

กรณีศึกษา: ถนนมิตรภาพ อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

Mittraphap Road, Muang District, Khon Kaen Province

¹สาขาวิชาวิทยาการระบาดและชีวสถิติ คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

^{3,4}สาขาวิชานานามัยสิ่งแวดล้อม อาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

E-mail: Jaiweat@hotmail.com

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาข้อมูลเชิงพรรณนา มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระดับเสียงจากการจราจรบริเวณแยกไฟจราจรในช่วงเวลากลางวันและกลางคืนและเปรียบเทียบระดับเสียงที่เกิดจากการจราจรกับค่ามาตรฐาน โดยทำการตรวจวัดระดับเสียงบริเวณแยกไฟจราจรบนถนนมิตรภาพ จังหวัดขอนแก่น เวลากลางวัน จำนวน 6 จุด และเวลากลางคืน จำนวน 3 จุด

ผลการศึกษา พบว่า มีระดับเสียงเฉลี่ย (Leq 1 hr) สูงที่สุดบริเวณจุดตรวจวัดที่ 3 และจุดตรวจวัดที่ 4 เท่ากัน คือ 73 dB(A) ระดับเสียงเฉลี่ยช่วงเวลากลางวัน (Leq 9 hr) พบสูงสุด 71 dB(A) บริเวณจุดตรวจวัดที่ 3 และจุดที่ 6 ระดับเสียงเฉลี่ยช่วงเวลากลางคืน (Leq 2 hr) พบสูงที่สุดบริเวณจุดตรวจวัดที่ 371 dB(A) และพบระดับเสียงสูงสุด (Lmax) ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 115 dB(A) ทั้ง 6 จุด ซึ่งมี Lmax สูงสุดบริเวณจุดตรวจวัดที่ 3 เท่ากับ 107 dB(A) ในช่วงเวลากลางคืน และเมื่อเปรียบเทียบ Lmax บริเวณจุดตรวจวัดที่ 1 จุดที่ 2 และจุดที่ 3 พบว่า มีผลการตรวจวัดระดับเสียงในช่วงเวลากลางคืนมากกว่าช่วงเวลากลางวันทั้ง 3 จุด

ผลการศึกษาระดับเสียงจากการจราจรในครั้งนี้ มีระดับเสียงสูงสุด (Lmax) เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน แต่มีระดับเสียงที่มากกว่า 100 dB(A) ทั้งในช่วงเวลากลางวันและกลางคืนหลายจุด ซึ่งควรมีการเฝ้าระวังโดยการตรวจวัดระดับเสียงเป็นประจำ มีมาตรการควบคุมระดับเสียงจราจรที่เหมาะสม เพื่อเป็นการป้องกันผลกระทบที่จะเกิดขึ้นและแก้ไขผลที่จะเกิดจากการจราจรในอนาคต

คำสำคัญ: ระดับเสียงสูงสุด / ระดับเสียงเฉลี่ย / มลภาวะทางเสียง / การตรวจวัดระดับเสียง

Abstract

This was a descriptive study to investigate traffic noise levels during daytime and nighttime at traffic-light intersections, compared with the standard levels of the traffic noise. The levels of the traffic noise across the intersections, including those on Mittraphap road, Khon Kaen, in Thailand were measured as the samples of the study. There were 6, 3 sample locations chosen during the daytime and nighttime respectively.

The results showed that the highest noise level (Leq 1 hr), was estimated at 73 dB(A) in the location No. 3 and No.4. For the highest noise level in the daytime (Leq 9 hr), it was estimated at 71 dB(A) in the location No. 3 and No.6. The highest noise level in the nighttime (Leq 2 hr) was estimated at 71 dB(A) in the location No. 3. For the maximum sound level (Lmax) of all locations, it was lower than the standard level of 115 dB (A), and the highest level was generated from the location No.3, at 107 dB(A), during the nighttime. When comparing between the Lmax of the location No. 1, 2 and 3, it was found that the noise levels of all the 3 locations at nighttime were higher than those in the daytime.

The overall result revealed that the traffic noise levels were under the standard level (Lmax). However, there were some locations that the traffic noise levels were still higher than 100 dB(A) during both daytime and nighttime. Therefore, regular sound level measurements and suitable traffic noise control measures should be established to prevent the potential impacts from the traffic noise in the future.

Keywords: Lmax / Leq / Noise pollution / Sound level measurement

บทนำ

ปัจจุบันปัญหามลพิษทางเสียงกลายเป็นอีกหนึ่งปัญหาหลัก ๆ ที่พบในชุมชนเมือง ซึ่งไม่ได้จำกัดเฉพาะภายในโรงงานอุตสาหกรรมเท่านั้น ยังมีผลต่อการใช้ชีวิตประจำวันของประชากรในเมืองขนาดเล็กและขนาดใหญ่ทั้งในประเทศที่พัฒนาแล้ว เช่น สหรัฐอเมริกา ยุโรป และในประเทศที่กำลังพัฒนา เช่น อินเดีย จีน (Zannin & Bunn. 2014) ซึ่งเป็นผลกระทบที่มาจากการจราจรโดยมลพิษทางเสียงจะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของประชาชน (Basner & others. 2014) ปัญหาการเพิ่มมากขึ้นของมลพิษทางเสียงมีความสัมพันธ์กับหลาย ๆ ปัจจัย เช่น ระยะเวลาที่

สัมผัสเสียง ระดับเสียง แหล่งกำเนิดเสียง (Ashfield. 2017) และเกิดมาจากการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของชุมชนเมืองทำให้จำนวนของแหล่งกำเนิดเสียงมีปริมาณเพิ่มมากขึ้น เช่น การเพิ่มขึ้นของโรงงานอุตสาหกรรม ชุมชน ถนน และจำนวนยานพาหนะ (Mohammadi. 2009) สอดคล้องกับผลการศึกษาที่ผ่านมา พบว่า เสียงของยานพาหนะบริเวณแยกที่มีสัญญาณไฟจราจรเป็นเสียงที่สร้างความรำคาญได้มากที่สุด (Zannin & others. 2003) และจากรายงานการติดตามและเฝ้าระวังมลพิษทางเสียงของกรมควบคุมมลพิษ พ.ศ. 2554 พบว่า ระดับเสียงในกรุงเทพมหานครและบริเวณปริมณฑลมีแนวโน้มจะส่งผลกระทบและเป็นอันตรายต่อการได้ยินเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ส่วนใหญ่มีค่าที่เกินมาตรฐาน คือ บริเวณที่ตรวจวัดริมเส้นทางการจราจร (กรมควบคุมมลพิษ. 2554) ซึ่งมีระดับที่เกินค่ามาตรฐานที่องค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมของอเมริกาซึ่งกำหนดค่าระดับเสียงเฉลี่ย (Leq) 24 ชั่วโมงไม่เกิน 70 dB(A) (ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. 2540) หากประชาชนต้องอยู่ในบริเวณที่มีเสียงเกินค่ามาตรฐานเป็นเวลานานจะก่อให้เกิดอันตรายต่อระบบการได้ยินได้หรือก่อให้เกิดความรำคาญจนมีผลกระทบต่ออารมณ์การสนทนาและกระทบต่อจิตใจได้ (กรมควบคุมมลพิษ. 2554)

สถานการณ์ระดับเสียงบริเวณริมถนนในพื้นที่จังหวัดขอนแก่นในปี 2559 มีระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ที่ 61 dB(A) และระดับเสียงสูงสุด 86 dB(A) ซึ่งสูงสุดเป็นอันดับหนึ่ง เมื่อเทียบกับสถานการณ์เสียงในต่างจังหวัดปี 2559 (กรมควบคุมมลพิษ. 2560) และระดับเสียงเฉลี่ยบริเวณริมถนนในปี 2557 พบว่า มีระดับเสียงเฉลี่ยสูงสุด คือ 83 dB(A) (สำนักงานจัดการคุณภาพอากาศและเสียง. 2559) ซึ่งถนนมิตรภาพ อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่นที่เป็นเส้นทางจราจรบนถนนเส้นหลักของประเทศไทยเส้นทางหนึ่ง ซึ่งมีการจราจรที่หนาแน่นและมีผู้อยู่อาศัยบริเวณรอบถนนมิตรภาพค่อนข้างหนาแน่น ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจศึกษาในระดับเสียงและเปรียบเทียบระดับเสียงในแต่ละช่วงระยะเวลากลางวันและกลางคืน เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการวางแผนป้องกันมลพิษทางเสียงที่จะส่งผลกระทบต่อชุมชนรอบ ๆ เส้นทางต่อไปในอนาคต

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาระดับเสียงที่เกิดจากการจราจรบริเวณแยกไฟจราจรในช่วงเวลากลางวันและกลางคืนบนถนนมิตรภาพ อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น
2. เพื่อเปรียบเทียบระดับเสียงกับค่ามาตรฐานที่เกี่ยวข้องตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 15 (พ.ศ. 2540) เรื่อง กำหนดมาตรฐานระดับเสียงโดยทั่วไป

ขอบเขตการวิจัย

ศึกษามลพิษทางเสียงในเขตอำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น ระยะทาง 7.1 กิโลเมตร ซึ่งเป็นพื้นที่ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น โดยเก็บตัวอย่างบริเวณแยกไฟจราจรที่ตัดผ่านถนนมิตรภาพ ช่วงเวลากลางวัน (08.00–17.00 น.) ตรวจวัด จำนวน 6 จุด ได้แก่ จุดที่ 1 แยกไฟจราจรประตุมหาวิทยาลัยขอนแก่น ศาลเจ้าพ่อมอดินแดง จุดที่ 2 แยกไฟจราจรศูนย์หัวใจ จุดที่ 3 แยกไฟจราจรสามเหลี่ยม จุดที่ 4 แยกไฟจราจรเซ็นทรัลขอนแก่น จุดที่ 5 แยกไฟจราจรมหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และจุดที่ 6 แยกไฟจราจรเจริญศรี และช่วงเวลากลางคืน (18.00 – 20.00 น.) ตรวจวัด จำนวน 3 จุด ได้แก่ จุดที่ 1 แยกไฟจราจรประตุมหาวิทยาลัยขอนแก่น ศาลเจ้าพ่อมอดินแดง จุดที่ 2 แยกไฟจราจรศูนย์หัวใจ จุดที่ 3 แยกไฟจราจรสามเหลี่ยม โดยใช้โปรแกรม ArcGIS Desktop เพื่อระบุจุดตรวจวัด ดังภาพที่ 1 และจัดทำแผนผังจุดตรวจวัดทั้ง 6 จุด ดังภาพที่ 2

วิธีดำเนินการวิจัย

1. รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาเชิงพรรณนาเพื่อศึกษาระดับเสียงที่เกิดจากการจราจรในแต่ละช่วงเวลาทั้งกลางวันและกลางคืน กรณีศึกษาบริเวณแยกไฟจราจรบนถนนมิตรภาพ เขตอำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น และเพื่อเปรียบเทียบระดับเสียงกับค่ามาตรฐานในประเทศไทย

2. เครื่องมือการวิจัย

2.1 เครื่องวัดเสียง Sound level meter จำนวน 3 เครื่อง จากห้องปฏิบัติการอาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ได้แก่

1) RION NL-21 ID 5211140000001

2) RION NL-21 ID 30390732

3) RION NL-52 ID 5911120000015

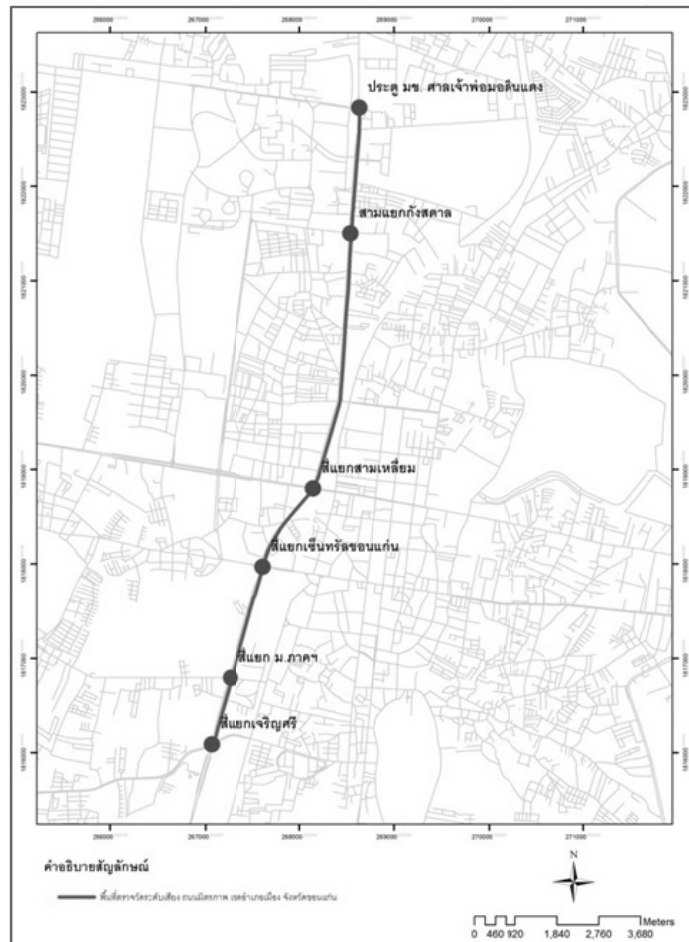
2.2 เครื่องสอบเทียบสำหรับตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องวัดเสียง

2.3 ตลับเมตรสำหรับวัดระยะห่างของจุดติดตั้งกับสิ่งกีดขวางและความสูงในการติดตั้ง

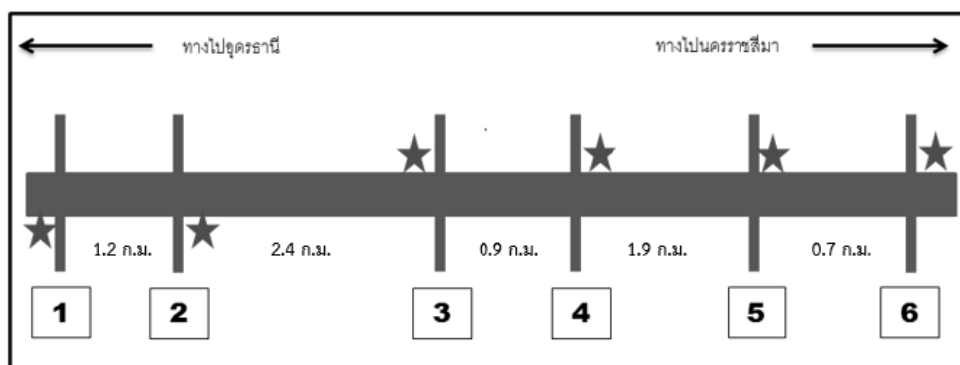
2.4 แบบบันทึกข้อมูลระดับเสียงในช่วงเวลาต่าง ๆ

2.5 โปรแกรม ArcGIS Desktop

2.6 เครื่องคอมพิวเตอร์จัดทำแผนที่และบันทึกข้อมูล



ภาพที่ 1 แผนที่ระบุจุดตรวจวัดระดับเสียง ถนนมิตรภาพ จังหวัดขอนแก่น
ที่มา: โปรแกรม ArcGIS Desktop



ภาพที่ 2 แผนผังจุดตรวจวัดระดับเสียงเสียงการจราจรบริเวณแยกไฟจราจรที่ตัดผ่านถนนมิตรภาพ
อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ค้นหาข้อมูลแผนที่ถนนมิตรภาพ เขตอำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น โดยใช้โปรแกรม Google map (Google map. 2559)
2. จัดทำแผนที่กำหนดเส้นทางและแบ่งจุดตรวจวัดในระยะทาง 7.1 กิโลเมตร และกำหนดจุดตรวจวัด 6 จุด บริเวณแยกไฟราจรทั้งหมด ที่อยู่บนเส้นทางที่กำหนดไว้ดังภาพที่ 1 และภาพที่ 2
จุดที่ 1 คือ แยกไฟราจรประตุมหาวิทยาลัยขอนแก่น ศาลเจ้าพ่อมอดินแดง
จุดที่ 2 คือ แยกไฟราจรศูนย์หัวใจ
จุดที่ 3 คือ แยกไฟราจรสามเหลี่ยม
จุดที่ 4 คือ แยกไฟราจรเซ็นทรัลขอนแก่น
จุดที่ 5 คือ แยกไฟราจรมหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
จุดที่ 6 คือ แยกไฟราจรเจริญศรีฯ
3. ตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องตรวจวัดระดับเสียงทั้ง 3 เครื่อง (Calibrate) ก่อนและหลังการนำเครื่องมือไปใช้งาน โดยปฏิบัติตามคู่มือการตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องวัดเสียง
4. ใช้ A-Weighting เป็นมาตรฐานในการวัดเสียงใช้สเกลเร็ว (Fast) เป็นความไวของเครื่องวัดเสียง และการวัดระดับเสียงใช้การทำงานอัตโนมัติ สามารถคำนวณระดับเสียงออกมาเป็นค่า Leq ได้ โดยการวัดและบันทึกระดับเสียงตั้งค่าให้มีการเก็บข้อมูลอัตโนมัติทุก ๆ 1 ชั่วโมง โดยการติดตั้งเครื่องวัดเสียงภายนอกอาคารต้องติดตั้งเครื่องสูงกว่าพื้นไม่ต่ำกว่า 1.2 เมตร โดยในรัศมี 3.50 เมตร ตามแนวราบรอบไมโครโฟนต้องไม่มีกำแพงหรือสิ่งใดที่มีคุณสมบัติในการสะท้อนเสียงกีดขวางอยู่ (กรมควบคุมมลพิษ. 2550)
5. ตรวจวัดระดับเสียงในแต่ละจุดตามที่กำหนดไว้ในแผนผัง ดังภาพที่ 1 และภาพที่ 2 ตรวจวัดในช่วงเวลากลางวันบริเวณจุดที่ 1 ถึงจุดที่ 6 รวมทั้งหมด 6 จุด 9 ช่วงเวลา ตั้งแต่ 08.00 – 17.00 น. และช่วงเวลากลางคืนบริเวณจุดที่ 1 ถึงจุดที่ 3 รวมทั้งหมด 3 จุด 2 ช่วงเวลา ตั้งแต่ 18.00 – 20.00 น. ตรวจวัดแยกไฟราจรต่อ 1 จุด และเก็บข้อมูลทุก ๆ 1 ชั่วโมง โดยอ่านค่าระดับเสียงจากเครื่องวัดเสียง
6. เมื่อตรวจวัดระดับเสียงเรียบร้อยแล้ว นำข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดทั้งหมดมาวิเคราะห์และทำการเปรียบเทียบตามช่วงเวลาและเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ในแต่ละจุด

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนานำเสนอค่าระดับเสียงด้วยค่าเฉลี่ย ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด โดยใช้โปรแกรม STATA ในการวิเคราะห์

ผลการวิจัย

1. ระดับเสียงจากการจราจรในช่วงเวลากลางวัน

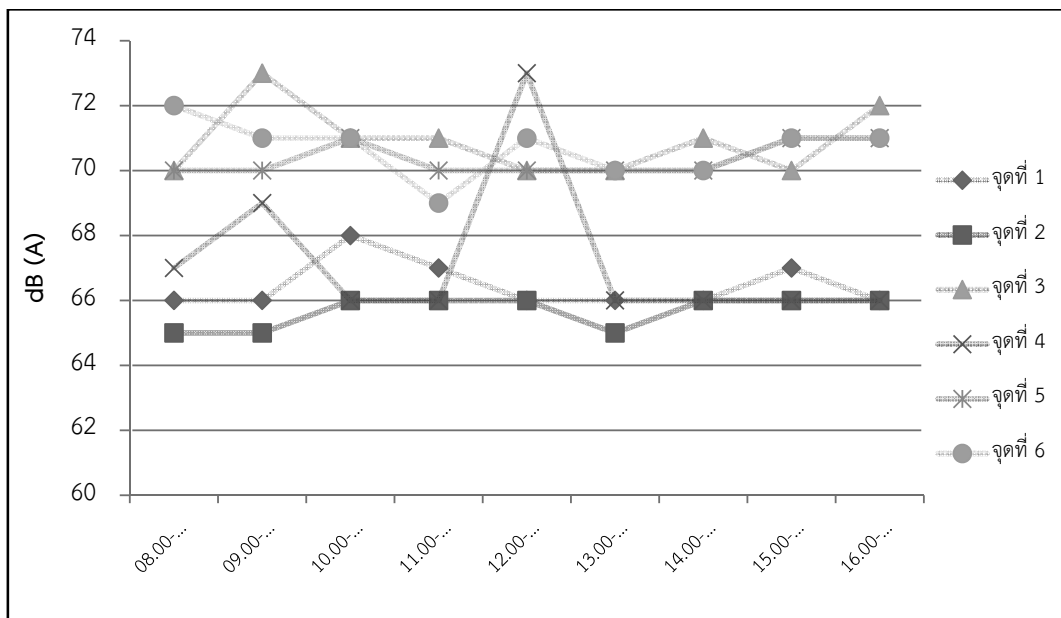
ผลการตรวจวัดระดับเสียงช่วงเวลากลางวันในทุก ๆ 1 ชั่วโมงบริเวณสี่แยกไฟจราจร ถนนมิตรภาพ อำเภอเมืองขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น จำนวน 6 จุด ตั้งแต่เวลา 08.00-17.00 น. พบว่า มีระดับเสียงเฉลี่ย 1 ชั่วโมง (L_{eq} 1 hr) สูงที่สุด 73 dB(A) ที่เวลา 09.00-10.00 น. บริเวณจุดตรวจวัดที่ 3 (แยกไฟจราจรสามเหลี่ยม) และบริเวณจุดตรวจวัดที่ 4 (แยกไฟจราจรเซ็นทรัลขอนแก่น) ที่เวลา 12.00-13.00 น. มีระดับเสียงต่ำสุด (L_{min}) และระดับเสียงสูงสุด (L_{max}) 60-100 dB(A) และ 57-102 dB(A) ตามลำดับ รองลงมาคือ L_{eq} 1 hr 72 dB(A) บริเวณจุดตรวจวัดที่ 3 (แยกไฟจราจรสามเหลี่ยม) ที่เวลา 16.00 - 17.00 น. และเวลา 08.00 - 09.00 น. บริเวณจุดตรวจวัดที่ 6 (แยกไฟจราจรเจริญศรีฯ) มี L_{min} และ L_{max} ระหว่าง 61-92 dB(A) และ 56-99 dB(A) ตามลำดับ (ดังตารางที่ 1 และภาพที่ 3)

ผลการตรวจวัดระดับเสียงเฉลี่ย 9 ชั่วโมง (L_{eq9hr}) พบว่า มี L_{eq9hr} ระหว่าง 66-71 dB(A) พบสูงสุด 71 dB(A) 2 จุด คือ บริเวณจุดตรวจวัดที่ 3 (สี่แยกไฟจราจรสามเหลี่ยม) และจุดตรวจวัดที่ 6 (แยกไฟจราจรเจริญศรีฯ) รองลงมา 70 dB(A) บริเวณจุดตรวจวัดที่ 5 (แยกไฟจราจรมหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ) และ 67 dB(A) บริเวณจุดตรวจวัดที่ 4 (แยกไฟจราจรเซ็นทรัลขอนแก่น) ตามลำดับ (ดังตารางที่ 2)

เมื่อพิจารณาที่ระดับเสียงสูงสุด (L_{max}) พบมากที่สุด 102 dB(A) บริเวณจุดตรวจวัดที่ 4 (แยกไฟจราจรเซ็นทรัลขอนแก่น) รองลงมา 100 dB(A) 2 จุด คือ บริเวณจุดตรวจวัดที่ 1 (แยกไฟจราจรประตูมหาวิทยาลัยขอนแก่น ศาลเจ้าพ่อมอดินแดง) และบริเวณจุดตรวจวัดที่ 3 (แยกไฟจราจรสามเหลี่ยม) และ 99 dB(A) บริเวณจุดตรวจวัดที่ 6 (แยกไฟจราจรเจริญศรีฯ) ตามลำดับ (ดังตารางที่ 2) เมื่อเปรียบเทียบกับ L_{max} กับค่ามาตรฐาน พบว่า บริเวณจุดตรวจวัดได้ทั้ง 6 จุดเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 15 (พ.ศ. 2540) เรื่อง กำหนดมาตรฐานระดับเสียงโดยทั่วไปกำหนดไว้ (ดังภาพที่ 4)

ตารางที่ 1 ระดับเสียงเฉลี่ย 1 ชั่วโมง (Leq 1hr) และระดับเสียงสูงสุด (Lmax) ระดับเสียงต่ำสุด (Lmin) จำแนกตามจุดตรวจและช่วงเวลาในเวลากลางวัน (dB(A))

ลำดับ ที่	ช่วงเวลา	ระดับเสียง	ระดับเสียงแต่ละจุดตรวจ dB(A)					
			จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	จุดที่ 5	จุดที่ 6
1	08.00-09.00 น.	Leq 1 hr	66	65	70	67	70	72
		Lmin - Lmax	52-85	54-56	69-85	54-92	52-92	56-99
2	09.00-10.00 น.	Leq 1 hr	66	65	73	69	70	71
		Lmin - Lmax	51-82	51-84	60-100	54-98	52-98	57-96
3	10.00-11.00 น.	Leq 1 hr	68	66	71	66	71	71
		Lmin - Lmax	51-91	51-90	60-99	56-86	53-92	55-93
4	11.00-12.00 น.	Leq 1 hr	67	66	71	66	70	69
		Lmin - Lmax	52-92	52-89	60-89	56-86	53-91	55-90
5	12.00-13.00 น.	Leq 1 hr	66	66	70	73	70	71
		Lmin - Lmax	50-82	51-85	62-94	57-102	52-90	55-98
6	13.00-14.00 น.	Leq 1 hr	66	65	70	66	70	70
		Lmin - Lmax	51-83	51-87	59-87	56-88	52-93	56-92
7	14.00-15.00 น.	Leq 1 hr	66	66	71	66	70	70
		Lmin - Lmax	51-88	51-86	61-92	56-86	51-93	55-92
8	15.00-16.00 น.	Leq 1 hr	67	66	70	66	71	71
		Lmin - Lmax	52-100	51-89	60-94	57-95	52-90	56-89
9	16.00-17.00 น.	Leq 1 hr	66	66	72	66	71	71
		Lmin - Lmax	52-83	51-84	61-92	59-70	51-92	58-89

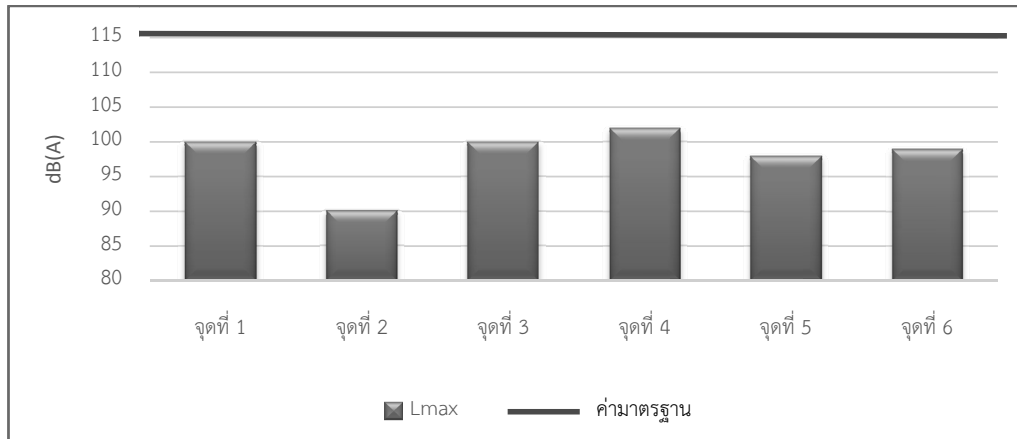


ภาพที่ 3 ระดับเสียงเฉลี่ย 1 ชั่วโมง (Leq 1 hr) บริเวณจุดตรวจ 6 จุด จำแนกตามช่วงเวลา

ตารางที่ 2 ระดับเสียงเฉลี่ย (Leq 9 hr) และระดับเสียงสูงสุด (Lmax) จากการจราจรช่วงเวลา กลางวัน จำแนกตามจุดตรวจวัด (dB(A))

เวลา	จุดตรวจวัด	Leq9hr	Lmax*	
		ระดับเสียง dB(A)	ระดับเสียง dB(A)	เปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน
กลางวัน (08.00-17.00 น.)	1	66	100	ผ่าน
	2	66	90	ผ่าน
	3	71	100	ผ่าน
	4	67	102	ผ่าน
	5	70	98	ผ่าน
	6	71	99	ผ่าน

*ค่าระดับเสียงสูงสุดไม่เกิน 115 dB(A)



ภาพที่ 4 เปรียบเทียบระดับเสียงสูงสุด (Lmax) จากการจราจรช่วงเวลากลางวัน กับค่ามาตรฐาน จำแนกตามจุดตรวจวัด (dB(A))

2. ระดับเสียงจากการจราจรในช่วงเวลากลางคืน

ผลการตรวจวัดระดับเสียงในช่วงเวลากลางคืน ที่เวลา 18.00-20.00 น. บริเวณสี่แยกไฟจราจรถนนมิตรภาพ อำเภอเมืองขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น จำนวน 3 จุด ได้แก่ จุดที่ 1 (แยกไฟจราจรประตูมหาวิทยาลัยขอนแก่น ศาลเจ้าพ่อมอดินแดง) จุดที่ 2 (แยกไฟจราจรศูนย์หัวใจ) และจุดที่ 3 (แยกไฟจราจรสามเหลี่ยม) พบว่า มี Leq 1 hr สูงสุด 72 dB(A) และมี Lmin และ Lmax ระหว่าง 59-95 dB(A) ในช่วงเวลา 18.00-19.00 น. บริเวณจุดตรวจวัดที่ 3 (สี่แยกไฟจราจรสามเหลี่ยม) รองลงมา 70 dB(A) มี Lmin และ Lmax ระหว่าง 60-107 dB(A) เวลา 19.00-20.00 น. บริเวณจุดตรวจวัดที่ 3 (สี่แยกไฟจราจรสามเหลี่ยม) (ดังตารางที่ 3)

เมื่อพิจารณากระดับเสียงเฉลี่ยช่วงเวลากลางคืน 2 ชั่วโมง (Leq2hr) พบสูงสุด 71 dB(A) บริเวณจุดตรวจวัดที่ 3 (สี่แยกไฟจราจรสามเหลี่ยม) รองลงมา 67 dB(A) บริเวณจุดตรวจวัดที่ 1 (แยกไฟจราจรประตูมหาวิทยาลัยขอนแก่น ศาลเจ้าพ่อมอดินแดง) (ดังตารางที่ 3)

เมื่อพิจารณาที่ระดับเสียงสูงสุด (Lmax) พบสูงสุด 107 dB (A) คือ บริเวณจุดตรวจวัดที่ 3 (สี่แยกไฟจราจรสามเหลี่ยม) รองลงมา 103 dB(A) บริเวณจุดตรวจวัดที่ 1 (แยกไฟจราจรประตูมหาวิทยาลัยขอนแก่น ศาลเจ้าพ่อมอดินแดง) และ 94 dB(A) บริเวณจุดตรวจวัดที่ 2 (แยกไฟจราจรศูนย์หัวใจ) ตามลำดับ (ดังตารางที่ 3) ซึ่งจากการศึกษาพบว่า ระดับเสียงสูงสุดที่ตรวจวัดได้ทั้ง 3 จุดเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ (ดังภาพที่ 5)

ตารางที่ 3 ระดับเสียงเฉลี่ย 1 ชั่วโมง (Leq 1 hr) ระดับเสียงเฉลี่ย 2 ชั่วโมง (Leq 2 hr) และระดับเสียงสูงสุด (Lmax) ระดับเสียงต่ำสุด (Lmin) จำแนกตามจุดตรวจและช่วงเวลาในเวลากลางคืน (dB(A))

ลำดับ ที่	ช่วงเวลา	ระดับเสียง	ระดับเสียงแต่ละจุดตรวจ dB(A)		
			จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3
1	18.00-19.00 น.	Leq 1 hr	68	65	72
		Lmin - Lmax	54-88	51-84	59-95
2	19.00-20.00 น.	Leq 1 hr	67	66	70
		Lmin - Lmax	50-103	51-94	60-107
กลางคืน (18.00-20.00 น.)		Leq2hr	67	66	71
		Lmax	103	94	107
		เทียบมาตรฐาน*	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน

*ค่าระดับเสียงสูงสุดไม่เกิน 115 dB(A)

3. เปรียบเทียบระดับเสียงจากการจราจรในช่วงเวลากลางวันและกลางคืน

ผลการศึกษาระดับเสียงเฉลี่ยช่วงเวลากลางวัน (Leq9 hr) และช่วงเวลากลางคืน (Leq2 hr) จำนวน 3 จุด คือ จุดที่ 1 จุดที่ 2 และจุดที่ 3 พบว่า บริเวณจุดที่ 2 (แยกไฟจราจรศูนย์หัวใจ) และจุดที่ 3 (แยกไฟจราจรสามเหลี่ยม) มีระดับเสียงเฉลี่ยเท่ากัน คือ 66 และ 71 dB(A) ตามลำดับ และจุดตรวจวัดที่ 2 (แยกไฟจราจรศูนย์หัวใจ) มีระดับเสียงเฉลี่ยช่วงเวลากลางคืนมากกว่ากลางวันเล็กน้อย คือ 67 และ 66 dB(A) (ดังตารางที่ 4)

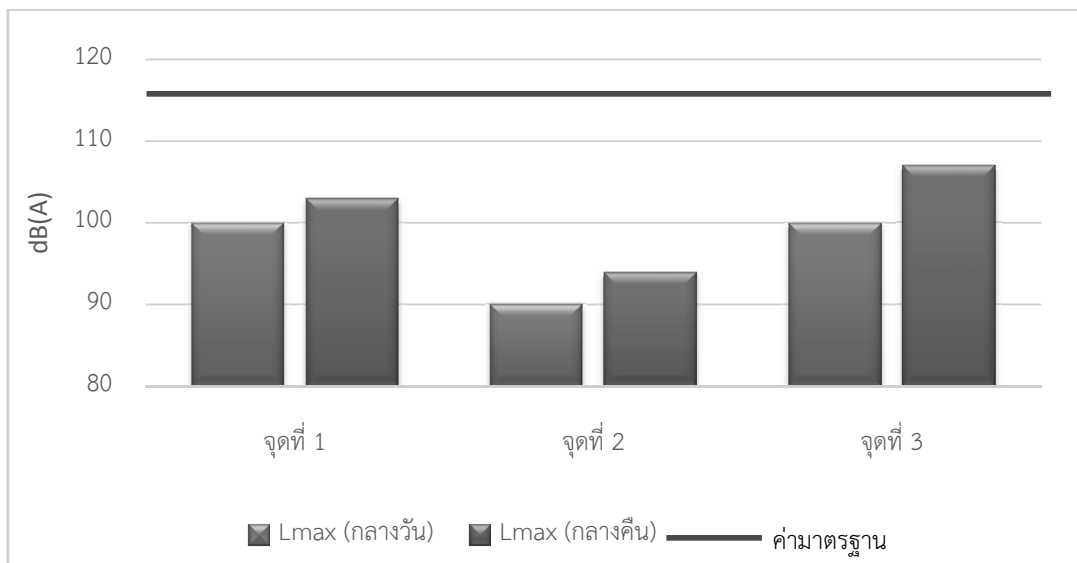
ผลการศึกษาระดับเสียงสูงสุด (Lmax) ช่วงเวลากลางวันและช่วงเวลากลางคืน พบว่า ช่วงเวลากลางคืนมีระดับเสียงสูงกว่าในช่วงเวลากลางวันทั้ง 3 จุด โดยบริเวณที่มี Lmax มากที่สุด คือ บริเวณจุดตรวจวัดที่ 3 (สี่แยกไฟจราจรสามเหลี่ยม) ช่วงเวลากลางคืนเท่ากับ 107 dB(A) ช่วงเวลากลางวัน 100 dB(A) รองลงมาบริเวณจุดตรวจวัดที่ 1 (แยกไฟจราจรประตู มหาวิทยาลัย ขอนแก่น ศาลเจ้าพ่อมอดินแดง) ช่วงเวลากลางคืนเท่ากับ 103 dB(A) ช่วงเวลากลางวัน 100 dB(A) และจุดตรวจวัดที่ 2 (แยกไฟจราจรศูนย์หัวใจ) ช่วงเวลากลางคืน 94 dB(A) ช่วงเวลากลางวัน 90 dB(A) ตามลำดับ (ดังตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบระดับเสียงเฉลี่ยและระดับเสียงสูงสุดจากการจราจรช่วงเวลากลางวันและกลางคืนทั้งหมด 3 จุด (dB(A))

จุดตรวจวัด	ระดับเสียงเฉลี่ย dB(A)		ระดับเสียงสูงสุด dB(A)	
	กลางวัน (Leq9 hr)	กลางคืน (Leq2 hr)	กลางวัน (Lmax)	กลางคืน (Lmax)
1	66	67	100	103
2	66	66	90	94
3	71	71	100	107

4. เปรียบเทียบระดับเสียงสูงสุดกับเกณฑ์มาตรฐาน

เมื่อเปรียบเทียบระดับเสียงสูงสุด (Lmax) จุดที่ 1 จุดที่ 2 และจุดที่ 3 ช่วงเวลากลางวันและช่วงเวลากลางคืนกับเกณฑ์มาตรฐานที่ได้กำหนดไว้ พบว่า Lmax ทั้ง 3 จุด มีระดับเสียงที่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานที่ได้กำหนดไว้ แต่มีระดับเสียงส่วนใหญ่มาก่อนข้างสูง ส่วนใหญ่ 100 dB(A) ขึ้นไป ซึ่งถ้าในอนาคตมีระดับเสียงที่เกินกว่าเกณฑ์มาตรฐานตามที่กำหนดจะทำให้เกิดผลกระทบต่อระบบการได้ยินได้ (ดังภาพที่ 5)



ภาพที่ 5 เปรียบเทียบระดับเสียงสูงสุด (Lmax) ระหว่างช่วงเวลากลางวันและกลางคืน

สรุปผลการวิจัย

1. ระดับเสียงการจราจรในช่วงเวลากลางวัน

การศึกษาระดับเสียงบนถนนมิตรภาพ อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น ระยะทาง 7.1 กิโลเมตร เก็บตัวอย่างบริเวณแยกไฟจราจรที่ตัดผ่านถนนมิตรภาพ รวมจุดตรวจวัด 6 จุด ในเดือนมีนาคม ปี 2559 ตั้งแต่เวลา 08.00-17.00 น. เมื่อพิจารณาระดับเสียงเฉลี่ย 1 ชั่วโมง (Leq 1 hr) พบว่า มี Leq 1 hr สูงที่สุดเท่ากับ 73 dB(A) ในช่วงเวลา 09.00-10.00 น. บริเวณจุดตรวจวัดที่ 3 (แยกไฟจราจรสามเหลี่ยม) และบริเวณจุดตรวจวัดที่ 4 (แยกไฟจราจรเซ็นทรัลขอนแก่น) เวลา 12.00-13.00 น. ซึ่งระดับเสียงต่ำสุด (L_{min}) และสูงสุด (L_{max}) อยู่ระหว่าง 60-100 dB(A) และ 57-102 dB(A) ตามลำดับ และเมื่อพิจารณา Leq 1 hr ทั้ง 6 จุด พบว่า ช่วงเวลา 12.00-13.00 น. มี Leq 1 hr มากที่สุด และมีผลการตรวจวัดมีระดับเสียงเฉลี่ย (Leq 9 hr) ทั้ง 6 จุด อยู่ระหว่าง 66-71 dB(A) พบสูงสุด 71 dB(A) 2 จุด คือ บริเวณจุดตรวจวัดที่ 3 (แยกไฟจราจรสามเหลี่ยม) และจุดตรวจวัดที่ 6 (แยกไฟจราจรเจริญศรี) รองลงมา 70 dB(A) บริเวณจุดตรวจวัดที่ 5 (แยกไฟจราจรมหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ)

2. ระดับเสียงการจราจรในช่วงเวลากลางคืน

ผลการตรวจวัดระดับเสียงในช่วงเวลากลางคืน ตั้งแต่เวลา 18.00-20.00 น. ทั้ง 3 จุด ได้แก่ จุดตรวจวัดที่ 1 (แยกสัญญาณไฟจราจรประตุมหาวิทยาลัยขอนแก่น ศาลเจ้าพ่อมอดินแดง) จุดตรวจวัดที่ 2 (แยกไฟจราจรศูนย์หัวใจ) และจุดตรวจวัดที่ 3 (แยกไฟจราจรสามเหลี่ยม) เมื่อพิจารณาระดับเสียงเฉลี่ย 1 ชั่วโมง (Leq 1 hr) และระดับเสียงเฉลี่ย 2 ชั่วโมง (Leq 2 hr) พบว่า มีระดับเสียงสูงที่สุดที่บริเวณจุดที่ 3 (แยกไฟจราจรสามเหลี่ยม) เช่นเดียวกับระดับเสียงในช่วงเวลากลางวัน

3. เปรียบเทียบระดับเสียงการจราจรในช่วงเวลากลางวันและกลางคืน

ผลการศึกษาระดับเสียงสูงสุด (L_{max}) เมื่อเปรียบเทียบในช่วงเวลากลางวันและช่วงเวลากลางคืน จุดที่ 1 ถึง จุดที่ 3 พบว่า ระดับเสียงที่ตรวจวัดได้ในช่วงเวลากลางคืนสูงกว่าระดับเสียงที่ตรวจวัดได้ในช่วงเวลากลางวัน ทั้ง 3 จุด คือ จุดที่ 1 (แยกไฟจราจรประตุมหาวิทยาลัยขอนแก่น ศาลเจ้าพ่อมอดินแดง) จุดที่ 2 (แยกไฟจราจรศูนย์หัวใจ) และจุดที่ 3 (แยกไฟจราจรสามเหลี่ยม)

4. เปรียบเทียบระดับเสียงสูงสุดกับเกณฑ์มาตรฐาน

ผลการตรวจวัดระดับเสียงสูงสุด (L_{max}) ในช่วงเวลากลางวัน 6 จุด และช่วงเวลากลางคืน 3 จุด พบว่า เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานที่ได้กำหนดไว้ทุกจุดและทุกช่วงเวลา แต่มี L_{max} ที่ค่อนข้างสูงในบางจุด ซึ่งส่วนใหญ่พบว่า มีระดับเสียงตั้งแต่ 100 dB (A) ขึ้นไป ซึ่งถ้าสูงขึ้นเรื่อย ๆ จนมากกว่าเกณฑ์มาตรฐาน จะทำให้มีผลกระทบต่อประชาชนหรือกลุ่มคนที่อยู่อาศัยในบริเวณดังกล่าว และต้องสัมผัสเสียงที่เกินค่ามาตรฐานเป็นเวลานาน อาจก่อให้เกิดอันตรายและความรำคาญต่อการได้ยินได้ โดยสามารถทำให้เกิดผลกระทบทั้งต่อจิตใจและอารมณ์ (ดังภาพที่ 4 และภาพที่ 5)

อภิปรายผลการวิจัย

ผลการตรวจวัดระดับเสียงเฉลี่ย 1 ชั่วโมง (L_{eq} 1 hr) ในช่วงเวลากลางวัน พบว่า มีระดับสูงสุด บริเวณจุดตรวจที่ 3 และบริเวณจุดตรวจวัดที่ 4 อาจเนื่องมาจากเป็นแยกไฟจราจรที่มีขนาดใหญ่ โดยจุดที่ 3 มีเส้นทางอุโมงค์ลอดผ่าน และใกล้กับสถานีขนส่งผู้โดยสารประจำจังหวัด ทำให้มีเส้นทางการเดินทางที่ตัดผ่านมากกว่าแยกไฟจราจรอื่นๆ และทั้ง 2 จุด เป็นเส้นทางเส้นหลักที่ตัดผ่านเข้าไปในเขตเทศบาลเมืองขอนแก่นมีรถประจำทางส่วนใหญ่วิ่งผ่าน จึงทำให้มีระดับเสียงมากกว่าจุดอื่นๆ ได้เช่นกัน ผลการตรวจวัด L_{eq} 1 hr ทั้ง 6 จุด พบสูงที่สุดในช่วงเวลา 12.00-13.00 น. ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากเป็นช่วงเวลาของการพักรับประทานอาหารกลางวัน ซึ่งเป็นไปได้ว่ามีพนักงานทั้งหน่วยงานราชการ และเอกชนที่ทำงานในบริเวณพื้นที่ดังกล่าว หรือนักศึกษาจากมหาวิทยาลัยของรัฐ และเอกชนจากหลายสถาบันที่อยู่ใกล้เคียงใช้เส้นทางดังกล่าว ที่มีจำนวนร้านอาหารจำนวนมากและมีห้างสรรพสินค้าขนาดใหญ่ จึงมีการใช้เส้นทางจราจรที่มากขึ้นในช่วงเวลานั้น ทำให้มีระดับเสียงดังมากขึ้นด้วย และผลการตรวจวัดระดับเสียงในช่วงเวลากลางวันทั้ง 3 จุด เมื่อพิจารณา L_{eq} 1 hr พบสูงที่สุดบริเวณจุดที่ 3 เช่นเดียวกับผลการตรวจวัดระดับเสียงในช่วงเวลากลางวัน

ผลการตรวจวัดมีระดับเสียงเฉลี่ย (L_{eq} 9 hr) พบสูงสุด 3 จุด ได้แก่ บริเวณจุดตรวจวัดที่ 3 บริเวณจุดตรวจวัดที่ 5 และบริเวณจุดตรวจวัดที่ 6 เมื่อพิจารณาจุดตรวจวัดทั้ง 3 จุด พบว่าเป็นแยกไฟจราจรที่มีขนาดใหญ่อยู่ใกล้กับสถานีขนส่งผู้โดยสาร สถานศึกษา โรงงานอุตสาหกรรม บริษัทเอกชนและสถานประกอบการทั้งขนาดใหญ่และขนาดเล็ก การใช้เส้นทางในการจราจรเป็นจำนวนมากทั้งรถยนต์ (ระดับเสียง 85 dB (A)) รถจักรยานยนต์ (ระดับเสียง 88 dB(A)) รถบรรทุก (ระดับเสียง 96 dB(A)) (Sirchanhod. 2555) และรถโดยสารประจำทางที่มีผลการตรวจวัดระดับเสียงในปี 2553 เกินมาตรฐานร้อยละ 76.0 (เกลิงศักดิ์ เพ็ชรสุวรรณ. 2553) วิ่งผ่านเป็นจำนวนมาก จึงทำให้มี L_{eq} 9 hr. บริเวณดังกล่าวอยู่ในระดับที่สูง

ผลการเปรียบเทียบระดับเสียงสูงสุด (L_{max}) พบว่า ในช่วงเวลากลางวันมีระดับเสียงสูงกว่าช่วงเวลากลางวันทั้ง 3 จุด ซึ่งเป็นไปตามทฤษฎีการหักเหของเสียง ที่ช่วงเวลากลางคืนจะมีการหักเหได้ไกลกว่าเนื่องจากมีอุณหภูมิใกล้ผิวโลกที่ต่ำกว่า จึงทำให้ได้รับสัมผัสเสียงที่ดังกว่าในช่วงเวลากลางวัน(อนุชา ขาติวงศ์. 2559) และเมื่อพิจารณาผลการตรวจวัดระดับเสียงสูงสุด (L_{max}) ในช่วงเวลากลางวันทั้ง 6 จุด และในช่วงเวลากลางคืน 3 จุด พบว่า มีระดับเสียงสูงสุดเป็นไปตามที่มาตรฐานกำหนด คือ มีค่าไม่เกิน 115 dB(A) (ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. 2540) สอดคล้องกับการศึกษาระดับเสียงบริเวณถนนที่มีการจราจรหนาแน่นในเขตเมืองพิษณุโลก ซึ่งเป็นเขตพื้นที่ในอำเภอเมืองเช่นเดียวกัน (อันวดี ศรีธาวิรัตน์. 2552) แต่เมื่อพิจารณาระดับเสียงสูงสุดทุกจุดทุกช่วงเวลาพบว่า ส่วนใหญ่มี L_{max} ในระดับที่สูง (90-107 dB (A)) ถ้าในอนาคตมีระดับเสียงสูงมากกว่า 115 จะก่อให้เกิดอันตรายต่อระบบการได้ยิน หรือเกิดความรำคาญ อาจมีผลทำให้เกิดผล

กระทบหรือผลเสียที่เกิดกับประชาชนที่อาศัยอยู่บริเวณใกล้เคียงกับเส้นทางจราจรหรือกลุ่มคนที่มีอาชีพที่ต้องทำงานในบริเวณเส้นทางจราจรได้ เช่น ตำรวจจราจร

โดยจากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระดับเสียงจากการจราจรกับการตอบสนองของประชากรมีความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละของความรำคาญกับค่าระดับเสียงเฉลี่ย ด้วยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ 0.83 (ศรีบุญชู ชูพล. 2544) ดังนั้นจึงควรมีการเฝ้าระวังด้วยการตรวจวัดระดับเสียงเป็นประจำ มีมาตรการควบคุมระดับเสียงจราจร เช่น มีการควบคุมตรวจวัดยานพาหนะอย่างเคร่งครัดและสม่ำเสมอ การจำกัดการใช้แตรสัญญาณ การจัดทำกำแพงกันเสียงหรือวัสดุดูดซับเสียงและการออกแบบปรับปรุงถนนให้สามารถลดเสียงได้ (เล็งศักดิ์ เพ็ชรสุวรรณ. 2553) เพื่อเป็นการป้องกันผลกระทบต่อสุขภาพที่อาจเกิดขึ้น ได้แก่ อาการประสาทหูเสื่อมหรือการเสื่อมของการได้ยินและแก้ไขผลที่จะเกิดจากการจราจรในอนาคตได้

ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

1. นอกจากการศึกษาระดับเสียงด้วยวิธีการตรวจวัดบริเวณแหล่งกำเนิดเสียง สามารถเก็บข้อมูลผลกระทบต่อการสัมผัสเสียงจากการจราจรเพิ่มเติมในรูปแบบของการรายงานของผู้อาศัยและทำงานบริเวณโดยรอบแยกไฟจราจรได้ เพื่อนำมาพิจารณาควบคู่กันในการวิเคราะห์ผลกระทบที่เกิดจากเสียงของการจราจร ก่อนดำเนินการป้องกันและแก้ไขปัญหาที่จะเกิดขึ้นต่อไป

2. จากผลของการตรวจวัดระดับเสียงสูงสุด (L_{max}) ที่เกิดจากการจราจรตั้งแต่ 100 dB(A) ทั้ง 3 จุด คือ บริเวณจุดตรวจวัดที่ 1 จุดตรวจวัดที่ 3 และจุดตรวจวัดที่ 4 ทั้งช่วงเวลากลางวันและกลางคืนถึงแม้ระดับเสียงดังกล่าวยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน แต่พบว่า มีระดับเสียงที่สูงที่สุด ดังนั้นควรมีการเฝ้าระวังระดับเสียงบริเวณดังกล่าว โดยหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรมีมาตรการควบคุมระดับเสียงจราจร เพื่อเป็นการป้องกันผลกระทบที่จะเกิดขึ้นและแก้ไขผลที่จะเกิดจากการจราจรในอนาคต เช่น มีการควบคุมตรวจวัดระดับเสียงของยานพาหนะแต่ละประเภทอย่างเคร่งครัดและสม่ำเสมอ การจำกัดการใช้แตรสัญญาณ การจัดทำกำแพงกันเสียงหรือวัสดุดูดซับเสียง การออกแบบปรับปรุงถนนให้สามารถลดเสียงได้

เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. (2550). คู่มือวัดเสียงรบกวน. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์บริษัทไอทีบีรันท จำกัด.
_____. (2554). รายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย ปี 2554. สืบค้นเมื่อ 6 ตุลาคม 2560
จาก http://www.pcd.go.th/info_serv/Eco_Asean/files/Report_Thai2554.pdf.

- กรมควบคุมมลพิษ. (2560). รายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย ปี 2559. สืบค้นเมื่อ 4 เมษายน 2561 จาก <http://www.pcd.go.th>.
- ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. (2540). เรื่องกำหนดมาตรฐานระดับเสียงทั่วไป. สืบค้นเมื่อ 21 มีนาคม 2560 จาก http://infofile.pcd.go.th/air/Noise_law.pdf?CFID=11473631.
- เถลิงศักดิ์ เพ็ชรสุวรรณ. (2553). **Source, Type and Effect of Noise Pollution**. สืบค้นเมื่อ 10 ตุลาคม 2560 จาก http://www.en.mahidol.ac.th/elearning/upload/Pollution_Analysis_Noise.pdf
- สำนักงานจัดการคุณภาพอากาศและเสียง. (2559). **สรุปข้อมูลผลการตรวจวัดระดับเสียงจังหวัดขอนแก่น ปี 2557**. สืบค้นเมื่อ 8 ตุลาคม 2560 จาก <http://aqnis.pcd.go.th/noise>.
- ธันวดี ศรีธาวรัตน์. (2552). การศึกษาผลกระทบด้านเสียงจากการจราจรโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์. *วารสารวิทยาศาสตร์*, 10(1-2): 34-45.
- ศรีัญญา ชูพล. (2544). การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระดับเสียงจากการจราจรกับการตอบสนองของประชากรในชุมชนพื้นที่พาณิชยกรรมและที่อยู่อาศัยหนาแน่นมากในเขตเทศบาลนครหาดใหญ่. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- อนุชา ขาดิวศ์. (2559). **ตอนกลางคืนได้ยินเสียงชัดกว่าตอนกลางวัน**. สืบค้นเมื่อ 19 พฤศจิกายน 2560 จาก <http://anucha.patum.ac.th>.
- Ashfield. (2017). **Noise Nuisance** [Online]. Retrieved May 14, 2017, from <https://www.ashfield.gov.uk/residents/community-safety/community-nuisance/noise-nuisance>.
- Basner, M., Babisch, W., Davis, A., Brink, M., Charlotte, C. & Janssen, S. (2014). Auditory and non-auditory effects of noise on health. *The Lancet*, 388 (9925): 1325-1332.
- Google Map. (2559). **เส้นทางอำเภอเมืองจังหวัดของแก่น**. สืบค้นเมื่อ 2 มีนาคม 2559, จาก <https://www.google.co.th/maps>.
- Mohammadi, G. (2009). An investigation of community respond to urban traffic noise. *Journal of Environmental Health Science & Engineering*, 2: 137-142.
- Sirchanhod. (2012). **มลพิษทางเสียง (Noise Pollution)**. สืบค้นเมื่อ 10 ตุลาคม 2560 จาก <https://sirchanhod.wordpress.com/2012/02/13/noise-pollution>.
- Zannin, P. H. T., Bunn F. (2014). Noise annoyance through railway traffic - a case study. *Journal of Environmental Health Science & Engineering*, 12: 1-12.

Zannin, P. H. T., Calixto, A., Diniz, F. B., Ferreira, J. A., &Schuhli, R. B. (2003). Survey of urban noise annoyance in a large Brazilian city: the importance of a subjective analysis in conjunction with an objective analysis. **Environmental Impact Assessment Review**, 24(5): 255–273.