

การวิเคราะห์เส้นทางรถโดยสารประจำทางในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา  
ด้วยขั้นตอนวิธีของไดจ์สตรา  
Analysis of Bus Routes in Phra Nakhon Si Ayutthaya Province  
with Dijkstra's Algorithm

รุ่งรัตน์ สมานมู  
Roongrat Samanmoo

สาขาวิชาคณิตศาสตร์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา  
Department of Applied Mathematics, Faculty of Science and Technology,  
Phra Nakhon Si Ayutthaya Rajabhat University

#### บทคัดย่อ

ขั้นตอนวิธีของไดจ์สตรากถูกคิดค้นขึ้นเพื่อหาวิถีสั้นที่สุดจากจุดยอดหนึ่งไปจุดยอดใด ๆ ในกราฟถ่วงน้ำหนัก งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเส้นทางของรถโดยสารประจำทางที่เดินทางระหว่างอำเภอในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการเดินทางที่ต้องการพิจารณาระยะเวลาที่ใช้และค่าใช้จ่ายในการเดินทาง โดยพิจารณาปัญหาในรูปกราฟถ่วงน้ำหนัก จุดในกราฟแทนจุดรับ-ส่งหลักในแต่ละอำเภอ ซึ่งจังหวัดพระนครศรีอยุธยามีทั้งหมด 16 อำเภอ โดยบางอำเภอมีจุดรับ-ส่งหลักมากกว่าหนึ่งจุด จะได้กราฟที่มีทั้งหมด 22 จุด โดยเส้นในกราฟแทนเส้นทางของรถโดยสารประจำทางที่เดินทางระหว่างอำเภอ และเมื่อนำกราฟที่ได้มาพิจารณาในรูปกราฟถ่วงน้ำหนักสองกราฟ คือ กราฟแรกน้ำหนักคือเวลาที่ใช้ในการเดินทางของแต่ละเส้นทาง ซึ่งนำมาจากแผนที่ของกูเกิล (Google map) และกราฟที่สองน้ำหนักคือค่าโดยสารของแต่ละเส้นทางซึ่งได้จากการสอบถามข้อมูลจากพนักงานขับรถและผู้โดยสาร จากนั้นสร้างกราฟทั้งสองให้เป็นกราฟเชิงเดียว โดยเส้นทางที่มีทางเลือกในการเดินทางมากกว่าหนึ่งเส้นทางจะพิจารณาเลือกเส้นทางที่มีน้ำหนักน้อยที่สุดเพียงเส้นทางเดียว และประยุกต์ใช้ขั้นตอนวิธีของไดจ์สตรากับกราฟทั้งสอง ผลลัพธ์ของกราฟแรกจะได้เส้นทางที่ใช้เวลาในการเดินทางน้อยที่สุดจากอำเภอพระนครศรีอยุธยาไปยังทุกจุดรับ-ส่งหลักของอำเภออื่น และผลลัพธ์ของกราฟที่สองจะได้เส้นทางที่มีค่าโดยสารที่น้อยที่สุดในการเดินทางจากอำเภอพระนครศรีอยุธยาไปยังทุกจุดรับ-ส่งหลักของอำเภออื่น

**คำสำคัญ:** ขั้นตอนวิธีไดจ์สตรา วิถีที่สั้นที่สุด กราฟถ่วงน้ำหนัก

## Abstract

Dijkstra's algorithm was invented to find the shortest path from one vertex to any vertex in the weighted graph. This research aims to study the routes of buses traveling between districts in Phra Nakhon Si Ayutthaya Province to provide the information for those traveling who want to consider the length of time used and travel expenses. By considering the problem in the form of a weighted graph, vertices in the graph represent the main pick-up points in each district. Phra Nakhon Si Ayutthaya Province has a total of 16 districts, with some districts having more than one main pick-up point. The total of 22 points of a graph was obtained. The edges in the graph represent the routes of buses traveling between districts. The obtained graph is considered in the form of two weighted graphs: the first graph is the weight of the time spent traveling on each route, taken from Google map. The second graph is the weight of the fare for each route, which was obtained by asking the information from drivers and passengers. After that, simple graph emerged by combining both graphs. For routes with more than one travel option in both graphs, only the route with the least weight will be considered by applying the Dijkstra's algorithm on both graphs. The data obtained from the first graph show the shortest route that takes the shortest duration to travel from Phra Nakhon Si Ayutthaya District to all main pick-up point of other districts. The results of the second graph indicate the route with the lowest cost from Phra Nakhon Si Ayutthaya District to all main pick-up point of other districts.

**Keywords:** Dijkstra's Algorithm, shortest path, weighted graph

## 1. บทนำ

ปัจจุบันการเดินทางเป็นส่วนหนึ่งในชีวิตประจำวันของทุกคน ไม่ว่าจะเป็นการเดินทางไปทำงาน เดินทางไปติดต่อธุระ ไปซื้อของ หรือเดินทางเพื่อจุดมุ่งหมายอื่น ๆ การคมนาคมจึงเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับการดำรงชีวิตของผู้คน ในปัจจุบันคนส่วนใหญ่นิยมใช้พาหนะส่วนตัวในการเดินทาง เนื่องจากมีความสะดวกและรวดเร็ว แต่ในขณะเดียวกันการใช้พาหนะส่วนตัวก็ทำให้เกิดผลกระทบตามมา ไม่ว่าจะเป็นการจราจรที่หนาแน่น มลภาวะทางอากาศเป็นพิษ รวมทั้งยังเป็นการสิ้นเปลืองพลังงาน ปัจจุบันจึงได้มีการณรงค์ให้ประชาชนหันมาใช้รถโดยสารประจำทางเพื่อลดปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น

รถโดยสารประจำทางมีบทบาทสำคัญในการลดการใช้พลังงาน ลดการปล่อยมลพิษทางอากาศ รวมถึงช่วยลดภาระค่าใช้จ่ายด้านการเดินทาง ทำให้เกิดธุรกิจประเภทรถโดยสารประจำทางทั่วทุกภูมิภาค แต่ก็ยังมีข้อจำกัดบางส่วนทำให้การใช้รถโดยสารประจำทางไม่เป็นที่นิยม เช่น จำนวนเส้นทางที่รถโดยสารประจำทางผ่านมีเส้นทางจำกัด ผู้เดินทางไม่ทราบเส้นทางรถโดยสารประจำทางในบางพื้นที่ จำนวนรถที่ไม่เพียงพอใน

บางช่วงเวลา และบางเส้นทางใช้เวลาในการเดินทางนานกว่าปกติ อย่างไรก็ตามยังคงมีประชากรหลายกลุ่มที่ไม่สามารถหลีกเลี่ยงการใช้รถโดยสารประจำทางได้ ซึ่งมีความจำเป็นที่ต้องใช้รถโดยสารประจำทางในการเดินทางเป็นประจำ เช่น นักศึกษาที่ยังไม่มีรายได้ คนวัยทำงานที่ไม่มีรถยนต์ส่วนตัว หรือผู้ที่ต้องการประหยัดค่าใช้จ่าย

จังหวัดพระนครศรีอยุธยาเป็นจังหวัดที่ตั้งอยู่บริเวณภาคกลางตอนล่างของประเทศไทย มีทั้งหมด 16 อำเภอ การเดินทางภายในจังหวัดสามารถเดินทางได้ทั้งทางรถยนต์ รถไฟ และทางเรือ โดยประชากรส่วนใหญ่นิยมการเดินทางด้วยรถยนต์ นอกจากนี้ยังมีการให้บริการรถโดยสารประจำทางกระจายตัวไปทุกอำเภอ ทำให้สามารถเดินทางถึงกันได้ และในแต่ละปีเส้นทางรถโดยสารประจำทางจะมีการปรับเปลี่ยนตามปัจจัยต่าง ๆ บางเส้นทางมีการลดระยะทางเดินรถ รวมถึงราคาค่าโดยสารของแต่ละและเส้นทางก็มีการปรับตัวสูงขึ้นตามภาวะเศรษฐกิจที่เปลี่ยนไป โดยในจังหวัดพระนครศรีอยุธยามีอำเภอพระนครศรีอยุธยาหรือเกาะเมืองเป็นศูนย์กลางของการคมนาคมของจังหวัดซึ่งเป็นที่ตั้งของสถานที่ราชการ สถานที่ท่องเที่ยวที่สำคัญ ห้างสรรพสินค้า รวมถึงเป็นที่ตั้งของมหาวิทยาลัยและสถานศึกษาที่สำคัญ และการเดินทางด้วยรถโดยสารประจำทางระหว่างอำเภอส่วนใหญ่จะมีการต่อรถที่ตัวจังหวัด ข้อมูลเกี่ยวกับเส้นทางของรถโดยสารจึงมีความจำเป็นในการตัดสินใจเดินทาง ไม่ว่าจะเป็นเส้นทางที่รถผ่าน จุดหมายปลายทาง ระยะเวลาที่ใช้เดินทาง หรือราคาค่าโดยสารในเส้นทางนั้น ๆ เพื่อให้สามารถเลือกเดินทางไปยังจุดหมายได้ตามเวลาที่ตั้งใจ หรือมีค่าใช้จ่ายในการเดินทางที่ไม่สูงมากนัก

ขั้นตอนวิธีของไดจ์สตรา (Dijkstra Algorithm) เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการหาระยะทางที่สั้นที่สุดจากจุด ๆ หนึ่งไปยังจุดใด ๆ ในกราฟเชื่อมโยงถ่วงน้ำหนัก มีงานวิจัยมากมายที่ได้นำขั้นตอนวิธีของไดจ์สตราไปประยุกต์ใช้กับปัญหาที่เกี่ยวกับเส้นทางในรูปแบบต่าง ๆ นิรุชา อาภามงคลรัตน์ และเปรมรัตน์ พูลสวัสดิ์ (2560) พัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนเว็บไซต์ เพื่อวางแผนการเดินทางท่องเที่ยวในจังหวัดสมุทรปราการด้วยรถโดยสารสาธารณะ โดยใช้ขั้นตอนวิธีของไดจ์สตรามาช่วยคำนวณหาวิธีในการเดินทางสุวรรณิ อัครกุลชัย (2560) ประยุกต์ใช้ขั้นตอนวิธีของไดจ์สตรากับเส้นทางจราจรเพื่อหาเส้นทางที่สั้นที่สุดสำหรับการเดินทางจากมหาวิทยาลัยหอการค้าไทยถึงปากซอยประชาสงเคราะห์ 23 ปภัสรา ทิพย์ทามา และคณะ (2562) วิเคราะห์เส้นทางจราจรในเขตเทศบาลเมืองเลย โดยใช้ขั้นตอนวิธีของไดจ์สตราและแผนที่ของกูเกิลมาพัฒนาโปรแกรมสำหรับคำนวณหาเส้นทางที่สั้นที่สุดในการเดินทางจากท่าอากาศยานเลยไปยังโรงแรมที่พัก

จากที่กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจศึกษาเส้นทางของรถโดยสารประจำทางในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา โดยจะพิจารณาเส้นทางรถโดยสารประจำทางที่วิ่งรับ – ส่ง ระหว่างอำเภอต่าง ๆ ภายในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลเส้นทางของรถโดยสารประจำทางที่วิ่งระหว่างอำเภอ ระยะเวลาในการเดินทาง และราคาค่าโดยสารในแต่ละเส้นทาง โดยผู้วิจัยใช้ขั้นตอนวิธีของไดจ์สตรามาประยุกต์ใช้กับเส้นทางที่ได้ทำการศึกษาข้างต้น ร่วมกับข้อมูลระยะเวลาในการเดินทางของแต่ละเส้นทางที่ได้มาจากแผนที่ของกูเกิล และข้อมูลของค่าโดยสารในแต่ละเส้นทางซึ่งได้จากการสอบถามจากพนักงานขับรถและผู้โดยสาร เพื่อให้ได้สองผลลัพธ์ คือ เส้นทางที่ใช้เวลาน้อยที่สุดจากอำเภอพระนครศรีอยุธยา ไปยังอำเภอต่าง ๆ และเส้นทางที่มีค่าใช้จ่ายน้อยที่สุดจากอำเภอพระนครศรีอยุธยา ไปยังอำเภอต่าง ๆ

## 2. วิธีดำเนินการวิจัย

### 2.1 ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

กราฟเป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ที่พิจารณาปัญหาในรูปแบบความสัมพันธ์ โดยเขียนแทนปัญหาด้วยแผนภาพที่ประกอบด้วยจุดและเส้นเชื่อมระหว่างจุด กราฟถูกนำมาประยุกต์ใช้ในศาสตร์ต่าง ๆ ได้หลากหลายสาขา เช่น วิทยาศาสตร์ สังคมศาสตร์ เศรษฐศาสตร์ และวิศวกรรมศาสตร์ เป็นต้น กราฟ  $G = (V, E)$  ประกอบไปด้วยเซต  $V$  ที่ไม่เป็นเซตว่าง และเซต  $E$  ซึ่งเป็นเซตของคู่อันดับ (unordered pair) ของสมาชิกของ  $V$  เราเรียกสมาชิกของ  $V$  ว่าจุด (vertex หรือ point หรือ node) และสมาชิกของ  $E$  ว่าเส้น (edge หรือ line) เส้น  $e$  ที่มีจุดปลายคือ  $u$  และ  $v$  แทนด้วย  $uv$  เรากล่าวว่ากราฟ  $G$  เป็นกราฟเชิงเดี่ยว (simple graph) ถ้ากราฟ  $G$  ไม่มีวงวนและเส้นเชื่อมขนาน กราฟถ่วงน้ำหนัก (weighted graph) คือกราฟที่เส้นแต่ละเส้น  $e$  ถูกกำหนดด้วยจำนวนจริงที่ไม่เป็นลบ เราเรียกจำนวนจริงดังกล่าวนี้ว่า น้ำหนักของ  $e$  และเขียนแทนด้วย  $w(e)$  ความยาว (length) ของวิถีในกราฟถ่วงน้ำหนัก  $G$  คือ ผลรวมของน้ำหนักของเส้นในวิถี และถ้า  $u$  และ  $v$  เป็นจุดเชื่อมโยงกันได้ในกราฟถ่วงน้ำหนัก  $G$  แล้ว ระยะทาง (distance)  $d(u, v)$  คือค่าความยาวของวิถี  $u-v$  ที่น้อยที่สุด

**ขั้นตอนวิธีของไดจ์สตรา** เราใช้การกำหนดค่าให้กับจุด  $v \neq u_0$  ใน  $G$  ด้วยคู่อันดับ  $(L(v), u)$  โดยที่  $L(v) = d(u_0, v)$  และ  $u$  เป็นจุดหน้า (predecessor)  $v$  ในวิถี  $u_0 - v$  ที่สั้นที่สุด เริ่มแรกเราจะกำหนดค่าเริ่มต้นให้จุด  $u_0$  ด้วยคู่อันดับ  $(u_0, 0)$  และ สำหรับจุด  $v \neq u_0$  จะถูกกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยคู่อันดับ  $(-\infty, \infty)$  ขณะที่กระบวนการของขั้นตอนวิธีดำเนินไป ค่าของ  $L(v)$  จะเปลี่ยนแปลงไปจนกระทั่งสิ้นสุดขั้นที่  $i$

ให้  $G$  เป็นกราฟเชื่อมโยงแบบถ่วงน้ำหนัก มี  $n$  จุด และให้  $u_0$  เป็นจุดใด ๆ ใน  $G$  ขั้นตอนวิธีของไดจ์สตรามีขั้นตอนดังนี้

**ขั้นที่ 1:** ให้  $i = 0, S_0 = \{u_0\}, L(u_0) = 0$  และ สำหรับทุก ๆ จุด  $v = u_0$  ให้  $L(v) = \infty$   
ขั้นตอนวิธีนี้จะจบลงเมื่อ  $n = 1$  ถ้า  $n \neq 1$  ให้ดำเนินต่อไปในขั้นที่ 2

**ขั้นที่ 2:** สำหรับแต่ละ  $v \in \bar{S}_i$  แทนค่า  $L(v)$  ด้วย  $\min \{L(v), L(u_i) + w(u_i, v)\}$  ถ้าค่าที่น้อยที่สุดนี้ก่อให้เกิดค่าใหม่ของ  $L(v)$  ให้กำหนดค่าประจำจุดให้  $v$  ใหม่ด้วยคู่อันดับ  $(L(v), u_i)$

**ขั้นที่ 3:** ให้พิจารณาหา  $\min_{v \in \bar{S}_i} \{L(v)\}$  และกำหนดให้จุดที่ทำให้เกิดค่าที่น้อยที่สุดนี้เป็น  $u_{i+1}$

**ขั้นที่ 4:** กำหนดให้  $S_{i+1} = S_i \cup \{u_{i+1}\}$

**ขั้นที่ 5:** แทนค่า  $i$  ด้วย  $i+1$  ถ้า  $i = n-1$  แล้ว ขั้นตอนวิธีจะสิ้นสุด แต่ถ้า  $i \neq n-1$  ให้กลับไปขั้นที่ 2

## 2.2 รวบรวมข้อมูลเส้นทางรถโดยสารประจำทาง

ในขั้นตอนนี้จะพิจารณาเฉพาะเส้นทางของรถโดยสารประจำทางที่มีจุดรับ-ส่งหลัก อยู่ระหว่างอำเภอในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา โดยผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลดังนี้ ข้อมูลเส้นทางรถโดยสารจากการสอบถามจากบริษัทขนส่ง จำกัด (บ.ข.ส.) และจากเว็บไซต์ [www.ayutthayabusmap.com](http://www.ayutthayabusmap.com) ข้อมูลระยะเวลาในการเดินทางของแต่ละเส้นทางได้มาจากแผนที่ของกูเกิล และข้อมูลของค่าโดยสารได้จากการลงพื้นที่สอบถามจากพนักงานขับรถและผู้โดยสาร ซึ่งจังหวัดพระนครศรีอยุธยามีทั้งหมด 16 อำเภอ มีจุดรับ-ส่งหลักของรถโดยสารประจำทางทั้งหมด 22 จุด กำหนดสัญลักษณ์แทนจุดดังต่อไปนี้

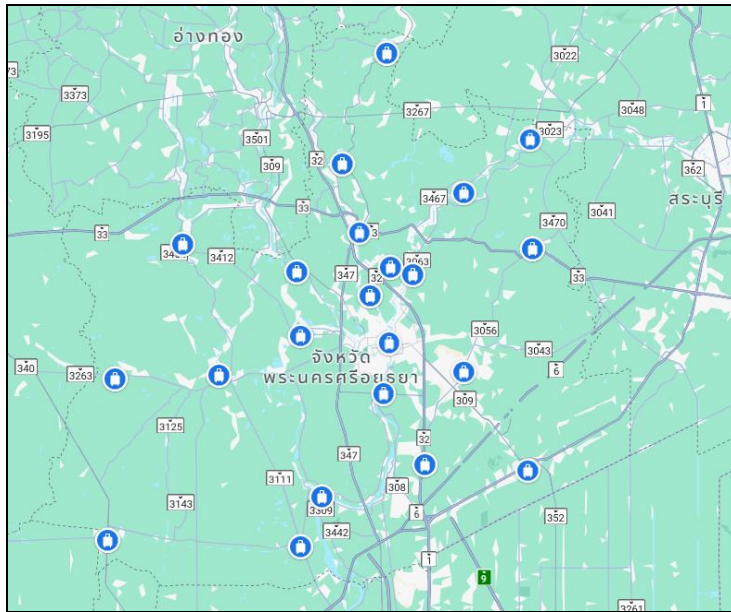
1. อำเภอพระนครศรีอยุธยา (ตลาดเจ้าพรหม) แทนด้วย A
2. อ.บางบาล (วัดจุฬามณี) แทนด้วย BB(1)
3. อ.บางบาล (วัดกำแพงแก้ว) แทนด้วย BB(2)
4. อ.บางปะหัน (วัดนาค) แทนด้วย BH(1)
5. อ.บางปะหัน (วัดต้นเสด็จ) แทนด้วย BH(2)
6. อ.บางปะหัน (วันบางเตือ) แทนด้วย BH(3)
7. อ.บางปะอิน (นิคมไฮเทค) แทนด้วย BI(1)
8. อ.บางปะอิน (เกาะเรียน) แทนด้วย BI(2)
9. อ.บ้านแพรก (อำเภอ) แทนด้วย BP
10. อ.บางไทร (โรงเรียนวัดสนามไชย) แทนด้วย BS(1)
11. อ.บางไทร (ตลาดไม้ตรา) แทนด้วย BS(2)
12. อ.บางซ้าย (ตลาดบางซ้าย) แทนด้วย BZ
13. อ.ลาดบัวหลวง (ตลาดสามเมือง) แทนด้วย L
14. อ.มหาราช (โรงเรียนวัดปากคลอง) แทนด้วย M
15. อ.นครหลวง (คลองสะแก) แทนด้วย N(1)
16. อ.นครหลวง (วัดน้อย) แทนด้วย N(2)
17. อ.ภาชี (ชุมทางบ้านภาชี) แทนด้วย P
18. อ.ผักไห่ (ตลาด) แทนด้วย PH
19. อ.เสนา (ตลาด) แทนด้วย S
20. อ.ท่าเรือ (ตลาด) แทนด้วย T
21. อ.อุทัย (ตำบลคานหาม) แทนด้วย U
22. อ.วังน้อย (ตลาดวังน้อยเมืองใหม่) แทนด้วย W

มีรถโดยสารประจำทางที่วิ่งระหว่างอำเภอพิจารณาเป็นทั้งหมด 22 สายมีจุดต้นทาง จุดรับ-ส่งหลักระหว่างทาง และจุดปลายทางแสดงดังตารางที่ 1

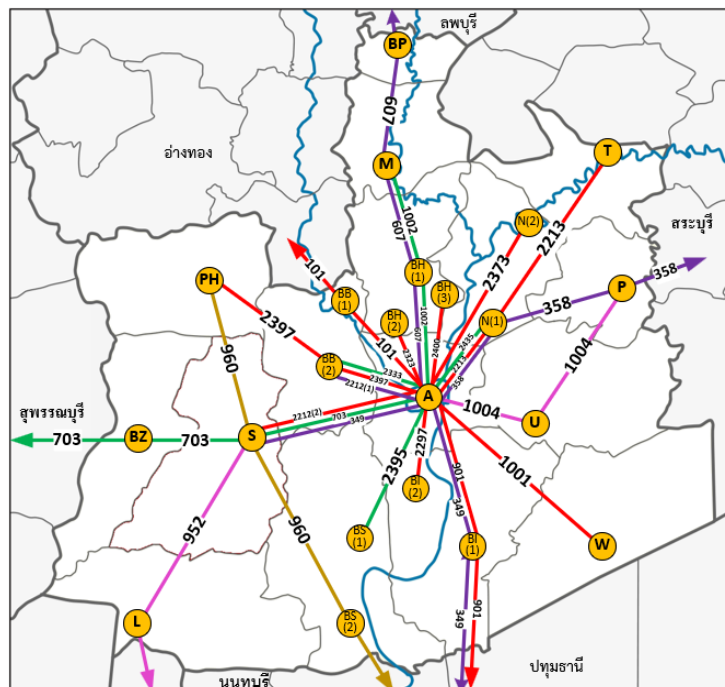
**ตารางที่ 1** หมายเลขสายรถ ชื่อเส้นทาง และ จุดรับ-ส่งหลักของรถโดยสารแต่ละสาย

| หมายเลขสาย | ชื่อเส้นทาง                        | จุดรับ – ส่ง หลัก |
|------------|------------------------------------|-------------------|
| 901        | กรุงเทพฯ – อยุธยา                  | A – BI(1)         |
| 952        | กรุงเทพฯ – เสนา – ตลาดบัวหลวง      | S – L             |
| 960        | กรุงเทพฯ – เสนา – ผักไห้           | BS(2) – S – PH    |
| 101        | อยุธยา – ป่าโมก – อ่างทอง          | A – BB(1)         |
| 349        | เสนา – รังสิต                      | S – A – BI(1)     |
| 358        | อยุธยา – สระบุรี                   | A – N(1) – P      |
| 703        | อยุธยา – สุพรรณบุรี                | A – S – BZ        |
| 1001       | อยุธยา – วังน้อย                   | A – W             |
| 1002       | อยุธยา – บางปะหัน – มหาราช (สายใน) | A – BH(1) – M     |
| 1004       | อยุธยา – อุทัย – ภาชี              | A – U – P         |
| 2212(1)    | อยุธยา – บางบาล (รถสองแถว)         | A – BB(2)         |
| 2212(2)    | อยุธยา – เสนา (รถตู้)              | A – S             |
| 2213       | อยุธยา – ท่าเรือ (รถมินิบัส)       | A – N(1) – T      |
| 2297       | อยุธยา – เกาะเรียน – บางปะอิน      | A – BI(2)         |
| 2323       | อยุธยา – วัดจอมเกษ                 | A – BH(2)         |
| 2333       | อยุธยา – วัดท่าสุทธาวาส – บางบาล   | A – BB(2)         |
| 2373       | อยุธยา – ท่าเรือ (รถสองแถว)        | A – N(2)          |
| 2395       | อยุธยา – วัดสิงห์ – บ้านพลับ       | A – BS(1)         |
| 2397       | อยุธยา – ผักไห้                    | A – BB(2) – PH    |
| 2400       | อยุธยา – บางเดื่อ                  | A – BH(3)         |
| 2435       | อยุธยา – บ้านซุง – บ้านไร่         | A – N(1)          |

จุดรับ-ส่งหลักในแต่ละอำเภอพิจารณาตำแหน่งจากแผนที่ของกูเกิล แสดงดังภาพที่ 1 และเมื่อนำข้อมูลเส้นทางการเดินรถโดยสารประจำทางแต่ละสายที่วิ่งระหว่างอำเภอในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา มาเขียนกราฟ โดยจุดในกราฟแทนจุดรับ-ส่งหลัก และเส้นเชื่อมแทนเส้นทางของรถโดยสารประจำทางที่ผ่านแต่ละคู่จุด จะได้กราฟแสดงดังภาพที่ 2 โดยหมายเลขบนเส้นเชื่อมในกราฟแสดงหมายเลขสายรถที่วิ่งบนเส้นทางนั้น ซึ่งจะเห็นว่ามียอดบางสายที่ปลายทางอยู่นอกจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ในภาพถูกแสดงด้วยเส้นที่มีลูกศรที่มีทิศทางออกไปยังจังหวัดใกล้เคียง



ภาพที่ 1 จุดรับ-ส่งหลักในแต่ละอำเภอพิจารณาตำแหน่งจากแผนที่ของภูเก็ต



ภาพที่ 2 เส้นทางรถโดยสารประจำทาง และจุดรับ-ส่งหลัก ที่ผ่านในแต่ละอำเภอ

จากข้อมูลเส้นทางการเดินรถโดยสารประจำทางสายต่าง ๆ ผู้วิจัยได้หาข้อมูล 2 ปัจจัยสำคัญที่ผู้โดยสารจะใช้ประกอบการตัดสินใจเลือกเส้นทางการเดินทาง คือเวลาที่ใช้ในการเดินทางและค่าโดยสารในแต่ละเส้นทาง โดยข้อมูลเวลาที่ใช้ในการเดินทางระหว่างแต่ละคู่จุดหาโดยใช้แผนที่ของกูเกิล โดยผู้วิจัยเก็บข้อมูลในวันธรรมดาในช่วงเวลา 9.00 – 12.00 น. ซึ่งเป็นเวลาโดยประมาณมีหน่วยเป็นนาที นอกจากนี้ในเส้นทางของรถโดยสารบางสายที่มีจุดรับ-ส่งหลักระหว่างทาง จะมีการพิจารณาเวลาที่รถโดยสารจะจอดพักรับ-ส่งผู้โดยสารที่แต่ละจุดรับ-หลักเป็นเวลา 5 นาที และในกรณีการเดินทางที่มีการเปลี่ยนสายรถโดยสารจะพิจารณาเวลาที่ใช้ในช่วงตอนนี้ 10 นาที ซึ่งเวลาที่เพิ่มมาทั้งสองกรณีเป็นเวลาโดยประมาณที่ได้จากการสังเกตและการสอบถามข้อมูลจากผู้โดยสารในบางเส้นทาง ผู้วิจัยจะนำไปใช้ร่วมกับการประยุกต์ใช้ขั้นตอนวิธีของโค้กสตราต่อไป

สำหรับข้อมูลค่าโดยสารในแต่ละเส้นทางผู้วิจัยรวบรวมโดยการลงพื้นที่สอบถามจากพนักงานขับรถพนักงานเก็บค่าโดยสาร และผู้โดยสารที่ใช้เส้นทางนั้น เนื่องจากการพิจารณาค่าโดยสารในเส้นทางที่มีจุดรับ-ส่งระหว่างทาง ไม่ได้เกิดจากผลรวมของค่าโดยสารบนเส้นทางย่อย บางสายคิดค่าโดยสารราคาเดียวตลอดทั้งเส้นทาง และบางสายมีการคิดราคาแบบขั้นระยะยาวในราคาที่ต่ำกว่าราคารวมของเส้นทางย่อย ดังนั้นข้อมูลค่าโดยสารในเส้นทางที่มีจุดรับ-ส่งหลักระหว่างทาง จึงมีความแตกต่างกันตามเงื่อนไขของแต่ละเส้นทาง ข้อมูลเวลาที่ใช้ในการเดินทางและค่าโดยสารในแต่ละเส้นทาง แสดงดังตารางที่ 2

**ตารางที่ 2** ข้อมูลเวลาที่ใช้ในการเดินทาง และ ข้อมูลค่าโดยสารในแต่ละเส้นทาง

| หมายเลข<br>รถ | ต้น<br>ทาง | ปลาย<br>ทาง  | เวลา<br>(นาที) | ค่าโดยสาร<br>(บาท) | หมายเลข<br>รถ | ต้น<br>ทาง | ปลาย<br>ทาง | เวลา<br>(นาที) | ค่าโดยสาร<br>(บาท) |
|---------------|------------|--------------|----------------|--------------------|---------------|------------|-------------|----------------|--------------------|
| 901           | A          | BI(1)        | 23             | 60                 | 1002          | A          | BH(1)       | 23             | 30                 |
| 952           | S          | L            | 28             | 50                 |               | BH(1)      | M           | 10             | 20                 |
| 960           | PH         | S            | 24             | 20                 |               | <b>A</b>   | <b>M</b>    | <b>38</b>      | <b>45</b>          |
|               | S          | BS(2)        | 21             | 20                 | 1004          | A          | U           | 24             | 25                 |
|               | <b>PH</b>  | <b>BS(2)</b> | <b>50</b>      | <b>25</b>          |               | U          | P           | 12             | 20                 |
| 101           | A          | BB(1)        | 26             | 20                 |               | <b>A</b>   | <b>P</b>    | <b>41</b>      | <b>30</b>          |
| 349           | S          | A            | 30             | 25                 | 2212(1)       | A          | BB(2)       | 23             | 25                 |
|               | A          | BI(1)        | 30             | 25                 | 2212(2)       | A          | S           | 30             | 25                 |
|               | <b>S</b>   | <b>BI(1)</b> | <b>65</b>      | <b>40</b>          | 2213          | A          | N(1)        | 24             | 25                 |
| 358           | A          | N(1)         | 19             | 25                 |               | N(1)       | T           | 26             | 40                 |
|               | N(1)       | P            | 18             | 25                 |               | <b>A</b>   | <b>T</b>    | <b>55</b>      | <b>60</b>          |
|               | <b>A</b>   | <b>P</b>     | <b>42</b>      | <b>25</b>          | 2297          | A          | BI(2)       | 32             | 50                 |

ตารางที่ 2 ข้อมูลเวลาที่ใช้ในการเดินทาง และ ข้อมูลค่าโดยสารในแต่ละเส้นทาง (ต่อ)

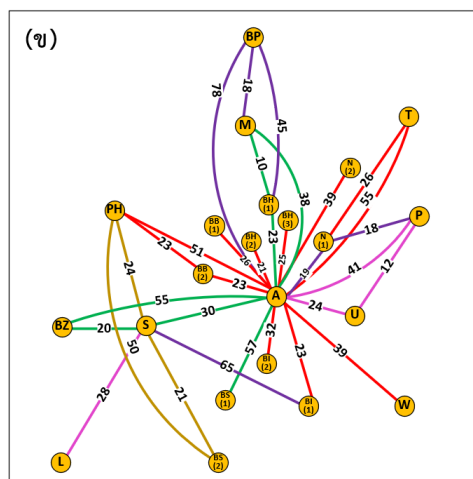
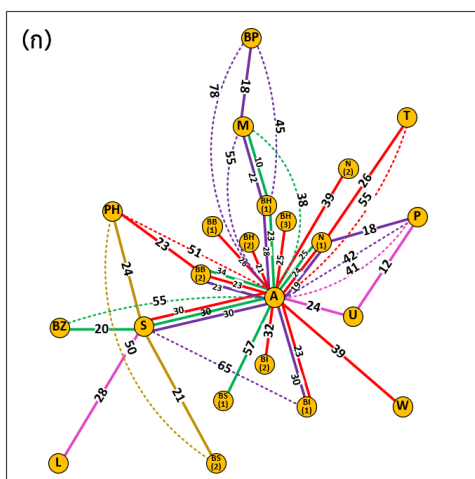
| หมายเลข<br>รถ | ต้น<br>ทาง   | ปลาย<br>ทาง | เวลา<br>(นาที) | ค่าโดยสาร<br>(บาท) |
|---------------|--------------|-------------|----------------|--------------------|
| 607           | A            | BH(1)       | 28             | 40                 |
|               | BH(1)        | M           | 22             | 30                 |
|               | M            | BP          | 18             | 30                 |
|               | <b>A</b>     | <b>M</b>    | <b>55</b>      | <b>40</b>          |
|               | <b>BH(1)</b> | <b>BP</b>   | <b>45</b>      | <b>40</b>          |
|               | <b>A</b>     | <b>BP</b>   | <b>78</b>      | <b>50</b>          |
| 703           | A            | S           | 30             | 25                 |
|               | S            | BZ          | 20             | 20                 |
|               | <b>A</b>     | <b>BZ</b>   | <b>55</b>      | <b>40</b>          |
| 1001          | A            | W           | 39             | 20                 |

| หมายเลข<br>รถ | ต้น<br>ทาง | ปลาย<br>ทาง | เวลา<br>(นาที) | ค่าโดยสาร<br>(บาท) |
|---------------|------------|-------------|----------------|--------------------|
| 2323          | A          | BH(2)       | 21             | 20                 |
| 2333          | A          | BB(2)       | 34             | 20                 |
| 2373          | A          | N(2)        | 39             | 25                 |
| 2395          | A          | BS(1)       | 57             | 22                 |
| 2397          | A          | BB(2)       | 23             | 25                 |
|               | BB(2)      | PH          | 23             | 20                 |
|               | <b>A</b>   | <b>PH</b>   | <b>51</b>      | <b>30</b>          |
| 2400          | A          | BH(3)       | 25             | 20                 |
| 2435          | A          | N(1)        | 25             | 25                 |

หมายเหตุ : เส้นทางที่ขีดเส้นใต้แสดงข้อมูลกรณีเส้นทางที่มีการโดยสารต่อเนื่อง

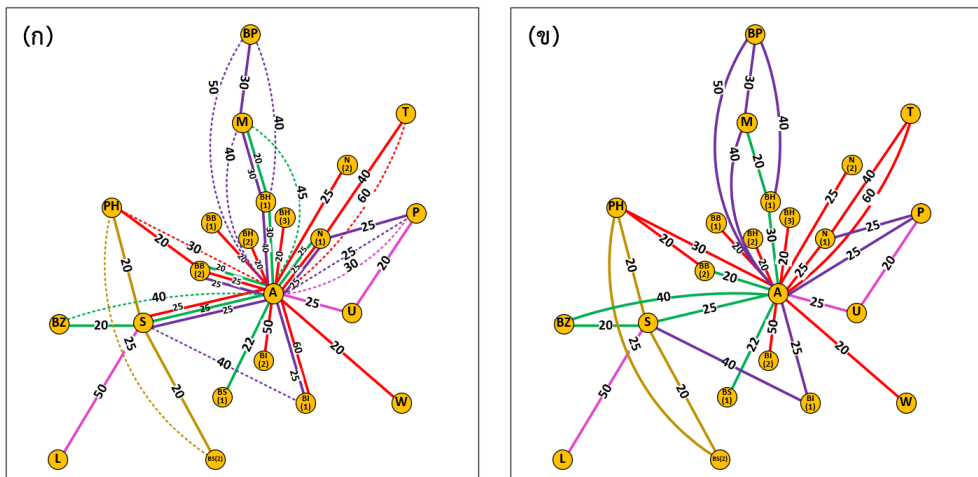
### 2.3 นำข้อมูลมาสร้างกราฟถ่วงน้ำหนัก

กรณีแรกน้ำหนักของเส้นแทนเวลาที่ใช้ในการเดินทางในแต่ละเส้นทางย่อย แสดงดังภาพที่ 3(ก) และ ทำให้เป็นกราฟเชิงเดียว โดยมีหลักในการพิจารณาเลือกเส้นทาง คือ เส้นทางที่วิ่งระหว่างจุดรับ-ส่งหลัก คู่ใดที่มี รถโดยสารหลายสายวิ่งในเส้นทางนั้น ให้เลือกสายที่ใช้เวลาในการเดินทางน้อยที่สุด แสดงดังภาพที่ 3(ข)



ภาพที่ 3 กราฟถ่วงน้ำหนักและกราฟถ่วงน้ำหนักเชิงเดียว แสดงเวลาที่ใช้ในการเดินทางของแต่ละเส้นทาง

ในกรณีที่สองน้ำหนักของเส้นแทนค่าโดยสารที่ใช้ในการเดินทางในแต่ละเส้นทางย่อย แสดงดังภาพที่ 4(ก) และทำให้เป็นกราฟเชิงเดียว พิจารณาเช่นเดียวกับกรณีข้อมูลเวลาที่ใช้ในการเดินทาง แสดงดังภาพที่ 4(ข)



ภาพที่ 4 กราฟถ่วงน้ำหนักและกราฟถ่วงน้ำหนักเชิงเดียว แสดงค่าโดยสารที่ใช้ในการเดินทางของแต่ละเส้นทาง

## 2.4 ประยุกต์ใช้ขั้นตอนวิธีของไดจ์สตรา

ประยุกต์ใช้ขั้นตอนวิธีของไดจ์สตรากับกราฟถ่วงน้ำหนักเชิงเดียวทั้งสองกรณี คือกรณีที่น้ำหนักของเส้นแสดงเวลาที่ใช้ในการเดินทาง และกรณีที่น้ำหนักของเส้นแสดงค่าใช้จ่ายในการเดินทาง สำหรับกรณีแรกเมื่อพิจารณาเวลาที่ใช้ในการเดินทาง พบว่าเวลาที่ใช้ในการเดินทางเมื่อมีการผ่านจุดรับ-ส่ง ระหว่างทาง และเมื่อมีการเปลี่ยนสายรถในระหว่างเส้นทางทำให้ใช้เวลาในการเดินทางเพิ่มขึ้นนอกเหนือจากเวลารวมที่ใช้ในการเดินทางในเส้นทางย่อย ผู้วิจัยจึงปรับขั้นตอนวิธีของไดจ์สตรา ในขั้นตอนที่ 2 เพื่อพิจารณาค่าของคู่อันดับ  $(L(v), u_i)$  สำหรับแต่ละ  $v \in S_i$  โดยถ้า  $u_i \neq A$  (จุดก่อนหน้าไม่ใช่จุด  $A$ ) ค่า  $L(v)$  จะถูกพิจารณาออกเป็น 2 กรณีย่อย ดังนี้

กรณีที่ 1 ถ้า  $u_{i-1} - u_i$  และ  $u_i - v$  เป็นเส้นทางรถสายเดียวกัน

แทนค่า  $L(v)$  ด้วย  $\min \{L(v), L(u_i) + 5 + w(u_i, v)\}$  ถ้าค่าที่น้อยที่สุดนี้ก่อให้เกิดค่าใหม่ของ  $L(v)$  ให้กำหนดค่าประจำจุดให้  $v$  ใหม่ด้วยคู่อันดับ  $(L(v), u_i)$

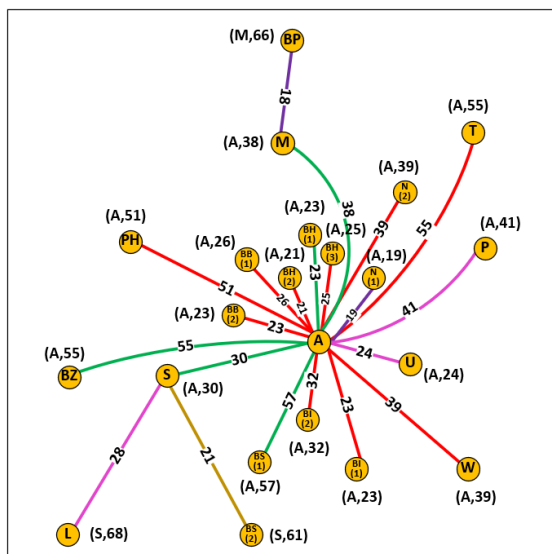
กรณีที่ 2 ถ้า  $u_{i-1} - u_i$  และ  $u_i - v$  เป็นเส้นทางรถคนละสาย

แทนค่า  $L(v)$  ด้วย  $\min \{L(v), L(u_i) + 10 + w(u_i, v)\}$  ถ้าค่าที่น้อยที่สุดนี้ก่อให้เกิดค่าใหม่ของ  $L(v)$  ให้กำหนดค่าประจำจุดให้  $v$  ใหม่ด้วยคู่อันดับ  $(L(v), u_i)$

สำหรับการประยุกต์ใช้ขั้นตอนวิธีของไดจ์สตรากับการถ่วงน้ำหนักเชิงเดียว เมื่อน้ำหนักของเส้นแทนค่าใช้จ่ายในการเดินทาง สามารถใช้ขั้นตอนวิธีตามเงื่อนไขเดิมได้เลยเนื่องจากการไม่มีการเพิ่มค่าใช้จ่ายในกรณีอื่นนอกเหนือจากค่าใช้จ่ายที่กำหนดบนเส้นในกราฟ

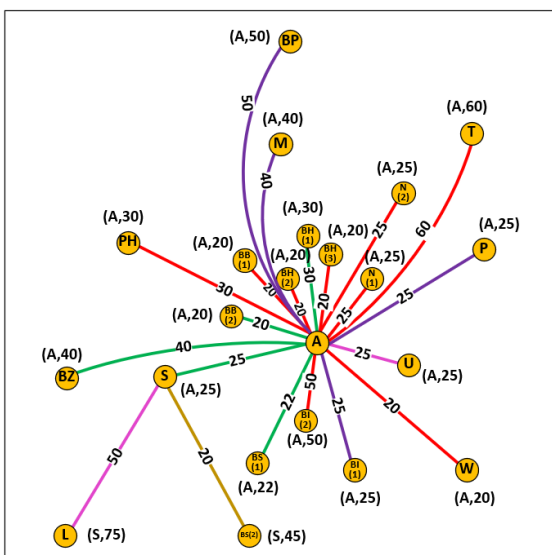
### 3. ผลการวิจัย

กราฟผลลัพธ์จากการใช้ขั้นตอนวิธีของไดจ์สตราบนกราฟถ่วงน้ำหนักเชิงเดี่ยว และเซต  $S_{21}$  ของทั้งสองกรณี แสดงดังภาพที่ 5 และภาพที่ 6 ตามลำดับ



$$S_{21} = \left\{ \begin{array}{l} A, N(1), BH(2), BB(2), BI(1), \\ BH(1), U, BH(3), BB(1), S, \\ BI(2), M, N(2), W, P, PH, \\ BZ, T, BS(1), BS(2), BP, L \end{array} \right\}$$

ภาพที่ 5 ผลลัพธ์ของขั้นตอนวิธีของไดจ์สตราเมื่อนำน้ำหนักบนเส้นแสดงเวลาที่ใช้ในการเดินทาง



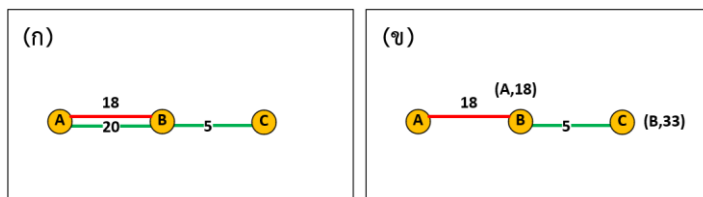
$$S_{21} = \left\{ \begin{array}{l} A, BB(1), BB(2), BH(2), BH(3), \\ W, BS(1), BI(1), N(1), N(2), P, \\ S, U, BH(1), PH, BZ, M, BS(2), \\ BI(2), BP, T, L \end{array} \right\}$$

ภาพที่ 6 ผลลัพธ์ของขั้นตอนวิธีของไดจ์สตราเมื่อนำน้ำหนักบนเส้นแสดงค่าโดยสารที่ใช้ในการเดินทาง

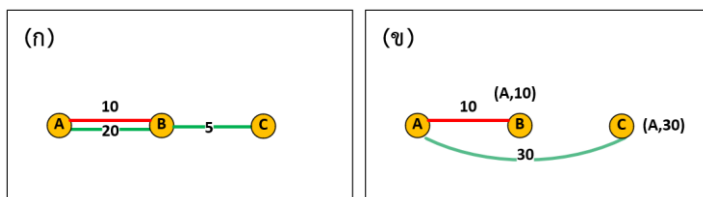
#### 4. อภิปรายผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ในขั้นตอนการสร้างกราฟถ่วงน้ำหนักในทั้งสองกรณี เส้นทางที่มีจุดรับ-ส่งระหว่างทาง ผู้วิจัยได้เพิ่มเส้นในกราฟสำหรับเส้นทางที่แทนการโดยสารต่อเนื่องเพื่อให้ได้ข้อมูลของน้ำหนักที่สอดคล้องกับความเป็นจริง โดยในกราฟที่น้ำหนักของเส้นแทนเวลาที่ใช้ในการเดินทาง เส้นทางที่โดยสารต่อเนื่องผ่านจุดรับ-ส่งระหว่างทางจะใช้เวลามากกว่าผลรวมของเวลาในเส้นทางย่อยเนื่องจากการเสียเวลาในจุดรับ-ส่ง ระหว่างทาง ส่วนในกราฟที่น้ำหนักของเส้นแทนค่าโดยสาร เส้นทางที่โดยสารต่อเนื่องจะมีค่าโดยสารถูกกว่าผลรวมของค่าโดยสารในเส้นทางย่อยเนื่องจากการคิดค่าโดยสารจะเป็นแบบเหมาจ่าย

สำหรับกราฟถ่วงน้ำหนักในกรณีน้ำหนักของเส้นแทนเวลาที่ใช้ในการเดินทาง ถึงแม้ในขั้นตอนวิธีของไดจ์สตราผู้วิจัยมีการพิจารณาเวลาที่เกิดจากการจอดรับ-ส่ง ที่จุดโดยสารระหว่างทางในกรณีวิ่งต่อเนื่องแล้วก็ตาม แต่ยังคงต้องมีการเพิ่มเส้นทางต่อเนื่องดังกล่าวไว้ในกราฟถ่วงน้ำหนัก เนื่องจากในการพิจารณากราฟถ่วงน้ำหนักเชิงเดียว การเลือกเส้นทางที่สั้นที่สุดไปยังจุดรับ-ส่งระหว่างทาง อาจทำให้เกิดการตัดเส้นทางที่สั้นที่สุดที่จะไปยังจุดรับ-ส่งถัดไป พิจารณาตัวอย่างเส้นทาง A-C ตามภาพที่ 7(ก) และผลลัพธ์จากการใช้ขั้นตอนวิธีของไดจ์สตราแสดงดังภาพที่ 7(ข) ซึ่งจะได้ผลลัพธ์ที่ไม่ถูกต้อง ซึ่งเส้นทางที่สั้นที่สุด A-C มีระยะทางเพียง 35 หน่วย ในทางกลับกันถึงแม้จะมีการเพิ่มเส้นทางต่อเนื่องดังกล่าวแล้ว แต่ไม่สามารถนำเส้นทางย่อยของเส้นทางต่อเนื่องนั้นออกจากกราฟได้ เนื่องจากเส้นทางย่อยนั้นอาจจะรวมกับเส้นทางย่อยอื่นและทำให้เกิดเส้นทางที่สั้นที่สุดไปยังจุดรับ-ส่งถัดไป พิจารณาตัวอย่างเส้นทาง A-C ตามภาพที่ 8(ก) และผลลัพธ์จากการใช้ขั้นตอนวิธีของไดจ์สตราแสดงดังภาพที่ 8(ข) ซึ่งจะได้ผลลัพธ์ที่ไม่ถูกต้อง ซึ่งเส้นทางที่สั้นที่สุด A-C มีระยะทางเพียง 25 หน่วย



ภาพที่ 7 ตัวอย่างการคำนวณเส้นทางที่สั้นที่สุด A-C ในกราฟเมื่อไม่มีการเติมเส้นทางวิ่งต่อเนื่อง



ภาพที่ 8 ตัวอย่างการคำนวณเส้นทางที่สั้นที่สุด A-C ในกราฟเมื่อเติมเส้นทางวิ่งต่อเนื่องแทนเส้นทางย่อย

การพิจารณาเส้นทางในการสร้างกราฟถ่วงน้ำหนักในกรณีน้ำหนักของเส้นแทนค่าใช้จ่ายในการเดินทาง พิจารณาในทำนองเดียวกัน

จากการพิจารณาเส้นทางของรถโดยสารประจำทางในรูปกราฟถ่วงน้ำหนัก ผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนวิธีของไดจ์สตราทั้งสองกราฟ สามารถสรุปเส้นทางที่ใช้เวลาในการเดินทางน้อยที่สุด จากอำเภอพระนครศรีอยุธยาไปยังจุดรับ-ส่งหลักในอำเภออื่น ๆ และเส้นทางที่มีค่าใช้จ่ายในการเดินทางน้อยที่สุด จากอำเภอพระนครศรีอยุธยาไปยังจุดรับ-ส่งหลักในอำเภออื่น ๆ ซึ่งทั้งสองกรณีอาจมีมากกว่าหนึ่งเส้นทางที่ใช้ในการเดินทาง หรือ ค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการเดินทางเท่ากัน และบางเส้นทางอาจจำเป็นต้องมีต่อรถ หรือเปลี่ยนสายรถที่จุดรับ-ส่ง ในอำเภอที่อยู่ระหว่างทาง ข้อมูลแสดงดังตารางที่ 3

### ตารางที่ 3 เส้นทางที่ใช้เวลาในการเดินทางน้อยที่สุด และเส้นทางที่เสียค่าโดยสารน้อยที่สุด

จากอำเภอพระนครศรีอยุธยาไปยังปลายทางที่เป็นจุดรับ-ส่งหลักในอำเภออื่น ๆ

| ปลายทาง | เวลาที่น้อยที่สุด (นาที)        |      | ค่าโดยสารที่น้อยที่สุด (บาท)    |           |
|---------|---------------------------------|------|---------------------------------|-----------|
|         | สายรถ                           | เวลา | สายรถ                           | ค่าโดยสาร |
| BB(1)   | 101                             | 26   | 101                             | 20        |
| BB(2)   | 2212(1) / 2397                  | 23   | 2333                            | 20        |
| BH(1)   | 1002                            | 23   | 1002                            | 30        |
| BH(2)   | 2323                            | 21   | 2323                            | 20        |
| BH(3)   | 2400                            | 25   | 2400                            | 20        |
| BI(1)   | 901                             | 23   | 349                             | 25        |
| BI(2)   | 2297                            | 32   | 2297                            | 50        |
| BP      | 1002-607                        | 66   | 607                             | 50        |
| BS(1)   | 2395                            | 57   | 2395                            | 22        |
| BS(2)   | 349-960 / 703-960 / 2212(2)-960 | 61   | 349-960 / 703-960 / 2212(2)-960 | 45        |
| BZ      | 703                             | 55   | 703                             | 40        |
| L       | 349-952 / 703-952 / 2212(2)-952 | 68   | 349-952 / 703-952 / 2212(2)-952 | 75        |
| M       | 1002                            | 38   | 607                             | 40        |
| N(1)    | 358                             | 19   | 358 / 2213 / 2435               | 25        |
| N(2)    | 2373                            | 39   | 2373                            | 25        |
| P       | 1004                            | 41   | 358                             | 25        |
| PH      | 2397                            | 51   | 2397                            | 30        |
| S       | 349 / 703 / 2212(2)             | 30   | 349 / 703 / 2212(2)             | 25        |
| T       | 2213 , 358-2213                 | 55   | 2213                            | 60        |
| U       | 1004                            | 24   | 1004                            | 25        |
| W       | 1001                            | 39   | 1001                            | 20        |

หมายเหตุ : ใช้ / กรณีมีหลายเส้นทางที่ใช้เวลาน้อยที่สุดเท่ากัน หรือมีค่าใช้จ่ายน้อยสุดเท่ากัน

ใช้ - กรณีเส้นทางที่พิจารณามีการเปลี่ยนสายรถ หรือต่อรถที่จุดรับส่งระหว่างทาง

จากข้อมูลในตารางผู้โดยสารสามารถนำไปใช้วางแผนการเดินทางได้ โดยจะสังเกตเห็นว่าผลลัพธ์ในกรณีที่พิจารณาเส้นทางที่ใช้เวลาในการเดินทางน้อยที่สุด และผลลัพธ์ในกรณีที่พิจารณาเส้นทางที่มีค่าโดยสารน้อยที่สุดอาจจะไม่ใช้เส้นทางเดียวกัน ดังนั้นผู้โดยสารต้องระบุว่าตนเองพิจารณาปัจจัยใดเป็นสิ่งสำคัญในการเดินทาง ถ้าผู้โดยสารมีเวลาที่จำกัดจำเป็นต้องไปถึงจุดหมายปลายทางให้เร็วที่สุดก็เลือกใช้ข้อมูลเส้นทางที่ใช้เวลาน้อยที่สุด ในขณะที่ถ้าผู้โดยสารต้องการประหยัดค่าใช้จ่ายโดยไม่มีข้อจำกัดด้านเวลาก็สามารถเลือกใช้ข้อมูลเส้นทางที่มีค่าโดยสารน้อยที่สุดประกอบการเดินทางได้

ข้อมูลเส้นทางของรถโดยสารประจำทาง ข้อมูลเวลาที่ใช้ในการเดินทาง และ ข้อมูลค่าโดยสาร เป็นข้อมูลที่ผู้วิจัยรวบรวมมาศึกษา ณ ช่วงเวลาหนึ่ง (มกราคม – เมษายน 2566) อาจมีการปรับเปลี่ยนเมื่อเวลาผ่านไป ผู้โดยสารสามารถนำผลลัพธ์ของงานวิจัยไปใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการวางแผนการเดินทาง ซึ่งอาจต้องพิจารณาร่วมกับปัจจัยอื่น ๆ เพื่อให้เกิดการวางแผนการเดินทางที่มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น โดยมีข้อสังเกตดังนี้

- 1) ข้อมูลเวลาจากแผนที่ของกูเกิล เป็นเวลาโดยประมาณอาจมีความคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง ขึ้นอยู่กับพฤติกรรมของผู้ขับรถแต่ละคัน
- 2) ข้อมูลเวลาอาจเพิ่มขึ้น จากเวลาที่สูญเสียเมื่อมีการเปลี่ยนสายของรถ หรือจากการจอดรับผู้โดยสารระหว่างทาง
- 3) ผู้ที่อยู่จุดอื่นนอกเหนือจากจุดรับ-ส่งหลักสามารถประมาณเวลาและค่าใช้จ่ายในการเดินทาง โดยพิจารณาเวลาและค่าใช้จ่ายเพิ่มเติม ในการเดินทางมายังจุดรับ-ส่งหลัก
- 4) รถโดยสารบางเส้นทาง มีจำนวนรอบการเดินรถจำกัด ผู้โดยสารต้องสอบถามเวลาสำหรับแต่ละเที่ยวล่วงหน้า
- 5) ผู้โดยสารที่ไม่ได้เดินทางเป็นประจำควรสอบถามเจ้าหน้าที่ประจำจุดรับ-ส่งหลัก พนักงานขับรถ หรือหาข้อมูลทางเว็บไซต์ก่อนการเดินทาง เพื่อให้เดินทางไปยังจุดหมายมีความสะดวกและตรงกับความต้องการของผู้เดินทางมากที่สุด

นอกจากนี้ จากขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลพบว่าเส้นทางของรถโดยสารประจำทางระหว่างอำเภอในจังหวัดพระนครศรีอยุธยามีจำนวนไม่มาก มีเส้นทางที่จำกัด เส้นทางส่วนใหญ่จะมีรถวิ่งเพียงสายเดียว มีบางเส้นทางเท่านั้นที่มีรถวิ่งมากกว่าหนึ่งสาย และรถบางสายจำนวนที่ให้บริการในแต่ละสายค่อนข้างน้อย และมีจำนวนเที่ยวในการให้บริการที่จำกัด บางอำเภอไม่มีรถประจำทางที่เดินทางไปยังอำเภอนั้นโดยตรง การเดินทางจะอาศัยเส้นทางรถที่ไปจังหวัดอื่นและผ่านอำเภอนั้นทำให้ไม่เพียงพอต่อผู้ที่ต้องการใช้บริการ รวมทั้งค่าใช้จ่ายในบางเส้นทางค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับความสะดวกและความปลอดภัยที่ค่อนข้างน้อย

## 5. เอกสารอ้างอิง

- นวัรัตน์ อนันต์ชื่น. (2540). *ทฤษฎีกราฟ 1*. นครปฐม. ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- นิรุชา อาภามงคลรัตน์ และ เปรมรัตน์ พูลสวัสดิ์. (2560). ระบบวางแผนการเดินทางท่องเที่ยวในจังหวัดสมุทรปราการโดยใช้ Dijkstra's algorithm. *การประชุมวิชาการระดับชาติวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีระหว่างสถาบัน ครั้งที่ 5* (หน้า 1476-1483). [http://sci-database.hcu.ac.th/science/file/rsID195\\_F1\\_20170706160143.pdf](http://sci-database.hcu.ac.th/science/file/rsID195_F1_20170706160143.pdf)
- ปภัสรา ทิพย์ท่ามา, วรดา นามวงศ์สา, ปรางทิพย์ ขวัญพุก และ วิสุทธิ์ กิจชัยนุกูล. (2562). การวิเคราะห์เส้นทางจราจรในเขตเทศบาลเมืองเลย โดยใช้ Dijkstra's Algorithm. *การประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม ครั้งที่ 1* (หน้า 132-138). [https://ncst.lru.ac.th/downloadPaper.php?paper\\_id=19](https://ncst.lru.ac.th/downloadPaper.php?paper_id=19)
- สุวรรณิ อัครกุลชัย. (2560). การประยุกต์ใช้ไดคัสตราอัลกอริทึมกับเส้นทางจราจรเพื่อหาเส้นทางที่สั้นที่สุด. *สมาคมสถาบันอุดมศึกษาเอกชนแห่งประเทศไทย ในพระราชูปถัมภ์สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี*, 6(1), 5-14. [https://apheit.bu.ac.th/journal/science-vol6-1/1\\_04\\_formatted%20V6-1.pdf](https://apheit.bu.ac.th/journal/science-vol6-1/1_04_formatted%20V6-1.pdf)