การศึกษาปัจจัยที่ทำให้เกิดปัญหาและส่งผลกระทบต่อการบริหารงาน กรณีศึกษาโครงการก่อสร้างระบบประปาบาดาลขนาดใหญ่ สำนักทรัพยากรน้ำบาดาล เขต 2 (สุพรรณบุรี)

A Study of Factors Causing Problems and Impacts on Project Management A Case Study of Large-Scale Groundwater Supply System Construction Projects by the Groundwater Resources Regional Office 2, (Suphan Buri)

อาภากร นิลประภาพร[1]*, วัชระ สัตยาประเสริฐ[2]

[1,2] สาขาวิชาวิศวกรรมโครงสร้างพื้นฐานและการบริหารงานก่อสร้าง ภาควิชาวิศวกรรมโยธา สถาบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร กรุงเทพมหานคร

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

บทคัดย่อ

ในปีงบประมาณ 2565 สำนักทรัพยากรน้ำบาดาล เขต 2 (สุพรรณบุรี) ได้ดำเนินโครงการจัดหาน้ำบาดาลขนาดใหญ่เพื่อแก้ปัญหาภัยแล้งตามพระราชดำริ จำนวน 5 โครงการ ในพื้นที่จังหวัดกาญจนบุรี ซึ่งเป็นโครงการที่ใช้งบประมาณสูง การบริหารจัดการที่มีประสิทธิภาพและลดปัญหาในกระบวนการก่อสร้างจึงมีความสำคัญยิ่ง การศึกษานี้มุ่งวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อการบริหารงานก่อสร้าง โดยใช้กระบวนการวิเคราะห์เชิงโครงข่าย (Analytic Network Process, ANP) ซึ่งช่วยประเมินปัจจัยที่ซับซ้อน และมีผลกระทบทั้งทางตรงและทางอ้อม ภายใต้หลักเกณฑ์ 5 ด้าน และเกณฑ์รอง 20 ประการ ได้แก่ บุคลากร และการบริหารจัดการโครงการ (ปริมาณแรงงานก่อสร้าง การประสานงานระหว่างผู้ว่าจ้างและผู้รับจ้าง ประสบการณ์ในการควบคุมงานของวิศวกรหรือช่างเทคนิคของผู้ว่าจ้าง ความชำนาญในการบำรุงรักษาระบบของท้องถิ่น ความพร้อมในการรับผิดชอบค่าไฟฟ้า และงบประมาณในการซ่อมบำรุงระบบของท้องถิ่น), วัสดุอุปกรณ์และเครื่องจักร (ประสิทธิภาพของเครื่องจักร การรอคิวเช่าเครื่องจักร คุณภาพของวัสดุ และวัสดุอุปกรณ์ขาดตลาด), ขั้นตอนและวิธีการก่อสร้าง (การวางแผนแรงงานก่อสร้าง ความชัดเจนของแบบก่อสร้าง การวางแผนด้านเวลาการทำงาน และผู้รับจ้างเข้าดำเนินการในพื้นที่ล่าช้า), ประสิทธิผลของงานก่อสร้าง (การควบคุมงบประมาณในการก่อสร้าง ความล่าช้าในงานก่อสร้าง และคุณภาพของผลการก่อสร้าง), และปัจจัยผลกระทบภายนอก (ส่งมอบพื้นที่ล่าช้า ภัยธรรมชาติ ความซับซ้อนของงานก่อสร้าง) กระบวนการศึกษาประกอบด้วยการสัมภาษณ์ผู้ควบคุมงาน และกรรมการตรวจรับพัสดุ เพื่อวิเคราะห์ปัญหาหลักๆ ที่เกิดขึ้น และผลกระทบต่อโครงการที่เป็นกรณีศึกษาโดยใช้การวิเคราะห์ด้วย ANP ช่วยระบุโครงการที่มีการบริหารจัดการดีที่สุด และเกิดปัญหาน้อยที่สุด ผลการศึกษาพบว่าปัจจัยที่ทำให้เกิดปัญหาและส่งผลกระทบต่อการบริหารงานโครงการฯ 3 อันดับแรก คือ ความซับซ้อนของงานก่อสร้าง ซึ่งมีค่าความสำคัญของปัจจัย (0.670) 2. ความล่าช้าในงานก่อสร้าง ซึ่งมีค่าความสำคัญของปัจจัย (0.475) 3. ประสิทธิภาพของเครื่องจักรในงานก่อสร้าง ซึ่งมีค่าความสำคัญของปัจจัย (0.417) และโครงการที่มีการบริหารจัดการดีที่สุด และเกิดปัญหาน้อยที่สุด 3 อันดับแรก คือ 1. บ้านหนองบัวหิ่ง หมู่ที่ 4 ตำบลสระลงเรือ อำเภอห้วยกระเจา จังหวัดกาญจนบุรี ค่าความสำคัญของปัจจัย (0.063) 2. บ้านหนองใหญ่ หมู่ที่ 4 ตำบลหนองปลิง อำเภอเลาขวัญ จังหวัดกาญจนบุรี ค่าความสำคัญของปัจจัย (0.042) และ 3. บ้านหลังเขา หมู่ที่ 6 ตำบลหนองกร่าง อำเภอบ่อพลอย จังหวัดกาญจนบุรี ค่าความสำคัญของปัจจัย (0.041) ประโยชน์ที่ได้จากการศึกษาสามารถใช้เป็นแนวทางพัฒนาการบริหารงานก่อสร้างโครงการลักษณะเดียวกันในอนาคต การศึกษานี้ชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของการวางแผน และการจัดการปัจจัยต่าง ๆ อย่างรอบด้าน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ และลดปัญหาในการดำเนินงานก่อสร้างโครงการสาธารณะ

คำสำคัญ: โครงการก่อสร้าง, การบริหารงานก่อสร้าง, ปัญหาในงานก่อสร้าง , Analytic Network Process

Abstract

In the 2022 fiscal year, the Groundwater Resources Regional Office 2 (Suphan Buri) implemented five large-scale groundwater development projects under a royal initiative to address drought issues in Kanchanaburi Province. Given the substantial budget allocated for these projects, effective management and the mitigation of construction-related issues are critical. This study aims to analyze factors affecting construction project management using the Analytic Network Process (ANP), a methodology designed to evaluate complex, interdependent factors. The analysis focused on five primary criteria and 20 sub-criteria, including: personnel and project

management (quantity of construction labor, coordination between the employer and the contractors, experience of the employer's engineers or technicians in project supervision, expertise of local technicians or staff in system maintenance, readiness to take responsibility for electricity costs arising from system usage, and budgets for system maintenance at the local level); materials and machinery (efficiency of machinery, delays in equipment rental, quality of materials, and material shortages); construction methods and procedures (construction labor planning, clarity of construction designs, work time planning, and delays of the contractor in site mobilization); construction effectiveness (construction budget control, construction delays, and quality of construction outcomes); external factors (delayed site handovers, natural disasters, and project complexity). The study involved interviews with project supervisors and procurement committees to identify key issues and their impacts on the case-study projects. The ANP was employed to evaluate and prioritize the projects, identifying those with the best management practices and minimal issues. The study found that the top three factors causing problems and impacting project management are 1. Complexity of construction work, with a factor importance value of 0.670 2. Delays in construction work, with a factor importance value of 0.475 3. Efficiency of machinery used in construction, with a factor importance value of 0.417 The top three projects with the best management and the least issues are 1. Ban Nong Bua Hing, Village No. 4, Sa Long Ruea Subdistrict, Huai Krachao District, Kanchanaburi Province, with a factor importance value of 0.063 2. Ban Nong Yai, Village No. 4, Nong Pling Subdistrict, Lao Khwan District, Kanchanaburi Province, with a factor importance value of 0.042 3. Ban Lang Khao, Village No. 6, Nong Krang Subdistrict, Bo Phloi District, Kanchanaburi Province, with a factor importance value of 0.041 The findings emphasize the importance of comprehensive planning and management of influencing factors to enhance efficiency and reduce challenges in the execution of public infrastructure projects. These insights provide a framework for improving the management of similar construction projects in the future.

Keywords: Construction Project, Construction Management, Problems in Construction, Analytic Network Process

1. บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของงานวิจัย

จากสถานการณ์ภัยแล้งที่ผ่านมา ทำให้ประเทศไทยพบกับปัญหาการขาดแคลนน้ำเป็นประจำทุกปี แหล่งน้ำธรรมชาติขนาดใหญ่มีแนวโน้มที่จะมีปริมาณลดลง ส่งผลให้น้ำไม่เพียงพอต่อความต้องการของประชาชน ไม่สามารถนำมาใช้เพื่อการอุปโภคบริโภคได้อย่างเพียงพอ ประกอบกับการขยายตัวของชุมชนที่มีการขยายตัวใหญ่ขึ้น ทำให้ความต้องการใช้น้ำอุปโภคบริโภคมีมากขึ้นตามไปด้วย ระบบประปาเดิมรวมทั้งแหล่งน้ำจากผิวดินซึ่งเป็นแหล่งน้ำหลักไม่สามารถจ่ายน้ำได้ครอบคลุมทั่วทั้งพื้นที่มีไม่เพียงพอต่อความต้องการ ทำให้มีความจำเป็นต้องพัฒนาแหล่งน้ำบาดาลขึ้นมาใช้ประโยชน์ในพื้นที่ ซึ่งในอดีต อำเภอห้วยกระเจา อำเภอเลาขวัญ และอำเภอบ่อพลอย จังหวัดกาญจนบุรี ขึ้นชื่อว่าเป็น "อีสานภาคกลาง" ประสบปัญหาขาดแคลนน้ำมาโดยตลอด ตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบัน เป็นเวลาหลายสิบปี เนื่องจากสภาพภูมิประเทศเป็นที่ราบเชิงเขา และเป็นพื้นที่เงาฝน (Rain shadow) ไม่มีแม่น้ำไหลผ่าน คลองธรรมชาติก็จะมีน้ำเฉพาะช่วงฤดูฝนไม่มีน้ำในช่วงฤดูแล้ง เมื่อฝนตกน้ำไหลผ่านไปที่ซึ่งลุ่มกว่าในเขตจังหวัดสุพรรณบุรี และไม่มีระบบชลประทาน ทำให้มีสภาพพื้นที่แห้งแล้งขาดแคลนน้ำสำหรับการอุปโภคบริโภค และน้ำสำหรับการเกษตรเพื่อเป็นการแก้ไขปัญหาดังกล่าว และเพิ่มความมั่นคงในการเข้าถึงแหล่งน้ำ อีกทั้งเพื่อช่วยบรรเทาความเดือดร้อนให้กับประชาชนยามเกิดสภาวะภัยพิบัติ กรมทรัพยากรน้ำบาดาลจึงได้มีการก่อสร้างโครงการก่อสร้างระบบประปาบาดาลขนาดใหญ่ขึ้นเพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1 ศึกษา ทบทวน และสรุปปัจจัยที่ส่งผลต่อการบริหารงานโครงการก่อสร้างระบบประปาบาดาลขนาดใหญ่ของสำนักทรัพยากรน้ำบาดาล เขต 2 (สุพรรณบุรี)

1.2.2 ศึกษาเปรียบเทียบโครงการก่อสร้างระบบประปาบาดาลขนาดใหญ่ของสำนักทรัพยากรน้ำบาดาล เขต 2 สุพรรณบุรี จำนวน 5 โครงการ

1.2.3 จัดทำโครงสร้างความสัมพันธ์ของหลักเกณฑ์และทางเลือกในการบริหารงานโครงการก่อสร้างระบบประปาบาดาลขนาดใหญ่ของ สำนักทรัพยากรน้ำบาดาล เขต 2 สุพรรณบุรี ด้วยกระบวนการวิเคราะห์เชิงโครงข่าย (Analytic Network Process, ANP)

1.2.4 วิเคราะห์ลำดับความสำคัญของปัจจัยที่เลือกใช้สำหรับการศึกษาและสรุปผลการวิเคราะห์โครงการที่บริหารจัดการได้ดีที่สุด

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1.3.1 ทำการศึกษาเฉพาะโครงการก่อสร้างระบบประปาบาดาลขนาดใหญ่ ซึ่งประกอบไปด้วย บ่อน้ำบาดาลพร้อมเครื่องสูบน้ำไฟฟ้า, ถังเหล็กเก็บน้ำ, หอถังเหล็กเก็บน้ำชนิดรักษาแรงดัน, ถังกรองสนิมเหล็กขนาดใหญ่, อาคารสูบน้ำพร้อมเครื่องสูบน้ำชนิด Vertical Multistage, จุดจ่ายน้ำถาวร, อาคารศูนย์เรียนรู้ด้านน้ำบาดาลของสำนักทรัพยากรน้ำบาดาล เขต 2 (สุพรรณบุรี) พื้นที่ จังหวัดกาญจนบุรี จำนวน 5 โครงการ เท่านั้น ได้แก่

- บ้านหนองบัวหิ่ง หมู่ที่ 4 ตำบลสระลงเรือ อำเภอห้วยกระเจา จังหวัดกาญจนบุรี

- บ้านหนองใหญ่ หมู่ที่ 4 ตำบลหนองปลิง อำเภอเลาขวัญ จังหวัดกาญจนบุรี

- บ้านหนองข่อย หมู่ที่ 9 ตำบลหนองนกแก้ว อำเภอเลาขวัญ จังหวัดกาญจนบุรี

- บ้านหนองงิ้วโล้ง หมู่ที่ 9 ตำบลหนองโสน อำเภอเลาขวัญ จังหวัดกาญจนบุรี

- บ้านหลังเขา หมู่ที่ 6 ตำบลหนองกร่าง อำเภอบ่อพลอย จังหวัดกาญจนบุรี

1.3.2 งานวิจัยนี้จะใช้การวิเคราะห์เชิงโครงข่าย (Analytic Network Process, ANP) ในการจัดลำดับโครงการที่สามารถบริหารงานก่อสร้างระบบประปาบาดาลขนาดใหญ่ได้ดีที่สุดและเกิดปัญหาน้อยที่สุด

1.3.3 เกณฑ์ที่ใช้ในการคัดเลือกเพื่อนำมาเข้าสู่กระบวนการการวิเคราะห์เชิงโครงข่าย (Analytic Network Process, ANP) ซึ่งจะประกอบไปด้วย 5 เกณฑ์หลัก 20 เกณฑ์รอง ได้แก่

- ด้านบุคลากรและบริหารจัดการโครงการฯ
    - ปริมาณแรงงานก่อสร้าง
    - การประสานงานระหว่างผู้ว่าจ้างและผู้รับจ้าง
    - ประสบการณ์ในการควบคุมงานของวิศวกรหรือช่างเทคนิคของผู้ว่าจ้าง
    - ความชำนาญในการบำรุงรักษาระบบของท้องถิ่น
    - ความพร้อมในการรับผิดชอบค่าไฟ
    - งบประมาณในการซ่อมบำรุงระบบของท้องถิ่น
- ด้านวัสดุอุปกรณ์และเครื่องจักร
    - ประสิทธิภาพของเครื่องจักรในงานก่อสร้าง
    - การรอคิวเช่าเครื่องจักร
    - คุณภาพของวัสดุ
    - วัสดุอุปกรณ์ขาดตลาด
- ขั้นตอนวิธีการก่อสร้างและด้านอื่นๆในงานก่อสร้าง
    - การวางแผนด้านแรงงานก่อสร้าง
    - ความชัดเจนของแบบก่อสร้าง
    - การวางแผนด้านเวลาการทำงาน
    - ผู้รับจ้างเข้าดำเนินการในพื้นที่ล่าช้า
- ด้านประสิทธิผลของงานก่อสร้าง
    - การควบคุมงบประมาณในการก่อสร้าง
    - ความล่าช้าในงานก่อสร้าง
    - คุณภาพของผลการก่อสร้าง
- ด้านปัจจัยผลกระทบภายนอก
    - ส่งมอบพื้นที่ล่าช้า
    - ภัยธรรมชาติ
    - ความซับซ้อนของงานก่อสร้าง

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ทราบถึงปัจจัยต่างๆ ที่ส่งผลต่อการบริหารงานโครงการฯ

1.4.2 สามารถแสดงให้เห็นถึงข้อเด่นข้อด้อยในการบริหารงานของแต่ละโครงการ

1.4.3 สามารถใช้เป็นแนวทางในการบริหารงานโครงการอื่นๆ ได้ในอนาคต

1.4.4 ทำให้ทราบว่า การบริหารงานโครงการแบบใดนำไปสู่ผลสำเร็จได้ดีที่สุด

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ปัจจัยที่มีผลต่อการบริหารงานก่อสร้าง

ปัจจัยหลักในการบริหารงาน ก่อสร้าง หรือ 5'M ประกอบด้วย บุคลากรที่เกี่ยวข้อง (Man) การเงิน (Money) เครื่องจักรในการก่อสร้าง (Machine) วัสดุอุปกรณ์ในการก่อสร้าง (Material) และขั้นตอนวิธีการก่อสร้าง (Method) ประกอบด้วย

1. บุคลากรที่เกี่ยวข้อง (Man) ต้องมีปริมาณเพียงพอและเหมาะสมกับงาน และเป็นบุคคลที่มีประสิทธิภาพ, สมรรถภาพ, มีวินัย, และมีความรับผิดชอบ

2. การเงิน (Money) ต้องมีสถานะทางการเงินมั่นคงเพียงพอที่จะหมุนเวียนให้เกิดสภาพคล่อง มิฉะนั้นอาจทำให้งานก่อสร้างต้อง หยุดชะงักลง

3. เครื่องจักรในงานก่อสร้าง (Machine) ต้องมีปริมาณและประสิทธิภาพ เพียงพอ

4. วัสดุอุปกรณ์ก่อสร้าง (Material) ต้องมีวัสดุและอุปกรณ์อย่างเพียงพอ ในขณะดำเนินการ

5. ขั้นตอนวิธีการก่อสร้าง (Method) ต้องมีเทคนิคหรือขั้นตอนในการ วางแผนงานในการก่อสร้างอย่างเหมาะสม

6. ปัจจัยอื่นๆ (Other) หมายถึงปัญหาที่มีสาเหตุมาจากปัจจัยภายนอก เช่น ภัยธรรมชาติ, ความล่าช้าของระบบโลจิสติกส์, สภาวะเศรษฐกิจ และการเมือง, วันหยุดประจำเทศกาลและวันหยุดฉุกเฉิน

2.2 การวิเคราะห์เชิงโครงข่าย (Analytic Network Process, ANP)

การวิเคราะห์เชิงโครงข่าย (Analytic Network Process, ANP) เป็น กระบวนวิธีที่เข้าใจได้ง่ายและทรงพลังเป็นอย่างมากในการประเมินและวิเคราะห์ปัญหาหลายปัจจัยที่มีผลกระทบทั้งทางตรงและย้อนกลับของโครงสร้างปัญหาที่มีความซับซ้อนเพื่อสนับสนุน กระบวนการประมวลผลปัญหาและทำการตัดสินใจโดยกลุ่มคนหรือบุคคลใดๆ การวิเคราะห์เชิงโครงข่ายเป็นกระบวนวิธีซึ่งใช้ระบบโครงสร้างเชิงโครงข่าย (network) ซึ่งประกอบด้วย กลุ่มขององค์ประกอบการวิเคราะห์ เช่น กลุ่มของปัจจัยต่างๆ และกลุ่มของทางเลือกในการตัดสินใจ ประเด็นสำคัญในการวางโครงสร้างแบบสอบถาม สำหรับการประเมินแบบเปรียบเทียบความสำคัญทีละคู่ ได้แก่

- การประเมินว่ามีผลกระทบระหว่างกลุ่มปัจจัยใดบ้าง และมีผลกระทบระหว่าง กลุ่มปัจจัยใดกับกลุ่มทางเลือกบ้างรวมถึงแต่ละผลกระทบมีขนาดความสัมพันธ์ มากหรือน้อยอย่างไร

- การประเมินว่ามีผลกระทบภายในของปัจจัยแต่ละปัจจัยต่อกลุ่มของปัจจัยโดยรวมหรือไม่รวมถึงแต่ละผลกระทบมีขนาดความสัมพันธ์ มากหรือน้อยอย่างไร

- การประเมินลักษณะของผลกระทบของแต่ละปัจจัยต่อกลุ่มของปัจจัยต่างๆ รวมถึงแต่ละผลกระทบมีขนาดความสัมพันธ์ มากหรือน้อยอย่างไร

- การจัดทำแผนภาพโครงสร้างเชิงโครงข่าย ให้ใช้สัญลักษณ์ลูกศรแสดงว่ากลุ่มองค์ประกอบการวิเคราะห์ที่ต้นลูกศรนั้น มีผลกระทบกับกลุ่มองค์ประกอบการวิเคราะห์ที่ปลายลูกศรให้ทำการปรับสีกล่องข้อความของปัจจัยแต่ละปัจจัยในแต่ละกลุ่ม เพื่อแสดงว่าปัจจัยใดบ้างที่ถูกพิจารณาสำหรับแต่ละความสัมพันธ์

- การพิจารณาว่าผลกระทบของความสัมพันธ์โดยรวมของโครงข่ายมีลักษณะของวงจร (cyclicity) เกิดขึ้นหรือไม่นั้น เนื่องจากระเบียบวิธีการวิเคราะห์ และความหมายของผล การวิเคราะห์จะแตกต่างกันไปเล็กน้อย

- ที่เลือกใช้การวิเคราะห์เชิงโครงข่าย (Analytic Network Process, ANP) เนื่องจากสามารถการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีความซับซ้อนมากๆได้ ซึ่งในความเป็นจริง ระดับความสำคัญขององค์ประกอบปัญหาต่างๆ อาจมีผลกระทบในลักษณะทางตรงและทางย้อนกลับ ผลกระทบภายใน และผลกระทบระหว่างกลุ่มปัจจัย ซึ่งการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (AHP) ไม่สามารถคิดคำนวณผลกระทบเหล่านี้ได้

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

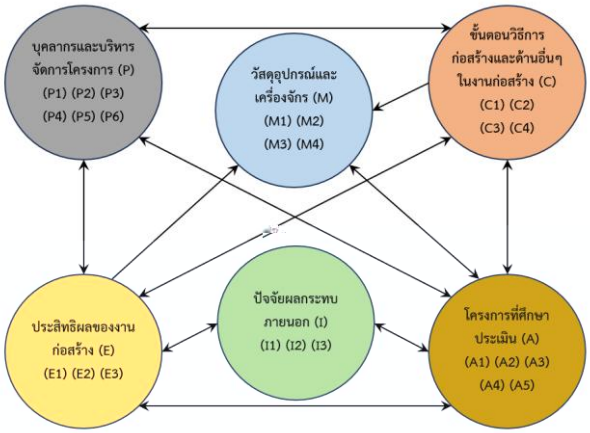
ได้มีการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความล่าช้าในงานก่อสร้างต่างๆ เช่น ปัจจัยที่มีผลต่อความล่าช้าในโครงการก่อสร้างถนนขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในเขตปริมณฑล (ทัต, 2555), การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความล่าช้าในโครงการก่อสร้างอาคารในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (วุฒิพงศ์, 2559), สาเหตุที่ทำให้เกิดความล่าช้าในโครงการก่อสร้างขององค์กรปกครอง ส่วนท้องถิ่นในเขตอำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม (โสภณ, 2559), การจัดลำดับปัจจัยที่มีผลต่อความล่าช้าในโครงการก่อสร้างถนนขององค์การบริหารส่วนจังหวัดปราจีนบุรี (ธรณินทร์, 2560), ปัจจัยที่ทำให้เกิดความล่าช้าในการดำเนินงานโครงการก่อสร้างอาคารชลประทานของสำนักงานชลประทานที่ 9 (พรรษมลและอภิชาต, 2561), ปัญหา, ปัจจัยและการปรับปรุงงานก่อสร้างที่ล่าช้าของงานราชการ (สมัครและณรงค์, 2552), และได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์เชิงโครงข่าย (Analytic Network Process, ANP) เช่น การศึกษาวิเคราะห์แนวทางการก่อสร้างทางเท้าและทางจักรยานโดยใช้วัสดุรีไซเคิลสำเร็จรูป โดยนำกระบวนการวิเคราะห์เชิงโครงข่าย (Analytic Network Process, ANP) (จอมพล, 2565), การคัดเลือกชุดโครงการโดยการประยุกต์ใช้กระบวนการโครงข่ายเชิงวิเคราะห์ (ไพโรจน์และมานพ, 2555) การประเมินลำดับความสำคัญของทางเลือกในการวางแนวทางหลวง โดยใช้กระบวนการวิเคราะห์เชิงโครงข่าย (มงกุฎ, 2549)

3. กรอบแนวคิดในงานวิจัย

ระเบียบวิธีในการศึกษาโครงการก่อสร้างที่มีการบริหารจัดการได้ดีที่สุดนั้น ผู้วิจัยได้เลือกกำหนดแนวทางในการศึกษาภายใต้กรอบการศึกษา ดังต่อไปนี้



รูปที่ 1 ภาพกรอบการศึกษางานวิจัย (Conceptual Framework)



รูปที่ 2 ภาพกรอบงานวิจัยกระบวนการการวิเคราะห์เชิงโครงข่าย (Analytic Network Process framework)

ตารางที่ 1 หลักเกณฑ์และปัจจัยที่ส่งผลต่อการบริหารงานโครงการก่อสร้าง

ด้านบุคลากรและบริหารจัดการโครงการ (P)	
ตัวแปร	ปัจจัย
P1	ปริมาณแรงงานก่อสร้าง
P2	การประสานงานระหว่างผู้ว่าจ้างและผู้รับจ้าง
P3	ประสบการณ์ในการควบคุมงานของวิศวกรหรือช่างเทคนิคของผู้ว่าจ้าง
P4	ความชำนาญในการบำรุงรักษาระบบของช่างหรือเจ้าหน้าท้องถิ่น
P5	ความพร้อมในการรับผิดชอบค่าไฟที่เกิดขึ้นจากการใช้งานระบบ
P6	งบประมาณในการซ่อมบำรุงระบบของท้องถิ่น
ด้านวัสดุอุปกรณ์และเครื่องจักร (M)	
M1	ประสิทธิภาพของเครื่องจักรในงานก่อสร้าง
M2	การรอคิวเช่าเครื่องจักร
M3	คุณภาพของวัสดุ

M4	วัสดุอุปกรณ์ก่อสร้างขาดตลาด
ด้านขั้นตอนวิธีการก่อสร้างและด้านอื่นๆ ในงานก่อสร้าง (C)	
C1	การวางแผนด้านแรงงานก่อสร้าง
C2	ความชัดเจนของแบบก่อสร้าง
C3	การวางแผนด้านเวลาการทำงาน
C4	ผู้รับจ้างเข้าดำเนินการในพื้นที่ล่าช้า
ด้านประสิทธิผลของงานก่อสร้าง (E)	
E1	การควบคุมงบประมาณในการก่อสร้าง
E2	ความล่าช้าในงานก่อสร้าง
E3	คุณภาพของผลการก่อสร้าง
ด้านปัจจัยผลกระทบภายนอก (I)	
I1	การส่งมอบพื้นที่ล่าช้า
I2	ภัยธรรมชาติ
I3	ความซับซ้อนของงานก่อสร้าง
โครงการที่เลือกใช้ในการศึกษา จำนวน 5 โครงการ ได้แก่	
A1	บ้านหนองบัวหิ่ง หมู่ที่ 4 ตำบลสระลงเรือ อำเภอห้วยกระเจา จังหวัดกาญจนบุรี
A2	บ้านหนองใหญ่ หมู่ที่ 4 ตำบลหนองปลิง อำเภอเลาขวัญ จังหวัดกาญจนบุรี
A3	บ้านหนองข่อย หมู่ที่ 9 ตำบลหนองนกแก้ว อำเภอเลาขวัญ จังหวัดกาญจนบุรี
A4	บ้านหนองจิ้วโล้ง หมู่ที่ 9 ตำบลหนองโสน อำเภอเลาขวัญ จังหวัดกาญจนบุรี
A5	บ้านหลังเขา หมู่ที่ 6 ตำบลหนองกร่าง อำเภอบ่อพลอย จังหวัดกาญจนบุรี

3.1 วิธีดำเนินการวิจัย

3.1.1 ศึกษาและสืบค้นข้อมูลจากบทความ วารสาร วิทยานิพนธ์ และงานวิจัยต่างๆ ที่มีเนื้อหาครอบคลุมประเด็นต่างๆ ดังนี้

- การบริหารงานและการวางแผนงานโครงการก่อสร้าง
- ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการบริหารงานโครงการก่อสร้าง
- แนวคิดและทฤษฎีกระบวนการวิเคราะห์เชิงโครงข่าย (Analytic Network Process, ANP)
- แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับการก่อสร้างระบบประปาบาดาล

3.1.2 ทำการศึกษาเฉพาะโครงการก่อสร้างระบบประปาบาดาลขนาดใหญ่ พื้นที่ จังหวัดกาญจนบุรี จำนวน 5 โครงการ ดังที่กล่าวไว้หัวข้อที่ 1.3.1

3.1.3 กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนของทางเลือกแต่ละทางเลือกดังที่ได้กล่าวไว้ในหัวข้อที่ 1.3.3

3.1.4 ทำการรวบรวมข้อมูลต่างๆ ของแต่ละปัจจัยที่เลือกใช้ในการศึกษา

3.1.5 สัมภาษณ์บุคลากรที่เกี่ยวข้องกับงานก่อสร้างเพื่อถ่วงน้ำหนักคะแนนของเกณฑ์การให้คะแนนทางเลือกต่างๆในการวิเคราะห์เชิงโครงข่าย (Analytic Network Process, ANP)

3.1.6 นำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดมาเข้าสู่การวิเคราะห์เชิงโครงข่าย (Analytic Network Process, ANP) เพื่อหาแนวทางการบริหารงานโครงการก่อสร้างที่ดีที่สุด และหาข้อเด่นข้อด้อยของแต่ละโครงการ

3.1.7 สรุปผลและจัดลำดับแนวทางการบริหารงานโครงการก่อสร้างที่ดีที่สุด เพื่อเป็นแนวทางในการบริหารงานก่อสร้างได้ในอนาคต

3.2 กลุ่มเป้าหมายของงานวิจัย

งานวิจัยครั้งนี้ จะทำการศึกษาข้อจากผู้ให้ข้อมูลเพื่อใช้ข้อมูลในการวิเคราะห์ และการสัมภาษณ์ ซึ่งจะประกอบไปด้วย

- ผู้ควบคุมงานก่อสร้าง จำนวน 7 คน
- กรรมการตรวจรับพัสดุ จำนวน 3 คน
- สถานที่ที่ใช้ในการสัมภาษณ์ ห้องประชุม 1 สำนักทรัพยากรน้ำบาดาล เขต 2 (สุพรรณบุรี)

3.3 ข้อมูลและการเก็บรวบรวม

การรวบรวมข้อมูลในงานวิจัยครั้งนี้ผู้ศึกษาได้ทำการศึกษาสืบค้นข้อมูลจากบทความวารสารในอินเตอร์เน็ต วิทยานิพนธ์และงานวิจัยต่างๆ รวมถึงการสัมภาษณ์กับผู้ควบคุมงานก่อสร้างฯ คณะกรรมการตรวจรับพัสดุ แล้วนำข้อมูลที่ได้มาจัดเรียงและจำแนกข้อมูล เพื่อนำมาวิเคราะห์ในกระบวนการวิเคราะห์เชิงโครงข่าย (Analytic Network Process, ANP)

4. วิธีการดำเนินการศึกษาวิจัย

4.1 เมตริกซ์น้ำหนักองค์ประกอบ (Cluster Weight Matrix)

การประเมินน้ำหนักความสำคัญของแต่ละองค์ประกอบหลัก หากจะสังเคราะห์ผลลำดับความสำคัญโดยรวมได้นั้นจะขาดการประเมินน้ำหนักองค์ประกอบไม่ได้ ซึ่งเมตริกซ์น้ำหนักองค์ประกอบจะต้องถูกจัดเตรียมไว้ในการประเมินเปรียบเทียบทีละคู่ (Pairwise comparison) แล้วจึงนำไปตรวจสอบความสอดคล้องของเมตริกซ์ เมื่อค่าอัตราส่วนสอดคล้อง (Consistency Ratio : CR) มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.1 คิดเป็น 10% จะถือว่า ผลการประเมินนั้นมีความสอดคล้องกันอย่างยอมรับได้ โดยกลุ่มเป้าหมายของงานวิจัยและผู้ทำการวิจัยจะเป็นผู้ทำการประเมิน

4.1.1 การประเมินน้ำหนักความสำคัญขององค์ประกอบหลักภายใต้ปัจจัยโครงการที่เลือกใช้ในการศึกษา (A) ดังที่แสดงไว้ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การประเมินน้ำหนักความสำคัญขององค์ประกอบหลักภายใต้ปัจจัยด้านโครงการที่เลือกใช้ในการศึกษา (A)

A	P	M	C	E	I	GMM-P 1587	NP	n	5
P	1	3	1/2	1	1	1.084	0.208	λ max	5.383
M	1/3	1	1/3	2	1/3	0.594	0.114	CI	0.095686
C	2	3	1	1	1	1.431	0.274	RI	1.12
E	1	1/2	1	1	1	0.871	0.167	CR	0.085434
I	1	3	1	1	1	1.246	0.238		
Σ	5.333	10.500	3.833	6.000	4.333	5.226	1.000		

จากผลการประเมินน้ำหนักความสำคัญภายใต้ปัจจัยด้านโครงการที่เลือกใช้ในการศึกษา (A) พบว่ากลุ่มเป้าหมายของงานวิจัยได้ให้ความสำคัญกับปัจจัยด้านขั้นตอนวิธีการก่อสร้างและด้านอื่นๆ ในงานก่อสร้าง (C) มากที่สุด โดยกลุ่มเป้าหมายในงานวิจัยได้ให้ความเห็นว่าปัจจัยด้านนี้ครอบคลุมในเรื่องของการวางแผนงานในด้านต่างๆ จึงมีความสำคัญมากในงานก่อสร้าง

4.1.2 การประเมินน้ำหนักความสำคัญขององค์ประกอบหลักภายใต้ปัจจัยด้านบุคลากรและบริหารจัดการโครงการ (P) ดังที่แสดงไว้ในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การประเมินน้ำหนักความสำคัญขององค์ประกอบหลักภายใต้ปัจจัยด้านบุคลากรและบริหารจัดการโครงการ (P)

P	A	C	E	I	GMM-P 1587	NP	n	4
A	1	2	1/2	1/3	1.000	0.252	λ max	4.035
C	1/2	1	4	2	1.260	0.318	CI	0.011625
E	2	1/4	1	2	0.794	0.200	RI	0.90
I	3	1/2	1/2	1	0.909	0.229	CR	0.012917
Σ	6.500	3.750	6.000	5.333	3.962	1.000		

จากผลการประเมินน้ำหนักความสำคัญภายใต้ปัจจัยด้านบุคลากรและบริหารจัดการโครงการ (P) พบว่ากลุ่มเป้าหมายของงานวิจัยได้ให้ความสำคัญกับปัจจัยด้านขั้นตอนวิธีการก่อสร้างและด้านอื่นๆ ในงานก่อสร้าง (C) มากที่สุด โดยกลุ่มเป้าหมายในงานวิจัยได้ให้ความเห็นว่าปัจจัยด้านนี้ครอบคลุมในเรื่องของการวางแผนงานในด้านต่างๆ จึงให้ความสำคัญมากในงานก่อสร้าง

4.1.3 การประเมินน้ำหนักความสำคัญขององค์ประกอบหลักภายใต้ปัจจัยด้านวัสดุอุปกรณ์และเครื่องจักร (M) ดังที่แสดงไว้ในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การประเมินน้ำหนักความสำคัญขององค์ประกอบหลักภายใต้ปัจจัยด้านวัสดุอุปกรณ์และเครื่องจักร (M)

M	A	P	C	E	I	GMM-P 1587	NP	n	5
A	1	1/2	1/2	1	1/2	0.660	0.120	λ max	5.188
P	2	1	1/3	1/2	1/2	0.699	0.128	CI	0.047033
C	2	3	1	3	2	2.048	0.374	RI	1.12
E	1	2	1/3	1	1	0.922	0.168	CR	0.041994
I	2	2	1/2	1	1	1.149	0.210		
Σ	8.000	8.500	2.667	6.500	5.000	5.477	1.000		

จากผลการประเมินน้ำหนักความสำคัญภายใต้ปัจจัยด้านวัสดุอุปกรณ์และเครื่องจักร (M) พบว่ากลุ่มเป้าหมายของงานวิจัยได้ให้ความสำคัญกับปัจจัยด้านขั้นตอนวิธีการก่อสร้างและด้านอื่นๆ ในงานก่อสร้าง (C) มากที่สุด โดยกลุ่มเป้าหมายในงานวิจัยได้ให้ความเห็นว่าปัจจัยด้านนี้ครอบคลุมในเรื่องของการวางแผนงานในด้านต่างๆ จึงให้ความสำคัญมากในงานก่อสร้าง

4.1.4 การประเมินน้ำหนักความสำคัญขององค์ประกอบหลักภายใต้ปัจจัยด้านขั้นตอนวิธีการก่อสร้างและด้านอื่นๆ ในงานก่อสร้าง (C) ดังที่แสดงไว้ในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 การประเมินน้ำหนักความสำคัญขององค์ประกอบหลักภายใต้ปัจจัยด้าน ขั้นตอนวิธีการก่อสร้างและด้านอื่นๆ ในงานก่อสร้าง (C)

C	A	P	M	E	I	GMM-P 1587	NP	n	5
A	1	1	1/2	2	1	1.000	0.191	λ max	5.195
P	1	1	2	2	2	1.516	0.289	CI	0.048858
M	2	1/2	1	2	1	1.149	0.219	RI	1.12
E	1/2	1/2	1/2	1	1/2	0.574	0.110	CR	0.043623
I	1	1/2	1	2	1	1.000	0.191		
Σ	5.500	3.500	5.000	9.000	5.500	5.239	1.000		

จากผลการประเมินน้ำหนักความสำคัญภายใต้ปัจจัยด้านขั้นตอนวิธีการก่อสร้างและด้านอื่นๆ ในงานก่อสร้าง (C) พบว่ากลุ่มเป้าหมายของงานวิจัยได้ให้ความสำคัญกับปัจจัยด้านบุคลากรและบริหารจัดการโครงการ (P) มากที่สุด โดยกลุ่มเป้าหมายในงานวิจัยได้ให้ความเห็นว่าปัจจัยด้านนี้ได้ให้ความสำคัญในด้านของบุคลากรหรือแรงงานนั้นมีส่วนช่วยในเรื่องของการวางแผนงานในด้านต่างๆ

4.1.5 การประเมินน้ำหนักความสำคัญขององค์ประกอบหลักภายใต้ปัจจัยด้านประสิทธิผลของงานก่อสร้าง (E) ดังที่แสดงไว้ในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 การประเมินน้ำหนักความสำคัญขององค์ประกอบหลักภายใต้ปัจจัยด้านประสิทธิผลของงานก่อสร้าง (E)

E	A	P	M	C	I	GMM-P 1587	NP	n	5
A	1	1/5	1/2	1/3	1/3	0.407	0.069	λ max	5.424
P	5	1	1/4	1/5	1/3	0.608	0.103	CI	0.105904
M	2	4	1	1	2	1.741	0.295	RI	1.12
C	3	5	1	1	2	1.974	0.334	CR	0.094558
I	3	3	1/2	1/2	1	1.176	0.199		
Σ	14.000	13.200	3.250	3.033	5.667	5.906	1.000		

จากผลการประเมินน้ำหนักความสำคัญภายใต้ปัจจัยด้านประสิทธิผลของงานก่อสร้าง (E) พบว่ากลุ่มเป้าหมายของงานวิจัยได้ให้ความสำคัญกับปัจจัยด้านขั้นตอนวิธีการก่อสร้างและด้านอื่นๆ ในงานก่อสร้าง (C) มากที่สุด โดยกลุ่มเป้าหมายในงานวิจัยได้ให้ความเห็นว่าปัจจัยด้านนี้ครอบคลุมในเรื่องของการวางแผนงานในด้านต่างๆ จึงให้ความสำคัญมากในงานก่อสร้าง

4.1.6 การประเมินน้ำหนักความสำคัญขององค์ประกอบหลักภายใต้ปัจจัยด้านปัจจัยผลกระทบภายนอก (I) ดังที่แสดงไว้ในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 การประเมินน้ำหนักความสำคัญขององค์ประกอบหลักภายใต้ปัจจัยด้านปัจจัยผลกระทบภายนอก (I)

I	A	P	M	C	E	GMM-P 1587	NP	n	5
A	1	2	3	2	1	1.644	0.304	λ max	5.344
P	1/2	1	1/2	1/3	1	0.608	0.112	CI	0.085968
M	1/3	2	1	1/3	1	0.740	0.137	RI	1.12
C	1/2	3	3	1	2	1.552	0.287	CR	0.076757
E	1	1	1	1/2	1	0.871	0.161		
Σ	3.333	9.000	8.500	4.167	6.000	5.415	0.917		

จากผลการประเมินน้ำหนักความสำคัญภายใต้ปัจจัยด้านผลกระทบภายนอก (I) พบว่ากลุ่มเป้าหมายของงานวิจัยได้ให้ความสำคัญกับปัจจัยด้านโครงการที่เลือกใช้ในการศึกษา (A) มากที่สุด โดยกลุ่มเป้าหมายในงานวิจัยได้ให้ความเห็นว่าโครงการที่เลือกใช้ในการศึกษานั้นมีผลกระทบภายนอกส่วนใหญ่มาจากในเรื่องของภัยธรรมชาติที่มีความสำคัญมากในงานก่อสร้าง

เมื่อตรวจสอบความสอดคล้องของเมตริกซ์แล้ว นำค่าระดับความสำคัญปกติ (Normalized Priorities : NP) ของแต่ละเมตริกซ์ มาจัดเรียงเป็นเมตริกซ์น้ำหนักองค์ประกอบ (Cluster Weight Matrix) ดังที่ได้แสดงไว้ในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 Cluster Weight Matrix

Cluster weight Matrix		1	2	3	4	5	6
		A	P	M	C	E	I
1	A	0	0.252	0.120	0.191	0.069	0.304
2	P	0.208	0	0.128	0.289	0.103	0.112
3	M	0.114	0	0	0.219	0.295	0.137
4	C	0.274	0.318	0.374	0	0.334	0.287
5	E	0.167	0.200	0.168	0.110	0	0.161
6	I	0.238	0.229	0.210	0.191	0.199	0
Σ		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

4.2 ผลการวิเคราะห์ค่าเวกเตอร์ลักษณะเฉพาะ (eigenvector)

จากรูปที่ 2 ปัจจัยต่างๆ จะมีลักษณะเป็นผลกระทบย้อนกลับ (feedback effect) จึงต้องเปรียบเทียบผลกระทบระหว่างกลุ่มปัจจัย แล้วจะได้ตารางผลวิเคราะห์เปรียบเทียบปัจจัยทีละคู่ (Pairwise comparison) ของกลุ่มปัจจัยแล้วจึงนำไปตรวจสอบความสอดคล้องของเมตริกซ์

4.2.1 ตัวอย่างกลุ่มปัจจัยด้านโครงการที่เลือกใช้ในการศึกษา (A) ภายใต้ผลกระทบกลุ่มปัจจัยด้านบุคลากรและบริหารจัดการโครงการ (P) ดังที่ได้แสดงไว้ในตารางที่ 8 - ตารางที่ 13

ตารางที่ 8 กลุ่มปัจจัยด้านโครงการที่เลือกใช้ในการศึกษา (A) ภายใต้ผลกระทบกลุ่มปัจจัยด้านปริมาณแรงงานก่อสร้าง (P1)

P1	A1	A2	A3	A4	A5	GMM-P 1587	NP	n	5
A1	1	1	4	4	4	2.297	0.372	λ max	5.350
A2	1	1	3	3	2	1.783	0.288	CI	0.087428
A3	1/4	1/3	1	1	1/5	0.441	0.071	RI	1.12
A4	1/4	1/3	1	1	1/4	0.461	0.075	CR	0.078061
A5	1/4	1/2	5	4	1	1.201	0.194		
Σ	2.750	3.167	14.000	13.000	7.450	6.183	1.000		

จากผลการประเมินน้ำหนักความสำคัญภายใต้ปัจจัยด้านปริมาณแรงงานก่อสร้าง (P1) พบว่ากลุ่มเป้าหมายของงานวิจัยได้ให้ความสำคัญกับพื้นที่บ้านหนองบัวหิ่ง หมู่ที่ 4 ตำบลสระลงเรือ อำเภอห้วยกระเจา จังหวัดกาญจนบุรี (A1) มากที่สุด โดยกลุ่มเป้าหมายในงานวิจัยได้ให้ความเห็นว่าพื้นที่โครงการนี้มีแรงงานก่อสร้างที่เพียงพอมากกว่าพื้นที่บ้านอื่นๆ

ตารางที่ 9 กลุ่มปัจจัยด้านโครงการที่เลือกใช้ในการศึกษา (A) ภายใต้ผลกระทบกลุ่มปัจจัยด้านการประสานงานระหว่างผู้ว่าจ้างและผู้รับจ้าง (P2)

P2	A1	A2	A3	A4	A5	GMM-P 1587	NP	n	5
A1	1	1/5	1/4	1/4	1/4	0.317	0.054	λ max	5.117
A2	5 3/7	1	1 1/4	1 4/5	2/3	1.538	0.262	CI	0.029298
A3	4 2/9	4/5	1	4/5	3/7	1.030	0.175	RI	1.12
A4	3 2/3	5/9	1 1/4	1	3/8	0.995	0.169	CR	0.026159
A5	3 2/3	1 4/9	2 2/7	2 5/8	1	1.998	0.340		
Σ	18.014	3.970	6.046	6.503	2.783	5.879	1.000		

จากผลการประเมินน้ำหนักความสำคัญภายใต้ปัจจัยด้านการประสานงานระหว่างผู้ว่าจ้างและผู้รับจ้าง (P2) พบว่ากลุ่มเป้าหมายของงานวิจัยได้ให้ความสำคัญกับพื้นที่บ้านหลังเขา หมู่ที่ 6 ตำบลหนองกร่าง อำเภอบ่อพลอย จังหวัดกาญจนบุรี (A5) มากที่สุด โดยกลุ่มเป้าหมายในงานวิจัยได้ให้ความเห็นว่าพื้นที่โครงการนี้ได้มีการประสานงานเป็นประจำและบ่อยครั้งกว่าโครงการอื่นๆ ระหว่างผู้ว่าจ้างและผู้รับจ้าง

ตารางที่ 10 กลุ่มปัจจัยด้านโครงการที่เลือกใช้ในการศึกษา (A) ภายใต้ผลกระทบกลุ่มปัจจัยด้านประสบการณ์ในการควบคุมงานของวิศวกรหรือช่างเทคนิคของผู้ว่าจ้าง (P3)

P3	A1	A2	A3	A4	A5	GMM-P 1587	NP	n	5
A1	1	3	1	1	2	1.431	0.268	λ max	5.020
A2	1/3	1	1/2	1/2	1	0.608	0.114	CI	0.004882
A3	1	2	1	1	2	1.320	0.247	RI	1.12
A4	1	2	1	1	2	1.320	0.247	CR	0.004359
A5	1/2	1	1/2	1/2	1	0.660	0.124		
Σ	3.833	9.000	4.000	4.000	8.000	5.338	1.000		

จากผลการประเมินน้ำหนักความสำคัญภายใต้ปัจจัยด้านประสบการณ์ในการควบคุมงานของวิศวกรหรือช่างเทคนิคของผู้ว่าจ้าง (P3) พบว่ากลุ่มเป้าหมายของงานวิจัยได้ให้ความสำคัญกับพื้นที่บ้านหนองบัวหิ่ง หมู่ที่ 4 ตำบลสระลงเรือ อำเภอห้วยกระเจา จังหวัดกาญจนบุรี (A1) มากที่สุด โดยกลุ่มเป้าหมายในงานวิจัยได้ให้ความเห็นว่าในเรื่องประสบการณ์ในการควบคุมงานของวิศวกรหรือช่างเทคนิคของพื้นที่โครงการนี้มีมากกว่าโครงการอื่น

ตารางที่ 11 กลุ่มปัจจัยด้านโครงการที่เลือกใช้ในการศึกษา (A) ภายใต้ผลกระทบกลุ่มปัจจัยด้านความชำนาญในการบำรุงรักษาระบบของช่างหรือเจ้าหน้าท้องถิ่น (P4)

P4	A1	A2	A3	A4	A5	GMM-P 1587	NP	n	5
A1	1	2	2	2	5	2.091	0.364	λ max	5.193
A2	1/2	1	1	1	5	1.201	0.209	CI	0.048297
A3	1/2	1	1	1	5	1.201	0.209	RI	1.12
A4	1/2	1	1	1	1	0.871	0.152	CR	0.043122
A5	1/5	1/5	1/5	1	1	0.381	0.066		
Σ	2.700	5.200	5.200	6.000	17.000	5.745	1.000		

จากผลการประเมินน้ำหนักความสำคัญภายใต้ปัจจัยด้านความชำนาญในการบำรุงรักษาระบบของช่างหรือเจ้าหน้าท้องถิ่น (P4) พบว่ากลุ่มเป้าหมายของงานวิจัยได้ให้ความสำคัญกับพื้นที่บ้านหนองบัวหิ่ง หมู่ที่ 4 ตำบลสระลงเรือ อำเภอห้วยกระเจา จังหวัดกาญจนบุรี (A1) มากที่สุด โดยกลุ่มเป้าหมายในงานวิจัยได้ให้ความเห็นว่าด้านการซ่อมบำรุงพื้นที่โครงการนี้สามารถบำรุงรักษาเบื้องต้นดีมากกว่าโครงการอื่น

ตารางที่ 12 กลุ่มปัจจัยด้านโครงการที่เลือกใช้ในการศึกษา (A) ภายใต้ผลกระทบกลุ่มปัจจัยด้านความพร้อมในการรับผิดชอบค่าไฟที่เกิดขึ้นจากการใช้งานระบบ (P5)

P5	A1	A2	A3	A4	A5	GMM-P 1587	NP	n	5
A1	1	9	9	9	9	5.800	0.687	λ max	5.081
A2	1/9	1	1 1/9	5/8	1 3/5	0.657	0.078	CI	0.020247
A3	1/9	1	1	4/5	1 1/4	0.632	0.075	RI	1.12
A4	1/9	1 3/5	1 1/4	1	2 2/7	0.874	0.104	CR	0.018078
A5	1/9	5/8	4/5	3/7	1	0.475	0.056		
Σ	1.444	13.126	13.154	11.860	15.137	8.437	1.000		

จากผลการประเมินน้ำหนักความสำคัญภายใต้ปัจจัยด้านความพร้อมในการรับผิดชอบค่าไฟที่เกิดขึ้นจากการใช้งานระบบ (P5) พบว่ากลุ่มเป้าหมายของงานวิจัยได้ให้ความสำคัญกับพื้นที่บ้านหนองบัวหิ่ง หมู่ที่ 4 ตำบลสระลงเรือ อำเภอห้วยกระเจา จังหวัดกาญจนบุรี (A1) มากที่สุด โดยกลุ่มเป้าหมายในงานวิจัยได้ให้ความเห็นว่าพื้นที่โครงการนี้มีการจัดเก็บรายได้ที่เป็นระบบ สามารถบริหารค่าไฟฟ้าที่เกิดขึ้นได้ดีกว่าโครงการอื่นๆ

ตารางที่ 13 กลุ่มปัจจัยด้านโครงการที่เลือกใช้ในการศึกษา (A) ภายใต้ผลกระทบกลุ่มปัจจัยด้านงบประมาณในการซ่อมบำรุงระบบของท้องถิ่น (P6)

P6	A1	A2	A3	A4	A5	GMM-P 1587	NP	n	5
A1	1	5	4	2	7	3.086	0.441	λ max	5.186
A2	1/5	1	1/3	1/5	2	0.484	0.069	CI	0.046430
A3	1/4	3	1	1/4	3	0.891	0.127	RI	1.12
A4	1/2	5	4	1	5	2.187	0.313	CR	0.041455
A5	1/7	1/2	1/3	1/5	1	0.343	0.049		
Σ	2.093	14.500	9.667	3.650	18.000	6.992	1.000		

จากผลการประเมินน้ำหนักความสำคัญภายใต้ปัจจัยด้านงบประมาณในการซ่อมบำรุงระบบของท้องถิ่น (P6) พบว่ากลุ่มเป้าหมายของงานวิจัยได้ให้ความสำคัญกับพื้นที่บ้านหนองบัวหิ่ง หมู่ที่ 4 ตำบลสระลงเรือ อำเภอห้วยกระเจา จังหวัดกาญจนบุรี (A1) มากที่สุด โดยกลุ่มเป้าหมายในงานวิจัยได้ให้ความเห็นว่าพื้นที่โครงการนี้มีรายได้จากการเก็บค่าใช้น้ำที่เป็นระบบ จึงสามารถตั้งงบประมาณในการซ่อมบำรุงระบบได้ดีกว่าโครงการอื่นๆ

เมื่อตรวจสอบความสอดคล้องของเมตริกซ์แล้วจึงนำค่าระดับความสำคัญปกติ (Normalized Priorities : NP) ของแต่ละเมตริกซ์มาจัดเรียงเป็น ซุปเปอร์เมตริกซ์ตั้งต้น (Initial Supermatrix)

4.3 ซุปเปอร์เมตริกซ์ตั้งต้น (Initial Supermatrix)

ผลการวิเคราะห์ค่าเวกเตอร์ลักษณะเฉพาะ (eigenvector) ของแต่ละองค์ประกอบจะถูกนำมาจัดวางในตารางซุปเปอร์เมตริกซ์เพื่อนำไป

วิเคราะห์และคำนวณต่อไป โดยแต่ละค่าขององค์ประกอบหลักจะถูกวางการวิเคราะห์ไว้ในแต่ละหลักของซุปเปอร์เมตริกซ์ และผลแต่ละส่วนเฉพาะขององค์ประกอบย่อยจะถูกว่าให้ตรงกับแต่ละแถวของซุปเปอร์เมตริกซ์ดังที่ได้แสดงไว้ในตารางที่ 14

4.4 ซุปเปอร์เมตริกซ์ถ่วงน้ำหนัก (Weighted Supermatric)

หลังจากที่จัดเรียง ซุปเปอร์เมตริกซ์ตั้งต้น (Initial Supermatrix) แล้วจึงทำการคูณ ซุปเปอร์เมตริกซ์ตั้งต้น (Initial Supermatrix) ด้วยเมตริกซ์น้ำหนักองค์ประกอบ (Cluster Weight Matrix) จะได้ซุปเปอร์เมตริกซ์ถ่วงน้ำหนัก (Weighted Supermatrix) ดังแสดงไว้ใน ตารางที่ 15

นำค่าของซุปเปอร์เมตริกซ์ถ่วงน้ำหนัก (Weighted Supermatric) มาหาค่าระดับความสำคัญปกติ (Normalized Priorities : NP) จะได้เป็นซุปเปอร์เมตริกซ์ถ่วงน้ำหนักที่ปรับค่าปกติ (Adjust Weighted Supermatric) ดังแสดงไว้ใน ตารางที่ 16

4.5 ซุปเปอร์เมตริกซ์ค่าจำกัด (Limiting Supermatrix)

ค่าระดับความสำคัญของแต่ละองค์ประกอบย่อยจะถูกคำนวณด้วยการคำนวณค่าจำกัด (taking limit) ของสมการเมตริกซ์ยกกำลังซึ่งจะได้ผลการคำนวณในรูปแบบของเมตริกซ์ที่เรียกว่าซุปเปอร์เมตริกซ์ค่าจำกัด (Limiting Supermatrix) สามารถอธิบายได้ว่าหากซุปเปอร์เมตริกซ์ถ่วงน้ำหนัก (Weighted Supermatrix) มายกกำลังด้วยค่าที่มากพอที่จะมีนัยสำคัญแล้วหากผลของเมตริกซ์ที่ยกกำลัง k มีค่าเท่ากับผลของเมตริกซ์ที่ยกกำลัง (k-1) แล้ว ผลการคำนวณคือ ซุปเปอร์เมตริกซ์ค่าจำกัด (Limiting Supermatrix) แต่หากผลของเมตริกซ์ที่ยกกำลัง k มีค่าเท่ากับ ผลของเมตริกซ์ที่ยกกำลัง (k-1) แสดงว่าผลกระทบของความสัมพันธ์โดยรวมของโครงข่ายมี ลักษณะของวงจร (cyclicity) เกิดขึ้น ให้ตรวจสอบผลการคำนวณซุปเปอร์เมตริกซ์ด้วยการนำผล ของเมตริกซ์ที่ยกกำลัง k และผลของเมทริกซ์ที่ยกกำลัง k-1 มาปรับเป็นค่าปกติ ก่อนนำมาเปรียบเทียบกัน หากมีค่าเท่ากันแสดงว่าผลการคำนวณคือ ซุปเปอร์เมตริกซ์ค่าจำกัด (Limiting Supermatrix) เป็นคำตอบสุดท้าย ดังแสดงไว้ใน ตารางที่ 17

ซุปเปอร์เมตริกซ์ค่าจำกัด (Limiting Supermatrix) ที่มีผลบวกแนวตั้งไม่เท่ากับ 1.0 ขึ้นอยู่กับจำนวนครั้งในการคูณ ซึ่งยังไม่ใช่คำตอบสุดท้ายในการวิเคราะห์ จึงต้องนำซุปเปอร์เมตริกซ์ค่าจำกัด (Limiting Supermatrix) ไปปรับค่าปกติ ซึ่งจะได้เป็น ซุปเปอร์เมตริกซ์ค่าจำกัดที่ผ่านการปรับค่าปกติ (Normalized Limiting Supermatrix)

ซุปเปอร์เมตริกซ์ค่าจำกัดที่ผ่านการปรับค่าปกติ (Normalized Limiting Supermatrix) คือผลการวิเคราะห์สุดท้ายซึ่งแสดงระดับความสำคัญของปัจจัย และทางเลือกต่างๆที่ทำการวิเคราะห์

ตารางที่ 14 ซุปเปอร์เมตริกซ์ตั้งต้น (Initial Supermatrix)

Initial Supermatric		1					2						3				4				5			6		
		A1	A2	A3	A4	A5	P1	P2	P3	P4	P5	P6	M1	M2	M3	M4	C1	C2	C3	C4	E1	E2	E3	I1	I2	I3
1	A1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.372	0.054	0.268	0.364	0.687	0.441	0.609	0.144	0.316	0.146	0.476	0.079	0.479	0.071	0.091	0.281	0.609	0.292	0.063	0.418
	A2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.288	0.262	0.114	0.209	0.078	0.069	0.161	0.190	0.159	0.135	0.274	0.137	0.211	0.191	0.362	0.181	0.068	0.127	0.224	0.101
	A3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.071	0.175	0.247	0.209	0.075	0.127	0.105	0.289	0.146	0.222	0.066	0.273	0.085	0.238	0.208	0.209	0.073	0.221	0.238	0.123
	A4	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.075	0.169	0.247	0.152	0.104	0.313	0.125	0.251	0.118	0.222	0.069	0.273	0.092	0.254	0.181	0.196	0.071	0.168	0.238	0.118
	A5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.194	0.340	0.124	0.066	0.056	0.049	0.000	0.126	0.261	0.276	0.115	0.238	0.133	0.245	0.158	0.133	0.180	0.193	0.238	0.240
2	P1	0.318	0.333	0.263	0.479	0.226	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.594	0.500	0.000	0.413	0.210	0.000	0.000	0.000
	P2	0.175	0.183	0.145	0.215	0.084	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.500	0.000	0.000	0.500	0.249	0.500	0.000	0.260	0.550	1.000	0.000	0.250
	P3	0.175	0.218	0.154	0.102	0.062	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.500	0.000	0.000	0.500	0.157	0.000	0.000	0.327	0.240	0.000	0.000	0.750
	P4	0.007	0.101	0.114	0.008	0.278	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	P5	0.159	0.019	0.083	0.171	0.039	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	P6	0.167	0.146	0.241	0.025	0.311	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
3	M1	0.230	0.170	0.366	0.156	0.371	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.390	0.000	0.000	0.394	0.200	0.000	0.000	1.000
	M2	0.429	0.286	0.161	0.313	0.282	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.267	0.000	0.000	0.273	0.000	0.000	0.000	0.000
	M3	0.194	0.341	0.165	0.119	0.168	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.800	0.000	0.000	0.000
	M4	0.147	0.203	0.308	0.412	0.180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.343	0.000	0.000	0.333	0.000	0.000	0.000	0.000
4	C1	0.155	0.345	0.395	0.202	0.388	0.750	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.188	0.303	0.000	0.000	0.000
	C2	0.583	0.205	0.067	0.376	0.124	0.000	0.237	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.260	0.241	0.000	0.000	0.750
	C3	0.164	0.205	0.374	0.240	0.388	0.250	0.507	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.280	0.297	0.000	0.000	0.250
	C4	0.098	0.244	0.164	0.182	0.101	0.000	0.256	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.273	0.158	1.000	1.000	0.000
5	E1	0.166	0.169	0.143	0.157	0.122	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.550	0.000	0.833	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.149
	E2	0.610	0.387	0.286	0.249	0.320	0.333	0.667	0.750	0.000	0.000	0.000	0.210	1.000	0.000	1.000	0.000	0.500	0.500	0.750	0.000	0.000	0.000	1.000	0.500	0.376
	E3	0.225	0.443	0.571	0.594	0.558	0.667	0.333	0.250	0.000	0.000	0.000	0.240	0.000	0.167	0.000	0.000	0.500	0.500	0.250	0.000	0.000	0.000	0.000	0.500	0.474
6	I1	0.089	0.149	0.210	0.210	0.210	0.000	0.497	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.169	0.000	0.000	0.000	0.000
	I2	0.352	0.474	0.240	0.240	0.240	0.000	0.197	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.443	0.250	0.000	0.000	0.000
	I3	0.559	0.376	0.550	0.550	0.550	0.000	0.313	1.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	1.000	1.000	1.000	0.000	0.000	0.387	0.750	0.000	0.000	0.000
		5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	3.000	4.008	3.000	1.000	1.000	1.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	4.000	5.000	4.000	1.000	5.000	5.000	4.000	3.000	5.000

ตารางที่ 15 ซุปเปอร์เมตริกซ์ถ่วงน้ำหนัก (Weighted Supermatric)

		A1	A2	A3	A4	A5	P1	P2	P3	P4	P5	P6	M1	M2	M3	M4	C1	C2	C3	C4	E1	E2	E3	I1	I2	I3
	A1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.094	0.014	0.068	0.092	0.173	0.111	0.073	0.017	0.038	0.018	0.091	0.015	0.091	0.014	0.006	0.019	0.042	0.089	0.019	0.127
	A2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.073	0.066	0.029	0.053	0.020	0.017	0.019	0.023	0.019	0.016	0.052	0.026	0.040	0.036	0.025	0.012	0.005	0.039	0.068	0.031
	A3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.018	0.044	0.062	0.053	0.019	0.032	0.013	0.035	0.018	0.027	0.013	0.052	0.016	0.045	0.014	0.014	0.005	0.067	0.072	0.037
	A4	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.019	0.043	0.062	0.038	0.026	0.079	0.015	0.030	0.014	0.027	0.013	0.052	0.018	0.049	0.012	0.013	0.005	0.051	0.072	0.036
	A5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.049	0.086	0.031	0.017	0.014	0.012	0.000	0.015	0.031	0.033	0.022	0.045	0.025	0.047	0.011	0.009	0.012	0.058	0.072	0.073
	P1	0.066	0.069	0.055	0.099	0.047	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.289	0.000	0.172	0.145	0.000	0.042	0.022	0.000	0.000	0.000
	P2	0.036	0.038	0.030	0.045	0.018	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.064	0.000	0.000	0.145	0.072	0.145	0.000	0.027	0.057	0.112	0.000	0.028
	P3	0.036	0.045	0.032	0.021	0.013	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.064	0.000	0.000	0.145	0.045	0.000	0.000	0.034	0.025	0.000	0.000	0.084
	P4	0.001	0.021	0.024	0.002	0.058	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	P5	0.033	0.004	0.017	0.035	0.008	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	P6	0.035	0.030	0.050	0.005	0.064	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	M1	0.026	0.019	0.042	0.018	0.042	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.086	0.000	0.000	0.116	0.059	0.000	0.000	0.137
	M2	0.049	0.033	0.018	0.036	0.032	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.059	0.000	0.000	0.081	0.000	0.000	0.000	0.000
	M3	0.022	0.039	0.019	0.014	0.019	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.236	0.000	0.000	0.000
	M4	0.017	0.023	0.035	0.047	0.020	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.075	0.000	0.000	0.098	0.000	0.000	0.000	0.000
	C1	0.042	0.095	0.108	0.055	0.106	0.238	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.063	0.101	0.000	0.000	0.000
	C2	0.160	0.056	0.018	0.103	0.034	0.000	0.075	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.087	0.081	0.000	0.000	0.215
	C3	0.045	0.056	0.102	0.066	0.106	0.079	0.161	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.094	0.099	0.000	0.000	0.072
	C4	0.027	0.067	0.045	0.050	0.028	0.000	0.081	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.374	0.000	0.374	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.091	0.053	0.287	0.287	0.000
	E1	0.028	0.028	0.024	0.026	0.020	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.093	0.000	0.140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.024
	E2	0.102	0.065	0.048	0.042	0.053	0.067	0.134	0.150	0.000	0.000	0.000	0.035	0.168	0.000	0.168	0.000	0.055	0.055	0.082	0.000	0.000	0.000	0.161	0.080	0.061
	E3	0.037	0.074	0.095	0.099	0.093	0.134	0.067	0.050	0.000	0.000	0.000	0.040	0.000	0.028	0.000	0.000	0.055	0.055	0.027	0.000	0.000	0.000	0.000	0.080	0.076
	I1	0.021	0.036	0.050	0.050	0.050	0.000	0.114	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.034	0.000	0.000	0.000	0.000
6	I2	0.084	0.113	0.057	0.057	0.057	0.000	0.045	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.191	0.000	0.088	0.050	0.000	0.000	0.000
	I3	0.133	0.090	0.131	0.131	0.131	0.000	0.072	0.229	0.000	0.000	0.000	0.210	0.000	0.000	0.000	0.191	0.191	0.191	0.000	0.000	0.077	0.149	0.000	0.000	0.000
		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.771	1.002	0.682	0.252	0.252	0.252	0.499	0.663	0.416	0.663	0.671	0.781	1.000	0.781	0.069	1.000	1.000	0.863	0.751	1.000

ตารางที่ 16 ซุปเปอร์เมตริกซ์ถ่วงน้ำหนักที่ปรับค่าปกติ (Adjust Weighted Supermatric)

Adjust Weighted Supermatric		1					2						3				4				5			6		
		A1	A2	A3	A4	A5	P1	P2	P3	P4	P5	P6	M1	M2	M3	M4	C1	C2	C3	C4	E1	E2	E3	I1	I2	I3
1	A1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.122	0.014	0.099	0.364	0.687	0.441	0.147	0.026	0.091	0.027	0.135	0.019	0.091	0.017	0.091	0.019	0.042	0.103	0.025	0.127
	A2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.094	0.066	0.042	0.209	0.078	0.069	0.039	0.035	0.046	0.024	0.078	0.033	0.040	0.047	0.362	0.012	0.005	0.045	0.091	0.031
	A3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.023	0.044	0.091	0.209	0.075	0.127	0.025	0.052	0.042	0.040	0.019	0.067	0.016	0.058	0.208	0.014	0.005	0.078	0.096	0.037
	A4	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.024	0.043	0.091	0.152	0.104	0.313	0.030	0.046	0.034	0.040	0.019	0.067	0.018	0.062	0.181	0.013	0.005	0.059	0.096	0.036
	A5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.064	0.086	0.046	0.066	0.056	0.049	0.000	0.023	0.076	0.050	0.033	0.058	0.025	0.060	0.158	0.009	0.012	0.068	0.096	0.073
2	P1	0.066	0.069	0.055	0.099	0.047	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.431	0.000	0.172	0.185	0.000	0.042	0.022	0.000	0.000	0.000
	P2	0.036	0.038	0.030	0.045	0.018	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.153	0.000	0.000	0.185	0.072	0.185	0.000	0.027	0.057	0.130	0.000	0.028
	P3	0.036	0.045	0.032	0.021	0.013	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.153	0.000	0.000	0.185	0.045	0.000	0.000	0.034	0.025	0.000	0.000	0.084
	P4	0.001	0.021	0.024	0.002	0.058	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	P5	0.033	0.004	0.017	0.035	0.008	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	P6	0.035	0.030	0.050	0.005	0.064	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
3	M1	0.026	0.019	0.042	0.018	0.042	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.086	0.000	0.000	0.116	0.059	0.000	0.000	0.137
	M2	0.049	0.033	0.018	0.036	0.032	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.059	0.000	0.000	0.081	0.000	0.000	0.000	0.000
	M3	0.022	0.039	0.019	0.014	0.019	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.236	0.000	0.000	0.000
	M4	0.017	0.023	0.035	0.047	0.020	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.075	0.000	0.000	0.098	0.000	0.000	0.000	0.000
4	C1	0.042	0.095	0.108	0.055	0.106	0.309	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.063	0.101	0.000	0.000	0.000
	C2	0.160	0.056	0.018	0.103	0.034	0.000	0.075	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.087	0.081	0.000	0.000	0.215
	C3	0.045	0.056	0.102	0.066	0.106	0.103	0.161	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.094	0.099	0.000	0.000	0.072
	C4	0.027	0.067	0.045	0.050	0.028	0.000	0.081	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.564	0.000	0.564	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.091	0.053	0.332	0.382	0.000
5	E1	0.028	0.028	0.024	0.026	0.020	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.186	0.000	0.337	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.024
	E2	0.102	0.065	0.048	0.042	0.053	0.087	0.133	0.220	0.000	0.000	0.000	0.071	0.254	0.000	0.254	0.000	0.070	0.055	0.105	0.000	0.000	0.000	0.186	0.107	0.061
	E3	0.037	0.074	0.095	0.099	0.093	0.173	0.067	0.073	0.000	0.000	0.000	0.081	0.000	0.067	0.000	0.000	0.070	0.055	0.035	0.000	0.000	0.000	0.000	0.107	0.076
6	I1	0.021	0.036	0.050	0.050	0.050	0.000	0.114	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.034	0.000	0.000	0.000	0.000
	I2	0.084	0.113	0.057	0.057	0.057	0.000	0.045	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.244	0.000	0.088	0.050	0.000	0.000	0.000
	I3	0.133	0.090	0.131	0.131	0.131	0.000	0.072	0.336	0.000	0.000	0.000	0.421	0.000	0.000	0.000	0.284	0.244	0.191	0.000	0.000	0.077	0.149	0.000	0.000	0.000
		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

ตารางที่ 17 ซุปเปอร์เมตริกซ์ค่าจำกัด (Limiting Supermatrix)

Limiting Supermatrix		1					2						3				4				5			6		
		A1	A2	A3	A4	A5	P1	P2	P3	P4	P5	P6	M1	M2	M3	M4	C1	C2	C3	C4	E1	E2	E3	I1	I2	I3
1	A1	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
	A2	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
	A3	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
	A4	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
	A5	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
2	P1	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
	P2	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
	P3	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
	P4	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	P5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	P6	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
3	M1	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
	M2	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
	M3	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
	M4	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
4	C1	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
	C2	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
	C3	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
	C4	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
5	E1	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
	E2	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
	E3	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
6	I1	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
	I2	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
	I3	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008
		0.073	0.073	0.073	0.073	0.073	0.073	0.073	0.073	0.073	0.073	0.073	0.073	0.073	0.073	0.073	0.073	0.073	0.073	0.073	0.073	0.073	0.073	0.073	0.073	0.073

ตารางที่ 18 ซุปเปอร์เมตริกซ์ค่าจำกัดที่ผ่านการปรับค่าปกติ (Normalized Limiting Supermatrix)

5. สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาปัจจัยที่ทำให้เกิดปัญหาต่อการบริหารงานก่อสร้าง ทำให้ทราบว่าปัญหาจากปัจจัยหลักในการบริหารงานก่อสร้างเกิดจากอะไรบ้าง ในแต่ละโครงการฯ และนำเข้าสู่กระบวนการวิเคราะห์เชิงโครงข่าย (Analytic Network Process, ANP) เพื่อประเมินและวิเคราะห์ปัญหาหลายปัจจัยที่มีผลกระทบทั้งทางตรงและย้อนกลับของโครงสร้างปัญหาที่มีความซับซ้อนเพื่อให้ทราบถึงโครงการฯ ที่บริหารจัดการได้ดีที่สุดและเกิดปัญหาน้อยที่สุด

การศึกษาครั้งนี้พบว่าปัจจัยในแต่ละด้านที่มีความสำคัญในงานก่อสร้างโครงการฯ ได้จัดเรียงคะแนน ตามลำดับ ได้แก่

1. ความซับซ้อนของงานก่อสร้าง (0.670) 2. ความล่าช้าในงานก่อสร้าง (0.475) 3. ประสิทธิภาพของเครื่องจักรในงานก่อสร้าง (0.417) 4. คุณภาพของผลการก่อสร้าง (0.384) 5. ปริมาณแรงงานก่อสร้าง (0.377) 6. การประสานงานระหว่างผู้ว่าจ้างและผู้รับจ้าง (0.291) 7. ผู้รับจ้างเข้าดำเนินการในพื้นที่ล่าช้า (0.286) 8. ความชัดเจนของแบบก่อสร้าง (0.262) 9. ภัยธรรมชาติ (0.260) 10. การวางแผนด้านเวลาการทำงาน (0.240) 11. ประสบการณ์ในการควบคุมงานของวิศวกรหรือช่างเทคนิคของผู้ว่าจ้าง (0.224) 12. การวางแผนด้านแรงงานก่อสร้าง (0.212) 13. คุณภาพของวัสดุ (0.210) 14. วัสดุอุปกรณ์ก่อสร้างขาดตลาด (0.188) 15. การรอคิวเช่าเครื่องจักร (0.185) 16. การควบคุมงบประมาณในการก่อสร้าง (0.141) 17. การส่งมอบพื้นที่ล่าช้า (0.070) 18. งบประมาณในการซ่อมบำรุงระบบของท้องถิ่น (0.052) 19. ความชำนาญในการบำรุงรักษาระบบของช่างหรือเจ้าหน้าท้องถิ่น (0.028) 20. ความพร้อมในการรับผิดชอบค่าไฟที่เกิดขึ้นจากการใช้งานระบบ (0.028)

1. ด้านบุคลากรและบริหารจัดการโครงการ (P) พบว่าปัจจัยที่มีความสำคัญอันดับ 1 คือ ด้านปริมาณแรงงานก่อสร้าง (0.377), การประสานงานระหว่างผู้ว่าจ้างและผู้รับจ้าง (0.291), ประสบการณ์ในการควบคุมงานของวิศวกรหรือช่างเทคนิคของผู้ว่าจ้าง (0.224), งบประมาณในการซ่อมบำรุงระบบของท้องถิ่น (0.052), ความชำนาญในการบำรุงรักษาระบบของช่างหรือเจ้าหน้าท้องถิ่น (0.028) และความพร้อมในการรับผิดชอบค่าไฟที่เกิดขึ้นจากการใช้งานระบบ (0.028) ตามลำดับ

2. ด้านวัสดุอุปกรณ์และเครื่องจักร (M) พบว่าปัจจัยที่มีความสำคัญอันดับ 1 คือด้านประสิทธิภาพของเครื่องจักรในงานก่อสร้าง (0.417), คุณภาพของวัสดุ (0.210), วัสดุอุปกรณ์ก่อสร้างขาดตลาด (0.188) และการรอคิวเช่าเครื่องจักร (0.185) ตามลำดับ

3. ด้านขั้นตอนวิธีการก่อสร้างและด้านอื่นๆ ในงานก่อสร้าง (C) พบว่าปัจจัยที่มีความสำคัญอันดับ 1 คือด้านผู้รับจ้างเข้าดำเนินการในพื้นที่ล่าช้า (0.286), ความชัดเจนของแบบก่อสร้าง (0.262), การวางแผนด้านเวลาการทำงาน (0.240) และการวางแผนด้านแรงงานก่อสร้าง (0.212) ตามลำดับ

4. ด้านประสิทธิผลของงานก่อสร้าง (E) พบว่าปัจจัยที่มีความสำคัญอันดับ 1 คือด้านความล่าช้าในงานก่อสร้าง (0.475), คุณภาพของผลการก่อสร้าง (0.384) และการควบคุมงบประมาณในการก่อสร้าง (0.141)

5. ด้านปัจจัยผลกระทบภายนอก (I) พบว่าปัจจัยที่มีความสำคัญอันดับ 1 คือความซับซ้อนของงานก่อสร้าง (0.670), ภัยธรรมชาติ (0.260) และการส่งมอบพื้นที่ล่าช้า (0.070)

6. การประเมินโครงการที่บริหารจัดการได้ดีที่สุด

,การวางแผนด้านเวลาการทำงาน, ความชำนาญในการบำรุงรักษาระบบของช่างหรือเจ้าหน้าท้องถิ่น,ความพร้อมในการรับผิดชอบค่าไฟที่เกิดขึ้นจากการใช้งานระบบ เป็นต้น อยู่ในเกณฑ์ที่ดี เมื่อเทียบกับโครงการอื่นๆ ที่มีคะแนนในลำดับรองลงมา อันดับรองลงมา คือ บ้านหนองใหญ่ หมู่ที่ 4 ตำบลหนองปลิง อำเภอเลาขวัญ จังหวัดกาญจนบุรี เป็นโครงการที่มีการบริหารจัดการโครงการที่ดีรองลงมา ซึ่งโครงการนี้จะไม่ได้รับผลกระทบในเรื่องของภัยธรรมชาติ เหมือนกับบ้านหนองบัวหิ่ง หมู่ที่ 4 ตำบลสระลงเรือ อำเภอห้วยกระเจา จังหวัดกาญจนบุรี ทำให้ไม่เกิดความล่าช้าขึ้นในการทำงาน แต่เรื่องของปัจจัยที่ส่งผลในงานก่อสร้างในหัวข้ออื่นๆ จัดอยู่ในเกณฑ์ดี อันดับที่ 3 บ้านหลังเขา หมู่ที่ 6 ตำบลหนองกร่าง อำเภอบ่อพลอย จังหวัดกาญจนบุรี เป็นโครงการที่มีการประสานงานที่ดีระหว่างผู้ว่าจ้างและผู้รับจ้าง จากความเห็นของกลุ่มเป้าหมายวิจัย อันดับที่ 4 และอันดับที่ 5 บ้านหนองข่อย หมู่ที่ 9 ตำบลหนองนกแก้ว อำเภอเลาขวัญ จังหวัดกาญจนบุรี และบ้านหนองงิ้วโล้ง หมู่ที่ 9 ตำบลหนองโสน อำเภอเลาขวัญ จังหวัดกาญจนบุรี เป็นโครงการที่ได้คะแนนเท่ากันจากความเห็นของกลุ่มเป้าหมายวิจัย อาจจะมีเรื่องของความล่าช้าในการปฏิบัติงาน การวางแผนด้านแรงงานก่อสร้าง และปริมาณแรงงานก่อสร้างที่ไม่เพียงพอ ผลการศึกษาสามารถแสดงรายละเอียดลำดับได้ ดังต่อไปนี้

1. บ้านหนองบัวหิ่ง หมู่ที่ 4 ตำบลสระลงเรือ อำเภอห้วยกระเจา จังหวัดกาญจนบุรี (0.063)

2. บ้านหนองใหญ่ หมู่ที่ 4 ตำบลหนองปลิง อำเภอเลาขวัญ จังหวัดกาญจนบุรี (0.042)

3. บ้านหลังเขา หมู่ที่ 6 ตำบลหนองกร่าง อำเภอบ่อพลอย จังหวัดกาญจนบุรี (0.041)

4. บ้านหนองข่อย หมู่ที่ 9 ตำบลหนองนกแก้ว อำเภอเลาขวัญ จังหวัดกาญจนบุรี และบ้านหนองงิ้วโล้ง หมู่ที่ 9 ตำบลหนองโสน อำเภอเลาขวัญ จังหวัดกาญจนบุรี (0.037)

ข้อเสนอแนะ

สำหรับงานวิจัยครั้งถัดไป โดยวิธีการวิเคราะห์เชิงโครงข่าย (Analytic Network Process, ANP) ไปประยุกต์ใช้กับกระบวนการตัดสินใจอื่นๆนั้น การศึกษาข้อมูลของแต่ละปัจจัยและทางเลือก ควรมีความละเอียดแล้วสามารถสรุปให้เข้าใจได้ง่าย เนื่องจากข้อมูลเหล่านี้ต้องให้กลุ่มเป้าหมายวิจัยที่มีความเกี่ยวข้องกับโครงการฯ ใช้ในการประกอบการตัดสินใจในการให้คะแนน ซึ่งจะทำให้กลุ่มเป้าหมายวิจัยเข้าใจได้ง่าย และผลของการประเมินจะยิ่งมีความแม่นยำสูงมากขึ้น

ในการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการบริหารงานก่อสร้างฯ อาจมีปัจจัยนอกเหนือจากที่ผู้วิจัยเสนอในบทความฉบับนี้ขึ้นอยู่กับการคัดเลือกปัจจัยที่เกิดขึ้นในพื้นที่ศึกษา และบริบทในโครงการก่อสร้างอาจต้องมีการเพิ่มหรือลดปัจจัยในการพิจารณา ให้มีความเหมาะสมกับโครงการที่ศึกษาวิเคราะห์ ต่อไป จากผลการวิจัยสามารถใช้เป็นแนวทางพัฒนาการบริหารงานก่อสร้างได้ ซึ่งการศึกษานี้ชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของการวางแผน และการจัดการปัจจัยต่าง ๆ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและลดปัญหาในการดำเนินงานโครงการที่จะเกิดขึ้นต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วัชระ สัตยาประเสริฐ อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ได้ให้แนวทางและให้คำปรึกษา ตลอดจนข้อเสนอแนะต่างๆ แก้ไขข้อบกพร่องของงานวิจัยให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เพื่อให้งานวิจัยสมบูรณ์และถูกต้องผู้ศึกษางานวิจัยขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณ กรมทรัพยากรน้ำบาดาล ที่ได้สนับสนุนทุนการศึกษาในครั้งนี้

สุดท้ายผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และครอบครัว ตลอดจนเพื่อนร่วมงาน ที่คอยช่วยเหลือและให้การสนับสนุนเสมอมา จนทำให้การศึกษาครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

[1] จอมพล เณรน้อย. (2565). การศึกษาวิเคราะห์แนวทางการก่อสร้างทางเท้าและทางจักรยานโดยใช้วัสดุรีไซเคิลสำเร็จรูป. วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

[2] ทัต นาควิเชียร. (2555). ปัจจัยที่มีผลต่อความล่าช้าในโครงการก่อสร้างถนนขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในเขตปริมณฑล. วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

[3] ธรณินทร์ วงศ์สุรศิลป์. (2560). วิจัยการจัดลำดับปัจจัยที่มีผลต่อความล่าช้าในโครงการก่อสร้างถนนขององค์การบริหารส่วนจังหวัดปราจีนบุรี. วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

[4] ไพโรจน วงศวิเศษกิจ และ มานพ เรี่ยวเดชะ. (2555). การคัดเลือกชุดโครงการโดยการประยุกต์ใช้กระบวนการโครงข่ายเชิงวิเคราะห์. ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. วารสารวิศวกรรมศาสตร์ ปีที่ 4, ฉบับที่ 1, หน้า 1-15.

[5] พรรษมล เทียนพูล และ อภิชาต ประสิทธิสม์. (2561). ปัจจัยที่ทำให้เกิดความล่าช้าในการดำเนินงานโครงการก่อสร้างอาคารชลประทาน กรณีศึกษา : โครงการก่อสร้างอาคาชลประทานของสำนักงานชลประทานที่ 9. วิศวกรรมสารเกษมบัณฑิต ปีที่ 8, ฉบับที่ 2, หน้า, 266-286.

[6] มงกุฎ เพียรธนะกูลชัย. (2549). การประเมินลำดับความสำคัญของทางเลือกในการวางแนวทางหลวง โดยใช้กระบวนการวิเคราะห์โครงข่าย. สถาบันเทคโนโลยีนานาชาติสิรินธร

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.วิศวกรรมสารมก. ปีที่ 20, ฉบับที่ 60, หน้าที่, 53-62.

[7] วุฒิพงศ์ อ่อนศรีสมบัติ. (2556). การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความล่าช้าในโครงการก่อสร้างอาคารในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

[8] วรุตม์ วงศ์บิดา. (2559). การจัดการปัญหาการวางท่อขยายเขตจำหน่ายน้ำประปาในเขตความรับผิดชอบของการประปาส่วนภูมิภาคเขต 9. วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิตมหาวิทยาลัยเชียงใหม่

[9] สมัคร ตันโลห์ และ ณรงค์ เหลืองบุตรนาค. ปัญหา,ปัจจัยและการปรับปรุงงานก่อสร้างที่ล่าช้าของงานราชการ. วิศวกรรมสาร ฉบับวิจัยและพัฒนา ปีที่ 20, ฉบับที่ 1, หน้าที่ 20-27.

[10] โสภณ ศรีทอง (2559). สาเหตุที่ทำให้เกิดความล่าช้าในโครงการก่อสร้างขององค์กรปกครอง ส่วนท้องถิ่นในเขตอำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม. วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

[11] เอกรัตน์ หรรษคุณาฒัย (2550). การศึกษาปัญหาในโครงการก่อสร้างวางท่อประปาและปรับปรุงท่อจ่ายน้ำ. วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี