

ทฤษฎีกราฟกับเส้นทางเดินรถเก็บขยะภายในเทศบาลตำบลป่าเป้า อำเภอเมือง จังหวัดอุตรดิตถ์

กฤตา ชุ่มจันทร์จิรา*, ไชยยา แซ่ยับ และ วรินสินี วัฒนพานิช
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาและค้นหาเส้นทางเก็บขยะของเทศบาลตำบลป่าเป้า อำเภอเมือง จังหวัดอุตรดิตถ์ เพื่อให้ได้เส้นทางเดินรถเก็บขยะที่สั้นที่สุด ประหยัดงบประมาณ เวลา และสามารถเก็บได้ครบทุกๆ ที่ที่มีถังขยะ ผลการวิจัยพบว่า โซน A, B และ C มีจำนวนแนวเดินทั้งหมด 803 วิธี, 100 วิธี และ 133 วิธี ตามลำดับ ได้ระยะทางที่สั้นที่สุด 36,043.65 เมตร 20,130.08 เมตร และ 6,754 เมตร ตามลำดับ และใช้เวลาในการเก็บขยะทั้งสิ้น 5 วัน ซึ่งน้อยลงจากเดิม 1 วัน

* ผู้เขียนหลัก (kritda2502@gmail.com)

คำสำคัญ แนวเดิน, ที่ทิ้งขยะ, เส้นทางที่สั้นที่สุด

SCIENCE AND TECHNOLOGY
UTTARADIT RAJABHAT UNIVERSITY

Graph theory with garbage Collection Route of Pa-Sao Subdistrict Municipality, Muang District, Uttaradit Province

Krida Chumchanchira*, Chaiya Seayap and Warinsinee Wattanapanich
Faculty of Science and Technology, Uttaradit Rajabhat University

Abstract

In this research we investigate garbage collection routes of Pa-Sao Subdistrict Municipality, Muang District, Uttaradit Province to find the shortest length of garbage collection route that save both time and costs, and collect all garbage bins. The research results reveal that Zone A, B, and C has a total of 803 routes, 100 routes and 133 routes, respectively. The shortest length of garbage collection route in each zone is 36,043.65 meters, 20,130.08, and 6,754 meters, respectively. A total time spent on these garbage collection routes is 5 days, lesser than that of previous routes 1 day.

*Corresponding Author (kritda2502@gmail.com)

Keywords: walk, Landfill, the shortest route

SCIENCE AND TECHNOLOGY
UTTARADIT RAJABHAT UNIVERSITY

1. บทนำ

ในโลกปัจจุบันน้ำมันเป็นเชื้อเพลิงที่จำเป็นที่สุดในการขนส่ง น้ำมันยังเป็นตัวกำหนด ราคาสินค้า วัสดุต่างๆ รวมถึงน้ำมันยังเป็นต้นเหตุของสงครามต่างๆ ในปัจจุบันล้วนแต่เกิดจากการแย่งชิงแหล่งน้ำมัน เกือบทั้งสิ้น ซึ่งจากการสำรวจพบว่าปริมาณน้ำมันในโลกมีปริมาณที่ลดลงซึ่งในอนาคตภายหน้าคาดว่าใน โลกใบนี้จะไม่มียาน้ำมันเหลือไว้ให้ใช้อีกต่อไป จึงทำให้นักวิทยาศาสตร์พยายามที่จะหาเชื้อเพลิงอื่นๆ ที่มาทดแทนน้ำมัน แต่อย่างไรก็ดี ประชากรบนโลกใบนี้ก็ยังจะต้องพึ่งพาเชื้อเพลิงที่เป็นน้ำมันต่อไป

ประเทศไทยเป็นประเทศหนึ่งที่ประสบปัญหาการขาดแคลนน้ำมัน แต่การใช้น้ำมันภายในประเทศ ไทยยังไม่มีมีการประหยัดน้ำมันต่างๆ ที่เราก็คงทราบกันดีว่าประเทศไทยไม่ใช่เป็นแหล่งที่ผลิตน้ำมันและยังไม่ สามารถหาแหล่งน้ำมันภายในประเทศที่นำมาผลิตให้เพียงพอกับความต้องการภายในประเทศได้ เราจึงต้อง ใช้น้ำมันจากต่างชาติเพื่อนำมาใช้ภายในประเทศ โดยที่ในแต่ละปีเราต้องเสียค่าใช้จ่ายไปกับการซื้อน้ำมัน เป็นจำนวนมหาศาล ซึ่งรัฐบาลทุกยุคทุกสมัยได้มีโครงการต่างๆ ที่จะรณรงค์ให้ประชาชนภายในประเทศได้ ร่วมกันประหยัดน้ำมัน

ในการใช้รถเก็บขยะในชุมชนต่างๆ นั้นผู้ที่ขับรถเก็บขยะใช้การเดินทางตามความสะดวก หรือความ เคยชินของคนขับรถเองในบางกรณีอาจจะไม่คำนึงถึงเส้นทางที่เข้าซ้อนหรือมีการทับเส้นทางเดิม ทำให้เกิด การเสียเวลาและเสียน้ำมันเชื้อเพลิง แต่ถ้าเรามีการวางแผนหรือกำหนดเส้นทางเดินรถเก็บขยะที่สั้นที่สุดจะ ช่วยให้ประหยัดค่าน้ำมันเชื้อเพลิงได้ในส่วนหนึ่ง

สำหรับในวิชาทฤษฎีกราฟจะเป็นวิชาที่ว่าด้วยเรื่องของ จุด (vertex) และเส้น (edge) ซึ่งจะ กล่าวถึงเรื่อง แนวเดิน (walk) รอยเดิน (trail) วิถี (path) วงวน (loop) เป็นต้น เราสามารถที่จะนำเอา ทฤษฎีกราฟมาใช้กับเส้นทางการเดินรถเก็บขยะของเทศบาลตำบลป่าเตาได้โดยการกำหนดให้แยกต่างๆ เป็นจุด และเส้นทางการจราจรเป็นเส้น แล้วดำเนินการตามวิธีการของทฤษฎีกราฟเราจะได้เส้นทางเดินรถ เก็บขยะของเทศบาลตำบลป่าเตาที่สั้นที่สุดและสามารถเก็บขยะได้ครบทุกจุดโดยงานวิจัยนี้จัดทำขึ้นเพื่อให้ ได้เส้นทางในการเดินรถขยะทั้งหมดในตำบลป่าเตา และใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์หาเส้นทางที่สั้น ที่สุดสำหรับการเดินรถเก็บขยะของเทศบาลตำบลป่าเตา

2. ความรู้พื้นฐานและวิธีการดำเนินการ

นิตยา ณ เชียงใหม่ [1] พบว่าในช่วงเวลาที่ผ่านมาจะเห็นว่าทฤษฎีกราฟมักจะพบในส่วนที่เป็นการ ประยุกต์ของคณิตศาสตร์ ซึ่งการพบแต่ละครั้งนั้นเป็นอิสระไม่เกี่ยวข้องกัน และไม่ได้นำมารวบรวมกันไว้ ดังนั้นถ้าจะนับการเกิดทฤษฎีกราฟจริงๆ แล้วจะถือว่าเป็นการพบโดยผลงานของนักคณิตศาสตร์ชื่อ ออยเลอร์ (Euler) ซึ่งเป็นผู้ที่แก้ปัญหาสหภาพคอนนิกเบิร์ก (The Königsberg Bridge Problem) ดังนั้นออยเลอร์จึงได้ชื่อว่าเป็นบิดาของทฤษฎีกราฟ ต่อมาผู้ที่ย้ายทฤษฎีกราฟอีกคือ เคอร์ชอฟ (Kirchhoff) และเค เลย์ (Cayley) โดยที่เคอร์ชอฟได้พยายามแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับวงจรไฟฟ้า จึงทำให้เกิดการขยายความรู้ เบื้องต้นและทฤษฎีบทที่เกี่ยวกับกราฟต้นไม้ (tree) ซึ่งเป็นกราฟชนิดหนึ่ง ส่วนเคเลย์ได้ศึกษาเพื่อนำไปใช้ แก้ปัญหาการหาจำนวนโมเลกุลของสารเคมี นอกจากนั้นก็มีปริศนาที่เกี่ยวข้องกับกราฟ ซึ่งตั้งขึ้นโดยแฮมิล

ตัน (Hamilton) และการแก้ปัญหาการระบายสีกราฟเชิงระนาบโดยใช้สีเพียงสี่สี(The Four Color Problem) ซึ่งเป็นปัญหาที่มีชื่อเสียงมากที่สุดในทางทฤษฎีกราฟ ปัจจุบันนี้ทฤษฎีกราฟได้ถูกพัฒนาขึ้นและมีการค้นพบทฤษฎีกราฟอีกมากมาย

ต่อมาในปี 2544 ซะเอม สายทอง [3] กล่าวว่าทฤษฎีกราฟเป็นเรื่องสำคัญเรื่องหนึ่งในสาขาวิชาคณิต (discrete mathematics) และการประยุกต์ของกราฟได้นำไปใช้ประโยชน์ในการแก้ปัญหาต่างๆ ที่สลับซับซ้อน เช่น การนับจำนวนวิธีจัดหมู่ การใช้ข่ายงานแก้ปัญหา เป็นต้น กราฟในที่นี้ไม่ใช่กราฟในวิชาเรขาคณิตวิเคราะห์ แต่จะกล่าวถึงความสัมพันธ์ของจุดและเส้นที่เชื่อมโยงจุด เช่น แผนที่ถนนที่เชื่อมโยงเมืองต่าง ๆ แผนที่แสดงเส้นทางการบินของสายการบิน เป็นต้น ในการสร้างแผนภาพของกราฟจำเป็นต้องกำหนดเซตของจุดยอดและเซตของเส้นเชื่อมที่ประกอบด้วยเซตย่อยที่มีสมาชิก 2 ตัว และได้ให้นิยามไว้ดังนี้

บทนิยาม 2.1 กราฟ (graph) G ประกอบด้วยเซต 2 เซตคือ เซตของจุดยอด (vertex set) ซึ่งเป็นเซตจำกัดโดยที่ไม่เป็นเซตว่างและเซตของเส้นเชื่อม (edge set) คือเซตที่ประกอบด้วยเซตย่อยที่มีสมาชิก 2 ตัวของสมาชิกของเซตของจุดยอด กำหนดสัญลักษณ์ $V(G)$ แทนเซตของจุดยอดทั้งหมดในกราฟ G และ $E(G)$ แทนเซตของเส้นเชื่อมทั้งหมดของกราฟ G

จากทฤษฎีกราฟตามบทนิยามที่กล่าวมาแล้ว เราเรียกว่า **กราฟเชิงเดียว** (simple graph) และเรียกสั้นๆ ว่ากราฟ สมบัติของกราฟชนิดนี้คือเส้นขอบไม่มีทิศทางตามความจริงแล้ว ถ้าจุดยอด 2 จุดใดๆ มีเส้นเชื่อมมากกว่า 1 เส้น จะเรียกว่า เส้นเชื่อมขนาน (parallel edges) เกิดขึ้น ซึ่งเราเรียกกราฟชนิดนี้ว่า **มัลติกราฟ** (multigraph) และถ้ารวมวงวน (loop) เข้าไปด้วยจะเรียกว่า **กราฟเทียม** (pseudograph)

อนุสรณ์ จิตมนัส [2] ได้กล่าวถึงขั้นตอนการหาวิธีที่สั้นที่สุดระหว่างจุดยอด 2 จุดในกราฟหากกราฟที่จะพิจารณาจุดยอดและเส้นเชื่อมจำนวนมากการคำนวณโดยตรงจะทำได้ลำบาก แม้กระทั่งการเขียนโปรแกรมสั่งคอมพิวเตอร์ให้หาระยะทางรวมของวิธีแต่ละวิธีที่เป็นไปได้แล้วเลือกวิธีที่สั้นที่สุดยังต้องใช้เวลานานในการคำนวณขั้นตอนการหาวิธีที่สั้นที่สุด(shortest path algorithm) ซึ่งเป็นขั้นตอนที่จะช่วยให้หาเส้นทางที่มีระยะทางรวมในการเดินทางสั้นที่สุดได้อย่างสะดวกมากขึ้น โดยเฉพาะในกรณีที่กราฟมีจุดยอดและเส้นเชื่อมเป็นจำนวนมาก และอนุสรณ์ จิตมนัสได้ให้นิยามของคำต่างๆ ไว้ดังนี้

บทนิยาม 2.2 จะเรียกจุด u และ v ของกราฟ G ว่าเป็นจุดยอดประชิด (adjacent vertices) ถ้ามีเส้นเชื่อมระหว่างจุดยอด u และจุดยอด v และจะเรียกจุด u และจุด v ว่าเป็นจุดยอดที่ตกกระทบ (incident) กับเส้นเชื่อม uv หรือเรียกว่าเส้นเชื่อม uv ตกกระทบกับจุดยอด u และ v

บทนิยาม 2.3 รูปวงวน (loop) คือเส้นเชื่อมที่อยู่ในรูป vv

บทนิยาม 2.4 จะเรียกกราฟ G ว่าเป็นกราฟเชิงเดียว (simple graph) ถ้ากราฟ G ไม่มีวงวน และมีเส้นอย่างมากหนึ่งเส้นเชื่อมระหว่าง 2 จุดใด ๆ

บทนิยาม 2.5 จะเรียกกราฟ H ว่าเป็นกราฟย่อยของกราฟ G ถ้า $V(H) \subseteq V(G)$ และ $E(H) \subseteq E(G)$

บทนิยาม 2.6 ให้ u และ v เป็นจุดยอดของกราฟ G แนวเดิน $u-v$ ($u-v$ walk) คือลำดับจำกัด (finite sequence) ของจุดยอดและเส้นเชื่อมที่ปรากฏในลักษณะสลับกัน โดยเริ่มต้นด้วยจุดยอด u และสิ้นสุดด้วยจุดยอด v และทุก ๆ เส้นเชื่อมตกระหนาบกับจุดที่อยู่หน้าและหลังเส้นเชื่อมนั้น

บทนิยาม 2.6 รอยเดิน $u-v$ ($u-v$ trail) ในกราฟ G คือแนวเดิน $u-v$ ที่มีเส้นเชื่อมแตกต่างกัน

วิถี $u-v$ ($u-v$ path) ในกราฟ G คือแนวเดิน $u-v$ ที่มีจุดยอดแตกต่างกัน

วงจร (circuit) คือรอยเดิน $u-v$ ที่มี $u = v$

วัฏจักร (cycle) คือวิถี $u-v$ ที่มี $u = v$

ในปี 2552 รศ.ยีน ภู่วรรณ [4] ได้ศึกษาถึงการประยุกต์ใช้กราฟในชีวิตประจำวัน สำหรับเทคนิคการหาเส้นทางที่สั้นที่สุดเป็นเรื่องที่มีผู้สนใจเป็นจำนวนมากมีผู้พัฒนาวิธีการหาเส้นทางสั้นที่สุดหลายวิธีการ อย่างไรก็ตามวิธีการต่างในปีเดียวกัน ทวีธรรม ลิขานภาพ [5] ได้ศึกษาถึงการประยุกต์ใช้ทฤษฎีกราฟเพื่อจำลองระบบการจราจรซึ่งในบทความนี้ได้กล่าวไว้ว่า “ในปัจจุบันปัญหาการจราจรเป็นปัญหาที่สำคัญยิ่งของสังคมเมือง และยิ่งทวีความรุนแรงมากขึ้นตามจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วทำให้เกิดปัญหามลพิษและทำลายทรัพยากรไปโดยเปล่าประโยชน์” จึงได้ทำการจำลองสภาพปัญหาการจราจรขึ้นและทดลองสร้างอัลกอริทึมต่างๆ เพื่อควบคุมสัญญาณไฟจราจร แล้วนำค่าสถิติที่ได้จากอัลกอริทึมต่างๆ ไปประเมินประสิทธิภาพและความเหมาะสม ซึ่งจะคาดว่าว่าการควบคุมไฟจราจรด้วยอัลกอริทึมนี้จะให้ประสิทธิภาพการระบายรถเป็นไปได้ดีและลดปัญหาการจราจรติดขัดได้

จากความรู้พื้นฐานที่ได้กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยได้อาศัยความรู้พื้นฐานและงานวิจัยที่ได้ศึกษาก่อนหน้า และอาศัยกระบวนการทางคณิตศาสตร์ดำเนินการทำการวิจัย โดยจะได้ให้ข้อตกลง ดังนี้

1. เส้นทางเดินรถต่างๆ ในเขตรับผิดชอบของเทศบาลตำบลป่าเต่าตำบลป่าเต่า อำเภอเมืองจังหวัดอุดรดิตถ์ ไม่มีเส้นทางเดินรถทางเดียว
2. เส้นทางเดินรถต่างๆ ในเขตรับผิดชอบของเทศบาลตำบลป่าเต่าตำบลป่าเต่า อำเภอเมืองจังหวัดอุดรดิตถ์ พื้นผิวเส้นทางไม่แตกต่างกัน
3. เมื่อถึงทางตันหรือทางที่ไม่สามารถไปต่อได้ จะไม่มีการคิดระยะทางในการกลับรถ
4. ในแต่ละจุดของถังขยะ มีรูปทรงและปริมาณขยะเท่าๆ กัน
5. แนวเดินของแต่ละแนวเดินอาจจะมีการเดินทางซ้ำกันแต่จะเป็นการซ้ำที่จำเป็นเท่านั้นเพื่อให้แต่ละแนวเดินจะต้องเดินทางให้ครบทุกเส้นทาง

สำหรับการดำเนินการวิจัย นักวิจัยได้เริ่มจากการขอความอนุเคราะห์แผนที่และเส้นทางเดินรถเก็บขยะของเทศบาลตำบลป่าเต่า จากนั้นทำการสำรวจเส้นทางเดินรถพร้อมกับปักหมุดและหาพิคัดระยะทางโดยใช้เครื่องมือ GPS (Global Positioning System หมายถึง ระบบกำหนดตำแหน่งบนโลก) จากการรวบรวมข้อมูลดังกล่าวข้างต้นทำให้นักวิจัยได้ข้อมูลเบื้องต้น พบว่า เทศบาลตำบลป่าเต่ามีการเดินรถเก็บขยะทั้งหมดจำนวน 6 วัน คือวันจันทร์ – วันเสาร์ โดยที่การเดินรถเก็บขยะในวันจันทร์จะมีการเดินรถคล้ายกันกับวันพฤหัสบดีในวันอังคารจะมีการเดินรถคล้ายกันกับวันศุกร์ และในวันพุธจะมีการเดินรถ

จุดยอด Z แทน จุดสิ้นสุด (ที่ทิ้งขยะ)

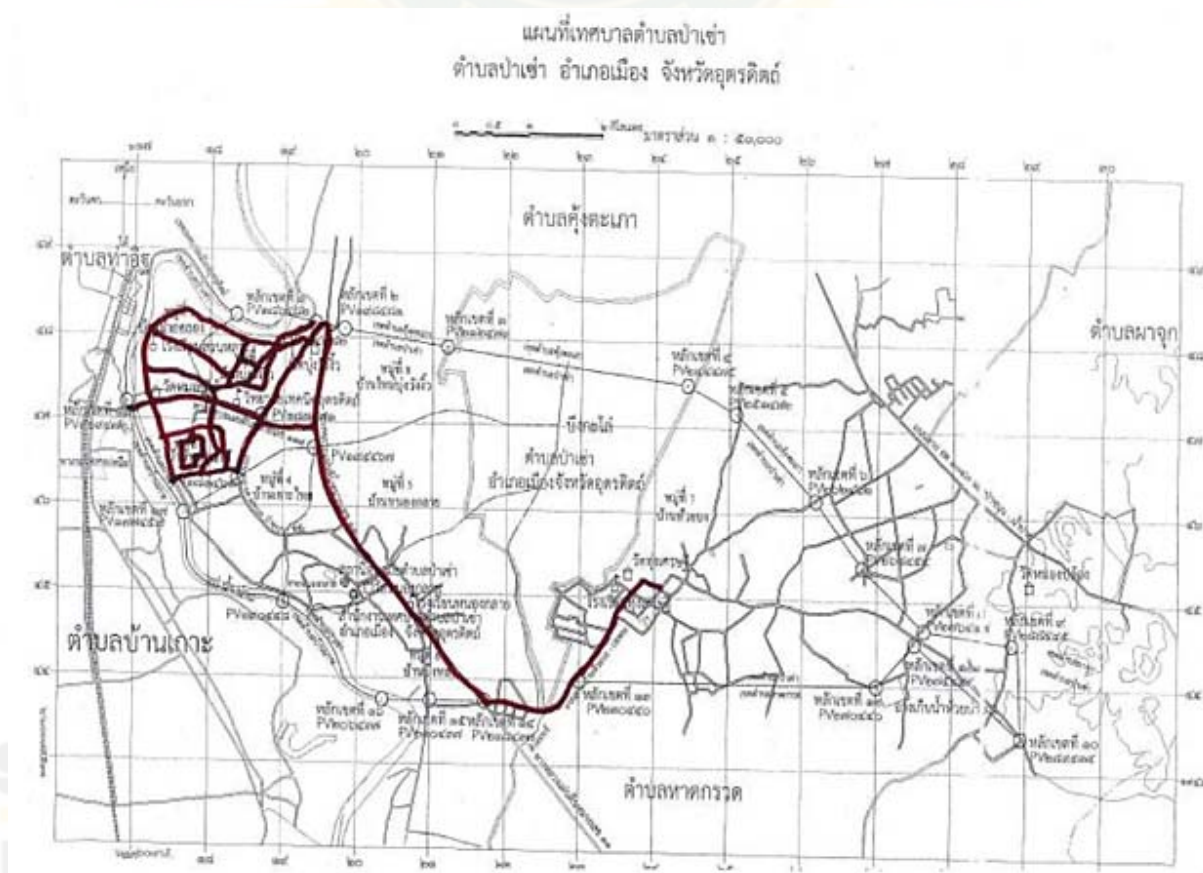
จุดยอด $A_1, A_2, A_3, \dots, A_{22}$ แทน ทางแยกที่ 1 ถึง ทางแยกที่ 22 ในโซน A

จุดยอด $B_1, B_2, B_3, \dots, B_7$ แทน ทางแยกที่ 1 ถึง ทางแยกที่ 7 ในโซน B

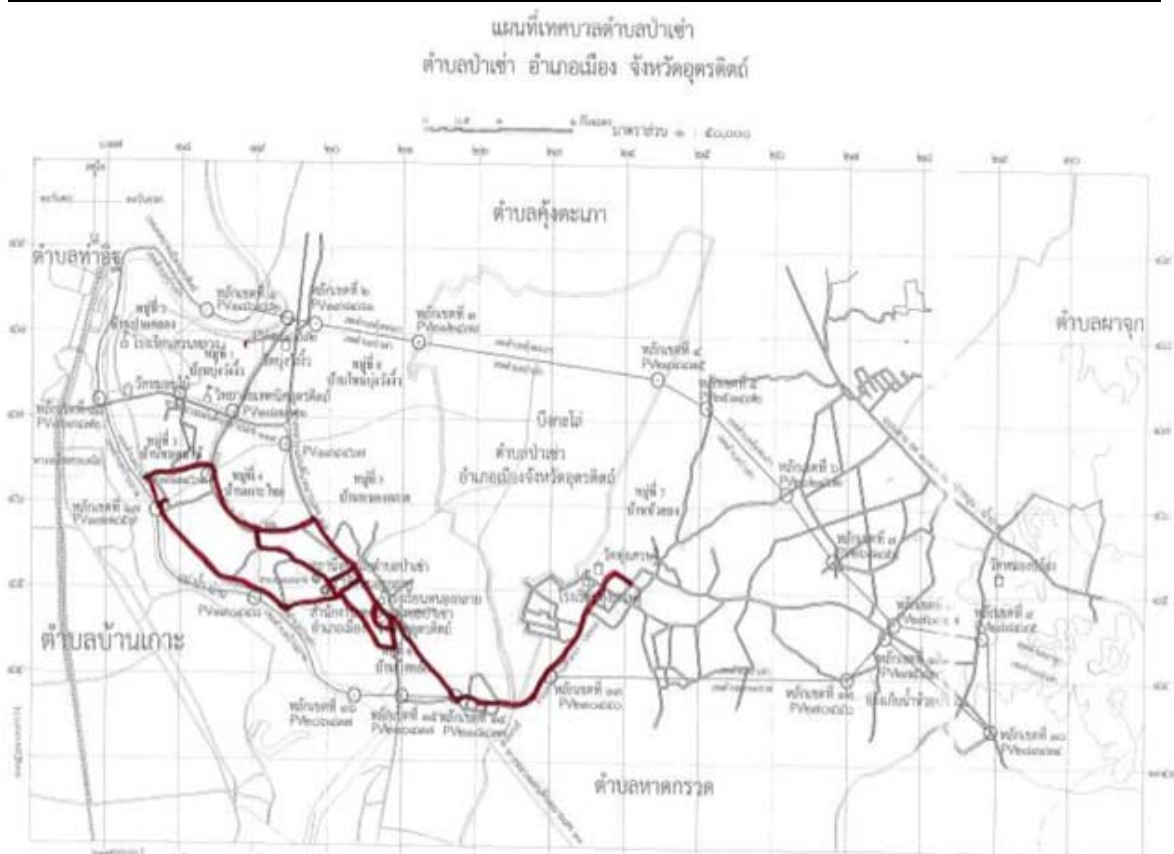
จุดยอด $C_1, C_2, C_3, \dots, C_9$ แทน ทางแยกที่ 1 ถึง ทางแยกที่ 9 ในโซน C

และเส้นทางเดินรถแทนด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์ใหญ่ โดยที่ใช้จุดยอดที่ 1 และจุดยอดที่ 2 แทนเส้นทางเดินรถนั้นๆ เช่น เส้นทางเชื่อมระหว่างจุดยอด A_1 และจุดยอด C_3 แทนด้วยสัญลักษณ์ A_1C_3

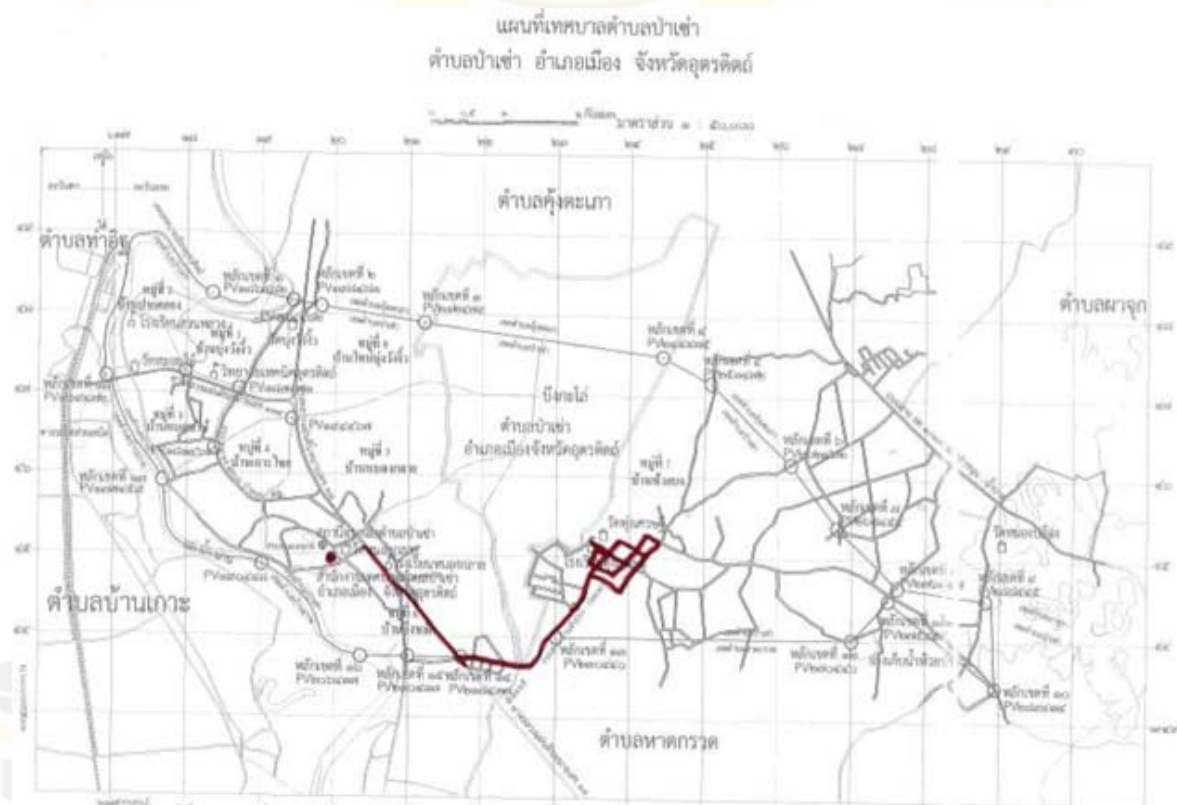
จากการกำหนดโซนในการเดินรถเก็บขยะทั้ง 3 โซนของเทศบาลตำบลป่าเซ่า เพื่อให้สอดคล้องกับพื้นที่จริง ผู้วิจัยจึงขอแสดงเส้นทางบนแผนที่ ดังภาพที่ 2.1 – 2.3 ดังนี้



ภาพที่ 2.1 เส้นทางเดินรถเก็บขยะของเทศบาลตำบลป่าเซ่า จังหวัดอุดรดิตถ์ โซน A



ภาพที่ 2.2 เส้นทางเดินรถเก็บขยะของเทศบาลตำบลป่าเขา จังหวัดอุตรดิตถ์ โซน B



ภาพที่ 2.3 เส้นทางเดินรถเก็บขยะของเทศบาลตำบลป่าเขา จังหวัดอุตรดิตถ์ โซน C

จากรูปได้ใช้ความรู้ทางด้านทฤษฎีกราฟและกระบวนการทางคณิตศาสตร์หาเส้นทางที่มีถึงขยะในแต่ละเส้นเชื่อมบนกราฟที่ได้เพื่อจะหาเส้นทางการเดินทางรถเก็บขยะใช้กระบวนการทางทฤษฎีกราฟหาแนวเดิน ของกราฟ ที่สามารถผ่านทุกจุดที่มีถึงขยะ ในแต่ละแนวเดิน แต่เนื่องจากมีข้อจำกัดของเส้นทางดังนี้ จะต้องเริ่มต้นที่จุด X และสิ้นสุดที่จุด Z ในแต่ละเส้นทางไม่ได้มีถึงขยะทุกเส้นทาง ดังนั้นกราฟย่อยที่ได้จะไม่เป็นกราฟเชิงเดียวแต่จะเป็นมัลติกราฟและเป็นกราฟเทียมเพราะว่ามีแนวเดินของกราฟที่มีวงวนบางเส้นทางจะต้องมีเส้นเชื่อมขนานวงจรและวัฏจักร

ในการหาแนวเดินทั้งหมดนั้นจะใช้จุดเริ่มต้นที่จุดยอด X และจุดสิ้นสุดที่จุดยอด Z เนื่องจากเงื่อนไขที่จะต้องผ่านเส้นทางทั้งหมดภายในเทศบาลตำบลป่าเป้า หรือผ่านทุกเส้นที่มีขนาดใหญ่ตามรูปกราฟที่ผ่านมาจึงจะต้องมีการเดินในแนวเดินที่ซ้ำบ้างและในการหาแนวเดินนั้นจะใช้วิธีการแบบแผนภูมิต้นไม้ จะทำให้ได้แนวเดิน และจากเงื่อนไขต่างๆ ดังที่กล่าวมาแล้วนั้นจะพบว่าในแต่ละเส้นทางจะมีจำนวนแนวเดินที่ไม่เท่ากัน สามารถแบ่งเป็นขั้นตอนต่างๆ ได้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 หาแนวเดินที่สั้นที่สุดจากจุด X ไปยังในส่วนของโซน A

ขั้นตอนที่ 2 หาแนวเดินทั้งหมดในโซน A แล้วหาแนวเดินต่อไปยังที่ๆ ทั้งขยะคือจุด Z

ขั้นตอนที่ 3 หาแนวเดินที่สั้นที่สุดจากจุด X ไปยังในส่วนของโซน B

ขั้นตอนที่ 4หาแนวเดินทั้งหมดในโซน B แล้วหาแนวเดินต่อไปยังที่ๆ ทั้งขยะคือจุด Z

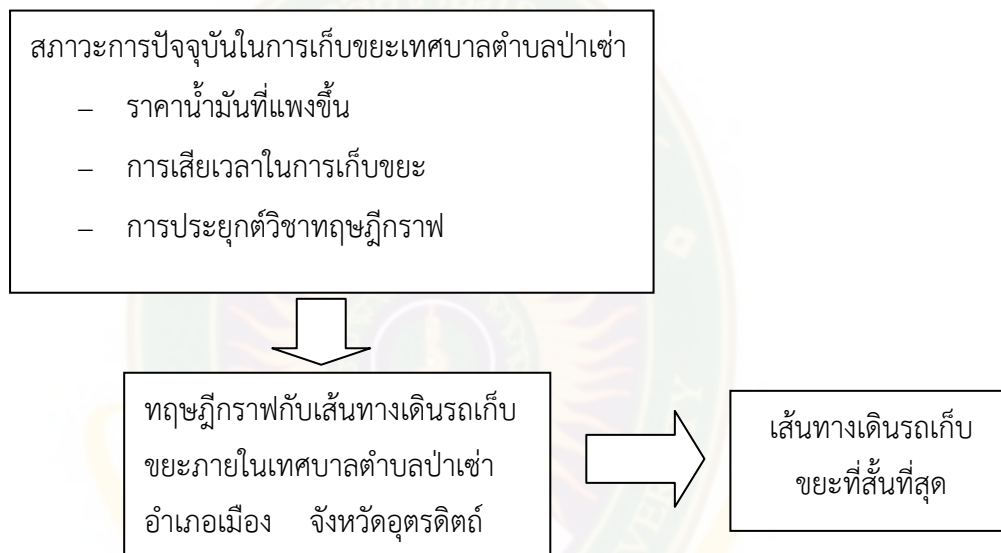
ขั้นตอนที่ 5 หาแนวเดินที่สั้นที่สุดจากจุด X ไปยังในส่วนของโซน C

ขั้นตอนที่ 6 หาแนวเดินทั้งหมดในโซน C แล้วหาแนวเดินต่อไปยังที่ๆ ทั้งขยะคือจุด Z

ต่อมาใช้กระบวนการทางทฤษฎีกราฟหาระยะทางของแต่ละแนวเดินจะพบว่ากราฟที่ได้เป็นกราฟถ่วงน้ำหนัก (Weighted graph) ที่มีหน่วยเป็นเมตร ซึ่งจะทำให้ระยะทางในแต่ละแนวเดินจึงมีหน่วยเป็นเมตรด้วย

จากกระบวนการการและวิธีดำเนินการที่ได้กล่าวมาข้างต้น นักวิจัยสามารถที่จะนำเอาทฤษฎีกราฟมาใช้กับเส้นทางรถเก็บขยะของเทศบาลตำบลป่าเป้าได้ จนได้เส้นทางรถเก็บขยะของเทศบาลตำบลป่าเป้าที่สั้นที่สุดและสามารถเก็บขยะได้ครบทุกจุดดังนี้

โดยงานวิจัยนี้จัดทำขึ้นเพื่อให้ได้เส้นทางในการเดินรถขยะทั้งหมดในตำบลป่าเช่า และใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์หาเส้นทางที่สั้นที่สุดสำหรับการเดินรถเก็บขยะของเทศบาลตำบลป่าเช่า โดยจะได้กล่าวถึงผลลัพธ์จากการทำวิจัยในหัวข้อที่ 3 โดยแสดงกรอบแนวคิดและวิธีการดำเนินงานวิจัยดังนี้



3. เนื้อหาหลัก

ในการศึกษาและการกำหนดในหัวข้อที่ 2 รูป 2.4 โดยใช้กระบวนการทางทฤษฎีกราฟในหาระยะทางของแต่ละแนวเดินจากจุดเริ่มต้น (X) ไปยังจุดที่สั้นที่สุดในโซน A ได้แก่ XA_1 มีระยะทางเป็น 2335.54 เมตร และระยะทางจากจุดต่างๆ ไปยังที่ทิ้งขยะ (Z) มีระยะทางดังนี้

1. $A_1B_5B_4B_3B_2(1)C_1C_7C_6Z$ มีระยะทางเป็น 6697.63 เมตร
2. $A_2B_2C_1C_7C_6Z$ มีระยะทางเป็น 6187.81 เมตร
3. $A_3B_5B_4B_3B_2(1)C_1C_7C_6Z$ มีระยะทางเป็น 6424.23 เมตร
4. $A_{20}B_1B_5B_4B_3B_2(1)C_1C_7C_6Z$ มีระยะทางเป็น 7147.58 เมตร

ใช้กระบวนการทางทฤษฎีกราฟในหาระยะทางของแต่ละแนวเดินจากจุดยอดต่างๆในโซน B ไปยังที่ทิ้งขยะ (Z) มีระยะทางดังนี้ $B_2C_1C_7C_6Z$ มีระยะทางเป็น 2487.29 เมตร

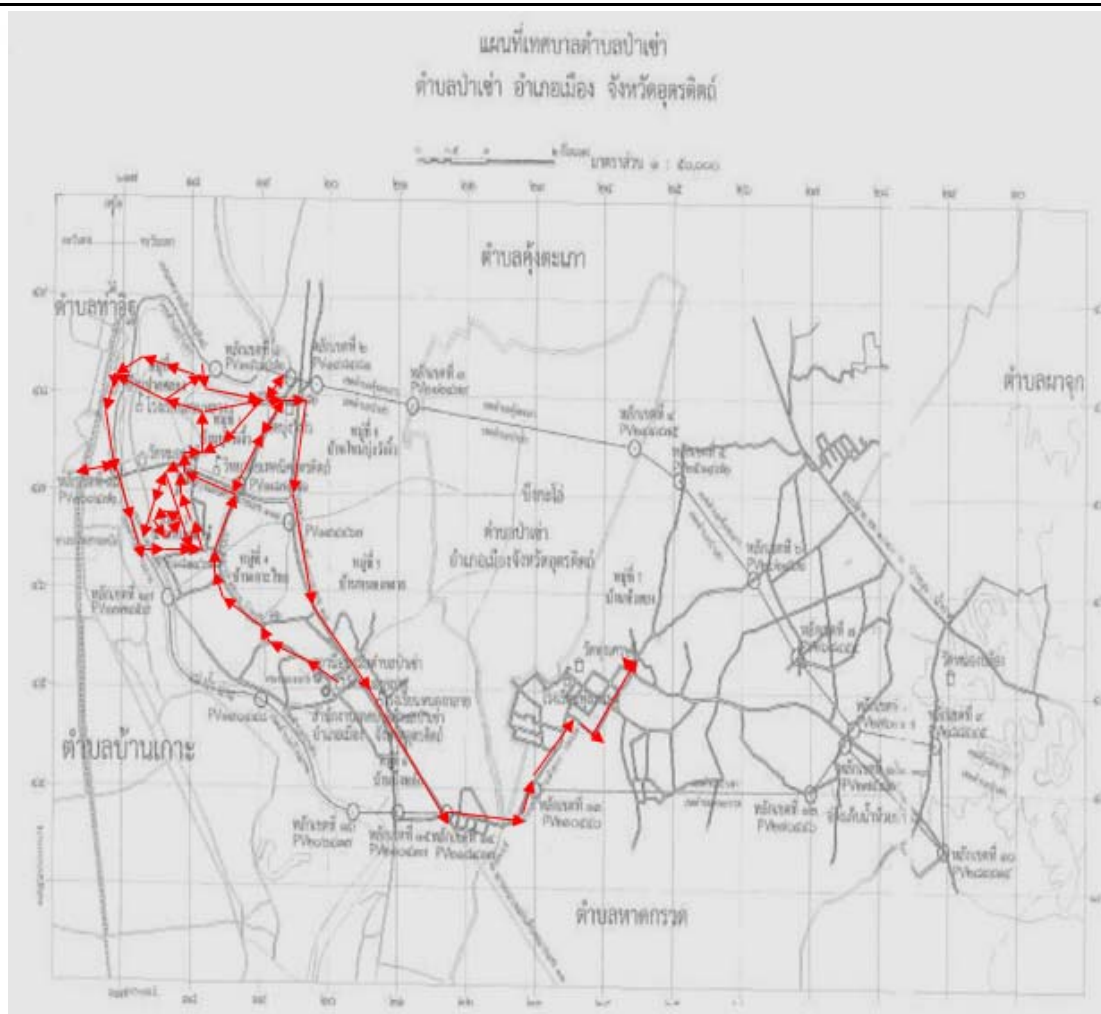
และทำนองเดียวกัน ใช้กระบวนการทางทฤษฎีกราฟในหาระยะทางของแต่ละแนวเดินจากจุดเริ่มต้น (X) ไปยังจุดที่สั้นที่สุดในโซน C ได้แก่ XC_1 มีระยะทางเป็น 2511.96 เมตร

จากข้างต้นพบว่าในโซน A เริ่มออกเดินทางจากที่ทำการเทศบาลตำบลป่าเช่า เลี้ยวซ้ายตามถนนไปเป็นระยะทาง 1238.54 เมตร พบสามแยกเลี้ยวซ้ายเดินทางต่อไประยะทาง 1100 เมตร พบสามแยกตรงต่อไปอีก 652.69 เมตร พบสี่แยก ให้เลี้ยวซ้ายไปอีก 674.38 เมตร พบสี่แยก เลี้ยวขวา ไปอีก 196.62 เมตร พบสามแยกให้เลี้ยวขวา ไประยะทาง 40.58 เมตร พบสามแยก เลี้ยวขวาไประยะทาง 245.40 เมตร พบสามแยกให้เลี้ยวซ้าย ไประยะทาง 417.51 เมตร พบสามแยกตรง(นับแยกตามเข็มนาฬิกาแยกที่สอง)

ต่อไปอีก 228.55 เมตร พบห้าแยกให้ตรงไประยะทาง 621.80 เมตร เป็นทางตันให้วกกลับเส้นทางเดิม (ระยะทาง 621.80 เมตร) พบห้าแยกให้ตรงไป(นับแยกตามเข็มนาฬิกาแยกที่สอง) ตามทางไประยะทาง 1020 เมตร พบสามแยกให้เลี้ยวขวาไปอีก 417.51 เมตร พบสามแยกให้เลี้ยวซ้ายไประยะทาง 345.54 เมตร พบสามแยกให้เลี้ยวขวาไประยะทาง 149.45 เมตร พบสามแยกให้เลี้ยวขวาตามทางระยะทาง 1280 เมตร ให้ตรงต่อไปอีก 292.52 เมตร พบสามแยกให้เลี้ยวซ้ายไปอีก 1300 เมตรพบสามแยกให้เลี้ยวซ้ายไประยะทาง 40.58 เมตรพบสามแยกให้ตรงต่อไปอีก 78.88 เมตร พบสามแยกให้ตรงต่อไปอีก 101.22 เมตร พบสามแยกตรงต่อไป 149.45 เมตร พบสามแยกให้เลี้ยวขวาระยะทาง 504.46 เมตร พบห้าแยกให้ตรงไป (นับแยกตามเข็มนาฬิกาแยกที่สอง)อีก 416.35 เมตร พบสามแยกเลี้ยวขวาไปอีก 1460 เมตร พบสี่แยก ให้เลี้ยวขวาไปอีก 674.38 เมตรพบสี่แยกเลี้ยวขวาไปอีก 196.62 เมตร พบสามแยกให้เลี้ยวขวาไปอีก 40.58 เมตร พบสามแยกให้เลี้ยวซ้ายไปอีก 78.88 เมตร พบสามแยกให้เลี้ยวขวาไประยะทาง 1180 เมตร พบสามแยกให้เลี้ยวซ้ายไประยะทาง 292.52 เมตร พบสามแยกตรงต่อไปอีก 678.46 เมตร ให้เลี้ยวขวาเข้าไป ระยะทาง 263.61 เมตร เป็นทางตันให้วกกลับเส้นทางเดิม(ระยะทาง 263.61 เมตร) พบสี่แยกให้เลี้ยวซ้าย ไป 385.69 เมตร พบสามแยกให้ตรงต่อไปอีก 591.37 เมตร พบสามแยกให้เลี้ยวซ้ายไประยะทาง 463.02 เมตร พบสามแยกให้ตรงต่อไปอีก 320.85 เมตร พบสามแยกให้เลี้ยวซ้ายตามทางไปอีก 733.29 เมตร พบสี่แยกให้เลี้ยวขวาไประยะทาง 272.82 เมตร พบสี่แยก ให้เลี้ยวซ้ายไประยะทาง 885.47 เมตร พบสี่แยกให้เลี้ยวซ้ายไประยะทาง 385.69 เมตร พบสามแยกเลี้ยวซ้ายไปอีก 615.22 เมตร พบสามแยกให้เลี้ยวขวาไป ซึ่งทางที่เลี้ยวไปจะเป็นที่กลับมาจุดที่เลี้ยวไป(ระยะทาง 1100 เมตร) ออกมาให้เลี้ยวขวาไประยะทาง 76.06 เมตร พบสี่แยก ให้เลี้ยวขวาไปอีกระยะทาง 720.20 เมตร พบสามแยกให้เลี้ยวซ้ายระยะทาง 320.85 เมตร พบสามแยกให้ตรงต่อไปอีก 141.11 เมตร พบสามแยก ให้เลี้ยวขวาไป 1100 เมตร พบสามแยกให้ตรงต่อไปอีก 771.24 เมตร พบสามแยกให้เลี้ยวซ้ายไปตามทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 11 ระยะทาง 2440 เมตรให้วกกลับเส้นทางเดิมคือทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 11 ระยะทาง 2440 เมตร จนกลับมาจุดเดิมให้เดินทางทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 11 ไปอีกระยะทาง 3126.52 เมตร เลี้ยวซ้ายตามถนนสายห้วยบง – บ่อพระ ระยะทาง 2470 เมตร พบสามแยกให้เลี้ยวซ้าย ตามเส้นทางไปอีก ระยะทาง 1107.29 เมตร(เป็นเส้นทางไปที่ทิ้งขยะ)สิ้นสุดเส้นทางจากข้างต้นสรุปข้อมูลจากโซน A ได้ข้อมูลดังนี้

จำนวนแนวเดิน	803 แนวเดิน
ระยะทางที่สั้นที่สุด	36043.65 เมตร
เส้นทางเดินรถ	XA ₁ A ₂ A ₁₇ A ₁₄ A ₁₀ A ₁₁ A ₆ A ₄ A ₅ A ₄ A ₁₁ A ₆ A ₈ A ₇ A ₁₂ A ₁₃ A ₁₄ A ₁₀ A ₉ A ₈ A ₇ A ₄ A ₃ A ₂ A ₁₇ A ₁₄ A ₁₀ A ₉ A ₁₂ A ₁₃ A ₁₆ A ₁₅ A ₁₆ A ₂₀ A ₂₁ A ₂₂ A ₁₈ A ₁₇ A ₁₆ A ₂₀ A ₁₉ A ₂₃ A ₁₉ A ₁₈ A ₂₁ A ₂₂ A ₁ A ₃ B ₅ B ₄ B ₃ B ₂ (1)C ₁ C ₇ C ₆ Z

โดยจะได้แนวเดินที่สั้นที่สุดในโซน A ดังรูปภาพที่ 3.1



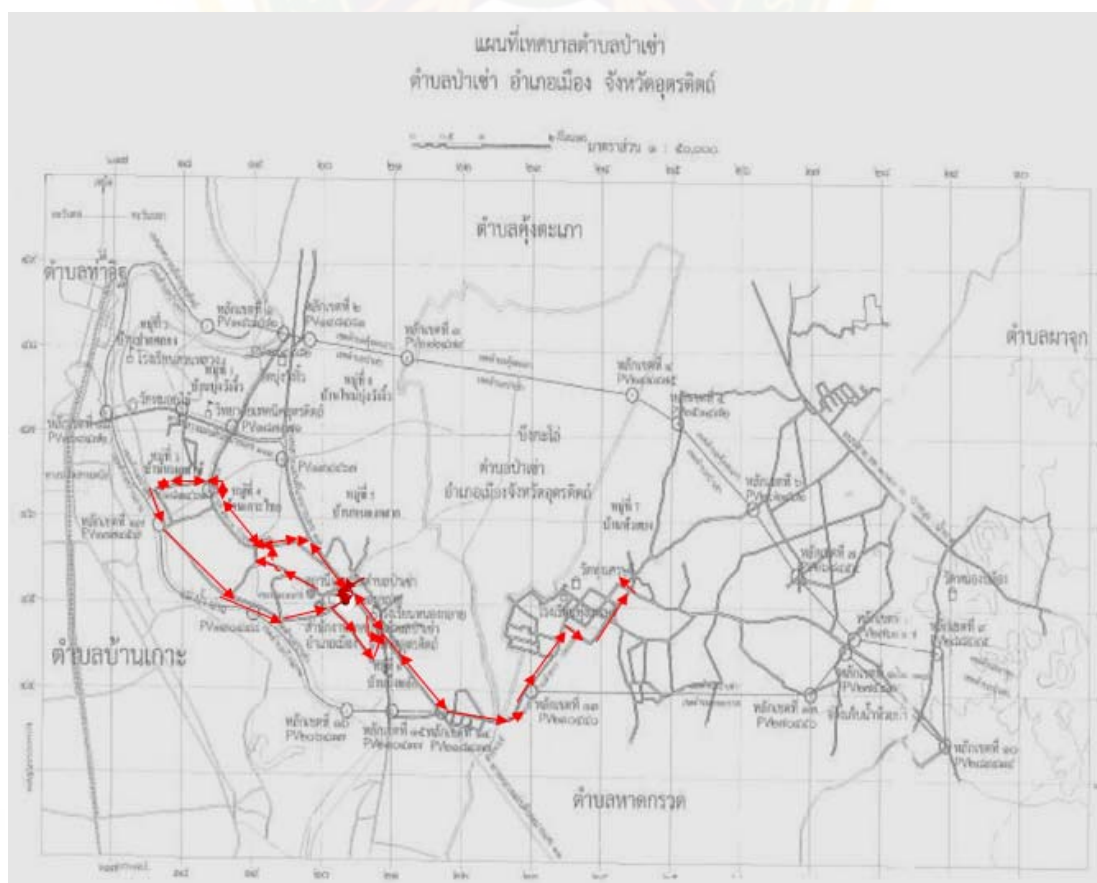
ภาพที่ 3.1 เส้นทางเดินรถเก็บขยะของเทศบาลตำบลท่าเสา จังหวัดอุดรธานี เส้นทางที่สุโขณ A

ต่อมาในโซน B ได้เริ่มออกเดินทางจากที่ทำการเทศบาลตำบลท่าเสา เลี้ยวขวาระยะทาง 138.09 เมตร พบสามแยก เลี้ยวซ้ายตรงไประยะทาง 58.39 เมตร พบสามแยกให้ตรงไปอีก 365.74 เมตร พบสามแยกให้เลี้ยวซ้ายระยะทาง 159.03 เมตร พบสามแยกให้เลี้ยวซ้ายไประยะทาง 412.48 เมตร มาพบสามแยกให้เลี้ยวซ้ายไปยังทางเข้าที่ทำการเทศบาลตำบลท่าเสา ระยะทาง 72.10 เมตร วกลงกลับเส้นทางเดิม ระยะทาง 72.10 เมตร พบสามแยก ตรงต่อไปอีก 1238.54 เมตร พบสามแยกเลี้ยวซ้ายไประยะทาง 1100 เมตร พบสามแยก ให้เลี้ยวซ้ายไปอีก 921.81 เมตร พบสามแยกให้วกกลับเส้นทางเดิมระยะทาง 921.81 เมตร พบสามแยกเลี้ยวขวา(เส้นทางเดิม)ระยะทาง 1100 เมตร พบสามแยกตรงต่อไปอีก 613.40 พบสามแยกตรงต่อไปอีก 158.24 เมตร พบสามแยกเลี้ยวขวาตามทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 11 เป็นระยะทาง 768.17 เมตร พบสามแยกให้วกกลับไปเส้นทางเดิมคือทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 11 เป็นระยะทาง 768.17 เมตร พบสามแยกเลี้ยวซ้ายไปอีก 158.24 เมตร พบสามแยกตรงต่อไปอีก 613.40 เมตร พบสามแยกตรงต่อไปอีก 1100 เมตร พบสามแยกเลี้ยวซ้ายอีก 921.81 เมตร พบสามแยกเลี้ยวซ้ายตามทางไป ระยะทาง 3243 เมตร พบสามแยกให้เลี้ยวขวาไประยะทาง 1105.48 เมตร พบสามแยกให้เลี้ยวซ้ายไป

ระยะทาง 253.42 เมตร พบสามแยกให้ตรงไปอีก 204 เมตร พบสามแยกให้ตรงไปอีก 365.74 เมตร พบสามแยกให้วกกลับเส้นทางเดิมระยะทาง 365.74 เมตร พบสามแยกให้เลี้ยวขวาตามทางไประยะทาง 385.5 เมตร พบสามแยกให้เลี้ยวซ้ายพบทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 11 ให้เลี้ยวขวา ไประยะทาง 1380 เมตร เลี้ยวซ้ายตามถนนสายห้วยบง – บ่อพระ ระยะทาง 2470 เมตร พบสามแยกให้เลี้ยวซ้าย ตามเส้นทางไปอีก ระยะทาง 1107.29 เมตร(เป็นเส้นทางไปที่ห้วยขยะ)สิ้นสุดเส้นทางจากข้างต้นสรุปข้อมูลจากโซน B ได้ข้อมูล ดังนี้

จำนวนแวนเดิน	100 แวนเดิน
ระยะทาง	20130.08 เมตร
เส้นทางเดินรถ	XB ₁ B ₄ B ₅ B ₆ XB ₆ B ₇ B ₅ B ₇ B ₁ B ₂ B ₃ (1)B ₄ B ₃ B ₂ (2)C ₁ C ₇ C ₆ Z และ XB ₁ B ₄ B ₅ B ₆ XB ₆ B ₇ B ₅ B ₇ B ₁ B ₂ B ₃ (2)B ₄ B ₃ B ₂ (1)C ₁ C ₇ C ₆ Z

โดยจะได้แวนเดินที่สั้นที่สุดในโซน B ดังภาพที่ 3.1



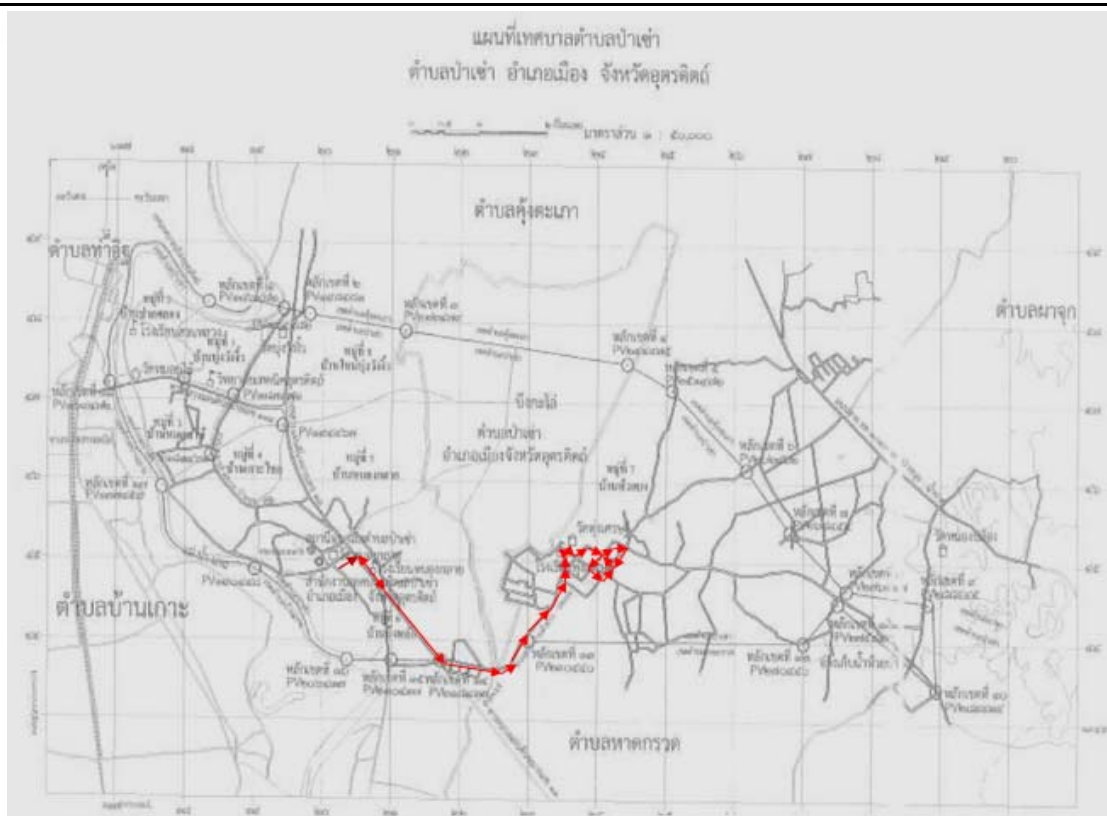
ภาพที่ 3.2 เส้นทางเดินรถเก็บขยะของเทศบาลตำบลป่าเป้า จังหวัดอุดรดิตถ์ สั้นที่สุดโซน B

สำหรับในโซน B จะได้แนวเดินที่มีระยะทางสั้นที่สุด คือ 20130.08 เมตรพบว่าแนวเดินทั้งสองนั้นเป็นแนวเดินเดียวกันซึ่งแตกต่างกันตรงที่ $B_2B_3(1)B_4B_3B_2(2)$ และ $B_2B_3(2)B_4B_3B_2(1)$ เท่านั้นเอง ดังนั้นในการแสดงการเดินทางจะแสดงเพียงแบบเดียวเท่านั้น

สำหรับการศึกษาในโซน C ได้เริ่มออกเดินทางจากที่ทำการเทศบาลตำบลป่าเป้า เลี้ยวขวาระยะทาง 138.09 เมตร พบสามแยกเลี้ยวซ้ายไประยะทาง 424.13 เมตรจนพบทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 11 ให้เลี้ยวขวาตามทางหลวงแผ่นดินระยะทาง 1949.74 เมตร เลี้ยวซ้ายตามถนนสายห้วยบง – บ่อพระ ระยะทาง 2470 เมตร พบสามแยกตรงต่อไปอีก 207.98 เมตร พบสี่แยกให้เลี้ยวซ้ายตามทางไประยะทาง 174.02 เมตร พบสามแยกให้เลี้ยวซ้ายไปโรงเรียนทุ่งเศรษฐีระยะทาง 186.15 เมตร แล้ววกกลับจนพบสามแยกให้ตรงต่อไปอีก 256.15 เมตร พบสามแยกเลี้ยวซ้ายตามทางไปอีก 474.46 เมตร พบสี่แยกให้เลี้ยวขวาไประยะทาง 250.42 เมตร พบสี่แยกให้เลี้ยวซ้ายไประยะทาง 200 เมตร พบสามแยกให้เลี้ยวซ้ายไประยะทาง 459.67 เมตร พบสามแยกให้เลี้ยวซ้ายไประยะทาง 110 เมตร พบสี่แยกเลี้ยวขวาไปที่ห้วยระยะทาง 359.43 เมตร เดินทางต่อไปพบสี่แยกให้เลี้ยวขวาไประยะทาง 178.76 เมตร พบสามแยกให้เลี้ยวขวาระยะทาง 110 เมตร พบสี่แยกให้เลี้ยวซ้ายไปอีก 250.42 เมตร พบสี่แยกให้เลี้ยวซ้ายไประยะทาง 200 เมตร พบสี่แยกให้เลี้ยวซ้ายไปอีก 178.76 เมตร ถึงที่ห้วย สิ้นสุดการเดินทาง

จำนวนแนวเดิน	133 แนวเดิน
ระยะทาง	6754.00 เมตร
เส้นทางเดินรถ	$XC_1C_2C_8C_9C_8C_3C_4C_5C_7C_6C_4ZC_6C_4C_5C_7C_6Z$

โดยจะได้แนวเดินที่สั้นที่สุดในโซน C ดังภาพที่ 3.3



ภาพที่ 3.3 เส้นทางเดินรถเก็บขยะของเทศบาลตำบลป่าเช่า จังหวัดอุตรดิตถ์ สิ้นที่สถานี C

จากผลการศึกษาเส้นทางเดินรถเก็บขยะข้างต้นสามารถสรุปข้อมูลได้ดังนี้

โซนเก็บขยะ	ระยะทาง(เมตร)	วัน	สรุป
A	36043.65	วันจันทร์ และ วันพฤหัสบดี	ระยะเวลา 5 วัน ระยะทาง ทั้งสิ้น 62927.73 เมตร (ประมาณ 63 กิโลเมตร)
B	20130.08	วันอังคาร และ วันศุกร์	
C	6754.00	วันพุธ	

4. บทสรุป

จากข้อมูลเดิมทราบว่าเส้นทางเดินรถเก็บขยะที่เทศบาลตำบลป่าเช่าได้ดำเนินการนั้น กำหนดโดยคนขับรถเองจะเวลาในการเก็บขยะจำนวน 6 วัน หลังจากการศึกษาพบว่าถ้าเทศบาลตำบลป่าเช่าใช้เส้นทางเดินรถเก็บขยะที่ได้จากการศึกษาข้างต้นจะใช้เวลาในการเก็บขยะเพียง 5 วัน เท่านั้นดังนั้นเทศบาลตำบลป่าเช่า อำเภอเมือง จังหวัดอุตรดิตถ์จะประหยัดเวลาในการทำงาน 1 วัน ซึ่งจะทำให้เทศบาลตำบลป่าเช่าประหยัดค่าใช้จ่ายสำหรับน้ำมันเชื้อเพลิง และค่าใช้จ่ายในการทำงานนอกเวลา(ทำวันเสาร์)

ข้อเสนอแนะ จากการศึกษาการเดินรถเก็บขยะของเทศบาลตำบลป่าเช่าทำให้เห็นการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพและคุ้มค่า จึงควรที่จะมีการศึกษาเส้นทางเดินรถเก็บขยะเช่นนี้กับพื้นที่อื่นๆ เช่นกันโดยอาจศึกษาปริมาณขยะ ขนาดของถังขยะ จำนวนถังขยะของแต่ละเส้นทาง รวมถึงนำกราฟออยเลอร์มาใช้ร่วมกันกับการหาระยะทางที่สั้นสุด

กิตติกรรมประกาศ

ในงานวิจัยชิ้นนี้ นักวิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ ที่ให้การสนับสนุนงบประมาณในการทำงานวิจัย และขอขอบคุณนายกเทศบาลตำบลป่าเป้า อำเภอเมือง จังหวัดอุดรดิตถ์ ที่เอื้อเฟื้อข้อมูล และให้การสนับสนุนการทำวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] นิตยา ณ เชียงใหม่, ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น. ภาควิชาคณิตศาสตร์คณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- [2] อนุสรณ์ จิตมนัส, ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น. สถาบันราชภัฏนครศรีธรรมราช. 2542
- [3] ชะเอม สายทอง, ทฤษฎีกราฟ. โอเดียนสโตร์กรุงเทพฯ. 2544
- [4] รศ. ยืน ภู่วรวรรณ, การประยุกต์ใช้กราฟในชีวิตประจำวัน. สำนักบริการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2522
- [5] ทวีธรรม ลิ้มปานภาพ, การประยุกต์ใช้ทฤษฎีกราฟเพื่อจำลองระบบการจราจร. โรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์. 2522