การจัดเส้นทางรถรับ-ส่งนักศึกษาด้วยวิธีเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด กรณีศึกษา มหาวิทยาลัยศรีปทุม วิทยาเขตขอนแก่น

สุวิมล ล้านทุมเหลือง และ ปวีณา ชนะชัย[1]
นักศึกษาปริญญาตรีหลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต วิทยาลัยโลจิสติกส์และซัพพลายเชน
มหาวิทยาลัยศรีปทุม วิทยาเขตขอนแก่น

วันพิชิต เบ็งจีน
อาจารย์ประจำสาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน วิทยาลัยโลจิสติกส์และซัพพลายเชน
มหาวิทยาลัยศรีปทุม วิทยาเขตขอนแก่น

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอเส้นทางการเดินรถรับ-ส่งของมหาวิทยาลัย ด้วยวิธีเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด (Nearest Neighbor Algorithm) พร้อมทั้งวิเคราะห์ต้นทุนค่าโดยสารและวิเคราะห์จุดคุ้มทุนของรถรับส่ง สำรวจและเก็บรวบรวมข้อมูลตำแหน่งที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ระหว่างมหาวิทยาลัยกับจุดรับ-ส่งนักศึกษาในรัศมี 5 กิโลเมตร โดยจะใช้ Google Maps และทำแบบสำรวจข้อมูลกลุ่มตัวอย่างนักศึกษาในมหาวิทยาลัย จำนวน 400 ตัวอย่าง ด้วยการใช้ข้อมูลตำแหน่งที่ตั้งโดยรอบมหาวิทยาลัยเพื่อให้นักศึกษาระบุจุดที่ใกล้กับที่พักอาศัยของตนเองมากที่สุด ผลจากการคำนวณนั้นได้เส้นทางทั้งหมด 18 เส้นทาง โดยมีระยะทางรวม 111.19 กิโลเมตร เมื่อทำการวิเคราะห์ต้นทุนพบว่า ต้นทุนรวมของรถรับ-ส่งนักศึกษาต่อวันเท่ากับ 1,053.07 บาท สามารถคำนวณอัตราค่าบริการต่อคนได้ 4.39 บาท และการคำนวณหาจุดคุ้มทุนกรณีที่มหาวิทยาลัยใช้เงินลงทุน 1,216,500 บาท โดยจะคืนทุนในระยะเวลา 4 ปี ซึ่งมีต้นทุนรับ-ส่ง 420,482.93 บาท ในการจัดเส้นทางเดินรถรับส่งนักศึกษาไม่เพียงแต่แก้ไขด้วยวิธีเพื่อนบ้านใกล้ที่สุดเพียงวิธีเดียว แต่ยังสามารถใช้วิธีการหาคำตอบจากระยะทางที่ไกลที่สุด (Furthest Neighbor Algorithm) และซอฟแวร์ LOGWAER ซึ่งวิธีการทั้งหมดนี้ใช้ข้อมูลในการคำนวณรูปแบบเดียวกัน ดังนั้นถ้าหากนำทั้ง 3 วิธีนี้มาปรับปรุงเส้นทางเพื่อเปรียบเทียบจะทำให้ได้ผลที่ดีที่สุด

คำสำคัญ: การจัดเส้นทาง วิธีเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด จุดคุ้มทุน

[1] นักศึกษาปริญญาตรีหลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต วิทยาลัยโลจิสติกส์และซัพพลายเชน มหาวิทยาลัยศรีปทุม วิทยาเขตขอนแก่น ต.ในเมือง อ.เมืองขอนแก่น จ.ขอนแก่น 40000 หมายเลขติดต่อ 061-118-6770 อีเมล: suvimon.lan@spumail.net

THE ROUTING OF STUDENT SHUTTLE BUSES BY THE NEAREST NEIGHBOR METHOD — A CASE STUDY OF SRIPATUM UNIVERSITY KHON KAEN CAMPUS

Suvimon Lanthumlueang and Paweena Chanachai[1]
Undergraduate Students, Bachelor of Business Administration Program
College of Logistics and Supply Chain, Sripatum University Khon Kaen Campus

Wanpichit Bengjeen
Lecturer at Department of Logistics and Supply Chain Management
College of Logistics and Supply Chain, Sripatum University Khon Kean Campus

The objectives of this research were 1) to study the routes of shuttle buses serving the Sripatum University Khon Kean Campus with the Nearest Neighbor Algorithm, 2) to determine the bus fare and analyze the break-even point of the shuttle bus, and 3) survey and collect geographic location data between the university and bus stop within a radius of 5 kilometers using Google Maps. A sample of 400 university students were surveyed and asked, to identify the point closest to their residence using location information around the university. As the result of the calculations, a total of 18 routes were obtained with a total distance of 111.19 kilometers. Analysis revealed the daily total cost of the bus for transporting students was 1,053.07 baht and the service fee per person was 4.39 baht. The break-even point, in the event that the university invests 1,216,500 baht, will return a pay back in a period of 4 years, representing a transportation cost of 420,482.93 baht. It was found that the routing of student shuttle buses is not only solved by Nearest Neighbor Algorithm, but may also be solved using the Furthest Neighbor Algorithm and LOGWAER software. All of these three methods use the same data for computation, so using all three to improve the path for comparison will give the best results.

Keyword*:* Routing, Nearest Neighbor Method, Break-Even Poi

[1] Corresponding Author: Undergraduate Students, Bachelor of Business Administration
College of Logistics and Supply Chain, Sripatum University Khon Kaen Campus.
Contact Number: +6661-118-6770 Email: suvimon.lan@spumail.net

บทนำ

มหาวิทยาลัยศรีปทุม วิทยาเขตขอนแก่น ซึ่งเป็นมหาวิทยาลัยหนึ่งที่ตั้งอยู่ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น เริ่มเปิดดำเนินการตั้งแต่ปีการศึกษา 2556 โดยเปิดสอนทั้งหมด 6 คณะ 2 วิทยาลัย ได้แก่ คณะนิเทศศาสตร์ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะบริหารธุรกิจ คณะศิลปศาสตร์ คณะบัญชี คณะนิติศาสตร์ วิทยาการท่องเที่ยวและบริการ และวิทยาลัยโลจิสติกส์และซัพลายเชน ในแต่ละคณะมีความน่าสนใจเป็นอย่างมากไม่ว่าจะเป็นภาคเรียนปกติ หรือภาคเรียนเสาร์-อาทิตย์ ทางมหาวิทยาลัยเปิดทำการเรียนการสอนทุกรูปแบบเพื่อที่จะให้ตอบสนองต่อความต้องการของผู้ที่จะทำการศึกษาต่อ ทำให้มีผู้ที่สนใจสมัครเข้ามาศึกษาเป็นจำนวนมาก ดังนั้นจึงทำให้มีนักศึกษาเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในทุก ๆ ปีการศึกษา และนักศึกษาส่วนมากใช้รถส่วนตัวในการเดินทางมาเรียน ไม่ว่าจะเป็นรถจักรยานยนต์ หรือรถยนต์ จึงทำให้เกิดปัญหาพื้นที่จอดรถไม่เพียงพอต่อความต้องการของนักศึกษา เนื่องจากนักศึกษามีจำนวนไม่ต่ำกว่า 1,000 – 2,000 คน แต่พื้นที่จอดรถของทางมหาวิทยาลัยสามารถจอดรถได้เพียง 300 คัน และบริเวณโดยรอบของมหาวิทยาลัยยังเป็นแหล่งชุมชน มีสถาบันการศึกษาอีกหลายแห่งซึ่งยากต่อการขยายพื้นที่เพิ่มเพื่อทำที่จอดรถ ในช่วงเวลาเร่งด่วนยังทำให้เกิดการจราจรติดขัด หากทางมหาวิทยาลัยสามารถจัดรถรับ-ส่งนักศึกษาได้ จะทำให้เกิดประโยชน์ต่อประเทศชาติในด้านการลดปริมาณแก๊สคาร์บอนไดร์ออกไซด์ และยังสามารถประหยัดงบประมาณที่จะขยายพื้นที่จอดรถในอนาคตได้อีกด้วย ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอเส้นทางการเดินรถรับ-ส่งนักศึกษาของมหาวิทยาลัยศรีปทุม วิทยาเขตขอนแก่น โดยใช้วิธีเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด (Nearest Neighbor Algorithm) เพื่อช่วยลดระยะทางและระยะเวลาในการเดินรถรับ-ส่ง

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อนำเสนอเส้นทางการเดินรถรับ-ส่งของมหาวิทยาลัยศรีปทุม วิทยาเขตขอนแก่น ด้วยวิธีเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด (Nearest Neighbor Algorithm)
2. เพื่อวิเคราะห์ต้นทุนค่าโดยสารรถรับ-ส่งของมหาวิทยาลัยศรีปทุม วิทยาเขตขอนแก่น
3. เพื่อวิเคราะห์จุดคุ้มทุนรถรับ-ส่งของมหาวิทยาลัยศรีปทุม วิทยาเขตขอนแก่น

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1. วิธีเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด (Nearest Neighbor Algorithm) เป็นการคำนวณปัญหาการจัดเส้นทางจากจุดที่ใกล้ที่สุดจากตำแหน่งที่มีอยู่ทั้งหมด โดยจะพิจารณาจุดที่อยู่ใกล้ที่สุดจากจุดที่จะไปในจุดแรกซึ่งจะต้องนำมาคำนวณทุกตำแหน่ง วิธีเพื่อนบ้านใกล้ที่สุดจะเสนอรูปแบบการค้นหาที่มีประสิทธิภาพสำหรับพื้นที่ที่เกี่ยวข้อง เป็นรูปแบบที่นิยมใช้ในการคำนวณหาแนวคิดเพื่อที่เราจะปรับปรุงระยะทางในระหว่างการทำซ้ำแต่ละครั้งของการค้นหาเพื่อนบ้านที่ใกล้เคียงที่สุด

2. ต้นทุนฐานกิจกรรม (Activity - Based Costing) ต้นทุนในการขนส่งกิจกรรมการขนส่งมีความสำคัญต่อธุรกิจในปัจจุบันเป็นอย่างมาก เพราะทุกกระบวนการตั้งแต่ต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำจำเป็นต้องมีการส่งต่อวัตถุดิบ สินค้า และบริการ ดังนั้นการขนส่งจึงมีความสำคัญในการทำให้ซัพพลายเชนมีความสมดุล ในทุกธุรกิจจึงไม่สามารถหลีกเลี่ยงต้นทุนของกิจกรรมการขนส่งได้ หากพิจารณาถึงต้นทุนของการขนส่งจะประกอบด้วย

2.1 ต้นทุนคงที่ (Fixed Costs) เป็นต้นทุน หรือค่าใช้จ่ายที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงตามปริมาณการขนส่ง ไม่ว่าจะทำการผลิต หรือไม่ผลิตก็ตาม ต้นทุนนี้จะเกิดขึ้นเป็นจำนวนที่คงที่ซึ่งจะต้องเสียค่าใช้จ่ายในอัตราเท่าเดิม เช่น ค่าเช่า ที่ดิน อาคาร ค่าประกันภัย ค่าทะเบียนยานพาหนะ ค่าเสื่อมราคา เงินเดือนประจำ ค่าใบอนุญาตเช่าสถานที่ เป็นต้น

2.2 ต้นทุนผันแปร (Variable Costs) หมายถึง ต้นทุน หรือค่าใช้จ่ายที่มีการเปลี่ยนแปลงตามปริมาณการใช้งาน กล่าวคือ จะเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณการใช้งานเพิ่มขึ้น และลดลงเมื่อปริมาณการใช้งานลดลง ได้แก่ ค่าเชื้อเพลิง ค่าบำรุงรักษา ค่าซ่อมแซม ค่าน้ำมันหล่อลื่น เป็นต้น

2.3 ต้นทุนรวม (Total cost) คือ ต้นทุนที่รวมทั้งต้นทุนคงที่และต้นทุนผันแปร สามารถคำนวณได้ ดังนี้ ต้นทุนรวม (Total cost) = ต้นทุนผันแปร + ต้นทุนคงที่

2.4 การวิเคราะห์จุดคุ้มทุน (Break – Even Point) หมายถึง ระดับปริมาณขายที่ไม่ทำให้กิจการมีกำไรหรือขาดทุน ซึ่งเป็นจุดที่รายได้รวม (Total Revenue) เท่ากับต้นทุนรวม (Total Cost) พอดี หรือเป็นจุดที่กำไรเท่ากับศูนย์ ซึ่งการวิเคราะห์จุดคุ้มทุนสามารถวิเคราะห์ได้ดังนี้

2.4.1 โดยการทดลอง (Trial and Error Method) วิธีนี้เป็นการทดลองคำนวณหาจำนวนที่ผลิตและขายของกิจการ ที่ทำให้รายได้รวมเท่ากับต้นทุนรวม

2.4.2 โดยกราฟ (Graphic Method) วิธีนี้จะเป็นการนำรายได้รวมหรือยอดขายและต้นทุนรวมมาลงจุดบนกราฟแล้วลากเส้นรายได้และเส้นต้นทุนรวม เมื่อเกิดจุดที่เส้นทั้งสองตัดกันก็คือจุดคุ้มทุน เพราะจะเป็นจุดที่รายได้เท่ากับต้นทุนรวม

2.4.3 โดยการคำนวณ (Algebraic Method) การหาจุดคุ้มทุนด้วยวิธีคำนวณนี้เป็นวิธีที่ง่าย และให้ผลถูกต้องกว่า 2 วิธีที่กล่าวมาแล้ว การคำนวณทำได้โดยอาศัยสมการเพื่อหาปริมาณการผลิตและขายที่รายได้เท่ากับต้นทุนรวม แต่การคำนวณหาจุดคุ้มทุนจะต้องทราบสมการของข้อมูลที่จะใช้วิเคราะห์ ได้แก่

1) รายได้รวม (Total Revenue - TR) รายได้รวมเป็นผลมาจากราคาขายคูณกับปริมาณขาย

กำหนดให้ P = ราคาขายต่อหน่วย

Q = ปริมาณขาย

ดังนั้น $TR = T \times Q$

2) ต้นทุนรวม (Total Cost - TC) ต้นทุนรวมเป็นผลรวมของต้นทุนคงที่กับต้นทุนผันแปร

กำหนดให้ FC = ต้นทุนคงที่

VC = ต้นทุนผันแปร

ดังนั้น $TC = FC + VC$ หรือ $TC = FC + (Q \times VC/unit)$

a. การคำนวณหาปริมาณ ณ จุดคุ้มทุน (Break – Even Quantity)

ปริมาณ ณ จุดค้มทุน หมายถึง ปริมาณของสินค้าหรือบริการที่ทำให้ธุรกิจมีรายได้รวมเท่ากับต้นทุนรวม

รายได้ = ต้นทุนรวม

TR = TC

ดังนั้น ปริมาณจุดคุ้มทุน $Q^* = \dfrac{FC}{P\text{-}VC/unit}$

b. การคำนวณหารายได้ ณ จุดคุ้มทุน (Break – Even Revenue)

รายได้ ณ จุดคุ้มทุน หมายถึง รายได้จากการดำเนินงานของธุรกิจที่เท่ากับต้นทุนรวม การคำนวณรายได้ ณ จุดคุ้มทุน ทำได้โดยนำอัตรากำไรส่วนเกินไปหารต้นทุนคงที่ ซึ่งอัตรากำไรส่วนเกิน หมายถึง กำไรส่วนเกินต่อหน่วยหารด้วยราคาขายต่อหน่วย

ดังนั้น รายได้ ณ จุดคุ้มทุน $TR^* \dfrac{FC}{\dfrac{1\text{-}VC/unit}{P}}$

การทบทวนวรรณกรรม

เกศินี สือนิ (2563) ได้ศึกษาการจัดเส้นทางการขนส่งสินค้าของบริษัทกรณีศึกษาโดยศึกษาเปรียบเทียบระหว่างการจัดเส้นทางการด้วยวิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม (Saving Algorithm) และขั้นตอนวิธีการเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด อัลกอริทึม (Nearest Neighbor Algorithm) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเส้นทางในการจัดส่งสินค้าแบบเดิมของบริษัทกรณีศึกษา และนำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบการจัดเส้นทางแบบใหม่เพื่อทำให้สามารถลดต้นทุนการขนส่งสินค้าได้

ชวลิต โควีระวงศ์ (2562) ได้ศึกษาการขนส่งของที่ต้องจอดแวะแต่ละสถานที่เป็นจำนวนมากในแต่ละเที่ยว ลำดับการจอดแวะที่ดีมีผลต่อระยะทางในทางคอมพิวเตอร์กิจกรรมสอดคล้องกับทฤษฎีในทางคอมพิวเตอร์เรื่องปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย หรือที่รู้จักกันดีในชื่อ Travelling Salesman Problem (TSP) ซึ่งเป็นปัญหาเกี่ยวกับกราฟที่ใช้หาวงจร Hamiltonian ที่สั้นที่สุด TSP ถูกจัดอยู่ในกลุ่ม NP-Hard หรือปัญหาไม่สามารถหาคำตอบถูกดีที่สุดได้ในเวลาอันรวดเร็ว การแก้ปัญหา Travelling Salesman Problem ในปัจจุบันนิยมใช้ Heuristic Algorithm มากขึ้น ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงเป็นการปรับปรุงระบบการเดินทางพนักงานขายแบบเพื่อนบ้านใกล้สุดด้วยเทคนิคการเคลื่อนย้ายแบบ 2- opt ซึ่งจะเป็นการจัดการข้อเสียของ Nearest Neighbor Algorithm

ฮัอเฮอ หวาลื้อ, ศักดิ์ กองสุวรรณ และเชษฐ์ภณัฏ ลีลาศรีสิริ (2559) ได้ศึกษาแนวทางการจัดเส้นทางการขนส่งสินค้าด้วยวิธีฮิวริสติก กรณีศึกษา นางอำพร นอลินทา ตัวแทนจำหน่าย บริษัท เบียร์ลาว จำกัด แขวงหลวงพระบาง สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว เพื่อ 1) ศึกษาสภาพและปัญหาของการจัดการขนส่งของตัวแทนจำหน่ายในกรณีศึกษา และ 2) เพื่อหาแนวทางการจัดเส้นทางการขนส่งสินค้าด้วยวิธีฮิวริสติกของตัวแทนจำหน่ายในกรณีศึกษา ซึ่ง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง (Semi - Structured Review) สำหรับสัมภาษณ์ การวางแผนจัดเส้นทางการเดินรถ การวางแผนจัดเส้นทางด้วยวิธีเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด (Nearest Neighbor Heuristic) และ การสนทนากลุ่ม (Focus Group)

ระเบียบวิธีการวิจัย

การดำเนินงานวิจัยนี้ได้กำหนดระเบียบวิธีวิจัยตามขั้นตอนในการดำเนินงาน เพื่อให้การศึกษาเป็นไปตามวัตถุประสงค์สำหรับการจัดเส้นทางรับ-ส่งนักศึกษาที่กำหนดไว้ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ประชากรประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักศึกษามหาวิทยาลัยศรีปทุม วิทยาเขตขอนแก่น ระดับชั้นปีที่ 1 ถึง ชั้นปีที่ 4 จำนวน 400 คน โดยใช้ตารางสำเร็จรูปของทาโร ยามาเน (Yamane, 1973) เป็นตารางที่ใช้หาขนาดของกลุ่มตัวอย่าง เพื่อประมาณค่าสัดส่วนของประชากร โดยคาดว่าสัดส่วนของลักษณะที่สนใจในประชากร เท่ากับ 0.5 และระดับความเชื่อมั่น 95% เช่น ต้องการหาขนาดของกลุ่มตัวอย่างจากประชากร ที่มีขนาดเท่ากับ 2,000 คน ความคลาดเคลื่อนที่ผู้วิจัยยอมรับได้เท่ากับ 5% ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ต้องการจะเท่ากับ 333 คน เป็นต้น

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ได้แก่

1) Flow chart เพื่อเสนอขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

2) Google Form เพื่อจัดทำแบบสำรวจข้อมูลนักศึกษาในมหาวิทยาลัยที่อาศัยอยู่ใกล้ป้ายรถเมล์ในแต่ละจุด

3) Google maps เพื่อวัดระยะทางระหว่างตำแหน่งที่ตั้งมหาวิทยาลัยกับจุดรับ-ส่งนักศึกษา

4) วิธีเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด (Nearest Neighbor Algorithm) เพื่อใช้จัดเส้นทางการเดินรถรับ-ส่งนักศึกษา จากจุดรับส่งไปยังมหาวิทยาลัย

ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือในการวิจัย

1. สำรวจและเก็บรวบรวมข้อมูล คณะผู้วิจัยจะทำการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับ

ตำแหน่งที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ระหว่างมหาวิทยาลัยกับจุดรับ-ส่งนักศึกษาในรัศมี 5 กิโลเมตร โดยจะใช้ Google map ในการระบุตำแหน่งที่ตั้ง พร้อมทั้งเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับระยะทางในรัศมี 5 กิโลเมตร โดยจะใช้ Google maps ในคำนวณระยะทางจากจุดรับ-ส่งนักศึกษาไปยังมหาวิทยาลัย

2. แบบสำรวจข้อมูลกลุ่มตัวอย่าง คณะผู้วิจัยได้จัดทำแบบสำรวจข้อมูลของนักศึกษาในมหาวิทยาลัย ซึ่งในการตอบแบบสำรวจนั้นจะใช้ข้อมูลกลุ่มตัวอย่างจำนวน 400 ตัวอย่าง โดยใช้ตารางสำเร็จรูปของทาโร ยามาเน (Yamane, 1973) เพื่อนำมาหาจำนวนที่นักศึกษาอาศัยอยู่ใกล้จุดรับ-ส่งนักศึกษาในแต่ละจุด

3. จัดเส้นทางเดินรถและจัดหาจุดรับ-ส่งนักศึกษา เมื่อทราบข้อมูลระยะทางระหว่างจุดรับ-ส่งนักศึกษากับมหาวิทยาลัยพร้อมทั้งแบบสอบถาม คณะผู้วิจัยจะทำการจัดเส้นทางการเดินรถรับ-ส่งนักศึกษาด้วยวิธีเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด (Nearest Neighbor Algorithm)

4. วิเคราะห์ต้นทุน คณะผู้วิจัยจะทำการวิเคราะห์ต้นทุนของรถรับ-ส่งนักศึกษาของมหาวิทยาลัยศรีปทุม วิทยาเขตขอนแก่น ได้แก่ ต้นทุนคงที่ (Fixed Costs) ประกอบไปด้วย ค่าแรงพนักงานขับรถตู้ ค่าภาษีรถยนต์ ค่าเสื่อมราคารถยนต์ ค่าประกันภัยรถยนต์ ต้นทุนแปรผัน (Variable Costs) ประกอบไปด้วย ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง ค่ายางรถยนต์ ค่าน้ำมันหล่อลื่น ค่าบำรุงรักษา จะทำให้ทราบผลของต้นทุนรวมและอัตราค่าบริการต่อคนของรถรับ-ส่งนักศึกษา

5. วิเคราะห์จุดคุ้มทุน หลังจากที่คณะผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ต้นทุนแล้ว คณะผู้วิจัยจะทำการวิเคราะห์หาจุดคุ้มทุน (Break-Even Point) จากสูตร TC=FC+(VC×Q) แล้วนำมาสร้างกราฟโดยนำรายได้รวม และต้นทุนรวมมาแสดงลงบนกราฟแล้วลากเส้นรายได้และเส้นต้นทุนรวม เมื่อเกิดจุดที่เส้นทั้งสองตัดกันก็คือจุดคุ้มทุน เพราะจะเป็นจุดที่รายได้เท่ากับต้นทุนรวม พร้อมทั้งคำนวนหาอัตราค่าบริการและระยะเวลาในการคืนทุน

ผลการวิจัย

ในส่วนของผลการวิจัยได้กำหนดขอบเขตการศึกษาและขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยอย่างครบถ้วน ซึ่งจะสามารถอธิบายรายละเอียดได้ดังต่อไปนี้

1) สำรวจและเก็บรวบรวมข้อมูล

คณะผู้วิจัยเก็บรวบรวมตำแหน่งที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ระหว่างมหาวิทยาลัยกับจุดรับ-ส่งนักศึกษาในรัศมี 5 กิโลเมตร โดยใช้ Google maps ในการระบุตำแหน่งที่ตั้งซึ่งจะรวบรวมข้อมูลที่ได้ไว้ในรูปแบบของตาราง แสดงดังตารางที่ 1

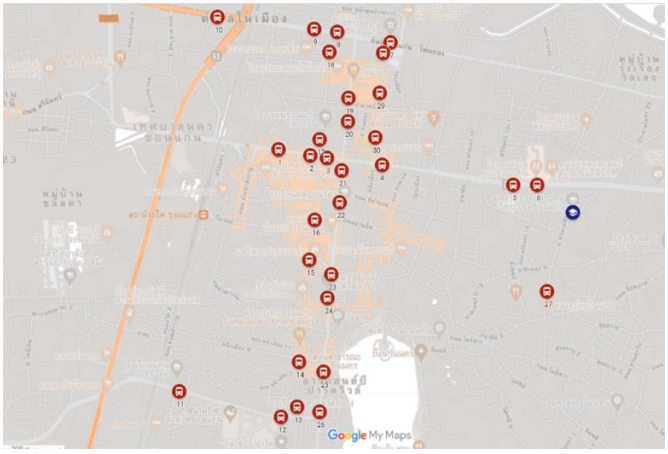
ตารางที่ 1 ตำแหน่งที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ของแต่ละจุดรับ-ส่ง

จุดที่	ชื่อจุดรับส่ง	ละติจูด	ลองจิจูด
0	มหาวิทยาลัยศรีปทุม	16.4269042	102.8517063
1	หน้าตึกคอม	16.4310833	102.8310485
2	หน้าเจริญธานี	16.4306510	102.8332966
3	หน้าห้างนาฬิกาเบ็งเซ็ง	16.4304984	102.8344472
4	หน้าบริษัทแคน จำกัด	16.4300385	102.8382828
5	หน้าวิทยาลัยเทคนิค ขอนแก่น	16.4287165	102.8475368
6	หน้าโรงพยาบาลศูนย์ ขอนแก่น	16.4287165	102.8475368
7	หน้าที่ว่าการอำเภอเมืองขอนแก่น	16.4381223	102.8389168
8	หน้าหอนาฬิกา	16.4388047	102.8351745
9	หน้า บขส.เก่า	16.4390128	102.8335437
10	หน้าธนาคารกรุงไทยสาขาสามเหลี่ยม	16.4397866	102.8267360

ตารางที่ 1 ตำแหน่งที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ของแต่ละจุดรับ-ส่ง (ต่อ)

จุดที่	ชื่อจุดรับส่ง	ละติจูด	ลองจิจูด
11	หน้าโรงเรียนแก่นนครวิทยาลัย	16.4151250	102.8240262
12	หน้าโรงเรียนเทศบาลวัดกลาง	16.4134600	102.8312069
13	หน้าโรงเรียนกวดวิชาอาจารย์ปิง	16.4141155	102.8323223
14	หน้าเฮียเปียวหมูกระทะ	16.4170769	102.8324691
15	หน้าแฟรี่พลาซ่า ขอนแก่น	16.4237668	102.8331973
16	หน้าร้านขายยา บีอาร์ ฟามาซี	16.4263918	102.8335639
17	หน้าร้านรวมทวี ขอนแก่น	16.4263918	102.8335639
18	หน้าร้านเมืองทองเฟอร์นิเจอร์	16.4374892	102.8346199
19	หน้าร้านยำยำกลางเมือง	16.4344290	102.8394815
20	หน้าโรงเรียนขอนแก่นวิทยายน	16.4329237	102.8359094
21	หน้าไปรษณีย์ขอนแก่น	16.4296550	102.8354846
22	หน้าโรงเรียนกัลยาณวัตร	16.4275459	102.8353381
23	หน้าหอกลางเมืองแมนชั่น	16.4228203	102.8347202
24	หน้าโรงเรียนเทศบาลสวนสนุก	16.4212513	102.8344637
25	หน้าหอ OLD TOWN BLUES	16.4164260	102.8341800
26	หน้าร้านมงคลอิเล็กทริค	16.4137592	102.8339233
27	หน้าโรงเรียนเทศบาลโนนทัน	16.4217070	102.8498981
28	หน้าวิทยาลัยอาชีวะศึกษา ขอนแก่น	16.4374033	102.8383952
29	หน้าคลินิก ทพ.ดร.นิวัตร-อาภา	16.4347693	102.8381232
30	หน้าโรงเรียนลิมบัส	16.4318310	102.8378271

จากตารางที่ 1 ได้บันทึกระยะทางตำแหน่งที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ระหว่างมหาวิทยาลัยกับจุดรับ-ส่งนักศึกษา และคณะผู้วิจัยได้ทำการปักหมุดตามพิกัดจากตารางลงในแผนที่ใน Google Maps แสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แผนที่จุดรับ-ส่งนักศึกษาในแต่ละตำแหน่ง

เมื่อทราบถึงข้อมูลตำแหน่งที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยและจุดรับ-ส่งนักศึกษาแล้ว คณะผู้วิจัยจึงเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับระยะทาง เพื่อใช้คำนวณระยะทางจากจุดรับส่งนักศึกษาไปยังมหาวิทยาลัยในการคำนวณหาระยะทางซึ่งจะรวบรวมข้อมูลไว้ในรูปแบบของตาราง แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงผลระยะทางระหว่างมหาวิทยาลัยไปยังจุดรับ-ส่งนักศึกษา

i \ j	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
0	-	2.5	2.2	2.1	1.7	0.65	0.5	2.7	2.9	3.3	5.4	4.8	4	3.8	3.5	2.7	2.6	2.3	2.8	2.4	2.3	2.1	2.3	2.5	2.7	3.3	3.6	0.65	2.4	2.3	1.9
1		-	0.24	0.35	0.8	1.8	2	2.6	1.5	1.4	2.9	2.4	2.4	2.2	1.8	1.1	0.8	0.45	1.1	0.95	0.75	0.55	0.8	1.3	1.5	2.1	2.3	3	1.5	1.2	0.9
2			-	0.12	0.55	1.5	1.7	2	1.3	1.1	3.2	2.6	2.1	1.9	1.6	0.85	0.55	0.19	0.85	0.7	0.5	0.35	0.55	1.1	1.3	2.2	2.1	2.5	1.3	1	0.65
3				-	0.4	1.4	1.6	1.9	1.2	1.1	3.3	2.7	2.1	1.9	1.6	0.8	0.55	1.8	0.8	0.55	0.4	0.2	0.45	0.95	1.1	1.7	2	2.4	1.2	0.85	0.55
4					-	1	1.2	1.9	1.3	1.5	3.7	3.2	2.5	2.3	2	1.2	0.95	0.6	1.2	0.75	0.6	0.4	0.6	1.1	1.3	1.8	2.1	2	0.9	0.6	0.26
5						-	1.2	2.9	3.3	3.5	5.6	5.4	4.6	4.4	4.1	2.9	2.8	2.5	3.5	2.6	2.4	2.2	2.5	3.1	3.3	3.9	4.2	1.2	2.6	2.5	2.1
6							-	2.7	3.1	3.3	5.4	5	4.4	3.9	3.9	2.8	2.6	2.3	3.3	2.4	2.5	2.1	2.3	2.9	3.1	3.7	4	1	2.4	2.3	1.9
7								-	0.4	0.6	3	3.9	3.4	3.2	2.8	2.1	1.8	1.2	0.7	0.7	0.85	1.2	1.5	2	2.2	2.7	3	3.3	0.13	0.45	0.75
8									-	0.18	2.5	3.8	3	2.8	2.5	1.7	1.4	0.85	0.19	0.8	0.85	1.2	1.5	2	2.2	2.7	3	4.2	0.9	1.1	1.2
9										-	2.4	3.3	3.5	3.3	3	2.2	1.9	1.6	1.1	1.5	1.5	1.7	1.9	2.5	2.7	3.2	3.5	4.8	1.6	1.9	1.9
10											-	3.6	3.8	3.6	3.3	3.1	2.9	1.6	1	1.6	1.7	2	2.3	2.8	3	3.5	3.8	4.6	1.3	1.6	2
11												-	0.8	1	1.3	2.1	2.4	2.8	3.5	3.4	3.3	2.9	2.7	2.3	2.1	1.4	1.1	4.2	4	3.7	3.4
12													-	0.2	0.55	1.3	1.6	2.5	2.8	2.6	2.5	2.1	1.9	1.5	1.3	0.65	0.35	3.4	3.2	2.9	2.6
13														-	0.35	1.1	1.4	2	2.6	2.5	2.3	1.9	1.7	1.3	1.2	0.55	0.29	2.9	3	2.7	2.4
14															-	0.75	1	1.6	2.3	2.1	2	1.6	1.4	1	0.85	0.24	0.55	2.8	2.7	2.4	2.1
15																-	0.29	0.9	1.5	1.4	1.2	0.85	0.6	0.25	0.45	1	1.3	2.4	2	1.7	1.3

หน่วยเป็น : กิโลเมตร

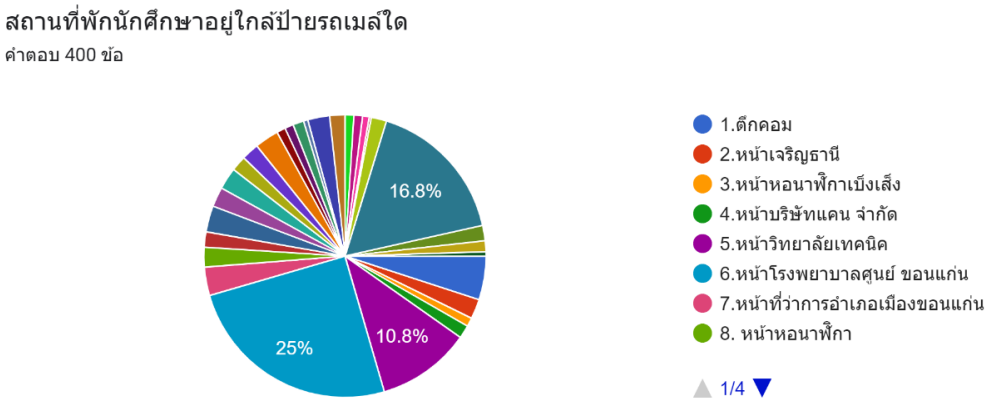
ตารางที่ 2 แสดงผลระยะทางระหว่างมหาวิทยาลัยไปยังจุดรับ-ส่งนักศึกษา (ต่อ)

i / j	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
16																	-	0.6	1.2	1.1	0.95	0.55	0.35	0.55	0.7	1.3	1.6	2.2	1.7	1.4	1
17																		-	0.65	0.5	0.6	0.4	0.6	1.1	1.3	1.9	2.2	2.8	1.1	0.8	0.7
18																			-	0.6	0.65	1	1.3	1.8	2	2.5	2.8	3.2	0.6	0.85	1
19																				-	0.17	0.55	0.75	1.3	1.5	2	2.3	2.7	0.55	0.35	0.5
20																					-	0.35	0.6	1.1	1.3	1.8	2.1	2.5	0.75	0.45	0.55
21																						-	0.23	0.75	0.95	1.5	1.8	2.6	1.1	0.8	0.5
22																							-	0.55	0.7	1.2	1.5	2.1	1.4	1.1	0.75
23																								-	0.18	0.7	1	2.6	2	1.7	1.4
24																									-	0.55	0.85	2.2	2.3	2	1.7
25																										-	0.3	2.7	2.6	2.3	1.9
26																											-	3	2.9	2.6	2.2
27																												-	3.4	2.8	2.5
28																													-	0.3	0.6
29																														-	0.35
30																															-

หน่วยเป็น : กิโลเมตร

2) แบบสำรวจข้อมูลกลุ่มตัวอย่าง

แบบสำรวจข้อมูลของนักศึกษาในมหาวิทยาลัยโดยใช้ Google Form ในการตอบแบบสำรวจใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 400 กลุ่มตัวอย่าง มีจุดรับ-ส่งนักศึกษาทั้งหมด 30 จุด เกณฑ์ในการเลือกกลุ่มตัวอย่างได้แก่ นักศึกษามหาวิทยาลัยระดับชั้นปีที่ 1 ถึง ชั้นปีที่ 4 โดยผลสรุปของการสำรวจข้อมูลกลุ่มตัวอย่างได้แจกแจงความถี่ไว้ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 สรุปผลการสำรวจข้อมูลกลุ่มตัวอย่าง

3) จัดเส้นทางเดินรถและจัดหาจุดรับ-ส่งนักศึกษา

คณะผู้วิจัยทำการจัดเส้นทางการเดินรถรับ-ส่งนักศึกษาด้วยวิธีเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด(Nearest Neighbor Algorithm) โดยคำนวณหาเส้นทางที่สั้นที่สุดด้วยวิธีเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด (Nearest Neighbor Algorithm) ดังนี้

1. เลือกตัวเลขหรือระยะทางที่น้อยหรือใกล้ที่สุดในตารางและให้ตำแหน่งแถวเดินทางไปตำแหน่งหลัก (ยกเว้นเมื่อ เมื่อ i คือแถว j คือหลัก)

2. เลือกตำแหน่งหลักในข้อมูล ให้เป็นตำแหน่งแถวแล้วเลือกเส้นทางที่สั้นที่สุดจากตำแหน่งนั้น(จุดที่เดินผ่านมาแล้วให้ตัดออก)

3. ดำเดินการซ้ำข้อ 2 จนเลือกตำแหน่งจุดรับส่งนักศึกษาครบทุกจุด

4. รวมเส้นทางที่ได้จากการเลือกตำแหน่งของจุดรับส่งนักศึกษาแล้วกลับไปยังจุดเริ่มต้น

5. คำนวณระยะทางรวมทั้งหมด แสดงดังตารางที่ 3

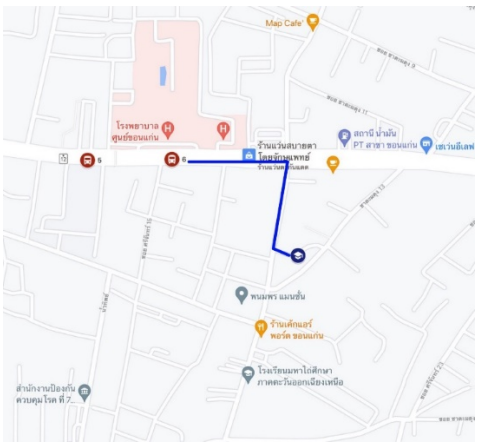
ตารางที่ 3 การจัดเส้นทางการเดินรถรับ-ส่งนักศึกษา

เส้นทาง	ใช้เส้นทาง	ระยะทาง (ก.ม./เที่ยว)	จำนวน (เที่ยว)	ระยะทางรวม (ก.ม.)	เวลา (นาที)
1	0-6-0	1	6	6	72
2	0-6-5-0	1.33	1	1.33	18
3	0-5-0	1.3	2	2.6	16
4	0-5-4-30-0	3.81	1	3.81	18

ตารางที่ 3 การจัดเส้นทางการเดินรถรับ-ส่งนักศึกษา (ต่อ)

เส้นทาง	ใช้เส้นทาง	ระยะทาง (ก.ม./เที่ยว)	จำนวน (เที่ยว)	ระยะทางรวม (ก.ม.)	เวลา (นาที)
5	0-30-29-28-7-0	2.7	1	5.38	26
6	0-7-8-0	2.9	1	6	30
7	0-8-9-18-0	2.8	1	6.98	34
8	0-18-19-20-21-0	2.1	1	6.02	28
9	0-21-3-2-0	2.2	1	4.62	22
10	0-2-17-1-0	2.5	1	5.34	24
11	0-1-0	2.5	1	5	20
12	0-1-16-15-0	2.7	1	6.29	28
13	0-15-23-24-25-14-0	3.5	1	7.42	42
14	0-14-13-12-0	4	1	8.05	36
15	0-12-26-11-0	4.8	1	10.25	40
16	0-11-22-27-0	0.65	1	10.25	40
17	0-27-0	4	1	5.2	4
18	0-27-10-0	5.4	1	10.65	42
รวม				**111.19**	**544**
		เฉลี่ย			**30.22**

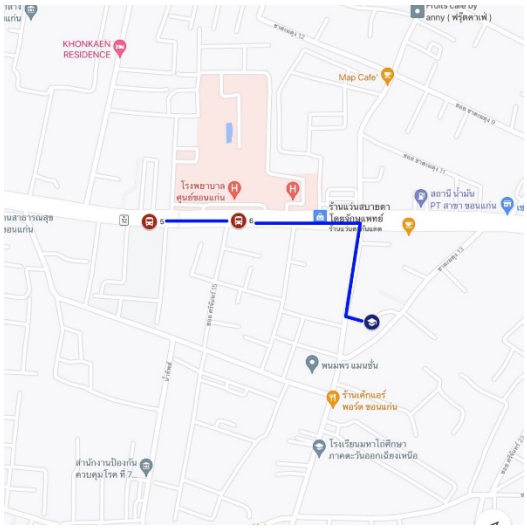
จากนั้นจะนำข้อมูลที่ได้จากตารางมาแสดงเส้นทางลงแผนที่ใน Google Maps แสดงดังภาพที่ 3 ถึงภาพที่ 20



ภาพที่ 3 การจัดเส้นทางเดินรถรับส่งนักศึกษา เส้นทางที่ 1

เริ่มจากจุดที่ 0 – 6 – 0
ระยะทางรวม 0.5+0.5 = 1*6 = 6 กิโลเมตร

คำอธิบาย : เส้นทางที่ 1 เริ่มต้นจากจุดที่ 0 ไปจุดที่ 6 เป็นจุดแรก เนื่องจากมีระยะทางที่สั้นที่สุด ซึ่งมีนักศึกษาในจุดนี้จำนวน 100 คน รถตู้สามารถรับได้เพียง 15 คน จึงจำเป็นต้องรับที่จุดเดิม 6 รอบ จำนวน 90 คน และเหลือนักศึกษาจำนวน 10 คน



ภาพที่ 4 การจัดเส้นทางเดินรถรับส่งนักศึกษา เส้นทางที่ 2

เริ่มจากจุดที่ 0 – 6 – 5 – 0
ระยะทางรวม 0.5+0.18+0.65 = 1.33 กิโลเมตร
คำอธิบาย : เส้นทางที่ 2 เริ่มต้นจากจุดที่ 0 ไปจุดที่ 6 อีกครั้ง เนื่องจากยังมีนักศึกษาเหลืออยู่จำนวน 10 คน จากนั้นจึงไปต่อจุดที่ 5 ซึ่งมีนักศึกษาทั้งหมดจำนวน 43 คน รถตู้สามารถรับได้เพียง 15 คน จึงรับนักศึกษาในจุดนี้เพิ่มจำนวน 5 คน และเหลือนักศึกษาจำนวน 38 คน

4) วิเคราะห์ต้นทุน

(1) ต้นทุนคงที่ (Fixed Costs)

1.1 ค่าจ้างพนักงานขับรถ จะคำนวณได้จากอัตราเงินเดือนพนักงาน 9,750 บาท โดยรถ 1 คัน มีพนักงานจำนวน 1 คน คิดเป็นค่าแรงต่อวัน 325 บาทต่อวัน สามารถคำนวณได้ ดังนี้

ค่าแรงพนักงานขับรถ(วัน) = 325 บาทต่อวัน

1.2 ค่าภาษีรถยนต์ ซึ่งรถของทางมหาวิทยาลัยจัดอยู่ในประเภทรถโดยสารขนาดเล็กเก็บตามน้ำหนักรถตั้งแต่ 2,501 - 3,000 กิโลกรัม ปีละ 1,500 บาท สามารถคำนวณได้ ดังนี้

$$\text{ค่าภาษีรถยนต์(วัน)} = \frac{1,500}{365}$$

ค่าภาษีรถยนต์(วัน) = 4.11 บาทต่อวัน

1.3 ค่าเสื่อมราคารถยนต์ โดยรถตู้มีระยะการใช้งานจำกัดอยู่ที่ 10 ปี จากกรณีที่ผู้บริหารซื้อเงินสด ซึ่งรถตู้มีมูลค่า 1,216,500 บาท สามารถคำนวณได้ ดังนี้

มูลค่ารถ = 1,216,500 บาท

$$\text{มูลค่าซาก(ปี)} = \frac{1,216,500}{10}$$

มูลค่าซาก(ปี) = 121,650 บาทต่อปี

$$\text{ต้นทุนค่าเสื่อมราคารถ(ปี)} = \frac{1{,}216{,}500\text{-}121{,}650}{10}$$

ต้นทุนค่าเสื่อมราคารถ(ปี) = 109,485 บาทต่อปี

แปลงหน่วย

$$\text{ต้นทุนค่าเสื่อมราคารถ(วัน)} = \frac{109{,}485}{365}$$

ต้นทุนค่าเสื่อมราคารถ(วัน) = 299.96 บาทต่อวัน

1.4 ค่าประกันภัยรถยนต์ ในกรณีที่ผู้บริหารเลือกใช้ประกันภัยชั้น 1 เพื่อการคุ้มครองอุบัติเหตุสูงสุดค่าเบี้ยประกันรถจะอยู่ที่ 27,000 บาทต่อปี สามารถคำนวณได้ ดังนี้

$$\text{ค่าประกันภัย(วัน)} = \frac{27{,}000}{365}$$

ค่าประกันภัย(วัน) = 73.97 บาทต่อวัน

จากการคำนวณต้นทุนคงที่ (Fixed Costs) ในแต่ละรายการแสดงให้เห็นว่ามีต้นทุนคงที่ต่อวันเท่ากับ 703.04 บาท และมีต้นทุนคงที่ต่อปีเท่ากับ 256,609.04 บาท

(2) ต้นทุนผันแปร (Variable Costs)

2.1 ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง งานวิจัยนี้ได้ทำการเก็บราคาน้ำมันยี่ห้อแก๊สโซฮอล์91 ไว้ที่ราคาลิตรละ 26.98 บาท (อ้างอิงราคา ณ วันที่ 2 พฤษภาคม 2564) และอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันของรถตู้ขนาด 15 ที่นั่งนั้นมีอัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงอยู่ที่ 10 กิโลเมตรต่อลิตร และราคาน้ำมันเชื้อเพลิงจะเปลี่ยนไปตามระยะทางที่รถบรรทุกวิ่งจริง สามารถคำนวณได้ ดังนี้

$$\text{ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง(บาทต่อวัน)} = \frac{111.19}{10} \times 26.98$$

ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง(บาทต่อวัน) = 300

2.2 ค่ายางรถยนต์ งานวิจัยเล่มนี้อ้างอิงจากราคาเริ่มต้นอยู่ที่ ราคา 3,000 บาทต่อเส้น ซึ่งมีอายุการใช้งานของยางอยู่ที่ 70,000 กิโลเมตร ซึ่งรถตู้ประกอบด้วยยาง จำนวน 4 เส้น สามารถคำนวณได้ ดังนี้

$$\text{ค่ายางรถยนต์(บาทต่อกิโลเมตร)} = \frac{4 \times 3{,}000}{70{,}000}$$

ค่ายางรถยนต์(บาทต่อกิโลเมตร) = 0.17

แปลงหน่วย

ค่ายางรถยนต์(บาทต่อวัน) = 0.17 × 111.19

ค่ายางรถยนต์(บาทต่อวัน) = 18.90

2.3 ค่าน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ วิจัยเล่มนี้ได้อ้างอิงจากราคาน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ที่เป็นที่ยอมรับในประเทศไทย ราคาอยู่ที่ 190 บาทต่อลิตร มีอายุการใช้งาน 10,000 กิโลเมตร ซึ่งรถตู้ใช้น้ำมันหล่อลื่น 7 ลิตร สามารถคำนวณได้ ดังนี้

$$\text{ค่าน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์(บาทต่อกิโลเมตร)} = \frac{190 \times 7}{10{,}000}$$

ค่าน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์(บาทต่อกิโลเมตร) = 0.13

แปลงหน่วย

ค่าน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์(บาทต่อวัน) = 0.13 × 111.19

ค่าน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์(บาทต่อวัน) = 14.45

2.4 ค่าบำรุงรักษา สำหรับงานวิจัยเล่มนี้ได้อ้างอิงค่าบำรุงรักษาเริ่มต้นที่ 5,000 บาท สามารถคำนวณได้ ดังนี้

$$\text{ค่าบำรุงรักษา(บาทต่อกิโลเมตร)} = \frac{5{,}000}{111.19 \times 300}$$

ค่าบำรุงรักษา(บาทต่อกิโลเมตร) = 0.15

แปลงหน่วย

ค่าบำรุงรักษา(บาทต่อวัน) = 0.15 × 111.19

ค่าบำรุงรักษา(บาทต่อวัน) = 16.68

จากการคำนวณต้นทุนผันแปร (Variable Costs) ในแต่ละรายการแสดงให้เห็นว่ามีต้นทุนผันแปรต่อวันเท่ากับ 350.03 บาท และมีต้นทุนผันแปรต่อคนเท่ากับ 1.46 บาท

คำนวณต้นทุนรวมบาทต่อวันได้ดังนี้

ต้นทุนรวม (Total cost) = 703.04 + 350.03

ต้นทุนรวม (Total cost) = 1,053.07 บาทต่อวัน

คำนวณอัตราค่าบริการบาทต่อคนได้ดังนี้

$$\text{อัตราค่าบริการ} = \frac{1{,}053.07}{240}$$

อัตราค่าบริการ = 4.39 บาทต่อคน

5). วิเคราะห์จุดคุ้มทุน

คณะผู้วิจัยได้ทำการคำนวณจำนวนเที่ยวที่รถสามารถวิ่งได้ต่อวัน โดยพิจารณาได้จากชั่วโมงการทำงานของรถตู้ 1 วัน มีเวลาทำงาน 8 ชั่วโมง คิดเป็น 480 นาที และมีเวลาเฉลี่ยในการรับ-ส่งแต่ละรอบอยู่ที่ 30.22 นาที สามารถคำนวณได้ ดังนี้

$$\text{1 เที่ยวใช้เวลา } \frac{480}{30.22} = 15.88 \approx 16 \text{ เที่ยวต่อวัน}$$

แล้วนำมาหาจำนวนนักศึกษาที่รถตู้สามารถรับได้ต่อวัน ซึ่งรถตู้บรรทุกได้ 15 คนต่อเที่ยว จึงคำนวณออกมาได้ ดังนี้

16 × 15 = 240 คนต่อวัน

หลังจากที่คณะผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ต้นทุนและคำนวณหาจำนวนนักศึกษาที่สามารถรับได้ต่อวันแล้ว คณะผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์หาจุดคุ้มทุน (Break-Even Point) โดยพิจารณาจากจำนวนวันทำการของมหาวิทยาลัยใน 1 ปี และจำนวนนักศึกษาต่อวัน สามารถคำนวณได้ ดังนี้

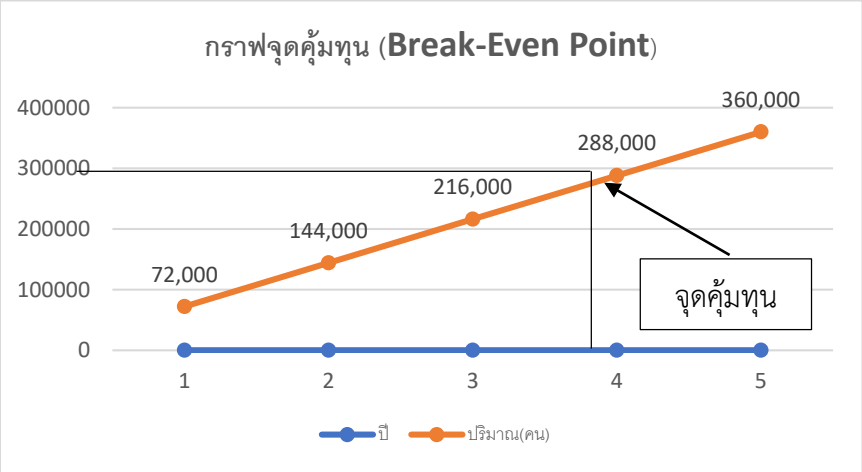
300 × 240 = 72,000 คนต่อปี

ซึ่งนำข้อมูลที่ได้ลงบันทึกไว้ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการคำนวณเพื่อวิเคราะห์หาจุดคุ้มทุน (Breakeven Point)

ตารางคำนวณจุดคุ้มทุน					
ปี	**ปริมาณ (Q)**	**ต้นทุนคงที่ (FC) (บาท/คน)**	**ต้นทุนผันแปร (VC) (บาท/คน)**	**(VC × Q)**	**TC=FC+(VCxQ)**
1	72,000	2.93	1.46	105,120	105,122.93
2	144,000	2.93	1.46	210,240	210,242.93
3	216,000	2.93	1.46	315,360	315,362.93
4	288,000	2.93	1.46	420,480	420,482.93
5	360,000	2.93	1.46	525,600	525,602.93

จากตารางที่ 4 เป็นตารางผลการคำนวณต้นทุนแบบแจกแจงรายละเอียด เพื่อนำไปใช้สร้างกราฟวิเคราะห์หาจุดคุ้มทุน (Breakeven Point) ต้นทุนการรับ-ส่ง แสดงดังภาพที่ 21



ภาพที่ 5 ผลการวิเคราะห์จุดคุ้มทุน (Breakeven Point)

จากภาพที่ 5 แสดงให้เห็นถึงเส้นกราฟจุดคุ้มทุน เมื่อมหาวิทยาลัยซื้อรถตู้ขนาด 15 ที่นั่ง จำนวน 1 คัน ใช้เงินลงทุนจำนวน 1,216,500 บาท ซึ่งมีการคิดอัตราค่าบริการ 4.39 บาทต่อคน สามารถคำนวณจำนวนนักศึกษาที่ทำให้คืนทุนได้ดังนี้

$$\frac{1,216,500}{4.39} = 277,107.06 \approx 277,108 \text{ คน}$$

ซึ่งเงินลงทุนจะหมดในระยะเวลา 4 ปี และมีต้นทุนรับ-ส่งเท่ากับ 420,482.93 บาท

อภิปรายผลการวิจัย

ปัญหาพื้นที่จอดรถไม่เพียงพอของมหาวิทยาลัย เป็นการศึกษาการจัดเส้นทางเดินรถรับส่งนักศึกษาในการวิเคราะห์หาต้นทุนของรถตู้หนึ่งคัน เนื่องจากรถตู้ 1 คันสามารถบรรจุได้ 15 ที่นั่ง ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการหาคำตอบของปัญหาดังกล่าวโดยใช้วิธีเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด (Nearest Neighbor Algorithm) ผลที่ได้จากการจัดเส้นทางนั้น แสดงให้เห็นว่ามีเส้นทางทั้งหมด 18 เส้นทาง โดยมีระยะทางรวมทั้งหมด 111.19 กิโลเมตร ซึ่งใช้เวลาในการเดินทาง 544 นาที โดยมีเวลาเฉลี่ยเส้นทางละ 30.22 นาที ในการวิเคราะห์ต้นทุนคงที่ (Fixed

Costs) และต้นทุนผันแปร (Variable Costs) ทำให้ได้ต้นทุนรวม (Total cost) เท่ากับ 1,053.97 บาทต่อวัน สามารถคำนวณอัตราค่าบริการได้ 4.39 บาทต่อคน และผลการวิเคราะห์จุดคุ้มทุน (Breakeven Point) นั้นจะคืนทุนในระยะเวลา 4 ปี ซึ่งมีต้นทุนรับส่งอยู่ที่ 420,482.93 บาท โดยผลที่ได้จากการวิจัยนั้นสอดคล้องกับงานวิจัยของ เกศินี สือนิ (2563) ได้ศึกษาการจัดเส้นทางการขนส่งสินค้า จึงยืนยันได้ว่าวิธีเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด (Nearest Neighbor Algorithm) สามารถจัดเส้นทางการเดินรถรับ-ส่งของมหาวิทยาลัย วิเคราะห์ต้นทุนและจุดคุ้มทุนได้จริง

ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัย

1. การศึกษาในงานวิจัยครั้งนี้ได้ใช้ข้อมูลของนักศึกษาในปีการศึกษา 2/2564 ซึ่งในภาค การศึกษาอื่นอาจมีข้อมูลเปลี่ยนแปลง ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงได้ทำการเสนอเพื่อเป็นแนวทางในการ ประยุกต์ใช้ในปีถัดไป

ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัยในอนาคต

1. งานวิจัยนี้ทางคณะผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเพียงการจัดการเรื่องระยะทาง ผู้ที่สนใจที่จะศึกษาในปัญหารูปแบบนี้ สามารถนำปัจจัยทางด้านอื่น ๆ มาพิจารณาร่วมกับการจัดเส้นทางได้ ทำให้สามารถเพิ่มประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2. เส้นทางเดินรถรับ-ส่งบางเส้นทางอาจเกินความจุ ดังนั้นทางผู้ที่สนใจหรือต้องการนำไปใช้งานสามารถปรับปรุงยานพาหนะให้เหมาะสมกับความจุได้ เพื่อการขนส่งที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น

3. ในการศึกษางานวิจัยในครั้งต่อไปอาจจะมีการทดสอบด้วยวิธีอื่น เช่น การแทรกที่ไกลมากที่สุด (Farthest Insert) การแทรกที่ ใกล้ที่สุด (Nearest Insert) และ การกวาด (Sweep)

เอกสารอ้างอิง

เกศินี สือนิ, (2563). การจัดเส้นทางการขนส่งสินค้าโดยการเปรียบเทียบระหว่างการใช้วิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึมและวิธีขั้นตอนวิธีการเพื่อนบ้านใกล้ที่สุดอัลกอริทึม. **Economics and Business Administration Journal Thaksin University**, **12**(2), 1-14.

ชวลิต โควีระวงศ์, (2562). **การปรับปรุงระบบการเดินทางพนักงานขายแบบเพื่อนบ้านใกล้สุดด้วยเทคนิคการเคลื่อนย้ายแบบ 2-opt**. การประชุมวิชาการระดับชาติ วิทยาลัยนครราชสีมา ครั้งที่ 6.

ฮัอเฮอ หวาลื้อ, ศักดิ์ กองสุวรรณ, & เชษฐ์ภณัฏ ลีลาศรีสิริ. (2559). แนวทางการจัดเส้นทางการขนส่งสินค้าด้วยฮิวริสติกส์ กรณีศึกษา ตัวแทนจำหน่ายบริษัทเบียร์ลาว จำกัด ของนาง อำพร นอลินทา แขวงหลวงพระบาง สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว. **Journal of Energy and Environment Technology of Graduate School Siam Technology College**, **3**(2), 1-11.