

การวิเคราะห์โครงข่ายด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อหาแบบจำลองที่ตั้งที่เหมาะสมสำหรับจุดรองรับขยะมูลฝอย ในพื้นที่เทศบาลนครนครราชสีมา

A GIS-Based Network Analysis for

Finding Suitable Locations for Waste Receptacles Spots

in the City-Municipal of Nakhon-Nakhon Ratchasima

อุทุมพร อินทร์จ้อหอ และธัญญรัตน์ ไชยคราม*

ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ตำบลขามเริญ อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม 44150

Utumporn Injoho and Thanyarat Chaiyakarm*

Department of Geography, Faculty of Humanities and Social Sciences, Mahasarakham University,

Khamriang, Kantarawichai, Maha Sarakham 44150

Received: February 4, 2019; Accepted: February 15, 2019

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้เป็นการวิเคราะห์โครงข่ายด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อหาแบบจำลองที่ตั้งที่เหมาะสมสำหรับจุดรองรับขยะมูลฝอย ในพื้นที่เทศบาลนครนครราชสีมา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะ ภายใต้จุดรองรับขยะที่ใช้งานจริงในปัจจุบัน ต่อการเข้าถึงของประชากรในชุมชนเทศบาลนครนครราชสีมา จากการลงสำรวจพื้นที่และจัดเก็บตำแหน่งและเส้นทางของจุดรองรับขยะมูลฝอย ด้วยเครื่องกำหนดระบบตำแหน่งบนพื้นโลก (global positioning system, GPS) จำนวน 2 เส้นทาง คือ สาย 125 และสาย 84 โดยการวิเคราะห์ network analysis ทฤษฎี best route analysis พบว่ามีจุดรองรับขยะทั้งหมดจำนวน 288 ถัง การเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอยสายที่ 1 สาย 125 เดินรถเป็นระยะทาง 14.578 กิโลเมตร ใช้เวลา 5 ชั่วโมง 40 นาที มีค่าใช้จ่ายประมาณ 1,800-2,400 บาท/วัน สายที่ 2 สาย 84 เดินรถเป็นระยะทาง 28.432 กิโลเมตร ใช้เวลา 6 ชั่วโมง 40 นาที มีค่าใช้จ่ายประมาณ 2,100-2,400 บาท/วัน ซึ่งเป็นงบประมาณที่ค่อนข้างสูง แต่ยังไม่ครอบคลุมต่อการเข้าถึงของประชากรในพื้นที่ ดังนั้นผู้วิจัยจึงศึกษาและวิเคราะห์ที่ตั้งและจุดจัดสรร location & allocation เพื่อเสนอแนะแบบจำลองจุดจัดสรรสำหรับรองรับขยะใหม่ ด้วยการหาตำแหน่งที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ โดยใช้ทฤษฎี maximize attendance จากจุดรองรับขยะเดิม พบว่าสามารถลดจุดรองรับขยะเหลือเพียง 257 ถัง ที่สามารถให้บริการครอบคลุมทั้งพื้นที่ ระยะทางในแต่ละเส้นลดลงประมาณ 1 กิโลเมตร ใช้เวลาลดลง 1 ชั่วโมง 26 นาที ในแต่ละเส้นทาง และลดค่าใช้จ่ายลงได้ประมาณ 111,600 บาท/ปี

คำสำคัญ : การวิเคราะห์โครงข่าย; ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์; แบบจำลอง; ขยะมูลฝอย; เทศบาลนคร นครราชสีมา

Abstract

As an analysis of the GIS-based network to mark a model of suitable locations for waste receptacle spots in the city-municipal of Nakhon-Nakhon Ratchasima, this study aimed to investigate the existing routes of garbage trucks to the waste receptacles for population's accessibilities, in the city-municipal of Nakhon-Nakhon Ratchasima. There were 2 survey aspects in the study: areas, spot-collected, and routes of the waste receptacles via the global positioning system (GPS). The two routes of the survey were route no. 125 and No. 84. According to the network analysis towards the theory of base route analysis, there was a total of 288 bins in route No. 125. It took 14,578 kilometers, 5 hours 40 minutes, with the cost of 1,800-2,400 bath/day, along the route of garbage trucks. On route No. 84, it took 28,432 kilometers, 6 hours 40 minutes, with the cost of 2,100-2,400 baht/day. Although both routes spent quite high costs, the waste-collecting service had still been insufficient for the population's accessibility in the areas. This study, subsequently, investigated, analyzed, and suggested a model of the locations and allocations for the new waste receptacles by marking appropriate and efficient spots toward the maximize attendance function from the former spots. The findings revealed that there were 257 bins, less than the former ones, which could cover the whole areas. Also, it took less distance, (approximately 1 kilometer, 1 hours 26 minutes, in each route), with the lower cost (111,600 baht/year).

Keywords: network analysis; geography information system (GIS); model; waste; municipal of Nakhon-Nakhon Ratchasima

1. คำนำ

ขยะมูลฝอยเป็นสาเหตุสำคัญประการหนึ่งที่ทำให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อม และมีผลต่อสุขอนามัยหากน้ำที่ปนเปื้อนขยะมูลฝอยรั่วไหลออกสู่สิ่งแวดล้อม เป็นผลทำให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพกลายเป็นแหล่งเพาะเชื้อโรค เกิดเป็นมลพิษทางกลิ่น ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อสุขภาพกายและสุขภาพจิตต่อประชากรในพื้นที่ที่นับวันจะเพิ่มความเสี่ยงเป็นทวีคูณ (กรมควบคุมมลพิษ, 2547) ทั้งนี้เนื่องจากในปัจจุบันความเจริญก้าวหน้าทางการแพทย์และสาธารณสุข ส่งผลทำให้จำนวนประชากรเพิ่มขึ้น

อย่างรวดเร็ว การขยายตัวทางเศรษฐกิจและพาณิชยกรรม หรือจากกิจกรรมทางอุตสาหกรรมที่ทำให้เกิดของเหลือทิ้งจากขั้นตอนการผลิต การอุปโภคบริโภค ที่เป็นปัญหาที่สำคัญที่ต้องมีระบบการจัดการร่วมกันของชุมชน เพื่อเร่งแก้ไข และลดขยะมูลฝอย สิ่งปฏิกูล และสารพิษที่ปนเปื้อนอยู่ในแหล่งน้ำ ดิน และอากาศ ตลอดจนบางส่วนที่ตกค้างอยู่ในอาหาร ทำให้ประชากรเสี่ยงต่อการได้รับอันตรายจากการเป็นโรคต่าง ๆ เช่น มะเร็ง ความผิดปกติทางพันธุกรรม (นฤเบศ, 2554) ตลอดจนการจัดการกับระบบการจัดเก็บหรือขนถ่ายขยะมูลฝอย

ในปัจจุบันยังไม่เกิดประสิทธิภาพสูงสุด ทั้งในแง่ของความพอเพียงของจุดรองรับขยะต่อปริมาณการทิ้ง การวางแผนการเข้าถึงจุดรองรับขยะให้ครอบคลุมพื้นที่และความต้องการของประชากรในชุมชน รวมทั้งความคุ้มค่าของงบประมาณในการบริหารจัดการในท้องถิ่น

จังหวัดนครราชสีมา เป็นศูนย์กลางขนาดใหญ่ที่เชื่อมต่อระหว่างภาคตะวันออกเฉียงเหนือกับภาคอื่น ๆ มีบทบาทสำคัญมากในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เนื่องด้วยเป็นศูนย์กลางกิจกรรมต่าง ๆ ทำให้มีความเติบโตด้านเศรษฐกิจ เทคโนโลยี การศึกษา และการคมนาคม มีความก้าวหน้าเป็นที่ดึงดูดให้ประชากรอพยพย้ายถิ่นเข้ามาอาศัยประกอบอาชีพและย้ายเข้ามาตั้งถิ่นฐานเป็นจำนวนมาก ทำให้เมืองมีการขยายตัวขึ้นอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้เกิดขยะมูลฝอยและสิ่งปฏิกูลเป็นจำนวนมากต่อวัน และที่สำคัญในเขตพื้นที่เทศบาลนครราชสีมา เป็นพื้นที่ประสบปัญหาด้านการจัดการขยะมูลฝอยในพื้นที่ เนื่องจากจุดรองรับขยะที่มีอยู่ในปัจจุบันไม่เพียงพอต่อความต้องการ และในบางตำแหน่งของจุดรองรับขยะมูลฝอยยังตั้งอยู่ห่างไกลจากครัวเรือน ประชากรในพื้นที่จึงแก้ปัญหาโดยการนำขยะมากองรวมไว้หน้าบ้านเรือนของตนเอง หรือแม้ในบางพื้นที่ที่ประชากรทิ้งขยะมูลฝอยเหล่านี้ในพื้นที่รกร้างว่างเปล่า จึงก่อให้เกิดปัญหาการจับเก็บของเส้นทางเดินรถจัดเก็บขยะของเทศบาล ทำให้การจับเก็บไม่ทั่วถึงจนกลายเป็นปัญหาของพื้นที่ และในยุคที่เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศได้เข้ามามีบทบาทและความสำคัญต่อการดำเนินชีวิตประจำวันของเราเป็นอย่างมาก เนื่องจากทำให้สะดวกรวดเร็วทั้งในการทำงาน การติดต่อสื่อสาร และทำให้มีการตัดสินใจได้อย่างแม่นยำขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ที่เป็นระบบการจัดเก็บข้อมูล วิเคราะห์และแสดงผลข้อมูลเชิงพื้นที่เพื่อนำไปประยุกต์ใช้งานใน

หลากหลายมิติที่นิยมใช้กันทั่วโลก โดยเฉพาะงานด้านการจัดการเมือง การจัดการสิ่งแวดล้อม และหนึ่งในกระบวนการวิเคราะห์ นั่นคือ กระบวนการวิเคราะห์โครงข่าย network analysis ก็เป็นอีกกระบวนการที่จะช่วยทำให้เรามองเห็นภาพรวมปัญหาการจัดเก็บของเส้นทางเดินรถจัดเก็บขยะของเทศบาล และสามารถวิเคราะห์หาแนวทางและวิธีที่จะแก้ไขเป็นอย่างดี

ดังนั้นผู้วิจัยจึงเล็งเห็นถึงความสำคัญของการวางแผนเส้นทางเดินรถจัดเก็บขนขยะดังกล่าว ตลอดจนการหาตำแหน่งที่เหมาะสมสำหรับจุดรองรับขยะมูลฝอย เพื่อตอบสนองความต้องการของประชากรต่อการเข้าถึง จากการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการวิเคราะห์ตำแหน่งที่ตั้งของจุดรองรับขยะและเส้นทางเหมาะสมในการขนขยะมูลฝอยไปยังแหล่งกำจัดให้มีประสิทธิภาพสูงสุด โดยใช้วิธีการ network analysis ด้วยทฤษฎี best route analysis ในการเดินรถจัดเก็บขยะ และหาแบบจำลองที่ตั้งที่เหมาะสมสำหรับจุดรองรับขยะมูลฝอยใหม่ด้วยวิธีการ location & allocation ในรูปแบบของทฤษฎี maximize attendance จากจุดรองรับขยะเดิม เพื่อลดปัญหาการตักถังของขยะมูลฝอย และลดค่าใช้จ่ายทั้งด้านแรงงาน ระยะเวลา กระบวนการการจัดเก็บ ตลอดจนงบประมาณในท้องถิ่น เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการวางแผนในการตั้งงบประมาณด้านการพัฒนาท้องถิ่นในด้านอื่น ๆ ต่อไป

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อศึกษาเส้นทางเดินรถจัดเก็บขนขยะภายใต้จุดรองรับขยะเดิมต่อการเข้าถึงของประชากร

2.2 เพื่อหาแบบจำลองที่ตั้งที่เหมาะสมสำหรับจุดรองรับขยะมูลฝอยต่อการเข้าถึงของเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะ

3. อุปกรณ์และวิธีการ

3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูลและขอบเขตการศึกษา

3.1.1 พื้นที่ศึกษา คือ เทศบาลนครนครราชสีมา เขต 4 อำเภอเมืองนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา ซึ่งมีเนื้อที่ประมาณ 37.5 ตารางกิโลเมตร มีประชากร จำนวน 166,615 คน ครั้วเรือน จำนวน 3,641 ครั้วเรือน คิดเป็นความหนาแน่น 4,443 คนต่อตารางกิโลเมตร บันทึกในรูปแบบดิจิทัลและกำหนดพิกัดอ้างอิงในระบบ UTM (universal transverse mercator) WGS 1984 zone 48 มาตราส่วน 1:50,000 จัดทำโดยกรมแผนที่ทหาร เพื่อใช้เป็นแผนที่ฐานอ้างอิงพิกัดภูมิศาสตร์กับชั้นข้อมูลอื่น ๆ

3.1.2 ชั้นข้อมูลเชิงพื้นที่ (spatial data) และนำเข้าข้อมูลเชิงคุณลักษณะ (attribute data) ในรูปแบบของ shapefile ได้แก่ ชั้นข้อมูลถนนข้อกำหนดความเร็วบนถนน ข้อกำหนดต่าง ๆ เกี่ยวกับการใช้รถ ชั้นขอบเขตการปกครองในระดับต่าง ๆ มาตราส่วน 1:50,000 เพื่อใช้ในการวิเคราะห์โครงข่าย

3.1.3 การวิจัยจะเลือกการวิเคราะห์ข้อมูลโครงข่าย network analysis (สุเพชร, 2560) หลักการวิเคราะห์เส้นทางที่สั้นที่สุด best route analysis เพื่อหาเส้นทางที่สั้นที่สุดในการเก็บขนขยะ และการสร้างแบบจำลองเพื่อจัดสรรจุดรองรับขยะมูลฝอย จากหลักการวิเคราะห์ location & allocation ด้วยทฤษฎี maximize attendance จากจุดรองรับขยะเดิม ภายใต้เงื่อนไขและข้อกำหนดต่าง ๆ ในการใช้งานจริงของการใช้ถนน โดยควบคุมความเร็วในการเดินทาง ประเภทของชั้นถนนในพื้นที่ชุมชน

3.2 วิธีการศึกษา

3.2.1 ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลตำแหน่งและเส้นทางเดินทางของจุดรองรับขยะใน

พื้นที่เทศบาลนครนครราชสีมา จำนวน 2 เส้นทางคือ สาย 125 และ 84 และตำแหน่งจุดรองรับขยะมูลฝอยทั้งหมดในพื้นที่ศึกษา จำนวน 288 ถึง ด้วยเครื่องกำหนดระบบตำแหน่งบนพื้นโลก (global positioning system, GPS) เพื่อศึกษาและวิเคราะห์ตำแหน่งที่ตั้งจุดรองรับขยะมูลฝอยที่ใช้งานในปัจจุบัน (เดิม) ที่ให้บริการในพื้นที่ศึกษา

3.2.2 จากนั้นผู้วิจัยดำเนินการสำรวจและสอบถามปริมาณขยะมูลฝอยและความเพียงพอในการให้บริการจุดรองรับขยะที่มีอยู่ในปัจจุบัน (เดิม) ร่วมกับแบบสัมภาษณ์จากสำนักงานสาธารณสุข และสิ่งแวดล้อม เทศบาลนครนครราชสีมา เพื่อดำเนินการปริมาณของขยะมูลฝอยจากครั้วเรือน ด้วยวิธีการแจกถุงดำให้ประชากรกลุ่มตัวอย่างเพื่อวัดปริมาณของขยะจากครั้วเรือนและนำกลับจากครั้วเรือนเพื่อนำมาชั่งน้ำหนักในวันรุ่งขึ้น ซึ่งกลุ่มตัวอย่างได้จากการกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างจากสูตร Taro Yamane (อัจฉราวรรณ, 2554) ที่ระดับความคลาดเคลื่อนของการสุ่มตัวอย่าง 0.05 ซึ่งสามารถกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาในครั้งนี้ 360 ครั้วเรือน จากจำนวนครั้วเรือนทั้งหมดจำนวน 3,641 ครั้วเรือนเพื่อศึกษาหาปริมาณขยะมูลฝอยต่อวันของแต่ละครั้วเรือน และข้อมูลปริมาณขยะมูลฝอยเฉลี่ยต่อวันโดยพิจารณาเปรียบเทียบจากข้อมูลจำนวนประชากรในแต่ละครั้วเรือนกับปริมาณขยะมูลฝอยที่เก็บได้จริง โดยกำหนดให้ใช้หน่วยเป็นลิตร เพื่อให้สอดคล้องกับความจุของถังขยะเทศบาลนครนครราชสีมา

3.2.3 นำปริมาณขยะต่อครั้วเรือนไปใช้ในการวิเคราะห์โครงข่ายด้วยการวิเคราะห์หาที่ตั้งและจุดจัดสรร ด้วยทฤษฎี maximize attendance เพื่อตรวจสอบว่าจุดรองรับขยะที่มีอยู่ในปัจจุบัน (เดิม) ในเทศบาล เพื่อหาความเพียงพอในการให้บริการจุดรองรับขยะ

3.2.4 ดำเนินการวิเคราะห์โครงข่าย network analysis หลักการวิเคราะห์เส้นทางที่สั้นที่สุด best route analysis เพื่อหาเส้นทางที่สั้นที่สุดในการเก็บขนขยะ จากการสร้าง network dataset และจัดเก็บฐานข้อมูลไว้ใน geodatabase ที่อยู่ภายใต้ feature dataset เดียวกันทั้งหมด พร้อมทั้งตรวจสอบและปรับแก้ข้อมูล topology เพื่อให้การวิเคราะห์โครงข่ายเกิดความผิดพลาดน้อยที่สุด (ธัญญรัตน์, 2560) โดยกำหนดเงื่อนไขในการวิเคราะห์โครงข่าย ดังนี้

(1) เวลาหรือระยะทางที่ใช้ในการเดินทาง ซึ่งจะใช้ในการคำนวณเส้นทางที่ใช้เวลาน้อยที่สุด เส้นทางที่สั้นที่สุดในการเดินทางหรือเส้นทางที่เหมาะสม

(2) กำหนดคุณลักษณะของเส้นทาง เช่น จำนวนช่องทางเดินรถ หรือข้อจำกัดความเร็วในแต่ละเส้นทาง ซึ่งสามารถใช้ในการอธิบายเวลาในการเดินทางของเส้นทางที่หาได้

(3) ข้อจำกัดของเส้นทาง เช่น เส้นทางเดินรถทางเดียว ข้อจำกัดในการเลี้ยวหรือเส้นทางที่ใช้ได้เฉพาะรถยนต์ ซึ่งสามารถใช้ในการคำนวณเส้นทาง

(4) ข้อมูลกำหนดระดับชั้นของเส้นทาง เช่น ถนนหลวง ทางด่วน ถนนหลัก หรือซอย มาใช้ในการคำนวณระยะเวลาเดินทาง ภายใต้เงื่อนไขการเดินทางของกรมทางหลวง และกรมทางหลวงชนบท (สำนักงานทางหลวงชนบท, 2549)

เพื่อวิเคราะห์หาเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอย ที่ให้บริการในทุก ๆ จุดที่มีจุดรองรับขยะมูลฝอยในปัจจุบัน (เดิม) จำนวน 288 ถัง

3.2.5 หลังจากนั้นศึกษาจุดจัดสรรตำแหน่งจุดรองรับขยะมูลฝอยที่ดีที่สุดโดยหาตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุดในการให้ความสะดวกแก่ประชากรในการเข้าถึงจุดรองรับขยะมูลฝอยในพื้นที่เทศบาลนครนครราชสีมา โดยพิจารณาจาก

ตำแหน่งครัวเรือน โดยการเฉลี่ยระยะทางจากเครื่องมือ central feature เพื่อหาจุดกึ่งกลางเฉลี่ยที่สามารถเข้าถึงของประชากรเพื่อให้ครอบคลุมพื้นที่ศึกษา แล้วนำมาวิเคราะห์แบบจำลองเพื่อค้นหาตำแหน่งที่ตั้งด้วยวิธีการหาตำแหน่ง และจุดจัดสรร location & allocation ด้วย ทฤษฎี maximize attendance เพื่อหาตำแหน่งที่ตั้งจุดรองรับขยะที่ประชากรสามารถนำขยะมาทิ้ง โดยกำหนดให้ครัวเรือนสามารถเข้าถึงจุดรองรับขยะในระยะไม่เกิน 250 เมตร ด้วยกำหนดค่า cut-off value เท่ากับ 250 เมตร (Vijay et al. 2008) ดังนี้

(1) การกำหนดเงื่อนไขปัจจัยการสร้าง network dataset จากนั้นเมื่อได้ข้อมูลตำแหน่งที่ตั้งจุดรองรับขยะมาวิเคราะห์สร้างแบบจำลองโครงข่ายการเก็บขนขยะ จากเงื่อนไขในรูปแบบต่าง ๆ ดังตารางที่ 1

(2) นำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์หาตำแหน่งที่ตั้งที่เหมาะสมสำหรับจุดรองรับขยะที่เหมาะสม (ใหม่) มาวิเคราะห์หาเส้นทางที่เหมาะสมที่สุดในการเก็บขนขยะมูลฝอยโดยใช้ การวิเคราะห์โครงข่าย network analysis ด้วยทฤษฎี best route analysis และนำเส้นทางที่วิเคราะห์ได้มาเปรียบเทียบกับเส้นทางเก็บขนขยะในปัจจุบัน (เดิม) เพื่อแสดงการเปลี่ยนแปลงของผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์เส้นทางกับเส้นทางปัจจุบัน

3.2.6 จัดทำแผนที่แสดงแบบจำลองที่ตั้งที่เหมาะสมสำหรับจุดรองรับขยะมูลฝอยต่อการเข้าถึงของเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะในพื้นที่เทศบาลนครนครราชสีมาเขต 4 อำเภอเมืองนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา

4. ผลการศึกษา

4.1 ผลการศึกษาเส้นทางเดินรถจัดเก็บขนขยะภายใต้จุดรองรับขยะเดิมต่อการเข้าถึงของประชากร

ตารางที่ 1 การกำหนดเงื่อนไขปัจจัยการสร้าง network dataset

ชื่อฟิลด์ name	การใช้งาน	ประเภทฟิลด์ data type	network attribute		สูตรคำนวณ หรือการกำหนดค่าฟิลด์
			usage	unit	
name	เพื่อใช้บอกชื่อ ถนนอะไร	text			ความยาวเส้นถนน (length)
length	วิเคราะห์ด้วยระยะทาง	double	cost	kilometres	$[\text{Length}/(\text{speed}/\text{hr})] \times 60$ min/hr
minutes	วิเคราะห์เวลาเดินทางด้วยรถยนต์	double	cost	minutes	ใส่ความเร็วให้กับถนนแต่ละเส้น
speed	อาจใช้เพื่อคำนวณเวลา	Short integer		kilometres/hr	ใส่ค่าตามประเภทถนนจากฟิลด์ (symbol)
hierarchy	กำหนดลำดับถนนความเร็วแต่ละเส้นทาง	short integer	hierarchy	unknown	สายหลัก 40 Km/hr*; สายรอง 30 Km/hr*; ซอย 30 Km/hr*

*ความเร็วที่ใช้ในการเดินทางอ้างอิงจากมาตรฐานชั้นทางสำหรับทางหลวงท้องถิ่น ปี พ.ศ. 2549

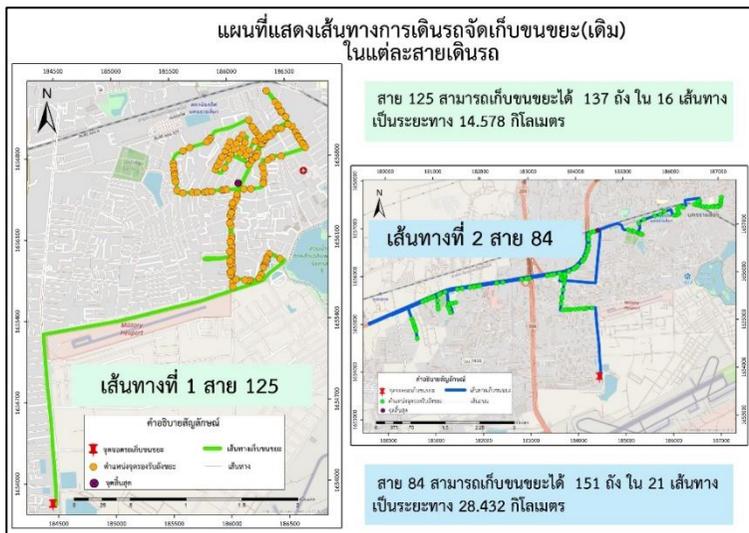
ผลการศึกษาพบว่าตำแหน่งที่ตั้งจุดรองรับขยะมูลฝอยและเส้นทางเดินรถจัดเก็บขนขยะที่ได้จากการลงสำรวจภาคสนาม โดยใช้อุปกรณ์ระบบกำหนดตำแหน่งบนโลก (global positioning system, GPS) เพื่อเก็บข้อมูลตำแหน่งพิกัดจุดรองรับขยะ ซึ่งมีทั้งหมด 288 ถัง โดยตั้งกระจายอยู่ตามถนนสายหลักของพื้นที่ ได้แก่ ถนนเดชอูดม ถนนพิบูลละเอียด ถนนมิตรภาพ ถนนรถไฟ ถนนโยธา และถนนจอมสุรางค์ยาตร์ แต่ยังไม่เพียงพอต่อความต้องการของประชากรในพื้นที่ เนื่องจากจำนวนประชากรในพื้นที่มีจำนวนมากจึงส่งผลทำให้ปริมาณของเสียและขยะมูลฝอยในครัวเรือนมีปริมาณค่อนข้างมาก และจากการลงพื้นที่สำรวจปริมาณขยะในพื้นที่ศึกษาต่อคนต่อวัน พบว่าประชากรหนึ่งคนสามารถสร้างขยะได้ ประมาณ 1.1 กิโลกรัมต่อวัน ซึ่งมีความสอดคล้องกับการศึกษาปริมาณขยะและองค์ประกอบมูลฝอยชุมชนของกรมควบคุมมลพิษ ปี พ.ศ. 2561 รวมทั้งการวางถังขยะหรือจุดรองรับขยะอย่างไม่เป็นระบบ จากการศึกษาพบว่าในบางพื้นที่ตำแหน่งของจุดรองรับขยะมูลฝอยยังตั้งอยู่ห่างไกลจากครัวเรือน ประชากรในพื้นที่จึงแก้ปัญหาโดยการนำขยะมากองรวมไว้หน้า

บ้านของตนเอง ซึ่งอาจก่อให้เกิดปัญหาในการจัดเก็บขยะมูลฝอยในพื้นที่ ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการจัดหาตำแหน่งจุดรองรับถังขยะที่เหมาะสมมาทดแทนตำแหน่งเดิมและในแต่ละจุดรองรับ และในแต่ละจุดต้องสามารถรองรับขยะมูลฝอยอย่างน้อยตำแหน่งละ 240 ลิตร จึงจะเพียงพอต่อความต้องการ ซึ่งจากแบบจำลองที่ความจุ 240 ลิตรที่จะสามารถรองรับขยะมูลฝอยทั้งหมด 69,120 ลิตร จึงจะเพียงพอต่อความต้องการของประชากรในพื้นที่ ดังรูปที่ 1

สำหรับเส้นทางเดินรถในการจัดเก็บขนขยะปัจจุบัน (เดิม) พ.ศ. 2561 ตามเส้นถนนสายหลักในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา มีรถจัดเก็บขนขยะมูลฝอยทั้งหมดรวม 50 คัน โดยจากการลงสำรวจเก็บข้อมูลภาคสนาม ได้ศึกษาในพื้นที่เขต 4 ซึ่งมี 2 เส้นทาง คือ สาย 125 และ 84 พบว่าทั้ง 2 สาย พบปัญหาในการจัดเก็บขยะมูลฝอยในแต่ละตำแหน่ง เนื่องจากบางครัวเรือนไม่ได้ทิ้งขยะไว้ที่ตำแหน่งจุดรองรับ เพราะอยู่ห่างไกลจากครัวเรือนจึงนำขยะมากองไว้หน้าบ้านของตนเอง ซึ่งจะเป็นปัญหาทำให้การจัดเก็บ หลังจากผู้วิจัยพบปัญหาดังกล่าว จึงใช้หลักการวิเคราะห์ network analysis



รูปที่ 1 แผนที่แสดงตำแหน่งจุดรองรับขะที่มีในปัจจุบัน (เดิม) จำนวน 288 ถัง



รูปที่ 2 แผนที่แสดงเส้นทางการเดินรถจัดเก็บขนขะ(เดิม) ทั้ง 2 สายเดินรถ

ทฤษฎี best route analysis เพื่อวางแผนเก็บขนขะให้ครบทั้ง 288 ตำแหน่ง พบว่าเส้นทางที่ 1 สาย 125 สามารถเก็บขนขะมูลฝอยจากจุดรองรับทั้งสิ้น 137 ถัง โดยมีเส้นทางในการเดินรถสำหรับเส้นทางนี้ จำนวน 16 เส้นทาง การเก็บขนขะจะมี

ทุกวันไม่มีวันหยุดทำการ เริ่มการเก็บตั้งแต่ 18:00-23:00 น.ของทุกวัน เดินรถเป็นระยะทาง 14.578 กิโลเมตร ใช้เวลาเดินรถโดยเฉลี่ย 5 ชั่วโมง 40 นาที ทำให้เสียงบประมาณและค่าใช้จ่ายสูง โดยจะวัดจากน้ำหนักปริมาณขะ 1 ตันต่อ 300 บาท อ้างอิง

จากการสอบถามเจ้าหน้าที่พนักงานขับรถเก็บขนขยะปฏิบัติงานจริง ดังนั้นสรุปได้ว่าเส้นทางเดินรถในการเก็บขนขยะเส้นนี้ จะเก็บขนขยะได้ปริมาณทั้งหมดเฉลี่ย 6-8 คันต่อวัน ซึ่งจะต้องเสียค่าใช้จ่ายในการจัดการขยะ 1,800-2,400 บาทต่อวัน คิดเป็น 54,000-72,000 บาทต่อเดือน และ 648,000-864,000 บาทต่อปี การเดินรถแสดงดังรูปที่ 2

เส้นทางที่ 2 สาย 84 พบว่าในเส้นทางนี้สามารถเก็บขนขยะมูลฝอยจากจุดรองรับทั้งสิ้น 151 ถัง โดยมีเส้นทางในการเดินรถสำหรับเส้นทางนี้จำนวน 21 เส้นทาง การเก็บขนขยะจะมีทุกวันไม่มีวันหยุดทำการเช่นกัน เริ่มการเก็บตั้งแต่ 18:40-02:00 น. ของทุกวัน เดินรถเป็นระยะทาง 28.432 กิโลเมตร ใช้เวลาเดินรถ 6 ชั่วโมง 40 นาที ดังนั้นสรุปได้ว่าเส้นทางเดินรถในการเก็บขนขยะเส้นนี้ จะเก็บขนขยะได้ปริมาณทั้งหมดเฉลี่ย 7-8 คันต่อวัน ซึ่งจะต้องเสียค่าใช้จ่ายในการจัดการขยะ 2,100-2,400 บาทต่อวัน คิดเป็น 63,000-72,000 บาทต่อเดือน และ 756,000-864,000 บาทต่อปี สามารถแสดงการเดินรถดังรูปที่ 2 จากการศึกษาค้นคว้าถึงแม้ว่ารถเก็บขยะมูลฝอยจะสามารถเก็บขนขยะในทุก ๆ ตำแหน่งของจุดรองรับขยะมูลฝอย แต่ในบางเส้นทางของจุดรองรับขยะมูลฝอยเส้นทางเดิม จะตั้งอยู่ชอยแควรถเก็บขนขยะไม่สามารถเข้าถึง เป็นเหตุให้พนักงานหรือเจ้าหน้าที่ ต้องเดินเข้าไปยังจุดรองรับขยะเอง เป็นอีกหนึ่งสาเหตุที่ทำให้ต้องใช้ระยะเวลานาน และอีกหนึ่งปัญหาหลักที่พบในพื้นที่ศึกษา คือ ตำแหน่งของจุดรองรับขยะมูลฝอยยังตั้งอยู่ห่างไกลจากครัวเรือน ประชากรในพื้นที่จึงแก้ปัญหาโดยการนำขยะมากองรวมไว้หน้าบ้านของตนเอง หรือในบางพื้นที่ประชากรทิ้งขยะมูลฝอยเหล่านี้ในพื้นที่กร้างว่างเปล่า ก่อให้เกิดปัญหาการจัดเก็บของเส้นทางเดินรถจัดเก็บขยะของเทศบาลจึงเป็นสาเหตุที่ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาเพื่อสร้างแบบจำลองที่ตั้งที่เหมาะสมสำหรับจุดรองรับขยะมูล

ฝอยต่อการเข้าถึงของเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะในพื้นที่ศึกษา

4.2 ผลการศึกษาการสร้างแบบจำลองที่ตั้งที่เหมาะสมสำหรับจุดรองรับขยะมูลฝอยต่อการเข้าถึงของเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะ

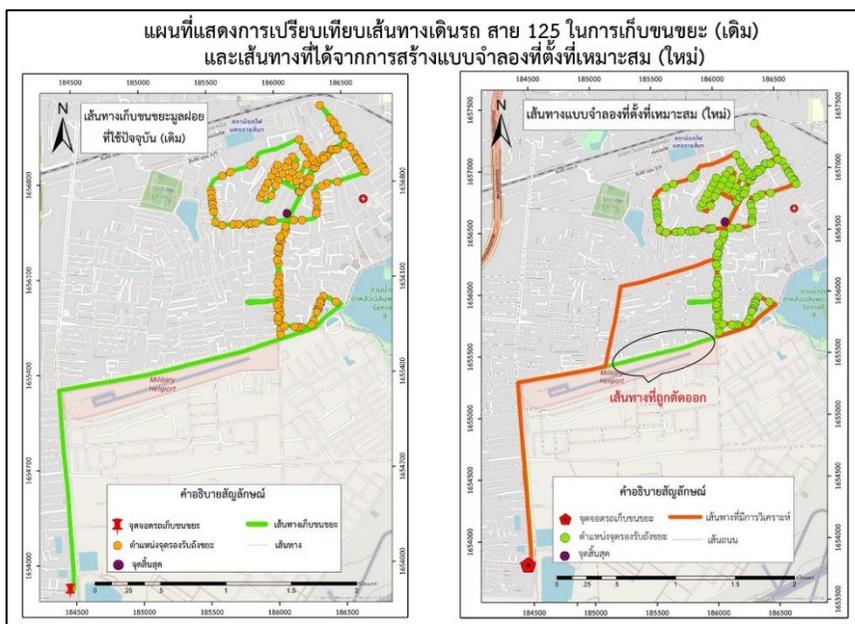
ผลการวิเคราะห์โครงข่ายด้วยวิธีการวิเคราะห์หาตำแหน่งที่ตั้งและจุดจัดสรร พบว่าจุดจัดสรรสำหรับการรองรับขยะมูลฝอยที่เหมาะสมเพียงพอต่อความต้องการและต่อการเข้าถึงของประชากร โดยการกำหนดระยะในการเข้าถึงจุดรองรับขยะมูลฝอย (ใหม่) ต้องมีระยะทางไม่เกิน 250 เมตร อ้างอิงจากข้อมูลจากองค์การศูนย์สาธารณสุขและวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ประเทศอินเดีย เพื่อแก้ปัญหาจุดรองรับขยะเดิมที่ไกลจากบ้านเรือน ทำให้ประชากรทิ้งขยะมูลฝอยไว้หน้าบ้านของตนเอง ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและส่งผลกระทบต่อสุขภาพกายและสุขภาพจิตของประชากรในพื้นที่ ซึ่งพบว่าแบบจำลองที่ตั้งที่เหมาะสมสำหรับจุดจัดสรรที่รองรับขยะมูลฝอยที่ได้จากการวิเคราะห์มีทั้งสิ้น 257 ถัง ซึ่งมีจำนวนที่ลดลงจากเดิม จำนวน 31 ถัง สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายในการบริหารจัดการ คิดเป็นเงิน 111,600 บาทต่อปี นอกจากศักยภาพในการเข้าถึง แล้วยังสามารถกำหนดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะรูปแบบใหม่ เพื่อให้รถเก็บขนขยะสามารถเก็บรวบรวมครบทุกตำแหน่ง โดยใช้ระยะทาง ระยะเวลา และมีค่าใช้จ่ายน้อยลงเมื่อเปรียบเทียบกับเส้นทางเก็บขนขยะที่ใช้ในปัจจุบัน (เดิม) โดยมีรายละเอียดดังนี้

เส้นทางที่ 1 สาย 125 สามารถจัดสรรจุดรองรับขยะมูลฝอย (ใหม่) ที่เหมาะสม จำนวน 123 ถัง สามารถลดจำนวนจุดรองรับที่ไม่เหมาะสมจำนวน 14 ถัง ทำให้ระยะในแต่ละเส้นทางลดลง 0.167 กิโลเมตร เวลาใช้ลดลง 1 ชั่วโมง 40 นาที ซึ่งแสดงดังตารางที่ 2

เส้นทางที่ 2 สาย 84 สามารถจัดสรรจุด

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบข้อมูลรถเก็บขนขยะมูลฝอยระหว่างเส้นทางที่ใช้ปัจจุบัน (เดิม) กับเส้นทางที่ได้จากการสร้างแบบจำลองที่ตั้งที่เหมาะสมสำหรับจุดรองรับขยะมูลฝอย (ใหม่)

เส้นทางเดินรถเก็บขนขยะ	เส้นทางรถเก็บขนขยะ	ระยะเวลาในการเดินรถเก็บขนขยะ	ร้อยละของระยะเวลาที่ลดลง (%)	ระยะทางในการเดินรถเก็บขนขยะ (กิโลเมตร)	ร้อยละของระยะทางที่ลดลง (%)
เส้นทางที่ 1 สาย 125	เส้นทางที่ใช้ปัจจุบัน (เดิม)	5 ชั่วโมง 40 นาที	41.37	14.578	49.71
	เส้นทางที่ได้จากแบบจำลอง	4 ชั่วโมง 52 นาที		14.411	
เส้นทางที่ 2 สาย 84	เส้นทางที่ใช้ปัจจุบัน (เดิม)	6 ชั่วโมง 40 นาที	46.58	28.432	49.19
	เส้นทางที่ได้จากแบบจำลอง	5 ชั่วโมง 14 นาที		27.531	



รูปที่ 3 แผนที่แสดงการเปรียบเทียบเส้นทางรถเก็บขนขยะ เส้นทางที่ 1 สาย 125

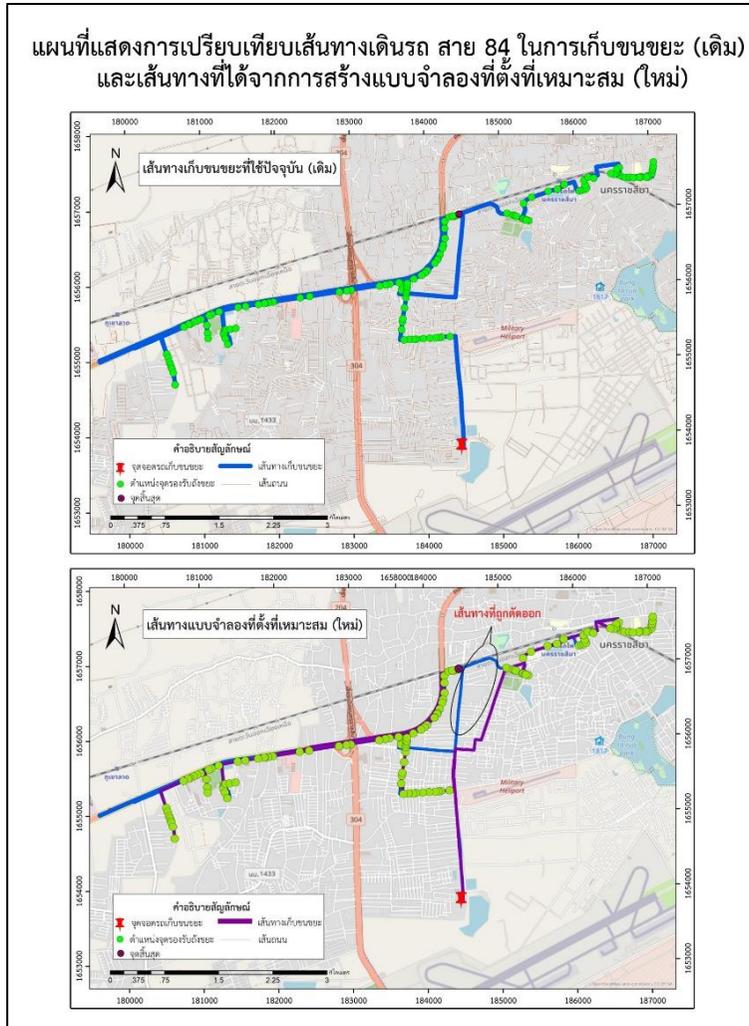
รองรับขยะมูลฝอย (ใหม่) ที่เหมาะสม จำนวน 134 ถึง สามารถลดจำนวนจุดรองรับที่ไม่เหมาะสมจำนวน 17 ถึง ทำให้ระยะในแต่ละเส้นทางลดลง 0.900กิโลเมตร เวลาใช้ใช้ลดลง 46 นาที ซึ่งแสดงดังตารางที่ 2

สามารถสร้างเป็นแผนที่แสดงการเปรียบเทียบเส้นทางรถเก็บขนขยะมูลฝอยที่ใช้ปัจจุบัน (เดิม) กับเส้นทางรถเก็บขนขยะมูลฝอยที่ได้จากการสร้างแบบจำลองที่ตั้งที่เหมาะสมสำหรับจุดรองรับ

ขยะมูลฝอย (ใหม่)ในพื้นที่เทศบาลนครนครราชสีมา เขต 4 อำเภอเมืองนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา ดังรูปที่ 3 และ 4

5. สรุปและอภิปรายผล

การศึกษาเส้นทางเดินรถจัดเก็บขนขยะภายใต้จุดรองรับขยะเดิมต่อการเข้าถึงของประชากร และสร้างแบบจำลองที่ตั้งที่เหมาะสมสำหรับจุดรองรับขยะมูลฝอยต่อการเข้าถึงของเส้น -



ทางเดินรถเก็บขนขยะ พบว่าตำแหน่งจุดรองรับถังขยะมูลฝอยของเทศบาลนครนครราชสีมา เขต 4 มีลักษณะการตั้งกระจายอยู่ตามถนนสายหลักของพื้นที่ที่ไม่ได้เป็นแหล่งที่ตั้งของชุมชนที่มีจำนวนประชากรอาศัยอยู่จำนวนมาก ดังนั้นจึงมีจุดรองรับถังขยะจำนวนหนึ่งใช้ประโยชน์ไม่เต็มประสิทธิภาพ มีขยะมูลฝอยที่ทิ้งจำนวนน้อย ในขณะที่เดียวกันซึ่งจุดรองรับถังขยะส่วนหนึ่งต้องรองรับขยะจนเต็มเกินที่จะรองรับได้ อีกทั้งการตั้งจุดรองรับขยะมูลฝอยยังไม่มีการเกิดการกระจุกตัวของถังขยะในบาง

ตำแหน่งมากเกินไปและบางตำแหน่งอยู่ห่างไกลชุมชนมากเกินไป ไม่มีศักยภาพในการเข้าถึงของประชากร ส่งผลให้ถังขยะไม่ได้ รวมทั้งการเก็บขนขยะในซอยแคบไม่สามารถเข้าไปเก็บขนขยะได้ เจ้าหน้าที่ต้องเดินเข้าไปเก็บขนขยะเอง ทำให้การเก็บขนขยะเกิดความล่าช้า และเสียเวลาเป็นอย่างมาก ซึ่งผู้วิจัยได้สังเกตเห็นถึงความสำคัญของปัญหาและความสูญเสียที่จะเกิดขึ้น จึงมีแนวทางในการวิเคราะห์โครงข่ายด้วยวิธีการวิเคราะห์เพื่อหาตำแหน่งที่ตั้งและจุดจัดสรรที่เหมาะสมตามลักษณะ

ของที่ตั้งและการเข้าถึงของประชากร ซึ่งจะทำให้ระบบการจัดการมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ซึ่งสามารถลดต้นทุนค่าใช้จ่าย ระยะเวลา โดยใช้หลักการการวิเคราะห์ข้อมูลโครงข่าย network analysis ร่วมกับหลักการวิเคราะห์ location & allocation ด้วยทฤษฎี maximize attendance ซึ่งมีความสอดคล้องกับการศึกษาของ ธนลักษณะ และคณะ (2560) ที่ศึกษาการวิเคราะห์โครงข่ายด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการวางแผนการจัดเก็บขยะมูลฝอย กรณีศึกษาเทศบาลเมืองบางกรวย จังหวัดนนทบุรี พบว่าจากการวิเคราะห์สามารถลดลงตำแหน่งจุดรองรับขยะ และมีการเข้าถึงจุดรองรับถึงขยะของครัวเรือนมีความครอบคลุม และเพียงพอต่อความต้องการ เนื่องจากมีการวางผังตำแหน่งที่ตั้งของจุดรองรับถึงขยะระยะให้ตั้งในตำแหน่งที่ไม่ไกลจากแหล่งชุมชนเกิน 250 เมตร และในตำแหน่งที่ไม่เหมาะสม ทำให้จุดรองรับขยะมูลฝอยจึงสามารถรองรับขยะในปริมาณที่มากขึ้น ใช้งานจุดรองรับได้เต็มประสิทธิภาพ และยังทำให้การจัดเก็บสามารถทำได้สะดวกและรวดเร็วขึ้น

ดังนั้นจึงสรุปว่าการวิเคราะห์โครงข่ายด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อหาแบบจำลองที่ตั้งที่เหมาะสมสำหรับจุดรองรับขยะมูลฝอยในพื้นที่เทศบาลนครนครราชสีมา สามารถลดจุดรองรับขยะได้เหลือเพียง 257 ถึง ที่สามารถให้บริการได้ครอบคลุมทั้งพื้นที่ ระยะทางในแต่ละเส้นลดลงประมาณ 1 กิโลเมตร ใช้เวลาลดลง 1 ชั่วโมง 26 นาที ในแต่ละเส้นทาง และลดค่าใช้จ่ายลงได้ประมาณ 111,600 บาท/ปี ซึ่งสามารถใช้เป็นแนวทางเพื่อวางแผนเส้นทางที่เหมาะสมในการจัดเก็บขนขยะมูลฝอย ช่วยพัฒนาและยกระดับคุณภาพชีวิตของประชากรในชุมชน และเพิ่มประสิทธิภาพของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องให้สามารถดำเนินการเก็บขนขยะได้สะดวกยิ่งขึ้น

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อม เทศบาลนครนครราชสีมา ที่ให้อาณาเขตวิเคราะห์ข้อมูล และอำนวยความสะดวกในระหว่างการลงสำรวจภาคสนาม ขอขอบคุณภาคศึกษามิศาสตร์และคณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่ให้การสนับสนุนและอำนวยความสะดวกในการวิจัยครั้งนี้

7. รายการอ้างอิง

- กรมควบคุมมลพิษ, 2561, การศึกษาปริมาณขยะและองค์ประกอบมูลฝอยชุมชน, แหล่งที่มา : <http://buriramlocal.go.th/UserFiles/File/2559-01/4.pdf>, 10 มีนาคม 2561.
- กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2547, การจัดการขยะมูลฝอยชุมชนอย่างครบวงจร, พิมพ์ครั้งที่ 4, โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, กรุงเทพฯ.
- กรมแผนที่ทหาร, 2560, ศูนย์บริการข้อมูลทางแผนที่ (Map Information Service Center) แผนที่กระดาษ, กรุงเทพฯ.
- ธนลักษณะ ศิริธรรมธร, มัลลิกา สุกิจปาณีนิจ และพรณี ชีวินศิริวัฒน์, 2560, การวิเคราะห์โครงข่ายด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการวางแผนการจัดเก็บขนขยะมูลฝอยกรณีศึกษาเทศบาลเมืองบางกรวย จังหวัดนนทบุรี, วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- ธัญญรัตน์ ไชยคราม, 2561, การวิเคราะห์โครงข่ายในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อเลือกเส้นทางท่องเที่ยว เขตพื้นที่ 12 เมืองต้องห้าม...พลาด ในกลุ่มการท่องเที่ยวภาคกลาง, ว. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 26(7): 1116 - 1129.

นฤเบศ ชาญพานิช, 2554, ชยะในปัจจุบัน, แหล่งที่มา : http://chaopanich.blogspot.com/03/blog-post_2779.html, 10 มีนาคม 2561.
สำนักงานทางหลวงชนบท, 2549, มาตรฐานชั้นทางสำหรับทางหลวงท้องถิ่น, กรุงเทพฯ
สุเพชร จิระจรกุล, 2560, เรียนรู้ระบบภูมิสารสนเทศด้วยโปรแกรม ArcGIS Desktop 10.5 for Desktop, บริษัท เอ. พี. กราฟิคไซน์และการ

พิมพ์, กรุงเทพฯ.
อัจฉราวรรณ งามญาณ, 2554, อันเนื่องมาแต่สูตรของยามาเน่, ว.บริหารธุรกิจ 34(131): 46-60.
Vijay, R., Gautam, A., Kalamdhad, A., Guptaand, A. and Devotta, S., 2008, GIS-based locational analysis of collection bins in municipal solid waste management systems, J. Environ. Eng. Sci. 7(1): 39-43.