การกำหนดหลักเกณฑ์คัดเลือกตำแหน่งที่เหมาะสม สำหรับการจัดตั้งสถานีตรวจสอบน้ำหนัก โดยการใช้ทฤษฎีกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (AHP)

THE SELECTION CRITERIA OF SUITABLE LOCATIONS FOR WEIGH STATION ESTABLISHMENT USING THE ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS (AHP)

นรินทร์ เอื้อศิริวรรณ[1], วิกรม พนิชการ[1], ดำรงค์ รังสรรค์[1] และ อุบลรัตน์ วาริชวัฒนะ[2]
[1]หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต
1761 ถนนพัฒนาการ เขตสวนหลวง กรุงเทพมหานคร 10250
[2]สาขาวิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต
1761 ถนนพัฒนาการ เขตสวนหลวง กรุงเทพมหานคร 10250

Narin Eursiriwan[1], Vicrom Panichgarn[1], Damrong Rangsan[1] and Ubonrat Warichwattana[2]
[1]Master of Engineering Program in Civil Engineering, Kasem Bundit University.
1761 Pattanakarn Rd., Suanluang, Bangkok 10250, Thailand
[2]Department of Industrial Engineering Technology, Faculty of Engineering,
Kasem Bundit University. 1761 Pattanakarn Rd., Suanluang, Bangkok 10250, Thailand

บทคัดย่อ

ปัญหารถบรรทุกน้ำหนักเกินพิกัดเป็นปัญหาหลักที่ทำให้เกิดความเสียหายต่อเส้นทางขนส่งในประเทศไทย มาตรการควบคุมและแก้ไขน้ำหนักบรรทุกเกินพิกัดที่ผ่านมา สามารถทำได้โดยการจัดตั้งและดำเนินการสถานีตรวจสอบน้ำหนัก ปัจจุบันเครือข่ายเส้นทางขนส่งมีการพัฒนาไปมาก การเพิ่มจำนวนสถานีตรวจสอบน้ำหนักจึงมีความจำเป็นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงาน วิธี AHP ถูกนำมาประยุกต์เพื่อศึกษาหาปัจจัยสำคัญที่ใช้เป็นเกณฑ์กำหนดตำแหน่งที่เหมาะสมจะจัดตั้งสถานีตรวจสอบน้ำหนัก ผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยหลักด้านวิศวกรรมมีคะแนนความสำคัญสูงที่สุด (ร้อยละ 60) ถัดมาคือปัจจัยหลักทางด้านเศรษฐศาสตร์ (ร้อยละ 25) และปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมและสังคม (ร้อยละ 15) ตามลำดับ ส่วนลำดับความสำคัญของปัจจัยรองซึ่งอยู่ภายใต้ปัจจัยหลักด้านวิศวกรรม ได้แก่ ปริมาณการจราจรของรถบรรทุก (TTV) (ร้อยละ 24) ความเหมาะสมของที่ตั้งทางวิศวกรรม (ร้อยละ 14) ความสำคัญหรือประเภทของสายทาง (ร้อยละ 13) และค่าดัชนีความขรุขระ

สากล (IRI) (ร้อยละ 9) ลำดับความสำคัญของปัจจัยรองที่อยู่ภายใต้ปัจจัยหลักด้านเศรษฐศาสตร์ ได้แก่ ประโยชน์ที่จะได้รับจากการลดค่าบำรุงรักษาของถนน (ร้อยละ 10) ค่าใช้จ่ายในการใช้รถที่ลดลง–ค่าเสื่อมราคา (ร้อยละ 6) มูลค่าการลงทุนในการจัดตั้งสถานีตรวจสอบน้ำหนัก (ร้อยละ 5) และการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงที่ลดลง (ร้อยละ 4) และลำดับความสำคัญของปัจจัยรองที่อยู่ภายใต้ปัจจัยหลักด้านสิ่งแวดล้อมและสังคม ได้แก่ ผลกระทบต่อชุมชน (ร้อยละ 8) ความเหมาะสมของพื้นที่ (ร้อยละ 4) และปริมาณมลพิษที่ลดลง (ร้อยละ 3) พบว่าปัจจัยหลักทางวิศวกรรมมีค่าคะแนนความสำคัญมากกว่าผลรวมค่าคะแนนความสำคัญของปัจจัยหลักอีกสองด้านรวมกัน กล่าวได้ว่าการพิจารณาปัจจัยด้านวิศวกรรมเป็นแนวทางหลักของการคัดเลือกตำแหน่งที่เหมาะสมสำหรับการจัดตั้งสถานีตรวจสอบน้ำหนัก

คำสำคัญ: สถานีตรวจสอบน้ำหนัก, ประเทศไทย, กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์

ABSTRACT

Overweight trucks in Thailand have been the main issue of road damages, the preventive measure has been operated by weigh stations. At present, transportation networks have been further developed, the additional establishment of weigh station is then needed to increase the performance of weigh station network. The method of analytical hierachy process, AHP, was applied to achieve a criteria to select the suitable locations for establishing weigh stations. It found that the engineering factor has the highest weight (60%), follows by the economic factor (25%), and the environment-social factor (15%) respectively. Among the four attributes of the engineering factor, the truck traffic volume (TTV) has the highest weight (24%), follows by the appropriate constructive location (14%), the type of transport route (13%), and the international roughness index (IRI) (9%) respectively. The benefit of reduced higway maintenance has the highest weight (10%) among the four attributes of the economic factor, follows by the truck depreciation factor (6%), the investment value of weigh station establishment (5%), and the benefit of reduced fuel consumption (4%) respectively. Finally, among the three attributes of the environment-social factor, the impact on community has the highest weight (8%), follows by the suitability of area (4%), and the reduced pollution (3%) respectively. It found that the weight of engineering factor is greater than a summation of economic factor and environment factor. The engineering factor may be the main selection criteria for weigh stations establishment.

KEYWORDS: weigh station, Thailand, analytical hierarchy process

1. บทนำ

ปัญหาการบรรทุกน้ำหนักเกินพิกัดของรถบรรทุกได้ส่งผลต่อการเสียหายของเส้นทางขนส่งในไทยอย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลานาน ประเทศไทยจึงมีมาตรการควบคุมและแก้ไขปัญหารถบรรทุกน้ำหนักเกินพิกัด โดยการจัดตั้งโครงข่ายสถานีตรวจสอบน้ำหนัก ปัจจุบันโครงข่ายเส้นทางขนส่งมีการพัฒนาไปมาก และไทยได้เข้าสู่ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน (ASEAN) ตั้งแต่ พ.ศ. 2558 ทำให้ปริมาณการขนส่งด้วยรถบรรทุกในไทยและประเทศในกลุ่มอาเซียนเพิ่มปริมาณขึ้นเป็นอย่างมาก [1] การเพิ่มจำนวนสถานีตรวจสอบน้ำหนักเป็นมาตรการที่สำคัญและจำเป็นในการควบคุมน้ำหนักบรรทุกอย่างมีประสิทธิภาพ คณะผู้วิจัยจึงได้นำทฤษฎีกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytical Hierarchy Process; AHP) มาประยุกต์ใช้เพื่อหาหลักเกณฑ์การคัดเลือกตำแหน่ง ที่มีความเหมาะสมสำหรับการจัดตั้งสถานีตรวจสอบน้ำหนัก เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพระบบโครงข่ายสถานีตรวจสอบน้ำหนัก

2. ทฤษฎีและวิธีการที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytical Hierarchy Process; AHP)

AHP เป็นกระบวนการตัดสินใจที่ใช้การวินิจฉัยเพื่อหาเหตุผล ช่วยแยกแยะองค์ประกอบที่เป็นนามธรรมและรูปธรรมของปัญหาออกเป็นส่วน ๆ แล้วนำองค์ประกอบเหล่านั้นมาแบ่งเป็นระดับชั้นจากบนสู่ล่าง จัดเรียงตามลำดับความสำคัญและผลกระทบที่มีต่อปัญหา ผู้ใช้ AHP สามารถเชื่อมโยงองค์ประกอบต่าง ๆ เข้าด้วยกันโดยการวินิจฉัยเปรียบเทียบหาลำดับความสำคัญและใช้เหตุผลที่ถูกต้องอันเกิดจากประสบการณ์และความสำคัญในปัญหานั้นเป็นพื้นฐาน [2] นอกจากนี้เพื่อความถูกต้อง AHP ยังได้กำหนดมาตรฐานความสอดคล้องขึ้น เพื่อตรวจสอบความมีเหตุผลของการวินิจฉัย และเพื่อให้มั่นใจว่าการตัดสินใจนั้นมีเหตุผลที่สามารถยอมรับได้

การดำเนินการของวิธี AHP ประกอบด้วยขั้นตอนดังต่อไปนี้

(1) การสลายปัญหาที่ซับซ้อน (Decomposition) ดำเนินการให้อยู่ในรูปของแผนภูมิโครงสร้างที่เป็นลำดับชั้น (Hierarchy Structure) แต่ละระดับชั้นประกอบด้วยเกณฑ์การตัดสินใจที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้น ระดับชั้นบนสุดเรียกว่าเป้าหมายโดยรวม ซึ่งมีเพียงปัจจัยเดียวเท่านั้น ระดับชั้นที่ 2 อาจมีหลายปัจจัย ขึ้นอยู่กับจำนวนระดับชั้นทั้งหมดของแผนภูมิ ปัจจัยต่าง ๆ ในระดับชั้นเดียวกันต้องมีความสำคัญเท่ากัน ถ้าระดับชั้นใดมีปัจจัยที่มีความสำคัญแตกต่างกันมาก ควรแยกปัจจัยที่สำคัญน้อยกว่าให้ลงไปอยู่ระดับชั้นถัดไป

(2) การหาลำดับความสำคัญ (Prioritization) ดำเนินการโดยเปรียบเทียบความสัมพันธ์ทีละคู่ (Pairwise Comparison) จากปัจจัยที่มีผลกระทบต่อเกณฑ์การตัดสินใจในแต่ละระดับชั้นด้วยวิธี Principle of Hierarchic Composition ผลการวินิจฉัยจะถูกแสดงออกมาในรูปมาตราส่วน

ของระดับความสำคัญที่เป็นตัวเลข 1 ถึง 9 (แสดงในตารางที่ 1) โดยแสดงอยู่ในรูปแบบตารางเมตริกซ์ซึ่งเป็นเครื่องมือที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการเปรียบเทียบในลักษณะเป็นคู่ หรือจับคู่ ซึ่งสามารถตรวจสอบความสอดคล้องกันของการวินิจฉัย และสามารถวิเคราะห์ความอ่อนไหวของลำดับความสำคัญเมื่อการวินิจฉัยเปลี่ยนแปลงไปได้อีกด้วย

ตารางที่ 1 ตัวเลขมาตราส่วนการระบุระดับความสำคัญ

ระดับความสำคัญ	ความหมาย
1	ความสำคัญเท่ากัน (Equally Important)
3	สำคัญกว่าปานกลาง (Moderately More Important)
5	สำคัญกว่าอย่างเด่นชัด (Strongly More Important)
7	สำคัญกว่าอย่างเด่นชัดมาก (Very Strongly More Important)
9	สำคัญกว่าสูงสุด (Extremely More Important)
2, 4, 6, 8	สำคัญที่อยู่ระหว่างแต่ละระดับ (Intermediate Judgment Value)

(3) การสังเคราะห์ (Synthesis) ดำเนินการโดยพิจารณาลำดับความสำคัญทั้งหมด จากการเปรียบเทียบว่าทางเลือกใดสมควรได้รับเลือก

(4) การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของทางเลือกที่มีต่อปัจจัยในการวินิจฉัย (Sensitive Analysis) จะดำเนินการภายหลังจากเสร็จจากกระบวนการทั้งหมด เป็นการพิจารณาว่าเมื่อข้อมูลมีการเปลี่ยนแปลงทางด้านเกณฑ์การตัดสินใจหรือปัจจัยใดปัจจัยหนึ่ง จะทำให้อันดับความสำคัญของทางเลือกมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่

2.2 กระบวนการวิเคราะห์ที่ใช้ใน AHP

2.2.1 การวิเคราะห์เมตริกซ์

โครงสร้างกระบวนการวิเคราะห์ของ AHP ที่สามารถการเลียนแบบระบบการคิดของมนุษย์ คือ รูปแบบเมตริกซ์ ดังแสดงในสมการที่ 1

$$\begin{bmatrix} 1 & a_{12} & .... & a_{1n} \\ 1/a_{12} & 1 & .... & a_{2n} \\ \downarrow & \downarrow & .... & \downarrow \\ 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & .... & 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

เมื่อกำหนดให้สมาชิกของเมตริกซ์เป็นหลักเกณฑ์ที่ต้องการวินิจฉัย จะสามารถแสดงองค์ประกอบของเมตริกซ์ให้อยู่ในรูปแบบของตารางเมตริกซ์ แสดงในตารางที่ 2 จากนั้นจึงทำการวินิจฉัยโดยการเปรียบเทียบหลักเกณฑ์เป็นคู่ (Pairwise Comparison) เช่น การพิจารณาความสำคัญของหลักเกณฑ์ A_1 ซึ่งอยู่ตำแหน่งบนสุดในแนวตั้ง หลักเกณฑ์นี้จะถูกนำไปเปรียบเทียบทีละคู่กับหลักเกณฑ์ A_2 ถึง A_n ซึ่งจัดเรียงอยู่ในแนวนอนจากซ้ายไปขวาซึ่งเป็นแนวเดียวกับ A_1 และสำหรับการพิจารณาความสำคัญของหลักเกณฑ์ A_2 ซึ่งอยู่ตำแหน่งถัดมาในแนวตั้ง ก็จะถูกนำไปเปรียบเทียบกับหลักเกณฑ์ A_1, A_2 ถึง A_n ซึ่งจัดเรียงอยู่ในแนวนอนจากซ้ายไปขวาซึ่งเป็นแนวเดียวกับ A_2 เป็นต้น

ตารางที่ 2 ตารางเมตริกซ์ที่ใช้ในการเปรียบเทียบหลักเกณฑ์เป็นคู่ (Pairwise Comparison)

เป้าหมายการตัดสินใจ		หลักเกณฑ์			
		A_1	A_2 ----------→		A_n
หลักเกณฑ์	A_1	1	3	...	...
	A_2	1/3	1	...	...
	↓	...	...	1	...
	A_n	...	...	...	1

2.2.2 การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยทางเรขาคณิต (Geometric Mean Method)

ค่าเฉลี่ยเรขาคณิตคำนวณโดยการนำเอาตัวเลขที่ต้องการหาค่าเฉลี่ย มาคูณกันแล้วนำเอาผลคูณนั้นมาถอดรากตามจำนวนตัวเลขนั้น สามารถหาค่าได้ดังแสดงในสมการที่ 2

$$V_i = \left[\prod_{j=1}^{n} a_{ij}\right] \quad (2)$$

เมื่อ a_{ij} คือ ค่าของสมาชิกในตารางเมตริกซ์

V_i คือ ค่าเฉลี่ยทางเรขาคณิต

n คือ จำนวนตัวเลขที่นำมาหาค่าเฉลี่ย

2.2.3 การวิเคราะห์ค่าน้ำหนักคะแนนของรูปแบบทางเลือก

การวิเคราะห์ค่าน้ำหนักคะแนนของรูปแบบทางเลือกนั้น หาได้จากการสังเคราะห์ข้อมูลแต่ละรูปแบบทางเลือก ดังแสดงในสมการที่ 3 และ สมการที่ 4

$$W_i = \frac{V_i}{\sum_{i=1}^{n} V_i} \tag{3}$$

$$\sum_{i=1}^{n} W_i = 1.0 \tag{4}$$

เมื่อ W_i คือ น้ำหนักคะแนนของแต่ละหลักเกณฑ์

V_i คือ ค่าเฉลี่ยทางเรขาคณิต

n คือ จำนวนตัวเลขที่นำมาหาค่าเฉลี่ย

2.2.4 การวิเคราะห์ความสอดคล้องกัน

การคำนวณหาความสอดคล้องกันของเหตุผลในการให้คะแนน ทำได้โดยการเปรียบเทียบหลักเกณฑ์ทั้งหมดที่ได้กำหนดไว้ แล้วนำผลรวมของค่าวินิจฉัยของแต่ละหลักเกณฑ์ในแนวตั้งแต่ละแนว มาคูณด้วยผลรวมของค่าเฉลี่ยในแนวนอนแต่ละแนว แล้วนำเอาผลคูณที่ได้มารวมกัน ผลลัพธ์จะเท่ากับจำนวนหลักเกณฑ์ทั้งหมดที่ถูกนำมาเปรียบเทียบ ผลรวมนี้ของค่าวินิจฉัยนี้เรียกว่า Maximum Eigen Values ($\lambda_{max.}$) ดังแสดงในสมการที่ 5

$$\lambda_{max.} = \sum_{i=1}^{n}\left[\sum_{j=1}^{n} a_{ij} W_j\right] \tag{5}$$

ถ้าตารางเมตริกซ์มีความสอดคล้องกันของเหตุผลสมบูรณ์ 100%: $\lambda_{max.}$ = จำนวนหลักเกณฑ์ที่ถูกนำมาเปรียบเทียบ (n)

ถ้าตารางเมตริกซ์ไม่มีความสอดคล้องกัน: $\lambda_{max.}$ > จำนวนหลักเกณฑ์ที่ถูกนำมาเปรียบเทียบ (n)

(1) ดัชนีความสอดคล้อง (Consistency Index; CI)

$$CI = \frac{(\lambda_{max.} - n)}{(n-1)} \quad (6)$$

เมื่อ n คือ จำนวนหลักเกณฑ์

(2) อัตราส่วนความสอดคล้อง (Consistency Ratio; CR)

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (7)$$

เมื่อ RI คือ Random Index ซึ่งหาค่าได้จากการสุ่มตัวอย่าง

เกณฑ์การวิเคราะห์ความสอดคล้องกันของเหตุผล สามารถทำได้โดยพิจารณาจากจำนวนปัจจัย ถ้าจำนวนปัจจัยเท่ากับ 3 ค่า CR ไม่ควรเกิน 7% และถ้าจำนวนปัจจัยเกินกว่า 4 ค่า CR ไม่ควรเกิน 10% ทั้งนี้ถ้าหาก CR มีค่าเกินกว่ามาตรฐานดังกล่าว แสดงว่าเหตุผลนั้นไม่มีความสอดคล้องกัน ต้องทบทวนการวินิจฉัยที่ได้ทำไปแล้วใหม่ โดยเรียงลำดับปัจจัยตามน้ำหนักที่ได้จากการวินิจฉัยในครั้งแรก จากนั้นสร้างตารางเมตริกซ์เพื่อวินิจฉัยลำดับความสำคัญอีกครั้ง โดยพิจารณาว่าอันดับเปลี่ยนไปจากเดิมหรือไม่ ถ้าอันดับเปลี่ยนไปในทางที่เป็นเหตุผลและตรงกับสถานการณ์ของปัญหา ความสอดคล้องกันของเหตุผลนั้นก็จะสูงขึ้น

ค่า RI สามารถหาได้จากการทดลอง โดยการสุ่มตัวอย่างจากตารางเมตริกซ์จำนวน 64,000 ตัวอย่าง โดยมีค่าดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่า RI จากการสุ่มตัวอย่าง

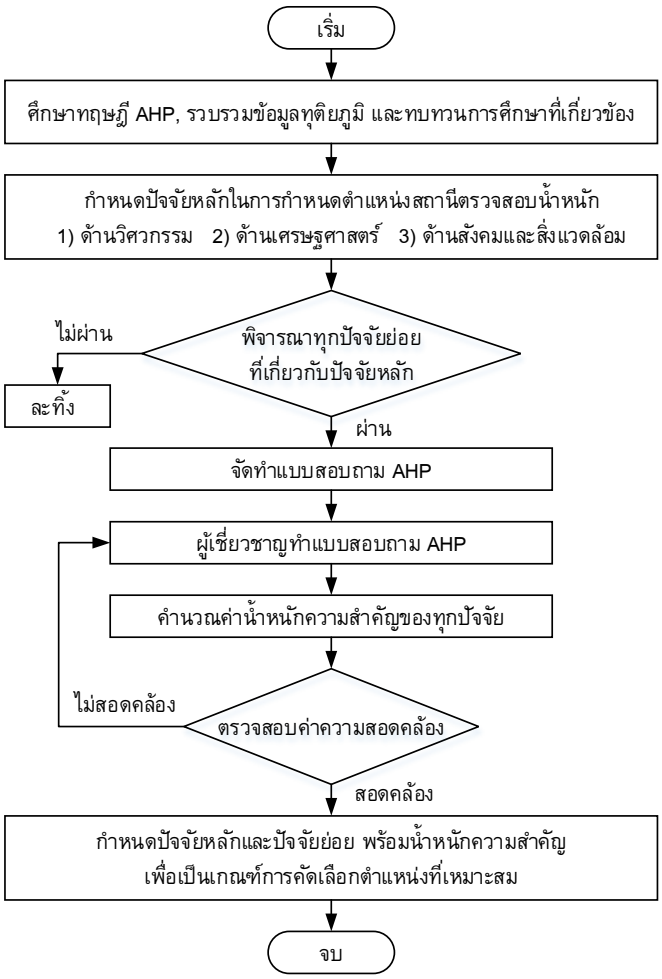
ขนาดของเมตริกซ์	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ค่า RI	0.00	0.00	0.52	0.89	1.11	1.25	1.35	1.40	1.45	1.49

3. การดำเนินการศึกษา

3.1 ขั้นตอนการกำหนดหลักเกณฑ์คัดเลือกตำแหน่งที่เหมาะสมสำหรับการจัดตั้งสถานีตรวจสอบน้ำหนัก

การพิจารณาคัดเลือกตำแหน่งที่เหมาะสมสำหรับการจัดตั้งสถานีตรวจสอบน้ำหนัก เริ่มจากการศึกษาหาปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการจัดตั้งสถานีฯ เพื่อกำหนดให้ปัจจัยเหล่านั้นเป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกตำแหน่ง จากนั้นจึงดำเนินการรวบรวมตำแหน่งต่าง ๆ ที่สามารถจัดตั้งสถานีฯ ได้ แล้วนำตำแหน่งเหล่านั้นมาพิจารณาโดยใช้เกณฑ์การคัดเลือกตำแหน่งนั้น

การดำเนินการเพื่อให้ได้มาซึ่งเกณฑ์การคัดเลือกตำแหน่ง สามารถทำได้โดยการศึกษารวบรวมข้อมูลจากการวิจัยที่เกี่ยวข้องและจากการให้คำปรึกษาของผู้เชี่ยวชาญ เพื่อให้ได้ปัจจัยหลักและปัจจัยรองที่มีความสัมพันธ์กัน จากนั้นจึงจัดทำแบบสอบถามเพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญทำการวินิจฉัยความสำคัญของแต่ละปัจจัย แล้วนำผลไปวิเคราะห์ด้วยกระบวนการของ AHP ซึ่งมีการตรวจสอบความสอดคล้องกันของการวินิจฉัย ในที่สุดก็จะได้ผลเป็นน้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัย ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นเกณฑ์การคัดเลือกตำแหน่งต่าง ๆ ที่ได้รวบรวมและคัดกรองมาแล้ว ผลการวิเคราะห์ด้วยเกณฑ์การคัดเลือก จะได้ตำแหน่งที่มีความเหมาะสมและจัดเรียงตามลำดับความสำคัญ ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการพิจารณาจัดตั้งสถานีตรวจสอบน้ำหนัก ขั้นตอนการคัดเลือกตำแหน่งที่เหมาะสมสำหรับการจัดตั้งสถานีตรวจสอบน้ำหนักแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 ขั้นตอนการคัดเลือกตำแหน่งที่เหมาะสมสำหรับการจัดตั้งสถานีตรวจสอบน้ำหนัก

3.2 ทบทวนการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการคัดเลือกปัจจัยหลักและปัจจัยรอง

คณะผู้วิจัยได้ศึกษาทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคัดเลือกปัจจัย ซึ่งมีผลต่อการคัดเลือกตำแหน่งที่เหมาะสมสำหรับการจัดตั้งสถานีตรวจสอบน้ำหนัก มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

จาก รายงานฉบับสมบูรณ์ “โครงการจัดตั้งด่านชั่งน้ำหนักถาวรบนทางหลวงทั่วประเทศ” [3] ได้กำหนดปัจจัยหลัก 2 ปัจจัย และปัจจัยรอง 5 ปัจจัย โดยใช้วิธีการหาลำดับความสำคัญของปัจจัยหลักและปัจจัยรอง เพื่อนำไปพิจารณาการจัดตั้งสถานีตรวจสอบน้ำหนักถาวรบนทางหลวง แสดงรายละเอียดและคะแนนความสำคัญของปัจจัยต่าง ๆ ในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 คะแนนความสำคัญของปัจจัยหลักและปัจจัยรองที่ใช้พิจารณาจัดตั้งสถานีตรวจสอบน้ำหนักถาวรบนทางหลวง [3]

ปัจจัยหลัก	คะแนนความสำคัญ	ปัจจัยรอง	คะแนนความสำคัญ
1. ด้านวิศวกรรม	70 คะแนน	1.1 ปริมาณรถบรรทุกบนเส้นทาง	30 คะแนน
		1.2 ค่า Roughness	20 คะแนน
		1.3 ความสำคัญของสายทาง	10 คะแนน
		1.4 จำนวน Resources	10 คะแนน
2. ด้านเศรษฐศาสตร์	30 คะแนน	2.1 ค่า EIRR	30 คะแนน

จากรายงานฉบับสมบูรณ์ “โครงการศึกษาเพื่อพัฒนาระบบขีดสมรรถนะการบริหารจัดการงานตรวจสอบขนาดและพิกัดน้ำหนักบรรทุก ณ จุดผ่านทางชายแดน” [4] ได้คัดเลือกปัจจัยหลักและปัจจัยรองที่มีผลกระทบต่อการจัดตั้งสถานีตรวจสอบน้ำหนัก บริเวณจุดผ่านทางชายแดน และดำเนินการหาลำดับความสำคัญและค่าน้ำหนักของแต่ละปัจจัยโดยวิธี AHP จากการศึกษาพบว่าปัจจัยหลักประกอบด้วย ด้านเศรษฐกิจและการลงทุน ด้านวิศวกรรมและจราจร และด้านผลกระทบสิ่งแวดล้อมและสังคม แสดงรายละเอียดปัจจัยหลักและปัจจัยรองต่าง ๆ ที่ถูกคัดเลือกในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ปัจจัยที่ถูกคัดเลือกเพื่อใช้ในการจัดลำดับความสำคัญและค่าน้ำหนัก เพื่อการจัดตั้งสถานีตรวจสอบน้ำหนักบริเวณจุดผ่านทางชายแดน [4]

ปัจจัยหลัก	ปัจจัยรอง
1. ด้านเศรษฐกิจและการลงทุน	1.1 มูลค่าการค้าชายแดน (มูลค่าการนำเข้า และมูลค่าการส่งออก)
	1.2 นโยบายภาครัฐที่มีต่อการพัฒนาเส้นทางการคมนาคมขนส่ง
	1.3 ต้นทุนของผู้ประกอบการในด้านการขนส่งสินค้าที่เพิ่มขึ้น
	1.4 ค่าก่อสร้างสถานีตรวจสอบน้ำหนัก ณ จุดผ่านทางชายแดน
2. ด้านวิศวกรรมและจราจร	2.1 เส้นทางการคมนาคมขนส่งที่เชื่อมโยงกับประเทศเพื่อนบ้าน เช่น แนวพื้นที่เศรษฐกิจ (Economic Corridor) ในกลุ่มประเทศ GMS
	2.2 ปริมาณรถบรรทุกเข้า - ออก ด่านพรมแดน
	2.3 พื้นที่ในการจัดตั้งสถานีตรวจสอบฯ ณ จุดผ่านทางชายแดน เช่น ความเหมาะสมของพื้นที่ในการก่อสร้าง ความยากง่ายในการก่อสร้าง และศักยภาพในการปรับปรุงในอนาคต เป็นต้น
3. ด้านผลกระทบสิ่งแวดล้อมและสังคม	3.1 ผลกระทบด้านคุณภาพอากาศ, เสียง ต่อประชาชน หรือชุมชนที่อาศัยอยู่บริเวณใกล้เคียง
	3.2 ผลกระทบในการก่อสร้างสถานีตรวจสอบฯ ต่อประชาชนหรือชุมชนที่อาศัยอยู่บริเวณใกล้เคียง
	3.3 ผลกระทบต่อผู้ประกอบการขนส่งสินค้า หรือประชาชนทั่วไป

และจากการศึกษาเกี่ยวกับการคัดเลือกตำแหน่งที่เหมาะสมสำหรับการจัดตั้งสถานีตรวจสอบน้ำหนักบนเส้นทางในพื้นที่ความรับผิดชอบของกรมทางหลวงชนบท โดยมีการกำหนดปัจจัยหลักและปัจจัยรองเพื่อหาลำดับความสำคัญของปัจจัยเหล่านี้โดยวิธีแบบสอบถาม AHP โดยพบว่าประกอบด้วย 2 ปัจจัยหลักคือ ด้านวิศวกรรม และด้านเศรษฐศาสตร์ และสามารถแบ่งเป็นปัจจัยรอง ได้ดังตารางที่ 6 [5]

ตารางที่ 6 ปัจจัยที่ใช้ในการจัดลำดับความสำคัญเพื่อการคัดเลือกตำแหน่งที่เหมาะสมสำหรับการจัดตั้งสถานีตรวจสอบน้ำหนักของกรมทางหลวงชนบท [5]

ปัจจัยหลัก	ปัจจัยรอง
1. ด้านวิศวกรรม (Engineering Factor)	1.1 ปริมาณการจราจรรถบรรทุก (Heavy Truck Traffic Volume)
	1.2 ค่าเฉลี่ยปริมาณจราจรรายวันตลอดปี (AADT)
	1.3 ความใกล้เคียงสถานีตรวจสอบน้ำหนักปัจจุบันของกรมทางหลวง (Proximity to DOH Weigh Stations)
2. ด้านเศรษฐศาสตร์ (Economic Factor)	2.1 แหล่งวัสดุทางอุตสาหกรรม (Industrial Hub) ที่สำคัญ ได้แก่ หิน ดิน เหล็ก ทราย ปูนซีเมนต์ น้ำมัน
	2.2 แหล่งเกษตรกรรมที่สำคัญ (Agricultural Hub) ที่สำคัญ ได้แก่ ข้าว อ้อย ข้าวโพด มันสำปะหลัง
	2.3 แหล่งนิคมอุตสาหกรรม (Industrial Zone)

3.3 การจัดทำแบบสอบถามเพื่อการวินิจฉัยความสำคัญของแต่ละปัจจัย

จากการทบทวนงานวิจัย และรับฟังความคิดเห็นจากประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญในด้านต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง คณะผู้วิจัยได้รวบรวมปัจจัยที่มีผลต่อการจัดลำดับความสำคัญในการคัดเลือกตำแหน่งที่เหมาะสมสำหรับการจัดตั้งสถานีตรวจสอบน้ำหนัก นำไปจัดทำเป็นแบบสอบถามเพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญทำการวินิจฉัยความสำคัญของแต่ละปัจจัย โดยได้รับความอนุเคราะห์จากผู้เชี่ยวชาญในการกรอกข้อมูลแบบสอบถามฯ จำนวนทั้งหมด 13 ท่าน ประกอบด้วย เจ้าหน้าที่กรมทางหลวงระดับวิศวกรใหญ่ ผู้อำนวยการ และรองผู้อำนวยการ จำนวน 5 ท่าน เจ้าหน้าที่ระดับวิศวกรผู้เชี่ยวชาญและผู้ชำนาญการ จำนวน 3 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิศวกรรม ด้านเศรษฐศาสตร์ ด้านสิ่งแวดล้อมและสังคม จากหน่วยงานต่าง ๆ จำนวน 5 ท่าน

4. ผลการดำเนินการศึกษา

4.1 ปัจจัยที่ถูกใช้เป็นเกณฑ์คัดเลือกตำแหน่ง

ผลการศึกษารวบรวมปัจจัยต่าง ๆ จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และจากการรับฟังความคิดเห็นและประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญ ได้ข้อสรุปเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจคัดเลือกตำแหน่งเพื่อจัดตั้งสถานีตรวจสอบน้ำหนัก 2 ระดับชั้น คือ ระดับปัจจัยหลัก และระดับปัจจัยรอง มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) ปัจจัยหลักทางด้านวิศวกรรม เป็นการพิจารณาความเหมาะสมของตำแหน่งที่ตั้งสถานีตรวจสอบน้ำหนัก ประกอบด้วยปัจจัยรอง ได้แก่ การพิจารณาปริมาณรถบรรทุกบนเส้นทาง ความเหมาะสมของที่ตั้งทางวิศวกรรม ความสำคัญหรือประเภทของสายทาง และความเสียหายของถนนซึ่งเกิดจากการขนส่งบรรทุก

2) ปัจจัยหลักทางด้านเศรษฐศาสตร์ เป็นการพิจารณาถึงประโยชน์หรือความคุ้มค่าในการลงทุนจัดตั้งสถานีตรวจสอบน้ำหนัก ประกอบด้วยปัจจัยรอง ได้แก่ การพิจารณามูลค่าในการลงทุน ค่าใช้จ่ายในการใช้รถที่ลดลง การลดค่าบำรุงรักษาของถนน และการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงที่ลดลง

3) ปัจจัยหลักทางด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม เป็นการพิจารณาถึงผลกระทบของการจัดตั้งสถานีตรวจสอบน้ำหนักต่อชุมชนและสิ่งแวดล้อมโดยรอบ ประกอบด้วยปัจจัยรอง ได้แก่ การพิจารณาผลกระทบต่อชุมชน ปริมาณมลพิษที่ลดลง และความเหมาะสมของพื้นที่

แสดงแผนภูมิโครงสร้างลำดับชั้นการตัดสินใจ ของการคัดเลือกตำแหน่งเพื่อจัดตั้งสถานีตรวจสอบน้ำหนัก ซึ่งประกอบด้วยปัจจัยหลักและปัจจัยรองในรูปที่ 2 และแสดงการสรุปปัจจัยที่ใช้เป็นเกณฑ์คัดเลือกตำแหน่งฯ ไว้ในตารางที่ 7 ปัจจัยเหล่านี้ถูกนำไปใช้ออกแบบแบบสอบถาม AHP เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญทำการให้คะแนนความสำคัญของแต่ละปัจจัย แล้วนำไปวิเคราะห์ลำดับความสำคัญของแต่ละปัจจัยต่อไป

รูปที่ 2 แผนภูมิโครงสร้างลำดับชั้นการตัดสินใจ เพื่อกำหนดเกณฑ์คัดเลือกตำแหน่งสำหรับการจัดตั้งสถานีตรวจสอบน้ำหนัก

ตารางที่ 7 ปัจจัยที่ใช้เป็นเกณฑ์การคัดเลือกตำแหน่งเพื่อจัดตั้งสถานีตรวจสอบน้ำหนัก

ปัจจัยหลัก	ปัจจัยรอง
1. ด้านวิศวกรรม	1.1 ปริมาณรถบรรทุกบนเส้นทาง (TTV)
	1.2 ความเหมาะสมของที่ตั้งทางวิศวกรรม
	1.3 ความสำคัญหรือประเภทของสายทาง
	1.4 ความเสียหายของถนน: ค่า IRI
2. ด้านเศรษฐศาสตร์	2.1 มูลค่าการลงทุน
	2.2 ค่าใช้จ่ายในการใช้รถที่ลดลง: ค่าเสื่อมราคารถบรรทุก
	2.3 การลดค่าบำรุงรักษาของถนน
	2.4 การใช้น้ำมันเชื้อเพลิงที่ลดลง
3. ด้านสิ่งแวดล้อมและสังคม	3.1 ผลกระทบต่อชุมชน
	3.2 ปริมาณมลพิษที่ลดลง
	3.3 ความเหมาะสมของพื้นที่

4.2 ผลการวิเคราะห์ลำดับความสำคัญของปัจจัยหลักและปัจจัยรอง

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการตอบแบบสอบถาม ของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 13 ท่าน แสดงในตารางที่ 8 ซึ่งแสดงค่าคะแนนความสำคัญ ค่าเฉลี่ยเรขาคณิตของปัจจัยหลักและปัจจัยย่อย และค่าอัตราส่วนความสอดคล้องกันของการวินิจฉัย (CR) พบว่าค่าอัตราส่วนความสอดคล้องกันของการวินิจฉัยของผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่าน มีค่าไม่เกินร้อยละ 10 แสดงว่าเหตุผลในการให้คะแนนของผู้เชี่ยวชาญมีความสอดคล้องกันเป็นอย่างดี

ตารางที่ 8 การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามการให้คะแนนความสำคัญของปัจจัยที่มีผลต่อการคัดเลือกตำแหน่งเพื่อจัดตั้งสถานีตรวจสอบน้ำหนัก

ปัจจัย		ผู้เชี่ยวชาญ						
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1	ปัจจัยหลักด้านวิศวกรรม	26.84%	60.00%	64.91%	67.38%	46.67%	45.79%	64.42%
2	ปัจจัยหลักด้านเศรษฐศาสตร์	61.44%	20.00%	27.90%	10.07%	6.67%	41.61%	27.06%
3	ปัจจัยหลักด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม	11.72%	20.00%	7.19%	22.55%	46.67%	12.60%	8.52%
	CR	0.0634	0.0000	0.0559	0.0739	0.0000	0.0079	0.0462
1.1	ปริมาณจราจรของรถบรรทุก (TTV)	12.18%	57.23%	34.44%	46.88%	30.00%	55.70%	21.08%
1.2	ความเหมาะสมของที่ตั้งทางวิศวกรรม	7.99%	10.94%	42.87%	6.70%	30.00%	7.05%	38.10%
1.3	ความสำคัญหรือประเภทของสายทาง	49.21%	20.90%	12.58%	28.33%	30.00%	21.16%	29.82%

ตารางที่ 8 การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามการให้คะแนนความสำคัญของปัจจัยที่มีผลต่อการคัดเลือกตำแหน่งเพื่อจัดตั้งสถานีตรวจสอบน้ำหนัก (ต่อ)

ปัจจัย		ผู้เชี่ยวชาญ						
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1.4	ดัชนีความขรุขระสากล (IRI)	30.62%	10.94%	10.11%	18.10%	10.00%	16.08%	11.00%
	CR	0.0962	0.0015	0.0913	0.0362	0.0000	0.0489	0.0796
2.1	มูลค่าการลงทุน	57.88%	6.16%	6.17%	5.13%	25.00%	9.89%	6.80%
2.2	ค่าใช้จ่ายในการใช้รถที่ลดลง-ค่าเสื่อมราคา	9.40%	23.85%	29.15%	52.52%	25.00%	27.92%	25.18%
2.3	การลดค่าบำรุงรักษาของถนน	26.15%	46.13%	53.39%	21.18%	25.00%	57.39%	30.78%
2.4	การใช้น้ำมันเชื้อเพลิงที่ลดลง	6.58%	23.85%	11.29%	21.18%	25.00%	4.80%	37.24%
	CR	0.0916	0.0008	0.0933	0.0271	0.0000	0.0993	0.0696
3.1	ผลกระทบต่อชุมชน	24.30%	65.86%	75.04%	64.91%	71.43%	72.48%	28.72%
3.2	ปริมาณมลพิษที่ลดลง	5.62%	7.86%	17.13%	7.19%	14.29%	15.04%	63.48%
3.3	ความเหมาะสมของพื้นที่	70.09%	26.28%	7.82%	27.90%	14.29%	12.48%	7.80%
	CR	0.0930	0.0279	0.0861	0.0559	0.0000	0.0301	0.0810

ปัจจัย		ผู้เชี่ยวชาญ						ค่าเฉลี่ย
		(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	เรขาคณิต
1	ปัจจัยหลักด้านวิศวกรรม	61.44%	73.34%	60.00%	57.14%	44.44%	80.00%	**61.26%**
2	ปัจจัยหลักด้านเศรษฐศาสตร์	26.84%	19.91%	20.00%	14.29%	44.44%	10.00%	**23.20%**
3	ปัจจัยหลักด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม	11.72%	6.75%	20.00%	28.57%	11.11%	10.00%	**15.54%**
	CR	0.0634	0.0810	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	**100.00%**
1.1	ปริมาณจราจรของรถบรรทุก (TTV)	8.99%	30.77%	29.33%	51.28%	49.21%	66.17%	**39.45%**
1.2	ความเหมาะสมของที่ตั้งทางวิศวกรรม	61.32%	10.45%	38.60%	27.55%	30.94%	14.90%	**23.49%**
1.3	ความสำคัญหรือประเภทของสายทาง	6.01%	11.88%	22.29%	7.40%	14.21%	14.90%	**21.25%**
1.4	ดัชนีความขรุขระสากล (IRI)	23.67%	46.90%	9.78%	13.77%	5.65%	4.03%	**15.81%**
	CR	0.0993	0.0965	0.0568	0.0038	0.0505	0.0684	**100.00%**
2.1	มูลค่าการลงทุน	34.85%	28.84%	39.50%	7.18%	29.41%	50.00%	**19.59%**
2.2	ค่าใช้จ่ายในการใช้รถที่ลดลง-ค่าเสื่อมราคา	11.96%	14.65%	17.33%	31.80%	7.40%	16.67%	**23.21%**
2.3	การลดค่าบำรุงรักษาของถนน	37.45%	49.95%	30.01%	49.77%	55.80%	16.67%	**41.92%**
2.4	การใช้น้ำมันเชื้อเพลิงที่ลดลง	15.74%	6.55%	13.17%	11.24%	7.40%	16.67%	**15.29%**
	CR	0.0624	0.0731	0.0568	0.0262	0.0393	0.0000	**100.00%**
3.1	ผลกระทบต่อชุมชน	59.36%	62.67%	42.86%	24.99%	16.67%	33.33%	**53.66%**
3.2	ปริมาณมลพิษที่ลดลง	15.71%	9.36%	42.86%	65.48%	16.67%	33.33%	**21.45%**
3.3	ความเหมาะสมของพื้นที่	24.93%	27.97%	14.29%	9.53%	66.67%	33.33%	**24.89%**
	CR	0.0462	0.0739	0.0000	0.0158	0.0000	0.0000	**100.00%**

5. สรุปผลการดำเนินการศึกษา

จากผลการวิเคราะห์ลำดับความสำคัญของปัจจัยทั้งหมด สามารถสรุปผลเป็นค่าคะแนนความสำคัญของปัจจัยหลักและปัจจัยรองดังแสดงในตารางที่ 9 พบว่า ปัจจัยหลักด้านวิศวกรรมมีคะแนนความสำคัญสูงที่สุด คิดเป็นค่าร้อยละประมาณ 60 ถัดมาคือปัจจัยหลักทางด้านเศรษฐศาสตร์ คิดเป็นร้อยละประมาณ 25 และปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมและสังคม คิดเป็นร้อยละประมาณ 15 ตามลำดับ

ตารางที่ 9 สรุปค่าคะแนนความสำคัญของปัจจัยที่ใช้เป็นเกณฑ์คัดเลือกตำแหน่งเพื่อจัดตั้งสถานีตรวจสอบน้ำหนัก จากการวิเคราะห์แบบสอบถาม AHP

ปัจจัยหลัก	คะแนนความสำคัญ	ปัจจัยรอง	คะแนนความสำคัญ
1. ด้านวิศวกรรม	61.26% (≈ 60%)	1.1 ปริมาณการจราจรของรถบรรทุก (TTV)	24.17% (≈ 24%)
		1.2 ความเหมาะสมของที่ตั้งทางวิศวกรรม	14.39% (≈ 14%)
		1.3 ความสำคัญหรือประเภทของสายทาง	13.02% (≈ 13%)
		1.4 ดัชนีความขรุขระสากล (IRI)	9.68% (≈ 9%)
2. ด้านเศรษฐศาสตร์	23.20% (≈ 25%)	2.1 มูลค่าการลงทุน	4.55% (≈ 5%)
		2.2 ค่าใช้จ่ายในการใช้รถที่ลดลง - ค่าเสื่อมราคา	5.38% (≈ 6%)
		2.3 การลดค่าบำรุงรักษาของถนน	9.72% (≈ 10%)
		2.4 การใช้น้ำมันเชื้อเพลิงที่ลดลง	3.55% (≈ 4%)
3. ด้านสิ่งแวดล้อมและสังคม	15.54% (≈ 15%)	3.1 ผลกระทบต่อชุมชน	8.34% (≈ 8%)
		3.2 ปริมาณมลพิษที่ลดลง	3.33% (≈ 3%)
		3.3 ความเหมาะสมของพื้นที่	3.87% (≈ 4%)
รวม	**100%**		**100%**

ลำดับความสำคัญของปัจจัยรองซึ่งอยู่ภายใต้ปัจจัยหลักด้านวิศวกรรม ได้แก่ ปริมาณการจราจรของรถบรรทุก (TTV) (ประมาณร้อยละ 24) ความเหมาะสมของที่ตั้งทางวิศวกรรม (ประมาณร้อยละ 14) ความสำคัญหรือประเภทของสายทาง (ประมาณร้อยละ 13) และค่าดัชนีความขรุขระสากล (IRI) (ประมาณร้อยละ 9) ลำดับความสำคัญของปัจจัยรองที่อยู่ภายใต้ปัจจัยหลักด้านเศรษฐศาสตร์ ได้แก่ ประโยชน์ที่จะได้รับจากการลดค่าบำรุงรักษาของถนน (ประมาณร้อยละ 10), ค่าใช้จ่ายในการใช้รถที่ลดลง–ค่าเสื่อมราคา (ประมาณร้อยละ 6) มูลค่าการลงทุนในการจัดตั้งสถานีตรวจสอบน้ำหนัก (ประมาณร้อยละ 5) และการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงที่ลดลง (ประมาณร้อยละ 4) และ

ลำดับความสำคัญของปัจจัยรองที่อยู่ภายใต้ปัจจัยหลักด้านสิ่งแวดล้อมและสังคม ได้แก่ ผลกระทบต่อชุมชน (ประมาณร้อยละ 8) ความเหมาะสมของพื้นที่ (ประมาณร้อยละ 4) และปริมาณมลพิษที่ลดลง (ประมาณร้อยละ 3) ตามลำดับ ปัจจัยหลัก ปัจจัยรอง และค่าคะแนนความสำคัญที่วิเคราะห์ได้ สามารถนำไปใช้เป็นเกณฑ์การประเมินและจัดลำดับความสำคัญของตำแหน่งที่จะคาดว่าจะมีการจัดตั้งสถานีตรวจสอบน้ำหนักต่อไป

ผลสรุปลำดับความสำคัญของปัจจัยทั้งหมด พบว่าปัจจัยหลักทางวิศวกรรมมีค่าคะแนนความสำคัญมากกว่าผลรวมค่าคะแนนความสำคัญของปัจจัยหลักอีกสองด้านรวมกัน กล่าวได้ว่าการพิจารณาปัจจัยด้านวิศวกรรมเป็นแนวทางหลักของการคัดเลือกตำแหน่งที่เหมาะสมสำหรับการจัดตั้งสถานีตรวจสอบน้ำหนัก

References

[1] Department of Highways. (2558). **Annual Report 2015 Department of Highways**. (In Thai)

[2] Saaty, T. (1980). **The Analytic Hierachy Process.** Newyork: McGraw-Hill.

[3] Department of Highways. (2542). **Study Report on Suitability, Survey and Detailed Design of the Fixed Weigh Stations Establishment on Highways in Thaliand**. (In Thai)

[4] Department of Highways (2556) **Complete Study Report in Development of Performance System of Sizes and Weights Inspecting Management at Border Transit**. (In Thai)

[5] Veeris, A. et.al. (2013). “Selection of weigh station locations in Thailand using the analytic hierarchy process” **Songklanakarin Journal of Science & Technology.** 35(1): 81-90.

ประวัติผู้เขียนบทความ

นรินทร์ เอื้อศิริวรรณ อาจารย์ประจำหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต
โทรศัพท์ 02-320-0777 โทรสาร 02-321-4444 E-Mail: narin.eur@kbu.ac.th

วิกรม พนิชการ ผู้อำนวยการหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต 1761 ถนนพัฒนาการ แขวง/เขต สวนหลวง กรุงเทพมหานคร 10250 โทรศัพท์ 090-1977676 E-mail: vicrom@hotmail.com สนใจงานวิจัยด้าน: Structural Health Monitoring, Structural Dynamics and Vibration, Numerical Method and Computer Programming, Safety Engineering, และ Earthquake Engineering

ดำรงค์ รังสรรค์ อาจารย์ประจำหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต โทรศัพท์ 02-320-0777 โทรสาร 02-321-4444 E-Mail: drangsan@hotmail.com

อุบลรัตน์ วาริชวัฒนะ อาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต โทรศัพท์ 02-320-0777 โทรสาร 02-321-4444 E-Mail: ubonrat.war@kbu.ac.th