การจัดลำดับความสำคัญของโครงการซ่อมบำรุงทางหลวงโดยวิธี Super-Efficiency DEA

Highway Maintenance Project Prioritization Using Super-Efficiency in Data Envelopment Analysis Approach

พิสิฏฐ์ ถูกมี[1*], ทรงยศ กิจธรรมเกษร[2]

[1,2] ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่

**Corresponding author; E-mail address: pisit_tookmee@hotmail.com*

บทคัดย่อ

การซ่อมบำรุงรักษาทางเป็นกิจกรรมสำคัญที่ทำเป็นประจำและตามช่วงเวลาที่ออกแบบไว้เพื่อรักษาสภาพทางให้มีความใกล้เคียงกับตอนก่อสร้างเสร็จ สืบเนื่องจากโครงการซ่อมบำรุงทางหลวงชนบทมีจำนวนมาก การพิจารณาการจัดลำดับความสำคัญของสายทางจึงเป็นปัจจัยที่จะส่งผลให้การจัดสรรงบประมาณที่มีประสิทธิภาพ งานศึกษานี้นำวิธีโอบล้อมข้อมูล (Data Envelopment Analysis, DEA) ด้วยการคำนวณหาค่าประสิทธิภาพซุปเปอร์ (Super Efficiency) มาประยุกต์ใช้ในการจัดลำดับความสำคัญของสายทางในการซ่อมบำรุงทางหลวงชนบท โดยปัจจัยนำเข้า (Input) และปัจจัยผลผลิต (Output) พิจารณาจากข้อมูลด้านวิศวกรรม สังคม เศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม จากกรณีศึกษาโครงการซ่อมบำรุงทางหลวงชนบทในพื้นที่จังหวัดเชียงราย พบว่า ผลการวิเคราะห์จะให้ค่าคะแนนในการจัดลำดับความสำคัญของแต่ละสายทาง ซึ่งสายทางที่มีปริมาณจราจรที่ใช้ในเส้นทางค่อนข้างสูง มีสถานที่สำคัญในสายทางจำนวนมาก อายุการใช้งานมาก ค่าการแอ่นตัวสูง ค่าดัชนีความเรียบขรุขระสากลสูง และค่าดัชนีความเสียหายสูง ซึ่งหมายถึงสายทางมีความเสียหาย ส่งผลให้สายทางได้รับค่าคะแนนการจัดลำดับความสำคัญสูง

คำสำคัญ: การซ่อมบำรุงทาง , การจัดลำดับความสำคัญ , วิธีโอบล้อมข้อมูล

Abstract

Highway maintenance plays an important role in keeping a good transportation network performance. Due to the number of rural highway maintenance projects, the project prioritization is therefore a factor that will result in efficient budget allocation. This study uses the Super-efficiency Data Envelopment Analysis (DEA) method for the prioritization of the rural highway maintenance. The inputs and outputs are considered from the engineering, social, economic and environmental information. From the case study in Chiang Rai province, the results reveal a score for the priority of each route. The Engineering factor seems to be the most significant factor.

Keywords: Highway maintenance, Prioritization, Super-efficiency DEA

1. คำนำ

ในปัจจุบันการจัดการวางแผนงานงบประมาณในการบำรุงรักษาทางเป็นหน้าที่ของหน่วยงานที่ดูแลรับผิดชอบในการบำรุงรักษาทางหลวงที่ต้องดำเนินการให้เกิดประโยชน์อย่างทั่วถึง มีประสิทธิภาพสูงที่สุด และอยู่ภายใต้งบประมาณที่มีจำกัดในแต่ละปี ดังนั้นการพิจารณาจัดสรรงบประมาณเพื่อการซ่อมบำรุงตามลำดับในการซ่อมบำรุงทางจึงเป็นส่วนสำคัญที่จะช่วยจัดงบประมาณที่จำกัดให้เกิดประโยชน์และประสิทธิภาพมากที่สุด กรมทางหลวงชนบทเป็นหน่วยงานที่มีหน้าที่รับผิดชอบในด้านการก่อสร้าง ขยาย บูรณะรวมทั้งจัดการ วางแผนกำกับดูแลการบำรุงรักษาสายทางในโครงข่ายของทางหลวงชนบททั่วประเทศให้เกิดความปลอดภัยในการเดินทาง สามารถรองรับปริมาณการจราจรบนสายทางในแต่ละวันและพัฒนาเส้นทางโครงข่ายเพื่อรองรับยุทธศาสตร์โลจิสติกส์ของประเทศไทย ในปัจจุบันนั้นมีการขยายตัวทางด้านเศรษฐกิจและสังคม ทำให้เส้นทางในโครงข่ายของกรมทางหลวงชนบทต้องรองรับปริมาณจราจรที่เพิ่มมากขึ้นในแต่ละสายทาง โดยสายทางต่างๆในโครงข่ายส่วนใหญ่ เมื่อมีการใช้งานแล้วย่อมมีการเสื่อมสภาพและเกิดปัญหาการชำรุดเสียหายจากการใช้งานอาจส่งผลให้เกิดอันตรายต่อผู้ใช้เส้นทาง ดังนั้นการบำรุงรักษาเส้นทางในโครงข่ายให้อยู่ในสภาพดี พร้อมที่จะใช้งานจำเป็นต้องมีการบำรุงรักษาที่ดี โดยในแต่ละปีมีการใช้งบประมาณจำนวนมากไปกับการบำรุงรักษาเส้นทางที่เกิดการชำรุดเสียหาย ทำให้ต้องมีการจัดสรรงบประมาณที่มีอยู่อย่างจำกัดให้เกิดประสิทธิภาพสูงที่สุด

ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะใช้ข้อมูลและปัจจัยที่เกี่ยวข้องทางด้านต่างๆจากฐานข้อมูล มาประยุกต์ใช้กับวิธีการโอบล้อมข้อมูล (Data Envelopment Analysis (DEA)) แบบ Super-Efficiency โดยจะประเมินทางด้านวิศวกรรม ด้านสังคม เศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม และด้านงบประมาณในการบำรุงทาง จากเส้นทางในโครงข่ายทางหลวงชนบทในจังหวัดเชียงราย แล้ว

จัดการเรียงลำดับความสำคัญให้กับเส้นทางที่ควรมีการซ่อมบำรุงก่อนและหลังตามคะแนนที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยวิธีการโอบล้อมข้อมูล ซึ่งผลของงานวิจัยนี้สามารถนำไปเป็นทางเลือกในการตัดสินใจและจัดลำดับความสำคัญในการซ่อมบำรุงเส้นทางในโครงข่ายต่อไป

2. วิธีการโอบล้อมข้อมูล

วิธีการ Data Envelopment Analysis หรือ DEA เป็นวิธีการประมาณค่าที่ไม่อ้างอิงพารามิเตอร์ (nonparametric method) วิธีการคำนวณจะใช้ Linear Programing ทำการคำนวณหาค่าประสิทธิภาพ ซึ่งเกิดขึ้นครั้งแรกโดย A. Charnes และ WW Cooper [1] ใช้กลุ่มตัวอย่างที่เรียกว่าหน่วยการตัดสินใจ (Decision Making Units, DMUs) เพื่อใช้วัดค่าคะแนนประสิทธิภาพโดยเปรียบเทียบ สำหรับแต่ละ DMUs จำนวน N หน่วย ที่มีลักษณะเหมือนกันและเป็นอิสระต่อกัน สำหรับโมเดลแรกในการหาประสิทธิภาพของ DMUs คือ โมเดล CCR โดย Charnes, Cooper & Rhodes [2] ได้นำเสนอแบบจำลองที่พิจารณาทางด้านปัจจัยการผลิต (Input Orientation) และสมมุติให้แบบจำลองดังกล่าวมีลักษณะของผลตอบแทนคงที่ หรือ Constant Returns to Scale (CRS) ต่อมา ได้มีการปรับปรุงโมเดลเป็น BCC โดยมีลักษณะเป็นผลตอบแทนผันแปรหรือ Variable Returns to Scale (VRS) ซึ่งเป็นการปรับปรุงจากโมเดล CCR ตามปกติวิธีการ DEA จะให้หน่วยตัดสินใจแต่ละหน่วย หาอัตราส่วนของผลรวมถ่วงน้ำหนักของปัจจัยผลผลิตต่อผลรวมถ่วงน้ำหนักของปัจจัยการผลิต

2.1 แบบจำลอง CCR

แบบจำลอง CCR มีข้อสมมติฐานแบบ CRS (Constant Return to Scale) หรือสมมติฐานผลตอบแทนคงที่ คือ ทุกหน่วยการตัดสินใจ หรือ DMUs ที่ดำเนินการผลิตที่ระดับการผลิตที่มีความเหมาะสม ถือเป็นแบบจำลองดั้งเดิมเพื่อที่จะแก้ไขข้อบกพร่องในการคำนวณหาค่าประสิทธิภาพ แบบจำลอง CCR จะทำการเลือกค่าถ่วงน้ำหนักสำหรับปัจจัยการผลิตและผลผลิต

แบบจำลอง CCR ซึ่งพิจารณาในด้านของปัจจัยการผลิตเพื่อประเมินถึงประสิทธิภาพของ DMU สามารถเขียนในรูปของสมการเชิงเส้น (Linear Programming Problem) ได้ดังนี้

ฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์

$$Max \sum_{r=1}^{s} \alpha_r O_{rj} \qquad (1)$$

ภายใต้ข้อจำกัด

$$\frac{\sum_{r=1}^{s} \alpha_r O_{rj}}{\sum_{i=1}^{m} \omega_i I_{ij}} \le 1 \qquad (2)$$

$$\sum_{i=1}^{m} \omega_i I_{ij} = 1 \qquad (3)$$

$$\alpha_r, \omega_i \ge \varepsilon \qquad (4)$$

เมื่อ I = 1, 2, ..., m; r = 1, 2, ..., s และ j = 1, 2, ..., n โดยที่

O_{rj} = จำนวนผลผลิตที่ r ที่ผลิตจากองค์กรที่ j

I_{ij} = จำนวนปัจจัยนำเข้าที่ i ใช้ในการผลิตโดยองค์กรที่ j

α_r = ตัวถ่วงน้ำหนักของผลผลิตที่ r

ω_i = ตัวถ่วงน้ำหนักของปัจจัยการผลิตที่ i

m = จำนวนปัจจัยนำเข้า

2.2 แบบจำลอง BCC

เพื่อประโยชน์ในการตรวจสอบลักษณะของผลได้ต่อขนาด (Returns to Scale) ของ DMU แต่ละหน่วย Banker et.al. (1984) ได้นำเสนอแบบจำลอง BCC ซึ่งมีสมมติฐานแบบ Variable Return to Scale หรือสมมติฐานผลตอบแทนต่อขนาดแปรผัน ดังต่อไปนี้

ฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์

$$Max \sum_{r=1}^{s} \alpha_r O_{rj} + w_i \qquad (5)$$

ภายใต้ข้อจำกัด

$$\frac{\sum_{r=1}^{s} \alpha_r O_{rj}}{\sum_{i=1}^{m} \omega_i I_{ij} - w_j} \le 1 \qquad (6)$$

$$\sum_{i=1}^{m} \omega_i I_{ij} = 1 \qquad (7)$$

$$\alpha_r, \omega_i \ge \varepsilon \qquad (8)$$

เมื่อ I = 1, 2, ..., m; r = 1, 2, ..., s และ j = 1, 2, ..., n โดยที่

O_{rj} = จำนวนผลผลิตที่ r ที่ผลิตจากองค์กรที่ j

I_{ij} = จำนวนปัจจัยนำเข้าที่ i ใช้ในการผลิตโดยองค์กรที่ j

α_r = ตัวถ่วงน้ำหนักของผลผลิตที่ r

ω_i = ตัวถ่วงน้ำหนักของปัจจัยการผลิตที่ i

w_j = ตัวถ่วงน้ำหนักของปัจจัยการผลิตที่ i

m = จำนวนปัจจัยนำเข้า

n = จำนวนหน่วยผลิตที่ต้องการวัดประสิทธิภาพ

ε = ค่าบวกที่มีขนาดเล็ก

สำหรับค่าคะแนนประสิทธิภาพที่คำนวณได้จากแบบจำลอง BCC สามารถอธิบายได้เหมือนกับค่าคะแนนประสิทธิภาพจากแบบจำลอง CCR แต่เนื่องจากเงื่อนไขสมการ ที่เพิ่มเติมในแบบจำลอง BCC ส่งผลให้ค่าคะแนนประสิทธิภาพในแบบจำลองถูกคำนวณอยู่ภายใต้สมมุติฐานของลักษณะการผลิตแบบผลได้ต่อขนาดแปรผัน (Variable Returns to Scale: VRS) และไม่รวมเอาผลกระทบทางด้านขนาดการผลิตไว้ในการคำนวณ ดังนั้นค่าคะแนนประสิทธิภาพ ที่คำนวณได้จึงเป็นการคำนวณค่าคะแนนประสิทธิภาพทางด้านเทคนิคอย่างแท้จริง (Pure Technical Efficiency Scores) โดยค่าคะแนนประสิทธิภาพที่คำนวณได้จากแบบจำลอง CCR จะมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับค่าคะแนนประสิทธิภาพที่คำนวณได้จากแบบจำลอง BCC สำหรับ DMU หน่วยเดียวกันเสมอ

2.3 แบบจำลอง Super-Efficiency DEA

เนื่องจากค่าคะแนนประสิทธิภาพที่ได้จากตัวแบบจำลอง CCR และ BCC จะแบ่ง DMU ออกเป็น 2 กลุ่มคือกลุ่มที่มีประสิทธิภาพ (คะแนนประสิทธิภาพ = 1) และกลุ่มที่ไม่มีประสิทธิภาพ(คะแนนประสิทธิภาพ < 1) ซึ่งไม่สามารถจัดอันดับคะแนนของ DMUs ในกลุ่มที่มีประสิทธิภาพได้หรือคะแนนประสิทธิภาพเท่ากับ 1 ดังนั้นเพื่อแก้ปัญหานี้ Andersen and Petersen ได้นำเสนอวิธีการโอบล้อมข้อมูลแบบวิเคราะห์โดยการคำนวณหาคะแนนประสิทธิภาพซุปเปอร์หรือตัวแบบ Super Efficiency ซึ่งสามารถที่จะจัดอันดับของหน่วยการตัดสินใจได้โดยใช้เพื่อแยกแยะประสิทธิภาพค่าประสิทธิภาพสูงกว่า 1 หรือ 100 % ซึ่งตัวแบบนี้จะไม่รวม DMU ที่กำลังถูกประเมินในการสร้างกรอบประสิทธิภาพจึงทำให้คะแนนประสิทธิภาพของ DMU นั้นสามารถมีค่ามากกว่า 1 ได้ โดยสามารถเขียนอยู่ในรูปแบบการโปรแกรมเชิงเส้นโดยมีฟังก์ชั่นเป้าหมาย ภายใต้เงื่อนไขข้อจำกัด ตัวแบบ Super-Efficiency DEA (Andersen and Petersen 1993.) แสดงดังนี้

$$\min \theta \qquad (9)$$

ภายใต้ข้อจำกัด

$$\sum_{\substack{k=1 \\ k\neq 1}}^{n} \lambda_k X_k + s^- = \theta X_j \qquad (10)$$

$$\sum_{\substack{k=1 \\ k\neq 1}}^{n} \lambda_k Y_k + s^+ = Y_j \qquad (11)$$

$$\lambda_k \geq 0, k = 1,2,\ldots,n \qquad (12)$$

$$s^- \geq 0, s^+ \geq 0 \qquad (13)$$

โดยที่

θ คือ ค่าคะแนนประสิทธิภาพที่คำนวณได้

x_k คือ ค่าของปัจจัยนำเข้า

Y_k คือ ค่าของปัจจัยผลผลิต

λ คือ ค่าน้ำหนักของปัจจัยต่าง ๆ และจำนวนจริงใด ๆ ที่มีค่า ≥ 0 (Nonnegative Real Number)

s_i^- คือ ปัจจัยการผลิตส่วนเกิน (Input Slack)

s_k^+ คือ ผลผลิตส่วนที่ขาด (Output Slack),

n คือ จำนวน DMU

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่น่าสนใจเกี่ยวกับการวัดประสิทธิภาพด้วยวิธีการ Data Envelopment Analysis (DEA) โดย Peihua Fu, Zhenggang Zhan and Chengjian Wu (2013) ได้ศึกษาการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของระบบถนนประเทศจีน ด้วยวิธี DEA โดยใช้แบบจำลอง DEA-CCR และ DEA-BBC เพื่อทำการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของประสิทธิภาพในระบบทางหลวงประเทศจีน โดย ปัจจัยนำเข้าได้แก่ ประชากรที่ใช้ดำเนินการ น้ำหนักของระยะทางบนทางหลวง และ มูลค่าของยานพาหนะ ส่วนปัจจัยผลผลิตจะได้แก่ ค่าขนส่ง จำนวนผู้โดยสาร และอัตราการเกิดอุบัติเหตุ จากผลการศึกษาได้พิสูจน์แล้วว่าการวิเคราะห์ประสิทธิภาพ Super-Efficiency สามารถทำการจัดลำดับระบบบนทางหลวงได้และพบว่าคะแนนประสิทธิภาพระดับการจัดการและ scale-efficiency ของพื้นที่ที่ได้รับการประเมินจะให้ข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับวิธีการที่หน่วยงานจัดการจัดสรรทรัพยากรของตนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพปัจจัยผลผลิตของระบบทางหลวงให้สูงสุด

Yingying Qiu, Jia Sheng and Xiaoyu He (2016) ได้นำรูปแบบการประเมินประสิทธิภาพ Super-Efficiency มาใช้ประเมินการใช้ที่ดินในเมืองและประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินใน 13 พื้นที่ของเมืองอู่ฮั่น ซึ่งผลการวิจัยพบว่าวิธี Super-Efficiency DEA สามารถแก้ไขปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีการจัดอันดับหน่วยการตัดสินใจได้อย่างเที่ยงตรงและสามารถอ้างอิงข้อมูลให้รัฐบาลกำหนดนโยบายการใช้ที่ดินได้อย่างเหมาะสม

พรพิมล ชัยวุฒิศักดิ์ (2562) ได้ศึกษาการประเมินประสิทธิภาพทางกีฬาและการเงินของสโมสรฟุตบอลไทยพรีเมียร์ลีกในฤดูกาลปี พ.ศ.2557-2558 โดยใช้วิธีโอบล้อมข้อมูล (Data Envelopment Analysis, DEA) ด้วยการหาค่าประสิทธิภาพไขว้ (Cross-Efficiency) และประสิทธิภาพซุปเปอร์ (Super-Efficiency) โดยปัจจัยนำเข้า ได้แก่ ความจุของสนามกีฬาและค่าใช้จ่ายในการบริหารสโมสรฟุตบอล ส่วนปัจจัยผลผลิต ได้แก่ จำนวนผู้ชมของแต่ละสโมสร คะแนนรวมที่ได้ในแต่ละฤดูกาล รายได้รวม สินทรัพย์สุทธิ จำนวนถ้วยรางวัลชนะเลิศ สิทธิ์ในการเข้าร่วมการแข่งขัน AFC สิทธิ์ในการเข้าร่วมการแข่งขันไทยแลนด์พรีเมียร์ลีกสำหรับฤดูกาลล่าสุดและฤดูกาลหน้า ซึ่งผลการวิจัยพบว่าค่าประสิทธิภาพซุปเปอร์ที่คำนวณได้สะท้อนให้เห็นว่า สโมสรฟุตบอลชัยนาท ฮอร์นบิล และอาร์มมี่ ยูไนเต็ดเป็นสโมสรที่มีประสิทธิภาพต่ำและปรากฏในภายหลังว่าทั้งสองสโมสรฟุตบอลได้ถูกลดระดับจากการแข่งขันระดับไทยแลนด์พรีเมียร์ลีกเป็นการแข่งขันระดับลีก 1 ในการแข่งขันฤดูกาลปี พ.ศ.2558/2559 ในขณะที่สโมสรฟุตบอลบุรีรัมย์ ยูไนเต็ด สโมสรเอสซีจี เมืองทอง ยูไนเต็ด และสโมสรชลบุรี เอฟซี ได้ถูกจัดในอันดับกลุ่มต้น ๆ ด้วยค่าประสิทธิภาพไขว้ที่คำนวณได้แสดงให้เห็นว่าการหาค่าประสิทธิภาพไขว้ (Cross-Efficiency) และประสิทธิภาพซุปเปอร์ (Super-Efficiency) สามารถวัดประสิทธิภาพและสามารถจัดเรียงประสิทธิภาพของสโมสรฟุตบอลไทยพรีเมียร์ลีกได้

3. ระเบียบวิธีวิจัย

เพื่อให้การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ จึงได้มีการกำหนดขั้นตอนและวิธีการดำเนินการวิจัยดังนี้

3.1 แบบจำลองสำหรับการประเมินประสิทธิภาพ

วิธีการโอบล้อมข้อมูลสามารถวัดประสิทธิภาพปัจจัยนำเข้าและปัจจัยผลผลิตที่มีจำนวนมากได้ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้ประยุกต์ใช้วิธีการโอบล้อมข้อมูล แบบจำลอง CCR แบบจำลอง BCC และ แบบจำลอง Super-Efficiency มาใช้ในการจัดลำดับความสำคัญงานซ่อมบำรุง

3.2 ข้อมูล

ในการเก็บข้อมูลปัจจัยที่เกี่ยวข้องของแต่ละสายทางจะใช้ข้อมูลทุติยภูมิจากระบบบริหารงานบำรุงทาง กรมทางหลวงชนบท (PMMS) และระบบบริหารฐานข้อมูลกลาง กรมทางหลวงชนบท (CRD) โดยได้รวบรวมข้อมูลสายทางที่อยู่ในพื้นที่จังหวัดเชียงราย จำนวน 20 สายทาง ในที่นี้จะแทนด้วย DMU_k (Decision Making Unit) ; k = 1, 2, ..., 20 ตามลำดับ

ตารางที่ 1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ลำดับ	DMU	รหัสสายทาง
1	1	ชร.4002
2	2	ชร.1003
3	3	ชร.4005
4	4	ชร.4008
5	5	ชร.4011
6	6	ชร.4012
7	7	ชร.4013
8	8	ชร.4014
9	9	ชร.4016
10	10	ชร.4017
11	11	ชร.4018
12	12	ชร.1022
13	13	ชร.4024
14	14	ชร.4027
15	15	ชร.4029
16	16	ชร.1030
17	17	ชร.5031
18	18	ชร.4034
19	19	ชร.3037
20	20	ชร.4044

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การพัฒนาแบบจำลองวิเคราะห์หาลำดับความสำคัญจะเป็นการประเมินหาค่าดัชนีประสิทธิภาพด้วยวิธี Data Envelopment Analysis (DEA) จากตัวแบบจำลอง Super-Efficiency โดยข้อมูลที่ใช้จะแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ส่วนได้แก่ ปัจจัยการผลิต (Input) และปัจจัยผลผลิต (Output) ซึ่งวิเคราะห์โดยใช้ DEA-Solver LV ซึ่งใช้งานร่วมกับโปรแกรม Microsoft Excel ซึ่งผลที่ได้จากการวิเคราะห์จะออกมาเป็นคะแนนประสิทธิภาพในแต่ละสายทาง คะแนนที่ได้สามารถนำไปช่วยจัดลำดับสายทางในการซ่อมบำรุงให้มีประสิทธิภาพสูงสุดในการจัดลำดับความสำคัญแผนงานซ่อมบำรุงรักษาโครงข่ายทางหลวงชนบทในพื้นที่จังหวัดเชียงราย

3.4 ปัจจัยนำเข้า (Input)

3.4.1 ปริมาณการจราจร (PCU)

ปริมาณจราจรมีผลกระทบต่อการเสียหายของสายทาง โดยความเสียหายจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณจราจรที่เพิ่มขึ้น มีหน่วยเป็น PCU (Passenger Car Unit)

3.4.2 จำนวนชุมชนที่อยู่อาศัยในสายทาง

3.4.3 จำนวนสถานที่ท่องเที่ยวในสายทาง

3.4.4 จำนวนสถานที่ราชการ

3.4.5 จำนวนสถานที่สำคัญทางศาสนา

3.5 ปัจจัยผลผลิต (Output)

3.5.1 ดัชนีสภาพทางหลวงชนบท (RCI)

ดัชนีสภาพทางหลวงชนบท คำนวณมาจาก RCI = 0.287X + 0.259Y โดยที่ X คือพื้นที่ความเสียหายหนัก (%) โดยแบ่งตามประเภทความเสียหายดังนี้ หลุมบ่อ ยุบตัวเป็นแอ่ง ร่องล้อ และรอยแตกของผิวทาง Y คือพื้นที่ความเสียหายเบา (%) โดยแบ่งตามประเภทความเสียหายดังนี้ ผิวทางหลุดร่อน รอยปะซ่อม ร่องล้อไม่ลึกมาก และรอยแตกของผิวทาง

3.5.2 ดัชนีความขรุขระสากล (IRI) (เมตร/กิโลเมตร)

ดัชนีความขรุขระสากล เป็นค่าที่ใช้ในการตรวจสอบและระบุความขรุขระของผิวทาง มีหน่วยเป็นความยาวต่อระยะทาง

3.5.3 ค่าการแอ่นตัว (Deflection) (มิลลิเมตร)

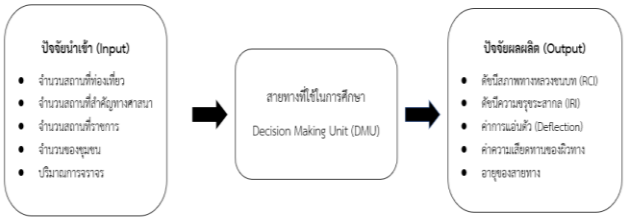
เป็นค่าการยืดหยุ่นตัวของโครงสร้างพื้นทางแบบ Flexible pavement สามารถประเมินอายุ ความเสียหายของโครงสร้างทางที่เกิดจากความล้าและการเสียรูป

3.5.4 ค่าความเสียดทานของผิวทาง (SKID)

ความต้านทานการลื่นไถลช่วยในการควบคุมยานพาหนะให้สามารถแล่นอยู่ในทิศทางที่ต้องการบนเส้นทางจราจรเป็นหนึ่งในปัจจัยที่เพิ่มความปลอดภัยบนถนน

3.5.5 อายุของสายทางนับตั้งแต่มีการซ่อมบำรุง (ปี)

สายทางที่มีอายุการใช้งานยาวนานควรที่จะได้รับการซ่อมบำรุงตามความเหมาะสม



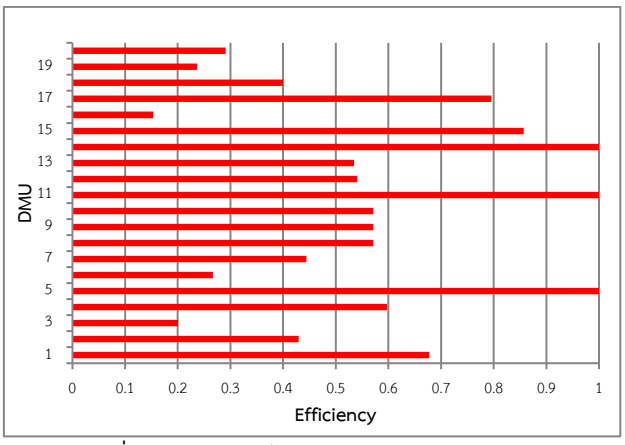
รูปที่ 1 ปัจจัยนำเข้าและปัจจัยผลผลิตของแบบจำลอง

4. ผลการดำเนินการ

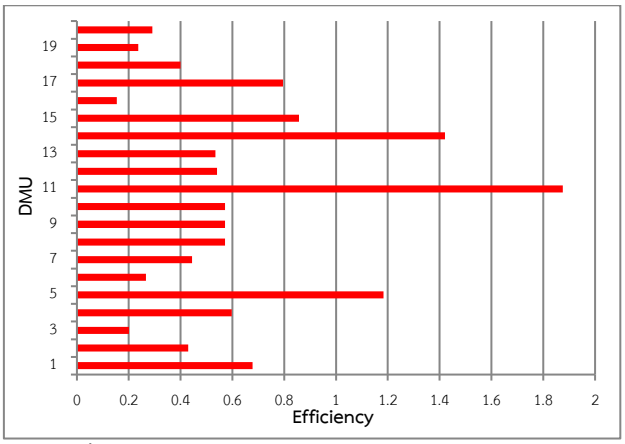
จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากปัจจัยนำเข้าและปัจจัยผลผลิตในด้านวิศวกรรม สังคมและเศรษฐกิจ ตารางที่ 2 แสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์สถิติ ได้แก่ ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปัจจัยนำเข้าและผลผลิตของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ จำนวน 20 ตัวอย่าง เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการวิเคราะห์ข้อมูลจากวิธีโอบล้อมข้อมูล (DEA) ต่อไป

ตารางที่ 2 ค่าสถิติของปัจจัยนำเข้าและปัจจัยผลผลิต

ปัจจัยนำเข้าและผลผลิต	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ค่า RCI	2	2	2	0
ค่า IRI	1.62	3.22	2.334	0.420
ค่าการแอ่นตัว (มม.)	0.30	0.81	0.535	0.153
ค่าความฝืด	0.10	0.15	0.104	0.012
อายุการใช้งาน (ปี)	6	13	9.4	1.655
ปริมาณจราจร (PCU)	233	3025	1276.55	744.027
สถานที่สำคัญในสายทาง	4	45	13.35	10.408

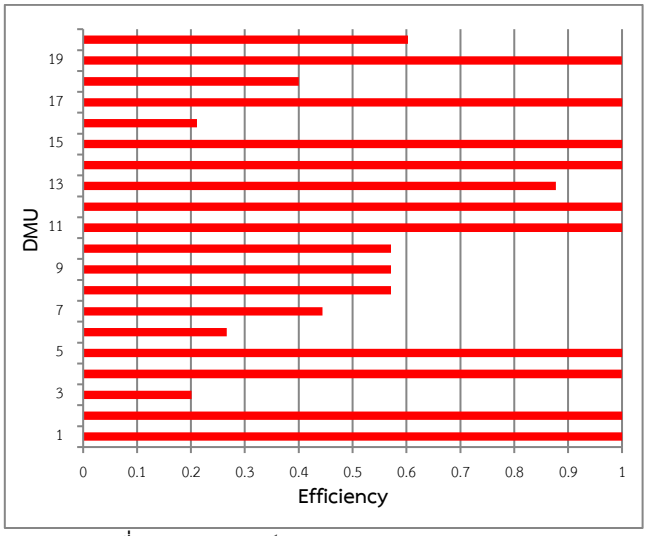


รูปที่ 2 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพจากแบบจำลอง CCR

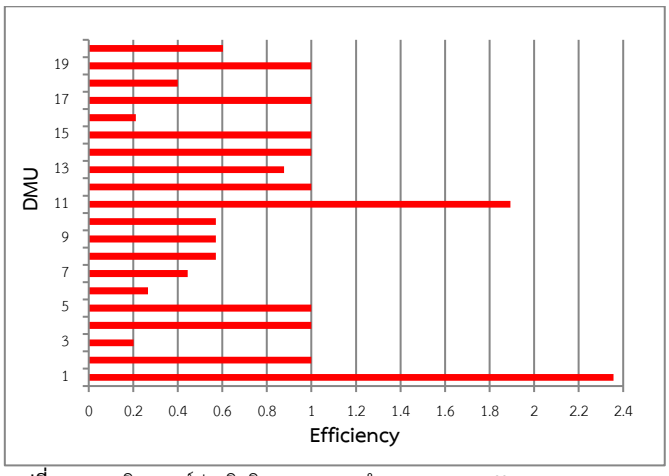


รูปที่ 3 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพจากแบบจำลอง Super-Efficiency CCR

ค่าประสิทธิภาพที่พิจารณาจากแบบจำลอง CCR DEA แสดงในรูปที่ 2 พบว่ามี 3 สายทางที่มีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 1.00 ได้แก่ สายทาง ชร.4011 ชร.4018 และ ชร.4027 ซึ่งจากผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าทั้งสามสายทางเป็นสายทางที่มีความเสียหายและจำเป็นต้องมีการซ่อมบำรุงแต่ไม่สามารถจัดลำดับความสำคัญได้ เนื่องจากทั้งสามสายทางมีค่าประสิทธิภาพเท่ากัน ทางผู้วิจัยจึงได้นำแบบจำลอง Super-Efficiency DEA เข้ามาช่วยวิเคราะห์กลุ่มข้อมูลสายทางที่มีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 1.00 สามารถวิเคราะห์ออกมาได้ดังรูปที่ 3 สายทาง ชร.4011 ได้ค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 1.183 สายทาง ชร.4018 ได้ค่าประสิทธิภาพ 1.875 และ สายทาง ชร.4027 ได้ค่าประสิทธิภาพ 1.421 จะเห็นได้ว่าค่าประสิทธิภาพของข้อมูลในแบบจำลอง CCR และ Super-Efficiency มีความสอดคล้องกัน สามารถนำข้อมูลที่ได้มาจัดลำดับความสำคัญจากค่าประสิทธิภาพได้ ดังตารางที่ 3



รูปที่ 4 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพจากแบบจำลอง BCC



รูปที่ 5 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพจากแบบจำลอง Super-Efficiency BCC

จากรูปที่ 4 วิธีโอบล้อมข้อมูล แบบจำลอง BCC แสดงให้เห็นว่ามีสายทางจำนวน 8 สายทาง ที่มีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 1.00 ได้แก่ ชร.4002 ชร.1003 ชร.4011 ชร.4018 ชร.1022 ชร.4027 ชร.4029 และ ชร.5031 เมื่อ

นำแบบจำลอง Super-Efficiency มาวิเคราะห์กับแบบจำลอง BCC ทำให้สามารถจัดลำดับค่าประสิทธิภาพของสายทางที่นำมาวิเคราะห์ดังรูปที่ 5 จะเห็นได้ว่าค่าประสิทธิภาพของข้อมูลในแบบจำลอง BCC และ Super-Efficiency มีค่าใกล้เคียงกัน ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการประเมินประสิทธิภาพจากแบบจำลองต่าง ๆ

DMU	รหัสสายทาง	Efficiency Score			
		CCR Model	Super-Efficiency CCR Model	BCC Model	Super-Efficiency BCC Model
1	ชร.4002	0.677	0.677	1.000	2.356
2	ชร.1003	0.429	0.429	0.999	1.000
3	ชร.4005	0.200	0.200	0.200	0.200
4	ชร.4008	0.597	0.597	1.000	1.000
5	ชร.4011	1.000	1.183	1.000	1.000
6	ชร.4012	0.266	0.266	0.266	0.266
7	ชร.4013	0.444	0.444	0.444	0.444
8	ชร.4014	0.571	0.571	0.571	0.571
9	ชร.4016	0.571	0.571	0.571	0.571
10	ชร.4017	0.571	0.571	0.571	0.571
11	ชร.4018	1.000	1.875	1.000	1.894
12	ชร.1022	0.541	0.541	0.999	1.000
13	ชร.4024	0.534	0.534	0.877	0.877
14	ชร.4027	1.000	1.421	1.000	1.000
15	ชร.4029	0.857	0.857	1.000	1.000
16	ชร.1030	0.153	0.153	0.211	0.211
17	ชร.5031	0.795	0.795	1.000	1.000
18	ชร.4034	0.400	0.400	0.400	0.400
19	ชร.3037	0.236	0.236	0.999	0.999
20	ชร.4044	0.291	0.291	0.602	0.602

ตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่าค่าคะแนนประสิทธิภาพที่คำนวณได้จากแบบจำลอง CCR DEA และ BCC DEA สามารถอธิบายได้ว่าค่าคะแนนประสิทธิภาพจากแบบจำลอง CCR เป็นแบบจำลองคณิตศาสตร์สำหรับการวัดประสิทธิภาพของหน่วยผลิตโดยใช้ปัจจัยการผลิต ซึ่งการวิจัยนี้ได้ใช้ปัจจัยทางด้านเศรษฐศาสตร์ของสายทางมาเกี่ยวข้องคือ ปริมาณจราจรและจำนวนของสถานที่สำคัญในสายทาง ซึ่งส่งผลให้เกิดเป็นผลผลิตออกมาเป็นปัจจัยในด้านวิศวกรรม ได้แก่ ค่าดัชนีความเสียหาย (RCI) ค่าดัชนีความเรียบสากล (IRI) ค่าการแอ่นตัว ค่าความเสียดทานของผิวทาง และอายุการใช้งาน ซึ่งแบบจำลอง CCR นี้เป็นการพิจารณาทางด้านปัจจัยนำเข้าหรือปัจจัยการผลิตที่มีลักษณะของผลตอบแทนคงที่จะสามารถใช้ได้อย่างเหมาะสมเมื่อปัจจัยนำเข้าหรือปัจจัยการผลิตมีการดำเนินการผลิตในระดับที่เหมาะสมจากข้อจำกัดต่างๆ ฉะนั้นเมื่อหน่วยผลิตไม่ได้อยู่ในระดับที่เหมาะสมจึงจำเป็นต้องใช้แบบจำลอง BCC ซึ่งให้ค่าคะแนนประสิทธิภาพในแบบจำลองอยู่ภายใต้สมมุติฐานของลักษณะการผลิตแบบผลได้ต่อขนาดที่แปรผัน (Variable Returns to Scale) โดยไม่รวมเอาผลกระทบทางด้านขนาดการผลิตไว้ในการคำนวณ ดังนั้นค่าคะแนนประสิทธิภาพ ที่คำนวณได้จึงเป็นค่าคะแนนประสิทธิภาพทางด้านเทคนิค (Pure Technical Efficiency Scores) โดยค่าคะแนนประสิทธิภาพที่ได้จากแบบจำลอง CCR จะมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับค่าคะแนนประสิทธิภาพที่ได้จากแบบจำลอง BCC สำหรับกลุ่มตัวอย่างหน่วยเดียวกันเสมอ แต่เนื่องจากแบบจำลองทั้ง CCR DEA และ BCC DEA ไม่สามารถจัดลำดับความสำคัญของสายทางที่มีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 1.00 ได้ เพื่อแก้ปัญหานี้จึงได้นำแบบจำลอง Super-Efficiency DEA เข้ามาใช้รวมกับแบบจำลอง CCR และ BCC ทำให้ค่าประสิทธิภาพสามารถมีค่ามากกว่า 1.00

ตารางที่ 4 ผลการจัดลำดับจากแบบจำลอง **CCR**

Ranking	DMU	CCR Model	Super-Efficiency CCR Model
1	11	1.000	1.875
2	14	1.000	1.421
3	5	1.000	1.183
4	15	0.857	0.857
5	17	0.795	0.795
6	1	0.677	0.677
7	4	0.597	0.597
8	10	0.571	0.571
8	8	0.571	0.571
8	9	0.571	0.571
11	12	0.541	0.541
12	13	0.534	0.534
13	7	0.444	0.444
14	2	0.429	0.429
15	18	0.400	0.400
16	20	0.291	0.291
17	6	0.266	0.266
18	19	0.236	0.236
19	3	0.200	0.200
20	16	0.153	0.153

ตารางที่ 5 ผลการจัดลำดับจากแบบจำลอง **BCC**

Ranking	DMU	BCC Model	Super-Efficiency BCC Model
1	1	1.000	2.356
2	11	1.000	1.894
3	19	1.000	1.000
3	17	1.000	1.000

3	4	1.000	1.000
3	5	1.000	1.000
3	15	1.000	1.000
3	14	1.000	1.000
3	12	0.999	1.000
3	2	0.999	1.000
11	13	0.877	0.877
12	20	0.602	0.602
13	9	0.571	0.571
13	10	0.571	0.571
13	8	0.571	0.571
16	7	0.444	0.444
17	18	0.400	0.400
18	6	0.266	0.266
19	16	0.211	0.211
20	3	0.200	0.200

5. สรุปและข้อเสนอแนะ

วิธีการโอบล้อมข้อมูล (DEA) เป็นอีกหนึ่งวิธีที่นิยมใช้ในการประเมินประสิทธิภาพของกลุ่มตัวอย่างแต่ละตัวอย่าง โดยงานวิจัยนี้ได้ทำการนำแบบจำลองต่าง ๆของวิธีการโอบล้อมข้อมูล เช่น แบบจำลอง CCR แบบจำลอง BCC และแบบจำลอง Super-Efficiency มาประยุกต์ใช้กับการจัดลำดับของงานซ่อมบำรุงทาง ซึ่งสามารถทำการประเมินและจัดลำดับจากค่าประสิทธิภาพได้ โดยเรียงลำดับจากสายทางที่มีค่าประสิทธิภาพมากไปหาสายทางที่มีค่าประสิทธิภาพน้อย ในงานวิจัยนี้ได้ใช้ข้อมูลทุติยภูมิที่มีการออกสำรวจและเก็บรวบรวมข้อมูลไว้แล้วจากฐานข้อมูลของสำนักบำรุงทาง กรมทางหลวงชนบท จากที่ได้การนำเสนอปัจจัยนำเข้าและปัจจัยผลผลิตสามารถสะท้อนให้เห็นถึงประสิทธิภาพในมุมมองด้านของสังคมเศรษฐกิจ และมุมมองด้านวิศวกรรม โดยสายทางที่มีปริมาณจราจรมากและมีชุมชน สถานที่ท่องเที่ยวอยู่ในสายทางจำนวนมาก ย่อมส่งผลต่อค่าดัชนีความเสียหาย (RCI) ที่บ่งบอกถึงระดับความเสียหายทางด้านวิศวกรรมของผิวทางในสายทางเพิ่มขึ้น ค่าดัชนีความเรียบขรุขระสากล (IRI) ซึ่งเป็นค่าความเรียบของผิวทางลาดยางเพิ่มขึ้น ค่าการแอ่นตัวที่สามารถบ่งบอกได้ถึงความยืดหยุ่นของชั้นโครงสร้าง และอายุการใช้งานของสายทางที่เพิ่มมากขึ้นยังส่งผลต่อปัจจัยทางด้านวิศวกรรมด้วย

โดยผลการศึกษาพบว่า แบบจำลอง CCR จะเป็นการพิจารณาทางด้านการดำเนินการผลิตในระดับที่เหมาะสมจากข้อจำกัดต่างๆในลักษณะที่คงที่ ฉะนั้นเมื่อปัจจัยผลผลิตไม่ได้อยู่ในระดับที่เหมาะสมจึงต้องใช้แบบจำลอง BCC ซึ่งให้ค่าคะแนนประสิทธิภาพในลักษณะปัจจัยการผลิตแบบผลได้ต่อขนาดที่แปรผัน โดยไม่รวมเอาผลกระทบทางด้านการผลิตไว้ในการคำนวณ ทำให้ได้ค่าประสิทธิภาพและจัดลำดับดังตารางที่ 4 และ 5 โดยสายทางมีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 1.000 แสดงให้เห็นว่าสายทางนั้นมีความเสียหายทางด้านวิศวกรรม และมีอายุการใช้งานค่อนข้างมาก แต่ไม่สามารถจัดลำดับความสำคัญในการซ่อมบำรุงก่อนหรือหลังได้ เนื่องจากทั้งแบบจำลอง CCR และ BCC มีค่าไม่เกิน 1.000 ดังนั้นจึงต้องนำแบบจำลอง Super-Efficiency โดยแบบจำลองนี้จะเข้ามาช่วยในการจัดลำดับความสำคัญของกลุ่มข้อมูลที่มีค่าเท่ากับ 1.000 ซึ่งผลของงานวิจัยนี้จากแบบจำลอง CCR Super-Efficiency สามารถจัดลำดับความสำคัญในการซ่อมบำรุงทางโดยสายทาง ชร.4018 ควรที่จะได้รับการซ่อมบำรุงก่อนและจากแบบจำลอง BCC Super-Efficiency สามารถจัดลำดับความสำคัญในการซ่อมบำรุงทางโดยสายทาง ชร.ชร.4002 ควรที่จะได้รับการซ่อมบำรุงก่อนซึ่งจากข้อมูลของสายทางทั้งสองสายทางมีความเสียหายทางด้านวิศวกรรมทั้งค่าดัชนีความเสียหาย ค่าการแอ่นตัวของชั้นโครงสร้างทาง ค่าดัชนีความขรุขระสากล และมีอายุการใช้งานที่มาก ทำให้ได้รับการจัดลำดับความสำคัญก่อน ซึ่งงานวิจัยนำไปเป็นทางเลือกในการตัดสินใจในการเลือกสายทางและจัดลำดับความสำคัญในการซ่อมบำรุงเส้นทางในโครงข่ายตามความเหมาะสมต่อไป

แนวทางการศึกษาในอนาคต อาจนำการวัดประสิทธิภาพโดยวิธีการโอบล้อมข้อมูล (DEA) จากแบบจำลองต่าง ๆมาใช้เพื่อให้เหมาะสมกับกลุ่มข้อมูลที่แตกต่างกัน สามารถเพิ่มปัจจัยอื่น ๆโดยอาศัยทฤษฎีทางสถิติ การวิจัยที่เกี่ยวข้องกับงานบำรุงทางเพิ่มขึ้นมาได้ สามารถปรับเปลี่ยนปัจจัยนำเข้าและปัจจัยผลผลิตให้ตรงตามเป้าหมายที่ต้องการได้ เพื่อนำไปเป็นทางเลือกในการตัดสินใจและจัดลำดับความสำคัญในการซ่อมบำรุงเส้นทางให้ตอบสนองกับการใช้งานต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณแขวงทางหลวงชนบทเชียงราย สำนักบำรุงทาง กรมทางหลวงชนบท และภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่กรุณาให้คำปรึกษาด้านวิชาการ ข้อมูลงานวิจัยในด้านต่าง ๆ

เอกสารอ้างอิง

[1] Andersen, P., & Petersen, N.C. (1993). “A procedure for ranking efficient units in data envelopment analysis”. Management Science, Vol.39, No.10, 1-1264.

[2] Banker R. D., Charnes, A., & Cooper, W. W. (1984). Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. Management Science, 30(9), , 1078-1092.

[3] Charn, A. & Cooper W. W. (1962). Programming with linear fractional functional. Naval Research Logistics Quarterly, 9, pp. 181-186.

[4] Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. European Journal of Operational Research, Vol.2, No.6, pp. 429-444.

[5] Peihua Fu, Zhenggang Zhan, and Chengjian Wu. (2013). Efficiency Analysis of Chinese Road System with DEA and Order Relation Analysis Method: Externality Concerned. Procedia-Social and Behavioral Sciences, 96, pp. 1227-1238.

[6] Yingying Qiu, Jia Sheng and Xiaoyu He. (2016). *Evaluation Model of Urban Land Use Efficiency Based on Super-Efficiency-DEA*. School of Civil and Environment Engineering, Anhui Xinhua University, Hefei, Anhui, China.

[7] พรพิมล ชัยวุฒิศักดิ์ (2558). การประเมินประสิทธิภาพของสโมสรฟุตบอลในไทยพรีเมียร์ลีกโดยใช้วิธีการโอบล้อมข้อมูลแบบจัดเรียงประสิทธิภาพ. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, ปีที่ 27, ฉบับที่ 1, หน้า 16-26.