

แนวทางในการพัฒนาเมืองที่เอื้อต่อการเดินทางด้วยจักรยาน กรณีศึกษา ชุมชนบ้านท่าขอนยาง-ขามเรียง จังหวัดมหาสารคาม

The Development of Bicycle Promoted Community, The Case Study of Thakhonyang – Khamriang Sub – districts

ไกรอนันต์ สิงสี,¹ พลเดช เชาวรัตน์²

Kraianan Singsee,¹ Pondej Chaowarat²

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้ เป็นการศึกษาถึงทัศนคติและพฤติกรรมการสัญจร และลักษณะทางกายภาพ เพื่อนำไปสู่การเสนอแนะรูปแบบทางจักรยาน โดยใช้แบบสอบถามข้อมูลด้านพฤติกรรม และทัศนคติเกี่ยวกับการใช้จักรยานในการเดินทาง แล้วทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีสถิติเชิงพรรณนากำหนดจำนวน 400 ชุด และการสำรวจทางกายภาพ เพื่อนำมาสู่การสรุปผล และข้อเสนอแนะของงานวิจัย

ผลการศึกษา พบว่า 1) ด้านพฤติกรรมและทัศนคติต่อการเดินทางด้วยจักรยาน ประชากรในพื้นที่มีสมรรถภาพทางร่างกายที่สามารถใช้จักรยานในการเดินทางได้ ส่วนใหญ่จะเดินทางไปจับจ่ายซื้อของและสถานศึกษา กิจกรรมส่วนใหญ่สามารถเดินทางด้วยจักรยานได้เนื่องจากอยู่ในรัศมีไม่เกิน 3.0 กิโลเมตร 2) ด้านทางกายภาพ โครงสร้างพื้นฐานไม่ได้ออกแบบเพื่อรองรับการเดินทางด้วยจักรยาน ขาดร่มเงาแก่ผู้ใช้ถนน มีมลภาวะทางเสียงและอากาศ จากยานพาหนะที่ใช้เครื่องยนต์ 3) ด้านทัศนคติเกี่ยวกับการใช้จักรยานในการเดินทาง ส่วนใหญ่เห็นด้วยที่จะมีเส้นทางจักรยานในการเดินทาง เลือกรูปแบบทางจักรยานเฉพาะ และต้องการสิ่งอำนวยความสะดวกในการเดินทางด้วยจักรยาน 4) ด้านรูปแบบทางจักรยานที่เหมาะสมแบ่งได้ 3 ประเภท ได้แก่ ทางจักรยานเฉพาะ ทางจักรยานที่ใช้ร่วมกับยานพาหนะประเภทอื่นโดยมีเส้นกำกับ ทางจักรยานแบบโซนควบคุมความเร็ว พื้นที่ที่เสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุควรจัดให้มีป้ายสัญญาณจราจรและเครื่องหมายต่างๆบนผิวถนน จัดสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆให้เอื้อต่อการเดินทางด้วยจักรยานอย่างเหมาะสม

คำสำคัญ: การพัฒนาเมือง, จักรยาน, ทางจักรยาน

¹ นิสิตระดับปริญญาโทสาขาวิชาการวางผังชุมชนเมืองและสภาพแวดล้อม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ ผังเมืองและนฤมิตศิลป์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, (086) 220-2761, Email : Kraianan7@gmail.com

² อาจารย์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ ผังเมืองและนฤมิตศิลป์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์, (081) 729-2275, Email : b_pondej@hotmail.com

¹ Graduate student in Sustainable Urban and Environmental Development, Faculty of Architecture, Urban Design and CreativeArts, Mahasarakham University

² Lecturer, Faculty of Architecture Urban Design and Creative Arts, Mahasarakham University, Advisor.

Abstract

This research was about a study of the attitudes and behaviors of cyclists and physical infrastructure in order to suggest the plan and design of cycle path. For the data analysis we used the questionnaires on behaviors and attitudes about the use of bicycles on the road and collected the data of the samples consisted of 400 respondents. Afterwards the collected data were analyzed by using the descriptive statistics. Besides we surveyed the physical infrastructure to bring to a conclusion and suggestions of the research.

The results of the study showed that: 1) In reference to the behaviors and attitudes of using a bicycle the population in the survey area has a physical performance to ride a bicycle. Most people use a bicycle within a 3 kilometers radius of their location to commute to work, school, shopping and life in general. 2) In reference to the physical Infrastructure many networks of roads and streets are not designed for traveling by bicycle. It lacks shaded roads for the cyclists. There are noise and air pollution caused by vehicle emissions. 3) In reference to the attitude about using a bicycle on the road most people agreed on the bike path. They chose a bicycle path that is physically separate from motorized traffic and would like to have cycle facilities 4) In reference to the design of cycle paths there are 3 suitable cycle paths such as the Cycle Path ,Cycle Lane and Zone 30. As suggestions of the research the traffic signs should be provided sufficiently at the risk areas of accidents and also the cycle facilities in order to support the convenient and safety traveling by bicycle.

Keywords: Urban Development, Bicycle, bike paths

บทนำ

เดิมชุมชนในเขตเทศบาลตำบลท่าขอนยางและตำบลขามเรียงมีลักษณะเป็นชุมชนชนบท ก่อนปี พ.ศ. 2539 การขยายตัวของชุมชนมีความเจริญขึ้นอย่างช้าๆ ต่อมาเมื่อมีการก่อตั้งมหาวิทยาลัยมหาสารคาม วิทยาเขตขามเรียง เป็นผลให้มีประชากรต่างถิ่นอพยพเข้ามาสู่พื้นที่อย่างรวดเร็ว ในปัจจุบันมีนิสิตประมาณ 26,740 คน บุคลากรของมหาวิทยาลัยและครอบครัว อาศัยในพื้นที่กว่า 1,000 คน (คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ ผังเมืองและนฤมิตศิลป์.มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2550 :1) และพ่อค้าแม่ค้าหรือคนทำงานที่เกี่ยวข้องอพยพเข้ามาเป็นจำนวนมากขึ้นเรื่อยๆ ทำให้เกิด

การขยายตัวของที่พักอาศัย การประกอบธุรกิจการค้าและบริการจำนวนมากขึ้นเรื่อยๆ ทำให้ชุมชนท่าขอนยาง-ขามเรียงเกิดการเปลี่ยนแปลง มีการขยายตัวของชุมชนอย่างรวดเร็วโดยขาดการวางแผนรองรับ ซึ่งก่อให้เกิดการขยายตัวของเมืองอย่างไร้ทิศทาง มีการสร้างที่พักอาศัยและสถานประกอบการธุรกิจการค้าและบริการตามถนนสายหลักของพื้นที่ชุมชนที่เชื่อมระหว่างชุมชนท่าขอนยาง ชุมชนขามเรียงและมหาวิทยาลัยมหาสารคาม ทำให้พื้นที่ดังกล่าวกลายเป็นย่านการค้าของชุมชนท่าขอนยาง ในปัจจุบัน เกิดปัญหาอื่น ๆ ตามมา เช่น ปัญหาด้านการจราจรที่ติดขัดในช่วงโมงเร่งด่วน เนื่องจากการจราจรอย่างคับคั่ง การจอดรถที่ไม่เป็นระเบียบ ปัญหามลพิษ ปัญหาการเกิดอุบัติเหตุ การสิ้น

เปลืองพลังงาน ปัญหาภาวะโลกร้อน เนื่องจากคนในพื้นที่นิยมใช้รถยนต์ จักรยานยนต์ การหันมาใช้จักรยานซึ่งเป็นการเดินทางแบบไร้เครื่องยนต์ก็เป็นอีกทางหนึ่งที่สามารถแก้ปัญหาต่าง ๆ เหล่านี้ได้ แนวทางในการแก้ปัญหา ได้แก่ การสร้างสภาพแวดล้อมให้เอื้อต่อการใช้จักรยาน การสร้างเส้นทางที่เชื่อมต่อระหว่างพื้นที่สำคัญ เช่น วัด โรงเรียน ร้านค้า และการสร้างแรงดึงดูดคนจากความหลากหลายทางด้านกิจกรรม รวมถึงยังสามารถช่วยในเรื่องการประหยัดพลังงานด้วยการลดการเดินทางจากรถยนต์ส่วนบุคคล สนับสนุนระบบการใช้จักรยานในระยะที่ใกล้ เพื่อลดการใช้น้ำมันและลดมลภาวะที่เกิดจากการเผาไหม้ของเครื่องยนต์ นอกจากนี้ยังกระตุ้นให้เกิดรักษาพื้นที่โล่งว่างเพิ่มคุณค่าของที่อยู่อาศัย การใช้จักรยานมีบทบาท เป็นการสร้างความเพลิดเพลิน สิ่งอำนวยความสะดวกที่ประหยัดมีชีวิตชีวา เศรษฐกิจกึ่งคึกคักและการปรับปรุงสังคมให้ยั่งยืน ตลอดจนจนมีการปฏิสัมพันธ์ทางสังคมมากยิ่งขึ้น แต่ด้วยคนส่วนใหญ่ไม่ค่อยนิยมการเดินทางด้วยจักรยาน เนื่องจากสภาพอากาศร้อนและการไม่มีทางจักรยานทำให้ไม่เอื้อต่อการเดินทางแบบไร้เครื่องยนต์ การศึกษานี้จึงมุ่งหาแนวทางเพื่อให้คนในชุมชนทำขออนุญาตและชุมชนขามเรียงหันมาใช้การเดินทางด้วยจักรยานแทนการเดินทางด้วยพาหนะแบบใช้เครื่องยนต์มากขึ้นเพื่อเป็นเมืองที่ส่งเสริมคุณภาพชีวิตที่ต่อไปในอนาคต

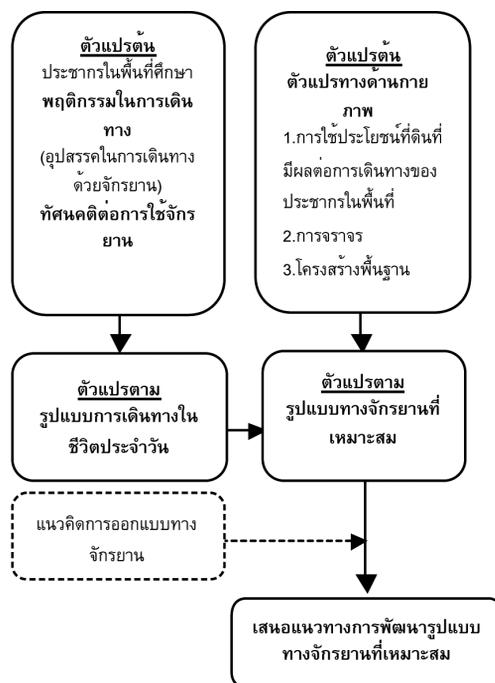
วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาพฤติกรรมทัศนคติ และอุปสรรค ในการเดินทางของประชากรในพื้นที่ที่มีผลต่อการเดินทางด้วยจักรยานของชุมชนทำขออนุญาตและชุมชนขามเรียง
2. เพื่อศึกษาสภาพทางกายภาพ ในปัจจุบันของชุมชนทำขออนุญาตและชุมชนขามเรียงที่มีผลต่อการเดินทางด้วยจักรยาน

3. เสนอแนะแนวทางในการพัฒนาเมืองที่เอื้อต่อการเดินทางด้วยจักรยาน

กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย (Research Framework)

ขอบเขตของการศึกษา คือ การศึกษาข้อมูลด้านประชากรที่แสดงถึงพฤติกรรมต่อการเดินทางในชีวิตประจำวันที่เป็นอุปสรรคต่อการเดินทางด้วยจักรยาน และศึกษาด้านกายภาพของพื้นที่ เช่น การใช้ประโยชน์ที่ดินในปัจจุบัน การจราจร โครงสร้างพื้นฐานและสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ ที่มีผลต่อทัศนคติในการเดินทางด้วยจักรยาน รวมถึงการนำแนวคิดและทฤษฎีมาปรับใช้เพื่อเป็นแนวทางที่จะนำไปสู่การหารูปแบบที่เหมาะสมของการเดินทางด้วยจักรยาน



รูปภาพที่ 1 แสดงกรอบแนวคิดการวิจัย (Research Framework)

เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีการออกแบบชุมชนเมืองช่วงทศวรรษ 1960-1970 (กำธร กุลชล, 2545: 271)

ลักษณะของเมืองมีผลโดยตรงต่อการเกิดรูปแบบการเดินทางด้วยจักรยานคือ เป็นเมืองที่มีความกระชับ มีการใช้ที่ดินผสมผสาน มีชีวิตชีวา และมีรูปร่างที่ชัดเจน จะส่งผลให้เกิดการเดินทางแบบไร้รถยนต์ในเมืองนั้นๆ การโตของเมืองไปพร้อมกับกรขยายโครงข่ายการสัญจรสาธารณะที่มีประสิทธิภาพ ร่วมกับเส้นทางจักรยานจะทำให้เมืองมีรูปแบบของการโตแบบค่อยเป็นค่อยไป ซึ่งการโตดังกล่าวนอกจากจะทำให้สามารถรักษารวมของเมืองไว้ได้แล้วยังทำให้การเข้าถึงพื้นที่ต่างๆของเมืองสามารถทำได้โดยง่าย โดยไม่ต้องพึ่งพาการเดินทางแบบใช้รถยนต์หรือรถยนต์ส่วนบุคคล ซึ่งเป็นรูปแบบของเมืองที่มีอัตราการบริโภคทรัพยากรเชื้อเพลิงต่ำ

คมนาคนชนสัง

การเดินทางภายในละแวกบ้าน (Neighborhood Center) การเข้าถึงพื้นที่ต่างๆภายในละแวกบ้านส่วนใหญ่จะเดินเท้าหรือการใช้จักรยาน เพราะพื้นที่แต่ละแห่งตั้งอยู่ไม่ไกลกันมากนัก การเดินเท้าและการใช้จักรยานจึงเป็นการเดินทางรูปแบบที่ง่ายและสะดวกที่สุด (พิเชษฐโรจน์ พลบูรณ์การ, 2541:3)

สำหรับระยะทางที่เหมาะสมสำหรับการเดินทางติดต่อระหว่างย่านที่พักอาศัยกับสถานที่ต่างๆ ที่จำเป็นภายในบริเวณชุมชน เช่น ร้านค้าย่อย โรงเรียน ตลาด ฯลฯ ส่วนใหญ่จะมีระยะทางที่เหมาะสมโดยห่างจากที่พักไม่เกิน 1 – 1.5 กิโลเมตรหรือใช้เวลาในการเดินทางไปถึงจุดหมายได้ภายในเวลาไม่เกิน 10-20 นาที (พิเชษฐ โรจน์สอน, 2546 : 12) ซึ่งระยะทางดังกล่าวนี้มีความหมายเหมาะสมสำหรับการใช้จักรยานเดินทางแทนการใช้ยานพาหนะที่ใช้เครื่องยนต์ โดยระยะทางที่เหมาะสมสำหรับการใช้จักรยานเดินทางนั้นจะมีระยะทางอยู่ระหว่าง

0.5 – 6.5 กิโลเมตร

พฤติกรรมและความต้องการของผู้ใช้จักรยาน (Oregon Department of Transport, 2002 อ้างอิงโดย ปนายุ ไชยรัตนานนท์, 2546 : 32)

การศึกษาถึงพฤติกรรมและความต้องการของผู้ใช้จักรยานจะทำให้รับรู้ถึงธรรมชาติของผู้ใช้จักรยาน รวมถึงเป็นแนวทางในการออกแบบให้สอดคล้องกับความต้องการได้ ผู้ขับขี่จักรยานเป็นผู้ใช้รถใช้ถนนที่ถูกต้องกฎหมาย ใช้พาหนะที่เคลื่อนที่อย่างช้าๆ มีความสมดุล และทัศนวิสัยก็น้อยกว่าผู้ที่ขับขี่รถยนต์ ผู้ที่รูดจักรยานต้องการสิ่งอำนวยความสะดวกที่ดีในบริเวณที่มีการจราจรหนาแน่นหรือมีความเร็วสูง และบริเวณถนนทางแยกต่างๆ มีความปลอดภัยในการขับขี่ไม่ต้องการให้มีสิ่งใดมากีดขวางบนเส้นทางที่ใช้ในการขับขี่ต้องใช้ความสามารถในการควบคุมจักรยานให้มีความสมดุลในการขับขี่ และมีปฏิสัมพันธ์กับผู้ขับขี่จักรยานรายอื่นและคนเดินถนนได้ดีกว่าผู้ที่ขับขี่รถยนต์

สำหรับสิ่งอำนวยความสะดวกที่ผู้ใช้จักรยานต้องการโดยปกติจะสัมพันธ์กับปัจจัยต่างๆ ได้แก่ สิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ ต้องเพิ่มความสะดวกสบาย และความปลอดภัยให้แก่ผู้ขับขี่ มีจุดที่จักรยาน และรถยนต์จอดกันน้อยที่สุด เช่น บริเวณทางแยกต่างๆ หรือถนนที่มีปริมาณรถยนต์มาก บริเวณที่มีการใช้รถจักรยานมาก เช่นในพื้นที่พักอาศัย จะต้องมีการจราจรที่มีความเร็วต่ำ

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการใช้จักรยาน (ASCE, 1980 อ้างอิงจาก พรรณนิภา จ่างวิทยา, 2540: 14)

ปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการเลือกใช้จักรยานของผู้ขับขี่ ได้แก่ การเดินทางด้วยจักรยานเหมาะสมกับระยะทางที่ใกล้ เป็นการเดินทางส่วนบุคคล สภาพอากาศและสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการใช้จักรยาน ภูมิประเทศเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้จักรยานของผู้ขับขี่ เช่น สภาพพื้นที่ที่เป็นที่ลาดชันและมีระยะทางที่ไกล จะต้องใช้พลังงานใน

การขับขี่สูง ช่วงเวลา อายุและรายได้ของผู้ขับขี่ การใช้ที่ดินและความหนาแน่นของประชากร ข้อจำกัดของการเดินทางโดยรถยนต์ สิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับจักรยาน ร้านค้า ป้ายจอยเหล่านี้มีอิทธิพลแตกต่างกันไปตามลักษณะพื้นที่ และประชากร

ด้านการศึกษาถึงสภาพแวดล้อมและความพึงพอใจในการเลือกใช้เส้นทางจักรยาน ได้แก่ ลักษณะส่วนบุคคลของผู้ขับขี่ ได้แก่ เพศ อายุ การประกอบอาชีพและประสบการณ์ในการขับขี่จักรยาน อุปกรณ์และข้อจำกัดต่างๆ ได้แก่ ประเภทของจักรยาน การเป็นเจ้าของยานพาหนะและระยะทางในการเดินทาง ปัจจัยทางด้านสภาพแวดล้อม ได้แก่ ความปลอดภัย ปริมาณการจราจร ความเร็วของการจราจร คุณภาพของผิวทาง ความลาดชัน ป้ายหยุดรถ เครื่องหมายจราจรบนผิวทาง สัญญาณจราจร ความตรงของเส้นทาง เส้นทางลัด และสิ่งอำนวยความสะดวกของผู้ขับขี่จักรยาน

ประเภทของทางจักรยาน (Charles W. Harris & Nicholas T. Dines. Time-Saver Standards for Landscape Architecture, 1988: Section 341, 2-3)

1. เส้นทางจักรยาน (Bicycle Path) คือ เส้นทางจักรยานที่แยกออกจากเส้นทางจราจรอื่นอย่างชัดเจน ออกแบบเป็นการเฉพาะสำหรับจักรยานเท่านั้น

2. เลนจักรยาน (Bicycle Lane) คือ การใช้ขอบทางหรือไหล่ทางของถนนโดยทั่วไปเป็นเส้นทางจักรยาน โดยมีการออกแบบให้มีวัสดุ สี ที่แตกต่างจากถนนทั่วไป หรือ มีขอบเตี้ยๆคั่นระหว่างเส้นทางจักรยานกับถนน

3. ทางจักรยานที่ใช้พื้นที่ร่วมกันกับการจราจรประเภทอื่น (Bicycle route) คือทางจักรยานที่ใช้พื้นที่ของถนนหรือทางเท้า โดยมีป้ายหรือเครื่องหมายบอกทางอย่างชัดเจน ทางจักรยานประเภทนี้จะมีราคาถูกที่สุด แต่ไม่ควรใช้กับบริเวณที่มีความเร็วของการจราจรสูง ถนนที่มีการจราจรติดขัดหรือบนทางเดินที่มีคนเดินเป็น

ปริมาณมากและควรทำเป็นทางจักรยานชั่วคราวเท่านั้นเนื่องจากมีความปลอดภัยน้อยที่สุด

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการศึกษา

ลักษณะของการดำเนินการวิจัย เป็นการวิจัยเชิงสากล เพื่อนำไปใช้ในการออกแบบที่เกี่ยวข้องของการพัฒนาเมืองที่เอื้อต่อการเดินทางด้วยจักรยาน โดยวิธีการวิจัยประกอบด้วย ขั้นตอนการศึกษา การเลือกพื้นที่ศึกษา การเก็บสำรวจข้อมูลพื้นที่ การจำแนกประเภทของกิจกรรม พฤติกรรมและการเดินทางเพื่อกำหนดกรอบในการศึกษามีวิธีการศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. การเก็บรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลทุติยภูมิ โดยเป็นเอกสารต่างๆที่เกี่ยวข้องที่ประกอบไปด้วย แนวความคิด หลักการ งานการวิจัย วิทยานิพนธ์ ที่เกี่ยวข้องกับการเดินทางแบบไร้เครื่องยนต์โดยเน้นการเดินทางด้วยจักรยานเป็นหลัก

2. การเก็บรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิ ได้แก่ การเก็บรวบรวมข้อมูลภาคสนาม โดยการใช้แบบสอบถาม (Questionnaire) จดบันทึกการถ่ายภาพ สัมภาษณ์ประชากรกลุ่มตัวอย่างในพื้นที่ การทำการสำรวจทางสายตา เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล

การเลือกพื้นที่ศึกษา

การใช้ประโยชน์ที่ดินซึ่งเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้มีความสะดวกในการการเดินทางแบบไร้เครื่องยนต์กล่าวคือ ในเขตที่มีการใช้พื้นที่แบบผสม (mixed used) จะทำให้ระยะทางเดินระหว่างกิจกรรมต่างๆ ที่มีความสัมพันธ์กันมีระยะทางสั้นลงทำให้เมืองมีความกระชับขึ้น (compact city) หรือก็คือการมีระยะทางระหว่างพื้นที่ใช้งานต่างๆ ไม่ไกลมากนัก สามารถเดินทางด้วยจักรยานหรือการเดินทางเท้าอย่างสะดวก ช่วยให้ประหยัดพลังงาน

และลดเวลาที่ใช้ในการเดินทาง แต่สำหรับพื้นที่ชุมชนท่าขอนยางและชุมชนขามเรียงนั้นถือว่ามี การใช้ประโยชน์ที่ดินส่วนใหญ่เป็นแบบกระจายตัวแบบไร้ทิศทาง (Urban sprawl) แต่ก็ยังอยู่ในรัศมีของการเดินทางด้วยจักรยาน โดยพื้นที่ศึกษาได้มีการกำหนดให้พื้นที่มหาวิทยาลัยมหาสารคาม เป็นศูนย์กลางรัศมี 2.5 กิโลเมตร เหตุผลในการกำหนดขอบเขตดังกล่าวนี้เนื่องจากการทบทวนวรรณกรรมนั้นพบว่าระยะทางที่เหมาะสมสำหรับการใช้จักรยานเดินทางนั้นจะมีระยะทางอยู่ระหว่าง 0.5 – 6.5 กิโลเมตร (สำนักงานคณะกรรมการจัดระบบการจราจรทางบก, 2543)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือการเลือกแบบจำลองโดยการการสุ่มแบบสอบถาม ในการศึกษารั้งนี้ ได้สร้างแบบสอบถามจากการสุ่มประชากรตัวอย่าง 400 ชุด ซึ่งได้แบ่งเป็นประเด็นในการสอบถามให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ได้แก่ ด้านข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ด้านพฤติกรรมในการเดินทาง ด้านทัศนคติเกี่ยวกับการใช้จักรยานในการเดินทาง และด้านการส่งเสริมให้เกิดเส้นทางจักรยาน และการเก็บรวบรวมข้อมูลทางกายภาพของพื้นที่ศึกษา โดยได้มีการสำรวจทางกายภาพ (Visual Survey) ในบริเวณพื้นที่ศึกษาอยู่ในรัศมี 2.5 กิโลเมตร ซึ่งในการวิเคราะห์ข้อมูลทางด้านกายภาพจะมีประเด็น ได้แก่ การใช้ประโยชน์ที่ดิน สภาพโครงสร้างพื้นฐาน อุปสรรคและข้อจำกัดต่อการใช้เส้นทางในการเดินทางด้วยจักรยาน

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลในการสำรวจทางกายภาพ (Visual Survey) รวมถึงการใช้แบบสอบถาม (Questionnaire) เพื่อศึกษาลักษณะ

ข้อมูลทั่วไป พฤติกรรม ทัศนคติ อุปสรรค ที่มีผลต่อการเดินทางด้วยจักรยานภายในพื้นที่ศึกษา และการส่งเสริมให้เกิดเส้นทางจักรยานภายในพื้นที่ศึกษา

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ได้ นำ ข้อมูล จากแบบสอบถาม และนำข้อมูลมาวิเคราะห์ ข้อมูลทั่วไปเพื่อที่จะทราบถึงศักยภาพที่สามารถใช้จักรยานในการเดินทาง พฤติกรรม ทัศนคติ อุปสรรค ที่มีผลต่อรูปแบบทางจักรยานโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติในการวิเคราะห์ แล้วนำข้อมูลจากการสำรวจพื้นที่ทางกายภาพ การใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีการเกิดกิจกรรมประเภทต่างๆ สภาพโครงสร้างพื้นฐาน อุปสรรคและข้อจำกัดต่อการใช้เส้นทางในการเดินทางด้วยจักรยานรวมถึงการส่งเสริมให้เกิดเส้นทางจักรยาน โดยนำเอาหลักการจากแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องมาช่วยวิเคราะห์ เพื่อเสนอแนะแนวทางในการพัฒนาเส้นทางจักรยานภายในพื้นที่ศึกษา

ผลการศึกษา

จากการศึกษาถึงความเป็นไปได้ในการพัฒนาที่เอื้อต่อการสัญจรด้วยจักรยาน สามารถแบ่งได้ 3 ประเด็นดังนี้

1. พฤติกรรมและทัศนคติต่อการเดินทางด้วยจักรยาน ประชากรในพื้นที่มีศักยภาพที่สามารถใช้จักรยานในการเดินทางได้ วัตถุประสงค์หลักที่จะใช้จักรยานในการเดินทางเพื่อไปซื้อของมีค่าเฉลี่ย 3.91 (S.D. = 0.98) และการเดินทางไปยังสถานศึกษาเป็นหลักค่าเฉลี่ย 3.82 (S.D. = 1.17) รวมไปถึงตำแหน่งที่พักอาศัยของประชากรในพื้นที่ที่อยู่ในรัศมีที่สามารถเดินทางด้วยจักรยานได้ ช่วงเวลาที่มีการจราจรหนาแน่นที่สุดคือช่วงเวลาตั้งแต่ 08.00 น.-12.30 น. เป็นการเดิน

ทางไปยังสถานศึกษาในช่วงเวลา 05.00-12.30.น. (ร้อยละ 43.0) กิจกรรมส่วนใหญ่ในพื้นที่ศึกษาก็ยังสามารถเดินด้วยจักรยานยนต์ได้เนื่องจากอยู่ในรัศมีที่ไม่เกิน 30 กิโลเมตร ด้านลักษณะทางกายภาพ โครงสร้างพื้นฐานยังไม่มีการออกแบบที่รองรับการเดินทางด้วยจักรยาน ไม่มีภูมิทัศน์ที่ร่วมเงาต่อผู้ใช้ถนน เกิดมลภาวะทั้งเสียงและอากาศจากผู้ใช้งานพาหนะที่ใช้เครื่องยนต์ประเภทต่างๆ ส่วนใหญ่ยอมรับได้ที่จะมีเส้นทางจักรยานในการเดินทางในชีวิตประจำวัน ซึ่งส่วนใหญ่ยอมรับรูปแบบทางจักรยานที่แยกเส้นทางเฉพาะออกการจราจรอื่น รวมไปถึงต้องการสิ่งอำนวยความสะดวกในการเดินทางด้วยจักรยานไม่ว่าจะเป็น ที่จอดจักรยาน ไฟส่องสว่างบนถนน การปรับปรุงด้านภูมิทัศน์ รวมถึงป้ายบอกทาง

2. สภาพทางกายภาพ สภาพทางกายภาพของเมืองในปัจจุบันมีสภาพพื้นที่ชนบทกึ่งเมือง ปัจจุบันมีการใช้ประโยชน์ที่ดินที่เกิดกิจกรรมที่หลากหลาย แต่อยู่ในระยะทางที่ไม่ไกลมากนัก ได้แก่ สถาบันการศึกษา สถาบันราชการ สถาบันศาสนา ย่านการค้า ย่านที่พักอาศัย และ นันทนาการ โดยในพื้นที่มีเส้นทางจราจรหลักคือ ถนนทางหลวงหมายเลข 213 ถนนมหาวิทยาลัยมหาสารคาม-บ้านดอนยม และถนนทางหลวงหมายเลข 2202 ซึ่งในแต่ละเส้นทางมีการเชื่อมต่อกับกิจกรรมที่สำคัญของเมืองโดยเฉพาะคือการเชื่อมกับพื้นที่มหาวิทยาลัยมหาสารคามที่เป็นพื้นที่กิจกรรมหลักของพื้นที่ศึกษา แต่ด้วยสภาพโครงสร้างพื้นฐานภายในพื้นที่ศึกษา ยังไม่ได้รับการออกแบบที่เอื้อต่อการเดินทางด้วยจักรยาน ยังมีสิ่งกีดขวางต่างๆ เช่น เสาไฟฟ้า ป้ายโฆษณา และการรुकล้ำพื้นที่ทางเท้าของร้านค้าแผงลอยที่เป็นอุปสรรคต่อการสัญจรของผู้ใช้จักรยานและการเดินเท้า และถนนที่มีสภาพสุดโหดในบางเส้นทาง รวมถึงการสัญจรภายในพื้นที่ศึกษา ยังเต็มไปด้วยรูปแบบการสัญจรที่ใช้เครื่องยนต์ทั้งรถจักรยานยนต์และรถยนต์ส่วนบุคคล มีการสัญจรหนาแน่นบริเวณเส้นทางสายหลักของพื้นที่ศึกษา มี

ผลกระทบด้านมลภาวะทางอากาศและเสียง ซึ่งเป็นอุปสรรค และสาเหตุที่ทำให้เกิดทัศนคติที่ด้านลบต่อการเดินทางด้วยจักรยาน

3. ภาพรวมของเส้นทางจักรยาน
จากใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่แสดงให้เห็นว่ามีรูปแบบกิจกรรมที่หลากหลายทั้งด้านการศึกษา ด้านที่พักอาศัย และด้านการค้าและบริการ สำนักงานราชการ ซึ่งเป็นรูปแบบของการเชื่อมต่อระหว่างกิจกรรมในการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่างๆ ที่มีระยะทางที่ไม่ห่างไกลกันมากนัก และนำไปสู่รูปแบบทางจักรยานที่เหมาะสมได้ดังนี้

3.1 ภาพรวมโครงข่ายจักรยานรูปแบบทางจักรยานที่เหมาะสมที่เอื้อต่อการเดินทางด้วยจักรยานทางภายในพื้นที่ศึกษาสามารถแบ่งได้ 2 ระดับดังนี้

- ระดับชุมชนเมือง ถนนสายหลักของเมือง เนื่องจากเป็นเส้นทางจราจรหลักของเมืองมีการเชื่อมต่อกิจกรรมที่หลากหลาย สถาบันการศึกษา สถาบันราชการย่านการค้าและบริการ พื้นที่นันทนาการ ที่มีเส้นทางจราจรหลักของเมือง เส้นทางที่จะต้องมีการพัฒนาได้แก่ ถนนทางหลวงหมายเลข 2202 ที่เชื่อมระหว่างเทศบาลท่าขอนยาง เทศบาลขามเรียง และมหาวิทยาลัยมหาสารคาม ถนนสายมหาสารคาม-บ้านดอนยมซึ่งเป็นถนนสายที่เชื่อมกับมหาวิทยาลัยมหาสารคาม และถนนทางหลวงหมายเลข 213 ซึ่งเป็นถนนสายประธานและเป็นถนนที่สามารถเข้าถึงพื้นที่กิจกรรมที่สำคัญของเมือง

- ระดับชุมชนละแวกบ้าน ถนนสายรองที่เป็นถนนใช้สัญจรภายในละแวกชุมชนที่มีการเชื่อมต่อกับกิจกรรม ด้านที่พักอาศัย วัด พื้นที่ทำกิจกรรมด้านนันทนาการ ร้านค้าชุมชน และอนามัยชุมชน และเชื่อมกับถนนสายหลักของเมืองได้เป็นอย่างดี เช่น ถนนทางหลวงหมายเลข 2026 ถนนรอบมหาวิทยาลัยมหาสารคามที่เชื่อมกับถนนสายหลักของเมือง รวมถึงถนนสายย่อยที่มีเป็นตัวเชื่อมระหว่างถนนสายหลักและถนนสายรอง

- ลักษณะของโครงข่ายจะต้องมีเส้นทางจักรยาน จะต้องเป็นโครงข่ายที่เชื่อมถึงกันสามารถใช้จักรยานในการเดินทางไปยังพื้นที่กิจกรรมต่างๆ ได้โดยไม่ติดขัด

3.2 ภาพรวมรูปแบบทางจักรยานและสิ่งอำนวยความสะดวก

รูปแบบทางจักรยานที่เหมาะสมที่เอื้อต่อการเดินทางด้วยจักรยานทางภายในพื้นที่ศึกษาสามารถแบ่งได้ 3 ประเภทคือ 1) ทางจักรยานโดยเฉพาะ 2) ทางจักรยานที่เข้าร่วมกับยานพาหนะอื่นโดยมีเส้นกำกับ และ 3) เส้นทางจักรยานที่เข้าร่วมกับยานพาหนะประเภทอื่นโดยไม่มีเส้นกำกับ พื้นที่ที่เสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุ บริเวณทางแยกหรือจุดตัดถนนต่างๆ ต้องมีการปรับปรุงให้มีความปลอดภัยต่อผู้ใช้ถนนทั้งผู้จักรยานและคนเดินเท้า ส่งเสริมการจัดสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ ที่จำเป็นต่อการเดินทางด้วยจักรยานและความปลอดภัยต่อทั้งทางด้านชีวิตและทรัพย์สิน ให้เพียงพอต่อการใช้งานในพื้นที่ของเมือง

วิจารณ์และสรุปผล

1. โครงข่ายเส้นทางจักรยาน จากการศึกษา รูปแบบทางจักรยานที่เหมาะสมที่เอื้อต่อการเดินทางด้วยจักรยานภายในพื้นที่ศึกษาสามารถแบ่งระดับของการใช้ 2 ระดับคือ

- **ระดับชุมชนเมือง** ได้แก่ ถนนทางหลวงหมายเลข 2202 ถนนสายมหาสารคาม-บ้านดอนยวมซึ่งเป็นถนนสายที่เชื่อมกับมหาวิทยาลัยมหาสารคาม และถนนทางหลวงหมายเลข 213

- **ระดับละแวกบ้าน** ได้แก่ ถนนทางหลวงหมายเลข 2026 ถนนรอบมหาวิทยาลัยมหาสารคามที่เชื่อมกับถนนสายหลักของเมือง รวมถึงถนนสายย่อยที่มีเป็นตัวเชื่อมระหว่างถนนสายหลักและถนนสายรอง

2. รูปแบบทางจักรยาน รูปแบบทางจักรยานที่เหมาะสมที่เอื้อต่อการเดินทางด้วยจักรยาน

ทางภายในพื้นที่ศึกษาสามารถแบ่งได้ 3 ประเภทดังนี้

- **Cycle Path (เส้นทางจักรยานโดยเฉพาะ)** การจัดทำช่องจราจรเฉพาะสำหรับจักรยาน เป็นการจัดช่องจราจรโดยใช้ป้ายจราจรและเครื่องหมายจราจรบนพื้นทาง หรือเป็นคันคอนกรีตกันเป็นเครื่องมือในการกำหนดสิทธิ์การใช้พื้นที่บนถนนเน้นถนนที่มีการสัญจรที่หนาแน่นและมีปริมาณการสัญจรที่ใช้ความเร็วค่อนข้างสูงเหมาะสำหรับถนนที่มีการเชื่อมกับพื้นที่กิจกรรมที่สำคัญเมือง เช่น ถนนหมายเลข 213 และถนนทางหลวงหมายเลข 2202 (ช่วงตั้งแต่ชุมชนบ้านท่าขอน้อยถึงเขตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม)

- **Cycle Lane (เส้นทางจักรยานที่เข้าร่วมกับยานพาหนะอื่นโดยมีเส้นกำกับ)** เช่น การใช้พื้นที่ไหล่ทางเป็นเส้นทางจักรยานโดยการพัฒนาที่สอดคล้องกับขนาดของถนน การเข้าถึงของพื้นที่ต่างๆ และการใช้เส้นทางจักรยานที่เข้าร่วมกับยานพาหนะประเภทอื่นโดยมีเส้นกำกับในเขตพื้นที่เมือง เหมาะสำหรับถนนที่มีการเชื่อมกับพื้นที่กิจกรรมที่สำคัญของชุมชนและมีการสัญจรไม่ค่อนหนาแน่นของปริมาณการสัญจร เช่น ถนนทางหลวงหมายเลข 2202 (ช่วงตั้งแต่มหาวิทยาลัยมหาสารคามถึงชุมชนบ้านขามเรียง) ถนนทางหลวงหมายเลข 2026 และถนนรอบมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

- **Zone 30 (โซนควบคุมความเร็ว)** เป็นการใช้เครื่องหมายจราจรเพื่อแนะนำหรือเตือนให้ผู้ขับขี่ยานพาหนะประเภทมีเครื่องยนต์ทราบว่า บริเวณดังกล่าวเป็นเส้นทางที่มีการใช้รถจักรยานเพื่อการเดินทาง และให้ใช้มาตรการควบคุมความเร็วของยานพาหนะ ที่ 30 กม./ชม.เหมาะสำหรับถนนชอยและเส้นทางในเขตพื้นที่ชุมชนเนื่องจากการสัญจรของยานพาหนะในปริมาณที่ต่ำและทำความเร็วได้ไม่สูงมาก เช่นถนนภายในหมู่บ้าน หรือถนนชอยที่มีขนาดทางสัญจรที่ไม่กว้างมาก

3. พื้นที่ที่เสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุ บริเวณทางแยกหรือจุดตัดถนนต่างๆ ต้องมีการ

ปรับปรุงให้มีความปลอดภัยต่อผู้ใช้ถนนทั้งผู้จักรยานและคนเดินเท้า โดยการนำเอามาตรการในการจัดระเบียบการจราจรบริเวณทางแยกเพื่อให้เกิดความสะดวกในการเดินทางด้วยจักรยาน เช่นการกำหนดให้จักรยานต้องหยุดรอสัญญาณไฟจราจรและกำหนดพื้นที่จอดเฉพาะจักรยานในแยกที่มีการจราจรที่หนาแน่น รวมไปถึงการสัญลักษณ์และการทาสีบนผิวช่องทางจักรยาน เพื่อให้ความปลอดภัย และเกิดการเคารพสิทธิ์ต่อการสัญจรระหว่างจักรยานและยานพาหนะประเภทอื่นๆ

4. การจัดสิ่งอำนวยความสะดวก การปรับปรุงภูมิทัศน์ และพื้นผิวจักรยาน เพื่อให้มีความปลอดภัยต่อการเดินทางด้วยจักรยาน การแนะนำในเรื่องของเส้นทางจักรยานในพื้นที่ศึกษาจะต้องมีการปรับสภาพพื้นถนนที่ชำรุด ปรับปรุงภูมิทัศน์เน้นการให้ร่มเงาบริเวณสองข้างทาง โดยเฉพาะพื้นที่ที่มีการเกิดกิจกรรมที่มีความหนาแน่น และพื้นที่กิจกรรมที่สำคัญของเมือง จัดสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆที่จะต้องเตรียมไว้อย่างเหมาะสมและเพียงพอ ได้แก่

- ที่จอดจักรยาน ติดตั้งบริเวณพื้นที่ทำกิจกรรมที่สำคัญหรือพื้นที่ที่ดึงดูดการทำกิจกรรมที่สำคัญของเมือง เช่น วัด โรงเรียน ตลาด สถานที่ราชการ พื้นที่นันทนาการ เป็นต้น

- ไฟฟ้าส่องสว่าง ติดตั้งในพื้นที่ที่ยังขาดแสงสว่าง ในพื้นที่ชุมชนย่อยต่างๆ และบริเวณไฟส่องสว่างตามแนวถนน และทางจักรยาน โดยเฉพาะบริเวณเส้นทางที่มีการสัญจรเป็นประจำ

- ป้ายสัญลักษณ์ สัญญาณจราจรต่างๆ ติดตั้งทุกระยะ 100 เมตร ของเส้นทางจักรยาน เพื่อความชัดเจนของเส้นทางและส่งเสริมด้านความปลอดภัยต่อผู้ใช้จักรยานในการเดินทาง

- พื้นผิวทางจักรยาน กำหนดลักษณะผิวทางจักรยานให้แตกต่างจากผิวสัญจรปกติ เพื่อคำนึงถึงความปลอดภัย และลดปัญหาความขัดแย้งในการสัญจรระหว่างจักรยานและยานพาหนะอื่นๆ โดยเฉพาะบริเวณทางสายหลักของเมือง

และบริเวณทางแยกที่มีการสัญจรที่หนาแน่น โดยการใช้นิยามสัญลักษณ์ การทาสี และอุปกรณ์ที่ใช้ในการแยกทางจักรยานออกจากยานพาหนะประเภทอื่น

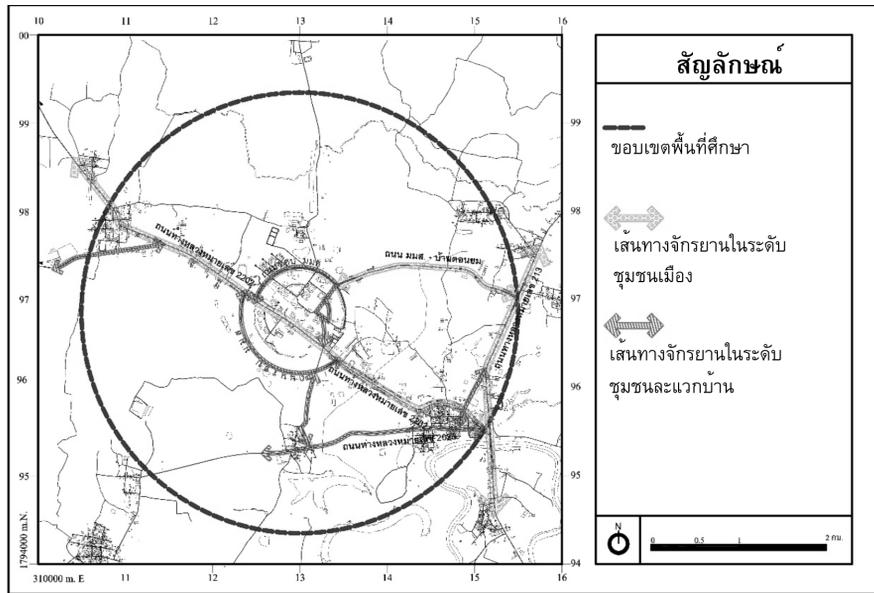
- ปลูกริมถนนไม้ที่ให้ร่มเงาบริเวณสองข้างทาง โดยเฉพาะบริเวณที่มีกิจกรรมที่สำคัญของเมือง เช่น วัด โรงเรียน ตลาด สถานที่ราชการ พื้นที่นันทนาการ เป็นต้น

- การจัดให้มีร้านซ่อมบำรุงและร้านจำหน่ายจักรยานภายในพื้นที่ศึกษา

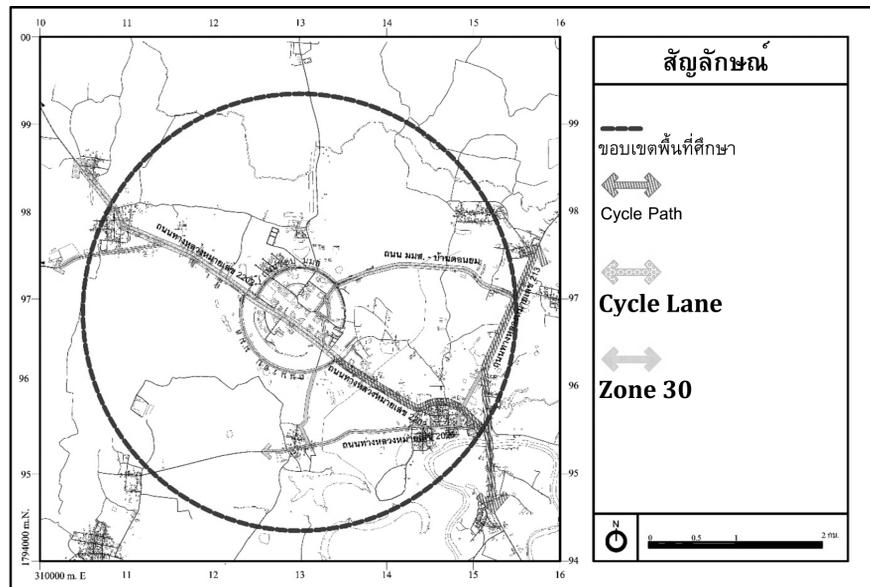
5. การจัดกิจกรรมการส่งเสริมใช้รถจักรยาน เป็นแนวทางการสร้างแรงจูงใจให้ประชากรในพื้นที่หันมาเดินทางด้วยจักรยานให้มากขึ้น เช่น การจัดให้มี วันรณรงค์ลดการใช้รถส่วนบุคคล (car free day)

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยต่อไป

จากข้อมูลที่ได้การวิจัยครั้งนี้ ทำให้ทราบถึงสภาพปัญหาที่มีผลต่อกระทบเกิดเส้นทางจักรยานในหลายด้าน เช่น ด้านพฤติกรรมทัศนคติอุปสรรค และด้านสภาพทางกายภาพของเมืองในปัจจุบันที่มีผลกระทบต่อการเดินทางด้วยจักรยาน รวมไปถึงยังได้ศึกษาและเสนอแนะรูปแบบทางจักรยานที่เหมาะสมต่อพื้นที่ศึกษา และงานวิจัยในครั้งนี้อย่างขาดความสมบูรณ์เนื่องจากไม่ได้ศึกษาถึงข้อกำหนดทางด้านวิศวกรรมจราจรเกี่ยวกับการออกแบบทางจักรยาน เช่น รายละเอียดของพื้นผิวทางจักรยาน รัศมีวงเลี้ยวของช่องทางจักรยาน รวมไปถึงการออกแบบสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ ขาดการศึกษาตัวแปรทางด้านนโยบายและความคิดเห็นของผู้บริหาร และผู้เชี่ยวชาญในระดับต่างๆ ต่อความเป็นไปได้ในการส่งเสริมให้เกิดเส้นทางทางจักรยานเพื่อนำไปสู่รูปแบบทางจักรยานที่เหมาะสมเพื่อเป็นส่วนหนึ่งในการพัฒนาเมืองอย่างยั่งยืนต่อไป



ภาพประกอบ 2. แผนที่แสดงโครงข่ายจักรยานในพื้นที่ศึกษา



ภาพประกอบ 3. แผนที่แสดงแนวทางเสนอแนะรูปแบบทางจักรยานในพื้นที่ศึกษา

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลือจาก อาจารย์ที่ปรึกษา ดร.พลเดช เชาวรัตน์ คณะกรรมการการสอบ

วิทยานิพนธ์ทุกท่าน และคณาจารย์ทุกท่านที่ให้คำชี้แนะและสนับสนุนให้กำลังใจทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

เอกสารอ้างอิง

- กำธร กุลชล. (2519). *Urban Design*. กรุงเทพมหานคร: ม.ป.ท. แปลจาก Paul D. Spreiregen, AIA.ม.ป.ป. *Urban Design*. New York: McGraw-Hill Book Company.
- หน่วยวิจัยการจราจรและการขนส่ง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (2535). *รายงานความเป็นไปได้ของการพัฒนาช่องทางเดินรถจักรยาน*. กรุงเทพมหานคร กรุงเทพฯ : คณะวิศวกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ ผังเมืองและนฤมิตศิลป์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. (2550). *โครงการจัดทำแผนที่อยู่อาศัยและเสริมสร้างสมรรถนะในการพัฒนาที่อยู่อาศัย โครงการนำร่องจังหวัดมหาสารคาม*. มหาสารคาม.
- พรรณนิภา จำรัสวิทยา. (2540). *การพัฒนาโครงข่ายจักรยานในเทศบาลเมืองนครปฐม*. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- พิเชษฐ์ เรือนสอน. (2546). *การศึกษาเพื่อเสนอแนะแนวทางการจัดทำเส้นทางจักรยานในชุมชน กรณีศึกษา: ชุมชนโดยรอบสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง*. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- พิษณุโรจน์ พลบูรณ์การ. (2541). *เอกสารประกอบการสอนวิชา การขนส่งในชุมชนเมือง. ภาควิชาวางแผนภาคและเมือง คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า ลาดกระบัง*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ท่าพระจันทร์
- สิทธิพร ภิรมย์รัตน์. (2541). *การวางแผนและผังชุมชนเมือง ประสบการณ์ของประเทศสหรัฐอเมริกา*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ท่าพระจันทร์.
- Charles W. Harris & Nicholas T. Dines. (1988). *Time-Saver Standards for Landscape Architecture*. Oregon Department of Transport.(2002). *Bicyclists and Pedestrians*. อ้างอิงจาก ปณายู ไชยรัตน์ นนท์. (2546). *การศึกษาแนวทางการจัดเส้นทางจักรยาน เพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวภายในเกาะเมืองพระนครศรีอยุธยา*. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.