Thesis Title An Integrated System Dynamic Model for Transportation Energy Planning and Management in Regional Area of Thailand

Author Mr. Punravee Kongboontiam

Degree Doctor of Engineering (Energy Engineering)

Thesis Advisory Committee
Lect. Dr. Rungsun Udomsri Advisor
Assoc. Prof. Prasert Rerkkriangkrai Co-advisor
Asst. Prof. Dr. Chatchawan Chaichana Co-advisor

ABSTRACT

Energy is a fundamental part of activity and development. In Thailand, the demand of energy usage is about 1.624 million barrels of oil equivalent units (approximately 65 million tons of oil equivalent units, which valued 1,698,549 million baht in 2009). However, the domestic energy resources are not enough to sustain the demand of energy usage. Therefore, Thailand need to import approximately 0.941 million barrels of oil equivalent units which valued 1,158,816 million baht in 2009

The energy consumption in Thailand has significantly increased over last 10 years. Moreover, the transportation in regional area consume more over 60 percent of the whole country and about 92 percent of daily travellers journey by personal vehicle. It shows that the energy consumption in transportation sector still continue rapid growing and need to be managed.

Therefore, the objective of this study is to develop the energy mechanism model of the highway transportation sector in the upper northern region of Thailand. The causal relationship of the transportation energy mechanism had analyzed into five related systems comprising (1) socio-economic system, (2) demographic system, (3) geographic system, (4) transportation system, and (5) energy and emission of vehicle system. The system dynamics modeling technique was used to develop this model and integrated the related system.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

The study area covers eight provinces in the upper northern region of Thailand (Chiang Mai, Lanphun, Lamphang, Phrae, Nan, Phayao, Chiang Rai, and Mae Hong Son), which was separated by administrative district into 102 amphoes and focused in highway transportation sector.

This model is named "ENTASIM" that aim to integrate various related systems of transportation energy and develop the system dynamics model of the transportation energy as the sketch-planning tool for planner. The data was collected from 2003 to 2009. All variables were generated as the time series from 2003 to 2030, when the first period (2003-2009) was used to validation of the model and forecasting period lasts from 2010 to 2030.

The ENTASIM model was designed as the system dynamics model platform integrated of five system modules. First, the socio-economic system module (SE) estimates the social and economic parameters of the regional zones. Second, the demographic system module (DM) estimates the number of population and employment in the regional zones. Third, the geographic system module (GL) estimates the changed area of each land use types in the regional zones. The results of SE, DM and GL module are transferred as the variables to input in the transportation system module (TT). Fourth, the TT module indicates the number of trips generated and attracted of the regional zones, the number of trips from origin zones to destination zone (O-D matrix), the proportion of vehicle type used to travelling, the number of vehicles in the road network, and average speed in the regional zones. The last, the results of TT module are transferred to the energy consumption and emission of the vehicle system module (EE) for calculating the fuel consumption and emission of transportation in regional zones.

The results from the model indicate that the upper northern region of Thailand produces 14.2 million person-trips/day or 9.6 million vehicle-trip/day, respectively. In addition, the most of travelers decided to dominate motorcycle about 62.4%, the others dominated passenger car about 19.9% and private track or pickup about 10.2%, respectively. Finally, the highway transportation in the study area will consume approximately 958.257 kTOEs in 2010 and average increasing 12.399 kTOEs per year. Furthermore, the highway transportation emitted average carbon dioxide (CO_2) equivalent about 2.927 million tons per year and average increasing 0.038 million tons per year.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์ แบบจำลองพลวัตของระบบบูรณาการสำหรับการวางแผนและการจัดการการใช้พลังงานในการขนส่งในระดับภูมิภาคของประเทศไทย

ผู้เขียน นายพันธุ์ระวี กองบุญเทียม

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรดุษฎีบัณฑิต (วิศวกรรมพลังงาน)

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

อ.ดร. รังสรรค์ อุดมศรี	อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
รศ. ประเสริฐ ฤกษ์เกรียงไกร	อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
ผศ.ดร. ชัชวาลย์ ชัยชนะ	อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

บทคัดย่อ

พลังงานเป็นพื้นฐานหลักของกิจกรรมทุกอย่าง สำหรับประเทศไทยมีความต้องการของการใช้พลังงานประมาณ 1,624,000 บาร์เรลเทียบเท่าน้ำมันหน่วย (ประมาณ 65 ล้านตันเทียบเท่าน้ำมันดิบหน่วยที่มูลค่า 1,698,549 ล้านบาทในปี พ.ศ.2552) อย่างไรก็ตามแหล่งพลังงานภายในประเทศก็ไม่เพียงพอที่จะตอบสนองความต้องการของการใช้พลังงานดังกล่าวได้ ซึ่งเป็นสาเหตุให้ประเทศไทยต้องมีการนำเข้าประมาณพลังงาน 0.941 ล้านบาร์เรลเทียบเท่าน้ำมันดิบหรือหน่วยมูลค่า 1,158,816 ล้านบาทในปี พ.ศ. 2552

ปริมาณการใช้พลังงานในประเทศไทยเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องมากว่า 10 ปี ยิ่งไปกว่านั้นในภูมิภาคของประเทศยังมีการใช้พลังงานมากกว่าร้อยละ 60 ของปริมาณการใช้พลังงานทั้งประเทศ และในจำนวนนี้ประมาณร้อยล่ะ 92 เป็นการใช้พลังงานในการเดินทางด้วยยานพาหนะส่วนบุคคล ซึ่งแสดงให้ทราบว่าการใช้พลังงานในภาคขนส่งยังคงเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและสมควรต้องมีการจัดการ

ดังนั้นการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแบบจำลองกลไกการใช้พลังงานในภาคขนส่งทางถนนในภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย โดยความสัมพันธ์และสาเหตุของกลไกการใช้พลังงานในภาคการขนส่งได้ถูกวิเคราะห์และจำแนกออกเป็น 5 ระบบความสัมพันธ์ ได้แก่ (1) ระบบสังคม-เศรษฐกิจ (2) ระบบประชากร (3) ระบบภูมิศาสตร์และการใช้ประโยชน์ที่ดิน (4) ระบบการขนส่ง และ (5) ระบบการใช้พลังงานและปล่อยมลพิษของยานพาหนะ โดยเทคนิคการพัฒนา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แบบจำลองระบบพลวัตมีความเหมาะสมสำหรับการนำมาพัฒนาแบบจำลองและการบูรณาการปัจจัยที่เกี่ยวข้องในครั้งนี้

พื้นที่ศึกษาในครั้งนี้ครอบคลุมพื้นที่ในเขตภาคเหนือตอนบน 8 จังหวัด ประกอบไปด้วย จังหวัดเชียงใหม่ จังหวัดลำพูน จังหวัดลำปาง จังหวัดแพร จังหวัดน่าน จังหวัดพะเยา จังหวัดเชียงราย และจังหวัดแม่ฮ่องสอน ซึ่งจะถูกแบ่งเป็นพื้นที่ย่อยตามเขตการปกครองได้เป็น 102 อำเภอและการศึกษามีขอบเขตการพิจารณาเฉพาะการขนส่งทางถนนเท่านั้น

แบบจำลองที่ถูกพัฒนาในครั้งนี้ถูกเรียกชื่อว่า "ENTASIM" ซึ่งมีจุดมุ่งหมายที่จะบูรณาการระบบความสัมพันธ์ต่างๆที่เกี่ยวข้องกับกลไกการใช้พลังงานในภาคการขนส่งสำหรับนำไปประยุกต์ใช้เป็นเครื่องมือการวางแผนในการจำลองความเปลี่ยนแปลงของการใช้พลังงานในภาคการขนส่งสำหรับนักวางแผน โดยข้อมูลที่ใช้การพัฒนาแบบจำลองเป็นข้อมูลที่ได้ทำการสำรวจและรวบรวมตั้งแต่ปี พ.ศ. 2546-2552 และแบบจำลองจะทำการจำลองความเปลี่ยนแปลงตั้งแต่ปี พ.ศ. 2553-2573

แบบจำลอง ENTASIM ถูกออกแบบเป็นแพลตฟอร์มสำหรับพลวัตซึ่งมีการบูรณาการของโมดูลทั้ง 5 ระบบ ในระบบแรกเป็นระบบสังคม-เศรษฐกิจ (SE) จะเป็นการจำลองการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรด้านสังคมและเศรษฐกิจที่เกี่ยวข้อง ระบบที่สองเป็นระบบประชากร (DM) จะทำการคาดคะเนจำนวนประชากรและการจ้างแรงงานในพื้นที่ย่อย ระบบที่สามเป็นระบบภูมิศาสตร์และการใช้ประโยชน์ที่ดิน (GL) จะทำการคาดคะเนความเปลี่ยนแปลงของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่แต่ละประเภทในพื้นที่ย่อย โดยผลลัพธ์จากสามระบบแรกนี้จะถูกส่งต่อให้เป็นข้อมูลนำเข้าสำหรับระบบการขนส่ง ในส่วนระบบที่สี่เป็นระบบการขนส่งซึ่งจะคาดคะเนหาปริมาณการเดินทางที่เกิดขึ้นและถูกดึงดูดสู่พื้นที่ย่อยต่างๆ รวมไปถึงการจัดทำตารางการเดินทาง สัดส่วนของรูปแบบการเดินทาง จำนวนยานพาหนะในโครงข่ายการขนส่งและตลอดจนความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับสภาพการขนส่งในพื้นที่ย่อยต่างๆ และในขั้นตอนสุดท้ายระบบการใช้พลังงานและการปล่อยมลพิษของยานพาหนะจะเป็นระบบที่คำนวณหาปริมาณการใช้พลังงานและมลพิษทั้งหมดจากภาคการขนส่งในพื้นที่ศึกษา

ผลที่ได้จากการศึกษาพบว่าพื้นที่ในเขตภาคเหนือตอนบนมีความต้องการในการเดินทาง 14.2 ล้านเที่ยว-คนต่อวัน หรือคิดเป็น 9.6 ล้านเที่ยว-ยานพาหนะต่อวัน ยิ่งไปกว่านั้นผู้เดินทางส่วนใหญ่ร้อยละ 62.4 เลือกที่จะครอบครองรถจักรยานยนต์ รองลงมาคือรถยนต์ส่วนบุคคลร้อยละ 19.9 รถปิคอัพร้อยละ 10.2 ตามลำดับ และในท้ายที่สุดภาคการขนส่งในพื้นที่ศึกษามีการใช้พลังงานประมาณ 958.257 kTOE ในปี พ.ศ. 2553 และมีอัตราการเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 12.399 ต่อปี ยิ่งไปกว่านั้นปริมาณมลพิษที่ถูกปล่อยจากภาคการขนส่งในพื้นที่ศึกษาคิดเป็นปริมาณเทียบเท่าคาร์บอนไดออกไซด์ประมาณ 2.927 ตันต่อปี และยังมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 0.038 ล้านตันต่อปี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved