แบบจำลองการประมาณค่าปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์จากการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ กรณีศึกษาพื้นที่ชุมชนตัวอย่างในเขตเทศบาลนครพิษณุโลก

Carbon Dioxide Emissions Model using Multiple Regression Analysis: A Case Study of Example Community in Phitsanulok Municipality.

ฉัตรสุดา ปานมี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาตรี เสนอภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาภูมิศาสตร์
ธันวาคม 2561
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

อาจารย์ที่ปรึกษา ประธานบริหารหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาภูมิศาสตร์ และหัวหน้าภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาตรี เรื่อง "แบบจำลองการประมาณค่าปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์จากการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ กรณีศึกษาพื้นที่ชุมชนตัวอย่างในเขตเทศบาลนครพิษณุโลก" เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาตรีวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาภูมิศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยนเรศวร

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กัมปนาท ปิยะธำรงชัย)

อาจารย์ที่ปรึกษา

.....

(รองศาสตราจารย์ พัฒนา ราชวงศ์)

ประธานบริหารหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาภูมิศาสตร์

.....

(อาจารย์ ดร. ชาญยุทธ กฤตสนันท์กุล)

หัวหน้าภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

ประกาศคุณูปการ

วิทยานิพนธ์เรื่องการศึกษาแบบจำลองการประมาณค่าปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์จากการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ กรณีศึกษาพื้นที่ชุมชนตัวอย่างในเขตเทศบาลนครพิษณุโลก สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ด้วยความช่วยเหลือจากอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กัมปนาท ปิยะธำรงชัย ซึ่งได้ให้คำแนะนำและแสดงความคิดเห็นต่าง ๆ ที่เปนประโยชน์ในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้เป็นอย่างมาก ผู้วิจัยถือโอกาสนี้ขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณคณาจารย์ สาขาวิชาภูมิศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมทุกท่าน ที่ได้ถ่ายทอดความรู้ คำแนะนำ และข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสำหรับวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้อันเป็นประโยชน์อย่างสูง

ขอขอบคุณตำรวจทุกท่านที่ดูแลอยู่ที่ หน่วยบริการประชาชนหนองอ้อ ตำบลท่าโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก เป็นอย่างยิ่งที่ให้ความร่วมมือในการขอดูข้อมูลจากกล้อง CCTV

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ พี่ ๆ น้อง ๆ ทุกคนให้คำปรึกษา และช่วยเก็บข้อมูลภาคสนามในการศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างยิ่ง

สุดท้ายขอขอบคุณบิดา มารดา และครอบครัวทุกคนที่เข้าใจ และคอยให้การสนับสนุนเป็นกำลังใจให้เสมอมา หากการศึกษาครั้งนี้มีข้อผิดพลาดประการใด ผู้วิจัยขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย

ฉัตรสุดา ปานมี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ชื่อเรื่อง แบบจำลองการประมาณค่าปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์จากการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ กรณีศึกษาพื้นที่ชุมชนตัวอย่างในเขตเทศบาลนครพิษณุโลก

ผู้วิจัย ฉัตรสุดา ปานมี

ประธานที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กัมปนาท ปิยะธำรงชัย

ประเภทสารนิพนธ์ วิทยานิพนธ์ วท.บ. สาขาวิชาภูมิศาสตร์, มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2561

คำสำคัญ ยานพาหนะ, แบบจำลองปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์, เซนเซอร์ตรวจวัดคาร์บอนไดออกไซด์

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศถือเป็นปัญหาสำคัญที่ทั่วโลกให้ความสนใจ สาเหตุจากก๊าซเรือนกระจกที่เพิ่มปริมาณมากขึ้นจนเกินปริมาณ คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) เป็นก๊าซเรือนกระจกชนิดหนึ่งที่สะสมความร้อนในบรรยากาศโลกจำนวนมาก ทำให้โลกมีอุณหภูมิที่สูงขึ้น การวิจัยนี้มุ่งเน้นไปที่การประเมินปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากปริมาณยานพาหนะแต่ละประเภท โดยมีวัตถุประสงค์ คือ เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างประเภทของยานพาหนะกับปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และเพื่อสร้างแบบจำลองปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์จากประเภทและจำนวนยานพาหนะ ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ได้จากเครื่องมือตรวจวัดคือ เซนเซอร์ และจำนวนยานพาหนะ 5 ประเภท คือ รถกระบะ รถเก๋ง รถอเนกประสงค์ รถ 6 ล้อขึ้นไป และรถจักรยานยนต์ ผลที่ได้จากการวิจัยในครั้งนี้แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์กับจำนวนและประเภทของยานพาหนะว่ามีความสัมพันธ์ต่อกัน และได้แบบจำลองการประมาณค่าปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งแสดงความสัพทันธ์ของตัวแปรจำนวน 3 ตัวแปร ได้แก่ จำนวนรถเก๋ง จำนวนรถจักรยานยนต์ และจำนวนรถอเนกประสงค์ แบบจำลองที่ได้สามารถประยุกต์ใช้กับการนับจำนวนรถด้วยวิธีอื่น ๆ เช่น จาก CCTV และข้อมูลการปริมาณการจราจร ของกรมทางหลวง เพื่อประมาณค่าคาร์บอนไดออกไซด์ได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

Title	CARBON DIOXIDE EMISSIONS MODEL USING MULTIPLE REGRESSION ANALYSIS: A CASE STUDY OF EXAMPLE COMMUNITY IN PHITSANULOK MUNICIPALITY
Author	Chatsuda Panmee
Advisor	Assistant Professor Kampanart Piyathamrongchai, Ph.D.
Academic Paper	Thesis B.S. in Geography, Naresuan University, 2018
Keywords	Vehicle, Carbon dioxide emissions model, Carbon dioxide emissions sensor

ABSTRACT

Currently, climate change is one of important problems that the world pays attention to. Major cause is the increasing of greenhouse gases over the capacity. Carbon dioxide (CO2) is one of greenhouse gases that accumulate atmospheric heat which affect to rising temperature of the earth surface. This research focuses on evaluation of quantity of carbon dioxide from the quantity of each type of vehicle. The objective is to find a relationship between types of vehicles and the concentration of carbon dioxide; and to create regression models that concern the vehicle types and amount of carbon emissions. The data used in the research are including: the amount of carbon dioxide obtained from a sensor instrument, and the number of 5 categorized vehicles e.g. pickup truck, sedan car, sport utility vehicle (SUV), middle and large trucks and motorcycles. The result shows high relationship of the concentration of carbon dioxide and the quantity of each type of vehicle. Regression model was constructed based on 3 factors including number of sedan car, number of motorcycle and sport utility vehicle. The model can be applied using other vehicle counting methods such as counting up from the CCTV network and applied to traffic data from Department of Highway to estimate the carbon dioxide.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

สารบัญ

บทที่ **หน้า**

1 บทนำ 0

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 3

สมมุติฐานของการวิจัย 3

ความสำคัญของการวิจัย 3

ขอบเขตของการศึกษา 4

ข้อตกลงเบื้องต้น 5

นิยามศัพท์เฉพาะ 5

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 6

2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 7

ภาวะโลกร้อน (Global warming) และ ก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse gas) 7

ภาวะโลกร้อน (Global warming) 7

ก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse gas) 8

ข้อมูลทั่วไปของลักษณะก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 10

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่มาจากยานพาหนะ 11

การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากเครื่องยนต์ 13

ข้อมูลทั่วไปของพื้นที่การศึกษาและจุดตรวจวัดที่เลือกศึกษา 13

การวัดปริมาณการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์จากยานพาหนะ 15

เซนเซอร์ Arduino และเซนเซอร์วัดปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ 16

MG-811 Carbon Dioxide CO2 Sensor Module 16

Jump Wire (Male to Female) หรือสายจัมป์ตัวผู้ - ตัวเมีย 17

WeMos D1 WiFi nodemcu Arduino Wifi UNO board ESP8266 Arduino IDE ..17

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ **หน้า**

โปรแกรม Arduino 18

แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....18

การวิเคราะห์การถดถอย.....18

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 20

3 **วิธีดำเนินการวิจัย**.....24

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย.....25

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....25

การเก็บรวบรวมข้อมูล.....25

การวิเคราะห์ข้อมูล 26

4 **ผลการวิจัย** 28

ผลการตรวจวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และจำนวนยานพาหนะในพื้นที่ศึกษา ...29

สภาพแวดล้อมของจุดตรวจวัดในพื้นที่.....29

จำนวนและประเภทของยานพาหนะในแต่ละจุดตรวจ 37

ปริมาณก๊าซคาร์บอนในพื้นที่ตรวจวัด 42

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตามด้วยการถดถอยพหุคูณเชิงเส้น.....46

ผลการวิเคราะห์การสร้างแบบจำลองการประมาณค่าปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้สมการการถดถอยพหุคูณ.....47

ผลการประยุกต์ใช้แบบจำลองในการประมาณค่าปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์.....48

5 **สรุปและอภิปรายผล** 52

สรุปผลการวิจัย 52

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ **หน้า**

อภิปรายผลการวิจัย.....54

ข้อเสนอแนะ.....55

บรรณานุกรม.....56

ภาคผนวก ก โค้ดที่ใช้รันโปรแกรม Ardudio.....60

ภาคผนวก ข การออกภาคสนามเก็บประเภทยานพาหนะ.....64

ภาคผนวก ค แบบสำรวจที่ใช้ในการ.....69

ภาคผนวก ง การประมาณค่าคาร์บอนไดออกไซด์.....71

ภาคผนวก จ แบบสำรวจจากการ.....74

ประวัติผู้วิจัย.....79

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

สารบัญตาราง

ตาราง **หน้า**

1 ตารางปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิง 13

2 พื้นที่ชุมชนจากการคำนวณในโปรแกรม ArcGIS.....15

3 ตารางแสดงปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ต่ำสุด.....43

4 ตารางแสดงปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์สูงสุด 43

5 ตารางแสดงค่าปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ยทุกช่วงเวลา.....45

6 แสดงผลการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์การตัดสินใจแบบพหุคูณ.....46

7 แสดงค่าประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยบางส่วน.....47

8 ประเภทยานพาหนะจากสำนักอำนวยความปลอดภัย กรมทางหลวง 51

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

สารบัญภาพ

ภาพ **หน้า**

1 แผนที่ขอบเขตพื้นที่ศึกษา....4

2 แสดงคุณสมบัติของก๊าซเรือนกระจก....8

3 ปรากฏการณ์เรือนกระจก....9

4 ปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์....11

5 MG-811 Carbon Dioxide Co2 Sensor Module....16

6 Jump Wire....17

7 WeMos D1....17

8 กรอบแนวคิด....24

9 แผนที่แสดงจุดตรวจวัดที่ 1....29

10 พื้นที่จริงจุดตรวจวัดที่ 1....30

11 แผนที่แสดงจุดตรวจวัดที่ 2....31

12 พื้นที่จริงจุดตรวจวัดที่ 2....32

13 แผนที่แสดงจุดตรวจวัดที่ 3....33

14 พื้นที่จริงจุดตรวจวัดที่ 3....34

15 แผนที่แสดงจุดตรวจวัดที่ 4....35

16 พื้นที่จริงจุดตรวจวัดที่ 4....36

17 แผนภูมิจำนวนและประเภทของยานพาหนะที่จุดตรวจวัดที่ 1....37

18 กราฟแสดงจำนวนและประเภทของยานพาหนะที่จุดตรวจวัดที่ 2....38

19 กราฟแสดงจำนวนและประเภทของยานพาหนะที่จุดตรวจวัดที่ 3....39

20 กราฟแสดงจำนวนและประเภทของยานพาหนะที่จุดตรวจวัดที่ 4....40

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

21 กราฟแสดงจำนวนยานพาหนะจากจุดตรวจวัดทั้งหมด 41

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ **หน้า**

22 แผนภูมิแสดงปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ของแต่ละจุดตรวจวัดตามช่วงเวลา 42

23 แผนที่แสดงปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์.....44

24 แผนที่แสดงปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ยของจุดตรวจวัดทั้งหมด 45

25 กราฟแสดงจำนวนและประเภทของยานพาหนะจาก CCTV.....49

26 แผนภูมิแสดงปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ทุกช่วงเวลาจาก CCTV.....50

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศถือเป็นปัญหาสำคัญที่ทั่วโลกให้ความสนใจ สาเหตุจากก๊าซเรือนกระจกที่เพิ่มปริมาณมากขึ้นจนเกินปริมาณ ก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gases) ที่สำคัญที่ถูกควบคุมจากพิธีสารเกียวโต (Kyoto protocol) มีอยู่ 6 ชนิด ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2), ก๊าซมีเทน (CH_4), ไนตรัสออกไซด์ (N_2O), ไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFCs), ซัลเฟอร์เฮ็กซฟลูออไรด์ (SF_6) และเพอร์ฟลูออโรคาร์บอน (PFCs) ซึ่งก๊าซทั้ง 6 ชนิดนี้ถูกปล่อยออกมาจากการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์อย่างต่อเนื่อง ทั้งในส่วนของการเผาไหม้เชื้อเพลิง การผลิตกระแสไฟฟ้า การขนส่ง หรือในกิจกรรมทางการเกษตร การปศุสัตว์ และอื่น ๆ ซึ่งปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกสู่ชั้นบรรยากาศเหล่านั้นมีปริมาณมากจนเกินสมดุลของธรรมชาติล้วนเป็นก๊าซที่มีส่วนทำให้อุณหภูมิของโลกสูงขึ้น (จารุวรรณ,2556) การเพิ่มขึ้นของก๊าซเรือนกระจกส่งผลให้เกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก (Greenhouse effect) ของโลก ปรากฏการณ์เรือนกระจกเป็นปรากฏการณ์ที่อุณหภูมิของบรรยากาศใกล้พื้นผิวโลกสูงขึ้นจากก๊าซเรือนกระจกที่สะสมอยู่ในบรรยากาศ ปรากฏการณ์เรือนกระจกนั้นเกิดขึ้นจากการที่พลังงานความร้อนจากอวกาศในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า โดยเฉพาะอย่างยิ่ง รังสีอินฟาเรด เดินทางทะลุชั้นบรรยากาศของโลกสู่พื้นผิวโลกได้ แต่ไม่สามารถสะท้อนจากผิวโลกแล้วเดินทางทะลุผ่านชั้นบรรยากาศกลับคืนสู่อวกาศได้ทั้งหมด จึงทำให้โลกกักเก็บอุณหภูมิไว้ที่พื้นผิวแล้วร้อนขึ้น (ชัยวัฒน์,2551)

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) เป็นก๊าซเรือนกระจกชนิดหนึ่งที่สะสมพลังงานความร้อนในบรรยากาศโลกเกือบจะมากที่สุดรองจากมีเทน ซึ่งทำให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นตัวการหลักทำให้อุณหภูมิของโลกสูงขึ้นมากที่สุดในบรรดาก๊าซเรือนกระจกชนิดอื่น ๆ คาร์บอนไดออกไซด์นั้นถือเป็นก๊าซพิษที่มีลักษณะ ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ไม่ติดไฟ ไม่กัดกร่อน มีอยู่ในธรรมชาติบริเวณเหนือมหาสมุทรประมาณ 0.03 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในเขตเมืองมีปริมาณเพิ่มประมาณ 0.03 เปอร์เซ็นต์ เป็น 0.06 เปอร์เซ็นต์ และมีอยู่ในลมหายใจออกของมนุษย์ประมาณ 5.6 เปอร์เซ็นต์ ก๊าซ

Copyright by Naresuan University
All rights reserved

คาร์บอนไดออกไซด์ถ้าเข้าสู่ร่างกายมนุษย์จะเกิดอันตรายได้ คือในกรณีที่ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เข้าสู่ร่างกายมนุษย์จนเข้าไปแทนที่ก๊าซออกซิเจนในปริมาณที่มากเกิน ทำให้ปริมาณออกซิเจนไม่เพียงพอต่อการหายใจ จะเกิดอาการพิษเฉียบพลัน ร่างกายจะมีการตอบสนองโดยมีอาการหายใจลึกมากกว่าเดิม หายใจติดขัด จนถึงอาการขาดออกซิเจน คือปวดศีรษะ วิงเวียนศีรษะ ความดันสูง อัตราการเต้นของหัวใจสูงขึ้น ถ้าความเข้มข้นสูงถึง 12 เปอร์เซ็นต์ จะหมดสติได้ในเวลาต่อมา พบมากบ่อยในกรณีที่อยู่ในที่ แออัดหรืออับอากาศ คาร์บอนไดออกไซด์ถูกปลดปล่อยสู่บรรยากาศโดยหลาย ๆ กระบวนการต่าง ๆ เช่น การเผาไหม้ในหลายรูปแบบ คือ การใช้น้ำมันเชื้อเพลิงในยานพาหนะ ในการหุงต้ม การตัดไม้ทำลายป่า การเผาป่า หรือการเผาหลังการเก็บเกี่ยว เป็นต้น โดยแต่ละพื้นที่ก็จะมีการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ที่แตกต่างกันไปตามกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์

การที่คาร์บอนไดออกไซด์ถูกปลดปล่อยสู่บรรยากาศจากกระบวนการการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงในยานพาหนะนั้น คือยานพาหนะแต่ละชนิดมีการใช้ประเภทของเชื้อเพลิงที่แตกต่างกันไปตามประเภทของยานพาหนะ เนื่องจากเครื่องยนต์นั้นมีขนาดที่ไม่เท่ากัน การปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์สู่บรรยากาศของการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงในยานพาหนะนั้นจึงประมาณค่าได้ยากหากไม่มีเครื่องมือ

เมืองพิษณุโลกเป็นเมืองขนาดใหญ่และเริ่มมีการขยายตัวเมืองไปตามเส้นทางถนนสายหลัก ทำให้มีปริมาณยานพาหนะที่เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ โดยเฉพาะพื้นที่ที่บริเวณทางแยกที่มีสัญญาณไฟจราจรหรือทางแยกที่มียานพาหนะจำนวนมากก็ยิ่งมีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่มากขึ้น

การวิจัยนี้มุ่งเน้นไปที่การประเมินปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากปริมาณยานพาหนะแต่ละประเภท ไอเสียของยานพาหนะมีส่วนประกอบ คือ คาร์บอนมอนนอกไซด์(CO) คาร์บอนไดออกไซด์(CO_2) ไฮโดรคาร์บอน(HC) ไนตริคออกไซด์(NO2) พวกอัลดิไฮด์(CHO) ซัลเฟอร์ไดออกไซด์(SO_2)(วิจิตร,2560) โดยใช้วิธีการนับจำนวนยานพาหนะแต่ละประเภทเพื่อนำข้อมูลไปหาความสัมพันธ์กับปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ทำการวัดจากเซนเซอร์ในภาคสนาม เพื่อนำไปสร้างแบบจำลองของปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์กับประเภทยานพาหนะ ซึ่งสามารถนำแบบจำลองไปใช้ประโยชน์กับพื้นที่ศึกษาอื่น จากการนับยานพาหนะผ่าน CCTV

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

เพราะสะดวกและย้อนกลับไปใช้แจงนับจำนวนรถตามช่วงเวลาที่ต้องการได้ แบบจำลองสามารถนำไปใช้กับข้อมูลของ กรมทางหลวงเพื่อประเมิณค่าปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์บนท้องถนนได้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างประเภทและจำนวนของยานพาหนะกับปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
2. เพื่อสร้างแบบจำลองปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์จากประเภทและจำนวนยานพาหนะเพื่อใช้ในการประมาณปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในพื้นที่อื่นจากแบบจำลอง

สมมุติฐานของการวิจัย

1. ประเภทของยานพาหนะมีความสัมพันธ์กับปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
2. แบบจำลองประมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สามารถใช้ในการประมาณค่าคาร์บอนไดออกไซด์จากจำนวนรถแต่ละประเภท

ความสำคัญของการวิจัย

การศึกษาแบบจำลองของการประมาณค่าของคาร์บอนไดออกไซด์ในชุมชนทั้ง 4 ชุมชนในเขตเทศบาลพิษณุโลกนั้น ถ้าข้อมูลที่ได้ทำการวิจัยนั้นมีความเชื่อมั่นมากพอที่จะนำแบบจำลองมาใช้ ก็จะเป็นแบบจำลองที่สามารถนำไปใช้กับการประมาณค่าปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์กับพื้นที่อื่นเพื่อวัดค่าคาร์บอนไดออกไซด์โดยไม่ต้องมีเซนเซอร์ได้ ซึ่งจะเป็นประโยชน์แก่การทำวิจัยในอนาคตกับงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และเป็นประโยชน์ต่อยอดกับการใช้ CCTV เพื่อประเมิณปริมาณค่าคาร์บอนไดออกไซด์ได้อีกด้วย เพราะเราสามารถนับจำนวนยานพาหนะจาก CCTV ได้ โดยที่ไม่ต้องไปลงภาคสนาม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

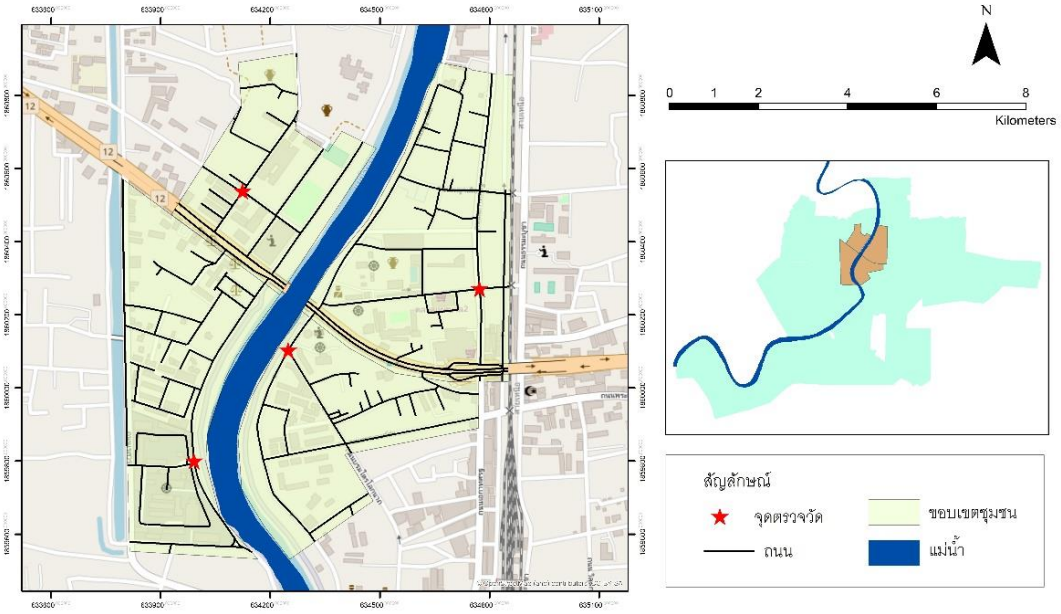
ขอบเขตของการศึกษา

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ได้กำหนดขอบเขตเป็น

1. ขอบเขตพื้นที่การศึกษา

พื้นที่ชุมชน 4 ชุมชน ได้แก่ ชุมชนเทพารักษ์ ชุมชนหลังศาล ชุมชนราชบูรณะ และชุมชนพญาเสือ ในเขตเทศบาลนครพิษณุโลก ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีความแตกต่างของจำนวนพาหนะในแต่ละจุดตรวจวัด

แผนที่จุดตรวจวัดปริมาณ CO2 ในขอบเขต
ชุมชนเทพารักษ์ หลังศาล พญาเสือ และราชบูรณะ จังหวัดพิษณุโลก



ภาพ 1 แผนที่ขอบเขตพื้นที่ศึกษา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

2. ขอบเขตเงื่อนไขในการเลือกวันและเวลาในการเก็บข้อมูล

ขอบเขตวันและเวลาที่จะเลือกศึกษานั้น จะทำการเก็บข้อมูลทุก ๆ 30 นาที ทำการเก็บ 2 ครั้งต่อวัน คือ ช่วงเช้า 7.00 น. – 9.00 น. และช่วงเย็น 17.00 น. – 19.00 น. จะได้ข้อมูล 8 ตัวอย่างต่อวัน เก็บรวบรวมทั้งหมด 4 วัน เพื่อให้ข้อมูลเพียงพอต่อการนำมาวิเคราะห์และเพียงพอต่อความน่าเชื่อถือของแบบจำลอง จึงควรมีข้อมูลตัวอย่างมากกว่า 30 ตัวอย่างขึ้นไป

ข้อตกลงเบื้องต้น

1. ในการวิจัยนี้ได้กำหนดประเภทของยานพาหนะเพื่อใช้ประมาณปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เป็น 5 ประเภท คือ รถกระบะ รถเก๋ง รถอเนกประสงค์ รถ 6 ล้อขึ้นไป และรถจักรยานยนต์
2. เครื่องมือวัดปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ใช้เครื่องมือ MG-811 Carbon Dioxide CO_2 Sensor Module โดยมีคุณสมบัติเฉพาะดังนี้
    - ความไวแสงสูง
    - ช่วงการตรวจจับ : 350 - 10,000 ppm CO_2
    - เวลาในการตอบสนอง : < 60 วินาที
    - แรงดันเครื่องทำความร้อน : 6.0 V
    - ขนาด : เส้นผ่านศูนย์กลาง 16 มิลลิเมตร, ความสูงไม่รวมหมุด 15 มิลลิเมตร, หมุดสูง 6 มิลลิเมตร
3. การวิจัยนี้ ไม่นำอายุการใช้งาน ยี่ห้อและรุ่นของรถ รวมถึงประเภทการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงของยานพาหนะมาใช้ในการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์และสร้างแบบจำลอง

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. แบบจำลองประมาณปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ หมายถึง สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร คือ ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ กับ ประเภทและจำนวนของยานพาหนะ
2. ยานพาหนะ ในงานวิจัยนี้หมายถึง รถ 5 ประเภท ได้แก่ รถกระบะ รถเก๋ง รถอเนกประสงค์ รถหกล้อขึ้นไป และรถจักรยานยนต์
3. ทางแยกที่มีสัญญาณไฟจราจร หมายถึง พื้นที่บริเวณที่มีถนนตัดกันเป็นทางแยก และมีสัญญาณไฟจราจรบอกสถานะของช่องทางเดินของยานพาหนะ เพื่อควบคุมการจราจรบนท้องถนน โดยการแสดงสัญญาณให้กับคนขับรถทำตามสัญญาณไฟ
4. ช่วงเวลาเร่งรีบ หมายถึง ชั่วโมงเร่งด่วนที่คนเดินทางกันมาก คือ เวลาเดินทางไป-กลับจากที่ทำงาน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ทราบวิธีการคำนวณหาหรือแบบจำลองหาปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์สะสมโดยการนับยานพาหนะ
2. สามารถนำแบบจำลองไปพัฒนาการประมาณค่าปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์จากการนับจำนวนรถแต่ละประเภทในอนาคตได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเรื่องแบบจำลองการประมาณค่าปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์จากการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ มีเนื้อหาดังต่อไปนี้

1. ภาวะโลกร้อนและก๊าซเรือนกระจก
2. ข้อมูลทั่วไปของลักษณะคาร์บอนไดออกไซด์
3. ข้อมูลทั่วไปของพื้นที่การศึกษาและจุดตรวจวัดที่เลือกศึกษา
4. การวัดปริมาณการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์จากยานพาหนะ
5. เซนเซอร์ Arduino เบื้องต้น
6. แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. ภาวะโลกร้อน (Global warming) และ ก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse gas)

1.1 ภาวะโลกร้อน (Global warming)

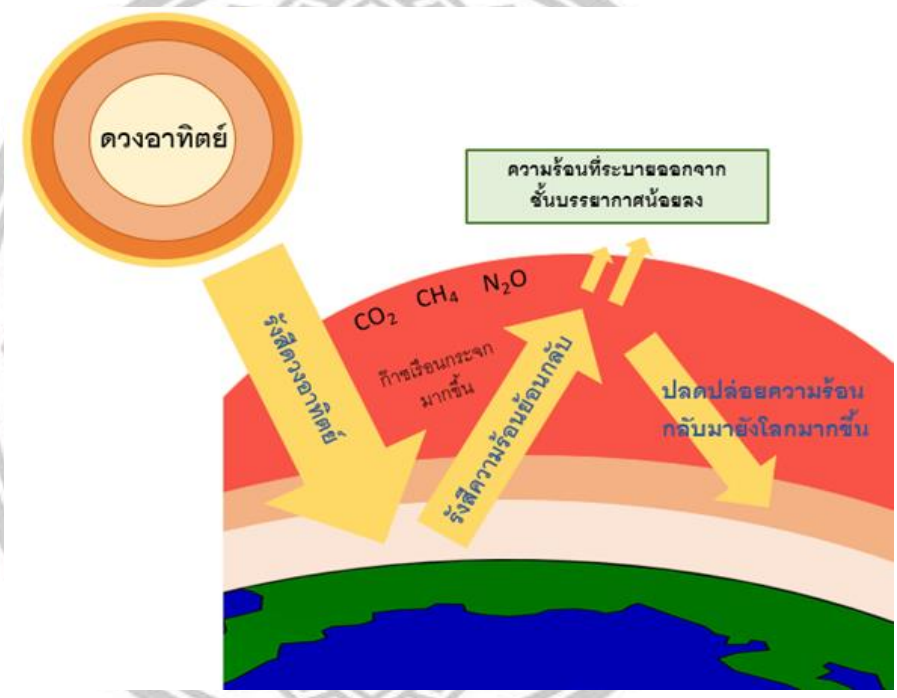
ในช่วงสิบกว่าปีที่ผ่านมานี้ โลกมีอุณหภูมิเฉลี่ยเพิ่มมากขึ้นถึง 0.6 องศาเซลเซียส นับตั้งแต่ พ.ศ.2443 (ค.ศ.1990) เป็นต้นมา องค์การอุตุนิยมวิทยาโลก (World Meteorological Organization : WMO) ได้รายงานไว้ว่า โลกมีแนวโน้มที่จะมีอุณหภูมิสูงขึ้นอีก ถึง 1.4 – 5.8 องศาเซลเซียส ภาวะโลกร้อน คือ กิจกรรมของสิ่งมีชีวิตที่ทำให้ปริมาณก๊าซเรือนกระจกเพิ่มมากขึ้นจนส่งผลให้โลกไม่สามารถระบายความร้อนที่ได้รับจากรังสีดวงอาทิตย์ออกไปได้อย่างปกติ จึงทำให้อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกสูงขึ้น และทำให้สภาพอากาศของโลกเปลี่ยนแปลงไป

กรมอุตุนิยมวิทยาได้กล่าวไว้ว่า ภาวะโลกร้อน หมายถึง ภาวะที่อุณหภูมิโดยเฉลี่ยของโลกสูงขึ้น ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้ภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง ภาวะโลกร้อนอาจจะนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงของปริมาณฝน ระดับน้ำทะเล และมีผลกระทบอย่างกว้างขวางต่อพืช สัตว์ และมนุษย์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

1.2 ก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse gas)

ก๊าซที่เป็นองค์ประกอบของบรรยากาศโลกห่อหุ้มโลกไว้เสมือนเรือนกระจก ก๊าซเหล่านี้มีความจำเป็นต่อการรักษาอุณหภูมิของโลกให้คงที่ และมีคุณสมบัติยอมให้รังสีคลื่นสั้นจากดวงอาทิตย์ผ่านทะลุมายังพื้นผิวโลกได้ แต่จะดูดกลืนรังสีคลื่นยาวช่วงอินฟราเรดที่แผ่ออกจากพื้นผิวโลกเอาไว้



ภาพ 2 แสดงคุณสมบัติของก๊าซเรือนกระจก

ก๊าซเรือนกระจกหลัก ๆ มีอยู่ 4 ชนิด ได้แก่

คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) เกิดจาก การเผาไหม้ในหลายรูปแบบ คือ การใช้น้ำมันเชื้อเพลิงในยานพาหนะ ในการหุงต้ม การตัดไม้ทำลายป่า การเผาป่าหรือการเผาหลังการเก็บเกี่ยว เป็นต้น

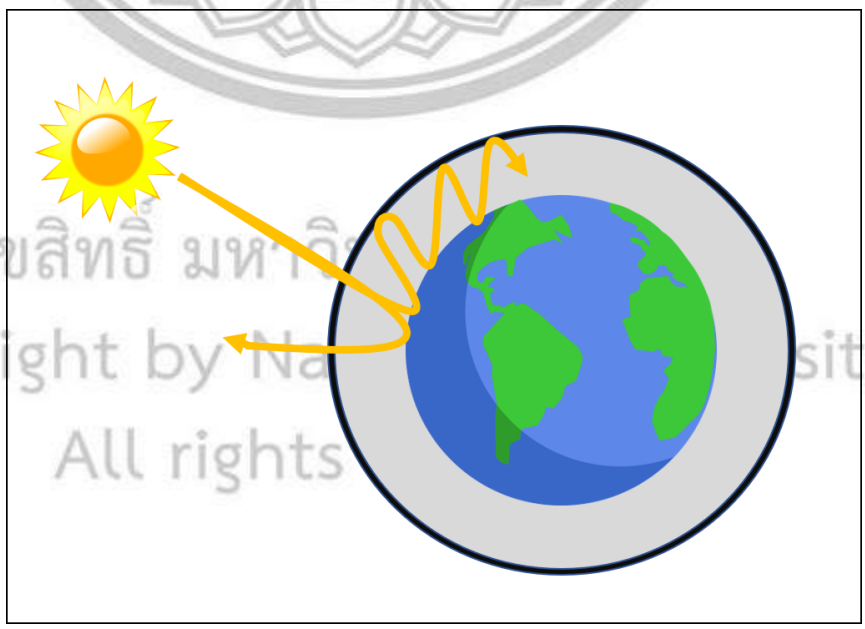
มีเทน (CH_4) เป็นก๊าซเรือนกระจกชนิดหนึ่งที่สะสมพลังงานความร้อนในบรรยากาศโลกมากที่สุด เกิดจากกระบวนการหมักอินทรียวัตถุแบบไม่ใช้ออกซิเจนของจุลินทรีย์ พบการเกิดก๊าซได้มากในบริเวณพื้นที่ที่มีน้ำขังหรือมีการหมักหมมของสารอินทรีย์ เช่น นาข้าว แหล่งน้ำขัง ระบบบำบัดน้ำเสีย เป็นต้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ไนตรัสออกไซด์ (N_2O) เกิดมากในระบบการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม เช่น อุตสาหกรรมเคมี อุตสาหกรรมพลาสติก หรือจากการที่เผาไหม้เชื้อเพลิงของซากพืชซากสัตว์ เป็นต้น

คลอโรฟลูโอโรคาร์บอน (CFC_s) เกิดจากกระบวนการผลิตของเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้ในชีวิตประจำวัน เช่น เครื่องทำความเย็น เครื่องปรับอากาศ เป็นต้น

การเพิ่มขึ้นของก๊าซเรือนกระจกนั้น เมื่อมีปริมาณที่มากเกินสมดุลของธรรมชาติ หรือเกินกว่าที่ธรรมชาติจะรับไหวจะเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจกขึ้น ปรากฏการณ์เรือนกระจก คือ ปรากฏการณ์ที่โลกมีอุณหภูมิสูงขึ้นเนื่องจากพลังงานแสงอาทิตย์ในช่วงความยาวคลื่นอินฟราเรด ที่สะท้อนกลับถูกดูดกลืนโดยโมเลกุลของ ไอน้ำ คาร์บอนไดออกไซด์(CO_2) มีเทน(CH_4) และ ไนตรัสออกไซด์(N_2O) ในบรรยากาศทำให้โมเลกุลเหล่านี้มีพลังงานที่สูงขึ้น มีการถ่ายเทพลังงานซึ่งกันและกันจนทำให้อุณหภูมิในชั้นบรรยากาศสูงขึ้น การถ่ายเทพลังงานและความยาวคลื่นของโมเลกุลเหล่านี้ต่อ ๆ กันไปในบรรยากาศทำให้โมเลกุลเกิดการสั่นการเคลื่อนไหว ตลอดเวลาและมาชนถูกผิวหนังของเรา ทำให้เรารู้สึกร้อน สาเหตุเพราะมีการเพิ่มขึ้นของปริมาณก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse gas)



ภาพ 3 ปรากฏการณ์เรือนกระจก

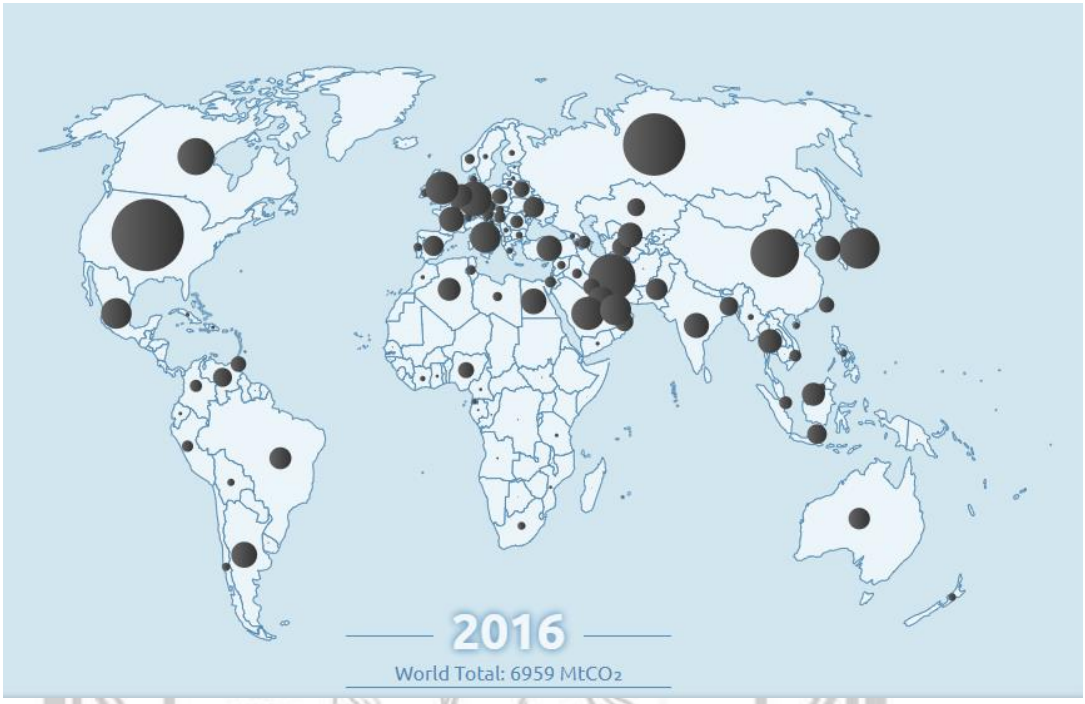
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัย
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ก๊าซเหล่านี้มีความจำเป็นต่อการควบคุมรักษาอุณหภูมิของโลก ซึ่งหากบรรยากาศโลกไม่มีก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศ จะทำให้อุณหภูมิในตอนกลางวันนั้นร้อนจัด และในตอนกลางคืนนั้นหนาวจัด เนื่องจากก๊าซเหล่านี้ดูดคลื่นรังสีความร้อนไวในเวลากลางวัน แล้วค่อย ๆ แผ่รังสีความร้อนออกมาในเวลากลางคืน ทำให้อุณหภูมิในบรรยากาศโลกไม่เปลี่ยนแปลงอย่างฉับพลัน การเพิ่มขึ้นของก๊าซเรือนกระจกนั้น ส่งผลให้ชั้นบรรยากาศมีความสามารถในการกักเก็บรังสีความร้อนได้มากขึ้น ทำให้อุณหภูมิเฉลี่ยของชั้นบรรยากาศที่เพิ่มขึ้นด้วย ประสิทธิภาพในการแผ่รังสีความรอนของโมเลกุล และขึ้นอยู่กับอายุของก๊าซนั้น ๆ ในบรรยากาศ(เบญจพร,2557)

2. **ข้อมูลทั่วไปของลักษณะก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์**

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีคุณสมบัติ ไร้สี ไร้กลิ่น ไม่ติดไฟ มีความเป็นกรดอ่อน ๆ หนักกว่าอากาศและละลายได้ในน้ำ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นผลิตภัณฑ์พลอยได้จากอุตสาหกรรมหลาย ๆ อย่าง จึงต้องการมีการจัดการก่อนปล่อยสู่บรรยากาศ แต่ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์นั้นก็สามารถนำไปใช้อย่างแพร่หลายในหลายอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น บริษัท Carbon Cure Technologies ได้คิดค้นทำวัสดุก่อสร้างของคอนกรีตที่มีความแข็งแรงสูงโดยใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นส่วนประกอบ บริษัท อาซากิคาเซอิ ของประเทศญี่ปุ่น ได้นำก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มาผลิตเป็นโพลี่คาร์บอเนต Polycarbonate เพื่อนำมาผลิตขวดพลาสติกและใช้เป็นสารเคลือบผิวเลนส์ เป็นต้น อย่างไรก็ตามการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากภาคส่วนต่าง ๆ กลายเป็นปัญหาต่อสภาพภูมิอากาศมากขึ้นเรื่อย ๆ ภาพ 4 แสดงถึงปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในวันที่ 17 กันยายน 2561 เวลา 1.10 น. (http://www.globalcarbonatlas.org/en/CO2-emissions) จนถึงปัจจุบัน ณ วันที่ 5 ตุลาคม 2561 ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในโลกมีปริมาณ 405.51 ppm แล้ว (https://www.co2.earth/)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved



ภาพ 4 ปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์

อ้างอิง : Globalcarbonatlas

2.1 ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่มาจากยานพาหนะ

ยานพาหนะต่าง ๆ ที่เคลื่อนที่ไปด้วยพลังงานการเผาไหม้ของน้ำมันเบนซิน หรือน้ำมันดีเซลในเครื่องยนต์มีหลายประเภท เช่น รถยนต์ เครื่องบิน รถมอเตอร์ไซด์ รถสามล้อเครื่อง เรือ เป็นต้น ยานพาหนะจะปล่อยสารพิษ ไอควัน ก๊าซต่าง ๆ หลายชนิดออกมาทางท่อไอเสีย สู่อากาศในอัตราสูงเป็นอันดับหนึ่ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งรถยนต์ เป็นแหล่งที่ก่อให้เกิดอากาศเสียอันสำคัญ และควบคุมแก้ไขปัญหาได้ยาก โดยเฉพาะในบริเวณเขตเมืองที่มีความเจริญ เพราะการคมนาคมกลายเป็นปัจจัยสำคัญของมนุษย์มากในปัจจุบัน ควันดำของยานพาหนะที่ใช้น้ำมันเบนซิน สิ่งที่หลุดออกมามีทั้ง ไอเสีย ก๊าซต่าง ๆ แยกออกมาได้ดังนี้ คือ

ไอเสีย ประกอบด้วย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

- คาร์บอนมอนนอกไซด์ และคาร์บอนไดออกไซด์
- ไฮโดรคาร์บอน
- ไนตริคออกไซด์ และไนโตรเจนออกไซด์
- พวกอัลดิไฮด์
- ซัลเฟอร์ไดออกไซด์

เขม่า ประกอบด้วย

- ผงคาร์บอน
- สารประกอบของตะกั่ว
- สารจำพวกฟีนอลส์
- น้ำมันรถยนต์
- สารอินทรีจำพวกไนโตร
- ยางเหนียว

ส่วนควันดำของยานพาหนะที่ใช้น้ำมันดีเซลนั้น สิ่งที่หลุดออกมามีทั้ง ไอเสีย ก๊าซต่าง ๆ เช่นเดียวกันกับน้ำมันเบนซิน แยกออกมาได้ดังนี้ คือ

ไอเสีย ประกอบด้วย

- ไอน้ำ
- คาร์บอนมอนนอกไซด์ และไนโตรเจนไดออกไซด์
- ไฮโดรคาร์บอน
- ซัลเฟอร์ไดออกไซด์
- พวกอัลดิไฮด์
- ออกซิเจน
- ไฮโดรเจน
- ไนโตรเจน

เขม่า ประกอบด้วย

- ผงคาร์บอนเป็นจำนวนมาก
- ยางเหนียว

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

2.2 การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากเครื่องยนต์

อัตราการปลดปล่อยปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับหลายปัจจัยต่าง ๆ อีกมาก เช่น วิธีการขับของแต่ละคน อายุการใช้งานของยานพาหนะ หรือการปรับแต่งสภาพเครื่องยนต์ เป็นต้น (วราวุธ,2550)

ยานพาหนะที่ใช้อยู่ตามท้องถนนนั้นมีหลายประเภท แต่ละประเภทก็มีการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงที่แตกต่างกันไป และประเภทของน้ำมันเชื้อเพลิงนั้นก็ปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกสู่บรรยากาศในปริมาณที่แตกต่างกัน โดยการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์จากประเภทของน้ำมันเชื้อเพลิงที่ยานพาหนะใช้นั้น จะมีการปลดปล่อยแบบ กิโลกรัมคาร์บอน/ลิตร โดยมีค่าปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงดังนี้

ประเภทน้ำมันเชื้อเพลิง	**ปริมาณการปลดปล่อย CO_2 (กิโลกรัมคาร์บอน/ลิตร)**
น้ำมันเบนซิน	2.321
น้ำมันดีเซล	2.664
แอลพีจี	1.522

ตาราง 1 ตารางปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิง

อ้างอิงจาก : U.S.DOE/EIA (2014)

3. ข้อมูลทั่วไปของพื้นที่การศึกษาและจุดตรวจวัดที่เลือกศึกษา

จังหวัดพิษณุโลกเป็นจังหวัดหนึ่งในภาคกลางตอนบนหรือภาคเหนือตอนล่างของประเทศไทย มีพื้นที่ทั้งหมด 10,815.85 ตารางกิโลเมตร แบ่งเป็น 9 อำเภอ คือ อำเภอเมืองพิษณุโลก อำเภอวังทอง อำเภอบางกระทุ่ม อำเภอบางระกำ อำเภอพรหมพิราม อำเภอเนินมะปราง อำเภอชาติตระการ อำเภอวัดโบสถ์ และอำเภอนครไทย เนื่องจากจังหวัดพิษณุโลกมีสี่แยกอินโดจีนที่เป็นพื้นที่ยุทธศาสตร์บนระเบียงเศรษฐกิจเหนือ-ใต้ และระเบียงเศรษฐกิจจะวันออก-ตะวันตก ประกอบกับการที่ประเทศไทยเข้าสู่สมาคมอาเซียนเมื่อปี พ.ศ. 2558 จึงทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งด้านเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม และความมั่นคง รวมถึงเกิดฐานการผลิตขึ้นในภูมิภาคนี้ (วาสนา, 2556) จังหวัดพิษณุโลกมีเทศบาลนครพิษณุโลกเป็นเขตเมือง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ศูนย์กลางของจังหวัดและเป็นที่ตั้งของศาลากลางจังหวัด ที่มีการจราจรที่พลุกพล่านในระดับหนึ่ง ช่วงเวลาเร่งรีบก็จะมีการจราจรที่ติดขัดอยู่บ้าง

ในการวิจัยครั้งนี้ได้เลือกพื้นที่ในเขตเทศบาลเมืองพิษณุโลก อำเภอเมืองพิษณุโลก โดยแบ่งออกเป็นชุมชนทั้งหมด 63 ชุมชน ขอบเขตพื้นที่การศึกษาที่เลือกมีทั้งหมด 4 ชุมชน รวมพื้นที่ทั้งหมด 987,270.26 ตารางเมตร โดยแยกเป็นพื้นที่แต่ละชุมชนได้ดังนี้

1. ชุมชนพญาเสือ มีพื้นที่ 322,118.37 ตารางเมตร หรือ 0.322 ตารางกิโลเมตร
    - ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ มุ่งหน้าไปยัง ศาลากลางและศูนย์ราชการต่าง ๆ
    - ทิศตะวันออกเฉียงใต้ มุ่งหน้าไปยัง ถนนเส้นริมแม่น้ำน่าน
    - ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ มุ่งหน้าไปยัง โรงเรียนจ่านกร้อง
    - ทิศตะวันตกเฉียงใต้ มุ่งหน้าไปยัง ถนนหมายเลข 12
2. ชุมชนราชบูรณะ มีพื้นที่ 221,556.79 ตารางเมตร หรือ 0.222 ตารางกิโลเมตร
    - ทิศเหนือ มุ่งหน้าไปยัง อีกชุมชนหนึ่ง
    - ทิศใต้ มุ่งหน้าไปยัง ตัวเมืองพิษณุโลก
    - ทิศตะวันออก มุ่งหน้าไปยัง โรงเรียนพุทธชินราช และโรงเรียนผดุงราษฎร์
    - ทิศตะวันตก มุ่งหน้าไปยัง โรงเรียนจ่าการบุญ ตลาดเทศบาล 2 และบริเวณถนนริมแม่น้ำน่าน หน้าวัดพระศรีรัตนมหาธาตุวรมหาวิหาร
3. ชุมชนหลังศาล มีพื้นที่ 267,659.38 ตารางเมตร หรือ 0.268 ตารางกิโลเมตร
    - ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ มุ่งหน้าไปยัง ถนนหมายเลข 12
    - ทิศตะวันตกเฉียงใต้ มุ่งหน้าไปยัง โรงเรียนเฉลิมขวัญสตรี บริษัทTOT หรือไปรษณีย์พิษณุโลก ฯ
4. ชุมชนเทพารักษ์ มีพื้นที่ 175,935.72 ตารางเมตร หรือ 0.176 ตารางกิโลเมตร
    - ทิศเหนือ มุ่งหน้าไปยัง วิทยาลัยอาชีวะพิษณุโลก และถนนหมายเลข 12
    - ทิศใต้ มุ่งหน้าไปยัง ถนนเส้นข้ามสะพานเอกาทศรถ
    - ทิศตะวันตก มุ่งหน้าไปยัง มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม (ส่วนวังจันทร์)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ชุมชน	พื้นที่ (ตารางเมตร)
พญาเสือ	322,118.37
ราชบูรณะ	221,556.79
หลังศาล	267,659.38
เทพารักษ์	175,935.71

ตาราง 2 พื้นที่ชุมชนจากการคำนวณในโปรแกรม ArcGIS

4. **การวัดปริมาณการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์จากยานพาหนะ มีหลายวิธีการ ดังนี้**

1. วิชัย โพธิ์ศรี ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการผลิตเส้นใยสังเคราะห์ต่อ การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยใช้วิธีการประมาณค่าปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ด้วยสมการ ดังนี้

ปริมาณการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้พลังงาน
= อัตราการปลดปล่อยพลังงานชนิดนั้น x ปริมาณการใช้พลังงาน (1)

2. ใช้วิธีการเก็บตัวอย่างจากท่อไอเสียของยานพาหนะ โดยใช้อุปกรณ์พิเศษ คือ ไดนาโมมิเตอร์ เก็บตัวอย่างจากปลายของท่อไอเสียขณะที่เครื่องยนต์ทำงาน จากนั้นนำไปตรวจวัดได้ที่ห้องปฏิบัติการสำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ หรือใช้วิธี Emission factor คือวัดปริมาณมลพิษขณะยานพาหนะเคลื่อนที่ผ่านหัววัดความไวสูงที่ติดไว้ข้างทาง ค่าที่ได้นำไปใช้ในการคำนวณหาตัวคูณการปล่อยมลพิษ (วนิดา, 2551)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

3. วิธีการวัดด้วยเครื่องมือวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งมีหลายแบบหลายชนิดตามความสะดวกในการใช้งานและงบประมาณที่มี เป็นการนำเครื่องมือที่ถูกเลือกไปติดตั้งไว้ยังจุดที่ต้องการวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

โดยการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกวิธีการวัดปริมาณคาร์บอนโดยใช้เครื่องมือเซนเซอร์สำหรับวัดปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ มีหน่วยการวัดเป็น ppm

หน่วย ppm หรือ Part Per Million หมายถึง 1 ส่วนในทั้งหมด 1,000,000 ส่วน มักจะใช้ในเรื่องของสิ่งแวดล้อมในงานอุตสาหกรรม หรือ ตามหน่วยงานต่าง ๆ คือในการวัดปริมาณก๊าซนั้นก็คือ ส่วนของปริมาณก๊าซพิษในปริมาณของอากาศล้านส่วน

5. เซนเซอร์ Arduino และเซนเซอร์วัดปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์

ในการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้จะใช้เซนเซอร์ที่จะกล่าวถึงนี้เป็นเครื่องมือที่จะใช้ในการประมาณค่าปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ โดยมีองค์ประกอบที่ต้องใช้ทั้งหมด ดังนี้

5.1 MG-811 Carbon Dioxide CO_2 Sensor Module

เป็นเซนเซอร์สำหรับตรวจจับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) แบบ Metal Oxide Sensor ซึ่งต้องให้ความร้อนที่ตัวถังจนถึงระดับที่กำหนด ด้วยการจ่ายไฟจากบอร์ด ทำให้เกิดไอความร้อน และแยกก๊าซ CO_2 ออกจากอากาศทั่ว ๆ ไป มีการใช้งาน คือ ต้องใช้เชื่อมต่อกับบอร์ดชนิดใดก็ได้ตามความสะดวกของการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้ Jump Wire ในการเชื่อมต่อ ตัวบอร์ดจะทำหน้าที่เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ เพื่อรับคำสั่งและส่งผลลัพธ์ไปยังคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรม Arduino IDE และเขียนคำสั่งด้วยภาษาซี

ภาพ 5 MG-811 Carbon Dioxide Co2 Sensor Module

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright by Chiang Mai University
All rights reserved

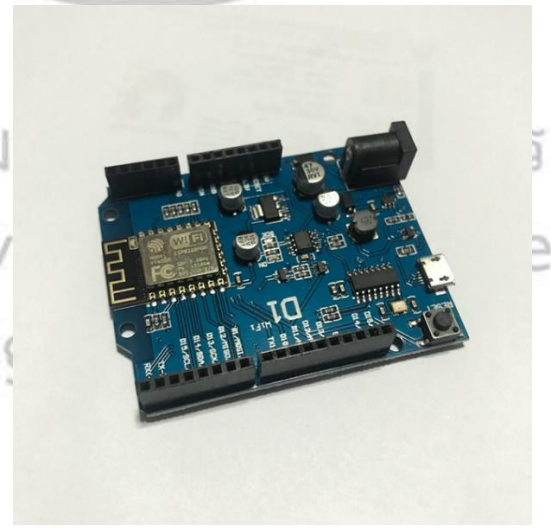
5.2 Jump Wire (Male to Female) หรือสายจัมป์ตัวผู้ - ตัวเมีย

มีลักษณะเป็นสายแพ ขนาดยาว 20 เซนติเมตร การวิจัยในครั้งนี้จะใช้ Jump Wire ทั้งหมด 4 เส้น

ภาพ 6 Jump Wire

5.3 WeMos D1 WiFi nodemcu Arduino Wifi UNO board ESP8266 Arduino IDE

เป็นบอร์ด ESP8266 ESP-8266EX ที่เพิ่มส่วนของ USB Serial สำหรับติดต่อ USB เพิ่มภาคจ่ายไฟเรกูเลต และขยายขาให้ต่อทดลองได้ง่ายเหมือน Arduino Uno สามารถเขียนโค้ดโดยใช้ โปรแกรม Arduino IDE ได้



ภาพ 7 WeMos D1

ลิขสิทธิ์ ม
Copyright by
All ri
ersity

5.4 โปรแกรม Arduino

Arduino IDE เป็นโปรแกรมซอฟต์แวร์โอเพ่นซอร์สที่ช่วยให้ผู้ใช้เขียนและอัพโหลดโค้ดภาษาซีภายในสภาพแวดล้อมการทำงานแบบเรียลไทม์ เนื่องจากโค้ดนี้จะถูกจัดเก็บไว้ในคลาวด์ซึ่งมักใช้โดยผู้ที่ค้นหาระดับความซ้ำซ้อนเป็นพิเศษ ระบบสามารถทำงานร่วมกับบอร์ดซอฟต์แวร์ Arduino ได้อย่างสมบูรณ์

Arduino IDE ส่วนใหญ่จะเขียนขึ้นใน JavaScript เพื่อให้สามารถแก้ไขและเรียบเรียงได้ง่าย แม้ว่าความตั้งใจหลักจะขึ้นอยู่กับการเขียนโค้ด แต่ก็มีคุณสมบัติอื่น ๆ อีกหลายอย่างที่น่าสนใจ ได้รับการติดตั้งวิธีที่จะแบ่งปันรายละเอียดกับผู้มีส่วนได้เสียในโครงการอื่น ๆ ได้อย่างง่ายดาย ผู้ใช้สามารถปรับเปลี่ยนเค้าโครงภายในและ schematics เมื่อจำเป็น มีคำแนะนำในเชิงลึกซึ้งจะเป็นประโยชน์ในระหว่างขั้นตอนการติดตั้งเริ่มต้น แต่ก็มีข้อเสียคือ Arduino IDE มีไว้สำหรับผู้ที่มีประสบการณ์ในการเขียนโค้ดเป็นอย่างมาก สามารถดาวน์โหลดได้ที่ : https://arduino.th.downloadastro.com/

6. แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

6.1 การวิเคราะห์การถดถอย

เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรต้น หรือเรียกว่าตัวแปรอิสระหนึ่งตัว ซึ่งอาจจะมากกว่าหนึ่งตัวก็ได้ และตัวแปรตามหนึ่งตัว มีวัตถุประสงค์ที่จะประมาณค่าหรือพยากรณ์ค่าของตัวแปรตาม จากตัวแปรต้นหรือตัวแปรอิสระ โดยทั่วไปมีจุดมุ่งหมายอยู่ 3ประการ คือ

1) เพื่อหาสมการที่จะใช้ในการประมาณค่าปัจจัยที่ต้องการศึกษาโดยอาศัยค่าของปัจจัยที่เกี่ยวข้องซึ่งมีตั้งแต่ 2 ปัจจัยขึ้นไป
2) เพื่อหาตัวที่ใช้วัดความคลาดเคลื่อน ที่เกิดจากการใช้เส้นถดถอยมาช่วยในการ ประมาณค่า เรียกว่า ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่า (Standard error of estimate)
3) เพื่อหามาตรการที่ใช้วัดอิทธิพลของปัจจัยที่เกี่ยวข้องต่อปัจจัยที่ต้องการศึกษา ว่ามีมากน้อยเพียงใด โดยรูปแบบของสมการเป็นดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

$$Y = a + b_1 X_1 + b_2 X_2 \quad (2)$$

โดยที่ a คือ ค่าคงที่เมื่อ X มีค่าเป็นศูนย์

b คือ ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย ของตัวแปรอิสระ

X คือ ตัวแปรอิสระ

Y คือ ตัวแปรตาม

การเก็บข้อมูลสำหรับการนำมาวิเคราะห์การถดถอยนั้นจะต้องเก็บเป็นคู่อันดับ X กับ Y เพื่อหาความสัมพันธ์กัน ซึ่งผลของการวิเคราะห์ก็คือความสัมพันธ์ของตัวแปร จะนำมาสร้างเป็นสมการ เพื่อบอกว่าตัวแปรอิสระแต่ละตัวนั้นมีความสัมพันธ์มากน้อยเพียงใด เมื่อให้ตัวแปรอิสระอื่น ๆ คงที่ ถ้าตัวแปรอิสระตัวไหนมีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามเชิงบวกจะหมายความว่าถ้าตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้น ค่าของตัวแปรตามจะเพิ่มสูงขึ้นด้วย แต่ถ้าเป็นเชิงลบผลจะกลับกันกับเชิงบวก คือเมื่อตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้น ค่าของตัวแปรตามจะลดลง ก่อนที่จะใช้สมการถดถอยเพื่อไปทำนายหรือประมาณค่านี้ ค่าตัวแปรตามจะต้องมีการประเมินการถดถอยก่อนว่ามีคุณค่าเพียงพอให้ใช้ทำนายและประมาณค่า ได้หรือไม่ สำหรับสมการถดถอยพหุคูณจะประเมินจากสัมประสิทธิ์ความแปรผันพหุคูณ (บุญธรรม,2543)

การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression Analysis)

ความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรตาม (Response, Dependent variable, Y) หนึ่งตัวกับตัวแปรอิสระ (Predictor, Independent variable, X) มากกว่าหนึ่งตัว ความสัมพันธ์ดังกล่าวจะตรงอยู่ ในชีวิตจริง จะมีน้อยมากที่ปัจจัยหนึ่งจะขึ้นอยู่กับปัจจัยหนึ่งเพียงอย่างเดียว เพราะส่วนมากแล้วตัวแปรตามมักจะขึ้นอยู่กับตัวแปรอิสระหลายตัว

ค่า R เป็นผลของค่า "ความสัมพันธ์ (correlation)" หรือ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ แสดงเพื่อหาว่าตัวแปร X กับ Y เกี่ยวข้องกันแค่ไหน เป็นตัวเลขที่ใช้ในการวัดว่าตัวแปรมีระดับความสัมพันธ์กันมากน้อยเท่าไร และความสัมพันธ์เป็นไปในรูปแบบใด

ค่า R^2 หรือค่า R-Squared คือตัวสถิติที่ใช้วัดว่าตัวแบบคณิตศาสตร์ที่ได้นี้มีความสมรูปกับข้อมูลมากน้อยอย่างไร เป็นค่าสัมประสิทธิ์แสดงการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ตัดสินใจ (Coefficient of Determination) หรือ ค่าสัมประสิทธิ์แสดง การตัดสินใจเชิงซ้อน (Coefficient of Multiple Determination) สำหรับการวิเคราะห์การถดถอยแบบพหุคูณ ค่า R-Squared ถือเป็นค่าที่นำมาใช้วัดว่าตัวแบบสมการเชิงเส้นที่ได้มานั้นมีความเหมาะสมกับข้อมูลหรือไม่ โดยทั่วไปแล้ว ค่า R-Squared สูง ๆ หมายความว่า ตัวแบบคณิตศาสตร์นั้นดี แต่อย่างไรก็ตาม ยังมีเงื่อนไขบางอย่างที่ต้องมีพร้อมกับค่า R-Squared สูง ๆ นี้ด้วย ถ้า R-square เข้าใกล้ 1 หมายถึง ลักษณะความสัมพันธ์ของตัวแปรนั้นมีแนวโน้มที่ดี พอที่จะใช้เป็นตัวแทนไปใช้พยากรณ์ข้อมูลตัวอย่างอันอื่นต่อไปได้

ตามหลักแล้วคือค่า R ติดลบได้ตั้งแต่ -1 ถึง 1 โดยที่ -1 แปลว่าปฏิสัมพันธ์แบบสิ้นเชิงหรือ Interaction และ 0 แปลว่าไม่มีความสัมพันธ์ใด ๆ เลย ขณะที่ R-square มีได้แค่ 0 ถึง 1เพราะมีการติดยกกำลังสองนั่นเอง

ค่า Adjusted R Square = ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจแบบพหุคูณที่ถูกปรับแก้แล้ว

ค่า Std. Error of the Estimate = ค่าที่บอกถึงความแปรปรวนของตัวแปรตาม (Y)

7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เบญจมาศ ขัตติยากุล (2554) การวิจัยในครั้งนี้ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับปริมาณการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์จากยานพาหนะที่ใช้ท่องเที่ยวในอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ โดยใช้วิธีพาหนะตัวอย่าง คืองานวิจัยนี้จะทำการนับปริมาณยานพาหนะของนักท่องเที่ยวแบบไม่พักค้างตามจุดท่องเที่ยวหรือจุดชมวิวต่าง ๆ ที่ดอยอินทนนท์ โดยจำแนกประเภทของยานพาหนะ ยี่ห้อของยานพาหนะ ประเภทน้ำมันเชื้อเพลิง ขนาดของเครื่องยนต์ อายุการใช้งาน จำนวนผู้โดยสาร และข้อมูลเส้นทางจุดท่องเที่ยว จากนั้นทำการขับยานพาหนะตัวอย่างแต่ละประเภทเพื่อหาค่าเฉลี่ยของปริมาณเชื้อเพลิงแต่ละชนิดว่าใช้ได้กี่กิโลเมตร/ลิตร และนำข้อมูลนี้มาเปรียบเทียบว่าแต่ละจุดของแหล่งท่องเที่ยวในดอยอินทนนท์นั้นมันมีระยะทางเท่าใด เมื่อมีข้อมูลแล้ว จึงนำไปคำนวณกับค่าปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิง จาก U.S. DOE/EIA (2004) โดยการคูณเข้าไป ผลลัพธ์ที่ได้ออกมานั้นทำให้ทราบค่าปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากยานพาหนะแต่ละประเภท ผลที่ได้ทำให้รู้ว่าควรใช้รถแบบใดที่จะ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

พานักท่องเที่ยวขึ้นไปสู่จุดสถานที่ท่องเที่ยวแต่ละที่และให้ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์น้อยที่สุด นั่นก็คือรถกระบะแบบขนส่งของทางอุทยาน ถึงจะปล่อยมากกว่ารถเก๋งแต่บรรทุกคนได้เยอะกว่า เมื่อเฉลี่ยจำนวนคนแล้วบรรทุกคนได้หลายคน ทำให้คิดได้ว่าปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์น้อยที่สุด

วีรญา แพ่งแสง (2547) มีจุดประสงค์เพื่อกำหนดพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดภาวะมลพิษทางอากาศในเขตกรุงเทพมหานคร โดยการนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และการวิเคราะห์อนุกรมเวลา และ การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ มาใช้ด้วยกัน ในการวิจัยครั้งนี้ศึกษาก๊าซมลพิษที่เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ยานพาหนะเป็นส่วนใหญ่ ก๊าซ 3 ชนิด ได้แก่ คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) และ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) โดยใช้ข้อมูลจากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศทั้ง 13แห่งของกรุงเทพมหานคร ซึ่งไม่เพียงพอ และทำให้ไม่สามารถวิเคราะห์ช่วงความเข้มของปริมาณก๊าซมลพิษในเขตที่ไม่มีสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศที่ถูกต้องได้ ดังนั้นเทคนิคการประมาณค่าเชิงพื้นที่ (Spatial Interpolation) สามารถคาดการณ์ความเข้มของปริมาณก๊าซมลพิษ ในแต่ละพื้นที่ที่ไม่มีการตรวจวัดคุณภาพอากาศได้ ผลของการวิจัยนี้พบว่าพื้นที่ที่เสี่ยงต่อการเกิดภาวะมลพิษก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ คือ ครอบคลุมพื้นที่บริเวณเขต จตุจักร บางรัก บึงกุ่ม ปทุมวัน ราชเทวี ลาดพร้าว สาทร และพื้นที่ที่เสี่ยงต่อภาวะมลพิษก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ ครอบคลุมพื้นที่บริเวณเขตบางรัก บึงกุ่ม ปทุมวัน ราชเทวี ลาดพร้าว วัฒนา สาทร ซึ่งพื้นที่ที่เสี่ยงต่อการเกิดภาวะ มลพิษทางอากาศของก๊าซมลพิษทั้ง 2 ชนิดนี้ซึ่งแปลว่ามีมลพิษค่อนข้างเยอะแล้ว คือพื้นที่ในย่านใกล้เคียงกัน เป็นแหล่งแออัด ชุมชนหนาแน่น และเป็นแหล่งที่มีศูนย์กลางทางเศรษฐกิจ ทำให้มีสภาพการจราจรที่ติดขัด

สุทธิศักดิ์ มงคลจริง (2549) ในการวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อ สร้างแบบจำลองการประมาณราคาก่อสร้างอาคารโรงพยาบาล ด้วยวิธีวิเคราะห์การถดถอย (Multiple regression Analysis) มีการกำหนดตัวแปรอิสระทั้งหมด 8 ตัวแปร คือ งานโครงสร้าง งานสถาปัตยกรรม งานระบบไฟฟ้า งานระบบสุขาภิบาล งานระบบปรับอากาศ งานระบบความป้องกันอัคคีภัย งานระบบเซนทรัลไปป์ไลน์ งานระบบลิฟต์ และตัวแปรตาม คือ ราคาต้นทุนรวม ซึ่งการวิเคราะห์ครั้งนี้จะอาศัยค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) เป็นค่าบอกความแม่นยำในการประมาณ ผลของการวิจัยในครั้งนี้ ได้บอกไว้ว่า ค่าความถูกต้องแม่นยำของตัวแปรไม่ได้แม่นยำทุกตัว ตัวที่ใช้ได้ คืองานสถาปัตยกรรม งานระบบลิฟต์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

งานราคาต้นทุนรวม ซึ่งสามารถใช้ในการตั้งงบประมาณราคากลางสำหรับโครงการใหม่ได้ ส่วนตัวอื่น ๆ นั้นยังมีค่าความคลาดเคลื่อนสูง อาจต้องแบ่งประเภทของการใช้งานลงละเอียดไปมากกว่านี้เพื่อให้ความคลาดเคลื่อนนั้นลดลง

Reddy and Mandla (2015) อุณหภูมิพื้นผิวที่ดิน (LST) ถือเป็นสิ่งสำคัญในระดับโลก เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงในระดับภูมิภาค เพื่อควบคุมการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและความสมดุลของอุณหภูมิ ความเป็นเมืองถือว่าเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเพิ่มอุณหภูมิพื้นผิวดินและอุณหภูมิบรรยากาศ โดยการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ในการศึกษาปัจจุบัน LST ได้มาจาก landsat-8 ของข้อมูลชุด Multitemporal เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของโครงสร้างเชิงพื้นที่สภาพแวดล้อมความร้อนในเมืองกับลักษณะพื้นผิวและสิ่งปกคลุมดิน การใช้ที่ดินในเมือง (LULC) LST ได้รับอิทธิพลจากก๊าซเรือนกระจกเช่น CO มีบทบาทสำคัญในการเพิ่มอุณหภูมิพื้นผิวโลก ดาวเทียม Landsat-8 มีแบนด์ความร้อนสองแบนด์ คือ 10 และ 11 แบนด์เหล่านี้ถูกใช้อย่างถูกต้องในการคำนวณอุณหภูมิในบริเวณที่ศึกษา ผลการวิจัยของวิจัยนี้พบว่า ที่มากของความสัมพันธ์ระหว่างการตรวจสอบข้อมูล และข้อมูลดาวเทียม ขึ้นอยู่กับค่าความสัมพันธ์ของแต่ละเดือน สังเกตพบว่าแบนด์ 10 ระดับความสัมพันธ์กับอุณหภูมิของอากาศ ความสัมพันธ์ระหว่างระดับที่ได้จากการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น แบนด์ 11 มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับค่านิยมร่วมในแต่ละเดือน เมษายน (R^2 = 0.217) และ (R^2 = 0.914) จากการทดลองพบว่าแบนด์ 10 สามารถใช้สำหรับการคำนวณอุณหภูมิอากาศและแบนด์ 11 สามารถใช้ในการประมาณค่าของก๊าซเรือนกระจก

บรรจงศักดิ์ ฟักสมบูรณ์ (2554) ทำการประเมินค่าการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในพื้นที่สวนสัก จังหวัดลำปาง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการผันแปรของการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และประเมินค่าการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ โดยใช้ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาบางประการ มีการใช้เครื่องมือวัดความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2 gas analysis) ร่วมกับข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา โดยการวิเคราะห์ CO_2 emission กับปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาบางประการที่ตรวจวัดได้จริงในพื้นที่ เพื่อหาสมการแสดงความสัมพันธ์ ด้วยวิธีวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณแบบขั้นตอน เพื่อหาแบบจำลองประเมินค่า CO_2 emission โดยมีตัวแปรของการหาความสัมพันธ์คือ ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ ความร้อนที่สะสมในดิน อุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม และปริมาณน้ำฝน นำค่าเฉลี่ยรายเดือนที่ได้จากตัวแปรมาหาสมการ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

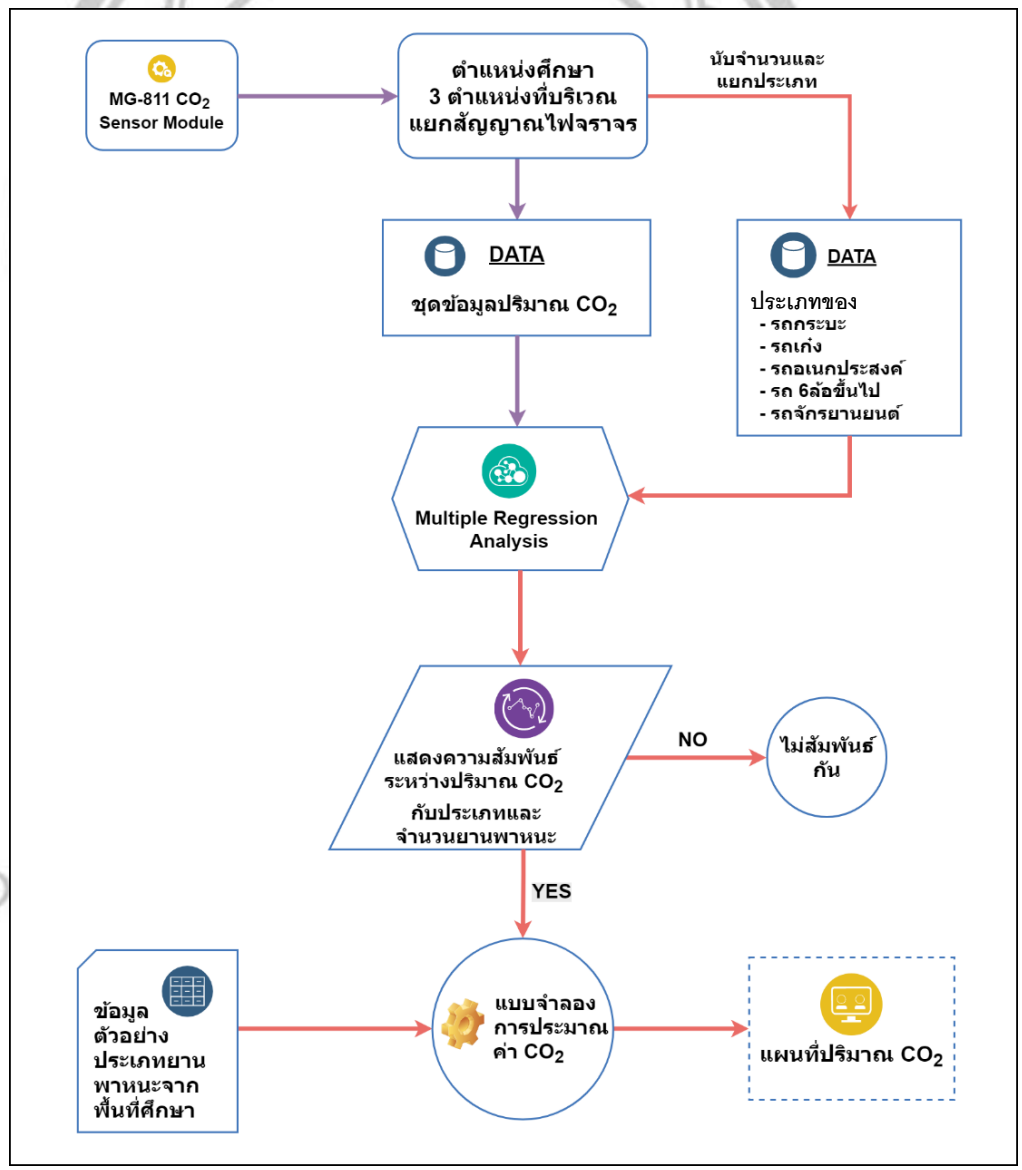
ความสัมพันธ์ ผลการวิจัยพบว่าจากแบบจำลองการประเมินค่า CO_2 ในสามช่วงเวลาคือ ช่วงรายปี ช่วงหลากฝน และช่วงแล้งฝน แบบจำลองที่น่าเชื่อถือมากที่สุดคือช่วงหลากฝน โดยมีค่าสหสัมพันธ์ (R) สูงที่สุดเท่ากับ 0.95 ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 เนื่องจากแบบจำลองในแต่ละช่วงเวลามีตัวแปรที่ต่างกันไปบ้างเล็กน้อย เพราะสภาพอากาศเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา จึงทำให้ข้อมูลมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา แบบจำลองจึงมีความแตกต่างกัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยครั้งนี้เป็นงานวิจัยที่วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรเพื่อหาแบบจำลองการประมาณค่าปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์จากการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression Analysis) มีกรอบแนวคิดแสดงถึงความสัมพันธ์การนำเข้าข้อมูลและวิธีการวิเคราะห์ข้อมูล ดังภาพ 8



ภาพ 8 กรอบแนวคิด

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ มีตัวแปร 2 แบบ เพื่อทำการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ

1. ตัวแปรต้น หรือ ตัวแปรอิสระ คือจำนวนและประเภทยานพาหนะ 5 ประเภท ได้แก่
    1.1 รถกระบะ
    1.2 รถเก๋ง
    1.3 รถอเนกประสงค์
    1.4 รถหกล้อขึ้นไป
    1.5 รถจักรยานยนต์
2. ตัวแปรตาม คือ ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ได้จากการวัดด้วยเซนเซอร์ที่เก็บข้อมูลจากตำแหน่งตัวอย่างในภาคสนาม

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. คอมพิวเตอร์
2. โปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์
3. MG-811 Carbon Dioxide CO_2 Sensor Module และองค์ประกอบเซนเซอร์

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. วางแผนดำเนินการโดยเลือกจุดตรวจจากขอบเขตพื้นที่มาชุมชนละ 1 จุดตรวจ กำหนดขอบเขตเวลาทุก ๆ 30 นาที ช่วง 7.00 น. - 9.00 น. และ 17.00 น. - 19.00 น. เพื่อจะทำการลงภาคสนามเก็บข้อมูล
2. เตรียมเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลภาคสนาม ได้แก่ คอมพิวเตอร์โน๊ตบุ๊ค เซนเซอร์ตรวจวัดคาร์บอนไดออกไซด์ สายจัมป์ บอร์ด Adruino และแบบสำรวจที่ใช้ในการจดบันทึกปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และแยกประเภทของยานพาหนะ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

3. ลงภาคสนามตามจุดตรวจวัดและตามเวลา ดังต่อไปนี้

ช่วงที่	เวลา
1	7.00 น. – 7.30 น.
2	7.30 น. – 8.00 น.
3	8.00 น. – 8.30 น.
4	8.30 น. – 9.00 น.
5	17.00 น. – 17.30 น.
6	17.30 น. – 18.00 น.
7	18.00 น. – 18.30 น.
8	18.30 น. – 19.00 น.

4. ทำการติดตั้งเครื่องมือให้พร้อมใช้งานตามตำแหน่งตัวอย่างที่กำหนดขึ้น เพื่อทำการตรวจวัดตามช่วงเวลาดังกล่าว และทำการจดบันทึกข้อมูลประเภทรถลงในแบบสำรวจ

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา โดยนำข้อมูลปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ และประเภทของยานพาหนะมาทำการแจกแจงในรูปค่าสถิติอย่างง่าย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าสูงสุด และ ค่าต่ำสุด เป็นต้น
2. การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาความสัมพันธ์ของตัวแปรด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ แบบ Multiple Linear Regression โดยใช้โปรแกรมทางสถิติ คือ IBM SPSS Statistics 24 เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามหนึ่งตัวกับตัวแปรอิสระทั้ง 5 ตัวแปร โดยมีขั้นตอน 2 ขั้นตอนดังนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

2.1 การหาความสัมพันธ์องตัวแปรอิสระที่มีต่อตัวแปรตาม

ในการหาความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระทั้งหมดกับตัวแปรตามนั้นจะใช้โปรแกรม IBM SPSS Statistics 24 เพื่อแสดงค่าสถิติที่แสดงถึงความสัมพันธ์ในแบบจำลอง ทำการตีความค่าทางสถิติต่าง ๆ เพื่อแสดงถึงความน่าเชื่อถือในทางสถิติ

2.2 การสร้างสมการเพื่อจำลองการประมาณค่าปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์โดยใช้สมการการถดถอยพหุคูณ

3. วิเคราะห์ แจกแจง และอธิบายความสัมพันธ์ เพื่อพิจารณาเลือกแบบจำลองที่ดีที่สุด ที่ได้จากการหาความสัมพันธ์ของตัวแปร
4. ทำการเก็บข้อมูลปริมาณรถตามประเภทโดยการนับจำนวนจากกล้องวงจรปิดโดยขอความร่วมมือจากตำรวจที่หน่วยบริการประชาชนหนองอ้อ ตำบลท่าโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก และรวบรวมข้อมูลปริมาณจราจรของตัวอย่างถนนสายสำคัญในประเทศไทยจากกรมทางหลวง แล้วนำแบบจำลองที่เลือกไปประยุกต์ใช้เพื่อประมาณค่าปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ เป็นการวิจัยเพื่อสร้างแบบจำลองประมาณค่าปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์จากการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ และแสดงความสัมพันธ์ระหว่างประเภทของยานพาหนะและปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ กรณีศึกษาพื้นที่ชุมชนเทพารักษ์ ชุมชนหลังศาล ชุมชนพญาเสือ และชุมชนราชบูรณะ เทศบาลนครพิษณุโลก ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิจัยออกเป็น 4 แบบ คือ

1. ผลการตรวจวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และจำนวนยานพาหนะในพื้นที่ศึกษา
   1.1 สภาพแวดล้อมของจุดตรวจวัดในพื้นที่
   1.2 จำนวนและประเภทของยานพาหนะในแต่ละจุดตรวจ
   1.3 ปริมาณก๊าซคาร์บอนในพื้นที่ตรวจวัด
2. ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตามด้วยการถดถอยพหุคูณเชิงเส้น
3. ผลการวิเคราะห์การสร้างแบบจำลองการประมาณค่าปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้สมการการถดถอยพหุคูณ
4. ผลการประยุกต์ใช้แบบจำลองในการประมาณค่าปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

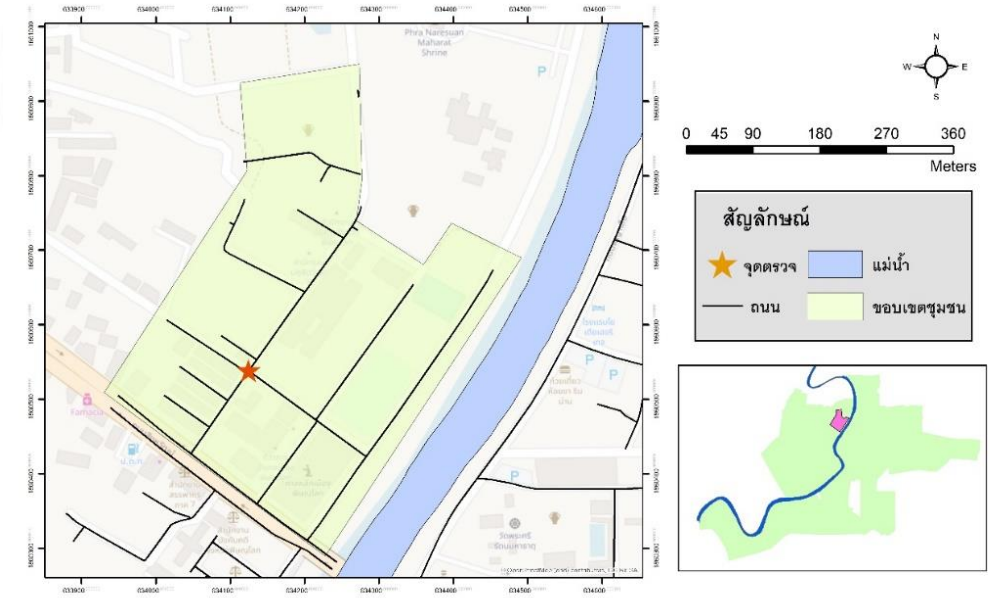
1. ผลการตรวจวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และจำนวนยานพาหนะในพื้นที่ศึกษา

1.1 สภาพแวดล้อมของจุดตรวจวัดในพื้นที่

<u>จุดที่ 1</u>

ภาพ 9 แสดงตำแหน่งของจุดตรวจวัดจุดที่ 1 ในเขตชุมชนเทพารักษ์มีลักษณะเป็น 4 แยกเดินรถได้สองทางทั้ง 4 แยก สภาพแวดล้อมของจุดตรวจนี้คือมีโรงเรียนขนาดกลาง มีศูนย์ราชการต่าง ๆ อยู่รอบ ๆ และมีร้านสะดวกซื้อ หรือร้านค้า ร้านอาหาร อยู่บริเวณรอบ ๆ จุดตรวจ (ภาพที่ 10)

แผนที่จุดตรวจวัดที่ 1 ในเขตชุมชนเทพารักษ์



ภาพ 9 แผนที่แสดงจุดตรวจวัดที่ 1

สิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

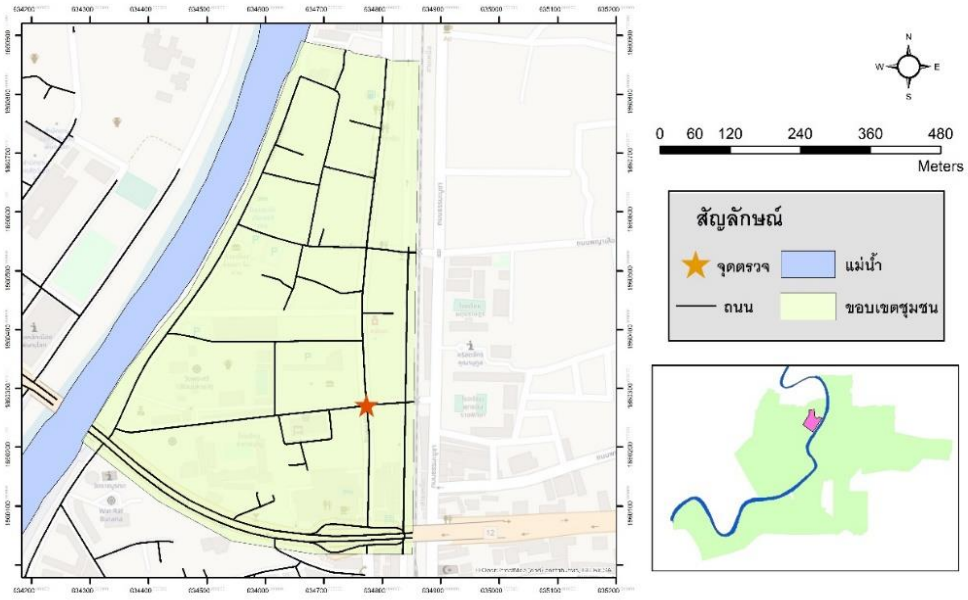
ภาพ 10 พื้นที่จริงจุดตรวจวัดที่ 1

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

<u>จุดที่ 2</u>

ภาพ 11 แสดงตำแหน่งของจุดตรวจวัดจุดที่ 2 มีลักษณะเป็น 4 แยกเดินรถได้สองทางเพียงเส้นเดียว คือเส้นที่เดินรถไปทางทิศเหนือและทิศใต้ ส่วนเส้นทางที่เดินรถไปยังทิศตะวันออกนั้นจะเดินรถได้เป็นเวลา ช่วงเวลาเร่งรีบไม่สามรถเดินรถได้ (one-way) สภาพแวดล้อมของจุดตรวจนี้คือ มีโรงเรียนขนาดกลางหลายแห่ง มีวัด มีร้านสะดวกซื้อ หรือร้านค้า ใกล้กับศูนย์การค้า และร้านอาหาร อยู่บริเวณรอบ ๆ จุดตรวจ อีกทั้งเส้นทางที่จุดตรวจนี้ยังเป็นเส้นทางเข้าเมืองโดยตรงอีกด้วย และภาพ 12 แสดงพื้นที่จริงตรงบริเวณจุดตรวจวัดที่ 2

แผนที่จุดตรวจวัดที่ 2 ในเขตชุมชนพญาเสือ



ภาพ 11 แผนที่แสดงจุดตรวจวัดที่ 2

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ภาพ 12 พื้นที่จริงจุดตรวจวัดที่ 2

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

จุดที่ 3

ภาพ 13 แสดงตำแหน่งของจุดตรวจวัดจุดที่ 3 มีลักษณะเป็น 3 แยกเดินรถได้เพียงทางเดียวทั้งหมด สภาพแวดล้อมของจุดตรวจนี้คือ อยู่บริเวณริมแม่น้ำ มีต้นไม้เยอะพอสมควร มีสวนสาธารณะ มีโรงเรียนขนาดใหญ่อยู่บริเวณถัดไปทางด้านด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้ อีกทั้งยังมีวัดอยู่ที่บริเวณจุดตรวจด้วย แต่วันที่เราลงภาคสนามเก็บข้อมูลจุดตรวจวัดที่ 3 นั้นเป็นวันหยุดเสาร์ – อาทิตย์ และภาพ 14 แสดงพื้นที่จริงตรงบริเวณจุดตรวจวัดที่ 3

ภาพ 13 แผนที่แสดงจุดตรวจวัดที่ 3

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

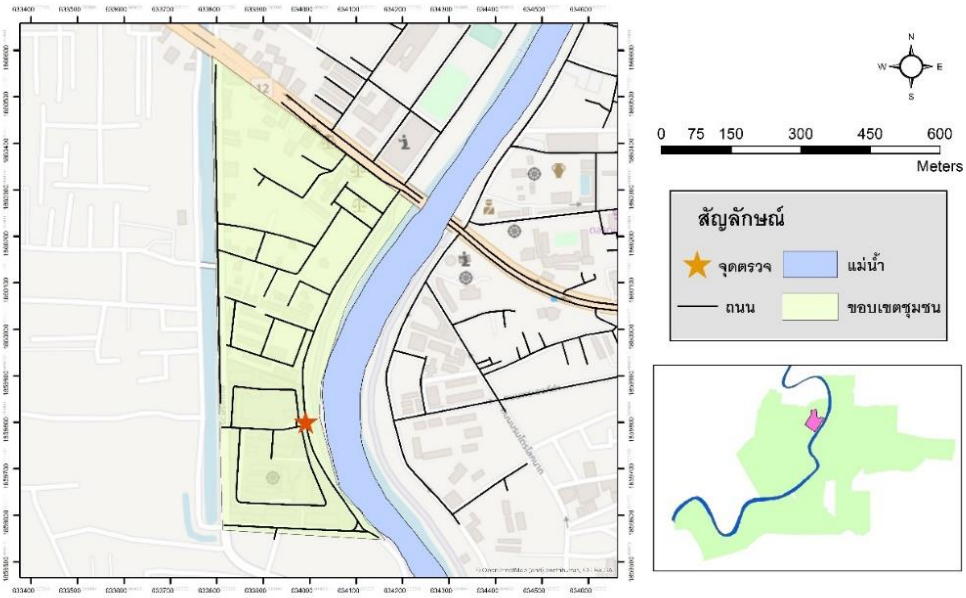
ภาพ 14 พื้นที่จริงจุดตรวจวัดที่ 3

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

<u>จุดที่ 4</u>

ภาพ 15 แสดงตำแหน่งของจุดตรวจวัดจุดที่ 4 มีลักษณะเป็น 3 แยกเดินรถได้สองทางทั้ง 3 แยก จุดตรวจนี้เป็นทางเข้ามหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม (ส่วนวังจันทน์) สภาพแวดล้อมของจุดตรวจนี้คือ อยู่บริเวณริมน้ำ มีสวนสาธารณะ มีต้นไม้พอสมควร มีสำนักงานของทางมหาวิทยาลัยอยู่ทางด้านใน และมีวิทยาลัยอยู่บริเวณถัดไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือด้วย แต่วันที่เราลงภาคสนามเก็บข้อมูลจุดตรวจวัดที่ 4 นั้นเป็นวันหยุดเสาร์ - อาทิตย์ และภาพ 16 แสดงพื้นที่จริงตรงบริเวณจุดตรวจวัดที่ 4

แผนที่จุดตรวจวัดที่ 4 ในเขตชุมชนหลังศาล



ภาพ 15 แผนที่แสดงจุดตรวจวัดที่ 4

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ภาพ 16 พื้นที่จริงจุดตรวจวัดที่ 4

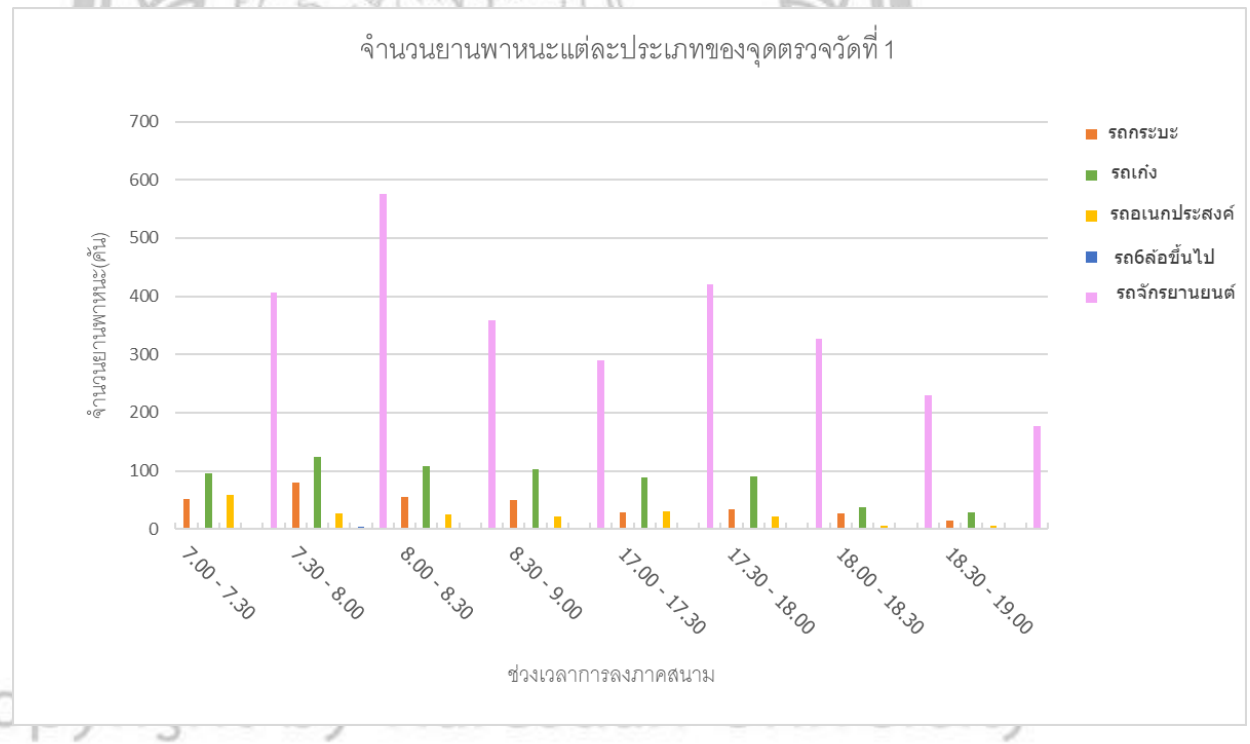
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

1.2 จำนวนและประเภทของยานพาหนะในแต่ละจุดตรวจ

ในการตรวจนับจำนวนยานพาหนะแต่ละจุดตรวจนั้น ผู้วิจัยได้ใช้วิธีตรวจนับจำนวนพาหนะในแต่ละจุดตามช่วงเวลาที่กำหนด ผลการตรวจนับจำนวนแสดงดังรายละเอียดต่อไปนี้

<u>จุดที่ 1</u>

จากแผนภูมิดังภาพ 17 ของจุดตรวจวัดที่ 1 พบว่ายานพาหนะที่มีปริมาณมากที่สุดของทุกช่วงเวลา ได้แก่ รถจักรยานยนต์ ส่วนยานพาหนะที่มีจำนวนน้อยที่สุดของทุกช่วงเวลา ได้แก่ รถ6ล้อขึ้นไป โดยช่วงเวลาที่ยานพาหนะเยอะที่สุด คือช่วงเวลา 7.30 น. – 8.00 น.

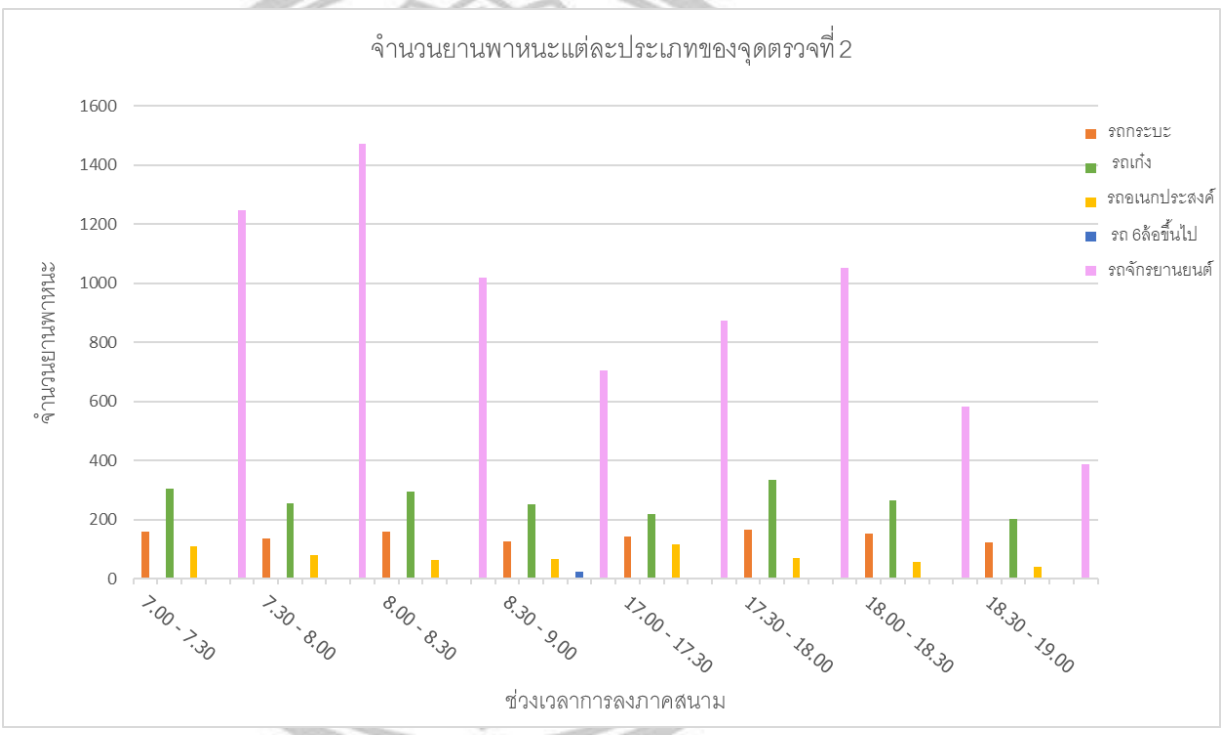


ภาพ 17 แผนภูมิจำนวนและประเภทของยานพาหนะที่จุดตรวจวัดที่ 1

Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จุดที่ 2

จากแผนภูมิดังภาพ 18 ของจุดตรวจวัดที่ 2 จะเห็นว่ามีจำนวนยานพาหนะรวมทุกประเภทเยอะมาก ประเภทที่เยอะที่สุด ได้แก่ รถจักรยานยนต์ ลำดับต่อมาคือรถเก๋ง รถกระบะ รถอเนกประสงค์ และรถ6ล้อขึ้นไป ตามลำดับ ช่วงเวลาที่มียานพาหนะมากที่สุดคือช่วง 7.30 น. – 8.00 น.

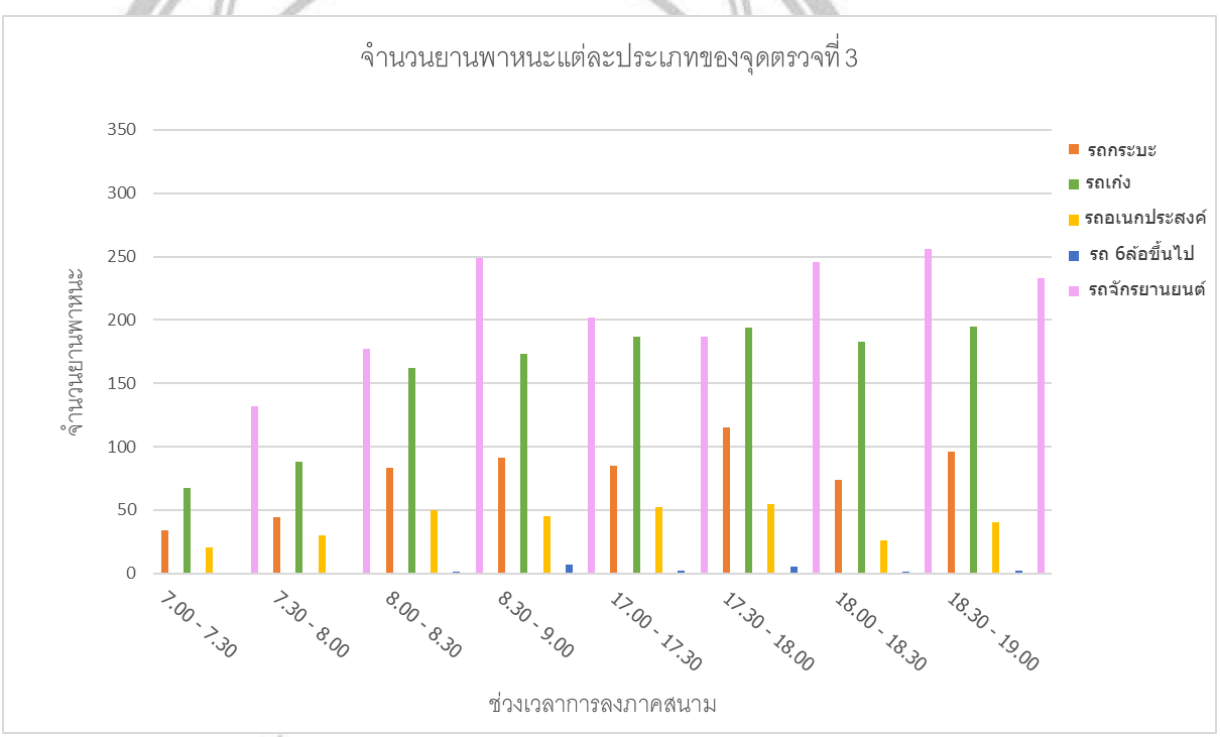


ภาพ 18 กราฟแสดงจำนวนและประเภทของยานพาหนะที่จุดตรวจวัดที่ 2

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

จุดที่ 3

จากแผนภูมิดังภาพ 19 ของจุดตรวจวัดที่ 3 จะเห็นว่าจำนวนยานพาหนะนั้นมีปริมาณน้อย ประเภทที่มากที่สุดได้แก่ รถจักรยานยนต์ ลำดับที่ 2 ได้แก่รถเก๋ง แต่มีความแตกต่างกันไม่มาก และยังมีบางช่วงเวลาที่รถเก๋งมีจำนวนเยอะกว่ารถจักรยานยนต์อีกด้วย คือช่วง 17.30 น. – 18.00 น. ช่วงเวลาที่มีจำนวนยานพาหนะน้อยที่สุด คือ ช่วงเวลา 7.00 น. – 8.00 น. แต่จะสังเกตุเห็นว่าช่วงเวลาตอนเย็นเป็นต้นไป จะมีจำนวนยานพาหนะที่พอจะสูงกว่าช่วงเวลาอื่นขึ้นมา

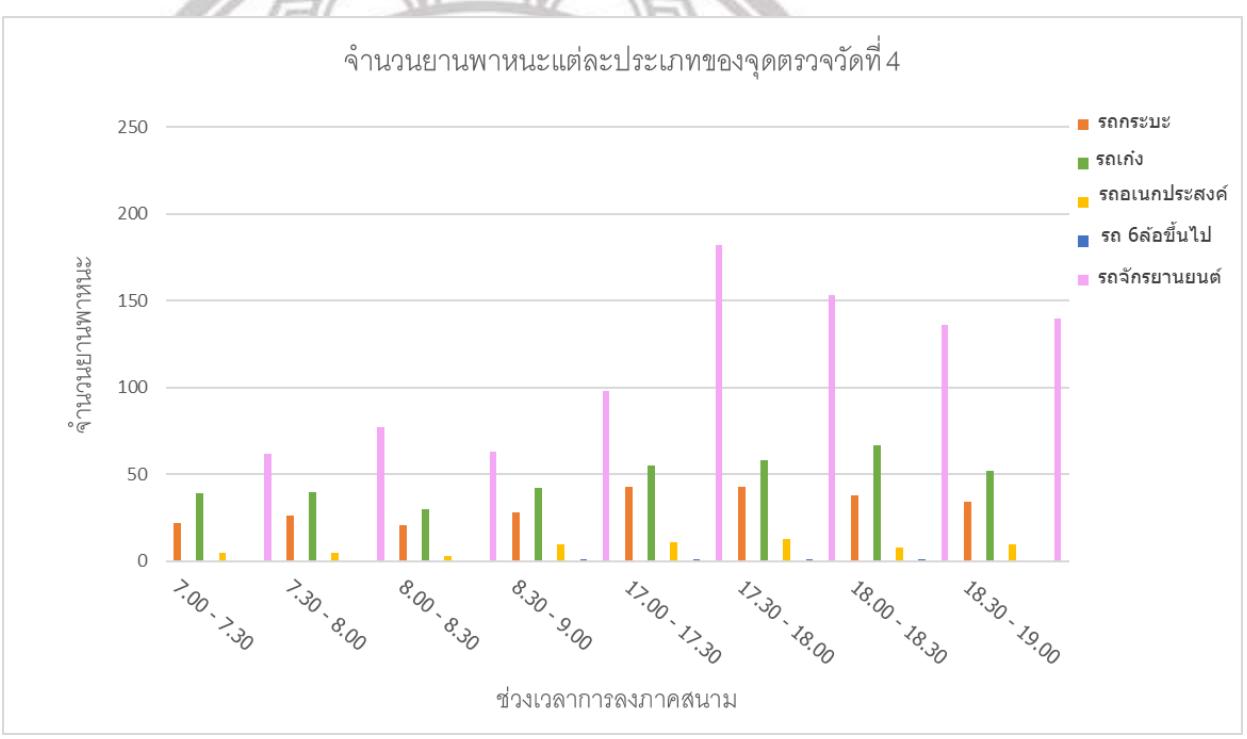


ภาพ 19 กราฟแสดงจำนวนและประเภทของยานพาหนะที่จุดตรวจวัดที่ 3

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

จุดที่ 4

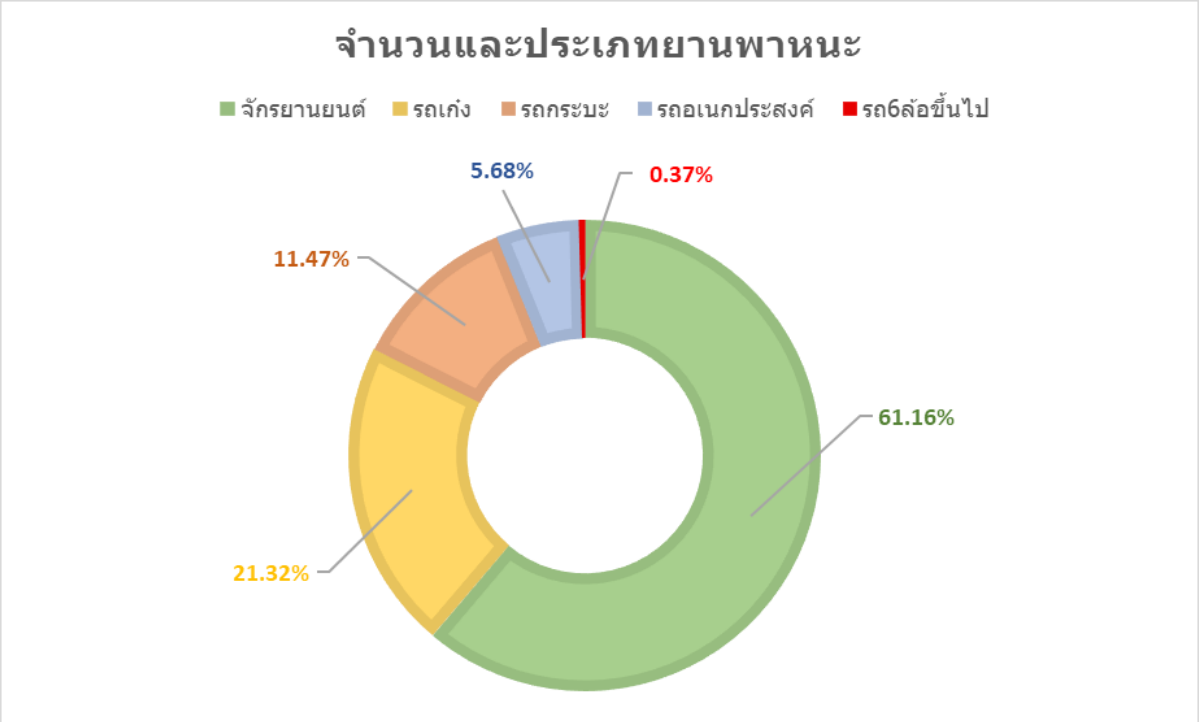
จากแผนภูมิดังภาพ 20 ของจุดตรวจวัดที่ 4 จะเห็นว่าจำนวนยานพาหนะนั้นมีปริมาณน้อยมาก ประเภทที่เยอะมากที่สุดคือรถจักรยานยนต์ ช่วงเวลาที่มีจำนวนยานพาหนะน้อยที่ได้ คือช่วง 7.00 น. – 8.00 น. แต่จะสังเกตเห็นว่าช่วงเวลาตอนเย็นเป็นต้นไปจะเริ่มมีจำนวนยานพาหนะที่เยอะขึ้น ช่วงเวลาที่มียานพาหนะเยอะที่สุด ได้แก่ ช่วง 17.00 น. – 17.30 น.



ภาพ 20 กราฟแสดงจำนวนและประเภทของยานพาหนะที่จุดตรวจวัดที่ 4

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

เมื่อนำผลจำนวนและประเภทของยานพาหนะทั้ง 4 จุดตรวจวัดมารวมกันนั้น จะเห็นว่าประเภทยานพาหนะทั้งหมดเป็นดังภาพ 21 มียานพาหนะประเภทรถจักรยานยนต์มากที่สุดอยู่ที่ 61.16% และรถเก๋ง 21.32% รถกระบะ 11.47% รถอเนกประสงค์ 5.68% และรถ 6 ล้อขึ้นไป 0.37% ตามลำดับ

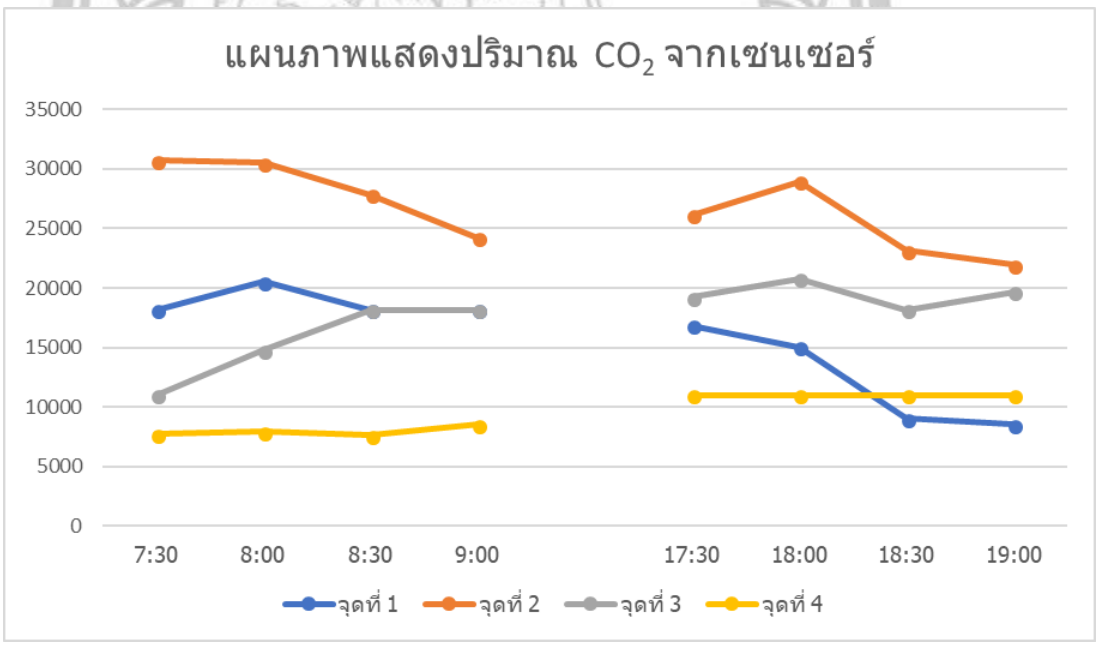


ภาพ 21 กราฟแสดงจำนวนยานพาหนะจากจุดตรวจวัดทั้งหมด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

1.3 ปริมาณก๊าซคาร์บอนในพื้นที่ตรวจวัด

ภาพ 22 เป็นแผนภูมิแสดงปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ ของจุดตรวจวัดที่ 1, 2, 3 และ 4 ในทุกช่วงเวลาการเก็บข้อมูล รวม 8 ช่วงเวลา ลักษณะของปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์นั้น มีลักษณะมากน้อยตามช่วงเวลาแตกต่างกันไป จากปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ของจุดตรวจวัดทั้ง 4 จุดตรวจนั้นจะสังเกตเห็นว่าช่วงเวลาตอน 7.30 น. – 8.00 น. นั้น เป็นช่วงเวลาที่ทุกจุดตรวจจะมีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่เพิ่มขึ้น จากนั้นก็จะเริ่มลดลงถึงช่วงเวลา 8.30 น. – 9.00 น. นั้นคือเป็นช่วงที่มีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์น้อยมาก จนในช่วงเย็นเวลา 17.30 น. – 18.00 น. นั้นก็มีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นมามากอีกครั้ง และน้อยลงอีกตามช่วงเวลา



ภาพ 22 แผนภูมิแสดงปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ของแต่ละจุดตรวจวัดตามช่วงเวลา

Copyright by Naresuan University
All rights reserved

แผนภูมิข้างต้นยังแสดงให้เห็นอีกว่าจุดที่มีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์น้อยที่สุด คือบริเวณจุดที่ 4 ส่วนจุดที่มีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์มากที่สุด ได้แก่ จุดที่ 2 ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ของจุดที่ 1 และ 2 นั้น ลดลงจากช่วงเช้ามากอย่างเห็นได้ชัด โดยเฉพาะจุดที่ 1 แต่จุดที่ 3 และ 4 นั้นมีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นจากช่วงเช้าเพียงเล็กน้อย

ตาราง 3 ตารางแสดงปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ต่ำสุด

จุดที่	ปริมาณ CO_2 ต่ำสุด	ช่วงเวลา
1	8502 ppm	18.30 – 19.00
2	21921 ppm	18.30 – 19.00
3	15994 ppm	7.00 – 7.30
4	7604 ppm	8.00 – 8.30

ตาราง 4 ตารางแสดงปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์สูงสุด

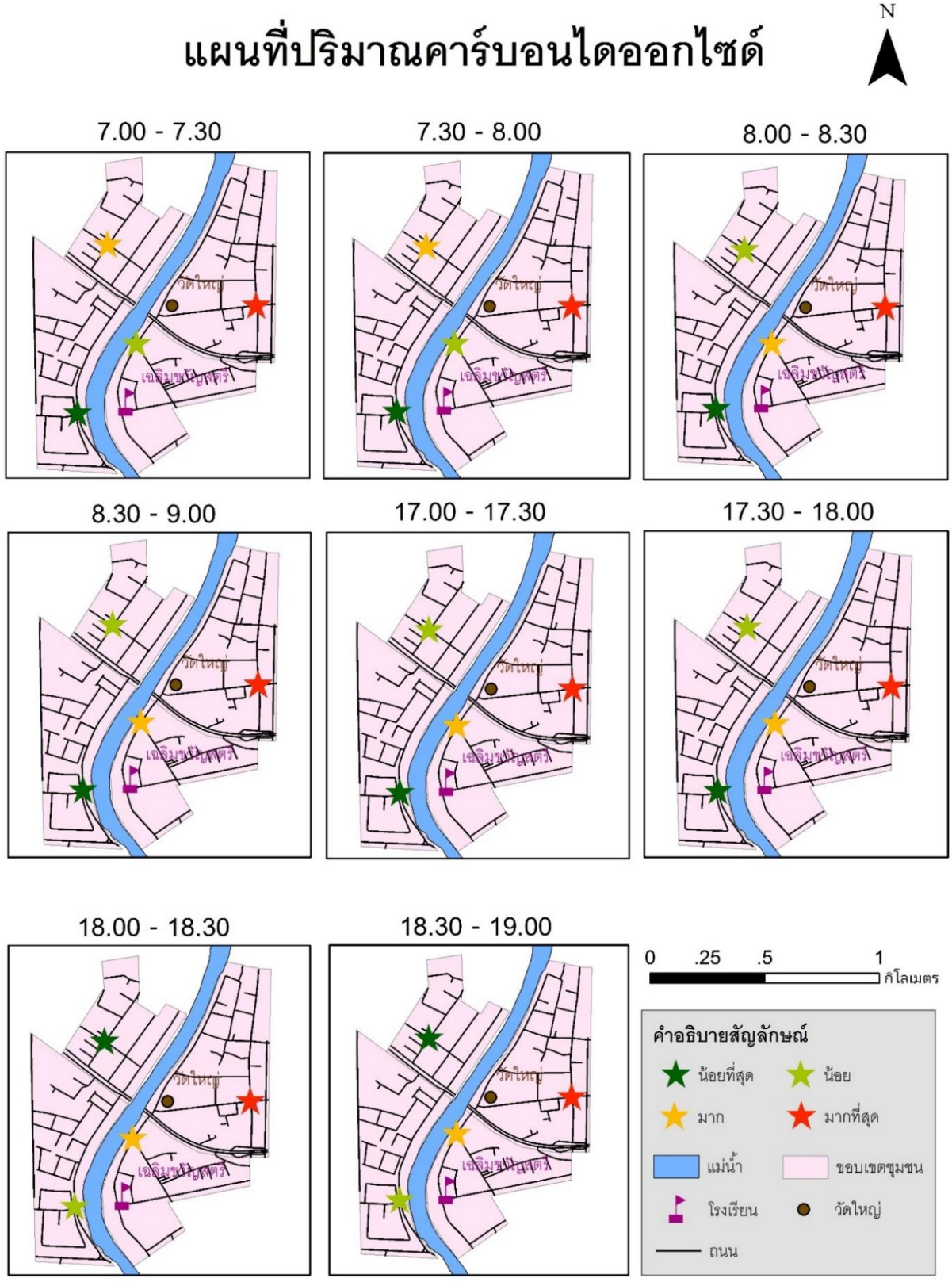
จุดที่	ปริมาณ CO_2 สูงสุด	ช่วงเวลา
1	21921 ppm	7.30 – 8.00
2	30709 ppm	7.00 – 7.30
3	21921 ppm	17.30 – 18.00
4	15006 ppm	18.00 – 18.30

จากตาราง 3 แสดงให้เห็นถึงปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ต่ำที่สุดของแต่ละจุดตรวจ โดยจุดตรวจวัดที่ 1 และจุดตรวจวัดที่ 2 นั้นมีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ต่ำสุดอยู่ในช่วงเวลาเดียวกันคือ 18.30 น. – 19.00 น. และจุดที่มีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์น้อยที่สุด ได้แก่ จุดที่ 4 ซึ่งมีปริมาณคาร์บอนอยู่ 7,604 ppm ในช่วงเวลา 8.00 น. – 8.30 น.

จากตาราง 4 แสดงให้เห็นถึงปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่สูงที่สุดของแต่ละจุดตรวจ โดยจุดตรวจวัดที่มีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์สูงที่สุด ได้แก่ จุดที่ 2 ซึ่งมีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์อยู่ที่ 30,709 ppm ในช่วงเวลา 7.00 น. – 7.30 น.

จะเห็นว่าจุดตรวจวัดที่ 1 และ 2 นั้นมีค่าปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ต่ำสุดอยู่ในช่วงเย็นและสูงสุดอยู่ในช่วงเช้า สลับกับ จุดที่ 3 และ 4 มีค่าปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ต่ำสุดอยู่ในช่วงเช้าและสูงสุดอยู่ในช่วงเย็น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

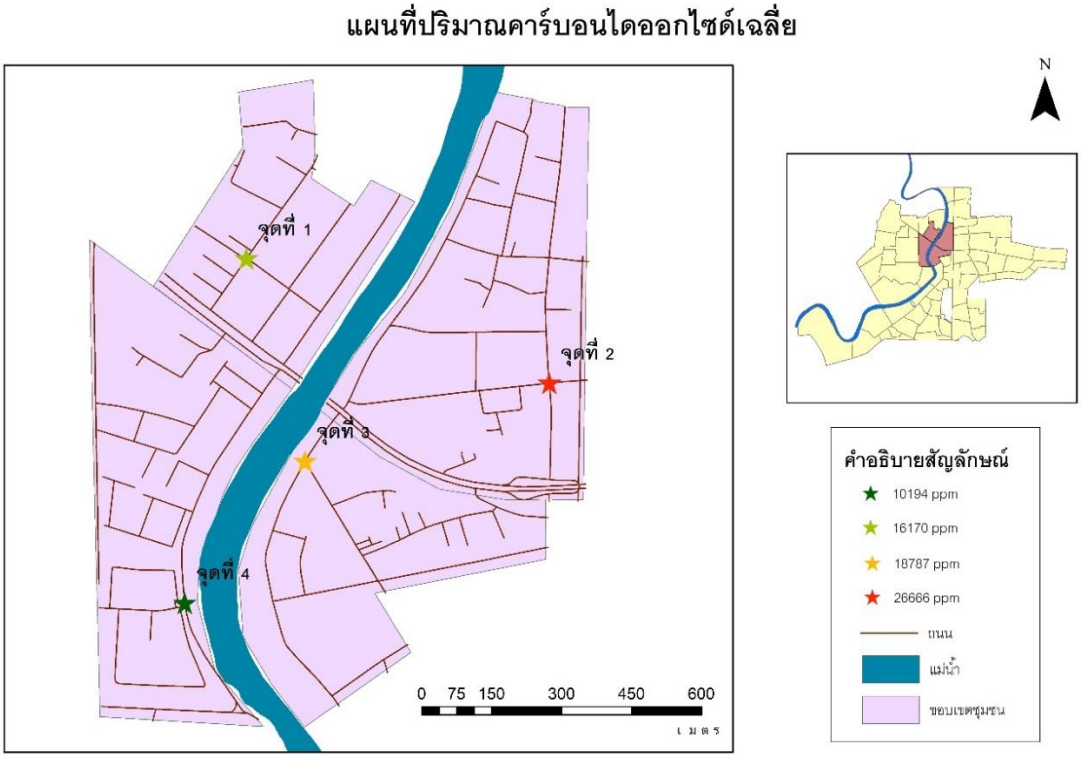


ภาพ 23 แผนที่แสดงปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์

จากภาพ 23 จะสังเกตเห็นได้ว่า จุดตรวจวัดที่ 2 นั้นมีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์สูงมากในทุกช่วงเวลา ส่วน 3 จุดตรวจวัดที่เหลือนั้น ก็จะมีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นและลดลงสลับกันในแต่ละช่วงเวลา โดยภาพรวม แล้ว จุดตรวจวัดทั้ง 4 จุด มีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ยดังตาราง 5

ตาราง 5 ตารางแสดงค่าปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ยทุกช่วงเวลา

จุดที่	ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ย (ppm)
1	16,170
2	26,666
3	18,7887.25
4	10,194.88



ภาพ 24 แผนที่แสดงปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ยของจุดตรวจวัดทั้งหมด

2. ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตามด้วยการถดถอยพหุคูณเชิงเส้น

จากการเก็บข้อมูลในภาคสนาม เพื่อนับจำนวนยานพาหนะซึ่งกำหนดตัวแปรต้นเป็น 5 ประเภท ได้แก่ รถกระบะ รถเก๋ง รถอเนกประสงค์ รถ 6 ล้อขึ้นไป และรถจักรยานยนต์ ส่วนตัวแปรตาม ได้แก่ ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่สำรวจโดยใช้เครื่องมือเซนเซอร์ตรวจวัด เมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม ได้ผลการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

ตาราง 6 แสดงผลการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์การตัดสินใจแบบพหุคูณ

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of The Estimate
1	.883[a]	.837	.834	2193.739
2	.902[b]	.874	.870	1731.210
3	.908[c]	.887	.882	1551.467

a. Predictors: (Constant), X2

b. Predictors: (Constant), X2,X5

c. Predictors: (Constant), X2,X5,X3

จากตาราง 6 ผลการวิเคราะห์คือโมเดลแบบที่ 3 มีค่า R Square หรือสัมประสิทธิ์การตัดสินใจแบบพหุคูณมากที่สุดเปรียบเทียบกันทั้ง 3 โมเดล ซึ่งโมเดลแบบที่ 3 นั้นจะประกอบด้วยตัวแปร 3 ตัวแปร คือ X2:รถเก๋ง, X5:รถจักรยานยนต์ และ X3:รถอเนกประสงค์ โมเดลที่ 3 มีค่า R = 0.908 หรือ 90.8% หมายความว่า ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์มีความสัมพันธ์กับตัวแปรอิสระในทิศทางเดียวกัน คือ ถ้าตัวแปรอิสระที่ประกอบอยู่ในโมเดลที่ 3 เพิ่มขึ้น ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ก็จะเพิ่มขึ้น แต่ถ้าตัวแปรอิสระที่ประกอบอยู่ในโมเดลที่ 3 ลดลง ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ก็จะลดลงด้วย เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจแบบพหุคูณที่ถูกปรับแก้แล้ว (Adjusted R Square) ก็จะเห็นว่าโมเดลแบบที่ 3 นั้นมีค่ามากที่สุดเช่นกัน โดยมีค่า R Square = 0.887 หรือ 88.7% หมายความว่า ร้อยละ 88.7 ของความผันแปรปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์นั้น สามารถอธิบายได้ด้วยตัวแปร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

X2:รถเก๋ง, X5:รถจักรยานยนต์ และ X3:รถอเนกประสงค์ มีอิทธิพลต่อปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์มากถึง 88.7%

3. ผลการวิเคราะห์การสร้างแบบจำลองการประมาณค่าปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้สมการการถดถอยพหุคูณ

ในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อสร้างแบบจำลองการประมาณค่าปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้สมการการถดถอยพหุคูณ จะได้แบบจำลองจากตาราง Coefficients ที่มาจากการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม SPSS ได้ผลดังนี้

ตาราง 7 แสดงค่าประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยบางส่วน

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	7020.633	709.104		9.901	.000
	X2	73.558	4.288	.953	17.153	.000
2	(Constant)	7271.558	562.523		12.927	.000
	X2	54.002	5.604	.699	9.637	.000
	X5	6.184	1.412	.318	4.379	.000
3	(Constant)	7299.528	504.215		14.477	.000
	X2	43.579	6.214	.564	7.013	.000
	X5	4.506	1.396	.231	3.227	.003
	X3	56.405	19.808	.238	2.848	.008

a. Dependent Variable: Y

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

จากตาราง 7 ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยบางส่วน หรือ ค่า B ของแต่ละโมเดล โดยโมเดลที่ 3 นั้น ค่า p-value ของตัวแปรต้นทุกตัว มีค่าน้อยกว่า 0.1 จึงสามารถนำไปเขียนสมการการถดถอยได้ ซึ่งสมการที่ได้ คือ

ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ = 7299.528 + 43.579รถเก๋ง

+ 4.506รถจักรยานยนต์ + 56.405รถอเนกประสงค์ (3)

เมื่อพิจารณาหาว่าตัวแปรต้นตัวใดที่ส่งผลต่อตัวแปรตามมากกว่ากัน จากโมเดลที่ 3 นั้น เมื่อพิจารณาค่า Beta พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ของ รถเก๋งมีค่ามากที่สุด คือ 0.564 ดังนั้นตัวแปรรถเก๋งจึงมีอิทธิพลมากที่สุดต่อปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ กล่าวคือ ถ้ารถเก๋งมีจำนวนเพิ่มขึ้น 1 หน่วย ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ จะเพิ่มขึ้น 43.579 หน่วย เมื่อกำหนดให้จำนวนรถจักรยานยนต์และรถอเนกประสงค์คงที่ เป็นต้น

4. **ผลการประยุกต์ใช้แบบจำลองในการประมาณค่าปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์**

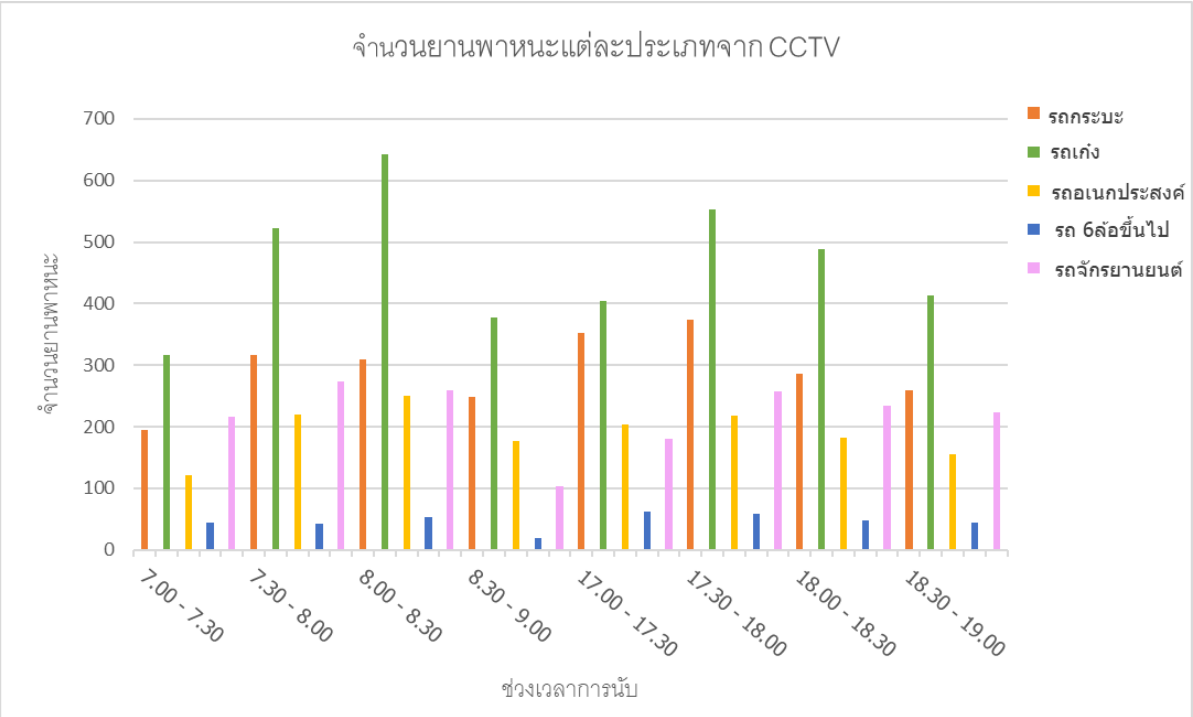
4.1 ปริมาณค่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในการประเมินโดยแบบจำลองจากตำแหน่งกล้องด้วย CCTV

ตำแหน่งกล้อง CCTV ที่ผู้วิจัยเลือกศึกษาคือ บริเวณสี่แยกหนองอ้อ ต.ท่าโพธิ์ อ.เมือง จ.พิษณุโลก สภาพแวดล้อมของตำแหน่งกล้องนั้นมีลักษณะเป็นสี่แยกเลี่ยงเมือง จึงมีจำนวนและความหลากหลายของยานพาหนะที่มากขึ้น เมื่อประยุกต์แบบจำลองที่สร้างขึ้นข้างต้นกับข้อมูลได้ผลลัพธ์ ดังนี้

4.1.1 จำนวนและประเภทของยานพาหนะ

จากแผนภูมิของจำนวนยานพาหนะแต่ละประเภทจาก CCTV นั้น จะเห็นว่ายานพาหนะที่มีปริมาณมากที่สุดไม่ว่าจะช่วงเวลาไหนก็คือรถเก๋ง และยานพาหนะที่มีจำนวนน้อยที่สุดได้แก่ ประเภทรถ 6 ล้อขึ้นไป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

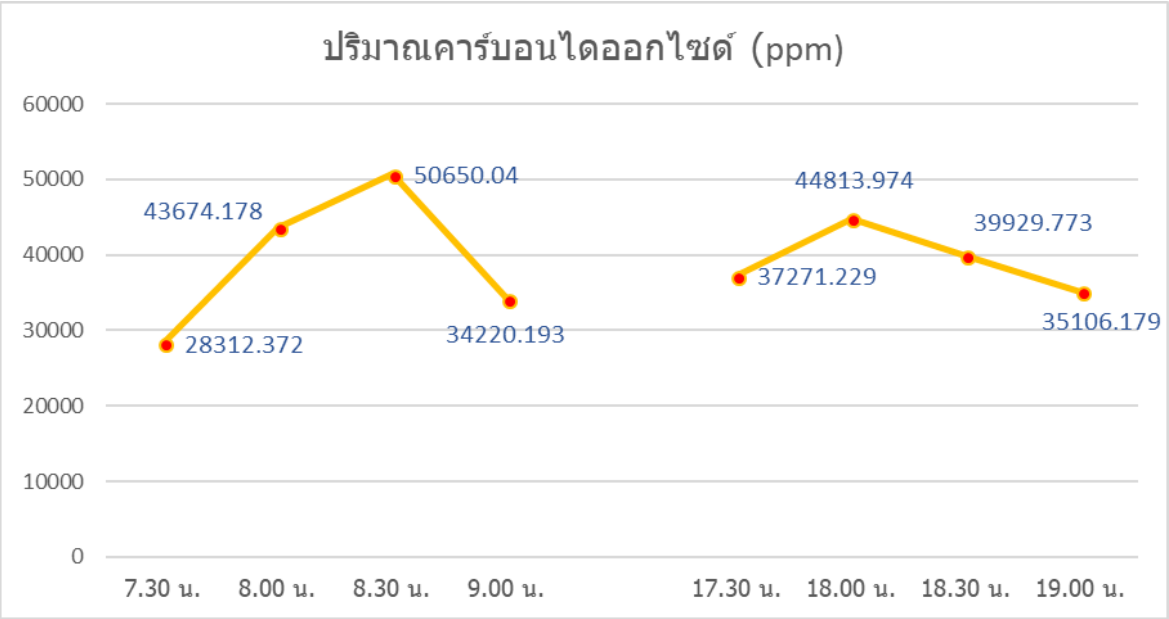


ภาพ 25 กราฟแสดงจำนวนและประเภทของยานพาหนะจาก CCTV

4.1.2 ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์

นำข้อมูลจำนวนและประเภทของยานพาหนะมาประมาณค่าโดยใช้แบบจำลองของการวิจัยในครั้งนี้ดัง สมการ (3) จะได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved



ภาพ 26 แผนภูมิแสดงปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ทุกช่วงเวลาจาก CCTV

**การคิดหาปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ ดูได้ที่ภาคผนวก

จากการประมาณค่าปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์จาก CCTV นั้น ได้ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ยเท่ากับ 39,247.24 ppm

4.2 ปริมาณค่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในการประเมินโดยแบบจำลองจากข้อมูลการจราจรของสำนักอำนวยความปลอดภัย กรมทางหลวง

จากรายงานการสรุปปริมาณจราจรเฉลี่ย (คัน/วัน) บนทางหลวงในเส้นทางสายหลัก ปี 2560 ผู้วิจัยเลือกเส้นทางที่จะใช้กับแบบจำลอง คือ ทางหลวงหมายเลข 1 ตอนควบคุม 901 ชื่อสายทางหลวง โนนปอแดง - ปากดง เขตทางหลวง ขท.กำแพงเพชร มีจำนวนและประเภทยานพาหนะ ดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ประเภทยานพาหนะ	จำนวน (คัน)
รถเก๋ง	4553
รถอเนกประสงค์	3064
รถจักรยานยนต์	939

ตาราง 8 ประเภทยานพาหนะจากสำนักอำนวยความปลอดภัย กรมทางหลวง

จากตารางสามารถนำข้อมูลมาประมาณค่าโดยใช้แบบจำลองของการวิจัยในครั้งนี้ ดัง สมการ (3) จะได้

$$Y = 7299.528 + 43.579(4553) + 4.506(939) + 56.405(3064)$$

$$Y = 382,770.77$$

โดยที่ Y คือ ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

จากการใช้แบบจำลองนั้น ข้อมูลประเภทและจำนวนยานพาหนะจากสำนักอำนวยความปลอดภัย กรมทางหลวง ทางหลวงหมายเลข 1 ตอนควบคุม 901 ชื่อสายทางหลวง โนนปอแดง - ปากดง เขตทางหลวง ขท.กำแพงเพชร จะได้ค่าประมาณปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เท่ากับ 382,770.77 ppm

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

บทที่ 5

สรุปและอภิปรายผล

ในการศึกษาค้นคว้าเรื่อง แบบจำลองการประมาณค่าปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์จากการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ กรณีศึกษาพื้นที่ชุมชนเทพารักษ์ ชุมชนหลังศาล ชุมชนพญาเสือ และชุมชนราชบูรณะ เทศบาลนครพิษณุโลก มีวัตถุประสงค์ได้แก่

1. เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างประเภทและจำนวนของยานพาหนะกับปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
2. เพื่อสร้างแบบจำลองปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์จากประเภทและจำนวนยานพาหนะเพื่อใช้ในการประมาณปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในพื้นที่อื่นจากแบบจำลอง

จากผลการศึกษาสามารถสรุปผลการวิเคราะห์ได้ดังนี้

1. สรุปผลการวิจัย

ผลการศึกษาจำนวนและประเภทของยานพาหนะแยกประเภทของยานพาหนะออกเป็น 5 ประเภท คือ รถกระบะ รถเก๋ง รถอเนกประสงค์ รถ 6 ล้อขึ้นไป และรถจักรยานยนต์ จากการสำรวจในภาคสนามบริเวณขอบเขตการศึกษานั้น พบว่า จำนวนยานพาหนะที่มีจำนวนมากที่สุดในช่วงเวลาที่สำรวจ ได้แก่ รถจักรยานยนต์ คิดเป็น ร้อยละ 61.16 รองลงมาคือ รถเก๋ง คิดเป็นร้อยละ 21.32 และ รถกระบะ ร้อยละ 11.47 รถอเนกประสงค์ ร้อยละ 5.68 และ รถ 6 ล้อขึ้นไป ร้อยละ 0.37

ผลการศึกษาด้านปริมาณของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ดำเนินการตรวจวัดเป็นช่วงเวลา กำหนดทุก ๆ 30 นาที ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีประมาณเพิ่มมากขึ้นตามจำนวนของยานพาหนะ และแปรผันตามสภาพแวดล้อมของการใช้งานพื้นที่จุดสำคัญของบริเวณจุดตรวจ จากการใช้เซนเซอร์ตรวจวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์นั้น พบว่า จุดตรวจวัดที่ 2 พื้นที่ในเขตชุมชนพญาเสือมีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ยมากที่สุด อยู่ที่ 26,666 ppm ซึ่งเป็นจุดตรวจวัดที่มีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากที่สุดในทุกช่วงเวลาเนื่องจากเป็นบริเวณที่มีสถานศึกษาหลายแห่ง มีศาสนสถานตั้งอยู่ และเส้นทางหลักซึ่งมียานพาหนะผ่านเข้า - ออก ตัวเมืองจังหวัดพิษณุโลก ทำให้ยานพาหนะมีจำนวน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

มาก ส่วนจุดตรวจวัดอีก 3 จุดตรวจวัดนั้น มีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ยอยู่ที่ 18,787 ppm จุดที่ 1 เท่ากับ 16,170 ppm และจุดที่ 4 เท่ากับ 10,194 ppm ตามลำดับ และมีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มาก - น้อย สลับกันในแต่ละช่วงเวลา

ผลการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างประเภทและจำนวนของยานพาหนะกับปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression Analysis) พบว่าประเภทและจำนวนของยานพาหนะที่มีความสัมพันธ์กับปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ มีทั้งหมด 3 ประเภท คือ รถเก๋ง รถอเนกประสงค์ และรถจักรยานยนต์

ผลการวิเคราะห์หาแบบจำลองประมาณค่าปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ แบบจำลองที่ได้คือยานพาหนะประเภทรถอเนกประสงค์นั้นส่งผลให้มีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นมากกว่ารถเก๋งและรถจักรยานยนต์ คือ เมื่อรถอเนกประสงค์เพิ่มขึ้น 1 หน่วย โดยที่รถเก๋งและรถจักรยานยนต์คงที่นั้น ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์จะเพิ่มขึ้น 56.405 ppm แต่ถ้าเป็นรถเก๋งเพิ่มขึ้น 1หน่วย โดยที่รถอเนกประสงค์และรถจักรยานยนต์คงที่นั้น ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์จะเพิ่มขึ้น 43.579 ppm หรือถ้าเป็นรถจักรยานยนต์เพิ่มขึ้น 1 หน่วย โดยที่รถเก๋ง และรถอเนกประสงค์คงที่นั้น ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์จะเพิ่มขึ้น 4.506 ppm

ผลการนำแบบจำลองไปประยุกต์ใช้ในการประมาณค่าปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากตำแหน่งกล้องด้วย CCTV ตำแหน่งของจุดตรวจบริเวณสี่แยกหนองอ้อ ต.ท่าโพธิ์ อ.เมือง จ.พิษณุโลก ในวันที่ 30 ตุลาคม 2561 มีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ยทุกช่วงเวลาอยู่ที่ 39,247.24 ppm และจากรายงานการสรุปปริมาณจราจรเฉลี่ย(คัน/วัน) ของกรมทางหลวงบนทางหลวงในเส้นทางสายหลัก ตลอดปี 2560 บริเวณทางหลวงหมายเลข 1 ตอนควบคุม 901 โนนปอแดง - ปากดง เขตทางหลวง ขท.กำแพงเพชร มีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์อยู่ที่ 382,770.77 ppm เฉลี่ยในหนึ่งวัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

2. อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาแบบจำลองการประมาณค่าปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์จากการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณนั้น พบว่า

จำนวนและประเภทของยานพาหนะนั้นมีจำนวนยานพาหนะมากในช่วงเวลาเร่งรีบ ประเภทของยานพาหนะที่มีจำนวนมากที่สุด คือ รถจักรยานยนต์ ส่วนการนับจาก CCTV และจากการใช้ข้อมูลจากกรมทางหลวงนั้น ประเภทของยานพาหนะที่มีจำนวนมากที่สุด คือ รถเก๋ง ซึ่งแตกต่างกับ เบญจมาศ ขัตติยากุล (2554) ซึ่งนับจำนวนยานพาหนะในพื้นที่ศึกษาที่แตกต่างกัน โดย รถตู้มีจำนวนมากที่สุด

ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์จากเซนเซอร์ มีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์สูงมากในช่วงเวลาเร่งด่วน ได้แก่ 7.00 น. – 8.00 น. และช่วงเวลา 17.30 น. – 18.30 น. เนื่องจากมีปริมาณยานพาหนะที่มีจำนวนมาก ซึ่งสอดคล้องกับ วีรญา แพ่งแสง (2547) ที่ศึกษาปริมาณก๊าซพิษในแหล่งชุมชนหนาแน่น และแหล่งศูนย์กลางทางธุรกิจ ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีสภาพการจราจรแออัด ทำให้ปริมาณก๊าซพิษเป็นจำนวนมาก

ความสัมพันธ์ของปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์กับจำนวนและประเภทของยานพาหนะนั้นปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์มีความสัมพันธ์กับตัวแปรอิสระในทิศทางเดียวกัน คือ ถ้าตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้น ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ก็จะเพิ่มขึ้น แต่ถ้าตัวแปรอิสระลดลง ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ก็จะลดลงด้วย สอดคล้องกับ เบญจมาศ ขัตติยากุล (2554) ที่ได้ข้อสรุปเช่นเดียวกันว่า ถ้าจำนวนยานพาหนะเพิ่มปริมาณมากขึ้น คาร์บอนไดออกไซด์ก็จะมีปริมาณมากขึ้นด้วย

แบบจำลองประมาณค่าปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ได้ออกมานั้นสอดคล้องกับอัตราการปลดปล่อยปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิง จาก U.S.DOE/EIA (2014) คือ ยานพาหนะแต่ละประเภทจะมีการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงที่ต่างกันทำให้ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์แตกต่างกันออกไป โดยยานพาหนะประเภทที่ใช้น้ำมันเบนซินจะปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์น้อยกว่ายานพาหนะที่ใช้น้ำมันดีเซล จากแบบจำลองที่ได้ ยานพาหนะประเภทรถอเนกประสงค์มีค่าที่ส่งผลให้ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นมากกว่ารถเก๋ง และรถจักรยานยนต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

3. **ข้อเสนอแนะ**

3.1 ในการศึกษาครั้งต่อไป ควรเพิ่มจำนวนเซนเซอร์เพื่อเก็บข้อมูลในแต่ละพื้นที่พร้อมกัน และเพิ่มเวลาในการเก็บข้อมูลปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ จะช่วยให้แบบจำลองมีความถูกต้องมากขึ้น

3.2 ผลของงานวิจัยนี้ สามารถประยุกต์ใช้ในการตรวจวัดปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งได้จำนวนยานพาหนะจากการนับจำนวนผ่านกล้อง CCTV ซึ่งสามารถพัฒนาให้ตรวจนับและแยกประเภทของยานพาหนะแบบอัตโนมัติได้ในอนาคต

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

บรรณานุกรม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

บรรณานุกรม

กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม. (2554). สืบค้น 13 มีนาคม 2561 จาก http://actionforclimate.deqp.go.th/?p=6220.

กรมอุตุนิยมวิทยา. สืบค้น 13 มีนาคม 2561 จาก https://www.tmd.go.th/info/info.php?FileID=86.

กรมอุตุนิยมวิทยา.สืบค้น 21 กรกฎาคม 2561 จาก https://www.tmd.go.th/info/info.php?FileID=20.

เอกสาร “IPCC 1995, Summary for Policymakers of working Groups I, II and III. Herbert Riehl, 1965, Introduction to the Atmosphere. Robert G, Fleagle, 1963, An Introduction to Atmosphere Physics.”

คาร์บอนไดออกไซด์โลก. (2561). สืบค้น 17 กันยายน 2561 จาก https://www.co2.earth/

จารุวรรณ มั่นอ่ำ. (2556). **การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจกและพลังงานสำหรับหอพักนักศึกษามหาวิทยาลัยเชียงใหม่**. วศ.ม., มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

ชาคริต กิตติทรัพย์เจริญ. (2557). **การศึกษาการใช้คาตาลิสต์ที่รับความร้อนด้วยไฟฟ้าในการเพิ่มอุณหภูมิไอเสียจากเครื่องยนต์ดีเซลเชื้อเพลิงร่วมเพื่อลดมลภาวะในช่วงการขับขี่ในเมือง**. วศ.ม., มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานครฯ.

บรรจงศักดิ์ ฟักสมบูรณ์. (2554). **การประเมินค่าการระเหยน้ำจริงและการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยใช้ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาบางประการ ในพื้นที่สวนสัก จังหวัดลำปาง**. วท.ม., มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานครฯ.

เบญจมาศ ขันติยากุล. (2554). **การศึกษาปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากยานพาหนะที่ใช้ท่องเที่ยวในอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์**. วท.ม., มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานครฯ.

ประภาศรี บัวศรี. (2554). **การจัดการทรัพยากรภายในครัวเรือนของนิสิตเพื่อช่วยลดภาวะโลกร้อน : กรณีศึกษานิสิตระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน**. ศศ.ม., มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานครฯ.

พันธ์ทิพย์ กล่อมเจ๊ก. (2560). **วิทยาศาสตร์และสิ่งแวดล้อม. มหาวิทยาลัยนเรศวร**

วอยซ์ ออฟ อเมริกา. สืบค้น 30 มิถุนายน 2561 จาก https://www.voathai.com/a/a-47-2009- 07-31-voa7-90648749/922555.html.

ข่าว “ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้สภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง”

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

วนิดา จีนศาสตร์. (2551). **มลพิษอากาศและการจัดการคุณภาพอากาศ** สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์ กรุงเทพมหานครฯ.

วัชรินทร์ จันทรสุวรรณ. (2556). **การศึกษาการปรับปรุงการกระจายตัวการฉีดน้ำมันหน้าเครื่องฟอกไอเสียเชิงเร่งปฏิกิริยาแบบดีเซลออกซิเดชันแคตตาลิสด้วยพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ**. วศ.ม., มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานครฯ.

วิชัย โพธิ์ศรี. (2552). **การประเมินการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ กรณีศึกษาอุตสาหกรรมเส้นใยสังเคราะห์**. วศ.ม., มหาวิทยาลัยศิลปากร, กรุงเทพมหานครฯ.

วีรญา แพ่งแสง. (2547). **ระบบสารสนเทศเพื่อกำหนดพื้นที่เสี่ยงต่อภาวะมลพิษทางอากาศในเขตกรุงเทพมหานคร**. อ.ม., จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานครฯ.

สถาบันนวัตกรรมการเรียนรู้ มหาวิทยาลัยมหิดล. สืบค้น 30 มิถุนายน 2561 จาก http://www.il.mahidol.ac.th/e-media/ecology/chapter2/chapter2_airpollution13.htm. E-Media “นิเวศวิทยาและสิ่งแวดล้อม”

สุทธิศักดิ์ มงคลจริง. (2549). **การประมาณราคาค่าก่อสร้างอาคารโรงพยาบาลด้วยวิธีวิเคราะห์การถดถอย**. วศ.ม., มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานครฯ.

อมร สุลาวรรณ. (2552). **การประเมินการปลดปล่อย และการลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ กรณีศึกษาในอุตสาหกรรมชิ้นส่วนเครื่องถ่ายเอกสารริโก้**. วศ.ม., มหาวิทยาลัยศิลปากร, กรุงเทพมหานครฯ.

Global Carbon Atlas. สืบค้น 17 กันยายน 2561 จาก http://www.globalcarbonatlas.org/en/CO2-emissions.

Reddy and Mandla. (2015). **Quantification of LST and CO_2 levels using Landsat -8 thermalbands on Urban Environment.** Indian Institute of Technology Guwahati, VIT University, India.

U.S. Energy Information Administration. สืบค้น 17 กันยายน 2561 จาก https://www.eia.gov/.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ภาคผนวก

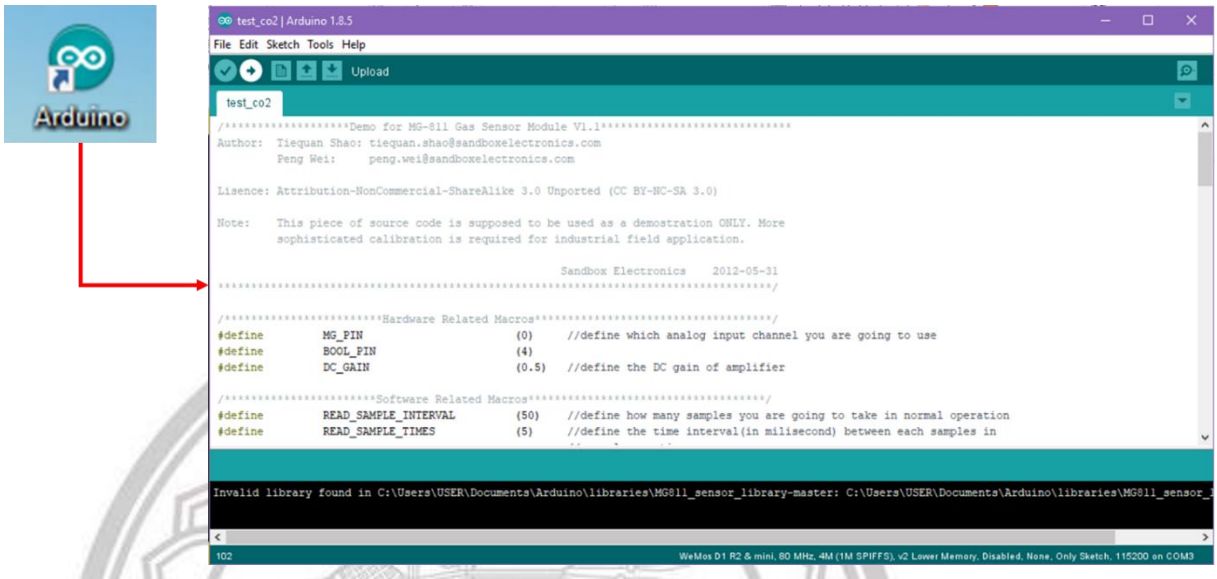
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ภาคผนวก ก โค้ดที่ใช้รันโปรแกรม Ardudio เพื่อหาปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
#define        MG_PIN (0)

#define        BOOL_PIN (4)

#define        DC_GAIN (0.5)

#define        READ_SAMPLE_INTERVAL (50)

#define        READ_SAMPLE_TIMES (5)

#define        ZERO_POINT_VOLTAGE (0.220)

#define        REACTION_VOLTGAE (0.020)

float  CO2Curve[3]  =
{2.602,ZERO_POINT_VOLTAGE,(REACTION_V
OLTGAE/(2.602-3))};

{   Serial.begin(115200);

pinMode(BOOL_PIN, INPUT);

digitalWrite(BOOL_PIN, HIGH);

Serial.print("MG-811 Demostration\n");  }

void loop()

{  int percentage;  float volts;

volts = MGRead(MG_PIN);

Serial.print( "SEN-00007:" );

Serial.print(volts);

Serial.print( "V" );

percentage =
MGGetPercentage(volts,CO2Curve);

Serial.print("CO2:");

if (percentage == -1) {

Serial.print( "<400" );   }

else {   Serial.print(percentage);   }

Serial.print( "ppm" );

Serial.print("\n");

if (digitalRead(BOOL_PIN) ){

Serial.print( "=====BOOL is HIGH======");

} else {   Serial.print( "=====BOOL is
LOW======" );   }

Serial.print("\n");

delay(180000);    }

float MGRead(int mg_pin)

{   int i;

float v=0;

for (i=0;i<READ_SAMPLE_TIMES;i++) {

v += analogRead(mg_pin);

delay(READ_SAMPLE_INTERVAL);   }

v = (v/READ_SAMPLE_TIMES) *5/1024 ;

return v;  }

int  MGGetPercentage(float volts, float *pcurve)

{  if ((volts/DC_GAIN
)>=ZERO_POINT_VOLTAGE) {  return -1;

} else {   return pow(10, ((volts/DC_GAIN)-
pcurve[1])/pcurve[2]+pcurve[0]);   }

}
```

```
#define       MG_PIN (0)

#define       BOOL_PIN (4)

#define       DC_GAIN (0.5)

#define       READ_SAMPLE_INTERVAL (50)

#define       READ_SAMPLE_TIMES (5)

#define       ZERO_POINT_VOLTAGE (0.220)

#define       REACTION_VOLTGAE (0.020)

float  CO2Curve[3]  =
{2.602,ZERO_POINT_VOLTAGE,(REACTION_V
OLTGAE/(2.602-3))};

{   Serial.begin(115200);

pinMode(BOOL_PIN, INPUT);

digitalWrite(BOOL_PIN, HIGH);

Serial.print("MG-811 Demostration\n");  }

void loop()

{  int percentage;  float volts;

volts = MGRead(MG_PIN);

Serial.print( "SEN-00007:" );

Serial.print(volts);

Serial.print( "V" );

percentage =
MGGetPercentage(volts,CO2Curve);

Serial.print("CO2:");

if (percentage == -1) {

Serial.print( "<400" );   }

else {   Serial.print(percentage);   }

Serial.print( "ppm" );

Serial.print("\n");

if (digitalRead(BOOL_PIN) ){

Serial.print( "=====BOOL is HIGH======");

} else {   Serial.print( "=====BOOL is
LOW======" );   }

Serial.print("\n");

delay(180000);    }

float MGRead(int mg_pin)

{   int i;

float v=0;

for (i=0;i<READ_SAMPLE_TIMES;i++) {

v += analogRead(mg_pin);

delay(READ_SAMPLE_INTERVAL);   }

v = (v/READ_SAMPLE_TIMES) *5/1024 ;

return v;  }

int MGGetPercentage(float volts, float *pcurve)

{  if ((volts/DC_GAIN
)>=ZERO_POINT_VOLTAGE) {  return -1;

} else {   return pow(10, ((volts/DC_GAIN)-
pcurve[1])/pcurve[2]+pcurve[0]);   }

}
```



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

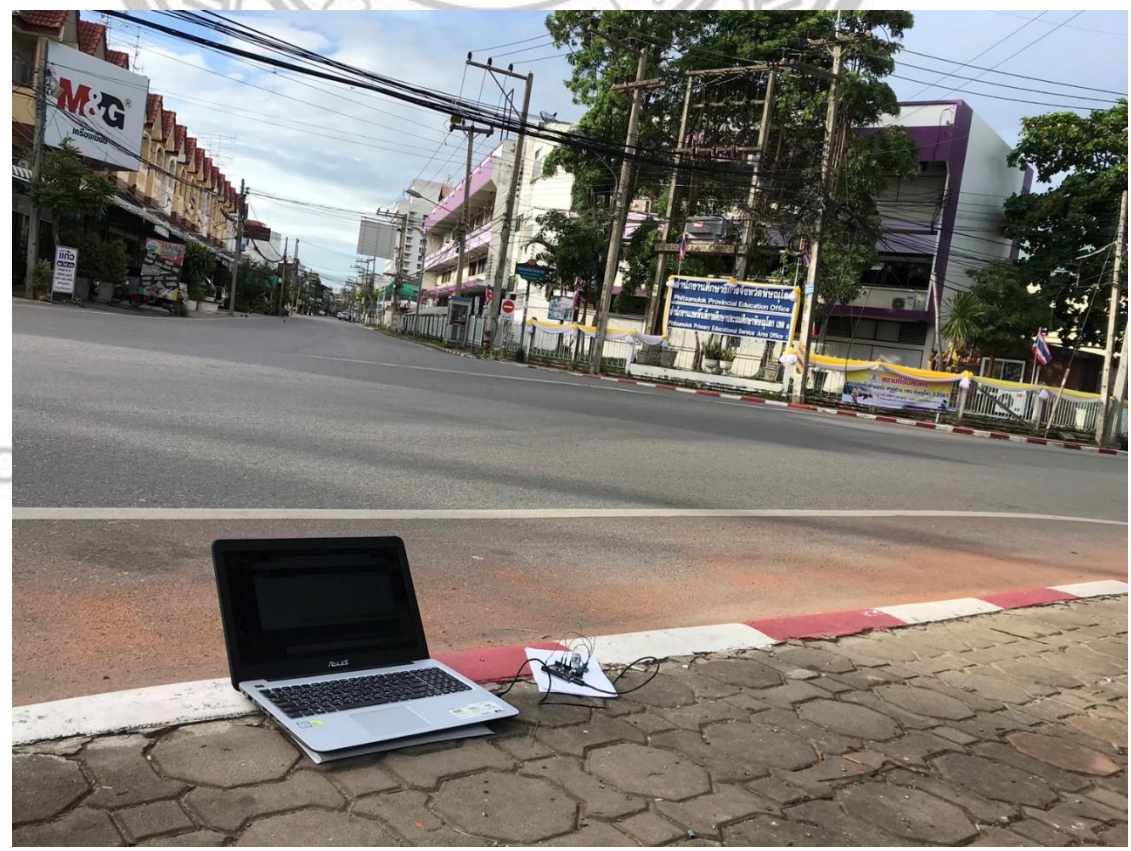
ภาคผนวก ข การออกภาคสนามเก็บประเภทยานพาหนะ และวัดปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์

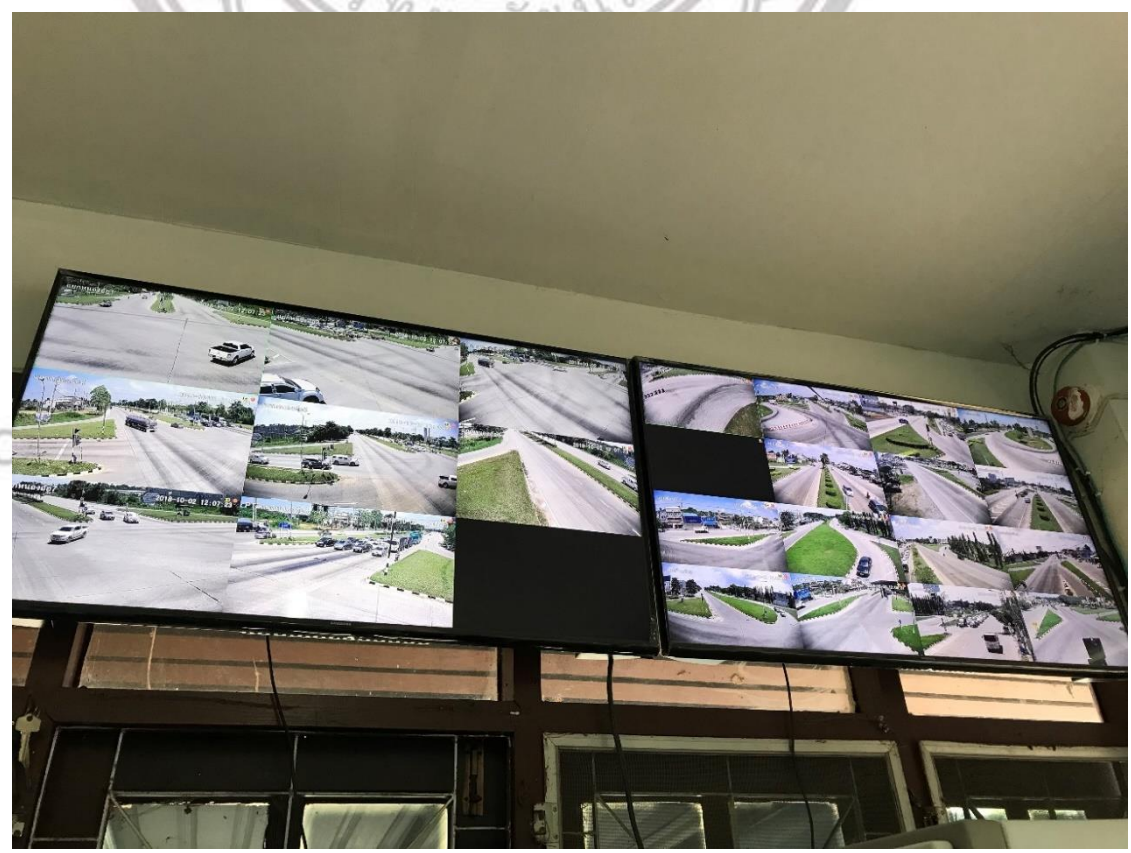
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

สภ.เมืองพิษณุโลก

CONSTUCTION & DESIGN
ออกแบบ ก่อสร้าง และต่อเติม
จัดสวน,สวนใหญ่,สวนหย่อม,น้ำตก,น้ำพุ
โดยช่างสถาปนิก วิศวกร มืออาชีพ
Tel. 083-2308826
082-4108165

ASUS


M&G



ภาคผนวก ค แบบสำรวจที่ใช้ในการแยกประเภทของยานพาหนะ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

แบบสำรวจประเภทยานพาหนะ

วันที่_____

ลำดับ	เวลา	ประเภทยานพาหนะ					ปริมาณ CO_2 จาก Sensor (ppm)
		รถกระบะ	รถเก๋ง	รถอเนกประสงค์	รถ 6ล้อขึ้นไป	รถจักรยานยนต์	
1	7.00-7.30						
2	7.30-8.00						
3	8.00-8.30						
4	8.30-9.00						
5	17.00-17.30						
6	17.30-18.00						
7	18.00-18.30						
8	18.30-19.00						

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ภาคผนวก ง การประมาณค่าคาร์บอนไดออกไซด์ โดยการใช้แบบจำลองที่ได้จากการวิจัย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ช่วงที่ 1 7299.528 + 43.579(317) + 4.506(216) + 56.405(121)

= 7299.528 + 13814.543 +973.296 + 6825.005 = 28912.372

ช่วงที่ 2 7299.528 + 43.579(523) + 4.506(273) + 56.405(219)

= 7299.528 + 22791.817 + 1230.138 + 12352.695 = 43674.178

ช่วงที่ 3 7299.528 + 43.579(643) + 4.506(260) + 56.405(251)

= 7299.528 + 28021.297 + 1171.56 +14157.655 = 50650.04

ช่วงที่ 4 7299.528 + 43.579(378) + 4.506(103) + 56.405(177)

= 7299.528 + 16472.862 + 464.118 + 9983.685 = 34220.193

ช่วงที่ 5 7299.528 + 43.579(405) + 4.506(181) + 56.405(204)

= 7299.528 + 17649.495 + 815.586 + 11506.62 = 37271.229

ช่วงที่ 6 7299.528 + 43.579(552) + 4.506(258) + 56.405(218)

= 7299.528 + 24055.608 + 1162.548 + 12296.29 = 44813.974

ช่วงที่ 7 7299.528 + 43.579(489) + 4.506(234) + 56.405(182)

= 7299.528 + 21310.131 + 1054.404 + 10265.71 = 39929.773

ช่วงที่ 8 7299.528 + 43.579(413) + 4.506(224) + 56.405(156)

= 7299.528 + 17998.127 + 1009.344 + 8799.18 = 35106.179

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

เวลา	ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ (ppm)
7.00 น. – 7.30 น.	28312.372
7.30 น. – 8.00 น.	43674.178
8.00 น. – 8.30 น.	50650.04
8.30 น. – 9.00 น.	34220.193
17.00 น. – 17.30 น.	37271.229
17.30 น. – 18.00 น.	44813.974
18.00 น. – 18.30 น.	39929.773
18.30 น. – 19.00 น.	35106.179

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ภาคผนวก จ แบบสำรวจจากการออกภาคสนามในพื้นที่ศึกษา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

แบบสำรวจประเภทยานพาหนะ

วันที่ 12 กรกฎาคม 2561

ลำดับ	เวลา	ประเภทยานพาหนะ					ปริมาณ CO_2 จาก Sensor (ppm)
		รถกระบะ	รถเก๋ง	รถอเนกประสงค์	รถ 6ล้อขึ้นไป	รถจักรยานยนต์	
1	7.00-7.30	52	96	59	1	407	18167
2	7.30-8.00	80	123	26	3	576	20527
3	8.00-8.30	55	108	25	-	359	17265
4	8.30-9.00	49	103	21	-	289	15994
5	17.00-17.30	29	88	31	-	421	16844
6	17.30-18.00	34	90	21	-	327	15006
7	18.00-18.30	26	37	6	-	230	9004
8	18.30-19.00	15	28	5	-	176	8502

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

แบบสำรวจประเภทยานพาหนะ

วันที่ 13 กรกฎาคม 2561

ลำดับ	เวลา	ประเภทยานพาหนะ					ปริมาณ CO_2 จาก Sensor (ppm)
		รถกระบะ	รถเก๋ง	รถอเนกประสงค์	รถ 6ล้อขึ้นไป	รถจักรยานยนต์	
1	7.00-7.30	159	306	111	3	1247	30709
2	7.30-8.00	135	256	80	5	1470	30509
3	8.00-8.30	160	293	64	5	1018	27861
4	8.30-9.00	125	252	67	22	703	24067
5	17.00-17.30	144	217	115	5	874	26142
6	17.30-18.00	167	335	71	4	1052	28977
7	18.00-18.30	152	265	55	3	582	23142
8	18.30-19.00	124	201	41	4	386	21921

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

แบบสำรวจประเภทยานพาหนะ

วันที่ 14 กรกฎาคม 2561

ลำดับ	เวลา	ประเภทยานพาหนะ					ปริมาณ CO_2 จาก Sensor (ppm)
		รถกระบะ	รถเก๋ง	รถอเนกประสงค์	รถ 6ล้อขึ้นไป	รถจักรยานยนต์	
1	7.00-7.30	34	67	20	-	132	11002
2	7.30-8.00	44	88	30	-	177	14786
3	8.00-8.30	83	162	50	1	249	19237
4	8.30-9.00	91	173	45	7	202	19237
5	17.00-17.30	85	187	52	2	187	19237
6	17.30-18.00	115	194	55	5	246	20785
7	18.00-18.30	74	183	26	1	256	18167
8	18.30-19.00	96	195	40	2	233	19661

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

แบบสำรวจประเภทยานพาหนะ

วันที่ 15 กรกฎาคม 2561

ลำดับ	เวลา	ประเภทยานพาหนะ					ปริมาณ CO_2 จาก Sensor (ppm)
		รถกระบะ	รถเก๋ง	รถอเนกประสงค์	รถ 6ล้อขึ้นไป	รถจักรยานยนต์	
1	7.00-7.30	22	39	5	-	62	7720
2	7.30-8.00	26	40	5	-	77	7935
3	8.00-8.30	21	30	3	-	63	7604
4	8.30-9.00	28	42	10	1	98	8502
5	17.00-17.30	43	55	11	1	182	11002
6	17.30-18.00	43	58	13	1	153	11002
7	18.00-18.30	38	67	8	1	136	11002
8	18.30-19.00	34	52	10	-	140	9004

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ประวัติผู้วิจัย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ – สกุล ฉัตรสุดา ปานมี

วัน เดือน ปี เกิด 31 มีนาคม 2540

ที่อยู่ปัจจุบัน 166 หมู่ 1 ตำบลวัดโบสถ์ อำเภอวัดโบสถ์ จังหวัดพิษณุโลก

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2554 ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนเฉลิมขวัญสตรี จังหวัดพิษณุโลก

พ.ศ. 2557 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนเฉลิมขวัญสตรี จังหวัดพิษณุโลก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved