

การประยุกต์ใช้วิธีการ AHP และ TOPSIS ในการคัดเลือกแนวเส้นทางของถนนแนวใหม่

กรณีศึกษา: ถนนสาย ข2 ผังเมืองรวมสระบุรี

Application of AHP and TOPSIS Methods in Selecting a New Road Alignment

: A Case Study of Road Line K2 in the Saraburi Comprehensive City Plan

ศุภวุฒิ มาลัยกฤษณะชลี¹, เมธัส วงศ์ยงศิลป์^{2,*} และ ณรงค์ฤทธิ์ ว่องไว³

^{1,2} ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร, ประเทศไทย

³ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา, ชลบุรี, ประเทศไทย

*Corresponding author; E-mail address: themaythas1@gmail.com

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเลือกแนวเส้นทางที่เหมาะสมของถนนสาย ข2 ตามแผนผังเมืองรวมสระบุรี พ.ศ. 2562 โดยใช้วิธี Analytic Hierarchy Process (AHP) ร่วมกับวิธี Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) ซึ่งปัจจัยหลักประกอบด้วย 3 ปัจจัย 1. ปัจจัยด้านวิศวกรรมและการจราจร ซึ่งมี 3 ปัจจัยย่อย 2. ปัจจัยด้านการลงทุน ซึ่งมี 2 ปัจจัยย่อย 3. ปัจจัยด้านผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและชุมชน ซึ่งมี 4 ปัจจัยย่อย โดยปัจจัยทั้งหมดจะถูกถ่วงน้ำหนักความสำคัญด้วยวิธี AHP จากนั้นนำมาวิเคราะห์ด้วยวิธี TOPSIS เพื่อจัดลำดับแนวเส้นทางที่เหมาะสมของถนน สาย ข2 โดยการศึกษาได้กำหนดแนวทางเลือกทั้งหมด 3 แนวทางเลือก ได้แก่ เส้นทางเลือกที่ 1 (เส้นทางตามผังเมืองรวมเมืองสระบุรี), เส้นทางเลือกที่ 2 (เส้นทางที่เชื่อมถนนสาย ข2 ช่วงที่ 1 กับถนนสาย ง3 บริเวณถนนสาย ง2 ตามผังเมืองรวมเมืองสระบุรี) และ เส้นทางเลือกที่ 3 (เส้นทางที่เชื่อมถนนสาย ข2 ช่วงที่ 1 กับถนนสาย ง3 บริเวณถนนสาย ค4 ตามผังเมืองรวมเมืองสระบุรี) ซึ่งผลการศึกษาพบว่าแนวเส้นทางที่ได้คะแนนมากที่สุดได้แก่ แนวทางเลือกที่ 2 รองลงมาคือ แนวทางเลือกที่ 3 และแนวทางเลือกที่ 1 ตามลำดับ ซึ่งผลของการศึกษาจะช่วยให้แผนการพัฒนาเมืองสระบุรีที่ต้องการแก้ปัญหาการจราจรที่ขาดการเชื่อมโยง (Missing link) มีความสมบูรณ์และมีความเหมาะสมที่สุดถ้าประเมินจากปัจจัยด้านต่างๆทั้งหมดแล้ว อย่างไรก็ตาม การศึกษานี้เป็นเพียงการสำรวจเบื้องต้น ยังไม่รวมการสำรวจเชิงลึก เช่น การสำรวจจำนวนต้นไม้ที่ต้องประเมินค่าทดแทน ความเห็นของประชาชนในพื้นที่ ความสูงต่ำของพื้นที่ของแต่ละแนวเส้นทาง รวมถึงการขยายเขตทางในอนาคต ซึ่งคาดว่าจะอาจส่งผลกระทบต่อผลการศึกษาในระดับหนึ่ง

คำสำคัญ: วิธีการวิเคราะห์ตามลำดับขั้น, วิธีการตัดสินใจแบบเรียงลำดับความสำคัญเทียบเคียงอุดมคติ, ถนนสาย ข2 ผังเมืองรวมเมืองสระบุรี

Abstract

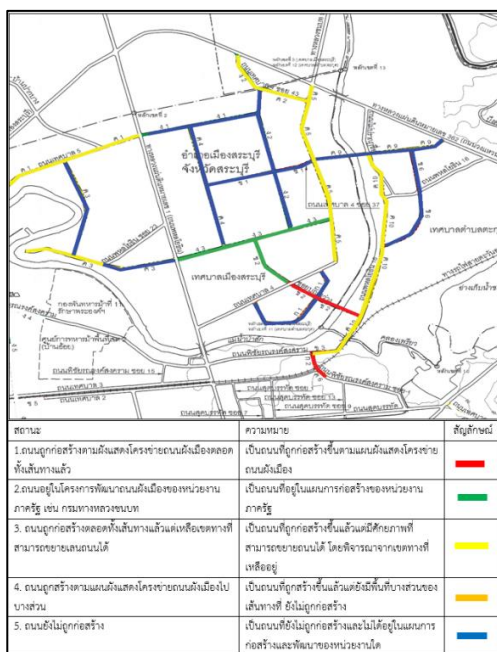
This research article aims to select the most suitable route for Road K2 according to the Saraburi Comprehensive City Plan of 2019 by utilizing the Analytic Hierarchy Process (AHP) in combination with the Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS). The key factors considered in the study are divided into three main factors: 1. Engineering and Traffic Factors – This factor consists of three sub-factors 2. Investment Factors – This factor includes two sub-factors 3. Environmental and Community Impact Factors – This factor consists of four sub-factors. All factors are assigned weightings using the AHP method, followed by an analysis using the TOPSIS method to rank the suitability of different route alternatives for Road K2. This study has identified three alternative route options: Alternative Route 1 – The route follows the comprehensive city plan of Saraburi. Alternative Route 2 – The route connects Road Line K2 (Section 1) with Road Line Ng3 near Road Line Ng2, as outlined in the comprehensive city plan of Saraburi. Alternative Route 3 – The route connects Road Line K2 (Section 1) with Road Line Ng3 near Road Line K4, as outlined in the comprehensive city plan of Saraburi. The study results indicate that Alternative Route 2 received the highest score, followed by Alternative Route 3, with Alternative Route 1 ranking the lowest. The results of this study will contribute to the urban development plan of Saraburi, specifically in addressing the issue of missing links in the road network. By evaluating all relevant factors, the proposed route selection will be optimized for efficiency and suitability. However, this study serves as a preliminary assessment and does not yet include in-depth investigations such as evaluating the number of trees requiring compensation, gathering public opinions from

affected communities, analyzing the elevation variations of different route options, or assessing future right-of-way expansions. These factors are expected to have some influence on the final study outcomes.

Keywords: Analytic Hierarchy Process (AHP), Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS), Road Line K2 in the Saraburi Comprehensive City Plan

1. คำนำ

อำเภอเมืองสระบุรี จังหวัดสระบุรี มีการเจริญเติบโตทางด้านเศรษฐกิจของภาคการเกษตรกรรม อุตสาหกรรมและการท่องเที่ยวอย่างต่อเนื่องและมีแนวโน้มสูงขึ้นในอนาคต เป็นเหตุผลทำให้เขตชุมชนเมืองที่เป็นย่านการค้าและที่พักอาศัย เกิดการขยายตัวเพิ่มขึ้น และเกิดปัญหาการจราจรติดขัดหลายแห่ง จากการสำรวจการจราจรของกรมทางหลวงชนบทพบว่า การจราจรติดขัดบนถนนโครงข่ายโดยรอบพื้นที่ ตลอดช่วงปีที่พิจารณา (พ.ศ.2567-พ.ศ.2607) โดยปริมาณจราจรต่อความจุมีแนวโน้มขยายตัวเพิ่มขึ้น โดยถนนทุกสายทางมีสัดส่วนปริมาณจราจรต่อความจุมากที่สุด ซึ่งมีระดับการให้บริการ อยู่ที่ E ถึง F เนื่องจากปริมาณความต้องการเดินทางที่เพิ่มขึ้น โครงข่ายถนนมีเท่าเดิม ความจุถนนเท่าเดิม ส่งผลให้ระดับการให้บริการต่ำ และการจราจรติดขัดบนถนนสายสำคัญสาเหตุจากเส้นทางคมนาคมขนส่งที่มีอยู่รองรับไม่เพียงพอ โดยเฉพาะบนถนนทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 1 และ ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 2 ที่เป็นเส้นทางหลักผ่านตัวเมืองสระบุรี ปัจจุบันกรมทางหลวงชนบทได้ดำเนินการก่อสร้างถนนสาย ข2 พังเมืองรวมสระบุรี ช่วงที่ 1 พร้อมสะพานข้ามแม่น้ำป่าสักแล้วเสร็จแต่โครงข่ายถนนยังขาดความเชื่อมโยงและไม่สมบูรณ์ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 สถานะปัจจุบันของถนน ตามผังเมืองรวมเมืองสระบุรี

จังหวัดสระบุรี จึงมีความเห็นว่า ถนนสาย ข2 และ ข3 พังเมืองรวมเมืองสระบุรี จะช่วยเชื่อมโยงโครงข่ายของถนนที่ยังขาดได้ โดยวัตถุประสงค์ของการนี้การศึกษาคือเพื่อเลือกแนวเส้นทางที่เหมาะสมของถนนสาย ข2 ตามแผนผังโครงการคมนาคมและขนส่งท้ายกฎกระทรวงให้ใช้บังคับผังเมืองรวมเมืองสระบุรี พ.ศ. 2562 จากวิธีการกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับขั้น (Analytic Hierarchy Process : AHP) ร่วมกับวิธีการตัดสินใจแบบเรียงลำดับความสำคัญเทียบเคียงอุดมคติ (Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution :TOPSIS) โดยการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าการใช้วิธี AHP เพียงวิธีเดียวมีการใช้การเปรียบเทียบเป็นคู่ ซึ่งอาจใช้เวลามากหากมีเกณฑ์และทางเลือกจำนวนมากแต่สามารถใช้ความเห็นจากผู้เชี่ยวชาญในการให้น้ำหนักของเกณฑ์ได้ ขณะที่การใช้วิธี TOPSIS เพียงวิธีเดียว จะไม่สามารถกำหนดน้ำหนักของเกณฑ์จากกระบวนการภายในของวิธีการเอง ต้องกำหนดล่วงหน้า แต่ไม่จำเป็นต้องมีการเปรียบเทียบเป็นคู่เหมือน AHP ซึ่งลดความยุ่งยากเมื่อมีทางเลือกจำนวนมาก ขณะที่การศึกษาที่ใช้วิธี AHP ร่วมกับ TOPSIS นั้นพบว่าการใช้วิธี AHP-TOPSIS สามารถช่วยให้การคัดเลือกต่างๆเป็นที่ยอมรับได้ และมีประสิทธิภาพมากขึ้น การศึกษาครั้งนี้จึงนำวิธี AHPกับ วิธี TOPSIS มาใช้ร่วมกันเพื่อลดข้อเสียของแต่ละวิธีและเพิ่มประสิทธิภาพของผลการคัดเลือกให้มีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น

2. ทบทวนวรรณกรรม

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิธี AHP และ วิธี TOPSIS ในการคัดเลือกทางเลือกความเหมาะสมในวัตถุประสงค์ต่างๆ โดยมีงานวิจัยเปรียบเทียบแนวคิดและวิธีการระหว่าง SAW AHP และ TOPSIS [1] ในปี พ.ศ. 2559 โดยเปรียบเทียบวิธีการตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ (MCDM) 3 วิธี ได้แก่ SAW, AHP และ TOPSIS ซึ่งใช้ในการเลือกทางเลือกที่เหมาะสมที่สุด ผลการศึกษา พบว่า SAW วิธีง่ายที่สุด คำนวณโดยรวมค่าน้ำหนักและคะแนนของแต่ละปัจจัยข้อเสียคืออาจให้ค่าความเหมาะสมเกินจริง เหมาะกับการวิเคราะห์เบื้องต้น AHP ใช้การเปรียบเทียบองค์ประกอบทีละคู่ มีความแม่นยำแต่ซับซ้อน เหมาะกับการตัดสินใจที่ต้องลัดคิด ขณะที่ TOPSIS ใช้แนวคิดจุดอุดมคติโดยเลือกทางเลือกที่ใกล้จุดอุดมคติทางบวกและไกลจากจุดอุดมคติทางลบที่สุด การคำนวณซับซ้อนแต่ให้ผลที่ชัดเจน

ต่อมาในปี พ.ศ. 2560 มีการศึกษาเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้เทคนิค TOPSIS ในการคัดเลือกตำแหน่งที่ตั้งชุมสาย กรณีศึกษาชุมสาย สายย่อยเกตเวย์ หอนกคายของ บริษัท ยูนิคเคชั่นฟอร์เมชั่นโฮเวย์ จำกัด [2] โดยผลการศึกษา การวิเคราะห์ด้วยเทคนิค TOPSIS สามารถตอบสนองการให้บริการลูกค้าและมีความมั่นคงของโครงข่ายได้ดีกว่าวิธีการพิจารณาโดยผู้บริหารและผู้เชี่ยวชาญเลือกจากผลการสำรวจแบบเดิม

ในปี พ.ศ. 2561 ศึกษาเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้วิธีการ AHP และ TOPSIS ในการคัดเลือกเส้นทางปรับปรุงท่อประปา ในพื้นที่สำนักงาน

ประปาสาขาประชาชน [3] ซึ่งผลการศึกษาเป็นที่ยอมรับได้ และถือได้ว่ามีความใกล้เคียงกับการพิจารณาเพื่อปรับปรุงเส้นทางจริง

ขณะที่ในปี พ.ศ. 2563 มีการศึกษาเกี่ยวกับแนวทางการจัดลำดับความสำคัญการพัฒนาถนนผังเมือง กรณีศึกษาเมืองนครราชสีมา [4] โดยประยุกต์ใช้การวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (AHP) มาทำการวิเคราะห์เพื่อหาค่าถ่วงน้ำหนักของปัจจัยการศึกษาในครั้งนี้สามารถนำไปเป็นแนวทางประยุกต์ใช้เพื่อจัดลำดับความสำคัญการพัฒนาถนนผังเมือง ซึ่งจะช่วยในการตัดสินใจเลือกพัฒนาถนนผังเมืองเส้นทางที่เหมาะสมและสอดคล้องกับบริบทการพัฒนาของพื้นที่ในอนาคตได้

ส่วนในปี พ.ศ. 2566 A COMBINED AHP-TOPSIS MODEL FOR THE EVALUATION AND SELECTION OF TRUCK DRIVERS [5] ซึ่งงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนารูปแบบการคัดเลือกพนักงานขับรถบรรทุกโดยใช้ AHP และ TOPSIS ซึ่งผลการวิจัยสามารถจัดอันดับพนักงานขับรถที่มีความปลอดภัยสูงสุดได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยผลการวิจัยสรุปได้ว่าโมเดลนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับระบบการขนส่งอื่น ๆ ได้ และปี พ.ศ.2567 ได้ศึกษาเรื่อง Comparative Analysis of AHP and TOPSIS Methods in Retail Business Location Selection Decision Support System [6] ซึ่งผลการศึกษานี้สามารถช่วยให้ผู้ประกอบการค้าปลีกสามารถเลือกใช้ AHP หรือ TOPSIS ตามลักษณะของปัญหาและข้อจำกัดของการตัดสินใจ โดยมีแนวโน้มว่าการผสมผสานทั้งสองวิธีอาจเป็นแนวทางที่ดีที่สุดในการพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจแบบไฮบริดในอนาคต รวมถึงมีศึกษาเรื่อง Dynamic Decision Making Process for Dangerous Good Transportation Using a Combination of TOPSIS and AHP Methods With Fuzzy Sets [7] โดยผลการวิจัยพบว่าการใช้ AHP-TOPSIS และ Fuzzy Sets ช่วยลดความเสี่ยงในการขนส่งวัตถุอันตรายได้อย่างมีนัยสำคัญ และงานวิจัยนี้มีประโยชน์สำหรับ หน่วยงานกำกับดูแล, บริษัทขนส่ง และภาครัฐ ในการวางแผนเส้นทางขนส่งได้อย่างมีประสิทธิภาพ ขณะที่ [8],[9] เป็นการศึกษาที่ใช้วิธี AHP ร่วมกับ TOPSIS ในการประเมินความเหมาะสมของทางเลือก ซึ่งผลการศึกษาไปในทิศทางเดียวกันคือ การใช้ AHP ร่วมกับ TOPSIS ช่วยให้สามารถเลือกเส้นทางได้อย่างเป็นระบบและมีประสิทธิภาพ

จากการศึกษาทบทวนงานวิจัยและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิธี AHP และ วิธี TOPSIS ในการคัดเลือกความเหมาะสมต่างๆ พบว่าการศึกษาที่ใช้วิธี AHP เพียงอย่างเดียวจะมีปัญหาเรื่องมีความซับซ้อนในการวิเคราะห์ และ อาจมีอคติจากผู้ให้คะแนน เนื่องจาก AHP ต้องพึ่งพาความเห็นของผู้เชี่ยวชาญหรือผู้ตัดสินใจ ค่าถ่วงน้ำหนักที่ให้อาจมีอคติ หรือได้รับอิทธิพลจากความคิดเห็นส่วนตัว ขณะที่ การศึกษาวิธีที่ใช้ วิธี TOPSIS เพียงอย่างเดียว จะมีปัญหาเรื่อง ความอ่อนไหวต่อค่าถ่วงน้ำหนัก หากกำหนดค่าน้ำหนักของปัจจัยผิดพลาด อาจทำให้ผลลัพธ์คลาดเคลื่อน และส่งผลกระทบต่อทางเลือกทางเลือกที่ดีที่สุด และอาจไม่ได้สะท้อนความเป็นจริงทั้งหมด วิธีนี้พิจารณาเฉพาะระยะห่างจากจุดอุดมคติ แต่ไม่ได้คำนึงถึงความสัมพันธ์ของแต่ละปัจจัย ซึ่งอาจทำให้ผลลัพธ์ไม่ตรงกับความต้องการในบางกรณี ดังนั้นการวิจัยนี้จึงได้นำ วิธี AHP กับ วิธี TOPSIS มาวิเคราะห์ร่วมกันเพื่อลด

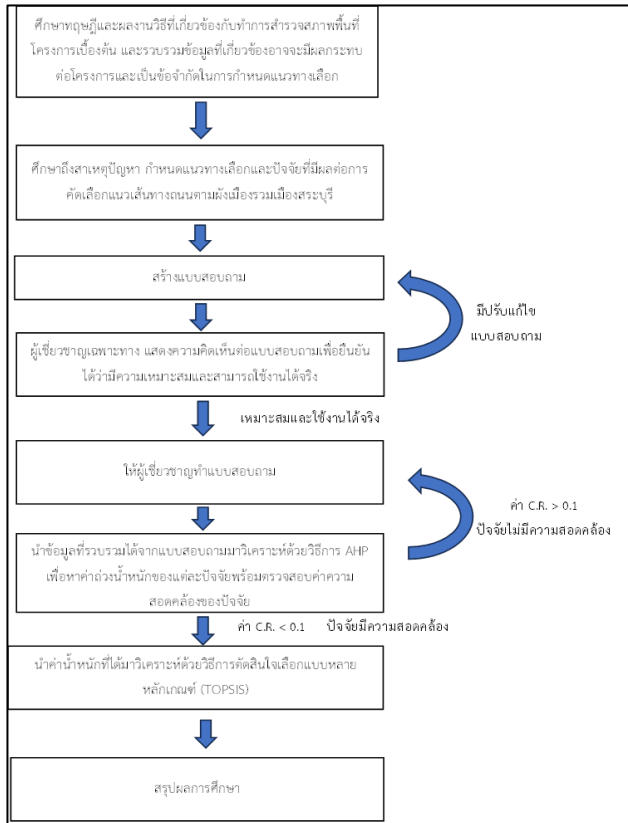
ข้อเสียของแต่ละวิธีให้ผลการวิเคราะห์มีความแม่นยำและน่าเชื่อถือมากขึ้น โดยสรุปการเปรียบเทียบของวิธี AHP กับ TOPSIS และ วิธี AHP-TOPSIS ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบข้อแตกต่างของวิธี AHP, TOPSIS และ AHP-TOPSIS

หัวข้อ	AHP	TOPSIS	AHP-TOPSIS
แนวคิดหลัก	ใช้วิธีเปรียบเทียบแบบคู่เพื่อกำหนดค่าน้ำหนักของเกณฑ์	ประเมินทางเลือกโดยเปรียบเทียบกับทางเลือกที่ดีที่สุดและแยที่ต่ำสุด	ใช้ AHP กำหนดค่าน้ำหนัก และใช้ TOPSIS จัดอันดับทางเลือก)
ข้อดี	1. กำหนดค่าน้ำหนักของเกณฑ์ได้อย่างเป็นระบบ 2. ใช้กับปัจจัยเชิงคุณภาพได้ดี 3. ตรวจสอบความสอดคล้องของข้อมูลได้	1. สามารถใช้ข้อมูลตัวเลขได้โดยตรง 2. จัดอันดับทางเลือกได้อย่างเป็นรูปธรรม 3. คำนวณได้รวดเร็วไม่ต้องใช้การเปรียบเทียบแบบคู่	1. ได้ค่าน้ำหนักที่เหมาะสมจาก AHP และการจัดอันดับที่แม่นยำจาก TOPSIS 2. ลดข้อจำกัดของแต่ละวิธีเมื่อใช้แยกกัน
ข้อเสีย	1. ใช้เวลาและความพยายามมากในการเปรียบเทียบแบบคู่ 2. มีโอกาสเกิดความลำเอียงจากผู้เชี่ยวชาญ 3. ไม่สามารถใช้กับข้อมูลจำนวนมากได้ง่าย	1. ไม่สามารถกำหนดค่าน้ำหนักของเกณฑ์ได้เอง 2. อ่อนไหวต่อค่าข้อมูลที่ผิดพลาด 3. ไม่สามารถตรวจสอบความสอดคล้องของข้อมูลได้	1. กระบวนการซับซ้อนขึ้น 2. ใช้เวลาและทรัพยากรมากขึ้นในการคำนวณ 3. อาจต้องใช้ซอฟต์แวร์ช่วยในการประมวลผล

3. วิธีการวิจัย

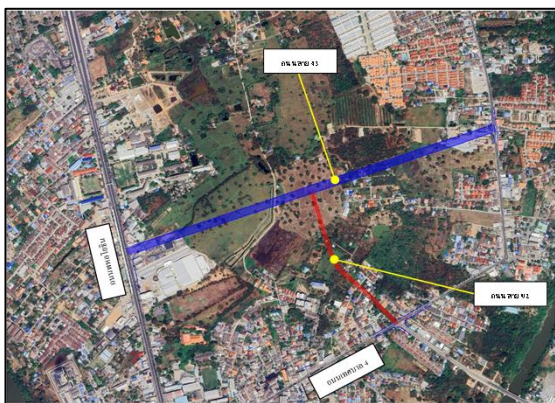
การศึกษานี้ได้เริ่มจากการศึกษาทฤษฎีและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคัดเลือกรouteเส้นทางถนนตามผังเมืองและจากนั้นทำการสำรวจสภาพพื้นที่โครงการเบื้องต้น และรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องอาจจะมีการติดต่อโครงการและเป็นข้อจำกัดในการกำหนดแนวทางเลือก หลังจากนั้นจะทำการศึกษาถึงสาเหตุปัญหา และปัจจัยที่มีผลต่อการคัดเลือกเส้นทางแนวเส้นทางถนนตามผังเมืองรวมเมืองสระบุรี แล้วสร้างแบบสอบถาม รวมถึงการให้ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะทางจำนวน 5 คน ซึ่งมีประสบการณ์ในด้านงานทางไม่ต่ำกว่า 5 ปี แสดงความคิดเห็นต่อแบบสอบถามเพื่อยืนยันได้ว่ามีความเหมาะสมและสามารถใช้งานได้จริง แล้วจึงแจกแบบสอบถามให้ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะทาง และรวบรวมข้อมูลแบบสอบถาม จากนั้นนำข้อมูลที่ได้รับมาวิเคราะห์ด้วยวิธีการตัดสินใจเลือกแบบหลายหลักเกณฑ์ (TOPSIS) สุดท้ายจึงจะทำการสรุปผลการวิจัย โดยสรุปขั้นตอนการวิจัยเป็น Flowchart ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 Flow Chart ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

3.1 พื้นที่ศึกษา

โดยที่ถนนสาย ข2 ตามผังเมืองรวมเมืองสระบุรี จะมีจุดเริ่มต้นที่จุดตัดระหว่างถนนเทศบาล 4 กับซอยบุญสว่าง (ถนนสาย ข2 เดิมที่มีสะพานข้ามแม่น้ำป่าสัก ซึ่งเป็นถนนคอนกรีตเสริมเหล็ก เขตทางกว้างประมาณ 16 เมตร 4 ช่องจราจร ทิศทางละ 2 ช่องจราจร โดยวางแผนถนนไปทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือจากเทศบาลตำบลตะกุดไปเทศบาลเมืองสระบุรี) ไปบรรจบกับถนนสาย ง3 ตามผังเมืองรวมเมืองสระบุรีที่ประมาณกึ่งกลางความยาว ซึ่งเป็นจุดสิ้นสุดของถนนสาย ข2 โดยที่จุดตัดของถนนทั้ง 2 เส้นจะเป็นพื้นที่ทุ่งโล่ง ส่วนใหญ่พื้นที่ถนน สาย ข2 ตัดผ่านจะเป็นทุ่งโล่งและพื้นที่พักอาศัยบางส่วน รายละเอียดแสดงดังรูปที่ 3

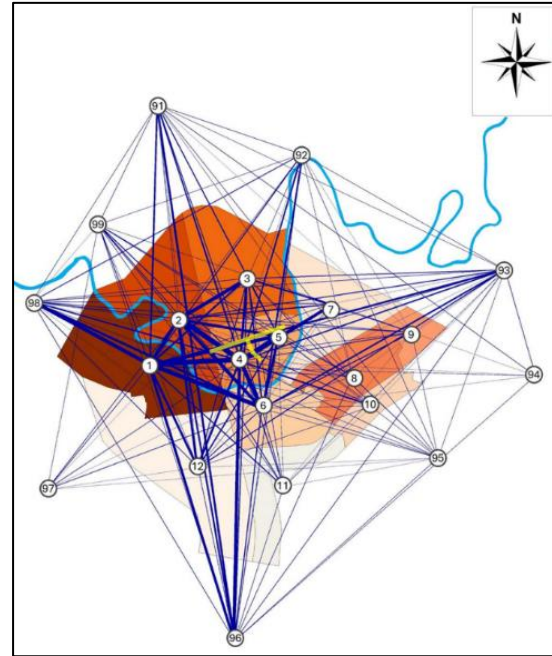


รูปที่ 3 สภาพพื้นที่ของถนนสาย ข2 ตามผังเมืองรวมเมืองสระบุรี

พ.ศ. 2562

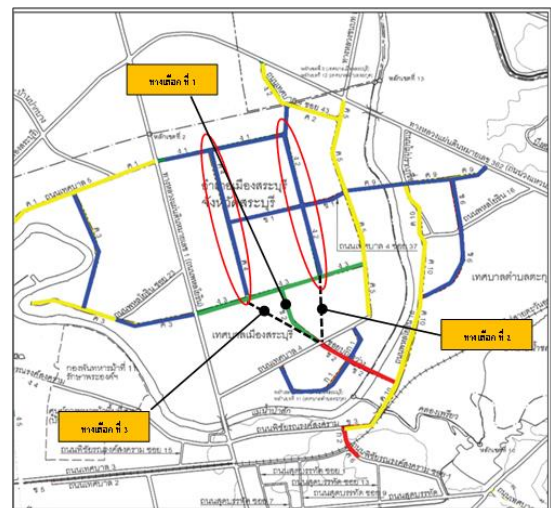
3.2 การกำหนดแนวทางเลือก

จากการทำแผนที่แสดงจุดต้นทาง-ปลายทางในการเดินทาง พบว่าความต้องการเดินทางไปกลับจากถนนพหลโยธิน-ซอยบุญสว่าง มีสัดส่วนมากกว่าความต้องการเดินทางไปกลับจากซอยบุญสว่าง-ถนนเทศบาล 4 ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 Desire Line ปริมาณการเดินทางระหว่างพื้นที่ย่อย (วันธรรมดา)

จึงกำหนดทางเลือกที่ 2 ให้จุดที่ ถนนสาย ข2 ไปบรรจบกับถนนสาย ง3 นั้น ไปบรรจบกับถนน สาย ง2 เพื่อให้รองรับกับถนนสาย ง2 ในอนาคตและลดผลกระทบในการก่อสร้างที่ ถนนสาย ข2 ตามผังเมืองรวมเมืองสระบุรี (ทางเลือกที่ 1) ตัดผ่าน และกำหนดทางเลือกที่ 3 ให้จุดที่ ถนนสาย ข2 ไปบรรจบกับถนนสาย ง3 นั้น ไปบรรจบกับถนน สาย ถนนสาย ค4 เพื่อรองรับความต้องการเดินทางไปกลับจากถนนพหลโยธิน-ซอยบุญสว่างที่มากกว่าความต้องการเดินทางไปกลับจากซอยบุญสว่าง-ถนนเทศบาล 4 ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 การกำหนดแนวเส้นทางเลือกของถนนสาย ข2

3.3 ปัจจัยที่มีผลต่อการคัดเลือกแนวเส้นทางถนนตามผังเมืองรวมเมืองสระบุรี

จากการสอบถามจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน ที่มีประสบการณ์ด้านงานทางไม่ต่ำกว่า 5 ปี โดยแบ่งเป็น วิศวกรโยธา จำนวน 2 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านการลงทุน 1 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม 2 ท่าน ซึ่งได้ผลสรุปว่า ปัจจัยที่มีผลเกี่ยวข้องกับการคัดเลือกแนวเส้นทางถนนตามผังเมืองรวมเมืองสระบุรี มี 3 ปัจจัยหลัก คือ

1. ปัจจัยด้านวิศวกรรมและจราจร เพื่อให้มีความเหมาะสมทางด้านวิศวกรรมและจราจรมากที่สุดสามารถก่อสร้างได้ดีกว่า และรองรับการเดินทางได้ดีที่สุด โดยประกอบด้วยปัจจัยย่อย 3 ปัจจัย คือ ระยะทางลักษณะทางราบของแนวเส้นทาง และการกระจายปริมาณจราจร

2. ปัจจัยด้านการลงทุน เป็นปัจจัยที่สำคัญที่จะทำให้มูลค่าโครงการมีความเหมาะสมไม่สูงมากเกินไป เพื่อให้โครงการมีความคุ้มค่าการลงทุน ซึ่งประกอบด้วยปัจจัยย่อย 2 ปัจจัย คือ ราคาค่าก่อสร้าง และราคาค่าเวนคืนอสังหาริมทรัพย์

3. ปัจจัยด้านผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและชุมชน เพื่อให้ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในระดับต่ำหรืออยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ซึ่งประกอบด้วยปัจจัยย่อย 4 ปัจจัย คือ ความสอดคล้องตามแผนผังโครงการคมนาคมและขนส่งผังเมืองรวมเมืองสระบุรี ผลกระทบต่อการเวนคืนที่ดิน ผลกระทบต่อการรื้อย้ายสิ่งปลูกสร้าง และผลกระทบด้านคุณภาพอากาศ เสียง และความสั่นสะเทือน

โดยสามารถสรุปปัจจัยหลักและปัจจัยรอง และเหตุผลในการคัดเลือกแต่ละปัจจัยในการนำมาคัดเลือกแนวเส้นทางถนนสาย ข2 ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 สรุปปัจจัยหลักและปัจจัยรอง และดัชนีในการคัดเลือกแนวเส้นทาง

ปัจจัย	เหตุผลในการเลือกปัจจัย
1. ด้านวิศวกรรมและจราจร	
1.1 ความยาวแนวสายทาง	- มีผลต่อความสะดวกสบายในการเดินทาง
1.2 ลักษณะทางราบของแนวสายทาง	- มีผลต่อความปลอดภัยในการใช้เส้นทาง
1.3 การกระจายปริมาณจราจร	- มีผลต่อการใช้ลดปัญหาการจราจรที่คาดการณ์ในปัจจุบันและในอนาคต
2. ด้านการลงทุน	
2.1 มูลค่าการก่อสร้าง	- มีผลต่อความคุ้มค่าในการลงทุน
2.2 มูลค่าเวนคืนอสังหาริมทรัพย์	- มีผลต่อความคุ้มค่าในการลงทุนและผลกระทบต่อประชาชน
3. ด้านผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม	
3.1 ความสอดคล้องตามแผนผังโครงการคมนาคมและขนส่งผังเมืองรวมเมืองสระบุรี	- มีผลกระทบต่อประชาชนในพื้นที่ที่ทราบถึงผังเมืองแล้วได้เตรียมพื้นที่สำหรับดำเนินโครงการตามผังเมืองอยู่ก่อนแล้ว
3.2 ผลกระทบต่อการเวนคืนที่ดิน	- มีผลกระทบต่อจำนวนผู้ได้รับผลกระทบ
3.3 ผลกระทบต่อการรื้อย้ายสิ่งปลูกสร้าง	- มีผลต่อจำนวนการรื้อย้ายสิ่งปลูกสร้างเดิม
3.4 ผลกระทบด้านคุณภาพอากาศ เสียง และความสั่นสะเทือน	- มีผลกระทบ ต่อพื้นที่อ่อนไหวในบริเวณใกล้เคียง เช่น โรงเรียน วัด สถานที่ทางประวัติศาสตร์ เป็นต้น

3.4 การหาค่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัยด้วยวิธี AHP

3.4.1 นำข้อมูลจากแบบสอบถามของผู้เชี่ยวชาญด้านงานทางทั้ง 5 ท่าน โดยแบบสอบถามของผู้เชี่ยวชาญด้านงานทาง ท่านที่ 1 ในการเปรียบเทียบความสำคัญของปัจจัยหลัก แสดงดังรูปที่ 6

ตารางเปรียบเทียบความสำคัญของปัจจัยหลัก (ด้านวิศวกรรม ด้านการลงทุน ด้านผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและชุมชน)																				
ปัจจัย	ปัจจัยด้านวิศวกรรมมีความสำคัญมากกว่าปัจจัยด้านจราจร									เท่ากัน	ปัจจัยด้านความรับผิดชอบต่อสังคมมีความสำคัญมากกว่าปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม									ปัจจัย
	9	8	7	6	5	4	3	2	1		2	3	4	5	6	7	8	9		
A									✓									B		
A										✓								C		
B									✓									C		

รูปที่ 6 แบบสอบถามของผู้เชี่ยวชาญด้านงานทาง ท่านที่ 1 ในการเปรียบเทียบความสำคัญของปัจจัยหลัก

3.4.2 จัดข้อมูลของแบบสอบถามในรูปของเมทริกซ์ โดยรวมคะแนนของแต่ละปัจจัย โดยการจัดข้อมูลของแบบสอบถามในรูปของเมทริกซ์จากแบบสอบถามของผู้เชี่ยวชาญด้านงานทางท่านที่ 1 แสดงดังรูปที่ 7

	วิศวกรรม	ลงทุน	สิ่งแวดล้อม
วิศวกรรม	1	1	0.50
ลงทุน	1	1	1
สิ่งแวดล้อม	2	1	1
รวม	4.00	3.00	2.50

รูปที่ 7 การจัดข้อมูลของแบบสอบถามในรูปของเมทริกซ์จากแบบสอบถามของผู้เชี่ยวชาญด้านงานทางท่านที่ 1

3.4.3 นำคะแนนรวมของแต่ละปัจจัยไปหารคะแนนของแต่ละปัจจัยโดยการนำคะแนนรวมของแต่ละปัจจัยไปหารคะแนนของแต่ละปัจจัยจากแบบสอบถามของผู้เชี่ยวชาญด้านงานทางท่านที่ 1 แสดงดังรูปที่ 8

	วิศวกรรม	ลงทุน	สิ่งแวดล้อม
วิศวกรรม	$(1/4) = 0.25$	$(1/3) = 0.33$	$(0.50/2.5) = 0.20$
ลงทุน	$(1/4) = 0.25$	$(1/3) = 0.33$	$(1/2.5) = 0.40$
สิ่งแวดล้อม	$(2/4) = 0.50$	$(1/3) = 0.33$	$(1/2.5) = 0.40$
รวม	$(4/4) = 1.00$	$(3/3) = 1.00$	$(2.5/2.5) = 1.00$

รูปที่ 8 การนำคะแนนรวมของแต่ละปัจจัยไปหารคะแนนของแต่ละปัจจัยจากแบบสอบถามของผู้เชี่ยวชาญด้านงานทางท่านที่ 1

3.4.4 รวมคะแนนหลังจากคำนวณในขั้นตอนที่ 3.4.3 ของแต่ละปัจจัยโดยการรวมคะแนน ของแต่ละปัจจัยจากแบบสอบถามของผู้เชี่ยวชาญด้านงานทางท่านที่ 1 แสดงดังรูปที่ 9

	วิศวกรรม	ลงทุน	สิ่งแวดล้อม	รวม
วิศวกรรม	0.25	0.33	0.20	$0.25+0.33+0.20 = 0.783$
ลงทุน	0.25	0.33	0.40	$0.25+0.33+0.40 = 0.983$
สิ่งแวดล้อม	0.50	0.33	0.40	$0.25+0.33+0.40 = 1.233$
รวม	1.00	1.00	1.00	$1+1+1 = 3.000$

รูปที่ 9 การรวมคะแนน ของแต่ละปัจจัยจากแบบสอบถามของผู้เชี่ยวชาญด้านงานทางท่านที่ 1

3.4.5 หาค่า Eigenvector หรือค่าน้ำหนักความสำคัญโดยนำค่ารวมทั้งหมดของการคำนวณขั้นตอนที่ 3.4.4 ไปหารค่ารวมของแต่ละปัจจัยโดยตัวอย่างการหาค่า Eigenvector จากแบบสอบถามของผู้เชี่ยวชาญด้านงานทางท่านที่ 1 แสดงดังรูปที่ 10

	วิศวกรรม	ลงทุน	สิ่งแวดล้อม	รวม	eigen vector (น้ำหนักความสำคัญ)
วิศวกรรม	0.25	0.33	0.20	0.783	0.783/3 = 0.261
ลงทุน	0.25	0.33	0.40	0.983	0.983/3 = 0.328
สิ่งแวดล้อม	0.50	0.33	0.40	1.233	1.233/3 = 0.411
รวม	1.00	1.00	1.00	3.000	3/3 = 1

รูปที่ 10 การหาค่า Eigenvector จากแบบสอบถามของผู้เชี่ยวชาญด้านงานทางท่านที่ 1

3.4.6 คำนวณค่าความสอดคล้องกันของเหตุผล (Consistency Ratio: C.R.) โดยสามารถคำนวณได้ตามสมการที่ (1)

$$C.R. = \frac{C.I.}{R.I.} \quad (1)$$

โดยที่

C.I. = ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Consistency Index)

= $(\lambda_{max} - n) / (n - 1)$; โดย n คือ จำนวนปัจจัย

R.I. = ค่าดัชนีความสอดคล้องเชิงสุ่ม (Random Consistency Index)

3.4.6.1 ตรวจสอบค่าความสอดคล้อง (Consistency Index: C.I.) โดยการคำนวณหาค่า λ_{max} โดยใช้หลักการคูณเมทริกซ์ (Matrix) ระหว่างค่าที่ได้จากแบบสอบถามและค่าเวกเตอร์ลักษณะเฉพาะ (Eigenvector) จากนั้นนำเอาผลคูณเมทริกซ์ (Matrix) ที่กล่าวมาหารด้วยค่าเวกเตอร์ลักษณะเฉพาะ (Eigenvector) อีกครั้ง และนำมาหาผลรวมทั้งหมดหารด้วยจำนวนปัจจัยที่ใช้ในการพิจารณาเปรียบเทียบ โดยผลลัพธ์ที่ได้คือ λ_{max} ดังสมการที่ (2)

$$\lambda_{max} = \frac{\text{ผลรวมของค่า } Cv/eigen \text{ vector}}{n} \quad (2)$$

โดยที่ n = จำนวนของปัจจัย

การคำนวณหาค่า Cv/eigen vector จากแบบสอบถามของผู้เชี่ยวชาญด้านงานทางท่านที่ 1 แสดงดังรูปที่ 11

	วิศวกรรม	ลงทุน	สิ่งแวดล้อม	รวม	eigen vector (น้ำหนักความสำคัญ)	CV	CV/eigen vector
วิศวกรรม	0.25	0.33	0.20	0.783	0.261	0.794	3.04
ลงทุน	0.25	0.33	0.40	0.983	0.328	1.000	3.05
สิ่งแวดล้อม	0.50	0.33	0.40	1.233	0.411	1.261	3.07
รวม	1.00	1.00	1.00	3.000	1	3.056	

รูปที่ 11 การหาค่า Eigenvector จากแบบสอบถามของผู้เชี่ยวชาญด้านงานทางท่านที่ 1

กำหนดให้ CV = การนำค่าที่ได้จากแบบสอบถามและค่าเวกเตอร์ลักษณะเฉพาะ (Eigenvector) มาคูณแบบเมทริกซ์ (Matrix)

การคำนวณหาค่า CV

- CV (ด้านวิศวกรรม) = $(1 \times 0.261) + (1 \times 0.328) + (0.50 \times 0.411) = 0.794$

- CV (ด้านการลงทุน) = $(1 \times 0.261) + (1 \times 0.328) + (1 \times 0.411) = 1.000$

- CV (ด้านสิ่งแวดล้อม) = $(2 \times 0.261) + (1 \times 0.328) + (1 \times 0.411) = 1.261$

ดังนั้น $\lambda_{max} = (\text{ผลรวมของค่า } Cv/eigen \text{ vector}) / n$

โดยที่ n = 3 ; เนื่องจากมี 3 ปัจจัย

$$= (3.043 + 3.051 + 3.068) / 3$$

$$= 3.0537$$

ทำให้ได้ค่า C.I. = $(\lambda_{max} - n) / (n - 1)$

$$= (3.0537 - 3) / (3 - 1) = 0.027$$

3.4.6.2 หาค่าดัชนีความสอดคล้องเชิงสุ่ม (Random Consistency Index: R.I.) ตามการคำนวณของกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (AHP) ซึ่งค่าดังกล่าว Dr. Thomas Saaty ให้ทำไว้เป็นตาราง โดยในการใช้งานนั้นให้นำค่า n คือ จำนวนปัจจัยที่ใช้ในการพิจารณาเปรียบเทียบไปหาค่าตาม ตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่าดัชนีความสอดคล้องเชิงสุ่ม (Random Consistency Index: R.I.)

ขนาดตารางเมทริกซ์	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ค่า RI	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

ที่มา: Saaty, T. L. (1980). The analytic hierarchy process: Planning, priority setting, resource allocation. New York: McGraw-Hill.

3.4.6.3 คำนวณค่าความสอดคล้องกันของเหตุผล (Consistency Ratio: C.R.) โดยโดยค่า C.R. ที่ได้นั้นหากมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.10 หรือ 10% จะถือว่าค่าที่ได้นั้นมีความสอดคล้องกันละเอียดยอมรับได้ในทางกลับกันถ้าค่า C.R. ที่ได้นั้นหากมีค่ามากกว่า 0.10 หรือ 10% จะถือว่ายอมรับไม่ได้โดยจะต้องทำการทบทวนปัจจัยใหม่ หรือทำการเก็บข้อมูลใหม่อีกครั้ง ตัวอย่างการคำนวณ ค่า C.R. จากแบบสอบถามของผู้เชี่ยวชาญด้านงานทางท่านที่ 1 แสดงได้ดังนี้

$$C.R. = (C.I.) / (R.I.) = 0.027 / 0.580 = 0.046 < 0.10 \text{ OK}$$

3.4.7 ทำขั้นตอนที่ 3.4.1-3.4.6 ปัจจัยย่อยของแต่ละปัจจัยหลักทั้งหมดเพื่อหาค่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัยแล้วหาค่าเฉลี่ยของค่าน้ำหนักจากแบบสอบถามของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 คน ของทุกปัจจัย โดยค่าเฉลี่ยของค่าน้ำหนักจากแบบสอบถามของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 คน ของทุกปัจจัยแสดงดังรูปที่ 12 ถึง รูปที่ 15

	ค่าน้ำหนักความสำคัญปัจจัยหลัก			
	วิศวกรรม	ลงทุน	สิ่งแวดล้อม	รวม
ผู้เชี่ยวชาญ 1	0.261	0.328	0.411	1.000
ผู้เชี่ยวชาญ 2	0.328	0.261	0.411	1.000
ผู้เชี่ยวชาญ 3	0.333	0.333	0.333	1.000
ผู้เชี่ยวชาญ 4	0.250	0.250	0.500	1.000
ผู้เชี่ยวชาญ 5	0.261	0.328	0.411	1.000
ค่าเฉลี่ย	0.287	0.300	0.413	1.000

รูปที่ 12 การหาค่าน้ำหนักความสำคัญเฉลี่ยของปัจจัยหลักจากการวิเคราะห์แบบสอบถามของผู้เชี่ยวชาญด้านงานทาง จำนวน 5 ท่าน

	ค่าน้ำหนักความสำคัญปัจจัยด้านวิศวกรรมและจราจร			รวม
	ความยาวแนวเส้นทาง	ลักษณะทางราบของแนวเส้นทาง	การกระจายปริมาณจราจร	
ผู้เชี่ยวชาญ 1	0.164	0.297	0.539	1.000
ผู้เชี่ยวชาญ 2	0.123	0.320	0.557	1.000
ผู้เชี่ยวชาญ 3	0.221	0.319	0.460	1.000
ผู้เชี่ยวชาญ 4	0.098	0.334	0.568	1.000
ผู้เชี่ยวชาญ 5	0.137	0.239	0.623	1.000
ค่าเฉลี่ย	0.137	0.298	0.565	1.000

รูปที่ 13 การหาค่าน้ำหนักความสำคัญเฉลี่ยของปัจจัยย่อยด้านด้านวิศวกรรมและจราจรจากการวิเคราะห์แบบสอบถามของผู้เชี่ยวชาญด้านงานทาง จำนวน 5 ท่าน

	ค่าน้ำหนักความสำคัญปัจจัยลงทุน		รวม
	ราคาค่าก่อสร้าง	ราคาค่าทดแทนสิ่งสาธารณูปโภค	
ผู้เชี่ยวชาญ 1	0.250	0.750	1.000
ผู้เชี่ยวชาญ 2	0.333	0.667	1.000
ผู้เชี่ยวชาญ 3	0.333	0.667	1.000
ผู้เชี่ยวชาญ 4	0.500	0.500	1.000
ผู้เชี่ยวชาญ 5	0.250	0.750	1.000
ค่าเฉลี่ย	0.333	0.667	1.000

รูปที่ 14 การหาค่าน้ำหนักความสำคัญเฉลี่ยของปัจจัยย่อยด้านการลงทุนจากการวิเคราะห์แบบสอบถามของผู้เชี่ยวชาญด้านงานทาง จำนวน 5 ท่าน

	ค่าน้ำหนักความสำคัญผลกระทบสิ่งแวดล้อมและชุมชน				รวม
	ความสอดคล้องตามผังเมือง	ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม	ผลกระทบต่อสิ่งปลูกสร้าง	ผลกระทบต่อคุณภาพอากาศ เสียง และความสั่นสะเทือน	
ผู้เชี่ยวชาญ 1	0.106	0.279	0.470	0.148	1.000
ผู้เชี่ยวชาญ 2	0.106	0.310	0.436	0.149	1.000
ผู้เชี่ยวชาญ 3	0.106	0.310	0.336	0.149	1.000
ผู้เชี่ยวชาญ 4	0.123	0.340	0.375	0.163	1.000
ผู้เชี่ยวชาญ 5	0.092	0.272	0.492	0.144	1.000
ค่าเฉลี่ย	0.106	0.302	0.441	0.151	1.000

รูปที่ 15 การหาค่าน้ำหนักความสำคัญเฉลี่ยของปัจจัยย่อยด้านผลกระทบสิ่งแวดล้อมและชุมชนจากการวิเคราะห์แบบสอบถามของผู้เชี่ยวชาญด้านงานทาง จำนวน 5 ท่าน

3.4.8 นำค่าเฉลี่ยของปัจจัยย่อยที่ได้จากขั้นตอนที่ 3.4.7 คูณกับน้ำหนักของปัจจัยหลักเพื่อหาค่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัยต่อปัจจัยทั้งหมด จะได้ค่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัยย่อยทั้งหมดดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ค่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัย

ปัจจัยหลัก	ค่าน้ำหนักปัจจัยหลัก	ปัจจัยย่อย	ค่าน้ำหนักปัจจัยย่อย	อันดับ
ด้านวิศวกรรม	0.287	ความยาวแนวเส้นทาง	0.039	9
		ลักษณะทางราบของแนวเส้นทาง	0.085	6
		การกระจายปริมาณจราจร	0.162	3
ด้านการลงทุน	0.300	มูลค่าการก่อสร้าง	0.100	5
		มูลค่าเวนคืนสิ่งสาธารณูปโภค	0.200	1
ด้านผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและชุมชน	0.413	ความสอดคล้องตามผังเมือง	0.044	8
		โครงการคมนาคมและขนส่ง ผังเมืองรวมเมืองสระบุรี	0.125	4
		ผลกระทบต่อการใช้ที่ดิน	0.182	2
		ผลกระทบต่อการใช้ที่ดิน	0.062	7
รวมทั้งหมด	1.000		1.000	

ซึ่งจะพบว่าผู้เชี่ยวชาญให้ความสำคัญในส่วนของปัจจัยหลักด้านผลกระทบสิ่งแวดล้อมและชุมชนมากที่สุด ส่วนด้านวิศวกรรมและจราจรกับด้านการลงทุนมีความสำคัญใกล้เคียงกันโดยด้านการลงทุนมีความสำคัญมากกว่าเล็กน้อย ขณะที่ปัจจัยที่มีค่าน้ำหนักมากที่สุดคือ ค่าเวนคืนสิ่งสาธารณูปโภค รองลงมาคือ ผลกระทบต่อการรื้อย้ายสิ่งปลูกสร้าง และการกระจายปริมาณจราจรตามลำดับ ส่วนปัจจัยที่มีค่าน้ำหนักน้อยที่สุดคือ ความยาวแนวเส้นทาง

3.5 การหาแนวทางเลือกที่เหมาะสมด้วยวิธี TOPSIS

3.5.1 สืบหาข้อมูลเบื้องต้นของแต่ละทางเลือกของแต่ละปัจจัยย่อยเพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ด้วยวิธี TOPSIS ซึ่งได้ข้อมูลดังตารางที่ 5

	ทางเลือกที่ 1	ทางเลือกที่ 2	ทางเลือกที่ 3
A1	641.9	622.8	750.5
A2	1	0	0
A3	36,375.39	45,310.06	31,270.48
B1	13.48	13.08	15.76
B2	15.50	13.87	19.89
C1	100	2.80	2.80
C2	31	27	34
C3	7	5	10
C4	5	5	6

โดยที่

- A1 = ความยาวแนวเส้นทาง (เมตร)
A2 = ลักษณะทางราบของแนวเส้นทาง (จำนวนโค้ง)
A3 = การกระจายปริมาณจราจร (PCU-กม./วัน)
B1 = มูลค่าการก่อสร้าง (ล้านบาท)
B2 = มูลค่าเวนคืนสิ่งสาธารณทรัพย์ (ล้านบาท)
C1 = ความสอดคล้องตามผังเมืองสระบุรี (ร้อยละ)
C2 = ผลกระทบต่อการเวนคืนที่ดิน (แปลง)
C3 = ผลกระทบต่อการรื้อย้ายสิ่งปลูกสร้าง (หลัง)
C4 = ผลกระทบต่อพื้นที่อ่อนไหว (แห่ง)

โดยมีหลักการในการประเมินแต่ละปัจจัยดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 หลักการในการประเมินแต่ละปัจจัย

ปัจจัย	หลักการในการประเมิน	หน่วย
1. ด้านวิศวกรรมและจราจร		
1.1 ความยาวแนวสายทาง	- วัฏระยะทางของแต่ละทางเลือก	เมตร
1.2 ลักษณะทางราบของแนวสายทาง	- นับจำนวนโค้งที่อยู่ในแนวเส้นทางของแต่ละทางเลือก	จำนวนโค้ง
1.3 การกระจายปริมาณจราจร	- ปริมาณจราจรคาดการณ์ของแต่ละทางเลือกในการเดินทางจากชอปปิงสว้างผ่านถนนสาย 33 ไปยังถนนพหลโยธิน จากรายงานการสำรวจจราจรของกรมทางหลวงชนบทตั้ง ศูนย์กับระยะทางในการเดินทางจากชอปปิงสว้างผ่านถนนสาย 33 ไปยังถนนพหลโยธินของแต่ละทางเลือก	PCU-กม./วัน
2. ด้านการลงทุน		
2.1 มูลค่าการก่อสร้าง	- ประเมินราคาค่าก่อสร้างต่อ 1 เมตรได้จากรูปตัดของถนนสาย 2 ช่วงที่ 1 แล้วนำไปคูณกับระยะทางของแต่ละทางเลือก	ล้านบาท
2.2 มูลค่าเวนคืนสิ่งสาธารณทรัพย์	- วัดพื้นที่ของที่ดินและสิ่งปลูกสร้างแต่ละแปลงที่ดินอยู่ในเขตทางของแต่ละแนวทางการเลือก แล้วนำไปคูณกับราคาประเมินที่ดินจาก เว็บไซต์ของกรมที่ดิน และบัญชีราคาประเมินสิ่งปลูกสร้าง จังหวัดสระบุรี	ล้านบาท
3. ด้านผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม		
3.1 ความสอดคล้องตามผังเมืองรวมเมืองสระบุรี	- ระยะทางของแนวเส้นทางที่ทับซ้อนกับถนนสาย 2 ตามผังเมืองรวมเมืองสระบุรี	ร้อยละ
3.2 ผลกระทบต่อการเวนคืนที่ดิน	- นับจำนวนแปลงที่ดินที่อยู่ในเขตทางของแต่ละทางเลือก	แปลง
3.3 ผลกระทบต่อการรื้อย้ายสิ่งปลูกสร้าง	- นับจำนวนสิ่งปลูกสร้างที่อยู่ในเขตทางของแต่ละทางเลือก	หลัง
3.4 ผลกระทบด้านคุณภาพอากาศ เสียง และความสั่นสะเทือน	- นับจำนวนพื้นที่อ่อนไหวในบริเวณ 500 เมตรจากกึ่งกลางของแต่ละแนวทางการเลือก อ้างอิงจากสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม	แห่ง

3.5.2 กำหนดค่าในอุดมคติของแต่ละปัจจัยว่าปัจจัยไหนที่มีค่ามากที่สุดแล้วจึงมีความเหมาะสมหรือปัจจัยไหนยังมีค่าน้อยยังมีความเหมาะสมดังรูปที่ 16

	A1	A2	A3	B1	B2	C1	C2	C3	C4
ทางเลือกที่ 1	641.9	1	36,375.39	13.48	15.51	100	31	7	5
ทางเลือกที่ 2	622.8	0	45,310.06	13.08	13.88	2.80	27	5	5
ทางเลือกที่ 3	750.5	0	31,270.48	15.76	19.90	2.80	34	10	6
ค่าในอุดมคติ	max	min	min	min	min	max	min	min	min

รูปที่ 16 กำหนดค่าในอุดมคติของแต่ละปัจจัย

3.5.3 คำนวณหาคะแนนเชิงตัวเลขเพื่อความเป็นมาตรฐาน (Normalized) เพื่อนำข้อมูลจากการสำรวจของแต่ละปัจจัยมาวิเคราะห์ในรูปแบบเดียวกันตามสมการ (3) และได้ผลดังรูปที่ 17

$$r_{ij} = x_{ij} / \sqrt{\sum x_{ij}^2} \quad (3)$$

โดยที่ i = 1,...,m และ j = 1,..., n

	A1	A2	A3	B1	B2	C1	C2	C3	C4
ทางเลือกที่ 1	412,035.61	1.00	1,323,168,946.73	181.71	240.42	10,000.00	961.00	49.00	25.00
ทางเลือกที่ 2	387,879.84	0	2,053,001,138.48	171.06	192.52	7.86	729.00	25.00	25.00
ทางเลือกที่ 3	563,250.25	0	977,842,700.54	248.39	396.00	7.86	1,156.00	100.00	36.00
ผลรวมกำลัง 2	1,363,145.70	1.00	4,354,012,785.74	601.16	828.94	10,015.73	2,806.00	174.00	86.00
รากที่ 2 ของผลรวมกำลัง 2	1,167.55	1.00	65,984.94	24.52	28.79	100.08	53.35	13.19	9.27



นำรากที่ 2 ของผลรวมกำลัง 2

ไปหารค่าของแต่ละทางเลือก

	A1	A2	A3	B1	B2	C1	C2	C3	C4
ทางเลือกที่ 1	0.55	1.00	0.55	0.55	0.54	0.99	0.58	0.53	0.54
ทางเลือกที่ 2	0.53	0	0.68	0.53	0.48	0.03	0.51	0.38	0.54
ทางเลือกที่ 3	0.64	0	0.47	0.64	0.69	0.03	0.64	0.76	0.65

รูปที่ 17 ผลการคำนวณหาคะแนนเชิงตัวเลขเพื่อความเป็นมาตรฐาน (Normalized) เพื่อนำข้อมูลจากการสำรวจของแต่ละปัจจัยมาวิเคราะห์ในรูปแบบเดียวกัน

3.5.4 นำค่าถ่วงน้ำหนักความสำคัญจากวิธี AHP มาคูณกับระดับคะแนนเชิงตัวเลขที่ผ่านการปรับให้เป็นรูปแบบเดียวกันแล้วตามสมการ (4) และได้ผลดังรูปที่ 18

$$V_{ij} = W_j R_{ij} \quad (4)$$

ค่าถ่วงน้ำหนักจาก AHP	0.039	0.085	0.162	0.100	0.200	0.044	0.125	0.183	0.062
	A1	A2	A3	B1	B2	C1	C2	C3	C4
ทางเลือกที่ 1	0.022	0.085	0.089	0.055	0.108	0.044	0.073	0.097	0.034
ทางเลือกที่ 2	0.0210	0	0.111	0.053	0.096	0.001	0.063	0.069	0.034
ทางเลือกที่ 3	0.025	0	0.077	0.064	0.138	0.001	0.079	0.138	0.040

รูปที่ 18 ผลการนำค่าถ่วงน้ำหนักความสำคัญจากวิธี AHP มาคูณกับระดับคะแนนเชิงตัวเลขที่ผ่านการปรับให้เป็นรูปแบบเดียวกัน

3.5.5 คำนวณหาค่า A^* เพื่อหาค่าในอุดมคติเชิงบวกของแต่ละปัจจัย ตามสมการ (5) และหาค่า A^- เพื่อหาค่าในอุดมคติเชิงลบของแต่ละปัจจัย ตามสมการ (6) ซึ่งได้ผลดังรูปที่ 19

$$A^+ = \{v_1^+, v_2^+, \dots, v_n^+\} \quad (5)$$

$$A^+ = \{(\max_i v_{ij} | j \geq J_1), (\min_i v_{ij} | j \geq J_2) | i=1, 2, 3, \dots, m\}$$

$$A^- = \{v_1^-, v_2^-, \dots, v_n^-\} \quad (6)$$

$$A^- = \{(\max_i v_{ij} | j \geq J_1), (\min_i v_{ij} | j \geq J_2) | i=1, 2, 3, \dots, m\}$$

ค่าตัวชี้วัดจาก AIP	0.039	0.085	0.162	0.100	0.200	0.044	0.125	0.183	0.062
A1	A2	A3	B1	B2	C1	C2	C3	C4	
ทางเลือกที่ 1	0.022	0.085	0.089	0.055	0.108	0.044	0.073	0.097	0.034
ทางเลือกที่ 2	0.021	0	0.111	0.053	0.096	0.001	0.063	0.069	0.034
ทางเลือกที่ 3	0.025	0	0.077	0.064	0.138	0.001	0.079	0.138	0.040
ค่าอุดมคติ	min	min	min	min	min	max	min	min	min
Positive ideal solution	0.021	0	0.077	0.053	0.096	0.044	0.063	0.069	0.034
Negative ideal solution	0.025	0.085	0.111	0.064	0.138	0.001	0.079	0.138	0.040

รูปที่ 19 ผลการหาค่าอุดมคติเชิงบวก (A^+) และค่าอุดมคติเชิงลบ (A^-)

3.5.6 คำนวณหาระยะทางของค่าคะแนนเชิงตัวเลข (S^*) ของแต่ละหลักเกณฑ์ ในแต่ละทางเลือกเมื่อเทียบกับคะแนนเชิงบวก (A^*) ตามสมการ (7) และได้ผลดังรูปที่ 20

$$S_i^* = \sqrt{\sum (V_{Aij} - V_j^+)^2} \quad (7)$$

	A1	A2	A3	B1	B2	C1	C2	C3	C4	รวม (S^*)
ทางเลือกที่ 1	0.0000004	0.007	0.0002	0.00003	0.00013	0	0.00009	0.00077	0	0.092
ทางเลือกที่ 2	0	0	0.0012	0	0	0.0018	0	0	0	0.055
ทางเลือกที่ 3	0.00002	0	0	0.00012	0.0018	0.0018	0.00027	0.0048	0.000045	0.094

รูปที่ 20 ผลการคำนวณระยะทางของค่าคะแนนเชิงตัวเลข (S^*) ของแต่ละหลักเกณฑ์ ในแต่ละทางเลือกเมื่อเทียบกับคะแนนเชิงบวก (A^*)

3.5.7 คำนวณหาระยะทางของค่าคะแนนเชิงตัวเลข (S^-) ของแต่ละหลักเกณฑ์ ในแต่ละทางเลือกเมื่อเทียบกับคะแนนเชิงลบ (A^-) ตามสมการ (8) และได้ผลดังรูปที่ 21

$$S_i^- = \sqrt{\sum (V_{Aij} - V_j^-)^2} \quad (8)$$

	A1	A2	A3	B1	B2	C1	C2	C3	C4	รวม (S^-)
ทางเลือกที่ 1	0.00001	0	0.0005	0.00009	0.0009	0.0018	0.00005	0.0017	0.00005	0.072
ทางเลือกที่ 2	0.00002	0.0073	0	0.0001	0.0018	0	0.00027	0.0048	0.00005	0.119
ทางเลือกที่ 3	0	0.0073	0.0012	0	0	0	0	0	0	0.092

รูปที่ 21 ผลการคำนวณระยะทางของค่าคะแนนเชิงตัวเลข (S^-) ของแต่ละหลักเกณฑ์ ในแต่ละทางเลือกเมื่อเทียบกับคะแนนเชิงลบ (A^-)

3.5.8 นำข้อมูลมาคำนวณหาดัชนีประสิทธิภาพที่ใกล้เคียงแนวคิดในอุดมคติมากที่สุด ตามสมการที่ (9) ซึ่งได้ผลดังรูปที่ 22

$$C_i^* = S_i^- / (S_i^* + S_i^-) \quad (9)$$

	S_i^*	S_i^-	$S_i^* + S_i^-$	$C_i = S_i^- / (S_i^* + S_i^-)$
ทางเลือกที่ 1	0.092	0.072	0.164	0.439
ทางเลือกที่ 2	0.055	0.119	0.174	0.686
ทางเลือกที่ 3	0.094	0.092	0.186	0.495

รูปที่ 22 การคำนวณหาดัชนีประสิทธิภาพที่ใกล้เคียงแนวคิดในอุดมคติมากที่สุด

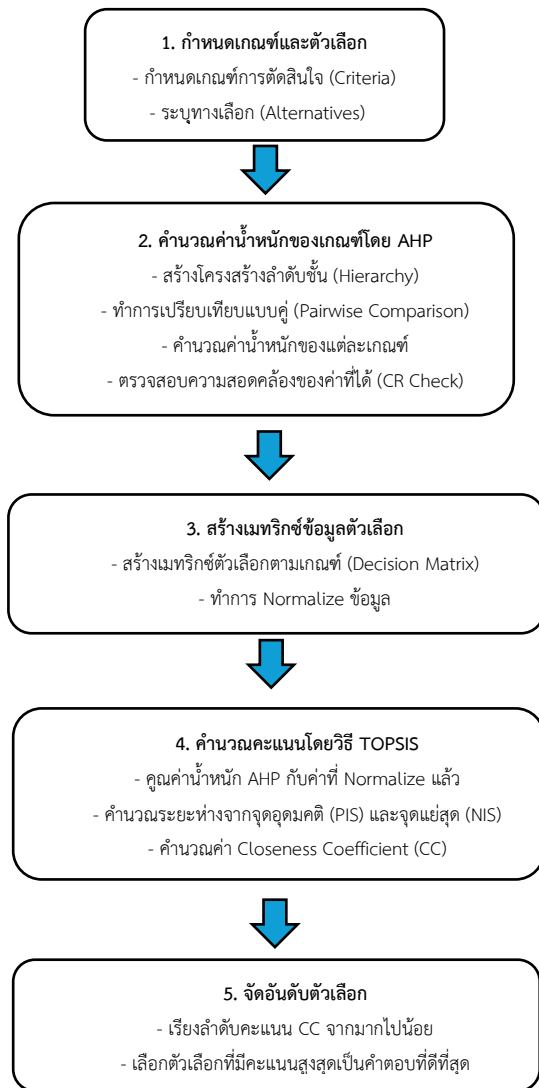
โดยที่	r_{ij}	คือ คะแนนเชิงตัวเลข
	V_{ij}	คือ น้ำหนักของคะแนนเชิงตัวเลขที่ผ่านการปรับให้เป็นค่ามาตรฐานแล้ว
	W_{ij}	คือ น้ำหนักของคะแนนเชิงตัวเลขที่ยังไม่ผ่านการปรับให้เป็นค่ามาตรฐาน
	A^*	คือ เซตของคะแนนเชิงบวก
	A^-	คือ เซตของคะแนนเชิงลบ
	S_i^*	คือ ระยะทางของค่าคะแนนเชิงตัวเลข (S^*) ของแต่ละหลักเกณฑ์แต่ละทางเลือกเมื่อเทียบกับคะแนนเชิงบวก (A^*)
	S_i^-	คือ ระยะทางของค่าคะแนนเชิงตัวเลข (S^-) ของแต่ละหลักเกณฑ์แต่ละทางเลือกเมื่อเทียบกับคะแนนเชิงลบ (A^-)
	C_i^*	คือ ความสัมพันธ์เข้าใกล้แนวคิดเชิงปัญหา
	X_{ij}	คือ คะแนนของทางเลือก i เกณฑ์ j
	m	คือ ทางเลือก
	n	คือ เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณา
	V_{Aij}	คือ น้ำหนักของคะแนนเชิงตัวเลขที่ผ่านการปรับให้เป็นค่ามาตรฐานแล้วคูณกับค่าน้ำหนักความสำคัญ
	V_j	คือ ค่า V_{Aij} เชิงลบของแต่ละปัจจัย
	V_j^+	คือ ค่า V_{Aij} เชิงบวกของแต่ละปัจจัย

3.5.8 จัดลำดับความเหมาะสมของแนวทางเลือกถนน สาย ข2 ตามดัชนีประสิทธิภาพที่ใกล้เคียงแนวคิดในอุดมคติมากที่สุด ดังรูปที่ 23

	C_i	rank
ทางเลือกที่ 1	0.439	<u>3</u>
ทางเลือกที่ 2	0.686	<u>1</u>
ทางเลือกที่ 3	0.495	<u>2</u>

รูปที่ 23 จัดลำดับความเหมาะสมของแนวทางเลือกถนน สาย ข2 ตามดัชนีประสิทธิภาพที่ใกล้เคียงแนวคิดในอุดมคติมากที่สุด

ซึ่งสามารถสรุปขั้นตอนการวิเคราะห์โดยวิธี AHP-TOPSIS ดังรูปที่ 24



รูปที่ 24 สรุปขั้นตอนการวิเคราะห์โดยวิธี AHP-TOPSIS

จากนั้นได้ทำการวิเคราะห์ความอ่อนไหว (Sensitivity Analysis) โดยการเปลี่ยนแปลงค่าของข้อมูลของปัจจัยย่อยสามารถมีความแปรปรวนได้ เช่น ค่าก่อสร้าง ค่าทดแทนอสังหาริมทรัพย์ และปริมาณจราจรคาดการณ์ในช่วง $\pm 20\%$ แล้วในไปวิเคราะห์ด้วยวิธี AHP-TOPSIS ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์เท่ากันทุกกรณีดังรูปที่ 25

	S_i^+	S_i^-	$S_i^+ + S_i^-$	$CI = S_i^- / (S_i^+ + S_i^-)$
ทางเลือกที่ 1	0.092	0.072	0.164	0.439
ทางเลือกที่ 2	0.055	0.119	0.174	0.686
ทางเลือกที่ 3	0.094	0.092	0.186	0.495

รูปที่ 25 การคำนวณหาดัชนีประสิทธิภาพที่ใกล้เคียงนอคมคติมากที่สุดในการวิเคราะห์ความอ่อนไหวทุกกรณี

4. สรุปผล

จากการศึกษาวิจัยพบว่า วิธีการ AHP นั้น สามารถนำมาปรับใช้ในการให้ค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยต่าง ๆ ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง ได้อย่างลงตัว และ เป็นที่ยอมรับของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญโดยผลลัพธ์ที่ได้มาจากการวิเคราะห์ด้วยวิธี AHP พบว่า ผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่ได้ให้ค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยหลักไปที่ปัจจัยด้านผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและชุมชน (ร้อยละ 41) ส่วนปัจจัยด้านการลงทุน (ร้อยละ 30) และปัจจัยด้านวิศวกรรมและจราจร (ร้อยละ 29) มีความใกล้เคียงกัน ซึ่งผลการให้ค่าน้ำหนักปัจจัยหลักจะสอดคล้องกับการศึกษาความเหมาะสมของแนวเส้นทางถนนแนวใหม่ [9], [10] ที่ให้ค่าน้ำหนักปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม มากกว่าปัจจัยด้านการลงทุน และด้านวิศวกรรมที่มีความค่าน้ำหนักความสำคัญใกล้เคียง ขณะที่ปัจจัยย่อยที่มีค่าน้ำหนักความสำคัญมากที่สุด 3 อันดับแรก คือปัจจัยด้านมูลค่าเวนคืนอสังหาริมทรัพย์ ปัจจัยด้านผลกระทบต่อกรรื้อย้ายสิ่งปลูกสร้าง และปัจจัยด้านการกระจายปริมาณจราจร ตามลำดับ ส่วนปัจจัยย่อยที่มีค่าน้ำหนักน้อยที่สุด 3 อันดับ คือ ปัจจัยด้านความยาวแนวเส้นทาง ปัจจัยด้านความสอดคล้องตามแผนผังโครงการคมนาคมและขนส่ง ผังเมืองรวมเมืองสระบุรี และปัจจัยด้านผลกระทบต่อคุณภาพอากาศ เสียง และความสั่นสะเทือน ตามลำดับ ส่วนวิธีการ TOPSIS นั้นก็สามารถนำมาใช้เป็นตัวช่วยในการเลือกเส้นทางจากทางเลือกต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสมเช่นกัน ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์นั้นได้ระบุว่า เส้นทางเลือกที่ 2 นั้นมีเหมาะสมในการดำเนินการก่อสร้างมากที่สุด ตามมาด้วย เส้นทางเลือกที่ 3 และเส้นทางเลือกที่ 1 ตามลำดับ ซึ่งผลการศึกษานั้นเป็นที่ยอมรับได้และสอดคล้องกับค่าน้ำหนักความสำคัญเนื่องจาก ทางเลือกที่ 2 มีค่ามูลค่าเวนคืนอสังหาริมทรัพย์ และ ผลกระทบต่อการรื้อย้ายสิ่งปลูกสร้างน้อยที่สุด ทำให้มีความใกล้เคียงกับค่าในอุดมคติมากที่สุด

ซึ่งสามารถสรุปการเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียระหว่าง AHP, TOPSIS และ AHP+TOPSIS ได้ดังรูปที่ 26

ประเด็นเปรียบเทียบ	AHP	TOPSIS	AHP-TOPSIS
ข้อดี	- เข้าใจง่าย - สามารถจัดลำดับความสำคัญได้อย่างเป็นระบบ - มีการตรวจสอบความสอดคล้อง - ใช้กับปัจจัยเชิงคุณภาพได้ดี	- สามารถใช้ข้อมูลตัวเลขได้โดยตรง - จัดอันดับทางเลือกได้อย่างเป็นรูปธรรม - คำนวณได้รวดเร็วไม่ต้องใช้การเปรียบเทียบแบบคู่	- ได้ค่าน้ำหนักที่เหมาะสมจาก AHP และการจัดอันดับที่แม่นยำจาก TOPSIS - ลดข้อจำกัดของวิธี ทำให้เพิ่มความน่าเชื่อถือ
ข้อเสีย	- ใช้เวลานานในการเปรียบเทียบแบบคู่ - มีโอกาสเกิดความลำเอียงจากผู้เชี่ยวชาญ - ไม่เหมาะสมสำหรับตัวเลือกจำนวนมาก	- ไม่สามารถกำหนดค่าน้ำหนักของเกณฑ์ได้เอง - อ่อนไหวต่อค่าข้อมูลที่ผิดพลาด - ไม่สามารถตรวจสอบความสอดคล้องของข้อมูลได้	- กระบวนการซับซ้อนขึ้น - ใช้เวลามากขึ้นหากมีทางเลือกจำนวนมาก - อาจต้องใช้ซอฟต์แวร์ช่วยในการประมวลผล
ประเภทข้อมูลที่เหมาะสม	ข้อมูลเชิงคุณภาพหรือที่ปริมาณ	ข้อมูลเชิงปริมาณ	เชิงคุณภาพ (AHP) + เชิงปริมาณ (TOPSIS)
ความเหมาะสมกับปัญหา	ปัญหาที่มีโครงสร้างชัดเจน และมีผู้เชี่ยวชาญที่ให้ข้อมูลได้	ปัญหาที่ต้องเปรียบเทียบหลายตัวเลือกจากข้อมูลเชิงตัวเลข	ปัญหาซับซ้อนที่ต้องการทั้งโครงสร้างของเกณฑ์และความแม่นยำในการจัดอันดับ

รูปที่ 25 สรุปการเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียระหว่าง AHP, TOPSIS และ AHP+TOPSIS

และจากการวิเคราะห์ความอ่อนไหว (Sensitivity Analysis) โดยปรับข้อมูลด้านปัจจัยย่อยที่มีความผันผวนทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านราคาค่าก่อสร้าง ด้านราคาค่าทดแทนอสังหาริมทรัพย์ และด้านการกระจายปริมาณจราจรที่ไม่ว่าจะปรับเพิ่มขึ้น 20 % หรือ ลดลง 20 % จะได้ผลการวิเคราะห์เท่าเดิมเนื่องจากเป็นการเพิ่มขึ้น และลดลงของข้อมูลทั้ง 3 ทางเลือก ในสัดส่วนที่เท่ากัน ซึ่งการวิเคราะห์ด้วยวิธี TOPSIS ที่ปรับสเกลให้แต่ละปัจจัยมาอยู่ในสเกลเดียวกันแล้วจึงไม่มีผลต่อการวิเคราะห์ ยกเว้นแต่จะเพิ่ม-ลด ข้อมูลของแต่ละทางเลือกไม่เท่ากัน

โดยผลของการศึกษานี้สามารถนำไปช่วยพัฒนาเมืองสระบุรีได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีความคุ้มค่ามากที่สุดจากเลือกแนวเส้นทางถนนสาย ข2 ซึ่งเมื่อนำไปรวมกับ ถนนสาย ง3 ตามผังเมืองแล้วจะทำให้เกิดโครงข่ายถนนขึ้น ซึ่งปัจจุบันเป็นส่วนที่ขาดไปส่งผลให้เกิดปัญหาจราจรดังที่กล่าวไว้เบื้องต้น ทำให้การศึกษานี้สามารถลดปัญหาการจราจรดังกล่าวได้

ซึ่งโดยที่ความเป็นจริงแล้วจะต้องถามความเห็นชอบของผู้ที่ได้รับผลกระทบก่อนถึงจะดำเนินการก่อสร้างได้ และอาจจะมียปัจจัยอื่น ๆ มากกว่านี้เข้ามาเกี่ยวข้อง ซึ่งผู้วิจัยจะได้ทำการศึกษา ปรับแก้ต่อไปในอนาคต

5. ข้อเสนอแนะ

การที่มีปัจจัยและเกณฑ์ต่างๆ ที่มาก ส่งผลให้จำนวนแบบสอบถามที่ต้องตอบมีมาก จึงทำให้ผู้ตอบแบบสอบถามไม่ได้คิดวิเคราะห์ให้ถี่ถ้วน จึงทำให้เกิดความไม่สอดคล้องของข้อมูลทั้งนี้ผู้วิจัยจึงได้แบ่งปัจจัยหลักก่อนแล้วค่อยสร้างปัจจัยย่อย เข้ามาช่วยเพื่อลดจำนวนแบบสอบถามที่ผู้เชี่ยวชาญต้องตอบเพื่อให้ผู้ตอบได้คิด วิเคราะห์อย่างถี่ถ้วน ส่งผลให้ข้อมูลมีความสอดคล้องกัน

ในอนาคตอาจจะมีปัจจัยอื่นๆ ที่มีผลต่อการตัดสินใจในการเลือกแนวเส้นทางถนนสาย ข2 เช่น ความปลอดภัยบริเวณจุดเชื่อมต่อกับถนนสาย ง3 หรือการขยายเขตทางจากที่กำหนดในผังเมืองรวมเมืองสระบุรี เป็นต้น และเสนอให้การประเมินผลภายหลังในอนาคตหากมีการนำผลลัพธ์ไปใช้งานจริง

สามารถนำมาเขียนเป็น Code โปรแกรมสำเร็จรูป หรือ Macro Excel เพื่อให้ง่ายต่อการใช้งานมากยิ่งขึ้น

สามารถนำข้อมูลทาง GIS (Geographic Information System) เช่น ระดับสูง-ต่ำของพื้นที่ ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน หรือ ภาพถ่ายผ่านดาวเทียม เป็นต้น เพื่อใช้ในการวิเคราะห์เพิ่มเติมได้

สามารถนำวิธี AHP-TOPSIS ไปใช้ในการคัดเลือกโครงสร้างพื้นฐานอื่นๆ ได้ เช่น การเลือกตำแหน่งสร้างสะพานข้ามแม่น้ำ การคัดเลือกตำแหน่งการสร้างเขื่อน เป็นต้น

สามารถวิเคราะห์ความอ่อนไหวโดยการปรับเพิ่ม-ลดข้อมูลของปัจจัยย่อยของแต่ละทางเลือกในสัดส่วนที่เท่ากันเพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือได้

เนื่องจากการศึกษานี้ได้สอบถามผู้เชี่ยวชาญมีประสบการณ์ด้านงานทางที่ จำนวนเพียง 5 คน ในการศึกษาในอนาคตอาจจะใช้จำนวนผู้เชี่ยวชาญมากกว่านี้ได้ เพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือ

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาค้นคว้าอิสระฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความเมตตาอย่างยั้งจากคณะอาจารย์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ผู้ให้ข้อมูลคำแนะนำอันเป็นประโยชน์ต่อการจัดทำการศึกษา ค้นคว้าอิสระฉบับนี้ และขอขอบคุณหน่วยงานต่างๆ ที่กรุณาให้ข้อมูลในการศึกษาค้นคว้าอิสระครั้งนี้ด้วย อันส่งผลต่อผลงานการศึกษานี้เป็นอย่างมาก ผู้วิจัยรู้สึกขอบพระคุณและเคารพเป็นอย่างสูง โดยการศึกษา ค้นคว้าอิสระครั้งนี้จะเป็นประโยชน์สำหรับการคัดเลือกแนวเส้นทางถนนสาย ข2 ตามผังเมืองรวมเมืองสระบุรีต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- [1] อภิรติ สรวีสูตร (2559). การตัดสินใจแบบหลายเกณฑ์ : เปรียบเทียบแนวคิดและวิธีการระหว่าง SAW AHP และ TOPSIS. *วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์*, ปีที่ 8, ฉบับที่ 2, หน้า 180-192.
- [2] อนุวัฒน์ จันมะโน (2560). การประยุกต์ใช้เทคนิค TOPSIS ในการคัดเลือกตำแหน่งที่ตั้งชุมสาย กรณีศึกษาชุมสาย สายย่อย เขตเวียงหนองคายของ บริษัทยูนิเค็ดอินฟอร์เมชั่นไฮเวย์ จำกัด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต.
- [3] พัฒนา จิตติถาวร. (2561). การประยุกต์ใช้วิธีการ AHP และ TOPSIS ในการคัดเลือกเส้นทางปรับปรุงท่อประปา ในพื้นที่สำนักงานประปาสาขาประชาชื่น. สารนิพนธ์, มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต.
- [4] เมธาวุฒิ สีหามาศย์ และ พรจิตา งามะพันธ์. (2563). แนวทางการจัดลำดับความสำคัญการพัฒนาถนนผังเมือง กรณีศึกษาเมืองนครราชสีมา, ปีที่ 10, ฉบับที่ 2, หน้า 195-217.
- [5] Imane Benallou, Abellah Azmant, Monir Azmani. (2023). A Combined AHP-TOPSIS Model For The Evaluation and Selection of Truck Drivers. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, 101, pp. 2837-2847.
- [6] Maulia Rahman. (2024). Comparative Analysis of AHP and TOPSIS Methods in Retail Business Location Selection Decision Support System. *Journal Electrical and Computer Experiences*, 2, pp. 52-57.
- [7] H. Kanj, Y. Kotb, M. Alakkoumi and S. Kanj. 2024. (2024). Dynamic Decision Making Process for Dangerous Good Transportation Using a Combination of TOPSIS and AHP Methods With Fuzzy Sets. *IEEE Access*, 12, pp. 40450-40479.

- [8] D. Frederick, A. Femandes, R. Frank, M. Femandes, K. Kruthika. (2024). Evaluating Online Food Delivery Servicest Efficiency Through AHP and TOPSIS. Library Progress International, 44, pp. 182-189.
- [9] Rahayu Sulistyorini. (2024). Application of a Two-Step Fuzzy-AHP and TOPSIS Methodology in Urban Access Road Route Selection. Research Square.
<https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-4076394/v1>
- [10] Liu C, Wang Q, Cao Z (2022) An intelligent optimization method for highway route selection based on comprehensive weight and TOPSIS. PLoS ONE 17 (2): e0262588.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0262588>