

การจำลองรูปแบบการกระจายมลพิษทางเสียงจากการจราจรบริเวณรอบมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน

Noise Simulation on SoundPLAN Surrounding Kasetsart University.

น้ำฝน ยอดดี¹, เกียรติกร อายุวัฒน์², ธงไชย โรหิตะดิษฐ์ ศรีนพคุณ³

¹ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

² ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

³ ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Email: numfon_yod@windowslive.com



บทความนี้มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อประเมินปัญหาการกระจายเสียงจากการจราจรรอบมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยใช้โปรแกรม SoundPLAN จำลองการกระจายของเสียง โดยแบ่งการจำลองเป็น 2 กรณี คือ กรณีที่ 1 จำลองการกระจายของเสียงรอบมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ แนวเขตรั้วติดกับถนนสายหลักได้แก่ ถนนพหลโยธิน ถนนงามวงศ์วาน ถนนวิภาวดีรังสิต และทางยกระดับอุตราภิมุข โดยมีเสียงรบกวนจากการจราจรเป็นแหล่งกำเนิดเสียงที่สำคัญ พบว่า ค่าความดังเสียง $L_{eq} 24$ ชั่วโมง เท่ากับ 43.2- 76.3 เดซิเบลเอ โดยส่วนใหญ่มีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติฉบับที่ 15 พ.ศ. 2540 (ไม่เกิน 70 เดซิเบลเอ) คิดเป็นร้อยละ 87 เมื่อนำระดับเสียงกลางวันถึงกลางคืน L_{dn} นำมาเปรียบเทียบกับ US.EPA พบว่าระดับเสียงเท่ากับ 47.8-78 เดซิเบลเอ โดยส่วนใหญ่เกินค่าเสนอแนะของ US.EPA (ไม่เกิน 55 เดซิเบลเอ) คิดเป็นร้อยละ 72 ของพื้นที่ที่ทำการประเมินทั้งหมด ส่วนผลกระทบของมลพิษทางเสียงที่มีต่อมหาวิทยาลัยส่วนใหญ่ ได้แก่ เสียงรบกวน ทำให้หงุดหงิด รบกวนการทำงาน และเกิดความเครียด ซึ่งจะเกิดขึ้นในช่วงเวลาสั้นๆ ที่เกิดเสียงรบกวน ส่วนกรณีที่ 2 จำลองการกระจายของเสียงรอบมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ หลังมีการปรับปรุงสภาพตามแนวทางผ่านของเสียง โดยการสร้างกำแพงกันเสียงริมทางหลวง โดยจำลองที่ความสูง 6 เมตร พบว่าค่าความดังเสียงที่ได้ลดลงจากเดิม 0.1-15.1 เดซิเบลเอ

□ คำสำคัญ :

เสียงจากการจราจร การจำลองเสียง มลพิษทางเสียง

Abstract

The purpose of this article is to study and evaluate the problems of noise pollution from the traffic in Kasetsart University area by using SoundPLAN Software application. It was separated into 2 cases. The first case was to simulate noise distribution around the area outside university



boundary which are Phahonyothin Road, Ngam Wong Wan Road, Viphavadhira Road, and Uthumphu Road. Noise pollution in this area was caused by road traffic noise. The simulation showed that 24 hours Leq (Equivalent continuous sound level) in this area was 43.2 – 76.3 db(A) which did not exceed the limit of Office of National Environmental Board at 70 db(A). The simulated 24 hours Leq was about 87% of the law limit. When compare the simulated 47.8 – 78 db(A) day and night sound level or Ldn (Day-Night Average Sound Levels) with US.EPA (United States Environmental Protection Agency) which has the higher limit at 55 db(A), it is found that the sound level is mostly around 72% exceed this limit. These higher sound levels will effect to people in the area by creating an annoyance, reducing the work or learn performance and somehow will building up the mind stress to the people when this sound occurs. The second case was to simulate noise distribution around the area outside university after improved path of sound by barrier building 6 meter at height shows that sound level decrease 0.1-15 db(A).

Keywords :

roadtraffic noise, noise simulation, noise pollution

1. บทนำ

ปัญหามลพิษทางเสียงเป็นปัญหาที่พบในเขตชุมชน และพื้นที่พัฒนาต่างๆ ที่มีการขยายตัวของการคมนาคมขนส่ง โดยเฉพาะกรุงเทพมหานคร ซึ่งจัดเป็นศูนย์กลางทางการปกครอง การศึกษา การคมนาคมขนส่ง และอื่นๆ อีกมากมาย เนื่องจากจัดเป็นศูนย์กลางความเจริญ จึงมีการขยายตัว เพื่อรองรับกิจกรรมต่างๆ โดยเฉพาะการคมนาคมขนส่ง ซึ่งถือเป็นสาเหตุสำคัญประการหนึ่ง ที่ก่อให้เกิดมลพิษทางเสียง และการเพิ่มปริมาณรถ โดยปราศจากการควบคุมที่เข้มงวด ส่งผลต่อปัญหาเสียงรบกวน ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตของประชาชน และผู้ปฏิบัติงานในบริเวณใกล้เคียงถนน เช่น ที่พักอาศัย สถานที่ทำงาน สถาบันการศึกษา เป็นต้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งสถาบันการศึกษาซึ่งจัดว่าเป็นพื้นที่ที่ไวต่อผลกระทบอย่างมาก ต่อเสียงรบกวน [1] มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (มก.) วิทยาเขตบางเขน เป็นสถานศึกษาที่มีลักษณะพิเศษ โดยมีพื้นที่ทั้งหมด 846 ไร่ 15 ไร่

และ 2 สถาบันสมทบ ซึ่งมีสถานศึกษาและหน่วยงานราชการอยู่ในพื้นที่เดียวกัน มีนิสิต และบุคลากรทั้งหมดจำนวน 43,636 คน แบ่งเป็นจำนวนนิสิต 36,150 คน [2] และบุคลากรจำนวน 7,486 คน [3] ประกอบด้วย มก. มีเขตรั้วติดกับถนน สายหลัก 4 สาย ได้แก่ ถนนพหลโยธิน ถนนงามวงศ์วาน ถนนวิภาวดีรังสิต และทางยกระดับอุตราภิมุข โดยมียานพาหนะจำนวนมากแล่นผ่าน และก่อให้เกิด ปัญหามลพิษทางเสียงได้ในเขตการเรียนการสอน ดังนั้นจึงมีการศึกษาปัญหามลพิษทางเสียงในพื้นที่ มก. เพื่อป้องกันผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น

ด้วยเหตุผลดังกล่าวการศึกษานี้จึงได้จำลอง รูปแบบการกระจายมลพิษทางเสียงต่อประชากรใน มก. วิทยาเขตบางเขน โดยใช้โปรแกรมซอฟต์แวร์ SoundPLAN ในการประเมินวิเคราะห์ทางด้านเสียง เพื่อประเมินระดับความรุนแรงที่เกิดจากมลพิษทางเสียงที่อาจส่งผลกระทบต่อประชากรใน มก. โดยมีวัตถุประสงค์

1. เพื่อจำลองการเกิดผลกระทบทางเสียง ต่อประชากรในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. เพื่อประเมินผลกระทบและระดับความรุนแรงที่เกิดจากมลพิษทางเสียง

3. เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการวางแผนป้องกันปัญหามลพิษทางเสียง

2. อุปกรณ์

2.1 คอมพิวเตอร์หน่วยประมวลผล Acer Aspire Intel Pentium processor 2.3 GHz หน่วยความจำ Ram 1 GB 1 ชุด สำหรับรวบรวมข้อมูล

2.2 โปรแกรม SoundPLAN 7.2 เป็นซอฟต์แวร์ที่มีความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ในด้านมลพิษทางเสียง มลพิษทางอากาศ เสียงรบกวนจากการจราจร เสียงดังในโรงงานอุตสาหกรรม และเสียงเครื่องบิน มีมาตรฐานมากกว่า 50 มาตรฐานที่ใช้ซอฟต์แวร์นี้ในการคำนวณ โดย SoundPLAN จะแสดงแบบจำลองในการแพร่ของมลพิษออกแบบโดยบริษัท Braunstein + Berndt GmbH ประเทศเยอรมนี และมี SoundPLAN International LLC ประเทศสหรัฐอเมริกา พัฒนาอินเตอร์เฟซระหว่างสำนักงานพัฒนามากกว่า 30 ประเทศในการจัดจำหน่ายระหว่างประเทศที่ช่วยกระจาย และการบำรุงรักษาซอฟต์แวร์ SoundPLAN บนพื้นฐานทั่วโลก และมีการเชื่อมต่อโมเดลให้ใช้งานร่วมกับซอฟต์แวร์ Google Earth ได้ [4]

2.3 โปรแกรม Google Earth Version 7.1.1.1888 Google Earth เป็นซอฟต์แวร์ที่พัฒนาโดยบริษัทกูเกิล สำหรับการใช้ดูภาพถ่ายทางอากาศพร้อมทั้งแผนที่ เส้นทาง และผังเมืองซ้อนทับลงในแผนที่

3. วิธีการ

3.1 กำหนดปัญหา ศึกษาทฤษฎีและข้อมูลอ้างอิงที่เกี่ยวข้องงานวิจัย ศึกษาบทความ หนังสือ ในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับผลกระทบทางเสียงจากการจราจร และโปรแกรมที่ทำการวิจัย

3.2 รวบรวมข้อมูล เช่น แบบของอาคาร ปริมาณจราจร ผู้รับผลกระทบ แบบของตัวดูดซับเสียง เช่น ต้นไม้ยืนต้น และอัตราความเร็ว [5] โดยภาพที่ 1 แสดงให้เห็นแนวถนน และอาคารต่างๆ ใน มก.



ภาพที่ 1 ข้อมูลแนวถนน และอาคารใน มก.
จากโปรแกรม Google earth

3.3 สร้างแบบจำลองโดยอาศัยข้อมูลจากแผนที่ที่ได้จากโปรแกรม Google earth เป็นแผนที่ฐานข้อมูลแบบอาคาร จากการเดินสำรวจข้อมูลปริมาณและอัตราความเร็วพาหนะของถนนสายหลัก 3 สาย ได้แก่ ถนนงามวงศ์วาน ถนนพหลโยธิน และถนนวิภาวดีรังสิต จากสำนักการจราจรและขนส่ง [6] ข้อมูลปริมาณและอัตราความเร็วพาหนะของทางยกระดับอุตราภิมุข จากบริษัททางด่วนกรุงเทพ จำกัด (มหาชน) [7] มาสร้างแบบจำลองเส้นเสียง (Grid noise map)

3.4 วิเคราะห์ และออกแบบแบบจำลองเพื่อใช้ในการประเมินผลกระทบด้านเสียงที่เกิดขึ้น

3.5 วิเคราะห์ผลการดำเนินการ นำผลที่ได้จากการจำลองรูปแบบการกระจายมลพิษทางเสียง โดยใช้โปรแกรม SoundPLAN มาวิเคราะห์ และเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน

มาตรฐานระดับเสียงโดยทั่วไปของคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ 2540 กำหนดค่ามาตรฐานระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมงไว้ที่ 70 เดซิเบลเอ [8]



US.EPA (United States Environmental Protection Agency) ได้เสนอแนะระดับความดังสูงสุดที่บุคคลทั่วไปสามารถรับได้คือ Leq 24 ชั่วโมง ไม่เกิน 70 เดซิเบลเอ และ Ldn ไม่เกิน 55 เดซิเบลเอ [9]

3.6 สรุปผล วิเคราะห์ผล ข้อเสนอแนะ

ตารางที่ 1 ปริมาณพาหนะ และอัตราความเร็วเฉลี่ยที่วิ่งผ่านถนนสายหลัก (ที่มา: [6] และ [7])

ลำดับ	ชื่อถนน	ชื่อทางแยก	ปริมาณรถ (เฉลี่ยจำนวนคันต่อชั่วโมง)	ความเร็วเฉลี่ย (กม./ชั่วโมง)
1	พหลโยธิน	แยกเกษตร	5,367	23.1
2	งามวงศ์วาน	แยกบางเขน(2)- แยกเกษตร	2,834	27.1
3	วิภาวดีรังสิต	แยกบางเขน(2)	1,422	45.9
4	ทางยกระดับอุตราภิมุข	-	4,166	80.0

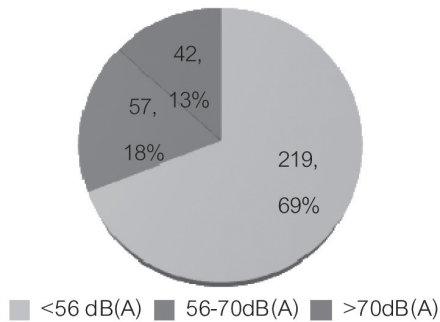
4. ผลดำเนินการวิจัย และวิเคราะห์ผล

การศึกษาวิจัยครั้งนี้แบ่งการศึกษาเป็น 2 กรณี คือ การจำลองการกระจายของเสียงรอบมก. แนวเขตรั้วติดกับถนนสายหลักในสภาพปัจจุบัน และการจำลองการกระจายของเสียงหลังการติดตั้งผนังกันเสียง ความสูง 6 เมตร ที่บริเวณโดยรอบ มก.

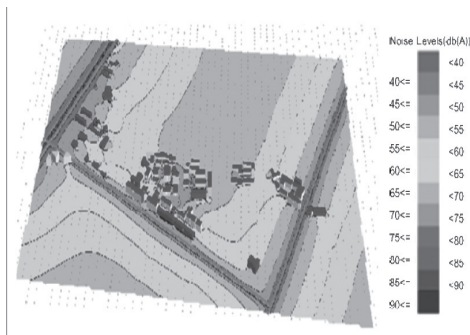
4.1 การจำลองการกระจายของเสียงรอบ มก. แนวเขตรั้วติดกับถนนสายหลักในสภาพปัจจุบัน โดยการแสดงผลของระดับเสียงที่เกิดจากการจราจรสามารถแสดงผลที่คำนวณได้จากแบบจำลองของเสียงตามตำแหน่งต่างๆ โดยใช้โปรแกรม SoundPLAN 7.2 รวมทั้งสามารถแสดงค่าระดับเสียงบริเวณอาคารต่างๆ และแสดงผลในลักษณะชั้นระดับเสียงของการจราจร จากถนนหลักดังนี้ ถนนวิภาวดีรังสิต ถนนงามวงศ์วาน ถนนพหลโยธิน และถนนทางยกระดับอุตราภิมุขซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดเสียงรบกวนที่สำคัญ รวมทั้งแสดงค่าระดับเสียงบริเวณอาคารต่างๆ ในเขต

มก. โดยได้แบ่งการประเมินระดับความเสี่ยงไว้ 2 ประเภท ได้แก่ การประเมินระดับความดังเสียง Leq 24 ชั่วโมง และการประเมินระดับความดังเสียง Ldn โดยมีผลการดำเนินการวิจัย ดังนี้

4.1.1 การประเมินระดับความดังเสียง Leq (Equivalent continuous sound level) 24 ชั่วโมง พบว่าระดับความดังเสียงตามแนวถนนรอบรั้วมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มีค่า Leq อยู่ในช่วงระหว่าง 43.2 เดซิเบลเอ ถึง 76.3 เดซิเบลเอ โดย 18% มีค่าระดับความดังเสียง ≤ 55 เดซิเบลเอ 69% มีค่าอยู่ระหว่าง 56-70 เดซิเบลเอ และ 13% มีค่ามากกว่า 70 เดซิเบลเอ ดังแสดงในภาพที่ 2 ซึ่งเกินมาตรฐานตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติฉบับที่ 15 พ.ศ. 2540 ที่กำหนดไว้ 70 เดซิเบลเอ และภาพที่ 3 แสดงการจำลองการกระจายของเสียง Leq 24 ชั่วโมง รอบ มก. โดยแบ่งระดับเส้นชั้นความดังของเสียงทำให้ทราบบริเวณที่มีผลกระทบทางเสียงมากที่สุด คือ อาคารที่อยู่ติดกับถนนสายหลักทั้ง 3 สาย

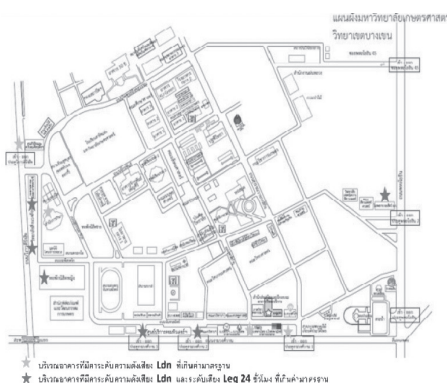


ภาพที่ 2 ร้อยละค่าระดับความดังเสียง Leq ในพื้นที่ มก.



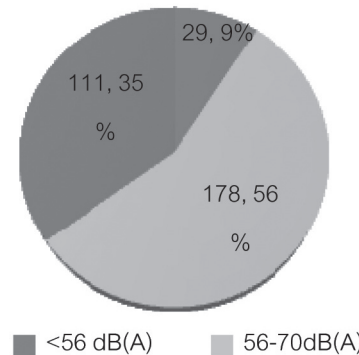
ภาพที่ 3 เส้นชั้นความดังของระดับเสียง ในพื้นที่โดยรอบ มก.

บริเวณอาคารที่มีค่าสูงเกินค่าเสนอแนะ US.EPA และมาตรฐานระดับเสียงโดยทั่วไปของคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ได้แสดงในภาพที่ 4

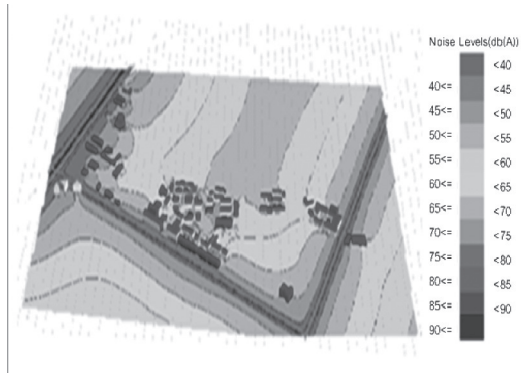


ภาพที่ 4 บริเวณอาคารที่มีค่าระดับความดังเสียง Ldn และ Leq 24 ชั่วโมงที่เกินค่ามาตรฐาน

4.1.2 การประเมินระดับความดังเสียง Ldn (Day-Night Average Sound Levels) พบว่าระดับความดังเสียงตามแนวนอนรอบรั้วมก. มีค่า Ldn อยู่ในช่วงระหว่าง 47.8-78 เดซิเบลเอ โดย 9% มีค่าระดับความดังเสียง ≤ 55 เดซิเบลเอ และ 91% มีค่ามากกว่า 55 เดซิเบลเอ ซึ่งค่าส่วนใหญ่พบว่าเกินค่าข้อเสนอแนะของ US.EPA ที่กำหนดไว้ไม่เกิน 55 เดซิเบลเอ โดยพื้นที่ที่มีค่าสูงเกินค่าข้อเสนอแนะ US.EPA ดังแสดงในภาพที่ 5 และภาพที่ 6 แสดงการจำลองการกระจายของเสียง LDN รอบ มก.



ภาพที่ 5 ร้อยละค่าระดับความดังเสียง Ldn ในพื้นที่ มก.



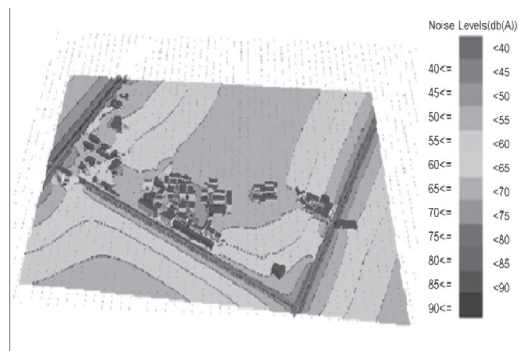
ภาพที่ 6 เส้นชั้นความดังของระดับเสียง ในพื้นที่โดยรอบ มก.



4.2 การจำลองการกระจายของเสียงรอบ มก. แนวเขตรั้วติดกับถนนสายหลักหลังการติดตั้งผนังกันเสียง (Barrier) ตามอาคารที่อยู่ติดกับถนนเส้นหลัก โดยได้แบ่งการประเมินระดับความเสียงไว้ 2 ประเภท ได้แก่ การประเมินระดับความดังเสียง Leq 24 ชั่วโมง และการประเมินระดับความดังเสียง Ldn โดยมีผลการดำเนินการวิจัย ดังนี้

การประเมินระดับความดังเสียง Leq (Equivalent continuous sound level) 24 ชั่วโมง และ

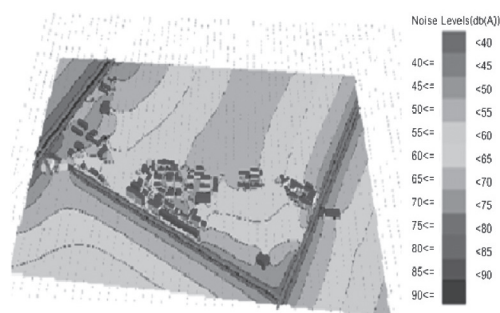
Ldn (Day-Night Average Sound Levels) หลังติดตั้ง ผนังกันเสียงความสูง 6 เมตร พบว่าสามารถลดเสียงได้ 0.1-15.1 เดซิเบลเอ แต่ยังคงพบว่าบางพื้นที่ยังมีค่าที่เกินค่ามาตรฐานอยู่ ภาพที่ 7 แสดงการกระจายของเสียง Leq 24 ชั่วโมง เมื่อมีการติดตั้ง ผนังกันเสียงความสูง 6 เมตร ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับภาพที่ 3 พบว่าบริเวณที่มีผลกระทบทางเสียงจากการจราจรลดน้อยลง



ภาพที่ 7 เส้นชั้นความดังของระดับเสียงในพื้นที่โดยรอบบริเวณถนน และอาคารในเขต มก. หลังติดตั้งผนังกันเสียง

ภาพที่ 8 แสดงการกระจายของเสียง Ldn เมื่อมีการติดตั้งผนังกันเสียงความสูง 6 เมตร ซึ่งเมื่อเปรียบ

เทียบกับภาพที่ 6 พบว่าบริเวณที่มีผลกระทบทางเสียงจากการจราจรลดน้อยลงเช่นกัน



ภาพที่ 8 เส้นชั้นความดังของระดับเสียงในพื้นที่โดยรอบบริเวณถนน และอาคารในเขต มก. หลังติดตั้งผนังกันเสียง



ผู้ใช้อาคารที่ได้รับผลกระทบโดยตรงมากที่สุด ได้แก่ อาคารหอพักนิสิตหญิงอาคารชวนชม และชงโค เนื่องจากขณะทดสอบเป็นช่วงเวลาพักผ่อนและอ่านหนังสือ เกิดการรบกวนต่อการใช้ชีวิตในหอพัก

5. สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาการประเมินผลกระทบด้านเสียงที่เกิดจากการจราจรบริเวณรอบ มก. บางเขน สามารถสรุปผลการศึกษาได้ ดังนี้

5.1 การประเมินระดับความดังเสียง Leq มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 43.2 ถึง 76.3 เดซิเบลเอ ซึ่งค่าส่วนใหญ่ร้อยละ 87 ที่ได้ไม่เกินมาตรฐานตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติฉบับที่ 15 พ.ศ.2540 ที่กำหนดไว้ 70 เดซิเบลเอ ซึ่งเป็นค่าระดับเสียงที่บุคคลทั่วไปสามารถรับได้

5.2 การประเมินระดับความดังเสียง Ldn พบว่าระดับความดังเสียงตามแนวถนนรอบรั้ว มก. มีค่า Ldn อยู่ในช่วงระหว่าง 47.8 ถึง 78 เดซิเบลเอ ซึ่งค่าส่วนใหญ่ร้อยละ 89 พบว่าเกินค่าข้อเสนอแนะของ US.EPA ที่กำหนดไว้ไม่เกิน 55 เดซิเบลเอ

5.3 การประเมินระดับความดังเสียง Ldn และ Leq หลังการจำลองการติดตั้งผนังกันเสียง พบว่ายังมีพื้นที่ที่มีระดับเสียงเกินค่ามาตรฐานอยู่ จึงควรพิจารณามาตรการป้องกันอื่นๆ เพิ่มเติม เช่น การปลูกต้นไม้ยืนต้นที่มีใบดกบริเวณริมรั้ว การออกแบบวัสดุผนังกันเสียงที่อาคารจะช่วยลดระดับเสียงลงได้

5.4 การจำลองโดยโปรแกรมนี้ทำให้เกิดความสะดวกและมีความชัดเจนในด้านผลกระทบของเสียงที่เกิดขึ้น รวมทั้งทำให้เห็นภาพ และเข้าใจง่ายถึงบริเวณที่มีผลกระทบของเสียงที่เกิดขึ้นจากแนวถนนสายต่างๆ ที่ผ่านมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ได้

6. กิตติกรรมประกาศ

บทความนี้ได้รับความอนุเคราะห์การดำเนินการจากบริษัทจีไอโนยด์ จำกัด และได้รับการสนับสนุนจากโครงการสหวิทยาการสาขาวิศวกรรมความปลอดภัย (ภาคพิเศษ) คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารอ้างอิง

- [1] กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม. 2544. มลพิษทางเสียง. พิมพ์ครั้งที่ 1. บริษัท ซิลค์คลับ จำกัด, กรุงเทพฯ.
- [2] http://www.ku.ac.th/kunews/news/56/7/4_nisit56.pdf, 14 ตุลาคม 2556.
- [3] <http://www.person.ku.ac.th/newweb/stat.html>, 14 ตุลาคม 2556
- [4] Abdullah, M.E., Shamsudin, M.K., Karim, N., Bahrudin, I.A., and Shah, S.M.R., 2009 "A study on noise level produced by road traffic in putrajaya using sondplan road traffic noise software" Malaysian Technical Universities Conference on Engineering and Technology June 20-22, 2009.



- [5] Jeong, J.H., 2010 “An application of a noise maps for construction and road traffic noise in Korea” International Journal of the Physical Sciences 5(7):1063-1073.
- [6] กลุ่มงานสถิติ ข้อมูลกองนโยบาย และแผนงาน สำนักการจราจร และขนส่ง. 2555 แหล่งที่มา: <http://203.155.220150/ttd/websiteTTD/statbook/b2555.pdf>, 4 กันยายน 2556
- [7] บริษัท ทางด่วนกรุงเทพ จำกัด (มหาชน), 2555. แหล่งที่มา: http://www.becl.co.th/2006/th/IR_AnnualReport.asp, 10 ตุลาคม 2556.
- [8] กรมควบคุมมลพิษ. 2544. รวมกฎหมายออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ.2535.
- [9] อนุชา เพียรชนะ.2538. การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านเสียงและสั่นสะเทือนจากโครงการรถไฟฟ้า บีทีเอส.วิทยานิพนธ์ ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์