



รายงานผลการวิจัย

เรื่อง
ภูมิฐาน ประสิทธิภาพการเข้าถึงบนโครงข่ายมหาวิทยาลัยเชิงนิเวศ
มหาวิทยาลัยแม่โจ้
Morphology; Accessibility Efficiency of Circulation Network's
Eco University, Maejo University
โดย
ลักษณะ ลัทธิมานิธิ และ ปรัชมาศ ลัญชานนท์

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

2557



รายงานผลการวิจัย

เรื่อง **ภูมิฐาน: ประสิทธิภาพการเข้าถึงบนโครงข่ายมหาวิทยาลัยเชิงนิเวศ มหาวิทยาลัยแม่โจ้**
Morphology: Accessibility Efficiency of Circulation Network's Eco University,
Maejo University

ได้รับการจัดสรรงบประมาณวิจัย ประจำปี 2556
จำนวน 100,000 บาท

หัวหน้าโครงการ
ผู้ร่วมโครงการ

นางลัทธนา สัมมานิธิ
นางสาวปรัชมาศ ลัญจนนท์

งานวิจัยเสร็จสิ้นสมบูรณ์
17 พฤศจิกายน 2557

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยเรื่อง ภูมิฐาน: ประสิทธิภาพการเข้าถึงบนโครงข่ายมหาวิทยาลัยเชิงนิเวศ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ (Morphology: Accessibility Efficiency of Circulation Network's Eco University, Maejo University) ได้สำเร็จลุล่วง โดยได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการ การเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ประจำปีงบประมาณ 2556 ผู้วิจัยขอขอบคุณคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ และการออกแบบสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยแม่โจ้ที่อนุเคราะห์สถานที่ในการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ และขอขอบคุณสำหรับชุดโปรแกรม สเปซ ซินแทกซ์ (Space syntax software) จาก Space Syntax Laboratory Bartlett School of Graduate Studies University College London. มา ณ โอกาสนี้

ผู้วิจัย



สารบัญเรื่อง

	หน้า
สารบัญตาราง	จ
สารบัญภาพ	ฉ
บทกัณฑ์ย่อ	1
Abstract	1
บทที่ 1 บทนำ	2
ความสำคัญของปัญหา	2
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
ขอบเขตของการวิจัย	3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
นิยามศัพท์	4
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	4
แนวคิดและทฤษฎี	5
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	13
กรอบแนวคิดของการวิจัย	16
บทที่ 3 วิธีการวิจัย	20
ประชากร	20
กลุ่มตัวอย่าง	20
เครื่องมือในการวิจัย	23
วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล	26
การวิเคราะห์ข้อมูล	28
บทที่ 4 ผลการวิจัย	30
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	102
สรุปผลการวิจัย	102
อภิปรายผล	106
ข้อเสนอแนะ	108
ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป	112
เอกสารอ้างอิง	113

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1	23
ประชากรที่สัญจรบนโครงข่ายจากการสังเกตการณ์ และจำนวนกลุ่มตัวอย่างประชากร	
ตารางที่ 2	39
การใช้ประโยชน์ที่ดิน มหาวิทยาลัยแม่โจ้	
ตารางที่ 3	42
ประเภทอาคาร มหาวิทยาลัยแม่โจ้	
ตารางที่ 4	43
ความสูงอาคาร มหาวิทยาลัยแม่โจ้	
ตารางที่ 5	55
จำนวนนักศึกษาทั้งหมด และนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ปี จำแนกตาม ระดับการศึกษา พ.ศ.2556	
ตารางที่ 6	56
จำนวนนักศึกษาระดับปริญญาตรี รวมทุกชั้นปีและชั้นปีที่ 1 จำแนกตามคณะ พ.ศ.2556	
ตารางที่ 7	57
จำนวนบุคลากร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ พ.ศ.2556	
ตารางที่ 8	57
จำนวนผู้ใช้ประจำโครงข่ายสัญจรมหาวิทยาลัยแม่โจ้	
ตารางที่ 9	59
ปริมาณการสัญจรของจุดสังเกตการณ์การสัญจรบนโครงข่าย	
ตารางที่ 10	65
อัตราสัญจรด้วยการเดินเท้าแต่ละช่วงเวลาของการสัญจร บนโครงข่าย	
ตารางที่ 11	66
อัตราสัญจรของการใช้จักรยานแต่ละช่วงเวลาของการสัญจร บนโครงข่าย	
ตารางที่ 12	66
เส้นสัญจรเดินเท้าที่ผู้ใช้เลือกใช้ในการเดินทางแต่ละช่วงเวลา	
ตารางที่ 13	72
เส้นสัญจรที่ใช้จักรยานเลือกใช้ในการเดินทางแต่ละช่วงเวลา	
ตารางที่ 14	76
ประเภทผู้ทำกิจกรรม ปริมาณกิจกรรม และรูปแบบกิจกรรม บนพื้นที่หยุดทำกิจกรรม	
ตารางที่ 15	77
ปริมาณกิจกรรมของพื้นที่	
ตารางที่ 16	80
รูปแบบกิจกรรมบนพื้นที่หยุดทำกิจกรรม	
ตารางที่ 17	85
ประสิทธิภาพการเข้าถึงบนโครงข่ายสัญจรมหาวิทยาลัยแม่โจ้ ในภาพรวม	
ตารางที่ 18	86
ประสิทธิภาพการเข้าถึงโครงข่ายระดับรวมของพื้นที่	
ตารางที่ 19	91
ประสิทธิภาพการเข้าถึงโครงข่ายระดับย่านของพื้นที่	
ตารางที่ 20	96
ประสิทธิภาพการเข้าถึงบนโครงข่ายสัญจรของการเชื่อมต่อ	
ตารางที่ 21	101
สรุปความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการเข้าถึงโครงข่ายสัญจร	

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1	18
ภาพที่ 2	20
ภาพที่ 3	25
ภาพที่ 4	29
ภาพที่ 5	31
ภาพที่ 6	32
ภาพที่ 7	33
ภาพที่ 8	33
ภาพที่ 9	34
ภาพที่ 10	35
ภาพที่ 11	36
ภาพที่ 12	37
ภาพที่ 13	38
ภาพที่ 14	40
ภาพที่ 15	41
ภาพที่ 16	43
ภาพที่ 17	45
ภาพที่ 18	46
ภาพที่ 19	49
ภาพที่ 20	50

		หน้า
ภาพที่ 21	โครงข่ายทางเท้า มหาวิทยาลัยแม่โจ้	51
ภาพที่ 22	โครงข่ายถนน ทางเท้า และทางจักรยาน มหาวิทยาลัยแม่โจ้	52
ภาพที่ 23	โครงข่ายสัญญาและการใช้โครงข่ายสัญญาสำหรับการเดิน และจักรยาน	53
ภาพที่ 24	โครงข่ายสัญญาและการใช้โครงข่ายสัญญาของถนนสายหลัก ถนนอินทนิล	54
ภาพที่ 25	จุดสังเกตการณ์การสัญจรบนโครงข่าย	58
ภาพที่ 26	ปริมาณสัญจรเดินเท้าผ่านจุดสังเกตการณ์	61
ภาพที่ 27	ปริมาณสัญจรจักรยานผ่านจุดสังเกตการณ์	62
ภาพที่ 28	ปริมาณสัญจรรถจักรยานยนต์ผ่านจุดสังเกตการณ์	63
ภาพที่ 29	ปริมาณสัญจรรถยนต์ผ่านจุดสังเกตการณ์	64
ภาพที่ 30	เส้นทางเดินเท้าที่ผู้ใช้เลือกทั้งหมด และเส้นทางที่ผู้ใช้เลือก ช่วงเวลา 07.30-09.30 น.	70
ภาพที่ 31	เส้นทางเท้าที่ผู้ใช้เลือก ช่วงเวลา 11.30-13.30 น.และ ช่วงเวลา 15.30-17.30 น.	71
ภาพที่ 32	เส้นทางจักรยานที่ผู้ใช้เลือกทั้งหมด และเส้นทางที่ผู้ใช้เลือก ช่วงเวลา 07.30-09.30 น.	74
ภาพที่ 33	เส้นทางจักรยานที่ผู้ใช้เลือก ช่วงเวลา 11.30-13.30 น.และ ช่วงเวลา 15.30-17.30 น.	75
ภาพที่ 34	ตำแหน่งกิจกรรมและรูปแบบกิจกรรมบนพื้นที่ของผู้ใช้ โครงข่ายสัญญา	79
ภาพที่ 35	รูปแบบและปริมาณกิจกรรมบนพื้นที่ของผู้ใช้โครงข่ายสัญญา	79
ภาพที่ 36	รูปแบบและปริมาณกิจกรรมบนพื้นที่ของผู้ใช้โครงข่ายกับปริมาณ สัญจรทางเท้าและโครงข่ายทางเท้าของมหาวิทยาลัย	81
ภาพที่ 37	รูปแบบกิจกรรมบนพื้นที่หยุดทำกิจกรรม	82
ภาพที่ 38	รูปแบบและปริมาณกิจกรรมบนพื้นที่ของผู้ใช้โครงข่ายกับปริมาณ สัญจรทางจักรยานและโครงข่ายทางจักรยานของมหาวิทยาลัย	83
ภาพที่ 39	แผนที่โครงสร้างเชิงสัณฐานประสิทธิภาพการเข้าถึงพื้นที่ของ โครงข่ายสัญจรระดับรวม (Global integration map)	87

	หน้า
ภาพที่ 40	ประสิทธิภาพการเข้าถึงบนโครงข่ายพื้นที่ในระดับรวมกับ แนวทางเท้าที่มีในปัจจุบันและเส้นทางเดินเท้าที่ผู้ใช้โครงข่าย เลือกสัญจร 88
ภาพที่ 41	ประสิทธิภาพการเข้าถึงบนโครงข่ายพื้นที่ในระดับรวมกับ แนวเส้นทางจักรยานในปัจจุบัน และเส้นทางจักรยานที่ผู้ใช้ โครงข่ายเลือกสัญจร 90
ภาพที่ 42	แผนที่โครงสร้างเชิงสัณฐาน ประสิทธิภาพการเข้าถึงพื้นที่ของ โครงข่ายสัญจรระดับย่าน (Local integration map) 92
ภาพที่ 43	ประสิทธิภาพการเข้าถึงบนโครงข่ายพื้นที่ในระดับรวมกับแนวทางเท้า ที่มีในปัจจุบัน และเส้นทางเดินเท้าที่ผู้ใช้โครงข่ายเลือกสัญจร 93
ภาพที่ 44	ประสิทธิภาพการเข้าถึงบนโครงข่ายพื้นที่ในระดับย่านกับแนวเส้นทาง จักรยาน ปัจจุบัน และเส้นทางจักรยานที่ผู้ใช้โครงข่ายเลือกสัญจร 94
ภาพที่ 45	แผนที่โครงสร้างเชิงสัณฐาน ประสิทธิภาพการเข้าถึงบนโครงข่าย สัญจรของการเชื่อมต่อ (Connectivity integration value) 97
ภาพที่ 46	สัมประสิทธิ์ความในการทำความเข้าใจพื้นที่ของการสัญจรใน ระดับรวม (Integration HH) กับค่าความเชื่อมต่อของ โครงข่ายสัญจร (Connectivity) 98
ภาพที่ 47	สัมประสิทธิ์ความในการทำความเข้าใจพื้นที่ของการสัญจรในระดับ พื้นที่ (Integration H3) กับค่าความเชื่อมต่อของโครงข่ายสัญจร (Connectivity) 99
ภาพที่ 48	สัมประสิทธิ์ความผสาน (Synergy) ของความสัมพันธ์ระหว่าง ประสิทธิภาพการเข้าถึงบนโครงข่ายสัญจรในระดับรวมการเข้าถึงบน โครงข่ายในระดับย่าน 100

ภูมิฐาน: ประสิทธิภาพการเข้าถึงบนโครงข่ายมหาวิทยาลัยเชิงนิเวศ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

Morphology: Accessibility Efficiency of Circulation Network's Eco University,

Maejo University

ลักขณา สัมมานิติ และ ปรัชมาศ ลัญชานนท์

Luxana Summaniti and Pradchamas Lanchanon

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จ.เชียงใหม่ 50290

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาเชิงฐานพื้นที่เพื่อหาประสิทธิภาพการเข้าถึงบนโครงข่ายสัญจร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ด้วยภูมิสารสนเทศ และแบบจำลองเชิงพื้นที่ สเปซ ซินแทกซ์ ใช้วิธีวิเคราะห์ปัจจัยเชิงพื้นที่ ผู้ใช้โครงข่ายสัญจร ร่วมกับการหาประสิทธิภาพการเข้าถึงพื้นที่บนโครงข่ายสัญจร พบว่าถนนอินทนิลมีประสิทธิภาพการเข้าถึงบนโครงข่ายสูงที่สุดในระดับพื้นที่รวม พื้นที่เฉพาะ และการเชื่อมต่อ คือ 2.8330, 4.0373 และ 28.0 โครงข่ายสัญจรมีค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ และสัมประสิทธิ์ต่อการทำความเข้าใจพื้นที่ 0.871639, 0.320434 และ 0.250976 ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม ค่าความเชื่อมต่อของการสัญจรบนโครงข่ายมีความแตกต่างกันโดยเฉลี่ยสามเท่า แสดงให้เห็นว่าลำดับการเชื่อมต่อบนโครงข่ายมีผลต่อทางเลือกในการสัญจรของผู้ใช้อย่างเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมของมหาวิทยาลัยแม่โจ้

คำสำคัญ: ภูมิฐาน มหาวิทยาลัยเชิงนิเวศ

Abstract

Research is a morphological spatial study. Purpose was to find the accessibility efficiency of Maejo university circulation network. Methodology consists of Geo-Informatics System and spatial model by Space Syntax to analyze spatial factors, user factor and accessibility efficiency of circulation network. It found that Intanin road has the highest accessibility efficiency of global integration value, local integration value and connectivity integration values measured 2.8330, 4.0373 and 28.0. The coefficients of synergy and intelligibility of circulation network measured 0.871639, 0.320434 and 0.250976 chronologically respectively. However, the connectivity integration value of circulation network was differenced to triple. It is represents that hierarchy of circulation network has affected for users as well as an eco-friendly circulation network of Maejo university.

Key words: Morphology, Eco-university

บทที่ 1 บทนำ

ความสำคัญของปัญหา

มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เป็นมหาวิทยาลัยที่มีเกษตรกรรมเป็นรากฐานพัฒนาการมายาวนาน 80 ปี มีพื้นที่ครอบคลุมส่วนการศึกษาและส่วนฟาร์มมหาวิทยาลัยของกิจกรรมการเรียนการสอนและ กิจกรรมเชิงนิเวศ มีสภาพแวดล้อมที่แสดงถึงการอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ที่มีทั้งพื้นที่ การเรียนการสอน และพื้นที่นันทนาการ ที่ส่งเสริมต่อคุณภาพชีวิตและสิ่งแวดล้อม เช่นเดียวกัน ประเด็นยุทธศาสตร์ของการบูรณาการองค์ความรู้เพื่อเพิ่มศักยภาพและขีดความสามารถในการดำรง และรักษาระบบนิเวศดังกล่าว รวมถึงการพัฒนางานวิจัยสถาบันเพื่อแก้ปัญหาและการพัฒนาศักยภาพ การบริหารจัดการเชิงพื้นที่ ด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศและฐานข้อมูล การพัฒนาระบบฐานข้อมูล และ การสร้างแบบจำลองเชิงพื้นที่เพื่อบริหารจัดการ ประกอบและสนับสนุนการตัดสินใจ ในการ ตอบสนองต่อทิศทางการใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ ที่มีความถูกต้อง แม่นยำ น่าเชื่อถือ ทันสมัย เป็นปัจจุบัน มีเจ้าภาพที่ชัดเจนเพื่อรับผิดชอบในฐานข้อมูล ตลอดจนเป็นการส่งเสริมการใช้ เทคโนโลยีทั้งในด้านการเรียนการสอน การวิจัย รวมถึงสนับสนุนการบริหารจัดการมหาวิทยาลัยเชิง นิเวศที่เป็นเป้าหมายในอนาคต

ภูมิฐาน ประสิทธิภาพการเข้าถึงบนโครงข่ายสัญจรมหาวิทยาลัยเชิงนิเวศ มหาวิทยาลัยแม่ โจ้ เป็นการวิจัยประยุกต์ใช้แนวคิดฐานวิทยาเมือง (Urban morphology) เชิงพื้นที่ ด้วยการจัดทำ ฐานข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geo-Informatics System) และนำมาพัฒนาประยุกต์ใช้ต่อยอดโดย สร้างแบบจำลองเชิงพื้นที่ (Spatial model) หรือ สเปซ ซินแทกซ์ (Space Syntax) ร่วมกับเทคนิควิธี วิเคราะห์ที่เกี่ยวข้องในแนวทาง (Approach) ที่เกี่ยวกับการการใช้ประโยชน์พื้นที่ของมหาวิทยาลัยที่ สัมพันธ์กับการสัญจร โครงสร้างเชิงฐานพื้นที่ และผู้ใช้พื้นที่ในการสัญจร เพื่อเสนอแนะแนว ทางการวางแผนสิ่งแวดล้อมจากประสิทธิภาพการเข้าถึงของพื้นที่บนโครงข่ายสัญจรที่เป็นมิตรกับ สิ่งแวดล้อมของการเดินเท้า การใช้จักรยาน รวมถึงการสัญจรของยานยนต์ ในอันที่จะตอบสนองต่อ นโยบายด้านชุมชนและสิ่งแวดล้อมที่มหาวิทยาลัยให้ความสำคัญในการสะท้อนให้เห็นถึงการอยู่ ร่วมกันของสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ส่งเสริมต่อคุณภาพชีวิตและสิ่งแวดล้อมที่ดีของประชาคม มหาวิทยาลัย ตลอดจนเสริมสร้างจิตสำนึกในการประหยัดพลังงานและทรัพยากรธรรมชาติ นำไปสู่ กลยุทธ์หลักพัฒนามหาวิทยาลัยสู่การเป็น “มหาวิทยาลัยเชิงนิเวศ” หรือ “Eco university”

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. หาประสิทธิภาพการเข้าถึงของพื้นที่บนโครงข่ายสัญจรเดินเท้า ทางจักรยาน และขีวดยาน
2. เสนอแนะแนวทางวางแผนสิ่งแวดล้อมระบบสัญจรมหาวิทยาลัยเชิงนิเวศ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ขอบเขตของการวิจัย

1. ขอบเขตเชิงพื้นที่

พื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ซึ่งเป็นหน่วยของการวิเคราะห์ (Unit of analysis) เชิงพื้นที่ และกลุ่มตัวอย่างผู้ใช้โครงข่ายในมหาวิทยาลัย

2. ขอบเขตเชิงเนื้อหา

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยประยุกต์ ใช้การวิจัยเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ มีเนื้อหา ดังนี้

1) จัดทำฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศ ครอบคลุมการจัดหาภาพถ่ายทางอากาศพื้นที่ศึกษาเพื่อกำหนดขอบเขตพื้นที่ การปรับแก้ค่าความคลาดเคลื่อนเชิงตำแหน่งของภาพถ่าย (Imagery rectification) ทำการออกแบบระบบฐานข้อมูล หรือ พจนานุกรมฐานข้อมูล (Data dictionary) ตามวัตถุประสงค์การวิจัย การจัดเก็บข้อมูล (Data collection) การนำเข้าฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial data Input) การนำเข้าฐานข้อมูลเชิงบรรยาย (Attribute data Input) การวิเคราะห์ข้อมูล (Analysis) และการนำเสนอข้อมูล (Output) ภูมิฐานมหาวิทยาลัยเชิงนิเวศ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

2) พัฒนาแบบจำลองเชิงพื้นที่ (Spatial model) ด้วยชุดโปรแกรม สเปซ ซินแทกซ์ (Space Syntax) ต่อยอดจากฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศ เพื่อวิเคราะห์ลักษณะโครงสร้างเชิงฐานของโครงข่ายการสัญจร (Spatial Configuration) วัดค่าในเชิงปริมาณศักยภาพการเข้าถึงของพื้นที่โครงข่ายสัญจร (Integration value) ร่วมกับเทคนิควิธีวิเคราะห์ความหนาแน่นของมวลอาคารและพื้นที่ว่าง (Figure and Ground) การสังเกตการณ์ (Gate observation) การสอบถามเลือกเส้นทางการสัญจร (Movement trace) ของการเดินเท้าและการใช้จักรยาน รวมถึงศึกษารูปแบบและปริมาณของกิจกรรม (Static snapshots) จากกลุ่มตัวอย่างผู้ใช้เส้นทางบนโครงข่าย

3) ประมวลผลข้อมูลด้วยเทคนิควิธีวิเคราะห์ซ้อนทับชั้นข้อมูล (Overlay analysis) ภูมิฐานมหาวิทยาลัยเชิงนิเวศ ร่วมกับผลวิเคราะห์ประสิทธิภาพการเข้าถึงบนโครงข่ายสัญจร และกลุ่มตัวอย่าง เพื่อสรุปและเสนอแนะแนวทางการวางแผนโครงข่ายสัญจรมหาวิทยาลัยเชิงนิเวศ ได้แก่ โครงข่ายสัญจรของทางเดินเท้า และเส้นทางจักรยาน และขีวดยานที่เกี่ยวข้อง

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) ทราบประสิทธิภาพการเข้าถึงบนโครงข่ายสัญญาณเชิงพื้นที่ และลักษณะการเลือกใช้เส้นทางบนโครงข่ายสัญญาณของการเดินเท้า ทางจักรยาน ของผู้ใช้โครงข่าย
- 2) เสนอแนวทางการวางแผนสิ่งแวดล้อมระบบสัญญาณทางเท้า ทางจักรยาน และขีดยาน ในแนวคิดมหาวิทยาลัยเชิงนิเวศ มหาวิทยาลัยแม่โจ้
- 3) บูรณาการองค์ความรู้เพื่อเพิ่มศักยภาพและขีดความสามารถสู่มหาวิทยาลัยเชิงนิเวศ รวมถึงการจัดทำระบบสารสนเทศฐานข้อมูลทางกายภาพที่มีความถูกต้องและทันสมัยเป็นปัจจุบัน
- 4) กลุ่มเป้าหมายที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ผู้บริหาร หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง อาจารย์ และนักศึกษา ผู้ใช้ประโยชน์จากประสิทธิภาพของโครงข่ายสัญญาณสำหรับงานด้านการวางแผน การวางผัง และการออกแบบวางแผนสิ่งแวดล้อมเส้นทางเดินเท้า ทางจักรยาน และทางสัญญาณขีดยาน ที่สามารถนำไปเป็นแนวทางพัฒนามหาวิทยาลัยเชิงนิเวศ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ได้อย่างเกิดประโยชน์ต่อไป

นิยามศัพท์

ภูมิฐาน ของการวิจัยครั้งนี้ หมายถึง ลักษณะเชิงพื้นที่ที่เกี่ยวข้องกับรูปร่าง รูปทรงของพื้นที่ที่เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของที่ว่างด้วยการสัญญาณของผู้ใช้สอยพื้นที่และกิจกรรมที่เกี่ยวข้อง

มหาวิทยาลัยเชิงนิเวศ ของการวิจัยครั้งนี้ หมายถึง มหาวิทยาลัยในแนวคิดเชิงนิเวศ เน้นเฉพาะทางด้านกายภาพ หรือ พื้นที่ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้สอยพื้นที่บนโครงข่ายสัญญาณของสภาพแวดล้อมที่เอื้อประโยชน์อย่างเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมและอนุรักษ์สภาพแวดล้อมธรรมชาติมหาวิทยาลัยแม่โจ้

บทที่ 2 การตรวจเอกสาร

แนวคิดและทฤษฎี

ทฤษฎีหลักและกรอบความคิดของการวิจัยนี้ใช้แนวคิดหลักฐานวิทยา โดยเฉพาะ ฐานวิทยาเมือง (Urban morphology) นับเป็นแนวคิดแขนงใหม่ของการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการวางแผน การวางผัง และการออกแบบพื้นที่ ที่มีนัยสามประการที่สัมพันธ์กัน กล่าวคือ ประการแรก เป็นการวิจัยที่เน้นไปทางด้านกายภาพ หรือเชิงพื้นที่ที่สำคัญ ประการที่สองเน้นหลักวิเคราะห์ในเชิงวิทยาศาสตร์เพื่อยังประโยชน์ต่อกระบวนการวางแผนและออกแบบอย่างเป็นระบบ และเป็นกระบวนการที่สามารถทำซ้ำได้ และประการสุดท้ายเพื่อมุ่งหมายให้เกิดการบูรณาการของศาสตร์ สถาปัตยกรรม ภูมิสถาปัตยกรรม และการวางแผนวางผังชุมชนเมือง ทำให้เกิดกระบวนการวางแผน การวางผัง และการออกแบบ ที่สามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างอาคาร และพื้นที่ ในระดับพื้นที่รวม (Global) ระดับย่าน (Local) และระดับตัวเอง หรือ การเชื่อมต่อ (Connectivity)

พื้นฐานแนวคิดดังกล่าวสืบเนื่องจากกิจกรรมที่เกิดขึ้นบนพื้นที่เป็นผลมาจากโครงข่าย สัญจรที่เอื้ออำนวยให้เกิดทางเลือกได้หลากหลายและมีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกับพื้นที่โดยรอบได้ดี เป็นปรากฏการณ์ที่อธิบายโดยแนวคิดทฤษฎีกระบวนการเกิดฐานพื้นที่ศูนย์กลางที่เสนอโดย Hillier and Hanson (1984) อธิบายว่าศูนย์กลางเมืองที่ดี (Urban centrality) ควรจะมีปรากฏการณ์ที่มีชีวิต (Live center) ด้วยลักษณะเชิงฐานอันพึงประสงค์ โดยฐานเมืองเป็นตัวการหลักที่ทำให้เกิดรูปแบบการเคลื่อนที่หรือการสัญจรอิสระ (Natural movement) เช่น การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทการค้ามักมีที่ตั้งอยู่บริเวณที่มีข้อได้เปรียบของโอกาสในการเสนอขายสินค้าและบริการด้วยสถานที่ที่มีผู้คนสัญจรผ่านไปมา ทำให้เกิดเป็นสิ่งที่ดึงดูด (Attractor) และเกิดเป็นผลกระทบทวีคูณ (Multiplier effect) บนพื้นฐานของการสัญจรอิสระที่เป็นผลมาจากฐานของโครงข่ายกริด ฐานจึงมีความสัมพันธ์กับรูปแบบการสัญจรที่พบและวัดได้โดยคุณลักษณะของพื้นที่รวม (Global properties) ของกริดด้วยการวิเคราะห์โครงสร้างเชิงฐานพื้นที่ผ่านการเข้าถึงและการมองเห็น เช่นเดียวกันทฤษฎีสิ่งดึงดูด (Attraction theory) ของการสัญจรโดยการเดินเท้า ซึ่งเป็นการเคลื่อนที่มุ่งไปข้างหน้า (To) และเริ่มต้นจากที่ใดที่หนึ่ง (From) รูปแบบการก่อตัวจึงมีระดับที่แตกต่างกันไปของสิ่งดึงดูด โดยฐานพื้นที่ของกริดในเส้นทางมีองค์ประกอบของพื้นที่ที่ผู้คนสัญจรบนท้องถนน จัตุรัส ตรอก ซอย และอื่นๆ ที่มีการเชื่อมต่อเข้าด้วยกันเป็นรูปแบบบางอย่างของพื้นที่รวม (Global pattern) ฐานดังกล่าวมีผลต่อการสัญจรเพื่อผ่านและเข้าถึง เมื่อการสัญจร (Movement), ฐาน (Configuration) และสิ่งดึงดูด (Attractor) มาอยู่

ร่วมกัน สัณฐานจะมีอิทธิพลสูงมากซึ่งเป็นสาเหตุเริ่มต้นของการสัญจร และการมีอยู่ของสิ่งดึงดูดก็มีอิทธิพลต่อการดึงดูดคนเข้ามารวมกัน แต่การมีอยู่ของสิ่งดึงดูดไม่มีอิทธิพลต่อการกำหนดรูปแบบสัณฐาน เช่นเดียวกันสัณฐานจะมีอิทธิพลต่อการสัญจรมาก หากการสัญจร สัณฐาน และสิ่งดึงดูด มาอยู่ร่วมกันจะทำให้อิทธิพลของสัณฐานส่งผลต่อการสัญจรและการกระจายตัวของสิ่งดึงดูด ในสถานการณ์จริงเรามักพบเห็นตัวอย่างนี้ในหลายพื้นที่ของเมือง ที่สิ่งดึงดูดมีแนวโน้มที่จะทำให้เกิดการรวมกลุ่มของที่ตั้งเกิดเป็นพื้นที่ย่านพาณิชยกรรม จึงคาดเดาได้ต่อไปว่าจะทำให้เกิดตัวทวีคูณ (multipliers) และเกิดกระบวนการเศรษฐกิจ (Movement economy) ที่เกิดมาจากสาเหตุของสัณฐาน (Spatial configuration)

เช่นเดียวกันการสัญจรถูกกำหนดขึ้นโดยสัณฐานของกริด (Grid configuration) พื้นฐานของการสัญจรอิสระในกริดจึงเป็นความสัมพันธ์ที่เหมาะสมในการตัดสินใจของผู้นคนในการเลือกเส้นทางสัญจร อย่างไรก็ตาม “กริดของเมืองเป็นที่ยังเป็นโครงสร้างที่ถูกสร้างและจัดวางให้มีลำดับโดยผู้นคนที่อาศัยร่วมกัน และเป็นเส้นทางสัญจรที่เกี่ยวข้องกับประเภทของศักยภาพในการเผชิญหน้าหรือหลีกเลี่ยงกัน ที่ล้วนเป็นผลมาจากสังคมวัฒนธรรมนั้น” โครงข่ายกริดที่ถูกสร้างผ่านการสัญจรอิสระของผู้นคนจึงมีโครงสร้างที่แตกต่างที่เป็นสิ่งเริ่มแรกของการปรับระดับ และความเป็นไปได้ในการเชื่อมต่อระหว่างกลุ่มคนที่แตกต่าง เช่น ผู้สูงอายุและคนแปลกหน้า ผู้ชายและผู้หญิง เด็กและผู้ใหญ่ ชนชั้นทางสังคม การสัญจรอิสระจึงเป็นตรรกะ หรือเหตุผลสำคัญที่เชื่อมโยงสัณฐานพื้นที่ไปสู่การสัญจรและองค์ประกอบที่มีความสัมพันธ์กัน ซึ่งก็คือพื้นที่ในภาพรวมของสัณฐานที่สนองต่อปัจจัยที่กำหนดสัณฐาน (Configuration parameters) ที่มีความสัมพันธ์กันในแต่ละส่วนของพื้นที่สู่ทุกองค์ประกอบอย่างเป็นระบบ การสัญจรอิสระจึงมีอิทธิพลทั้งในพื้นที่เฉพาะ (Local) และพื้นที่รวม (Global) เป็นการอธิบายความสัมพันธ์ของแต่ละพื้นที่ว่าง (Space) ไปสู่สิ่งที่อยู่ใกล้เคียงกัน และการสัญจรอิสระทำให้เกิดการกระจายพื้นที่ว่างที่มีแนวโน้มกลายเป็นสาเหตุภายใต้การใช้สอยบนพื้นที่ (Hillier et al., 1987) ดังนั้นการศึกษาค้นคว้านี้จะใช้ทฤษฎีหลักอธิบายลักษณะสัณฐานพื้นที่ศูนย์กลางด้วยภูมิสารสนเทศ บนพื้นฐานทฤษฎีการสัญจรอิสระ (The Theory of Natural Movement) ทฤษฎีเศรษฐกิจ (The Theory of Economy Movement) และทฤษฎีกระบวนการเกิดสัณฐานพื้นที่ศูนย์กลาง (The Theory of Spatial Centrality) ที่เสนอโดย Hillier มีสาระสำคัญดังนี้

ทฤษฎีการสัญจรอิสระ (The Theory of Natural Movement) อธิบายคุณสมบัติของสัณฐานกริดของเมืองว่ามีศักยภาพทำให้เกิดการสัญจรในบางพื้นที่มากกว่าพื้นที่อื่นๆ การสัญจรอิสระเกิดจากการเชื่อมต่อกันของโครงข่ายกริด และกระจายการสัญจรมากขึ้นไปตามบริเวณต่างๆ อย่างไม่เท่าเทียมกัน ทำให้บางส่วนคึกคัก บางส่วนเงียบเหงา และการสัญจรอิสระยังแสดงให้เห็นถึงบทบาทความสำคัญของสัณฐานพื้นที่ในการทำให้น้ำที่ไหลของของแต่ละพื้นที่แตกต่าง

กลไกที่ทำให้เกิดความเข้มข้นระหว่างการสัญจร และสิ่งดึงดูดที่ระดับการสัญจรอิสระที่สูงกว่าในบางบริเวณ อธิบายโดยทฤษฎีเศรษฐกิจการเคลื่อนที่ (The Theory of The Movement Economy) ที่ว่าระดับการสัญจรอิสระที่สูงกว่าในบางบริเวณจะดึงดูดกิจกรรมการค้าให้มากระจุกตัวกันมากกว่าปกติเกิดเป็นสิ่งดึงดูด (Attractors) ทำให้โครงสร้างของกริดมีอิทธิพลต่อรูปแบบการสัญจรและมีผลต่อการกระจายตัวของสิ่งดึงดูด ส่งผลให้เกิดการสัญจรเพิ่มมากขึ้นเข้าสู่ภายในกริดอีกเป็นทวีคูณ เกิดเป็น “ผลกระทบทวีคูณ” (Multiplier effect) ที่ยิ่งดึงดูดการสัญจรให้เพิ่มขึ้นมากกว่าเดิม ผลก็คือเมืองจะเกิดบริเวณที่มีกิจกรรมกระจุกตัวอยู่อย่างหนาแน่นมากกว่าปกติ ซึ่งพื้นที่ที่มีการสัญจรอิสระในอัตราสูงจะเกิดการดึงดูดการใช้สอยที่ทำให้มีการเคลื่อนที่หรือการสัญจรที่เพิ่มมากขึ้นอีก ทำให้พื้นที่กริดของเมืองมีความแตกต่างกันในการใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ละประเภท เกิดเป็นลักษณะของสัณฐานศูนย์กลาง ที่อธิบายโดยทฤษฎีสัณฐานพื้นที่ศูนย์กลาง (Theory of Spatial Centrality) ที่ว่ากระบวนการเศรษฐกิจการสัญจรกระทำผ่านโครงข่ายกริดของการสัญจรอิสระทำให้เกิด “ศูนย์กลางที่มีชีวิต” หรือ Live center พื้นที่เหล่านี้เป็นที่ซึ่งมีการสัญจรได้อย่างเป็นอิสระ การใช้พื้นที่ที่มีแนวโน้มไปสู่ความเข้มข้นของการใช้สอย พื้นที่ที่จะเกิดการแบ่งซอยโครงข่ายออกเป็นส่วนย่อยที่เล็กลง (Grid intensification) เพื่อเพิ่มพื้นที่ผิวรองรับการสัญจรอิสระที่เพิ่มขึ้นอีก เกิดเป็นบริเวณโครงข่ายการสัญจรที่เพิ่มมากขึ้นไปอีก ลักษณะเช่นนี้พบในศูนย์กลางที่มีชีวิตเรียกว่า กระบวนการเกิดสัณฐานพื้นที่ศูนย์กลาง หรือ Centrality as a process สัณฐานพื้นที่ศูนย์กลางมีลักษณะสำคัญ คือ พื้นที่มีขนาดกะทัดรัด เส้นทางในย่านศูนย์กลางมีระยะทางสั้นเมื่อเทียบกับย่านอื่นๆ ในเมือง มีทางเลือกการใช้เส้นทางในการเดินทางมากกว่า และการเดินทางในย่านศูนย์กลางมีเส้นทางอื่นเป็นทางเลือกไปยังที่อื่นได้มาก พื้นที่มีขนาดบดบังเล็กน้อย มีศักยภาพในการเข้าถึงพื้นที่สูงกว่าบริเวณอื่น และมีอัตราส่วนของด้านกว้างต่อด้านยาวสูง เช่น มีรูปแบบสี่เหลี่ยมตาราง (Grid Pattern) เส้นทางในการเดินทางในพื้นที่ศูนย์กลางสั้นกว่าย่านอื่น เป็นปรากฏการณ์ของความมีชีวิตชีวาด้วยโครงสร้างลักษณะเชิงสัณฐานพื้นที่อันพึงประสงค์ โครงข่ายและพื้นที่สาธารณะภายในเมืองประสานเชื่อมต่อกันอย่างทั่วถึงมีประสิทธิภาพ การสัญจรกระจายตัวได้อย่างเป็นอิสระทั้งระบบ ผู้คนสัญจรจากจุดหนึ่งไปจุดหนึ่งในระบบได้อย่างเสรี ถนนและพื้นที่สาธารณะมีสภาพแวดล้อมการใช้งานที่มีทั้งกิจกรรมการสัญจรเพื่อผ่าน (Moving through) และเข้าถึง (Moving to) เกิดการไหลเวียนปะปนของผู้คนที่มิวัตถุประสงค์หลากหลายมีจุดมุ่งหมายแตกต่างเป็นชีวิตสาธารณะที่สมบูรณ์ในพื้นที่ (ไชศรี ภักดีสุขเจริญ, 2547)

แนวคิดทฤษฎีดังกล่าวยังสร้างกระบวนการวัดระดับค่าความสัมพันธ์ระหว่าง “ลักษณะโครงสร้างเชิงสัณฐานพื้นที่” กับ “ลักษณะและระดับความนิยมในการใช้งานของพื้นที่” ที่ Hillier เสนอเทคนิควิธีวิเคราะห์โครงสร้างเชิงสัณฐานของสถาปัตยกรรมเมืองด้วยแบบจำลองเชิงพื้นที่สเปซ ซินแทกซ์ (Space Syntax) พัฒนาแบบจำลองต่อข้อมูลภูมิสารสนเทศ (Geo Informatics

System) ในการวัดประสิทธิภาพการเข้าถึงของพื้นที่บนโครงข่ายสัญญาณ เป็นชุดทฤษฎีและเทคนิคทางคอมพิวเตอร์ ที่สามารถแสดงค่าระดับความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างเชิงสัณฐานพื้นที่กับลักษณะและระดับความนิยมในการใช้งานของพื้นที่ ซึ่งก็คือ “พื้นที่สาธารณะ” และ “การสัญจร” โดยเฉพาะ การสัญจรทางเท้า ทางจักรยาน หรือแม้แต่จักรยาน โดยเฉพาะทางเท้า นับเป็นปัจจัยสำคัญที่สุดของกระบวนการเกิดพื้นที่ศูนย์กลางและระดับการสัญจรภายในพื้นที่ สามารถอธิบายและทำนายได้ด้วยการวิเคราะห์ และทำความเข้าใจโครงข่ายพื้นที่สาธารณะบนโครงข่ายสัญญาณอย่างเป็นระบบ ด้วยการวิเคราะห์โครงสร้างความสัมพันธ์ดังกล่าวผ่านแผนที่โครงสร้างเชิงสัณฐานได้อย่างเป็นลำดับ

สำหรับแนวคิดการวางแผนเชิงนิเวศ หรือ Ecological planning ของการวิจัยครั้งนี้ เป็นองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องระหว่างกันของพื้นที่ (Space) และสภาพแวดล้อม (Environment) การประยุกต์ใช้เพื่อประกอบการตัดสินใจในแนวปฏิบัติอย่างยั่งยืน (Sustainable action) โดยในการวางแผนสิ่งแวดล้อม (Environmental planning) มีความเกี่ยวข้องด้วยสภาพแวดล้อมที่หมายถึง สิ่งที่อยู่รอบๆตัวเรา และนิเวศวิทยา (Ecology) เป็นการคำนึงถึงความสัมพันธ์ ของสิ่งที่อยู่อาศัยร่วมกันบนพื้นที่ ด้วยการทำความเข้าใจปฏิสัมพันธ์ของมนุษย์กับนิเวศแวดล้อมของโครงข่ายสัญญาณ อาทิ รูปแบบ กระบวนการ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้ใช้กับพื้นที่ ในการทำความเข้าใจเพื่อวิเคราะห์ (Analysis) ลักษณะที่เหมือนหรือแตกต่างกัน ตลอดจนการสังเคราะห์ (Synthesis) ผลจากการประเมินประสิทธิภาพ และโอกาสอันเกิดจากปฏิสัมพันธ์ของมนุษย์และกระบวนการของสภาพแวดล้อมเชิงพื้นที่ของโครงข่ายสัญญาณ ก่อนเสนอแนะทางเลือกที่มีความเป็นไปได้ที่ตอบสนองความต้องการของพื้นที่ สภาพแวดล้อม และการใช้สอยโครงข่ายของผู้ใช้ ที่มุ่งเน้นถึงความยั่งยืนรวมถึงการลดผลกระทบอันจะเกิดขึ้นกับระบบนิเวศของที่ตั้ง และการเสนอแนะมาตรการในการปฏิบัติตามวัตถุประสงค์ของการวางแผนเชิงนิเวศต่อไป

ในแนวคิดการวางแผนเชิงนิเวศ Kuhn (1970) เสนอกรอบความคิดในการอธิบายแนวทางหลักของการวางแผนเชิงนิเวศ ที่ว่าพัฒนาการหลักของการวางแผนเชิงนิเวศประกอบด้วยพัฒนาการอย่างเป็นลำดับเริ่มจาก ข้อคำนึงที่ว่าผลกระทบของมนุษย์ส่งผลกระทบต่อภูมิทัศน์แวดล้อม และนั่นคือสิ่งที่ต้องพิจารณาในการวางแผนวางผังที่ต้องคำนึงถึงธรรมชาติ (Plan with nature) โดยแนวคิดในการคำนึงถึงธรรมชาติในงานวางแผนยังเกี่ยวข้องกับขนาดของพื้นที่กับการปรับใช้แนวคิดนิเวศวิทยา ประการต่อมา คือ ความเชื่อมโยงระหว่างนิเวศวิทยาและวิทยาการวางแผน รวมถึงวิธีการที่จะบูรณาการศาสตร์ทั้งสองในงานวางแผน การร่วมงานระหว่างกัน อาทิ ภูมิสถาปนิก นักวางแผนวางผัง บนพื้นฐานหลักการของนิเวศวิทยา ข้อมูล เทคนิควิธีการ ที่ใช้ในการวางแผน และความหลากหลายในแนวทางการวางแผนเชิงนิเวศ ขอบข่ายของงาน พื้นที่ และการประยุกต์ใช้

ในแนวทางการวางแผนเชิงนิเวศ Ndubisi (2002) เสนอแบบจำลองข้อพิจารณาความสัมพันธ์ของการแลกเปลี่ยนระหว่างกันของปัจจัยเศรษฐกิจ (Economic) สังคม-วัฒนธรรม (Socio-Culture) และชีว-กายภาพ (Bio-Physical) ที่ว่าทั้งสามปัจจัยหลักนี้มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันในการนำไปสู่ความเหมาะสมทางภูมิทัศน์ (Landscape suitability) (ภาพที่ 2) ทั้งนี้มีแนวคิดเชิงสาระและเชิงกระบวนการ (Substantive and Procedural Concepts) ในการศึกษาและวิเคราะห์สนับสนุนที่ว่าแนวคิดนิเวศวิทยาเป็นการอธิบายถึงความยั่งยืน สองลักษณะ คือ 1) ด้านความมั่นคง (Stability) เป็นลักษณะพื้นฐานของระบบนิเวศ ของความสามารถในการฟื้นฟูจากการถูกรบกวนของระบบนิเวศ (Resilience stability) และความสามารถต้านทานต่อการถูกรบกวน (Resistance stability) 2) ด้านผลผลิต (Productivity) ที่เป็นผลมาจากปัจจัยกายภาพของสภาพแวดล้อม ธาตุอาหาร และการดูแลรักษาสภาพนิเวศแวดล้อม

อย่างไรก็ตามการประเมินเพื่อตอบคำถามของความมั่นคงและด้านผลผลิตในการอธิบายถึงความยั่งยืนมีแนวคิดเชิงสาระที่อธิบายไว้ ได้แก่ แนวคิดประเมินความสามารถในการรองรับ (Carrying capacity) แนวคิดโอกาสและข้อจำกัด (Opportunity and Constraints) แนวคิดการประเมินผลกระทบ (Impact Assessment) และแนวคิดการฟื้นฟูภูมิทัศน์ (Landscape regeneration) โดยแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยครั้งนี้เพื่อความยั่งยืน โดยเฉพาะข้อคำนึงปัจจัยทางชีว-กายภาพ (Bio-Physical consideration) จึงเลือกใช้แนวคิดเชิงสาระ (Substantive concept) ของโอกาสและข้อจำกัด ในการทำความเข้าใจโอกาสและข้อจำกัดของคุณลักษณะภูมิทัศน์ธรรมชาติ (Natural landscape) และภูมิทัศน์วัฒนธรรม (Cultural landscape) ด้วยการมุ่งประเด็นไปที่โอกาสในการตีความหมายที่เกี่ยวกับที่ตั้งและสภาพแวดล้อมที่มนุษย์ใช้สอย ประกอบกิจกรรม หรือแม้แต่การปรับปรุงสภาพแวดล้อมธรรมชาติรวมถึงการสร้างทางเลือกในแนวทางที่ส่งผลต่อสภาพแวดล้อมให้น้อยที่สุด

เช่นเดียวกันแนวคิดเชิงกระบวนการของความยั่งยืนในแนวทางการวางแผนเชิงนิเวศของการวิจัยครั้งนี้ จึงให้ความสำคัญกับกระบวนการ (Procedural concepts) ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาวิเคราะห์และสังเคราะห์ผลในแนวทางที่สอดคล้องกับวิธีการฐานวิทยา ด้วยวิธีการอธิบายประสิทธิภาพของโครงข่ายในเชิงปริมาณด้วยแบบจำลองเชิงพื้นที่ที่อธิบายลักษณะเฉพาะของปัจจัยประสิทธิภาพการเข้าถึงบนโครงข่ายสัญญาณ (Nonlinear combination) ก่อนผลนำมาด้วยวิธีวิเคราะห์ร่วมกับปัจจัยอื่น (Factor combination) เพื่อจำแนกลักษณะที่เหมือนกันและลักษณะที่แตกต่างกันออกมาด้วยวิธีวิเคราะห์จากการซ้อนทับชั้นข้อมูล (Overlay analysis) ก่อนเสนอแนะแนวทางการวางแผนสิ่งแวดล้อมระบบสัญญาณมหาวิทยาลัยเชิงนิเวศต่อไป

นอกจากการศึกษาตามแนวทางการวางแผนสิ่งแวดล้อมแล้ว แนวคิดกระแสปัจจุบันของมหาวิทยาลัยเชิงนิเวศอย่างเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ยังเป็นที่ยอมรับกันอย่างกว้างขวางรวมถึงการนำมาเป็นแนวปฏิบัติในการก้าวสู่ความเป็นมหาวิทยาลัยที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม อาทิจากผลการสำรวจ UI Green Metric World University Ranking จัดโดย University of Indonesia ที่เริ่มต้นครั้งแรกใน ปี พ.ศ.2553 ในการจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียวโลก จากเกณฑ์การประเมิน 6 ด้าน คือ สถานที่ตั้งและโครงสร้างพื้นฐาน (Setting and infrastructure) พลังงานและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ (Energy and climate change) การจัดการของเสีย (Waste) น้ำ (Water) การขนส่ง (Transportation) และด้านการศึกษา (Education) (UI Green Metric, 2011) มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบสถานะของนโยบายที่สำคัญของมหาวิทยาลัยที่เข้าร่วมรับการจัดอันดับในการก้าวสู่ความเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียวอย่างยั่งยืน (Green campus and sustainability) และเพื่อการเข้าเป็นภาคีร่วมในการจัดการปัญหาสิ่งแวดล้อมที่สำคัญจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก การอนุรักษ์พลังงานและน้ำ การนำของเสียกลับมาใช้ใหม่ และการขนส่งสีเขียว เช่นเดียวกันยังเป็นกิจกรรมที่นำไปสู่การเปลี่ยนแปลงและนำมาซึ่งความสนใจในความยั่งยืนของสิ่งแวดล้อม ปัญหาทางเศรษฐกิจและสังคมที่มีความสัมพันธ์กับความยั่งยืน มีหลักปรัชญาการประเมินผลบนพื้นฐานแนวคิด “3Es; Environment Economics and Equity” โดยใน ปี พ.ศ.2556 ที่ผ่านมาในภาพรวมมีมหาวิทยาลัยทั่วโลกจำนวน 301 แห่ง เข้าร่วมรับการจัดอันดับ โดยแยกกลุ่มการจัดอันดับตามที่ตั้งของมหาวิทยาลัย ได้แก่ ชนบท (Rural) ชานเมือง (Suburban) ในเมือง (Urban) และอื่นๆ (Other) และประเภทของมหาวิทยาลัย ได้แก่ มหาวิทยาลัยที่มีการสอนครบวงจร (Comprehensive) และมหาวิทยาลัยที่มีการเรียนการสอนขั้นสูงเฉพาะทาง (Specialized higher education institution) โดยมหาวิทยาลัยแม่โจ้เป็นหนึ่งในมหาวิทยาลัยที่ต้องการพัฒนาสู่มหาวิทยาลัย Organic Green and Eco University ได้เข้าร่วมรับการจัดอันดับเป็นครั้งแรกใน ปี พ.ศ.2556 ได้รับการจัดอันดับผลดังนี้ (UI Green Metric World University Ranking, 2013)

- World ranking 2013 ลำดับที่ 194 ของโลก (ลำดับ 10 ของประเทศ)
- World ranking, Suburban campus setting ลำดับที่ 72 ของโลก (ลำดับ 4 ของประเทศ)
- World ranking, Comprehensive higher education institution ลำดับที่ 149 ของโลก (ลำดับ 8 ของประเทศ)

โดยมหาวิทยาลัยแม่โจ้ มีผลการจัดอันดับที่คะแนนรวม 4,605 คะแนน ผลคะแนนในด้านที่ตั้งและโครงสร้างพื้นฐาน 786 คะแนน พลังงานและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ 995 คะแนน ของเสีย 1,050 คะแนน น้ำ 625 คะแนน การคมนาคมขนส่ง 425 คะแนน และการศึกษา 724 คะแนน

ซึ่งจากผลการคะแนนมีข้อสังเกตเห็นได้ว่ามหาวิทยาลัยแม่โจ้มีผลคะแนนด้านระบบการคมนาคมขนส่งภายในมหาวิทยาลัยน้อยที่สุดจากผลคะแนนในทุกด้าน ซึ่งระบบการคมนาคมขนส่งมีบทบาทสำคัญต่อการปลดปล่อยคาร์บอนและระดับมลภาวะในมหาวิทยาลัย นโยบายที่เกี่ยวข้องกับการคมนาคมขนส่ง เช่น การจำกัดจำนวนรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์ภายในมหาวิทยาลัย การส่งเสริมการใช้ระบบขนส่งสาธารณะ จักรยาน ภายในมหาวิทยาลัย ที่จะนำมาซึ่งสภาพแวดล้อมที่มีคุณภาพ รวมถึงนโยบายที่เกี่ยวข้องกับการเดินเท้าในการส่งเสริมให้นักศึกษาและบุคลากรใช้การเดินเท้าภายในมหาวิทยาลัยมากขึ้น ตลอดจนการหลีกเลี่ยงการใช้รถยนต์ส่วนบุคคล จำนวนการใช้ระบบคมนาคมขนส่งที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมจะช่วยนำมาซึ่งการลดลงของรอยเท้าคาร์บอน หรือ Carbon footprint ภายในมหาวิทยาลัยและพื้นที่โดยรอบด้วยเช่นกัน โดยมีปัจจัยสำคัญที่เกี่ยวข้องกับระบบคมนาคมขนส่งในการจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียว ได้แก่

- มีนโยบายการคมนาคมขนส่งที่ถูกออกแบบมาเพื่อจำกัดจำนวนของรถยนต์ภายในมหาวิทยาลัย
- มีนโยบายการคมนาคมขนส่งที่มีการจำกัดจำนวน หรือช่วยลดพื้นที่จอดรถภายในมหาวิทยาลัย
- มีระบบขนส่งสาธารณะภายในมหาวิทยาลัย เช่น รถประจำทาง ที่เป็นเงื่อนไขสำคัญของการเดินทางภายในพื้นที่ ตลอดจนการเก็บค่าธรรมเนียมต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง
- มีนโยบายเกี่ยวกับทางจักรยาน ทางเท้า ที่สะท้อนถึงการส่งเสริมสนับสนุนการเดิน และการใช้จักรยาน รวมถึงมีระบบโครงสร้างเหล่านี้ไว้รองรับ

เห็นได้ว่าการให้ความสำคัญกับการก้าวสู่มหาวิทยาลัยสีเขียวที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมในแนวคิดมหาวิทยาลัยเชิงนิเวศระบบการคมนาคมขนส่งของโครงข่ายสัญจรจัดได้ว่าเป็นประเด็นหนึ่งที่เชื่อมโยงสู่การวิจัยครั้งนี้ในแนวทางของ ภูมิทัศน์ฐาน;ประสิทธิภาพการขนส่งบนโครงข่ายในแนวทางมหาวิทยาลัยเชิงนิเวศในการเสนอแนะแนวทางวางแผนสิ่งแวดล้อมไปสู่ความเป็นไปได้ในแนวทางมหาวิทยาลัยเชิงนิเวศของการศึกษาครั้งนี้ต่อไป

เช่นเดียวกันปัจจุบันกระแสตื่นตัวทั่วโลกในการส่งเสริมให้ประชาชนได้บริโภคอาหารที่ปลอดภัย ประเทศไทยได้มีการพัฒนาเกษตรอินทรีย์ในทิศทางที่ดีขึ้น และมหาวิทยาลัยแม่โจ้เป็นหน่วยงานหนึ่งที่มีส่วนสำคัญการพัฒนาและส่งเสริมการเกษตรมาโดยตลอด จึงได้กำหนดให้เกษตรอินทรีย์เป็นยุทธศาสตร์หลัก ตามนโยบายและทิศทางการพัฒนา (Roadmap) ภายใต้อาณาจักรของ Knowledge of Agriculture Park Transformer หรือ KAP ของมหาวิทยาลัย และเพื่อพัฒนาการเกษตรของชาติ โดย

กำหนดทิศทางการพัฒนาในช่วง ปี พ.ศ.2555-2569 ใน 3 ประเด็น คือ การขับเคลื่อนมหาวิทยาลัยสู่การเป็น Organic Green and Eco University ด้วยแนวคิดหลักของการพัฒนา

“เป็นมหาวิทยาลัยที่สร้างความสมดุล เคารพธรรมชาติและเป็นมิตรกับธรรมชาติ
รักษาวัฒนธรรมและความดีงามเพื่อการอยู่ร่วมกันอย่างมีความสุขและยั่งยืน”

แนวคิดหลักของการพัฒนาประกอบด้วยด้านสำคัญสามระยะ ได้แก่ มหาวิทยาลัยเกษตรอินทรีย์ (Organic university) มหาวิทยาลัยสีเขียว (Green university) และมหาวิทยาลัยเชิงนิเวศ (Eco university) ได้แก่

มหาวิทยาลัยเกษตรอินทรีย์ หรือ Organic university ในระยะแรก หมายถึง การกลับคืนสู่การเกษตรแบบธรรมชาติ ซึ่งไม่ใช่การปฏิเสธเคมีหรือเทคโนโลยีอย่างสิ้นเชิง แต่หมายถึงการใช้อย่างถูกต้องและรับผิดชอบ โดยต้องยึดทางสายกลาง ใช้เทคโนโลยีอย่างถูกต้อง มีเหตุผลพอเพียง ไม่เป็นอันตรายต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม โดยมีหลักในการพัฒนาสู่มหาวิทยาลัยเกษตรอินทรีย์โดย การส่งเสริมการใช้กระบวนการแบบธรรมชาติอย่างครบวงจร (ผลิต แปรรูป ตลาด) การลด ละ เลิกการใช้สารเคมีในทุกขั้นตอน หรือ ใช้อย่างถูกต้อง รับผิดชอบ พอเพียง และไม่เป็นอันตรายต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม การรักษาความหลากหลายทางชีวภาพให้เกิดการผสมผสานเกื้อกูลซึ่งกันและกัน การหมุนเวียนการใช้ทรัพยากรในพื้นที่ให้เกิดประโยชน์สูงสุด การส่งเสริมการบำรุงรักษาดินให้กลับมามีความอุดมสมบูรณ์อย่างยั่งยืน การเพิ่มบทบาทมหาวิทยาลัยในการเป็นศูนย์กลางด้านเกษตรอินทรีย์ของชาติ และการสร้างความรู้ความเข้าใจ ความตระหนักถึงอันตรายจากสารเคมี และให้ความสำคัญกับการบริโภคอาหารปลอดภัยแก่นักศึกษา บุคลากรและชุมชน

มหาวิทยาลัยสีเขียว หรือ Green university ในระยะต่อมา หมายถึง มหาวิทยาลัยต้องพัฒนาสู่ความถูกต้อง โดยสร้างความสมดุลกับธรรมชาติ และการเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียวต้องเน้นเรื่องการรักษาธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมวัฒนธรรมที่ดีงาม (วัฒนธรรมแม่โจ้ วัฒนธรรมเกษตร วัฒนธรรมล้านนา และวัฒนธรรมไทย) และความดีมีคุณธรรม (ธรรมมาภิบาล) โดยมีหลักในการพัฒนาสู่มหาวิทยาลัยสีเขียว ได้แก่ การเพิ่มพื้นที่สีเขียว โดยงดเว้นการตัดต้นไม้ใหญ่ และปลูกต้นไม้เพิ่มเติม การเพิ่มพื้นที่ทางเท้า การเพิ่มพื้นที่ทางจักรยาน และจำนวนยานพาหนะที่ไม่ใช่เชื้อเพลิง การลดการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ภายในมหาวิทยาลัย การเข้าสู่การจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียว การกำหนดให้มีนโยบายการพัฒนาเชิงกายภาพรองรับการใช้ชีวิตอย่างมีความสุขและสร้างสุขภาวะให้กับนักศึกษาและบุคลากร สร้างพื้นที่แห่งการเรียนรู้ให้กับนักศึกษาทุกๆขณะที่นักศึกษาใช้ชีวิตในมหาวิทยาลัยอย่างมีความสุข การดูแลพัฒนาพื้นที่ของมหาวิทยาลัยจะต้องมีความสัมพันธ์กับชุมชนรอบข้าง เอื้อประโยชน์ในการใช้ทรัพยากรร่วมกัน การพัฒนาพื้นที่ต่างๆไม่ได้เป็นเพียงนโยบายหรือ

ความต้องการของผู้บริหารเท่านั้น แต่เป็นเรื่องของนักศึกษาและบุคลากรทุกฝ่ายจะต้องมีจิตสำนึกและมีส่วนร่วมในการดูแลและพัฒนามหาวิทยาลัยร่วมกัน

มหาวิทยาลัยเชิงนิเวศ หรือ Eco University มหาวิทยาลัยที่สร้างความสมดุลในการอยู่ร่วมกันระหว่างมนุษย์กับธรรมชาติ และการสร้างจิตสำนึกที่คำนึงถึงนักศึกษาและบุคลากร โดยมีหลักการในการพัฒนาสู่มหาวิทยาลัยเชิงนิเวศ ได้แก่ การใช้พลังงานทดแทนภายในมหาวิทยาลัย การลดปริมาณของเสียเหลือศูนย์ (Zero-waste) การเพิ่มหลักสูตรและวิชาเรียนที่เกี่ยวข้องกับนิเวศ หรือ Eco การเพิ่มจำนวนงานวิจัยและนวัตกรรมที่เกี่ยวข้องกับ Eco การสร้างอาคารเชิงนิเวศต้นแบบ (Eco building) การสร้างจิตสำนึกที่คำนึงถึงนักศึกษาและบุคลากร การลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (Carbon reduction) การหมุนเวียนใช้ทรัพยากรดิน น้ำ พลังงาน (Reuse, Reduce, Recycle) อย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน การออกแบบสิ่งก่อสร้าง อาคาร และชุมชนเชิงนิเวศ เพื่อสุขภาพกายใจที่ดี การสร้างและถ่ายทอดนวัตกรรมและองค์ความรู้ที่เกี่ยวกับการเกษตรที่ฉลาดต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ (Climate smart agriculture) การขึ้นนำสังคมในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์สภาพแวดล้อม รวมถึงการกำกับดูแลสิ่งแวดล้อม

อย่างไรก็ดีแนวทางการพัฒนามหาวิทยาลัยดังกล่าวในเรื่องของประสิทธิภาพของระบบสัญญาณในแนวคิดมหาวิทยาลัยเชิงนิเวศ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ยังมีการเชื่อมโยงกันในกลยุทธ์การพัฒนาตามทิศทางยุทธศาสตร์ ได้แก่ การปรับโครงสร้างพื้นฐานเช่นทางจักรยาน ทางเดินเท้า ที่จอดรถ และการเพิ่มพื้นที่สีเขียว การลดปริมาณยานพาหนะที่ใช้เครื่องยนต์ ผู้การเป็นมหาวิทยาลัยเชิงนิเวศที่เกี่ยวข้องกับกลยุทธ์การพัฒนาพื้นที่ต้นแบบเชิงนิเวศต่อไป

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องของประเด็นการประยุกต์ใช้ระบบภูมิสารสนเทศในโครงการนำร่องแนวคิดใหม่สู่การเป็นเมืองสีเขียว (ศิริชัย หงษ์วิทยากร และลักษณะ สัมมานิธิ, 2549) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของโครงการนำร่องแนวคิดใหม่สู่การเป็นเมืองสีเขียว เทศบาลนครเชียงใหม่และพื้นที่เมืองโดยรอบ โดยประยุกต์ใช้ภูมิสารสนเทศในการทำฐานข้อมูลพื้นที่สีเขียว ได้แก่ พื้นที่สีเขียวนันทนาการ พื้นที่สีเขียวภูมิทัศน์ พื้นที่สีเขียวส่วนบุคคล พื้นที่สีเขียวอรรถประโยชน์ พื้นที่สีเขียวริ้วทาง และพื้นที่สีเขียวอื่นๆ ร่วมกับการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงดัชนีพืชพรรณ (Normalized Differential Vegetation Index) หรือ NDVI ศึกษาการเปลี่ยนแปลงการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของพืชพรรณ นำไปสู่ข้อเสนอแนะในการวางแผนและออกแบบโครงข่ายพื้นที่สีเขียวชุมชนเมือง (Greenway network) เช่นเดียวกับการศึกษาวิจัยต่อเนื่องในแนวคิดเชิงนิเวศของ ศิริชัย หงษ์วิทยากร และคณะ (2554) ร่วมกับสำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ กระทรวง

ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ในโครงการเมืองเชิงนิเวศ (Eco town) พื้นที่โดยรอบมหาวิทยาลัยแม่โจ้ ในการเพิ่มและจัดการพื้นที่สีเขียวของชุมชนอย่างมีส่วนร่วม โดยเฉพาะการเสนอแนะด้านการวางผังชุมชนเมือง ทางจักรยาน การเพิ่มและพัฒนาพื้นที่สีเขียวเพื่อเป็นแหล่งพักผ่อนหย่อนใจ เช่นเดียวกันการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างและลักษณะเชิงสัณฐานของประสิทธิภาพการสัญจรโดย จุฬาลักษณ์ สันหัด (2547) เสนอแนวทางการปรับปรุงพื้นที่สาธารณะเพื่อเพิ่มความนิยมในการใช้งานภายในมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ท่าพระจันทร์ ด้วยการวิเคราะห์โครงข่ายเชิงสัณฐานและการสัญจรด้วยแบบจำลองเชิงพื้นที่ หรือ สเปซ ซินแทกซ์ ร่วมกับการเก็บข้อมูลอัตราการสัญจรในพื้นที่ด้วยวิธีการสังเกตการณ์ (Gate observation) การเก็บข้อมูลรูปแบบปริมาณและกิจกรรม หรือ Static snapshots และการเก็บข้อมูลการเลือกเส้นทางการสัญจรของคนด้วยการติดตามการสัญจร (Movement traces) พบว่าโครงสร้างลักษณะสัณฐานพื้นที่มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ท่าพระจันทร์ มีระบบที่เข้าใจได้ยาก เป็นผลมาจากการขาดการวางผังแม่บทเชิงกายภาพที่ชัดเจน ถึงแม้ว่าพื้นที่สาธารณะส่วนมากจะอยู่ในตำแหน่งที่ต่อเนื่องกับเส้นทางสัญจรที่มีประสิทธิภาพในการเข้าถึงที่ดี แต่ขาดการเชื่อมต่อของระบบทางเดินเท้าที่สะดวกเพื่อเข้าสู่พื้นที่นั้นๆ ทำให้พื้นที่สาธารณะดังกล่าวขาดการใช้งาน นอกจากนี้ยังพบว่า พื้นที่สาธารณะภายในมหาวิทยาลัยที่ได้รับความนิยมในการใช้งานมีตรรกะที่สัมพันธ์กับลักษณะเชิงสัณฐาน คือ มีตำแหน่งถัดจากเส้นทางที่มีผู้คนนิยมสัญจรผ่านไปมาเป็นระยะหนึ่งช่วงเดียวเสมอ (One step turn) เนื่องจากเข้าถึงสะดวกและยังเป็นพื้นที่ที่สามารถเชื่อมโยงของมุมมองจากพื้นที่ออกไปยังเส้นทางสัญจรหลัก ในทางกลับกันโครงสร้างและลักษณะเชิงสัณฐานของมหาวิทยาลัยในระดับเมือง โดยเฉพาะเส้นทางหลักในมหาวิทยาลัยมีประสิทธิภาพในการเข้าถึงสูง ร่วมกับการสังเกตการณ์ พบว่าได้รับความนิยมในการใช้งานจากผู้ที่หลากหลาย และมีข้อสรุปที่ว่า การปรับปรุงพื้นที่สาธารณะในมหาวิทยาลัยควรคำนึงถึงประสิทธิภาพในการเข้าถึงพื้นที่ในระดับรวม (Global) และการรักษาความเชื่อมโยงของมุมมองระหว่างพื้นที่สาธารณะกับเส้นทางสัญจรภายใต้หลักการที่ว่า “การสัญจรของคนเดินเท้าเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดกิจกรรมต่างๆในพื้นที่สาธารณะ” เพื่อพัฒนาให้เป็นสถาบันการศึกษาที่มีบรรยากาศทั้งในการเรียนรู้และการทำกิจกรรมสาธารณะ เป็นพื้นที่ทางสังคมของประชาคมอย่างแท้จริง อย่างก็ตามงานวิจัยนี้มุ่งเน้นประเด็นเชิงพื้นที่และยังไม่ได้พิจารณาพร้อมกับแนวคิดเชิงนิเวศแต่อย่างใด เช่นเดียวกันกับผลวิจัยของ ลักษณาสัมมานิติ (2553), Luxsana Summarniti (2010) และ Luxana Summarniti, Wannasilppa Peerapun and Khai Sri Puksukcharean (2012) ด้วยแบบจำลองเชิงพื้นที่เดียวกัน ในพื้นที่บางส่วนของชุมชนเมืองจังหวัดสมุทรสงคราม และจังหวัดราชบุรี และพื้นที่ฝั่งธนบุรี ของกรุงเทพมหานคร ทำการวัดค่าประสิทธิภาพการเข้าถึงในระดับรวมของพื้นที่ (Global integration value) บนโครงข่ายสัญจรที่เปลี่ยนแปลงจากทางน้ำไปเป็นทางบก พบว่าประสิทธิภาพการเข้าถึงบนโครงข่ายสัญจร

ทางบกของการสัญจรด้วยขบวนยานมีประสิทธิภาพสูงขึ้นโดยวัดตามช่วงเวลาของการพัฒนาการ
 สัญจรทางบกของพื้นที่บนโครงข่ายที่เพิ่มขึ้นจาก 0.07223, 0.07466 และ 0.08216 และยังพบว่า
 ประสิทธิภาพการเข้าถึงบนโครงข่ายสัญจรลักษณะแบบตารางเกือบฉาก (Orthogonal) ซึ่ง
 ลักษณะโครงข่ายกริดการสัญจรสานกันหนาแน่น (Grid intensification) เป็นลักษณะของฐาน
 พื้นที่ศูนย์กลาง (Spatial centrality) ที่มีชีวิตชีวา (Live center) มีค่าประสิทธิภาพของการเข้าถึงบน
 โครงข่ายสูงกว่าแบบรูปทรงอิสระแบบเส้น (Linear) สอดคล้องกับผลวิจัยของ Xiaoling (2002)
 ที่ว่าฐานพื้นที่บนโครงข่ายกริดแบบตารางเกือบฉาก มีค่าประสิทธิภาพในการเข้าถึงของ
 พื้นที่ที่ดีกว่าบนโครงข่ายกริดที่มีลักษณะเป็นวงล้อ (Deform grid) ที่แสดงถึงการกระจายการ
 สัญจรของโครงข่ายกริดที่ดีกว่า และยังสอดคล้องกับแนวคิดที่เสนอโดย Jacobs (1972) และ Hillier
 (1987) ที่ว่าในระดับพื้นที่แล้วลักษณะขนาดเล็กมีส่วนสำคัญในการทำให้เกิดความหลากหลายมี
 ชีวิตชีวา (Diversity) ของกิจกรรมในเมืองด้วยรูปแบบของการสัญจร และศักยภาพของกิจกรรมที่
 หันด้านหน้าอาคารสู่สองฝั่งถนนได้มากกว่า นอกจากนี้การวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบ
 ประสิทธิภาพของโครงข่ายการเดินทางโดยแบบจำลองเดียวกัน เพื่อประหยัดพลังงานในเขต
 กลางเมือง พื้นที่ย่านถนนสี่ลมและถนนราชดำริ ของกาญจน์ นทีวุฒิกุล (2551) ที่มีสมมุติฐานว่าถ้า
 พื้นที่ย่านธุรกิจเชื่อมโยงกับพื้นที่การค้าด้วยทางคนเดินเท้า จะส่งผลให้พื้นที่นั้นมีการเชื่อมโยงและ
 มีประสิทธิภาพของการเข้าถึงด้วยการเดินเท้ามากขึ้น ผลการศึกษาพบว่าภายหลังทดสอบโครงการ
 เชื่อมโยงถนนคนเดินด้วยอุโมงค์ใต้ดินทำให้ค่าการเชื่อมต่อ (Connection) มีค่าประสิทธิภาพการ
 เข้าถึงในระดับพื้นที่รวม (Global integration value) และค่าประสิทธิภาพการเข้าถึงในระดับพื้นที่
 เฉพาะ (Local integration value) สูงมากยิ่งขึ้น จาก 1.6556 เป็น 1.6948 แสดงให้เห็นว่าการเชื่อม
 เส้นทางมีผลต่อการสัญจรของคนมากยิ่งขึ้น อย่างไรก็ตามลักษณะฐานพื้นที่ของเส้นทาง ก็ยังม
 ความสัมพันธ์เป็นอย่างสูงกับแรงจูงใจในการเลือกรูปแบบและเส้นทางสัญจรบนโครงข่าย อาทิ
 เช่น ลักษณะเส้นทาง ที่ว่าง การเข้าถึง สิ่งแวดล้อม ความปลอดภัย ความสะดวกสบายของเส้นทาง
 และบรรยากาศที่ดึงดูดความสนใจ มีชีวิตชีวา และเอื้อให้เกิดประโยชน์ใช้สอยในระหว่างการ
 เดินทาง ซึ่งเป็นการวางแผนและออกแบบสิ่งแวดล้อมสร้างสรรค์ (Built environment) ซึ่งต้องเป็น
 ข้อพิจารณาร่วมกันลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ร่วมกัน

งานวิจัยเชิงฐานพื้นที่ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นการวางผังชุมชนเมืองในกลุ่มน้ำเพชรบุรี โดย
 อภริณี เกษมสุข, ไชศรี ภักดีสุขเจริญ และสิงหนาท แสงสีหนาท (2550) ด้วยกรอบแนวคิดและทฤษฎี
 หลักฐานเชิงพื้นที่ และแนวคิดตรรกะทางสังคมของพื้นที่ (Social logic of space) ของแนวคิด
 ฐานวิทยาเมืองร่วมกับการประยุกต์ใช้ภูมิสารสนเทศ มีข้อเสนอ (Proposition) ว่าโครงสร้างเชิง
 ฐานของที่ว่าง (Spatial morphology) ที่เป็นตัวแทนถิ่นฐานชุมชนที่เราเห็นอยู่นั้น ในเบื้องต้นแล้ว
 สังคมได้กำหนดกฎเกณฑ์และตรรกะในการจัดความสัมพันธ์ของที่ว่างเอาไว้ เพื่อรักษาไว้หรือสร้าง

ซ้ำซึ่งเอกลักษณ์ ความสำคัญ หรือความสัมพันธ์ด้านอื่นๆที่มีอยู่ในสังคม โดยให้โครงสร้างเชิง
 สันฐานของที่ว่างเป็นกลไกในการส่งต่อคติความเชื่อ (Ideology) หรือคบบทบาท (Role) ด้านเศรษฐกิจ
 สังคมและวัฒนธรรมของชุมชนไว้ โครงสร้างเชิงสันฐานที่ว่างสาธารณะในการศึกษาครั้งนี้คือถนน
 ของชุมชน มีสมมุติฐานว่าลักษณะเฉพาะผังชุมชนเมืองในกลุ่มน้ำเพชรบุรีน่าจะเป็นผลมาจากพื้นฐาน
 สภาพแวดล้อมและสังคมเศรษฐกิจเป็นหลัก ได้แก่ ระบบนิเวศวิถีชีวิตและวัฒนธรรมของเมือง วิธีการ
 วิจัยใช้แบบจำลองเชิงสันฐานที่สร้างจากโครงข่ายเส้นถนน (Axial network) ผลจากแบบจำลองทั้ง
 สองนำมาวิเคราะห์ร่วมกับเทคนิคการซ้อนทับบนภูมิสารสนเทศของแผนผังการใช้ประโยชน์ที่ดิน ผัง
 ความหนาแน่นสิ่งปลูกสร้าง และการสำรวจภาคสนาม อธิบายได้ว่าแม่น้ำเพชรบุรีและ
 ทรัพยากรธรรมชาติมีอิทธิพลต่อที่ตั้ง ลักษณะเฉพาะของผังชุมชนทำให้บทบาททางเศรษฐกิจและ
 สังคมแตกต่างกันคือ ชุมชนท่าช้างในเขตน้ำจัดแม่น้ำเพชรบุรี มีระบบเศรษฐกิจชุมชนขึ้นอยู่กับ
 เกษตรกรรม ชุมชนบ้านแหลมบริเวณปากแม่น้ำ เป็นชุมชนประมงและอุตสาหกรรมประมง และ
 ชุมชนเมืองเพชรบุรีในเขตน้ำกร่อย มีบทบาทที่เด่นชัดด้านการเมืองการปกครอง และพาณิชย์กรรม
 งานวิจัยนี้แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างสันฐานพื้นที่ที่เป็นผลมาจากสภาพแวดล้อมกับสังคม และ
 เศรษฐกิจ ที่ว่าแต่ละชุมชนมีบทบาทหน้าที่ที่แตกต่างกันไป เป็นผลจากลักษณะเชิงสันฐานนั้นถูก
 กำหนดขึ้นจากตรรกะทางสังคมของการจัดวางความสัมพันธ์ที่ว่าง ในเบื้องลึกด้วยคติความเชื่อ
 บทบาทและสังคมวัฒนธรรมของชุมชนนั้นๆ

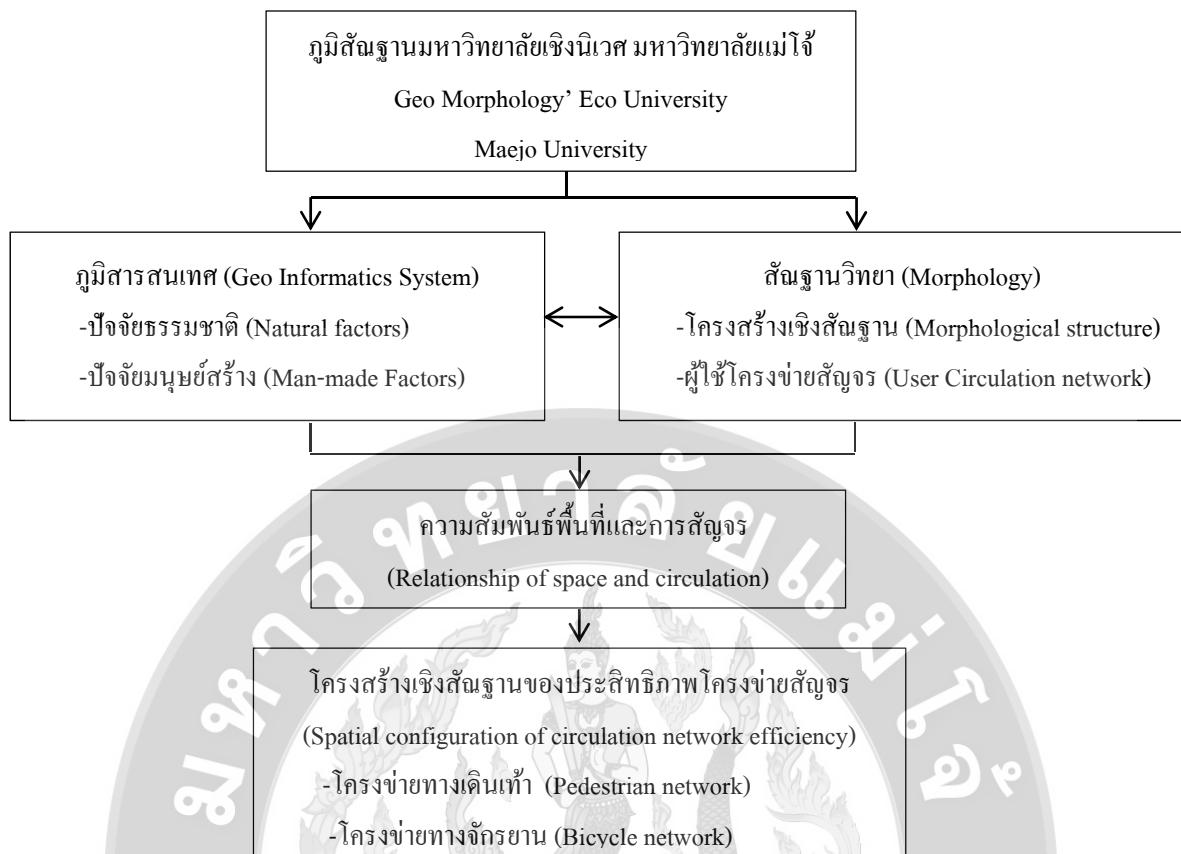
กรอบแนวคิดของการวิจัย

จากการทบทวนแนวคิดและทฤษฎี งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง มีข้อสรุปที่ว่า การประยุกต์ใช้
 ภูมิสารสนเทศร่วมกับแบบจำลองเชิงพื้นที่ในการวัดประสิทธิภาพการเข้าถึงพื้นที่ของการสัญจร
 ประเภทต่างๆ ในแนวคิดสันฐานวิทยาเมือง ด้วยการวัดในเชิงปริมาณร่วมกับงานเชิงคุณภาพที่
 เกี่ยวข้องที่ใช้กับงานด้านการวางแผน การวางผัง และการออกแบบพื้นที่อย่างเป็นเหตุและผลด้วย
 วิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับงานทางด้านกายภาพหรือเชิงพื้นที่เป็นสำคัญ นอกจากนั้นยังเป็น
 กระบวนการที่ทำให้การวางแผนและออกแบบสามารถทำได้อย่างเป็นระบบด้วยกระบวนการทำซ้ำได้
 ภายใต้สมมุติฐานและทางเลือกที่แตกต่าง ด้วยการจำลองสถานการณ์การวัดประสิทธิภาพของการ
 เข้าถึงบนพื้นที่ของการสัญจรประเภทต่างๆ ที่เกิดขึ้นในปัจจุบันและอนาคต

การวิจัยนี้มีกรอบแนวคิดที่แตกต่างในประเด็นการหาประสิทธิภาพของการสัญจรในแนวคิดมหาวิทยาลัยเชิงนิเวศของมหาวิทยาลัยแม่โจ้ในปัจจุบัน ที่ต้องการอธิบายและหาประสิทธิภาพของระบบสัญจรด้วยกรอบความคิดภูมิฐานประสิทธิภาพของการเข้าถึงของพื้นที่บนโครงข่ายการสัญจรมหาวิทยาลัยเชิงนิเวศ ของการเดินเท้า ทางจักรยาน และทางสัญจรของยาน เพื่อเสนอแนะแนวทางการวางแผนสิ่งแวดล้อมของระบบสัญจรที่ตอบสนองการอยู่ร่วมกันของผู้คนและสิ่งแวดล้อมที่ดีของประชาคมมหาวิทยาลัย จากแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องดังกล่าวมาแล้วการวิจัยนี้มีกรอบความคิด คือ ภูมิฐานของมหาวิทยาลัยเชิงนิเวศ อธิบายปรากฏการณ์ด้วยทฤษฎีการสัญจรอิสระ ทฤษฎีเศรษฐกิจ และทฤษฎีกระบวนการเกิดฐานพื้นที่ศูนย์กลาง ผ่านการวิเคราะห์ปัจจัยพื้นที่ หรือ ภูมิสารสนเทศ และการวิเคราะห์ปัจจัยฐานวิทยา จากแบบจำลองเชิงพื้นที่เพื่อหาประสิทธิภาพการเข้าถึงของพื้นที่บนโครงข่ายสัญจรของการเดินเท้า ทางจักรยาน และยาน และวิเคราะห์ปัจจัยผู้ใช้โครงข่าย เพื่อนำมาอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างกันของพื้นที่และฐานเชิงพื้นที่ที่ก่อนนำไปสู่ข้อเสนอในการวางแผนสิ่งแวดล้อมระบบสัญจรมหาวิทยาลัยเชิงนิเวศมหาวิทยาลัยแม่โจ้ต่อไป

กรอบแนวคิดของการวิจัยประกอบด้วยสองส่วนหลัก คือ พื้นที่ หรือ ภูมิสารสนเทศ และฐานวิทยา โดยในส่วนของภูมิสารสนเทศ (Geo Informatics System) มีปัจจัยที่เกี่ยวข้องเชิงพื้นที่ ได้แก่ ปัจจัยธรรมชาติ (Natural factors) เกิดขึ้นจากสภาพแวดล้อมธรรมชาติ อาทิ ความลาดชัน สภาพพื้นที่ภูมิประเทศ พืชพรรณธรรมชาติ ลักษณะภูมิอากาศ เป็นต้น ปัจจัยมนุษย์สร้างขึ้น (Manmade factors) เกิดจากการสร้างสรรค์ของมนุษย์ อาทิ การใช้ประโยชน์ที่ดิน การใช้ประโยชน์อาคารและสิ่งก่อสร้าง เส้นทางสัญจร อัตราการสัญจร ความหนาแน่นของมวลอาคารและพื้นที่ว่าง เป็นต้น ในส่วนของภูมิฐาน (Morphology) มีปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ปัจจัยโครงสร้างเชิงฐาน (Morphological structure) ได้แก่ ประสิทธิภาพการเข้าถึงพื้นที่ในระดับรวม ระดับย่าน และระดับการเชื่อมต่อ ปัจจัยผู้ใช้พื้นที่ (User factors) ได้แก่ การเลือกใช้อัตราการสัญจรของช่วงเวลา การเลือกใช้เส้นทางสัญจร และบริเวณและความหนาแน่นของผู้ใช้กิจกรรมของพื้นที่ (ภาพที่ 1)

ผลการวิเคราะห์สังเคราะห์สรุปความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่ศึกษาทำให้เข้าใจถึงความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่และการสัญจร (Relationship of space and circulation) ทั้งในเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ อธิบายความสัมพันธ์ของการสัญจรบนโครงข่าย โดยเฉพาะโครงข่ายทางเดินเท้า และโครงข่ายทางจักรยาน เพื่อเสนอแนะแนวทางการวางแผนสิ่งแวดล้อมในแนวคิดมหาวิทยาลัยเชิงนิเวศต่อไป



ภาพที่ 1 กรอบความคิดของการวิจัย

จากกรอบความคิดในการวิจัยนี้จึงมีวิธีดำเนินการวิจัยดังนี้ (ภาพที่ 1)

- 1) ภายหลังศึกษาข้อมูล แนวนโยบาย ของเขตเชิงเนื้อหา และพื้นที่ ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้ ในแนวคิดมหาวิทยาลัยเชิงนิเวศ จัดหาภาพถ่ายทางอากาศที่ครอบคลุมพื้นที่ศึกษาวิจัย ปรับแก้ความคลาดเคลื่อนเชิงตำแหน่ง (Coordination rectify) สำหรับเป็นแผนที่พื้นฐาน (Based Map)
- 2) ออกแบบโครงสร้างฐานข้อมูล (Data structure) โดยการระบุปัจจัย (Factors) ของคุณลักษณะชั้นข้อมูล (Layer feature) รวมถึงโครงสร้างฐานข้อมูล (Fields) ที่ต้องการนำเข้าข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial) และข้อมูลเชิงบรรยาย (Attribute) โดยปัจจัยที่เกี่ยวข้อง คือ ปัจจัยธรรมชาติ (Natural factors) ปัจจัยมนุษย์สร้าง (Manmade factors) และปัจจัยผู้ใช้ (User factors) สำหรับปัจจัยโครงสร้างเชิงสัณฐาน (Morphological factors) จะเป็นผลวิเคราะห์มาจากแบบจำลองเชิงพื้นที่ สเปซ ชินแทกซ์
- 3) สืบค้นและเก็บข้อมูล ของปัจจัยแต่ละคุณลักษณะของชั้นข้อมูล ตรวจสอบและปรับแก้ ก่อนนำเข้าฐานข้อมูล (Input) เชิงพื้นที่และข้อมูลเชิงบรรยาย (Spatial and attribute data) และนำเข้าข้อมูลเพื่อประมวลผลแบบจำลองเชิงพื้นที่ สเปซ ชินแทกซ์

4) ประมวลผลข้อมูล (Process) เพื่อวิเคราะห์ภูมิฐานมหาวิทยาลัยเชิงนิเวศของข้อมูลในเชิงปริมาณ เช่น ขอบเขตพื้นที่และขนาดพื้นที่ ระยะ (Geometry calculation) การวิเคราะห์พื้นผิวภูมิประเทศ (Surface analysis) จากนั้นใช้เทคนิควิธีวิเคราะห์เชิงคุณภาพด้วยวิธีวิเคราะห์ซ้อนทับชั้นข้อมูล (Overlay analysis) ใช้หลักการคณิตศาสตร์และตรรกะในการวิเคราะห์ (Mathematic and logic) ผลวิเคราะห์อยู่ในรูปของตัวเลข รูปภาพ แผนภูมิ และแผนผัง

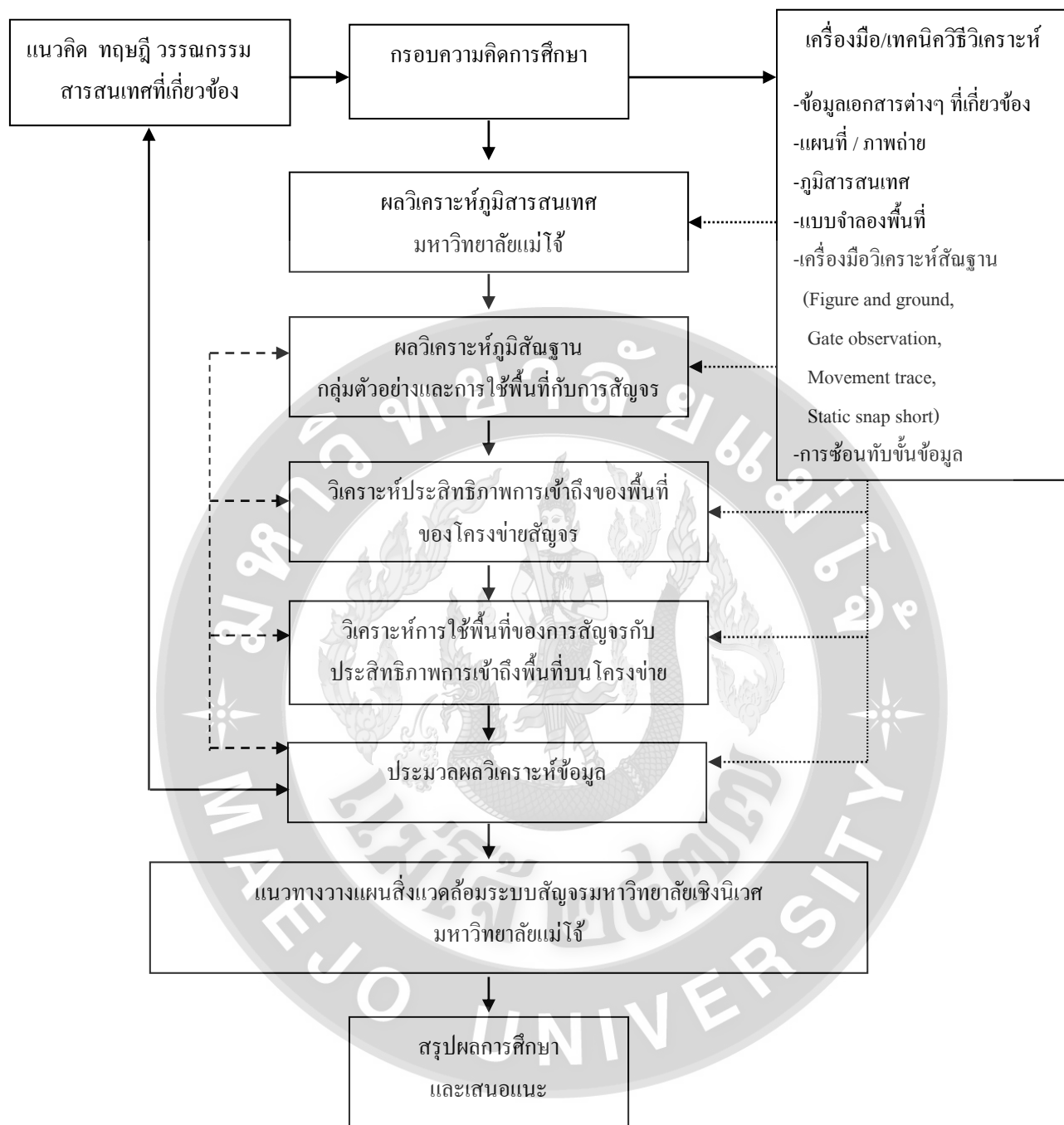
5) พัฒนาแบบจำลองเชิงพื้นที่ (Spatial Model) สเปซ ซินแทกซ์ (Space Syntax) ของความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยลักษณะโครงสร้างเชิงฐาน กับระดับความนิยมของการใช้งาน หรือ พื้นที่สาธารณะกับการสัญจร เพื่อหาประสิทธิภาพของโครงข่ายสัญจรของทางเดินเท้า ทางจักรยาน และทางสัญจรด้วยจักรยาน วัดประสิทธิภาพเชิงปริมาณด้วยค่าศักยภาพการเข้าถึงพื้นที่ของการสัญจรบนโครงข่ายในระดับรวม (Global integration value) ระดับย่าน (Local integration value) และระดับการเชื่อมต่อ (Connectivity integration value) ผลจากแบบจำลองแสดงด้วยแผนที่โครงสร้างและลักษณะเชิงฐานที่แสดงประสิทธิภาพการเข้าถึงบนโครงข่าย

6) จากลักษณะเชิงฐานพื้นที่ของประสิทธิภาพการเข้าถึงบนโครงข่ายสัญจรด้วยการเดินเท้า ทางจักรยาน และจักรยาน นำมาวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์ความสามารถในการทำความเข้าใจพื้นที่ (Intelligibility value) ของการสัญจรประเภทต่างๆ ในภาพรวม และค่าสัมประสิทธิ์ความผสาน (Synergy value) ในระดับย่านที่มีแนวโน้มถูกสัญจรผ่านมากหรือมีศักยภาพในการเข้าถึงได้ดีเมื่อเทียบกับระบบโครงข่ายสัญจรในพื้นที่รวม

7) วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของลักษณะโครงสร้างเชิงฐานพื้นที่ของประสิทธิภาพการเข้าถึงบนโครงข่ายกับความนิยมของการใช้งาน ด้วยการวิเคราะห์ความหนาแน่นของมวลอาคารและพื้นที่ว่าง (Figure and ground) การสังเกตการณ์ (Gate observation) การเลือกเส้นทางการสัญจรของคน (Movement trace) และการศึกษารูปแบบและปริมาณของกิจกรรม (Static snapshots) บนโครงข่าย เพื่อสรุปความสัมพันธ์ (Correlation) ของพื้นที่และความนิยมของการใช้สอยบนโครงข่าย

8) นำผลวิเคราะห์ภูมิฐาน และผลจากแบบจำลองประสิทธิภาพการเข้าถึงบนโครงข่ายของการสัญจรทางเท้า ทางจักรยาน และจักรยาน มาประมวลผลร่วมกันด้วยเทคนิควิธีวิเคราะห์โดยการซ้อนทับชั้นข้อมูล (Overlay analysis) เพื่อประมวลและสรุปผลการวิจัย

9) เสนอแนะแนวทางการวางแผนสิ่งแวดล้อม ระบบสัญจรมหาวิทยาลัยเชิงนิเวศมหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่ส่งเสริมต่อคุณภาพชีวิต สิ่งแวดล้อมที่ดีของประชาคมมหาวิทยาลัย เสริมสร้างสำนึกในการประหยัดพลังงานและทรัพยากรธรรมชาติ ตอบสนองกลยุทธ์การพัฒนามหาวิทยาลัยสู่การเป็นมหาวิทยาลัยเชิงนิเวศ หรือ Eco University



ภาพที่ 2 ขั้นตอนวิจัย

บทที่ 3 วิธีการวิจัย

ประชากร

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงพื้นที่ เป็นทั้งการวิจัยเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ หน่วยการวิเคราะห์ (Unit of analysis) คือ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ครอบคลุมพื้นที่ศึกษามหาวิทยาลัยแม่โจ้ ประชากรของการศึกษารั้งนี้ คือ ผู้ใช้โครงข่ายสัญญาณ ได้แก่ นักศึกษา บุคลากร และประชาชนทั่วไป ที่ใช้โครงข่ายในการสัญจร ด้วยรถยนต์ จักรยาน และการเดินเท้า ซึ่งคุณลักษณะของประชากรดังกล่าวจึงนำไปสู่การคัดเลือกขนาดกลุ่มตัวอย่างจากคุณลักษณะประชากรที่สนใจ คือ ประชากรที่สัญจรบนโครงข่ายอย่างปลอดภัยและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมในแนวคิดมหาวิทยาลัยเชิงนิเวศ

กลุ่มตัวอย่าง

ในการคัดเลือกขนาดกลุ่มตัวอย่าง (Sample size) จากประชากรที่ศึกษาโดยการสังเกตการณ์ และแจกแจงจำนวนประชากรที่ใช้โครงข่ายสัญญาณภายในมหาวิทยาลัยทั้งหมด โดยแยกแจกแจงประชากรที่สัญจรด้วย รถยนต์ จักรยานยนต์ จักรยาน และเดินเท้า ด้วยวิธีการตั้งจุดตรวจนับประชากรที่ครอบคลุมทั่วทั้งมหาวิทยาลัย จำนวน 45 จุดตรวจนับ ในวันทำการวันจันทร์ถึงวันศุกร์ ทำการแจกแจงในช่วงเวลาที่มีการสัญจรหนาแน่นบนโครงข่ายใน 3 ช่วงเวลา คือ ช่วงเวลาระหว่าง 7.30-9.30 น. ช่วงเวลาระหว่าง 11.30-13.30 น. และช่วงเวลาระหว่าง 15.30-17.30 น. แจกแจงโดยตั้งจุดตรวจนับ (Gate observation) บริเวณจุดตัด ทางเข้า และทางแยกที่มีการสัญจรเพื่อผ่านและการสัญจรเพื่อเข้าถึง (Moving to and Moving through) ใช้เวลาแจกแจงเฉลี่ยจุดละ 5 นาที จากนั้นนำจำนวนประชากรที่ได้มาทำการประมาณการจำนวนประชากรทั้งหมดที่ใช้โครงข่าย และนำมาคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง อย่างไรก็ตามการวิจัยนี้มุ่งเน้นที่การสัญจรบนโครงข่ายที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมของการสัญจรที่ปราศจากมลภาวะในแนวคิดมหาวิทยาลัยเชิงนิเวศของการสัญจรโดยใช้จักรยาน และการเดินเท้า ซึ่งเป็นที่มาของแนวคิดในการเลือกกลุ่มตัวอย่างในครั้งนี้

ผลการสังเกตการณ์แจกแจงประชากรเดินเท้า และใช้จักรยาน พบว่าลักษณะประชากรทั้งหมดเป็นนักศึกษาในมหาวิทยาลัยแม่โจ้ และเกือบทั้งหมดเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ลักษณะประชากรทั้งสองกลุ่มมีจำนวนแตกต่างกันเป็นอย่างมาก ดังนั้นการวิจัยนี้จึงเลือกเทคนิควิธีการที่ใช้ในการเลือกกลุ่มตัวอย่างเพื่อเป็นตัวแทนในการศึกษาข้อมูลและสรุปผลอ้างอิงไปยังประชากร ด้วยการใช้สูตรคำนวณกลุ่มตัวอย่างประชากรเดินเท้าซึ่งมีจำนวนประชากรมาก ของ ทาโร ยามาเน (Taro Yamane) ดังนี้

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2}$$

โดย n แทนขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ต้องการ
 e แทนระดับของความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้เกิดขึ้นได้ที่ 0.05
 N แทนขนาดประชากรที่เดินเท้าที่ได้จากการเจนนับ

จำนวน 89 คนต่อ 5 นาที

สำหรับประชากรที่ใช้จักรยานจากการเจนนับพบว่ามีจำนวนน้อยกว่าประชากรเดินเท้าในโครงข่าย ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกใช้สูตรคำนวณกลุ่มตัวอย่างของ เกร็ชชีและเมอร์แกน (Krejcie and Morgan) ซึ่งเป็นสูตรการคำนวณหาขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมสำหรับประชากรขนาดเล็ก ดังนี้

$$n = \frac{X^2 N p(1-p)}{e^2 (N-1) + X^2 p(1-p)}$$

โดย n แทนขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ต้องการ
 e แทนระดับความคลาดเคลื่อนของกลุ่มตัวอย่างที่ยอมให้เกิดขึ้นได้ที่ 0.05
 p แทนสัดส่วนของลักษณะประชากร 0.5
 N แทนขนาดประชากรที่ใช้จักรยานจากการเจนนับ

จำนวน 1,067 คนต่อ 5 นาที

ดังนั้นขนาดกลุ่มตัวอย่างเพื่อเป็นตัวแทนในการศึกษาข้อมูลและสรุปผลอ้างอิงไปยังประชากร มีขนาดของกลุ่มตัวอย่างประชากรเดินเท้า จำนวน 290 ตัวอย่าง และขนาดของกลุ่มตัวอย่างประชากรที่ใช้จักรยาน จำนวน 73 ตัวอย่าง (ตาราง 1) ขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ได้จะนำไปเป็นตัวแทนการศึกษาของประชากรเพื่ออธิบายปัจจัยผู้ใช้สอยโครงข่าย (User) ของการเลือกใช้เส้นทางสัญจรบนโครงข่าย และจุดหยุดทำกิจกรรมและความหนาแน่นของผู้ใช้ในพื้นที่นั้นต่อไป

ตารางที่ 1 ประชากรที่สัญจรบนโครงข่ายจากการสังเกตการณ์ และจำนวนกลุ่มตัวอย่างประชากร

ช่วงเวลาแฉงนั้บ	อัตราสัญจรบนโครงข่ายต่อ 5 นาที			
	รถยนต์	รถจักรยานยนต์	จักรยาน	เดินเท้า
07.00-09.00 น.	48	311	48	378
11.00-13.00 น.	48	565	8	282
15.00-17.00 น.	38	392	33	407
รวม	134	1,268	89	1,067
ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง			72	290

เครื่องมือในการวิจัย

เครื่องมือในการวิจัยนี้มีสองลักษณะ ประกอบด้วย เครื่องมือวิจัยเชิงพื้นที่ ได้แก่ ชุดโปรแกรมระบบภูมิสารสนเทศ และแบบจำลองเชิงพื้นที่ และการสร้างเครื่องมือวิจัย คือ แบบสังเกตการณ์และสำรวจเกี่ยวกับผู้ใช้โครงข่ายสัญจร ได้แก่ แบบสังเกตการณ์แฉงนั้บจำนวนประชากรที่สัญจรบนโครงข่าย แบบสำรวจการเลือกใช้เส้นทางจักรยานและการเดินเท้าของโครงข่าย และแบบสำรวจกิจกรรมและความหนาแน่นของกิจกรรม ดังนี้

ชุดโปรแกรมระบบภูมิสารสนเทศ (Geo Informatics System Software) เป็นเครื่องมือวิเคราะห์ในการแสดงผลเชิงพื้นที่ของแหล่งที่ตั้งต่างๆเชิงพื้นที่ ร่วมกับการวิเคราะห์พื้นที่ในสิ่งที่มีมนุษย์คาดการณ์ผ่านระบบแผนที่บนคอมพิวเตอร์ รวมถึงการคำนวณ การวิเคราะห์และแสดงผลวิเคราะห์ (สุเพษร จิระจรกุล, 2551) เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์ (Computer assisted approach) โดยการจัดทำฐานข้อมูลต่างๆด้วยการใช้ระบบคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในกระบวนการนำเข้า จัดเก็บ เปลี่ยนแปลง และแสดงผลข้อมูล เพื่อนำมาทำการวิเคราะห์ ทั้งข้อมูลแบบเชิงเส้น หรือ เวกเตอร์ (Vector) ข้อมูลภาพ หรือ ราสเตอร์ (Raster) (Environmental Systems Research Institute.[ESRI], 2009.) ใช้หลักการคณิตศาสตร์และตรรกะในการวิเคราะห์ ผลการวิเคราะห์อยู่ในรูปของตัวเลข รูปภาพ และแผนที่แสดงผลวิเคราะห์

แบบจำลองเชิงพื้นที่ (Spatial model) การวิเคราะห์เชิงสัณฐานพื้นที่ในแนวคิด
 ศึกษานวิทยาเมือง ด้วยแบบจำลองเชิงพื้นที่ (Spatial model) หรือ สเปซ ซินแทกซ์ (Space Syntax)
 ภายใต้กรอบแนวคิด “พื้นที่สาธารณะ” และ “การสัญจร” มีแนวคิดที่ว่าระดับการสัญจรภายในเมือง
 นั้นมีความสอดคล้องกับลักษณะการเชื่อมต่อของโครงข่ายสาธารณะ กล่าวคือ คนมีแนวโน้มที่จะ
 เลือกเส้นทางสัญจรที่ตรงและสั้นที่สุด ภายใต้หลักการที่ว่าคนสัญจรเป็นเส้นตรง (Axial line) และทำ
 กิจกรรมร่วมกันในพื้นที่หนึ่ง (Convex space) ซึ่งพื้นที่สัญจรและทำกิจกรรมที่เรียงต่อกันได้เป็นผัง
 พื้นเขียนแทนด้วยเส้นที่ยาวที่สุดและมีจำนวนน้อยที่สุด หรือ เส้นแอกเซียล (Axial line) แทน
 แนวทางการเข้าถึงและมองเห็นทั้งหมดที่เป็นไปได้ (The longest and the fewest lines representing all
 possible lines of access and sight-axial line) เมื่อนำทุกเส้นมาจัดลำดับความสัมพันธ์ของการเข้าถึง
 พื้นที่สัญจรและที่ว่าง คือแผนที่โครงสร้างเชิงสัณฐานที่แสดงความสัมพันธ์ในการเข้าถึง ประมวลผล
 ด้วยแบบจำลองคณิตศาสตร์ โดยค่าศักยภาพในการเข้าถึง (Integration value) ของเส้นแอกเซียล แต่ละ
 เส้นคำนวณด้วยสูตร (Hillier and Hanson, 1984)

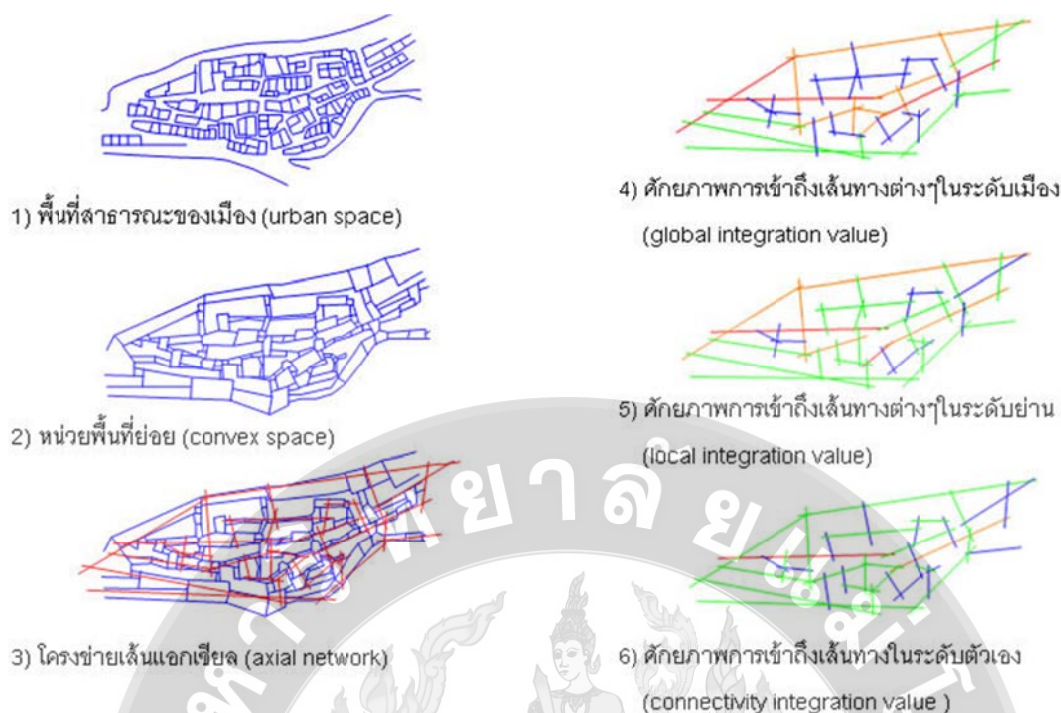
$$RA = 2(MD-1)/k-2$$

RA : ค่าประสิทธิภาพในการเข้าถึงบนโครงข่าย (Relative asymmetry)

MD : ความลึกเฉลี่ยของเส้นแอกเซียล (Mean depth)

K : จำนวนเส้นแอกเซียลทั้งหมดในระบบโครงข่าย (Number of spaces in the system)

การประมวลผลทางคณิตศาสตร์เพื่อหาค่าศักยภาพในการเข้าถึง (RA) แล้วจึงนำมาจัดลำดับ (Range)
 จากค่ามากไปหาน้อยแสดงด้วยวรรณะสีรุ้ง จาก แดง ส้ม เหลือง เขียว ฟ้า และ น้ำเงิน ได้แผนที่
 วิเคราะห์โครงสร้างเชิงสัณฐานของเส้นสีต่างๆที่แสดงศักยภาพในการเข้าถึงของเส้นแอกเซียล (Axial
 line) ทั้งหมด เส้นที่มีค่าศักยภาพในการเข้าถึงสูงมีแนวโน้มถูกสัญจรผ่านมาก เป็นเส้นที่มีสีแดง เป็น
 เส้นที่มีความสัมพันธ์กับเส้นอื่นๆในระบบมาก โดยแผนที่วิเคราะห์โครงสร้างเชิงสัณฐานของระบบ
 โครงข่าย มี 3 ระดับ คือ 1) ศักยภาพการเข้าถึงของพื้นที่ในระดับรวม (Global integration value) หรือ
 ศักยภาพการเข้าถึงเส้นทางต่างๆในเมือง เป็นการคำนวณค่าเฉลี่ยความลึกเส้นทางใดเส้นทางหนึ่งจาก
 เส้นทางทั้งหมดในเมือง 2) ศักยภาพการเข้าถึงของพื้นที่ในระดับย่าน (Local integration value) คือ
 การคำนวณใช้วิธีเดียวกันแต่เทียบจากเส้นทางอื่นๆถัดไปทุกๆ 2 เลี้ยว และ 3) ศักยภาพการ
 เข้าถึงโครงข่ายในระดับตัวเอง (Connectivity integration value) หรือ ค่าความเชื่อมต่อของ
 โครงข่ายการสัญจรในย่าน ว่ามีจำนวนเส้นที่อยู่ถัดไปหนึ่งเลี้ยวของเส้นทางใดเส้นทางหนึ่งเป็น
 จำนวนทั้งหมดกี่เส้น (ภาพที่ 3)



ภาพที่ 3 ตัวอย่างการใช้เทคนิควิเคราะห์พื้นฐานผ่านศักยภาพการเข้าถึงและการมองเห็น
ที่มา Hillier and Hanson, 1984.

การสังเกตการณ์และการสำรวจ (Observation and Surveying) เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลเชิงประจักษ์ ภายหลังการประมวลผลแบบจำลองเชิงพื้นที่ที่แล้วจึงทำการเลือกกลุ่มตัวอย่างเพื่อเก็บข้อมูลเชิงประจักษ์ วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่สาธารณะและผู้สัญจรบนโครงข่าย ด้วยการสังเกตการณ์ (Gate observation) การสำรวจการเลือกเส้นทางการสัญจรของคน (Movement trace) และการสังเกตการณ์รูปแบบและปริมาณกิจกรรม (Static snapshots) ดังนี้

1) แบบสังเกตการณ์ (Gate observation) เพื่อใช้เป็นเครื่องมือเก็บข้อมูลอัตราการสัญจรในพื้นที่ สร้างแบบบันทึกการสังเกตการณ์และแผนที่บันทึกตำแหน่งจุดสังเกตการณ์ ได้แก่ เวลาที่มีกิจกรรมการเรียนการสอน ช่วงเวลาระหว่างวัน เช่น ช่วงเวลาก่อน-หลังทำงานและเข้าเรียน ช่วงเวลาพักกลางวัน กลุ่มตัวอย่างของผู้ใช้งาน ได้แก่ นักศึกษา บุคลากร และที่เกี่ยวข้อง ทำการแจกนับปริมาณผู้ที่สัญจรในแต่ละด้านที่กำหนดตำแหน่งไว้บริเวณทางแยก หรือจุดตัดการสัญจร ทำการบันทึกอัตราการสัญจร ประเภทการสัญจร จำนวนลงในแบบบันทึกและแผนที่ ทำให้ทราบถึงจำนวนคุณลักษณะประชากร และเพื่อนำมาเลือกขนาดกลุ่มตัวอย่างต่อไป

2) แบบสำรวจการเลือกเส้นทางการสัญจร (Movement trace) เพื่อติดตามการเลือกเส้นทางสัญจรของผู้ใช้บนโครงข่ายสัญจร โดยการเดินเท้า และการใช้เส้นทางจักรยาน ในแนวคิดมหาวิทยาลัยเชิงนิเวศของการสัญจรที่ปราศจากมลภาวะและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ด้วยแผนที่และแบบสำรวจการเลือกเส้นทางสัญจรของกลุ่มตัวอย่าง โดยผู้ใช้เส้นทางระบุแนวเส้นทางที่ผู้ใช้เลือกใช้ลงบนแผนที่ วันและช่วงเวลาที่ใช้เส้นทาง รวมถึงประเภทผู้ใช้เส้นทาง นำมาสรุปผลเส้นทางสัญจรของการเดินเท้าและทางจักรยานที่ได้รับความนิยมมากโดยเฉพาะทางเดินเท้า รวมถึงวิเคราะห์ความสัมพันธ์กับปัจจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องต่อไป

3) แบบสังเกตการณ์รูปแบบและปริมาณกิจกรรม (Static snapshots) ด้วยแผนที่และแบบสังเกตการณ์ ในการบันทึกรูปแบบของกิจกรรม จำนวนคน ลักษณะการใช้สอยพื้นที่บนโครงข่ายบริเวณที่ได้รับความนิยมในการใช้งานลักษณะของพื้นที่ที่ก่อให้เกิดกิจกรรมบนเส้นทางสัญจรของโครงข่าย จุดที่เกิดกิจกรรมแบบหยุดนิ่ง (Static activity) เช่น การยืน นั่ง พุดคุย และกิจกรรมแบบเคลื่อนไหว (Active activity) เช่น เดิน นันทนาการ มีความสอดคล้องกับเส้นทางสัญจรบนโครงข่าย มีความหลากหลาย และสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของพื้นที่ที่จัดไว้หรือไม่

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยนี้ใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ ใช้วิธีเก็บข้อมูลและการได้มาข้อมูลหลากหลาย นำมาใช้ร่วมกับเทคนิควิธีการวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่สามารถตอบคำถามของการวิจัยตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ มีวิธีการเก็บข้อมูลและการได้มาของข้อมูลวิจัยดังนี้

1) การเก็บรวบรวมข้อมูลจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง หรือข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary data) เป็นข้อมูลที่มีผู้เก็บรวบรวมและได้จัดระบบข้อมูลรวมทั้งเผยแพร่แล้วในรูปแบบใดรูปแบบหนึ่ง มีวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยผู้วิจัยได้กำหนดประเด็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องเชิงพื้นที่ไว้ก่อน แล้วจึงกำหนดจุดมุ่งหมายและวางแผนการค้นหาข้อมูล รวมถึงเลือกค้นคว้าเฉพาะเอกสารที่สำคัญและเป็นประโยชน์ต่องานวิจัย ประเมินคุณค่าและความถูกต้องน่าเชื่อถือพร้อมกับการบันทึกโดยย่อเกี่ยวกับข้อมูลที่ค้นพบโดยระบุแหล่งที่มาของข้อมูล ที่สามารถนำมาสร้างเนื้อหาแนวความคิดการวิเคราะห์ข้อมูลจากเอกสารการวิจัยครั้งนี้มีที่มาจากเอกสารต่างๆ ได้แก่ หนังสือ ตำรา รายงานวิจัย บทความวิจัย รายงานการสำรวจ รายงานการศึกษา แผนงาน วิทยานิพนธ์ และเว็บไซต์ที่เกี่ยวข้อง

2) การเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial data) เป็นข้อมูลเชิงพื้นที่ซึ่งมีวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลเริ่มจากการนำเข้าข้อมูลภาพถ่ายจากภาพถ่ายทางอากาศ (Digital aerial) ทำการกำหนดตำแหน่งลงบนภาพเพื่อเป็นแผนที่พื้นฐานสำหรับนำเข้าฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ การออกแบบฐานโครงสร้างฐานข้อมูลของปัจจัยเชิงพื้นที่ ได้แก่ ขอบเขตพื้นที่ อาคารและสิ่งก่อสร้าง การใช้ประโยชน์

ที่ดิน เส้นทางสัญจรประเภทต่างๆ พื้นที่สีเขียวคุณภาพ เส้นชั้นความสูง แหล่งน้ำ เป็นต้น จากนั้นทำการสำรวจเพื่อจัดทำฐานข้อมูลเชิงพื้นที่และเชิงบรรยาย (Spatial and attribute data) นำเข้าข้อมูลด้วยเครื่องมือภูมิสารสนเทศ ทั้งข้อมูลแบบเวกเตอร์และราสเตอร์ (Vector and raster) เพื่อทำการวิเคราะห์ผล และแสดงผลข้อมูลเชิงพื้นที่ รวมถึงนำผลวิเคราะห์ที่ได้มาประมวลผลร่วมกับแบบจำลองเชิงพื้นที่ และข้อมูลผู้ใช้โครงข่ายที่ได้จากวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลอื่นๆ

3) การสังเกตการณ์ตั้งจุดตรวจนับคน (Gate observation) แบบไม่มีส่วนร่วม มีวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการสังเกตที่มีการกำหนดประเด็นและเป้าหมายไว้ล่วงหน้าว่าต้องการข้อมูลจำนวน รูปแบบการสัญจรของประชากร และช่วงเวลา เพื่อทราบปริมาณและคุณลักษณะของกลุ่มประชากร การสังเกตการณ์ใช้วิธีการบันทึกการประกอบโดยรวดเร็วและทันที ให้สอดคล้องกับข้อเท็จจริงที่ได้สังเกตมา วิธีการโดยตั้งจุดตรวจนับประชากรที่ครอบคลุมทั่วทั้งพื้นที่บริเวณจุดตัดทางเข้า และทางแยกที่มีการสัญจรเพื่อผ่านและการสัญจรเพื่อเข้าถึง (Moving to and Moving through) แยกนับจุดละ 5 นาที ช่วงเวลาระหว่าง 7.30-9.30 น. ช่วงเวลาระหว่าง 11.30-13.30 น. และช่วงเวลาระหว่าง 15.30-17.30 น. จากนั้นนำจำนวนประชากรที่ได้มาทำการประมาณการจำนวนประชากรทั้งหมดที่ใช้โครงข่าย และสรุปคุณลักษณะของประชากร

4) การสำรวจการเลือกเส้นทางสัญจร (Movement trace) ใช้วิธีการสำรวจจากกลุ่มตัวอย่างที่คัดเลือกโดยการสุ่มตัวอย่างด้วยแบบความไม่น่าจะเป็นวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบบังเอิญ ของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้โครงข่ายสัญจรด้วยจักรยานจำนวน 72 ตัวอย่าง และการเดินเท้า 290 ตัวอย่าง วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยแบบสำรวจการเลือกใช้เส้นทางโดยให้ผู้ใช้เส้นทางสัญจรโดยทางจักรยาน และทางเดินเท้า เขียนเส้นทางสัญจรของตนเองลงบนแผนที่ เป็นเส้นทางจากจุดเริ่มต้นถึงจุดหมายปลายทาง และลงบริเวณจุดที่แวะหยุดประกอบกิจกรรมลงบนแผนที่ ประมวลและสรุปผลเส้นทางที่ได้รับความนิยมใช้ในการสัญจรบนโครงข่ายมากที่สุด รวมถึงมีความสัมพันธ์กับประสิทธิภาพการเข้าถึงบนโครงข่ายและปัจจัยอื่นอย่างไร

5) การสังเกตการณ์รูปแบบและปริมาณกิจกรรม (Static snapshots) ใช้วิธีการสังเกตการณ์แบบไม่มีส่วนร่วม ด้วยการสร้างแบบสังเกตการณ์ เพื่อบันทึกจุดหยุดทำกิจกรรมของกลุ่มตัวอย่างบนแผนที่โครงข่ายเส้นทางสัญจร นับจำนวนประชากรที่หยุดทำกิจกรรม รวมถึงบันทึกภาพกิจกรรมเหล่านั้น ก่อนนำมาสรุปผลรูปแบบและปริมาณกิจกรรมที่เกิดขึ้นบนโครงข่าย และลักษณะการใช้สอยพื้นที่บนโครงข่าย ว่าบริเวณใดได้รับความนิยมในการใช้งาน บริเวณใดเกิดกิจกรรมแบบหยุดนิ่ง (Static activity) และบริเวณใดเกิดกิจกรรมแบบเคลื่อนไหว (Active activity) มีความหลากหลาย สอดคล้องกับเส้นทางสัญจร และวัตถุประสงค์ของพื้นที่ที่จัดไว้หรือไม่อย่างไร

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลของการวิจัยนี้เพื่อวิเคราะห์พื้นที่ทั้งในเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพร่วมกัน ประกอบด้วยการจัดรูปข้อมูลเพื่อนำเสนอและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยด้วยเทคนิควิธีวิเคราะห์การซ้อนทับชั้นข้อมูล และเทคนิควิเคราะห์ทางสถิติ ที่เกี่ยวข้องกับการแจกแจงความถี่ ค่าร้อยละ และการวัดความสัมพันธ์ของตัวแปร ดังนี้

เทคนิควิเคราะห์การซ้อนทับชั้นข้อมูล (Overlay analysis) เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ที่มีตำแหน่งอ้างอิงบนพื้นที่ (Geospatial data) ด้วยระบบภูมิสารสนเทศ (GIS : Geo Informatics System) ซึ่งส่วนหนึ่งของเทคนิคการวิเคราะห์โดยระบบนี้คือการซ้อนทับชั้นข้อมูล (Layer) เพื่อการวิเคราะห์แหล่งที่ตั้งต่างๆเชิงพื้นที่ ร่วมกับการวิเคราะห์พื้นที่ในสิ่งที่มนุษย์คาดการณ์ผ่านระบบแผนที่บนคอมพิวเตอร์ รวมถึงการคำนวณ การวิเคราะห์และแสดงผลวิเคราะห์ (สุเพชร จิระจรกุล, 2551:7) การวิจัยครั้งนี้ใช้วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์ (Computer assisted approach) จากการจัดทำฐานข้อมูลต่างๆการใช้ระบบคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในกระบวนการนำเข้า จัดเก็บ เปลี่ยนแปลง และแสดงผลข้อมูล แล้วจึงทำการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการซ้อนทับชั้นข้อมูล ทั้งข้อมูลแบบเชิงเส้น หรือ เวกเตอร์ (Vector) ข้อมูลภาพ หรือ ราสเตอร์ (Raster) (Environmental Systems Research Institute. [ESRI], 2009.) ใช้หลักการคณิตศาสตร์และตรรกะในการวิเคราะห์ ผลการวิเคราะห์อยู่ในรูปของตัวเลข รูปภาพ แผนภูมิ และแผนที่แสดงผลวิเคราะห์ เพื่อใช้เปรียบเทียบกับแผนที่วิเคราะห์โครงสร้างเชิงสัณฐานจากแบบจำลองโครงสร้างเชิงสัณฐาน รวมถึงนำผลวิเคราะห์ทั้งหมดมาซ้อนทับกันอีกครั้งหนึ่ง เพื่อวิเคราะห์ประสิทธิภาพการเข้าถึงบนโครงข่ายของการสัญจร และเสนอแนะแนวทางวางแผนและออกแบบสิ่งแวดล้อมโครงข่ายระบบสัญจร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

เทคนิควิธีวิเคราะห์ทางสถิติ (Statistical analysis) นอกจากการวิเคราะห์ทางสถิติด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปสถิติทางสังคมศาสตร์ (SPSS : Statistical Package for Social Sciences) ใช้การวิเคราะห์การแจกแจงความถี่ ค่าสถิติร้อยละแล้ว จากการประมวลผลด้วยแบบจำลองเชิงพื้นที่ ผลสถิติของแบบจำลองเชิงพื้นที่นำมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (Correlation Analysis) ด้วยค่าสัมประสิทธิ์ (Coefficient of correlation) ของแผนภูมิความสัมพันธ์เชิงเส้น (Scatter plot) (r) ที่มีค่าระหว่าง -1 ถึง +1 วัดความสามารถในการทำความเข้าใจพื้นที่เมือง (Intelligibility value) และค่าสัมประสิทธิ์ความผสาน (Synergy value) โดยค่าสัมประสิทธิ์ความสามารถในการทำความเข้าใจเมือง เป็นการพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร คือ ค่าความเชื่อมต่อ (Connectivity) และค่าการเข้าถึงพื้นที่รวม (Global integration value) ที่แสดงถึงศักยภาพในการทำความเข้าใจเส้นทางขณะสัญจร ผู้คนที่สัญจรบน

โครงข่ายมีแนวโน้มที่จะเข้าใจภาพรวมของโครงข่ายในระบบทั้งหมดได้ดี ส่วนค่าสัมประสิทธิ์ความผาน เป็นการพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร คือ ค่าศักยภาพการเข้าถึงพื้นที่รวม (Global integration value) และค่าศักยภาพของการเข้าถึงพื้นที่เฉพาะหรือพื้นที่ในระดับย่าน (Local Integration value) เป็นค่าดัชนีที่แสดงว่าย่านใดย่านหนึ่งของระบบโครงข่ายสัญญาณนั้นมีลักษณะผานได้ดีเพียงใดเมื่อเทียบกับโครงข่ายสัญญาณโดยรวม เทคนิควิธีวิเคราะห์เชิงสถิตินี้เป็นการวัดค่าความสัมพันธ์ในระบบโครงข่ายสัญญาณว่ามีผลต่อการทำความเข้าใจพื้นที่และการเลือกเส้นทางสัญญาณของผู้คนบนโครงข่าย รวมถึงความสัมพันธ์ของการสัญญาณในระดับพื้นที่ย่อย หรือ ระดับย่าน ว่ามีความสัมพันธ์กับโครงข่ายโดยรวมหรือไม่

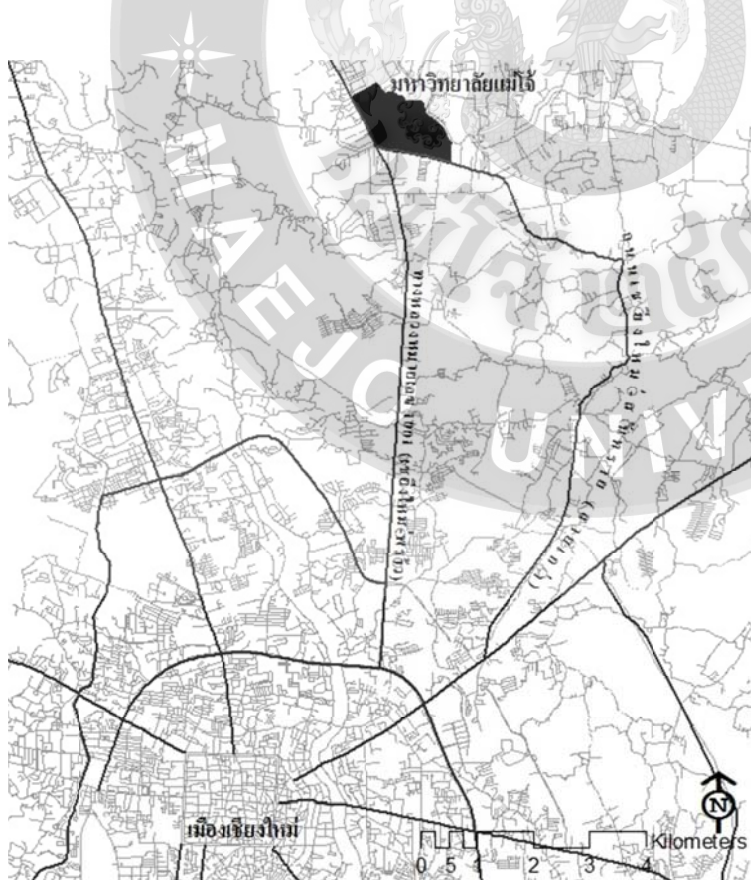


บทที่ 4 ผลการวิจัย

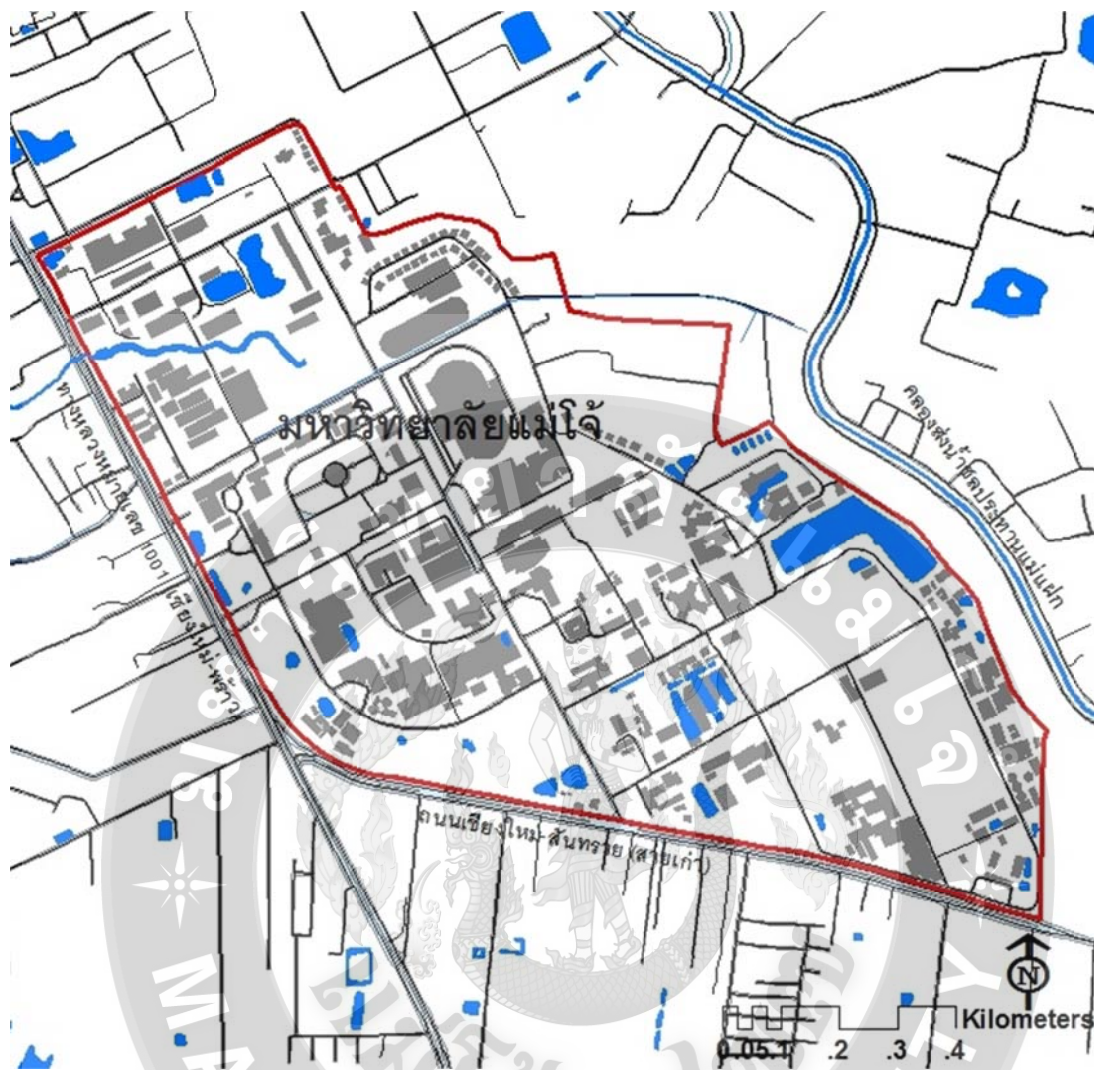
ผลของการวิจัยนี้ประกอบด้วยส่วนที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ภูมิฐานมหาวิทยาลัยแม่โจ้ ของปัจจัยธรรมชาติ ปัจจัยที่มนุษย์สร้าง ผู้ใช้โครงข่ายสัญญาณอย่างเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม และประสิทธิภาพการเข้าถึงบนโครงข่ายสัญญาณมหาวิทยาลัยแม่โจ้ ผลวิจัยเป็นดังนี้

ภูมิฐานมหาวิทยาลัยแม่โจ้

มหาวิทยาลัยแม่โจ้ตั้งอยู่ หมู่ที่ 4 ตำบลหนองหาร อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ กิโลเมตรที่ 10 จากตัวเมืองเชียงใหม่บนทางหลวงหมายเลข 1001 (เชียงใหม่-พร้าว) มีพื้นที่ประมาณ 784 ไร่ ทิศเหนือติดต่อกับศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดจังหวัดเชียงใหม่ และคลองชลประทานแม่แฝก ทิศใต้และทิศตะวันตกติดต่อกับชุมชนเทศบาลเมืองแม่โจ้ และทางหลวงหมายเลข 1001 (เชียงใหม่-พร้าว) ทิศตะวันออกติดต่อกับชุมชนเทศบาลเมืองแม่โจ้และถนนเชียงใหม่-สันทราย (สายเก่า) (ภาพที่ 4 และภาพที่ 5)



ภาพที่ 4 ที่ตั้งมหาวิทยาลัยแม่โจ้
ตำบลหนองหาร อำเภอสันทราย
จังหวัดเชียงใหม่

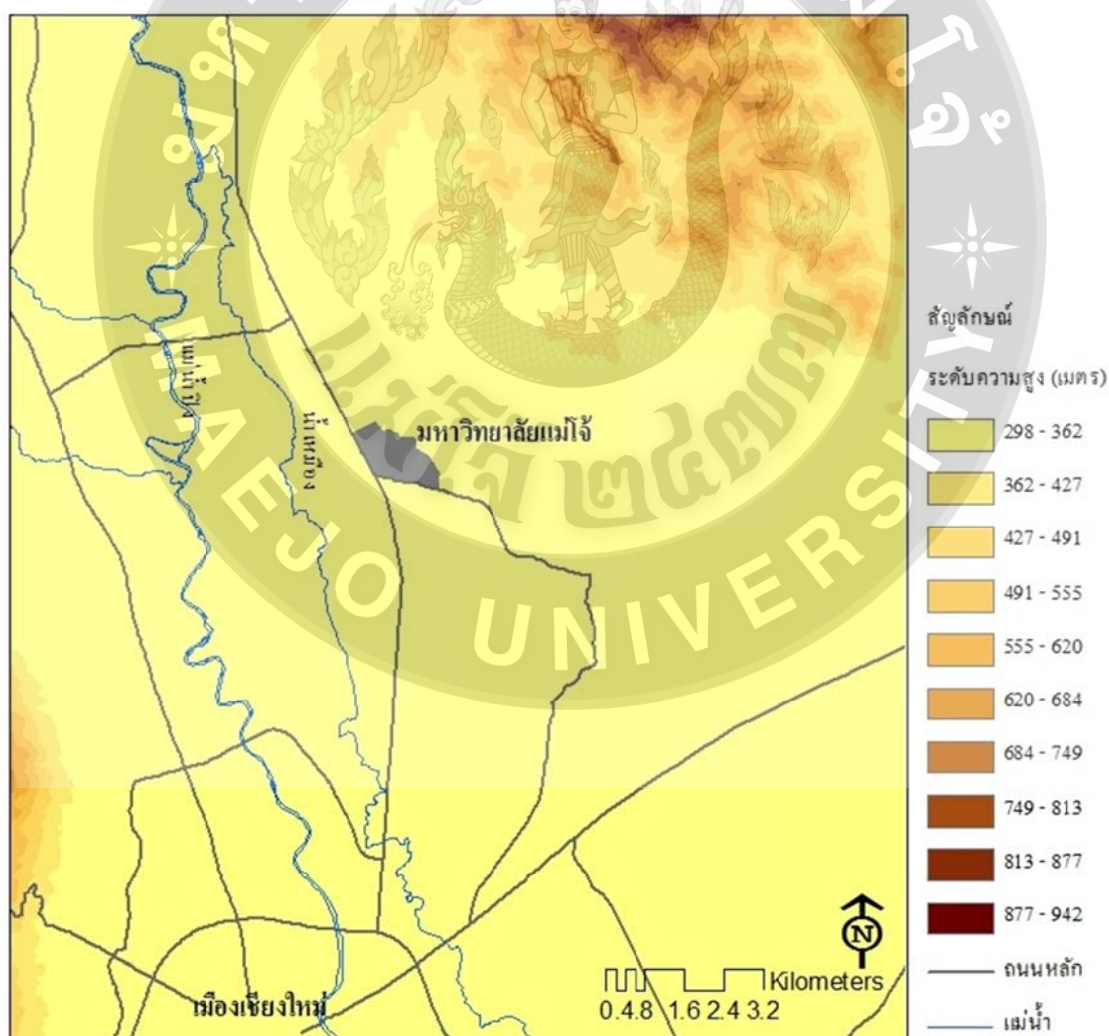


ภาพที่ 5 ขอบเขตพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้

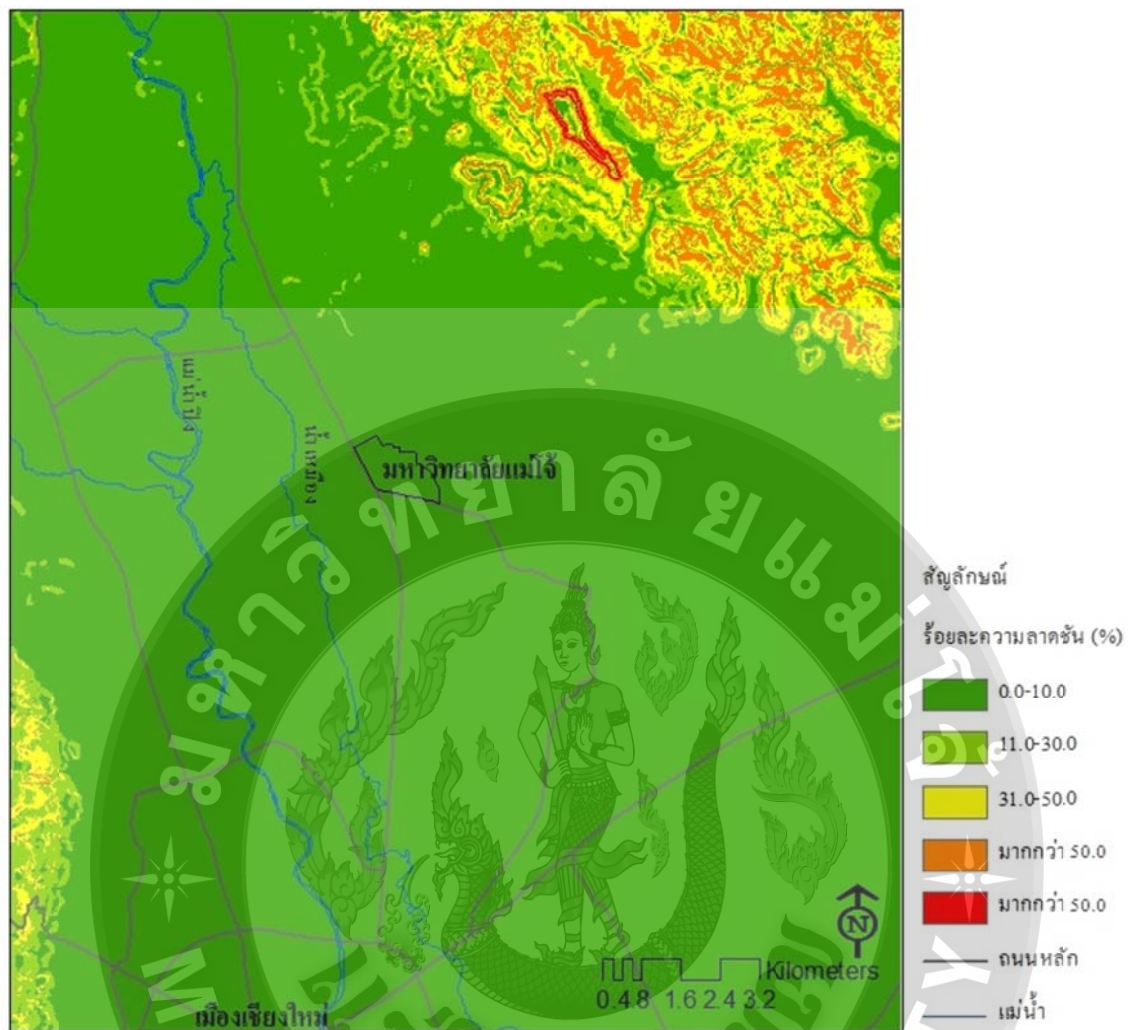
มหาวิทยาลัยแม่โจ้เป็นมหาวิทยาลัยในเขตพื้นที่ชานเมือง (Suburban) มีที่ตั้งอยู่ทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือของตัวเมืองเชียงใหม่ เป็นสถาบันการเรียนการสอนด้านเกษตรกรรมที่เปิดการเรียนการสอนมาตั้งแต่ ปี พ.ศ.2477 จนถึงปัจจุบัน เป็นระยะเวลา 80 ปี ปัจจุบันมีการเรียนการสอน คณะผลิตกรรมการเกษตร คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบสิ่งแวดล้อม คณะบริหารธุรกิจ คณะวิทยาศาสตร์ คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ คณะพัฒนาการท่องเที่ยว คณะศิลปศาสตร์ คณะเศรษฐศาสตร์ คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยี คณะสารสนเทศและการสื่อสาร วิทยาลัยบริหารศาสตร์ วิทยาลัยพลังงานทดแทน และบัณฑิตวิทยาลัย ลักษณะภูมิฐานของปัจจัยธรรมชาติ ของลักษณะภูมิกายภาพธรรมชาติของที่ตั้ง และปัจจัยที่มนุษย์สร้างขึ้นของมหาวิทยาลัย ดังนี้

1 ปัจจัยธรรมชาติ (Natural factors) เป็นปัจจัยเชิงพื้นที่ของภูมิฐานมหาวิทยาลัยแม่โจ้ ได้แก่ ภูมิประเทศและความลาดเอียงพื้นที่ แหล่งน้ำ และภูมิอากาศระดับพื้นที่ รายละเอียดดังนี้

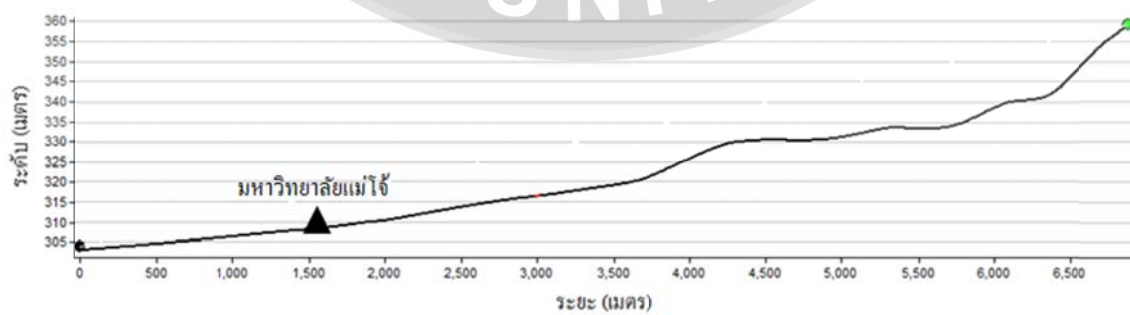
1.1 ภูมิประเทศและความลาดเอียงพื้นที่ ในภาพรวมมหาวิทยาลัยแม่โจ้อยู่บนพื้นที่ราบระหว่างหุบเขา ด้านทิศเหนือทิศเหนือและทิศตะวันออกเฉียงเหนือเป็นแนวทิวเขาสูง โดยเฉพาะแนวทิวเขาด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือที่ใกล้เคียงกับพื้นที่มหาวิทยาลัยมากกว่า ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางระหว่าง 290.0 ถึง 940.0 เมตร ที่ตั้งมหาวิทยาลัยอยู่บนที่ราบ (Flat) ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 298.0-362.0 เมตร (ภาพที่ 6) ความลาดชันเฉลี่ยร้อยละ 0-10.0 พื้นที่ลาดเอียงจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือลงสู่ทิศตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งเป็นทิศทางการระบายน้ำ สู่ลำเหมืองธรรมชาติ และแม่น้ำปิงที่รับน้ำก่อนไหลลงสู่ห้วยคตต่อไป (ภาพที่ 7 และภาพที่ 8)



ภาพที่ 6 ลักษณะระดับความสูงของภูมิกายภาพธรรมชาติพื้นที่โดยรอบมหาวิทยาลัยแม่โจ้

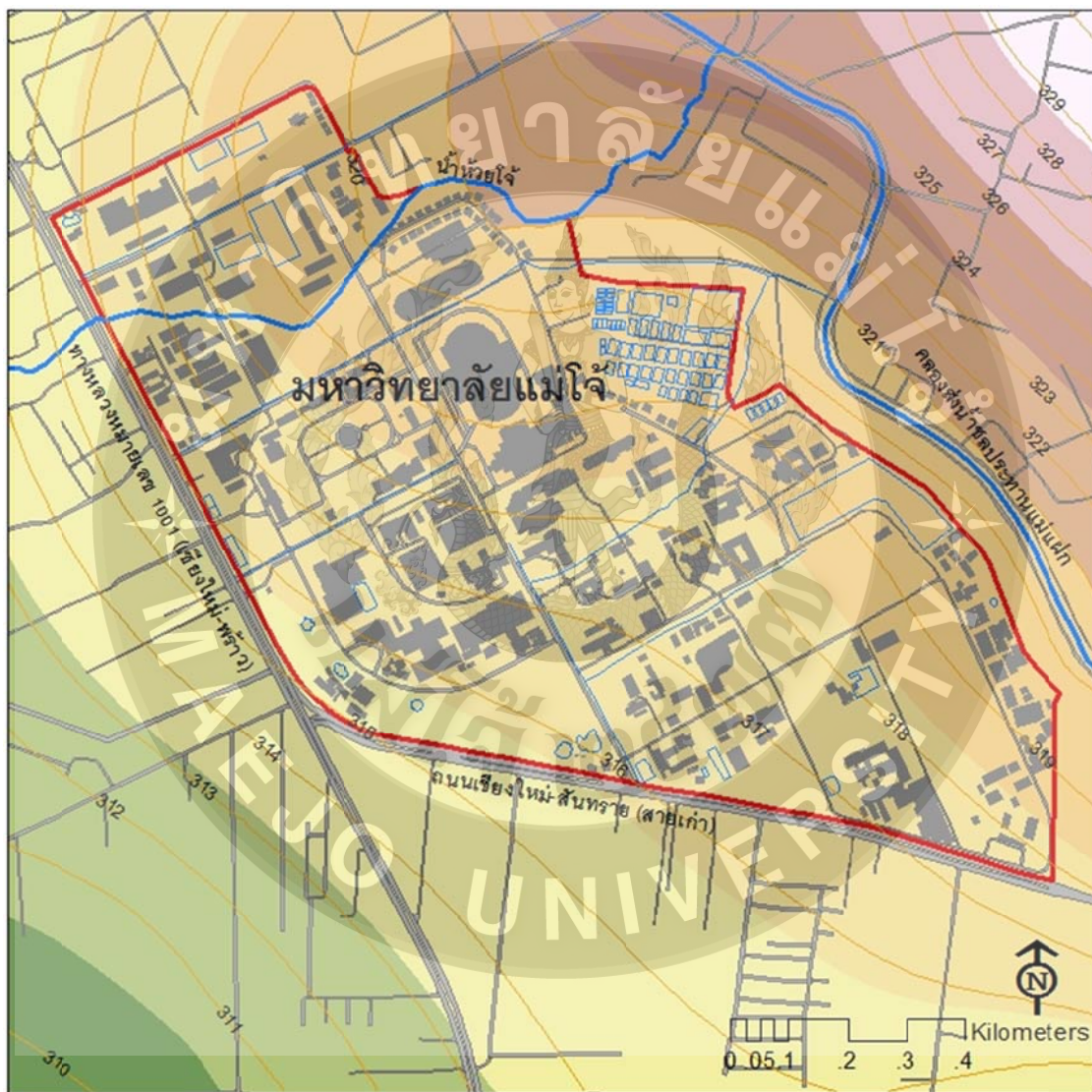


ภาพที่ 7 ลักษณะความลาดชันของภูมิกายภาพธรรมชาติพื้นที่โดยรอบมหาวิทยาลัยแม่โจ้



ภาพที่ 8 ภาพตัดขวางลักษณะภูมิประเทศมหาวิทยาลัยแม่โจ้ในแนวทิศตะวันออกและทิศตะวันตก

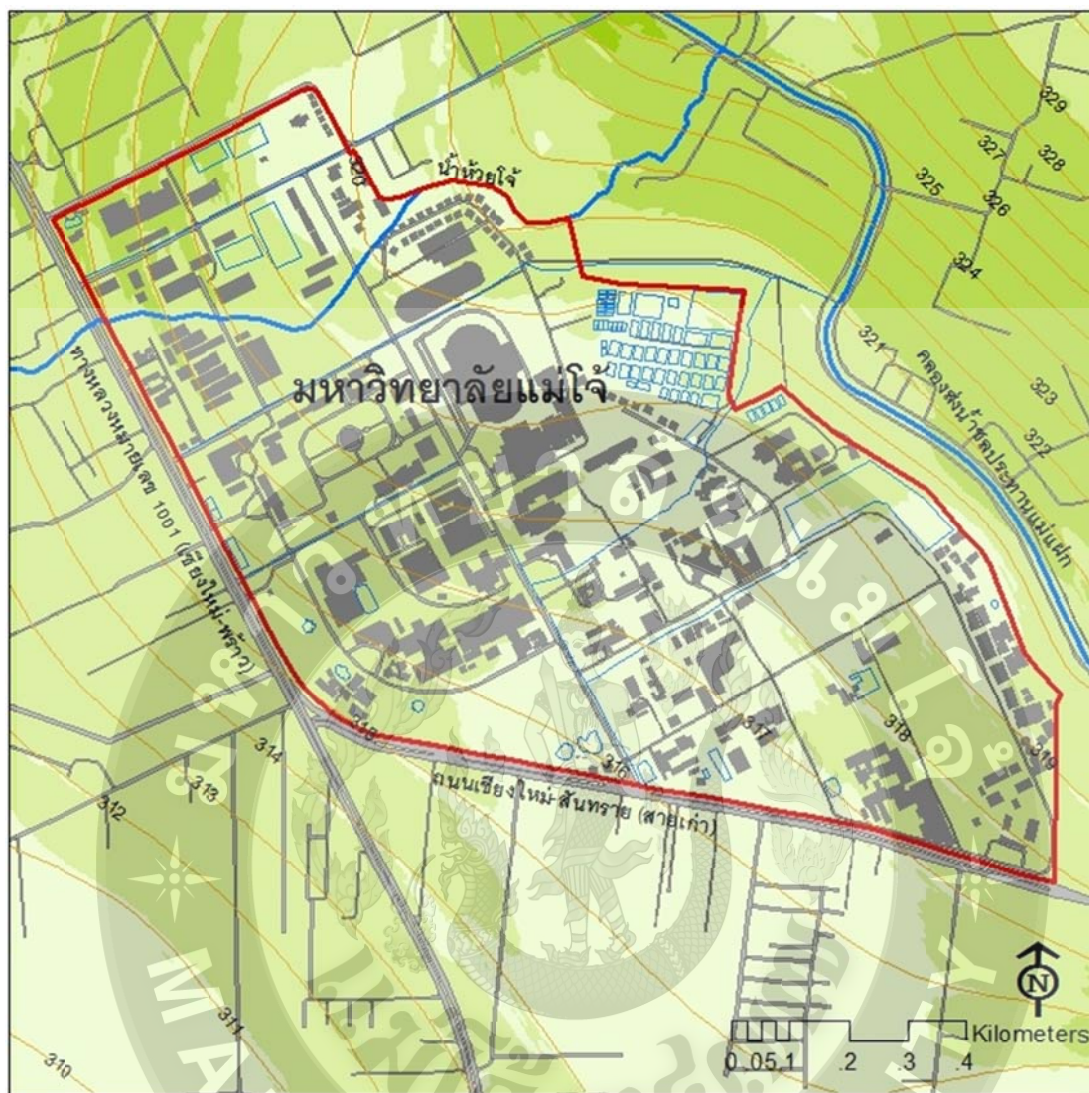
ในระดับพื้นที่ มหาวิทยาลัยแม่โจ้มีลักษณะภูมิประเทศและความลาดเอียงเป็นพื้นที่ราบ (Flat) ความต่างระดับจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือสู่ทิศตะวันตกเฉียงใต้ 5.0 เมตร สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางโดยเฉลี่ย 316.0 เมตร ความลาดเอียงของพื้นที่จากทิศตะวันออกเฉียงเหนือลงสู่ทิศตะวันตกเฉียงใต้ (ภาพที่ 9) มีค่าร้อยละความลาดชันโดยเฉลี่ยไม่เกินร้อยละ 5.0 จัดเป็นพื้นที่ราบเหมาะแก่การพัฒนาโครงสร้างทุกประเภท รวมถึงเส้นทางสัญจรของทางจักรยาน (ภาพที่ 10)



สัญลักษณ์ ระดับความสูง (เมตร)

307-310	313-316	319-321	324-327	329-332
310-313	316-319	321-324	327-329	เส้นระดับ

ภาพที่ 9 ลักษณะระดับความสูงต่ำของภูมิกายภาพธรรมชาติของมหาวิทยาลัยแม่โจ้

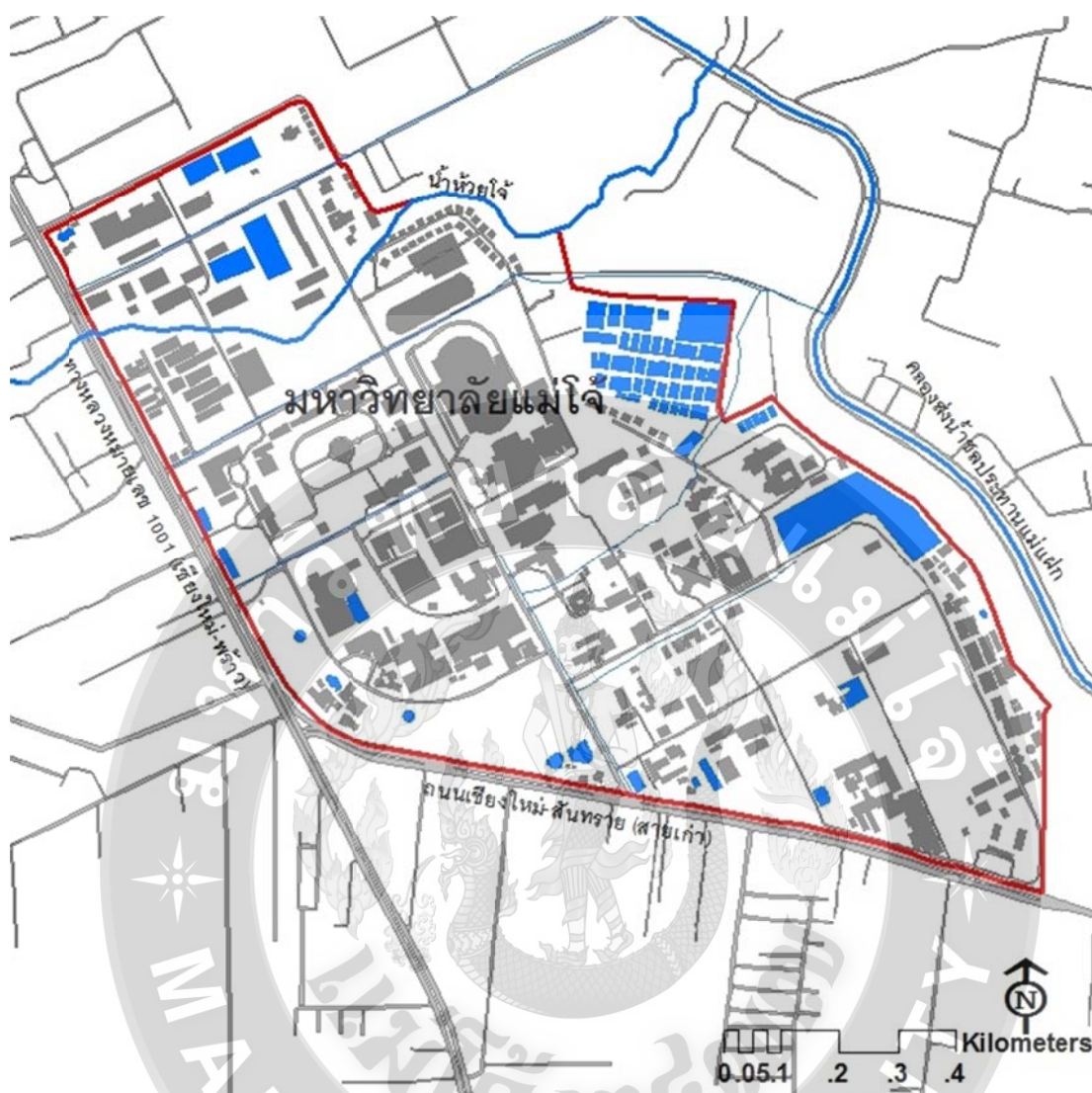


สัญลักษณ์

ความลาดเอียงของพื้นที่ (ร้อยละ) 0.20-0.50 0.50-1.0 1.0-2.0 2.0-5.0

ภาพที่ 10 ลักษณะความลาดชันของภูมิกายภาพธรรมชาติของมหาวิทยาลัยแม่โจ้

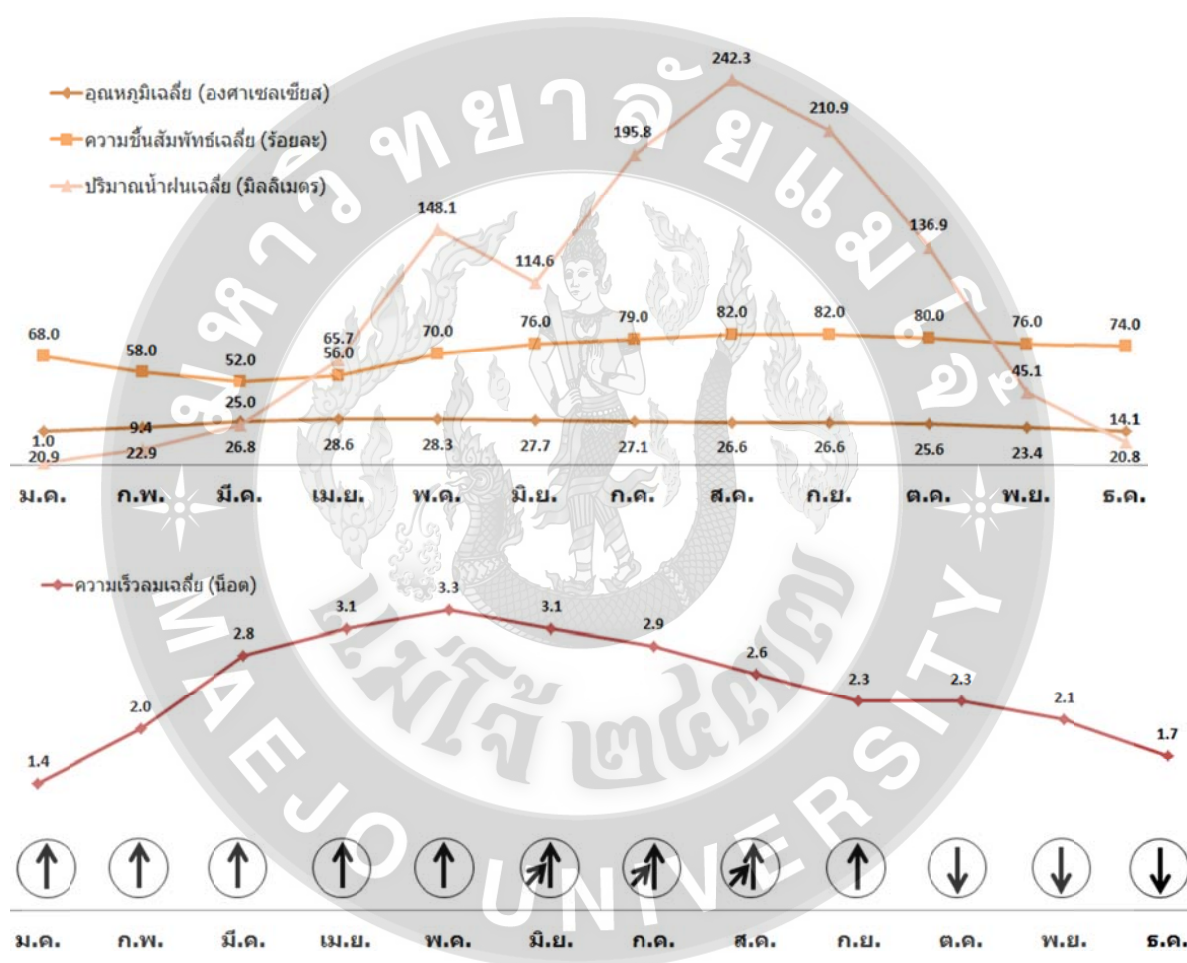
1.2 แหล่งน้ำที่สำคัญ แหล่งน้ำธรรมชาติสำคัญมีเพียงน้ำห้วยใจ ที่ไหลผ่านพื้นที่มหาวิทยาลัยจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ มีน้ำตลอดปี นอกจากนั้นยังมีแนวคลองส่งน้ำชลประทานที่รับน้ำจากชลประทานโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาแม่แฝก-แม่จัด ผ่านคลองชลประทานแม่แฝกไหลผ่านพื้นที่มหาวิทยาลัยโดยทั่วถึงกัน รวมถึงแหล่งน้ำสำหรับระบบการผลิตน้ำใช้ภายในมหาวิทยาลัย และแหล่งน้ำสำหรับไถนาและแปลงเกษตรกรรมของการเรียนการสอนภายในพื้นที่มหาวิทยาลัย (ภาพที่ 11)



ภาพที่ 11 แหล่งน้ำสำคัญของมหาวิทยาลัยแม่โจ้

1.3 ภูมิอากาศระดับพื้นที่ จากสถิติภูมิอากาศในคาบ 30 ปี ของจังหวัดเชียงใหม่ พบว่า มีค่าเฉลี่ยอุณหภูมิอยู่ที่ 25.4 องศาเซลเซียส อุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดในเดือนเมษายน 36.2 องศาเซลเซียส อุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุดในเดือนมกราคม 13.7 องศาเซลเซียส ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 209.9 มิลลิเมตร ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยสูงสุดในเดือนสิงหาคม 242.3 มิลลิเมตร ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศเฉลี่ยร้อยละ 71.0 ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยสูงสุดในเดือนกันยายนร้อยละ 94.0 และต่ำสุดในเดือนกุมภาพันธ์ร้อยละ 28.0 ความเร็วลมเฉลี่ยตลอดปี 2.5 นอต ความเร็วลมเฉลี่ยสูงสุดในเดือนพฤษภาคม 3.3 นอต ทิศทางลมระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนพฤษภาคม เป็นลมที่พัดมาจากทิศใต้ จากนั้นเป็นลมที่พัดจากทิศใต้ และทิศตะวันตกเฉียงใต้พัดพาความชุ่มชื้นและฝนเข้ามาตกในพื้นที่ช่วงเดือนมิถุนายนถึงสิงหาคม ในช่วงฤดูฝนและฤดูมรสุม ก่อนจะเปลี่ยนแปลงเป็นลมที่พัดพาเอาความหนาวเย็นและแห้งแล้งมาจาก

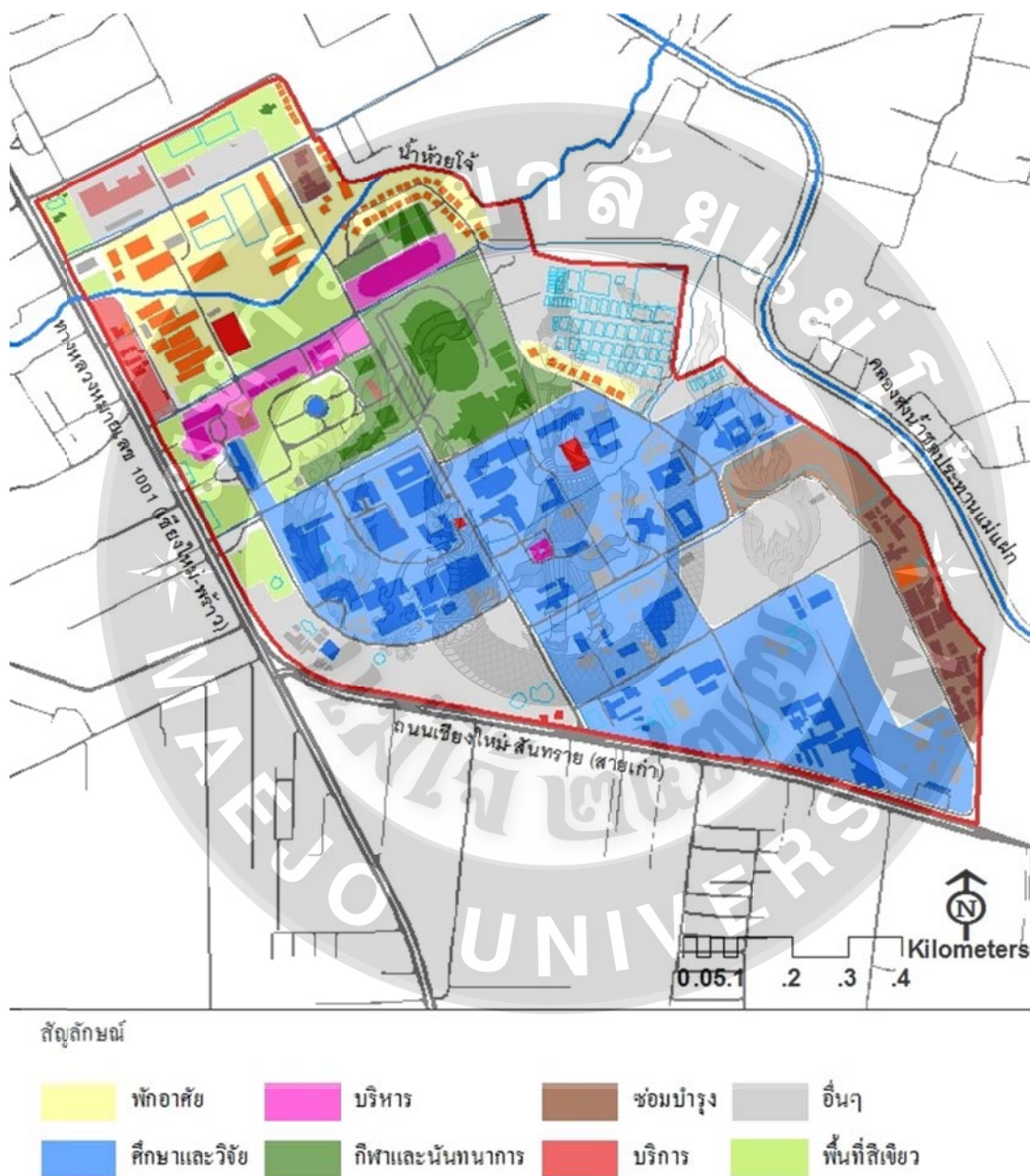
ตอนเหนือของประเทศซึ่งเป็นช่วงฤดูหนาว นอกจากนั้นภูมิอากาศระดับพื้นที่ก็ยังมีความสัมพันธ์กับปัจจัยพืชพรรณและพื้นที่สีเขียวปกคลุมดินที่ช่วยในการลดอุณหภูมิพื้นผิว การกรองแสง การลดความเร็วลม รวมถึงการให้ร่มเงาปกคลุมดิน ลมประจำถิ่นท้องถิ่นที่ ได้แก่ ลมภูเขาและลมหุบเขา ที่เป็นการถ่ายเทความร้อนจากความต่างระดับของพื้นผิวภูมิประเทศ ของลมประจำถิ่นในเวลากลางวันและกลางคืน นับเป็นอีกปัจจัยสำคัญที่มีความสัมพันธ์กับภูมิอากาศระดับพื้นที่เช่นกัน (ภาพที่ 12)



ภาพที่ 12 ลักษณะภูมิอากาศจังหวัดเชียงใหม่

2 ปัจจัยที่มนุษย์สร้างขึ้น (Man-made factors) เป็นปัจจัยแวดล้อมที่เกิดจากการสร้างสรรค์ของมนุษย์ต่อพื้นที่ ได้แก่ การใช้ประโยชน์ที่ดิน พื้นที่สีเขียว อาคารและสิ่งก่อสร้าง และระบบสัญจรของพื้นที่ ดังนี้

2.1 การใช้ประโยชน์ที่ดิน การใช้ประโยชน์ที่ดินในมหาวิทยาลัยแม่โจ้ จำแนกได้ 8 เขตการใช้ประโยชน์ที่ดิน ได้แก่ ส่วนการศึกษาและวิจัย บริหาร กีฬาและนันทนาการ พักอาศัย บริการ ซ่อมบำรุง พื้นที่สีเขียวหรือรถจักรยาน และพื้นที่อื่นๆ อาทิเช่น แปลงเกษตร แปลงทดลอง (ภาพที่ 13) รายละเอียดดังนี้



ภาพที่ 13 การใช้ประโยชน์ที่ดินของมหาวิทยาลัยแม่โจ้

ตารางที่ 2 การใช้ประโยชน์ที่ดิน มหาวิทยาลัยแม่โจ้

การใช้ประโยชน์ที่ดิน	พื้นที่ (ไร่)	ร้อยละ (%)	เปรียบเทียบสัดส่วนการใช้ประโยชน์ที่ดิน (ร้อยละ)
1. ศึกษาและวิจัย	288.44	36.79	
2. บริการ	24.32	3.10	
3. กีฬาและนันทนาการ	66.51	8.48	
4. พักอาศัย	85.49	10.90	
5. บริการ	7.14	0.91	
6. ซ่อมบำรุง	42.54	5.43	
7. พื้นที่สีเขียว	64.70	8.25	
8. อื่นๆ	204.86	26.13	
รวม	784.00	100.00	

มหาวิทยาลัยมีสัดส่วนการใช้ประโยชน์ที่ดินการศึกษาและวิจัยมากที่สุดบริเวณตอนกลางของพื้นที่ 288.44 ไร่ ร้อยละ 36.79 รองลงมา คือ พื้นที่อื่นๆ ได้แก่พื้นที่แปลงเกษตรกรรมแปลงทดลองพืชและไม้ผล ล้อมรอบเขตการศึกษาและวิจัย สอดคล้องกับการเป็นมหาวิทยาลัยด้านการเกษตรกรรม มีพื้นที่ 204.86 ไร่ ร้อยละ 26.13 พื้นที่พักอาศัยทางด้านทิศเหนือ 85.49 ไร่ ร้อยละ 10.90 พื้นที่กีฬาและนันทนาการ ที่เชื่อมโยงได้กับเขตการใช้ที่ดินพักอาศัยและเขตการศึกษาและวิจัย 66.51 ไร่ ร้อยละ 8.48 พื้นที่สีเขียวคุณภาพ บริเวณด้านหน้ามหาวิทยาลัยทอดยาวมาถึงตอนกลางพื้นที่ที่เชื่อมโยงได้กับเขตการศึกษาวิจัย เขตกีฬาและนันทนาการ และเขตพักอาศัย 64.70 ไร่ ร้อยละ 8.25 พื้นที่บริการ ได้แก่ ศูนย์อาหารการค้าและบริการ บริเวณด้านหน้ามหาวิทยาลัยเชื่อมโยงกับเขตการใช้ที่ดินพักอาศัย 7.14 ไร่ ร้อยละ 0.91 และพื้นที่ซ่อมบำรุงทางด้านทิศใต้ตอนในของพื้นที่ 42.54 ไร่ ร้อยละ 5.43 (ตารางที่ 2) เห็นได้ว่าพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้มีการใช้ประโยชน์ที่ดินของพื้นที่สีเขียวค่อนข้างสูงมาก จะเห็นได้จากการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทพื้นที่สีเขียว พื้นที่แปลงเกษตรกรรมรวมถึงพื้นที่พักอาศัย พื้นที่การศึกษาและวิจัย ที่มีพืชพรรณสีเขียวปกคลุมแทรกตัวอยู่เช่นกัน

2.2 พื้นที่สีเขียว พื้นที่สีเขียวภายในมหาวิทยาลัย จำนวน 64.70 ไร่ หรือ ร้อยละ 8.25 เป็นพื้นที่สีเขียวคุณภาพ มีพืชพรรณไม้ยืนต้นปกคลุมดินหนาแน่น บริเวณด้านหน้ามหาวิทยาลัยต่อเนื่องไปถึงตอนกลางของพื้นที่ ได้แก่ อุทยานเฉลิมพระเกียรติ สวนสนามวังซ้าย และสวนป่าสมพร

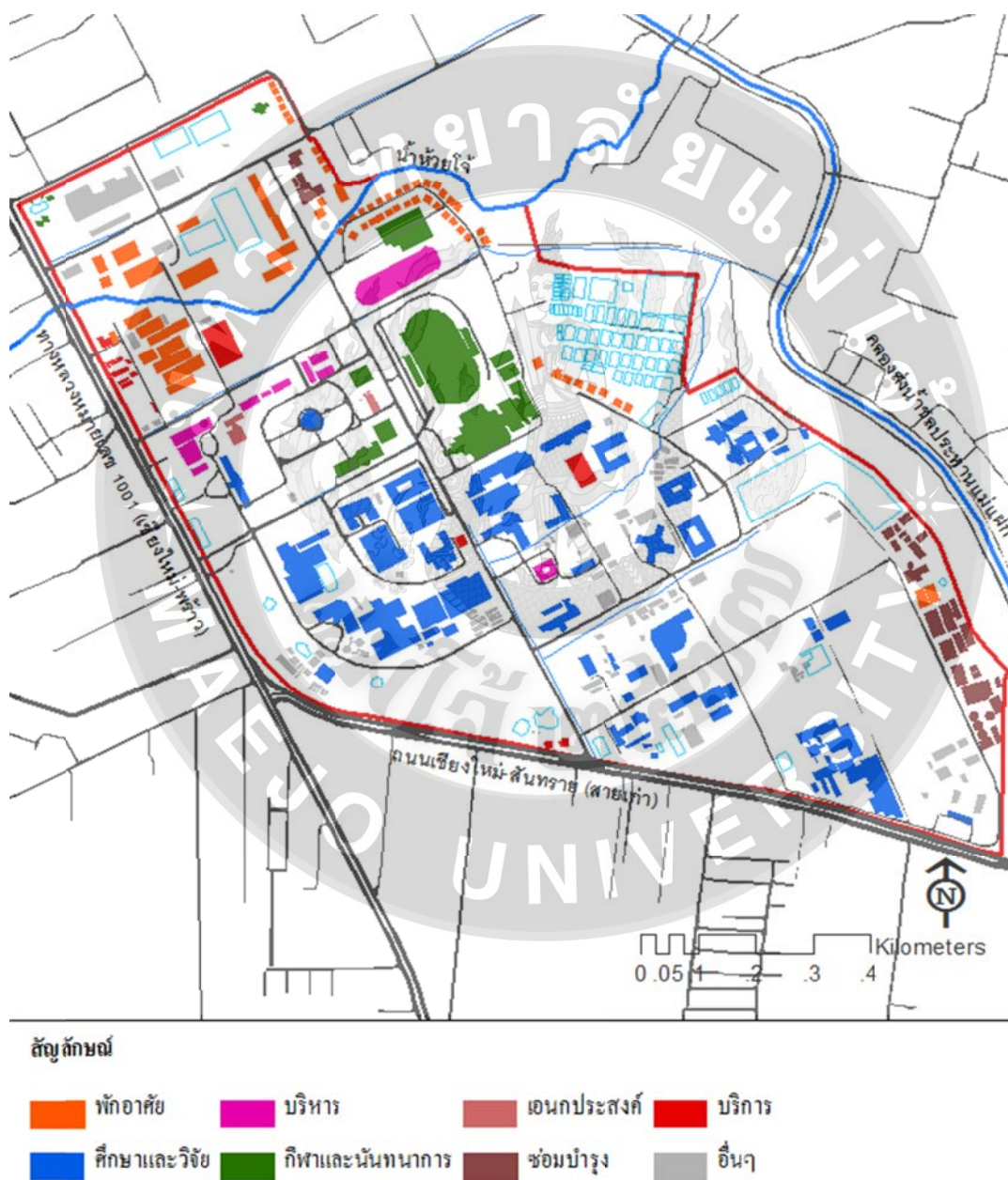
ชกตรี เป็นบริเวณพื้นที่กันชน (Buffer zone) และเชื่อมโยงประโยชน์ใช้สอยระหว่างเขตการศึกษาและวิจัย พื้นที่กีฬาและนันทนาการ และพื้นที่พักอาศัย ได้ดี เช่นเดียวกันกับพื้นที่สีเขียวทางด้านทิศเหนือของมหาวิทยาลัย ได้แก่ บริเวณพิพิธภัณฑสถานธรรมชาติวิทยาไทย ต่อเนื่องลงไปถึงบริเวณสระประเพณี ถึงบริเวณอาคารเรือนปฏิบัติธรรม อย่างไรก็ตามยังพบว่าภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยยังมีไม้ยืนต้นและพื้นที่สีเขียวแทรกอยู่ในการใช้ที่ดินด้วยเช่นกัน เช่น เขตพักอาศัย เขตการศึกษา ทางตอนกลางของพื้นที่มหาวิทยาลัย ส่วนทางด้านทิศใต้ได้เป็นแปลงทดลองเกษตรกรรม ซึ่งเป็นพื้นที่เพาะปลูกพืชไร่ และไม้ยืนต้น สลับกับอาคารเรียน เป็นส่วนใหญ่ (ภาพที่ 14)



ภาพที่ 14 พื้นที่สีเขียวของมหาวิทยาลัยแม่โจ้

2.3 อาคารและสิ่งก่อสร้าง

2.3.1 การใช้อาคารและสิ่งก่อสร้าง จำแนกตามการใช้อาคาร 8 ประเภท ได้แก่ อาคารพักอาศัย บริหาร ศึกษาและวิจัย กีฬาและนันทนาการ เอนกประสงค์ บริการ และอาคารอื่นๆ (ภาพที่ 15) กลุ่มประเภทอาคารมีความสัมพันธ์กับย่านการใช้ประโยชน์ที่ดิน รายละเอียดดังนี้



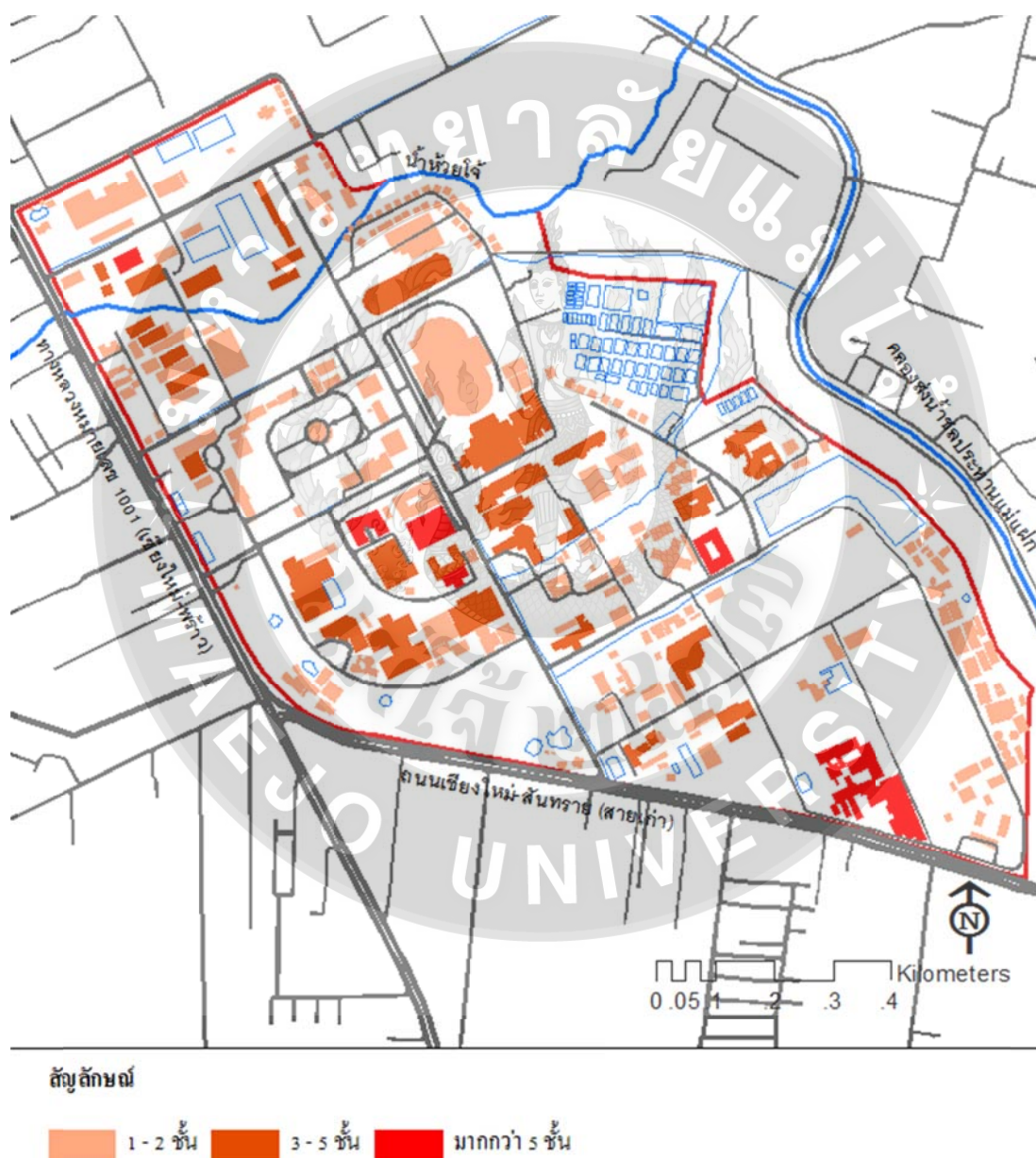
ภาพที่ 15 ประเภทอาคารและสิ่งก่อสร้างของมหาวิทยาลัยแม่โจ้

ประเภทการใช้อาคารในมหาวิทยาลัยผลจากการวิเคราะห์ฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศ พบว่า มากที่สุดเป็นอาคารศึกษาและวิจัยของคณะต่างๆ กระจุกตัวอยู่ตอนกลางของพื้นที่ มีพื้นที่อาคารคลุมดิน 93,409 ตารางเมตร ร้อยละ 42.66 รองลงมาเป็นอาคารและสิ่งก่อสร้างกีฬาและนันทนาการ อยู่ระหว่างเขตการใช้ที่ดินพักอาศัยและศึกษาวิจัย 37,614 ตารางเมตร ร้อยละ 17.18 อาคารอื่นๆ ในพื้นที่ได้แก่ อาคารโรงเก็บอุปกรณ์ อาคารเรือนเพาะชำ จอรถยนต์ เป็นต้น กระจายตัวอยู่ในพื้นที่ 29,382 ตารางเมตร ร้อยละ 13.42 อาคารพักอาศัยเดี่ยว และอาคารพักอาศัยรวม ทางด้านทิศเหนือของมหาวิทยาลัย 23,970 ตารางเมตร ร้อยละ 10.95 อาคารบริหารและสำนักงานด้านหน้าทางเข้าหลักมหาวิทยาลัย 13,692 ตารางเมตร ร้อยละ 6.25 อาคารซ่อมบำรุงส่วนใหญ่ทางทิศใต้ตอนในของพื้นที่ 11,610 ตารางเมตร ร้อยละ 5.30 อาคารบริการ อาทิ อาคารพานิชยกรรม ศูนย์อาหารและบริการต่างๆ 7,461 ร้อยละ 3.41 ตั้งกระจายตัวให้บริการในเขตพักอาศัย และเขตการศึกษาและวิจัย และอาคารเอนกประสงค์ 1,815 ตารางเมตร ร้อยละ 0.83 (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ประเภทอาคาร มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ประเภทอาคาร	พื้นที่อาคาร คลุมดิน (ตร.ม.)	ร้อยละ (%)	เปรียบเทียบสัดส่วนพื้นที่อาคารคลุมดิน (ร้อยละ)
1.ศึกษาและวิจัย	93,409	42.66	
2.บริหาร	13,692	6.25	
3.กีฬาและนันทนาการ	37,614	17.18	
4.พักอาศัย	23,970	10.95	
5.บริการ	7,461	3.41	
6.ซ่อมบำรุง	11,610	5.30	
7.เอนกประสงค์	1,815	0.83	
8.อื่นๆ	29,382	13.42	
รวม	218,953	100.00	

2.3.2 ความสูงอาคาร จำแนกกลุ่มความสูงของอาคารได้ 3 กลุ่ม ได้แก่ ความสูง 1-2 ชั้น ความสูง 3-5 ชั้น และความสูง มากกว่า 5 ชั้น (ภาพที่ 16) ความสูงอาคาร มีความสัมพันธ์กับย่านการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยเฉพาะในเขตการศึกษาและวิจัย และเขตพักอาศัย หอพักนักศึกษา เป็นกลุ่มอาคารที่มีความสูง 3-5 ชั้น แทรกด้วยอาคารสูงมากกว่า 5 ชั้น เป็นส่วนใหญ่ ส่วนกลุ่มอาคารที่มีความสูง 1-2 ชั้น กระจายตัวอยู่ในทุกเขตการใช้ประโยชน์ที่ดิน รายละเอียดดังนี้



ภาพที่ 16 ความสูงอาคารของมหาวิทยาลัยแม่โจ้

ตารางที่ 4 ความสูงอาคาร มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ความสูงอาคาร	จำนวนอาคาร	ร้อยละ (%)	เปรียบเทียบสัดส่วนความสูงอาคาร (ร้อยละ)
1.ความสูง 1-2 ชั้น	282	88.40	88.40 % 9.72 % 1.88 % 1-2 ชั้น 3-5 ชั้น มากกว่า 5 ชั้น
2.ความสูง 3-5 ชั้น	31	9.72	
3.ความสูงมากกว่า 5 ชั้น	6	1.88	
รวม	319	100.00	

ความสูงอาคารในมหาวิทยาลัยผลจากการวิเคราะห์ฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศพบว่า (ตารางที่ 4) มากที่สุดเป็นอาคารความสูง 1-2 ชั้น กระจายตัวอยู่ทั่วพื้นที่ มักเป็นอาคารและสิ่งก่อสร้างในระยะแรกของมหาวิทยาลัย จำนวน 282 อาคาร ร้อยละ 88.4 อาคารความสูง 3-5 ชั้น พบมากในเขตการศึกษา และเขตพักอาศัย โดยเฉพาะอาคารพักอาศัยรวมของนักศึกษา เป็นอาคารและสิ่งก่อสร้างที่พัฒนาขึ้นมาภายหลัง ปี พ.ศ.2539 เมื่อยกฐานะจากสถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้เป็นมหาวิทยาลัยแม่โจ้ จำนวน 31 อาคาร ร้อยละ 9.72 และอาคารที่มีความสูงมากกว่า 5 ชั้น ได้แก่ อาคาร คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร อาคาร 60 ปีแม่โจ้ (คณะวิทยาศาสตร์) อาคาร ประเสริฐ ณ นคร (คณะศิลปศาสตร์) และอาคาร 25 ปีธุรกิจการเกษตร คณะบริหารธุรกิจ จำนวน 6 อาคาร ร้อยละ 1.88 (ตารางที่ 4)

2.3.3 ความหนาแน่นของมวลอาคารต่อพื้นที่ หรือ Figure and Ground แสดงถึงความสัมพันธ์ของพื้นผิวอาคารคลุมดินกับพื้นที่ว่าง ในคุณลักษณะของพื้นที่แต่ละย่าน (Characters) และโครงข่ายพื้นที่ (Spatial network) หรือ ที่เรียกว่า มวลอาคาร หรือ Solids หรือ Figure และ ที่ว่าง หรือ Voids หรือ Ground โดยพื้นที่ในภาพรวมของมหาวิทยาลัยมีลักษณะรูปแบบของความสัมพันธ์ของรูปแบบมวลอาคารและพื้นที่ว่าง เป็นแบบผสมผสาน (Combination) ระหว่างแบบเส้นและแนวแกน (Linear and Axial) แบบเส้นโค้ง (Curve linear) ผสมกับแบบธรรมชาติ (Organic)

ในภาพรวมของมหาวิทยาลัยความหนาแน่นและมวลอาคารของพื้นที่รูปแบบที่เด่นชัดที่สุด คือ แบบเส้น และแนวแกน (Linear and Axial) โดยเฉพาะแบบเส้นตามแนวถนนหลัก คือ ถนนอินทนิลที่ทอดยาวในแนวเหนือใต้ตลอดพื้นที่ ร่วมกับแนวแกนถนนพระพิรุณจากทางเข้าหลัก เปิดมุมมองสู่จุดหมายตาของอาคารศูนย์กีฬากาญจนาภิเษก รัชกาลที่ 9 ตอนกลางของพื้นที่ ก่อนเปลี่ยนลำดับมุมมองและการเข้าถึงไปยังพื้นที่ภายใน อีกแนวแกนที่มีความชัดเจนน้อยกว่า

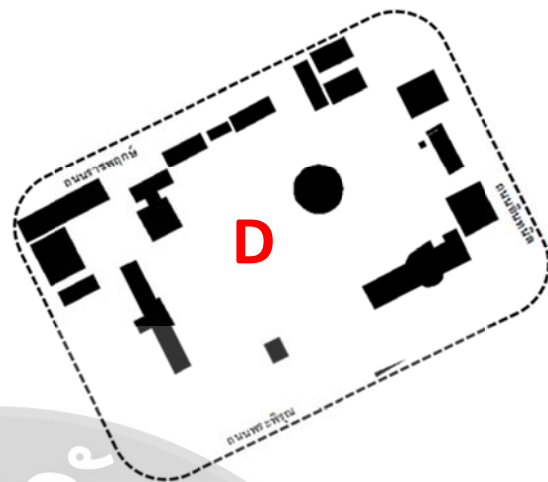
คือ มวลอาคารและที่ว่างตามแนวนนราชพฤกษ์ ที่เปิดมุมมองเชื่อมสู่จุดหมายตาของอาคารอำนวยการ ขศ
 สุข อย่างไรก็ตามแนวแกนนี้ไม่ชัดเจนและเด่นชัด เนื่องจากมีแนวนนต่อเนื่องสู่มุมมองที่แคบและ
 ปิดล้อมจากการลดลำดับของมวลอาคารและที่ว่างตามแนวนนสมพร ชกตรี สำหรับลักษณะมวล
 อาคารและที่ว่างที่เป็นแนวเส้นโค้งมีลำดับรองลงถัดมาจากแนวเส้นและแนวแกนหลัก ตามแนวนน
 ซอมพอ และถนนพิกุล บริเวณนี้มีพื้นที่ว่างแทรกอยู่ตามแนวอาคารค่อนข้างหนาแน่น ส่วนพื้นที่ตอน
 ในทางด้านทิศตะวันออกเฉียงใต้มีลักษณะของมวลอาคารและที่ว่างแบบธรรมชาติ (Organic) ที่มีพื้นที่
 ว่างจำนวนมากและมีมวลอาคารกระจัดกระจาย (Fragment) แทรกตามพื้นที่ว่างอยู่ทั่วไป (ภาพที่ 17)



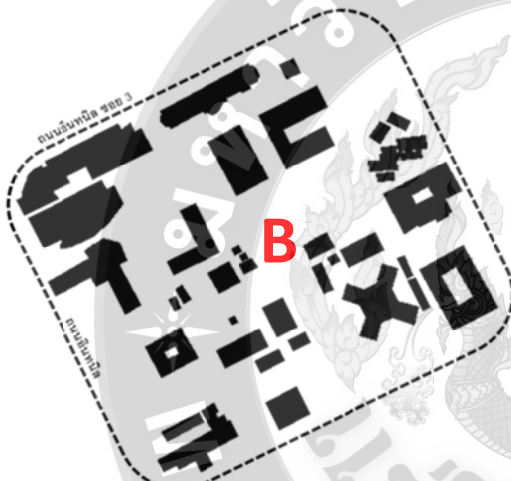
ภาพที่ 17 มวลอาคารและพื้นที่ว่างของมหาวิทยาลัยแม่โจ้



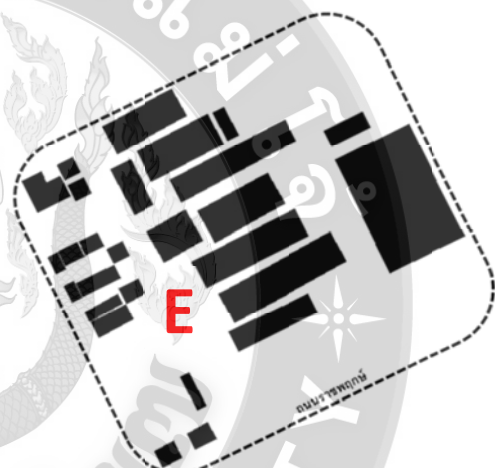
A) เขตการศึกษา อัตราส่วน 7.0:10.0



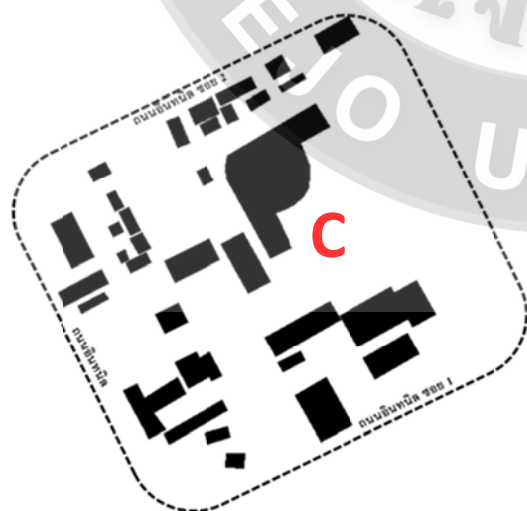
D) เขตพื้นที่สีเขียว อัตราส่วน 2.4:10.0



B) เขตการศึกษา อัตราส่วน 4.0:10.0



E) เขตพักอาศัย อัตราส่วน 4.5:10.0



C) เขตการศึกษา อัตราส่วน 2.8:10.0

ภาพที่ 18 อัตราส่วนมวลอาคารต่อพื้นที่ว่างของ
เขตการใช้ประโยชน์ที่ดินในมหาวิทยาลัย

สำหรับในเขตการใช้ประโยชน์สำคัญของพื้นที่มหาวิทยาลัย (A ถึง E) ได้แก่ เขตการศึกษา (A, B และ C) เขตพักอาศัย (D) และเขตพื้นที่สีเขียว (E) (ภาพที่ 18) ความหนาแน่นของมวลอาคารต่อพื้นที่ที่ระยะการเดินรัศมี 500 เมตร ซึ่งเป็นระยะทางที่พอเหมาะสำหรับการเดินเท้าในพื้นที่ อยู่บนพื้นฐานแนวคิดฐานพื้นที่ศูนย์กลาง (Spatial centrality) ที่ว่าพื้นที่ที่มีความหนาแน่นของมวลอาคารสูงจะเอื้อประโยชน์ให้เกิดการสัญจรที่หนาแน่นมากกว่า และโอกาสของการใช้พื้นที่สาธารณะ หรือ พื้นที่ว่างมีมากกว่า ผลวิเคราะห์เป็นดังนี้

เขตการศึกษา (A, B และ C) ความหนาแน่นของมวลอาคารต่อพื้นที่มากที่สุด ในเขต A อัตราส่วน 7 : 10 บริเวณอาคาร 70 ปีแม่โจ้ (อาคารเรียนรวม) คณะศิลปศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ คณะบริหารธุรกิจ วิทยาลัยบริหารศาสตร์ สำนักหอสมุดกลาง และศูนย์เทคโนโลยีชีวภาพ มวลอาคารเกาะกลุ่มและวางตัวต่อเนื่องตามแนวเส้นโค้งของพื้นที่ว่างชัดเจนตามแนวถนนจอมพอ และถนนพิบูล และมีพื้นที่ว่างแทรกอยู่ระหว่างมวลอาคารแต่มีขนาดเล็ก ในรูปของที่โล่งกลางอาคาร (Court) รองลงมาคือเขต B ต่อเนื่องกับเขต A ไปทางทิศตะวันออก อัตราส่วนมวลอาคารต่อพื้นที่ว่าง 4 : 10 บริเวณ คณะเศรษฐศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ คณะสารสนเทศและการสื่อสาร คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบสิ่งแวดล้อม คณะผลิตกรรมการเกษตร และคณะวิศวกรรมศาสตร์ มวลอาคารเกาะกลุ่มต่อเนื่องบริเวณคณะเศรษฐศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ คณะสารสนเทศและการสื่อสาร และคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ฯ ตามแนวถนนอินทนิล มวลอาคารเกาะกลุ่มชัดเจน ส่วนที่เหลือมีลักษณะกระจายตัว (Fragment) ไปตามพื้นที่ว่าง ซึ่งไม่มีรูปแบบที่ชัดเจน ได้แก่ คณะผลิตกรรมการเกษตร และคณะวิศวกรรมศาสตร์ เช่นเดียวกันกับเขต C ที่ต่อเนื่องจากเขต B ลงมาทางทิศใต้ อัตราส่วน 2.8 : 10 มวลอาคารมีลักษณะกระจายตัวแทรกตามพื้นที่ว่างเป็นไปตามธรรมชาติ (Organic) ไม่มีรูปแบบพื้นที่ว่างที่โดดเด่นชัดเจน

เขตพื้นที่สีเขียว (D) เป็นบริเวณที่ต่อเนื่องจากเขตบริหาร อัตราส่วนมวลอาคารต่อพื้นที่ 2.4 : 10 แสดงถึงการมีพื้นที่โล่งว่างมาก รูปแบบของพื้นที่โล่งว่างมีขนาดใหญ่และชัดเจน แต่ถูกปิดล้อมด้วยมวลอาคารโดยรอบที่ไม่หนาแน่นมาก เขตพื้นที่นี้มีความต่อเนื่องเป็นอย่างดีระหว่างเขตพักอาศัยกับเขตการศึกษา แต่ยังขาดการเปิดพื้นที่โล่งเพื่อนำสายตาและการเข้าถึงของการใช้สอยที่และเชื่อมโยงระหว่างกันของเขตการใช้ที่ดิน

เขตพื้นที่พักอาศัย (E) บริเวณหอพักนักศึกษาของมหาวิทยาลัย อัตราส่วนมวลอาคารต่อพื้นที่ 4.5 : 10 มวลอาคารกลุ่มหอพักกระจุกตัวหนาแน่นบริเวณตอนกลางของพื้นที่ รูปแบบพื้นที่ว่างมักเป็นแนวยาวแคบระหว่างอาคาร และที่ว่างแคบยาวตามแนวถนน เขตพื้นที่นี้ต่อเนื่องกับเขตบริการ ได้แก่ ศูนย์อาหาร และกลุ่มอาคารตลาดคาบอย มาร์เกต

2.4 ระบบสัญญาณ โครงข่ายถนนทั้งหมดในมหาวิทยาลัยรองรับการสัญจรของ ยวดยานทั้งหมด มีสัดส่วนพื้นที่ถนนคิดเป็นร้อยละ 12.00 ของพื้นที่ทั้งหมด แยกเป็นพื้นผิวจราจร แอสฟัลท์ ร้อยละ 68.0 พื้นผิวคอนกรีต ร้อยละ 24.0 และพื้นผิวบดอัด ร้อยละ 8.0 กล่าวได้ว่าสัดส่วน พื้นที่ถนนภายในมหาวิทยาลัยอยู่ในเกณฑ์เพียงพอต่อการใช้อยู่ตามมาตรฐานสัดส่วนการใช้ที่ดิน

ทางสัญจรยวดยาน ระบบสัญจรในมหาวิทยาลัยโดยหลักเป็นการสัญจรโดย รถยนต์ และรถจักรยานยนต์ ใช้ร่วมกับทางจักรยาน ทางสัญจรส่วนใหญ่มีขนาด 8.0 – 12.0 เมตร ทั้งหมดของถนนมี 2 ช่องจราจร พื้นผิวจราจรส่วนใหญ่แอสฟัลท์ รองลงมาเป็นถนนคอนกรีต และมีส่วนเป็นถนนดิน โครงสร้างของโครงข่ายถนนเป็นผสมผสานระหว่างแบบเส้น (Linear) ทางโค้ง ยาว (Curve linear) และบล็อก (Block) ขนาดใหญ่ โดยมีถนนอินทนิลเป็นถนนแกนหลัก (Main road) ทอดยาวพาดผ่านใจกลางพื้นที่ ถนนพระพิรุณทำหน้าที่รับจราจรจากทางหลวงหมายเลข 1001 (เชียงใหม่-พร้าว) สู่มหาวิทยาลัย ที่เป็นแนวแกนเส้นๆนำสายเข้าสู่อาคารศูนย์กีฬาภาควิชาศึกษ รัชกาลที่ 9 และกระจายการสัญจรสู่ถนนอินทนิลซึ่งเป็นถนนหลัก นอกจากนั้นถนนรองแยกจากถนน อินทนิล มีลักษณะแบบก้างปลา (Fish bone type) ผสมกับแบบทางโค้งยาว ทำให้เกิดรูปแบบที่ดิน บล็อกขนาดใหญ่ภายในพื้นที่ (ภาพที่ 19)

ทางจักรยาน ปัจจุบันมหาวิทยาลัยมีการส่งเสริมการสัญจรที่เป็นมิตรกับ สิ่งแวดล้อม โดยความร่วมมือและสนับสนุนจากกระทรวงพลังงาน ในปี พ.ศ.2556 มอบจักรยานแก่ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จำนวน 485 คัน มีการกำหนดเส้นทางที่สมควรใช้จักรยานสำหรับนักศึกษาและ บุคลากร โดยเฉพาะนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ที่สามารถใช้จักรยานในการสัญจรเป็นอีกทางเลือกหนึ่ง เส้นทางจักรยานที่มีการกำหนดเส้นทางมี 4 เส้นทางหลัก (ภาพที่ 20) ได้แก่

เส้นทาง 1 เส้นทางจักรยานถนนสายอินทนิล ระยะทาง 1,208.0 เมตร หรือ 1.208 กิโลเมตร ตามแนวถนนอินทนิลถนนแกนหลักเชื่อมทุก เขตการใช้ประโยชน์ที่ดิน

เส้นทาง 2 เส้นทางจักรยานถนนชาวหอ-ถนนราชพฤกษ์ ระยะทาง 785.0 เมตร หรือ 0.785 กิโลเมตร เชื่อมโยงเขตพักอาศัยของหอพักนักศึกษา เขตกีฬาและนันทนาการ และเขตการศึกษา

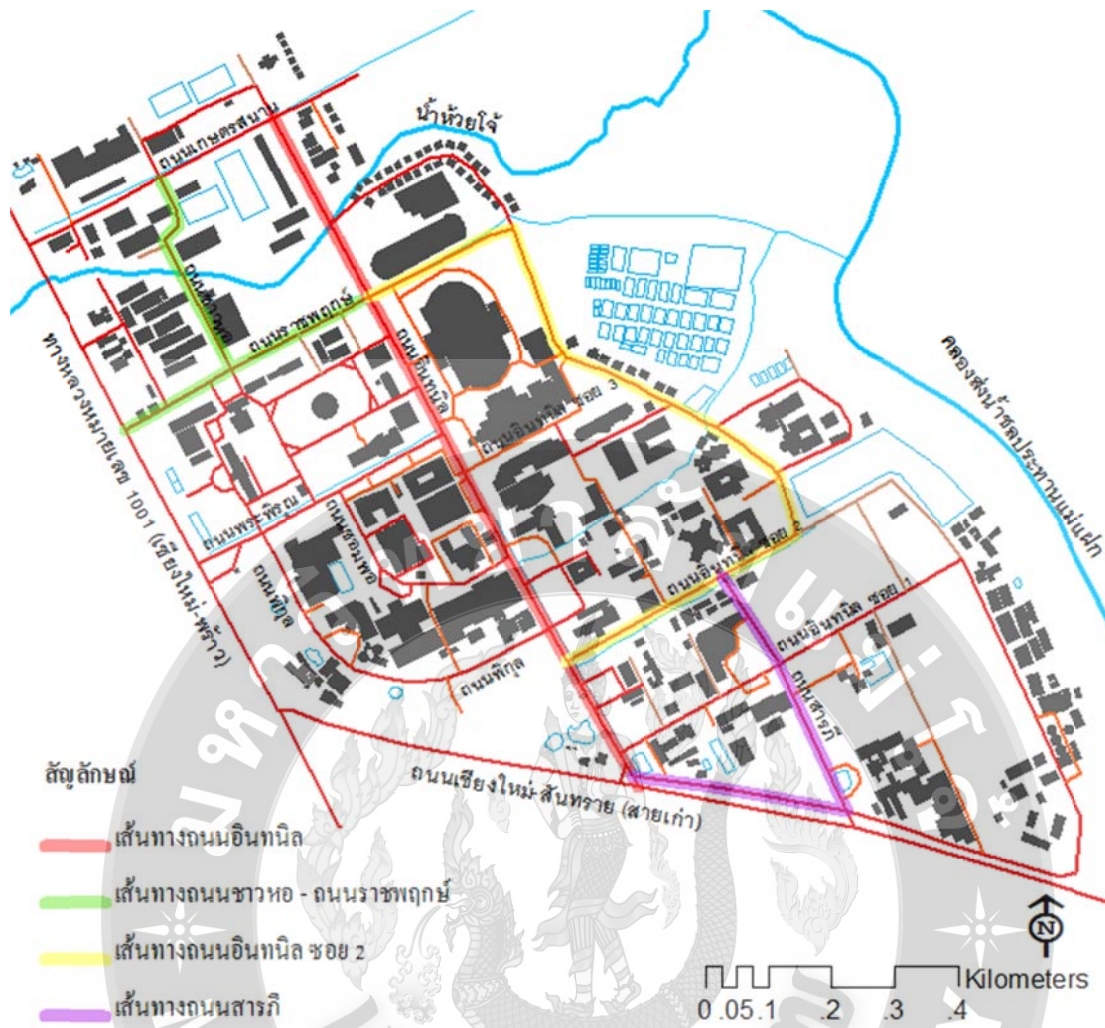
เส้นทาง 3 เส้นทางจักรยานถนนอินทนิล ซอย 2 ระยะทาง 1,380.0 เมตร หรือ 1.38 กิโลเมตร เชื่อมโยงเขตพักอาศัยกับเขตการศึกษาคณะ ประมงและทรัพยากรทางน้ำ

เส้นทาง 4 เส้นทางจักรยานถนนสารภี ระยะทาง 768.0 เมตร หรือ 0.768 กิโลเมตร เชื่อมโยงเขตพักอาศัยกับเขตการศึกษา คณะวิศวกรรมและ อุตสาหกรรมเกษตร



ภาพที่ 19 โครงข่ายถนน มหาวิทยาลัยแม่โจ้

โครงข่ายทางจักรยานภายในมหาวิทยาลัย เป็นทางจักรยานที่ใช้ร่วมกับทางสัญจรรถยนต์ ระยะทางโครงข่ายรวมทั้งสิ้น 4,141.0 เมตร หรือ 4.141 กิโลเมตร ลักษณะโครงข่ายใช้แนวถนนอินทนิลเป็นแนวแกนหลัก (Main axis) และกระจายการสัญจรด้วยรูปแบบทางโค้งยาว (Curve linear) กระจายการสัญจรไปตามเขตการศึกษาของคณะที่อยู่บริเวณพื้นที่ภายใน ได้แก่ คณะประมงและทรัพยากรทางน้ำ และคณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร เป็นโครงข่ายที่สนับสนุนให้นักศึกษาในเขตหอพักใช้การสัญจรโดยจักรยาน โดยกำหนดเส้นทางให้เชื่อมโยงได้กับหอพักนักศึกษาและเขตการศึกษาเป็นหลัก ที่กำหนดให้เป็นจุดจอดจักรยานหลัก (ภาพที่ 20) โดยจำนวนจักรยานที่มหาวิทยาลัยได้รับมอบ 485 คัน ร้อยละ 21.0 จัดสรรให้แก่ักศึกษา ชั้นปีที่ 1 ในเขตหอพักของมหาวิทยาลัย ร้อยละ 54.5 จัดสรรให้แก่คณะต่างๆ เพื่อกระจายการใช้สอยแก่นุคลากรและนักศึกษาชั้นปีอื่นๆ และร้อยละ 24.5 จัดสรรให้แก่วิทยาเขตของมหาวิทยาลัยแม่โจ้



ภาพที่ 20 โครงข่ายทางจักรยาน มหาวิทยาลัยแม่โจ้

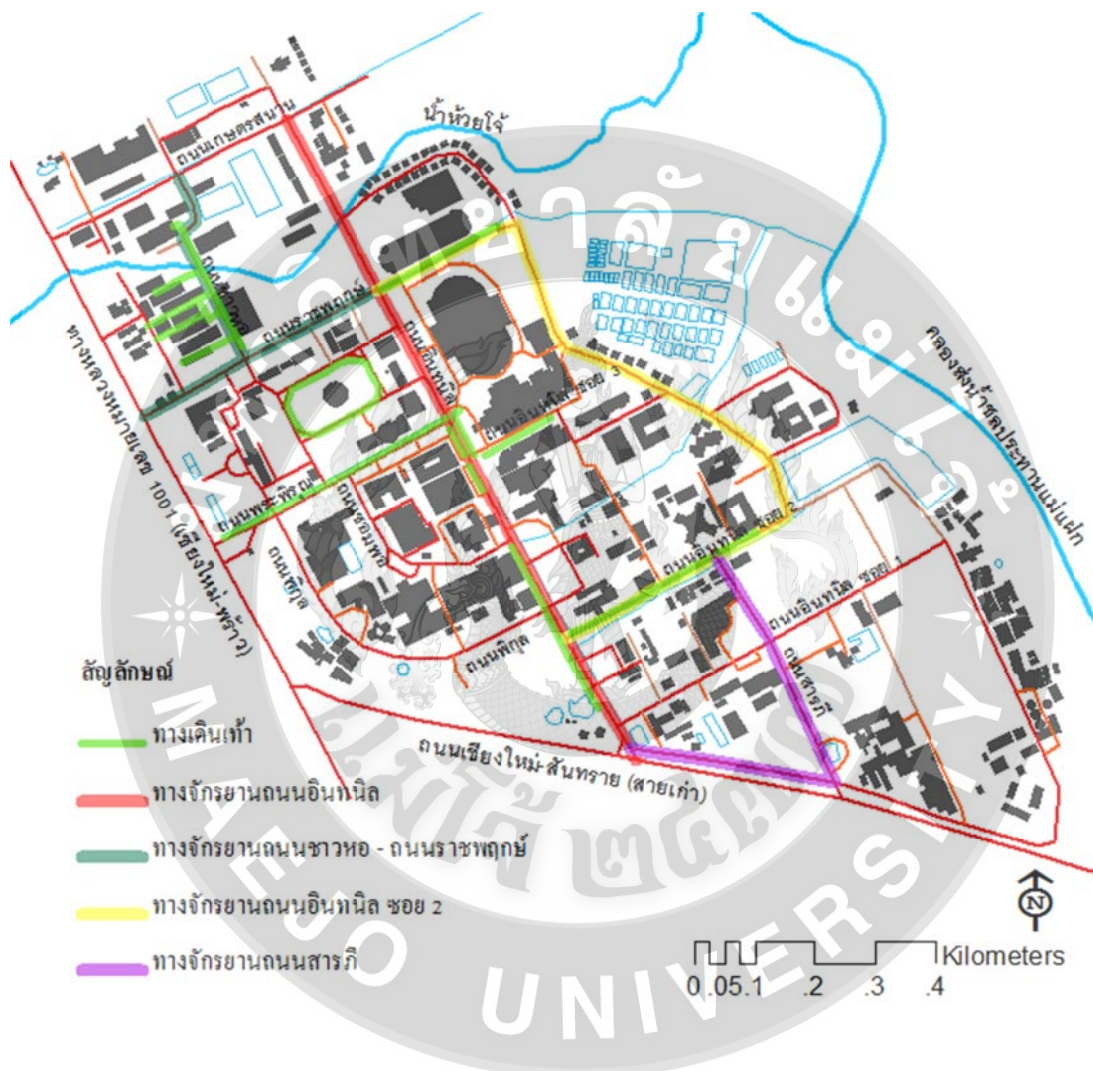
โครงข่ายทางจักรยานที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมในแนวทางมหาวิทยาลัยเชิงนิเวศ อาจมีลักษณะการใช้สอยร่วมกับช่องทางจราจรรถยนต์หรือกันพื้นที่ไหล่ทางหรือทางเท้าสำหรับเป็นทางจักรยาน โดยแสดงเขตทางจักรยาน กรณีทางจักรยานอยู่บนทางเท้าทางจักรยานควรมีความกว้าง 1.8-2.5 เมตร กรณีทางจักรยานใช้ร่วมกับทางรถยนต์ ต้องแสดงช่องทางจักรยานด้วยการตีเส้นเครื่องหมายจราจรความกว้าง 1.2-1.5 เมตร กรณีเป็นทางจักรยานแยกจากทางรถยนต์ความกว้างไม่รวมไหล่ทาง 2.5-3.0 เมตร บริเวณจุดตัดหรือทางแยกควรมีป้าย สัญลักษณ์ หรือแนวเส้นจราจรเตือนเพื่อความปลอดภัย อย่างไรก็ตามเส้นทางจักรยานภายในมหาวิทยาลัยดังกล่าวยังอยู่ในระยะเริ่มต้น และยังไม่ปรากฏว่ามีการจัดรูปแบบการสัญจรที่ชัดเจน อาทิ ช่องจราจร ป้ายและสัญลักษณ์ที่เกี่ยวข้อง เป็นต้น (มาตรฐานผังเมืองรวม, 2549 : 65)



ภาพที่ 21 โครงข่ายทางเท้า มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ทางเท้า มหาวิทยาลัยมีทางเท้าระยะทางทั้งสิ้น 2,525 เมตร หรือ 2.525 กิโลเมตร ความกว้างทางเท้าส่วนใหญ่มีขนาด 1.0-2.0 เมตร โครงข่ายทางเท้ามีลักษณะกระจายตัว (Fragment) ไม่เชื่อมต่อและปลายตัน (Dead end) รวมถึงขาดความเชื่อมต่อ (Unlinked) ทั้งภายในเขตการใช้ประโยชน์ที่ดิน และระหว่างเขตการใช้ประโยชน์ที่ดิน ผู้ใช้ทางเท้าหลัก ได้แก่ นักศึกษาชั้นปีที่ 1 ซึ่งอยู่ในเขตพักอาศัย และไม่ได้รับอนุญาตให้ใช้รถยนต์ในการสัญจร ทั้งหมดใช้การสัญจรทางเท้าและทางจักรยานจากเขตพักอาศัยไปยังเขตการศึกษา รวมถึงเขตการใช้ประโยชน์ที่ดินอื่นๆที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เมื่อคำนึงถึงระยะเดินเท้าที่เหมาะสมที่ 500 เมตร และความกว้างทางเท้าที่ต้องคำนึงถึงจำนวนผู้เดินเท้า โดยในอัตราปกติคนเดินเท้าหนึ่งคนต้องการพื้นที่ 0.60 เมตร สำหรับการเดินแถวเรียงหนึ่งของแต่ละแถว ถ้าเดินเรียงคู่ต้องการคนละ 0.75 เมตร (มาตรฐานผังเมืองรวม, 2549 : 63) โดยโครงข่ายทางเท้ามีความหนาแน่นมากในเขตพักอาศัย โดยเฉพาะเขตหอพักนักศึกษา มีลักษณะโครงข่ายทางเท้าแบบก้างปลาตันเดียว เป็นทางเท้าเชื่อมโยงระหว่างหอพักนักศึกษามายังศูนย์อาหาร

สำหรับโครงข่ายทางเท้าในเขตการศึกษาไม่มีลักษณะของรูปแบบที่ชัดเจน เป็นเพียงทางเท้าที่กระจายอยู่ตามขอบเขตพื้นที่ ไม่ทั่วถึง และมักเป็นทางเท้าเพียงด้านเดียวของถนน แนวถนนที่มีทางเท้าได้แก่ ถนนชาวหอ ถนนพระพิรุณ และทางเท้าที่มีอยู่เป็นช่วงๆ ตามแนวถนนอินทนิล ถนนอินทนิล ซอย 2 และซอย 3 และถนนราชพฤกษ์ (ภาพที่ 21)



ภาพที่ 22 โครงข่ายถนน ทางเท้า และทางจักรยาน มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ภาพรวมสรุปได้ว่าโครงข่ายสัญจรขดยานมีครอบคลุม ทั่วถึง และต่อเนื่องกันของโครงข่าย เช่นเดียวกับโครงข่ายทางจักรยานที่มีลักษณะเชื่อมต่อกันได้ดีแต่ไม่ทั่วถึง และยังขาดจุดจอดรถจักรยาน สัญลักษณ์ ป้ายบอกทาง และเส้นจราจรทางจักรยาน สำหรับส่วนของทางเท้ามีความแตกต่าง คือ ขาดความเชื่อมต่อของโครงข่าย กระจุกตัวในเขตพักอาศัยหอพักนักศึกษาไม่เชื่อมโยงกับเขตอื่นๆ ในเขตการใช้ประโยชน์ที่ดินอื่นทางเท้ายังมีลักษณะแตกกระจาย แนวทางเท้ามักปรากฏบริเวณขอบแปลงที่ดินและขาดความเชื่อมโยงและต่อเนื่องระหว่างกัน (ภาพที่ 22 ถึง ภาพที่ 24)



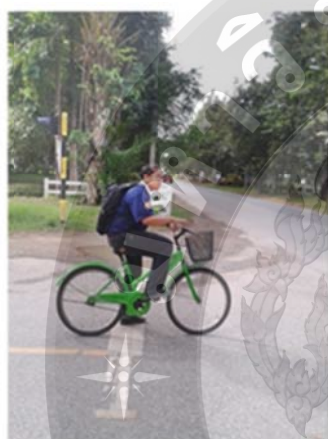
ถนนอินทนิล



ถนนจามจุรี



ถนนอินทนิล



ถนนพระพิรุณตัดถนนอินทนิล



ถนนจามจุรี



ถนนราชพฤกษ์



ถนนสนามวังซ้าย



ถนนราชพฤกษ์



ถนนอินทนิล ซอย 1

ภาพที่ 23 โครงข่ายสัญญาณและการใช้โครงข่ายสัญญาณสำหรับการเดินและจักรยาน



ภาพที่ 24 โครงข่ายสัญญาณและการใช้โครงข่ายสัญญาณของถนนสายหลักถนนอินทนิล

3 ผู้ใช้โครงข่ายสัญญาณ (User factors) ได้แก่ กลุ่มประชากรผู้ใช้โครงข่ายสัญญาณ ปริมาณการสัญญาณ และการเลือกเส้นทางสัญญาณบนโครงข่ายของผู้ใช้โครงข่าย รายละเอียดดังนี้

3.1 ประชากรผู้ใช้โครงข่าย ได้แก่ นักศึกษา และบุคลากร เป็นกลุ่มผู้ใช้หลัก หรือ ผู้ใช้ประจำ รองลงมา เป็นบุคคลภายนอก ลักษณะประชากรกลุ่มผู้ใช้โครงข่ายหลัก คือ นักศึกษา ภายในมหาวิทยาลัยแม่โจ้ ซึ่งมีลักษณะจำเพาะ คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 ต้องเข้าพักในหอพักมหาวิทยาลัย และใช้การสัญญาณโดยจักรยาน และการเดินเท้าภายในพื้นที่มหาวิทยาลัย โดยสถิติ นักศึกษามหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ มีจำนวนนักศึกษาทั้งสิ้น ในปี พ.ศ.2556 จำนวน 14,970 คน ในจำนวนนี้เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 ที่เข้าพักในหอพักนักศึกษาภายในมหาวิทยาลัย ที่ใช้การสัญญาณบนโครงข่ายด้วยจักรยานและการเดินเท้า จำนวน 4,905 คน คิดเป็นร้อยละ 32.80 ของจำนวนนักศึกษาทั้งหมด (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 จำนวนนักศึกษาทั้งหมด และนักศึกษาชั้นปีที่ 1 จำแนกตามระดับการศึกษา พ.ศ.2556

ระดับการศึกษา	จำนวนนักศึกษาทั้งหมด (คน)	จำนวนนักศึกษาชั้นปีที่ 1 (คน)	เปรียบเทียบสัดส่วน จำนวนนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ต่อจำนวนนักศึกษาทั้งหมด
ปริญญาตรี	14,007	4,905	
ปริญญาโท	792	285	
ปริญญาเอก	171	54	
รวม	14,970	5,244	

ที่มา: สำนักบริหารและพัฒนาวิชาการ มหาวิทยาลัยแม่โจ้, 2556

สำหรับนักศึกษารายคณะที่มีจำนวนนักศึกษามากที่สุด คือ คณะบริหารธุรกิจ จำนวน 2,882 คน ในจำนวนนี้เป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 1 จำนวน 907 คน รองลงมา คือ คณะผลิตกรรมการเกษตร จำนวน 2,074 คน ในจำนวนนี้เป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 1 จำนวน 741 คน คณะวิทยาศาสตร์ จำนวน 1,619 คน ในจำนวนนี้เป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 1 จำนวน 455 คน คณะเศรษฐศาสตร์ จำนวน 1,401 คน ในจำนวนนี้เป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 1 จำนวน 320 คน และวิทยาลัยบริหารศาสตร์ 1,325 คน ในจำนวนนี้เป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 1 จำนวน 349 คน ส่วนคณะอื่นๆมีจำนวนนักศึกษาน้อยกว่าหนึ่งพันคน (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 จำนวนนักศึกษาระดับปริญญาตรี รวมทุกชั้นปีและชั้นปีที่ 1 จำแนกตามคณะ พ.ศ.2556

คณะ	จำนวนนักศึกษา ทั้งหมด (คน)	จำนวนนักศึกษา ชั้นปีที่ 1 (คน)
ผลิตกรรมการเกษตร	2,074	741
วิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร	892	207
วิทยาศาสตร์	1,619	455
วิทยาลัยบริหารศาสตร์	1,325	349
บริหารธุรกิจ	2,882	907
พัฒนาการท่องเที่ยว	912	366
เทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ	583	157
เศรษฐศาสตร์	1,401	320
ศิลปะศาสตร์	474	161
วิทยาลัยพลังงานทดแทน	458	125
สารสนเทศและการสื่อสาร	236	45
สถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบสิ่งแวดล้อม	439	88
สัตวศาสตร์และเทคโนโลยี	712	191
รวม	16,995	4,905

ที่มา: สำนักบริหารและพัฒนาวิชาการ มหาวิทยาลัยแม่โจ้, 2557

สำหรับผู้ที่ใช้โครงข่ายสัญญาณภายในมหาวิทยาลัยประเภทบุคลากรภายในมหาวิทยาลัย จำนวนทั้งสิ้น 1,762 คน จำแนกเป็น พนักงานมหาวิทยาลัย จำนวน 1,076 คน คิดเป็นร้อยละ 61.0 รองลงมา คือ ข้าราชการ และลูกจ้าง มีจำนวนเท่ากัน คือ 343 คน คิดเป็นร้อยละ 19.5 (ตารางที่ 7) เห็นได้ว่าจำนวนบุคลากรและนักศึกษาภายในมหาวิทยาลัยแม่โจ้ มีจำนวนรวมทั้งสิ้น 16,732 คน แยกเป็น นักศึกษา จำนวน 14,970 คน คิดเป็นร้อยละ 89.50 และบุคลากร จำนวน 1,762 คน คิดเป็นร้อยละ 10.5 ซึ่งเป็นกลุ่มผู้ใช้ประจำ โดยเฉพาะในวันทำการ (ตารางที่ 8)

ตารางที่ 7 จำนวนบุคลากร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ พ.ศ.2556

ประเภทบุคลากร	จำนวน (คน)	เปรียบเทียบสัดส่วน ประเภทบุคลากร
ข้าราชการ	343	
พนักงานมหาวิทยาลัย	1,076	
ลูกจ้างประจำและลูกจ้างชั่วคราว	343	
รวม	1,762	

ที่มา: กองการเจ้าหน้าที่ มหาวิทยาลัยแม่โจ้, 2557.

ตารางที่ 8 จำนวนผู้ใช้ประจำโครงการสัจจรมหาวิทยาลัยแม่โจ้

ประเภทผู้ใช้ประจำ	จำนวน (คน)	ร้อยละ (%)	เปรียบเทียบสัดส่วนผู้ใช้ประจำ โครงการสัจจรมหาวิทยาลัยแม่โจ้
นักศึกษา	14,970	89.50	
นักศึกษา ชั้นปีที่ 1	4,905	29.30	
นักศึกษาชั้นปีอื่นๆ	10,056	60.10	
บุคลากร	1,762	10.50	
รวม	16,723	100.00	

ที่มา: กองการเจ้าหน้าที่ มหาวิทยาลัยแม่โจ้, 2557.

ผลวิเคราะห์ข้อมูลผู้ใช้โครงการชี้ให้เห็นว่าผู้ใช้ประจำ โดยเฉพาะนักศึกษาชั้นปีที่ 1 จำนวน 4,905 คน หรือ ร้อยละ 29.30 เป็นผู้ใช้ประจำบนโครงการด้วยการเดินเท้าและจักรยาน (ตารางที่ 8) คิดเป็นหนึ่งในสามของผู้ใช้ประจำ อย่างไรก็ตามผู้ใช้นี้ยังต้องการทราบถึงอัตรา การสัจจรมหาวิทยาลัย และการเลือกเส้นทางสัจจรมหาวิทยาลัย ซึ่งผลการศึกษาเป็นดังนี้

3.2 อัตราการสัญจรของผู้ใช้โครงข่าย ผลการตั้งค่านับอัตราการสัญจร (Gate observation) ของรถยนต์ จักรยานยนต์ จักรยาน และการเดินเท้า ของผู้ใช้โครงข่าย ในวันทำการและช่วงเวลาที่มีการสัญจรหนาแน่น คือ ระหว่างเวลา 7.30 – 9.30 น. 11.30 – 13.30 น. และ 15.30 – 17.30 น. โดยกำหนดจุดสังเกตการณ์บริเวณทางเข้าหลัก ทางเข้ารอง จุดตัดและทางแยกของการสัญจรจำนวน 35 จุด แจนับจุดละห้านาที (ภาพที่ 25 และตารางที่ 9)



ภาพที่ 25 จุดสังเกตการณ์การสัญจรบนโครงข่าย

ตารางที่ 9 ปริมาณการสัญจรของจุดสังเกตการณ์การสัญจรบนโครงข่าย

ที่	จุดสังเกตการณ์	ช่วงเวลา 07.30-09.30 น.				ช่วงเวลา 11.30-13.30 น.				ช่วงเวลา 15.30-17.30 น.			
													
1	ประตูบางเขน ถนนอินทนิล	5	1	21	8	1	1	109	15	0	0	58	18
2	ถนนอินทนิล ซอย 1	0	0	4	5	0	3	19	4	0	0	13	4
3	ถนนสารภี แยกขวา	0	0	2	2	0	0	1	3	0	0	1	6
4	ถนนสารภี แยกซ้าย	0	4	0	2	0	3	1	2	0	1	2	3
5	ถนนอินทนิล ซอย 2	0	0	20	5	0	1	26	4	0	12	0	4
6	ถนนสารภี ถนนอินทนิล ซอย 2	0	0	11	0	1	1	3	1	0	12	2	3
7	สุดถนนอินทนิล ซอย 2	0	0	4	0	0	1	9	0	0	2	9	5
8	ทางเข้าคณะประมง	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1
9	ถนนพิบูลย์ ตัดถนนอินทนิล	0	0	8	11	1	2	16	4	0	1	10	5
10	ทางออกอาคารรัตนโกสินทร์ 200 ปี	0	0	3	3	0	0	6	2	0	0	4	1
11	ประตูใหญ่ ถนนพระพิรุณ	7	0	28	0	20	1	12	4	11	1	8	1
12	ถนนพิบูลย์ ตัดถนนพระพิรุณ	18	2	35	0	14	0	25	3	18	0	22	2
13	ถนนจามจุรี ตัดถนนพระพิรุณ	12	1	7	4	9	3	20	9	22	0	24	8
14	ถนนวังซ้าย ตัดถนนพระพิรุณ	10	0	4	2	14	2	3	0	4	0	2	0
15	ถนนจอมพล ตัดถนนพระพิรุณ	18	2	45	7	11	0	42	7	19	0	20	7
16	ถนนอินทนิลแยกซ้าย	1	4	13	9	4	0	39	24	7	0	31	27
17	ถนนอินทนิล แยกขวา	0	0	24	10	4	0	28	27	0	0	34	28
18	ถนนอินทนิล ซอย 3 ตัดถนนอินทนิล	17	0	9	8	19	0	22	15	2	0	17	10
19	ถนนจอมพล ตัดถนนอินทนิล	28	0	21	6	11	0	29	8	3	0	42	20
20	ถนนทางเข้าอาคารรัตนโกสินทร์ 200 ปี	13	0	4	2	34	0	8	2	4	0	1	0
21	ถนนราชพฤกษ์ ประตูตลาดลาวบอย	4	0	18	6	10	0	21	4	1	0	10	4
22	ถนนราชพฤกษ์ ตัดถนนจามจุรี	8	1	8	1	23	0	19	4	83	0	12	2
23	ถนนชาวหอ ตัดถนนราชพฤกษ์	102	0	7	2	29	1	43	6	60	0	19	4
24	ทางเข้าโดม ตัดถนนราชพฤกษ์	107	1	2	3	20	0	5	2	163	0	5	3
25	ทางเข้าสนามวังซ้าย ตัดถนนราชพฤกษ์	6	0	1	2	5	0	0	0	0	1	0	0
26	ถนนวังซ้าย ตัดถนนราชพฤกษ์	1	0	2	1	5	0	1	1	0	0	2	0
27	ถนนราชพฤกษ์ ตัดถนนอินทนิล	4	1	22	3	24	0	27	13	6	2	42	18
28	ถนนอินทนิล ซอย 4 ตัดถนนอินทนิล	3	0	0	0	1	0	18	1	2	0	5	3
29	ทางเข้าสนามวังซ้าย ตัดถนนอินทนิล	18	0	0	1	2	0	0	0	0	0	3	2
30	ถนนอินทนิล ซอย 4 หลังศูนย์กีฬาฯ	0	0	4	1	2	0	20	4	0	0	9	2

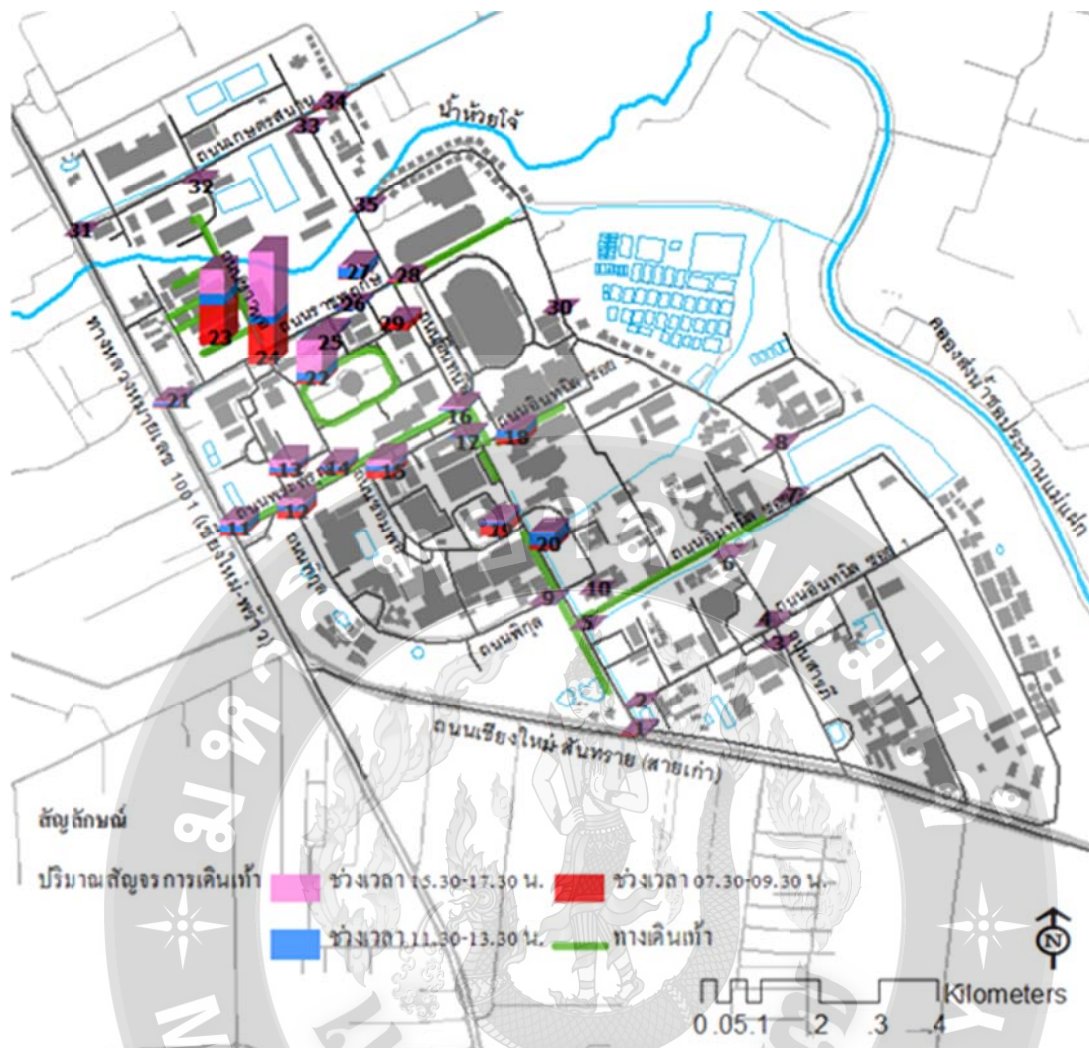
ที่	จุดสังเกตการณ์	ช่วงเวลา 07.30-09.30 น.				ช่วงเวลา 11.30-13.30 น.				ช่วงเวลา 15.30-17.30 น.			
													
31	ประตูสนามกอล์ฟเก่า ถนนเกษตรสถาน	0	1	16	16	1	0	12	20	0	1	14	20
32	ถนนเกษตรสถาน ทางเข้าหอพัก	1	2	1	2	1	0	5	2	0	1	7	2
33	ถนนเกษตรสถาน ตัดถนนอินทนิล	0	8	36	17	0	0	29	23	1	4	38	13
34	ถนนเกษตรสถาน ประตูวัดวิเวก	3	4	29	32	0	2	33	27	0	1	52	20
35	ทางเข้ากลุ่มบ้านพักเดี่ยว	0	0	2	4	0	0	0	3	0	0	0	1

หมายเหตุ  เดินเท้า  จักรยาน  จักรยานยนต์  รถยนต์

ผลการศึกษาอัตราการสัญจรของผู้ใช้โครงข่ายของการเดิน จักรยาน จักรยานยนต์ และรถยนต์ในสามช่วงเวลา พบว่า

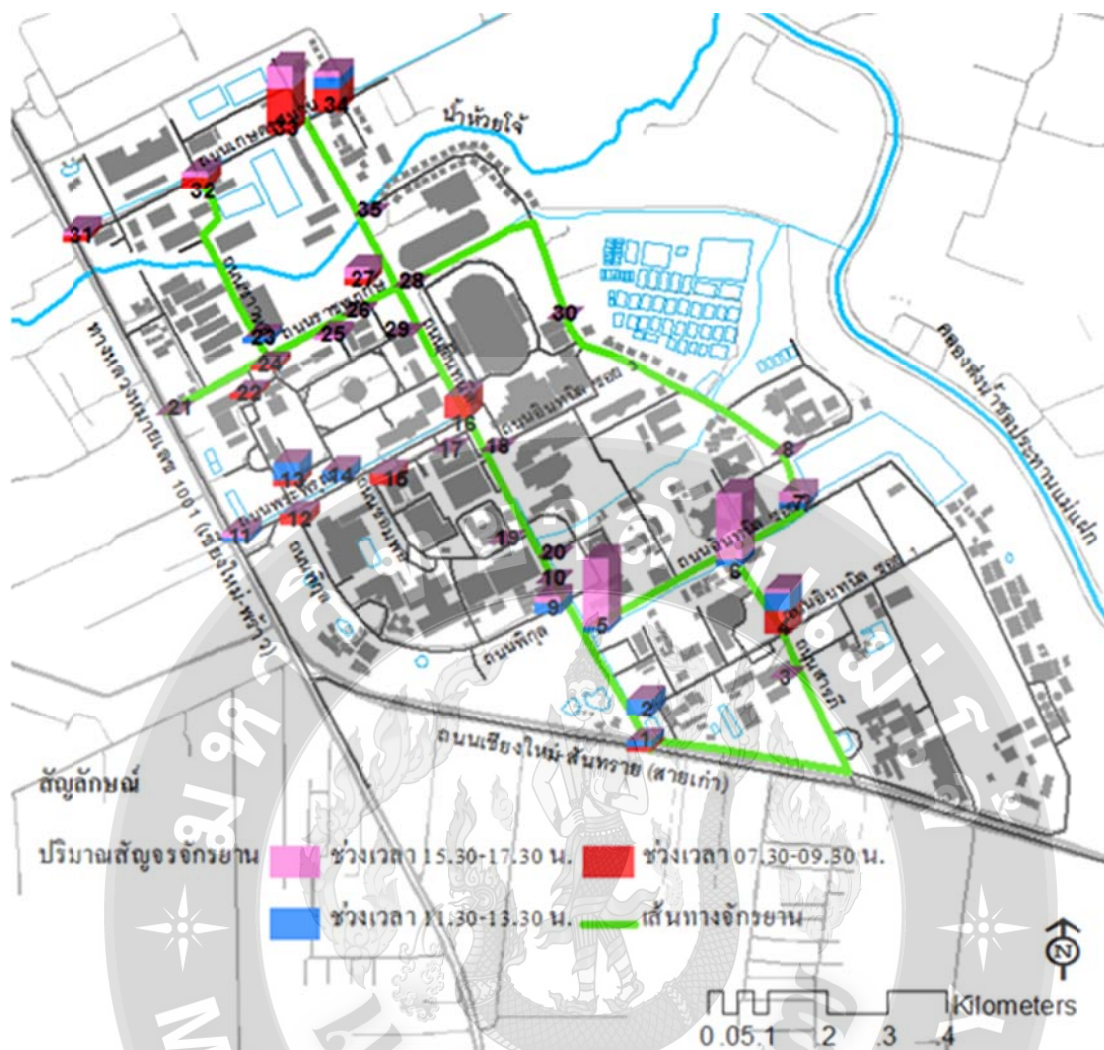
อัตราการสัญจรของการเดินเท้า ช่วงเวลา 07.30-09.30 น. อัตราสัญจรสูงบริเวณทางเข้าโดมตัดถนนราชพฤกษ์ ถนนชาวหอตัดถนนราชพฤกษ์ และถนนชอมพอดตัดถนนอินทนิล อัตราสัญจร 107, 102 และ 28 คนต่อห้านาที ตามลำดับ ช่วงเวลา 11.30-13.30 น. อัตราสัญจรสูงบริเวณถนนทางเข้าอาคารรัตนโกสินทร์สองร้อยปี ถนนชาวหอตัดถนนราชพฤกษ์ และถนนราชพฤกษ์ตัดถนนจามจุรี อัตราสัญจร 34, 29 และ 23 คนต่อห้านาที ตามลำดับ ช่วงเวลา 15.30-17.30 น. อัตราสัญจรสูงทางเข้าโดมตัดถนนราชพฤกษ์ ถนนราชพฤกษ์ตัดถนนจามจุรี และถนนชาวหอตัดถนนราชพฤกษ์ อัตราสัญจร 163, 83 และ 60 คนต่อห้านาที (ตารางที่ 8 และภาพที่ 26)

รูปแบบสัญจรของการเดินเท้ามีความสัมพันธ์กันทั้งสามช่วงเวลา ได้แก่ ถนนทางเข้าโดมตัดถนนราชพฤกษ์ ถนนชาวหอตัดถนนราชพฤกษ์ มีอัตราสัญจรสูงในช่วงเวลาเช้า และช่วงเวลาเย็น สัมพันธ์กับการเดินจากเขตหอพักนักศึกษาไปยังเขตการศึกษา อัตราสัญจรของการเดินเท้าค่อยๆ ลดลงโดยการเดินเท้ากระจายตัวผ่านถนนพระพิรุณเข้าสู่เขตการศึกษาของคณะต่างๆ ตามแนวถนนพระพิรุณ และถนนอินทนิล ซึ่งเป็นพื้นที่กลุ่มอาคารเรียนหนาแน่นสัมพันธ์กับผลวิเคราะห์มวลอาคารและพื้นที่ว่างที่มีอัตราส่วน 7:10



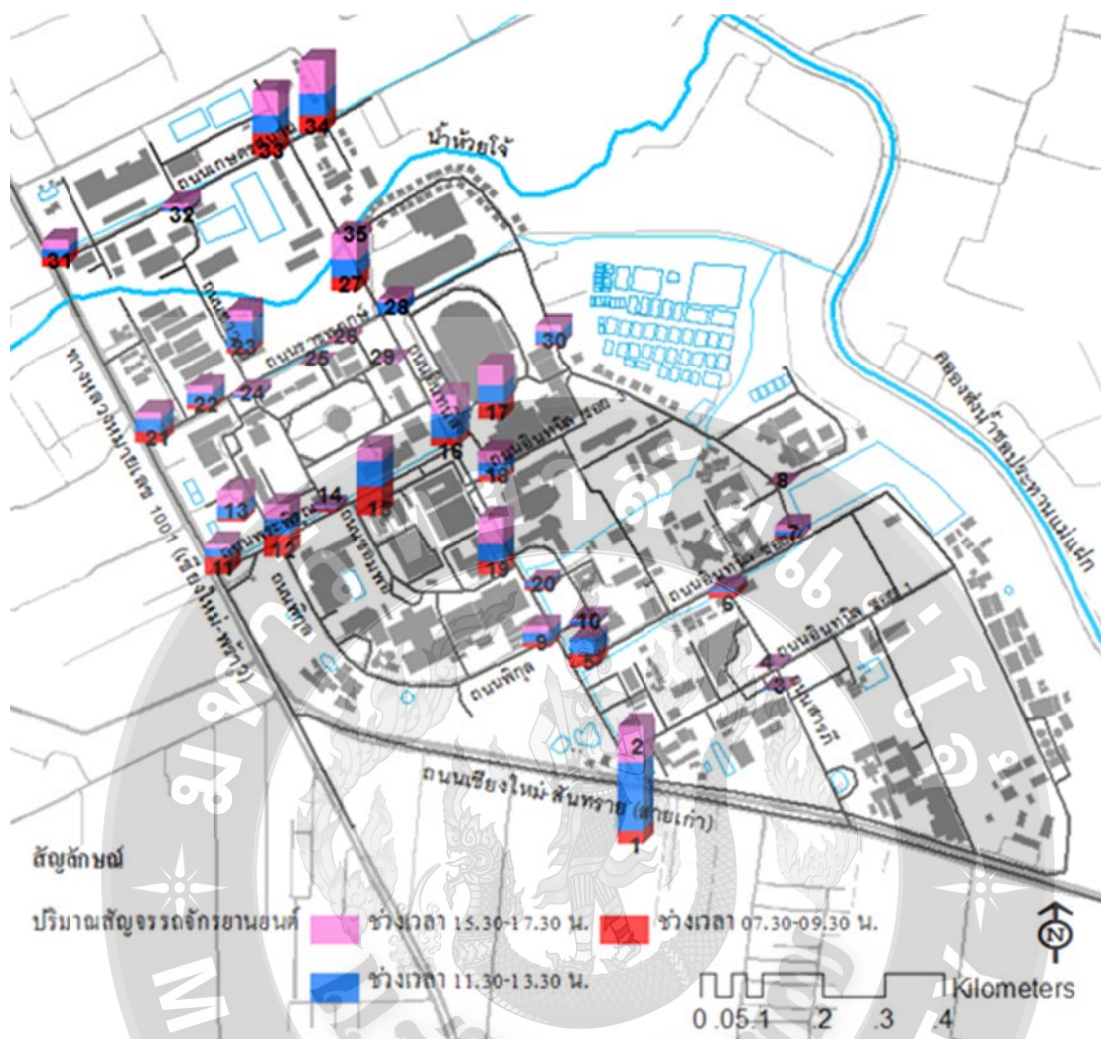
ภาพที่ 26 ปริมาณสัญจรเดินเท้าผ่านจุดสังเกตการณ์

อัตราการสัญจรของการใช้จักรยาน ช่วงเวลา 07.30-09.30 น. อัตราสัญจรสูงบริเวณ ถนนเกษตรสานาน ถนนอินทนิล และถนนสารภี อัตราสัญจร 8 และ 4 คันต่อห้านาที ตามลำดับ ช่วงเวลา 11.30-13.30 น. อัตราสัญจรสูงบริเวณถนนอินทนิล ซอย 1 ถนนสารภี ถนนจามจุรีตัดถนน พระพิรุณ ถนนพิบูลตัดถนนอินทนิล และถนนเกษตรสานาน อัตราสัญจร 3 และ 2 คันต่อห้านาที ตามลำดับ ช่วงเวลา 15.30-17.30 น. อัตราสัญจรสูงบริเวณถนนอินทนิล ซอย 2 ถนนสารภีตัดถนน อินทนิล ซอย 2 และถนนเกษตรสานาน อัตราสัญจร 12 และ 4 คันต่อห้านาทีตามลำดับ (ตารางที่ 9 และ ภาพที่ 27) รูปแบบสัญจรของจักรยานที่มีอัตราสูงสัมพันธ์กันกับช่วงเวลา บริเวณถนนเกษตรสานาน ถนนจามจุรีตัดถนนพระพิรุณ ถนนอินทนิล ซอย 2 และถนนสารภี ที่อัตราสัญจรสูง และระยะเดินทาง ที่ไกลขึ้น ไปยังคณะประมงและทรัพยากรทางน้ำ คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร



ภาพที่ 27 ปริมาณสัญจรจักรยานผ่านจุดสังเกตการณ์

อัตราสัญจรของการใช้จักรยานยนต์ ช่วงเวลา 07.30-09.30 น. อัตราสัญจรสูงบริเวณถนนจอมพอดัดถนนพระพิรุณ ถนนเกษตรสถานตัดถนนอินทนิล และถนนพิกุลตัดถนนพระพิรุณ อัตราสัญจร 45, 36 และ 35 คันต่อชั่วโมง ตามลำดับ ช่วงเวลา 11.30-13.30 น. อัตราสัญจรสูงบริเวณประตูบางเขนถนนอินทนิล ถนนชาวหอตัดถนนราชพฤกษ์ ถนนจอมพอดัดถนนพระพิรุณ และถนนอินทนิล อัตราสัญจร 109, 43, 42 และ 39 คันต่อชั่วโมง ตามลำดับ ช่วงเวลา 15.30-17.30 น. อัตราสัญจรสูงบริเวณถนนอินทนิลประตูบางเขน ถนนเกษตรสถานประตูวัดวิเวก ถนนจอมพอดัดถนนอินทนิล และถนนราชพฤกษ์ตัดถนนอินทนิล อัตราสัญจร 58, 52 และ 42 คันต่อชั่วโมงตามลำดับ (ตารางที่ 9 และภาพที่ 28) รูปแบบสัญจรของจักรยานยนต์มีความสัมพันธ์กันทั้งสามช่วงเวลา บริเวณถนนอินทนิลประตูบางเขน ถนนเกษตรสถาน และถนนจอมพอดัดถนนพระพิรุณ ที่อัตราสัญจรสูงสัมพันธ์กับทางเข้า-ออกมหาวิทยาลัย และระบบจราจรนอกพื้นที่มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 28 ปริมาณสัญจรรถจักรยานยนต์ผ่านจุดสังเกตการณ์

อัตราสัญจรของการใช้รถยนต์ ช่วงเวลา 07.30-09.30 น. อัตราสัญจรสูงบริเวณ ถนนเกษตรสถานประตู่ฉวีวง ถนนเกษตรสถานประตู่สมคามศิษย์เก่า ถนนเกษตรสถานตัดถนนอินทนิล และถนนพิกุลตัดถนนอินทนิล อัตราสัญจร 32, 17, 16 และ 11 คันต่อชั่วโมง ตามลำดับ ช่วงเวลา 11.30-13.30 น. อัตราสัญจรสูงบริเวณถนนอินทนิล และถนนเกษตรสถาน อัตราสัญจร 27, 24 และ 23 คันต่อชั่วโมง ตามลำดับ ช่วงเวลา 15.30-17.30 น. อัตราสัญจรสูงบริเวณถนนอินทนิล และถนนเกษตรสถาน อัตราสัญจร 28, 27 และ 20 คันต่อชั่วโมงตามลำดับ (ตารางที่ 9 และภาพที่ 29) รูปแบบสัญจรของจักรยานยนต์มีความสัมพันธ์กันทั้งสามช่วงเวลา บริเวณถนนอินทนิล และถนนเกษตรสถาน ที่อัตราสัญจรสูง สัมพันธ์กับทางเข้า-ออกมหาวิทยาลัย และระบบจราจรนอกพื้นที่มหาวิทยาลัย ลักษณะการสัญจรของรถยนต์เป็นการสัญจรเพื่อผ่าน และเพื่อเข้าถึง



ภาพที่ 29 ปริมาณสัญจรรถยนต์ผ่านจุดสังเกตการณ์

เห็นได้ว่าอัตราการสัญจรของผู้ใช้โครงข่ายในแนวทางมหาวิทยาลัยเชิงนิเวศที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เป็นการสัญจรของกลุ่มผู้ใช้หลักนักศึกษา เป็นการสัญจรภายในมหาวิทยาลัย ระหว่างเขตการใช้ประโยชน์ที่ดินที่เกี่ยวข้อง มีลักษณะการเดินทางในรัศมีที่ไม่ไกลมากและสัมพันธ์กับกลุ่มอาคารย่านเขตการศึกษาที่มีความหนาแน่นของมวลอาคารสูง กลุ่มอาคารตามแนวถนนพระพิรุณ ถนนหอมพ้อ ถนนพิบูล และถนนอินทนิล อย่างไรก็ตามปริมาณและอัตราสัญจรยังต้องการความสอดคล้องกับโครงข่ายทางเท้าที่ขาดความต่อเนื่องและเชื่อมโยงถึงกันด้วยการเดิน สำหรับการสัญจรของจักรยานเมื่ออยู่ในระยะเริ่มต้น มีปริมาณสัญจรน้อยกว่า แต่พบว่ามีลักษณะสอดคล้องกับเส้นทางที่กำหนดไว้ และมักมีอัตราสัญจรสูงในระยะทางที่ไกลกว่าการเดินทาง โดยมีความหนาแน่นมากบริเวณถนนอินทนิล ซอย 2 ถนนสารภี เพื่อเข้าถึงคณะที่อยู่ห่างไกลออกไป ได้แก่ คณะประมงและทรัพยากรทางน้ำ และคณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร เช่นเดียวกับการสัญจรด้วย

จักรยานบริเวณถนนเกษตรนิคมบริเวณประตูทางออกวัดวิเวก เป็นทางออกสู่คณะสัตวศาสตร์ ซึ่งมีที่ตั้งห่างจากมหาวิทยาลัยไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ สำหรับการสัญจรโดยรถยนต์เป็นการสัญจรเพื่อผ่านและเข้าถึงจึงมีความหนาแน่นบริเวณแนวถนนของประตูทางเข้า ได้แก่ ถนนอินทนิลประตูทางเข้าบางเขน ถนนเกษตรนิคมประตูทางเข้าสมาคมศิษย์เก่าและประตูทางเข้าวัดวิเวก อย่างไรก็ตามก็ตามเห็นได้ว่าปริมาณและอัตราสัญจรไม่สัมพันธ์กับประตูทางเข้าหลักมหาวิทยาลัย (ประตูใหญ่) เนื่องจากการปิดกั้นจุดกลับรถบริเวณประตูใหญ่ทางเข้ามหาวิทยาลัย

อย่างไรก็ตามการศึกษาพฤติกรรมผู้ใช้สอยโครงข่ายในแนวทางมหาวิทยาลัยเชิงนิเวศในครั้งนี้ มุ่งเน้นการเดินและการใช้จักรยานอย่างเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม จึงทำการศึกษาลงในรายละเอียดสำหรับการเลือกใช้เส้นทางของประชากรกลุ่มตัวอย่าง ว่ามีลักษณะการเลือกใช้เส้นทางอย่างไร และมีความสัมพันธ์กับปัจจัยที่เกี่ยวข้องอย่างไรบ้าง ดังต่อไปนี้

3.3 การเลือกเส้นทางของผู้ใช้โครงข่ายสัญจร จากผลสำรวจด้วยแบบสอบถามการเลือกใช้เส้นทางสัญจรอย่างเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมด้วยการเดินเท้าและจักรยานของกลุ่มตัวอย่าง (Movement trace) พบว่า การเลือกใช้เส้นทางโดยการเดินเท้าในเช้าช่วงเวลา 7.30-9.30 น. ร้อยละ 21 ช่วงเวลา 11.30-13.30 น. ร้อยละ 31 ช่วงเวลา 15.30-17.30 น. อัตราสัญจรสูงสุด ร้อยละ 48 การสัญจรโดยจักรยาน ช่วงเวลา 7.30-9.30 น. ร้อยละ 8 ช่วงเวลา 11.30-13.30 น. ร้อยละ 23 ช่วงเวลา 15.30-17.30 น. อัตราสัญจรสูงสุด ร้อยละ 50 (ตารางที่ 10 และ 11) ผลการศึกษาในรายละเอียดพบว่าเส้นทางที่ผู้สัญจรเลือกใช้โดยการเดินและจักรยานเป็นดังนี้

ตารางที่ 10 อัตราสัญจรด้วยการเดินเท้าแต่ละช่วงเวลาของการสัญจรบนโครงข่าย

ช่วงเวลา	ร้อยละ	หมายเหตุ
ช่วงเวลา 7.30-9.30 น.	21	21% 31% 48% 7.30-9.30 น. 11.30-13.30 น. 15.30-17.30 น.
ช่วงเวลา 11.30-13.30 น.	31	
ช่วงเวลา 15.30-17.30 น.	48	
รวม	100	

ตารางที่ 11 อัตราสัญจรของการใช้จักรยานแต่ละช่วงเวลาของการสัญจรบนโครงข่าย

ช่วงเวลา	ร้อยละ	หมายเหตุ
ช่วงเวลา 7.30-9.30 น.	8	
ช่วงเวลา 11.30-13.30 น.	23	
ช่วงเวลา 15.30-17.30 น.	69	
รวม	100	

3.3.1 เส้นทางเดินเท้าที่ผู้ใช้เลือกสัญจรบนโครงข่าย ในภาพรวมพบว่า ผู้ใช้เส้นทางเลือกใช้ทางเท้าสัมพันธ์กับโครงข่ายทางเท้าที่จัดไว้บางส่วน โดยเฉพาะในเขตพักอาศัย และมีรูปแบบการใช้ทางเดินเท้าร่วมกับทางสัญจรของรถยนต์ และการเลือกใช้เส้นทางเดินเท้าที่เป็นทางลัดระหว่างพื้นที่สนามวังช้าง และทางเท้าที่เป็นทางลัดระหว่างอาคารในเขตการศึกษา อย่างไรก็ตามการเดินเท้ามีอัตราหนาแน่นบริเวณถนนอินทนิล ซึ่งมีแนวทางเท้าไม่ต่อเนื่อง มีการจัดทางเดินเท้าเพียงบางช่วงของเส้นทาง ส่วนพื้นที่เขตการศึกษาที่อยู่ถัดจากถนนอินทนิลเข้าถึงภายใน พบว่ามีการเลือกใช้เส้นทางในการเดินเท้าที่ชัดเจน แต่ไม่มีการจัดแนวทางเท้ารองรับแต่อย่างใด (ภาพที่ 28) เช่นเดียวกันเส้นทางเดินเท้าที่ผู้ใช้เลือกในการเดินทางก็มีความแตกต่างกันในแต่ละช่วงเวลาของวัน (ตารางที่ 12) ดังนี้

ตารางที่ 12 เส้นทางสัญจรเดินเท้าที่ผู้ใช้เลือกใช้ในการเดินทางแต่ละช่วงเวลา

เริ่มต้น-สิ้นสุด	เส้นทาง (ชื่อถนน)	ร้อยละ (%)
เดินเท้า ช่วงเวลา 7.30-9.30 น.		
หอพักนักศึกษาไปยัง...		70.10
อาคารเรียนรวม 70 ปี	ชาวหอ-จามจุรี-พิบูล	35.70
อาคารพิชชาตส์และเทคโนโลยี	ชาวหอ-อินทนิล-อินทนิล ซอย 1 และซอย 2-สารภี	11.40
อาคารหอสมุด วิชาต บุญศรี วังช้าง	สนามวังช้าง-พระพิรุณ-พิบูล	6.90
คณะวิศวกรรมศาสตร์และการเกษตร	ชาวหอ-สนามวังช้าง-อินทนิล-อินทนิล ซอย 1-สารภี	2.30
อาคารประเสริฐ ณ นคร คณะศิลปศาสตร์	ชาวหอ-สนามวังช้าง-พระพิรุณ-จอมพล	4.60
อาคารกักร บัญแปง คณะผลิตกรรมการเกษตร	ชาวหอ-สนามวังช้าง-พระพิรุณ-จอมพล-อินทนิล	2.30
อาคารรณรงค์ สิทธิชัย คณะเศรษฐศาสตร์	ราชพฤกษ์-อินทนิล-อินทนิล ซอย 3	2.30
ประตูหน้ามหาวิทยาลัย	ชาวหอ-จามจุรี-พระพิรุณ	2.30
อาคารเทิดทูน (โรงอาหาร)	ชาวหอ	2.30

เริ่มต้น-สิ้นสุด	เส้นทาง (ชื้อถนน)	ร้อยละ (%)
อาคารเรียนรวม 70 ปี ไปยัง...		13.80
อาคารหอสมุด วิชาต บุญศรี วังชัย	พิบูล-พระพิรุณ-หอมพอ	4.60
อาคารพิทยาลงกรณ์ คณะบริหารธุรกิจ	พิบูล-พระพิรุณ-หอมพอ-ทางลัดสำนักหอสมุดกลาง	2.30
คณะประมงและทรัพยากรทางน้ำ	พิบูล-พระพิรุณ-อินทนิล-อินทนิล ซอย 2 และ 3	6.90
อื่นๆ		16.10
ประตูหน้ามหาวิทยาลัย-คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์	พระพิรุณ-หอมพอ-ทางลัดสำนักหอสมุดกลาง-อินทนิล	6.90
อาคารประเสริฐ ณ นคร- คณะศิลปศาสตร์	พิบูล-พระพิรุณ	6.90
ร้านอาหารครัวบัณฑิต-คณะวิศวกรรมฯ	อินทนิล-อินทนิล ซอย 2-สารภี	2.30
รวม		100.00
เดินเท้า ช่วงเวลา 11.30-13.30 น.		
หอพักนักศึกษา ไปยัง...		6.10
อาคารเรียนรวม 70 ปี	จามจุรี-พิบูล	4.60
สนามกีฬาอินทนิล	ราชพฤกษ์-อินทนิล ซอย 4	1.50
อาคารสำนักหอสมุด วิชาต บุญศรี วังชัย ไปยัง...		12.10
อาคารพิทยาลงกรณ์ คณะบริหารธุรกิจ	ทางเดินลัดระหว่างอาคาร	3.00
อาคารรณรงค์ สิทธิชัย คณะเศรษฐศาสตร์	ทางเดินลัดระหว่างอาคาร-ถนนอินทนิล ซอย 3	4.60
อาคาร 25 ปี ธุรกิจการเกษตร คณะบริหารธุรกิจ	หอมพอ	3.00
อาคารเทพ พงษ์พานิช วิทยาลัยบริหารศาสตร์	หอมพอ	1.50
อาคารเรียนรวม 70 ปี ไปยัง...		64.20
อาคารประเสริฐ ณ นคร คณะศิลปศาสตร์	พิบูล-พระพิรุณ-หอมพอ 4	6.10
อาคาร 25 ปี ธุรกิจการเกษตร คณะบริหารธุรกิจ	พระพิรุณ-หอมพอ	6.10
อาคารคณะวิทยาศาสตร์	พระพิรุณ-อินทนิล	13.80
อาคารรณรงค์ สิทธิชัย คณะเศรษฐศาสตร์	พระพิรุณ-อินทนิล-อินทนิล ซอย 3	6.10
อาคารเทพ พงษ์พานิช วิทยาลัยบริหารศาสตร์	ถนนหอมพอ 2	3.00
อาคารคณะวิศวกรรมฯ	พระพิรุณ-หอมพอ-อินทนิล ซอย 1-สารภี	4.60
อาคารคณะพัฒนาการท่องเที่ยว	พิบูล-จามจุรี	7.70
อาคารคณะประมงและทรัพยากรทางน้ำ	พระพิรุณ-พิบูล-อินทนิล ซอย 3 และ ซอย 2	6.10
อาคารทรัพยากรดินและสิ่งแวดล้อม	พระพิรุณ-หอมพอ-อินทนิล	4.60
อาคารคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ฯ	พระพิรุณ-อินทนิล	4.60
อาคารควาบอย มาร์เก็ต	จามจุรี-ราชพฤกษ์ 1	1.50
อาคารพืชศาสตร์และเทคโนโลยี ไปยัง...		9.20
อาคารกำจร บุญแปง คณะผลิตกรรมการเกษตร	อินทนิล ซอย 1	4.6
คณะประมงและทรัพยากรทางน้ำ	อินทนิล ซอย 2-สารภี	4.6
อื่นๆ		9.10
อาคารประเสริฐ ณ นคร คณะศิลปศาสตร์-คณะสถาปัตย์ฯ	ทางเดินลัดระหว่างอาคาร	6.10
อาคารเทพ พงษ์พานิช วิทยาลัยบริหารศาสตร์-หอพัก	หอมพอ-สนามวังชัย	1.50
หอพักนักศึกษา-สนามกีฬาอินทนิล	ราชพฤกษ์-อินทนิล ซอย 4	1.50
รวม		100.00

เริ่มต้น-สิ้นสุด	เส้นทาง (ชื่อถนน)	ร้อยละ (%)
เดินเท้า ช่วงเวลา 15.30-17.30 น.		
หอพักนักศึกษา ไปยัง...		27.00
ประตูหน้ามหาวิทยาลัย	จามจุรี-พระพิรุณ	5.00
ประตูบางเขนข้ามมหาวิทยาลัย	ราชพฤกษ์-อินทนิล	2.00
ประตูหน้ามหาวิทยาลัย (สำนักงานอธิการบดี)	ราชพฤกษ์	10.00
สนามกีฬาอินทนิล	ราชพฤกษ์-อินทนิล	10.00
อื่นๆ มาที่หอพักนักศึกษา		66.00
อาคารรัตนโกสินทร์ 200 ปี	อินทนิล-สนามวังซ้าย-ราชพฤกษ์	5.00
อาคารคณะวิทยาศาสตร์	พระพิรุณ-สนามวังซ้าย	9.00
อาคารคณะวิศวกรรมศาสตร์	สารภี-อินทนิล ซอย 1-อินทนิล-ราชพฤกษ์	8.00
อาคารคณะประมงและทรัพยากรทางน้ำ	อินทนิล ซอย 2 และ ซอย 4-อินทนิล-ราชพฤกษ์	7.00
อาคารเรียนรวม 70 ปี	จามจุรี-ราชพฤกษ์	6.00
อาคารทรัพยากรดินและสิ่งแวดล้อม	อินทนิล-พระพิรุณ	3.00
อาคารประเสริฐ ณ นคร	ซอมพอ-พระพิรุณ-สนามวังซ้าย	6.00
อาคารพืชศาสตร์และเทคโนโลยี	อินทนิล ซอย 2-อินทนิล-พระพิรุณ-สนามวังซ้าย	8.00
อาคารเทพ พงษ์พานิช วิทยาลัยบริหารศาสตร์	ซอมพอ-สนามวังซ้าย	3.00
อาคารรณรงค์ สิทธิชัย คณะเศรษฐศาสตร์	อินทนิล ซอย 3-อินทนิล-สนามวังซ้าย-ราชพฤกษ์	3.00
อาคารคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ฯ	อินทนิล-ราชพฤกษ์	5.00
อาคารสำนักหอสมุด วิทยา บุญศรี วังซ้าย	ซอมพอ-พระพิรุณ-สนามวังซ้าย	3.00
อื่นๆ		7.00
อาคารสำนักหอสมุดฯ-อาคารรณรงค์ฯ คณะเศรษฐศาสตร์	ทางเดินลัดระหว่างอาคาร-อินทนิล ซอย	3.00
อาคารเรียนรวม 70 ปี-ควาบอย มาร์เก็ต	พิบูล-จามจุรี-ราชพฤกษ์	4.00
รวม		100.00

เส้นทางเดินเท้าช่วงเวลา 7.30-9.30 น. เป็นการเดินทางระหว่างเขตพักอาศัยไปยังเขตการศึกษา ได้แก่ เริ่มต้นจากหอพักนักศึกษา ไปยัง อาคารเรียนคณะต่างๆ สูงที่สุด คือ ร้อยละ 70.10 ในจำนวนนี้เดินไปยังอาคารเรียนรวม 70 ปี มากที่สุด คือ ร้อยละ 35.70 รองลงมาคือเดินจากอาคารเรียนรวม 70 ปี ไปยังคณะต่างๆ ภายในเขตการศึกษา รวมถึงกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เช่น ได้แก่ รับประทานอาหาร พักผ่อน และเข้าห้องสมุด ร้อยละ 16.10 และ 13.80 ตามลำดับ เส้นทางที่ผู้สัญจรเดินเท้าเลือกใช้มากที่สุด คือ ถนนชาวหอ ถนนจามจุรี ถนนพิบูล ถนนพระพิรุณ ถนนซอมพอ และถนนอินทนิล รูปแบบการเลือกใช้เส้นทาง ได้แก่ การใช้ทางเท้าร่วมกับทางสัญจรของขบวนรถ การใช้ทางเท้าที่เป็นทางลัดระหว่างพื้นที่ของสนามวังซ้าย และการใช้ทางเท้าที่เป็นทางลัดระหว่างอาคารเรียน (ภาพที่ 30)

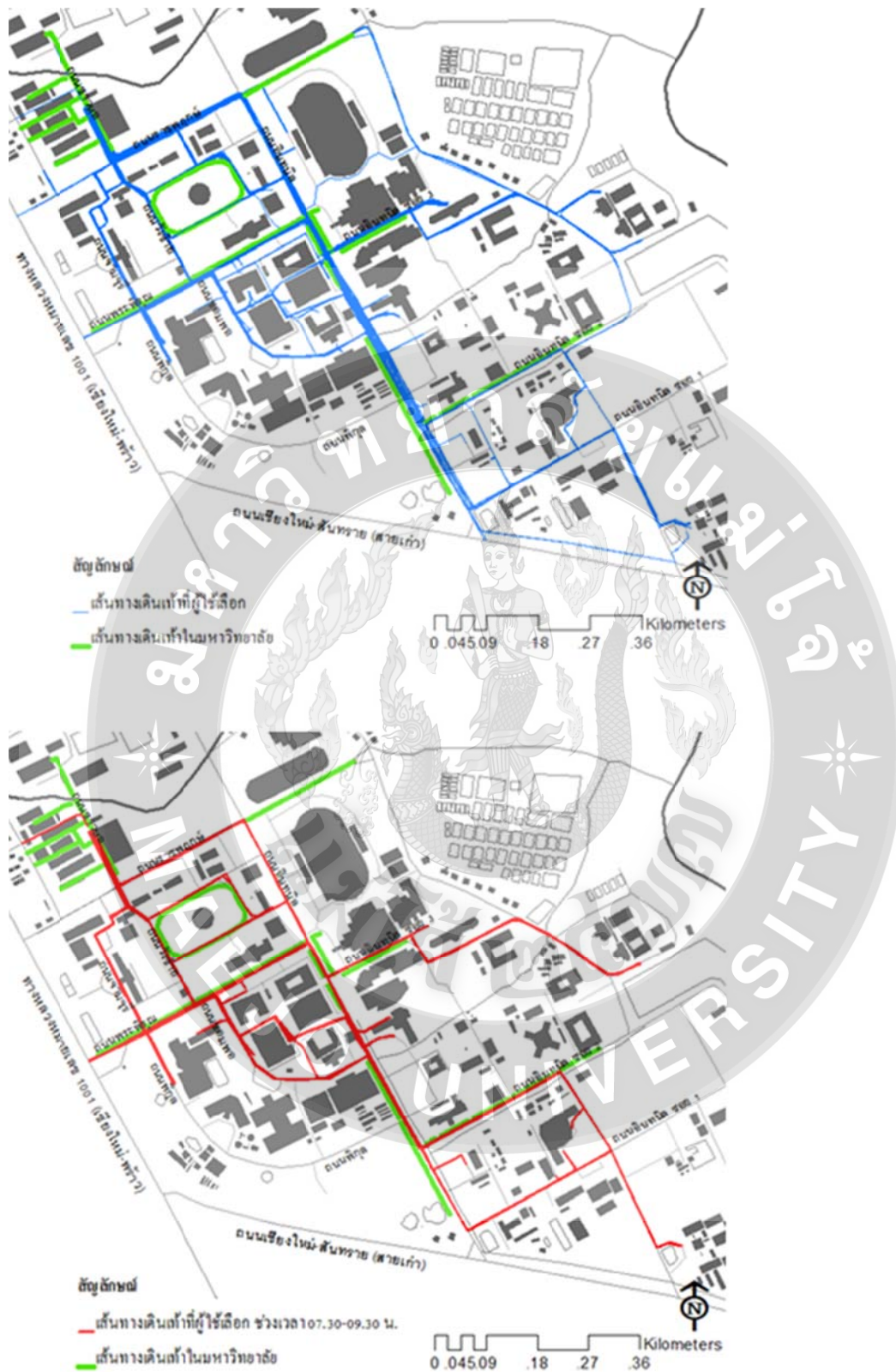
เส้นทางเดินเท้าช่วงเวลา 11.30-13.30 น. มีการเลือกใช้เส้นทางที่

หลากหลายและกระจุกตัวโดยเฉพาะในเขตการศึกษาในการสัญจรระหว่างอาคารเรียนรวม 70 ปี เชื่อมโยงกับคณะต่างๆ ร้อยละ 64.20 และระหว่างอาคารสำนักหอสมุด วิทยาต บุษยศรี วังซ้าย เชื่อมโยงกับคณะต่างๆ ร้อยละ 12.10 เส้นทางที่ผู้สัญจรเลือกใช้มากที่สุด คือ ถนนพิกุล ถนนพระพิรุณ ถนนหอมพอ ถนนอินทนิล และถนนอินทนิล ซอย 3 รูปแบบการเลือกเส้นทางในการสัญจรมีลักษณะเด่น คือ การเลือกใช้ทางเท้าที่เป็นทางลัดระหว่างอาคารภายในกลุ่มอาคารในเขตที่มีความหนาแน่นของมวลอาคารต่อพื้นที่ว่างสูง คือ บริเวณอาคารเรียนรวม หอสมุดกลาง คณะศิลปศาสตร์ คณะบริหารธุรกิจ และวิทยาลัยบริหารศาสตร์ แสดงถึงความหลากหลายในการเลือกใช้เส้นทางของผู้สัญจรและความมีชีวิตชีวาของพื้นที่จากผู้คนสัญจรในบริเวณนี้ (ภาพที่ 31)

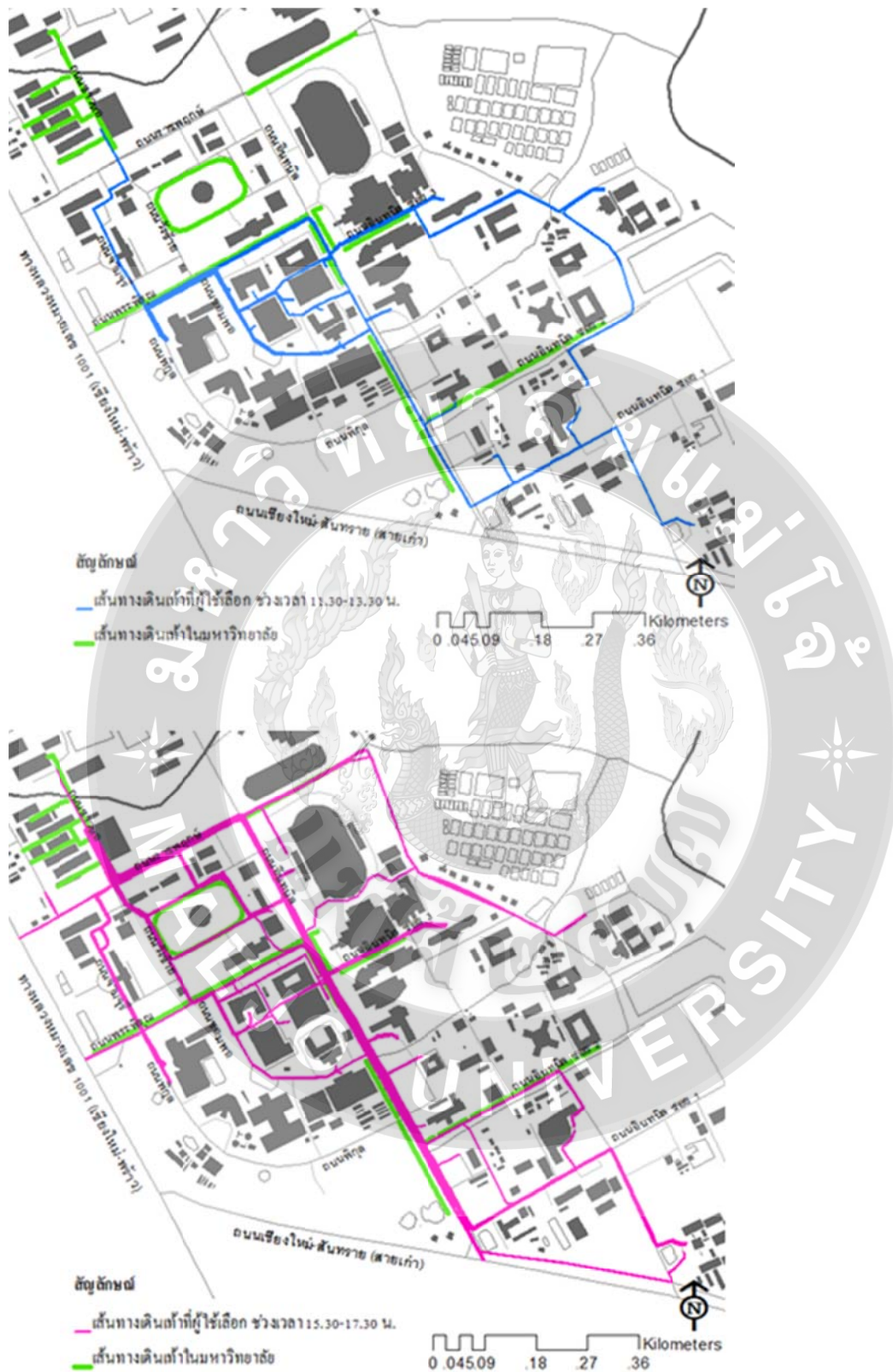
เส้นทางเดินเท้าช่วงเวลา 15.30-17.30 น. มีการเลือกใช้เส้นทางที่คล้ายคลึง

กับช่วงเวลาเช้า คือมีลักษณะกระจายตัวตามแนวถนนสำคัญที่เชื่อมโยงระหว่างเขตการศึกษากับเขตพักอาศัย นอกเหนือจากนั้นยังมีการเชื่อมโยงกับเขตกีฬาและนันทนาการ และย่านพานิชยกรรมด้านหน้ามหาวิทยาลัย โดยมีการสัญจรระหว่างเขตพักอาศัยกับอาคารเรียนคณะต่างๆ สูงที่สุด ร้อยละ 66.0 รองลงมาคือเส้นทางเดินเท้าที่เชื่อมโยงกับเขตกีฬาและนันทนาการ และพื้นที่รอบนอกมหาวิทยาลัย ร้อยละ 27.00 เส้นทางที่ผู้สัญจรเลือกใช้มากที่สุด คือ ถนนอินทนิล ถนนหอมพอ ถนนพระพิรุณ สนามวังซ้าย และถนนราชพฤกษ์ โดยเฉพาะถนนอินทนิล และสนามวังซ้ายมีการเลือกใช้เส้นทางอย่างหนาแน่นและหลากหลายในช่วงเวลานี้ รูปแบบการเลือกใช้เส้นทางในช่วงเวลานี้ที่สำคัญ คือ การใช้ทางเท้าร่วมกับทางสัญจรของขดยาน และการใช้ทางเท้าที่เป็นทางลัดระหว่างพื้นที่ของสนามวังซ้าย (ภาพที่ 31)

เห็นได้ว่าการเลือกใช้เส้นทางเดินเท้าในการสัญจรของผู้ใช้โครงข่าย มีความสัมพันธ์กับช่วงเวลา เขตการใช้ประโยชน์ที่ดิน และระบบโครงข่ายถนนและโครงข่ายทางเท้าปัจจุบัน โดยโครงข่ายทางเท้าปัจจุบันมีลักษณะเกาะกลุ่มในเขตพักอาศัย และวางตัวในแนวถนนอินทนิลซึ่งเป็นถนนแกนหลัก ก่อนมีแนวทางเท้าตามแนวถนนรอง คือ พระพิรุณ ถนนอินทนิล ซอย 4 ซอย 3 และซอย 2 เป็นลำดับ อย่างไรก็ตามทางเท้ามีลักษณะไม่ต่อเนื่อง และพบว่าการเลือกใช้เส้นทางเดินเท้าของผู้ใช้บนโครงข่ายนอกจากสัญจรบนทางเท้าแล้ว ผู้ใช้ยังมีทางเลือกโดยใช้ทางสัญจรร่วมกับขดยาน การเลือกใช้ทางเท้าที่เป็นทางลัดระหว่างพื้นที่สนามวังซ้าย และการเลือกใช้ทางเท้าที่เป็นทางลัดระหว่างอาคาร โดยเฉพาะกลุ่มอาคารเรียนที่มีความหนาแน่นของมวลอาคารต่อพื้นที่ว่างสูงระหว่างถนนหอมพอ และถนนอินทนิล เช่นเดียวกัน การใช้ทางเท้ายังสัมพันธ์เชื่อมโยงระหว่างกันของเขตพักอาศัย เขตการศึกษา เขตกีฬาและนันทนาการ และย่านพานิชยกรรมด้านหน้ามหาวิทยาลัยตามช่วงเวลาของการดำเนินชีวิตประจำวันของผู้ใช้สอยโครงข่ายสัญจร



ภาพที่ 30 เส้นทางเดินเท้าที่ผู้ใช้เลือกทั้งหมด และเส้นทางที่ผู้ใช้เลือก ช่วงเวลา 07.30-09.30 น.



ภาพที่ 31 เส้นทางเท้าที่ผู้ใช้อยู่เลือก ช่วงเวลา 11.30-13.30 น.และช่วงเวลา 15.30-17.30 น.

3.3.1 เส้นทางจักรยานที่ผู้ใช้เลือกสัญจรบนโครงข่าย ในภาพรวมพบว่า ผู้ใช้เลือกใช้เส้นทางจักรยานสัมพันธ์กับโครงข่ายทางเท้าที่จัดไว้ด้วย โดยการเลือกใช้เส้นทางส่วนใหญ่พบในเขตพักอาศัยกับเขตการศึกษาบริเวณตอนกลางของพื้นที่ รูปแบบการใช้เส้นทางใช้ร่วมกับทางสัญจรของขบวน และเลือกใช้เส้นทางลัดระหว่างพื้นที่สนามวังซ้าย อย่างไรก็ตามการสัญจรมีอัตราหนาแน่นบริเวณถนนอินทนิล ถนนพระพิรุณ ถนนราชพฤกษ์ ถนนจามจุรี และพื้นที่สนามวังซ้าย ซึ่งไม่อยู่ในเขตที่จัดไว้เพื่อเป็นทางจักรยาน ยกเว้นถนนอินทนิล และถนนราชพฤกษ์ ส่วนพื้นที่เขตการศึกษาที่อยู่ถัดจากถนนอินทนิลเข้าไปภายใน พบว่ามีการเลือกใช้เส้นทางในจักรยานน้อยมาก (ภาพที่ 32) เส้นทางจักรยานที่ผู้ใช้เลือกในการเดินทางมีรูปแบบคล้ายคลึงกัน โดยการเลือกใช้เส้นทางจักรยานแต่ละช่วงเวลา (ตารางที่ 13) เป็นดังนี้

ตารางที่ 13 เส้นทางจักรยานที่ผู้ใช้จักรยานเลือกใช้ในการเดินทางแต่ละช่วงเวลา

เริ่มต้น-สิ้นสุด	เส้นทาง (ชื่อถนน)	ร้อยละ(%)
จักรยาน ช่วงเวลา 7.30-9.30 น.		
หอพักนักศึกษา ไปยัง...		
ประตูด้านข้างมหาวิทยาลัย (บางเขน)	ราชพฤกษ์-อินทนิล 1	30.00
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ฯ	ราชพฤกษ์-อินทนิล 2	70.00
รวม		100.00
จักรยาน ช่วงเวลา 11.30-13.30 น.		
หอพักนักศึกษา ไปยัง...		
สนามกีฬาอินทนิล	ราชพฤกษ์-อินทนิล 2	25.00
อาคารสำนักหอสมุด วิชาต บุญศรี วังซ้าย	สนามวังซ้าย-จอมพล 2	25.00
คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร	สนามวังซ้าย-อินทนิล-อินทนิล ซอย 1-สารภี 2	25.00
อาคารเรียนรวม 70 ปี	จามจุรี-พิกุล	12.50
อาคารคณะวิทยาศาสตร์	ราชพฤกษ์-สนามวังซ้าย-พระพิรุณ-อินทนิล	12.50
รวม		100.00
จักรยาน ช่วงเวลา 15.30-17.30 น.		
ประตูข้างมหาวิทยาลัย (บางเขน)-สนามกีฬาอินทนิล	อินทนิล 2	28.65
อาคารสำนักหอสมุด วิชาต บุญศรี วังซ้าย-หอพักนักศึกษา	จอมพล-สนามวังซ้าย 2	28.65
อาคารคณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร-หอพักนักศึกษา	อินทนิล ซอย 1-อินทนิล-สนามวังซ้าย	14.00
อาคารเรียนรวม 70 ปี-หอพักนักศึกษา	พิกุล-จามจุรี	14.00
อาคารคณะวิทยาศาสตร์-หอพักนักศึกษา	อินทนิล-พระพิรุณ-สนามวังซ้าย	14.00
รวม		100.00

เส้นทางจักรยานช่วงเวลา 7.30-9.30 น. เป็นการเดินทางระหว่างเขตพักอาศัยไปยังเขตการศึกษา ได้แก่ เริ่มต้นจากหอพักนักศึกษา ไปยัง อาคารเรียนคณะต่างๆสูงที่สุด คือ ร้อยละ 70.00 ในจำนวนนี้เดินไปยังคณะสถาปัตยกรรม ร้อยละ 30.00 รองลงมาคือเดินจากเขตพักอาศัยไปยังคณะต่างๆภายในเขตการศึกษาและนอกพื้นที่มหาวิทยาลัย ร้อยละ 30.00 เส้นทางที่ผู้สัญจรเลือกใช้มากที่สุด คือ ถนนราชพฤกษ์ และถนนอินทนิล รูปแบบการใช้เส้นทางใช้ร่วมกับทางสัญจรของขบวนทั้งหมด (ภาพที่ 32)

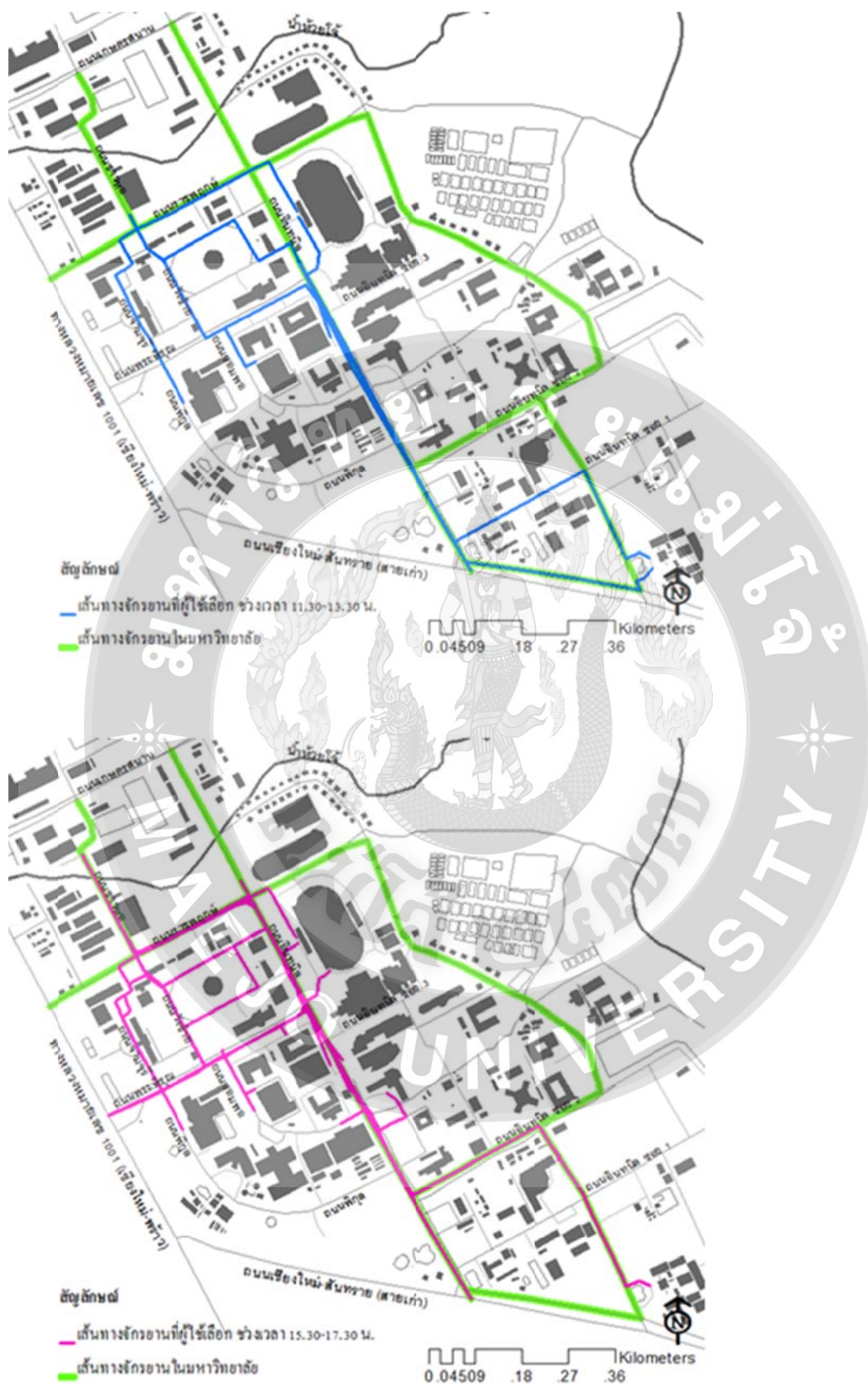
เส้นทางจักรยานช่วงเวลา 11.30-13.30 น. มีการเลือกใช้เส้นทางที่โดยเฉพาะในเขตการศึกษาที่เชื่อมโยงกับเขตพักอาศัย กับสำนักหอสมุดกลางฯ สนามกีฬาอินทนิล และคณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมการเกษตร ร้อยละ 25.0 และเชื่อมโยงกับอาคารเรียนรวม 70 ปี และคณะวิทยาศาสตร์ ร้อยละ 12.50 ตามลำดับ เส้นทางที่ผู้สัญจรเลือกใช้มากที่สุด คือ ถนนอินทนิล ถนนอินทนิล ซอย 2 ถนนราชพฤกษ์ ถนนพระพิรุณ ถนนสนามวังซ้าย ถนนจามจุรี ถนนพิบูลและถนนจอมพลมีการใช้เป็นบางส่วน รูปแบบการเลือกเส้นทางในการสัญจรมีลักษณะเด่น คือ การเลือกใช้ทางที่เป็นทางลัดระหว่างพื้นที่สนามวังซ้าย และการเลือกใช้เส้นทางกระจุกตัวอยู่ใจกลางพื้นที่มหาวิทยาลัย (ภาพที่ 33)

เส้นทางเดินเท้าช่วงเวลา 15.30-17.30 น. มีการเลือกใช้เส้นทางที่คล้ายคลึงกับช่วงเวลากลางวัน เส้นทางระหว่างเขตพักอาศัย กับอาคารสำนักหอสมุดฯ และประตูทางออกมหาวิทยาลัย ร้อยละ 28.65 รองลงมา คือ เส้นทางระหว่างเขตพักอาศัยกับอาคารเรียนรวม 70 ปี คณะวิทยาศาสตร์ และคณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมการเกษตร ร้อยละ 14.00 เส้นทางที่ผู้สัญจรเลือกใช้มากที่สุด คือ ถนนอินทนิล ซอย 2 ถนนราชพฤกษ์ ถนนพระพิรุณ ถนนสนามวังซ้าย ถนนจามจุรี ส่วนถนนพิบูลและถนนจอมพลมีการใช้เป็นบางส่วน รูปแบบการเลือกเส้นทางในการสัญจรมีลักษณะเด่น คือ การเลือกใช้ทางที่เป็นทางลัดระหว่างพื้นที่สนามวังซ้าย และการเลือกใช้เส้นทางกระจุกตัวอยู่ใจกลางพื้นที่มหาวิทยาลัย (ภาพที่ 33)

เห็นได้ว่าการเลือกใช้เส้นทางจักรยานในการสัญจรของผู้ใช้โครงข่าย มีลักษณะกระจุกตัวสอดคล้องกับแนวเส้นทางที่กำหนดไว้น้อยมาก โดยมีความสัมพันธ์กับเขตการใช้ประโยชน์ที่ดินเขตพักอาศัยและเขตการศึกษา การเลือกใช้เส้นทางปรากฏชัดเจนตามแนวถนนอินทนิลซึ่งเป็นถนนแกนหลัก และแนวถนนรอง คือ ถนนราชพฤกษ์ และถนนพระพิรุณ ที่ตัดกับถนนจามจุรี และถนนสนามวังซ้าย นอกจากนั้นยังมีการใช้เส้นทางตามแนวถนนอินทนิล ซอย 2 เข้าไปยังพื้นที่ตอนในตามลำดับโครงข่ายเส้นทางกระจุกตัวอยู่ตอนกลางของพื้นที่ อย่างไรก็ตามการส่งเสริมการสัญจรทางเลือกอย่างเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมของเส้นทางจักรยานของมหาวิทยาลัยยังอยู่ในระยะเริ่มต้นเท่านั้น จึงยังน่าจะเกี่ยวข้องกับปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการส่งเสริมทางด้านอื่นๆในอนาคต



ภาพที่ 32 เส้นทางจักรยานยนต์ที่ใช้เลือกทั้งหมด และเส้นทางที่ใช้เลือก ช่วงเวลา 07.30-09.30 น.



ภาพที่ 33 เส้นทางจักรยานที่ใช้เลือก ช่วงเวลา 11.30-13.30 น. และช่วงเวลา 15.30-17.30 น.

3.4 รูปแบบและปริมาณกิจกรรมของผู้ใช้โครงข่ายสัญญาณ (Static snapshots) ของประเภทผู้ทำกิจกรรม ปริมาณกิจกรรม และรูปแบบกิจกรรมบนพื้นที่หยุดทำกิจกรรม ผลจากการสังเกตการณ์กิจกรรมผู้ทำกิจกรรมเป็นนักศึกษา ร้อยละ 75.0 บุคคลทั่วไป ร้อยละ 25.0 (ตารางที่ 14) และทำการบันทึกจุดหยุดทำกิจกรรมของกลุ่มตัวอย่างบนโครงข่ายสัญญาณ โดยการนับจำนวนประชากรที่หยุดทำกิจกรรม รวมถึงบันทึกภาพกิจกรรมเหล่านั้น รูปแบบและปริมาณกิจกรรมที่เกิดขึ้นบนโครงข่าย รวมถึงลักษณะการใช้สอยพื้นที่บนโครงข่าย เป็นดังนี้

ตารางที่ 14 ประเภทผู้ทำกิจกรรม ปริมาณกิจกรรม และรูปแบบกิจกรรมบนพื้นที่หยุดทำกิจกรรม

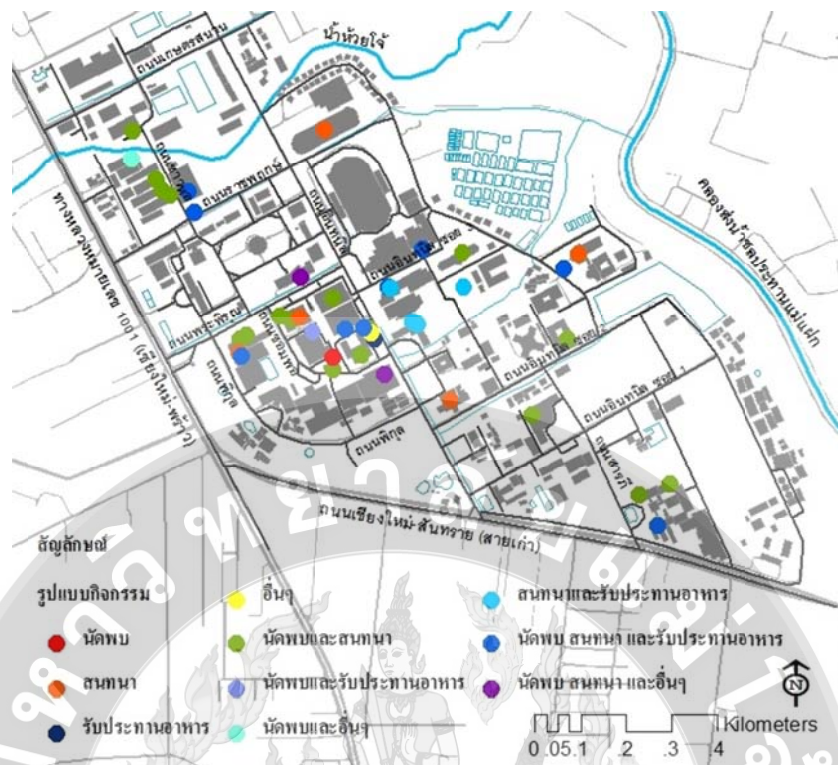
ผู้ทำกิจกรรม	ร้อยละ
นักศึกษา	75.0
บุคคลทั่วไป	25.0
รวม	100.00

ปริมาณกิจกรรมของกลุ่มผู้ทำกิจกรรมแบบหยุดนิ่งอยู่กับที่ อยู่ที่กลุ่มละไม่เกิน 10 คน ร้อยละ 63.0 พบทั่วไปในเขตการศึกษาที่มีการกระจายตัวทั่วพื้นที่ รองลงมาคือกลุ่มผู้ทำกิจกรรมระหว่าง 10-20 คน ร้อยละ 21.00 พบบริเวณพื้นที่ชั้นล่างอาคารเรียนรวม 70 ปี ร้านอาหารหน้าคณะประมงและทรัพยากรทางน้ำ ร้านอาหารชั้นล่างคณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร ชั้นล่างอาคารบรรณารักษ์ ลิทธิชัย คณะเศรษฐศาสตร์ ศูนย์อาหารใหม่มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ชั้นล่างคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบสิ่งแวดล้อม และลานม่วนใจ๋ และกลุ่มผู้ทำกิจกรรมมากกว่า 30 คน ร้อยละ 16.0 พบบริเวณพื้นที่ร้านอาหารครัวบัณฑิต ชั้นล่างอาคารคณะบริหารธุรกิจ ชั้นล่างอาคารสำนักหอสมุด วิภาต บุญศรี วังชัย โรงอาหารเทิดทูน ร้านฝ้ายเบอเกอรี่ อาคารเรียนรวม 70 ปี คาวบอยมอลล์ อาคารพัฒนาวิสัยทัศน์ และพื้นที่ชั้นล่างอาคารเทพ พงษ์พานิช วิทยาลัยบริหารศาสตร์ (ตารางที่ 15 ภาพที่ 34 และ 35) ซึ่งพบว่ายังมีความสัมพันธ์กับอัตราส่วนของมวลอาคารและพื้นที่ว่างที่มีอัตราส่วนสูงที่สุด และสัมพันธ์กับการเลือกใช้เส้นทางสัญจรบนโครงข่ายทางเท้าของผู้ใช้การเดินเท้าและทางจักรยานเช่นกัน

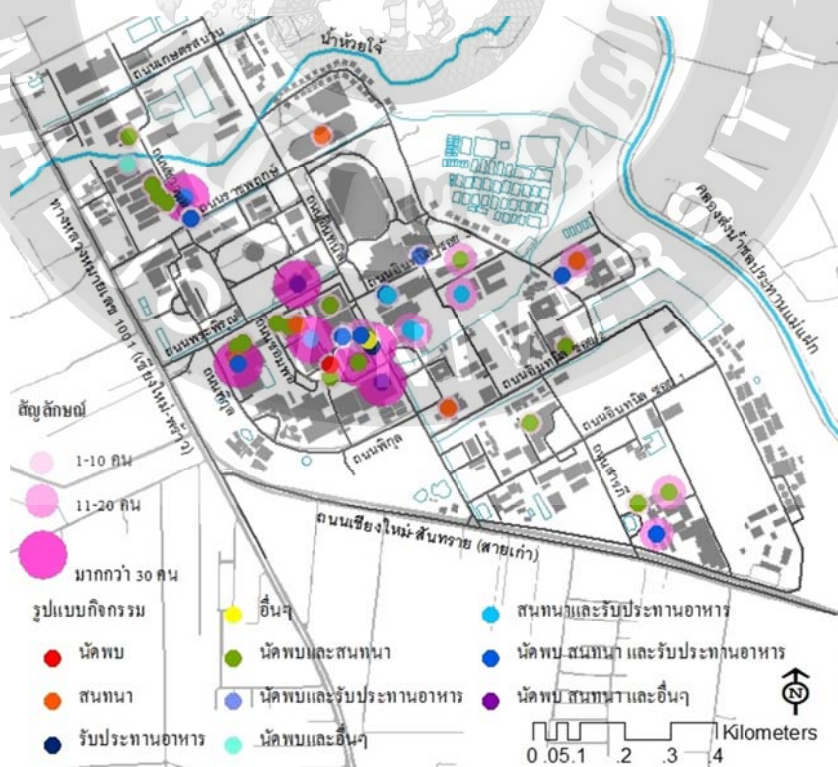
ตารางที่ 15 ปริมาณกิจกรรมของพื้นที่

ปริมาณกิจกรรม	ร้อยละ
ไม่เกิน 10 คน หอระฆัง คณะบริหารธุรกิจ อาคารภาควิชาทรัพยากรดินและสิ่งแวดล้อม ร้าน M2Hut อาคารเรียนรวม 70 ปี ชั้นล่างอาคารคณะศิลปศาสตร์ ชั้นล่างอาคารอำนวยการ ขสสช กรูมกรีมกาแฟสด ศาลาอูรวดี ร้านไอชี่โก ชั้นล่างคณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร ซุ้มอาหารหน้าอาคารเทพนฤมิตร หน้าอาคารสุวรรณจากสถิจ ศาลาข้างอาคารเรียนรวม 70 ปี หน้าอาคารคณะศิลปศาสตร์ ชั้นล่างอาคารคณะศิลปศาสตร์ ชั้นล่างอาคารเสาวรัช นิตยวรรณะ ซุ้มพวงคราม หน้าอาคารหอพัก หน้าอาคารหอพักชาย ด้านข้างอาคารหอพักฝึกหัดครู (หอพักหญิง) อาคารพืชศาสตร์และเทคโนโลยี อาคารพนม สมิตานนท์ อาคารหอพักศรีเกษตร ร้านอาหารชั้นล่างอาคารจุฬารักษ์ฯ ร้านอาหารชั้นล่างอาคารจุฬารักษ์ฯ ร้านอาหารหน้าคณะประมง ร้านกาแฟสด โซนบี อาคารศูนย์กีฬาทางนันทนาการ	63.00

ปริมาณกิจกรรม	ร้อยละ
ระหว่าง 10-20 คน ชั้นล่างอาคารเรียนรวม 70 ปี ร้านอาหารหน้าคณะประมงและทรัพยากรทางน้ำ ร้านอาหารชั้นล่างคณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร ชั้นล่าง อาคารขรรค์ชัย ติพิชัย คณะเศรษฐศาสตร์ ศูนย์อาหารใหม่มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ชั้นล่างคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบสิ่งแวดล้อม ลานม่วนใจ๋	21.00
มากกว่า 30 คน ร้านอาหารครัวบัณฑิต ชั้นล่างอาคารคณะบริหารธุรกิจ ชั้นล่างอาคารสำนักหอสมุด วิทยาต บุญศรี วั่งชัย โรงอาหารเทิดทูน ร้านฝ้ายเบอเกอรี่ อาคารเรียนรวม 70 ปี คาบอชมอลล์ อาคารพัฒนาวิสัยทัศน์ ชั้นล่างอาคารเทพ พงษ์พานิช วิทยาลัยบริหารศาสตร์	16.00
รวม	100.00



ภาพที่ 34 ตำแหน่งกิจกรรมและรูปแบบกิจกรรมบนพื้นที่ของผู้ใช้โครงข่ายสัญจร



ภาพที่ 35 รูปแบบและปริมาณกิจกรรมบนพื้นที่ของผู้ใช้โครงข่ายสัญจร

สำหรับกิจกรรมแบบหุคหนึ่งส่วนใหญ่ของผู้ใช้โครงข่าย ได้แก่ นัดพบ นั่งสนทนา รับประทานอาหารและเครื่องดื่ม และอื่นๆ คือ นั่งอ่านหนังสือ และกิจกรรมร่วม โดยพบว่า กิจกรรมแบบหุคหนึ่งของการนัดพบและสนทนามีมากที่สุด ร้อยละ 39.50 รองลงมา คือ นัดพบ สนทนา และ รับประทานอาหารและเครื่องดื่ม ร้อยละ 20.90 สนทนา ร้อยละ 13.90 และสนทนา และรับประทานอาหารและเครื่องดื่ม ร้อยละ 9.30 (ตารางที่ 16 และ ภาพที่ 36)

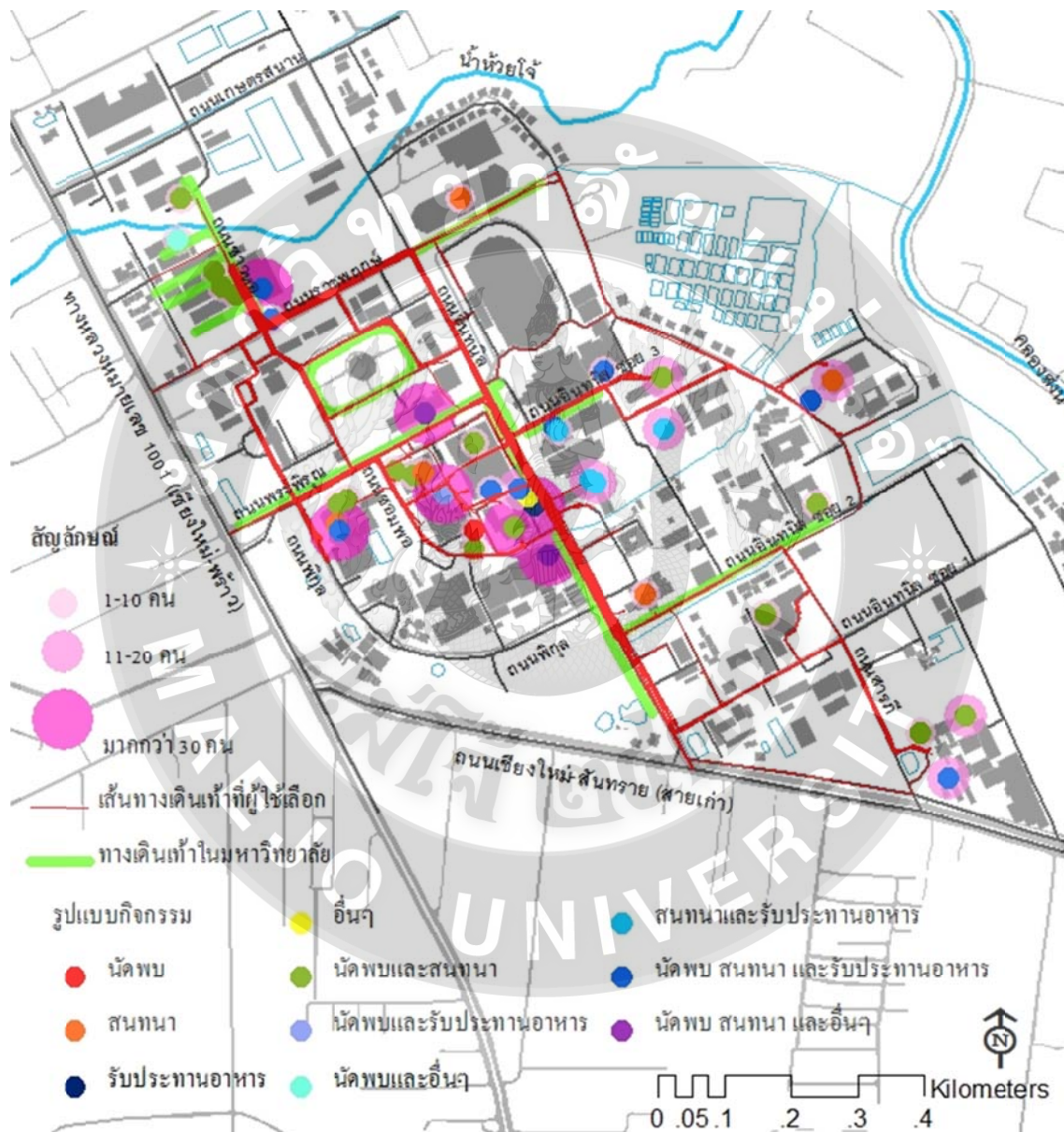
ตารางที่ 16 รูปแบบกิจกรรมบนพื้นที่หุคทำกิจกรรม

ประเภทกิจกรรม	ร้อยละ
1.นัดพบ	2.30
2.สนทนา	13.90
3.รับประทานอาหารและเครื่องดื่ม	2.30
4.อื่นๆ (อ่านหนังสือ)	2.30
5.นัดพบ และสนทนา	39.50
6.นัดพบ และรับประทานอาหารและเครื่องดื่ม	2.30
7.นัดพบและอื่นๆ	2.30
8.สนทนา และรับประทานอาหารและเครื่องดื่ม	9.30
9.นัดพบ สนทนา และรับประทานอาหารและเครื่องดื่ม	20.90
10.นัดพบ สนทนา และอื่นๆ	4.60
รวม	100.00

อย่างไรก็ดีบริเวณที่มีกิจกรรมแบบหุคหนึ่งสอดคล้องกับกิจกรรมเคลื่อนไหวของ อัตราการสัญจรด้วยการเดินเท้า และจักรยานมากที่สุด ในบริเวณพื้นที่กลุ่มอาคารเรียนระหว่างถนน พิบูล ถนนจอมพล ถนนพระพิรุณ และถนนอินทนิล ของกลุ่มอาคารเรียนรวม 70 ปี คณะศิลปศาสตร์ สำนักหอสมุดกลาง คณะวิทยาศาสตร์ คณะบริหารธุรกิจ และวิทยาลัยบริหารศาสตร์ ซึ่งมีความสัมพันธ์กับอัตราส่วนของมวลอาคารและพื้นที่ว่างที่มีอัตราส่วนสูงที่สุด คือ 7.0 ต่อ 10.0

เมื่อวิเคราะห์ร่วมกันระหว่างเส้นทางเท้าและเส้นทางจักรยานของมหาวิทยาลัย พบว่า เส้นทางที่ผู้ใช้โครงข่ายเลือก และจุดหุคทำกิจกรรมของผู้ใช้พบว่ามีความสัมพันธ์กันมากในเขต การศึกษาบริเวณกลุ่มอาคารเรียนรวม 70 ปี คณะศิลปศาสตร์ สำนักหอสมุดกลาง คณะวิทยาศาสตร์ คณะบริหารธุรกิจ และวิทยาลัยบริหารศาสตร์ เกือบทั้งหมดเป็นเส้นทางเท้าที่ใช้ทางลัดระหว่างอาคาร

เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งมีความสัมพันธ์กับจุดหยุดทำกิจกรรมด้วยปริมาณและประเภทของกิจกรรมสูงมากกว่าบริเวณอื่นๆ แสดงถึงความหลากหลายของการเลือกใช้เส้นทาง ความหลากหลายของกิจกรรม และความมีชีวิตชีวาของพื้นที่ (ภาพที่ 37 และภาพที่ 38)



ภาพที่ 36 รูปแบบและปริมาณกิจกรรมบนพื้นที่ของผู้ใช้โครงข่ายกับปริมาณสัญจรทางเท้า และโครงข่ายทางเท้าของมหาวิทยาลัย



อาคารฟิสิกส์และเทคโนโลยี



อาคารยรรยง สิทธิชัย คณะศึกษาศาสตร์



ลานม่วนใจ๋



คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ฯ



ร้านอาหารครัวบัณฑิต



โรงอาหารเทิดถวิล



ด้านข้างอาคารหอพักนักศึกษา



อาคารสำนักหอสมุด วิภาต บุญศรี วังชัย

ภาพที่ 37 รูปแบบกิจกรรมบนพื้นที่หยุดทำกิจกรรม

4. ประสิทธิภาพการเข้าถึงบนโครงข่ายสัญญาณมหาวิทยาลัยเชิงนิเวศ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ผลวิเคราะห์ประสิทธิภาพการเข้าถึงของการสัญจรอย่างเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมของการเดินเท้าและการใช้จักรยานบนโครงข่ายสัญญาณมหาวิทยาลัยแม่โจ้ ในแนวคิดฐานฐานวิทยาเมือง ด้วยแบบจำลองเชิงพื้นที่ (Spatial model) หรือ สเปซ ซินแทกซ์ (Space Syntax) ภายใต้กรอบแนวคิด “พื้นที่สาธารณะ” และ “การสัญจร” ที่ว่าระดับการสัญจรของพื้นที่ที่มีความสอดคล้องกับลักษณะการเชื่อมต่อของโครงข่ายสาธารณะ กล่าวคือ ผู้สัญจรบนโครงข่ายมีแนวโน้มที่จะเลือกเส้นทางสัญจรที่ตรงและสั้นที่สุด ภายใต้หลักการที่ว่าคนสัญจรเป็นเส้นตรง หรือ เส้นแอกเซียล (Axial line) และทำกิจกรรมร่วมกันในพื้นที่หนึ่ง (Convex space) ซึ่งพื้นที่สัญจรและทำกิจกรรมที่ที่เรียงต่อเนื่องกันได้ทำมาสร้างเป็นแผนที่แอกเซียล (Axial map) แทน “การเข้าถึงและมองเห็นทั้งหมดที่เป็นไปได้” นำทุกเส้นมาจัดลำดับความสัมพันธ์ของการเข้าถึงพื้นที่สัญจรและที่ว่าง ซึ่งก็คือแผนที่โครงสร้างเชิงสัญญาณที่แสดงความสัมพันธ์ในการเข้าถึงบนโครงข่าย แล้วประมวลผลด้วยแบบจำลองเพื่อหาค่าประสิทธิภาพการเข้าถึงของเส้นแอกเซียลทั้งหมด ได้ผลออกมาเป็นแผนที่โครงสร้างเชิงสัญญาณของระบบโครงข่ายแทนด้วยวรรณะสีรุ้ง ตามค่าศักยภาพสูงสุดไปหาค่าสุดของสี แดง ส้ม เหลือง เขียว น้ำเงิน คราม และ สีม่วง ซึ่งค่าประสิทธิภาพการเข้าถึงบนโครงข่าย 3 ระดับ คือ 1) แผนที่โครงสร้างเชิงสัญญาณของประสิทธิภาพในการเข้าถึงบนโครงข่ายในระดับรวม (Global integration value) เป็นผลจากการประมวลของแบบจำลองได้ค่าเฉลี่ยความลึกของเส้นทางใดเส้นทางหนึ่งจากเส้นทางทั้งหมดของโครงข่ายสัญญาณ แสดงถึงความนิยมในการใช้งาน ที่มีประสิทธิภาพในการเข้าถึงสูง (สีแดง) และลดหลั่นกันตามลำดับของโทนสีรุ้ง 2) แผนที่โครงสร้างเชิงสัญญาณของประสิทธิภาพในการเข้าถึงบนโครงข่ายในระดับเฉพาะ (Local integration value) คือ การคำนวณใช้วิธีเดียวเดียวกันแต่เทียบจากเส้นทางอื่นๆถัดไปทุกๆ 2 เลี้ยว หรือ แสดงถึงประสิทธิภาพในการเข้าถึงบนโครงข่ายในระดับย่าน ซึ่งเป็นการสัญจรภายในพื้นที่ระดับย่าน และ 3) ศักยภาพการเข้าถึงบนโครงข่ายในระดับตัวเอง (Connectivity integration value) หรือ ค่าความเชื่อมต่อของโครงข่ายการสัญจรในย่าน ว่ามีจำนวนเส้นที่อยู่ถัดไปหนึ่งเลี้ยวของเส้นทางใดเส้นทางหนึ่งเป็นจำนวนทั้งหมดกี่เส้นและเส้นใดมีประสิทธิภาพของความเชื่อมต่อของโครงข่ายสูงที่สุดและลดหลั่นกันลงมา ผลจากแบบจำลองเชิงพื้นที่ หรือ สเปซ ซินแทกซ์ ของประสิทธิภาพการเข้าถึงบนโครงข่ายสัญญาณของมหาวิทยาลัยแม่โจ้

ผลการประมวลจากแบบจำลองในภาพรวม (ตารางที่ 17) พบว่า 1) ประสิทธิภาพการเข้าถึงโครงข่ายระดับรวมของพื้นที่ (Global integration value) มีค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการเข้าถึงบนโครงข่ายในระดับรวม (Average global integration value) 1.30335 ค่าต่ำสุด (Minimum) 0.62475 ค่าสูงสุด (Maximum) 2.8330 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) 0.3426 2) ประสิทธิภาพการเข้าถึงโครงข่ายระดับย่านของพื้นที่ (Local Integration value) มีค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการเข้าถึงบนโครงข่ายในระดับย่าน (Average local integration value) 1.5475 ค่าต่ำสุด (Minimum) 0.3333

ค่าสูงสุด (Maximum) 4.0373 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) 0.6074 และ 3) ประสิทธิภาพการเข้าถึงโครงข่ายในระดับตัวเอง (Connectivity integration value) หรือ ค่าความเชื่อมต่อของโครงข่ายการสัญจร มีค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการเข้าถึงโครงข่ายของการเชื่อมต่อ (Average connectivity value) 2.5752 ค่าต่ำสุด (Minimum) 1.0 ค่าสูงสุด (Maximum) 29.0 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) 2.3976 โดยประสิทธิภาพการเข้าถึงบนโครงข่ายสัญจรแยกพิจารณาในรายละเอียด เป็นดังนี้

ตารางที่ 17 ประสิทธิภาพการเข้าถึงบนโครงข่ายสัญจรมหาวิทยาลัยแม่โจ้ในภาพรวม

ประสิทธิภาพการเข้าถึงบนโครงข่ายสัญจร	ค่าประสิทธิภาพการเข้าถึง (Integration Value)
1) ประสิทธิภาพการเข้าถึงโครงข่ายระดับรวมของพื้นที่ (Global integration value)	
ค่าเฉลี่ย (Average global integration value)	1.30335
ค่าต่ำสุด (Minimum)	0.62475
ค่าสูงสุด (Maximum)	2.8330
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)	0.3426
2) ประสิทธิภาพการเข้าถึงโครงข่ายระดับย่านของพื้นที่ (Local Integration value)	
ค่าเฉลี่ย (Average local integration value)	1.5475
ค่าต่ำสุด (Minimum)	0.3333
ค่าสูงสุด (Maximum)	4.0373
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)	0.6074
3) ประสิทธิภาพการเข้าถึงโครงข่ายระดับตัวเอง (ค่าความเชื่อมต่อของโครงข่าย) (Connectivity value)	
ค่าเฉลี่ย (Average connectivity value)	2.5752
ค่าต่ำสุด (Minimum)	1.0
ค่าสูงสุด (Maximum)	29.0
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)	2.3976

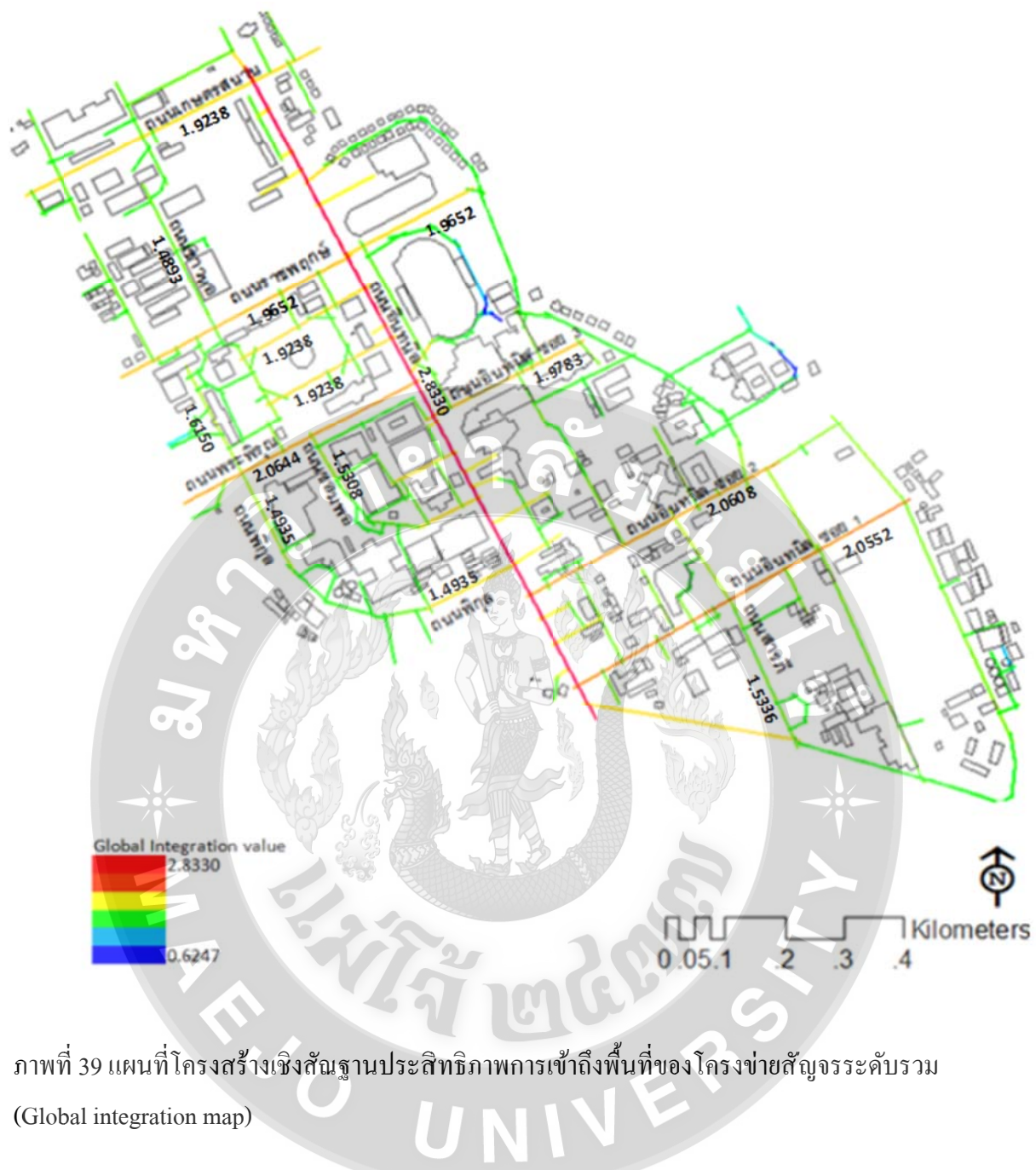
4.1 ประสิทธิภาพการเข้าถึงบนโครงข่ายสัญญาณระดับรวม

(Global integration value) พบว่า ถนนอินทนิลมีค่าประสิทธิภาพการเข้าถึงในระดับรวมสูงสุด แสดงด้วยเส้นสีแดง (2.8330) รองลงมาแสดงด้วยเส้นสีส้ม คือ ถนนพระพิรุณ (2.0644) ถนนอินทนิล ซอย 1 (2.0552) ถนนอินทนิล ซอย 2 (2.0608) ถนนอินทนิล ซอย 3 (1.9783) และถนนราชพฤกษ์ (1.9652) ถนนเกษตรستان (1.9238) และถนนสนามวังซ้าย (1.9234) (ตารางที่ 18 และ ภาพที่ 39)

ตารางที่ 18 ประสิทธิภาพการเข้าถึงโครงข่ายระดับรวมของพื้นที่

ถนนที่สำคัญ	ประสิทธิภาพการเข้าถึงโครงข่ายระดับรวม (Global integration value)
1) ถนนอินทนิล	2.8330
2) ถนนอินทนิล ซอย 1	2.0552
3) ถนนอินทนิล ซอย 2	2.0608
4) ถนนอินทนิล ซอย 3	1.9783
5) ถนนเกษตรستان	1.9238
6) ถนนราชพฤกษ์	1.9652
7) ถนนพระพิรุณ	2.0644
8) ถนนจอมพล	1.5308
9) ถนนพิกุล	1.4935
10) ถนนจามจุรี	1.6150
11) ถนนสารภี	1.5336
12) ถนนสนามวังซ้าย	1.9234
13) ถนนชาวหอ	1.4893

ผลวิเคราะห์ยังแสดงให้เห็นว่าถนนอินทนิลมีประสิทธิภาพการเข้าถึงโครงข่ายในระดับรวมสูงสุด สอดคล้องกับผลวิเคราะห์ที่ว่า โครงสร้างถนนของพื้นที่มีแนวถนนอินทนิลเป็นถนนแกนหลักสำคัญของพื้นที่ทำหน้าที่กระจายการสัญจรและกิจกรรมไปยังเขตพื้นที่ต่างๆ และมีแนวถนนรองสำคัญที่มีประสิทธิภาพการเข้าถึงรองลงมา ได้แก่ ถนนถนนพระพิรุณ ถนนอินทนิล ซอย 1 ถนนอินทนิล ซอย 2 ถนนอินทนิล ซอย 3 และถนนราชพฤกษ์ ถนนเกษตรستان และถนนสนามวังซ้าย ทำหน้าที่รับปริมาณสัญจรจากถนนหลักไปยังพื้นที่ต่างๆภายในมหาวิทยาลัย



ภาพที่ 39 แผนที่โครงสร้างเชิงสัญญาณประสิทธิภาพการเข้าถึงพื้นที่ของโครงข่ายสัญญาณระดับรวม
(Global integration map)

4.1.1 ประสิทธิภาพการเข้าถึงบนโครงข่ายสัญญาณระดับรวมกับการเดินเท้า

จากผลวิเคราะห์โครงสร้างเชิงสัญญาณประสิทธิภาพการเข้าถึงบนโครงข่ายในระดับรวมซ้อนทับกับแนวเส้นทางเดินเท้าของมหาวิทยาลัย พบว่า แนวทางเท้าปัจจุบันมีความสอดคล้องกับประสิทธิภาพการสัญจรบนโครงข่ายน้อย โดยมีแนวทางเท้าบางช่วงของถนนหลักอินทนิลที่มีประสิทธิภาพการเข้าถึงบนโครงข่ายสูงสุด ส่วนถนนรองที่มีค่าประสิทธิภาพการเข้าถึงพื้นที่รองลงมา มีบางถนนปรากฏแนวทางเท้าเป็นช่วง คือ ถนนราชพฤกษ์ ถนนอินทนิล ซอย 2 และถนนอินทนิล ซอย 3 และไม่ปรากฏแนวทางเท้าเลย ได้แก่ ถนนเกษตรนิคม และถนนราชพฤกษ์ ส่วนถนนอื่นๆ มีค่าประสิทธิภาพการเข้าถึงบนโครงข่ายในระดับรวมไม่ปรากฏว่ามีแนวทางเท้าเช่นกัน (ภาพที่ 40)



ภาพที่ 40 ประสิทธิภาพการเข้าถึงบนโครงข่ายพื้นที่ในระดับรวมกับแนวทางเท้าที่มีในปัจจุบัน และเส้นทางเดินเท้าที่ใช้โครงข่ายเลือกสัญจร

ประสิทธิภาพการเข้าถึงบนโครงข่ายพื้นที่ระดับรวมกับการเลือกสัญจรด้วยการเดินเท้าของผู้ใช้ทางเดินเท้าปัจจุบัน พบว่า มีอัตราการเดินเท้าหนาแน่นต่อเนื่องจากแนวถนนชาวหอ ไปตามแนวราชพฤกษ์ ถนนอินทนิล ถนนสนามวังซ้าย ถนนจามจุรี ถนนราชพฤกษ์ ถนนพระพิรุณ ถนนจอมพล ก่อนกระจายสู่พื้นที่ที่มีความลึกเข้าไปทางด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ตามแนวถนนอินทนิล ซอย 1 ซอย 2 และซอย 3 สอดคล้องกับการวัดประสิทธิภาพการเข้าถึงบนโครงข่ายของพื้นที่ อย่างไรก็ตามยังขาดความสอดคล้องกับแนวทางเท้าในปัจจุบันที่ผู้ใช้เดินเท้าปัจจุบัน อาทิ ทางเท้าขาดความต่อเนื่อง หรือขาดแนวทางเท้ารองรับการสัญจรด้วยการเดินเท้าในบางเส้นทาง รวมถึงการจัดภูมิทัศน์เส้นทางเดินเท้าที่ส่งเสริมต่อการสัญจรอย่างเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

4.1.2 ประสิทธิภาพการเข้าถึงบนโครงข่ายสัญจรระดับรวมกับการใช้

จักรยานเมื่อนำผลวิเคราะห์โครงสร้างเชิงสัณฐานประสิทธิภาพการเข้าถึงบนโครงข่ายในระดับรวมมาซ้อนทับกับเส้นทางจักรยาน พบว่า เส้นทางจักรยานปัจจุบันมีความสอดคล้องกับประสิทธิภาพการสัญจรบนโครงข่าย โดยเป็นการใช้ร่วมกับทางสัญจรของขุดยาน เริ่มจากถนนชาวหอ ถนนราชพฤกษ์ สู่ถนนอินทนิลที่มีประสิทธิภาพการเข้าถึงบนโครงข่ายสัญจรสูงสุด ก่อนกระจายไปตามถนนภายในที่มีประสิทธิภาพการเข้าถึงบนโครงข่ายรองลงมา ได้แก่ ถนนพระพิรุณ สนามวังซ้าย ถนนจามจุรี ถนนพิบูล ถนนจอมพล ถนนอินทนิล ซอย 1 ถนนอินทนิล ซอย 2 และถนนสารภี (ภาพที่ 41) อย่างไรก็ตามในแนวทางมหาวิทยาลัยเชิงนิเวศ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ยังไม่ปรากฏว่ามีการจัดทางจักรยานเพื่อรองรับอย่างเป็นรูปธรรม คงมีเพียงการกำหนดแนวเส้นทางที่ใช้ร่วมกับทางสัญจรของขุดยาน หากแต่มีการส่งเสริมการใช้จักรยานรวมถึงมีการใช้โครงข่ายเพื่อเป็นทางสัญจรของจักรยานที่สอดคล้องกับประสิทธิภาพการเข้าถึงบนโครงข่ายสัญจรของพื้นที่ในปัจจุบัน

ประสิทธิภาพการเข้าถึงบนโครงข่ายพื้นที่ระดับรวมกับการเลือกสัญจรด้วยการจักรยานของผู้ใช้เส้นทางในปัจจุบัน พบว่า มีอัตราการเลือกใช้เส้นทางเดินทางสอดคล้องกับการวัดประสิทธิภาพการเข้าถึงบนโครงข่ายของพื้นที่ แต่ยังคงต้องการการกำหนดแนวเส้นทางจักรยานที่ชัดเจน อาทิ การกำหนดแนวเส้นทางด้วยป้ายสัญลักษณ์ หรือการจัดภูมิทัศน์เส้นทางจักรยานเพื่อให้เกิดการรับรู้และส่งเสริมต่อการสัญจรอย่างเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมในแนวทางมหาวิทยาลัยเชิงนิเวศต่อไป



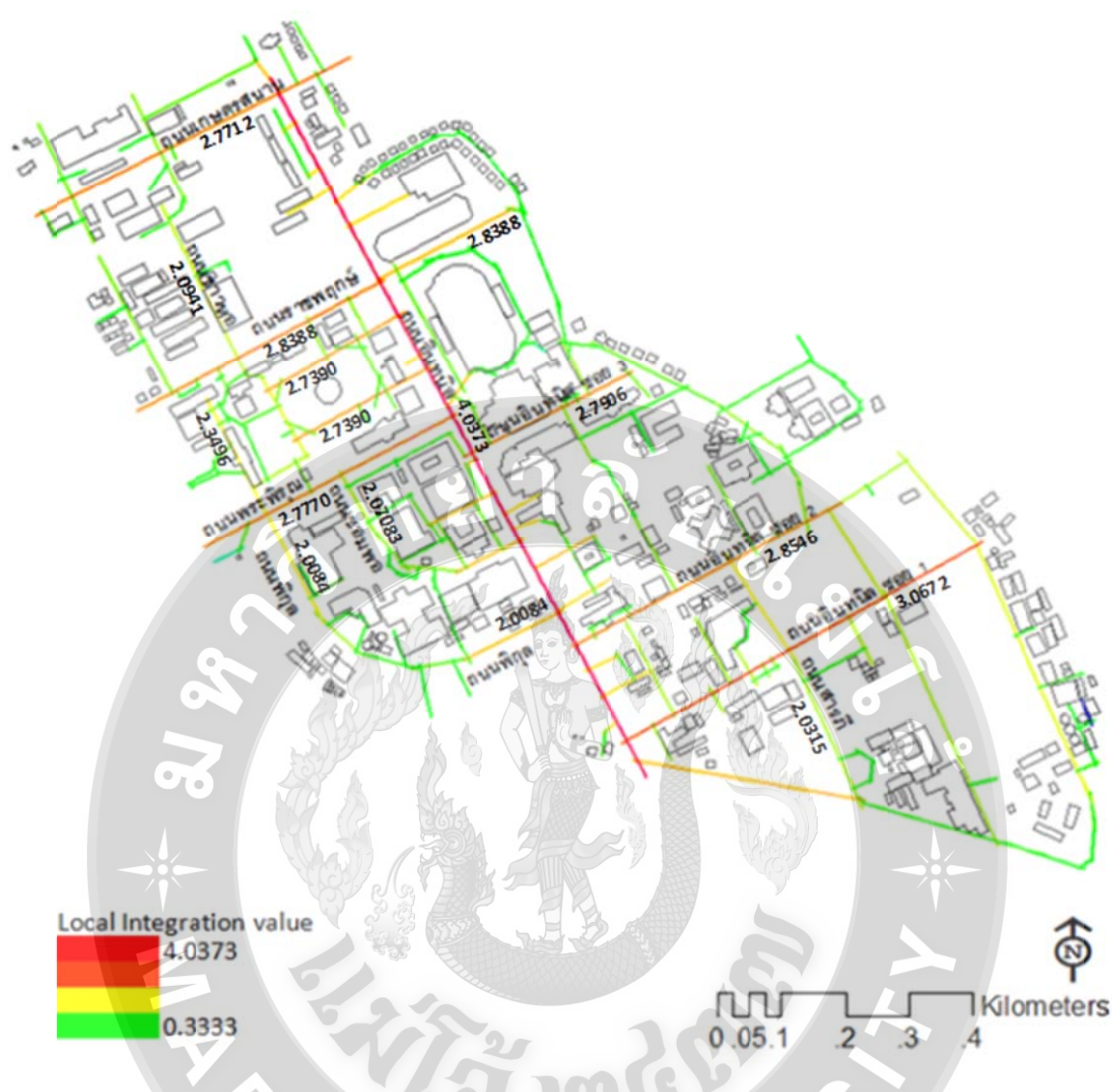
ภาพที่ 41 ประสิทธิภาพการเข้าถึงบนโครงข่ายพื้นที่ในระดับรวมกับแนวเส้นทางจักรยานในปัจจุบัน และเส้นทางจักรยานที่ผู้ใช้โครงข่ายเลือกสัญจร

4.2 ประสิทธิภาพการเข้าถึงบนโครงข่ายสัญญาณระดับย่าน หรือระดับพื้นที่

(Local integration value) พบว่า ถนนอินทนิลมีค่าประสิทธิภาพการเข้าถึงในระดับย่านสูงสุดเช่นกัน แสดงด้วยเส้นสีแดง (4.0373) รองลงมาแสดงด้วยเส้นสีส้ม คือ ถนนอินทนิล ซอย 1 (3.0672) ถนนอินทนิล ซอย 2 (2.8546) ถนนราชพฤกษ์ (2.8388) ถนนอินทนิล ซอย 3 (2.7906) ถนนพระพิรุณ (2.7770) ถนนเกษตรนิพนธ์ (2.7712) ถนนสนามวังซ้าย (2.7317) และถนนอื่นๆ มีค่ารองลงมา (ตารางที่ 19 และ ภาพที่ 42)

ตารางที่ 19 ประสิทธิภาพการเข้าถึงโครงข่ายระดับย่านของพื้นที่

ถนนที่สำคัญ	ประสิทธิภาพการเข้าถึงโครงข่ายระดับรวม (Local integration value)
1) ถนนอินทนิล	4.0373
2) ถนนอินทนิล ซอย 1	3.0672
3) ถนนอินทนิล ซอย 2	2.8546
4) ถนนอินทนิล ซอย 3	2.7906
5) ถนนเกษตรนิพนธ์	2.7712
6) ถนนราชพฤกษ์	2.8388
7) ถนนพระพิรุณ	2.7770
8) ถนนจอมพล	2.0708
9) ถนนพิกุล	2.0084
10) ถนนจามจุรี	2.3496
11) ถนนสารสิน	2.0315
12) ถนนสนามวังซ้าย	2.7317
13) ถนนชาวหอ	2.0941



ภาพที่ 42 แผนที่โครงสร้างเชิงสัณฐาน ประสิทธิภาพการเข้าถึงพื้นที่ของโครงข่ายสัญญาณระดับย่าน
(Local integration map)

4.2.1 ประสิทธิภาพการเข้าถึงบนโครงข่ายสัญญาณระดับย่านกับการเดินเท้า

จากผลวิเคราะห์โครงสร้างเชิงสัณฐาน ประสิทธิภาพการเข้าถึงบนโครงข่ายในระดับย่านซ้อนทับกับแนวเส้นทางเดินเท้าของมหาวิทยาลัย พบว่า มีความคล้ายคลึงกับในระดับรวม แต่ภาพรวมของโครงข่ายต่อประสิทธิภาพการเข้าถึงมีลำดับของค่าประสิทธิภาพสอดคล้องกัน ได้แก่ สีแดงของแนวถนนหลักถนนอินทนิล และสีส้มของแนวถนนรอง ได้แก่ ถนนอินทนิล ซอย 1 ถนนถนนอินทนิล ซอย 2 ถนนราชพฤกษ์ ถนนราชพฤกษ์ ถนนอินทนิล ซอย 3 ถนนพระพิรุณ ถนนเกษตรนิคม ถนนสนามวังซ้าย และถนนอื่นๆ มีค่ารองลงมาเป็นลำดับสอดคล้องกับลำดับของถนนหลัก ถนนรองต่อการสัญจรในระดับย่าน หรือทุกสองเลี้ยวของการสัญจรภายในพื้นที่ระดับย่าน (ภาพที่ 43)



ภาพที่ 43 ประสิทธิภาพการเข้าถึงบนโครงข่ายพื้นที่ในระดับรวมกับแนวทางเท่าที่มีในปัจจุบัน และ
เส้นทางเดินเท้าที่ผู้ใช้โครงข่ายเลือกสัญจร



ภาพที่ 44 ประสิทธิภาพการเข้าถึงบนโครงข่ายพื้นที่ในระดับย่านกับแนวเส้นทางจักรยานปัจจุบัน และเส้นทางจักรยานที่ผู้ใช้โครงข่ายเลือกสัญจร

4.2.2 ประสิทธิภาพการเข้าถึงบนโครงข่ายสัญญาณระดับย่านกับการใช้

จักรยาน เมื่อนำผลวิเคราะห์โครงสร้างเชิงพื้นฐานประสิทธิภาพการเข้าถึงบนโครงข่ายในระดับย่านมาซ้อนทับกับเส้นทางจักรยาน พบว่า มีลักษณะคล้ายคลึงกันกับความสอดคล้องของประสิทธิภาพการสัญจรบนโครงข่ายในระดับรวม รวมถึงสภาพการณ์ของข้อพิจารณาเดียวกัน และพบว่าในระดับย่าน ประสิทธิภาพการเข้าถึงบนโครงข่ายมีลำดับของถนน และค่าประสิทธิภาพการเข้าถึงพื้นที่อย่างมีความสัมพันธ์กัน ซึ่งส่งเสริมต่อการเดินทางภายในย่านที่ชัดเจน อย่างไรก็ตามการส่งเสริมการใช้จักรยานควรมีระยะเดินทางที่ไกลกว่าระยะเดินเท้า เช่นในพื้นที่ที่ลึกเข้าไปภายในทางด้านทิศตะวันออกของมหาวิทยาลัย โดยพบว่ามีประสิทธิภาพการเข้าถึงบนโครงข่ายรองลงมา ซึ่งอาจมีความเหมาะสมต่อการใช้จักรยานในการสัญจรมากกว่าการเดินเท้า (ภาพที่ 44)

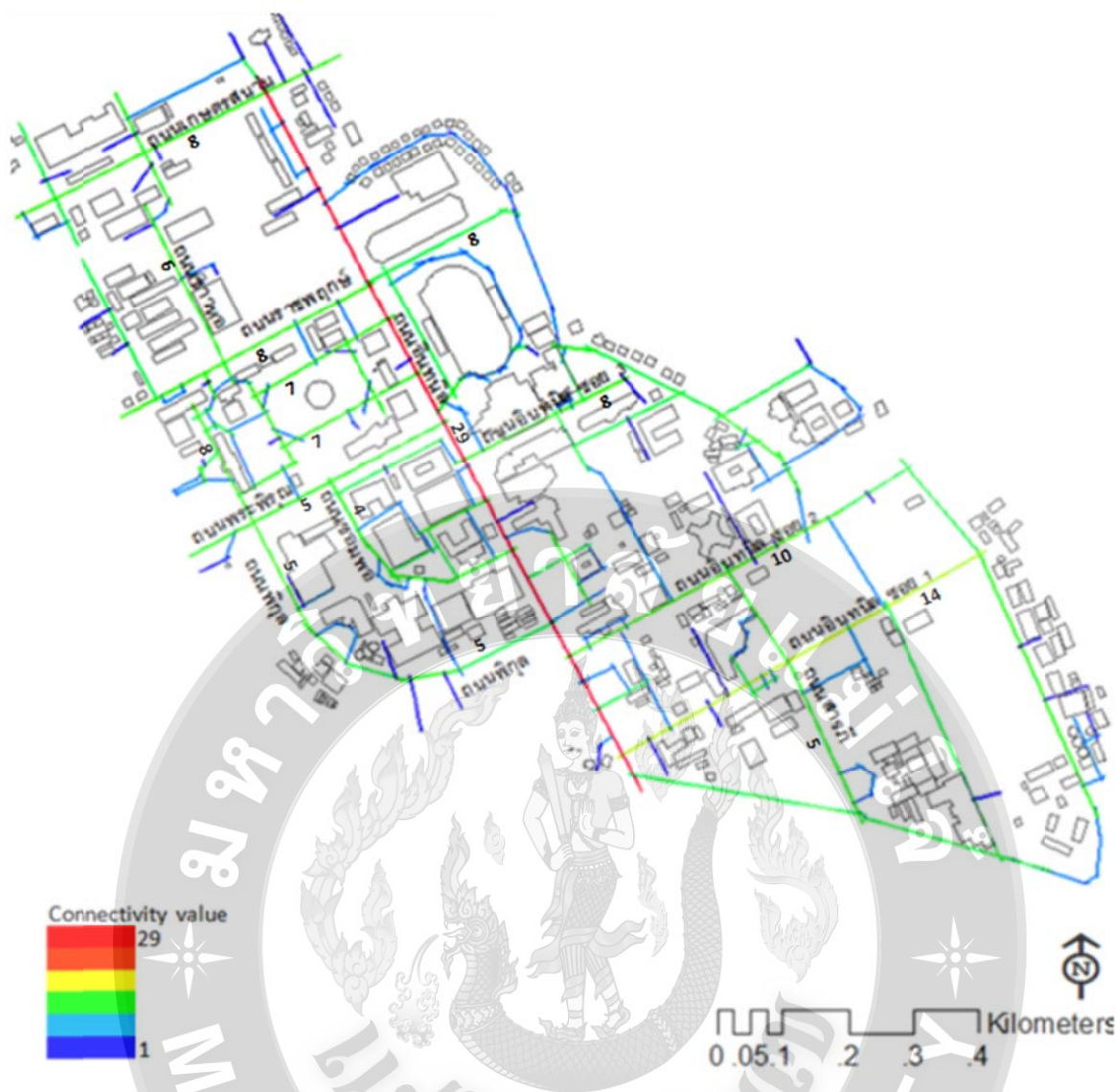
สรุปได้ว่าประสิทธิภาพการเข้าถึงบนโครงข่ายสัญญาณระดับย่านมีค่าประสิทธิภาพที่มีความสอดคล้องกับลำดับของถนนหลักและถนนรอง โดยเฉพาะลำดับของถนนหลักคือ ถนนอินทนิล กับถนนรองภายในพื้นที่ ได้แก่ ถนนเกษตรนิคม ถนนราชพฤกษ์ ถนนพระพิรุณ ถนนอินทนิล ซอย 1 ซอย 2 และ ซอย 3 และถนนสนามวังซ้าย และถนนลำดับที่สาม ได้แก่ถนนอื่นๆ ภายในย่านซึ่งมีความเหมาะสมต่อการเดินเท้าในทุกๆ สองเลี้ยว สอดคล้องกับประสิทธิภาพการเข้าถึงพื้นที่ในระดับย่าน โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับการสัญจรด้วยการเดินเท้าในเขตการศึกษา มีความสัมพันธ์กับการเลือกเส้นทางเดินทางอย่างหนาแน่นมากกว่า

อย่างไรก็ดีสำหรับการสัญจรด้วยจักรยานพบว่ามีเหมาะสมต่อทางเลือกในการสัญจรของระยะทางที่ไกลกว่า ซึ่งเหมาะสมกับพื้นที่ที่อยู่ลึกเข้าไปภายใน โดยเฉพาะเขตการศึกษาทางด้านทิศตะวันออกของพื้นที่ เช่น คณะประมงและทรัพยากรทางน้ำ และคณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร รวมถึงพื้นที่บางส่วนของคณะผลิตกรรมการเกษตร ซึ่งหากวิเคราะห์ประสิทธิภาพการเข้าถึงพื้นที่บนโครงข่าย พบว่ามีค่าประสิทธิภาพการเข้าถึงทั้งในระดับรวมและระดับย่านน้อย จึงน่าจะมีความเหมาะสมกับทางเลือกของการสัญจรด้วยการใช้จักรยานมากกว่าการเดินเท้า

4.3 ประสิทธิภาพการเข้าถึงบนโครงข่ายสัญญาณของการเชื่อมต่อ (Connectivity integration value) หรือศักยภาพการเข้าถึงบนโครงข่ายในระดับตัวเองของจำนวนเส้นทางที่อยู่ถัดไปหนึ่งเลี้ยวของเส้นทางใดเส้นทางหนึ่งเป็นจำนวนทั้งหมดที่เส้นและเส้นใดมีประสิทธิภาพของความเชื่อมต่อของโครงข่ายสูงที่สุดและลดหลั่นกันลงมา พบว่า ถนนอินทนิล มีค่าประสิทธิภาพการเชื่อมต่อของจำนวนเส้นทางที่อยู่ถัดไปหนึ่งเลี้ยวสูงที่สุดที่เช่นกัน แสดงด้วยเส้นสีแดง (29) รองลงมา แสดงด้วยเส้นสีส้ม คือ ถนนอินทนิล ซอย 1 (14) ถนนถนนอินทนิล ซอย 2 (10) ถนนอินทนิล ซอย 3 (8) ถนนเกษตรนิยาน (8) ถนนราชพฤกษ์ (8) ถนนจามจุรี (8) และถนนสนามวังซ้าย (7) และถนนอื่นๆ มีค่ารองลงมา (ตารางที่ 20 และ ภาพที่ 45)

ตารางที่ 20 ประสิทธิภาพการเข้าถึงบนโครงข่ายสัญญาณของการเชื่อมต่อ

ถนนที่สำคัญ	ประสิทธิภาพการเข้าถึงโครงข่ายระดับรวม (Connectivity integration value)
1) ถนนอินทนิล	29
2) ถนนอินทนิล ซอย 1	14
3) ถนนอินทนิล ซอย 2	10
4) ถนนอินทนิล ซอย 3	8
5) ถนนเกษตรนิยาน	8
6) ถนนราชพฤกษ์	8
7) ถนนพระพิรุณ	5
8) ถนนจอมพล	4
9) ถนนพิกุล	5
10) ถนนจามจุรี	8
11) ถนนสารภี	5
12) ถนนสนามวังซ้าย	7
13) ถนนชาวหอ	6



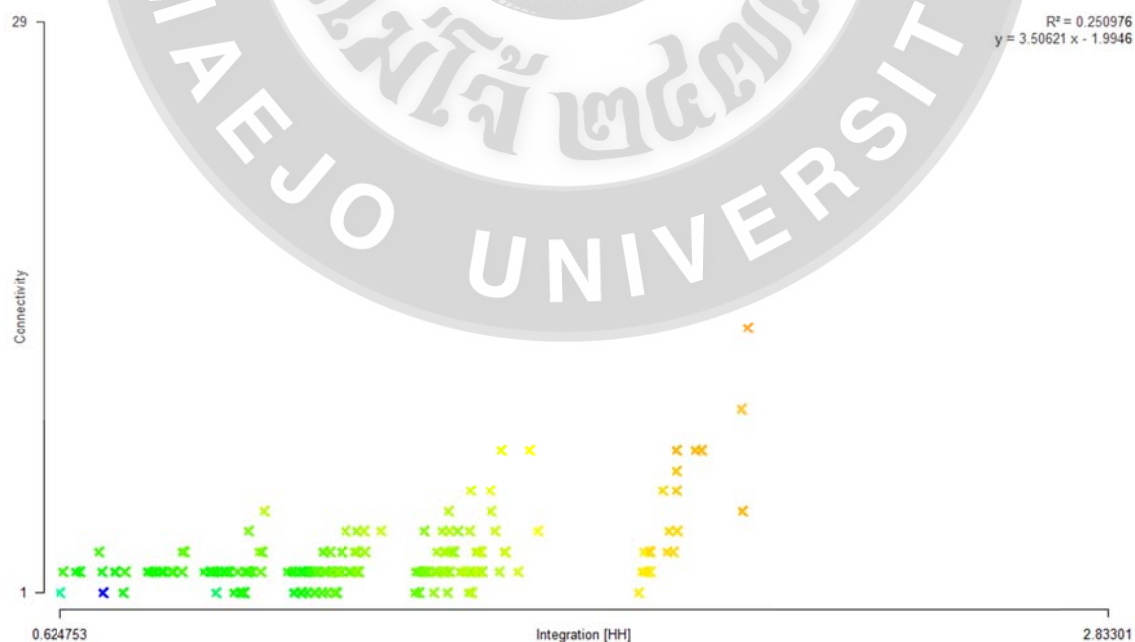
ภาพที่ 45 แผนที่โครงสร้างเชิงสัณฐานประสิทธิภาพการเข้าถึงบนโครงข่ายสัญจรของการเชื่อมต่อ (Connectivity integration value)

ผลวิเคราะห์ค่าประสิทธิภาพการเชื่อมต่อพบว่า ถนนอินทนิล มีค่าประสิทธิภาพการเชื่อมต่อสูงที่สุด โดยมีจำนวนเส้นทางที่อยู่ถัดไปหนึ่งเลี้ยวของของถนนอินทนิลสูงถึง 29 เลี้ยว มากกว่าถนนอื่นๆอย่างไม่เป็นลำดับ (Hierarchy) ในระบบ 2-3 เท่า ของถนนรอง ได้แก่ ถนนอินทนิล ซอย 1 ถนนถนนอินทนิล ซอย 2 ถนนอินทนิล ซอย 3 ถนนเกษตรนิคม ถนนราชพฤกษ์ ถนนจามจุรี และถนนสนามวังซ้าย แสดงถึงการขาดความต่อเนื่องอย่างเป็นลำดับของการเชื่อมต่อ

เห็นได้ว่าถนนอินทนิล เป็นถนนแกนหลักที่มีค่าประสิทธิภาพการเข้าถึงบนโครงข่ายสูงสุดทั้งในการสัญจรระดับรวม ระดับย่านในทุกสองเลี้ยว และการเชื่อมต่อกับถนนอื่นในทุกหนึ่งเลี้ยว ส่วนถนนรองในระบบที่เห็นได้ชัดเจนในทิศตะวันตก ได้แก่ ถนนเกษตรนิคม ถนนราชพฤกษ์ และถนนพระพิรุณ ด้านทิศตะวันออก ได้แก่ ถนนอินทนิล ซอย 1 ซอย 2 และ ซอย 3 ส่วนถนนอื่น มีลำดับรองลงมาทำหน้าที่เป็นถนนเชื่อมถนนรองมีทิศทางตามแนวแกนหลักถนนอินทนิล

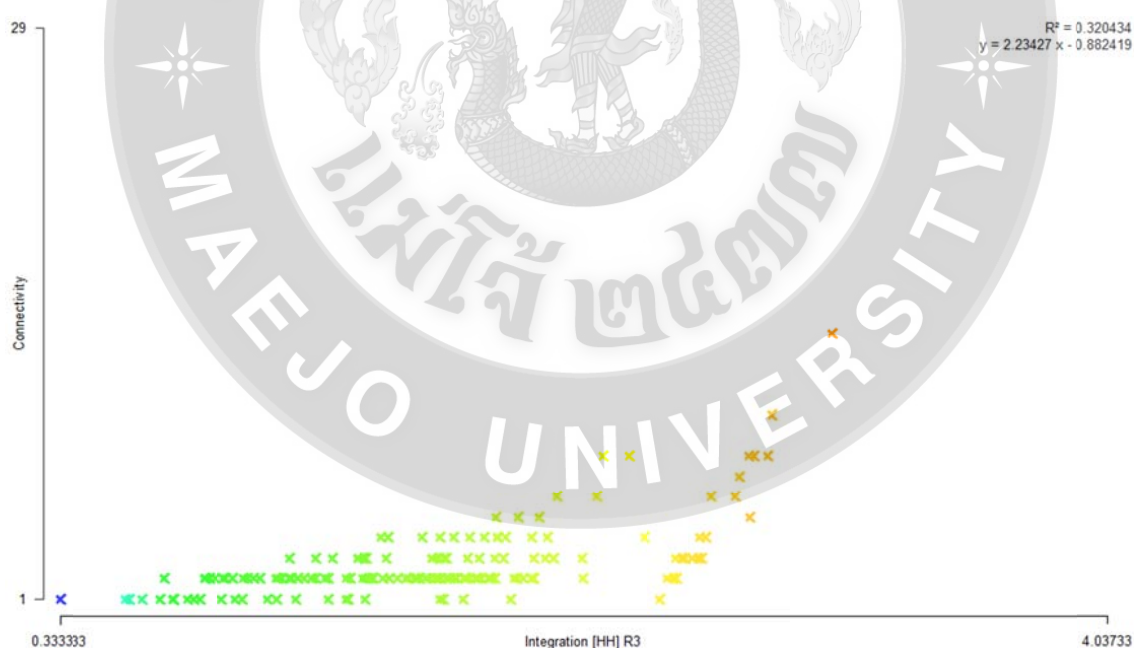
4.4 สัมประสิทธิ์ความสามารถในการทำความเข้าใจพื้นที่ (Intelligibility) นอกจากผลวิเคราะห์ประสิทธิภาพการเข้าถึงของเส้นทางบนโครงข่ายแล้ว ความสัมพันธ์ของเส้นทางสำคัญที่ได้รับค่านิยมในการเลือกใช้เส้นทางเพื่อผ่านย่าน และความสัมพันธ์ระหว่างกันกับค่าความเชื่อมต่อ หรือ “สัมประสิทธิ์ความสามารถในการทำความเข้าใจพื้นที่” (Intelligibility) ของผู้คนที่ใช้เส้นทางสัญจร ยังแสดงให้เห็นว่าจำนวนเส้นทางที่เชื่อมต่อกับเส้นทางหนึ่งเส้นทางใดจะถูกมองเห็นได้จากเส้นทางนั้นๆ ด้วย หากค่าดังกล่าวเป็นบวก หรือมีค่าสูง แสดงว่าโครงข่ายนั้นก่อให้เกิดความเข้าใจในการเลือกใช้เส้นทางในการเดินทางสูง โดยผู้คนที่สัญจรบนโครงข่ายมีแนวโน้มมองภาพรวมโครงข่ายสาธารณะได้อย่างเข้าใจได้ดีทั้งในระดับรวม ระดับย่าน และการเชื่อมต่อ สามารถเดินทางในโครงข่ายได้อย่างหลากหลายเสรี จดจำง่ายไม่หลงทาง

ผลการศึกษาค่าสัมประสิทธิ์ความสามารถในการทำความเข้าใจพื้นที่ (Intelligibility) ของการสัญจรในระดับรวม (Integration HH) กับค่าความเชื่อมต่อของโครงข่ายสัญจร (Connectivity) มหาวิทยาลัยแม่โจ้ พบว่า มีค่าสัมประสิทธิ์ 0.250976 แสดงให้เห็นว่าความสัมพันธ์ของการสัญจรเพื่อผ่านในระดับรวมกับค่าความเชื่อมต่อของโครงข่ายเป็นไปอย่างสอดคล้องกัน คือ ผู้ใช้ที่สัญจรอย่างเสรีในโครงข่ายสามารถทำความเข้าใจต่อพื้นที่ในระดับรวม กับการเชื่อมต่อ ของถนนแกนหลักและถนนรองอย่างเป็นลำดับสอดคล้องกับค่าประสิทธิภาพการเข้าถึงบนโครงข่ายในระดับรวม กับค่าความเชื่อมต่อ ที่เป็นไปในทิศทางเดียวกัน (ภาพที่ 46)



ภาพที่ 46 สัมประสิทธิ์ความสามารถในการทำความเข้าใจพื้นที่ของการสัญจรในระดับรวม (Integration HH) กับค่าความเชื่อมต่อของโครงข่ายสัญจร (Connectivity)

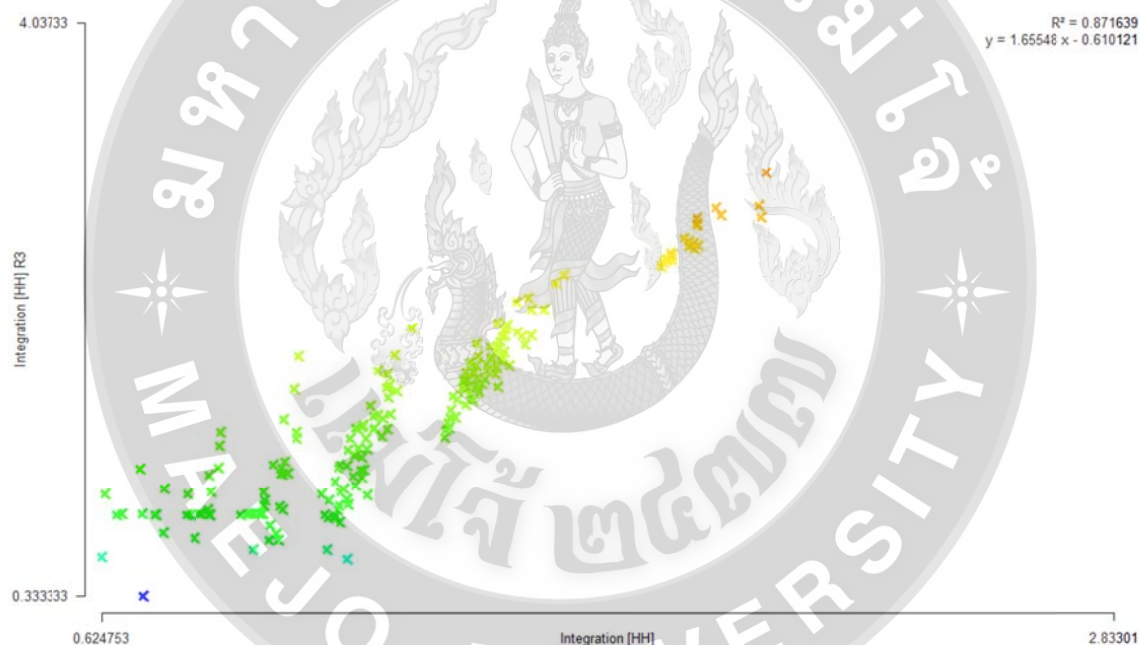
สำหรับค่าสัมประสิทธิ์ความในการทำความเข้าใจพื้นที่ (Intelligibility) ของการ
 สัญจรในระดับย่าน โดยเทียบจากเส้นทางอื่นๆถัดไปทุกสองเลี้ยว (Integration H3) กับค่าความ
 เชื่อมต่อของโครงข่ายสัญจร (Connectivity) ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้ พบว่า มีค่าสัมประสิทธิ์
 0.320434 ซึ่งมีค่าสูงกว่าค่าสัมประสิทธิ์ความในการทำความเข้าใจพื้นที่ของการสัญจรในระดับรวม
 (Integration HH) กับค่าความเชื่อมต่อของโครงข่ายสัญจร (Connectivity) แสดงให้เห็นว่า
 ความสัมพันธ์ของการสัญจรเพื่อผ่านในระดับย่านกับค่าความเชื่อมต่อของโครงข่ายเป็นไปอย่าง
 สอดคล้องกัน และดีกว่าการทำความเข้าใจพื้นที่ของการสัญจรในระดับรวม (Integration HH) กับค่า
 ความเชื่อมต่อของโครงข่ายสัญจร (Connectivity) คือ ผู้ใช้ที่สัญจรอย่างเสรีในโครงข่ายสามารถทำ
 ความเข้าใจต่อพื้นที่ในระดับย่านกับการเชื่อมต่อได้ดีกว่า แสดงถึงการส่งเสริมต่อการเดินเท้าภายใน
 พื้นที่ต่อการทำความเข้าใจโครงข่ายได้ดีกว่า ด้วยระบบของถนนหลักและถนนรองที่เป็นลำดับ
 สอดคล้องกันกับค่าประสิทธิภาพการเข้าถึงบนโครงข่ายในระดับรวม ค่าความเชื่อมต่อ และค่า
 สัมประสิทธิ์ในการทำความเข้าใจพื้นที่ในระดับย่านกับการเชื่อมต่ออย่างเป็นไปในทิศทางเดียวกัน
 (ภาพที่ 47)



ภาพที่ 47 สัมประสิทธิ์ความในการทำความเข้าใจพื้นที่ของการสัญจรในระดับพื้นที่ (Integration H3)
 กับค่าความเชื่อมต่อของโครงข่ายสัญจร (Connectivity)

4.5 สัมประสิทธิ์ความผสานของความกลมกลืนกับพื้นที่ (Synergy) ของ

ความสัมพันธ์ระหว่างค่าประสิทธิภาพการเข้าถึงบนโครงข่ายในระดับรวม และ ค่าประสิทธิภาพการเข้าถึงบนโครงข่ายในระดับย่าน หรือ สัมประสิทธิ์ความผสาน (Synergy) ที่แสดงว่าบริเวณย่านนั้นๆ มีความกลมกลืนกับเนื้อเมืองหรือการใช้สอยพื้นที่ได้เป็นอย่างดี ตลอดจนเป็นเส้นทางสาธารณะที่มีผู้นิยมใช้สัญจรในการเดินทางผ่านโครงข่ายในระดับรวมและในระดับย่าน ซึ่งจากผลวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์ของประสิทธิภาพการเข้าถึงโครงข่ายในระดับรวม และระดับย่านพบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์ความผสาน 0.871639 แสดงถึงความกลมกลืนของโครงข่ายสัญจรในระดับรวมของพื้นที่มหาวิทยาลัย โดยรวมมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางที่สอดคล้องกับการใช้สอยโครงข่ายในระดับพื้นที่หรือระดับย่าน (ภาพที่ 48)



ภาพที่ 48 สัมประสิทธิ์ความผสาน (Synergy) ของความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการเข้าถึงบนโครงข่ายสัญจรในระดับรวมการเข้าถึงบนโครงข่ายในระดับย่าน

ตารางที่ 21 สรุปความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการเข้าถึงบนโครงข่ายสัญญาณ

ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการเข้าถึง	ค่าสัมประสิทธิ์
ความผสานของความกลมกลืนกันของพื้นที่ (Synergy)	
ความสัมพันธ์ของการเข้าถึงบนโครงข่ายในระดับรวมและระดับย่าน (Global Integration; HH & Local Integration; [HH] R3)	0.871639
ความสามารถในการทำความเข้าใจพื้นที่ (Intelligibility)	
ความเข้าใจพื้นที่ของการสัญจรในระดับย่านกับความเชื่อมต่อของ โครงข่ายสัญญาณ (Local Integration; [HH] R3 & Connectivity)	0.320434
ความเข้าใจพื้นที่ของการสัญจรในระดับรวมกับความเชื่อมต่อของ โครงข่ายสัญญาณ (Global Integration; HH & Connectivity)	0.250976

สรุปความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการเข้าถึงบนโครงข่ายของความสามารถในการทำความเข้าใจพื้นที่ และความผสานของความกลมกลืนกันของพื้นที่ (ตารางที่ 21) ในภาพรวมพบว่ามี ความสัมพันธ์กันแต่มีค่าแตกต่างกัน โดยความเข้าใจพื้นที่ของการสัญจรในระดับรวม (Integration; HH) กับระดับย่าน (Integration; [HH] R3) หรือ สัมประสิทธิ์ความผสาน (Synergy) ของความ กลมกลืนกับพื้นที่หรือการใช้สอยพื้นที่ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้ มีค่าสูงสุด คือ 0.871639 แสดงถึง ระบบสัญญาณมีลำดับการเข้าถึงที่มีความสัมพันธ์กันสูงอย่างเป็นลำดับสอดคล้องกับอัตราการสัญจร และการเลือกเส้นทางสัญจรเดินเท้าของผู้ใช้โครงข่าย ส่วนการทำความเข้าใจพื้นที่ของผู้คนต่อการ สัญจรระดับย่านที่เทียบจากเส้นทางอื่นๆถัดไปทุกสองเลี้ยว (Integration; [HH] R3) กับค่าความ เชื่อมต่อของโครงข่ายสัญญาณ (Connectivity) มีค่าสัมประสิทธิ์การทำความเข้าใจพื้นที่ 0.320434 มีค่า ร่องลงมา สอดคล้องกับพฤติกรรมทางเลือกใช้เส้นทางเดินเท้าบนโครงข่ายที่พบว่า การเชื่อมต่อของ โครงข่ายถนนขนาดลำดับที่ต่อเนื่อง คือ ถนนหลักมีค่าความเชื่อมต่อสูงกว่าถนนรองลงไปกว่าโดยเฉลี่ย 3.6 เท่า ส่งผลต่อการเลือกเส้นทางเดินเท้าซึ่งใช้ทางลัดเพื่อผ่าน และทางเท้าที่เป็นทางลัดเชื่อมระหว่าง อาคารมาก โดยเฉพาะพื้นที่กลุ่มอาคารเรียนใจกลางพื้นที่ และพื้นที่สัญจรผ่านของสนามวังซ้ายที่ เชื่อมโยงระหว่างเขตพักอาศัยกับเขตการศึกษาและวิจัย ส่วนการทำความเข้าใจพื้นที่ (Intelligibility) ของผู้คนที่พื้นที่ของการสัญจรระดับรวม (Integration; HH) กับค่าความเชื่อมต่อของโครงข่ายสัญญาณ (Connectivity) มีค่า 0.250976 มีค่าน้อยที่สุด อธิบายความสัมพันธ์ได้คล้ายคลึงกันกับการทำความเข้าใจพื้นที่ของผู้คนต่อการสัญจรระดับย่านที่เทียบจากเส้นทางอื่นๆถัดไปทุกสองเลี้ยวกับค่าความ เชื่อมต่อของโครงข่ายสัญญาณ คือ การขาดความเชื่อมต่อ หรือความต่อเนื่องของลำดับการสัญจรบน โครงข่ายเช่นเดียวกัน และมีความชัดเจนที่น้อยกว่าจากค่าสัมประสิทธิ์น้อยที่สุด

บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาภูมิฐาน ประสิทธิภาพการเข้าถึงบนโครงข่ายสัญญาณมหาวิทยาลัยเชิงนิเวศ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เพื่อหาประสิทธิภาพการเข้าถึงพื้นที่บนโครงข่ายสัญญาณของการเดินทางจักรยาน และขดขาน และเสนอแนะแนวทางวางแผนสิ่งแวดล้อมระบบสัญญาณมหาวิทยาลัยเชิงนิเวศ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ด้วยการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ในเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพร่วมกัน สรุปผลได้ว่า ภูมิฐานในภาพรวมของมหาวิทยาลัยมีที่ตั้งทางด้านทิศเหนือของตัวเมืองเชียงใหม่ ของที่ราบเชิงเขาสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 316.0 เมตร ความลาดชัน พื้นที่ลาดเอียงจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือลงสู่ทิศตะวันตกเฉียงใต้ ความลาดชันของพื้นที่โดยเฉลี่ยไม่เกิน ร้อยละ 5.0

การใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่จำแนกได้แปดบริเวณ ได้แก่ เขตการศึกษาและวิจัย บริหาร กิฬาและนันทนาการ พักอาศัย บริการ ซ่อมบำรุง พื้นที่สีเขียวหรือรถจักรยาน และพื้นที่อื่น อาทิเช่น แปลงเกษตรและแปลงทดลอง เป็นต้น โดยพื้นที่ส่วนการศึกษาและวิจัยมีสัดส่วนสูงที่สุด คือ ร้อยละ 36.79 รวมถึงมีพื้นที่สีเขียวคุณภาพที่ปกคลุมด้วยพรรณไม้หนาแน่น ร้อยละ 8.25 ส่วนอาคารและสิ่งก่อสร้างภายในมหาวิทยาลัย ได้แก่ อาคารพักอาศัย บริหาร ศึกษาและวิจัย เอนกประสงค์ บริการ และอาคารอื่นๆ มีสัดส่วนอาคารของการศึกษาและวิจัยสูงที่สุด ร้อยละ 42.66 อาคารส่วนใหญ่มีความสูงเฉลี่ย 1-2 ชั้น 3-5 ชั้น และ สูงมากกว่า 5 ชั้น โดยอาคารส่วนใหญ่มีความสูง 1-2 ชั้น ร้อยละ 88.40 มีที่ตั้งกระจายตัวทั่วไปเป็นอาคารและสิ่งก่อสร้างในระยะแรกของมหาวิทยาลัย

โครงสร้างสัญญาณของมหาวิทยาลัย มีรูปแบบเด่นชัดเป็นแบบเส้นและแนวแกน (Linear and axial) ตามแนวถนนหลักของถนนอินทนิล ในแนวแกนเหนือใต้ของพื้นที่ และถนนรองนำสู่ถนนแกนหลัก คือ ถนนพระพิรุณ ของทางเข้าหลัก ถนนราชพฤกษ์ และถนนเกษตรนิคม ของทางเข้ารอง สำหรับมวลอาคารและที่ว่าง เกาะตัวหนาแน่นตามแนวถนนหลักตัดกับถนนรอง พบว่าหนาแน่นมากที่สุดในเขตการศึกษา มีอัตราส่วน 7:10 บริเวณถนนอินทนิล ถนนพระพิรุณ ตัดกับถนนซ่อมพอ และถนนพิบูล กลุ่มอาคาร ได้แก่ อาคารเรียนรวม คณะศิลปศาสตร์ คณะบริหารธุรกิจ สำนักหอสมุด และวิทยาลัยบริหารศาสตร์ แสดงถึงความหลากหลายและมีชีวิตชีวาของพื้นที่

การสัญญาณภายในมหาวิทยาลัย มีสัดส่วนพื้นที่คิดเป็น ร้อยละ 12.0 ของพื้นที่ทั้งหมด อยู่ในเกณฑ์เพียงพอต่อการใช้สอยตามมาตรฐานสัดส่วนการใช้ประโยชน์ที่ดิน โครงข่ายถนนผสมระหว่างแบบเส้น (Linear) ทางโค้งยาว (Curve linear) และแบบบล็อก (Block) ขนาดใหญ่ รูปแบบของถนนหลักและถนนรองเป็นแบบก้างปลา (Fish bone type) แทรกด้วยทางโค้งยาวเพื่อเบี่ยง

การจราจร และแบ่งพื้นที่โดยรอบออกเป็นบล็อกขนาดใหญ่ สำหรับการสัญจรโดยทางจักรยาน มีการส่งเสริมการใช้จักรยานโดยมีการกำหนดโครงข่ายเส้นทางจักรยาน และสนับสนุนจักรยานในการสัญจรของโครงการโดยความร่วมมือจากกระทรวงพลังงาน กำหนดแนวเส้นทางจักรยาน 4 เส้นทางหลัก ตามแนวแกนถนนอินทนิล กระจายตัวสู่พื้นที่สองฝั่งของถนนชาวหอ ถนนราชพฤกษ์ ถนนอินทนิล ซอย 2 และถนนสารภี รวมระยะทาง 4.141 กิโลเมตร อย่างไรก็ตามยังไม่มีกำหนดป้ายสัญลักษณ์ รวมถึงช่องจราจรสำหรับการสัญจรด้วยจักรยานแต่อย่างใด สำหรับการสัญจรด้วยการเดินเท้าพบว่ามีการจัดแนวทางเท้าตลอดแนวถนนพระพิรุณ และบางช่วงของถนนอินทนิล ถนนชาวหอ ถนนอินทนิล ซอย 2 และถนนอินทนิล ซอย 3 โครงข่ายทางเท้ามีลักษณะกระจายตัว (Fragment) ไม่เชื่อมต่อและปลายตัน (Dead end) รวมระยะทางเท้าทั้งสิ้น 2.525 กิโลเมตร

เมื่อวิเคราะห์ร่วมกับกลุ่มตัวอย่างของผู้ใช้โครงข่ายในแนวทางมหาวิทยาลัยเชิงนิเวศของการเดินเท้าและการใช้จักรยาน พบว่า ผู้ใช้โครงข่ายหลักเป็นนักศึกษาโดยเฉพาะชั้นปีที่ 1 ร้อยละ 29.30 มีอัตราการสัญจรผ่านจุดสังเกตการณ์ (Gate observation) ของการเดินเท้าในอัตราสูงสุดมีความสัมพันธ์กันในช่วงเวลาเช้า กลางวัน และเย็น บริเวณถนนชาวหอ ถนนราชพฤกษ์ ถนนสนามวังซ้าย ถนนพระพิรุณ และถนนอินทนิล ก่อนกระจายสู่ถนนจอมพล และถนนพิกุล ซึ่งมีความสัมพันธ์กับอัตราส่วนมวลอาคารต่อพื้นที่ว่างสูงสุดของพื้นที่บริเวณ อาคารเรียนรวม สำนักหอสมุด คณะศิลปศาสตร์ คณะบริหารธุรกิจ และวิทยาลัยบริหารศาสตร์ ส่วนการสัญจรของจักรยานมีทิศทางการเดินทางลึกเข้าไปยังพื้นที่ภายใน มีความสัมพันธ์กันทั้งสามช่วงเวลา ของถนนเกษตรستان ถนนจามจุรี ถนนพระพิรุณ ถนนอินทนิล ถนนอินทนิล ซอย 2 และถนนสารภี ไปยังคณะผลิตกรรมการเกษตร คณะประมงและทรัพยากรทางน้ำ คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร ของพื้นที่ลึกเข้าไปภายใน โดยการเลือกใช้เส้นทางของผู้สัญจรจากการสัมภาษณ์ (Movement trace) พบว่าการเดินเท้ามีความเชื่อมโยงกับเขตการใช้ประโยชน์ที่ดินพักอาศัย ศึกษาและวิจัย และนันทนาการ ตามแนวเส้นทางข้างต้น โดยเฉพาะในช่วงเวลาเช้าและเย็น อย่างไรก็ตามพบว่าเส้นทางเดินเท้าที่ผู้ใช้เลือกมีความสัมพันธ์กับเส้นทางเท้าที่จัดไว้บนโครงข่ายน้อยมาก โดยผู้ใช้เลือกใช้เส้นทางที่เป็นทางลัดระหว่างอาคาร และเชื่อมต่อระหว่างอาคารมากที่สุด โดยการสัญจรทั้งทางเท้าและจักรยานมีความสัมพันธ์กับจุดหยุดทำกิจกรรม (Static Snap shot) ที่มีความหนาแน่นสูง มากกว่า 30 คน รูปแบบกิจกรรม ได้แก่ นัดพบ สนทนา และรับประทานอาหาร ของพื้นที่บริเวณ อาคารเรียนรวม สำนักหอสมุด คณะศิลปศาสตร์ คณะบริหารธุรกิจ และวิทยาลัยบริหารศาสตร์ สอดคล้องกับความหนาแน่นมวลอาคารและที่ว่างสูงที่สุดของพื้นที่

ผลวิเคราะห์ประสิทธิภาพการเข้าถึงบนโครงข่ายสัญจรมหาวิทยาลัยเชิงนิเวศมหาวิทยาลัยแม่โจ้ แสดงด้วยค่าประสิทธิภาพการเข้าถึงของเส้นทางบนโครงข่ายทั้งในระดับพื้นที่รวม (Global integration value) ระดับพื้นที่ หรือระดับย่าน (Local integration value) และการเชื่อมต่อ

(Connectivity integration value) พบว่า ถนนแนวแกนหลัก ถนนอินทนิล มีค่าประสิทธิภาพการเข้าถึงทั้งตามระดับสูงที่สุด โดยมีค่าประสิทธิภาพการเข้าถึงของเส้นทางบนโครงข่ายในระดับรวม 2.8330 ระดับพื้นที่ 4.0373 และความเชื่อมต่อ 29 ส่วนถนนรอง มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน ได้แก่ ถนนเกษตรสถาน ถนนราชพฤกษ์ ถนนพระพิรุณ ถนนอินทนิล ซอย 1 ซอย 2 และ ซอย 3 มีค่าประสิทธิภาพการเข้าถึงในระดับรองลงมาทั้งในระดับรวม ระดับพื้นที่เฉพาะ และการเชื่อมต่อ ด้วยค่าประสิทธิภาพการเข้าถึงในระดับรองลงมาจากถนนอินทนิล อย่างไรก็ตามพบว่าถนนสนามวังซ้ายมีความน่าสนใจเนื่องจากมีค่าประสิทธิภาพการเข้าถึงในระดับรองลงมาเช่นกัน และมีความสัมพันธ์กับการเดินเท้าที่ผู้ใช้ส่วนใหญ่นิยมใช้สัญจรเพื่อผ่านพื้นที่มากที่สุด

ผลการซ้อนทับแผนที่โครงสร้างเชิงสัมพันธ์ฐานประสิทธิภาพการเข้าถึงของโครงข่ายระดับต่างๆกับการสัญจรด้วยการเดินเท้าและทางจักรยาน พบว่า นอกจากความสอดคล้องกับประสิทธิภาพที่วัดได้แล้ว ยังมีข้อสังเกตเพิ่มเติมที่ว่า

-ถนนอินทนิล ถนนแกนหลัก มีค่าประสิทธิภาพการเข้าถึงบนโครงข่ายสูงที่สุดในทุกระดับของการวัดประสิทธิภาพ ทั้งในระดับรวม ระดับพื้นที่ และการเชื่อมต่อ สอดคล้องกับการสัญจรด้วยการเดินเท้าและจักรยาน ช่วงถนนที่มีอัตราสัญจรหนาแน่น คือ ช่วงถนนจุดตัดถนนอินทนิลกับถนนราชพฤกษ์ จรดประตูบางแขน อย่างไรก็ตามพบว่ายังไม่สอดคล้องกับแนวทางเท้าเดินเท้าของมหาวิทยาลัยในปัจจุบันที่มีลักษณะแตกกระจาย ขาดช่วง และไม่ต่อเนื่อง

-ถนนรอง ได้แก่ ถนนราชพฤกษ์ ถนนจามจุรี ถนนพระพิรุณ ถนนอินทนิล ซอย 1 ซอย 2 และซอย 3 มีค่าประสิทธิภาพการเข้าถึงบนโครงข่ายรองลงมาทั้งในระดับรวม ระดับพื้นที่ และการเชื่อมต่อ แสดงถึงบทบาทของถนนรองบนโครงข่ายที่ทำหน้าที่ในการรับและการกระจายการสัญจรจากถนนหลักถนนอินทนิลได้ดี สอดคล้องกับอัตราการสัญจรและการเลือกใช้เส้นทางเดินเท้าและจักรยานของผู้ใช้บนโครงข่าย

-ถนนสนามวังซ้าย บริเวณพื้นที่สนามวังซ้ายที่เชื่อมต่อระหว่างเขตปทุมธานีกับเขตการศึกษาและวิจัย พบว่ามีบทบาทอย่างมากในการรองรับการสัญจร โดยเฉพาะการเดินเท้ามาก ด้วยค่าประสิทธิภาพของการสัญจรเพื่อผ่านและเข้าถึงบนโครงข่ายเทียบเท่าได้กับถนนรองดังกล่าวมาแล้วข้างต้น รวมถึงมีความสอดคล้องกับอัตราสัญจร และปริมาณสัญจรของการเดินเท้ามากที่สุด

-ถนนชอมพอ และถนนพิบูล พบว่า ค่าประสิทธิภาพการเข้าถึงบนโครงข่ายในระดับรวม ระดับพื้นที่ และการเชื่อมต่อ อยู่ในลำดับที่สาม อย่างไรก็ตามพบว่า ถนนดังกล่าวเป็นถนนโค้งยาวเชื่อมต่อระหว่างถนนพระพิรุณและถนนอินทนิล ซึ่งผล

การศึกษาประสิทธิภาพการเข้าถึงบนโครงข่ายไม่สอดคล้องกับการเลือกใช้เส้นทางเดินเท้าของผู้ใช้โครงข่าย โดยเฉพาะถนนซอมพอที่ผู้ใช้เลือกใช้เส้นทางอย่างหนาแน่นเพื่อผ่านสู่ถนนอินทนิลเพื่อเชื่อมโยงไปยังคณะต่างๆตามแนวถนนอินทนิล และเพื่อเข้าถึงกลุ่มอาคารเรียนรวม สำนักหอสมุด คณะศิลปศาสตร์ คณะบริหารธุรกิจ และวิทยาลัยบริหารศาสตร์ ผู้ใช้เลือกใช้ทางเท้าที่เป็นทางลัดระหว่างอาคารมากที่สุด สอดคล้องกับจุดหยุดทำกิจกรรม ได้แก่ นักฟักรอ พุดคุย และรับประทานอาหาร และความหนาแน่นของมวลอาคารต่อพื้นที่ว่างซึ่งบริเวณนี้มีอัตราสูงสุด 7:10

สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการเข้าถึงบนโครงข่ายของความสามารถในการทำความเข้าใจพื้นที่ และความผสานของความกลมกลืนกันของพื้นที่ ในภาพรวมพบว่ามีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันแต่มีค่าต่างกัน โดยความเข้าใจพื้นที่ของการสัญจรในระดับรวม (Integration; HH) กับระดับย่าน (Integration; [HH] R3) หรือ สัมประสิทธิ์ความผสาน (Synergy) ของความกลมกลืนกันของพื้นที่ การใช้สอยพื้นที่ และประสิทธิภาพการเข้าถึงพื้นที่ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้ มีค่าสูง คือ 0.871639 แสดงถึงระบบสัญจรมีลำดับการเข้าถึงที่มีความสัมพันธ์กันสูงอย่างเป็นลำดับ สอดคล้องกับอัตราการสัญจรและการเลือกเส้นทางสัญจรเดินเท้าของผู้ใช้โครงข่าย ส่วนการทำความเข้าใจพื้นที่ของผู้คนต่อการสัญจรระดับย่านที่เทียบจากเส้นทางอื่นๆถัดไปทุกสองเฉลี่ย (Integration; [HH] R3) กับค่าความเชื่อมต่อของโครงข่ายสัญจร (Connectivity) มีค่าสัมประสิทธิ์การทำความเข้าใจพื้นที่ 0.320434 มีค่ารองลงมา สอดคล้องกับพฤติกรรมทางเลือกใช้เส้นทางเดินเท้าบนโครงข่ายที่พบว่า การเชื่อมต่อของโครงข่ายถนนขนาดลำดับที่ต่อเนื่อง โดยถนนหลักมีค่าความเชื่อมต่อสูงกว่าถนนรองลงไปกว่าโดยเฉลี่ย 3.6 เท่า ส่งผลต่อการเลือกเส้นทางเดินเท้าซึ่งใช้ทางลัดเพื่อผ่านและทางเท้าที่เป็นทางลัดเชื่อมระหว่างอาคารมากในพื้นที่กลุ่มอาคารเรียนใจกลางพื้นที่ และเพื่อสัญจรผ่านของสนามวังซ้ายที่เชื่อมโยงระหว่างเขตพักอาศัยกับเขตการศึกษาและวิจัย ส่วนการทำความเข้าใจพื้นที่ (Intelligibility) ของผู้คนต่อพื้นที่ของการสัญจรระดับรวม (Integration; HH) กับค่าความเชื่อมต่อของโครงข่ายสัญจร (Connectivity) มีค่า 0.250976 อธิบายความสัมพันธ์ได้คล้ายคลึงกันกับการทำความเข้าใจพื้นที่ของผู้คนต่อการสัญจรระดับย่านที่กับค่าความเชื่อมต่อของโครงข่ายสัญจร คือ ขาดความต่อเนื่องของลำดับการสัญจรบนโครงข่าย และมีความชัดเจนน้อย สรุปความสัมพันธ์ได้ว่าความผสานของโครงข่ายในระดับพื้นที่รวมกับระดับพื้นที่เฉพาะ หรือระดับย่าน มีความสัมพันธ์กันสูง มีความกลมกลืนกับการใช้ประโยชน์พื้นที่หรือการใช้สอยพื้นที่เป็นอย่างดี สอดคล้องกับผลวิเคราะห์ประสิทธิภาพของการเข้าถึงบนโครงข่ายในระดับรวมและระดับพื้นที่เฉพาะ ส่วนการทำความเข้าใจของผู้คนที่สัญจรบนโครงข่ายกับความเชื่อมต่อบนโครงข่ายทั้งในระดับรวม ระดับพื้นที่

เฉพาะ หรือระดับย่าน ความสัมพันธ์มีค่าน้อย ประสิทธิภาพของการเชื่อมต่อของเส้นทางบนโครงข่าย ยังขาดความเป็นลำดับ (Hierarchy) และการเชื่อมต่อ (Connectivity) ที่ดี

กล่าวโดยสรุปได้ว่า ภูมิฐาน ประสิทธิภาพการเข้าถึงบนโครงข่ายสัญญากรมมหาวิทยาลัยเชิงนิเวศ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ มีประสิทธิภาพการเข้าถึงพื้นที่และความสัมพันธ์ของการเข้าถึงบนโครงข่ายในระดับพื้นที่สูงมาก หากแต่โครงข่ายสัญญาดังกล่าวยังขาดความเชื่อมต่อ (Connectivity) ซึ่งส่งผลกระทบต่อความสามารถในการทำความเข้าใจพื้นที่ของผู้คนที่สัญจรบนโครงข่าย โดยเฉพาะโครงข่ายสัญญาอย่างเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมของการเดินเท้าและการใช้จักรยาน ที่ผู้คนที่สัญจรบนโครงข่ายสามารถสามารถเลือกเส้นทางสัญจรในพื้นที่ได้อย่างหลากหลาย เสรี ในแนวทางของการเป็นมหาวิทยาลัยเชิงนิเวศที่มีชีวิตชีวา

อภิปรายผล

จากผลวิจัยภูมิฐาน ประสิทธิภาพการเข้าถึงบนโครงข่ายสัญญากรมมหาวิทยาลัยเชิงนิเวศ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ด้วยการประยุกต์ใช้แนวคิดฐานวิทยาเมือง และภูมิสารสนเทศศาสตร์ ในการหาประสิทธิภาพการเข้าถึงบนโครงข่ายเชิงพื้นที่ที่ร่วมกับความสัมพันธ์กับปัจจัยที่เกี่ยวข้องด้วยเทคนิควิธีการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ แบบจำลองเชิงพื้นที่ การซ้อนทับชั้นข้อมูล และผลวิเคราะห์เชิงสถิติ ผลวิจัยแสดงให้เห็นว่าการหาประสิทธิภาพการเข้าถึงของพื้นที่บนโครงข่ายสัญญากรมเดินเท้า จักรยาน และ ขวดยาน สามารถใช้ฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศอธิบายปรากฏการณ์เชิงพื้นที่ได้ชัดเจนในเชิงพื้นที่ โดยเฉพาะทางด้านภูมิฐานของปัจจัยทางธรรมชาติ ปัจจัยที่มนุษย์สร้างขึ้น รวมถึงกลุ่มตัวอย่างผู้ใช้สอยโครงข่ายของพื้นที่ จากนั้นนำมาพัฒนาต่อยอดจากฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศของปัจจัยโครงข่ายสัญญาด้วยการนำมาสร้างแผนที่แอ็กเซียล ทำการประมวลผลหาประสิทธิภาพการเข้าถึงพื้นที่ของโครงข่ายสัญญา และนำผลจากแบบจำลองและผลวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงสถิติกลับมาประมวลร่วมกับผลวิเคราะห์ข้อมูลภูมิสารสนเทศศาสตร์ด้วยการซ้อนทับชั้นข้อมูลอีกครั้งหนึ่ง เพื่ออธิบายปรากฏการณ์เชิงฐานพื้นที่ดังกล่าวด้วยทฤษฎีสัญจรอิสระ ทฤษฎีเศรษฐสัญญา และทฤษฎีฐานพื้นที่ศูนย์กลาง

ผลวิจัยแสดงให้เห็นว่าทฤษฎีดังกล่าวสามารถนำมาอธิบายปรากฏการณ์และประสิทธิภาพการเข้าถึงบนโครงข่ายสัญญากรมมหาวิทยาลัยแม่โจ้ในเชิงพื้นที่ได้อย่างสอดคล้องและมีความสัมพันธ์กับปัจจัยอื่นๆที่เก็บข้อมูลด้วยวิธีการเชิงพื้นที่และสถิติที่เกี่ยวข้อง รวมถึงมีความสอดคล้องกับการวัดประสิทธิภาพการเข้าถึงบนโครงข่ายของงานวิจัยต่างๆของการทบทวนวรรณกรรมที่ผ่านมา ที่ว่าประสิทธิภาพการเข้าถึงของพื้นที่บนโครงข่ายสัญญาจะปรากฏผลการวัดว่ามีค่าประสิทธิภาพการ

เข้าถึงในระดับรวม (Global integration value) ระดับพื้นที่ หรือ ระดับย่าน (Local integration value) และการเชื่อมต่อ (Connectivity integration value) ในระดับสูงที่แสดงด้วยเส้นสีแดงบนโครงข่ายสัญญาณ ซึ่งเป็นบริเวณที่มีการสัญจรเพื่อผ่านและเข้าถึงมากในระบบ และค่าดังกล่าวจะลดหลั่นกันลงมาดังแสดงด้วยวรรณะสีรุ้ง และเช่นเดียวกันการวัดความสัมพันธ์ของประสิทธิภาพการสัญจรบนโครงข่ายของการเข้าถึงในระดับต่างๆ ของความสามารถในการทำความเข้าใจพื้นที่ (Intelligibility) และความผสมผสานของความกลมกลืนกันของพื้นที่ (Synergy) ก็ยังมีความสัมพันธ์ในเชิงสถิติที่สอดคล้องกับวิธีการเก็บข้อมูลของการตั้งด่านสังเกตการณ์ถนนประชากรที่สัญจรผ่าน (Gate Observation) การติดตามเส้นทางการเดินเท้าและทางจักรยาน (Movement trace) และจุดหยุดทำกิจกรรมแบบหยุดนิ่งของกลุ่มตัวอย่าง (Static snap shot) ที่ความสัมพันธ์จากการวัดเชิงสถิติของแบบจำลองสอดคล้องกับการเทคนิควิธีการสำรวจจากกลุ่มตัวอย่างที่สัญจรบนโครงข่ายสัญญาณ รวมถึงการนำเสนอที่โครงสร้างเชิงสัญญาณซึ่งเป็นผลจากแบบจำลองเชิงพื้นที่มาซ้อนทับกับผลจากข้อมูลเทคนิควิธีการสำรวจจากกลุ่มตัวอย่างและผลวิเคราะห์จากฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศด้วยเช่นกัน

อย่างไรก็ดีลักษณะสัญญาณเชิงพื้นที่โครงข่ายสัญญาณของมหาวิทยาลัยมีลักษณะยังไม่ปรากฏว่าเป็นสัญญาณพื้นที่ศูนย์กลางของโครงข่ายกริดสัญญาณที่มีลักษณะสานกันหนาแน่น (Grid intensification) เนื่องจากโครงข่ายสัญญาณมีลักษณะรูปแบบผสมผสาน (Compound pattern) ของแนวแกนหลักแบบเส้น (Axial linear) และถนนรองแยกจากถนนหลักออกไปทั้งสองด้านของรูปแบบก้างปลา (Fish bone) ผสมกับตารางขนาดใหญ่ (Big grid) ร่วมกับระบบทางโค้งยาว (Curve Linear) ซึ่งถนนแกนหลักเป็นถนนที่มีประสิทธิภาพการเข้าถึงพื้นที่สูงที่สุดเพียงเส้นเดียวของใจกลางพื้นที่ จึงไม่ปรากฏลักษณะสัญญาณพื้นที่ศูนย์กลางที่สานกันหนาแน่นของโครงข่ายสัญญาณบนพื้นที่ที่สอดคล้องกับแนวทฤษฎี

กล่าวโดยสรุปได้ว่าการวิจัยของภูมิฐาน ประสิทธิภาพการเข้าถึงบนโครงข่ายมหาวิทยาลัยเชิงนิเวศ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ มีผลวิจัยอย่างสอดคล้องกับแนวคิดทฤษฎี และวิธีการศึกษา ด้วยเทคนิควิธีวิเคราะห์เชิงพื้นที่ ที่แสดงผลวิจัยของประสิทธิภาพการเข้าถึงบนโครงข่ายสัญญาณของทฤษฎีการสัญจรอิสระ ทฤษฎีเศรษฐกิจที่ว่าการสัญจรอิสระเกิดจากการเชื่อมต่อกันของโครงข่ายกริด และการกระจายการสัญจรมากขึ้นไปตามบริเวณต่างๆอย่างไม่เท่าเทียมกัน ทำให้บางส่วนคึกคัก บางส่วนเงียบเหงา และยังแสดงให้เห็นถึงบทบาทความสำคัญของสัญญาณพื้นที่ในการทำให้หน้าที่ใช้สอยของแต่ละพื้นที่แตกต่าง และความเข้มข้นของการสัญจรในบางบริเวณที่มีมากกว่าปกติจะดึงดูดกิจกรรมให้มากระจุกตัวกันมากขึ้นเกิดเป็นสิ่งที่ดึงดูดของย่านการค้า ส่งผลให้เกิดการสัญจรเพิ่มมากขึ้นเข้าสู่ภายในโครงข่ายกริดนั้นอีกเป็นทวีคูณ (Multiplier effect) แต่อย่างไรก็ดีผลวิจัยไม่ปรากฏลักษณะที่แสดงได้อย่างเด่นชัดถึงสัญญาณพื้นที่ศูนย์กลางของโครงข่ายกริดที่สานกันอย่างหนาแน่นอย่างของทฤษฎีสัญญาณพื้นที่ศูนย์กลาง ที่ว่าจากกระบวนการเศรษฐกิจกระทำผ่านโครงข่ายที่มีความเข้มข้น

ของการใช้สอยจะทำให้พื้นที่เกิดการแบ่งซอยโครงข่ายออกเป็นส่วนย่อยที่เล็กลง เพื่อเพิ่มพื้นที่ผิวรองรับการสัญจรอิสระที่เพิ่มขึ้นอีก ทำให้พื้นที่มีขนาดเล็กกะทัดรัด เส้นทางภายในมีลักษณะสั้น มีทางเลือกในการใช้เส้นทางมาก และมีประสิทธิภาพในการเข้าถึงพื้นที่มากกว่าบริเวณอื่นๆ รูปร่างรูปทรงของโครงข่ายมีรูปแบบสี่เหลี่ยมตาราง (Grid pattern) เป็นปรากฏการณ์ของความมีชีวิตชีวาด้วยโครงสร้างลักษณะเชิงสัณฐานพื้นที่อันพึงประสงค์ ที่โครงข่ายสาธารณะมีการประสานเชื่อมต่อกันอย่างทั่วถึงมีประสิทธิภาพ การสัญจรกระจายตัวได้อย่างเป็นอิสระทั้งระบบ ผู้คนสัญจรในระบบได้อย่างเสรี ถนนและพื้นที่สาธารณะมีสภาพแวดล้อมการใช้งานทั้งเพื่อผ่านและเข้าถึง เกิดการไหลเวียนปะปนของผู้คนอย่างหลากหลายมีชีวิตชีวาบนพื้นที่

ข้อเสนอแนะ

ภูมิฐานประสิทธิภาพการเข้าถึงบนโครงข่ายมหาวิทยาลัยเชิงนิเวศ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ของลักษณะโครงสร้างเชิงสัณฐานพื้นที่โครงข่ายสัญจรของมหาวิทยาลัย ที่มีประสิทธิภาพการเข้าถึงพื้นที่และความสัมพันธ์ของการเข้าถึงบนโครงข่ายในระดับพื้นที่สูงมาก หากแต่โครงข่ายสัญจรดังกล่าวยังขาดความเชื่อมต่อ (Connectivity) ที่ส่งผลต่อความสามารถในการทำความเข้าใจพื้นที่ของผู้คนที่สัญจรบนโครงข่าย โดยเฉพาะการสัญจรอย่างเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ที่ผู้คนที่สัญจรบนโครงข่ายสามารถสามารถเลือกเส้นทางสัญจรในพื้นที่ได้อย่างหลากหลาย เสรี และมีชีวิตชีวา โครงข่ายสัญจรมีรูปแบบผสมผสาน (Compound pattern) ของถนนแนวแกนหลักแบบเส้น (Axial line) คือ ถนนอินทนิล ที่มีประสิทธิภาพการเข้าถึงบนโครงข่ายและการเชื่อมต่อสูงสุด และมีแนวถนนรองแยกจากถนนหลักออกไปทั้งสองด้านของรูปแบบก้างปลา (Fish bone) ผสมกับตารางขนาดใหญ่ (Big grid) ร่วมกับระบบทางโค้งยาว (Curve Linear) ซึ่งแนวแกนหลักถนนอินทนิลทำหน้าที่รับและกระจายการสัญจรทั้งสองฝั่งของพื้นที่ ได้แก่ ด้านทิศตะวันตกของถนนอินทนิล จรดทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 1001 (เชียงใหม่-พร้าว) และด้านทิศตะวันออกเป็นพื้นที่ที่ลึกกว่าเข้าไปภายใน จรดแนวคลองส่งน้ำชลประทานแม่แฝก แยกพิจารณาได้ดังนี้

พื้นที่ทิศตะวันตกของถนนอินทนิล มีแนวถนนรองทำหน้าที่รับและกระจายการจราจรระหว่างทางเข้าหลักด้านหน้ามหาวิทยาลัยกับถนนแกนหลักถนนอินทนิล ได้แก่ ถนนเกษตรสาน (ประตูสมาคมศิษย์เก่าฯ-ถนนอินทนิล) ถนนราชพฤกษ์ (ประตูตลาดควาย-ถนนอินทนิล) ถนนพระพิรุณ (ประตูใหญ่-ถนนอินทนิล) รวมถึงประตูบางเขน ความลึกของการเข้าถึงน้อยกว่าจึงมีประสิทธิภาพในการเข้าถึงสูง รวมถึงเป็นเขตเชื่อมต่อการสัญจรของเขตพักอาศัยกับเขตการศึกษาและวิจัย มีความหนาแน่นของมวลอาคารและพื้นที่ว่างสูง อัตราการสัญจรสูง ถนนรองดังกล่าวแบ่งพื้นที่ออกเป็นบล็อกขนาดใหญ่ และมีถนนแบบทางโค้งยาวทำหน้าที่เชื่อมการสัญจรระหว่างถนนพระพิรุณ

กับถนนอินทนิล คือ ถนนพิกุล และถนนจอมพอ ซึ่งมีความลึกมากจึงทำให้ประสิทธิภาพการเข้าถึงบนโครงข่ายอยู่ในลำดับถัดมาจากถนนรองดังกล่าว

พื้นที่ทางด้านทิศตะวันออกของถนนอินทนิล มีแนวถนนรองทำหน้าที่รับและกระจายการจราจรจากถนนอินทนิลสู่พื้นที่ลึกเข้าไปภายใน ได้แก่ ถนนอินทนิล ซอย 1 ถนนอินทนิล ซอย 2 และถนนอินทนิล ซอย 3 และถนนราชพฤกษ์ ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เขตการศึกษาและวิจัยและแปลงเกษตรกรรม มีความหนาแน่นของมวลอาคารและพื้นที่ว่างน้อย อัตราการสัญจรน้อย ถนนรองดังกล่าวแบ่งพื้นที่ออกเป็นบล็อกขนาดใหญ่เช่นกัน แต่มีความลึกมากกว่า พื้นที่ทางด้านทิศตะวันตกจึงมีความลึกมากกว่าเข้าถึงได้ยากและมีประสิทธิภาพในการเข้าถึงรองลงมาจากถนนหลัก นอกจากนั้นยังมีแนวถนนทางโค้งยาวเชื่อมพื้นที่ลึกเข้าไปภายใน ได้แก่ ถนนอินทนิล ซอย 2 และ ถนนสารภี มีประสิทธิภาพในการเข้าถึงพื้นที่น้อยที่สุด

ดังนั้นข้อเสนอแนะเชิงพื้นที่บนโครงข่ายสัญจรซึ่งมีบทบาทสำคัญเพื่อเป็นแนวทางวางแผนสิ่งแวดล้อมระบบสัญจรในอันที่จะตอบสนองต่อแนวคิดหลักของการพัฒนาสู่การเป็นมหาวิทยาลัยเชิงนิเวศอย่างสมดุลระหว่างมนุษย์กับธรรมชาติ การลดลงของรอยเท้าคาร์บอน (Carbon footprint) ภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยและพื้นที่โดยรอบ ได้แก่ การส่งเสริมระบบขนส่งสาธารณะ การส่งเสริมการใช้พื้นที่สาธารณะอย่างเอนกประโยชน์ที่เชื่อมโยงได้กับระบบขนส่งสาธารณะ และการส่งเสริมการเดินทางจักรยานอย่างสอดคล้องกับประสิทธิภาพการเข้าถึงของโครงข่ายสัญจรรวมถึงองค์ประกอบและสิ่งอำนวยความสะดวกของเส้นทาง ดังนี้

1. การส่งเสริมระบบขนส่งสาธารณะ ได้แก่ การจัดให้มีระบบขนส่งสาธารณะของมหาวิทยาลัยที่ใช้เชื้อเพลิงสะอาดเพื่อลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ช่วยลดปริมาณสัญจรของรถยนต์ภายในพื้นที่มหาวิทยาลัย รวมถึงส่งเสริมทางเลือกการสัญจรอย่างเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมอีกทางเลือกหนึ่ง โดยกำหนดจุดจอดรถและเปลี่ยนผู้การขนส่งสาธารณะของมหาวิทยาลัยบริเวณพื้นที่ด้านประตูทางเข้าหลักทางด้านทิศตะวันตกที่ติดกับทางหลวงหมายเลข 1001 คือ ประตูใหญ่ ประตูตลาดควายบอย และประตูสมาคมศิษย์เก่า ประตูบางเขน และประตูวัดวิเวก เนื่องจากเป็นจุดเข้าออกกับถนนรองที่ประสิทธิภาพการเข้าถึงบนโครงข่ายเชื่อมโยงได้กับถนนหลักถนนอินทนิล โดยจัดพื้นที่โล่งว่างสำหรับเป็นจุดจอดรถ และสถานีรับ-ส่งของบริการขนส่งสาธารณะของมหาวิทยาลัย รวมถึงเพิ่มจุดหยุดทำกิจกรรม บริเวณพักรถ ป้ายรถประจำทาง และป้ายบอกทางรวมถึงข้อมูลข่าวสาร เพื่อเปลี่ยนโหมดสู่การสัญจรสาธารณะเข้าสู่พื้นที่ภายในมหาวิทยาลัย

นอกจากนั้นระบบขนส่งสาธารณะดังกล่าวยังจำเป็นต้องการเอื้อประโยชน์อย่างสัมพันธ์ต่อชุมชนโดยรอบในการใช้ทรัพยากรร่วมกัน ด้วยการจัดให้มีเส้นทางเป็นวงรอบเพื่อผ่านหรือเข้าถึงพื้นที่สำคัญของชุมชน เช่น ย่านการค้าของชุมชน ตลาด สถานที่ราชการสำคัญ และอื่นๆที่เกี่ยวข้องด้วยเช่นกัน อย่างไรก็ตามแนวทางส่งเสริมให้มีระบบขนส่งสาธารณะดังกล่าวจำเป็นต้องมี

การศึกษาเกี่ยวกับการกำหนดเส้นทางสัญจรการศึกษาความเป็นไปได้ในด้านต่างๆ ในโอกาสต่อไป รวมถึงการกำหนดมาตรการสร้างแรงจูงใจ มาตรการเชิงบังคับ ไปเพื่อส่งเสริมให้เกิดการปรับเปลี่ยน มาใช้ระบบขนส่งสาธารณะได้อย่างเป็นรูปธรรม

2. การส่งเสริมการใช้พื้นที่สาธารณะอย่างเอนกประโยชน์ที่เชื่อมโยงได้กับการขนส่งสาธารณะ โดยเฉพาะแนวถนนอินทนิลตัดกับถนนราชพฤกษ์ และถนนพระพิรุณ บริเวณใจกลางพื้นที่มหาวิทยาลัย ที่ประสิทธิภาพในการเข้าถึงพื้นที่บนโครงข่ายสูงสุด และมีจุดหยุดทำกิจกรรมในปัจจุบันหนาแน่นบนโครงข่ายของการเดินเท้าอยู่แล้วในปัจจุบัน ได้แก่ บริเวณศูนย์อาหารเทคสโกล ถนนราชพฤกษ์ตัดกับถนนอินทนิล บริเวณอาคารพัฒนาวิสัยทัศน์ ถนนพระพิรุณตัดกับถนนอินทนิล และย่านกลุ่มอาคารเรียนคณะศิลปศาสตร์ สำนักหอสมุดกลาง คณะบริหารธุรกิจ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ และวิทยาลัยบริหารศาสตร์ สองฝั่งถนนอินทนิล ควรมีการคัดเลือกพื้นที่ที่มีความเหมาะสม และจัดให้มีจุดศูนย์รวมกิจกรรม (Node) หลักและรองอย่างเชื่อมโยงได้กับการเดินเท้าเดิมและระบบขนส่งสาธารณะ ในแนวคิดการใช้พื้นที่อย่างเอนกประโยชน์ (Multifunctional use) ส่งเสริมด้วยการสร้างสิ่งดึงดูดกิจกรรม (Attractor) เช่น จุดนัดพบ กลุ่มร้านค้า ลีนค้าและบริการต่างๆ เพื่อให้เกิดการไหลเวียนดึงดูดการสัญจรและเป็นจุดศูนย์รวมกิจกรรมอย่างหลากหลายมีชีวิตชีวาบนพื้นที่

3. การส่งเสริมทางเท้ารวมถึงองค์ประกอบและสิ่งอำนวยความสะดวกของเส้นทาง เนื่องด้วยการสัญจรโดยการเดินเท้าและการใช้จักรยานเป็นการสัญจรหลักของนักศึกษาที่เข้าเรียนในชั้นปีแรกของมหาวิทยาลัย มีรูปแบบการสัญจรที่ชัดเจน โดยการเดินเท้ามีเส้นทางที่ชัดเจนเชื่อมโยงระหว่างเขตพักอาศัย เขตการศึกษา และเขตกีฬาและนันทนาการ เส้นทางที่นักศึกษาเลือกใช้มีทั้งสอดคล้องกับประสิทธิภาพการเข้าถึงบนโครงข่าย ได้แก่ ตามแนวถนนอินทนิล ที่มีอัตราการสัญจรของการเดินเท้าสูงมาก รองลงมา คือ ถนนราชพฤกษ์ ถนนพระพิรุณ ถนนจามจุรี ถนนอินทนิลซอย 1 ซอย 2 และ ซอย 3 และยังพบว่าผู้ใช้โครงข่ายมีการเลือกใช้เส้นทางเดินเท้าที่เป็นทางลัดเช่นกัน โดยพบหนาแน่นบริเวณทางเท้าที่เป็นทางลัดของถนนสนามวังซ้าย และทางเท้าที่เป็นทางลัดระหว่างกลุ่มอาคารเรียน ได้แก่ กลุ่มอาคารเรียนรวม อาคารคณะศิลปศาสตร์ สำนักหอสมุดกลาง คณะบริหารธุรกิจ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ และวิทยาลัยบริหารศาสตร์ พบว่ารูปแบบการเลือกเส้นทางเดินเท้าดังกล่าว ยังมีความสัมพันธ์กับตำแหน่งจุดหยุดทำกิจกรรมอย่างชัดเจนดังกล่าวมาแล้ว ดังนั้นจึงมีข้อเสนอแนะในประเด็นเพิ่มเติมดังนี้

3.1 การสร้างแนวเส้นทางเท้าตามแนวถนนหลักและถนนรอง โดยถนนอินทนิลเป็นถนนหลักที่มีประสิทธิภาพการเข้าถึงบนโครงข่ายสูงที่สุด และแนวถนนที่มีประสิทธิภาพรองลงมาที่เชื่อมโยงกับถนนอินทนิล ได้แก่ ถนนราชพฤกษ์ ถนนพระพิรุณ ถนนจอมพล ถนนพิบูล ถนนจามจุรี ถนนสนามวังซ้าย ถนนอินทนิลซอย 1 ซอย 2 และ ซอย 3 ให้แนวทางเท้ามีความต่อเนื่องไม่ขาดช่วง รวมถึงบางช่วงของทางเดินเท้าอาจมีรูปแบบหลังคาคลุมสำหรับบังแดดและกันฝนแก่ผู้เดินเท้าเช่นกัน และสิ่งอำนวยความสะดวกประกอบบริเวณ เช่น โคมไฟส่องสว่าง ม้านั่ง ถึงขยะ รวมถึงป้ายบอกทาง เป็นต้น

3.2 การสร้างแนวทางเท้าของทางเดินเชื่อมระหว่างกลุ่มอาคาร ได้แก่ กลุ่มอาคารเรียนรวม อาคารคณะศิลปศาสตร์ สำนักหอสมุดกลาง คณะบริหารธุรกิจ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ วิทยาลัยบริหารศาสตร์ คณะสารสนเทศและการสื่อสาร และคณะเศรษฐศาสตร์ เนื่องจากผลวิจัยแสดงให้เห็นว่า ผู้ใช้เส้นทางเดินเท้ามีอัตราการสัญจรสูงมากในกลุ่มอาคารเรียนบริเวณใจกลางพื้นที่ สอดคล้องกับความหนาแน่นของมวลอาคารต่อพื้นที่ว่างที่สูงที่สุด การสร้างแนวทางเท้าดังกล่าวอาจมีลักษณะของทางเดินเท้าที่เป็นทางลัดเชื่อมโยงระหว่างพื้นที่ อาจมีรูปแบบอย่างไม่เป็นทางการ แต่ส่งเสริมให้เกิดการไหลเวียนของการสัญจรด้วยการเดินเท้าอย่างมีชีวิตชีวาบนพื้นที่เพิ่มมากขึ้น

4. การส่งเสริมการใช้จักรยานรวมถึงองค์ประกอบและสิ่งอำนวยความสะดวก

จากผลวิจัยที่แสดงให้เห็นว่าผู้ใช้จักรยานมีอัตราสัญจรสูงมากตามแนวถนนอินทนิล และกระจายสู่พื้นที่กลุ่มอาคารเรียนใจกลางพื้นที่ และกระจายสู่พื้นที่ส่วนการศึกษาที่อยู่ลึกเข้าไปภายในทางด้านทิศตะวันออกของถนนอินทนิล สู่บริเวณพื้นที่คณะผลิตกรรมการเกษตร และคณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร และเช่นเดียวกันเส้นทางที่อยู่ลึกเข้าไปดังกล่าวมีประสิทธิภาพในการเข้าถึงต่ำกว่าเส้นทางด้านนอก ซึ่งพื้นที่ที่อยู่ลึกเข้าไปภายในพบว่าไม่มีความสัมพันธ์กับการเลือกเส้นทางเดินเท้าและเส้นทางจักรยานน้อยมาก ดังนั้นนอกจากการจัดให้มีช่องทางสำหรับจักรยานในพื้นที่ที่ลึกเข้าไปภายในแล้วยังจำเป็นต้องมีการส่งเสริมให้เกิดทางเลือกของการใช้จักรยานเพิ่มมากขึ้น เช่น การสร้างทางเลือกของการให้บริการ อาทิ จุคจอด ยืม-คืน และบริการที่เกี่ยวข้องกับการใช้จักรยาน ที่สะดวกพบเห็นและเข้าถึงได้ง่าย รวมถึงสร้างแรงจูงใจของทางเลือกใหม่ๆ ในการสัญจรด้วยจักรยาน

5. การบูรณาการทางเลือกของการสัญจรบนโครงข่ายเชิงพื้นที่อย่างเอื้อประโยชน์ต่อผู้ใช้สอย ได้แก่ การสร้างทางเลือกในการใช้รูปแบบการสัญจรที่แตกต่างหลากหลาย ใช้อย่างสะดวก เช่น จุคจอดรถยนต์และรถจักรยานยนต์ ระบบขนส่งสาธารณะ จุดศูนย์รวมกิจกรรม เส้นทางเดินเท้า เส้นทางจักรยาน เพื่อให้เกิดความยืดหยุ่นต่อการใช้สอยและการเข้าถึงบนโครงข่าย อาทิเช่น การ

เปลี่ยนโหมดหรือรูปแบบการเดินทางที่ใช้เวลาน้อยลง การสร้างทางเลือกของรูปแบบสัญจรที่ผู้ใช้
 โครงข่ายรับรู้เข้าใจและเข้าสู่โหมดการสัญจรนั้นๆ ได้อย่างหลากหลายและทันเวลา รวมถึงการ
 เชื่อมโยงระหว่างกันของมหาวิทยาลัยได้กับชุมชนโดยรอบในแนวทางมหาวิทยาลัยเชิงนิเวศที่เป็น
 มิตรกับสิ่งแวดล้อม

ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

ด้วยการวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงพื้นที่ในแนวคิดฐานวิทยา ที่เน้นการวิจัยเพื่ออธิบาย
 ปรากฏการณ์เชิงพื้นที่ของประสิทธิภาพการเข้าถึงบนโครงข่ายสัญจร ในมิติเชิงกายภาพของปัจจัย
 ธรรมชาติ ปัจจัยที่มนุษย์สร้างขึ้น และปัจจัยของผู้ใช้สอยโครงข่ายในการเลือกใช้เส้นทางสัญจรบน
 โครงข่าย อย่างไรก็ตามในแนวทางการก้าวสู่การสัญจรอย่างเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมในแนวทางของ
 มหาวิทยาลัยเชิงนิเวศ ยังต้องการการศึกษาวิจัยเพิ่มเติมในประเด็นที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ การวิจัยในเชิง
 นโยบายและความเป็นไปได้ในด้านต่างๆ การวิจัยเชิงเทคโนโลยีของการขนส่งอย่างเป็นมิตรกับ
 สิ่งแวดล้อม รวมถึงการทำวิจัยต่อยอดจากการศึกษาเชิงฐานพื้นที่ในครั้งนี้ ได้แก่ การศึกษาในชั้น
 รายละเอียดเฉพาะด้านของการสัญจรอย่างเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมของมหาวิทยาลัยเชิงนิเวศ ของการ
 วิจัยเพื่อวางผังแม่บทระบบการสัญจร การออกแบบเส้นทางสัญจรอย่างเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมของ
 ระบบขนส่งสาธารณะ การเดินเท้าและจักรยาน เพื่อก้าวสู่การเป็นมหาวิทยาลัยเชิงนิเวศอย่างยั่งยืน
 ต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- กองแผนงาน มหาวิทยาลัยแม่โจ้, 2555. แผนพัฒนาการศึกษามหาวิทยาลัยแม่โจ้ ระยะที่ 11 (พ.ศ.2555-2559) ฉบับปรับปรุง และแผนปฏิบัติการมหาวิทยาลัยแม่โจ้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2556. [ออนไลน์], เข้าถึงได้ที่: http://planning2.mju.ac.th/goverment/20111119104835_planning/File20130924155549_15994.pdf
- กาญจน์ นทีวุฒิกุล. 2551. “การวิเคราะห์ถนนคนเดินใต้ดิน โดยเทคนิคสเปซ ชินแทกซ์ เพื่อการประหยัดพลังงานในใจกลางเมือง” การประชุมวิชาการด้านการวางแผนภาคและเมือง ประจำปี 2551 เมืองประหยัดพลังงาน. ภาควิชาการวางแผนภาคและเมือง คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ไขศรี ภักดิ์สุขเจริญ. 2547. วาทกรรมของเมืองผ่านโครงสร้างเชิงสัณฐาน. เอกสารวารสารวิชาการ ภาควิชาการวางแผนภาคและเมือง คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- จุพดี สันทัด. 2547. การวิเคราะห์โครงข่ายพื้นที่และการสัญจรเพื่อปรับปรุงผังแม่บททางกายภาพ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ท่าพระจันทร์. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต, คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- ลักษณะ สัมมานิธิ. 2553. “การเปลี่ยนแปลงสัณฐานพื้นที่ศูนย์กลางตามการเปลี่ยนแปลงของการสัญจรจากฐานน้ำมาเป็นฐานบก พื้นที่สวนในบางกอก สวนนอกบางช้าง.” การประชุมวิชาการ เทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศแห่งชาติ ประจำปี 2553. 15-17 ธันวาคม 2553.
- ลักษณะ สัมมานิธิ. 2553. การเปลี่ยนแปลงสัณฐานพื้นที่ศูนย์กลางตามการเปลี่ยนแปลงของการสัญจรจากฐานน้ำมาเป็นฐานบก พื้นที่สวนในบางกอก สวนนอกบางช้าง” วารสารสมาคมสำรวจข้อมูลระยะไกล และสารสนเทศภูมิศาสตร์แห่งประเทศไทย Journal of Remote Sensing and GIS Association of Thailand. ฉบับที่ 3 กันยายน-ธันวาคม 2553.
- ศิริชัย หงษ์วิทยากร และลักษณะ สัมมานิธิ. 2548. “การประยุกต์ใช้ระบบภูมิสารสนเทศ: โครงการนำร่องแนวคิดใหม่สู่การเป็นเมืองสีเขียว เทศบาลนครเชียงใหม่และพื้นที่เมืองโดยรอบ” การประชุมวิชาการการแผนที่และภูมิสารสนเทศแห่งชาติ ประจำปี 2548. 14-16 ธันวาคม 2548.
- สุเพชร จิระจรกุล. 2555. เรียนรู้ระบบภูมิสารสนเทศด้วยโปรแกรม ArcGIS 10.1 for Desktop. นนทบุรี: บริษัท เอ.พี. กราฟิคดีไซน์และการพิมพ์ จำกัด.
- อภิรดี เกษมสุข ไขศรี ภักดิ์สุขเจริญ และสิงหนาท แสงสิงหนาท. 2550. รายงานวิจัยการวางผังชุมชนหลักในกลุ่มน้ำเพชรบุรี. คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.

- Environmental Systems Research Institute [ESRI]. **What is GIS?.** [online]. 2009.
Available from: <http://www.esri.com/> [2013, January 3]
- Hillier, B and Hanson, J. 1984. **The Social Logic of Space.** Cambridge:
Cambridge University Press.
- Hillier, B. 1987. The Morphology of Urban Space: “The Evolution of Syntactic Approach”
Architecture and Behavior. 3, 3:205-216.
- Hillier, B. 1996. **Space is a Machine.** Cambridge: Cambridge University Press.
- Jacobs, J. 1972. **The Death and Life of Great American Cities.** New York: Penguin Books.
- Kuhn, T. 1970. **The Structure of Scientific Revoluting.** Chicago; University of Chicago Press.
- Luxsana Summaniti. 2010. “**Transformation of Spatial Centrality on the Western Areas of Chao Phraya Delta: The Result of Modal Change from Water based to Land based Transportation.**” The 3rd ATRANS Symposium. Asian Transportation Research Society. 26-27 August 2010.
- Luxana Summaniti, Wannasilpa Peerapun and Khaisri Puksukcharean. 2012. “Suan Nai Bangkok and Suan Nok Bang Chang: The Emergence and Transformation of Floating Markets in the Chao Phraya River Delta of Thailand”. **NaKhara Journal of Environmental Design and Planning.** 8, 8 October 2012: 73-83.
- Ndubisi F. 2002. **Ecological Planning.** Maryland; The Johns Hopkins University Press.
- UI Green Metric. 2011. **Guidelines of UI Green Metric World University Ranking 2011.**
[online]. Available from: http://greenmetric.ui.ac.id/_pdf/Guideline2011GREENMETRIC%20WORL%20UNIVERSITY%20RANKING%20Revisi%201.6%2003112011.pdf
[2013, March 31].
- UI Green Metric. 2013. **UI Green Metric World University Ranking, 2013.** [online].
Available from: <http://greenmetric.ui.ac.id/id/page/detail-univ/mju.ac.th>. [2013, March 31].
- Xiaoling, Dai. 2002 **Centrality Process in Orthogonal Grid Case Study Suzhou.** [online].
Available from: www.spacesyntax.tudelft.nl/media/prcdngsabstracts/xiaolingabstr.pdf.
[2013, January 21].