



การวิเคราะห์นโยบายการจัดการจัดหาเครื่องจักรสำหรับธุรกิจสร้างถนน

ANALYSIS OF PROCUREMENT POLICY FOR ROAD CONSTRUCTION BUSINESS

จิตรา รุกิจการพานิช^{1*} และศุภิสรา พันธุ์คารา²

รองศาสตราจารย์, ²นิสิตปริญญาโท, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

*Corresponding author, E-mail: jittra.R@chula.ac.th

บทคัดย่อ

นโยบายการจัดการจัดหาเครื่องจักรมีความสำคัญต่อการดำเนินงานโครงการสร้างถนนให้เป็นไปอย่างราบรื่น การวิเคราะห์นโยบายดังกล่าวควรครอบคลุมทั้งปัจจัยเชิงปริมาณและปัจจัยเชิงคุณภาพซึ่งจะเป็นการดีกว่าการวิเคราะห์ที่เน้นปัจจัยเชิงปริมาณเพียงอย่างเดียว บทความวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อแสดงถึงการวิเคราะห์นโยบายโดยใช้กระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้นและผลของการนำไปกำหนดเป็นนโยบายขององค์กร การดำเนินงานวิจัยได้สร้างผังโครงสร้างการตัดสินใจเชิงลำดับชั้นซึ่งประกอบด้วยเกณฑ์หลัก 5 เกณฑ์ เกณฑ์รอง 6 เกณฑ์ และนโยบายทางเลือก 2 นโยบาย เกณฑ์หลักได้แก่ ค่าใช้จ่ายของเครื่องจักร ความง่ายต่อการซ่อมบำรุง อายุของเครื่องจักร ความสามารถของผู้บริการ และความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ นโยบายทางเลือกได้แก่ นโยบายซื้อเครื่องจักรใหม่ และนโยบายซ่อมคืนสภาพเครื่องจักรเดิม จากตัวอย่างในกรณีศึกษาได้ผลการวิเคราะห์การทดแทนเครื่องจักรว่าให้เลือกรับนโยบายซ่อมคืนสภาพเครื่องจักรเดิมสำหรับรถเกลี่ยดินทุกคัน ซึ่งแตกต่างจากผลการวิเคราะห์ของกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น โดยรถเกลี่ยดินที่มีอายุงาน 19-25 ปี ให้เลือกรับนโยบายซื้อเครื่องจักรใหม่ด้วยน้ำหนักความสำคัญ 0.583 และรถเกลี่ยดินที่มีอายุงาน 3-5 ปี ให้เลือกรับนโยบายซ่อมคืนสภาพเครื่องจักรเดิมด้วยน้ำหนักความสำคัญ 0.504 โดยเกณฑ์หลักที่มีความสำคัญอันดับต้น ได้แก่ ค่าใช้จ่ายของเครื่องจักร และความง่ายต่อการซ่อมบำรุง มีน้ำหนักความสำคัญ 0.381 และ 0.421 ตามลำดับ ส่วนเกณฑ์รองที่สำคัญอันดับต้น ได้แก่ ค่าปรับจากการส่งงานล่าช้า และอายุทางเทคโนโลยี มีน้ำหนักความสำคัญ 0.592 และ 0.750 ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่ากำหนดนโยบายซ่อมคืนสภาพเครื่องจักรเดิมส่งผลต่อการปรับปรุงรถเกลี่ยดินให้มีค่าความพร้อมใช้งานสูงขึ้นจาก 69% เป็น 81.71%

คำสำคัญ: นโยบายการจัดการจัดหาเครื่องจักร; การวิเคราะห์การตัดสินใจเชิงลำดับชั้น; งานสร้างถนน; ค่าซ่อมบำรุงเครื่องจักร

ABSTRACT

The procurement policy for machinery is important for the smooth operation of the road construction project. The policy analysis should cover both quantitative and qualitative factors which will be a better analysis than focusing on only quantitative factors. The objective of this research paper was to illustrate the policy analysis by using the analytic hierarchy process and the results to be determined as an organization's policy. The research has created a hierarchical decision structure consisting of five main criteria, six sub-criteria, and two alternative policies. The main criteria are machinery cost, maintainability, age, the ability of service providers, and economic value. Alternative policies include a new machine purchase policy and machinery restoration policy. For a case study of grader cars, the result of the machine replacement analysis showed that it was accepting the machinery restoration policy for all graders, which was different from the analysis results of the hierarchical analysis process,

Jittra Rukijkanpanich^{1*} and Supisara Pandara²

^{1*}Associate Professor, Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Chulalongkorn University

²Graduate Student, Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Chulalongkorn University

grader cars with 19-25 years of work, choose a new machinery purchase policy with significant weight 0.583 and grader cars with 3 to 5 years of work, choose machinery restoration policy with a significant weight of 0.504. The main criteria that were of the most important are the cost of machinery and ease of maintenance, with a significant weight of 0.381 and 0.421, respectively. The sub-criteria, fines from late delivery, and technological age had a significant weight of 0.592 and 0.750 respectively. Moreover, the use of machinery restoration policy resulted in the improvement of the grader cars to the availability values from 69% to 81.71%

KEYWORDS: procurement policy; hierarchical decision analysis; road construction; maintenance cost

1. บทนำ

ในการบริหารจัดการธุรกิจสร้างถนนนั้น ผู้บริหารมักมีความกังวลเรื่องค่าใช้จ่ายสูงกว่าแผนงานและความล่าช้าในการดำเนินงานจากเหตุการณ์ที่ไม่สามารถควบคุมได้ [1-3] ทั้งนี้ ผลการสำรวจความคิดเห็นของผู้บริหารงานโครงการสร้างถนนพบว่าสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดความล่าช้าคือการขาดแคลนเครื่องจักรใช้งานอันเนื่องมาจากเครื่องจักรขัดข้องระหว่างดำเนินงานสร้างถนน [3] สาเหตุดังกล่าวทำให้ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานสูง ดังนั้น นโยบายการจัดการหาเครื่องจักรที่เหมาะสมจะช่วยให้มีการเตรียมเครื่องจักรเพื่อให้ความพร้อมใช้งานได้จนกระทั่งโครงการสำเร็จและสามารถควบคุมค่าใช้จ่ายให้เป็นไปตามแผนงาน ทั้งนี้ควรมีการวิเคราะห์เลือกนโยบายการจัดการหาเครื่องจักรที่เหมาะสมและกำหนดไว้ในแผนบริหารธุรกิจด้วย

ผลการสำรวจบริษัทรับเหมาก่อสร้างถนนในประเทศไทย พบว่าบริษัทเหล่านี้มีเครื่องจักรเป็นของตนเองอยู่ก่อนแล้ว [1] เมื่อนำเครื่องจักรนั้นไปใช้กับงานสร้างถนนของโครงการต่อไป อาจมีโอกาที่เครื่องจักรเสียอย่างกะทันหันระหว่างการดำเนินงาน ต้องทำการซ่อมบำรุงหรือจัดหาเครื่องจักรทดแทนเครื่องจักรที่เสีย ส่งผลให้การดำเนินงานสร้างถนนหยุดชะงัก เกิดความล่าช้า และมีค่าใช้จ่ายสูงขึ้น [4] รูปที่ 1 ได้แสดงถึงค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงเครื่องจักรของงานสร้างถนน ประกอบด้วยค่าใช้จ่ายทางตรงที่เกิดขึ้นเมื่อเครื่องจักรเกิดการเสีย และค่าใช้จ่ายทางอ้อมที่ทำให้ค่าใช้จ่ายสูงเกินกว่าแผนงาน ซึ่งมักจะถูกละเลยและมองข้ามไป ค่าใช้จ่ายส่วนเกินนี้สอดคล้องกับแนวคิดของ Pintelon [5]

จากที่กล่าวมาแล้วข้างต้นแสดงให้เห็นถึงความสำคัญของการวิเคราะห์เลือกนโยบายการจัดการหาเครื่องจักรเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดปัญหาการขาดแคลนเครื่องจักรระหว่างการดำเนินโครงการและมีค่าใช้จ่ายสูงขึ้น ทั้งนี้ได้มีงานวิจัยที่นำเสนอ นโยบายการจัดการหาเครื่องมือแพทย์ได้แก่ นโยบายเช่าและนโยบายซื้อ [6] นโยบายการจัดการหาเครื่องจักรในธุรกิจสร้างถนน ได้แก่ นโยบายเช่า นโยบายซื้อ และนโยบายซ่อมคืนสภาพเครื่องจักรเดิมที่มีอยู่ [4, 7] ซึ่งอยู่ในความรับผิดชอบของผู้บริหารระดับสูงขององค์กร [20]

งานวิจัยที่กล่าวถึงการตัดสินใจเลือกนโยบายจัดการหาเครื่องจักรโดยใช้แนวทางการวิเคราะห์เชิงปริมาณ (Quantitative approach) โดย Hartman and Tan [8] ได้กล่าวถึงการวิเคราะห์ทดแทนเครื่องจักร (Replacement analysis) ว่าเป็นที่นิยมในการใช้ตัดสินใจเลือกนโยบายเพราะเป็นวิธีที่แสดงถึงความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ในขณะที่ Seif and Rabbani [9] ได้กล่าวถึงค่าใช้จ่ายตลอดวงจรชีวิตของเครื่องจักร (life cycle costing, LCC) ว่าเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกนโยบาย ส่วน Golmakani and Poursmaeli [10] ได้นำข้อมูลค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาเป็นปัจจัยในการตัดสินใจเลือกนโยบาย ซึ่ง Chalabi, Ahmadi and Lundberg [11] ได้มีความคิดเห็นว่าค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาเป็นปัจจัยที่สำคัญ และนำเสนอว่าอายุของเครื่องจักรเป็นปัจจัยสำคัญเช่นกัน นอกจากนี้ได้มีการนำเสนอว่าควรนำข้อมูลเชิงคุณภาพ เช่น ความคิดเห็นหรือประสบการณ์ของผู้บริหาร มาพิจารณาร่วมด้วยจะเป็นผลดีต่อการตัดสินใจเลือกนโยบาย [8]

กระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process, AHP) เป็นวิธีการที่สามารถนำทั้งข้อมูลเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณมาใช้ร่วมกันในการตัดสินใจได้และเป็นวิธีที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย [12] ซึ่ง Faisal and Sharawi [13] ได้นำเสนองานวิจัยที่นำ AHP ไปใช้ในการตัดสินใจเพื่อทดแทนเครื่องมือแพทย์ โดยปัจจัยที่ใช้เป็นเกณฑ์ตัดสินใจ ได้แก่ ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุง อายุของอุปกรณ์ สมรรถนะของอุปกรณ์ และการสนับสนุนของผู้บริการ (หมายถึงผู้ขายหรือผู้ให้เช่า) ซึ่ง Taghipour, Banjevic and Jardine [14] ได้มีความเห็นว่าอายุของอุปกรณ์และความพร้อมใช้งานของอุปกรณ์เป็นปัจจัยที่สำคัญ

งานวิจัยนี้ได้นำ AHP มาใช้เพื่อตัดสินใจเลือกนโยบายการจัดการเครื่องจักรที่เหมาะสมสำหรับโครงการสร้างถนนของกรณีศึกษาหนึ่ง ทั้งนี้ได้มีการนำปัจจัยความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ซึ่งเป็นที่นิยมใช้ในการวิเคราะห์เชิงปริมาณมาเป็นเกณฑ์หนึ่งของกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้นด้วย โดยนโยบายที่สนใจเป็นทางเลือกมี 2 นโยบาย ได้แก่ นโยบายซื้อเครื่องจักรใหม่ และนโยบายซ่อมคืนสภาพเครื่องจักรเดิม สำหรับเกณฑ์การตัดสินใจในกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้นที่สนใจได้แก่ 1) ค่าใช้จ่ายของเครื่องจักร 2) ความง่ายต่อการซ่อมบำรุง 3) อายุของเครื่องจักร รวมถึงความเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยี 4) การสนับสนุนของผู้บริการเพื่อให้เครื่องจักรมีสมรรถนะพร้อมใช้งาน และ 5) ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์



รูปที่ 1 ค่าซ่อมบำรุงทั้งหมด

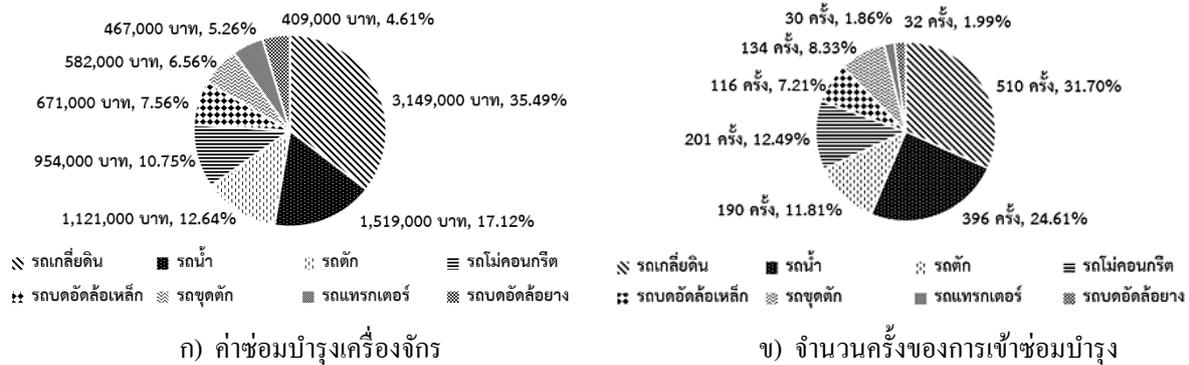
2. ข้อมูลเกี่ยวกับกรณีศึกษา

2.1 เครื่องจักรที่ใช้ในงานสร้างถนน

กรณีศึกษาเป็นองค์กรที่ประกอบธุรกิจรับเหมาก่อสร้างถนนและมีเครื่องจักรของตนเอง เช่น รถเกี่ยดิน รถขุดตัก รถตัก ซึ่งมีการนำเครื่องจักรที่มีอยู่เดิมมาใช้ต่อเนื่องในโครงการใหม่ ในอดีตไม่ได้มีการกำหนดนโยบายการจัดการเครื่องจักรสำหรับโครงการสร้างถนน ดังนั้นเมื่อเครื่องจักรเสียหายระหว่างการดำเนินงานจึงส่งผลกระทบต่อค่าใช้จ่ายเกินกว่าแผนงานและมีความเสี่ยงส่งมอบงานล่าช้า จากข้อมูลการดำเนินงานสร้างถนนในช่วงกันยายน 2560 ถึง สิงหาคม 2561 เป็นเวลาประมาณหนึ่งปี พบว่ามีค่าซ่อมบำรุงเครื่องจักรเกือบเก้าล้านบาทและมีการหยุดทำงานเพื่อเข้าซ่อมบำรุงถึง 1,600 ครั้ง ทั้งนี้สัดส่วนของค่าซ่อมบำรุงและจำนวนครั้งของการหยุดทำงานเพื่อซ่อมบำรุงเครื่องจักรแสดงดังรูปที่ 2

โดยจากรูปที่ 2 สามารถแบ่งเครื่องจักรได้เป็น 3 ประเภท ประเภทที่ 1 เป็นรถเกี่ยยดิน มีค่าซ่อมบำรุงและจำนวนครั้งของการหยุดทำงานเพื่อซ่อมบำรุงมากที่สุดประมาณสามล้านกว่าบาท ประเภทที่ 2 ได้แก่ รถน้ำ รถตัด และรถโมคองกรีต ประมาณสามล้านบาท และประเภทที่ 3 ได้แก่ รถบดอัด รถขุดตัก และรถแทรกเตอร์ ประมาณหลายแสนบาท ทั้งนี้รถเกี่ยยดินเป็นเครื่องจักรที่มีภาระงานสูง จึงนำมาเป็นตัวอย่างเพื่อแสดงรายละเอียดของการวิเคราะห์ในบทความนี้ ทั้งนี้ได้แสดงข้อมูลของรถเกี่ยยดินแต่ละคันในตารางที่ 1 โดยรถเกี่ยยดินกลุ่มที่ 1 มีความพร้อมใช้งานต่ำกว่า 70% ส่วนกลุ่มที่ 2 มีความพร้อมใช้งานสูงกว่า 70%

Jardine [16] ได้ให้แนวคิดว่าวงจรชีวิตของเครื่องจักรว่ามีลักษณะเหมือนโค้งรูปร่างอ่างอาบน้ำ (bathtub curve) สามารถแบ่งออกเป็นสามระยะ ได้แก่ ระยะที่ 1 ช่วงเริ่มต้นติดตั้งเครื่องจักร ระยะที่ 2 ช่วงการใช้งานที่เป็นประโยชน์ ระยะที่ 3 ช่วงเครื่องจักรเกิดการสึกหรอ แกนนอนแสดงด้วยอายุของเครื่องจักร แกนตั้งแสดงด้วยอัตราการเสีย ในระยะที่สามนี้มักเกิดค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงสูงขึ้น ทำให้มีการตัดสินใจซื้อเครื่องจักรใหม่ ส่วน Ascher and Feingold [17] ได้ศึกษาถึงการซ่อมคืนสภาพเครื่องจักรที่อยู่ในช่วงชีวิตระยะที่สามและสรุปว่าสามารถทำให้เครื่องจักรกลับมาใช้สมรรถนะสูงเช่นเดิมถือว่าสามารถยืดระยะเวลาที่สามออกไปได้



รูปที่ 2 ค่าซ่อมบำรุงและจำนวนครั้งของการเข้าซ่อมของโครงการสร้างถนนกรณีไม่มีกำหนดนโยบาย

ตารางที่ 1 ข้อมูลของรถเกี่ยยดินที่ใช้งานในโครงการสร้างถนนในอดีตของกรณีศึกษา (ก.ย. 2560 – ส.ค. 2561)

รถเกี่ยยดิน	อายุงาน (ปี)	จำนวนครั้งของการเข้าซ่อมบำรุง (ครั้ง)	ความพร้อมใช้งาน	ค่าซ่อมบำรุงรถเกี่ยยดิน (บาท)	ค่าประมาณการซ่อมคืนสภาพเครื่องจักรก่อนเริ่มใช้ในโครงการใหม่ (บาท)	
คันที่ 1	25	57	56%	344,000	250,000	กลุ่มที่ 1 อายุงาน 19-25 ปี
คันที่ 2	24	51	68%	289,000	350,000	
คันที่ 3	24	31	61%	160,000	250,000	
คันที่ 4	23	38	65%	266,000	250,000	
คันที่ 5	19	19	69%	167,000	250,000	
คันที่ 6	5	84	75%	489,000	500,000	กลุ่มที่ 2 อายุงาน 3-5 ปี
คันที่ 7	4	81	78%	586,000	500,000	
คันที่ 8	4	82	77%	470,000	450,000	
คันที่ 9	3	67	72%	378,000	450,000	

หมายเหตุ รถแต่ละคันมีจำนวนชั่วโมงทำงานไม่เท่ากัน

2.2 การวิเคราะห์การทดแทนเครื่องจักร

เป็นการวิเคราะห์เชิงปริมาณโดยพิจารณาจากมูลค่าเชิงเศรษฐศาสตร์เพื่อช่วยตัดสินใจว่าควรจัดซื้อเครื่องจักรใหม่หรือใช้เครื่องจักรที่มีอยู่เดิม วิธีการนี้จะใช้การเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายของเครื่องจักรแบบมูลค่ารายปี (Annual worth, AW) เป็นหลัก ไม่ได้คิดคำนึงถึงปัจจัยเชิงปริมาณอื่นๆ แล้วเลือกนโยบายที่มีมูลค่ารายปีต่ำที่สุด [18] ในงานวิจัยนี้ได้ทำการเปรียบเทียบนโยบายการจัดหาเครื่องจักรซึ่งมีสองทางเลือก ได้แก่ นโยบายซื้อเครื่องจักรใหม่เพื่อทดแทนเครื่องจักรเดิม และนโยบายซ่อมคืนสภาพเครื่องจักรเดิม แต่ไม่ได้ศึกษาถึงนโยบายเช่าเครื่องจักรเพราะค่าเช่ามีราคาสูงมากซึ่งไม่มีความเหมาะสมหากต้องเช่าเป็นเวลานาน ทั้งนี้ค่าใช้จ่ายรวมของเครื่องจักรที่นำมาคำนวณประกอบด้วย [9] (1) ค่าใช้จ่ายในการจัดหาเครื่องจักร (Procurement cost) ได้แก่ ราคาเครื่องจักรใหม่ หรือค่าซ่อมคืนสภาพเครื่องจักรเดิม ตลอดจนค่าใช้จ่ายอื่นเพื่อให้ได้เครื่องจักรสำหรับใช้งาน (2) ค่าใช้จ่ายในการถือครองเครื่องจักร (Holding cost) คือ ค่าใช้จ่ายของการเก็บรักษาเครื่องจักรใหม่ที่ไม่ถูกนำมาใช้งาน หากเครื่องจักรถูกนำมาใช้งานแล้วจะถือว่าไม่มีค่าใช้จ่ายในส่วนนี้เกิดขึ้น (3) ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาเครื่องจักร (Maintenance cost) ได้แก่ ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาเครื่องจักรทั้งเชิงแก้ไขและป้องกัน (4) ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานของเครื่องจักร (Operation cost) คือ ค่าใช้จ่ายที่ทำให้เกิดการใช้งานเครื่องจักร เช่น ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง ค่าจ้างพนักงาน

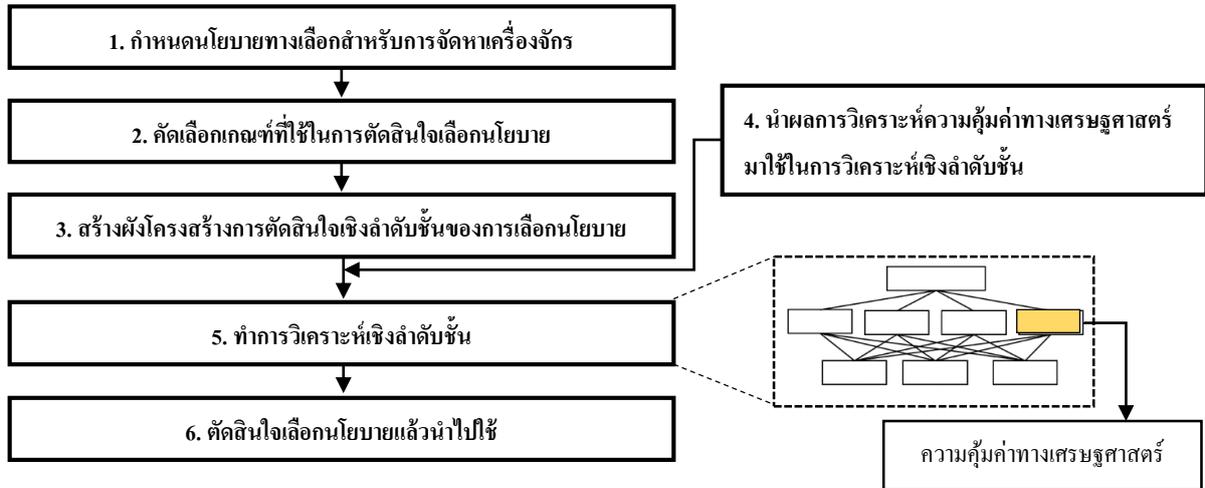
ในการวิเคราะห์จำเป็นต้องมีข้อมูลที่ละเอียดและถูกต้อง แล้วนำมาคำนวณมูลค่าเทียบเท่ารายปี ตัวอย่างผลการคำนวณรถเกี่ยติดคันที่ 1 เพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์การทดแทนเครื่องจักร ได้ว่า รถเกี่ยติดคันที่ 1 มีค่าใช้จ่ายรายปีของนโยบายซื้อเครื่องจักรใหม่เท่ากับ 1,108,000 บาท/ปี และค่าใช้จ่ายรายปีของนโยบายซ่อมคืนสภาพเครื่องจักรเดิมเท่ากับ 879,000 บาท/ปี ผลการวิเคราะห์เป็นเลือกนโยบายซ่อมคืนสภาพเครื่องจักรเดิมสำหรับรถเกี่ยติดคันที่ 1 เมื่อคิดเช่นเดียวกันนี้สำหรับรถเกี่ยติดคันอื่นจะได้นโยบายซ่อมคืนสภาพเครื่องจักรเดิมทั้งหมด อย่างไรก็ตามเป็นการวิเคราะห์เชิงปริมาณในมุมมองเดียว งานวิจัยนี้ได้นำเสนอให้ทำการวิเคราะห์เชิงคุณภาพและครอบคลุมปัจจัยอื่น ๆ ด้วย โดยใช้กระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น ซึ่งจะนำเสนอในหัวข้อต่อไป

3. ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

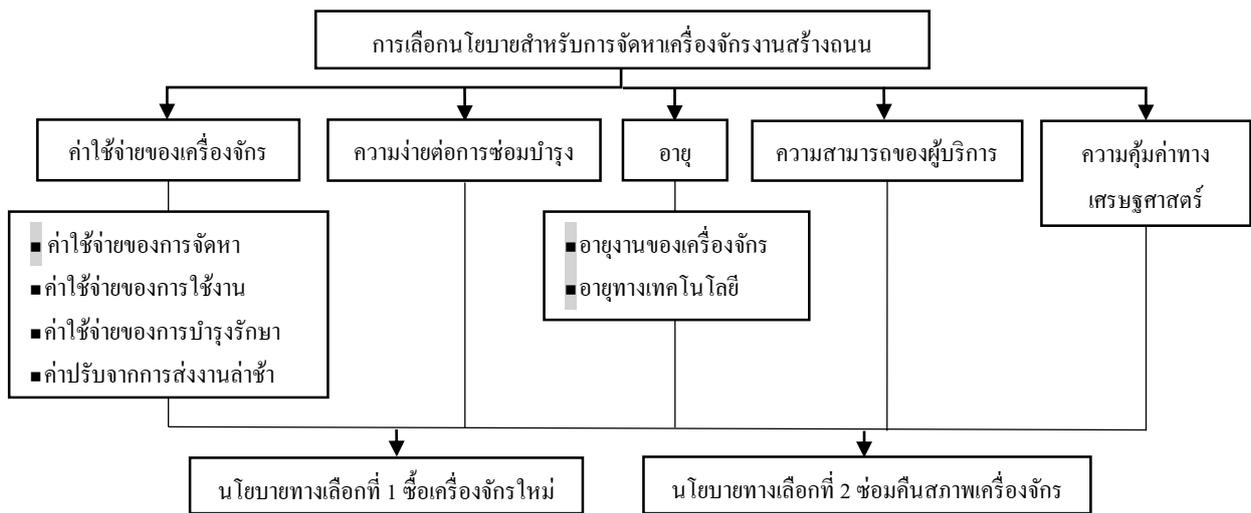
3.1 การสร้างผังโครงสร้างการตัดสินใจเชิงลำดับชั้น

รูปที่ 3 ได้แสดงขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย ตามที่กล่าวมาข้างต้นแล้วถึงนโยบายการจัดหาเครื่องจักรมี 2 ทางเลือก ส่วนเกณฑ์หลักและเกณฑ์รองที่ใช้ในการตัดสินใจเลือกนโยบายที่เหมาะสมตามกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น ได้มาจากปัจจัยที่ได้สำรวจงานวิจัยแล้วนำมาสร้างเป็นผังโครงสร้างการตัดสินใจเชิงลำดับชั้น ต่อมาได้มีการทบทวนผังโครงสร้างการตัดสินใจเพื่อปรับปรุงให้มีความซับซ้อนน้อยลง นำไปใช้ง่ายขึ้น และลดระยะเวลาในการให้คะแนนความคิดเห็นของผู้บริหารต่อเกณฑ์ต่าง ๆ ที่ใช้ตัดสินใจเชิงลำดับชั้นในการเลือกนโยบายการจัดหาเครื่องจักร

เครื่องมือที่ใช้ในการปรับปรุงผังโครงสร้างการตัดสินใจเป็น ECRS ประกอบด้วย E (Eliminate) หมายถึง การกำจัด เกณฑ์การตัดสินใจที่ทับซ้อนกัน C (Combine) เป็นการรวมหลายเกณฑ์เข้าด้วยกัน เช่น เกณฑ์สมรรถนะของเครื่องจักรนำไปรวมกับเกณฑ์ความสามารถของผู้บริการเพื่อให้เครื่องจักรมีสมรรถนะพร้อมใช้งาน ส่วน R (Rearrange) เป็นการจัดเรียงลำดับใหม่ของเกณฑ์หลักและเกณฑ์รอง และ S (Simplify) เป็นการทำให้ผังโครงสร้างการตัดสินใจเข้าใจได้ง่ายและใช้ได้ง่ายขึ้น (ซึ่งในบทความนี้ไม่ขอกล่าวถึงรายละเอียดในการปรับปรุง) โดยโครงสร้างการตัดสินใจเชิงลำดับชั้นที่ปรับปรุงแล้วแสดงดังรูปที่ 4 คำอธิบายของเกณฑ์หลัก 5 เกณฑ์ดังแสดงในตารางที่ 2 รวมทั้งแสดงคำอธิบายของเกณฑ์รอง 6 เกณฑ์ ได้แก่ ค่าใช้จ่ายของการจัดหา ค่าใช้จ่ายของการใช้งาน ค่าใช้จ่ายของการบำรุงรักษา ค่าปรับจากการส่งงานล่าช้า อายุงานของเครื่องจักร และอายุทางเทคโนโลยี



รูปที่ 3 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย



รูปที่ 4 ผังโครงสร้างการตัดสินใจเชิงลำดับชั้นของการเลือกนโยบายการจัดการจัดหาเครื่องจักรงานสร้างถนน

ตารางที่ 2 เกณฑ์หลักและเกณฑ์รองของการวิเคราะห์การตัดสินใจเชิงลำดับชั้น

ชื่อ	ประเภทของเกณฑ์	คำอธิบาย	รายการอ้างอิง
(1) ค่าใช้จ่ายของเครื่องจักร	เกณฑ์หลัก	ค่าใช้จ่ายทั้งหมดของเครื่องจักรที่เกิดขึ้นตลอดโครงการ	[9]
(1.1) ค่าใช้จ่ายของการจัดหา	เกณฑ์รอง	ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นก่อนเริ่มโครงการเพื่อให้ได้เครื่องจักรสำหรับใช้งาน	[9]
(1.2) ค่าใช้จ่ายของการใช้งาน	เกณฑ์รอง	ค่าใช้จ่ายของการใช้งานเครื่องจักรที่เกิดขึ้นระหว่างดำเนินโครงการ	[8, 9]
(1.3) ค่าใช้จ่ายของการบำรุงรักษา	เกณฑ์รอง	ค่าซ่อมบำรุงเมื่อเครื่องจักรเสีย และค่าบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ระหว่างการดำเนินโครงการ	[8], [9], [10], [13]
(1.4) ค่าปรับจากการส่งงานล่าช้า	เกณฑ์รอง	ค่าปรับที่เกิดจากการส่งมอบงานล่าช้ากว่ากำหนดสัญญา ต้องชดใช้ให้แก่ผู้ว่าจ้าง คิดเป็นร้อยละ 3-5 ของมูลค่างานทั้งหมดต่อวันล่าช้ากว่ากำหนด 1 วัน	[2], [3]
(2) ความง่ายต่อการซ่อมบำรุง	เกณฑ์หลัก	ความซับซ้อนทางเทคนิคที่ส่งผลต่อความยาก-ง่ายในการซ่อมบำรุงเครื่องจักร	[3]
(3) อายุ	เกณฑ์หลัก	อายุของเครื่องจักรและอายุทางเทคโนโลยี	[11] , [13] , [14]
(3.1) อายุงานของเครื่องจักร	เกณฑ์รอง	จำนวนปีที่ใช้งานเครื่องจักร โดยเริ่มนับตั้งแต่วันที่จดทะเบียนเครื่องจักรจนถึงปัจจุบัน	[13]
(3.2) อายุทางเทคโนโลยีของเครื่องจักร	เกณฑ์รอง	พัฒนาการทางเทคโนโลยีของเครื่องจักรทางด้านกำลังผลิตและการประหยัดพลังงาน	[13]
(4) ความสามารถของผู้บริการ	เกณฑ์หลัก	ความสามารถของผู้บริการในการจัดการเกี่ยวกับการบำรุงรักษาเครื่องจักรระหว่างใช้งาน และการซ่อมบำรุงเมื่อเครื่องจักรขัดข้อง ตลอดจนการจัดการหาอะไหล่เพื่อให้เครื่องจักรมีสมรรถนะพร้อมใช้งาน	[13], [14]
(5) ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์	เกณฑ์หลัก	การลงทุนเมื่อเปรียบเทียบกับผลประโยชน์ที่ได้รับ	[8], [9], [10], [11]

3.2 กระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น

3.2.1 การสร้างแบบสอบถามและการให้คะแนนความสำคัญ

ในกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้นนี้ผู้บริหาร โครงการสร้างถนนต้องทำแบบสอบถามเพื่อให้คะแนนระดับความสำคัญของเกณฑ์และทางเลือก โดยแบบสอบถามนี้ได้สร้างขึ้นตามผังโครงสร้างการตัดสินใจตามรูปที่ 4 ทั้งนี้ตารางที่ 3 ได้แสดงตัวอย่างคำถามและข้อมูลประกอบการตอบคำถาม คำถามเหล่านี้เป็นการเปรียบเทียบเกณฑ์ที่ละคู่ สำหรับความหมายของคะแนนระดับความสำคัญอธิบายดังตารางที่ 4 เช่น เมื่อถามว่าระหว่างค่าใช้จ่ายของเครื่องจักรกับความง่ายต่อการซ่อมบำรุงนั้น ท่านคิดว่าเกณฑ์หลักใดมีผลต่อการตัดสินใจเลือก โยบายการจัดหารถเกี่ยดินมากกว่ากันและมากกว่ากันเท่าไร ผู้บริหารจะใช้ข้อมูลต่างๆของเครื่องจักรมาประกอบการตอบคำถาม หากผู้บริหารตอบว่า คะแนนระดับความสำคัญเท่ากับ 3 แสดงว่าผู้บริหารให้ความสำคัญต่อเกณฑ์ค่าใช้จ่ายของเครื่องจักรมากกว่าเกณฑ์ความง่ายต่อการซ่อมบำรุงในระดับปานกลาง

3.3.2 การวิเคราะห์ผลการให้คะแนนระดับความสำคัญ

เมื่อทำการสอบถามผู้บริหารจนได้ผลการให้คะแนนระดับความสำคัญของเกณฑ์และทางเลือกครบถ้วนแล้วให้ทำการตรวจสอบความสอดคล้องกันของเหตุผล (Consistency Ratio, CR) [15] หากค่า CR น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.10 ถือว่ายอมรับได้ แต่หากมากกว่า 0.10 ถือว่ายอมรับไม่ได้ จะต้องทำการทบทวนการให้ค่าน้ำหนักคะแนนเปรียบเทียบในเกณฑ์นั้นกันใหม่ (ดังรูปที่ 5) ในขั้นตอนสุดท้ายจะคำนวณได้ค่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละนโยบาย

3.3 การนำนโยบายการจัดการเครื่องจักรไปใช้และการประเมินผล

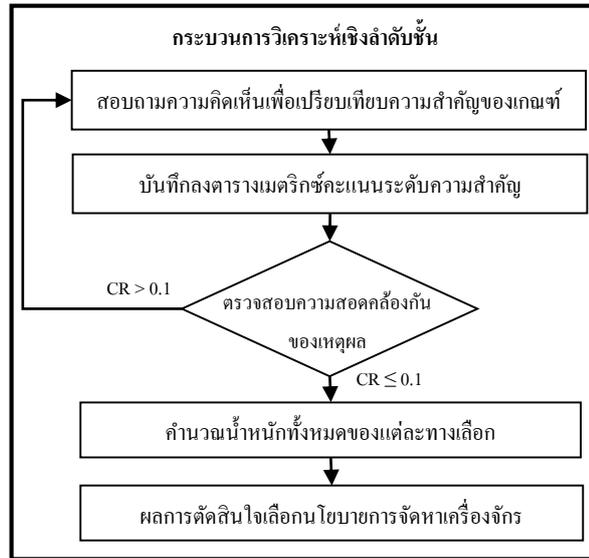
เมื่อได้ทำการวิเคราะห์ตามกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น และได้ผลการตัดสินใจเลือกนโยบายแล้ว นำไปกำหนดเป็นนโยบายการจัดการเครื่องจักรขององค์กรสำหรับการบริหารจัดการโครงการสร้างถนนแห่งใหม่ ซึ่งมีระยะเวลาโครงการประมาณหนึ่งปี (ธันวาคม 2561 - พฤศจิกายน 2562) มีความต้องการใช้รถเกี่ยดินจำนวน 7 คัน และทำการประเมินผลการทำงานของเครื่องจักรเมื่อโครงการสร้างถนนเสร็จ โดยวัดจากจำนวนครั้งของการซ่อมบำรุงต่อชั่วโมงทำงาน ค่าความพร้อมใช้งาน และค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงต่อชั่วโมงทำงาน

ตารางที่ 3 ตัวอย่างคำถามและข้อมูลประกอบการตอบแบบสอบถาม

คำถาม	ข้อมูลประกอบการตอบ คำถามแสดงในภาคผนวก
คำถามชุดที่ 1 เปรียบเทียบความสำคัญของ เกณฑ์หลัก ต่อ วัตถุประสงค์ของการตัดสินใจ	
1. ท่านคิดว่าระหว่าง ค่าใช้จ่ายของเครื่องจักร กับความง่ายต่อการซ่อมบำรุง เกณฑ์หลักใดมีผลต่อ การตัดสินใจเลือกนโยบายจัดการรถเกี่ยดิน มากกว่ากันและมากกว่ากันเท่าไร	หัวข้อที่ 1 และ 2
คำถามชุดที่ 2 เปรียบเทียบความสำคัญของ เกณฑ์รอง ต่อ เกณฑ์หลัก	
1. ท่านคิดว่าระหว่าง ค่าใช้จ่ายของการจัดหา กับ ค่าใช้จ่ายของการใช้งาน เกณฑ์รองใดมีผลต่อ ค่าใช้จ่ายของเครื่องจักร มากกว่ากันและมากกว่ากันเท่าไร	หัวข้อที่ 2.1 และ 2.2
คำถามชุดที่ 3 เปรียบเทียบความสำคัญของ ทางเลือก ต่อ เกณฑ์หลัก/เกณฑ์รอง	
1. ท่านคิดว่าระหว่าง นโยบายซื้อเครื่องจักรใหม่ กับ นโยบายซ่อมกินสภาพเครื่องจักรเดิม นโยบายใดมีผลต่อความง่ายต่อการซ่อมบำรุง มากกว่ากันและมากกว่ากันเท่าไร	นโยบายที่ 1 และ นโยบายที่ 2

ตารางที่ 4 ความหมายของการเปรียบเทียบเกณฑ์เป็นรายคู่

ระดับความสำคัญ	ความหมาย	คำอธิบาย
1	สำคัญเท่ากัน	ทั้งสองเกณฑ์สำคัญเท่า ๆ กัน
3	สำคัญกว่าปานกลาง	เกณฑ์หนึ่งสำคัญกว่าอีกเกณฑ์หนึ่งอยู่ในระดับปานกลาง
5	สำคัญกว่ามาก	เกณฑ์หนึ่งสำคัญกว่าอีกเกณฑ์หนึ่งอยู่ในระดับมาก
7	สำคัญกว่ามากที่สุด	เกณฑ์หนึ่งสำคัญกว่าอีกเกณฑ์หนึ่งอยู่ในระดับมากที่สุด
9	สำคัญว่าสูงสุด	เกณฑ์หนึ่งสำคัญกว่าอีกเกณฑ์หนึ่งอยู่ในระดับสูงสุด



รูปที่ 5 ขั้นตอนของการนำคะแนนความคิดเห็นมาวิเคราะห์

4. ผลการวิเคราะห์การตัดสินใจ

4.1 ผลการให้คะแนน

ผลการให้คะแนนความสำคัญของเกณฑ์หลักสำหรับการเลือกนโยบายการจัดการเครื่องจักรของรถเกี่ยดินกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 แสดงดังตารางที่ 5 และ 6 ตามลำดับ ผลคะแนนความสำคัญของเกณฑ์รองด้านค่าใช้จ่ายของรถเกี่ยดินกลุ่มที่ 1 และ 2 แสดงดังตารางที่ 7 และ 8 ตามลำดับ ส่วนผลการให้คะแนนความสำคัญของเกณฑ์รองด้านอายุของรถเกี่ยดินทั้งสองกลุ่มแสดงดังตารางที่ 9

จากตารางเหล่านั้น จะเห็นว่าผู้บริหารให้ความสำคัญกับเกณฑ์ค่าใช้จ่ายของเครื่องจักร ความง่ายต่อการซ่อมบำรุง และความสามารถของผู้บริการ ในขณะที่ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ไม่ได้เป็นเกณฑ์ที่โดดเด่น และให้ความสำคัญต่อเกณฑ์รองค่าปรับจากการส่งงานล่าช้า รองลงมาเป็นค่าใช้จ่ายในการจัดหา ในขณะที่ให้น้ำหนักความสำคัญต่อเกณฑ์ค่าใช้จ่ายของการใช้งานใกล้เคียงกับเกณฑ์ค่าใช้จ่ายของการบำรุงรักษา และให้ความสำคัญต่อเกณฑ์อายุทางเทคโนโลยีมากกว่าอายุงานของเครื่องจักร

4.2 ผลการคำนวณน้ำหนักความสำคัญ

ผลการคำนวณน้ำหนักความสำคัญ (ค่าไอเกนเวกเตอร์) ของเกณฑ์หลักและเกณฑ์รองสำหรับการตัดสินใจเลือกนโยบายของรถเกี่ยดินแสดงดังตารางที่ 10 จะเห็นว่าค่าใช้จ่ายของเครื่องจักรและความง่ายต่อการซ่อมบำรุงเป็นสองอันดับแรกที่มีความสำคัญมาก เพราะการซ่อมที่ล่าช้าส่งผลต่อค่าใช้จ่ายของโครงการที่สูงขึ้นและค่าปรับจากการส่งมอบงานล่าช้า ซึ่งสอดคล้องกับผลในตารางที่ 11 ที่แสดงถึงเกณฑ์รองที่มีความสำคัญมากที่สุดคือค่าปรับจากการส่งงานล่าช้า โดยมีน้ำหนักความสำคัญที่โดดเด่นถึง 0.592 และ 0.536 สำหรับรถเกี่ยดินกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 ตามลำดับ ค่าปรับนี้ คิดเป็น 3-5% ของมูลค่างานของโครงการต่อความล่าช้าหนึ่งวัน ซึ่งเป็นจำนวนเงินที่สูงมาก

ตารางที่ 5 ผลการให้คะแนนเกณฑ์หลักสำหรับการตัดสินใจเลือกนโยบายการจัดหารถเกี่ยดิน : กลุ่มที่ 1 อายุงาน 19-25 ปี

เกณฑ์หลัก	ค่าใช้จ่ายของเครื่องจักร	ความง่ายต่อการซ่อมบำรุง	อายุของเครื่องจักร	ความสามารถของผู้บริการ	ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์
ค่าใช้จ่ายของเครื่องจักร	1.00	3.00	3.00	2.00	3.00
ความง่ายต่อการซ่อมบำรุง	0.33	1.00	3.00	4.00	4.00
อายุของเครื่องจักร	0.33	0.33	1.00	0.33	1.00
ความสามารถของผู้บริการ	0.50	0.25	3.00	1.00	3.00
ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์	0.33	0.25	1.00	0.33	1.00
รวม	2.50	4.83	11.00	7.66	12.00

หมายเหตุ ค่า CI = 0.10, ที่ n = 5 ค่า RI = 1.12 และ ค่า CR = CI/RI = 0.089

ตารางที่ 6 ผลการให้คะแนนเกณฑ์หลักสำหรับการตัดสินใจเลือกนโยบายการจัดหารถเกี่ยดิน: กลุ่มที่ 2 อายุงาน 3-5 ปี

เกณฑ์หลัก	ค่าใช้จ่ายของเครื่องจักร	ความง่ายต่อการซ่อมบำรุง	อายุของเครื่องจักร	ความสามารถของผู้บริการ	ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์
ค่าใช้จ่ายของเครื่องจักร	1.00	1.00	3.00	2.00	3.00
ความง่ายต่อการซ่อมบำรุง	1.00	1.00	5.00	5.00	5.00
อายุของเครื่องจักร	0.33	0.20	1.00	0.33	2.00
ความสามารถของผู้บริการ	0.50	0.20	3.00	1.00	3.00
ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์	0.33	0.20	0.50	0.33	1.00
รวม	3.16	2.60	12.50	8.66	14.00

หมายเหตุ ค่า CI = 0.06, ที่ n = 5 ค่า RI = 1.12 และ ค่า CR = CI/RI = 0.054

ตารางที่ 7 ผลการให้คะแนนเกณฑ์รองโดยพิจารณาด้านค่าใช้จ่ายของรถเกี่ยดิน: กลุ่มที่ 1 อายุงาน 19-25 ปี

ค่าใช้จ่ายของเครื่องจักร	ค่าใช้จ่ายของการจัดหา	ค่าใช้จ่ายของการใช้งาน	ค่าใช้จ่ายของการบำรุงรักษา	ค่าปรับจากการส่งงานล่าช้า
ค่าใช้จ่ายของการจัดหา	1.00	4.00	3.00	0.25
ค่าใช้จ่ายของการใช้งาน	0.25	1.00	0.25	0.14
ค่าใช้จ่ายของการบำรุงรักษา	0.33	4.00	1.00	0.20
ค่าปรับจากการส่งงานล่าช้า	4.00	7.00	5.00	1.00
รวม	5.58	16.00	9.25	1.59

หมายเหตุ ค่า CI = 0.09, ที่ n = 4 ค่า RI = 0.90 และ ค่า CR = CI/RI = 0.10

ตารางที่ 8 ผลการให้คะแนนเกณฑ์รองโดยพิจารณาด้านค่าใช้จ่ายของรถเกี่ยดิน: กลุ่มที่ 2 อายุงาน 3-5 ปี

ค่าใช้จ่ายของเครื่องจักร	ค่าใช้จ่ายของการจัดหา	ค่าใช้จ่ายของการใช้งาน	ค่าใช้จ่ายของการบำรุงรักษา	ค่าปรับจากการส่งงานล่าช้า
ค่าใช้จ่ายของการจัดหา	1.00	5.00	4.00	0.33
ค่าใช้จ่ายของการใช้งาน	0.20	1.00	0.33	0.20
ค่าใช้จ่ายของการบำรุงรักษา	0.25	3.00	1.00	0.20
ค่าปรับจากการส่งงานล่าช้า	3.00	5.00	5.00	1.00
รวม	4.45	14.00	10.33	1.73

หมายเหตุ ค่า CI = 0.09, ที่ n = 4 ค่า RI = 0.90 และ ค่า CR = CI/RI = 0.10

ตารางที่ 9 ผลการให้คะแนนเกณฑ์รองด้านอายุของรถเกี่ยดิน

กลุ่มที่ 1	อายุของเครื่องจักร	อายุงาน	อายุทางเทคโนโลยี	กลุ่มที่ 2	อายุของเครื่องจักร	อายุงาน	อายุทางเทคโนโลยี
อายุงาน 19-25 ปี	อายุงาน	1.00	0.33	อายุงาน 3-5 ปี	อายุงาน	1.00	1.00
	อายุทางเทคโนโลยี	3.00	1.00		อายุทางเทคโนโลยี	1.00	1.00
	รวม	4.00	1.33		รวม	2.00	2.00

4.3 ผลการตัดสินใจเลือกนโยบายการจัดการรถเกี่ยดิน

เมื่อทำการคำนวณค่าน้ำหนักความสำคัญของรถเกี่ยดินแต่ละกลุ่มจะได้ผลการตัดสินใจตามกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้นดังแสดงในตารางที่ 12 สำหรับรถเกี่ยดินกลุ่มที่ 1 (อายุงาน 19-25 ปี) นโยบายซื้อเครื่องจักรใหม่มีค่าน้ำหนักความสำคัญเท่ากับ 0.583 ซึ่งมากกว่าค่าน้ำหนักความสำคัญของนโยบายซ่อมคืนสภาพเครื่องจักรเดิม (เท่ากับ 0.417) ไม่มากนัก ประกอบกับผลการวิเคราะห์การทดแทนเครื่องจักรได้เสนอให้เลือกนโยบายซ่อมคืนสภาพเครื่องจักรเดิม นอกจากนี้ยังมีปัจจัยภายนอกคือปัญหาสภาพเศรษฐกิจในช่วงเวลานั้นทำให้ผู้บริหารตัดสินใจไม่ลงทุนซื้อเครื่องจักรใหม่ และเลือกนโยบายซ่อมคืนสภาพเครื่องจักรเดิมเพื่อกำหนดเป็นนโยบายสำหรับรถเกี่ยดินกลุ่มที่ 1

สำหรับรถเกี่ยดินกลุ่มที่ 2 (อายุงาน 3-5 ปี) แม้ว่านโยบายซ่อมคืนสภาพเครื่องจักรเดิมมีค่าน้ำหนักความสำคัญเท่ากับ 0.504 ซึ่งใกล้เคียงกับนโยบายซื้อเครื่องจักรใหม่ (เท่ากับ 0.496) แต่ผลการวิเคราะห์การทดแทนเครื่องจักรได้เลือกนโยบายซ่อมคืนสภาพเครื่องจักรเดิม ดังนั้นผู้บริหารจึงได้กำหนดคนโยบายซ่อมคืนสภาพเครื่องจักรเดิมสำหรับรถเกี่ยดินทุกคันเป็นนโยบายการจัดการรถเกี่ยดินก่อนเริ่มโครงการใหม่ที่มีระยะเวลาดำเนินการระหว่างธันวาคม 2561 ถึง เดือนพฤศจิกายน 2562

ตารางที่ 10 ผลการคำนวณน้ำหนักความสำคัญ (ค่าไอเกนเวกเตอร์) ของเกณฑ์หลัก

เกณฑ์หลัก	น้ำหนักความสำคัญ	
	รถเกี่ยดินกลุ่มที่ 1	รถเกี่ยดินกลุ่มที่ 2
ค่าใช้จ่ายของเครื่องจักร	0.381	0.276
ความง่ายต่อการซ่อมบำรุง	0.299	0.421
อายุของเครื่องจักร	0.080	0.084
ความสามารถของผู้บริการในการรักษาสรรณะของเครื่องจักร	0.165	0.156
ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์	0.076	0.063

ตารางที่ 11 ผลการคำนวณน้ำหนักความสำคัญ (ค่าไอเกนเวกเตอร์) ของเกณฑ์รอง

เกณฑ์หลัก	เกณฑ์รอง	น้ำหนักความสำคัญ	
		รถเกี่ยดินกลุ่มที่ 1	รถเกี่ยดินกลุ่มที่ 2
ค่าใช้จ่ายของเครื่องจักร	ค่าใช้จ่ายของการจัดหา	0.228	0.289
	ค่าใช้จ่ายของการใช้งาน	0.053	0.062
	ค่าใช้จ่ายของการบำรุงรักษา	0.126	0.113
	ค่าปรับจากการส่งงานล่าช้า	0.592	0.536
อายุของเครื่องจักร	อายุจริง	0.250	0.500
	อายุทางเทคโนโลยี	0.750	0.500

ตารางที่ 12 ผลการตัดสินใจเลือกนโยบายการจัดการรถเกี่ยดิน

ทางเลือก	ค่าน้ำหนักความสำคัญ	
	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2
นโยบายที่ 1 ซื่อเครื่องจักรใหม่	0.583	0.496
นโยบายที่ 2 ซ่อมคืนสภาพเครื่องจักรเดิม	0.417	0.504

4.4 ผลการประเมินการดำเนินงานเมื่อมีการกำหนดนโยบายการจัดการรถเครื่องจักร

โครงการใหม่มีความต้องการใช้รถเกี่ยดินเพียง 7 คัน ทั้งนี้รถที่ได้จัดให้ทำงานในโครงการนี้ได้แก่ คันที่ 1, 2, 4, 5, 6, 7, 9 (เว้นคันที่ 3 และ 8) การประเมินผลวัดจากดัชนี 3 ตัว โดยวัดเมื่อโครงการเสร็จสิ้น ได้แก่ จำนวนครั้งของการหยุดทำงานเพื่อซ่อมบำรุงต่อชั่วโมงทำงาน ค่าความพร้อมใช้งาน และค่าซ่อมบำรุงต่อชั่วโมงทำงาน

สืบเนื่องจากการเลือกนโยบายซ่อมคืนสภาพนั้น กรณีศึกษานี้ได้มีการนำนโยบายดังกล่าวไปสู่การปฏิบัติในระหว่างการดำเนินงานก่อสร้างโครงการใหม่ เช่น การมอบหมายให้พนักงานทำการตรวจสอบเครื่องจักรประจำวัน การจัดทำระบบเอกสารเพื่อติดตามความผิดปกติของเครื่องจักร เมื่อพบสิ่งผิดปกติเล็กน้อยได้จัดการแก้ไขเพื่อไม่ให้เกิดการเสียหายลุกลาม มีการเปลี่ยนอะไหล่หรือชิ้นส่วนเมื่อครบกำหนด [19] จึงอาจกล่าวได้ว่าเมื่อนำนโยบายซ่อมคืนสภาพเครื่องจักรไปปฏิบัติอย่างต่อเนื่องมีส่วนที่ส่งผลให้ค่าซ่อมการบำรุงรักษาและความถี่ในการซ่อมลดลง มีความพร้อมใช้งานสูงขึ้น รวมทั้งการดำเนินงานก่อสร้างมีความราบรื่นตลอดโครงการ

ผลการวัดดัชนีทั้งสามตัวพบว่าจำนวนครั้งของการหยุดทำงานเพื่อซ่อมบำรุงต่อชั่วโมงทำงานของรถเกี่ยดินทั้งสองกลุ่มมีค่าลดลงในช่วง 0.003-0.013 (ดังแสดงในตารางที่ 13) เช่น รถคันที่ 1 มีค่าจำนวนครั้งที่เข้าซ่อมต่อชั่วโมงทำงานลดลงจาก 0.037 เป็น 0.026 (หรือจากเข้าซ่อมทุก 27 ชั่วโมง ลดลงเป็นเข้าซ่อมทุก 38 ชั่วโมง) แสดงว่ารถคันนี้มีความถี่ในการเข้าซ่อมน้อยลง สอดคล้องกับค่าความพร้อมใช้งานที่เพิ่มขึ้น (ดังแสดงในตารางที่ 14) นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับค่าซ่อมบำรุงต่อชั่วโมงทำงานของรถคันที่ 1 ได้ลดลง 46 บาทต่อชั่วโมงทำงาน (ดังแสดงในตารางที่ 15) ด้วย

จากตารางที่ 14 ยังได้แสดงค่าความพร้อมใช้งานของรถเกี่ยดินทั้งสองกลุ่มมีค่าสูงขึ้น โดยรถกลุ่มที่ 1 ซึ่งมีอายุงาน 19-25 ปี มีค่าสูงขึ้นจาก 56-69% เป็น 75-79% และรถกลุ่มที่ 2 ซึ่งมีอายุงาน 3-5 ปี มีค่าสูงขึ้นจาก 72-75% เป็น 87-88% และจะสังเกตได้ว่ารถกลุ่มที่ 2 มีค่าความพร้อมใช้งานสูงกว่ารถกลุ่มที่ 1 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะรถกลุ่มที่ 2 มีอายุน้อยกว่ากลุ่มที่ 1

นอกจากนี้ยังมีข้อสังเกตเพิ่มเติมว่ารถเกี่ยดินกลุ่มที่ 1 มีค่าซ่อมบำรุงในระหว่างการทำงานสร้างถนนต่อชั่วโมงทำงานที่มากกว่ารถกลุ่มที่ 2 ทั้งนี้อาจอธิบายได้ว่ารถกลุ่มที่ 1 มีอายุงานสูงกว่ามาก ซึ่งถึงกำหนดเวลาที่ต้องเปลี่ยนชิ้นส่วนสำคัญ

ตารางที่ 13 จำนวนครั้งการหยุดเพื่อซ่อมบำรุงต่อชั่วโมงทำงาน

รถ เคลื่อนดิน	โครงการในอดีต - ไม่มีกำหนดนโยบาย (ก.ย. 2560 - ส.ค. 2561)			โครงการใหม่ - มีกำหนดนโยบาย (ธ.ค. 2561 - พ.ย. 2562)			เปลี่ยนแปลง (ครั้ง/ชม.)
	จำนวน ชั่วโมง ทำงาน	จำนวนครั้งของ การหยุดทำงาน เพื่อซ่อมบำรุง	อัตราการหยุด ทำงานเพื่อซ่อม บำรุง (ครั้ง/ชม.)	จำนวน ชั่วโมง ทำงาน	จำนวนครั้งของ การหยุดทำงาน เพื่อซ่อมบำรุง	อัตราการหยุด ทำงานเพื่อซ่อม บำรุง (ครั้ง/ชม.)	
คันที่ 1	1,547	57	0.037	703	18	0.026	- 0.011
คันที่ 2	1,209	51	0.042	665	19	0.029	- 0.013
คันที่ 4	1,301	38	0.029	734	12	0.016	- 0.013
คันที่ 5	636	19	0.030	687	14	0.020	- 0.010
คันที่ 6	2,905	84	0.029	1,936	50	0.026	- 0.003
คันที่ 7	2,777	81	0.029	1,851	47	0.025	- 0.004
คันที่ 9	1,723	67	0.039	1,344	40	0.030	- 0.009

กลุ่มที่ 1 อายุงาน 19-25 ปี

กลุ่มที่ 2 อายุงาน 3-5 ปี

ตารางที่ 14 ค่าความพร้อมใช้งานของรถเคลื่อนดิน

รถเคลื่อนดิน	โครงการในอดีต - ไม่มีกำหนดนโยบาย (ก.ย. 2560 - ส.ค. 2561)	โครงการใหม่ - มีกำหนดนโยบาย (ธ.ค. 2561 - พ.ย. 2562)
คันที่ 1	56%	75%
คันที่ 2	68%	77%
คันที่ 4	65%	78%
คันที่ 5	69%	79%
คันที่ 6	75%	88%
คันที่ 7	78%	88%
คันที่ 9	72%	87%
เฉลี่ย	69%	81.71%

กลุ่มที่ 1 อายุงาน 19-25 ปี

กลุ่มที่ 2 อายุงาน 3-5 ปี

ตารางที่ 15 ค่าซ่อมบำรุงต่อชั่วโมงทำงาน

รถ เคลื่อนดิน	โครงการในอดีต - ไม่มีกำหนดนโยบาย (ก.ย. 2560 - ส.ค. 2561)			โครงการใหม่ - มีกำหนดนโยบาย (ธ.ค. 2561 - พ.ย. 2562)			เปลี่ยนแปลง (บาท/ชม.)
	จำนวน ชั่วโมง ทำงาน	ค่าซ่อมบำรุง (บาท)	อัตราค่าซ่อม บำรุง (บาท/ชม.)	จำนวน ชั่วโมง ทำงาน	ค่าซ่อมบำรุง (บาท)	อัตราค่าซ่อม บำรุง (บาท/ชม.)	
คันที่ 1	1,547	344,000	222	703	124,000	176	- 46
คันที่ 2	1,209	289,000	239	665	118,000	177	- 62
คันที่ 4	1,301	266,000	204	734	124,000	169	- 35
คันที่ 5	636	167,000	263	687	129,000	188	- 75
คันที่ 6	2,905	489,000	168	1,936	162,000	84	- 84
คันที่ 7	2,777	586,000	211	1,851	241,000	130	- 81
คันที่ 9	1,723	378,000	219	1,344	176,000	131	- 88
รวม	12,098	2,519,000	1,526	7,920	1,074,000	1,055	- 471

กลุ่มที่ 1 อายุงาน 19-25 ปี

กลุ่มที่ 2 อายุงาน 3-5 ปี

5. สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ

ในการดำเนินธุรกิจสร้างถนนที่มีการทำโครงการสร้างถนนต่อเนื่องนั้น ควรมีการกำหนดนโยบายสำหรับการจัดหาเครื่องจักรก่อนเริ่มโครงการเพื่อลดปัญหาการขาดแคลนเครื่องจักรในระหว่างการดำเนินงาน ปัญหาเครื่องจักรเสียหายระหว่างการดำเนินงานซึ่งอาจทำให้งานล่าช้ากว่าแผนและมีค่าใช้จ่ายสูง งานวิจัยนี้ได้แสดงการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้นเพื่อการตัดสินใจเลือกนโยบายสำหรับการจัดหาเครื่องจักรและนำมากำหนดใช้สำหรับโครงการสร้างถนนแห่งใหม่ โดยนโยบายที่วิเคราะห์ได้แก่ นโยบายซื้อเครื่องจักรใหม่ และนโยบายซ่อมคืนสภาพเครื่องจักรเดิม

ผังโครงสร้างการตัดสินใจเชิงลำดับชั้นได้รับการปรับปรุงให้สมบูรณ์โดยผ่านการทบทวนของผู้บริหารและใช้หลักการ ECRS เพื่อลดความซ้ำซ้อนของเกณฑ์ มีความเข้าใจได้ง่ายต่อคำถามเปรียบเทียบเกณฑ์ที่ละคู่ และได้มีการนำผลการวิเคราะห์การทดแทนเครื่องจักรมาเชื่อมโยงกับการให้คะแนนความสำคัญของเกณฑ์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ที่ปรากฏอยู่ในผังนี้ด้วย

เกณฑ์หลักทั้งหมดประกอบด้วย 5 เกณฑ์ ได้แก่ ค่าใช้จ่ายของเครื่องจักร ความง่ายต่อการซ่อมบำรุง อายุของเครื่องจักร ความสามารถของผู้บริการ และความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ และมีเกณฑ์รองได้แก่ ค่าใช้จ่ายของการจัดหา ค่าใช้จ่ายของการใช้งาน ค่าใช้จ่ายของการบำรุงรักษา ค่าปรับจากการส่งงานล่าช้า อายุจริงของเครื่องจักรและอายุของเทคโนโลยี

การแสดงผลการวิเคราะห์นโยบายได้ใช้ตัวอย่างรถเก๋งสี่ล้อซึ่งจัดว่าเป็นเครื่องจักรที่มีภาระการทำงานและมีค่าใช้จ่ายการซ่อมบำรุงสูงกว่าเครื่องจักรอื่น ผลการวิเคราะห์การทดแทนเครื่องจักรได้เสนอว่าควรเลือกนโยบายการซ่อมคืนสภาพเครื่องจักรเดิม เพราะมีมูลค่าเทียบเท่ารายปีต่ำกว่า ทั้งนี้แตกต่างจากผลการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น

ผลการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้นได้เสนอให้เลือกนโยบายซ่อมคืนสภาพเครื่องจักรเดิมสำหรับรถเก๋งสี่ล้อที่มีอายุงาน 3-5 ปี ที่ค่าน้ำหนักความสำคัญ 0.504 ในขณะที่ให้เลือกนโยบายซื้อเครื่องจักรใหม่สำหรับรถเก๋งสี่ล้อที่มีอายุงาน 19-25 ปี ที่ค่าน้ำหนักความสำคัญ 0.583 อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบค่าน้ำหนักความสำคัญของนโยบายทั้งสองทางเลือกของรถทั้งสองกลุ่มแล้วพบว่าไม่ได้แตกต่างกันอย่างโดดเด่น (dominate) ประกอบกับในช่วงเวลาดังกล่าวมีปัจจัยด้านเศรษฐกิจซึ่งเป็นปัจจัยภายนอกขององค์กรมากระทบต่อธุรกิจต่างๆ ทำให้ผู้บริหารไม่ตัดสินใจลงทุนเครื่องจักรใหม่แต่เลือกใช้นโยบายซ่อมคืนสภาพเครื่องจักรเดิมสำหรับรถเก๋งสี่ล้อทุกคันในโครงการสร้างถนนโครงการใหม่ซึ่งมีระยะเวลาโครงการหนึ่งปี

เกณฑ์หลักด้านค่าใช้จ่ายของเครื่องจักรและความง่ายต่อการบำรุงรักษา มีความสำคัญมากเป็นอันดับต้น โดยมีน้ำหนักความสำคัญ 0.381 และ 0.421 ตามลำดับ ในขณะที่เกณฑ์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์มีความสำคัญน้อย ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่ามีเครื่องจักรของตนเองอยู่ก่อนแล้ว และเกณฑ์รองที่มีความสำคัญมากคือค่าปรับจากการส่งงานล่าช้าและอายุทางเทคโนโลยี โดยมีน้ำหนักความสำคัญ 0.592 และ 0.750 ตามลำดับ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะค่าปรับนี้เป็นจำนวนเงินสูงและสามารถสร้างความเสียหายถึงขั้นหยายนะต้ององค์กรตามหลักการบริหารความเสี่ยง ส่วนอายุทางเทคโนโลยีมุ่งเน้นให้สามารถลดค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน เช่น การประหยัดพลังงานหรือเครื่องจักรมีสมรรถนะในการทำงานสูงขึ้นและใช้เวลาทำงานน้อยลง

เมื่อโครงการสร้างถนนเสร็จสิ้นลงจึงได้ประเมินผลด้วยดัชนีต่างๆ ได้แก่ จำนวนครั้งของการหยุดทำงานเพื่อซ่อมบำรุงของรถเก๋งสี่ล้อต่อชั่วโมงทำงาน ค่าความพร้อมใช้งาน และค่าซ่อมบำรุงต่อชั่วโมงทำงาน ซึ่งพบว่าเมื่อมีการนำนโยบายการซ่อมคืนสภาพเครื่องจักรเดิมมาปฏิบัติแล้ว ทำให้จำนวนครั้งของการหยุดทำงานเพื่อซ่อมบำรุงของรถเก๋งสี่ล้อต่อชั่วโมงทำงานลดลงโดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มรถที่มีอายุงาน 19-25 ปี สำหรับค่าซ่อมบำรุงของรถเก๋งสี่ล้อแต่ละคันนั้นสามารถลดลงมากโดยมีค่าเฉลี่ย 35-88 บาทต่อชั่วโมงทำงาน และยังเกิดการปรับปรุงรถเก๋งสี่ล้อให้มีสมรรถนะที่พร้อมใช้งานมากขึ้น จากเดิม 69% เพิ่มขึ้นเป็น 81.71% ซึ่งจะส่งผลให้การดำเนินงานสร้างถนนมีความราบรื่น สามารถทำงานเสร็จได้ตามแผน

จากที่กล่าวมาแล้วแสดงให้เห็นว่าควรมีการวิเคราะห์นโยบายการจัดหาเครื่องจักรตามแนวทางของงานวิจัยนี้และนำไปขยายผลในเครื่องจักรของงานโครงการอื่นๆ ย่อมทำให้เครื่องจักรมีความพร้อมใช้งานส่งผลให้การดำเนินงานโครงการมีความราบรื่นช่วยลดความเสี่ยงที่จะเกิดความล่าช้าของโครงการจากการขาดแคลนเครื่องจักรและสามารถควบคุมค่าใช้จ่ายให้เป็นไปตามแผนงานข้อเสนอแนะ ถึงแม้ว่าปัจจัยด้านสภาพเศรษฐกิจจะเป็นปัจจัยภายนอกองค์กรและไม่สามารถควบคุมได้ แต่จะเห็นได้ว่าส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกนโยบายไปใช้ ดังนั้นในงานวิจัยต่อไปหากมีการนำปัจจัยด้านสภาพเศรษฐกิจมารวมเป็นเกณฑ์หลักของผังโครงสร้างของกระบวนการวิเคราะห์การตัดสินใจจะทำให้การวิเคราะห์นโยบายมีความสมบูรณ์มากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- [1] Ibrahim, M., Amund, B. and Nabil, M. D. Causes of delay in road construction projects. *Journal of Management in Engineering*, 2012, pp.300-10, DOI: 10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000096
- [2] Kaliba, C., Muya, M. and Mumba, K. Cost escalation and schedule delays in road construction projects in Zambia. *International Journal of Project Management*, 2009, 27(5), pp.522-531. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0263786308000951> [Accessed 29 December 2019].
- [3] Remon, F.A. and Asmaa, A.H. Exploring delay causes of road construction projects in Egypt. *Alexandria Engineering Journal*, 2016, pp. 1515-39. DOI: 10.1016/j.aej.2016.03.0061110-0168Ó2016
- [4] Thanapun Praserttrunguang and B.H.W. Hadikusumo. Heavy equipment management practices and problems in Thai highway contractors. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 2007, 14(3), pp.228-241. DOI: 10.1108/09699980710744881
- [5] Pintelon, L. and Van Puyvelde, *Maintenance decision Making*. Leuven: Uitgeverij, 2006.
- [6] J.Jaturonateea, D.N.P.MurthyB and Boondiskulchoka. Optimal preventive maintenance of leased equipment with corrective minimal repairs. *European Journal of Operational Research*, 2006, 174(1), pp. 201-215. DOI: 10.1016/j.ejor.2005.01.049
- [7] Prajeesh. V. P. and Mr. N. Sakthivel. Management of equipment and machinery in Construction. *International Journal of Innovative Science, Engineering & Technology*, 2016, 6(3), 2016, pp.113-118. Available from: http://ijiset.com/vol3/v3s5/IJISSET_V3_I5_16.pdf [Accessed 17 November 2019].
- [8] Joseph, C. H. and Chin, H. T. Equipment replacement analysis: A literature review and directions for future research, *The Engineering Economist*, 2014, 59(2), pp.136-153, DOI: 10.1080/0013791X.2013.862891
- [9] Seif, J. and Rabbani, M. Component based life cycle costing in replacement decisions. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 2014, 20(4), pp.436-452, DOI: 10.1108/JQME-08-2013-0053
- [10] Golmakani, H. R. and Poursmaeli, M. Optimal replacement policy for condition-based maintenance with non-decreasing failure cost and costly inspection, *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 2014, 20(1), pp.51-64, DOI: 10.1108/JQME-12-2012-0044
- [11] Al-Chalabi, H., Lundberg, J. and Ahmadi, J. Economic lifetime of a drilling machine: a case study on mining industry. *International Journal Strategic Engineering Asset Management*, 2015, 2(2), 177-189. DOI: 10.1080/0013791X.2014.952466
- [12] Douglas, L. *Construction Equipment Policy*. New York: McGraw-Hill, 1975.
- [13] Faisal, M. and Sharawi, A. Prioritize medical equipment replacement using analytical hierarchy process. *Journal of Electrical and Electronics Engineering (IOSR-JEEE)*, 2015, 10(3), pp.55-63, DOI: 10.9790/1676-10325563
- [14] Taghipour, S., Banjevic, D. and Jardine, A.K.S. Prioritization of medical equipment for maintenance decisions. *Journal of the Operational Research Society*, 2010, pp.1-22, DOI: 10.1057/jors.2010.106
- [15] Saaty, T. L. *The analytic hierarchy process: planning, priority setting, resource allocation*. New York: McGraw-Hill, 1980.
- [16] Jardine, A.K.S. *Operation research in maintenance*. Manchester University Press, Mew York, 1970.
- [17] Ascher, H. and Feingold, H. *Repairable systems reliability: modelling, inference, misconceptions and their cause*. Marcel Dekker, Basel, 1984.

- [18] Sullivan, W. G., Wicks, E. M., and Keolling, C. P. Engineering economy (15th ed.). *Upper Saddle River: Pearson Education*, 2012.
- [19] จิตรา รุกิจการพานิช และ ปานิตา ศิริพันธ์. การจัดการงานบำรุงรักษาในระดับปฏิบัติการสำหรับเครื่องจักรของงานสร้างถนน. *วิศวกรรมสารฉบับวิจัยและพัฒนา*, 2563, 31(3), pp. 187-204.
- [20] Jitra Rukijkanpanich and Panit Pasuk. Maintenance management for transportation process in quarry industry. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 2018, 24, pp. 185-199.