

การพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนเว็บเพื่อการวิเคราะห์ด้านคมนาคมขนส่ง สำหรับการวางและจัดทำผังเมืองรวม The Development of a Web Application program for Transportation Planning Analysis to Use in Comprehensive Plan

ณัฐพงษ์ เพชรละอ^{1*} และ ณัฐวุธ กองสุทธิ²

¹อาจารย์ สถาบันระบบรางแห่งเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน จังหวัดนครราชสีมา 30000

²ผู้ช่วยนักวิจัย 68/1 หมู่ 2 ซอย 7 สายตรี ต.ธารเกษม อําเภอสระบุรี จังหวัดสระบุรี 18120

Nuttapong Petlaor^{1*} and Nattawut Kongsutthi²

¹Lecturer, Rail Systems Institute, Rajamangala University of Technology Isan,
Nakhon Ratchasima, 30000

² Research Assistant, 68/1, Village No.2, soi 7 Sai Tri, Than Kasem Subdistrict, Phra Phutthabat
District, Saraburi, 18120

*Email: Nuttapong.3899@gmail.com

บทคัดย่อ

การพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนเว็บเพื่อการวิเคราะห์ด้านคมนาคมขนส่งสำหรับการวางและจัดทำผังเมืองรวมมีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นเครื่องมือช่วยผู้ปฏิบัติงานหรือนักวิเคราะห์ทางด้านคมนาคมขนส่งสำหรับการวางและจัดทำผังเมืองรวมโดยอยู่บนพื้นฐานข้อมูลด้านกายภาพ 1:4,000 และกรอบการทำงานของสำนักวิศวกรรมผังเมือง กรมโยธาธิการและผังเมือง ซึ่งโปรแกรมประยุกต์บนเว็บ IUTOD-TRAN สามารถคาดการณ์ปริมาณการเดินทางที่เกิดขึ้นในปัจจุบันและในอนาคตบนโครงข่ายคมนาคมขนส่งด้วยวิธีแบบจำลองต่อเนื่อง 4 ขั้นตอน (4 step Model) และผู้ใช้งานสามารถใช้งานโปรแกรมได้จากหลากหลายอุปกรณ์ผ่านเว็บเบราว์เซอร์โดยไม่มีข้อจำกัดทางด้านลิขสิทธิ์ การวิจัยครั้งนี้ได้ดำเนินการทดลองเปรียบเทียบโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นกับโปรแกรม CUBE โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของปริมาณการจราจรในพื้นที่ผังเมืองรวมหัวหินเป็นพื้นที่ศึกษาตัวอย่างพบว่า กรณีการเดินทางในปัจจุบันค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ระหว่างผลลัพธ์จากโปรแกรมประยุกต์ฯ กับปริมาณการจราจรที่ได้จากการสำรวจเท่ากับ 0.67 มากกว่าค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ระหว่างผลลัพธ์จากโปรแกรม CUBE กับปริมาณการจราจรที่ได้จากการสำรวจเท่ากับ 0.59 ส่วนกรณีการคาดการณ์ในอนาคตค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ระหว่างผลลัพธ์จากโปรแกรมประยุกต์ฯ และโปรแกรม CUBE อยู่ระหว่าง 0.62 – 0.71 สรุปได้ว่า โปรแกรมประยุกต์ฯ สามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์ทางด้านคมนาคมขนส่งได้เพื่อนำไปสู่การวางแผนการพัฒนาโครงข่ายถนนในเมืองได้เป็นอย่างดี

คำสำคัญ: ผังเมืองรวม, การวิเคราะห์ด้านคมนาคมขนส่ง, โปรแกรมประยุกต์บนเว็บ, โปรแกรม CUBE

Abstract

The Development of a Web-Based Application for Transportation Planning Analysis to use in comprehensive plans is intended to be use as a tool to assist practitioners or transportation analysts in the planning and preparation of comprehensive town plans based on a GIS 1:4,000 database. The web application is able to forecast the amount of travel that takes place in the present and in future years on the transport network using a 4-step continuous modeling method. Also, users can use it free of charge and on various devices via the web browser program. This research compared the developed program with the CUBE program by using the correlation coefficient of the traffic count data in Hua Hin urban area. The results show as follows. In the present case, the correlation coefficient of trips between this web application and traffic count data from the survey is 0.67, while the correlation coefficient of a trips between CUBE and traffic count data from the survey is 0.59. For forecasting year analysis, the correlation coefficient of trip between this application and CUBE is 0.62 to 0.71. It is mentioned that this Web-Based Application can be used in transportation analysis to plan the development of urban road networks as well.

Keyword : urban plan, transportation analysis, web application, CUBE

Received: December 18, 2022; **Revised:** December 7, 2022; **Accepted:** February 27, 2022

1. บทนำ

ปัจจุบันหน่วยงานที่มีหน้าที่ดำเนินการวิเคราะห์ด้านคมนาคมขนส่งสำหรับการวางแผนและจัดทำผังเมืองรวม ได้แก่ สำนักวิศวกรรม การผังเมือง กรมโยธาธิการและผังเมือง ซึ่งมีผังเมืองรวมจำนวนมากที่จำเป็นต้องดำเนินการวิเคราะห์และจัดทำ ดังนั้นทางสำนัก วิศวกรรมผังเมืองกำลังดำเนินการจัดทำฐานข้อมูลทางด้านกายภาพ 1:4,000 ทั้งประเทศไทยสำหรับการวางแผนและจัดทำผังเมืองรวม ซึ่งมีข้อมูลทางด้านคมนาคมขนส่งที่สำคัญสำหรับการวิเคราะห์ทางด้านคมนาคมขนส่ง ประกอบด้วยชั้นข้อมูล ROADRC_L, ROADRT_L, TRANSIT_L, SPEEDRAIL_L และ TRANTER_P เป็นต้น (กรมโยธาธิการและผังเมือง, 2554) และข้อมูลการสำรวจ ข้อมูลทางวิศวกรรม ได้แก่ ข้อมูลสำรวจด้านกายภาพถนน และข้อมูลการนับปริมาณการจราจรบริเวณจุดกึ่งกลางเส้นทาง เป็นต้น (สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร, ซึ่งข้อมูลทั้งสองส่วนนี้เป็นข้อมูลหลักสำหรับการวิเคราะห์ทางด้านคมนาคมขนส่ง เพื่อการวางแผนและจัดทำผังเมืองรวม นอกจากนี้ทางสำนักวิศวกรรมผังเมืองได้มีการศึกษาค่าอัตราการเกิดการเดินทาง (trip rate) เพื่อหาปริมาณการเดินทางที่เกิดขึ้นของอาคารแต่ละประเภท และโปรแกรมสำเร็จรูป CUBE ในการวิเคราะห์พฤติกรรมการเดินทางที่เกิดขึ้นบนโครงข่ายทั้งในปัจจุบันและอนาคต (กรมโยธาธิการและผังเมือง, 2560)

อนึ่งโปรแกรมสำเร็จรูป CUBE เป็นโปรแกรมเชิงพาณิชย์ที่มีลักษณะการทำงานที่หลากหลาย (เกริกเกียรติ อังคนาวีศัลย์ และ เหมือนมาศ วิเชียรสินธุ์, 2561) แต่การใช้งานมีความซับซ้อน มีการจำกัดจำนวนเครื่องที่สามารถประมวลผล และไม่สามารถแจกจ่าย โปรแกรมเชิงพาณิชย์ได้อย่างอิสระ ทำให้การวิเคราะห์ดำเนินการได้เฉพาะในหน่วยงานส่วนกลางที่มีโปรแกรมติดตั้งอยู่เท่านั้น ก่อให้เกิดความล่าช้าในการปฏิบัติงาน นอกจากนั้นยังไม่มีการนำข้อมูลด้านกายภาพ 1:4,000 ในส่วนข้อมูลการใช้ประโยชน์อาคาร และข้อมูลค่าอัตราการเกิดการเดินทางมาใช้ร่วมในการวิเคราะห์ด้านคมนาคมขนส่ง

จึงมีแนวความคิดในการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนเว็บสำหรับการวิเคราะห์ทางด้านคมนาคมขนส่งที่ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการซื้อลิขสิทธิ์ สามารถประมวลผลบนอุปกรณ์หลากหลายผ่านเว็บเบราว์เซอร์ ที่ใช้ข้อมูลด้านกายภาพ 1:4,000 ของกรมโยธาธิการและผังเมือง โดยเฉพาะข้อมูลโครงข่ายคมนาคมขนส่ง ข้อมูลการใช้ประโยชน์อาคาร ร่วมกับข้อมูลการศึกษาค่าอัตราการเดินทาง และการสำรวจทางวิศวกรรมของสำนักวิศวกรรมการผังเมืองเป็นข้อมูลนำเข้าหลักเพื่อวิเคราะห์ปริมาณการเดินทางที่เกิดขึ้นบนโครงข่ายคมนาคมขนส่งทั้งในปัจจุบันและอนาคต

ดังนั้นงานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนเว็บสำหรับการวิเคราะห์ทางด้านคมนาคมขนส่งสำหรับการวางแผนและจัดทำผังเมืองรวม โดยใช้ฐานข้อมูลด้านกายภาพ 1:4,000 ข้อมูลค่าอัตราการเดินทาง และข้อมูลการสำรวจทางด้านวิศวกรรมของสำนักวิศวกรรมการผังเมือง กรมโยธาธิการและผังเมืองเป็นข้อมูลนำเข้าหลัก และศึกษาเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ปริมาณการเดินทางทั้งปัจจุบันและการคาดการณ์อนาคตที่ได้จากโปรแกรมประยุกต์บนเว็บและโปรแกรมสำเร็จรูป CUBE โดยใช้ผังเมืองรวมหัวหินเป็นพื้นที่ศึกษาตัวอย่างเนื่องจากมีฐานข้อมูลเพียงพอสำหรับการตรวจสอบประสิทธิภาพของโปรแกรมประยุกต์ฯ

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

- 2.1) เพื่อพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนเว็บเพื่อการวิเคราะห์ทางด้านคมนาคมขนส่งสำหรับการวางแผนและจัดทำผังเมืองรวม
- 2.2) เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ปริมาณการเดินทางปัจจุบันและอนาคตระหว่างโปรแกรมประยุกต์บนเว็บและโปรแกรมสำเร็จรูป CUBE

3. การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องของโครงการวิจัยได้การนำแบบจำลองด้านคมนาคมขนส่งมาเป็นแนวทางในการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ ดังรายละเอียดการวิเคราะห์ความต้องการการเดินทางด้วยแบบจำลองต่อเนื่อง 4 ขั้นตอน (4 steps model) ประกอบด้วย 1) แบบจำลองการเกิดการเดินทาง (Trip Generation Model) เป็นการวิเคราะห์ปริมาณการเดินทางออกและเข้าพื้นที่ศึกษาย่อย (trip production and trip attraction) ที่สัมพันธ์กับข้อมูลทางด้านเศรษฐกิจและสังคมภายในพื้นที่ศึกษาย่อย 2) แบบจำลองการกระจายการเดินทาง (trip distribution model) เป็นการวิเคราะห์หาปริมาณการเดินทางที่เกิดขึ้นจากที่ใดไปที่ไหน 3) แบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทาง (modal split model) เป็นการวิเคราะห์หาสัดส่วนการเลือกรูปแบบการเดินทางต่าง ซึ่งประกอบด้วย การเดินทางโดยรถยนต์ส่วนบุคคล และรถขนส่งสาธารณะ และ 4) แบบจำลองการเลือกเส้นทางการเดินทาง (trip assignment model) เป็นการวิเคราะห์เพื่อจัดปริมาณการเดินทางระหว่างพื้นที่ศึกษาย่อยลงในโครงข่ายสำหรับการวิเคราะห์ (พนกฤษณ คลังบุญครอง และอาทิตย์ ทิพย์พิชัย, 2548: เจริญ โพธิ์จันทร์, วชิระ วิจิตรพงษ์, ปรีดา พญาพันธ์ และนัฐพร นวกิจรังสรรค์, 2561: การรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทย, 2561: พัชรภรณ์ ยอดสุรางค์และวเรศรา วีระวัฒน์, 2562: McNally, McNally, M.G, 2007: Ortuzar, J.D and Willumsen, L.G, 1990)

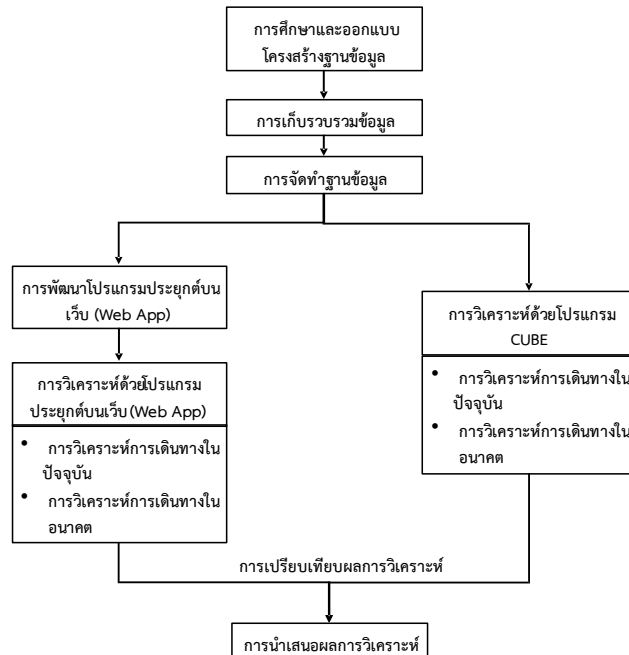
4. วิธีการดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยกำหนดกรอบแนวคิดและกระบวนการวิจัย โดยมีรายละเอียดดังนี้ (แสดงรายละเอียดแสดงดังรูปที่ 1)

- 1) การรวบรวมและจัดทำข้อมูลด้านคมนาคมขนส่งที่จำเป็นต่อการวิเคราะห์ทางด้านคมนาคมขนส่งจากฐานข้อมูลระบบงานสารสนเทศภูมิศาสตร์ ของกรมโยธาธิการและผังเมืองของพื้นที่ศึกษาตัวอย่าง (ผังเมืองรวมหัวหิน) ประกอบด้วย 1) ฐานข้อมูลด้านกายภาพ 1:4,000 ของกรมโยธาธิการและผังเมือง โดยดำเนินการปรับปรุงและพัฒนาชั้นข้อมูลให้มีความเหมาะสมกับการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมประยุกต์ฯ และโปรแกรมสำเร็จรูป CUBE 2) ข้อมูลจากการสำรวจทางด้านวิศวกรรม ได้แก่

ข้อมูลสำรวจด้านกายภาพของถนน และการนับปริมาณการจราจรจุดกึ่งกลางเส้นทาง เป็นต้น และ 3) ข้อมูลการศึกษาค่าอัตราการเดินทาง (trip rate)

- 2) การออกแบบกระบวนการวิเคราะห์ด้านคมนาคมขนส่ง และโครงสร้างฐานข้อมูล สำหรับโปรแกรมประยุกต์ฯ
- 3) การพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนเว็บช่วยในการวิเคราะห์ด้านคมนาคมขนส่ง
- 4) วิเคราะห์ด้านคมนาคมและขนส่งด้วยโปรแกรมประยุกต์ฯ และโปรแกรมสำเร็จรูป CUBE ประกอบด้วย 1) การวิเคราะห์ความต้องการการเดินทางด้วยแบบจำลองต่อเนื่อง 4 ขั้นตอน (4 steps model) เพื่อให้ทราบถึงความต้องการการเดินทาง ประกอบด้วย การเกิดการเดินทาง การกระจายการเดินทาง รูปแบบการเดินทาง และการจัดเส้นทางเดินทางโดยใช้โปรแกรมประยุกต์ฯ ที่พัฒนาขึ้นมา 2) การนำค่าอัตราการเดินทาง (trip Rate) ของกรมโยธาธิการและผังเมืองมาใช้ในการวิเคราะห์แบบจำลองการเดินทาง 3) การศึกษาแนวทางการนำผังการใช้ประโยชน์ที่ดินในอนาคตมาใช้สำหรับการวิเคราะห์ด้านคมนาคมขนส่ง
- 5) การเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์จากโปรแกรมประยุกต์ฯ กับโปรแกรม CUBE
- 6) การนำเสนอผลการวิจัย



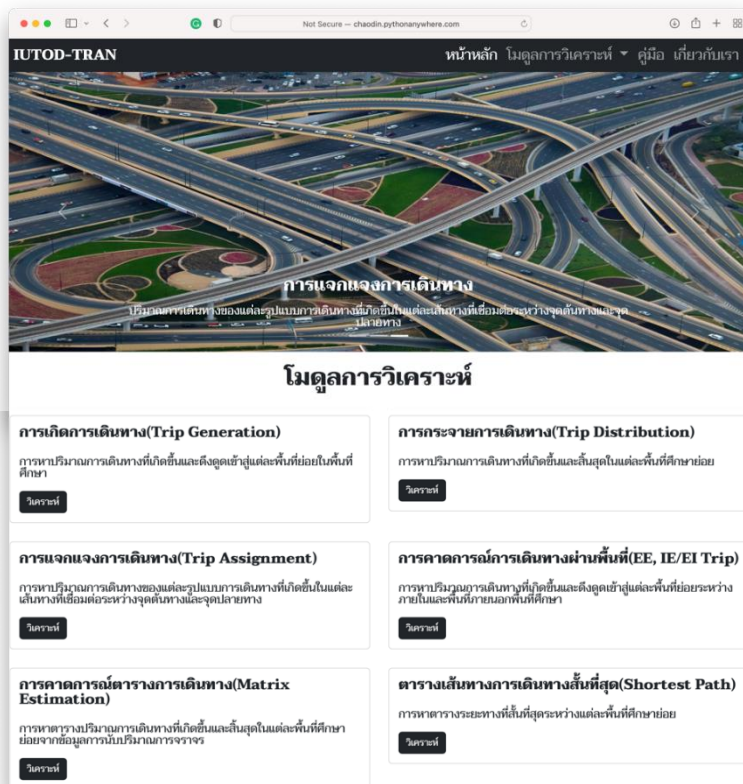
ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดและกระบวนการวิจัย

5. ผลการศึกษา

5.1 การพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนเว็บ IUTOD-TRAN

โปรแกรมประยุกต์บนเว็บ IUTOD-TRAN เป็นโปรแกรมประยุกต์สำหรับการวิเคราะห์แบบจำลองการเดินทางต่อเนื่อง 4 ขั้นตอนอย่างง่าย ถูกพัฒนาให้ทำงานบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตสามารถใช้งานร่วมกับโปรแกรม Web Browser สามารถนำไปใช้งานได้หลายอุปกรณ์ไม่ว่าจะเป็นคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล แท็บเล็ต หรือโทรศัพท์มือถือ ช่วยให้ปฏิบัติงานนำโปรแกรมประยุกต์ไป

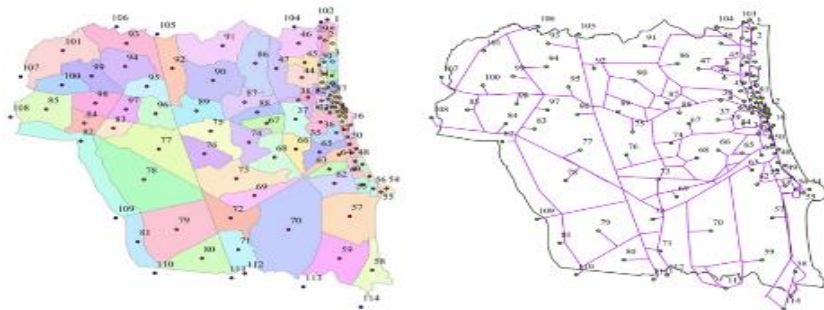
ใช้งานได้อย่างสะดวก รวดเร็วและถูกต้องแม่นยำ ประกอบด้วย 6 โปรแกรมย่อย ได้แก่ 1) โมดูลการเกิดการเดินทาง 2) โมดูลการกระจายการเดินทาง 3) โมดูลการแจกแจงการเดินทาง 4) โมดูลการคาดการณ์การเดินทางผ่านพื้นที่ 5) โมดูลการคาดการณ์ตารางการเดินทาง และ 6) โมดูลตารางระยะทางสั้นที่สุด (รายละเอียดดังรูปที่ 2) โดยที่โมดูลการเกิดการเดินทางสำหรับการวิเคราะห์ปริมาณการเกิดการเดินทางใช้วิธีตัวคูณค่าอัตราการเกิดการเดินทาง โมดูลการกระจายการเดินทางเป็นโปรแกรมสำหรับการวิเคราะห์แบบจำลองการกระจายการเดินทางเพื่อหาปริมาณการเดินทางระหว่างแต่ละพื้นที่ศึกษา โมดูลการแจกแจงการเดินทางเป็นโปรแกรมสำหรับการวิเคราะห์แบบจำลองการแจกแจงเส้นทางการเดินทาง เพื่อหาปริมาณการเดินทางที่เกิดขึ้นในแต่ละเส้นทาง โมดูลการคาดการณ์การเดินทางผ่านพื้นที่เป็นโปรแกรมสำหรับการวิเคราะห์ปริมาณการเกิดการเดินทางของพื้นที่ศึกษาภายนอก และปริมาณการเดินทางของการเดินทางผ่านพื้นที่ศึกษา โมดูลการคาดการณ์ตารางการเดินทางเป็นโปรแกรมสำหรับการวิเคราะห์หาตารางระยะทางหรือเวลาที่สั้นที่สุดระหว่างพื้นที่ศึกษา เพื่อใช้เป็นข้อมูลตารางค่าใช้จ่ายในการเดินทางสำหรับการวิเคราะห์แบบจำลองการกระจายการเดินทาง สำหรับกระบวนการวิเคราะห์แบบจำลองความต้องการเดินทางด้วยโปรแกรมประยุกต์ IUTOD-TRAN ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นตอนการจัดเตรียมข้อมูลปัจจุบัน 2) ขั้นตอนการคาดการณ์ตารางการเดินทาง 3) ขั้นตอนการวิเคราะห์การเดินทางในปัจจุบัน 4) ขั้นตอนการจัดเตรียมข้อมูลอนาคต 5) ขั้นตอนการคาดการณ์พื้นที่การใช้ประโยชน์อาคารในอนาคต และ 6) ขั้นตอนการคาดการณ์การเดินทางในอนาคต ซึ่งกระบวนการดังกล่าวนี้นำไปใช้ในการวิเคราะห์พฤติกรรมการเดินทางในพื้นที่ตัวอย่างผังเมืองรวมหัวหินต่อไป



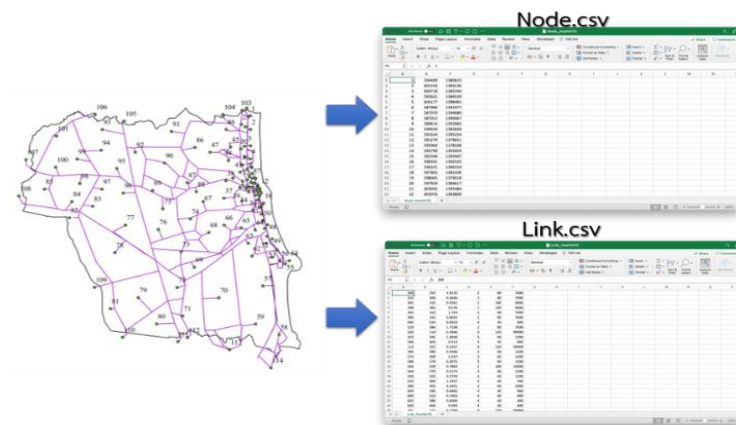
ภาพที่ 2 โปรแกรมประยุกต์บนเว็บ IUTOD-TRAN (chaodin.pythonanywhere.com)

5.2 การวิเคราะห์ปริมาณการเดินทางในปัจจุบัน

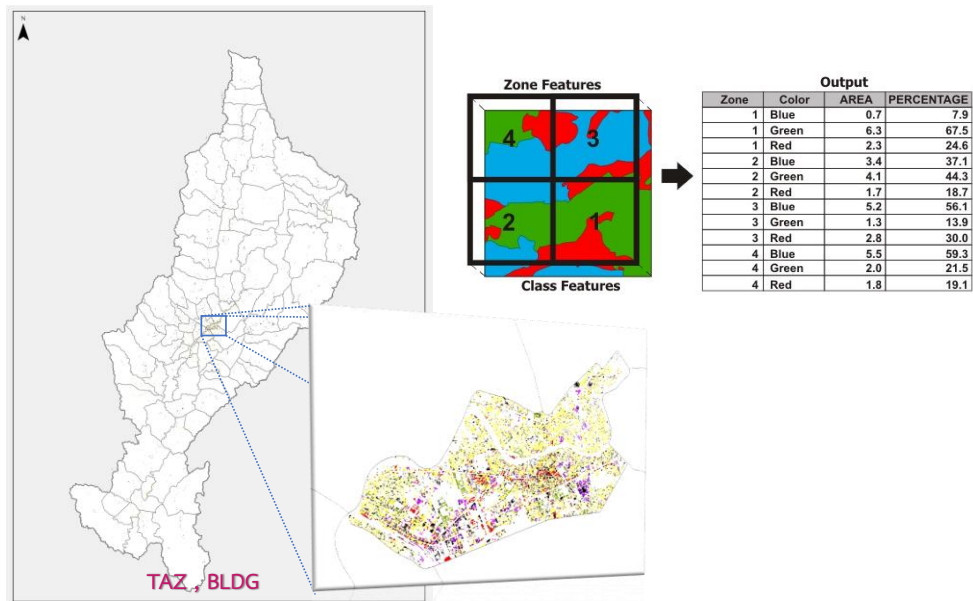
การจัดเตรียมข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์ปริมาณการเดินทางในปัจจุบันด้วยโปรแกรมประยุกต์บนเว็บ IUTOD-TRAN ประกอบด้วยข้อมูล 3 ประเภท ได้แก่ ข้อมูลโครงข่ายสำหรับการวิเคราะห์ ข้อมูลพื้นที่การใช้ประโยชน์อาคาร และข้อมูลการนับปริมาณการจราจร โดยใช้พื้นที่ผังเมืองรวมหัวหินเป็นพื้นที่ศึกษาตัวอย่าง ซึ่งแบ่งพื้นที่ศึกษาย่อย (TAZ) ออกเป็น 114 พื้นที่ย่อย เป็นพื้นที่ศึกษาย่อยภายในพื้นที่ศึกษา จำนวน 101 พื้นที่ย่อย และเป็นพื้นที่ศึกษาย่อยภายนอกพื้นที่ศึกษา จำนวน 13 พื้นที่ย่อย มีจำนวนข้อมูลจุด (node) ทั้งหมด 626 จุด และข้อมูลเส้น (Link) จำนวนทั้งหมด 1,956 เส้น หลังจากได้โครงข่ายสำหรับการวิเคราะห์เรียบร้อยแล้ว ดำเนินการนำข้อมูลออกจำนวน 2 ไฟล์ ประกอบด้วย ข้อมูลจุด และข้อมูลเส้นในรูปแบบไฟล์ข้อมูลชนิด CSV หรือ TXT เพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม IUTOD-TRAN และ CUBE ต่อไป (รายละเอียดดังรูปที่ 3 และ 4) สำหรับข้อมูลพื้นที่การใช้ประโยชน์อาคารใช้ข้อมูลด้านกายภาพ 1:4,000 ของกรมโยธาธิการและผังเมืองในการหาพื้นที่การใช้ประโยชน์อาคาร จำนวน 37 ประเภทในแต่ละพื้นที่ศึกษาด้วยโปรแกรม ArcGIS (รายละเอียดดังรูปที่ 5) ส่วนข้อมูลการนับปริมาณการจราจร ประกอบด้วย ข้อมูลการนับปริมาณการจราจรบริเวณภายนอกพื้นที่ศึกษา และข้อมูลการนับปริมาณการจราจรภายในพื้นที่ศึกษานั้น ในพื้นที่ผังเมืองรวมหัวหินมีการดำเนินการสำรวจปริมาณการจราจรในช่วงโมงเร่งด่วนบนถนนสายสำคัญจำนวน 121 จุด สำรวจโดยติดตั้งเครื่องอัตโนมัติ 24 ชั่วโมง จำนวน 17 จุด บริเวณถนนสายหลัก และใช้ข้อมูลปริมาณการจราจรจากสถานีนับจำนวน 29 จุด ซึ่งเป็นข้อมูลหลักสำหรับการคาดการณ์ตารางการเดินทางด้วยโมดูลการคาดการณ์ตารางการเดินทางของโปรแกรมประยุกต์บนเว็บ IUTOD-TRAN (รายละเอียดดังรูปที่ 6)



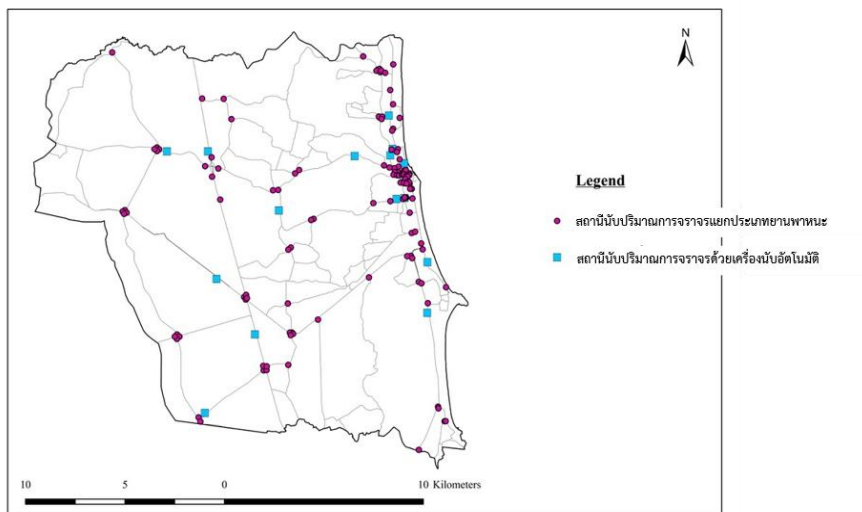
ภาพที่ 3 การแบ่งพื้นที่ศึกษาย่อย และโครงข่ายสำหรับการวิเคราะห์ของพื้นที่ผังเมืองรวมหัวหิน



ภาพที่ 4 การนำออกข้อมูลโครงข่ายเป็นข้อมูลจุดและข้อมูลเส้น



ภาพที่ 5 การหาพื้นที่การใช้ประโยชน์อาคารในแต่ละพื้นที่ที่ศึกษาด้วยโปรแกรม ArcGIS



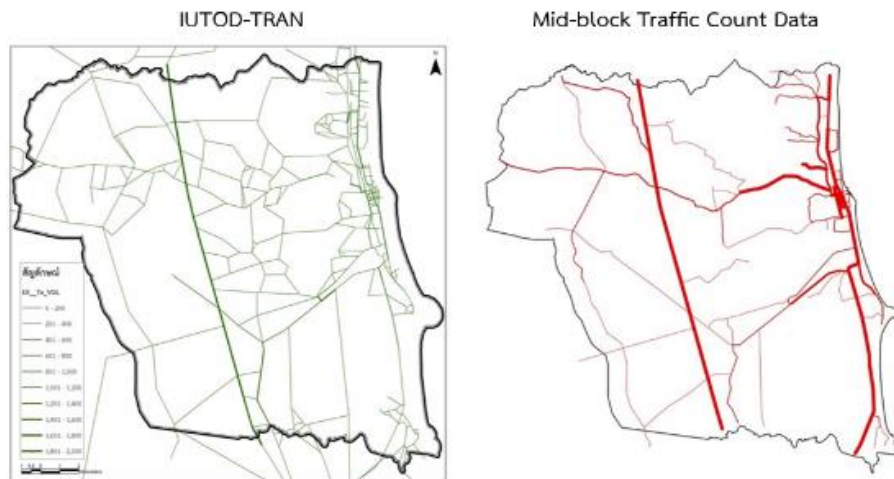
ภาพที่ 6 ตำแหน่งสถานีนับปริมาณการจราจรภายในพื้นที่ศึกษาผังเมืองรวมหัวหิน

หลังจากนั้นดำเนินการคาดการณ์ตารางการเดินทางในพื้นที่ผังเมืองรวมหัวหินโดยใช้โมดูลการคาดการณ์ตารางการเดินทางของโปรแกรมประยุกต์บนเว็บ IUTOD-TRAN ซึ่งใช้ข้อมูลนำเข้าเป็นข้อมูลโครงข่าย และข้อมูลปริมาณการจราจรภายในพื้นที่

พบว่า พื้นที่ศึกษาผังเมืองรวมหัวหินมีค่าพารามิเตอร์ $\beta = 1.15$ โดยมีฟังก์ชันการกระจาย $F(C_{ij}) = C_{ij}^{-1.15}$ หลังจากนั้นถึงขั้นตอนการวิเคราะห์ปริมาณการเดินทางที่เกิดขึ้นบนโครงข่ายในปัจจุบัน ด้วยการนำเอาตารางการเดินทางและตารางการเดินทางผ่านพื้นที่ศึกษาเข้าสู่โครงข่ายคมนาคมขนส่งด้วยโมดูลการแจกแจงการเดินทาง โดยมีข้อมูลนำเข้าประกอบด้วย ข้อมูลโครงข่าย และข้อมูลตารางการเดินทาง โมดูลการแจกแจงการเดินทางดำเนินการคำนวณจัดปริมาณการเดินทางของตารางการเดินทางที่นำเข้าสู่แต่ละเส้นทางโดยใช้วิธีการจัดแบบ All or Nothing ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้เป็นปริมาณการเดินทางในแต่ละเส้นทาง การเปรียบเทียบกับข้อมูลการนับปริมาณการจราจร และค่าทางสถิติแสดงดังรูปที่ 7 และ 8

การเปรียบเทียบผลลัพธ์ในเชิงสถิติพบว่า ค่าดัชนี MAE เท่ากับ 287.80 ค่า MSE เท่ากับ 156,638 และค่า GEH น้อยกว่า 15 มีจำนวนร้อยละ 60 ของข้อมูลที่ดำเนินการตรวจสอบ โดยปกติค่า GEH สำหรับการตรวจสอบแบบจำลองในแต่ละคู่จุดข้อมูลควรมีค่าน้อยกว่า 10 แต่เนื่องจากแบบจำลองนี้เป็นแบบจำลองในระดับมหภาคจึงกำหนดค่าที่ยอมรับได้ไม่ควรเกิน 15 ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรมประยุกต์ IUTOD-TRAN มีจำนวนข้อมูลอยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้จำนวนร้อยละ 60 นอกจากนั้นค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการจราจรกับข้อมูลปริมาณการจราจรจากการสำรวจมีค่าเท่ากับ 0.67 แสดงให้เห็นว่า ผลลัพธ์ของทั้งสองข้อมูลมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ปริมาณการเดินทางที่เกิดขึ้นในปัจจุบันของผังเมืองรวมหัวหินด้วยโปรแกรม CUBE และได้นำมาเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรม CUBE กับข้อมูลการนับปริมาณการจราจรที่ได้จากการสำรวจ พบว่า ค่าดัชนี MAE เท่ากับ 425.70 ค่า MSE เท่ากับ 420,248 และค่า GEH น้อยกว่า 15 มีจำนวนร้อยละ 49 นอกจากนั้นค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการจราจรกับข้อมูลปริมาณการจราจรจากการสำรวจมีค่าเท่ากับ 0.59 แสดงให้เห็นว่า ผลลัพธ์ของทั้งสองข้อมูลมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน (แสดงดังรูปที่ 9 และ 10) พร้อมทั้งดำเนินการเปรียบเทียบผลลัพธ์ปริมาณการเดินทางที่ได้จากโปรแกรมประยุกต์บนเว็บ IUTOD-TRAN กับโปรแกรม CUBE พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการจราจรที่ได้จากโปรแกรมประยุกต์ IUTOD-TRAN กับโปรแกรม CUBE มีค่าเท่ากับ 0.57 แสดงให้เห็นว่า ผลลัพธ์ของทั้งสองข้อมูลมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน (แสดงดังรูปที่ 11 และ 12)



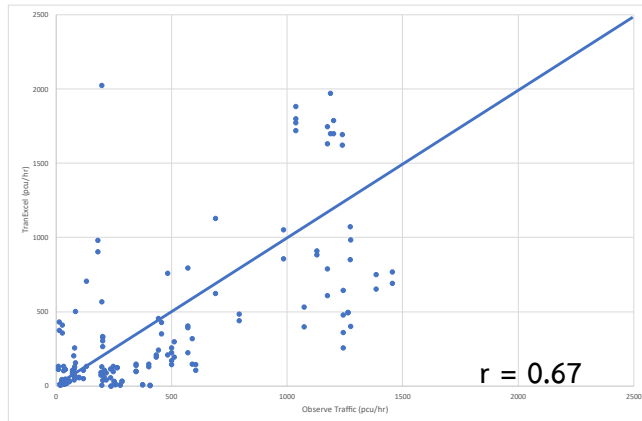
ภาพที่ 7 การเปรียบเทียบปริมาณการจราจร (pcu/hr) ระหว่างผลลัพธ์จากโปรแกรมประยุกต์บนเว็บ IUTOD-TRAN กับข้อมูลการนับปริมาณการจราจรของผังเมืองรวมหัวหิน

Observed Traffic and IUTOD-TRAN Comparison

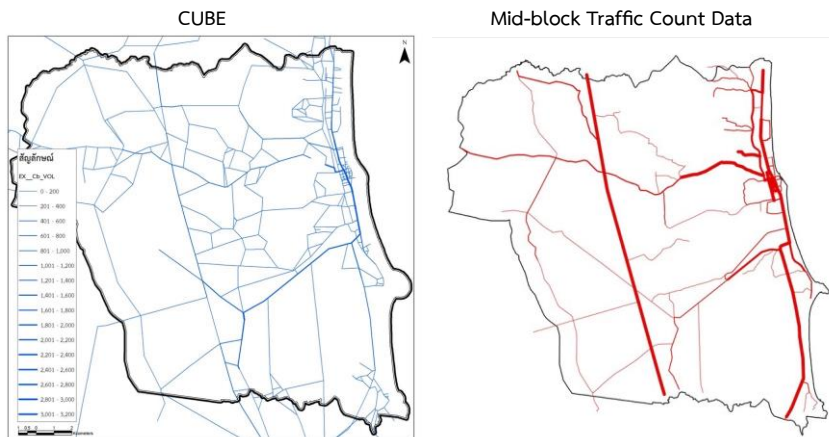
HUAHIN NETWORK (EXISTING)

- TAZ : 114
- (INT 101, EXT 13)
- NODE : 626
- LINK : 1,596

MAE = 287.80
MSE = 156,638
GEH < 15 (60%)



ภาพที่ 8 การเปรียบเทียบค่าทางสถิติของปริมาณการจราจรจากโปรแกรม IUTOD-TRAN
กับข้อมูลการนับปริมาณการจราจรในพื้นที่ผังเมืองรวมหัวหิน



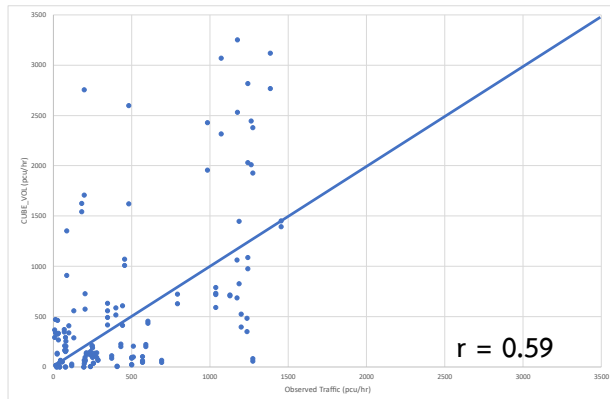
ภาพที่ 9 การเปรียบเทียบปริมาณการจราจร (pcu/hr) ระหว่างผลลัพธ์จากโปรแกรม CUBE
กับข้อมูลการนับปริมาณการจราจรของผังเมืองรวมหัวหิน

Observed Traffic and CUBE Comparison

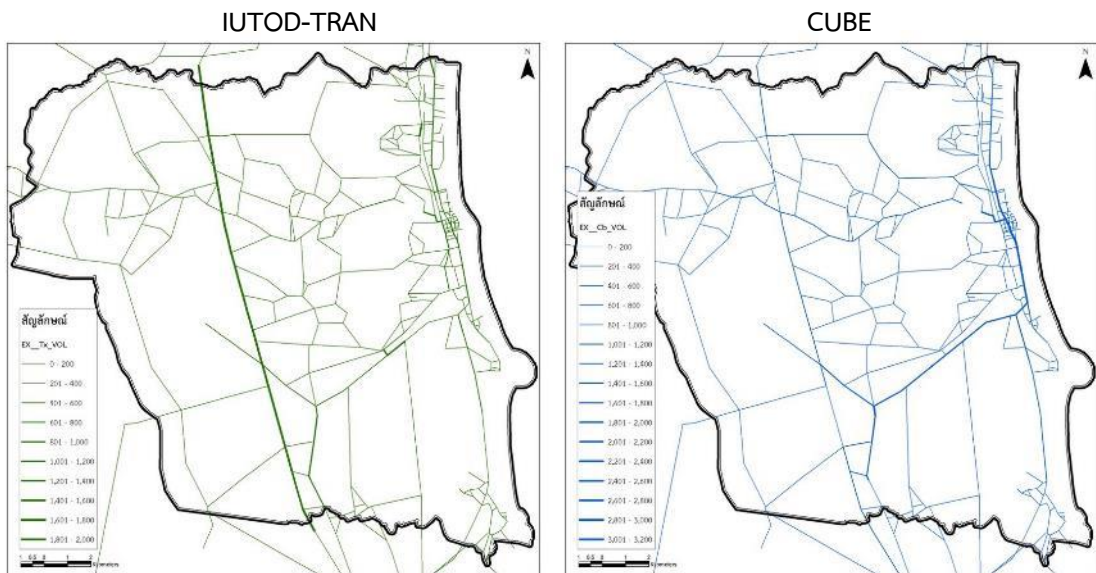
HUAHIN NETWORK (EXISTING)

- TAZ : 114
- (INT 101, EXT 13)
- NODE : 626
- LINK : 1,596

MAE = 425.70
MSE = 420,248
GEH < 15 (49%)



ภาพที่ 10 การเปรียบเทียบค่าทางสถิติของปริมาณการจราจรจากโปรแกรม CUBE
กับข้อมูลการนับปริมาณการจราจรในพื้นที่ผังเมืองรวม

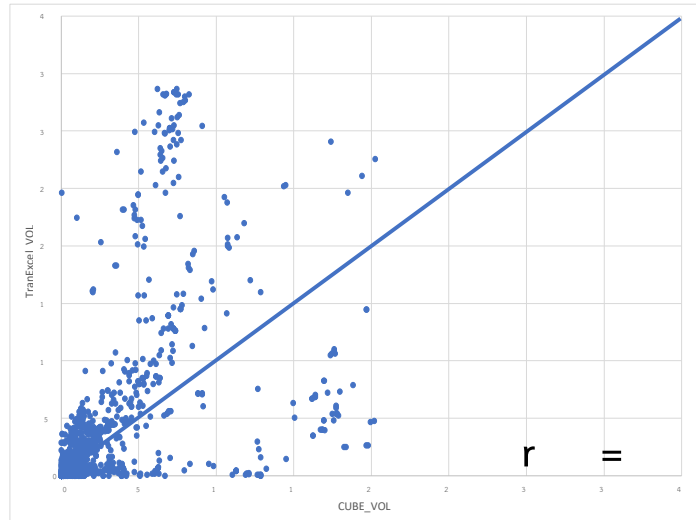


ภาพที่ 11 การเปรียบเทียบปริมาณการจราจร (pcu/hr) ผลลัพธ์จากโปรแกรมบนเว็บ IUTOD-TRAN
กับโปรแกรม CUBE ในพื้นที่ผังเมืองรวมหัวหิน

IUTOD- and Compari

HUAHIN NETWORK (EXISTING)

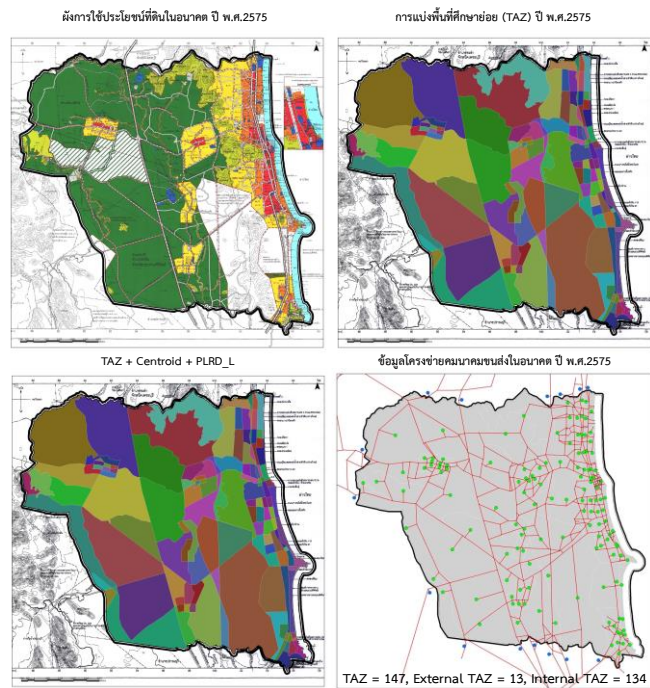
- TAZ :
(INT 101,
- NODE :
- LINK :



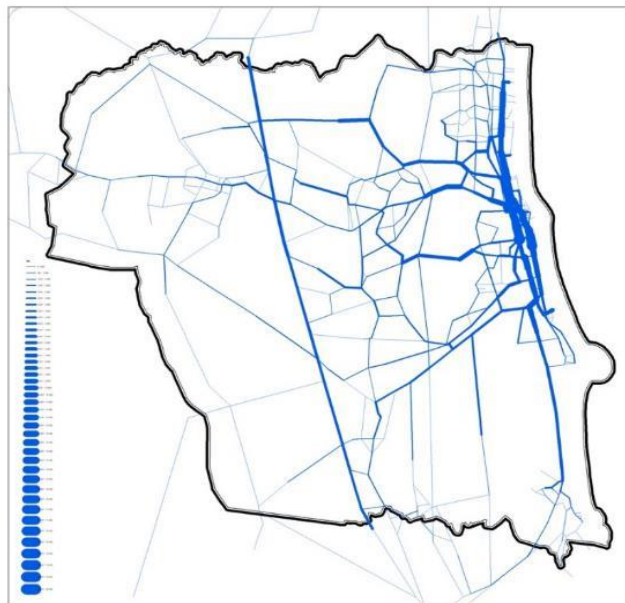
ภาพที่ 12 การเปรียบเทียบค่าทางสถิติของปริมาณการจราจรจากโปรแกรม IUTOD-TRAN
กับโปรแกรม CUBE ในพื้นที่ผังเมืองรวมหัวหิน

5.3 การวิเคราะห์ปริมาณการเดินทางในอนาคต

การคาดการณ์การเดินทางในอนาคตด้วยโปรแกรมประยุกต์บนเว็บ IUTOD-TRAN ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนย่อย ได้แก่ 1) ขั้นตอนการสร้างตารางการเกิดการเดินทางของโซนภายในด้วยโมดูลการเกิดการเดินทาง 2) ขั้นตอนการสร้างตารางการเกิดการเดินทางของโซนภายนอกและตารางการเดินทางผ่านด้วยโมดูลการคาดการณ์การเดินทางผ่านพื้นที่ 3) ขั้นตอนการหาค่าใช้จ่ายการเดินทางด้วยโมดูลตารางระยะทางสั้นที่สุด 4) ขั้นตอนการคาดการณ์การกระจายการเดินทางด้วยโมดูลการกระจายการเดินทาง และ 5) ขั้นตอนการคาดการณ์ปริมาณการจราจรบนโครงข่ายด้วย โมดูลการแจกแจงการเดินทาง โดยที่ข้อมูลที่ใช้ในการคาดการณ์ปริมาณการเดินทางในอนาคตประกอบด้วย ข้อมูลผังการใช้ประโยชน์ที่ดินในอนาคต ข้อมูลโครงข่ายคมนาคมขนส่งในอนาคต ข้อมูลการคาดการณ์การใช้ประโยชน์พื้นที่อาคารในอนาคต และข้อมูลการคาดการณ์ปริมาณการจราจรที่จุดเข้าออกพื้นที่ศึกษาในอนาคต ผลลัพธ์ปริมาณการเดินทางในอนาคตแสดงดังรูปที่ 13

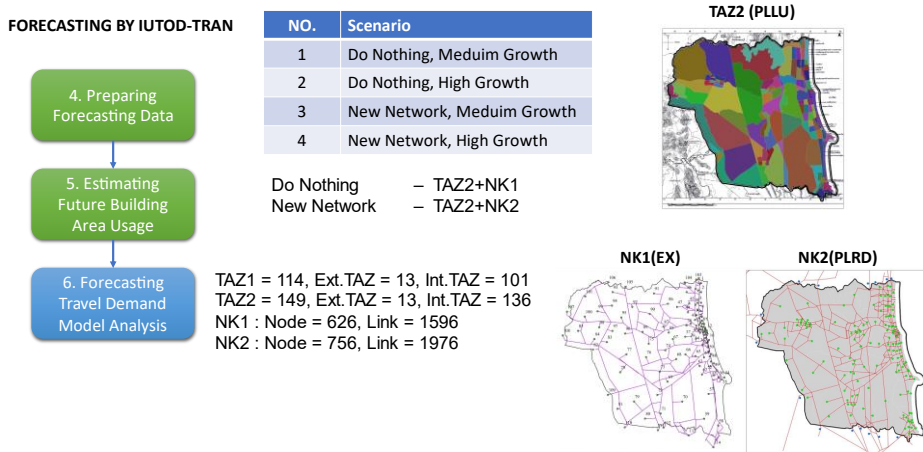


ภาพที่ 13 ข้อมูลการแบ่งพื้นที่ศึกษา (TAZ) จากผังการใช้ประโยชน์ที่ดินในอนาคต (PLLU_A) และข้อมูลโครงข่ายคมนาคมขนส่งในอนาคต พ.ศ. 2575 ของผังเมืองรวมหัวหิน



ภาพที่ 14 ปริมาณการเดินทางที่เกิดขึ้นบนโครงข่ายในอนาคตปี พ.ศ.2575 ผลลัพธ์จากโปรแกรมประยุกต์บนเว็บ IUTOD-TRAN ของผังเมืองรวมหัวหิน

หลังจากนั้นดำเนินการศึกษาเปรียบเทียบการวิเคราะห์การเดินทางในอนาคตระหว่างโปรแกรมประยุกต์บนเว็บ IUTOD-TRAN และโปรแกรม CUBE ไปใช้ในสถานการณ์จำนวน 4 กรณี ประกอบด้วย 1) กรณีการเจริญเติบโตของเมืองปานกลางบนโครงข่ายเดิม 2) กรณีการเจริญเติบโตของเมืองสูงบนโครงข่ายเดิม 3) กรณีการเจริญเติบโตของเมืองปานกลางบนโครงข่ายเสนอแนะ และ 4) กรณีการเจริญเติบโตของเมืองสูงบนโครงข่ายเสนอแนะ รายละเอียดแสดงดังรูปที่ 14 เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบผลทางสถิติพบว่า ทั้ง 4 กรณีมีค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณจราจรจากโปรแกรมประยุกต์ IUTOD-TRAN กับข้อมูลปริมาณการจราจรจากโปรแกรม CUBE มีค่าอยู่ระหว่าง 0.62 – 0.71 แสดงให้เห็นว่าผลลัพธ์ของทั้งสองโปรแกรมมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน แสดงดังรูปที่ 15

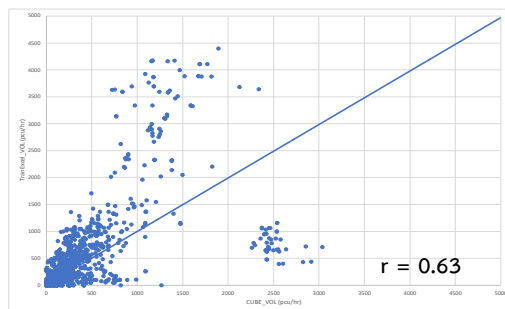


ภาพที่ 15 สถานการณ์ในการศึกษาเปรียบเทียบการวิเคราะห์การเดินทางในอนาคตของผังเมือง

IUTOD-TRAN and CUBE Comparison

**HUAHIN NETWORK
(Scenario 1 : Do Nothing,
Medium Growth)**

- TAZ : 149
(INT 136, EXT 13)
- NODE : 626
- LINK : 1,596

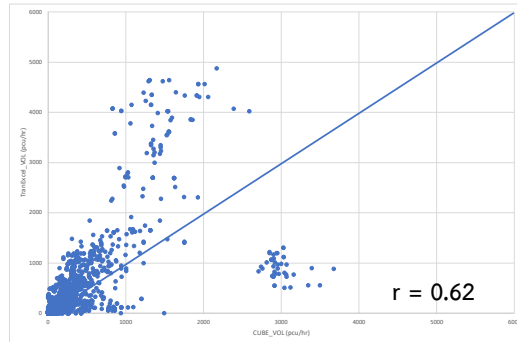


สถานการณ์ที่ 1

IUTOD-TRAN and CUBE Comparison

HUAHIN NETWORK (Scenario 2 : Do Nothing, High Growth)

- TAZ : 149
- (INT 136, EXT 13)
- NODE : 626
- LINK : 1,596

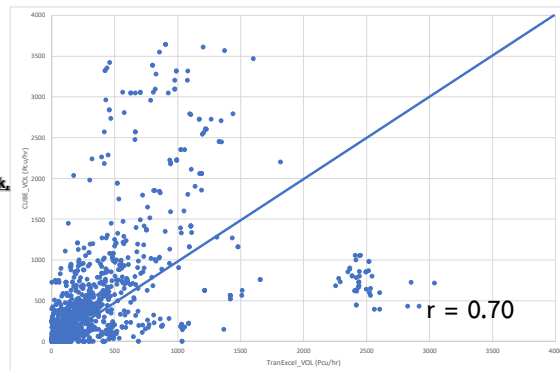


สถานการณ์ที่ 2

IUTOD-TRAN and CUBE Comparison

HUAHIN NETWORK (Scenario 3 : New Network, Medium Growth)

- TAZ : 149
- (INT 136, EXT 13)
- NODE : 756
- LINK : 1,976

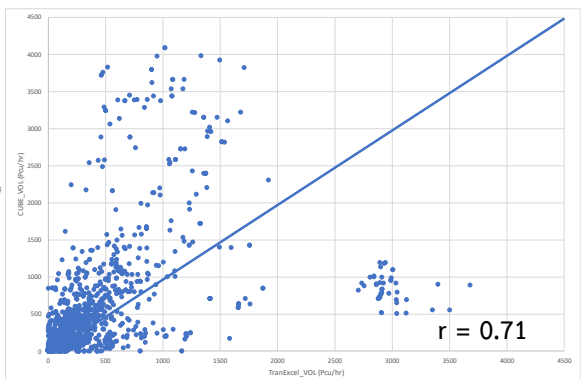


สถานการณ์ที่ 3

IUTOD-TRAN and CUBE Comparison

HUAHIN NETWORK (Scenario 4: New Network, High Growth)

- TAZ : 149
- (INT 136, EXT 13)
- NODE : 756
- LINK : 1,976



สถานการณ์ที่ 4

ภาพที่ 16 การเปรียบเทียบค่าทางสถิติของปริมาณการจราจรในขนาดจากโปรแกรมประยุกต์ IUTOD-TRAN กับโปรแกรม CUBE

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบของโปรแกรมประยุกต์ IUTOD-TRAN และโปรแกรมสำเร็จรูป

ลำดับ	การเปรียบเทียบด้านการใช้งาน โปรแกรมประยุกต์ IUTOD-TRAN และโปรแกรมสำเร็จรูป	โปรแกรม	
		CUBE	IUTOD-TRAN
1	ความแม่นยำจากการเปรียบเทียบค่าทางสถิติของปริมาณการจราจร กับข้อมูลการนับปริมาณการจราจรจริงในพื้นที่ผังเมืองรวมหัวหิน	$r = 0.59$	$r = 0.67$ (สูงกว่า)
2	ค่าใช้จ่ายในการใช้โปรแกรม	มีค่าใช้จ่ายในการซื้อลิขสิทธิ์โปรแกรม	ฟรี
3	ความสะดวกในการใช้โปรแกรม	ใช้ได้เฉพาะเครื่องที่มีลิขสิทธิ์	ใช้งานผ่านเว็บเบราว์เซอร์ ใช้ได้ไม่จำกัด

การพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนเว็บ IUTOD-TRAN สำหรับการวิเคราะห์ปริมาณการเดินทางในปัจจุบันในพื้นที่ผังเมืองรวมหัวหินเปรียบเทียบกับวิเคราะห์ปริมาณการเดินทางในโปรแกรมประยุกต์บนเว็บ IUTOD-TRAN และโปรแกรมสำเร็จรูปผลลัพธ์การวิเคราะห์ปริมาณจราจรปัจจุบัน และการวิเคราะห์ปริมาณการเดินทางในอนาคต ของทั้งสองโปรแกรมมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน แต่โปรแกรมประยุกต์บนเว็บ IUTOD-TRAN เป็นโปรแกรมวิเคราะห์ที่ไม่มีลิขสิทธิ์และสามารถใช้งานได้ไม่จำกัดอุปกรณ์ สามารถวิเคราะห์ผ่านเว็บเบราว์เซอร์ได้

6. การอภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

โปรแกรมประยุกต์ IUTOD-TRAN เป็นโปรแกรมประยุกต์บนเว็บสำหรับการวิเคราะห์ด้านคมนาคมขนส่งด้วยแบบจำลองต่อเนื่อง 4 ขั้นตอนอย่างง่าย ประโยชน์ของการใช้โปรแกรมประยุกต์บนเว็บสามารถทำไปใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณการเดินทางทั้งในปัจจุบันและอนาคตสำหรับการวางแผนผังเมืองรวมจากข้อมูลด้านกายภาพ 1:4,000 ของกรมโยธาธิการและผังเมือง และข้อมูลที่เกี่ยวข้องให้ผลการวิเคราะห์ที่ยอมรับได้เมื่อเปรียบเทียบกับโปรแกรมสำเร็จรูปทางด้านคมนาคมขนส่ง (CUBE) สำหรับข้อมูลผังเมืองรวมหัวหินแต่อย่างไรก็ตามจำเป็นต้องนำโปรแกรมประยุกต์บนเว็บ IUTOD-TRAN ไปใช้วิเคราะห์และเปรียบเทียบผลกับโปรแกรม CUBE ในพื้นที่อื่น ๆ อีกหรือนำไปใช้ในการวิเคราะห์ในระดับผังเมืองรวมจังหวัดเพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพให้มีความมั่นใจขึ้นอีก นอกจากนี้ในส่วนของคุณลักษณะของโปรแกรมประยุกต์บนเว็บ IUTOD-TRAN ที่ควรดำเนินการปรับปรุงเพิ่มเติมได้แก่ ส่วนของการนำเข้าข้อมูลโครงข่าย(ข้อมูลจุดและเส้น)ควรนำเข้าในรูปแบบของ Shape file และสามารถแสดงผลปริมาณการเดินทางในรูปแบบแผนที่โดยไม่ต้องไปใช้โปรแกรม ArcGIS

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน ในการสนับสนุนทุนวิจัย ปีงบประมาณ 2565

7. เอกสารอ้างอิง

- กรมโยธาธิการและผังเมือง. (2554). *เกณฑ์การตรวจสอบความถูกต้องของการจัดทำข้อมูลกายภาพเพื่อการวางผังเมือง*.
http://subsites.dpt.go.th/edocument/images/pdf/sd_urban /standard-map JUNE2011.pdf.
- กรมโยธาธิการและผังเมือง. (2560). *คู่มือและแนวนโยบายการศึกษาผลกระทบด้านจราจรและขนส่งโครงการจัดทำมาตรฐานและกำหนดแนวทางการศึกษาผลกระทบด้านการจราจรและขนส่งเพื่อการผังเมืองสำหรับการพัฒนาโครงการในประเทศไทย*.
กระทรวงมหาดไทย. กรุงเทพฯ.
- การรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทย (2561). *โครงการพัฒนาแบบจำลองสภาพการจราจรพื้นที่บริเวณโดยรอบแนวเส้นทางโครงการรถไฟฟ้าสายสีชมพู ช่วงแคราย-มีนบุรี*. รายงานฉบับสมบูรณ์ ตุลาคม 2561. กระทรวงคมนาคม. กรุงเทพฯ.
- เกริกเกียรติ อังคนาวิตต์, และเหมือนมาศ วิเชียรสินธุ์ (2561). A Software for Traffic Forecasting on Road Network. *วารสารวิจัยและพัฒนา มจร.*, 41(3), 311–322.
- เจษฎา โพธิ์จันทร์, วชิระ วิจิตรพงษ์, ปรีดา พญาพันธ์, และนัฐพร นวกิจรังสรรค์ (2561). การพัฒนาแบบจำลองด้านการขนส่งตามวิธีการตัดสินใจแบบต่อเนื่อง 4 ขั้นตอน เพื่อคาดการณ์ปริมาณผู้โดยสารที่ใช้รถขนส่งสาธารณะในมหาวิทยาลัย. *วารสารวิจัย.*, 37(6), 805–814.
- พัชรภรณ์ ยอดสุรางค์, และวเรศรา วีระวัฒน์ (2562). แบบจำลองสภาพจราจรระบบขนส่งสาธารณะ:กรณีศึกษาเมืองภูเก็ต. *วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม.*, 15(1), 1-16.
- พนกฤษณ คลังบุญครอง, และอาทิตย์ ทิพย์พิชัย (2548). การพัฒนาแบบจำลองการวางแผนการขนส่งในเขตเมือง:กรณีศึกษาหนองคาย. *วิศวกรรมสาร มช.*, 32(5), 675 – 689.
- สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร. (2559). *โครงการจัดทำแผนพัฒนามาตรฐานด้านการจัดระบบการจราจรในเมือง*. ภูมิภาค. <http://www.phetchaburi.go.th/traffic/traffic1.pdf>.
- McNally, M. G. (2007). *The Four-Step Model. Handbook of Transport Modelling*, 35-53.<https://doi.org/10.1108/9>
- Ortuzar, J.D and Willumsen, L.G. (1990). *Modeling Transport*. New York: John Wiley&sons