

การจัดเส้นทางให้บริการรถขนส่งสาธารณะภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม The Public Transport Vehicle Routing in Pibulsongkram Rajabhat University

สุกฤษฎี เพชรสวัสดิ์^{1*} สัจจากาจ จอมโนนخوا² และวชิระ วิจิตรพงษา³

^{1*, 2, 3} คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

Sukrit Phetsawat^{1*} Sajjakaj Jomnonkwao² and Wachira Wichitphongsa³

^{1*, 2, 3} Faculty of Industrial Technology, Pibulsongkram Rajabhat University

*E-mail: Sukrit_PS@psru.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ทำการจัดเส้นทางเดินรถให้บริการขนส่งสาธารณะภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม (ส่วนทะเลแก้ว) เพื่อที่จะยกระดับระบบการขนส่งสาธารณะภายในมหาวิทยาลัย ให้มีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น และสามารถที่จะช่วยลดต้นทุนในการขนส่งสาธารณะให้กับมหาวิทยาลัย วัตถุประสงค์หลักคือ การหาเส้นทางที่สั้นที่สุดที่ใช้ในการให้บริการรถขนส่งสาธารณะใน 13 จุดสถานที่ที่สำคัญและหาจำนวนรถขนส่งสาธารณะที่เหมาะสม โดยการสำรวจและเก็บข้อมูลสถานที่ที่เหมาะสมที่จะเป็นสถานีรถ วิเคราะห์ผล แล้วนำไปโปรแกรมคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ใช้เพื่อช่วยให้การวางแผนการจัดเส้นทางเดินรถและหาจำนวนรถขนส่งสาธารณะที่เหมาะสม ให้มีประสิทธิภาพและมีความรวดเร็วในการวิเคราะห์ผลมากขึ้น

ผลการศึกษาสรุปว่า รถบริการขนส่งสาธารณะเริ่มวิ่งให้บริการเริ่มต้นที่บริเวณหน้าตึกคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม จุดที่สองคือบริเวณทางเข้าสนามฟุตบอลพระองค์ดำ จุดที่สามบริเวณทางเข้าตึกคณะวิทยาการจัดการ จุดที่สี่ระหว่างตึกกองพัฒนานักศึกษาและหอประชุมศรีวชิระโชติ จุดที่ห้าระหว่างตึกที่ปวิษญ์และหอสมุด E-Library จุดที่หกระหว่างตึก IT และตึกนิติศาสตร์ใหม่ จุดที่เจ็ดระหว่างตึกมหาวิทยาลัยราชภัฏ (ตึก ม) และตึกเฉลิมพระเกียรติ (ตึก ฉ) จุดที่แปดหน้าตึกคณะเทคโนโลยีการเกษตรและอาหาร จุดที่เก้าหน้าโรงยิมทะเลแก้ว (2) จุดที่สิบระหว่างหอพักนักศึกษหญิงและศูนย์อาหารทะเลแก้ว จุดที่สิบเอ็ดหน้าตึกคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จุดที่สิบสองตึกศึกษาพิเศษ จุดที่สิบสามหน้าหอพักอาจารย์ใหม่ซึ่งเป็นจุดสุดท้ายของเส้นทาง รวมระยะทางเท่ากับ 5.04 กิโลเมตร และใช้รถขนส่งสาธารณะที่ให้บริการรับ-ส่งนักศึกษาจำนวน 2 คัน

คำสำคัญ: การจัดเส้นทาง ขนส่งสาธารณะ แบบจำลองขนส่งและจราจร

Abstract

This research provided a route for public transport services in Pibulsongkram Rajabhat University (Taleykaw). In order to upgrade the public transport system to increase efficiency and reduce the cost of public transport in Pibulsongkram Rajabhat University. The main

objectives find the shortest route is used to provide public transport services in the University Phiboonsongkram. (Taleyklaw) and 13 stations at key points and the number of public transport. By survey and collect data, the right place to be stations, analysis and bringing software applications to help plan the route and the number of public transport. Provide effective and quick to analyze more results.

The results of the figure is first public transport services run to the front of faculty of industrial technology building, second point is the entrance to football field (Pra-ong-dam), third is faculty of management building, fourth is between the division of student development and srivachirachot convention hall, fifth is between teeppavit building and e-library, sixth is between it building and new faculty of law building, seventh is between mahavachiralongkorn (mor) building and chaleomprakiat (chor) building, eighth is faculty of agriculture and technology ninth is thalekeaw gym tenth is between thalekeaw dormitory and canteen eleventh is faculty of science and technology building twelfth is special education building thirteenth is new professor dormitory, that is the last point of route the total distance is 5.04 kilometers and use public transfer services for 2 cars.

Keywords: Routing, Public Transport, Traffic and Transportation Model

1. บทนำ

การขนส่งและการเดินทางนับเป็นกลไกหลักกลไกหนึ่งในการพัฒนาสังคมและประเทศ และสะท้อนให้เห็นถึงการพัฒนาของเมืองหรือชุมชน ประเทศไทยเป็นศูนย์กลางทางเศรษฐกิจ สังคม การศึกษาและอื่นๆ ส่งผลให้เกิดการขยายตัวและเกิดความต้องการระบบขนส่งสาธารณะขึ้น ซึ่งมีความสำคัญและจำเป็นในชีวิตประจำวันของคนไทยที่ไม่มียานพาหนะส่วนตัว ความประหยัดและความสะดวกสบายเป็นสิ่งที่ผู้ใช้บริการคาดหวัง ขณะที่ผู้ใช้บริการคาดหวังกำไรแต่เป็นไปได้ยากในทางปฏิบัติ เนื่องด้วยระบบขนส่งสาธารณะเป็นการให้บริการต่อประชาชนและดำเนินการด้วยองค์กรที่ไม่แสวงหาผลกำไร ปัญหาด้านการจราจรมีให้เห็นโดยทั่วไปโดยเฉพาะเมืองใหญ่ เช่น จำนวนผิวการจราจรมีไม่เพียงพอสำหรับรองรับปริมาณยานพาหนะที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ความสิ้นเปลืองจากปัญหาการจราจรติดขัดย่อมส่งผลต่อต้นทุนการดำเนินงานด้านการขนส่งของภาครัฐหรือธุรกิจ

งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นการจัดเส้นทางเดินรถขนส่งบริการสาธารณะในมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม (ส่วนทะเลแก้ว) ให้เหมาะสม ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งที่มีผลต่อการศึกษาในมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามในเรื่องของการเดินทางจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง ช่วยรับส่งนักศึกษาที่ไม่มียานพาหนะส่วนตัวและนักศึกษากลุ่มบุคคลพิเศษ ดังนั้น รถขนส่งสาธารณะจึงมีบทบาทในสถานศึกษาในระดับอุดมศึกษา โดยสถาบันการศึกษาส่วนใหญ่ก็จะมีรถให้บริการเป็นของสถาบันนั้นๆ เพื่ออำนวยความสะดวกแก่นักศึกษาที่จำเป็นต้องใช้บริการรถขนส่งสาธารณะในการเดินทางไปมาตามสถานที่อาคารหรือจุดที่อยู่ใกล้เคียงต่างๆ โดย

ใช้โปรแกรมจำลองสถานการณ์มาประยุกต์ใช้ในการจำลององค์ประกอบต่างๆ ในระบบขนส่งสาธารณะ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์จากการปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงต่อระบบ ช่วยลดต้นทุน และผลกระทบต่อมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

ดังนั้น การทำการวิจัยหัวข้อเรื่องการจัดเส้นทางให้บริการรถขนส่งสาธารณะนี้ เพื่อจะยกระดับการขนส่งสาธารณะภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามให้มีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น และสามารถที่จะช่วยลดต้นทุนในการขนส่งสาธารณะให้กับมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

2. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

- 2.1 เพื่อหาเส้นทางที่สั้นที่สุดที่ใช้ในการให้บริการรถขนส่งสาธารณะในมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม (ส่วนทะเลแก้ว)
- 2.2 เพื่อหาจำนวนรถขนส่งสาธารณะที่เหมาะสมภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม (ส่วนทะเลแก้ว)

3. วิธีดำเนินการวิจัย

- 3.1 ศึกษาสภาพปัญหาและรวบรวมข้อมูล
- 3.2 สร้างเมตริกซ์ระยะทางจาก Google Map โดยเลือกเส้นทางที่สั้นที่สุด
- 3.3 ประยุกต์ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการหาคำตอบที่ดีที่สุด โดยใช้วิธี Linear Programming
- 3.4 นำเส้นทางที่คำนวณได้จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์มาทำการจำลองเส้นทางในโปรแกรมจำลองสถานการณ์ เพื่อหาจำนวนรถที่เหมาะสมที่สุด
- 3.5 สรุปผลการทดลอง

4. ผลการวิจัย

4.1 การศึกษาปัญหาและเก็บรวบรวมข้อมูล สภาพปัจจุบันของรถให้บริการขนส่งสาธารณะในมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม (ส่วนทะเลแก้ว) รวมทั้งปัญหาในการใช้บริการของรถสาธารณะ เส้นทาง ระยะทาง เวลา และจุดสถานีป้ายจอดให้บริการรถสาธารณะ โดยได้ข้อมูลจากการสำรวจ สัมภาษณ์ และทำการบันทึกข้อมูล

4.2 สร้างเมตริกซ์ระยะทางจาก Google Map โดยเลือกเส้นทางที่สั้นที่สุด กำหนดจุดโหนดและทำการเลือกจุดสถานีที่ต้องการเริ่มต้นไปยังจุดสถานีปลายทาง โดยเลือกเส้นทางที่เป็นเส้นทางหลักและรถขนส่งสาธารณะสามารถใช้เส้นทางได้สะดวกไปยังจุดปลายทางได้ และนำมาพิจารณาเลือกระยะทางที่สั้นที่สุด

4.3 การประยุกต์ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการหาคำตอบที่ดีที่สุด โดยการนำวิธี Linear Programming ประยุกต์การแก้ไขปัญหการจัดเส้นทางรถโดยสารจากรูปแบบปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (Traveling Salesman Problem: TSP) โดยการนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ใช้ในการคำนวณหาเส้นทางที่สั้นที่สุด เพื่อความแม่นยำและสะดวกรวดเร็วในการคำนวณรูปแบบสมการ Linear Programming มีดังนี้

ตัวแบบโปรแกรมเชิงเส้นตรง (Linear Programming) เมื่อกำหนดให้

- i, j = จุดสถานีป้ายจอดรถในแต่ละจุด
 n = จำนวนจุดสถานีป้ายจอดรถ ($i=1,2,3,\dots,n$ และ $j=1,2,3,\dots,n$)
 x_{ij} = ตัวแปรตัดสินใจเลือกเดินทางจากจุดสถานีป้ายจอดรถ i ใดๆ ไปจุดสถานีป้ายจอดรถ j ใดๆ เท่ากับ 1 เมื่อเลือกเดินทาง และจะเท่ากับ 0 เมื่อไม่เลือกเดินทาง
 d_{ij} = ระยะทางจากจุดสถานีป้ายจอดรถ i ใดๆ ถึงจุดสถานีป้ายจอดรถ j ใดๆ
 u_i = การเดินทางจากจุดสถานีป้ายจอดรถ i ใดๆ
 u_j = การเดินทางจากจุดสถานีป้ายจอดรถ j ใดๆ

โดยมีรูปแบบสมการเชิงเส้นตรง มีดังนี้

สมการเป้าหมาย (Objective Function) การหาค่าต่ำสุด (Minimize)

$$\text{Min } Z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n d_{ij} x_{ij} \quad (1)$$

สมการข้อจำกัด

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1 \quad (i = 1,2,3,\dots,n) \quad (2)$$

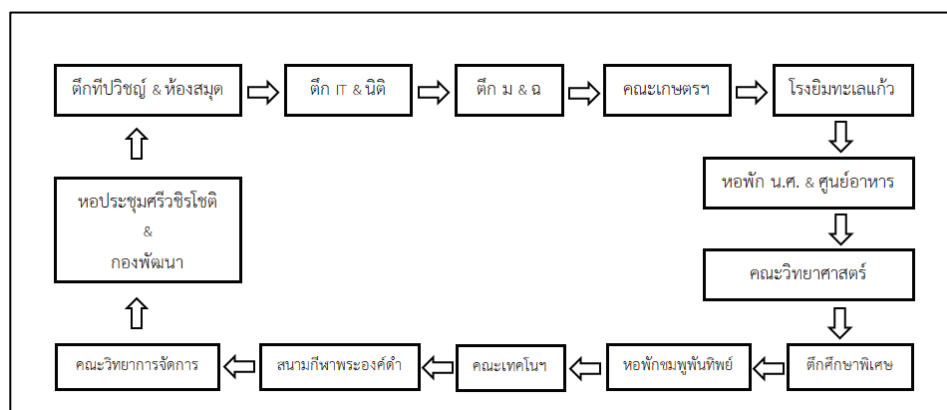
$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1 \quad (j = 1,2,3,\dots,n) \quad (3)$$

$$u_i - u_j + n x_{ij} \leq n - 1 \quad (\text{โดย } 1 \leq i \neq j \leq n) \quad (4)$$

$$x_{ij} = \{1,0\} \quad (i, j = 1,2,3,\dots,n) \quad (5)$$

$$u_i \geq 0 \quad (i = 1,2,3,\dots,n) \quad (6)$$

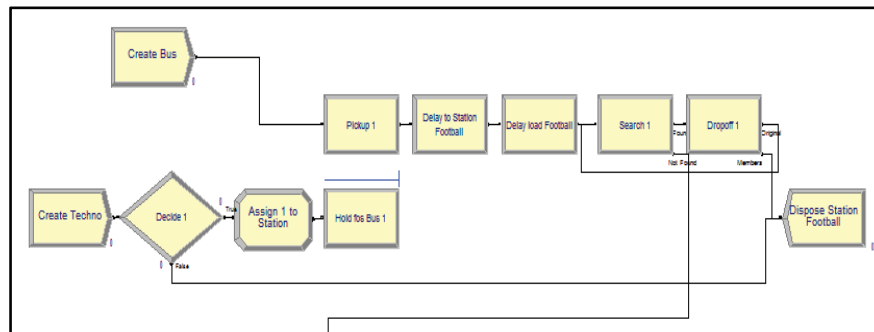
โดยสรุปลำดับเส้นทางการเดินทางขนส่งสาธารณะภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏวชิรสุพรรณบุรี (ส่วนทะเลแก้ว) แสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ลำดับเส้นทางการเดินทางขนส่งสาธารณะ

4.4 นำเส้นทางที่คำนวณได้จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์มาทำการจำลองเส้นทางในโปรแกรมจำลองสถานการณ์ เพื่อหาจำนวนรถที่เหมาะสมที่สุด

ในการจำลองการให้บริการรถขนส่งสาธารณะภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม (ส่วนทะเลแก้ว) เพื่อหาจำนวนรถที่เหมาะสมที่สุด ข้อมูลพฤติกรรมการเดินทางของนักศึกษา ปัจจัยด้านคุณภาพและทัศนคติต่อการเลือกใช้บริการขนส่งสาธารณะ และข้อมูลทางสถิติการกระจายตัวของนักศึกษาภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามให้มีความใกล้เคียงความเป็นจริงมากที่สุด



ภาพที่ 2 Flowchart การจำลองสถานการณ์ในส่วนที่ 1

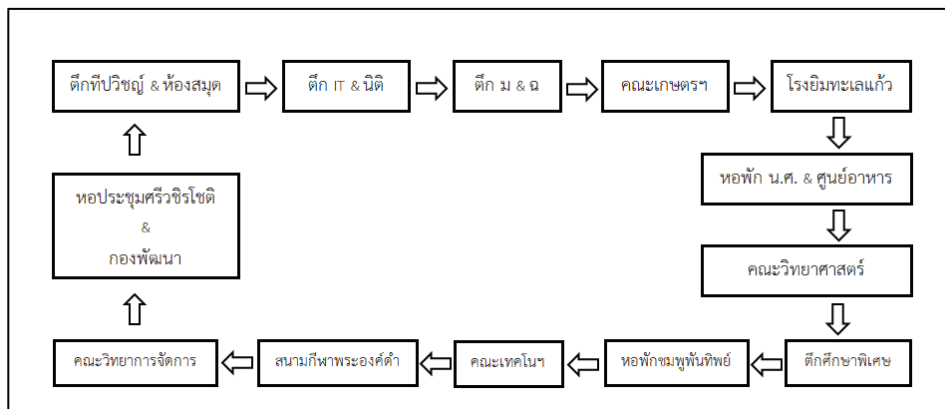
ทำการจำลองสถานการณ์ซ้ำจำนวน 100 รอบ พบว่า จำนวนรถที่เหมาะสมที่สุดในการวิ่งให้บริการรับ-ส่งนักศึกษาใช้จำนวนรถที่ 2 คัน ซึ่งจะเป็นการให้บริการที่เหมาะสมที่สุดและมีประสิทธิภาพดีที่สุดต่อการวิ่งรถให้บริการสาธารณะภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม (ส่วนทะเลแก้ว) เวลาของการบันทึกการวิ่งของรถให้บริการขนส่งสาธารณะ 1 รอบเส้นทางเท่ากับ 15.29 นาที และเวลาที่คำนวณได้จากโปรแกรมจำลองสถานการณ์การวิ่งของรถให้บริการขนส่งสาธารณะ 1 รอบเส้นทางเท่ากับ 19.91 นาที ซึ่งโปรแกรมมีความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ 1% เวลาในการรอคอยของนักศึกษาเฉลี่ยทั้ง 13 จุดสถานี มีค่าเท่ากับ 3.16 0.26 นาที และเวลารอคอยของนักศึกษาสูงที่สุดทั้ง 13 จุดสถานีมีค่าเท่ากับ 10.56 นาที แสดงในภาพที่ 3

Replication 1		Start Time	00	Stop Time	480 00	Time Units	Minutes
Entity							
Time							
VA Time		Average	Half Width	Minimum	Maximum		
Customer		0.1240	0.021693134	0	0.6300		
NVA Time		Average	Half Width	Minimum	Maximum		
Customer		0	0.000000000	0	0		
Wait Time		Average	Half Width	Minimum	Maximum		
Customer		3.1595	0.258066097	0	10.5653		
Transfer Time		Average	Half Width	Minimum	Maximum		
Customer		4.1680	0.393049886	0	16.7200		
Other Time		Average	Half Width	Minimum	Maximum		
Customer		0	0.000000000	0	0		
Total Time		Average	Half Width	Minimum	Maximum		
Customer		7.4514	0.592572126	0	24.9287		

ภาพที่ 3 ผลการรันผลโปรแกรมซ้ำจำนวน 100 ครั้ง

5. สรุปผลการวิจัย

จากการคำนวณของโปรแกรมคอมพิวเตอร์พบว่า ผลคำตอบที่ได้มีระยะทางรวมเท่ากับ 5.04 กิโลเมตร และมีลำดับเส้นทางเดินรถขนส่งสาธารณะดังนี้ จุดแรกที่รถให้บริการขนส่งสาธารณะจะวิ่งให้บริการคือบริเวณหน้าตึกคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม จุดที่สองคือบริเวณทางเข้าสนามฟุตบอลพระองค์ดำ จุดที่สามบริเวณทางเข้าตึกคณะวิทยาการจัดการ จุดที่สี่ระหว่างตึกกองพัฒนานักศึกษาและหอประชุมศรีวชิโรตติ จุดที่ห้าระหว่างตึกที่ปวิญญ์และหอสมุด E-Library จุดที่หกระหว่างตึก IT และตึกนิติศาสตร์ใหม่ จุดที่เจ็ดระหว่างตึกมหาวิทยาลัยราชภัฏ (ตึก ม) และตึกเฉลิมพระเกียรติ (ตึก ฉ) จุดที่แปดหน้าตึกคณะเทคโนโลยีการเกษตรและอาหาร จุดที่เก้าหน้าโรงยิมทะเลแก้ว จุดที่สิบระหว่างหอพักนักศึกษาหญิงและศูนย์อาหารทะเลแก้ว จุดที่สิบเอ็ดหน้าตึกคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จุดที่สิบสองตึกศึกษาพิเศษ จุดที่สิบสามหน้าหอพักอาจารย์ใหม่ แสดงในภาพที่ 4



ภาพที่ 4 แสดงลำดับเส้นทางรถขนส่งสาธารณะ

จำนวนรถที่เหมาะสมคือ จำนวน 2 คัน โดยจะเริ่มให้บริการในจุดแรกคือ จุดสถานีคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม และจุดที่สองคือ จุดสถานีระหว่างตึกมหาวิทยาลัยราชภัฏ (ตึก ม) และตึกเฉลิมพระเกียรติ (ตึก ฉ) โดยรถทั้ง 2 คันจะเริ่มวิ่งให้บริการที่เวลา 08.00 น. และจะหยุดให้บริการในเวลา 16.00 น. เวลาของการวิ่งของรถให้บริการขนส่งสาธารณะ 1 รอบเส้นทางเท่ากับ 15.29 นาที และเวลาเดินรถที่คำนวณได้จากโปรแกรมจำลองสถานการณ์ 1 รอบเส้นทางเท่ากับ 19.91 นาที ซึ่งโปรแกรมมีความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ 1% ซึ่งเวลารอคอยของนักศึกษาเฉลี่ยทั้ง 13 สถานี มีค่าเท่ากับ 3.16 0.26 นาที และเวลารอคอยของนักศึกษานานที่สุดทั้ง 13 สถานี มีค่าเท่ากับ 10.56 นาที

6. อภิปรายผล

ในการศึกษาครั้งต่อไป ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าโครงงานเล่มนี้จะเป็นแนวทางในการทำโครงงานต่อเนื่องด้วยการนำข้อมูลบางส่วนในโครงงานไปปรับใช้และสร้างงานวิจัยเพื่อพัฒนาระบบการขนส่งสาธารณะภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามต่อไป ซึ่งการศึกษาในครั้งนี้มีปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเลือกใช้บริการรถขนส่งสาธารณะ และจำนวนนักศึกษาที่อยากจะใช้ระบบขนส่งสาธารณะภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูล

สงคราม ที่ผู้ศึกษาไม่ได้รวมไว้ในแบบสอบถามและไม่ได้สอบถามตามจำนวนประชากรนักศึกษาภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามทั้งหมด ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาเชิงคุณภาพและปริมาณเพิ่มเติม นอกจากนี้สำหรับการสร้างแบบสอบถามนั้นเราควรศึกษาหลักการสร้างแบบสอบถามและการใช้โปรแกรมเพื่อการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อที่จะได้แบบสอบถามที่มีคุณภาพและมีความกระชับต่อการเก็บรวบรวมข้อมูล อีกทั้งเพื่อความสะดวก ความรวดเร็ว และความมีประสิทธิภาพของข้อมูลในการกำหนดปัจจัยเพื่อการวิเคราะห์ ซึ่งจะทำให้เกิดความครอบคลุมและนำไปสู่งานวิจัยที่ดีขึ้นต่อไป

7. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดีเนื่องจากได้รับความกรุณาอย่างสูงจากคณาจารย์ทุกท่านในคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม และมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ที่ให้คำปรึกษา คำแนะนำเกี่ยวกับการเก็บข้อมูลในการจัดเส้นทางของรถให้บริการขนส่งสาธารณะในมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

ขอขอบพระคุณศูนย์บริการยานพาหนะที่ให้ข้อมูลเกี่ยวกับการบริการของรถให้บริการขนส่งสาธารณะในมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่ให้กำเนิด อบรมเลี้ยงดูด้วยความรักและส่งเสริมด้านการศึกษา เป็นอย่างดี ทำให้ผู้วิจัยประสบความสำเร็จในชีวิตตลอดมา

8. เอกสารอ้างอิง

- จารุมา อัฐกุล. (2541). *สถิติเชิงคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- โฉมภู่งู บึงพร้าว และสุริพร ยอดมณี. (2547). *ปัญหาการจดมาตรน้ำโดยวิธีการเดินทางของเซลล์แมน กรณีศึกษาการประปาส่วนภูมิภาคปราจีนบุรี* (รายงานวิจัย). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- ปานวิทย์ ฐะนุติ. (2558). *ทฤษฎีแถวคอย*. เอกสารประกอบการสอนชุดวิชาการจัดการและการออกแบบระบบโทรคมนาคม. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- บุญยง ชัยเจริญธาดา, อนันต์ มุ่งวัฒนา และศักเกษม สุจินตนารัตน์. (2554). ปัญหาการจัดเส้นทางเมื่อมีข้อจำกัดด้านเชื้อเพลิง. ใน *การประชุมวิชาการด้านการวิจัยดำเนินงานแห่งชาติ ประจำปี 2554*. (น. 269-272). กรุงเทพฯ: โรงแรม เอส ดี อเวนิว.
- พัชรลักษณ์ รักธรรมจิรสุข. (2557). การศึกษาภาพแบบการจัดเส้นทางเพื่อทำการวางแผนการเดินทางของพนักงานขาย. ใน *การประชุมวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมระดับชาติครั้งที่ 7*. (น. 185-192). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยพระเจ้าเกล้าพระนครเหนือ.
- ไพฑูรย์ ศิริโอฬาร. (2557). การลดต้นทุนการขนส่ง โดยการจัดเส้นทางพาหนะที่เหมาะสม กรณีศึกษาธุรกิจเครื่องดื่มขานม. *วารสารปัญญาวิวัฒน์*, 5(ฉบับพิเศษ), 272-279.
- รุ่งรัตน์ ภิธัชเพ็ญ. (2553). *คู่มือแบบจำลองด้วยโปรแกรม Arena ฉบับปรับปรุง*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

- ศศิธร ห่อประทัดพงศ์. (2552). *การวิเคราะห์ระยะทางและระยะเวลาของระบบขนส่งในการเลือกเติมสถานีแก๊ส NGV ให้มีประสิทธิภาพ*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุภาภรณ์ พวงชมพู. (2554). *การประยุกต์ใช้โปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming)*. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- Fischetti, M., Salazar, J., Toth, P. (1995). The symmetric generalized traveling salesman problem polytope. *Networks*, 26(2), 113-123.
- Fischetti, M., Salazar, J., Toth, P. (1997). A branch-and-cut algorithm for the symmetric generalized traveling salesman problem. *Operations Research*, 45(3), 378-394.
- Laporte, G., Nobert, Y. (1983). Generalized traveling salesman problem through n sets of nodes: an integer programming approach. *INFOR*, 21(1), 61-75.
- Noon, C. (1988). *The generalized traveling salesman problem*. (PhD Dissertation). Ann Arbor: The University of Michigan.