การประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และตรรกศาสตร์คลุมเครือเพื่อจำแนกลำดับศักย์ของถนน: กรณีศึกษาจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

Application of GIS and Fuzzy Logic for Road Hierarchy Classification: A Case Study of Ayutthaya Province

สิทธิพงศ์ กลิ่นกระจาย[1] และ พรรณี ชีวินศิริวัฒน์[2]
Sitthipong Klinkrajai and Pannee Cheewinsiriwat

บทคัดย่อ

พระราชบัญญัติทางหลวงแบ่งประเภทถนนในประเทศไทยตามหน่วยที่ดูแลรับผิดชอบเป็นหลัก แต่เนื่องด้วยประโยชน์การใช้งานมีความแตกต่างกันทั้งการบริการ การเคลื่อนที่ของการจราจร และการเข้าถึงพื้นที่ ซึ่งจะสะท้อนการใช้งานหรือประโยชน์ใช้สอยของถนนแต่ละสาย ส่งผลถึงการบำรุงรักษา การออกแบบ การวางผังคมนาคม และการกำหนดมาตรการควบคุมความเร็วที่เหมาะสมกับหน้าที่ของถนนแต่ละประเภท ดังนั้น การจำแนกถนนตามหน้าที่การใช้งานจริง จะช่วยให้การวางแผนงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น งานวิจัยนี้จึงศึกษาและจำแนกลำดับศักย์ของถนนตามหน้าที่การใช้งานจริง โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับตรรกศาสตร์คลุมเครือ และกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ ผลการวิจัยพบว่าทางหลวงแผ่นดินมีหน้าที่การใช้งานจริงตามลำดับศักย์ทั้ง 4 ลำดับ ได้แก่ ทางสายประธาน ทางสายหลัก ทางสายรอง และทางสายย่อย โดยส่วนใหญ่เป็นทางสายหลัก (ร้อยละ 44) ทางหลวงชนบท มีการใช้งานจริงใน 2 ลำดับ ได้แก่ ทางสายรอง และทางสายย่อย โดยส่วนใหญ่เป็นทางสายย่อย (ร้อยละ 72) สำหรับทางหลวงท้องถิ่น มีการใช้งานจริงใน 3 ลำดับ ได้แก่ ทางสายหลัก ทางสายรอง และทางสายย่อย โดยส่วนใหญ่เป็นทางสายย่อย (ร้อยละ 98) ทั้งนี้ จากการจำแนกถนนทั้งหมดตามลำดับศักย์ของหน้าที่การใช้งานจริง พบว่าเป็นทางสายประธาน ร้อยละ 2 ทางสายหลัก ร้อยละ 5 ทางสายรอง ร้อยละ 9 และส่วนใหญ่เป็นทางสายย่อย ร้อยละ 84 ตามลำดับ

คำสำคัญ: *ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์, การจำแนกลำดับศักย์ของถนน, ตรรกศาสตร์คลุมเครือ, กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์*

---

[1]นิสิตระดับปริญญาโท ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ
Master's degree student, Department of Geography, Faculty of Arts, Chulalongkorn University, Bangkok.
รองศาสตราจารย์ประจำภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ
Associate Professor, Department of Geography, Faculty of Arts, Chulalongkorn University, Bangkok.
Corresponding author e-mail: sitthipong.k@student.chula.ac.th
ARTICLE HISTORY: Received 16 May 2020, Revised 22 July 2020, Accepted 29 July 2020.

Abstract

Roads in Thailand has been classified by the Highways Act based on the responsible agencies. However, the differences in traffic movement and accessibility reflect the functionality of each road, which affects the decision in maintenance, transportation network design, and speed control measures. Therefore, road classification based on the actual function will support more efficient decision and planning. This research aims to classify the potential hierarchy of the roads according to the actual functions by applying the geographic information system (GIS) together with the fuzzy logic and analysis hierarchy process (AHP). The results show that the national highways according to the actual usage have four hierarchical road categories, which are freeway, arterial, collector and local road- most of which are arterial roads (44 percent). Rural roads are classified into two categories: collector and local road- most are local roads (72 percent). Local highways are classified into three categories: arterial, collector, and local road- most are local roads (98 percent). According to the classification of all roads by the function, they are categorized 2 percent, 5 percent, 9 percent, and 84 percent respectively, into freeway, arterial, collector, and local road.

Keywords: *GIS, Road hierarchy classification, fuzzy logic, AHP*

บทนำ

ระบบโครงข่ายถนนมีความสำคัญต่อการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม เนื่องจากมีความสามารถในการเข้าถึงแหล่งผลิตและแหล่งบริโภคได้โดยตรง และโครงข่ายถนนมีความเชื่อมต่อกับภูมิภาคต่าง ๆ ครอบคลุมทั่วประเทศ การจัดระบบโครงข่ายทางที่ดีจึงมีความสำคัญอย่างมากในการพัฒนาประเทศ

ปัจจุบันประเทศไทยแบ่งทางหลวงเป็น 5 ประเภทตามพระราชบัญญัติทางหลวง ได้แก่ ทางหลวงพิเศษ ทางหลวงแผ่นดิน ทางหลวงสัมปทาน ทางหลวงชนบท และทางหลวงท้องถิ่น โดยมีหน่วยงานรับผิดชอบ 3 หน่วยงานคือ กรมทางหลวง ทางหลวงชนบท และองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น กล่าวได้ว่าการกำหนดหน้าที่ความรับผิดชอบทางหลวงในประเทศไทยยังอยู่ภายใต้กฎหมาย เป็นการจำแนกประเภททางหลวงตามหน่วยงานที่รับผิดชอบกำกับดูแล ไม่สอดคล้องกับการใช้งานจริง ซึ่งการวางแผนและวางผังโครงข่ายคมนาคมในอนาคตที่เหมาะสมจำเป็นต้องใช้การแบ่งประเภทสายทางตามหน้าที่การใช้งานจริง

อย่างไรก็ตาม ในการวางผังเมือง ทั้งผังการใช้ที่ดินและผังโครงข่ายคมนาคม จำเป็นต้องใช้การจำแนกลำดับศักย์ของถนนตามหน้าที่การใช้งาน (road functional hierarchy classification) เพื่อให้การใช้งานสายทางเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ไม่ขัดแย้งกันระหว่างหน้าที่การให้บริการของถนนกับลักษณะการใช้ที่ดินในพื้นที่ที่ถนนตัดผ่าน อันจะทำให้ถนนกับการใช้ที่ดินมีความสัมพันธ์กันในระดับที่เหมาะสม (Olsen et al. 2001) การจำแนกประเภทถนนตามหน้าที่การใช้งาน เป็นการจำแนกตามความสำคัญของหน้าที่และบทบาทของถนนในการให้บริการการเคลื่อนที่ของการจราจร (mobility) และการเข้าถึงพื้นที่ (accessibility) เช่น ถนนท้องถิ่นจะเน้นการเชื่อมต่อเพื่อเข้าถึงพื้นที่ต่าง ๆ

ให้มากที่สุด ในขณะที่ถนนสายหลักจะใช้เพื่อเชื่อมต่อการเดินทางข้ามพื้นที่ เพื่อรองรับปริมาณจราจรจำนวนมากและความเร็วในการเดินทางสู่จุดหมายให้เร็วที่สุด (สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร. 2559) ดังนั้น การจำแนกประเภทตามหน้าที่การใช้งานจึงเป็นข้อมูลที่สำคัญที่ใช้ในการออกแบบและวางผังออกแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน ไม่ว่าจะเป็น ผังเมือง หรือผังภาคก็ตาม

การจำแนกประเภทถนนตามหน้าที่การใช้งาน จำเป็นต้องคำนึงถึงข้อมูลต่าง ๆ บนพื้นที่ศึกษานอกเหนือจากเส้นถนน เช่น การใช้ประโยชน์ที่ดิน จำนวนและความหนาแน่นประชากร ข้อมูลเหล่านี้ล้วนเป็นข้อมูลเชิงพื้นที่ ที่สามารถจัดการและวิเคราะห์ได้ด้วยระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (geographic information system หรือ GIS) ที่จะทำให้สามารถเข้าใจและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ในเชิงพื้นที่ได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ ปัจจัยหนึ่ง ๆ ในการแบ่งประเภทถนนอาจไม่สามารถแบ่งได้ชัดเจนเนื่องจากมีความคลุมเครือ เช่น ความเร็วในการจราจรบนถนนสายหนึ่งเป็น 70 กม./ชม. อาจเป็นได้ทั้งถนนสายหลัก และถนนสายรอง ไม่อาจจำแนกเป็นประเภทใดประเภทหนึ่งได้ชัดเจน การนำตรรกศาสตร์คลุมเครือ (fuzzy logic) มาใช้จึงเป็นการตัดสินใจที่ใกล้เคียงความเป็นจริงมากที่สุด จากตัวอย่างดังกล่าว อาจให้ถนนสายนี้มีความเป็นถนนสายหลักร้อยละ 80 และเป็นถนนสายรองร้อยละ 60 เป็นต้น ซึ่งหลักการเกี่ยวกับตรรกศาสตร์คลุมเครือ คือวิธีทางคณิตศาสตร์ที่ช่วยในการตัดสินใจภายใต้ความคลุมเครือ และเป็นตรรกะที่อยู่บนพื้นฐานความเป็นจริงที่ว่าทุกสิ่งบนโลกแห่งความเป็นจริงไม่ใช่มีเฉพาะสิ่งที่แน่นอนเท่านั้น หลายสิ่งหลายเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างไม่เที่ยงและไม่แน่นอน อาจเป็นสิ่งที่คลุมเครือ ไม่ชัดเจน (Zadeh. 1965) และเนื่องจากต้องใช้ข้อมูลหลายปัจจัยดังกล่าวข้างต้น จึงเลือกการใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (analysis hierarchy process: AHP) ซึ่งเป็นหนึ่งในวิธีการตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ มาช่วยกำหนดประเภทถนนที่เหมาะสม จึงเป็นกระบวนการที่มีประสิทธิภาพและมีความสะดวกในการจัดลำดับความสำคัญ (Saaty. 2008) ทั้งสามวิธีการนี้ เมื่อใช้ร่วมกันทำให้เพิ่มโอกาสที่ผลลัพธ์การจำแนกประเภทถนนที่ได้ตรงตามหน้าที่สภาพความเป็นจริงมากที่สุด

งานวิจัยนี้จึงมุ่งที่จะนำทั้งสามวิธีการ มาใช้วิเคราะห์ปัจจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อจำแนกประเภทถนนตามหน้าที่การใช้งานของถนนในปัจจุบัน เพื่อเป็นข้อมูลที่นักวางผังจะสามารถนำไปใช้ในการออกแบบแนวทางเลือกที่ดีที่สุดที่จะนำไปจัดทำเป็นโครงการวางแผนพัฒนาโครงข่ายทาง

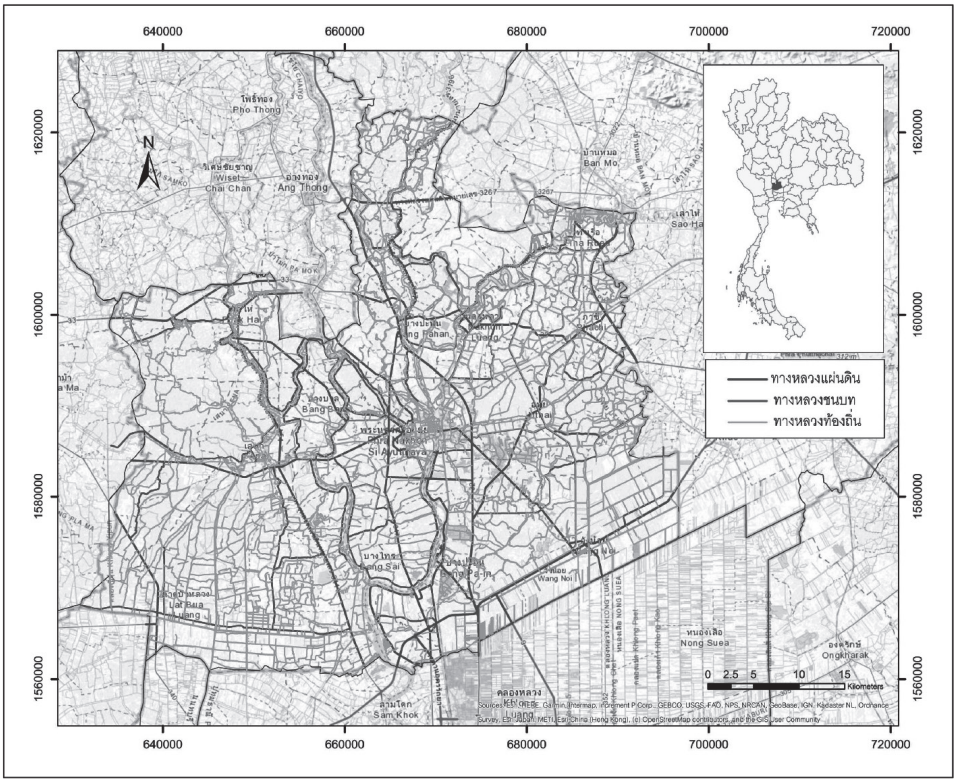
วัตถุประสงค์

เพื่อจำแนกลำดับศักย์ของถนนตามหน้าที่การใช้งานด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ตรรกศาสตร์คลุมเครือ และกระบวนลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์

ขอบเขตการวิจัย

พื้นที่ศึกษาของงานวิจัยนี้ คือ สายทางในเขตพื้นที่จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ได้แก่ ทางหลวงแผ่นดิน ทางหลวงชนบท และทางหลวงท้องถิ่น เฉพาะในเขตเมืองและเส้นที่ต่อเชื่อมกันทางหลวงแผ่นดิน ทางหลวงชนบท เพื่อให้เป็นโครงข่ายระยะทางรวม 5,228.75 กิโลเมตร (ภาพที่ 1) โดยจังหวัดพระนครศรีอยุธยา เป็นจังหวัดที่มีทั้งภาคเกษตรกรรม และภาคอุตสาหกรรม เป็นแหล่งที่ตั้งของนิคมอุตสาหกรรมหลายแห่ง อีกทั้งยังเป็นจังหวัดที่มีแหล่งท่องเที่ยวที่สำคัญหลายแห่ง ทำให้เกิดการคมนาคนขนส่งทั้งในรูปแบบการขนส่งสินค้าเกษตรกรรม ภาคอุตสาหกรรม และยังเป็นเป้าหมายของนักท่องเที่ยวอีกด้วย

ขอบเขตด้านเนื้อหา งานวิจัยนี้จะใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาประยุกต์ใช้ร่วมกับตรรกศาสตร์คลุมเครือ และกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ มาวิเคราะห์ปัจจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อจำแนกลำดับศักย์ของถนนตามหน้าที่ เพื่อเป็นข้อมูลที่สามารถนำไปใช้ในการออกแบบ จัดทำเป็นโครงการวางแผนพัฒนาโครงข่ายทางต่อไป



ภาพที่ 1 พื้นที่ศึกษาจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

กรอบความคิดที่ใช้วิจัย

กรอบความคิดที่ใช้วิจัยประกอบด้วย การศึกษาแนวคิดในการจำแนกลำดับศักย์ถนนตามลักษณะการใช้งาน เพื่อพิจารณาปัจจัยที่เกี่ยวข้อง และนำมากำหนดเป็นเกณฑ์ที่เหมาะสมกับบริบทของพื้นที่ จากนั้นจัดทำฐานข้อมูลที่ใช้ในการพิจารณาจำแนกลำดับศักย์ของถนนตามหลักเกณฑ์ ให้อยู่ในรูปแบบข้อมูลเชิงพื้นที่ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และใช้ตรรกศาสตร์คลุมเครือ ร่วมกับกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ทำการจำแนกลำดับศักย์ของถนนตามหน้าที่การใช้งาน

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. วิธีการจำแนกประเภททางหลวง ตามวิธีการของ American Association of State Highway and Transportation Official หรือ AASHTO (2011) เป็นการจำแนกประเภททางหลวงที่เป็นมาตรฐานสากลที่ประเทศต่าง ๆ ส่วนใหญ่รวมถึงประเทศไทยยึดถือและใช้อ้างอิงในการออกแบบ

ด้านเรขาคณิต และองค์ประกอบส่วนอื่น ๆ ของงานทางหลวง โดยในงานวิจัยนี้ได้ใช้การจำแนกลำดับลำดับศักย์ของถนนตามมาตรฐานทางด้านวิศวกรรมตามที่ ASSHTO (2011) ได้กำหนดมาตรฐานของระบบทางหลวง (highway classification) ไว้ 4 ประเภท โดยคำนึงถึงการเคลื่อนที่ และการเข้าถึงพื้นที่ ได้แก่

1.1 ทางสายประธาน (freeway) เป็นถนนที่มุ่งเน้นการเคลื่อนที่ ด้วยความรวดเร็ว และปลอดภัยสูง มีการควบคุมการเข้าออกถนนอย่างเข้มงวด โดยไม่คำนึงถึงการเข้าถึงพื้นที่

1.2 ทางสายหลัก (arterial) เป็นถนนที่มุ่งเน้นการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วและความปลอดภัยขณะเดียวกันรวมทั้งยอมให้มีการเชื่อมทางการเข้าถึงพื้นที่ เพื่อไปสู่เป้าหมายได้บ้าง

1.3 ทางสายรอง (collector) เป็นถนนที่มุ่งเน้นในการเดินทาง และการเข้าถึงพื้นที่ทำหน้าที่กระจายยานพาหนะจากทางสายหลักไปสู่ชุมชน และรวบรวมยานพาหนะจากชุมชนสู่ทางสายหลัก และทางสายประธานต่อไป

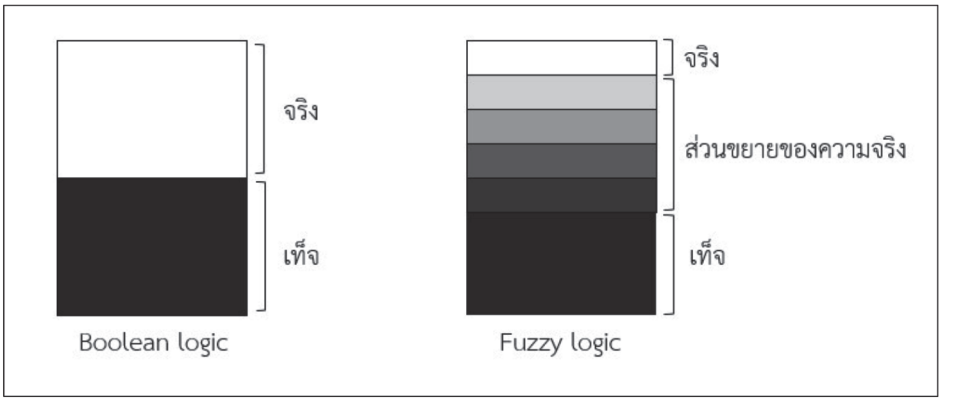
1.4 ทางสายย่อย (local road) เป็นถนนที่มุ่งเน้นการเข้าถึงพื้นที่ ชุมชน ที่อยู่อาศัย เป็นหลักเพื่อให้ยานพาหนะของชุมชนสามารถเดินทางมาสู่ทางสายรองและออกสู่ทางสายหลักได้

2. โครงการบูรณาการโครงข่ายทางหลวงท้องถิ่นและทางหลวงชนบท

กรมทางหลวงชนบท ศึกษาการจำแนกโครงข่ายทางหลวงทั่วประเทศตามลักษณะการใช้งาน ในโครงการบูรณาการโครงข่ายทางหลวงท้องถิ่นและทางหลวงชนบท ซึ่งการบูรณาการโครงข่ายทาง เป็นการนำโครงข่ายสายทางในปัจจุบันทั้งหมด มาทำการวิเคราะห์คัดแยกโครงข่ายทางตามหลักเกณฑ์การคัดแยกสายทางเพื่อจัดแบ่งประเภทถนนให้ถูกต้องตามหลักวิชาการจัดลำดับชั้นความสำคัญของถนน (road hierarchy) โดยมีหลักเกณฑ์การวิเคราะห์เพื่อจำแนกโครงข่ายออกเป็น 4 ปัจจัยหลัก (สำนักส่งเสริมการพัฒนาทางหลวงท้องถิ่น. 2556) คือ ความต้องการเดินทาง การวิเคราะห์เป้าหมายของการเดินทาง ความเป็นโครงข่ายของสายทาง และการเข้าถึงชุมชน ซึ่งสามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

3. การวิเคราะห์แบบตรรกศาสตร์คลุมเครือ

การวิเคราะห์แบบตรรกศาสตร์คลุมเครือ เป็นเครื่องมือที่ช่วยในการตัดสินใจภายใต้ความไม่แน่นอนของข้อมูล โดยได้พัฒนามาจากฟัซซีเซต (Fuzzy Set) ที่คิดค้นโดย L. A. Zadeh ในปี ค.ศ. 1965 โดยตรรกศาสตร์คลุมเครือเป็นเซตที่มีขอบเขตไม่ชัดเจนหรือคลุมเครือ เป็นการใช้เหตุผลแบบประมาณการ คล้ายการเลียนแบบวิธีความคิดที่ซับซ้อนของมนุษย์ ตรรกศาสตร์คลุมเครือมีลักษณะที่พิเศษกว่าตรรกะแบบจริงเท็จ (Boolean logic) เป็นแนวคิดที่มีการต่อขยายในส่วนของความจริง (Partial true) โดยค่าความจริงจะอยู่ในช่วงระหว่างจริง (Completely true) กับเท็จ (Completely false) ดังภาพที่ 2 หรือเป็นเซตที่มีค่าความเป็นสมาชิกอยู่ระหว่าง 0 กับ 1 ส่วนตรรกะแบบจริงเท็จจะเป็นเซตที่มีค่าความเป็นสมาชิกเป็น 0 หรือ 1 เท่านั้น



ภาพที่ 2 ตรรกะแบบจริงเท็จ (Boolean logic) ตรรกะแบบคลุมเครือ (Fuzzy logic)
ที่มา: ดัดแปลงจาก พยุง มีสัจ (2551)

4. กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์

กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic Hierarchy Process หรือ AHP) เป็นกระบวนการตัดสินใจที่ใช้การวินิจฉัยเพื่อหาเหตุผล พัฒนาขึ้นโดย Thomas Saaty ใน ค.ศ. 1970 ซึ่งมีจุดเด่น คือใช้วิธีการเปรียบเทียบเชิงคู่ในการตัดสินใจ ผลลัพธ์ที่ได้เป็นตัวเลขเชิงปริมาณ ทำให้ง่ายต่อการจัดลำดับความสำคัญ (วิฑูรย์ ตันศิริคงคล. 2542) กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์จึงเป็นเครื่องมือที่ได้รับความนิยมและนำไปประยุกต์ใช้ในการตัดสินใจในงานที่หลากหลาย

การดำเนินงานวิจัย

1. กำหนดปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการจำแนกลำดับศักย์ของถนนตามหน้าที่การใช้งาน

การกำหนดปัจจัยในงานวิจัยนี้ใช้ปัจจัยเรื่องความคล่องตัวของการจราจร และการเข้าถึงพื้นที่ เป็นเกณฑ์ในการจำแนกถนนออกเป็นประเภทต่าง ๆ (ASSHTO. 2001; Olsen et al. 2001) และจากการสำรวจความคิดเห็นเบื้องต้นจากผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับปัจจัยที่เกี่ยวข้อง จึงกำหนดปัจจัยย่อยที่สะท้อนถึงความคล่องตัวของการจราจร และการเข้าถึงพื้นที่ เพื่อใช้เป็นเกณฑ์สำหรับการพิจารณาจำแนกลำดับศักย์ของถนน ประกอบด้วย (ตารางที่ 1)

1.1 ความเร็วที่ใช้ในการจราจร โดยความเร็วที่ใช้ในการจราจรของถนนแต่ละสายทางสะท้อนถึงความคล่องตัว ในการเคลื่อนที่ของผู้ใช้งานของถนนแต่ละเส้น

1.2 ค่าเฉลี่ยของระยะห่างระหว่างทางแยก โดยทางแยกในสายทางจะทำให้การใช้ความเร็วในการจราจรลดลง ดังนั้นหากค่าเฉลี่ยของระยะห่างระหว่างทางแยกน้อย จะทำให้ความคล่องตัวในการจราจรลดลงไปด้วย

1.3 จำนวนช่องจราจร โดยจำนวนช่องจราจรที่มากขึ้นจะช่วยทำให้เกิดความคล่องตัวในการจราจรมากกว่าสายทางที่มีจำนวนช่องจราจรที่น้อยกว่า

1.4 จำนวนประชากรบริเวณสายทาง เป็นการวิเคราะห์สายทางที่เข้าสู่ชุมชน หมู่บ้าน สะท้อนถึงการให้บริการด้านการเข้าถึงพื้นที่ของถนนเส้นดังกล่าว

1.5 จำนวนสถานที่สำคัญบริเวณสายทาง ซึ่งเป็นจุดเป้าหมายของการเดินทาง เป็นการวิเคราะห์ประเภทสายทางที่ให้บริการส่วนของการเข้าถึงพื้นที่

1.6 ลักษณะการใช้ที่ดินเขตพื้นที่เมือง เป็นการวิเคราะห์สายทางที่เข้าสู่พื้นที่ชุมชน พื้นที่อยู่อาศัย

ตารางที่ 1: ปัจจัยหลักและข้อมูลที่ใช้ในการจำแนกลำดับศักย์ของถนน

ปัจจัยหลัก	ข้อมูลที่ใช้ในการพิจารณา
การเคลื่อนที่	1.1 ช่วงความเร็วที่ใช้ในการจราจร (กม./ชม.)
	1.2 ค่าเฉลี่ยของระยะห่างระหว่างทางแยก (เมตร)
	1.3 จำนวนช่องจราจรรวมไป-กลับ
การเข้าถึงพื้นที่	1.4 จำนวนประชากรบริเวณสายทาง (คน/กม.)
	1.5 จำนวนสถานที่สำคัญบริเวณสายทาง (แห่ง/กม.)
	1.6 ร้อยละของความยาวสายทางที่ผ่านพื้นที่เมือง

2. การกำหนดเกณฑ์และค่าน้ำหนักของปัจจัยที่ใช้ในการจำแนกลำดับศักย์ของถนน

ผู้วิจัยได้ใช้วิธีการทำแบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูลในงานวิจัยนี้ โดยแบบสอบถามแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนการกำหนดเกณฑ์ของแต่ละปัจจัยที่ใช้ในการจำแนกถนนแต่ละประเภท และส่วนการกำหนดค่าน้ำหนักของแต่ละปัจจัย ซึ่งได้ทำการสอบถามกับผู้เชี่ยวชาญจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบและดูแลด้านงานทาง เนื่องจากเป็นประเด็นเฉพาะด้านที่ต้องการผู้ที่มีความรู้ ความเข้าใจกับบริบทของถนนแต่ละประเภทในพื้นที่ศึกษา โดยผู้วิจัยได้กำหนดผู้เชี่ยวชาญจาก 4 ส่วนงาน ซึ่งครอบคลุมหน่วยงานที่ดูแลทางหลวงทุกประเภท ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญจากสำนักสำรวจและออกแบบกรมทางหลวง สำนักสำรวจและออกแบบกรมทางหลวงชนบท แขวงทางหลวงชนบทจังหวัดพระนครศรีอยุธยา และองค์การบริหารส่วนจังหวัดพระนครศรีอยุธยา รวมเป็น 9 ท่าน

2.1 การกำหนดเกณฑ์ของแต่ละปัจจัยที่ใช้ในการจำแนกประเภทถนน

จากปัจจัยที่ได้ในข้อ 1 ผู้ตอบแบบสอบถามจะใส่ค่าเกณฑ์ที่เหมาะสมตามหัวข้อปัจจัยที่ใช้ในการพิจารณาจำแนกประเภทถนน 6 ปัจจัย ประกอบด้วย ช่วงความเร็วที่ใช้ในการจราจร ระยะห่างระหว่างทางแยกเฉลี่ย จำนวนช่องจราจร จำนวนประชากรบริเวณสายทาง จำนวนสถานที่สำคัญบริเวณสายทาง และร้อยละของความยาวสายทางที่ผ่านพื้นที่เมือง ตามความเหมาะสมของถนนทั้ง 4 ประเภท ได้แก่ ทางสายประธาน ทางสายหลัก ทางสายรอง และทางสายย่อย (ตารางที่ 2) ทั้งนี้ค่าของเกณฑ์ที่กำหนดอาจระบุเป็นช่วง และช่วงของแต่ละประเภทอาจมีการซ้อนกันได้ ยกตัวอย่างเช่น ช่วงความเร็วถนนสายประธานเป็น 80 กม./ชม. ขึ้นไป ช่วงความเร็วของถนนสายหลัก 60-90 กม./ชม. เป็นต้น

ตารางที่ 2: ตัวอย่างแบบสอบถามส่วนแรก (เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณา)

ปัจจัยย่อยที่ใช้ในการพิจารณา	สายประธาน	สายหลัก	สายรอง	สายย่อย
การเคลื่อนที่ (mobility)				
1.1 ช่วงความเร็วที่ใช้ในการจราจร (กม./ชม.)				
1.2 ระยะห่างระหว่างทางแยกเฉลี่ย (เมตร)				
1.3 จำนวนช่องจราจรรวมไป-กลับ (เลน)				
การเข้าถึงพื้นที่ (accessibility)				
1.4 จำนวนประชากรบริเวณสายทาง (คน/กม.)				
1.5 จำนวนสถานที่สำคัญบริเวณสายทาง (แห่ง/กม.)				
1.6 ร้อยละของความยาวสายทางที่ผ่านพื้นที่เมือง				

2.2 การกำหนดค่าน้ำหนักของแต่ละปัจจัย

โดยใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ ซึ่งเป็นวิธีการหนึ่งที่ใช้ในการวิเคราะห์เพื่อการตัดสินใจเลือกทางเลือกที่ดีที่สุด โดยในการวิเคราะห์จะทำการเปรียบเทียบความสำคัญหรือน้ำหนักของปัจจัยในการคัดเลือกทีละคู่ เพื่อให้ง่ายต่อการตัดสินในว่าปัจจัยใดสำคัญกว่ากัน โดยให้คะแนนตามความสำคัญ หากการให้คะแนนสมเหตุสมผล (consistency) จะสามารถจัดลำดับความสำคัญเพื่อหาทางเลือกที่ดีที่สุด หรือเพื่อใช้เป็นค่าน้ำหนักของแต่ละปัจจัยได้ ผู้ตอบแบบสอบถามจะพิจารณาเปรียบเทียบความสำคัญของปัจจัยหลัก 2 ด้าน (ด้านความคล่องตัวของการจราจร และด้านการเข้าถึงพื้นที่) และปัจจัยรองของแต่ละด้าน (ภาพที่ 3) จากนั้นคำนวณค่าความสอดคล้อง (consistancy ratio) ของแต่ละท่านให้มีค่าไม่เกิน 0.1 แล้วจึงนำค่าน้ำหนักของทุกท่านมาคำนวณเฉลี่ยเป็นค่าน้ำหนักของแต่ละปัจจัยหลักและปัจจัยรอง

วงกลมตัวเลขด้านล่างโดยให้พิจารณาเปรียบเทียบระดับความสำคัญของปัจจัยหลัก

1=มีความสำคัญเท่ากัน 3=มีความสำคัญกว่าบ้าง 5=มีความสำคัญมากกว่ามาก 7=มีความสำคัญกว่าค่อนข้างมาก 9=มีความสำคัญอย่างยิ่ง

ปัจจัยซ้าย	ระดับความสำคัญ																ปัจจัยขวา
ความคล่องตัวของการจราจร	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	การเข้าถึงพื้นที่

วงกลมตัวเลขด้านล่างโดยให้พิจารณาเปรียบเทียบระดับความสำคัญของปัจจัยรอง : ความคล่องตัวของการจราจร

1=มีความสำคัญเท่ากัน 3=มีความสำคัญกว่าบ้าง 5=มีความสำคัญมากกว่ามาก 7=มีความสำคัญกว่าค่อนข้างมาก 9=มีความสำคัญอย่างยิ่ง

ปัจจัยซ้าย	ระดับความสำคัญ																ปัจจัยขวา
ช่วงความเร็วที่ใช้ในการจราจร	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	ระยะห่างระหว่างทางแยก
ช่วงความเร็วที่ใช้ในการจราจร	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	จำนวนช่องจราจร
ระยะห่างระหว่างทางแยก	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	จำนวนช่องจราจร

วงกลมตัวเลขด้านล่างโดยให้พิจารณาเปรียบเทียบระดับความสำคัญของปัจจัยรอง : การเข้าถึงพื้นที่

1=มีความสำคัญเท่ากัน 3=มีความสำคัญกว่าบ้าง 5=มีความสำคัญมากกว่ามาก 7=มีความสำคัญกว่าค่อนข้างมาก 9=มีความสำคัญอย่างยิ่ง

ปัจจัยซ้าย	ระดับความสำคัญ																ปัจจัยขวา
จำนวนประชากรบริเวณสายทาง	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	สถานที่สำคัญบริเวณสายทาง
จำนวนประชากรบริเวณสายทาง	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	ร้อยละของพื้นที่เมืองที่สายทางผ่าน
สถานที่สำคัญบริเวณสายทาง	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	ร้อยละของพื้นที่เมืองที่สายทางผ่าน

ภาพที่ 3 ตัวอย่างแบบสอบถามส่วนที่สอง (ค่าน้ำหนักของปัจจัยที่ใช้ในการพิจารณา)

3. การจัดทำฐานข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ ที่ใช้ในการวิเคราะห์และจำแนกลำดับศักย์ตามปัจจัยย่อยทั้ง 6 ปัจจัย ประกอบด้วย

3.1 ข้อมูลสายทาง ถนนภายในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ซึ่งแบ่งตามหน่วยงานที่รับผิดชอบออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ ทางหลวงแผ่นดิน มีการจัดเก็บข้อมูลเป็นสายทางตามหมายเลขทางหลวง ทางหลวงชนบท มีการจัดเก็บข้อมูลเป็นสายทางตามหมายเลขทางหลวงชนบท และ ทางหลวงท้องถิ่น มีการจัดเก็บข้อมูลเป็นสายทางตามรหัสสายทาง หรือชื่อสายทาง โดยถนนแต่ละสายทางต้องมีข้อมูลลักษณะประจำ (attribute) ได้แก่ ความเร็วที่ใช้ในการจราจร ค่าเฉลี่ยของระยะห่างระหว่างทางแยก (เมตร) และจำนวนช่องจราจร

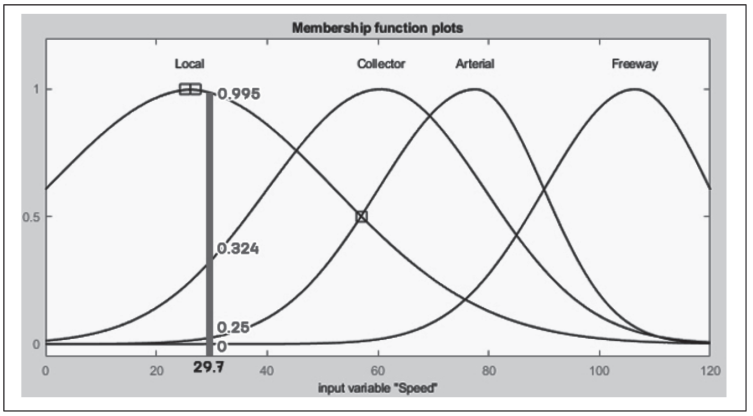
3.2 ข้อมูลจำนวนประชากร จากตำแหน่งของหมู่บ้านทำให้อยู่ในรูปพื้นที่ปิด (polygon) โดยวิธีการสร้างรูปหลายเหลี่ยมทิสเสน (thiessen polygon) เพื่อใช้คำนวณจำนวนประชากรที่อยู่บริเวณสายทางแต่ละเส้น (คน/กม.)

3.3 ข้อมูลสถานที่สำคัญ สำหรับการคำนวณหาจำนวนสถานที่สำคัญบริเวณสายทาง (แห่ง/กม.)

3.4 ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินที่เป็นพื้นที่เมือง สำหรับการคำนวณหาร้อยละของความยาวสายทางที่ผ่านเมือง

4. การจำแนกลำดับศักย์ของถนนตามหน้าที่การใช้งาน โดยใช้เทคนิคตรรกศาสตร์คลุมเครือด้วยการสร้าง ฟังก์ชันความเป็นสมาชิก (membership function) ของปัจจัยย่อยทั้ง 6 ปัจจัย โดยใช้ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแต่ละปัจจัย ซึ่งได้จากข้อมูลแบบสอบถามจากผู้เชี่ยวชาญในส่วนแรก มาใช้เป็นพารามิเตอร์สร้างฟังก์ชันความเป็นสมาชิกแบบเกาส์เซียน ซึ่งจะให้ค่าความความเป็นสมาชิกของแต่ละปัจจัยของถนนแต่ละเส้น (มีค่า 0-1) โดยแต่ละปัจจัยของถนนแต่ละเส้นจะมีค่าความสมาชิก 4 ค่า ได้แก่ ค่าความเป็นสมาชิกของสายประธาน สายหลัก สายรอง และสายย่อย

ภาพที่ 4 เป็นตัวอย่างของฟังก์ชันความเป็นสมาชิกแบบเกาส์เซียนที่ใช้ในงานวิจัยนี้สำหรับปัจจัยความเร็วที่ใช้ในการจราจร ในกรณีที่ความเร็วที่ใช้ในสายทางคือ 29.7 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ค่าความเป็นสมาชิกของสายประธานคือ 0 สายหลักคือ 0.25 สายรองคือ 0.324 และสายย่อยคือ 0.995 แสดงว่าถ้าพิจารณาเฉพาะปัจจัยเรื่องความเร็ว สายทางนี้มีความเป็นไปได้สูงมากที่จะเป็นถนนสายย่อย อย่างไรก็ตาม สายทางนี้จะเป็นถนนสายย่อยหรือไม่ จะต้องนำปัจจัยที่เหลืออีก 5 ปัจจัยมาร่วมพิจารณาต่อไป



ภาพที่ 4 ตัวอย่างของฟังก์ชันความเป็นสมาชิกแบบเกาส์เซียนที่ใช้ในงานวิจัยนี้สำหรับปัจจัยความเร็วที่ใช้ในการจราจร

เมื่อได้ค่าความเป็นสมาชิกแต่ละปัจจัยแล้ว จะนำมาคูณกับค่าน้ำหนักของแต่ละปัจจัยที่ได้จากกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์จากแบบสอบถามส่วนที่สอง เพื่อทำการจำแนกลำดับศักย์ของถนนแต่ละเส้นตามหน้าที่การใช้งาน ดังตารางที่ 3 เป็นตัวอย่างการคำนวณค่าความเป็นสมาชิกและค่าน้ำหนัก เพื่อจำแนกประเภทสายทางของถนน 1 เส้นของงานวิจัยนี้ ซึ่งค่าข้อมูลของปัจจัยต่าง ๆ ของสายทาง แสดงในคอลัมน์ ค่าข้อมูลของสายทาง

ตารางที่ 3: ตัวอย่างข้อมูลและการคำนวณเพื่อจำแนกประเภทถนนของถนน 1 เส้นในงานวิจัยนี้

ปัจจัยย่อย	ค่าข้อมูลของสายทาง	ค่าน้ำหนักจาก AHP (1)	ค่าความเป็นสมาชิกจากตรรกศาสตร์คลุมเครือ (2)				ค่าถ่วงน้ำหนัก (1) x (2)			
			สายประธาน	สายหลัก	สายรอง	สายย่อย	สายประธาน	สายหลัก	สายรอง	สายย่อย
ความเร็วที่ใช้ในการจราจร(กม./ชม.)	29.700	0.169	0.000	0.025	0.324	0.995	0.000	0.004	0.055	0.168
ระยะห่างระหว่างทางแยกเฉลี่ย (เมตร)	1,693.702	0.080	0.596	0.834	0.860	0.078	0.048	0.067	0.069	0.006
จำนวนช่องจราจร (ช่องจราจร)	2.000	0.256	0.001	0.116	0.607	0.607	0.000	0.030	0.155	0.155
จำนวนประชากรบริเวณสายทาง (คน/กม.)	36.000	0.166	0.000	0.775	0.857	0.600	0.000	0.129	0.142	0.100
จำนวนสถานที่สำคัญบริเวณสายทาง (แห่ง/กม.)	2.000	0.181	0.000	0.000	0.667	0.000	0.000	0.000	0.121	0.000
ร้อยละของความยาวสายทางที่ผ่านพื้นที่เมือง	58.198	0.148	0.000	0.000	0.335	0.664	0.000	0.000	0.050	0.098
						ผลรวม	**0.048**	**0.229**	**0.592**	**0.528**

ค่าข้อมูลของสายทางในแต่ละเส้น จะถูกนำไปวิเคราะห์ค่าความเป็นสมาชิกของถนนทั้ง 4 ประเภท ซึ่งมีค่า 0-1 เมื่อทำการคูณกับค่าน้ำหนักของแต่ละปัจจัยที่ได้จากกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แล้ว เปรียบเทียบคะแนนค่าถ่วงน้ำหนักของสายทาง ได้แก่ สายประธาน 0.048 สายหลัก 0.229 สายรอง 0.592 และสายย่อย 0.528 สรุปได้ว่าถนนเส้นนี้จำแนกได้เป็นประเภททางสายรอง

ผลการวิจัย

1. เกณฑ์ของแต่ละปัจจัยที่ใช้ในการจำแนกลำดับศักย์ของถนน

ปัจจัยที่ใช้ในการจำแนกลำดับศักย์ของถนน ทั้งในด้านการเคลื่อนที่และด้านการเข้าถึงพื้นที่ แบ่งออกเป็น 6 ปัจจัยย่อย ประกอบด้วย ความเร็วที่ใช้ในการจราจร ระยะห่างระหว่างทางแยกเฉลี่ย จำนวนช่องจราจรรวมไป-กลับ จำนวนประชากรบริเวณสายทาง จำนวนสถานที่สำคัญบริเวณสายทาง

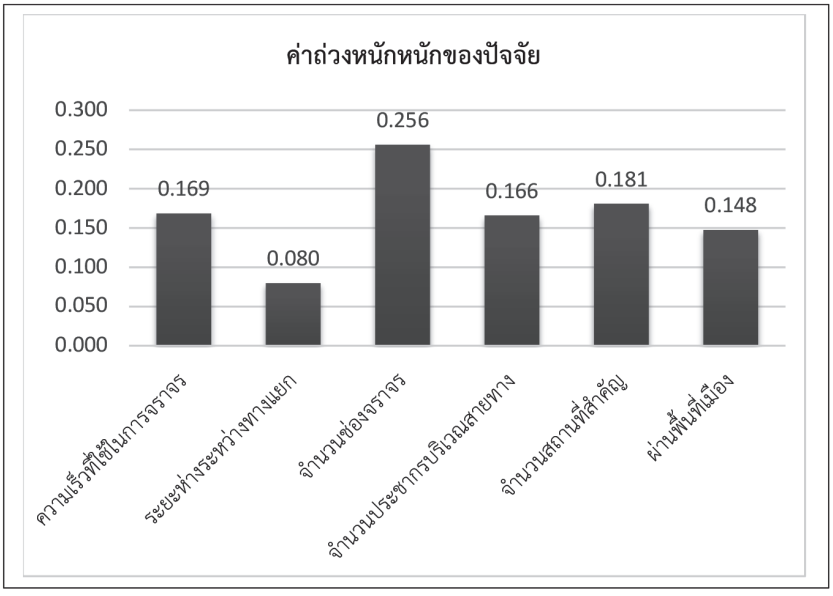
และรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินที่เป็นพื้นที่เมืองที่สายทางผ่าน จากการทำแบบสอบถามกับผู้เชี่ยวชาญด้านงานทาง สามารถสรุปเกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาจำแนกลำดับศักย์ของถนนได้ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4: เกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนกลำดับศักย์ของถนน

ปัจจัยที่ใช้ในการพิจารณา	เกณฑ์ในการพิจารณา			
	สายประธาน	สายหลัก	สายรอง	สายย่อย
ช่วงความเร็วที่ใช้ในการจราจร (กม./ชม.)	90 - 120	60 - 90	40 - 80	0 - 50
ระยะห่างระหว่างทางแยกเฉลี่ย (เมตร)	1,750 - 6,000	870 - 4,250	425 - 2,000	0 - 1,000
จำนวนช่องจราจรรวมไป-กลับ (เลน)	6 -10	4 - 6	2 - 4	1 - 2
จำนวนประชากรบริเวณสายทาง (คน/กม.)	0 - 10	10 - 40	27 - 60	60 - 200
จำนวนสถานที่สำคัญบริเวณสายทาง (แห่ง/กม.)	0	0 - 2	1 - 4	2 -10
รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินที่เป็นพื้นที่เมืองที่สายทางผ่าน (ร้อยละของความยาวสายทาง)	0	0 - 10	10 - 23	20 - 100

2. ค่าน้ำหนักของแต่ละปัจจัยที่ใช้ในการจำแนกลำดับศักย์ของถนน

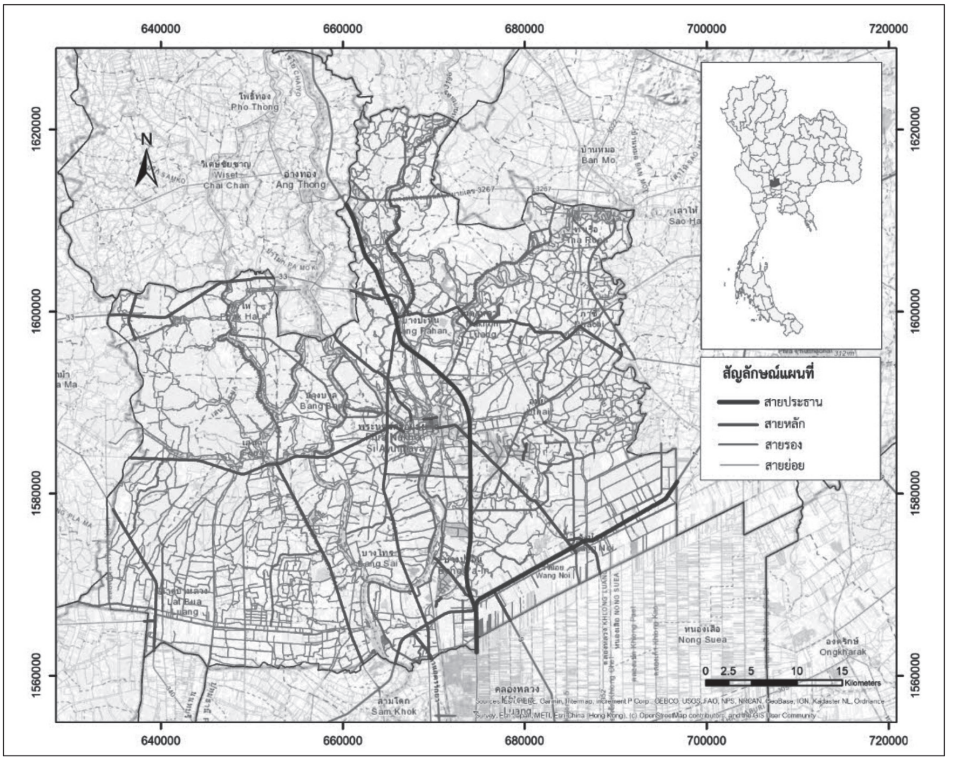
จากการทำแบบสอบถามผู้เชี่ยวชาญด้านงานทางในการกำหนดค่าน้ำหนักของปัจจัยหลักและปัจจัยย่อย โดยใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ ซึ่งค่าความสอดคล้องไม่เกิน 0.1 เมื่อนำค่าน้ำหนักของ 6 ปัจจัยรองถ่วงน้ำหนักปัจจัยหลักได้ค่าน้ำหนักดังแสดงในภาพที่ 5 ซึ่งพบว่า ปัจจัยเรื่องจำนวนช่องจราจร มีค่าน้ำหนักมากที่สุด อันดับรองลงมาได้แก่ จำนวนสถานที่สำคัญบริเวณสายทาง จำนวนประชากรในสายทาง รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินที่เป็นพื้นที่เมืองที่สายทางผ่าน ความเร็วที่ใช้ในการจราจร และระยะห่างระหว่างทางแยกเฉลี่ย ตามลำดับ



ภาพที่ 5 ค่าน้ำหนักของแต่ละปัจจัยที่ใช้ในการจำแนกลำดับศักย์ของถนน

3. การจำแนกลำดับศักย์ของถนนตามหน้าที่การใช้งาน

ในงานวิจัยนี้ ได้จำแนกลำดับศักย์ของถนนเป็น 4 ประเภท เมื่อนำค่าความเป็นไปได้มาประเมินร่วมกับค่าน้ำหนัก ผลการวิจัยจำแนกได้เป็นดังนี้ ทางสายประธาน มีระยะทาง 95.068 กิโลเมตร (ร้อยละ 1.72) ทางสายหลัก มีระยะทาง 301.951 กิโลเมตร (ร้อยละ 5.46) ทางสายรอง มีระยะทาง 506.804 กิโลเมตร (ร้อยละ 9.17) และทางสายย่อย มีระยะทาง 4,624.922 กิโลเมตร (ร้อยละ 83.65) ดังแสดงใน ภาพที่ 6



ภาพที่ 6 ผลการจำแนกลำดับศักย์ของถนนตามหน้าที่การใช้งาน

เมื่อเปรียบเทียบจำแนกสายทางในปัจจุบันกับสายทางตามลำดับศักย์การใช้งาน พบว่า ทางหลวงแผ่นดิน มีหน้าที่การใช้งานเป็นทางสายหลักมากที่สุด (ร้อยละ 44) รองลงมาคือประเภททางสายรอง ทางสายประธาน และทางสายย่อย ตามลำดับ ทางหลวงชนบท มีหน้าที่การใช้งานส่วนใหญ่เป็นทางสายย่อย (ร้อยละ 72) ซึ่งเป็นถนนประเภทที่มุ่งเน้นในการเข้าถึงพื้นที่ ส่วนถนนทางหลวงท้องถิ่น มีหน้าที่การใช้งานเป็นประเภททางสายย่อยมากที่สุด (ร้อยละ 98) และสายทางร้อยละ 84 มีหน้าที่การใช้งานเป็นสายทางย่อย ร้อยละ 10 เป็นทางสายรอง ร้อยละ 5 เป็นทางสายหลัก และร้อยละ 2 เป็นทางสายประธาน (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5: สรุปผลการจำแนกลำดับศักย์ของถนนตามประเภทของถนนในปัจจุบัน (หน่วย: กิโลเมตร)

ประเภทถนน	ทางหลวงแผนดิน	ร้อยละ	ทางหลวงชนบท	ร้อยละ	ทางหลวงท้องถิ่น	ร้อยละ	รวม	ร้อยละ
สายประธาน	80.985	14.08	0	0.00	0	0.00	95.068	1.72
สายหลัก	253.077	44.01	0	0.00	4.748	0.12	301.951	5.46
สายรอง	222.424	38.68	148.735	27.70	67.626	1.64	506.804	9.17
สายย่อย	18.555	3.23	388.288	72.30	4,044.31	98.24	4,624.92	83.65
รวม	**575.041**	**100**	**537.023**	**100**	**4,116.68**	**100**	**5,528.75**	**100**

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะกำหนดเกณฑ์ที่เหมาะสมในการจำแนกลำดับศักย์ของถนนตามการใช้งานในพื้นที่จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ในการศึกษาครั้งนี้ได้กำหนดให้ความคล่องตัวในการเคลื่อนที่ และการเข้าถึงพื้นที่เป็นปัจจัยหลักที่ใช้ในการจำแนกลำดับศักย์ของถนน แล้วทำการกำหนดปัจจัยย่อยเพื่อนำมาใช้เป็นหลักเกณฑ์แต่ละด้านเพื่อใช้จำแนกประเภทตามการใช้งานของถนน โดยในการวิจัยครั้งนี้ได้นำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ร่วมกับตรรกศาสตร์คลุมเครือและกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ มาใช้ในการจำแนกลำดับศักย์ของถนน

สำหรับวิธีการวิจัย ส่วนแรกเป็นการกำหนดหลักเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนกลำดับศักย์ของถนน รวมทั้งการกำหนดค่าน้ำหนักของแต่ละปัจจัย ซึ่งได้ใช้วิธีการทำแบบสอบถามกับผู้เชี่ยวชาญด้านงานสายทาง ส่วนที่สองเป็นการจัดทำฐานข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยการจัดข้อมูลที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการจำแนกถนน ให้อยู่ในรูปแบบข้อมูลเชิงพื้นที่ ที่สามารถจัดการและวิเคราะห์ได้ด้วยระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ส่วนที่สามจะเป็นการวิเคราะห์และจำแนกลำดับศักย์ของถนนตามหน้าที่การทำงาน โดยมีการประยุกต์ใช้เทคนิคตรรกศาสตร์คลุมเครือและกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ เพื่อให้การแบ่งประเภทถนนสอดคล้องกับหน้าที่การใช้งานมากที่สุด และสุดท้ายเป็นการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์เพื่อการจำแนกลำดับศักย์ของถนน

การประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับตรรกศาสตร์คลุมเครือและกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์เพื่อจำแนกลำดับศักย์ของถนน สามารถจำแนกถนนตามหน้าที่การใช้งานได้ โดยเฉพาะเทคนิคตรรกศาสตร์คลุมเครือช่วยในการจำแนกความเป็นไปได้ของการเป็นถนนแต่ละประเภทให้ใกล้เคียงความเป็นจริงมากขึ้น ดังเช่นในตารางที่ 5 จากความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ปัจจัยความเร็ว และจำนวนประชากรบริเวณสาย มีค่าซ้อนทับกันระหว่างทางสายหลักกับทางสายรอง ส่วนปัจจัยด้านระยะห่างระหว่างแยก มีค่าที่ซ้อนทับกันในทุกประเภทถนน การใช้ค่าความเป็นไปได้ที่จะเป็นถนนแต่ละประเภท แทนการจำแนกด้วยค่าที่แบ่งชัดเจนว่าจะกำหนดให้เป็นประเภทใด ช่วยให้การจำแนกประเภทสมจริงมากขึ้น

นอกจากนี้ จากความเห็นของผู้เชี่ยวชาญในการให้ค่าน้ำหนักของแต่ละปัจจัย พบว่าปัจจัยช่องทางจราจรมีค่าน้ำหนักมากที่สุด ประมาณร้อยละ 25 โดยมีปัจจัยระยะห่างระหว่างทางแยกเฉลี่ยมีค่าน้ำหนักน้อยที่สุด ประมาณร้อยละ 8 ส่วนปัจจัยอื่น ๆ มีค่าน้ำหนักไม่ต่างกันมากนัก ประมาณร้อยละ 14-18 แสดงให้เห็นว่าลักษณะทางกายภาพที่เป็นรูปธรรมของถนนและพื้นที่โดยรอบเป็นสิ่งที่

ผู้เชี่ยวชาญให้ความสำคัญมากที่สุด โดยจำนวนสถานที่สำคัญได้ค่าน้ำหนักรองลงมา คือ ร้อยละ 18.1 สำหรับปัจจัยที่เหลือเป็นปัจจัยที่ได้จากการคำนวณซึ่งอาจไม่เห็นเป็นรูปธรรมหรือไม่อยู่ในรูปแบบที่คุ้นเคย จึงทำให้ได้ค่าน้ำหนักน้อยกว่าสิ่งที่เป็นรูปธรรมมากกว่า

เอกสารอ้างอิง

พยุง มีสัจ. (2551). **ระบบฟัซซีและโครงข่ายประสาทเทียม.** พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

วิฑูรย์ ตันศิริคงคล. (2542). **AHP กระบวนการตัดสินใจที่ได้รับความนิยมมากที่สุดในโลก.** กรุงเทพฯ: กราฟฟิค แอนด์ ปริ๊นติ้ง.

สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร. (2559). **โครงการจัดทำแผนพัฒนามาตรฐานด้านการจัดระบบการจราจรในเมืองภูมิภาค.** กรุงเทพฯ: สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (สนข.) กระทรวงคมนาคม.

สำนักส่งเสริมการพัฒนาทางหลวงท้องถิ่น. (2556). **โครงการจัดทำฐานข้อมูลทางหลวงท้องถิ่น และการบูรณาการโครงข่ายทาง.** กรุงเทพฯ: สำนักส่งเสริมการพัฒนาทางหลวงท้องถิ่น (สสท.) กระทรวงคมนาคม.

AASHTO. (2011). **A Policy on Geometric Design of Highways and Streets.** Retrieved on May 1, 2020, from https://www.academia.edu/31621593/A_Policy_on_Geometric_Design_of Highways_and_Streets

Olsen, Eppell & Partners. (2001). **A Four Level Road Hierarchy for Network Planning and Management.** Retrieved on May 1, 2020, from https://pdfs.semanticscholar.org/9e38/ b95b93aafceafe8eaefe0a9d04e018d87d64.pdf

Saaty, T.L. (2008). Decision Making with the Analytic Hierarchy Process. **International Journal of Services Sciences,** 1(1): 83-98.

Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy Sets. **Information and Control,** 8(3): 338-353.