



FEAT JOURNAL

FARM ENGINEERING AND AUTOMATION TECHNOLOGY JOURNAL

วารสารวิศวกรรมฟาร์มและเทคโนโลยีการควบคุมอัตโนมัติ

การออกแบบวัฏจักรการขับขี่สำหรับรถจักรยานยนต์ในเขตเมืองสำหรับประเมิน ค่าการปลดปล่อยก๊าซไอเสียและการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง

Design a driving cycle of a motorcycle in urban area: Assessing exhaust emissions and
fuel consumption

อรรถพล สีดำ ธเนศ เสถียรนาม สกวน บุญบุญฤทธิ์ และ ธนา ราษฎร์ภักดิ์*

Atthapol Seedam Thaned Satiennam Sa-Nguan Boonpanyarak and Thana radpukdee*

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 40002

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 40002

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 40002

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 40002

Mechanical Engineering Department, Engineering Faculty, Khon Kaen University, 40002

Civil Engineering Department, Engineering Faculty, Khon Kaen University, 40002

Electrical Engineering Department, Engineering Faculty, Khon Kaen University, 40002

Industrial Engineering Department, Engineering Faculty, Khon Kaen University, 40002

Received: 1 พ.ย. 59

Accepted: 9 ก.พ.60

บทคัดย่อ

การศึกษาการสร้างวัฏจักรการขับขี่เพื่อประเมินค่าการปลดปล่อยมลภาวะและอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงนั้นสามารถอธิบายได้ถึงลักษณะการขับขี่ที่ส่งผลกระทบต่อ การปลดปล่อยปริมาณมลพิษจากไอเสียของรถจักรยานยนต์และอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงได้ การออกแบบวัฏจักรการขับขี่จำเป็นต้องอาศัยอุปกรณ์สำหรับเก็บข้อมูลความเร็วต่อเวลาเพื่อใช้ในการคำนวณหาค่าพารามิเตอร์เป้าหมายและการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดปริมาณไอเสียเพิ่มเติมเข้ามานั้นยังทำให้สามารถอธิบายถึงรูปแบบการขับขี่ที่ส่งผลกระทบต่อ การปลดปล่อยมลพิษได้อย่างแม่นยำ โดยในการศึกษานี้จะทำการเก็บข้อมูลความเร็วต่อเวลา ปริมาณไอเสียและ อัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง จากการศึกษาค้นคว้า วัฏจักรการขับขี่สำหรับรถจักรยานยนต์ที่สร้างขึ้นสามารถเป็นตัวแทนรูปแบบการขับขี่ที่มีอัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงและปลดปล่อยมลพิษจากไอเสียต่ำ โดยจะมีการปลดปล่อยมลพิษโดยรวมมีค่าเท่ากับ 171.05 กรัมต่อกิโลเมตร และ มีอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงเท่ากับ 20.687 กิโลเมตรต่อ

ลิตร ซึ่งวัฏจักรการขับที่ดังกล่าวมีความเหมาะสมสำหรับใช้เป็นแนวทางสำหรับการลดปริมาณการปล่อยก๊าซไอเสียและอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงสำหรับรถจักรยานยนต์ เนื่องจากมีปริมาณการปล่อยไอเสียและการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงต่ำที่สุดและยังมีพฤติกรรมการขับที่ใกล้เคียงกับการขับที่ในสภาวะจริงบนท้องถนน โดยพิจารณาจากค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของพารามิเตอร์วัฏจักรที่สร้างขึ้นกับพารามิเตอร์เป้าหมายเท่ากับ 2.363%

คำสำคัญ : วัฏจักรการขับที่ อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง ค่าการลดปล่อยมลพิษ รถจักรยานยนต์

Abstract

A study generate driving cycle for an estimated a pollutant emissions and fuel consumption. The driving characteristics effect an exhaust emission and fuel consumption. Design a cycle driving required a collect data of speed-time used to calculate the target parameters and a measured the emissions. It also makes an accuracy to describe a driving behavior that result. The study collects data on speed-time and emissions and fuel consumption that generated a driving cycle of a motorcycle. It can be represented characteristic a driving of an economy fuel and low exhaust emissions, which the data find evaluation a total of exhaust emissions at 171.05 grams per kilometer and fuel consumption at 20.687 kilometer per liter. The driving cycle is reasonable for used to a guide for reducing emissions and fuel economy of a driving, because it obtains a behavior of driving a motorcycle. By a percentage of the target parameters of the driving cycle is 2.363%.

Keywords : Driving cycles Fuel consumption Rate Exhaust Emissions Motorcycles

*ติดต่อ: อีเมล : tthanar@gmail.com, โทรศัพท์: 081-2624949

1. บทนำ

ปัจจุบันปัญหาสภาวะโลกร้อนเป็นปัญหาวิกฤติของโลกซึ่งเกิดจากกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์โดยเฉพาะการคมนาคมขนส่งซึ่งเป็นส่วนหนึ่งที่ปล่อยก๊าซที่ก่อให้เกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก โดยประเมินจากปริมาณการปล่อยก๊าซไอเสียที่ปล่อยออกจากยานพาหนะบนท้องถนน โดยค่าดังกล่าวจะสามารถหาได้จากตัวแทนรูปแบบการขับที่เรียกว่า วัฏจักร

การขับที่ โดยวัฏจักรดังกล่าวจะแสดงถึงพฤติกรรมการขับที่และสภาพจราจรสำหรับยานพาหนะ อย่างไรก็ตามวัฏจักรการขับที่นั้นจะมีความแตกต่างกันในแต่ละเส้นทางที่สนใจ ซึ่งวัฏจักรการขับที่ตามมาตรฐาน ECE ที่เป็นที่ยอมรับกันนั้น อาจจะไม่สามารถนำมาใช้ได้ เมื่อการจราจรที่แท้จริงนั้น

มีความแตกต่างกันของรูปแบบการจราจร [1,2] และวัฏจักรการขับขึ้นในแต่ละพื้นที่จะมีการปล่อยก๊าซไอเสียและอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงแตกต่างกันตามสภาพการจราจรที่แตกต่างกัน [3,4,5] ดังนั้นการออกแบบวัฏจักรการขับขึ้นที่เหมาะสมสำหรับพื้นที่ที่มีลักษณะของการจราจรที่เฉพาะนั้น จะสามารถประเมินปริมาณการปล่อยไอเสียและอัตราการบริโภคเชื้อเพลิงได้อย่างถูกต้อง

โดยปัจจุบันการประเมินดังกล่าวนี้จะใช้การทดสอบขับขึ้นจำลองสภาวะการเดินทางบนท้องถนนด้วยวัฏจักรการขับขึ้นมาตรฐานที่เป็นที่ยอมรับของยานพาหนะแต่ละชนิดให้ใกล้เคียงกับการวิ่งบนถนนให้มากที่สุดเพื่อประเมินปริมาณมลพิษที่เกิดขึ้นได้ใกล้เคียงกับสภาวะใช้งานจริงมากที่สุด แต่เนื่องจากรูปแบบการขับขึ้นมาตรฐานที่ประเทศไทยใช้อยู่ในปัจจุบันนั้น ใช้วัฏจักรการขับขึ้นของประเทศทางยุโรปคือ วัฏจักร Economic Commission for Europe (ECE) ซึ่งในความเป็นจริงแล้ว สภาพการจราจรในประเทศไทยแตกต่างจากประเทศในแถบยุโรปมาก [6] ดังนั้นการศึกษการสร้างวัฏจักรการขับขึ้นเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับประเมินปริมาณการปลดปล่อยมลพิษและสภาพการจราจรในแต่ละพื้นที่ เพื่อหาแนวทางจัดการหรือวางนโยบายพัฒนาและปรับปรุงการปลดปล่อยมลพิษและการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงสำหรับที่เกิดขึ้นในสภาพการจราจรที่ติดขัดได้อย่างเหมาะสม

จังหวัดขอนแก่นเป็นจังหวัดหนึ่งซึ่งถือว่าเป็นจังหวัดหนึ่งที่มีปัญหาในการจราจรติดขัดในช่วงโมงเร่งด่วนของวัน และมีการใช้รถจักรยานยนต์จำนวนมากสำหรับการเดินทาง คิดเป็นร้อยละ 30 ของจำนวนการใช้รถจักรยานยนต์ในประเทศ [7] จากสภาพดังกล่าวจะก่อให้เกิดปัญหาการจราจรติดขัด

ในช่วงโมงเร่งด่วนของวันซึ่งการจราจรที่ติดขัดนั้นจะส่งผลให้เกิดสภาวะมลพิษอากาศจากการปล่อยก๊าซไอเสียและเกิดการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงในบริเวณที่เกิดจราจรติดขัด

ดังนั้นการศึกษานี้เพื่อสร้างวัฏจักรการขับขึ้นของรถจักรยานยนต์ ซึ่งผลที่ได้จะทำให้การประเมินปริมาณมลพิษที่ปลดปล่อยและการใช้เชื้อเพลิงมีความถูกต้องมากยิ่งขึ้นและจะเป็นประโยชน์อย่างมากในการหาแนวทางสำหรับการควบคุมระบบบริหารการจราจรผ่านสัญญาณจราจรเพื่อลดมลพิษและการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงในพื้นที่เกิดปัญหานั้น ๆ

2. การเก็บข้อมูลและสร้างวัฏจักรการขับขึ้น

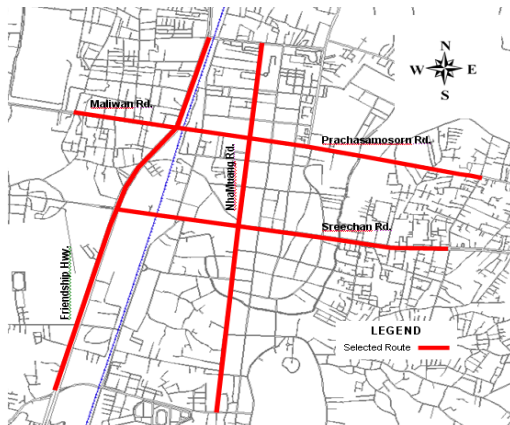
2.1 การเลือกพื้นที่และเส้นทาง

สร้างวัฏจักรการขับขึ้นจำเป็นต้องใช้ข้อมูลความเร็วกับเวลาการขับขึ้นรถจักรยานยนต์ไปบนเส้นทางที่สนใจ โดยเส้นทางสำหรับเก็บข้อมูลจะแสดงในรูปที่ 1 และ ตารางที่ 1 จะอธิบายถึงปริมาณยานพาหนะที่เดินทางในแต่ละเส้นทาง โดยการพิจารณาเส้นทางจะกำหนดจากเส้นทางที่มีการเชื่อมต่อไปยังเขตเทศบาลนครขอนแก่น โดยรูปแบบของการจราจรจะหาได้จากความเร็วในการเดินทางไปยังเส้นทางจากข้อมูลการจราจรของแต่ละเส้นทาง โดยจะเลือกเส้นทางที่มีระยะเวลาในการเดินทางสั้นที่สุดและมีการเชื่อมต่อไปยังเส้นทางอื่นได้หลายเส้นทาง ซึ่งจากข้อมูลการจดทะเบียนจะพบว่ารถจักรยานยนต์ในช่วงขนาดเครื่องยนต์ 101 ถึง 125 cc. มีสัดส่วนมีสัดส่วนการจดทะเบียนสูงสุดอยู่ที่ 75.53% ของจำนวนรถจักรยานยนต์ที่มีการจดทะเบียนทั้งหมด งานวิจัยนี้จึงได้เลือกรถจักรยานยนต์ที่มีขนาดเครื่องยนต์อยู่ในช่วงระหว่าง 101 ถึง 125 cc. เพื่อเป็นตัวแทนในการเก็บ

ข้อมูลความเร็วของรถจักรยานยนต์ในจังหวัดขอนแก่น โดยใช้รถจักรยานยนต์ โดยรายละเอียดจะแสดงใน ตารางที่ 2

ตารางที่ 1 ข้อมูลปริมาณยานพาหนะแต่ละชนิดและความเร็วที่ใช้ในการเดินทางในเส้นทางนครเขตบาลขอนแก่น

No.	Route	Distance (km)	Travel	Traffic
			Speed, km/hr (LOS)	Volume, PCU (V/C)
1.	Friendship Hwy.	3.9	≥ 50 (A) 40 – 49 (B)	1,737 (0.40)
2.	Sreechan Rd.	3.0	30 – 39 (C)	1,235 (0.66)
3.	NhaMuang Rd.	3.8	20 – 29 (D)	920 (0.62)
4.	Prachasam osorn Rd.	2.8	15 – 19 (E) < 15 (F)	1,054 (0.7)
5.	Maliwan Rd.	1.0	15 – 19 (E) < 15 (F)	2,149 (0.68)



รูปที่ 1 เส้นทางที่เป็นตัวแทนในการขับขี่เก็บข้อมูล

2.2 การเก็บข้อมูลความเร็วกับเวลา

ทำการเก็บข้อมูลความเร็วต่อเวลาในระหว่างช่วงเวลาตอนเช้าที่มีการจราจรสูงสุด คือระหว่าง

ตารางที่ 2 คุณสมบัติของรถจักรยานยนต์ทดสอบ

Type	Specification
เครื่องยนต์	4 จังหวะ SOHC ระบายความร้อนด้วยอากาศ
ปริมาตรกระบอกสูบ	114.0 cc.
อัตราส่วนกำลังอัด	8.8 : 1
กระบอกสูบ x ระยะชัก	50x57.9 mm.
ระบบจ่ายน้ำมัน	คาร์บูเรเตอร์ KEIHIN NCV24
ระบบจุดระเบิด	ดีซี-ซีดีไฟ
ระบบคลัตช์	คลัตช์แห้ง ชนิดแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางอัตโนมัติ
ระบบส่งกำลังขับเคลื่อน	โซ่ขับเคลื่อน แบบสายพานตัววี (V-Belt) CVT
อัตราการผลิตเกียร์	2.399-0.829:1
อัตราทดชุดเฟืองท้าย	3.113/3.231

7.00 น. ถึง 9.00 น. (SIRDC, 2008) เป็นเวลาในช่วงวันระหว่างสัปดาห์ (Weekday) เพื่อเป็นตัวแทนวันที่มีการจราจรแออัดในช่วงวันธรรมดาที่มีการจราจรปกติ และวันหยุดสุดสัปดาห์ (Weekend) โดยติดตั้งอุปกรณ์ บันทึกความเร็วและตรวจวัดปริมาณการปล่อยก๊าซไอเสีย อุปกรณ์จะทำหน้าที่บันทึกข้อมูลต่อเวลาตลอดเวลาการขับขี่ คือความเร็ว ความเร็วรอบเครื่องยนต์ ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซไอเสียแต่ละชนิด เพื่อนำไปวิเคราะห์ปริมาณอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง ตัวคูณการปลดปล่อยมลพิษ (Emission Factor)

2.3 การสร้างวัฏจักรการขับขี่

การสร้างวัฏจักรการขับขี่ของรถจักรยานยนต์ที่เหมาะสมสำหรับเป็นตัวแทนสภาพการจราจรนั้น ๆ จะสามารถทำได้โดยนำข้อมูลความเร็ว-เวลาทั้งหมด จำแนกออกเป็นไมโครทริป (Microtrip) ซึ่งไมโครทริปเป็นข้อมูลการขับขี่ที่บ่งบอกถึงความต่อเนื่องของการขับขี่ในแต่ละรอบจนกระทั่งรถจอด

โดยคำนวณหาค่าพารามิเตอร์เป้าหมายแสดงในตารางที่ 3 และ คำนวณค่าความคลาดเคลื่อน (Average error) ได้ใน สมการที่ 1 ซึ่งเป็นพารามิเตอร์ที่มีผลต่อพฤติกรรมกรรมการขับขี่ด้วยโปรแกรมสร้างวัฏจักรการขับขี่ตามอัลกอริทึมการทำงานดังแสดงใน รูปที่ 2

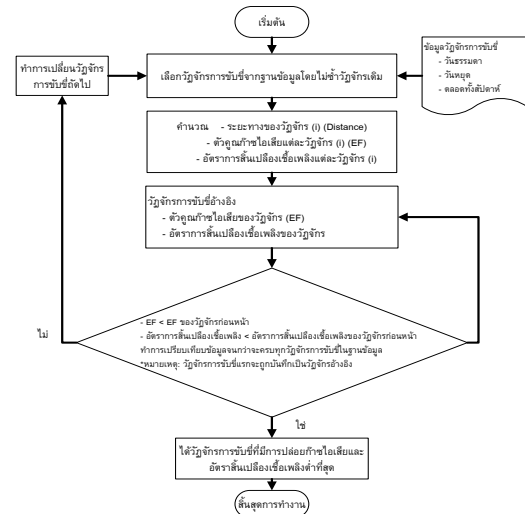
ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยจากสมการที่ 2.1 นี้จะให้เป็นค่าเปรียบเทียบในการเลือกวัฏจักรการขับขี่ ถ้าค่าความคลาดเคลื่อนไม่ลดลงก็กลับไปที่กระบวนการสุ่มเพื่อสร้างวัฏจักรการขับขี่ชุดใหม่ กระบวนการดำเนินต่อไปจนกระทั่งได้ดังต้องการพิจารณาจากค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด (Residual error)

ตารางที่ 3 พารามิเตอร์วัฏจักรการขับขี่

Target parameters	Symbols	Descriptions
ความเร็วเฉลี่ย	V_{avg}	ค่าเฉลี่ยของข้อมูลความเร็วจากการขับขี่บนท้องถนนทั้งหมด
ความเร็วเฉลี่ยในขณะวิ่ง	$V1_{avg}$	ค่าเฉลี่ยของข้อมูลความเร็วซึ่งไม่รวมเวลาที่หยุดนิ่ง
ร้อยละของระยะเวลาที่รถมีความเร่ง	%Acc	อัตราการเปลี่ยนแปลงความเร่ง ซึ่งในการเปลี่ยนแปลงความเร็วนั้นต้องมีค่า ≥ 0.27 m/s ²
ร้อยละของระยะเวลาที่รถชะลอ	%Dec	อัตราการเปลี่ยนแปลงความหน่วง ในการเปลี่ยนแปลงความเร็วนั้นต้องมีค่า ≤ 0.27 m/s ²
ความเร็ว		
ร้อยละของระยะเวลาที่รถหยุดนิ่ง	%Idle	สัดส่วนของระยะเวลาที่รถมีความเร็วเป็นศูนย์
ร้อยละของระยะเวลาที่รถมีความเร็วคงที่	%Cruise	ค่าที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงค่าความเร็ว ในการเปลี่ยนแปลงความเร็วนั้นต้องมีค่า ≤ 0.27 m/s ²
ค่าความเร่งเฉลี่ย	Acc_{avg}	อัตราการเพิ่มขึ้นของความเร็วที่มีความเร็วมากกว่า 0.27 m/s ²
ค่าความหน่วงเฉลี่ย	Dcc_{avg}	อัตราการลดลงของความเร็วที่มีความเร็วน้อยกว่า 0.27 m/s ²
ค่าพลังงานจลน์เป็นบวก	PKE	ค่าที่บ่งบอกถึงค่าพลังงานเฉลี่ยที่ใช้สำหรับการเร่งเครื่องในแต่ละเที่ยว

3. ผลการทดสอบ

วัฏจักรการขับขี่ที่ได้รับจากโปรแกรมจะถูกคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยของแต่ละพารามิเตอร์กับค่าพารามิเตอร์เป้าหมายซึ่งวัฏจักรการขับขี่ที่จะถูก



รูปที่ 2 อัลกอริทึมแสดงขั้นตอนการทำงานโปรแกรมสร้างวัฏจักรการขับขี่

เลือกจะต้องมีค่าคลาดเคลื่อนต่ำกว่า 4% ดังแสดงใน ตารางที่ 4 อธิบายถึงค่าพารามิเตอร์ที่คำนวณได้จากวัฏจักรขับขี่ที่สร้างขึ้นเปรียบเทียบกับค่าพารามิเตอร์เป้าหมายที่คำนวณได้จากข้อมูล

$$E = \sum_{i=1}^9 d_i \quad (\%) \quad (1)$$

เมื่อ

$$d_i = \left| \frac{(\text{parameter_}i)_{\text{generate}} - (\text{parameter_}i)_{\text{target}}}{(\text{parameter_}i)_{\text{target}}} \right| \times 100 \quad (\%)$$

ได้รับการเก็บข้อมูลความเร็วต่อเวลา วัฏจักรที่ถูกเลือกจะถูกนำไปคำนวณหาค่าแฟกเตอร์การปลดปล่อย (Emission factor) และอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง (Fuel consumption) โดยจะเปรียบเทียบกับวัฏจักรการขับขี่ในแต่ละช่วงของสัปดาห์แสดงใน ตารางที่ 6 จะแสดงถึงรูปแบบวัฏจักรการขับขี่ ความเร็วต่อเวลา ซึ่งจะเป็นตัวแทนวัฏจักรการขับขี่ที่มีอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงและการปล่อยมลพิษต่ำที่สุดและในการเปรียบเทียบกับวัฏจักรการขับขี่ในพื้นที่ต่างๆ ดังแสดงใน ตารางที่ 5 จะอธิบายถึงความแตกต่างกันของพารามิเตอร์ที่ได้รับสามารถบอกได้ถึงความแตกต่างของสภาพการจราจรและถ้านำมาประเมินค่าไอเสียและการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจะทำให้มีความแตกต่างกัน โดยจะพบว่าวัฏจักรการขับขี่ที่ได้สร้างขึ้นสำหรับเมืองที่กำลังพัฒนาคือ วัฏจักรการขับขี่รถจักรยานยนต์ (Motorcycle driving cycle) เมื่อเปรียบเทียบกับเมืองต่าง ๆ พบว่า มีความเร็วเฉลี่ยต่ำกว่าวัฏจักรการขับขี่ยุโรป 41.9% แต่เปอร์เซ็นต์การจอด (% Idle) มีความใกล้เคียงกันโดยวัฏจักรที่สร้างขึ้นจะมีค่ามากกว่าอยู่ 0.99 % และค่าเปอร์เซ็นต์การเคลื่อนตัว (% Cruise) ที่ต่ำกว่า ซึ่งจะแสดงถึง

พฤติกรรมและสภาพของความสามารถในการขับเคลื่อนเส้นทางดังกล่าวที่มีความติดขัดสูงกว่าวัฏจักรการขับขี่ยุโรป เป็นต้น

จากผลการศึกษาการเก็บข้อมูลและการสร้างวัฏจักรการขับขี่ที่ถูกเลือกเป็นตัวแทนรูปแบบการขับขี่ ซึ่งจะแสดงถึงลักษณะสภาพจราจรและปริมาณการปล่อยก๊าซไอเสีย โดยปริมาณก๊าซไอเสียจะแยกตามชนิดของก๊าซ ได้แก่ คาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO) คาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ไฮโดรคาร์บอน (HC) และออกไซด์ของไนโตรเจน (NOx) ซึ่งจะถูกประเมินแยกตามชนิดของวัฏจักรการขับขี่ โดยค่าปริมาณไอเสียโดยรวมของวัฏจักรการขับขี่ที่มีค่าต่ำที่สุด มีค่าเท่ากับ 171.05 กรัมต่อกิโลเมตร และ อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงเท่ากับ 20.687 กิโลเมตรต่อลิตร ซึ่งวัฏจักรการขับขี่ดังกล่าวมีความเหมาะสมสำหรับใช้เป็นแนวทางสำหรับการลดปริมาณการปล่อยก๊าซไอเสียและอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงสำหรับรถจักรยานยนต์ เนื่องจากมีปริมาณการปล่อยไอเสียและการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงต่ำที่สุดและมีพฤติกรรมการขับขี่ที่ใกล้เคียงกับพฤติกรรมการขับขี่

โดยพิจารณาจากค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของพารามิเตอร์วัฏจักรที่สร้างขึ้นกับพารามิเตอร์เป้าหมาย เท่ากับ 2.363% และเพื่อความแม่นยำสำหรับการประเมินเพื่อหาแนวทางหรือเทคโนโลยีสำหรับลดการปล่อยไอเสียและการประหยัดเชื้อเพลิงนั้นจึงควรจะมีการสร้างวัฏจักรการขับขี่ที่เหมาะสมของแต่ละพื้นที่นั้นจึงมีความจำเป็นอย่างมากในการออกแบบวัฏจักรการขับขี่ที่เหมาะสม

ตารางที่ 4 ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยของวัฏจักรการ
ขับขี่ที่สร้างขึ้น

Parameter	Target parameter	Driving parameter	Average error (%)
V_{avg} (km/h)	24.091	23.540	2.29
$V1_{avg}$ (km/h)	31.457	31.020	1.39
Acc_{avg} (m/s^2)	0.608	0.609	0.19
Dec_{avg} (m/s^2)	0.663	0.655	1.25
Idle (%)	22.520	23.936	6.29
Cruise (%)	19.623	19.504	0.61
Acc (%)	30.187	28.546	5.43
Dec (%)	27.671	28.014	1.24
PKE (m/s^2)	0.402	0.392	2.58
Average Error (%)	-	-	2.363

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบค่าพารามิเตอร์

Parameter	Motorcycle drivingcycle	Khonkean drivingcycle [8]	Bangkok drivingcycle [10]	ECE driving cycle [10]	Taiwai drivingcycle [9]
V_{avg} km/h	23.540	24.968 (6.07%)	10.74 (- 119.18%)	33.4 (41.9%)	16.62 (- 29.4%)
$V1_{avg}$ km/h	31.020	31.842 (2.65%)	24.21 (- 28.12%)	44.4 (43.1%)	23.66 (- 23.7%)
Acc_{avg} m/s^2	0.609	0.636 (4.43%)	0.93 (34.51%)	0.541 (- 11.2%)	0.68 (11.7%)
Dec_{avg} m/s^2	0.655	0.692 (5.65%)	0.97 (32.47%)	0.789 (20.5%)	0.68 (3.8%)
%Idle	23.936	20.799 (- 13.10%)	54.98 (56.46%)	23.7 (- 0.99%)	30 (25.3%)
%Cruise	19.504	17.828 (- 8.59%)	12.81 (- 52.25%)	42.2 (116.4%)	22 (12.8%)
%Acc.	28.546	31.971 (11.99%)	14.51 (- 96.73%)	18.3 (- 35.9%)	24 (-15.9%)
%Dec.	28.014	29.401 (4.95%)	18.06 (- 55.11%)	15.8 (- 43.6%)	24 (-14.3%)
PKE, m/s^2	0.392	0.448 (14.29%)	-	0.224 (- 42.7%)	-

ตารางที่ 6 ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยของวัฏจักรการ
ขับขี่ที่สร้างขึ้น

Parameter	Unit	Weekday	Weekend	Combine
Duration	(s)	1104	1120	1128
Distance	(km)	7.142	7.330	7.380
Speed average	(km/hr)	23.290	23.562	23.540
CO	(g/s)	0.0948	0.1133	0.0926
	(g/km)	14.652	17.313	14.145
CO ₂	(g/s)	1.0603	1.0433	1.0206
	(g/km)	163.90	159.40	155.99
HC	(g/s)	0.0054	0.0048	0.0037
	(g/km)	0.8414	0.7359	0.5676
NO _x	(g/s)	0.0034	0.0029	0.0023
	(g/km)	0.5269	0.4474	0.3569
Total Emission	(g/km)	179.92	177.89	171.05
FC	(km/L)	19.640	19.709	20.687
	(l/100 km)	5.091	5.073	4.833

*หมายเหตุ: FC คือ การสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง

4. อภิปรายผล

จากผลการศึกษาจะพบว่าวัฏจักรที่สร้างขึ้นจากการเก็บข้อมูลความเร็วต่อเวลาและการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดก๊าซไอเสียและอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงนั้น สามารถนำมาคำนวณในโปรแกรมสร้างวัฏจักรการขับขี่ที่ได้พัฒนาขึ้นนั้น ซึ่งวัฏจักรการขับขี่ที่สร้างขึ้นทั้ง 3 วัฏจักรนั้น จะแสดงถึงพฤติกรรมจราจรบนท้องถนนที่เป็นพื้นที่สนใจในแต่ละช่วงได้เป็นอย่างดี โดยลักษณะพฤติกรรมดังกล่าวจะมีความแตกต่างกัน ดังแสดงในผลการทดสอบและวัฏจักรการขับขี่ที่เป็นตัวแทนที่ถูกเลือกจะเป็นวัฏจักรที่มีค่าแฟกเตอร์การปลดปล่อยโดยรวมและอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงต่ำที่สุดนั้น จะอธิบายได้ถึง

ความสามารถในการขับขี่ในการเดินทางที่จะเกิดการ
 ประหยัดเชื้อเพลิงและปลดปล่อยก๊าซไอเสียต่ำที่สุด
 ในส่วนการนำไปใช้ประโยชน์นั้น สามารถนำไปใช้
 ประยุกต์สำหรับออกแบบตัวควบคุมการทำงานของ
 เครื่องยนต์ การออกแบบระบบควบคุมสัญญาณไฟ
 จราจร และ กำหนดมาตรการในการตรวจวัดปริมาณ
 การปล่อยมลพิษที่เหมาะสม เป็นต้น

5. กิตติกรรมประกาศ

ผู้แต่งขอขอบคุณ กลุ่มวิจัยวิศวกรรมฟาร์มและ
 เทคโนโลยีการควบคุมอัตโนมัติมหาวิทยาลัยขอนแก่น
 (FEAT) และ สมาคมวิจัยวิทยาการขนส่งแห่งเอเชีย
 (ATRANS) สำหรับทุนสนับสนุนการวิจัยและบัณฑิต
 วิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น สำหรับทุนอุดหนุน
 การวิจัย

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] Chiang HL, Huang PH, Lai YM, Lee TY. Comparison of the regulated air pollutant emission characteristics of real-world driving cycle and ECE cycle for motorcycles. Atmospheric Environment. 2014; 87 : 1 - 9.
- [2] Khon Kaen Municipality and SIRDC. "A Master Plan of Khon Kaen Transit System" Khon Kaen Municipality and Sustainable Infrastructure Research and Development Center. Khon Kaen University: Khon Kaen; 2008.
- [3] Khumla P, Radpukdee T, Satiennam T. Driving Cycle Generation for Emissions and Fuel Consumption Assessment of the Motorcycles in Khon Kaen City. The First TSME International Conference on Mechanical Engineering; 2010 Oct 20-22; 2010; Ubon Ratchathani; 2010.
- [4] Kumar R, Durai BK, Saleh W, Boswell C. Comparison and evaluation of emissions for different driving cycles of motorcycles: A note. Transportation Research Part D: Transport and Environment. 2011; 16, 61–64.
- [5] PCD. Guidelines on the laws and standards on pollution control in Thailand. Pollution Control Department: Bangkok; 1995.
- [6] Tamsanya S, Chungpaibulpatana S. Development of A Driving Cycle For The measurement of fuel consumption and exhaust emission of automobiles in Bangkok. During Peak Periods International Journal of Automotive Technology. 2009; 10(2): 251-264.
- [7] Tamsanya S, Chunpaipulpatana S. Study on the Influence of Bangkok Driving Characteristics on Exhaust Emissions and Fuel Consumption of Gasoline Passenger Car. The Joint International Conference on "Sustainable Energy and Environment

(SEE)", 2004 Dec 1-3, Hua Hin, Thailand; 2004.

[8] Tong HY, Hung WT, Cheung CS. Development of A Driving Cycle for Hong Kong. Atmospheric Environment. 1999 ; 33, 2323-2335.

[9] Tsaia JH, Chiangb HL, Hsueh YC, Penga BJ, Hungd RF. Development of a local real world drivingcycle for motorcycles for emission factor measurements. Atmospheric Environment. 2005; 39, 6631–6641.

[10] Wang Q, Huo H, He K, Yao Z, Zhang Q. Characterization of vehicle driving patterns and development of driving cycles in Chinese cities. Transportation Research Part D: Transport and Environment. 2008; 13, 289–297.