



การศึกษาศักยภาพของระบบดับเครื่องยนต์เมื่อหยุดสำหรับรถยนต์ดีเซล:
กรณีศึกษาสภาพการจราจรของกรุงเทพมหานคร
Potential Study of Idle Stop System in Diesel Passenger Vehicle:
A Bangkok Traffic Condition

สารพล จิตพัฒน์พงศ์¹ มงคล แดงสุนทรชัย¹ สัญญา คล่องโนวีย์² และ รัชชิต จิตพัฒน์พงศ์^{2*}

¹ ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมเครื่องต้นกำลัง วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ 1518 ถ.พิบูลย์สงคราม บางซื่อ กรุงเทพมหานคร 10800

² ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ 112 อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย ต.คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120

*ติดต่อ: raksit.thi@nectec.or.th, โทรศัพท์ 025646900 ต่อ 2619, โทรสาร 025646901

บทคัดย่อ

ในการศึกษานี้ได้นำผลวิเคราะห์อัตราสิ้นเปลืองในสภาพการจราจรในเขตกรุงเทพมหานครมาพิจารณาใหม่กับวิธีการดับเครื่องยนต์เมื่อหยุด (idle stop) ในสภาพการจราจรทั้ง ติดขัด เคลื่อนตัว และ คล่องตัว และสภาพถนนพหลโยธินที่เป็นเขตในเมือง ชานเมือง และทางหลวง ในรถยนต์ดีเซล ผลการทดสอบพบว่า การดับเครื่องยนต์หยุดนั้นสามารถปรับปรุงอัตราสิ้นเปลืองให้ดีขึ้นกว่าร้อยละ 30 ในสภาพการจราจรที่ติดขัด ในขณะที่สภาพการจราจรที่ไม่ติดขัดนั้นสามารถปรับปรุงอัตราสิ้นเปลืองให้ดีขึ้นประมาณร้อยละ 2 และเมื่อพิจารณาในภาพรวมแล้วระบบดับเครื่องยนต์หยุดนั้นสามารถปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้เชื้อเพลิงในสภาพการจราจรที่ติดขัดให้สูงขึ้นใกล้เคียงกับสภาพการจราจรที่คล่องตัว อีกทั้งยังมีความเป็นไปได้อย่างมากในการนำมาประยุกต์ใช้ในรถยนต์ดีเซลทั่วไป

คำหลัก: อัตราสิ้นเปลืองในยานพาหนะ ระบบดับเครื่องยนต์เมื่อหยุด สภาพการจราจร

Abstract

This paper presents the investigation on fuel consumption in Bangkok traffic congestion with an application of idle stop system by analyzed data. The study includes level of congestion and road side conditions. With idle stop system, 30% of fuel consumption rate could be improved in severe congestion and 2% improvement in free flow traffic. Furthermore, the idle stop system was improved fuel efficiency in severe congestion to be same level as free flow traffic.

Keywords: Vehicle Fuel Consumption, Bangkok Traffic Congestion, Idle Stop

1. บทนำ

การคมนาคมขนส่งในปัจจุบันมีความสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจอย่างยิ่งยวด สำหรับในประเทศไทยนั้นยังคงต้องพึ่งพาการขนส่งทางบกด้วยรถยนต์เป็นหลักซึ่งทั้งหมดต้องพึ่งพลังงานจากน้ำมันและคิดเป็นมูลค่ากว่าแสนล้านบาทต่อปี นอกเหนือจากนโยบายพลังงานทางเลือกต่างๆ ที่ถูกนำเสนอมาเพื่อลดต้นทุนการดำเนินการของภาคขนส่งแล้ว การบริหารจัดการอุปสงค์การใช้พลังงานด้านนี้ก็เป็นที่ถูกมองอีกแนวทางหนึ่งที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ อนึ่งในการศึกษาก่อนหน้านี้พบว่าสภาพการจราจรที่ติดขัดนั้นลด

ประสิทธิภาพการใช้เชื้อเพลิงในยานพาหนะได้ถึงร้อยละ 50[1] การปรับพฤติกรรมและเวลาที่ใช้น้ำมันพาหนะก็สามารถลดการใช้เชื้อเพลิงและลดการสูญเสียโดยไม่จำเป็นลงได้ อย่างไรก็ตามสภาพการจราจรที่ติดขัดนั้นเป็นสิ่งที่ไม่ดีเลยไม่ได้สำหรับเมืองใหญ่ เช่น กรุงเทพมหานคร อีกทั้งยังได้ทำการประเมินในส่วนของรถยนต์นั่งส่วนบุคคลขนาดเล็กที่ใช้น้ำมันเบนซินเป็นเชื้อเพลิงซึ่งพบว่าการประยุกต์ใช้ระบบดับเครื่องยนต์เมื่อจอดนั้นมีความเป็นไปได้ในการลดการใช้เชื้อเพลิงได้ถึงร้อยละ 40 ในสภาพการจราจรติดขัด[2] ในการทดสอบ

จริงสามารถลด อัตราการใช้เชื้อเพลิงได้ 13%[3] สามารถลดการปลดปล่อยก๊าซ CO₂ ได้ 20%[4] และยังมีความเป็นไปได้สูงในการนำมาใช้งานจริงเนื่องจากไม่ต้องการเทคโนโลยีอันซับซ้อนแต่ปัญหาสำคัญของระบบดับเครื่องยนต์เมื่อจอดคือเวลาในการเริ่มการทำงานของเครื่องยนต์[3]

ในการศึกษานี้ได้นำผลการทดสอบอัตราสิ้นเปลืองในสภาพการจราจรมาวิเคราะห์และประเมินอัตราสิ้นเปลืองเพิ่มเติมและทำการตัดสัดส่วนการใช้เชื้อเพลิงเมื่อเครื่องยนต์หยุดและใช้รอบเดินเบาเพื่อหาอัตราส่วนการใช้เชื้อเพลิงที่ลดลงและประเมินศักยภาพของวิธีการนี้

2. ระเบียบวิธีวิจัย

2.1 การตรวจจับอัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงตามเวลาจริง

ด้วยการประมวลผลอัตราการถ่ายเทมวลอากาศเข้าสู่ห้องเผาไหม้ร่วมกับการวัดอัตราส่วนของไอเสียเพื่อใช้ประเมินอัตราสิ้นเปลืองตามเวลาจริง โดยใช้อุปกรณ์จัดเก็บข้อมูล (OBD data-logger, Innovate LM-2) ซึ่งเป็นการเรียกข้อมูลของเครื่องยนต์/รถยนต์ด้วย อุปกรณ์อ่านข้อมูลที่สามารถเรียกข้อมูลตัวแปรที่ใช้วิเคราะห์การทำงานของเครื่องยนต์ตามตัวอย่างในตารางที่ 1 และ ความผิดปกติของเครื่องยนต์ (Error Code) ผ่านทางจุดเชื่อมต่อแบบ SAE J1962 (รูปที่ 1) ที่จะติดตั้งอยู่ในระยะไม่เกิน 1 เมตรจากพวงมาลัยรถ โดยใช้ความถี่ในการจัดเก็บข้อมูล 1 Hz

ตารางที่ 1 ตัวอย่างข้อมูลที่นำมาใช้ประโยชน์ได้

| รายการ | คำอธิบาย |
|--------|--|
| RPM | รอบเครื่องยนต์ (รอบ/นาที) |
| MAF | อัตราการถ่ายเทมวลอากาศเข้าสู่ห้องเผาไหม้ (กรัม/วินาที) |
| VSS | อัตราเร็วของรถ (กิโลเมตร/ชั่วโมง) |
| ECT | อุณหภูมิของน้ำในเครื่องยนต์(ซ) |
| IAT | อุณหภูมิอากาศ (ซ) |
| O2 | ตัวตรวจจับออกซิเจนในไอเสีย (โวลต์) |



รูปที่ 1 SAE J1962 Terminal

ข้อมูลที่ได้จากระบบ OBD นั้นจะถูกนำมาประมวลผลเพื่อให้ได้อัตราการถ่ายเทเชื้อเพลิง (FFR_v) ด้วยวิธีการประเมินทางอ้อม[2] คือ การอ่านค่ามวลอากาศที่เครื่องยนต์ (MAF) ใช้ในการเผาไหม้เป็นที่รู้กันดีว่า ชนิดเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยการอัดต้องทำงานที่อัตราส่วนเชื้อเพลิงต่ออากาศ (AFR) แปรผันตลอดจึงจำเป็นต้องติดตั้งอุปกรณ์วัดสัดส่วนอัตราการเผาไหม้ตามเวลาจริงร่วมด้วยตามที่แสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 อุปกรณ์วัดสัดส่วนการเผาไหม้

ในกรณีของน้ำมันดีเซลนั้นค่าอัตราส่วนผสมของอากาศต่อเชื้อเพลิงทางทฤษฎี (stoichiometric ratio) คือ อากาศ 14.7 ส่วนต่อเชื้อเพลิง 1 ส่วน ในรถยนต์ได้มีการติดตั้งและประมวลผลการจ่ายเชื้อเพลิงจากอุปกรณ์ (MAF, mass air flow) ความหนาแน่นของน้ำมันดีเซลที่ 830 กรัม/ลิตร

$$FFR_v = \frac{MAF}{AFR \times \rho} \quad (Vs) \quad (1)$$

ทั้งนี้โดยทั่วไปอัตราสิ้นเปลืองของรถยนต์ (Fuel Consumption Rate, FCR) จะถูกนำเสนอในรูปแบบของระยะทางต่อเชื้อเพลิงโดยปริมาตรหรือในที่นี่คือ กิโลเมตรต่อลิตร (kilometer per liter) โดยใช้ค่าอัตราเร็วของรถยนต์ (VSS, km/h)

$$FCR = \frac{\int_0^t \frac{VSS}{3600} dt}{\int_0^t FFR_V dt} \quad (\text{km/l}) \quad (2)$$

2.2 ระบบดับเครื่องยนต์เมื่อหยุด

ระบบดับเครื่องยนต์เมื่อจอดในรถยนต์นั้นจะทำงานโดยอัตโนมัติ โดยจะดับเครื่องยนต์สันดาปภายในเมื่อรถยนต์หยุดหรือมีภาระงานน้อยและทำการเริ่มการทำงานของเครื่องยนต์อีกครั้งเมื่อต้องการจะออกตัวหรือมีภาระงานมากขึ้น ซึ่งจะช่วยลดการใช้ใช้น้ำมันและลดการปลดปล่อยมลพิษ ซึ่งเป็นประโยชน์มากสำหรับยานพาหนะที่ใช้เวลาจำนวนมากในการหยุดรอสัญญาณไฟจราจรหรือหยุดนิ่งในการจราจรที่ติดขัด ในการทดสอบนี้ไม่ได้ทำการตัดแปลงหรือติดตั้งระบบดับเครื่องยนต์เมื่อจอดเข้าไปในรถยนต์ แต่ใช้การวิเคราะห์ข้อมูลการใช้เชื้อเพลิงเพื่อประเมินหาอัตราการใช้เชื้อเพลิง

2.2 เส้นทางที่ใช้ประเมินและสภาพการจราจร

เส้นทางที่ใช้ทดสอบได้เลือกใช้นถนนพญาไท-พหลโยธินเริ่มจากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยไปยังมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์(รังสิต) ซึ่งมีลักษณะทางกายภาพหลากหลายเพียงพอในการเก็บตัวอย่าง โดยแบ่งออกเป็นช่วง ใจกลางเมือง ในเมือง ชานเมือง และ ทางหลวง โดยมีรายละเอียดตามตารางที่ 2 และ รูปที่ 3-6 อีกทั้งยังได้กำหนดเวลาทดสอบเพิ่มเติมอีกเป็น 3 ช่วง ได้แก่ ช่วง เย็น คือเวลา 17.00 น. ค่า คือเวลา 22.00 น. และ ตึก คือเวลา 02.00 น. เพื่อให้เกิดความหลากหลายในลักษณะของจราจร โดยรวมแล้วจะมีผลการทดสอบ 12 ตัวอย่าง ในเวลาและสภาพการจราจรที่แตกต่างกัน

2.3 รถยนต์ทดสอบ

ในส่วนของการรถยนต์ที่ใช้ในการศึกษานี้ได้แก่ Mitsubishi Pajero Sport 2.5l 2WD รุ่นปี 2010 เป็น

เครื่องยนต์ชนิดจุดระเบิดด้วยการอัดชนิดแรงดันร่วม ใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิงตามที่แสดงรูปที่ 3



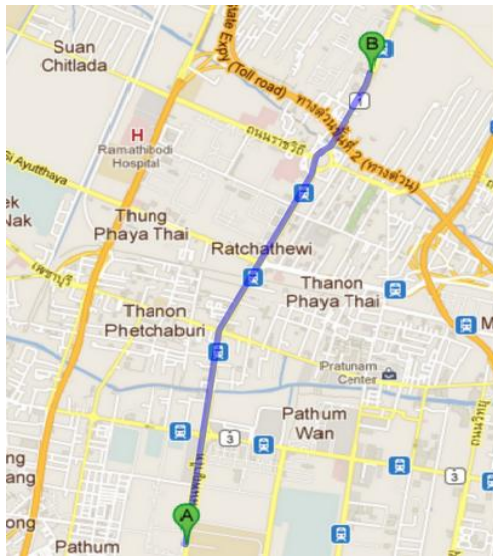
รูปที่ 3: รถยนต์ที่ใช้ในการทดสอบ

ตารางที่ 2 รายละเอียดของเส้นทางทดสอบ

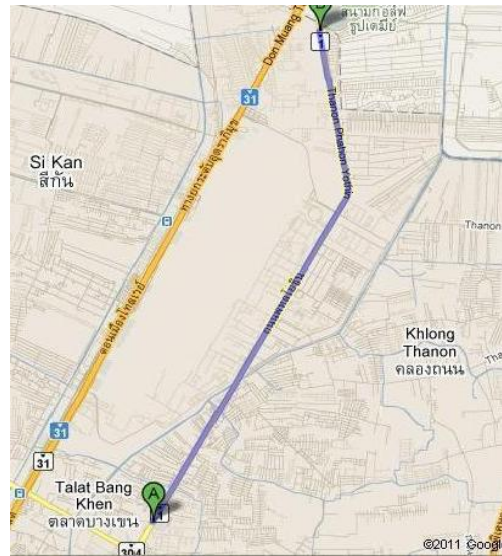
| เส้นทาง | จาก (A) | ไป (B) | ระยะทาง (km) |
|-----------------|-----------------------|--------------------------------|--------------|
| ใจกลางเมือง (ก) | จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย | อนุสาวรีย์ชัยสมรภูมิ | 4.2 |
| ในเมือง (ข) | อนุสาวรีย์ชัยสมรภูมิ | อนุสาวรีย์หลักสี่ | 11.3 |
| ชานเมือง (ค) | อนุสาวรีย์หลักสี่ | อนุสรณ์สถาน | 10.0 |
| ทางหลวง (ง) | อนุสรณ์สถาน | มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ (รังสิต) | 12.9 |

3. ผลการทดสอบ

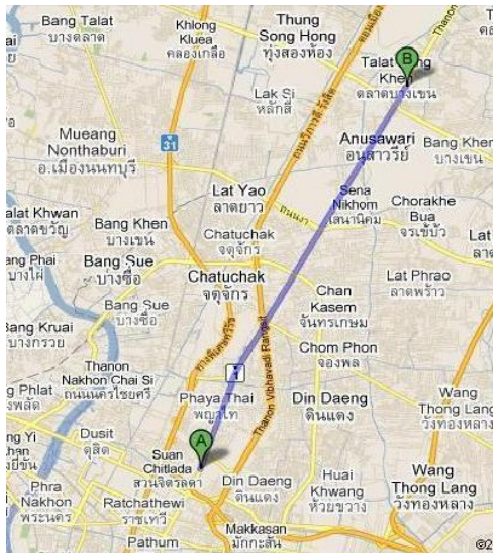
ผลการประเมินได้แสดงให้เห็นในรูปที่ 8(บน) โดยสภาพการจราจรได้ถูกนำเสนอในรูปแบบของอัตราเร็วเฉลี่ยต่อช่วง (Average Trip Speed) โดยที่สภาพการจราจรที่ติดขัดจะมีค่าอัตราเร็วต่ำ (น้อยกว่า 30 กม./ชม) ในขณะที่ การจราจรที่คล่องตัวจะมีค่าอัตราเร็วที่สูง จะเห็นได้ว่าในกรณีปกติสภาพการจราจรที่ติดขัดนั้นส่งผลกระทบต่ออัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงให้สูงขึ้นกว่าร้อยละ 50 ในทางกลับกันเมื่อประเมินด้วยวิธีการแบบดับเครื่องยนต์เมื่อจอดนั้น มีความแตกต่างของอัตราสิ้นเปลืองจากสภาพการจราจรเพียงร้อยละ 35



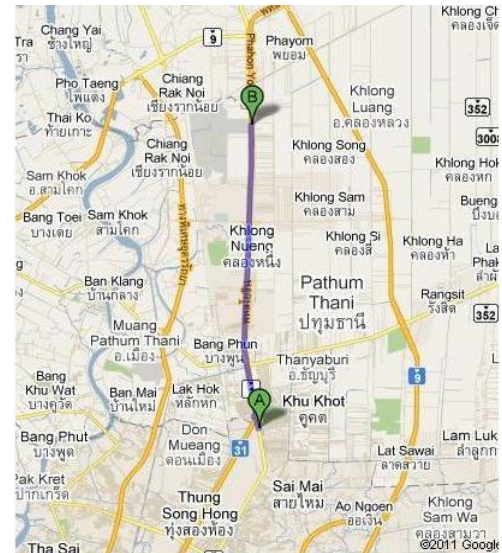
รูปที่ 4 เขตใจกลางเมือง



รูปที่ 6 เขตชานเมือง



รูปที่ 5 เขตในเมือง

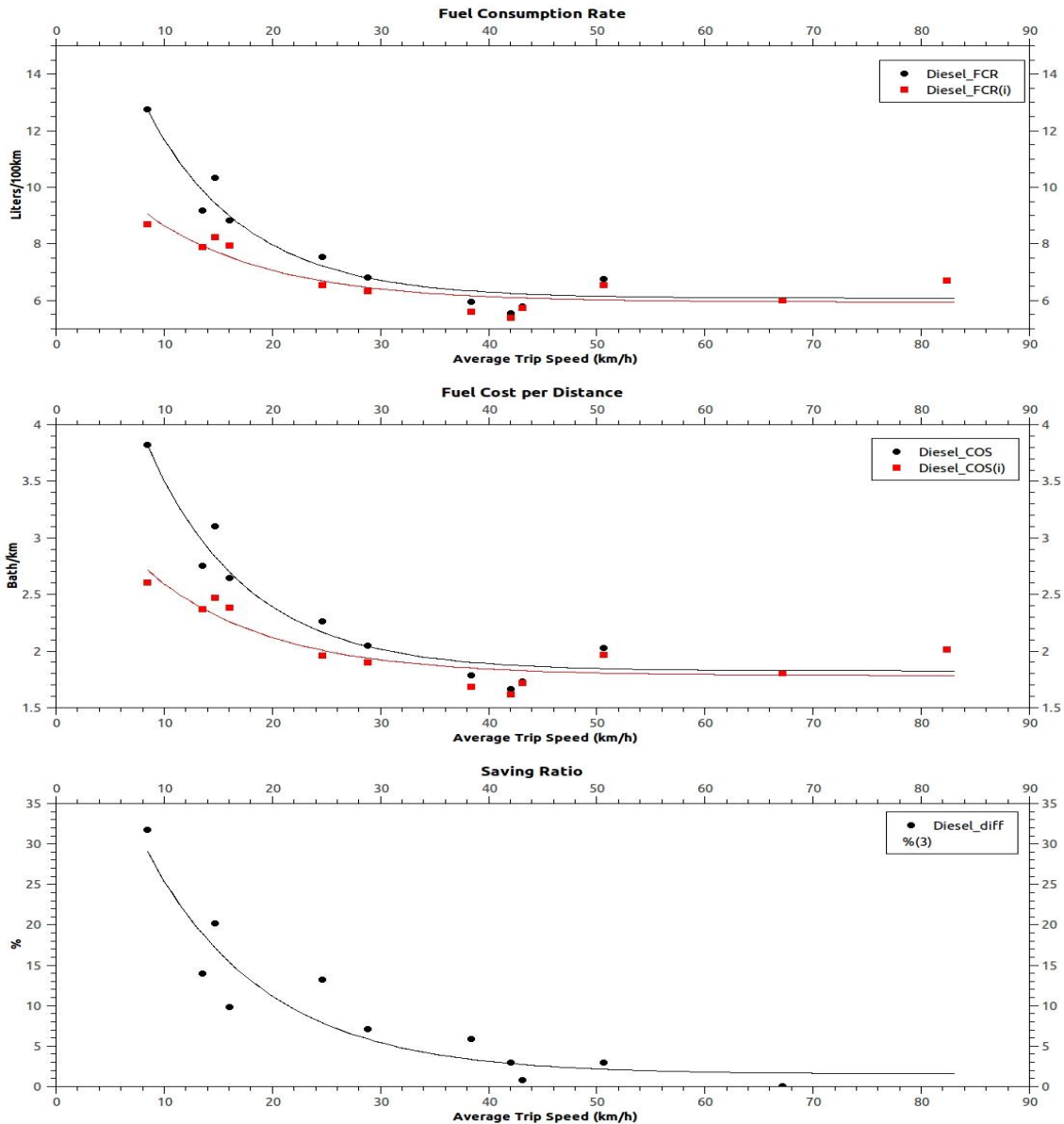


รูปที่ 7 เขตทางหลวง

เมื่อพิจารณาภาพโดยรวมของระบบดับเครื่องยนต์เมื่อจอดกลับพบว่ามีศักยภาพในการลดการใช้เชื้อเพลิงสูงสุดที่ร้อยละ 30 (กรณีที่รถติดมากที่สุด) อย่างไรก็ตามในกรณีการจราจรในเขตเมืองจะมีศักยภาพอยู่ที่ประมาณร้อยละ 10-20 และมีผลน้อยมากในช่วงทางหลวงรูปที่ 8(ล่าง) สิ่งที่แตกต่างกันจากการทดสอบในเครื่องยนต์เบนซิน[2] กรณีเครื่องยนต์ดีเซลมีประสิทธิภาพในช่วงภาระต่ำสูงกว่าเครื่องยนต์เบนซิน ส่งผลให้มีความต่างของระบบดับเมื่อจอดน้อยกว่าเครื่องยนต์เบนซิน[2]

4. สรุป

ในการศึกษานี้ได้ทำการประเมินศักยภาพของวิธีการดับเครื่องยนต์เมื่อรถหยุด (idle stop) บนรถยนต์ดีเซลและทดสอบในสภาพการจราจรในเขตกรุงเทพมหานคร ผลการประเมินแสดงให้เห็นถึงศักยภาพของวิธีการนี้สามารถลดการใช้เชื้อเพลิงได้มากถึงร้อยละ 30 ในสภาพการจราจรที่ติดขัด จะเห็นได้ว่าสัดส่วนการลดการใช้เชื้อเพลิงมีแนวโน้มต่ำกว่าเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยประกายไฟ



รูปที่ 8 ผลการทดสอบและวิเคราะห์

5. เอกสารอ้างอิง

[1] Raksit Thitipatanapong, et. al., (2011) "Actual Fuel Consumption and Carbon Dioxide Emission of Passenger Vehicles in Bangkok" The 7th International Conference on Automotive Engineering (ICAE-7), Paper G15, March 28 – April 1, 2011, Challenger, Impact, Muang Thong Thani, Bangkok, Thailand.
 [2] รักษิต ฐิติพัฒน์พงศ์, สัญญา คล่องในวัย และ สารพล ฐิติพัฒน์พงศ์ (2554), "การศึกษาเปรียบเทียบอัตราสิ้นเปลืองของยานพาหนะเมื่อมีการประยุกต์ใช้ระบบดับเครื่องยนต์เมื่อจอดในสภาพการจราจรของกรุงเทพมหานคร" การประชุมเครือข่าย

วิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 25 (MENETT), มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, จังหวัดกระบี่
 [3] Motoda, Y. and Taniguchi, M., 2002. "A study on saving fuel by idling stops while driving vehicles." Tokyo: The Energy Conservation Center.
 [4] Natalia Fonseca, Jesús Casanova and Manuel Valdés. (2011), "Influence of the stop/start system on CO2 emissions of a diesel vehicle in urban traffic" "Transportation Research Part D 16 (2011)194–200.