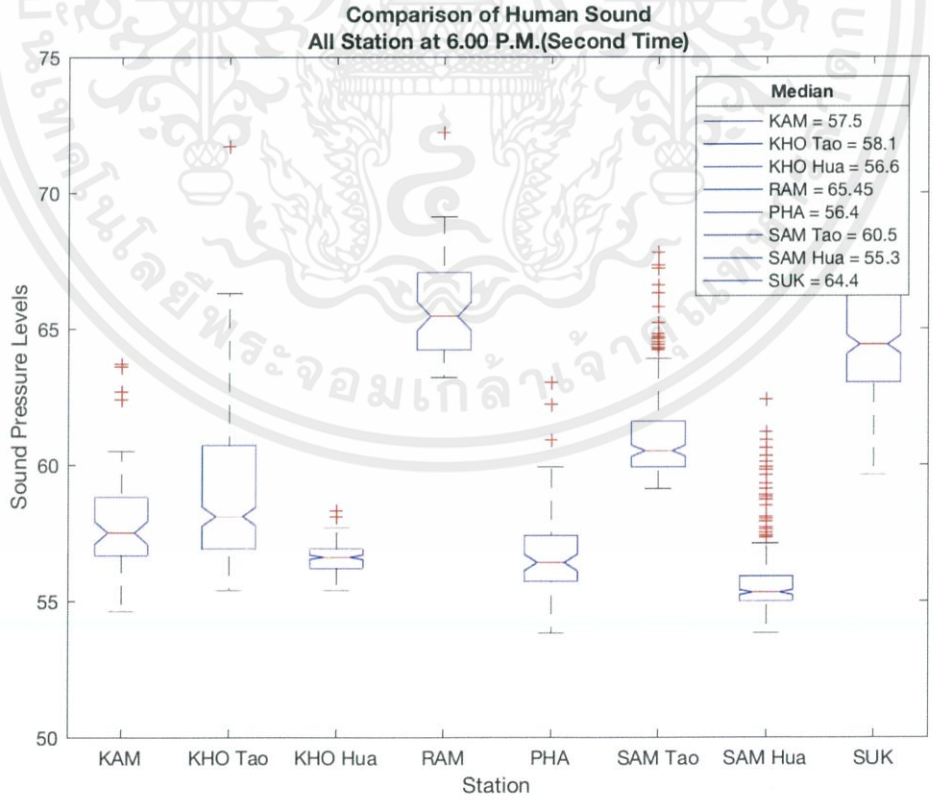



**ภาพที่ ก.50** กราฟเปรียบเทียบเสียงผู้โดยสารทุกสถานี รอบสองช่วงคนน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

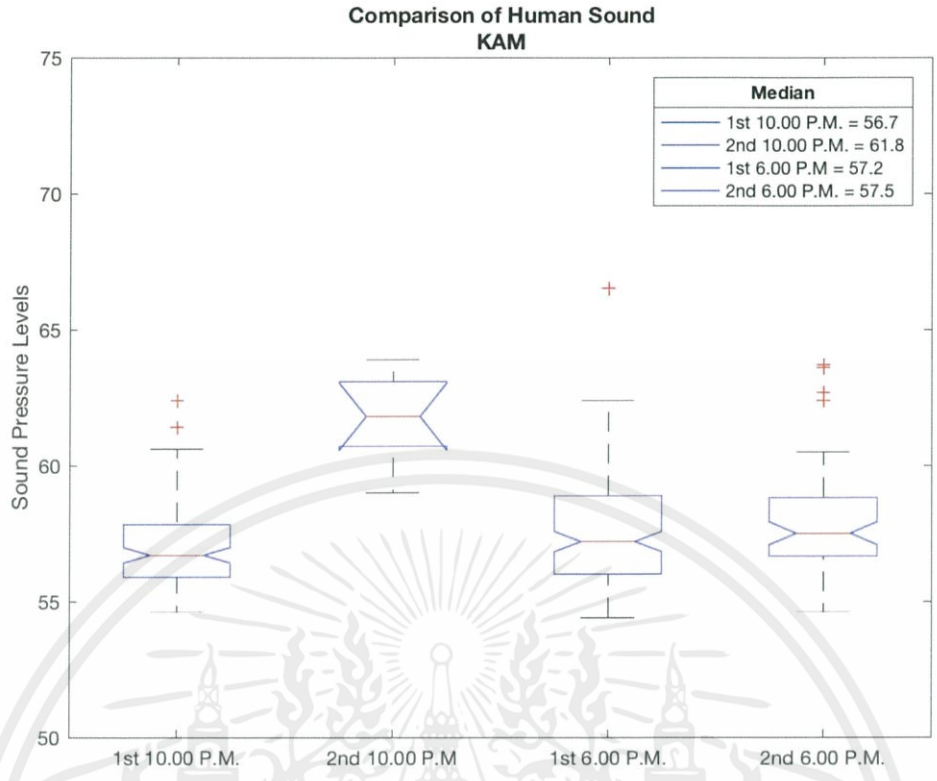



**ภาพที่ ก.51** กราฟเปรียบเทียบเสียงผู้โดยสารทุกสถานี รอบแรกช่วงคนเยอะ

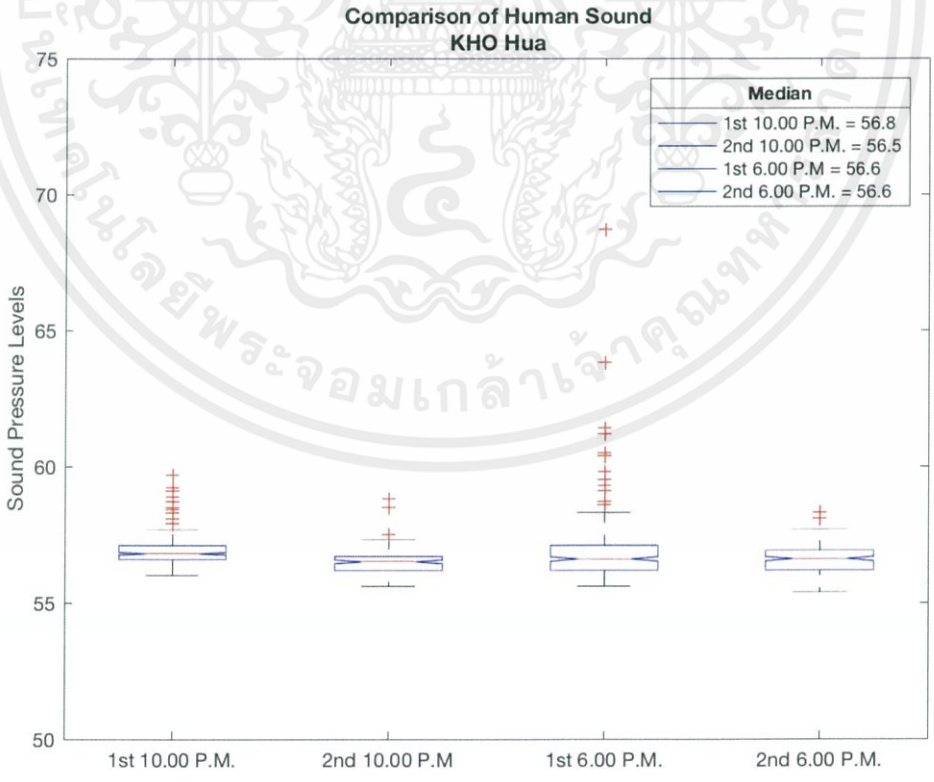



**ภาพที่ ก.52** กราฟเปรียบเทียบเสียงผู้โดยสารทุกสถานี รอบสองช่วงคนเยอะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

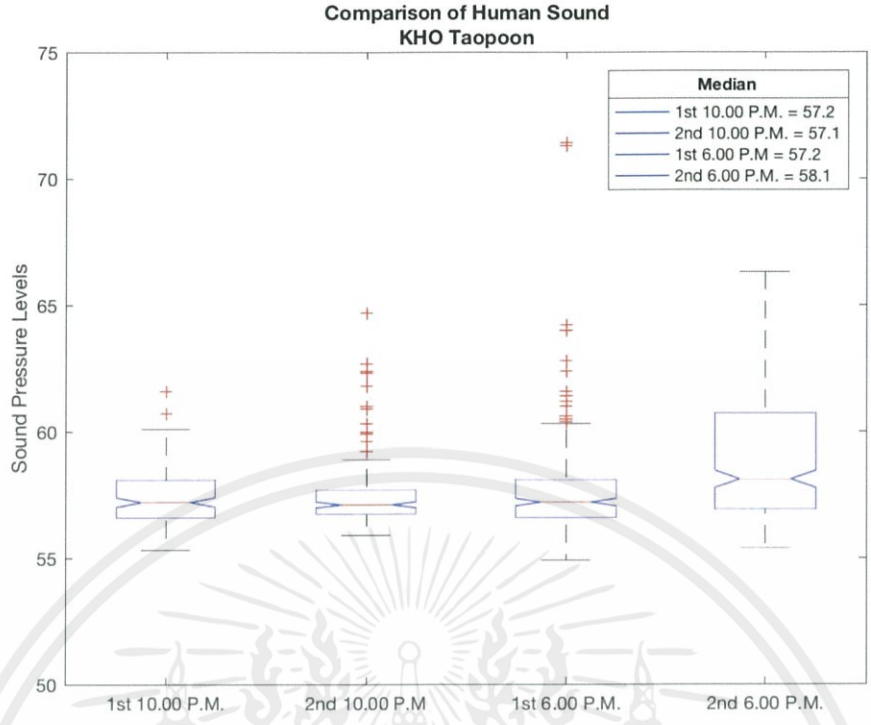



**ภาพที่ ก.53** กราฟเปรียบเทียบเสียงผู้โดยสารสองช่วงเวลา ที่สถานีกำแพงเพชร

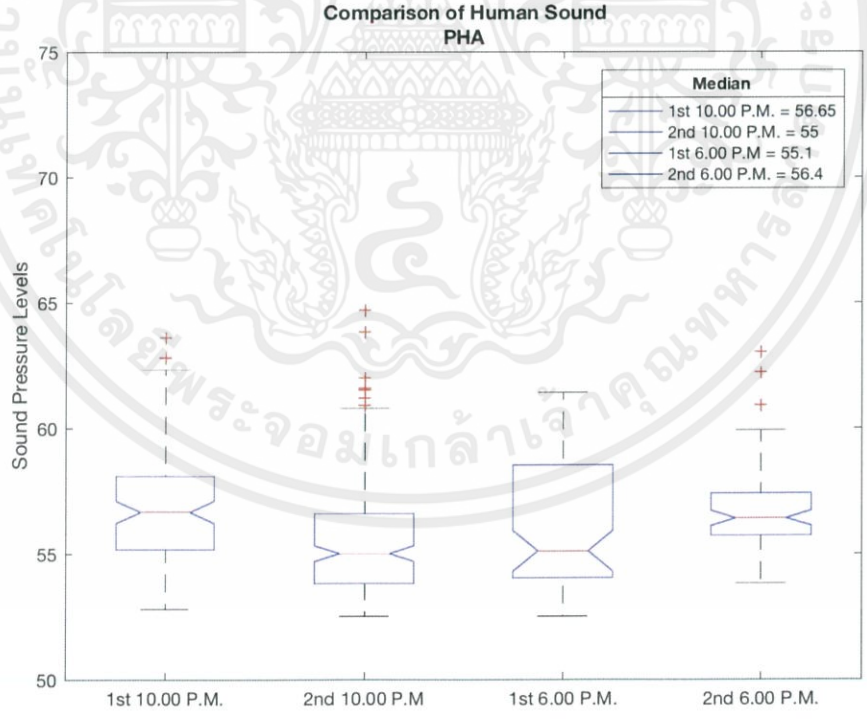



**ภาพที่ ก.54** กราฟเปรียบเทียบเสียงผู้โดยสารสองช่วงเวลา ที่สถานีคลองเตยฝั่งใต้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

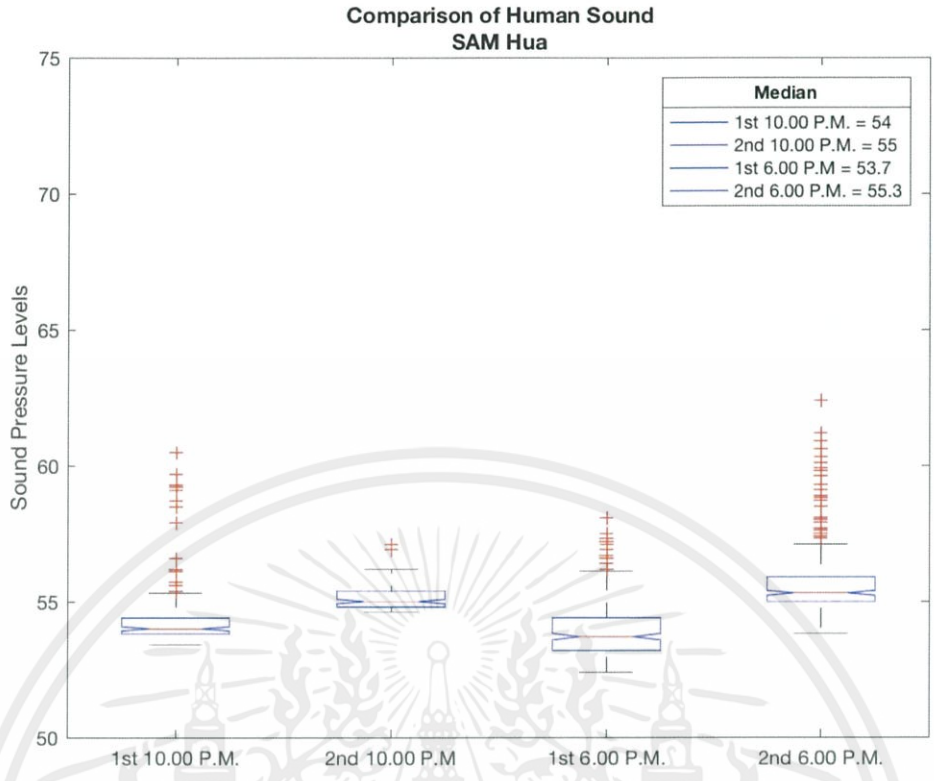



**ภาพที่ ก.55** กราฟเปรียบเทียบเสียงผู้โดยสารสองช่วงเวลา ที่สถานีคลองเตยฝั่งเหนือ

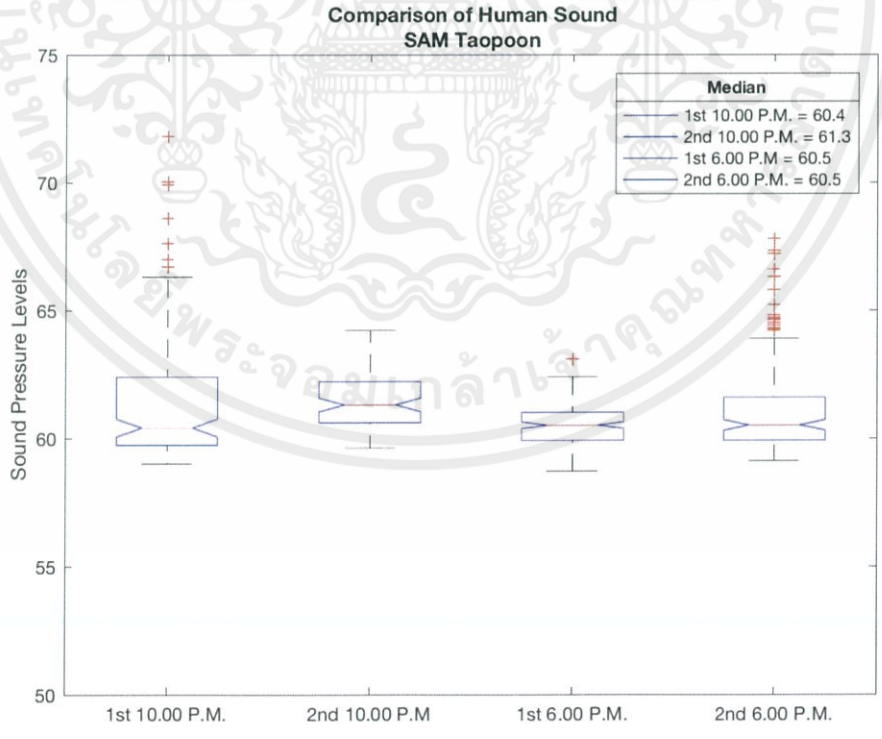



**ภาพที่ ก.56** กราฟเปรียบเทียบเสียงผู้โดยสารสองช่วงเวลา ที่สถานีพหลโยธิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

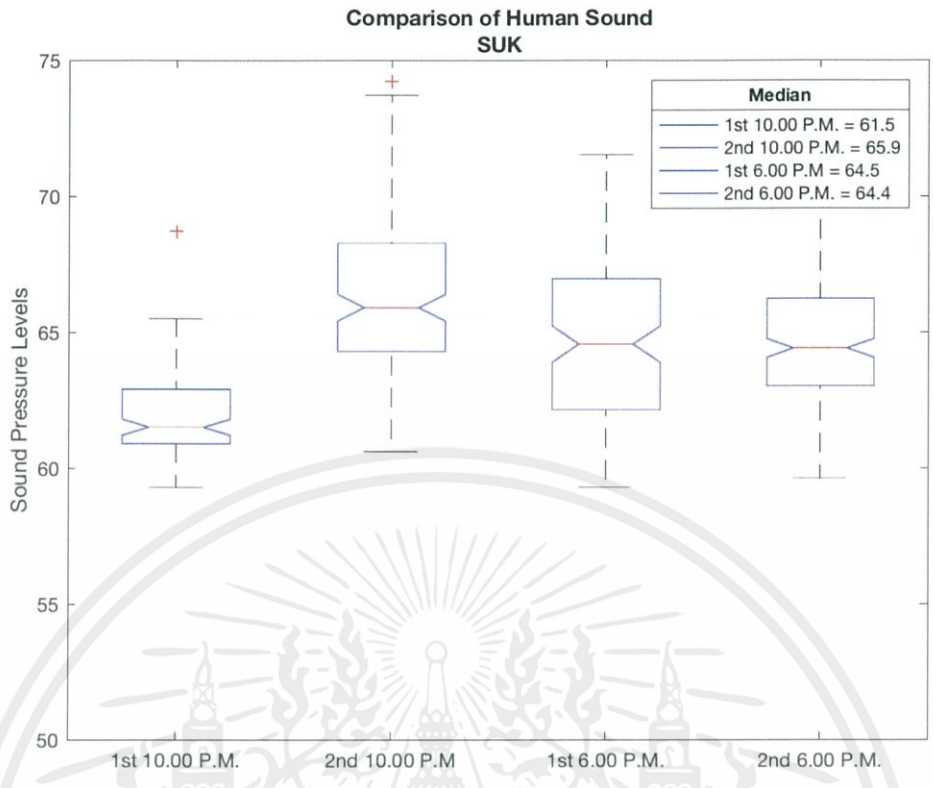



**ภาพที่ ก.57** กราฟเปรียบเทียบเสียงผู้โดยสารสองช่วงเวลา ที่สถานีสามย่านฝั่งใต้




**ภาพที่ ก.58** กราฟเปรียบเทียบเสียงผู้โดยสารสองช่วงเวลา ที่สถานีสามย่านฝั่งเหนือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**ภาพที่ ก.59** กราฟเปรียบเทียบเสียงผู้โดยสารสองช่วงเวลา ที่สถานีสุขุมวิท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้