



รายงานผลการวิจัย

เรื่อง

การศึกษาความเหมาะสมและการออกแบบพื้นที่สำหรับการพัฒนาโครงข่าย
ขนส่งแบบไร้เครื่องยนต์และการขนส่งสีเขียวในมหาวิทยาลัย

**Feasibility Study and Area Improvement Design for Non-Motorized and
Green Transportation Network Development in University**

โดย

พันธุ์ระวี กองบุญเทียม และ อรรถวิทย์ อุปโยคิน

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

2558



รายงานผลการวิจัย

เรื่อง การศึกษาความเหมาะสมและการออกแบบพื้นที่สำหรับการพัฒนาโครงข่ายขนส่งแบบไร้
เครื่องยนต์และการขนส่งสีเขียวในมหาวิทยาลัย

**Feasibility Study and Area Improvement Design for Non-Motorized and Green
Transportation Network Development in University**

ได้รับการจัดสรรงบประมาณวิจัย ประจำปี 2558
จำนวน 253,500 บาท

หัวหน้าโครงการ นายพันธุ์ระวี กองบุญเทียม
ผู้ร่วมโครงการ นายอรรถวิทย์ อุบโยคิน

รายงานวิจัยเสร็จสิ้นสมบูรณ์

...../...../.....

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	1
Abstract	2
คำนำ	3
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	6
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	6
การตรวจเอกสาร	8
แผนยุทธศาสตร์การพัฒนามหาวิทยาลัยแม่โจ้	8
ระยะที่ 1 มุ่งพัฒนาสู่มหาวิทยาลัยเชิงอินทรีย์ (Organic University)	9
ระยะที่ 2 มุ่งพัฒนาสู่มหาวิทยาลัยสีเขียว (Green University)	9
ระยะที่ 3 มุ่งพัฒนาสู่มหาวิทยาลัยเชิงนิเวศ (Eco University)	10
แนวคิดด้านการพัฒนาอย่างยั่งยืน	11
เกณฑ์การจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียว	12
การวิเคราะห์และวางแผนระบบการขนส่ง	14
แนวคิดด้านการพัฒนาระบบการขนส่งแบบไร้เครื่องยนต์	16
การเดินเท้า (Walking)	17
การใช้จักรยาน (Cycling)	18
ยานพาหนะล้อเลื่อนเครื่องยนต์ไฟฟ้าขนาดเล็ก	20
มาตรฐานการออกแบบที่เกี่ยวข้องกับระบบการขนส่งแบบไร้เครื่องยนต์	23
มาตรฐานทางเดินเท้า	23
มาตรฐานทางจักรยาน	24
ลักษณะทางกายภาพของเส้นทางจักรยาน	25
โครงข่ายเส้นทางและคุณลักษณะทางกายภาพ (Bike Path and Geometry)	33

สัญลักษณ์ทางจราจรและการควบคุมการจราจร (Traffic Sign and Traffic Control)	34
ที่จอดจักรยาน (Bicycle Parking and Trip-end Facilities)	37
มาตรการด้านความปลอดภัยของเส้นทางจักรยาน	38
อุปกรณ์และวิธีการ	41
การออกแบบแนวคิดและการวางแผนการดำเนินงาน	42
การสำรวจและรวบรวมข้อมูล	42
การพัฒนาแบบจำลองระบบการขนส่ง	43
การออกแบบและจัดทำแผนการพัฒนาระบบการขนส่งแบบไร้เครื่องยนต์	43
การวิเคราะห์โครงการและการจัดทำแผน	44
การจัดทำเอกสารบทสรุปและข้อเสนอแนะ	44
ผลการวิจัย	45
ข้อมูลทั่วไปของพื้นที่ศึกษา	45
ข้อมูลกายภาพของพื้นที่ศึกษา	51
ข้อมูลด้านโครงสร้างพื้นฐานการขนส่ง	54
โครงข่ายถนน	55
ทางเดินเท้า	57
ทางจักรยาน	57
ข้อมูลด้านการจราจรและขนส่ง	58
ปริมาณการจราจร	58
ค่าตัวประกอบสูงสุดของการจราจร	68
ความเร็วของกระแสการจราจร	69
จำนวนผู้โดยสารต่อยานพาหนะ	71
ข้อมูลคุณลักษณะของผู้เดินทางและความต้องการในการเดินทาง	72
เพศและอายุของผู้เดินทาง	72
คุณลักษณะทางเศรษฐกิจและสังคมของผู้เดินทาง	73

การครอบครองยานพาหนะ	75
คุณลักษณะการเดินทางในพื้นที่	77
ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง	79
ระยะเวลาที่ใช้ในการเดินทาง	79
ความต้องการในการเดินทางภายในพื้นที่	81
ข้อมูลด้านความต้องการสำหรับรูปแบบการขนส่งแบบไร้เครื่องยนต์	82
หลักเกณฑ์ด้านความปลอดภัย	83
หลักเกณฑ์ด้านลักษณะโครงข่ายเส้นทาง	83
หลักเกณฑ์ด้านกายภาพ	83
หลักเกณฑ์ด้านการให้บริการของระบบ	84
วิจารณ์ผลการวิจัย	86
แนวคิดการออกแบบโครงข่ายขนส่งแบบไร้เครื่องยนต์และการขนส่งสีเขียวในมหาวิทยาลัยแม่โจ้	86
แนวคิดการออกแบบด้านวิศวกรรม	87
แนวคิดการออกแบบกายภาพของเส้นทางเดินเท้า	88
แนวคิดการออกแบบกายภาพของทางจักรยาน	90
แนวคิดการออกแบบโครงข่ายทางเดินเท้าและทางจักรยาน	92
แนวคิดการควบคุมการจราจรและการขนส่ง	95
แผนการพัฒนาโครงข่ายการขนส่งแบบไร้เครื่องยนต์และการขนส่งสีเขียวในมหาวิทยาลัยแม่โจ้	98
แผนระยะที่ 1 เร่งด่วน (1-2 ปีแรก)	98
แผนระยะที่ 2 การพัฒนาระบบ (5 ปีแรก)	98
แผนระยะที่ 3 การสร้างความยั่งยืน (ตั้งแต่ปีที่ 6 เป็นต้นไป)	99
เอกสารอ้างอิง	102

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 อันดับมหาวิทยาลัยสีเขียวของ UI GreenMetric ในประเทศไทยประจำปี พ.ศ. 2558	4
ตารางที่ 2 หลักเกณฑ์และชี้วัดสำหรับการจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียว	13
ตารางที่ 3 ข้อเสนอแนะในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานเพื่อรองรับระบบการขนส่งแบบไร้เครื่องยนต์	22
ตารางที่ 4 ความกว้างของทางเดินเท้าตามมาตรฐาน AASHTO	23
ตารางที่ 5 สรุปรายการการสำรวจข้อมูลปฐมภูมิ	42
ตารางที่ 6 สรุปรายการการสำรวจข้อมูลทุติยภูมิ	43
ตารางที่ 7 จำนวนนักศึกษาที่ลงทะเบียนในภาคการศึกษาที่ 1/2558	47
ตารางที่ 8 จำนวนบุคลากรสายงานวิชาการ	49
ตารางที่ 9 จำนวนบุคลากรสายสนับสนุนและบุคลากรภายนอก	50
ตารางที่ 10 ปริมาณการจราจร ณ จุดสำรวจ A ถนนอินทนิล (ประตูบางเขน)	63
ตารางที่ 11 ปริมาณการจราจร ณ จุดสำรวจ B ถนนอินทนิลซอย 1 (เลื้อน เมฆบั้งวรรณ)	63
ตารางที่ 12 ปริมาณการจราจร ณ จุดสำรวจ C ถนนอินทนิลซอย 2 (ชนิด มะลิสุวรรณ)	63
ตารางที่ 13 ปริมาณการจราจร ณ จุดสำรวจ D ถนนพระพิรุณ (ประตูหน้า)	64
ตารางที่ 14 ปริมาณการจราจร ณ จุดสำรวจ E ถนนพิบูล (อาคารเรียนรวม 70 ปี)	64
ตารางที่ 15 ปริมาณการจราจร ณ จุดสำรวจ F ถนนจอมพอ (สำนักหอสมุด)	64
ตารางที่ 16 ปริมาณการจราจร ณ จุดสำรวจ G ถนนพระพิรุณ (อาคารพัฒนาวิสัยทัศน์)	65
ตารางที่ 17 ปริมาณการจราจร ณ จุดสำรวจ H ถนนอินทนิล (คณะสถาปัตยกรรมฯ)	65
ตารางที่ 18 ปริมาณการจราจร ณ จุดสำรวจ I ถนนอินทนิล (อาคารชุดวิตร)	65
ตารางที่ 19 ปริมาณการจราจร ณ จุดสำรวจ J ถนนอินทนิลซอย 3 (สิมุกต์)	66
ตารางที่ 20 ปริมาณการจราจร ณ จุดสำรวจ K ถนนประมง (คณะเทคโนโลยีการประมงฯ)	66
ตารางที่ 21 ปริมาณการจราจร ณ จุดสำรวจ L ถนนราชพฤกษ์ (ประตูสำนักงานอธิการบดี)	66
ตารางที่ 22 ปริมาณการจราจร ณ จุดสำรวจ M ถนนราชพฤกษ์ (อาคารเทพศาสตร์สถิต)	67
ตารางที่ 23 ปริมาณการจราจร ณ จุดสำรวจ N ถนนเกษตรสำน (ประตูสมาคมศิษย์เก่าฯ)	67
ตารางที่ 24 ปริมาณการจราจร ณ จุดสำรวจ O ถนนเกษตรสำน (ประตูวิเวก)	67
ตารางที่ 25 ปริมาณการจราจร ณ จุดสำรวจ P ถนนอินทนิล (แฟลตราชพฤกษ์)	68

ตารางที่ 26 ค่าตัวประกอบสูงสุดของการจราจร (PHF) ภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้ววิทยาเขตหลัก	69
ตารางที่ 27 ค่าจำนวนผู้โดยสารต่อยานพาหนะภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้ววิทยาเขตหลัก	71
ตารางที่ 28 ระดับความสำคัญของหลักเกณฑ์/ปัจจัยหลักต่อการเลือกใช้รูปแบบการขนส่งแบบไร้ เครื่องยนต์ภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้ววิทยาเขตหลัก	82
ตารางที่ 29 ระดับความสำคัญของหลักเกณฑ์ด้านความปลอดภัยต่อการเลือกใช้รูปแบบการขนส่ง แบบไร้เครื่องยนต์ภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้ววิทยาเขตหลัก	83
ตารางที่ 30 ระดับความสำคัญของหลักเกณฑ์ด้านลักษณะโครงข่ายเส้นทางต่อการเลือกใช้รูปแบบ การขนส่งแบบไร้เครื่องยนต์ภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้ววิทยาเขตหลัก	83
ตารางที่ 31 ระดับความสำคัญของหลักเกณฑ์ด้านกายภาพต่อการเลือกใช้รูปแบบการขนส่งแบบไร้ เครื่องยนต์ภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้ววิทยาเขตหลัก	84
ตารางที่ 32 ระดับความสำคัญของหลักเกณฑ์ด้านการให้บริการของระบบต่อการเลือกใช้รูปแบบ การขนส่งแบบไร้เครื่องยนต์ภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้ววิทยาเขตหลัก	84
ตารางที่ 33 สรุปหลักเกณฑ์และน้ำหนักความสำคัญสำหรับการพัฒนารูปแบบการขนส่งแบบไร้ เครื่องยนต์ภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้ววิทยาเขตหลัก	85
ตารางที่ 34 ข้อเสนอแนะการออกแบบทางเดินเท้าสำหรับแผนการพัฒนาโครงข่ายขนส่งแบบไร้ เครื่องยนต์และการขนส่งสีเขียวในมหาวิทยาลัยแม่โจ้ว	89
ตารางที่ 35 ข้อเสนอแนะการออกแบบทางจักรยานสำหรับแผนการพัฒนาโครงข่ายขนส่งแบบไร้ เครื่องยนต์และการขนส่งสีเขียวในมหาวิทยาลัยแม่โจ้ว	92

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1 ขอบเขตของพื้นที่ในการดำเนินโครงการวิจัย	5
ภาพที่ 2 ทิศทางการพัฒนามหาวิทยาลัยแม่โจ้ พ.ศ. 2555-2569 (MJU Roadmap 2026)	8
ภาพที่ 3 ยุทธศาสตร์การพัฒนามหาวิทยาลัยแม่โจ้ พ.ศ. 2555-2569 (MJU Roadmap 2026)	9
ภาพที่ 2 แบบจำลอง 4 ขั้นตอนในการวิเคราะห์ระบบการขนส่งและจราจร	15
ภาพที่ 5 แบบจำลองระบบพลวัตและกลไกของระบบการขนส่งและจราจร	15
ภาพที่ 6 ตัวอย่างรูปแบบการขนส่งแบบไร้เครื่องยนต์	16
ภาพที่ 7 ตัวอย่างรูปแบบของจักรยาน	18
ภาพที่ 8 ตัวอย่างรูปแบบนวัตกรรมยานพาหนะใช้เครื่องยนต์ไฟฟ้าขนาดเล็ก	20
ภาพที่ 9 ตัวอย่างเส้นทางจักรยานแบบ Bicycle lane หรือ Cycle Lane	28
ภาพที่ 10 ตัวอย่างเส้นทางจักรยานแบบ Bicycle Track	28
ภาพที่ 11 ตัวอย่างเส้นทางจักรยานบนไหล่ทาง	29
ภาพที่ 12 ตัวอย่างเส้นทางจักรยานจักรยานบนทางเท้าหรือใช้ร่วมกับรูปแบบการเดิน	29
ภาพที่ 13 ตัวอย่างเส้นทางจักรยานที่มีการจัดการแบบ WOL	32
ภาพที่ 14 ตัวอย่างเส้นทางจักรยานที่ใช้ร่วมกับช่องทางรถประจำทาง	32
ภาพที่ 15 ตัวอย่างของการดำเนินการเส้นทางแบบใช้พื้นที่ร่วมกัน	33
ภาพที่ 16 ตัวอย่างป้ายจราจรสำหรับเส้นทางจักรยานในต่างประเทศ	34
ภาพที่ 17 ตัวอย่างเครื่องหมายการจราจร	35
ภาพที่ 18 ตัวอย่างอุปกรณ์สำหรับการบังคับช่องทางจราจร	35
ภาพที่ 19 ตัวอย่างมาตรการด้านวิศวกรรมที่ใช้ในการสยบการจราจร	36
ภาพที่ 20 ตัวอย่างมาตรการด้านการศึกษาและการบังคับใช้กฎระเบียบที่ใช้ในการสยบการจราจร	36
ภาพที่ 21 ตัวอย่างที่จอดจักรยานและอุปกรณ์ยึดติด	38
ภาพที่ 22 ขั้นตอนและวิธีการวิจัย	41
ภาพที่ 23 กายภาพและตำแหน่งที่ตั้งของมหาวิทยาลัยแม่โจ้วิทยาเขตหลัก	52
ภาพที่ 24 แผนผังการใช้ประโยชน์พื้นที่ภายในมหาวิทยาลัยแม่โจ้วิทยาเขตหลัก พ.ศ. 2554	53
ภาพที่ 25 กายภาพทั่วไปของพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้วิทยาเขตหลัก	53
ภาพที่ 26 โครงข่ายการขนส่งภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้วิทยาเขตหลัก	54
ภาพที่ 27 โครงข่ายถนนภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้วิทยาเขตหลัก	56

ภาพที่ 28 ตำแหน่งอาคารภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้วทยาเขตหลัก	56
ภาพที่ 29 ตัวอย่างเส้นทางเดินเท้าและทางจักรยานภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้วทยาเขตหลัก	57
ภาพที่ 29 สัดส่วนยานพาหนะที่มีการเดินทางภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้วทยาเขตหลัก	59
ภาพที่ 30 ปริมาณการจราจรที่มีการเดินทางเข้า-ออกพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้วทยาเขตหลัก	59
ภาพที่ 31 ปริมาณการจราจรที่มีการเดินทางเข้าสู่พื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้วทยาเขตหลักจำแนกตามช่วงเวลา	60
ภาพที่ 32 ปริมาณการจราจรที่มีการเดินทางออกจากพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้วทยาเขตหลักจำแนกตามช่วงเวลา	61
ภาพที่ 33 ปริมาณการจราจรทั้งหมดที่มีการเดินทางเข้าและออกจากพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้วทยาเขตหลักจำแนกตามช่วงเวลา	61
ภาพที่ 34 ปริมาณการจราจรช่วงเวลาเร่งด่วนภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้วทยาเขตหลัก	62
ภาพที่ 36 ค่าตัวประกอบสูงสุดของการจราจร (PHF) ภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้วทยาเขตหลัก	68
ภาพที่ 37 ความเร็วในการเดินทางด้วยยานพาหนะภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้วทยาเขตหลัก	70
ภาพที่ 38 ความเร็วในการเดินทางด้วยจักรยานภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้วทยาเขตหลัก	70
ภาพที่ 39 สัดส่วนผู้เดินทางภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้วทยาเขตหลัก	72
ภาพที่ 40 สัดส่วนเพศของผู้เดินทางภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้วทยาเขตหลัก	73
ภาพที่ 41 สัดส่วนลักษณะที่พักอาศัยของผู้เดินทางภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้วทยาเขตหลัก	74
ภาพที่ 42 สัดส่วนช่วงระดับรายได้ของผู้เดินทางภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้วทยาเขตหลัก	74
ภาพที่ 43 สัดส่วนยานพาหนะของผู้เดินทางที่มียานพาหนะในครอบครองที่นำมาใช้เดินทางภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้วทยาเขตหลัก	76
ภาพที่ 44 จำนวนการครอบครองยานพาหนะต่อผู้เดินทาง 100 คนที่นำมาใช้เดินทางภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้วทยาเขตหลัก	76
ภาพที่ 45 การเดินทางในหนึ่งสัปดาห์ของผู้เดินทางภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้วทยาเขตหลัก	77
ภาพที่ 45 สัดส่วนการกระจายการเดินทางในหนึ่งวันของผู้เดินทางภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้วทยาเขตหลัก	78
ภาพที่ 47 สัดส่วนค่าใช้จ่ายสำหรับการเดินทางของผู้เดินทางภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้วทยาเขตหลัก	78
ภาพที่ 48 สัดส่วนระยะช่วงเวลาที่ใช้ในการเดินทางต่อเที่ยวของผู้เดินทางภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้วทยาเขตหลัก	79

ภาพที่ 49 ระยะเวลาเฉลี่ยสำหรับการเดินทางต่อเที่ยวจำแนกตามรูปแบบการเดินทางของผู้เดินทาง ภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้วิทยาเขตหลัก	80
ภาพที่ 50 แผนภาพการเดินทาง (Desire Line) ภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้วิทยาเขตหลัก	81
ภาพที่ 51 ผังแม่บทมหาวิทยาลัยแม่โจ้วิทยาเขตหลัก ระยะที่ 1 ปี พ.ศ. 2555 – 2560	93
ภาพที่ 52 แนวคิดการออกแบบโครงข่ายการขนส่งภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้วิทยาเขตหลัก	94
ภาพที่ 53 แนวคิดการออกแบบโครงข่ายการขนส่งแบบไร้เครื่องยนต์ภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้ วิทยาเขตหลัก	94
ภาพที่ 54 แนวคิดการควบคุมการจราจรและการขนส่งภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้วิทยาเขตหลัก	96
ภาพที่ 55 แนวคิดการควบคุมความเร็วภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้วิทยาเขตหลัก	97
ภาพที่ 56 แผนโครงข่ายการขนส่งแบบไร้เครื่องยนต์ภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้วิทยาเขตหลัก ระยะที่ 1 (1-2 ปี)	100
ภาพที่ 57 แผนโครงข่ายการขนส่งแบบไร้เครื่องยนต์ภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้วิทยาเขตหลัก ระยะที่ 5 (5 ปี)	100
ภาพที่ 58 แผนโครงข่ายการขนส่งแบบไร้เครื่องยนต์ภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้วิทยาเขตหลัก ระยะที่ 3 (6 ปีขึ้นไป)	101

การศึกษาความเหมาะสมและการออกแบบพื้นที่สำหรับการพัฒนาโครงข่ายขนส่งแบบ ไร้เครื่องยนต์และการขนส่งสีเขียวในมหาวิทยาลัย

Feasibility Study and Area Improvement Design for Non-Motorized and Green Transportation Network Development in University

พันธุ์ระวี กองบุญเทียม¹ และอรรถวิทย์ อุปโยคิน²

Punravee Kongbootiam¹ and Auttawit Upayokin²

¹คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จ.เชียงใหม่ 50290

²ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ 50200

บทคัดย่อ

การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาความเป็นไปได้ในการพัฒนาระบบการขนส่งแบบไร้เครื่องยนต์สำหรับการนำมาประยุกต์ใช้ในพื้นที่มหาวิทยาลัย โดยมีพื้นที่ศึกษาอยู่ภายในมหาวิทยาลัยแม่โจ้วิทยาเขตหลัก ระเบียบวิธีการศึกษาในครั้งนี้ประกอบไปด้วย (1) การรวบรวมหลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบการขนส่งแบบไร้เครื่องยนต์ (2) การสำรวจและรวบรวมข้อมูลของความต้องการและข้อมูลการจราจรในพื้นที่ศึกษา (3) การวิเคราะห์สภาพการจราจรในปัจจุบันและความต้องการของผู้เดินทางภายในพื้นที่ศึกษา (4) การคาดคะเนสถานการณ์การเดินทางที่จะเกิดขึ้นในอนาคต และ (5) การวิเคราะห์และเสนอระบบการขนส่งแบบไร้เครื่องยนต์ภายในพื้นที่ศึกษา จากการศึกษา พบว่า พื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้วิทยาเขตหลักมีความเหมาะสมที่จะพัฒนาระบบขนส่งแบบไร้เครื่องยนต์เพื่อส่งเสริมเป้าหมายการเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียวและมหาวิทยาลัยเชิงนิเวศได้ โดยแผนการพัฒนาถูกเสนอให้พัฒนาโครงการเป็น 3 ระยะ ได้แก่ ระยะที่ 1 (1-2 ปีแรก) มุ่งเน้นการใช้มาตรการส่งเสริมและให้ความรู้เกี่ยวกับการขนส่งแบบไร้เครื่องยนต์ ระยะที่ 2 (5 ปี) มุ่งเน้นการก่อสร้างและปรับปรุงเส้นทางเดินเท้าและทางจักรยาน และระยะที่ 3 (6 ปีขึ้นไป) มุ่งเน้นการพัฒนาโครงข่ายเส้นทางเดินทางและทางจักรยานให้มีความสมบูรณ์และจัดทำพื้นที่จำกัดการเข้าออกของยานพาหนะร่วมกับการพัฒนาสิ่งอำนวยความสะดวกและระบบการขนส่งแบบไร้เครื่องยนต์ในพื้นที่ศึกษา

คำสำคัญ: การขนส่งแบบไร้เครื่องยนต์ การขนส่งสีเขียว โครงข่ายการขนส่ง มหาวิทยาลัย

Abstract

This study aimed to investigate the feasibility of Non-Motorized Transportation (NMT) developing in the study area: Maejo university in main campus. The methodology of this study comprising (1) principles and theories review about NMT development, (2) traffic data surveying and transportation data collecting in the study area, (3) analysis of the present traffic situations and travel demand of the travelers in the study area, (4) estimating future traffic and transportation in the study area, and (5) present the proposed NMT and transportation system that can be applied with in the study area. The study found that Maejo university in main campus was appropriated to develop NMT to achieve a goal of being the green university and eco-university. The development plan was present in three phases, phase I (1-2 year) focus on measures to promote and educate the travelers about NMT, phase II (5 year later) focus on constructing and improving pedestrian way and bicycle way, and phase III (6 year later) focus on developing an overall NMT network and providing measure to limit area access control for car free zone together with facilities development for NMT and green transportation in the study area.

Keywords: Non-Motorized Transportation, Green Transportation, Transportation Network, University

คำนำ

มหาวิทยาลัยเป็นสถาบันระดับอุดมศึกษาเฉพาะทางที่มุ่งเน้นความเป็นเลิศในด้านการเกษตรในระดับนานาชาติ ซึ่งมีภาระหน้าที่หลักทั้งหมด 4 ประการ ได้แก่ งานด้านการเรียนการสอน งานด้านการวิจัย งานด้านการบริการวิชาการ และงานด้านการทะนุบำรุงศิลปวัฒนธรรม จึงทำให้ตลอดระยะเวลาที่ผ่านมามหาวิทยาลัยต่างๆที่มีอยู่ในประเทศไทยมีการพัฒนาทั้งในด้านกายภาพและบุคลากรเป็นไปอย่างรวดเร็วและมีการขยายตัวของจำนวนอาคาร ระบบสาธารณูปโภคและสาธารณูปการต่างๆ จำนวนบุคลากรและนักศึกษา ตลอดจนบุคคลภายนอกผู้มาติดต่อก็มีจำนวนเพิ่มมากขึ้นในแต่ละปี ดังนั้นจากสถานการณ์ดังกล่าวมีแนวโน้มเป็นไปได้สูงที่จะทำให้พื้นที่ภายในมหาวิทยาลัยต่างๆเกิดปัญหาในด้านความแออัดของประชากรและส่งผลกระทบต่อปัญหาในการเดินทางและการจราจรภายในมหาวิทยาลัยและพื้นที่ชุมชนรอบข้าง ซึ่งจะส่งผลทำให้สภาพภายในมหาวิทยาลัยเกิดความไม่น่าอยู่ เกิดปัญหามลพิษ เกิดปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพและความปลอดภัย ตลอดจนทำให้ภาพลักษณ์ของมหาวิทยาลัยที่มีความเป็นเลิศทางด้านการเป็นผู้นำในระบบการศึกษา การวิจัยและการบริการวิชาการ ตลอดจนการเป็นองค์กรตัวอย่างแก่หน่วยงานต่างๆ และชุมชนมีความน่าเชื่อถือลดลงไปได้

จากนโยบายและยุทธศาสตร์ของการพัฒนามหาวิทยาลัยแม่โจ้ที่ได้กำหนด Roadmap การพัฒนามหาวิทยาลัยสู่การเป็น Organic, Green และ Eco University ซึ่งในด้านการดำเนินงานของมหาวิทยาลัยเพื่อก้าวสู่การเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียว (Green University) ตามคำนิยามและการจัดอันดับของ UI GreenMetric World University Ranking (GreenMetric, 2015) โดยในปี พ.ศ. 2558 ที่ผ่านมามีมหาวิทยาลัยในประเทศไทยถูกจัดอันดับอยู่ในร้อยอันดับแรกมีทั้งหมด 19 แห่ง และมหาวิทยาลัยแม่โจ้ถูกจัดอันดับที่ 148 ของโลกหรืออันดับที่ 10 ของประเทศ รายละเอียดดังตารางที่ 1

ดังนั้นการที่จะพัฒนาให้มหาวิทยาลัยแม่โจ้ก้าวเข้าสู่การจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียว นั้นจะต้องมีการพัฒนาในหลายปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งปัจจัยหลักอย่างหนึ่งที่ขาดเสียมิได้และจะต้องมีการจัดการและการวางแผนในการดำเนินการของมหาวิทยาลัยคือการจัดการด้านของระบบการขนส่งภายในมหาวิทยาลัยให้มีความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพและปลดปล่อยมลพิษน้อยที่สุดโดยที่ยังคงสร้างสมดุลให้ระบบการเดินทงนั้นสามารถให้บริการต่อผู้เดินทางได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว

ตารางที่ 1 อันดับมหาวิทยาลัยสีเขียวของ UI GreenMetric ในประเทศไทยประจำปี พ.ศ. 2558

Ranking	University	Total Score	Setting and Infrastructure	Energy and Climate	Waste	Water	Transportation	Education
				Change				
41	Chulalongkorn University	6630	493	1665	1500	845	1475	651
72	Mahidol University	6343	741	1455	1350	865	1375	557
75	Maharakham University	6326	852	1565	1200	775	1275	659
77	Suranaree University of Technology	6310	778	1430	1347	875	1300	580
80	Kasetsart University	6293	720	1270	1200	875	1475	753
81	King Mongkut's University of Technology Thonburi	6285	781	1390	1200	735	1475	703
82	Mae Fah Luang University	6281	750	1755	1275	875	1062	563
92	Thammasat University	6164	446	1385	1575	775	1375	608
95	Bangkok University	6116	581	1545	1800	660	1375	155
117	Naresuan University	5894	657	1490	1200	870	1100	577
148	Maejo University	5518	793	1430	1275	750	575	694
259	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang	4443	844	1045	1050	625	775	104
266	King Mongkut's University of Technology North Bang	4324	589	1020	1050	340	800	525
307	Ubon Ratchathani Rajabhat University	3778	588	1125	675	475	625	290
315	Burapha University	3664	614	1000	1050	175	675	150

ดังนั้นแนวคิดหนึ่งที่มีประสิทธิภาพในการจัดการระบบการขนส่งภายในมหาวิทยาลัย เพื่อก้าวสู่การเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียวคือการจำกัดปริมาณยานพาหนะในการขนส่งที่ใช้เครื่องยนต์ (Motorized Vehicle) ให้ได้มากที่สุด และส่งเสริมให้มีการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางมาใช้ระบบการขนส่งแบบไร้เครื่องยนต์ เช่น การเดินเท้าและจักรยาน ซึ่งได้รับการยอมรับและนำไปประยุกต์ใช้ในประเทศที่พัฒนาแล้วหลายประเทศ เช่น ญี่ปุ่น สหรัฐอเมริกา สหภาพยุโรป เป็นต้น เนื่องจากเป็นแนวทางการพัฒนาระบบการขนส่งได้อย่างยั่งยืนหรือเรียกอีกอย่างหนึ่งได้ว่าเป็นการขนส่งสีเขียว ซึ่งเน้นการพัฒนาแบบอนุรักษ์ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม การส่งเสริมสุขภาพของผู้เดินทางและความเท่าเทียมกันในด้านการเดินทางของประชาชนในเมือง โดยปัจจัยที่นำไปสู่ความสำเร็จของการพัฒนาระบบการขนส่งสีเขียวจะต้องมีการพัฒนาร่วมกันระหว่างการปรับปรุงโครงสร้างพื้นฐานเพื่ออำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ใช้บริการของการขนส่งแบบไร้เครื่องยนต์ และการกำหนดมาตรการต่างๆ ในการจำกัดปริมาณการเดินทางด้วยยานพาหนะส่วนบุคคลภายในมหาวิทยาลัย

ผลลัพธ์ที่ได้ไม่เพียงแต่จะเป็นการทำให้มหาวิทยาลัยที่มีการพัฒนาระบบการขนส่งในรูปแบบนี้ก้าวเข้าสู่การจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียวตามการจัดอันดับของ UI GreenMetric World University Ranking อีกทั้งยังจะสามารถทำให้มหาวิทยาลัยวางแผนในการป้องกันปัญหาการแออัดของการจราจรที่อาจจะเกิดขึ้นในอนาคตซึ่งจะทำให้สามารถจัดการกับสภาพแวดล้อมภายในมหาวิทยาลัยให้สามารถลดการใช้พลังงานในการเดินทางและลดมลพิษซึ่งเกิดการการเดินทางด้วยยานพาหนะแบบใช้เครื่องยนต์ ซึ่งทำให้คุณภาพชีวิตของทั้งบุคลากร นักศึกษาและผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชนรอบข้างดีขึ้นได้ ตลอดจนภาพลักษณ์การเป็นมหาวิทยาลัยที่มุ่งเน้นความเป็นเลิศในด้านการศึกษา การวิจัย และการเป็นหน่วยงานตัวอย่างในด้านการบริหารจัดการพลังงานและอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมเพื่อเป็นแนวทางสามารถขยายผลของการประยุกต์ใช้ได้กับพื้นที่ในรูปแบบอื่นที่มีขนาดใหญ่ขึ้นไป เช่น ชุมชน เขตเทศบาล และเขตเมืองใหญ่ในประเทศไทยต่อไปในอนาคตได้



ภาพที่ 1 ขอบเขตของพื้นที่ในการดำเนินโครงการวิจัย

ขอบเขตของโครงการวิจัยในครั้งนี้ มีดังต่อไปนี้

- 1) พื้นที่ศึกษาตัวอย่างสำหรับการประยุกต์ใช้ครอบคลุมพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่วิทยาเขตหลัก (Main Campus) ดังภาพที่ 1

2) กลุ่มเป้าหมายประกอบด้วยบุคลากร นักศึกษา ผู้มาติดต่อหรือใช้บริการของมหาวิทยาลัย และชุมชนรอบข้างซึ่งเป็นผู้มีส่วนได้-ส่วนเสียกับการพัฒนาโครงการ

3) รูปแบบการเดินทางที่สำรวจครอบคลุมรูปแบบการเดินทางทั้งแบบใช้เครื่องยนต์และแบบไร้เครื่องยนต์ ซึ่งมุ่งเน้นในส่วนของการเดินทางเพื่อทำกิจกรรมของมนุษย์และไม่รวมการขนส่งสินค้า

4) ช่วงเวลาในการสำรวจข้อมูลการขนส่งและปริมาณการเดินทางเป็นการสำรวจในระหว่างการเปิดภาคการศึกษาปกติเพียง 1 ภาคการศึกษาและเป็นข้อมูลการเดินทางในช่วงเวลากลางวัน (6.00 – 18.00 น.)

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1) เพื่อสำรวจและรวบรวมข้อมูลในด้านระบบโครงสร้างพื้นฐานในด้านการขนส่งและจราจรภายในมหาวิทยาลัย วิเคราะห์ถึงสภาพการจราจรและศักยภาพของระบบการขนส่งภายในมหาวิทยาลัยในปัจจุบัน ตลอดจนการเตรียมข้อมูลด้านการขนส่งสำหรับการเข้าร่วมจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียว

2) เพื่อศึกษาความเหมาะสมของการพัฒนาโครงข่ายการขนส่งแบบไร้เครื่องยนต์ภายในมหาวิทยาลัย

3) เพื่อจัดทำข้อเสนอแนะทางเทคนิคและการออกแบบสำหรับการพัฒนาโครงข่ายการขนส่งแบบไร้เครื่องยนต์และการขนส่งสีเขียวภายในพื้นที่ระดับมหาวิทยาลัยในประเทศไทย

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับด้านวิชาการ

1) ได้ข้อมูลในด้านการขนส่งและจราจรภายในมหาวิทยาลัยแม่โจ้ สำหรับนำไปวิเคราะห์สภาพการขนส่ง ศักยภาพในการพัฒนา และเตรียมเป็นข้อมูลในการเข้าร่วมจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียว

2) ได้แบบจำลองการเดินทางและการขนส่งภายในมหาวิทยาลัยแม่โจ้ สำหรับนำไปวิเคราะห์ความเหมาะสมของการพัฒนาระบบการขนส่งแบบไร้เครื่องยนต์

3) ทราบความต้องการของผู้เดินทางภายในมหาวิทยาลัยและปัจจัยที่สามารถนำไปสู่ความสำเร็จของการพัฒนาโครงข่ายการขนส่งแบบไร้เครื่องยนต์และการขนส่งสีเขียวในพื้นที่ระดับมหาวิทยาลัยในประเทศไทย

4) ได้ข้อเสนอแนะและแนวทางการออกแบบสำหรับการพัฒนาระบบการขนส่งแบบไร้เครื่องยนต์และการขนส่งสีเขียวภายในพื้นที่ระดับมหาวิทยาลัยในประเทศไทย

5) เป็นกรณีศึกษาแก่นักศึกษาคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบสิ่งแวดล้อม และสาขาวิชาอื่นๆที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบและวางแผนโครงการด้านสิ่งแวดล้อมเพื่อความยั่งยืน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับด้านนโยบาย

1) เป็นข้อมูลและข้อเสนอแนะในการวางแผนและวางผังแม่บทของมหาวิทยาลัยแม่โจ้ในการก้าวสู่การเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียว

2) ตอบสนองนโยบายการพัฒนาของมหาวิทยาลัยอย่างยั่งยืนและตอบสนองนโยบายของรัฐในการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อม

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับด้านเศรษฐกิจและพาณิชย์

1) เป็นแนวทางสำหรับนำไปพัฒนาเป็นโครงการการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์โดยการส่งเสริมให้มีการเดินทางแบบไร้เครื่องยนต์ในแหล่งวัฒนธรรม เขตโบราณสถานและสถานที่ท่องเที่ยวเชิงนิเวศ

2) มหาวิทยาลัยอาจจะนำไปสร้างรายได้จากการให้บริการการขนส่งแบบไร้เครื่องยนต์ เช่น การให้บริการเช่าจักรยาน การเก็บค่าที่จอดรถ ตลอดจนการดึงแหล่งทุนจากเอกชนสำหรับมานำมาลงทุนพัฒนาโครงการและธุรกิจที่เกี่ยวข้องเนื่องจากโครงการ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับด้านสังคมและชุมชน

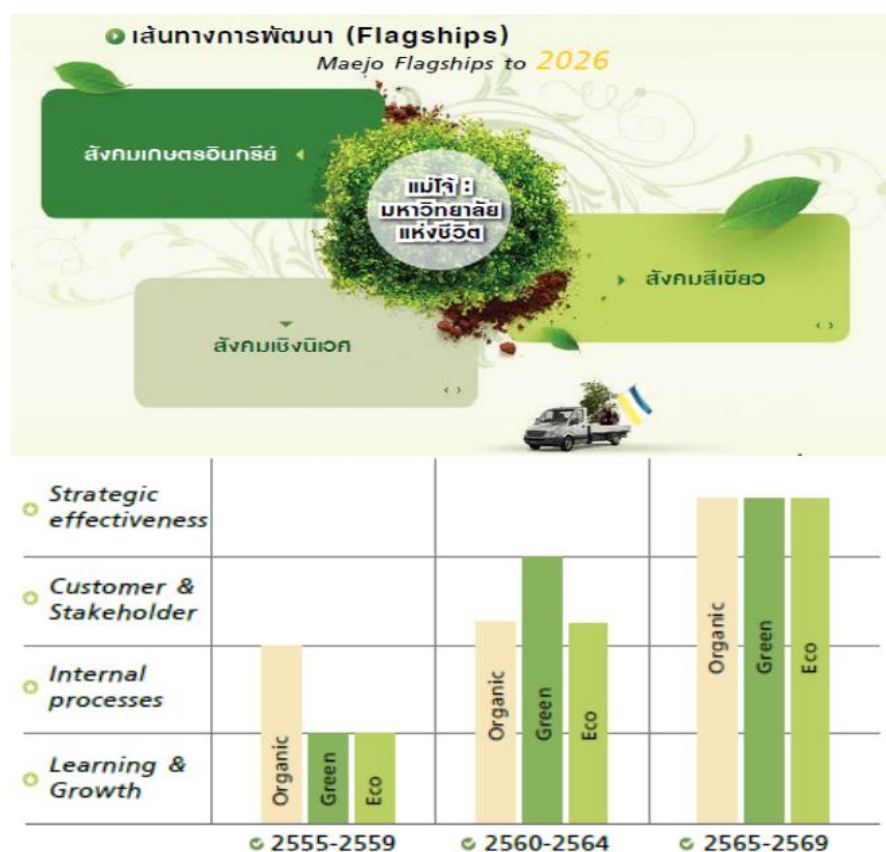
1) เป็นแนวทางสำหรับการประยุกต์ใช้ในการนำไปพัฒนาโครงการขนส่งสีเขียวในพื้นที่รูปแบบอื่น ได้แก่ เขตชุมชน เขตเทศบาล เขตเมืองขนาดใหญ่และชุมชนที่มีความหนาแน่น

2) ลดผลกระทบด้านการจราจรและมลพิษจากการเดินทางที่เกิดขึ้นจากกิจการของมหาวิทยาลัยต่อชุมชนรอบข้าง

การตรวจเอกสาร

แผนยุทธศาสตร์การพัฒนามหาวิทยาลัยแม่โจ้

มหาวิทยาลัยแม่โจ้ได้มีการกำหนดทิศทางการพัฒนามหาวิทยาลัย (Roadmap) ในระยะ 15 ปี (พ.ศ. 2555 ถึง 2569) โดยมีแนวคิดการพัฒนามหาวิทยาลัยที่จำแนกออกเป็น 3 ระยะ และมีเป้าหมายเพื่อมุ่งสู่การเป็นมหาวิทยาลัยเชิงเกษตรอินทรีย์ มหาวิทยาลัยสีเขียว และมหาวิทยาลัยเชิงนิเวศ (Organic University, Green University, and Eco University) ดังภาพที่ 2 และภาพที่ 3 ซึ่งจะต้องมีการพัฒนาทั้งในด้านการเรียนการสอนเพื่อผลิตบัณฑิตที่พึงประสงค์ ด้านวิชาการและพัฒนางานวิจัยและการบริการวิชาการแก่สังคม ด้านการอนุรักษ์ศิลปวัฒนธรรมในท้องถิ่น และต้องมีการปรับปรุงโครงสร้างพื้นฐานด้านกายภาพภายในมหาวิทยาลัยเพื่อให้สนับสนุนให้สามารถดำเนินการจนบรรลุเป้าหมายดังที่ได้กำหนดไว้ในแผนยุทธศาสตร์การพัฒนามหาวิทยาลัยได้ ทิศทางการพัฒนามหาวิทยาลัยแม่โจ้ได้กำหนดเส้นทางยุทธศาสตร์การพัฒนา (Flagships) ออกเป็น 3 ช่วงระยะเวลาของการพัฒนา ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 2 ทิศทางการพัฒนามหาวิทยาลัยแม่โจ้ พ.ศ. 2555-2569 (MJU Roadmap 2026)

ที่มา: (มหาวิทยาลัยแม่โจ้, 2555)



ภาพที่ 3 ยุทธศาสตร์การพัฒนามหาวิทยาลัยแม่โจ้ พ.ศ. 2555-2569 (MJU Roadmap 2026)

ที่มา: (มหาวิทยาลัยแม่โจ้, 2555)

ระยะที่ 1 มุ่งพัฒนาสู่มหาวิทยาลัยเชิงอินทรีย์ (Organic University)

เป็นระยะเริ่มต้น 5 ปีแรกของแผนการพัฒนา โดยเริ่มตั้งแต่ปี พ.ศ. 2555-2559 โดยมีแนวคิดและวิธีการในระบบเกษตรของมหาวิทยาลัยเพื่อเป็นต้นแบบของการทำการเกษตรอินทรีย์อย่างแท้จริง (เป็นการเกษตรที่กลับคืนสู่ธรรมชาติ ไม่ใช่การปฏิสนธิสารเคมีหรือเทคโนโลยีโดยสังเคราะห์ แต่หมายถึงการลดและเลิกใช้อย่างเหมาะสมโดยยึดทางสายกลาง มีเหตุผล พอเพียง ไม่เป็นอันตรายต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม) ซึ่งจะมีการพัฒนาองค์ความรู้ด้านเกษตรอินทรีย์ควบคู่ไปกับการวางแผนพัฒนาหลักสูตร การปรับปรุงโครงสร้างพื้นฐานและสิ่งแวดล้อมภายในมหาวิทยาลัยและชุมชนโดยรอบ เพื่อเตรียมความพร้อมเพื่อก้าวสู่แผนพัฒนาในระยะต่อไป

การพัฒนาด้านกายภาพในระยะนี้จะมุ่งเน้นที่การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานเกี่ยวกับการเรียนรู้เกษตรอินทรีย์เป็นหลัก แต่จะมีการเตรียมความพร้อมและการวางแผนพัฒนาระบบโครงสร้างพื้นฐานด้านกายภาพเพื่อรองรับการก้าวสู่แผนพัฒนาในระยะที่ 2 คือการมุ่งพัฒนาสู่มหาวิทยาลัยสีเขียว

ระยะที่ 2 มุ่งพัฒนาสู่มหาวิทยาลัยสีเขียว (Green University)

เป็นแผนการพัฒนาในระยะกลางคือตั้งแต่ปี พ.ศ. 2560-2564 โดยมีสมมติฐานแนวคิดว่าการปรับปรุงพื้นฐานการเกษตรสู่การเกษตรอินทรีย์อย่างป็นรูปธรรมแล้ว เพื่อให้มหาวิทยาลัยแม่

ไว้เป็นผู้นำด้านการเกษตรอินทรีย์อย่างแท้จริงจำเป็นต้องนำเอาแนวคิดมาบูรณาการให้ครอบคลุมสู่พันธกิจของมหาวิทยาลัยในทุกด้าน โดยจะมีการพัฒนาด้านกายภาพและสภาพแวดล้อมของมหาวิทยาลัยให้เป็นผลอย่างเป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้น ได้แก่ การปรับปรุงสภาพแวดล้อมภายในมหาวิทยาลัยให้เป็นธรรมชาติ การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและปริมาณคาร์บอน การอนุรักษ์พลังงาน และการส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทน

ดังนั้นการพัฒนาด้านกายภาพในระยะนี้จะมุ่งเน้นในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานของมหาวิทยาลัยเพื่อรองรับเกณฑ์การจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียว (Green UI) โดยจะมีการจัดทำผังแม่บทการใช้ประโยชน์พื้นที่ภายในมหาวิทยาลัย แผนแม่บทการปรับโครงสร้างพื้นฐาน เช่น ทางจักรยาน ทางเดินเท้า ที่จอดรถ และการเพิ่มพื้นที่สีเขียว แผนการลดปริมาณการเดินทางด้วยรถยนต์ และจักรยานยนต์ แผนการจัดการอนุรักษ์พลังงานและการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและปริมาณคาร์บอน ตลอดจนการจัดทำแนวคิดการพัฒนาพื้นที่ต้นแบบ Green Campus และ Green Society และการถ่ายทอดองค์ความรู้และนวัตกรรมด้านสิ่งแวดล้อมสู่ชุมชน

ระยะที่ 3 มุ่งพัฒนาสู่มหาวิทยาลัยเชิงนิเวศ (Eco University)

เป็นแผนการพัฒนาในระยะยาวคือตั้งแต่ปี พ.ศ. 2565-2569 โดยจะเป็นการขยายผลจากมหาวิทยาลัยสีเขียวไปสู่การปรับเปลี่ยนแนวคิด จิตสำนึก และพฤติกรรมของทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง ทั้งนักศึกษา บุคลากร ศิษย์เก่า ตลอดจนชุมชนและสังคมไทย เพื่อให้มหาวิทยาลัยเป็นต้นแบบและเป็นส่วนหนึ่งในการกระตุ้นสังคมให้ตระหนักถึงการปรับเปลี่ยนดังกล่าวเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืนและยึดมั่นในหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงของประเทศชาติต่อไป

แนวคิดของการพัฒนาสู่มหาวิทยาลัยเชิงนิเวศจะเป็นการมุ่งเน้นพัฒนาที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (Eco Friendly) เป็นมิตรต่อโลก (Earth Friendly) โดยมีมาตรฐานต่อสิ่งแวดล้อมสูง ปลอดภัย มีการหมุนเวียนใช้ทรัพยากรและพลังงานอย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน รวมทั้งกระบวนการต้นทางได้แก่การออกแบบสิ่งก่อสร้าง อาคาร และชุมชน ตลอดจนการสร้างความสะดวกในการอยู่ร่วมกันระหว่างมนุษย์กับธรรมชาติโดยคำนึงถึงความสุขที่แท้จริงของมนุษย์ การพัฒนาจิตใจและการสร้างจิตสำนึกอันดีงาม

ดังนั้นการพัฒนาด้านกายภาพในระยะนี้จะมุ่งเน้นในการพัฒนาตั้งแต่ต้นทางจนถึงปลายทาง เช่น การออกแบบสิ่งก่อสร้างและพื้นที่ต่างๆให้เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (Eco Building / Smart Farm / Smart City) การพัฒนาเชิงกายภาพเพื่อรองรับการใช้ชีวิตอย่างมีความสุขและสร้างสุขภาพแก่ผู้ใช้งาน มีการหมุนเวียนใช้ทรัพยากรและพลังงานอย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน ตลอดจนแผนการรองรับการขยายตัวในอนาคตอย่างชาญฉลาด (Smart Growth)

แนวคิดด้านการพัฒนาอย่างยั่งยืน

การวางแผนและการจัดการการขนส่งอย่างยั่งยืนได้นั้นไม่เพียงแต่จะต้องเข้าใจในเรื่องของความต้องการในการเดินทางและระบบการขนส่งในด้านกายภาพเท่านั้น แต่จะต้องบูรณาการ (Integrated) โดยการคำนึงถึงผลกระทบและความเกี่ยวข้องที่มีอิทธิพลต่อระบบอื่นๆ ด้วย ได้แก่ สภาพในทางสังคม วัฒนธรรม ความรู้สึกนึกคิดของประชาชน สภาพภูมิศาสตร์ ทรัพยากร สภาพสิ่งแวดล้อม ตลอดจนสภาพเศรษฐกิจและคุณภาพชีวิตของประชากรในพื้นที่ ดังนั้นการวางแผนเพื่อพัฒนาจะต้องมีการบูรณาการปัจจัยในด้านความต้องการของประชากรในพื้นที่ประกอบกับปัจจัยความสัมพันธ์จากศาสตร์หลายแขนงที่เกี่ยวข้องกันดังกล่าวได้ทั้งหมด เพื่อให้เกิดการพิจารณาผลกระทบให้ครบทุกด้านและสอดคล้องกับความต้องการของประชาชนที่ทำให้เกิดเป็นความยั่งยืนได้ในที่สุด ดังนั้นตั้งแต่ยุคทศวรรษที่ 80 จึงได้เกิดแนวคิดในการพัฒนาเพื่อความยั่งยืนขึ้น ซึ่งนับได้ว่าเป็นประเด็นในการพัฒนาที่ได้รับความสนใจเป็นอย่างมาก โดยมีการนำเอาการพัฒนาทางเศรษฐกิจ-สังคมและการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมมาบูรณาการรวมกันเพื่อสร้างให้เป็นระบบที่มีความครอบคลุมปัจจัยที่ได้รับความตระหนักให้กว้างขึ้นและเพื่อเป็นการส่งเสริมให้มีความก้าวหน้าของการมีส่วนร่วมจากสังคม (Kongboontiam, 2010)

ในปี ค.ศ. 1980 “การใช้ทรัพยากรอย่างยั่งยืน” ได้ถูกบันทึกในยุทธศาสตร์การอนุรักษ์ทรัพยากรของโลก (World Conservation Strategy) โดยมีจุดประสงค์สำคัญสามประการ ได้แก่ (1) เพื่อรักษากระบวนการและระบบสนับสนุนต่อการดำเนินชีวิตให้คงอยู่ (2) เพื่อรักษาความหลากหลายทางพันธุกรรม และ (3) เพื่อให้เกิดความสนใจในการใช้ทรัพยากรในระบบนิเวศน์และชาติพันธุ์ (IUCN, 1980)

ในปี ค.ศ. 1987 หลักการของการพัฒนาอย่างยั่งยืนได้รับความสนใจมากขึ้นดังแสดงในรายงาน Brundtland ที่ซึ่งการพัฒนาอย่างยั่งยืนได้ถูกกำหนดความหมายว่า “การพัฒนาที่ค้นพบและบรรลุความต้องการของคนรุ่นปัจจุบัน โดยปราศจากการผูกมัดความสามารถของคนในรุ่นถัดไปในการค้นพบความต้องการของเขาเอง” (WCED, 1987)

การพัฒนาอย่างยั่งยืนได้เริ่มพัฒนามาจากความตระหนักเกี่ยวกับความรับผิดชอบของมนุษยชาติในด้านทรัพยากรธรรมชาติ จนกระทั่งส่งผลกระทบถึงในระดับท้องถิ่นและระดับชาติที่ต้องการให้ได้รับความตระหนักในเรื่องสภาพแวดล้อมให้มากขึ้น ในปัจจุบันการพัฒนาอย่างยั่งยืนไม่เพียงเป็นการใส่ใจถึงแหล่งทรัพยากรและความตระหนักในด้านสิ่งแวดล้อม แต่หากต้องคำนึงถึงความต้องการและความพึงพอใจของประชาชนที่อยู่อาศัยในแหล่งนั้นด้วย ดังนั้นหลักการวางแผนและการจัดการเพื่อการอย่างยั่งยืนในการศึกษานี้เป็นการบูรณาการรวมกันของระบบกลไกต่างๆ ที่มี

ปฏิสัมพันธ์เป็นเหตุและเป็นผลต่อกัน เช่น ในด้านอุปสงค์ อุปทานของทรัพยากร สิ่งแวดล้อม สังคม และความต้องการของมนุษย์

เกณฑ์การจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียว

มหาวิทยาลัยสีเขียว (Green University) มีจุดเริ่มต้นมาจากการจัดอันดับมหาวิทยาลัยเพื่อรวบรวมข้อมูลสภาพความน่าอยู่และการดำเนินกิจการที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมของหน่วยงานที่ถูกตั้งขึ้นมาในมหาวิทยาลัยแห่งอินโดนีเซีย (Universitas Indonesia) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งที่แยกออกมาจากการประเมินเพื่อจัดอันดับมหาวิทยาลัยโลก (World University Rankings) เนื่องจากข้อมูลการประเมินเพื่อจัดอันดับมหาวิทยาลัยโลกไม่ได้ให้น้ำหนักความสำคัญต่อปัจจัยในการลดปริมาณคาร์บอน (Carbon Footprint) และปัจจัยในการลดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Global Climate Change) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งที่จะนำพามหาวิทยาลัยไปสู่การพัฒนาอย่างยั่งยืนได้ ดังนั้นหน่วยงานที่ถูกจัดตั้งขึ้นมาในมหาวิทยาลัยแห่งอินโดนีเซียนี้ซึ่งต่อมามีชื่อว่า UI GreenMetric World University Ranking จึงได้ทำการติดต่อเพื่อความร่วมมือและรวบรวมข้อมูลที่ทำเป็นสำหรับการพัฒนาเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียวเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2553 เป็นต้นมา โดยในปัจจุบันได้รับความร่วมมือจากมหาวิทยาลัยต่างๆทั่วโลกมากกว่า 200 แห่งที่จัดส่งข้อมูลเพื่อการจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียว ซึ่งช่วงเวลาในการรวบรวมข้อมูลจากมหาวิทยาลัยต่างๆผ่านระบบออนไลน์เพื่อจัดอันดับอยู่ในช่วงเดือนกรกฎาคมถึงตุลาคมของทุกปี (GreenMetric, 2015)

หลักเกณฑ์และระเบียบวิธีในการจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียวตามหลักการประเมินของ UI GreenMetric World University Ranking มีแนวคิดที่อยู่บนพื้นฐานของประเด็นหลัก 3-E ได้แก่ ด้านสิ่งแวดล้อม (Environment) ด้านเศรษฐศาสตร์ (Economic) และด้านความเท่าเทียม (Equity) โดยมีการวิเคราะห์จำแนกออกเป็นหลักเกณฑ์ย่อยจากประเด็นหลักทั้งสามประการซึ่งจะมีการคิดค่าความสำคัญตามน้ำหนักของแต่ละหลักเกณฑ์ และประเมินค่าของแต่ละหลักเกณฑ์ออกมาให้รูปแบบคะแนน (Score) ซึ่งจะมีการรวมคะแนนตามค่าน้ำหนักของหลักเกณฑ์เพื่อใช้ในการจัดอันดับมหาวิทยาลัยที่เข้าทำการประเมิน โดยรายละเอียดของหลักเกณฑ์และค่าน้ำหนักสามารถสรุปได้ตารางที่ 2

ตารางที่ 2 หลักเกณฑ์และชี้วัดสำหรับการจัดอันดับมหาวิทยาลัยสีเขียว

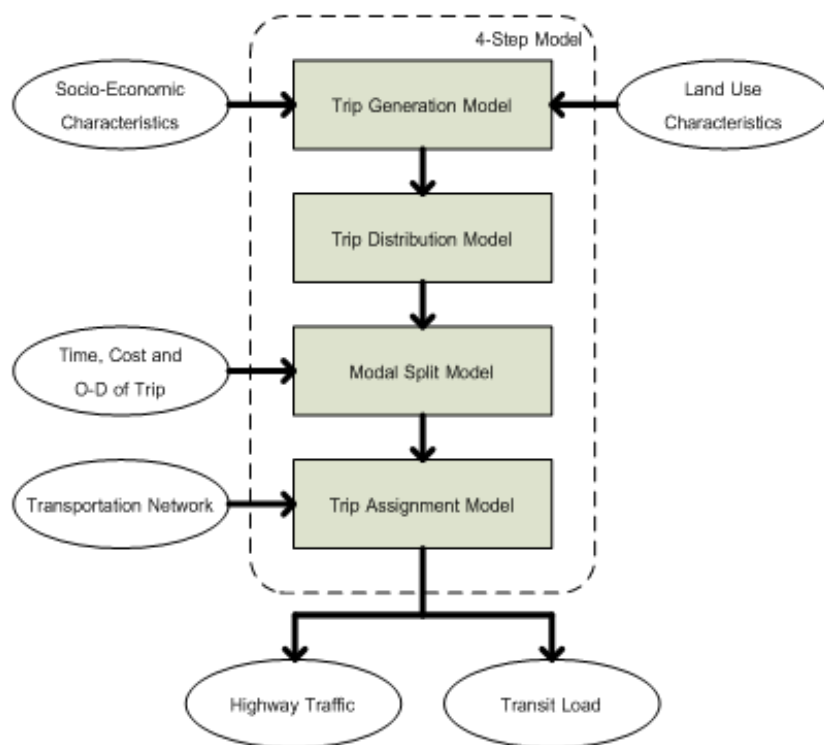
Criteria	Indicator
Setting and Infrastructure (24 %)	1. Campus Setting 2. Type of higher education institution 3. Number of campus sites 4. Total campus area (meter square) 5. Total ground floor area of buildings (meter square) 6. Electricity usage per year (Total KWH) 7. Number of vehicles owned by your institution 8. Number of cars entering the university daily 9. Number of bicycles that are found on campus on an average day 10. Number of students 11. Number of academic and administrative staff 12. Number of courses related to environment and sustainability offered 13. Total number of courses offered 14. Total research funds dedicated to environmental and sustainability research (US Dollar) 15. Total research funds (US Dollars) 16. Percentage of university budget for sustainability effort 17. Number of scholarly publications on environment and sustainability published 18. Number of scholarly events related to environment and sustainability 19. Number of student organizations related to environment and sustainability 20. Existence of a university-run sustainability website
Energy and Climate Change (28 %)	1. Energy efficient appliances usage 2. Renewable energy resources 3. Energy conservation program 4. Green building elements 5. Climate change adaptation and mitigation program 6. Greenhouse gas emission reductions policy 7. Percentage of area on campus covered in vegetation in the form of forest. 8. Percentage of area on campus covered in planted vegetation 9. Policy to reduce the use of paper and plastic in campus 10. Policy for a smoke-free and drug-free campus environment
Waste (15 %)	1. Recycling program for university waste 2. Toxic waste recycling 3. Organic waste treatment 4. Inorganic waste treatment 5. Sewerage disposal
Water (15 %)	1. Water conservation program 2. Retention : non-retentive surfaces on campus as percentage of total area for water absorption 3. Piped water
Transportation (18 %)	1. Transportation policy designed to limit the number of motor vehicles used on campus 2. Transportation policy designed to limit or decrease the parking area on campus 3. Campus buses 4. Bicycle and pedestrian policy on campus

การวิเคราะห์และวางแผนระบบการขนส่ง

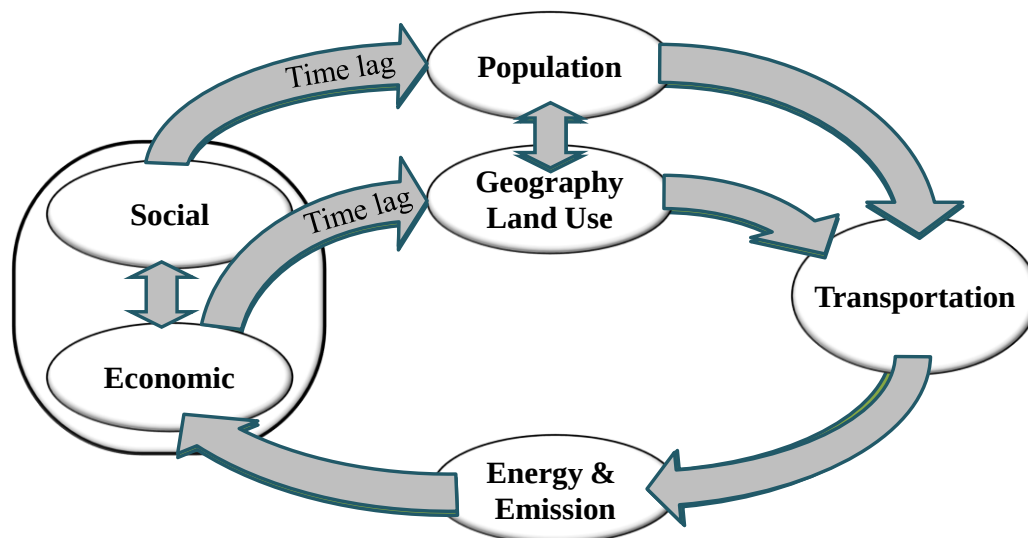
ในการวิเคราะห์และวางแผนการจัดการการเดินทางและระบบการขนส่งนิคมพัฒนาแบบจำลองที่ใช้เป็นเครื่องมือช่วยนักวางแผนในการคาดคะเนสภาพการจราจรในปัจจุบันและอนาคตเพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาของการจราจร นอกจากนั้นแบบจำลองระบบขนส่งยังสามารถทำการวิเคราะห์ผลกระทบซึ่งอาจจะเป็นสาเหตุของปัญหาในระบบอื่นๆ เช่น ผลกระทบต่อสภาพสังคม เศรษฐกิจ การอนุรักษ์พลังงาน และสิ่งแวดล้อมได้ โดยแบบจำลองการเดินทางและระบบขนส่งมีกระบวนการในการวิเคราะห์ที่เป็นระบบซึ่งมีหลักการเริ่มจากการคาดคะเนปริมาณความต้องการในการเดินทางที่จะเกิดขึ้นในแต่ละพื้นที่ แล้วมีการเดินทางไปยังแหล่งกิจกรรมต่างๆด้วยรูปแบบการเดินทางที่หลากหลาย เช่น การเดิน การใช้ยานพาหนะ ซึ่งส่งผลทำให้เกิดการแสการจราจรขึ้นในเส้นทางหรือโครงข่ายการขนส่งนั้น ดังนั้นจากพฤติกรรมของการเดินทางของมนุษย์ดังกล่าวจึงมีความนิยมนำมาพัฒนาเป็นแบบจำลองการเดินทางซึ่งมีรูปแบบต่างๆ เช่น ตารางหรือกราฟความสัมพันธ์ของการเดินทาง สมการทางคณิตศาสตร์และสถิติ ตลอดจนมีการจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์ (Simulation Model) เป็นต้น

แบบจำลองสำหรับการวิเคราะห์ระบบการขนส่งและจราจรที่นิยมใช้กันอยู่โดยทั่วไปคือ แบบจำลอง 4 ขั้นตอน (Sequential 4 steps Model) ซึ่งประกอบด้วยความสัมพันธ์ของกลไกการเดินทางทั้งหมด 4 ระบบ คือ การเกิดการเดินทาง (Trip Generation) การกระจายการเดินทาง (Trip Distribution) การเลือกวิธีการเดินทาง (Modal Split Model) และการจัดการการเดินทางลงในโครงข่ายเพื่อจำลองสภาพการจราจร (Traffic Assignment) ดังภาพที่ 4

ในปัจจุบันการวางแผนระบบการขนส่งได้มีการพิจารณาปัจจัยต่างๆที่เกี่ยวข้องนอกจากแบบจำลอง 4 ขั้นตอน โดยมีการพิจารณาผลกระทบที่เกิดขึ้นจากระบบการขนส่งซึ่งจะส่งผลกระทบที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในด้านอื่นๆ เช่น เกิดความเปลี่ยนแปลงต่อสังคม เศรษฐกิจ การใช้ประโยชน์ที่ดิน การใช้พลังงานและผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม เป็นต้น ดังนั้นการวิเคราะห์และวางแผนระบบการขนส่งจึงจำเป็นต้องมีการวิเคราะห์โดยเริ่มตั้งแต่ความต้องการของมนุษย์ในการเดินทางจนถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นให้รอบด้านซึ่งจะมีลักษณะเป็นพลวัตรย้อนกลับทำให้เกิดความเปลี่ยนแปลงต่อระบบทั้งหมด (Dynamic and Feedback) ดังที่ (Kongboontiam, 2010) ได้ทำการศึกษาและพัฒนาแบบจำลองระบบพลวัตของการขนส่งในพื้นที่ภูมิภาค ซึ่งได้เสนอโครงสร้างรูปแบบการวิเคราะห์และวางแผนระบบการขนส่งให้มีรูปแบบเป็นระบบพลวัต (System Dynamics Model) ที่มีความสัมพันธ์กันระหว่างปัจจัยต่างๆที่ทำให้เกิดความเปลี่ยนแปลง ได้แก่ ปัจจัยด้านสังคม เศรษฐกิจ ประชากร ระบบการขนส่ง การใช้พลังงาน และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งมีลักษณะความสัมพันธ์ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 4 แบบจำลอง 4 ขั้นตอนในการวิเคราะห์ระบบการขนส่งและจราจร
ที่มา: (Kongboontiam, 2010)



ภาพที่ 5 แบบจำลองระบบพลวัตและกลไกของระบบการขนส่งและจราจร
ที่มา: (Kongboontiam, 2010)

การขนส่งแบบไร้เครื่องยนต์เป็นกุญแจสู่ความสำเร็จอย่างหนึ่งในการพัฒนาการพัฒนาระบบการขนส่งสีเขียว (Green Transportation) และระบบการขนส่งอย่างยั่งยืน (Sustainable Transportation) โดยเฉพาะในเขตเมืองได้ โดยทั่วไปการขนส่งแบบไร้เครื่องยนต์หมายถึงการเดินทางที่อาศัยแรงของผู้เดินทางเป็นตัวผลักดัน (Human Powered Transportation) ได้แก่ การเดินเท้า การใช้จักรยาน และรวมไปถึงรูปแบบการเดินทางด้วยล้อเลื่อนรูปแบบต่าง เช่น รถเข็น แก้อื้อเข็น สเก็ต สกูเตอร์เท้า เป็นต้น โดยตัวอย่างรูปแบบของการขนส่งแบบไร้เครื่องยนต์ที่ได้รับความนิยมสามารถแสดงดังภาพที่ 6

รูปแบบหลักของการขนส่งแบบไร้เครื่องยนต์ที่เป็นที่นิยมในปัจจุบันอาจจะจำแนกออกเป็น 2 กลุ่มหลัก ได้แก่ กลุ่มแรกได้แก่การเดินเท้า (Walking) ซึ่งเป็นพื้นฐานในการเคลื่อนที่และการเดินทางของผู้เดินทางแทบทุกคน และกลุ่มที่สองได้แก่การใช้ล้อเลื่อนในการช่วยอำนวยความสะดวกในการเคลื่อน (Cycling) ที่ซึ่งสามารถจำแนกรูปแบบได้อย่างหลากหลายแต่ส่วนใหญ่จะนิยมหมายถึงการใช้จักรยาน (Bicycling)

การเดินเท้า (Walking)

การเดินเป็นรูปแบบการเคลื่อนที่ของมนุษย์ซึ่งโดยปกติจะเกิดจากการก้าวด้วยขาและเท้าและมีวัตถุประสงค์เพื่อเปลี่ยนตำแหน่งจากจุดหนึ่งไปจุดอื่นๆ โดยทั่วไปการเดินจะมีความเร็วในการเคลื่อนที่ช้ากว่าการวิ่งและการใช้ยานพาหนะ โดยปกติมนุษย์จะมีความเร็วในการเดินประมาณ 3-4 กิโลเมตรต่อชั่วโมงและมีระยะในการเดินที่เป็นระยะไม่ไกลมากนัก

ในหลายสิบปีที่ผ่านมาในรูปแบบการเดินเท้ามักจะไม่ได้ได้รับการวิเคราะห์และวางแผนด้านการขนส่งเนื่องจากการขนส่งจะไปมุ่งเน้นการวางแผนและจัดการกับการเดินทางด้วยยานพาหนะ ดังนั้นการเดินจึงถูกจัดให้เป็นเพียงรูปแบบการเคลื่อนที่รองจากยานพาหนะเพื่อให้สามารถเดินทางถึงจุดหมายปลายทาง แต่ในปัจจุบันรูปแบบการเดินเท้าถูกนำกลับมาให้ความสำคัญในการวางแผนการขนส่งมากขึ้นเนื่องจากปัญหาจากการใช้ยานพาหนะเป็นจำนวนมากของมนุษย์เนื่องจากการเดินเท้าเป็นรูปแบบที่ใช้พลังงานต่ำและก่อให้เกิดมลพิษน้อยมาก อีกทั้งการเดินเท้ายังสามารถเพิ่มศักยภาพในการเข้าถึงพื้นที่ (Accessibility) มากกว่ารูปแบบการเดินทางอื่นๆ ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาพื้นที่และการพัฒนาเมืองได้

ประโยชน์ทางอ้อมอีกอย่างหนึ่งของการเดินทางด้วยการเดินเท้าคือการส่งเสริมสุขภาพและความแข็งแรงให้กับผู้เดินทาง เนื่องจากเป็นกิจกรรมอย่างหนึ่งจากการใช้แรงงานจากร่างกายของผู้เดินทางเอง อีกทั้งยังสามารถส่งเสริมความสัมพันธ์ของมนุษย์กับบุคคลรอบข้างได้อีกหนึ่ง เนื่องจากเป็นรูปแบบการเดินทางที่มีความเร็วต่ำและสามารถสื่อสารกับบุคคลรอบข้างได้ตลอดเวลาในการเดินทาง

การใช้จักรยาน (Cycling)

ตั้งแต่อดีตกาลเป็นต้นมาการเดินทางเป็นรูปแบบการเดินทางหลักของมนุษย์ทั้งระยะใกล้และไกล ต่อมา (ก่อน 4,000 BC.) มนุษย์ก็มีการนำเอาสัตว์ เช่น ม้า วัว กระบือ ฯลฯ มาใช้เป็นยานพาหนะแทนการเดินทางในระยะไกลเนื่องจากเป็นการทุ่นแรงของมนุษย์และสัตว์ที่นำมาเป็นยานพาหนะมีกำลังที่มากกว่ามนุษย์สามารถทำให้เดินทางได้ระยะทางไกลขึ้นและสามารถขนส่งภาระหรือสินค้าได้จำนวนมากขึ้น

ต่อมา (ประมาณ 3,500 BC.) ตั้งแต่มีประดิษฐ์ล้อเลื่อน (Wheel) และมีการนิยมนำเอามาใช้เป็นยานพาหนะในการบรรทุกและลากจูง เนื่องจากล้อเลื่อนมีลักษณะเป็นวงกลมจึงทำให้สามารถเคลื่อนที่ได้ด้วยการหมุนหรือกลิ้งโดยการให้กำลังจากการผลักหรือลากจูงซึ่งสามารถผ่อนแรงในการเคลื่อนที่ที่วัตถุได้มาก ดังนั้นนับแต่นั้นจึงมีการประดิษฐ์ยานพาหนะรูปแบบต่างๆที่ใช้พื้นฐานของล้อเลื่อน เช่น ล้อลาก เกวียน รถม้า จักรยาน และรถยนต์



Unicycle

http://www.bikeforrent.com/other_bicycles.php



Tricycle

<http://www.pedalscycle.com/what-we-do/sales/sub16tricycles>



Tricycle (Front Wheels)

<http://enlignescycle.com/products/hwy-scorpion-ts-plus-26-trike>



Bicycle

<https://www.pinterest.com/kahz2/poses-am-garal/>



Quadracycle (Worktruck)

<https://www.homedecor.com/edshet/si-worktruck.html>



Quadracycle (Passengers)

<http://www.hammamdecor.com/product/double-deckers-1505>

ภาพที่ 7 ตัวอย่างรูปแบบของจักรยาน

จักรยานเป็นยานพาหนะที่ใช้ล้อเลื่อนชนิดหนึ่งซึ่งมีการประดิษฐ์ทางกลให้ผู้ขับขี่สามารถให้กำลังแก่ยานพาหนะด้วยการปั่นอยู่บนยานพาหนะและไม่ต้องอาศัยการให้กำลังจากผลึกหรือลากรู้ง ก่อให้เกิดความสะดวกในการใช้งานและสามารถผ่อนแรงได้มาก ดังนั้นจักรยานจึงถูกจัดให้เป็นยานพาหนะที่ใช้กำลังมนุษย์ (Human-Powered Vehicle หรือ HPVs) ชนิดหนึ่ง

รูปแบบของจักรยานที่ได้รับความนิยมสูงสุดและมักจะเข้าใจเรียกจักรยาน คือ จักรยานสองล้อ (Bicycle) ซึ่งถูกประดิษฐ์ขึ้นมาในช่วงประมาณปี ค.ศ. 1817 โดยชาวเยอรมันชื่อ Baron Karl von Drais (Herlihy, 2004) แต่ในความจริงแล้วรูปแบบจักรยานมีอยู่หลายรูปแบบซึ่งสามารถจำแนกออกได้ตามจำนวนล้อ ได้แก่ จักรยานล้อเดียว (Unicycle) จักรยานสามล้อ (Tricycles) จักรยานสี่ล้อ (Quadracycles) เป็นต้น โดยตัวอย่างรูปแบบของจักรยานแสดงดังภาพที่ 7

การเดินทางด้วยจักรยานจำเป็นต้องมีองค์ประกอบของการใช้งานขั้นพื้นฐานอยู่ทั้งหมด 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนของผู้ใช้งานที่จำเป็นต้องมีประกอบไปด้วย (1) จักรยานที่มาตรฐานเป็นยานพาหนะ (2) อุปกรณ์เพื่อความปลอดภัยต่างๆ เช่น หมวกนิรภัยและชุดสวมใส่ที่เหมาะสม และ (3) ยังจำเป็นจะต้องมีความรู้ด้านการใช้งานและกฎระเบียบการจราจร

ส่วนของโครงสร้างพื้นฐานสำหรับการใช้จักรยานประกอบไปด้วย (1) ทางจักรยาน ซึ่งอาจจะเป็นลักษณะทางเฉพาะหรือใช้งานร่วมกับการเดินทางรูปแบบอื่นก็ได้ และ (2) สิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ เช่น จุดจอดจุดพักจักรยาน อุปกรณ์ยึดติดจักรยานเพื่อป้องกันการสูญหาย ป้ายสัญญาณและสัญลักษณ์การจราจรต่างๆ เป็นต้น นอกจากนี้สิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับการใช้จักรยานที่อาจจะจัดให้มีเพิ่มเติม เช่น ร้านค้าร้านสะดวกซื้อต่างๆ ร้านบริการซ่อมบำรุงและอุปกรณ์สำหรับจักรยาน ระบบรักษาความปลอดภัย และสื่อโฆษณาประชาสัมพันธ์ต่างๆ เป็นต้น

ในปัจจุบันกระแสการใช้จักรยานเพื่อการเดินทางภายในเมืองและเพื่อการท่องเที่ยวกำลังได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นเนื่องจากปัญหาที่เกิดขึ้นจากการจราจรติดขัด ความล่าช้าในการเดินทาง ความแออัดของเมืองและกระแสของการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและการพัฒนาอย่างยั่งยืน ซึ่งถ้าสามารถส่งเสริมให้การเดินทางเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางมาใช้จักรยานจะช่วยให้ลดปริมาณยานพาหนะในท้องถนนลงได้ เนื่องจากการใช้จักรยานในการเดินทางสามารถทำความเร็วได้มากกว่าการเดินและวิ่ง สะดวกสบายและผ่อนแรงของผู้เดินทางได้ เกิดมลพิษจากการเดินทางน้อยมาก และยังส่งเสริมสุขภาพและความแข็งแรงของผู้ใช้งาน

ยานพาหนะล้อเลื่อนเครื่องยนต์ไฟฟ้าขนาดเล็ก

จากแนวคิดของยานพาหนะล้อเลื่อนและจักรยาน ได้ถูกนำมาพัฒนาปรับปรุงประกอบกับนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีใหม่ต่างๆ โดยการนำเอายานพาหนะล้อเลื่อนมาทำการติดตั้งระบบควบคุม ระบบไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ เครื่องกลและเครื่องยนต์ไฟฟ้าขนาดเล็กเพื่อปรับปรุงให้เป็นยานพาหนะล้อเลื่อนที่มีคุณสมบัติที่ดีขึ้น ได้แก่ การผ่อนแรงหรือการเสริมแรงของผู้ใช้งาน การรักษาเสถียรภาพการทรงตัว (Self Balancing and Self Stability) เป็นต้น

ในอีกนิยามของการขนส่งแบบไร้เครื่องยนต์ในปัจจุบันไม่ได้มีความหมายครอบคลุมเพียงการเดินทางและการใช้ล้อเลื่อน แต่ยังมีความหมายครอบคลุมไปถึงยานพาหนะรูปแบบอื่นที่ไม่ใช่เครื่องยนต์แบบสันดาป (Combustion Engine) หรือยานพาหนะที่ใช้เครื่องยนต์ไฟฟ้าขนาดเล็ก เช่น สกูตเตอร์ไฟฟ้าและจักรยานไฟฟ้า (Guitink, Holste, & Lebo, 1994) ซึ่งในปัจจุบันมีการวิวัฒนาการไปอย่างหลากหลาย ดังแสดงตัวอย่างในภาพที่ 8

Electric Scooter



<http://www.nycewheels.com/citybug2.html>

Segway PT



https://en.wikipedia.org/wiki/Segway_PT

Self Balancing Scooter



<http://www.iwheel.cc/two-wheel-self-balancing>



<http://kreativeideer.com/smar-te-opplevelser-til-salgs/22/>

Electric Bicycle



<http://www.ideasinmotionsouthend.co.uk/whats-new/the-futures-bright-the-futures-electric/>

Electric Wheel chair



<http://www.gizmag.com/go/4380/pictures?thumb=true#picture4>

ภาพที่ 8 ตัวอย่างรูปแบบนวัตกรรมยานพาหนะใช้เครื่องยนต์ไฟฟ้าขนาดเล็ก

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2555) ได้ศึกษาและจัดทำแผนการพัฒนาพื้นที่นำร่องเพื่อการขนส่งแบบไร้เครื่องยนต์ซึ่งอยู่ภายใต้โครงข่ายการขนส่งอย่างยั่งยืนของเมืองเชียงใหม่ และมีข้อเสนอแนะแนวทางการพัฒนาระบบขนส่งแบบไร้เครื่องยนต์ในเมืองเชียงใหม่ดังนี้

สำหรับการสัญจรด้วยการเดินเท้าและจักรยานจำเป็นที่จะต้องมีการออกแบบแนวเส้นทาง และลักษณะทางกายภาพเพื่ออำนวยความสะดวกและความปลอดภัยให้แก่ผู้สัญจร ก่อให้เกิดความรื่นรมย์ในขณะที่เดินทางไปยังจุดหมายปลายทาง อย่างไรก็ตามสิ่งที่สำคัญที่สุดในการออกแบบจะต้องเข้าใจวัตถุประสงค์และความต้องการของผู้เดินทางเป็นอันดับแรก ซึ่งการออกแบบที่ดีนั้นจะต้องสามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งาน ความเข้าใจถึงปัจจัย ที่มีผลต่อการเลือกรูปแบบในการเดินทาง รวมถึงมาตรฐานการออกแบบจึงเป็นสิ่งที่จำเป็น

ดังนั้นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาทางเดินเท้าและทางจักรยานสามารถสรุปได้ดังนี้

- ปัจจัยความต้องการใช้ขึ้นอยู่กับจำนวนประชากรแยกตามเพศ อายุ รายได้ การศึกษา และการครอบครองยานพาหนะ
- จุดประสงค์ของการเดินทาง
- ปัจจัยด้านการจราจรประกอบด้วยองค์ประกอบด้าน ปริมาณการจราจร และความเร็วของยานพาหนะ
- ปัจจัยลักษณะทางกายภาพของถนน และทางเดินเท้า
- ลักษณะของพื้นที่ศึกษา ที่มีผลต่อการใช้จักรยานประกอบด้วย ความลาดชันของพื้นที่ ลักษณะการใช้ที่ดิน กิจกรรมบังคับภายในพื้นที่ การมีรถประจำทางในพื้นที่ การมีสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับผู้ใช้จักรยาน เป็นต้น
- สภาพภูมิอากาศ
- ระยะทางในการเดินทาง
- ความปลอดภัย
- แหล่งกำเนิดกิจกรรมในพื้นที่ ได้แก่ วัด โรงเรียน สถานที่ราชการ และอื่นๆ

แนวทางการพิจารณาและวางแผนสร้างเส้นทางเดินเท้าและทางจักรยานควรจะต้องศึกษาถึงองค์ประกอบ ดังนี้

- กิจกรรมในพื้นที่ที่สนับสนุนให้เกิดการเดินทางด้วยเท้าและจักรยาน โดยหลักการทางวิชาการผังเมือง ในพื้นที่ที่มีกิจกรรมเกี่ยวกับการพักผ่อนหย่อนใจ หรือกิจกรรมที่มีผู้ใช้หนาแน่นในรัศมี น้อยกว่า 4.8 ถึง 9.7 กม. ในสถานที่ที่จะ

เกิดกิจกรรมเหล่านั้น เช่น โรงเรียน ศูนย์กลางชุมชน พื้นที่สำนักงานหนาแน่น ย่านพาณิชยกรรมหรือย่านการค้า สวนสาธารณะหรือสวนสุขภาพ

- เส้นทางเดินเท้าและทางจักรยาน ควรมีการออกแบบให้มีความสัมพันธ์กับสวนสาธารณะ หรือมีทัศนียภาพรอบสองข้างทางที่สวยงาม จะเป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดความดึงดูดใจให้ใช้เส้นทาง
- หลีกเลี่ยงการออกแบบเส้นทางที่มีความลาดชันมากกว่า 5 เปอร์เซ็นต์ หรือเส้นทางที่มีลักษณะภูมิประเทศเป็นเนินลาดชันระยะยาวมากเกินไป
- ความกว้างของเส้นทางต้องเพียงพอที่จะไม่เป็นอุปสรรคต่อผู้ใช้เส้นทางร่วม

ตารางที่ 3 ข้อเสนอแนะในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานเพื่อรองรับระบบการขนส่งแบบไร้เครื่องยนต์

How it is Implemented	Specific ways to improve non-motorized transportation
Pedestrian and cycling improvements are usually implemented by local governments, sometimes with funding and technical support of regional or state/provincial transportation agencies. It usually begins with a pedestrian and bicycle plan to identify problems and prioritize projects (Litman, et al. 2000; NYBC 2002; ABW 2010). Implementation may require special funds, either shifting funds within existing transportation, a new budget allocation, or grants. It is useful to develop Multi-Modal Level-of-Service rating systems which indicate the convenience and comfort of walking and cycling conditions.	1. Improve sidewalks, crosswalks, paths and bikelanes. 2. Correct specific roadway hazards to non-motorized transport (sometimes called “spot improvement” programs). 3. Improve Non-motorized Facility Management and Maintenance, including reducing conflicts between users, and maintaining cleanliness. 4. Universal Design (transportation systems that accommodate people with disabilities and other special needs). 5. Develop pedestrian oriented land use and building design (New Urbanism). 6. Increase road and path Connectivity, with special non-motorized shortcuts, such as paths between cul-de-sac heads and mid-block pedestrian links. 7. Street furniture (e.g., benches) and design features (e.g., human-scale street lights). 8. Traffic Calming, Streetscape Improvements, Traffic Speed Reductions, Vehicle Restrictions and Road Space Reallocation. 9. Safety education, law enforcement and encouragement programs. 10. Integrate with transit (Bike/Transit Integration and Transit Oriented Development). 11. Bicycle Parking. 12. Address Security Concerns of pedestrians and cyclists. 13. Public Bike Systems (PBS), which are automated bicycle rental systems designed to provide efficient mobility for short, utilitarian urban trips. 14. Pedways, which are indoor urban walking networks that connect buildings and transportation terminals. 15. Create a Multi-Modal Access Guide, which includes maps and other information on how to walk and cycle to a particular destination.

(Victoria Transport Policy Institute, 2013) ได้เสนอหลักการออกแบบและวางแผนระบบการขนส่งแบบไร้เครื่องยนต์ที่มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อการจัดหาเส้นทางสำหรับการปรับปรุงความสะดวกและประสิทธิภาพของเส้นทางด้วยการเดินเท้าและจักรยาน ซึ่งเป็นรูปแบบที่เน้นการใช้พลังงานจากแรงของมนุษย์เอง โดยรูปแบบการเดินทางแบบไร้เครื่องยนต์จะหมายรวมถึง การเดินเท้า จักรยาน การเดินทางด้วยรถเข็นคนพิการ และยานพาหนะล้อขนาดเล็กอื่นๆ เช่น รถเข็น (Cart) การเดินทางด้วยรองเท้าสเก็ต (skates and skateboards) สกู๊ตเตอร์ (Scooter) เป็นต้น ดังนั้นปัจจัยหลักในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานเพื่อรองรับระบบการขนส่งแบบไร้เครื่องยนต์ที่ควรพิจารณา มีดังตารางที่ 3

มาตรฐานการออกแบบที่เกี่ยวข้องกับระบบการขนส่งแบบไร้เครื่องยนต์

มาตรฐานทางเดินเท้า

มาตรฐานในการออกแบบโครงสร้างพื้นฐานของการเดินทางซึ่งกำหนดจากความกว้างของทางเท้าหรือระยะทางด้านข้างของทางเท้า ซึ่งจะต้องมีขนาดที่เหมาะสมกับอุปสงค์การเดินทางและประเภทของยานพาหนะ Planning and Urban Design Standards (American Planning Association, 2006) ได้กำหนดมาตรฐานความกว้างทางเดินเท้าโดยจำแนกออกเป็น 2 ย่าน คือ ย่านพาณิชยกรรมและย่านที่อยู่อาศัย โดยยึดตามหลักของความต้องการความกว้างสำหรับการเดิน 1 คน จึงอยู่ที่ระยะความกว้าง 3 - 4 ฟุต หรือประมาณ 0.90 – 1.20 เมตร ซึ่งมีสมมติฐานมาจากขนาดความกว้างเฉลี่ยของคนขณะยืนเท่ากับ 1.50– 2.0 ฟุต หรือประมาณ 0.45– 0.60 เมตร และความกว้างสำหรับการเดิน 2 คน ควรมีความกว้างขั้นต่ำที่ระยะ 5 ฟุต หรือประมาณ 1.50 เมตร ดังนั้นความกว้างของทางเดินเท้าเฉพาะส่วนที่มนุษย์สามารถใช้สัญจรได้ไม่น้อยกว่า 5 ฟุต หรือ 1.50 เมตร ซึ่ง AASHTO ได้กำหนดมาตรฐานขนาดทางเท้าโดยแยกตามลำดับประเภทของถนนของถนนและรูปแบบกิจกรรมในพื้นที่ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ความกว้างของทางเดินเท้าตามมาตรฐาน AASHTO

ประเภทถนน	ความกว้างในย่านพาณิชยกรรม		ความกว้างในย่านที่อยู่อาศัย	
	(ฟุต)	(เมตร)	(ฟุต)	(เมตร)
ถนนสายหลัก (Arterial)	7.5	2.5	1.5-1.8	0.5-0.6
ถนนสายรอง (Collector)	6.0	2.0	1.2-1.5	0.4-0.5
ถนนสายย่อย (Local)	4.5-6.0	1.5-2.0	1.2-1.5	0.4-0.5

Time - saver Standards for Landscape Architecture (Harris & Dines, 1998) ได้กำหนดมาตรฐานความกว้างของทางเท้าแยกตามประเภทของทางเท้าและจำนวนของคนเดินเท้า ดังนี้

- ทางเท้าส่วนบุคคล ความมีความกว้าง 0.45 – 1.20 เมตร
- ทางเท้าประเภทพาวิถี ความมีความกว้าง 0.90 – 2.70 เมตร
- ทางเท้าสาธารณะ ความมีความกว้าง 2.40 – 3.00 เมตร
- ทางเท้าในสวนสาธารณะ ความมีความกว้าง 1.50 เมตร

กรมโยธาธิการและผังเมือง ได้กำหนดเกณฑ์และมาตรฐานผังเมืองรวม ในปีพ.ศ. 2549 โดยกำหนดให้บริเวณที่ควรมีทางเท้า ได้แก่ ย่านธุรกิจ - พาณิชยกรรม ย่านอุตสาหกรรม ย่านที่อยู่อาศัย และโรงเรียน โดยมีความกว้างไม่น้อยกว่า 1.50 เมตร ข้อมูลสำคัญที่ใช้ในการออกแบบทางเท้าประกอบด้วย ข้อมูลปริมาณการจราจร ขนาดช่องจราจร จำนวนช่องจราจร ประเภทของผิวจราจร ความกว้างของผิวจราจร ความกว้างของไหล่ทางซึ่งจะสอดคล้องกับความกว้างของทางเดินและทางเท้า ความสามารถในการรับน้ำหนักบรรทุก ความลาดชัน และความสูงของยานพาหนะที่จะเป็นข้อจำกัดความสูงของสิ่งก่อสร้างเหนือผิวจราจรของถนน

มาตรฐานทางจักรยาน

สำหรับมาตรฐานในการออกแบบ โครงสร้างพื้นฐานของทางสำหรับจักรยาน AASHTO (American Planning Association, 2006) ได้แบ่งรูปแบบของเส้นทางจักรยานตามลักษณะการใช้ร่วมกับรูปแบบการเดินทางอื่น ดังนี้

- เส้นทางจักรยานใช้ถนนร่วมกับรถยนต์ แต่ถูกแยกออกด้วยเครื่องหมายจราจรที่ผิวทาง (Bicycle lane) เส้นทางจักรยานประเภทนี้จะเป็นแบบวิ่งทางเดียว สำหรับถนนที่ไม่มีขอบทางเดิน (Uncurbed street) ความกว้างของช่องรถจักรยานวิ่งควรจะกว้างอย่างน้อย 4 ฟุต และสำหรับถนนที่มีขอบทางเดิน ความกว้างของช่องจักรยานวิ่งควรจะกว้างอย่างน้อย 5 ฟุต
- เส้นทางพิเศษสำหรับจักรยานวิ่งอย่างเดียว (Bicycle path) เอื้อประโยชน์ให้ผู้ใช้จักรยานวิ่งอย่างปลอดภัยที่สุด แต่มีค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างสูงและต้องการพื้นที่ก่อสร้างทางจักรยานเฉพาะ
- เส้นทางจักรยานที่ใช้ร่วมกับผู้อื่นๆ (Multi-use trail and/or path) ถูกออกแบบให้ใช้ร่วมกับผู้อื่นๆ เช่น คนเดินเท้า คนใช้รถเข็น และอื่นๆ ซึ่ง

ทางจักรยานประเภทสามารถพบได้ตามสวนสาธารณะ พื้นที่จับจ่ายใช้สอย และอื่นๆ

- ทางจักรยานที่ใช้พื้นที่ร่วมกันกับการจราจรประเภทอื่น (Shared Roadway) สำหรับการใช้ขอบทางหรือไหล่ทางของถนนโดยทั่วไปเป็นเส้น ทางจักรยาน ควรมีการออกแบบให้มีวัสดุ สี ที่แตกต่างจากถนนทั่วไป หรือ มีขอบเตี้ยๆคั่น ระหว่างเส้นทางจักรยานกับถนน จะต้องมีการป้ายหรือเครื่องหมายบอกทางอย่าง ชัดเจน

ลักษณะทางกายภาพของเส้นทางจักรยาน

กายภาพของเส้นทางจักรยานที่นิยมออกแบบและมีการใช้งานกันทั่วไปสามารถ จำแนกออกเป็น 2 ประเภทหลัก ได้แก่ เส้นทางจักรยานที่มีการแบ่งแยกสิ่งอำนวยความสะดวก โดยเฉพาะ (Segregated Cycle Facilities) และเส้นทางจักรยานที่ไม่มีการแบ่งแยกสิ่งอำนวยความสะดวก (Non-segregated facilities)

เส้นทางจักรยานที่มีการแบ่งแยกสิ่งอำนวยความสะดวกโดยเฉพาะ

เส้นทางจักรยานประเภทนี้เป็นเส้นทางที่มีการจัดเตรียมโครงสร้างพื้นฐานและสิ่งอำนวยความสะดวกให้กับการเดินทางด้วยจักรยานโดยเฉพาะ เช่น การจัดเตรียมมีช่องทางไว้ สำหรับจักรยาน (Marked Lane) มีป้ายสัญลักษณ์สำหรับจักรยาน ที่จอดรถจักรยาน เป็นต้น โดยสิ่งอำนวยความสะดวกเหล่านี้ถูกออกแบบและติดตั้งไว้สำหรับผู้ที่เดินทางด้วยจักรยานโดยเฉพาะ เพื่อให้ผู้เดินทางมีความสะดวกและปลอดภัยในการเดินทาง รวมทั้งยังเป็นการส่งเสริมภาพลักษณ์ และดึงดูดให้ประชาชนเปลี่ยนมาเดินทางด้วยจักรยานมากขึ้น

โดยเส้นทางจักรยานที่มีการแบ่งแยกสิ่งอำนวยความสะดวกโดยเฉพาะสามารถ ออกแบบให้ใช้งานได้ทั้งที่อยู่บนผิวการจราจรของถนน (On Road Bicycle Lane) และไม่ได้อยู่บน ผิวการจราจรของถนน (Off Road Shoulder/Side path) โดยรูปแบบของเส้นทางจักรยานประเภทนี้ อาจจะมีชื่อเรียกแตกต่างกันไปตามท้องถิ่นที่มีการพัฒนาเส้นทางจักรยานซึ่งมีอยู่หลายรูปแบบทั่วโลก ดังนั้นเพื่อให้เกิดความง่ายต่อการเข้าใจและประโยชน์ต่อการนำไปประยุกต์ใช้งานสำหรับ ประเทศไทยสามารถสรุปเป็นรูปแบบหลักๆได้ดังต่อไปนี้

1) Bicycle Lane

Cycle Lanes (นิยมเรียกในยุโรป) หรือ Bike Lanes (นิยมเรียกในประเทศ สหรัฐอเมริกา) เป็นรูปแบบเส้นทางจักรยานแบบอยู่บนผิวการจราจรของถนนชนิดหนึ่งซึ่งตั้งอยู่บน ส่วนหนึ่งของผิวทาง (Carriageway ในยุโรป หรือ Roadway ในประเทศสหรัฐอเมริกา) โดยมีการ

ออกแบบเป็นทางวิ่งสำหรับจักรยานโดยเฉพาะซึ่งมีการอนุญาตเฉพาะจักรยานเท่านั้นที่สามารถเข้ามาใช้ทางได้และมีการทำเครื่องหมาย (Marking) ซึ่งในยุโรปและประเทศสหรัฐอเมริกานิยมใช้เส้นทึบสีขาว (Solid White Stripe) มาเป็นตัวทำเครื่องหมายเพื่อบ่งบอกเขตของเส้นทางจักรยาน นอกจากนี้ อาจจะจัดให้มีป้ายสัญลักษณ์ทางการจราจร (Traffic Sign) สำหรับแนะนำการเดินทางโดยจักรยานโดยเฉพาะและใช้ควบคุมกระแสนจราจรเพื่อให้การเดินทางด้วยจักรยานเกิดความปลอดภัย โดยตัวอย่างของ Bicycle Lane ในต่างประเทศแสดงดังภาพที่ 9

2) Bicycle Track

Bicycle Track หรือ Cycle Track ยังคงเป็นเส้นทางจักรยานแบบอยู่บนผิวการจราจรของถนนชนิดหนึ่งเช่นเดียวกับ Bicycle Lane แต่มีความแตกต่างในด้านระดับของการควบคุมที่มีการออกแบบทางกายภาพให้มีลักษณะแยกออกมาจากช่องทางของการจราจรทางถนนอย่างเด่นชัดขึ้นและแยกจากทางเท้า (Side Path) ด้านข้าง ซึ่งเส้นทางจักรยานรูปแบบนี้นิยมออกแบบให้เป็นทั้งแบบเดินรถทิศทางเดียว (One-way) หรือเดินรถสองทิศทาง (Two-way) ก็ได้แต่ระดับของผิวทางก็อาจจะออกแบบให้เสมอกับผิวทางของการจราจรของถนน หรือเสมอกับผิวของระดับทางเท้า หรืออยู่ระหว่างผิวถนนหรือผิวทางเท้าก็ได้ โดยทั่วไปแล้วการแยกเส้นทางจักรยานรูปแบบนี้อาจจะใช้เครื่องหมายแถบสี หรือแท่งกั้นการจราจร (Bollard) หรือใช้พื้นที่จอดรถยนต์เป็นตัวกั้นช่องการจราจรระหว่างช่องการจราจรทางถนนกับช่องทางจักรยานก็ได้ โดยตัวอย่างของ Bicycle Track ในต่างประเทศแสดงดังภาพที่ 10

3) Shoulder

การใช้จักรยานบนไหล่ทาง (Shoulder) ถือเป็นรูปแบบของเส้นทางจักรยานแบบที่ไม่ได้อยู่บนผิวการจราจรของถนน โดยทั่วไปแล้วไหล่ทางถือเป็นพื้นที่ส่วนหนึ่งนอกจากผิวของการจราจรและเป็นพื้นที่ที่ถูกกั้นไว้สำหรับด้านข้างของถนนซึ่งถูกออกแบบไว้สำหรับ (1) เป็นเขตกันชน (Buffer) ระหว่างพื้นที่การจราจรกับอุปสรรคด้านข้างของเขตทางเพื่อป้องกันอุบัติเหตุเมื่อยานพาหนะบนผิวการจราจรสูญเสียความควบคุมแล้วหลุดออกจากเส้นทาง (2) เป็นช่องทางการจราจรฉุกเฉินสำหรับรถพยาบาล รถตำรวจหรือยานพาหนะฉุกเฉินอื่นๆ และ (3) เป็นพื้นที่สำหรับจอดยานพาหนะที่เกิดการขัดข้องต่างๆและไม่สามารถเดินทางต่อได้เพื่อไม่ให้เกิดการกีดขวางการจราจรในช่องทางของกระแสการจราจร ถึงแม้ว่าไหล่ทางจะถูกออกแบบมาสำหรับใช้ในกรณีฉุกเฉินดังกล่าว แต่การใช้จักรยานในการเดินทางบนไหล่ทางก็ถูกอนุญาตให้มีการใช้งานได้ในเชิงวิศวกรรมจราจร ซึ่งก่อนโลมาให้ใช้ได้ในพื้นที่เส้นทางไม่ได้จัดโครงสร้างพื้นฐานของการเดินทางด้วยจักรยานให้เพื่อก่อให้เกิดความเสมอภาคในการเดินทาง แต่ก็ควรที่จะมีการจัดสิ่งอำนวยความสะดวกแก่การเดินทางด้วยจักรยานโดยเฉพาะสิ่งอำนวยความสะดวกในด้านของความ

ปลอดภัย เช่น ป้ายบอกทาง เครื่องหมายบนไหล่ทาง สัญญาณไฟควบคุมการผ่านทาง สัญลักษณ์แสดงให้ยานพาหนะในกระแสรถรับทราบและระวังจักรยาน เป็นต้น โดยตัวอย่างของเส้นทางจักรยานบนไหล่ทางแสดงดังภาพที่ 11

4) Sidepath or Shared use path

นอกจากการใช้จักรยานบนไหล่ทางแล้ว รูปแบบการใช้จักรยานบนทางเท้าหรือใช้ร่วมกับรูปแบบการเดิน (Pedestrian) ก็เป็นอีกรูปแบบหนึ่งของเส้นทางจักรยานแบบที่ไม่ได้อาศัยผิวการจราจรของถนน เนื่องจากความเร็วของการเดินทางด้วยจักรยานและการเดินไม่แตกต่างกันมากนักซึ่งในบางประเทศถือว่าทั้งสองรูปแบบนี้เป็นรูปแบบการเดินทางชนิดเดียวกันเมื่อใช้ความเร็วในการเดินทางเป็นเกณฑ์ (Slow Mode) โดยทั่วไปแล้วทางเท้า (หรือที่นิยมเรียกว่า Sidepath ในประเทศสหรัฐอเมริกา และที่นิยมเรียกว่า Footway หรือ Footpath ในประเทศอังกฤษ) เป็นโครงสร้างพื้นฐานด้านการขนส่งสำหรับผู้ที่ใช้เท้าในระยะทางสั้นๆ แต่ด้วยความเร็วเฉลี่ยในการเดินทางของจักรยานถือว่าไม่แตกต่างกับการเดินมากนักจึงทำให้การใช้จักรยานสามารถใช้เส้นทางร่วมกับการเดินเท้าได้ โดยอาจจะมีการแบ่งพื้นที่ของทางเดินเท้าเพื่อจัดทำเป็นช่องทางจักรยานหรืออาจจะมีการใช้ร่วมกันในเส้นทางเดียวกันได้ แต่จะต้องมีสิ่งอำนวยความสะดวกด้านความปลอดภัยเพื่อป้องกันการชนกันระหว่างผู้ที่เดินทางและผู้ใช้จักรยานได้ เช่น มีการบังคับใช้การควบคุมการจราจรให้จักรยานให้ทางแก่คนเดินทาง (Yield Sign) การติดตั้งอุปกรณ์สยบการจราจร (Traffic Calming) ของจักรยานเพื่อช่วยลดความเร็วในการเดินทางของจักรยานลง เป็นต้น โดยตัวอย่างของเส้นทางจักรยานบนทางเท้าแสดงดังภาพที่ 12



A bikepath in Chapinero in Bogotá, Colombia



Utrecht has specially painted bicycle-only lanes



Bicycle lane in New York City



Cycle lane in Počernická street, Czech Republic

Source: http://en.wikipedia.org/wiki/Segregated_cycle_facilities

ภาพที่ 9 ตัวอย่างเส้นทางจักรยานแบบ Bicycle lane หรือ Cycle Lane



Bike Track protected by parked cars on a sunny midday, New York City, USA



Bike lanes at Pennsylvania and 10th st NW, USA



the Grand Street cycle track in Manhattan, USA



A bicycle track with a concrete barrier, Ottawa, Canada

Source: http://en.wikipedia.org/wiki/Segregated_cycle_facilities

ภาพที่ 10 ตัวอย่างเส้นทางจักรยานแบบ Bicycle Track



Source: <http://cycle20ten.blogspot.com>



Source: <http://cyclinggyppies.wordpress.com>

ภาพที่ 11 ตัวอย่างเส้นทางจักรยานบนไหล่ทาง



Source: <http://gridchicago.com/2012/berlin-bicycling-an-interview-with-bike-blogger-wolfgang-scherreiks/>



Source: <http://bikes-as-transportation.com/when-sidewalks-and-sidepaths-are-suitable-for-bicycling/>



Source: <http://www.truewheelers.org/cases/vassarst>



Source: <http://calmstreetsboston.blogspot.com>

ภาพที่ 12 ตัวอย่างเส้นทางจักรยานจักรยานบนทางเท้าหรือใช้ร่วมกับรูปแบบการเดิน

เส้นทางจักรยานที่ไม่มีการแบ่งแยกสิ่งอำนวยความสะดวก

เส้นทางจักรยานที่ไม่มีการแบ่งแยกสิ่งอำนวยความสะดวกเป็นเส้นทางที่การเตรียมการด้านโครงสร้างพื้นฐานและสิ่งอำนวยความสะดวกให้กับยานพาหนะในกระแสรถทั่วไปซึ่งการใช้จักรยานต้องอาศัยโครงสร้างพื้นฐานและสิ่งอำนวยความสะดวกร่วมกันหรือมีการจัดเตรียมไว้ให้เพียงบางส่วนเท่านั้น โดยส่วนใหญ่แล้วเป็นแต่เพียงการอนุญาตให้สิทธิการเดินทางแก่จักรยานในการเข้าใช้เส้นทางเท่านั้น ดังนั้นการจราจรจึงเป็นให้สิทธิการใช้ทางของยานพาหนะในกระแสรถเป็นส่วนใหญ่ ทำให้ผู้ใช้จักรยานมีสิทธิการใช้ทางเป็นรองยานพาหนะในกระแสรถ และผู้ใช้จักรยานมีความจำเป็นต้องใช้ทักษะในการขับขี่และความรู้ด้านการจราจรส่วนตัวในการใช้ทาง จึงเป็นสาเหตุให้เส้นทางจักรยานรูปแบบนี้ที่มีความปลอดภัยน้อยกว่าเส้นทางจักรยานที่มีการแบ่งแยกสิ่งอำนวยความสะดวก (MRC, 2011) ดังนั้นจากการทบทวนการใช้เส้นทางจักรยานแบบนี้ในต่างประเทศสามารถสรุปเป็นรูปแบบหลักๆ ได้ดังต่อไปนี้

1) Wide Outside Lane (WOL)

การใช้เส้นทางแบบ Wide Outside Lane หรือในบางประเทศนิยมเรียกว่า Wide Outside Through Lane เป็นเทคนิคการจัดการจราจรในถนนที่มีการใช้จักรยานร่วมด้วยโดยมีหลักการที่จะควบคุมความเร็วในการเดินทางของยานพาหนะในกระแสรถ (Motorized Vehicle) ไม่ให้มีการลดลงเมื่อต้องเคลื่อนที่ผ่านหรือแซงจักรยาน ซึ่งเป็นเทคนิคที่นิยมใช้กับถนนที่มียานพาหนะขนาดใหญ่ เช่น รถประจำทาง (Bus) และรถบรรทุกขนาดใหญ่ (Heavy Truck) เป็นสัดส่วนสูงต่อปริมาณการจราจรทั้งหมด

ดังนั้นเทคนิคนี้จึงได้เสนอให้ในช่องทางของถนนจำเป็นต้องมีพื้นที่ส่วนหนึ่งให้จักรยานได้ใช้หลบขณะที่ยานพาหนะในกระแสรถมีการผ่านไปก่อนได้ ซึ่งในบางประเทศได้มีการจัดเตรียมพื้นที่ส่วนหนึ่งของถนนให้กับจักรยานไว้จอดหลบกระแสรถ (Bike Box) หรือมีการขยายขนาดความกว้างของช่องทางจราจร (Wider Lane) ให้มีความกว้างเป็น 4.3 เมตร (14 ฟุต) ซึ่งจากช่องทางมาตรฐาน 3.6 เมตร (12 ฟุต) โดยตัวอย่างการดำเนินการเส้นทางจักรยานแบบ Wide Outside Lane ที่มีการใช้งานในต่างประเทศแสดงดังภาพที่ 13

2) Shared Bus Lane

ช่องทางสำหรับรถประจำทาง (Bus Lane) เป็นช่องทางการจราจรพิเศษที่ออกแบบมาสำหรับให้รถประจำทางหรือรถโดยสารสาธารณะที่ได้รับอนุญาตเข้ามาใช้เส้นทางเพื่อความสะดวกรวดเร็วและรักษาระดับความเชื่อมั่นในการเดินทาง (Reliability) ซึ่งโดยปกติแล้วช่องทางนี้จะมีรถโดยสารเข้ามาใช้ตามความถี่ในการให้บริการตามตารางเวลา (Schedule) หรือตามระยะเวลาในการปล่อยรถ (Headway) จึงทำให้ช่องทางนี้ถูกเว้นว่างไว้ในบางช่วงของเวลา ดังนั้นการใช้งานให้เกิด

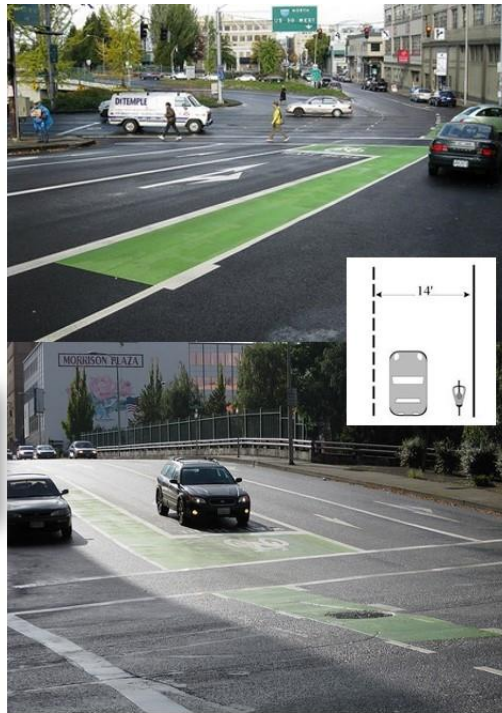
ประสิทธิภาพในช่องทางจึงมีการอนุญาตให้รถจักรยานหรือรถชนิดอื่นที่ได้รับอนุญาตสามารถเข้ามาใช้ช่องทางนี้ได้ แต่อย่างไรก็ตามการดำเนินการรูปแบบนี้ก็ยังคงมีความเสี่ยงในด้านความปลอดภัยต่อผู้ขับขี่จักรยานสูง ในการออกแบบและการอนุญาตจึงจำเป็นต้องพิจารณาปัจจัยที่เกี่ยวข้องอย่างรอบครอบ เช่น ความกว้างของช่องทางที่เพียงพอต่อการหลบหลีก ความเร็วในการเดินทางประจำทาง รวมถึงปัจจัยรอบข้างที่เกี่ยวข้องอื่นๆ ตลอดจนจำเป็นจะต้องมีการจัดเตรียมมาตรการในการบริหารจัดการการเดินทางให้เกิดความปลอดภัยต่อผู้ขับขี่จักรยานและคนเดินเท้าด้วย เช่น พนักงานขับรถประจำทางต้องได้รับการอบรมเรื่องความปลอดภัยในการขับขี่เมื่อต้องเคลื่อนที่ผ่านจักรยานและคนเดินเท้า การติดตั้งสัญญาณเตือนผู้ขับขี่จักรยาน การให้ความรู้ในการขับขี่จักรยานให้ปลอดภัยในช่องทางรถประจำทาง เป็นต้น โดยตัวอย่างการดำเนินการเส้นทางจักรยานแบบใช้ร่วมกับเส้นทางรถประจำทางที่มีการใช้งานในต่างประเทศแสดงดังภาพที่ 14

3) Shared Space

เส้นทางแบบใช้พื้นที่ร่วมกันเป็นรูปแบบหนึ่งที่มีหลักการอยู่บนพื้นฐานของการเดินทางที่เท่าเทียมกันทุกรูปแบบการเดินทาง ซึ่งการขับขี่จักรยานในถนนโดยถือว่าจักรยานเป็นยานพาหนะรูปแบบหนึ่งของการเดินทางในกระแสรถราที่ควรใช้โครงสร้างพื้นฐานและสิ่งอำนวยความสะดวกร่วมกันและมีสิทธิในการใช้ทาง (Priority) เท่ากันทุกรูปแบบรวมถึงการเดินเท้าด้วย ดังนั้นในการดำเนินการจะมีการย้ายสิ่งอำนวยความสะดวกทางการจราจรต่างๆออกจากเส้นทางเกือบทั้งหมด เช่น เครื่องหมายทางการจราจร สัญญาณไฟจราจร ป้ายควบคุมการจราจร เขตกันขอบทาง (Curb) ผิวทางการจราจร (Road Surface) รวมถึงกฎระเบียบทางการจราจรต่างๆ (Regulation) ก็จะถูกยกเลิก เพื่อให้การเดินทางทุกรูปแบบมีสิทธิในการใช้ทางเท่ากัน โดยตัวอย่างของการดำเนินการเส้นทางแบบใช้พื้นที่ร่วมกันแสดงได้ดังภาพที่ 15



Source: <http://labikas.wordpress.com/2012/06/28/san-francisco-bike-facilities-green-conflict-zones/>



Source: <http://www.hcn.org/hcn/greenjustice/blog/where-should-green-planning-efforts-come-from>

ภาพที่ 13 ตัวอย่างเส้นทางจักรยานที่มีการจัดการแบบ WOL



Source: <http://en.wikipedia.org>

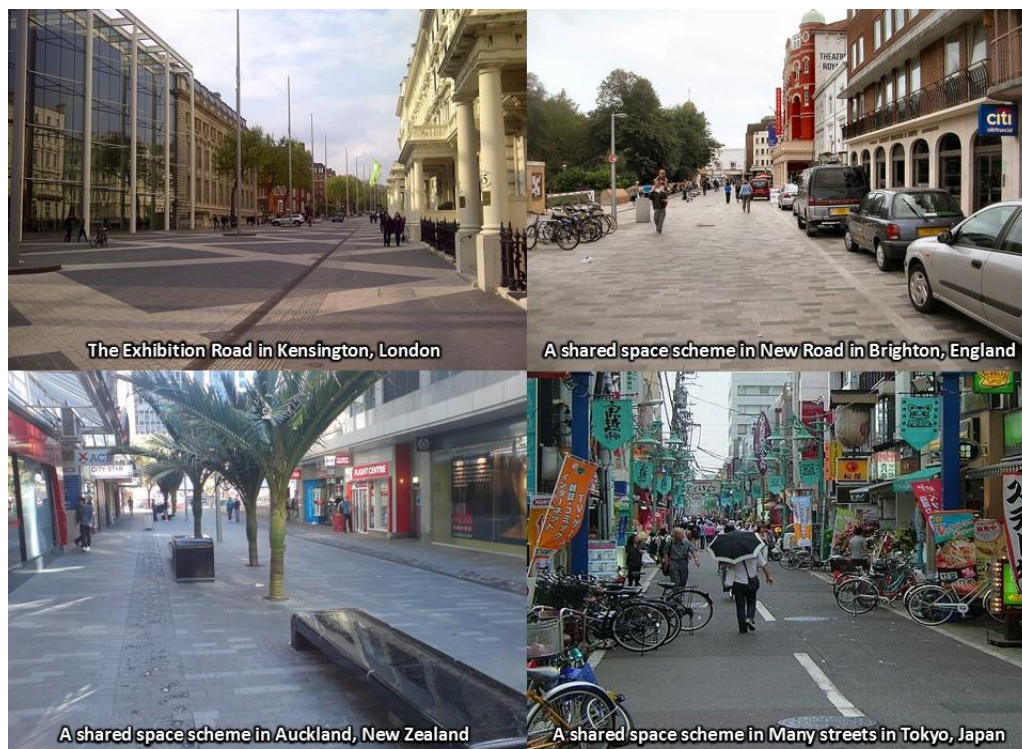


Source: <http://www.fhwa.dot.gov/publications/research/safety/pedbike/05085/pptchapt23.cfm>



Source: <http://bikeportland.org/2007/06/29/bikes-buses-share-the-lane-on-vancouver-ave-4212>

ภาพที่ 14 ตัวอย่างเส้นทางจักรยานที่ใช้ร่วมกับช่องทางรถประจำทาง



Source: http://en.wikipedia.org/wiki/Shared_space

ภาพที่ 15 ตัวอย่างของการดำเนินการเส้นทางแบบใช้พื้นที่ร่วมกัน

โครงข่ายเส้นทางและคุณลักษณะทางกายภาพ (Bike Path and Geometry)

การพัฒนาให้โครงข่ายเส้นทางจักรยานประสบผลสำเร็จในการใช้งานได้จริง จำเป็นต้องมีการจัดเตรียมโครงสร้างพื้นฐานและสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับเส้นทางจักรยานเพื่อรองรับกับการเดินทางด้วยจักรยานได้ซึ่งจะทำให้การเดินทางด้วยจักรยานมีความสะดวก รวดเร็ว มีความเชื่อมต่อและเกิดความปลอดภัยในการเดินทาง

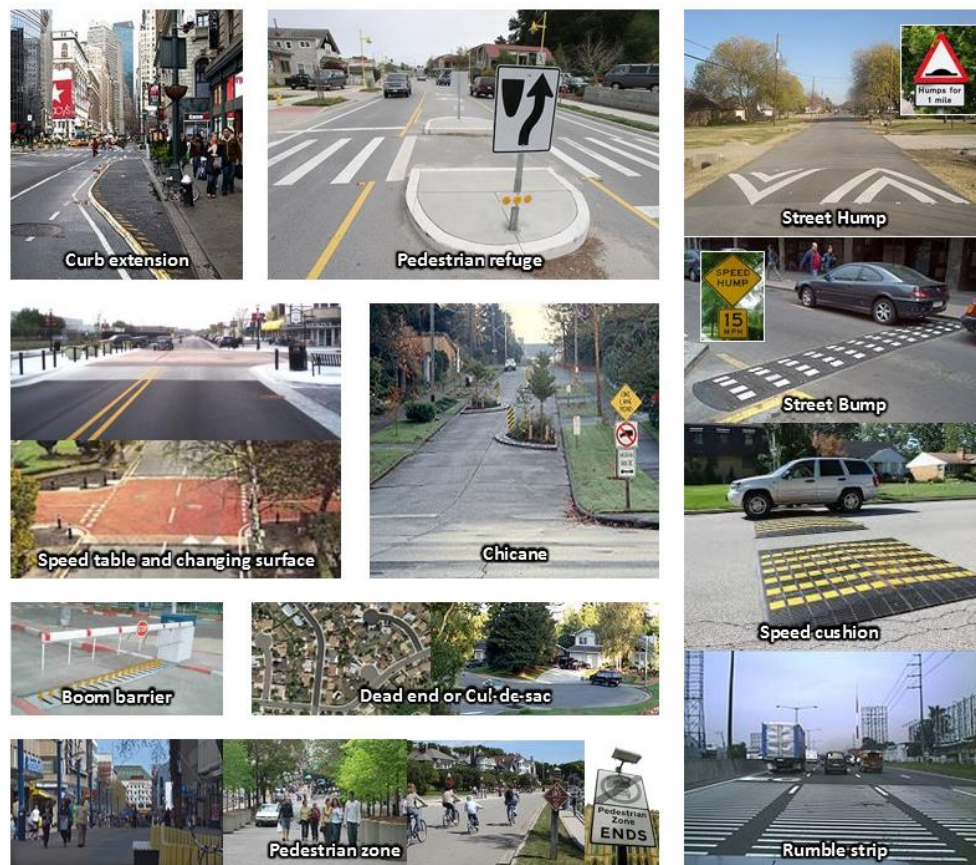
เส้นทางหรือพื้นที่สำหรับขับขี่จักรยานเพื่อใช้ในการเดินทางเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่สุดอย่างหนึ่ง เนื่องจากถ้าการเดินทางใดๆก็ตามที่ขาดทางวิ่งหรือพื้นที่สำหรับใช้งานด้านการขนส่งจะทำให้การขนส่งนั้นไม่สามารถเดินทางไปถึงจุดหมายได้ โดยเส้นทางที่เหมาะสมสำหรับนำมาใช้เป็นเส้นทางขนส่งควรจะต้องพิจารณาประเด็นสำคัญได้แก่ ความต้องการในการเดินทาง (Travel Demand) และจุดหมายปลายทางของการเดินทาง (Origin-Destination) ซึ่งจะเป็นสิ่งนำไปใช้ในการออกแบบแนวเส้นทาง (Route) เพื่อสามารถตอบสนองต่อความต้องการในการเดินทางดังกล่าวได้ และลักษณะทางด้านวิศวกรรมของเส้นทางซึ่งประกอบไปด้วย (1) คุณลักษณะทางด้านเรขาคณิตของเส้นทาง เช่น ความกว้าง ความยาว แนวเส้นทางทั้งทางดิ่งและทางราบ (Vertical and Horizontal Alignment) ค่าระดับและความชันของแนวเส้นทาง (Leveling and Grading) (2) โครงสร้างของชั้นทาง (Typical Section and Road Surface Structure) ซึ่งอาจจะ



ภาพที่ 17 ตัวอย่างเครื่องหมายจราจร



ภาพที่ 18 ตัวอย่างอุปกรณ์สำหรับการบังคับช่องทางจราจร



ภาพที่ 19 ตัวอย่างมาตรการด้านวิศวกรรมที่ใช้ในการสขบการจราจร



ภาพที่ 20 ตัวอย่างมาตรการด้านการศึกษาและการบังคับใช้กฎระเบียบที่ใช้ในการสขบการจราจร

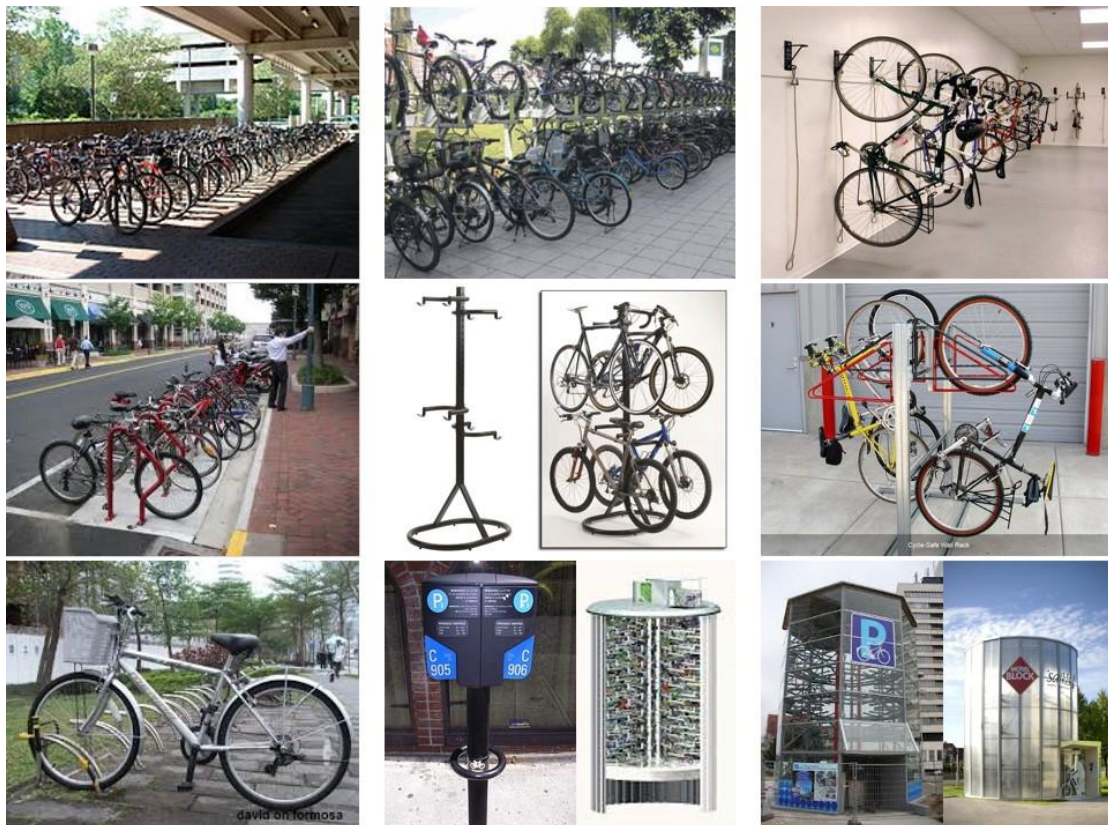
ที่จอดจักรยาน (Bicycle Parking and Trip-end Facilities)

โครงสร้างพื้นฐานที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งที่ควรจะมีการจัดเตรียมไว้ให้สำหรับการใช้จักรยานคือที่จอดจักรยานหรือที่เก็บจักรยาน (Bicycle Parking or Storage Arrangement) เพื่อความเป็นระเบียบเรียบร้อยของแหล่งกิจกรรมต่างๆ ที่อยู่ตามแนวเส้นทางจักรยาน เป็นการอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ใช้จักรยานในการเข้าจอดได้รวดเร็วและสามารถนำจักรยานออกไปใช้ในเส้นทางได้สะดวกรวดเร็วเช่นกัน และอีกทั้งยังเป็นการป้องกันการสูญหายของจักรยานในกรณีต่างๆ เช่น การสลับกัน การลักขโมยหรือโจรกรรม การสูญหายของชิ้นส่วนหรือสิ่งของที่ติดตัวมาด้วยของผู้ขับขี่จักรยาน เป็นต้น

ที่จอดจักรยาน โดยทั่วไปจะจัดเตรียมไว้เป็นพื้นที่ที่มีช่องจอดจักรยานขนาดมาตรฐานและมีการจัดรูปแบบช่องจอดในลักษณะเดียวกับการจอดรถยนต์ก็ได้ อาจจะตั้งอยู่ภายในหรือภายนอกอาคารก็ได้ หรือในบางกรณีอาจจะจัดเตรียมเป็นโครงสร้างพื้นฐานอย่างอื่นก็ได้ เช่น ตู้เก็บจักรยาน (Locker) เป็นรูปแบบที่มีดิดชิดป้องกันการโจรกรรมได้สูง ที่แขวนจักรยาน (Stand or Rack) เป็นที่เก็บจักรยานในลักษณะที่นำเอาจักรยานมาแขวนในบริเวณที่จัดเตรียมไว้ให้ซึ่งจะทำให้สามารถประหยัดพื้นที่เก็บจักรยานลงได้

อุปกรณ์สำคัญอีกอย่างหนึ่งที่จำเป็นสำหรับที่จอดจักรยานที่ต้องมีอุปกรณ์ยึดติดสำหรับการล็อกตัวจักรยานให้อยู่กับที่จอดเพื่อป้องกันการสูญหายและการโจรกรรม โดยอาจจะจัดเตรียมให้เป็นลักษณะของโครงสร้าง เช่น โครงเหล็ก เฟรม หรือห่วงสำหรับเป็นที่สำหรับล็อกตัวจักรยานด้วยกุญแจ โซ่ หรือสายคล้อง

นอกจากที่จอดจักรยานแล้วโครงสร้างพื้นฐานอย่างอื่นที่จุดปลายทาง (Trip-end Facilities) ที่อาจจะต้องมีการจัดเตรียมไว้ให้ผู้ขับขี่เพื่ออำนวยความสะดวกและเพิ่มรรถประโยชน์ที่ได้รับจากการใช้จักรยาน เช่น ร้านค้าหรือร้านสะดวกซื้อ ห้องเปลี่ยนเครื่องแต่งกายหรือห้องน้ำ (Restroom or Toilet) ร้านบริการซ่อมแซมจักรยาน เป็นต้น



ภาพที่ 21 ตัวอย่างที่จอดรถจักรยานและอุปกรณ์ซััดติด

มาตรการด้านความปลอดภัยของเส้นทางจักรยาน

ความปลอดภัยของผู้ขับขี่จักรยานและคนเดินเท้าเป็นปัจจัยที่สำคัญตัวหนึ่งที่จะทำให้การพัฒนาเส้นทางจักรยานประสบความสำเร็จได้ ดังนั้นจากประสบการณ์ของผู้ที่พัฒนาเส้นทางจักรยานตลอดระยะเวลาที่ผ่านมาพบว่าการเกิดอุบัติเหตุของทั้งผู้ใช้เส้นทางจักรยานและการเดินเท้าซึ่งรวมไปถึงโอกาสที่ผู้ใช้จักรยานเป็นต้นเหตุให้เกิดอุบัติเหตุทางด้านการจราจรต่อยานพาหนะอื่นๆด้วยมีสาเหตุมาจากปัจจัยหลักอยู่ 3 องค์ประกอบได้แก่ (1) ตัวผู้ขับขี่เป็นสาเหตุหลักของการเกิดอุบัติเหตุเนื่องจากขึ้นอยู่กับทักษะของผู้ขับขี่ซึ่งอาจจะขาดความพร้อมในการเดินทางหรือมีความประมาท เช่น ขาดความรู้ในเรื่องของกฎและวินัยจราจร ขาดความสามารถในการขับขี่ มีความบกพร่องในด้านร่างกาย ความไม่คุ้นเคยในเส้นทาง เป็นต้น (2) ยานพาหนะและอุปกรณ์ป้องกันเป็นอีกสาเหตุหนึ่งของอุบัติเหตุซึ่งส่วนใหญ่อาจจะเกิดมาจากความบกพร่องของยานพาหนะหรือความไม่มาตรฐานของอุปกรณ์ เช่น ยานพาหนะขาดการตรวจสภาพและซ่อมบำรุง อุปกรณ์หรืออะไหล่ไม่ได้มาตรฐานตามที่กำหนด ชิ้นส่วนบางอย่างมีการสึกหรออ่อนระยะเวลา เหตุสุดวิสัยต่างๆ เป็นต้น และ (3) ระบบการขนส่งเป็นสาเหตุหลักอีกตัวหนึ่งซึ่งอาจจะเกิดมาจากความบกพร่องในขั้นตอนการออกแบบทางด้านการวิศวกรรมและขั้นตอนการก่อสร้างของเส้นทาง เช่น การออกแบบมีข้อมูลไม่

เพียงพอ ความทุกันดารทางภูมิศาสตร์ของแนวเส้นทาง การออกแบบต่ำกว่ามาตรฐาน กระบวนการก่อสร้างไม่ได้ตามมาตรฐาน และข้อจำกัดบางประการของการออกแบบ เป็นต้น

จากปัจจัยที่เป็นสาเหตุหลักทั้ง 3 องค์ประกอบของการเกิดอุบัติเหตุต่อการจราจร โดยเฉพาะที่เกิดกับการใช้จักรยานในการเดินทาง มาตรการในด้านของความปลอดภัยและการป้องกัน หรือบรรเทาความรุนแรงของอุบัติเหตุจึงได้มีการพัฒนาและส่งเสริมให้กับผู้ใช้จักรยานและผู้ขับขี่ ยานพาหนะทั่วไปอย่างต่อเนื่อง ซึ่งจากประสบการณ์ที่มีความสำเร็จในด้านการพัฒนาเส้นทาง จักรยานและการส่งเสริมให้มีการใช้จักรยานและการเดินเท้าในหลายๆประเทศ เช่น ประเทศ เนเธอร์แลนด์ สหราชอาณาจักร เยอรมัน ออสเตรเลีย แม้กระทั่งในบางรัฐของประเทศสหรัฐอเมริกา เป็นต้น ได้มีการจัดทำมาตรการและข้อเสนอแนะในเรื่องของความปลอดภัยสำหรับการใช้จักรยาน โดยมุ่งเน้นที่ในการป้องกันในสาเหตุหลักของการเกิดอุบัติเหตุซึ่งสามารถสรุปเป็นมาตรการหลักๆ ได้ดังต่อไปนี้

1) การปรับปรุงป้ายและเครื่องหมายด้านความปลอดภัย (Cycle Safe Signs)

ถึงแม้ว่าในด้านการออกแบบทางวิศวกรรมการจราจรตามมาตรฐานระบุให้มีการ ติดตั้งป้ายและเครื่องหมายการจราจรไว้อยู่แล้ว แต่จากการเพิ่มขึ้นของปริมาณการจราจรและจำนวน ผู้ที่ใช้จักรยานจึงทำให้โอกาสการเกิดอุบัติเหตุการจราจรสูงขึ้นตามไปด้วย ดังนั้นความพยายามที่จะ ป้องกันปัญหาดังกล่าวที่ได้รับผลประสบความสำเร็จวิธีการหนึ่งที่ได้รับการยอมรับในทาง วิศวกรรมการจราจรคือการปรับปรุงและเพิ่มเติมป้ายและเครื่องหมายการจราจรเพื่อเป็นการเตือน ผู้ใช้ทางให้รับทราบข้อมูลในเส้นทางล่วงหน้าและทำให้เกิดความระมัดระวังมากขึ้นในการเดินทาง มากขึ้น

2) วิศวกรรมการจราจร (Traffic Engineering)

การปรับปรุงแก้ไขทางกายภาพของเส้นทางตามหลักการของวิศวกรรมการจราจรเป็น อีกมาตรการหนึ่งที่น่าสนใจเพื่อป้องกันสาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุอันเนื่องมาจากตัวระบบการขนส่งได้ แต่ มาตรการการปรับปรุงเพื่อความปลอดภัยในด้านนี้จำเป็นจะต้องมีการลงทุนซึ่งส่วนใหญ่ใช้ งบประมาณที่สูง ดังนั้นในขั้นตอนการออกแบบทางวิศวกรรมของแนวเส้นทางจึงควรมีการ พิจารณาสำหรับป้องกันและยกระดับมาตรฐานด้านความปลอดภัยของเส้นทางไปด้วย เพื่อที่จะไม่ ต้องสิ้นเปลืองงบประมาณสำหรับการลงทุนปรับปรุงกายภาพของแนวเส้นทางในภายหลัง

3) อุปกรณ์ที่ใช้ในการขับขี่จักรยาน (Cycling Equipment)

เพื่อเป็นการป้องกันและบรรเทาความรุนแรงจากอุบัติเหตุการจราจรที่อาจจะเกิด ขึ้นกับผู้ขับขี่จักรยานเองจึงมีข้อเสนอแนะให้ผู้ขับขี่จักรยานควรมีการติดตั้งหรือใช้อุปกรณ์ต่างๆเพื่อ

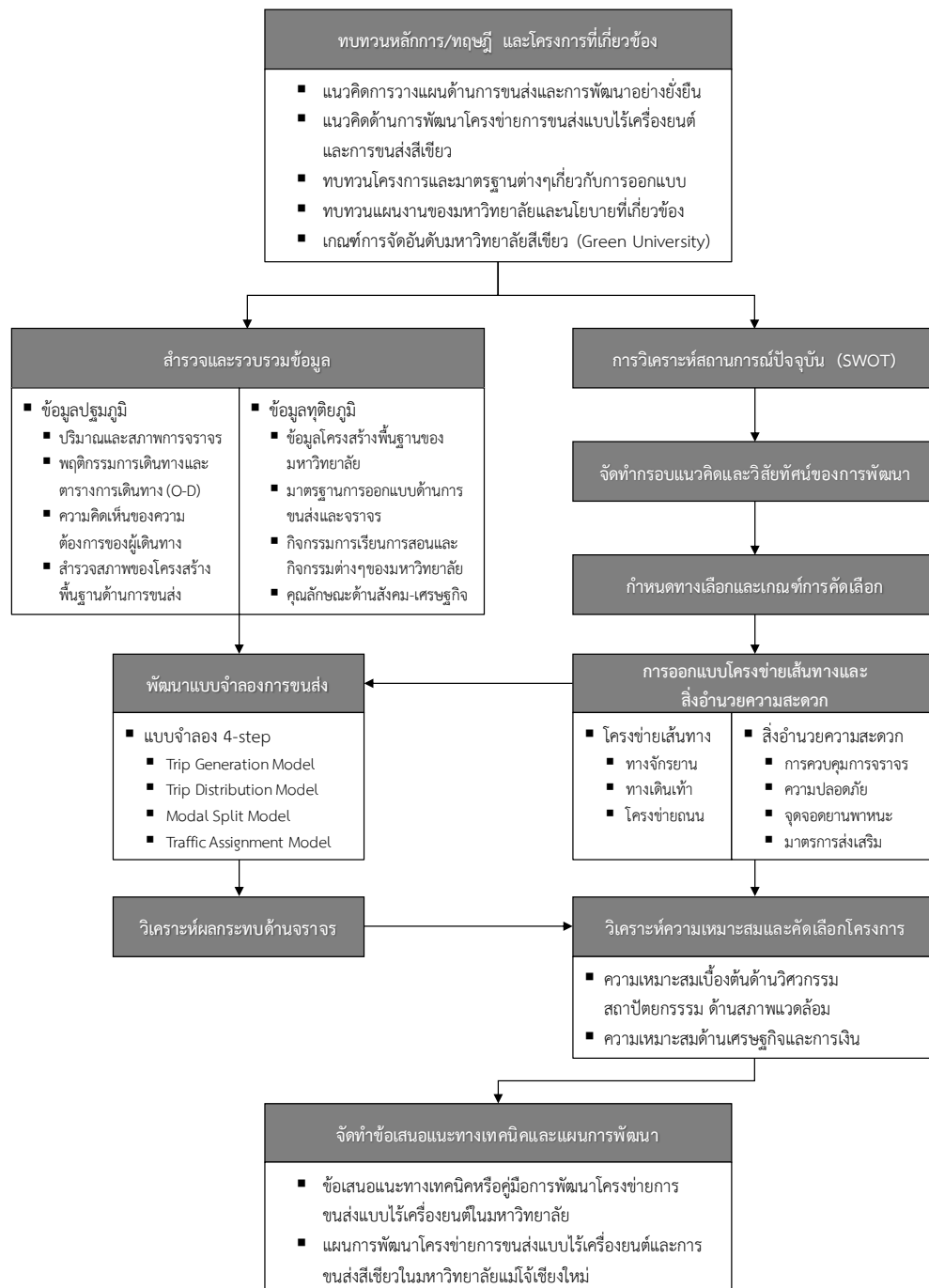
ความปลอดภัย ได้แก่ หมวกนิรภัย (Helmet) ไฟส่องสว่างด้านหน้าและไฟท้าย (Headlight and Taillight) อุปกรณ์สะท้อนแสง (Reflector) และอุปกรณ์ให้เสียงสัญญาณ (Audible Signaling) เป็นต้น

4) การให้ความรู้ในการขับขี่แก่ผู้ขับขี่ทั่วไป (Motorist Education)

นอกจากการมาตรการส่งเสริมความปลอดภัยแก่การใช้จักรยานดังที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น ปัจจัยอีกอย่างหนึ่งซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นคู่กรณีของการเกิดอุบัติเหตุกับการใช้จักรยานคือพฤติกรรม การขับขี่ของผู้ใช้ยานพาหนะทั่วไปในกระแสรถจราจร ดังนั้นในปัจจุบันจึงมีความนิยมปรับปรุงความปลอดภัยของการใช้จักรยานโดยการให้ความสำคัญกับผู้ขับขี่ยานพาหนะทั่วไปในกระแสรถจราจรเพื่อให้เกิดความร่วมมือในการระมัดระวังและการให้ทางแก่ผู้ขับขี่จักรยานเป็นวิธีหนึ่งที่สามารถลดโอกาสการเกิดอุบัติเหตุการจราจรกับผู้ขับขี่จักรยานได้

อุปกรณ์และวิธีการ

การวิจัยในครั้งนี้ทำการศึกษาและสำรวจข้อมูลภายในมหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัด เชียงใหม่ (Main Campus) โดยแบ่งกระบวนการดำเนินโครงการการออกเป็น 6 ขั้นตอนตามลำดับ ภาพที่ 22 และมีรายละเอียดดังต่อไปนี้



ภาพที่ 22 ขั้นตอนและวิธีการวิจัย

การออกแบบแนวคิดและการวางแผนการดำเนินงาน

งานศึกษารวบรวมข้อมูล ทบทวนแผนยุทธศาสตร์ และนโยบายที่เกี่ยวข้องกับการขนส่งแบบไม่ใช้เครื่องยนต์ การขนส่งสีเขียวและการพัฒนาระบบการขนส่งอย่างยั่งยืนเพื่อกำหนดกรอบแนวคิด และงานจัดทำผังและฐานข้อมูลระบบการขนส่งในปัจจุบันของมหาวิทยาลัยแม่โจ้

การสำรวจและรวบรวมข้อมูล

งานการสำรวจข้อมูลปฐมภูมิ ประกอบด้วย การสำรวจข้อมูลการจราจร การสำรวจข้อมูลพฤติกรรมการเดินทาง การสำรวจข้อมูลโครงสร้างพื้นฐานด้านการขนส่งในพื้นที่ศึกษา ความคิดเห็นและความต้องการสำหรับการเดินทางด้วยระบบการขนส่งแบบไร้เครื่องยนต์ ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 สรุปรายการการสำรวจข้อมูลปฐมภูมิ

รายการการสำรวจข้อมูล	กลุ่มตัวอย่าง	จำนวน
การสำรวจข้อมูลปริมาณการจราจรเข้า-ออกพื้นที่ศึกษา 12 ชั่วโมง	ในมหาวิทยาลัย	5 จุด
การสำรวจข้อมูลปริมาณการจราจรภายในพื้นที่ศึกษา 12 ชั่วโมง	ในมหาวิทยาลัย	11 จุด
การสำรวจข้อมูลปริมาณการจราจรภายนอกพื้นที่ศึกษา 12 ชั่วโมง	โดยรอบมหาวิทยาลัย	7 จุด
การสำรวจข้อมูลคุณลักษณะการเดินทางด้วยการสัมภาษณ์ผู้เดินทางในพื้นที่ศึกษา (Origin-Destination Survey)	นักศึกษา บุคลากร บุคคลทั่วไป	1,000 คน
การสำรวจข้อมูลการเลือกรูปแบบในการเดินทางของทางเลือกที่ถูกเสนอไว้ (Stated Preference Modal Split Interview)	นักศึกษา บุคลากร บุคคลทั่วไป	500 คน
การสำรวจข้อมูลความต้องการในด้านการขนส่งและความคิดเห็นของผู้เดินทางด้วยแบบสอบถาม	นักศึกษา บุคลากร บุคคลทั่วไป	500 คน
การสำรวจข้อมูลความเร็วเฉลี่ยในการเดินทางด้วยรูปแบบต่างๆ ในพื้นที่ศึกษา (Traveling Speed and GPS Tracking)	ในมหาวิทยาลัย	10 เส้นทาง

งานการรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิ ประกอบด้วย ข้อมูลด้านประชากรและจำนวนนักศึกษา ข้อมูลด้านกิจกรรมการเรียนการสอน ข้อมูลระบบสาธารณูปโภคและสาธารณูปการ ข้อมูลด้านสังคม-เศรษฐกิจภายในพื้นที่ศึกษาและบริเวณโดยรอบ และงานการจัดทำระบบฐานข้อมูลด้านการเดินทางและการจราจรภายในพื้นที่ศึกษา ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 สรุปรายการการสำรวจข้อมูลทุติยภูมิ

รายการการสำรวจข้อมูล	แหล่งข้อมูล
จำนวนและสถิตินักศึกษา	ฝ่ายทะเบียนและประมวลผล
ข้อมูลกิจกรรมการเรียนการสอน	ฝ่ายทะเบียนและประมวลผล
ภาพถ่ายของเส้นทางและการใช้พื้นที่	กองอาคารและสถานที่
ข้อมูลอาคารและพื้นที่ใช้สอย	กองอาคารและสถานที่
นโยบายการพัฒนามหาวิทยาลัยแม่โจ้	กองแผนงาน
ข้อมูลหอพักนักศึกษา	หอพักนักศึกษา
คุณลักษณะด้านสังคม-เศรษฐกิจของพื้นที่	สนง.สถิติจังหวัดเชียงใหม่

การพัฒนาแบบจำลองระบบการขนส่ง

งานการพัฒนาแบบจำลองระบบการขนส่งแบบ 4-step model ซึ่งประกอบไปด้วยแบบจำลองย่อย 4 แบบจำลอง ได้แก่ (1) Trip Generation Model (2) Trip Distribution Model (3) Modal Split Model และ (4) Traffic Assignment Model และงานการทดสอบความถูกต้องแบบจำลองและการปรับเทียบแบบจำลอง

งานการประยุกต์ใช้แบบจำลองในการพยากรณ์สถานการณ์การขนส่งในอนาคต และการคาดคะเนผลกระทบด้านการจราจรจากทางเลือกในการพัฒนาโครงข่ายการขนส่งแบบไร้เครื่องยนต์

การออกแบบและจัดทำแผนการพัฒนาระบบการขนส่งแบบไร้เครื่องยนต์

งานศึกษาสภาพการจราจรในปัจจุบัน การวิเคราะห์ศักยภาพของระบบการขนส่ง และการวิเคราะห์ SWOT ของโครงการ

งานการจัดทำวิสัยทัศน์และยุทธศาสตร์ในการพัฒนาระบบการขนส่งแบบไร้เครื่องยนต์ภายในมหาวิทยาลัยแม่โจ้

งานศึกษาความเหมาะสมของรูปแบบการขนส่งแบบไร้เครื่องยนต์และองค์ประกอบต่างๆสำหรับพื้นที่ระดับมหาวิทยาลัย

ออกแบบโครงข่ายเส้นทาง โครงสร้างพื้นฐาน สิ่งอำนวยความสะดวก และกำหนดพื้นที่สำหรับการปรับปรุง

การวิเคราะห์โครงการและการจัดทำแผน

งานวิเคราะห์ผลกระทบและผลประโยชน์ที่ได้รับเบื้องต้นจากโครงการ

งานวิเคราะห์ความเหมาะสมทางด้านเศรษฐกิจเบื้องต้นของโครงการ

งานจัดทำแผนสำหรับการพัฒนาระบบการขนส่งแบบไร้เครื่องยนต์ภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้

การจัดทำเอกสารบทสรุปและข้อเสนอแนะ

งานจัดทำเอกสารรายงานและบทสรุปจากการวิจัย

งานจัดทำข้อเสนอแนะทางเทคนิคและการออกแบบโครงข่ายการขนส่งแบบไร้เครื่องยนต์และการขนส่งสีเขียวในพื้นที่มหาวิทยาลัย

ผลการวิจัย

ข้อมูลทั่วไปของพื้นที่ศึกษา

มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เป็นสถาบันอุดมศึกษาของรัฐมีสถานที่ตั้งวิทยาเขตหลัก (Main Campus) อยู่ที่ 63 หมู่ 4 ตำบลหนองหาร อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ถูกก่อตั้งเมื่อวันที่ 7 มิถุนายน พ.ศ. 2477 โดยมีฐานะเป็นโรงเรียนฝึกหัดครูประถมกสิกรรมประจำภาคเหนือจนได้รับการปรับเปลี่ยนสถานะมาอย่างต่อเนื่องและในที่สุดได้รับการยกระดับเป็นมหาวิทยาลัยแม่โจ้เมื่อวันที่ 11 พฤศจิกายน พ.ศ. 2539 เป็นมหาวิทยาลัยของรัฐลำดับที่ 20 ของประเทศไทย

ในปัจจุบันมหาวิทยาลัยแม่โจ้มีการแบ่งหน่วยงานภายในเพื่อดำเนินการเรียนการสอนเป็น 11 คณะ 3 วิทยาลัย 2 วิทยาเขต 3 สำนัก 12 วิชาเอก ดังนี้

หน่วยงานที่มีสถานะเป็นคณะ

- 1) คณะผลิตกรรมการเกษตร
- 2) คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยี
- 3) คณะวิทยาศาสตร์
- 4) คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ และการออกแบบสิ่งแวดล้อม
- 5) คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร
- 6) คณะพัฒนาการท่องเที่ยว
- 7) คณะเศรษฐศาสตร์
- 8) คณะบริหารธุรกิจ
- 9) คณะศิลปศาสตร์
- 10) คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ
- 11) คณะสารสนเทศและการสื่อสาร

หน่วยงานที่มีสถานะเป็นวิทยาลัย

- 1) วิทยาลัยบริหารศาสตร์
- 2) วิทยาลัยพลังงานทดแทน
- 3) บัณฑิตวิทยาลัย

หน่วยงานที่มีสถานะเป็นวิทยาเขต

- 1) มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ ตั้งอยู่ที่ตำบลแม่ทราย อำเภอร้องกวาง

จังหวัดแพร่

2) มหาวิทยาลัยแม่โจ้-ชุมพร ตั้งอยู่เลขที่ 99 หมู่ 5 บ้านแหลมสันติ ตำบลละแม อำเภอละแม จังหวัดชุมพร

หน่วยงานที่มีสถานะเป็นสำนัก

- 1) สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร
- 2) สำนักบริหารและพัฒนาวิชาการ
- 3) สำนักหอสมุด

หน่วยงานที่มีสถานะเป็นวิสาหกิจ

- 1) ศูนย์กล้วยไม้และไม้ดอกไม้ประดับ
- 2) ศูนย์ภาษา
- 3) ศูนย์วิจัยและพัฒนาลำไยแม่โจ้
- 4) ศูนย์อาคารที่พัก (ศูนย์การศึกษาและฝึกอบรมนานาชาติ)
- 5) สถาบันบ่มเพาะวิสาหกิจ
- 6) สถาบันบริการตรวจสอบคุณภาพและมาตรฐานผลิตภัณฑ์
- 7) สำนักงานบริหารทรัพย์สิน
- 8) สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยแม่โจ้
- 9) สำนักฟาร์มมหาวิทยาลัย
- 10) ศูนย์วิจัยเศรษฐกิจและพยากรณ์ทางการเกษตร
- 11) สถาบันรับรองระบบการผลิตผลิตภัณฑ์การเกษตร
- 12) ศูนย์วิจัยพลังงาน

หน่วยงานอื่นๆ

- 1) หอพักนักศึกษา
- 2) สหกรณ์ออมทรัพย์มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ในปีการศึกษา 2558 มหาวิทยาลัยแม่โจ้มีนักศึกษาที่ลงทะเบียนทั้งหมด 18,291 คน ซึ่งโดยส่วนใหญ่จะเป็นนักศึกษาที่สังกัดอยู่ในวิทยาเขตหลักมากถึง 15,680 คน ประกอบกับบุคลากรที่สังกัดมหาวิทยาลัยอีกทั้งหมด คน ซึ่งจำแนกเป็นบุคลากรสายวิชาการทั้งหมด 714 คน บุคลากร

สายสนับสนุนทั้งหมด 1,259 คน บุคลากรตำแหน่งงานภายนอกทั้งหมด 121 คน และผู้ที่เข้ามาปฏิบัติงานต่างๆภายในมหาวิทยาลัยอีกเป็นจำนวนมาก รายละเอียดดังตารางที่ 8 และตารางที่ 9

ตารางที่ 7 จำนวนนักศึกษาที่ลงทะเบียนในภาคการศึกษาที่ 1/2558

คณะพัฒนาการ ท่องเที่ยว	คณะ มหาวิทยาลัยแม่	คณะ มหาวิทยาลัยแม่	คณะ บริหารธุรกิจ	คณะ วิทยาลัย บริหารศาสตร์	คณะ วิทยาศาสตร์	คณะวิศวกรรม และ	คณะผลิต กรรมการเกษตร	เพศ	นักศีก ษา	รหัส
49	259	65	340	168	197	109	368	ช	58	
150	332	82	1058	206	270	107	446	ญ		
53	175	51	298	136	121	88	304	ช	57	
172	291	73	916	178	201	120	383	ญ		
46	166	66	187	139	120	76	262	ช	56	
120	283	68	472	164	250	88	310	ญ		
44	190	67	135	203	124	58	235	ช	55	
112	332	64	403	189	240	149	322	ญ		
4	8	11	18	17	18	13	55	ช	54	
8	12	2	29	9	27	16	50	ญ		
1	2	3	5	14	3	6	24	ช	53	
4	1	3	2	13	6	8	5	ญ		
	1	1	7		3	1	2	ช	52	
	1	1	1		4	3		ญ		
			1		1	1	1	ช	51	
	1				2			ญ		
								ช	50	
								ญ		
								ช	49	
								ญ		
763	2,054	557	3,872	1,436	1,587	843	2,767	รวม		

รวมทั้งหมด	คณะโครงการ	คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยี	คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์	คณะวิศวกรรมศาสตร์	คณะสัตวศาสตร์และการสื่อสาร	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	คณะศิลปศาสตร์	คณะวิทยาศาสตร์	คณะเทคโนโลยีการประมงและ
2,108		94	61	44	96	48	7	111	92
3,402		108	61	42	58	128	4	265	85
1,631	17	71	46	23	59	41	9	82	57
3,031	10	87	57	25	80	135	3	215	85
1,407		57	32	21	42	39		92	62
2,329		83	44	25	63	101		202	56
1,351		55	36	18	39	27		65	55
2,370		71	33	20	62	80		231	62
237		10	25	4	8	5		15	26
252		16	35	1	11	5		18	13
71		1	3					5	4
54		2	2			2		6	
22		2	1	1	1			1	1
16		2	1			1		2	
5		1							
3									
1			1						
0									
0									
1			1						
18,291	27	660	439	224	519	612	23	1,310	598

ตารางที่ 8 จำนวนบุคลากรสายงานวิชาการ

หน่วยงาน	อาจารย์	ผู้ช่วยศาสตราจารย์	รองศาสตราจารย์	ศาสตราจารย์	รวม
ผลิตกรรมการเกษตร	44	21	8		73
บริหารธุรกิจ	32	16	2		50
วิทยาศาสตร์	84	35	8		127
วิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร	20	20	7		47
มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ	85	15			100
มหาวิทยาลัยแม่โจ้-ชุมพร	32	2			34
วิทยาลัยบริหารศาสตร์	22	3	1		26
พัฒนาการท่องเที่ยว	19	1	1		21
ศิลปศาสตร์	61	18	4		83
เศรษฐศาสตร์	14	12	6		32
สัตวศาสตร์และเทคโนโลยี	13	9	3		25
เทคโนโลยีการประมงและ ทรัพยากรทางน้ำ	9	9	2		20
สารสนเทศและการสื่อสาร	10		1		11
สถาปัตยกรรมศาสตร์และการ ออกแบบสิ่งแวดล้อม	25	5	4		34
วิทยาลัยพลังงานทดแทน	11	7			18
บัณฑิตวิทยาลัย	1	1	1		3
อื่นๆ	2	4	4		10
รวมทั้งหมด	484	178	52		714

ตารางที่ 9 จำนวนบุคลากรสายสนับสนุนและบุคลากรภายนอก

หน่วยงาน	บุคลากรสายสนับสนุน	บุคลากรภายนอก	รวม
ผลิตกรรมการเกษตร	118		118
บริหารธุรกิจ	28	11	39
วิทยาศาสตร์	72		72
วิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร	41	1	42
มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ	78		78
มหาวิทยาลัยแม่โจ้-ชุมพร	33		33
วิทยาลัยบริหารศาสตร์	25	7	32
พัฒนาการท่องเที่ยว	17	1	18
ศิลปศาสตร์	21	1	22
เศรษฐศาสตร์	23		23
สัตวศาสตร์และเทคโนโลยี	38		38
เทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ	25		25
สารสนเทศและการสื่อสาร	10		10
สถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบสิ่งแวดล้อม	16		16
บัณฑิตวิทยาลัย	12	18	30
วิทยาลัยพลังงานทดแทน	10		10
สำนักงานอธิการบดี	428	3	431
สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร	119	8	127
สำนักหอสมุด	46		46
สำนักงานบริหารทรัพย์สิน	8	1	9
สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยแม่โจ้	1		1
ศูนย์กล้วยไม้และไม้ดอกไม้ประดับ	7	1	8
สำนักบริหารและพัฒนาวิชาการ	30		30
สำนักฟาร์มมหาวิทยาลัย	20		20
สถาบันบริการตรวจสอบคุณภาพและมาตรฐานผลิตภัณฑ์	10	9	19
สถาบันบ่มเพาะวิสาหกิจ	5	2	7
ศูนย์ภาษา	2		2
ศูนย์อาคารที่พัก	8		8
ศูนย์วิจัยและพัฒนาไส้เดือนดิน	3	6	9
สถาบันรับรองระบบการผลิตผลิตภัณฑ์การเกษตร	5		5
ศูนย์วิจัยพลังงาน		1	1
สถานศึกษา		9	9
องค์กรนักศึกษา		5	5
มหาวิทยาลัยแม่โจ้		37	37

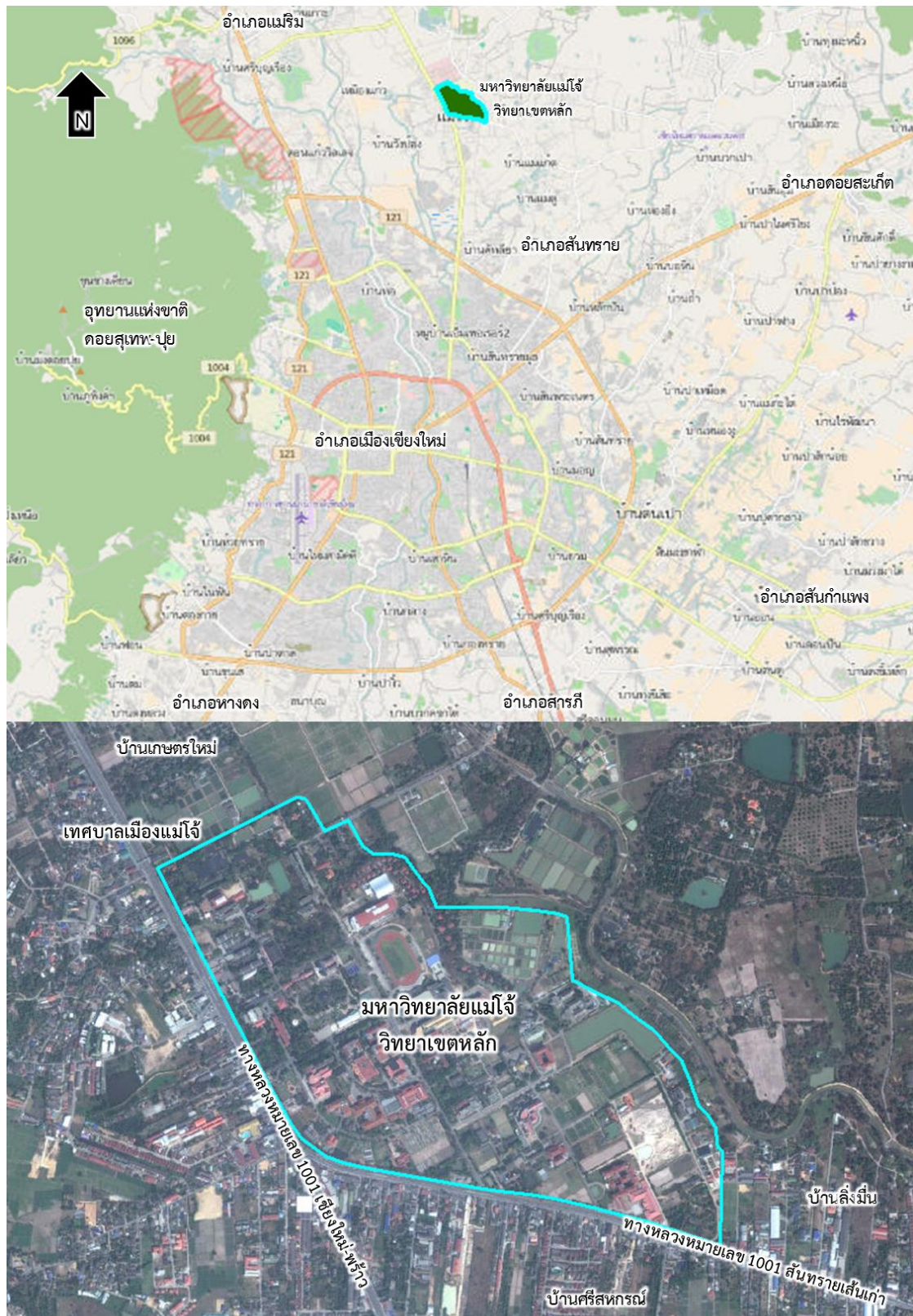
ข้อมูลกายภาพของพื้นที่ศึกษา

มหาวิทยาลัยแม่โจ้จังหวัดเชียงใหม่ประกอบไปด้วยพื้นที่ในการบริหารจัดการอยู่หลายบริเวณ ได้แก่ พื้นที่วิทยาเขตหลักซึ่งมีพื้นที่ประมาณ 800 ไร่ พื้นที่วัดวิเวก (คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยี) ซึ่งมีพื้นที่ประมาณ 456 ไร่ และพื้นที่สำนักฟาร์มและโครงการบ้านโป่งซึ่งมีพื้นที่ประมาณ 7,481 ไร่ รวมเป็นเนื้อที่ทั้งหมดประมาณ 10,682 ไร่ โดยพื้นที่หลักและส่วนใหญ่ที่มีการใช้งานและจัดกิจกรรมการเรียนการสอนซึ่งเป็นพื้นที่ศึกษาของโครงการในครั้งนี้คือพื้นที่ในสวนวิทยาเขตหลักซึ่งตั้งอยู่เลขที่ 63 ถนนเชียงใหม่-พร้าว ตำบลหนองหาร อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งอยู่ห่างจากตัวเมืองเชียงใหม่มาทางทิศเหนือประมาณ 10 กิโลเมตร รายละเอียดแสดงดังภาพที่ 23

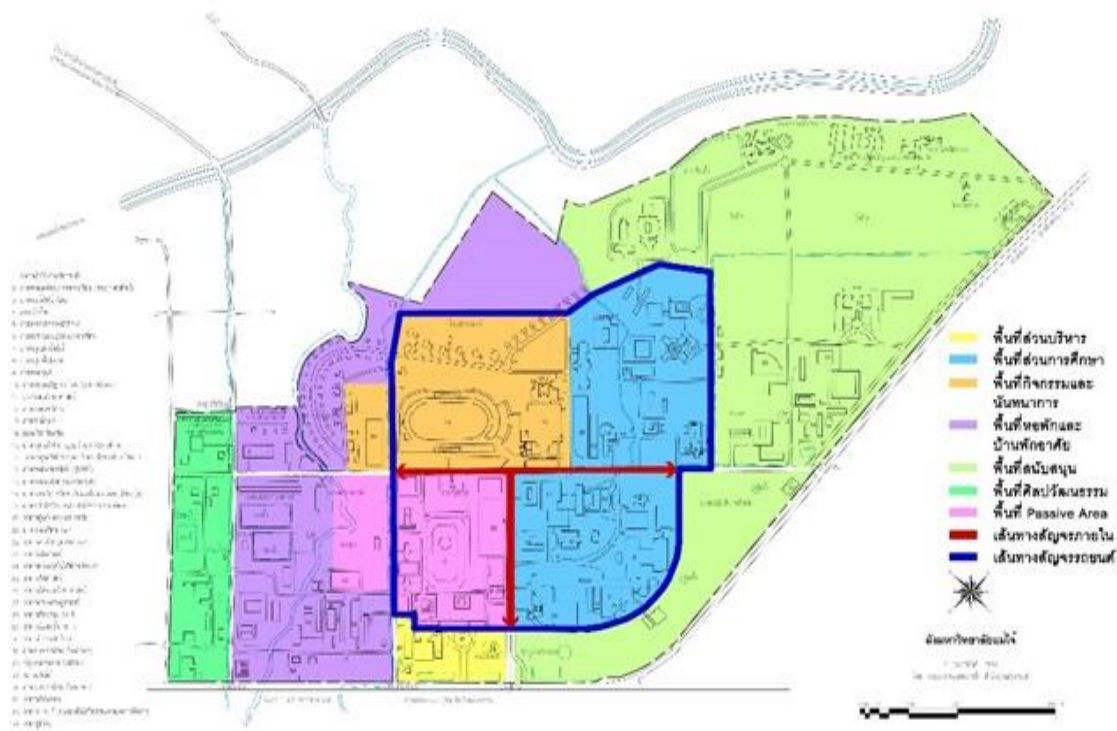
การใช้ประโยชน์ภายในมหาวิทยาลัยแม่โจ้วิทยาเขตหลัก (ในพื้นที่ 800 ไร่) จำแนกตามลักษณะการบริหารและดำเนินงานตามมติคณะทำงานจัดทำผังแม่บทมหาวิทยาลัยแม่โจ้ ครั้งที่ 1/2554 เมื่อวันที่ 12 มกราคม 2554 แสดงดังภาพที่ 24 และจำแนกพื้นที่เป็นดังต่อไปนี้

1. พื้นที่ส่วนบริหาร ได้แก่ กลุ่มอาคารสำนักงานอธิการบดี
2. พื้นที่การศึกษา ได้แก่ กลุ่มอาคารเรียนต่างๆ
3. พื้นที่กิจกรรมและนันทนาการ Active Area ได้แก่ อาคารศูนย์กิจกรรมนักศึกษา สนามกีฬา สระว่ายน้ำ
4. พื้นที่หอพักและบ้านพักอาศัย
5. พื้นที่สนับสนุน ได้แก่ พื้นที่แปลงทดลอง วิจัย สาธิต และบ่อเลี้ยงปลา
6. พื้นที่ศิลปวัฒนธรรม ได้แก่ บริเวณบ้านพัก ศ.ดร.วิภาต บุญศรีฯ ถึงเรือนธรรม
7. พื้นที่ Passive Area ได้แก่ พื้นที่สวนรวบรวมพันธุ์ปาล์มสวนมังชวย สวนป่าบุญศรี อุทยานกล้วยไม้ไทยเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระเทพฯ
8. พื้นที่พัฒนาทางธุรกิจ ได้แก่ พื้นที่ริมห้วยโจ้ด้านควาบอยมาร์เก็ต พื้นที่ด้านหลังเนิน และพื้นที่ด้านหลังอาคารศูนย์การศึกษานานาชาติ

ลักษณะทางภูมิศาสตร์ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้วิทยาเขตหลักตั้งอยู่ในบริเวณเขตชานเมืองเชียงใหม่และอยู่ในพื้นที่ผังเมืองรวมเชียงใหม่ ซึ่งมีลักษณะภูมิประเทศและความลาดชันเป็นแบบที่ราบ (Flat Slope) โดยเฉลี่ยมีความลาดชันสูงสุดไม่เกินร้อยละ 5 โดยมีห้วยโจ้เป็นเส้นทางน้ำสายหลักไหลผ่านภายในบริเวณพื้นที่และมีโครงข่ายการผันน้ำมาจากคลองชลประทานเพื่อสำหรบนำมาใช้ในการเรียนการสอนด้านการเกษตรและประมง



ภาพที่ 23 ภาพถ่ายและตำแหน่งที่ตั้งของมหาวิทยาลัยแม่โจ้วิทยาเขตหลัก

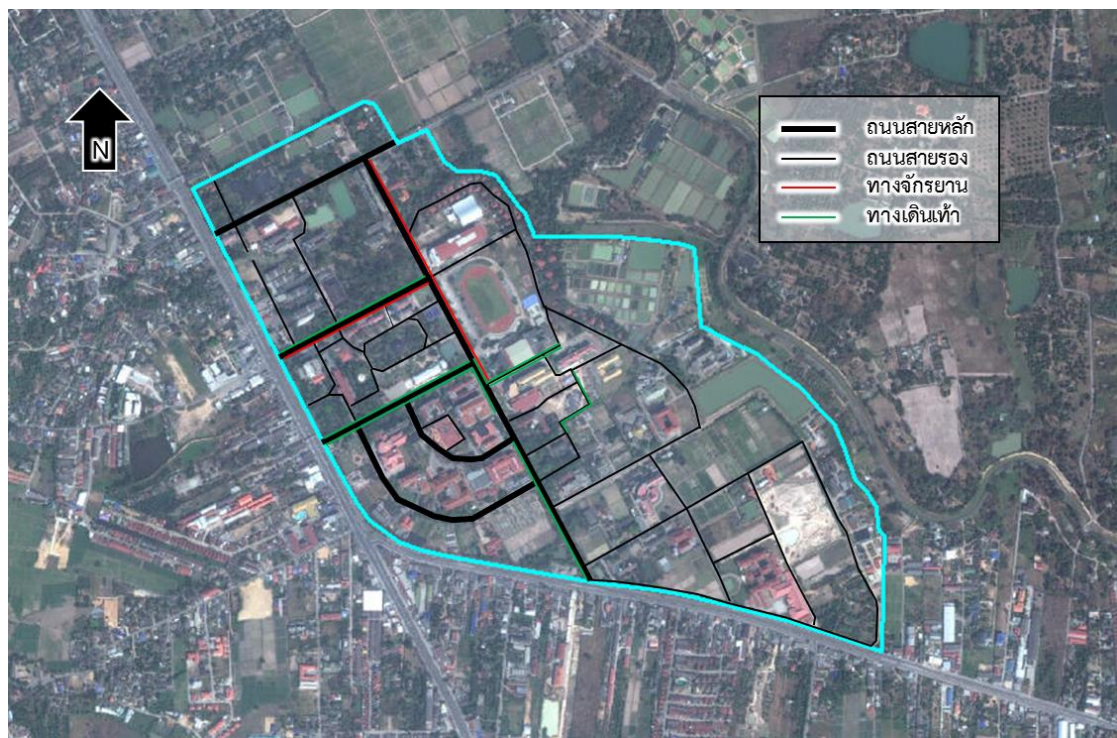


ภาพที่ 24 แผนผังการใช้ประโยชน์พื้นที่ภายในมหาวิทยาลัยแม่โจ้ววิทยาเขตหลัก พ.ศ. 2554



ข้อมูลด้านโครงสร้างพื้นฐานการขนส่ง

โครงสร้างพื้นฐานด้านการขนส่งและจราจรภายในมหาวิทยาลัยแม่โจ้วิทยาเขตหลัก โดยส่วนใหญ่เป็นโครงข่ายเส้นทางถนนเพื่อรองรับการเดินทางและการจราจรภายในมหาวิทยาลัย คิดเป็นสัดส่วนประมาณร้อยละ 12 ของพื้นที่ทั้งหมดซึ่งโดยส่วนใหญ่มีลักษณะผิวทางเป็นแบบ แอสฟัลท์ รองลงมาเป็นผิวทางแบบคอนกรีตเสริมเหล็กและดินบดอัด นอกจากนี้โครงสร้างพื้นฐานด้านการขนส่งและจราจรอื่นๆภายในมหาวิทยาลัยยังประกอบไปด้วย เส้นทางจักรยานและเส้นทางเดินเท้า



ภาพที่ 26 โครงข่ายการขนส่งภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้วิทยาเขตหลัก

โครงข่ายถนน

โครงข่ายระบบถนนภายในมหาวิทยาลัยแม่โจ้วิทยาเขตหลักมีการใช้งานอยู่ในปัจจุบันซึ่งสามารถจำแนกออกตามฟังก์ชันการใช้งานออกเป็น 2 ลักษณะ ดังต่อไปนี้

1. ถนนสายหลัก (Main Road) ซึ่งมีลักษณะการให้บริการทั้งแบบ Arterial Road และ Collector Road ซึ่งทำหน้าที่รองรับ/รวบรวมการจราจรส่วนใหญ่และกระจายการจราจรออกไปในการเชื่อมต่อพื้นที่ต่างๆภายในมหาวิทยาลัย โดยส่วนใหญ่ทางสัญจรมีความกว้างประมาณ 8.00 – 12.00 เมตร และมีทั้งลักษณะ 2 ช่องจราจร (2-lane Road) และ 4 ช่องจราจรมีเกาะกลาง (4-lane Divided Road) แนวเส้นทางส่วนใหญ่มี Alignment เป็นแนวเส้นตรง (Linear) และเป็นแบบวงแหวน (Ring Road) โดยถนนที่เป็นเส้นทางสายหลักนี้ประกอบไปด้วย

1.1 ถนนพระพิรุณ เป็นถนน 4 ช่องจราจรมีเกาะกลาง เริ่มจากประตูหน้ามหาวิทยาลัย ถึงศูนย์กีฬากาญจนาภิเษกครั้งที่ 9 มีลักษณะเป็นแนวเส้นตรง ซึ่งในปัจจุบันเป็นเส้นทางสายหลักของมหาวิทยาลัย

1.2 ถนนอินทนิล เป็นถนน 2 ช่องจราจร เริ่มจากประตูบางเขตถึงถนนเกษตรستانที่เชื่อมต่อกับประตูหลัง (วิเวก) มีลักษณะเป็นแนวเส้นตรง ซึ่งในปัจจุบันทำหน้าที่รองรับการจราจรหลักภายในมหาวิทยาลัยและกระจายการจราจรสู่ถนนสายรองเพื่อเชื่อมต่อกับพื้นที่ต่างๆ

1.3 ถนนราชพฤกษ์และถนนเกษตรستان เป็นถนน 2 ช่องจราจร เชื่อมต่อกับทางหลวงหมายเลข 1001 เข้าสู่พื้นที่ภายในมหาวิทยาลัย มีลักษณะเป็นแนวเส้นตรง แต่เดิมเคยเป็นถนนสายหลักในการรองรับการจราจร

1.4 ถนนหอมพอ ถนนพิบูลและถนนจามจุรี เป็นถนน 2 ช่องจราจร มีลักษณะเป็นวงแหวนไม่เต็มวง ซึ่งทำหน้าที่เชื่อมต่อการจราจรจากถนนอินทนิลกับถนนพระพิรุณเพื่อกระจายการเดินทางเข้าสู่พื้นที่ในส่วนการศึกษา

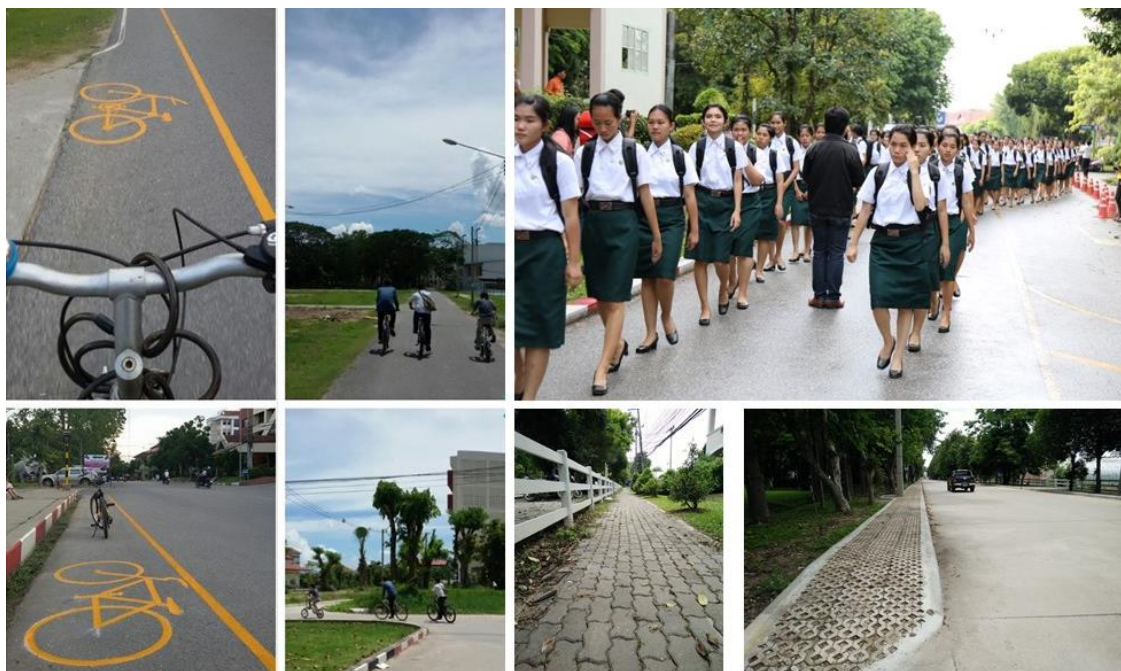
2. ถนนสายรอง (Feeder Road) ซึ่งมีลักษณะการให้บริการแบบ Local Road และทำหน้าที่เชื่อมต่อพื้นที่ย่อยต่างๆภายในมหาวิทยาลัยกับถนนสายหลัก โดยส่วนใหญ่ทางสัญจรมีความกว้างประมาณ 6.00 – 8.00 เมตร และมีทั้งลักษณะ 2 ช่องจราจร (2-lane Road) ส่วนใหญ่จะมีแนวเส้นทางเป็นแบบเส้นตรงและประกอบไปด้วยแนวเส้นทางลัดเลาะไปตามอาคารและพื้นที่กิจกรรมต่างๆ ตัวอย่างถนนสายรองได้แก่ ถนนอินทนิลซอย 1-4 ถนนชาวหอ ถนนสารภี ถนนประมง ถนนแม่โจ้รำลึก ถนนแม่โจ้สามัคคี ถนนชาวสวนผัก ถนนสนามวังซ้าย เป็นต้น

ทางเดินเท้า

โครงสร้างพื้นฐานสำหรับการเดินเท้าภายในมหาวิทยาลัยแม่โจ้วิทยาเขตหลักมีลักษณะเป็นทาง ทางเดิน และบาทวิถี แต่ยังมีลักษณะที่ขาดความเชื่อมต่อกันอย่างสมบูรณ์ โดยส่วนใหญ่มีขนาดความกว้างประมาณ 0.50 – 1.50 เมตร ซึ่งผู้ใช้งานส่วนใหญ่จะเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 1 และโดยส่วนใหญ่ผู้ใช้งานจะเดินในทางที่มีระยะทางสั้นที่สุดหรืออาจจะเป็นทางลัดผ่านในอาคาร โดยปัจจุบันยังขาดสิ่งอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ใช้งาน เช่น ไม่หลังคาคลุม ไม่มีการควบคุมในจุดเชื่อมต่อกับโครงข่ายถนน ผิวทางไม่เรียบ ฯลฯ

ทางจักรยาน

ในปี พ.ศ. 2557 มหาวิทยาลัยแม่โจ้วิทยาเขตหลักมีการจัดเส้นทางสำหรับจักรยานไว้ในบางเส้นทาง ซึ่งมีลักษณะเป็นทางจักรยานขนานอยู่เขตไหล่ทางของถนนสายหลักในบางเส้นทาง โดยมีการจัดแบ่งช่องทางโดยการตีเส้นและเพิ่มเป็นสัญลักษณ์ (Road Pavement Marking) สำหรับทางจักรยาน แต่ลักษณะของทางจักรยานที่มีอยู่ในปัจจุบันยังไม่ครอบคลุมทั้งพื้นที่และโครงข่ายยังขาดความเชื่อมต่อกัน ดังนั้นการใช้งานจักรยานในปัจจุบันยังคงต้องใช้ร่วมกับถนนทางสัญจรของยานพาหนะเป็นส่วนใหญ่และยังขาดสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับการเดินทางด้วยจักรยาน ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้ผู้เดินทางส่วนใหญ่ในพื้นที่ศึกษาไม่มีความนิยมใช้จักรยาน



ภาพที่ 29 ตัวอย่างเส้นทางเดินเท้าและทางจักรยานภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้วิทยาเขตหลัก

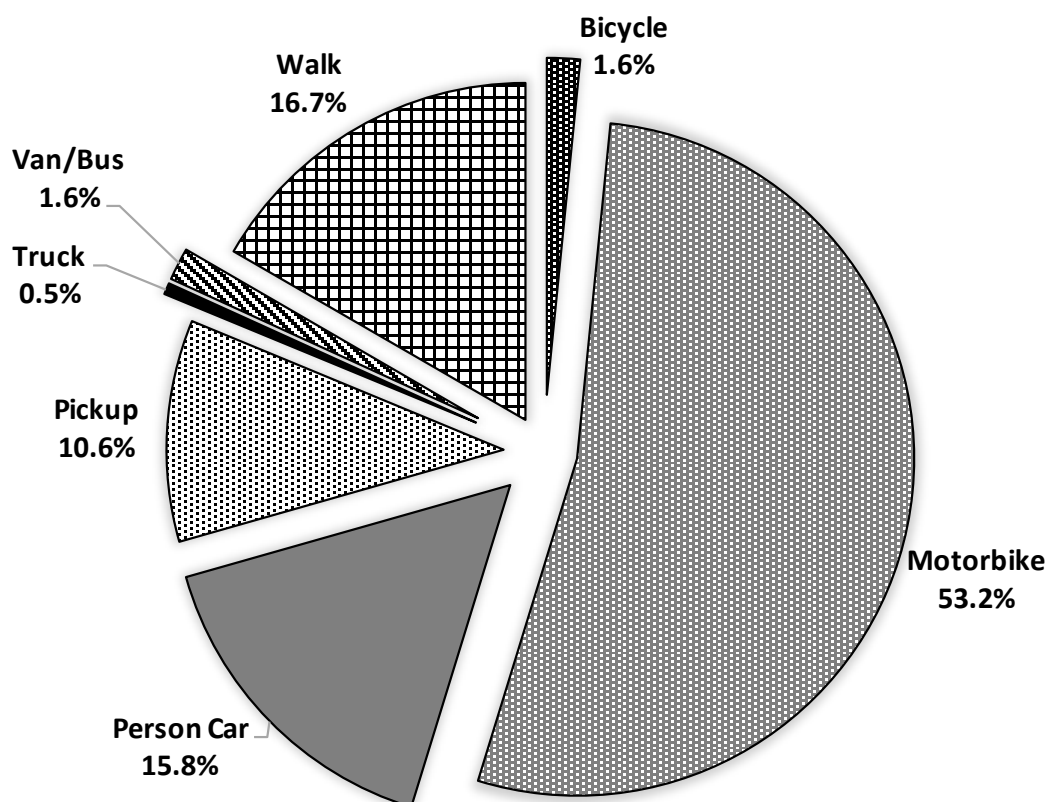
ข้อมูลด้านการจราจรและขนส่ง

ปริมาณการจราจร

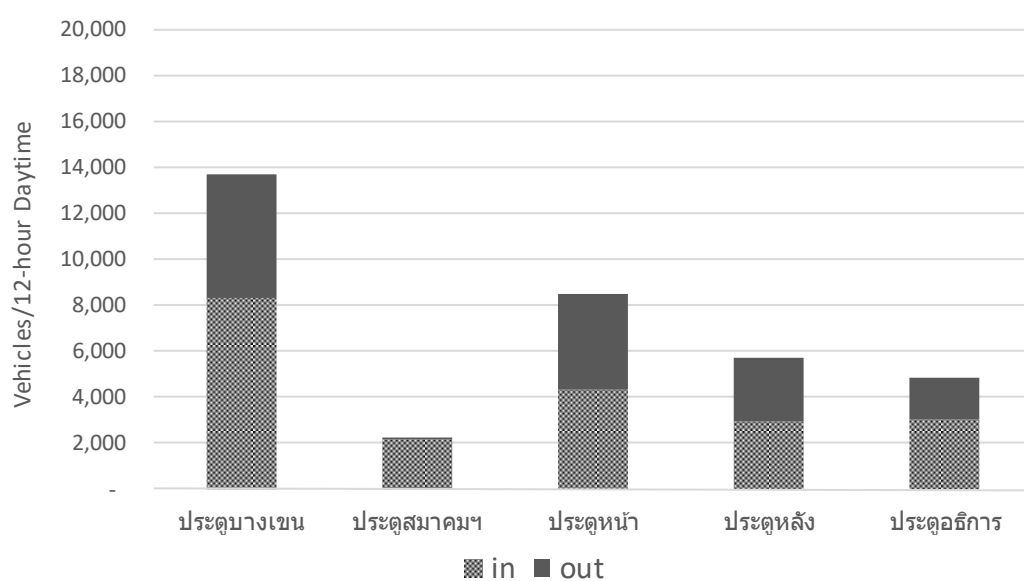
การเดินทางภายในมหาวิทยาลัยแม่โจ้วิทยาเขตหลักส่วนใหญ่เป็นการเดินทางด้วยยานพาหนะที่ใช้เครื่องยนต์ (Motorized Transportation Mode) เป็นส่วนใหญ่ซึ่งมีสัดส่วนสูงถึงร้อยละ 81.7 โดยในจำนวนนี้รูปแบบยานพาหนะที่ถูกเลือกใช้ในการเดินทางสูงสุดคือรถจักรยานยนต์ ซึ่งมีสัดส่วนสูงถึงร้อยละ 53.2 รองลงมาได้แก่ รถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 ที่นั่งหรือรถเก๋ง (Personal Car : PC) มีสัดส่วนร้อยละ 15.8 รถยนต์บรรทุกส่วนบุคคลหรือรถกระบะ (Personal Pickup : PU) มีสัดส่วนร้อยละ 10.6 รถยนต์นั่งส่วนบุคคลเกิน 7 ที่นั่งหรือรถตู้ (Van and Bus) มีสัดส่วนร้อยละ 1.6 และรถบรรทุกเพื่อการใช้งานเชิงพาณิชย์ (Truck) มีสัดส่วนร้อยละ 0.5 รายละเอียดแสดงดังภาพที่ 30

ส่วนการเดินทางด้วยรูปแบบหรือใช้ยานพาหนะที่ไม่ใช้เครื่องยนต์ (Non-motorized Transportation Mode) ภายในพื้นที่ศึกษามีการเดินทางคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 18.3 โดยรูปแบบการเดินทางด้วยการเดินเท้าเป็นรูปแบบการเดินทางหลักซึ่งคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 16.7 ของปริมาณการเดินทางทั้งหมด และการเดินทางด้วยรูปแบบการใช้รถจักรยานคิดเป็นสัดส่วนเพียงร้อยละ 1.6 ของปริมาณการเดินทางทั้งหมด รายละเอียดแสดงดังภาพที่ 30 ถึงแม้ว่าสัดส่วนการเดินทางด้วยการเดินเท้าภายในมหาวิทยาลัยจะมีสัดส่วนสูงแต่เมื่อพิจารณาข้อมูลกลับพบว่าส่วนใหญ่จะเป็นผู้เดินทางที่เป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ซึ่งทางมหาวิทยาลัยไม่อนุญาตให้ใช้ยานพาหนะในการเดินทางภายในมหาวิทยาลัย แต่นักศึกษาชั้นปีที่ 2 เป็นต้นไปจะนิยมใช้ยานพาหนะในการเดินทางเนื่องจากได้รับอนุญาตให้ใช้ยานพาหนะในการเดินทางภายในมหาวิทยาลัยได้

จากการสำรวจข้อมูลปริมาณการจราจรด้วยวิธีการนับเป็นเวลาทั้งหมด 12 ชั่วโมง ตั้งแต่เวลา 6:00 - 18:00 น. พบว่ามีปริมาณการจราจรจากภายนอกเข้ามาภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยเป็นจำนวน 20,771 คันต่อ 12 ชั่วโมงในเวลากลางวัน หรือคาดคะเนเป็นจำนวนประมาณ 25,964 คันต่อวัน โดยประตูบางเขนเป็นเส้นทางที่มีปริมาณการจราจรเข้า-ออกสูงที่สุดคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 39.3 รองลงมาได้แก่ ประตูหน้ามหาวิทยาลัยคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 24.4 ประตูหลักหรือประตูวิเวกคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 16.3 ประตูข้างสำนักงานอธิการบดีคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 13.9 และประตูสมาคมศิษย์เก่าแม่โจ้คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 6.1 รายละเอียดแสดงดังภาพที่ 31

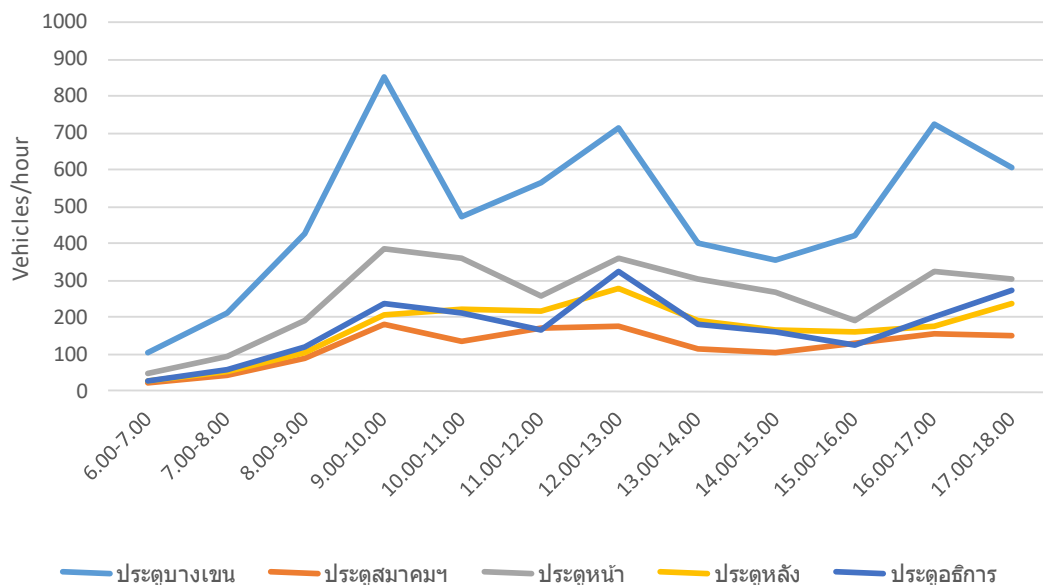


ภาพที่ 30 สัดส่วนยานพาหนะที่มีการเดินทางภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้วิทยาเขตหลัก



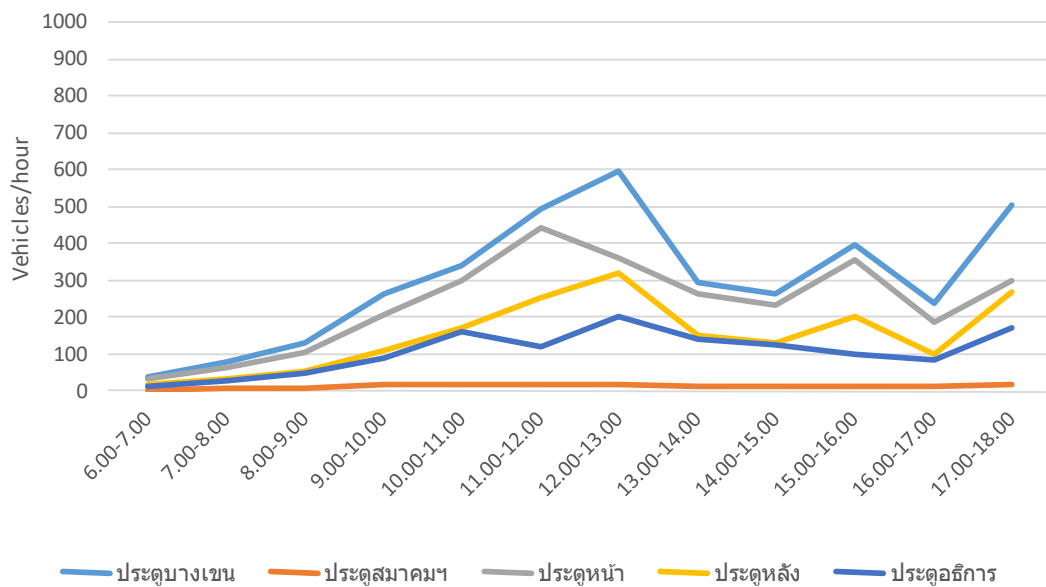
ภาพที่ 31 ปริมาณการจราจรที่มีการเดินทางเข้า-ออกพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้วิทยาเขตหลัก

ช่วงเวลาที่มีการเดินทางจากภายนอกเข้าภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยสูงที่สุดคือช่วงเวลา ระหว่าง 9:00 – 10:00 น. ซึ่งมีการจราจรเดินทางเข้าภายในพื้นที่มากถึง 1,860 คันต่อชั่วโมง และจะมีปริมาณการจราจรเดินทางเข้ามหาวิทยาลัยเพิ่มสูงขึ้นอีกในช่วงเวลา ระหว่าง 12:00 – 13:00 น. ซึ่งมีการจราจรเดินทางเข้าภายในพื้นที่มากถึง 1,847 คันต่อชั่วโมง

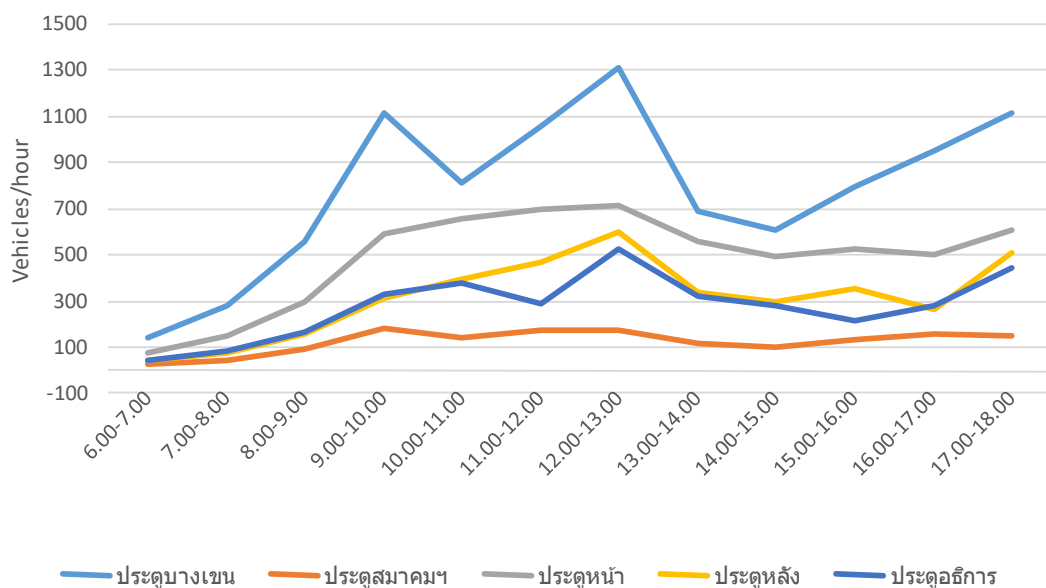


ภาพที่ 32 ปริมาณการจราจรที่มีการเดินทางเข้าสู่พื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้วิทยาเขตหลักจําแนกตามช่วงเวลา

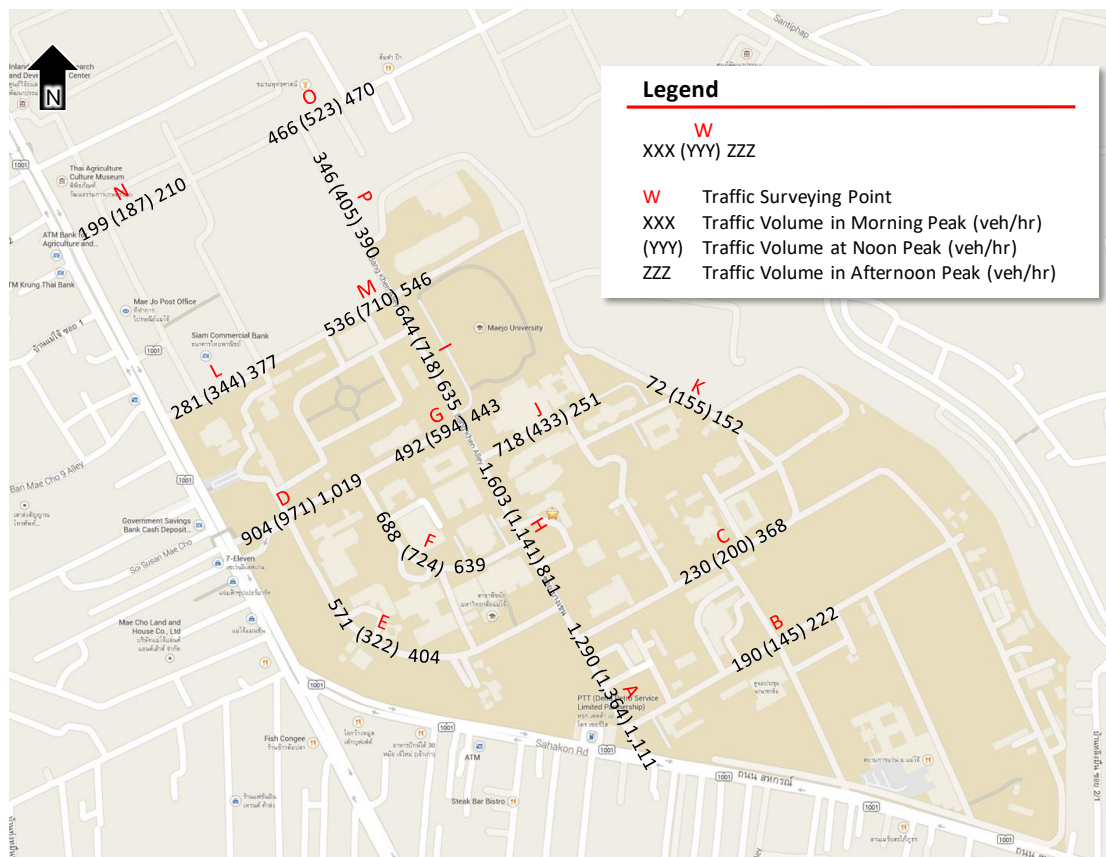
ช่วงเวลาที่มีการเดินทางออกจากพื้นที่มหาวิทยาลัยสูงที่สุดคือช่วงเวลา ระหว่าง 12:00 – 13:00 น. ซึ่งมีการจราจรเดินทางออกจากพื้นที่มากถึง 1,477 คันต่อชั่วโมง และมีปริมาณการเดินทางออกจากพื้นที่จะลดลงในชั่วโมงอื่นๆเฉลี่ยประมาณ 821 คันต่อชั่วโมง แต่ปริมาณการเดินทางออกจากพื้นที่จะเพิ่มสูงขึ้นอีกในช่วงเวลาเย็นระหว่าง 16:00 – 17:00 น. คิดเป็นปริมาณการจราจรเฉลี่ยประมาณ 1,310 คันต่อชั่วโมง



ภาพที่ 33 ปริมาณการจราจรที่มีการเดินทางออกจากพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้วิทยาเขตหลักจำแนกตามช่วงเวลา



ภาพที่ 34 ปริมาณการจราจรทั้งหมดที่มีการเดินทางเข้าและออกจากพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้วิทยาเขตหลักจำแนกตามช่วงเวลา



ภาพที่ 35 ปริมาณการจราจรช่วงเวลาเร่งด่วนภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้วิทยาเขตหลัก

ปริมาณการจราจรภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้พบว่าถนนที่มีปริมาณการจราจรสูงสุดคือถนนอินทนิลตั้งแต่ประตูบางเขนไปจนถึงหน้าศูนย์กีฬากาญจนาภิเษกรัชมการที่ 9 เนื่องจากเป็นเส้นทางการจราจรสายหลักที่ส่วนใหญ่มีการเดินทางเข้ามหาวิทยาลัยผ่านประตูบางเขน โดยปริมาณการจราจรสูงสุดในช่วงเช้า 1,603 คันต่อชั่วโมง ช่วงพักกลางวัน 1,364 คันต่อชั่วโมง และช่วงบ่าย 1,111 คันต่อชั่วโมง ซึ่งผู้เดินทางส่วนใหญ่นิยมใช้ประตูบางเขนเป็นทางเข้าสู่พื้นที่มหาวิทยาลัยมากกว่าประตูหน้าเนื่องจากสามารถเข้าได้โดยผ่านทางแยกควบคุมด้วยสัญญาณไฟ โดยไม่ต้องมีการกลับรถบนทางหลวงหมายเลข 1001

ปริมาณการจราจรในถนนพระพิรุณซึ่งเป็นถนนสายหลักอีกเส้นหนึ่งภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้พบว่าปริมาณการจราจรสูงสุดในช่วงเช้า 904 คันต่อชั่วโมง ช่วงพักกลางวัน 971 คันต่อชั่วโมง และช่วงบ่าย 1,019 คันต่อชั่วโมง ซึ่งผู้เดินทางส่วนใหญ่นิยมใช้ประตูหน้าเป็นทางออกจากพื้นที่มหาวิทยาลัยเนื่องจากเป็นประตูที่สามารถเชื่อมต่อกับทางหลวงหมายเลข 1001 ได้อย่างสะดวกและใกล้กับทางแยกควบคุมด้วยสัญญาณไฟ

ส่วนปริมาณการจราจรสูงสุดในถนนสายหลักและสายรองอื่นๆ ในช่วงเวลาเร่งด่วนทั้งเช้า กลางวันและเย็นมีค่าเฉลี่ยไม่เกิน 1,000 คันต่อชั่วโมง โดยในถนนสายรองส่วนใหญ่มีปริมาณการจราจรสูงสุดอยู่ระหว่าง 200 – 500 คันต่อชั่วโมงและมีค่าไม่เกิน 800 คันต่อชั่วโมง ซึ่งรายละเอียดของปริมาณการจราจรในถนนสายสำคัญที่มีการสำรวจในครั้งนี้สามารถแสดงรายละเอียดได้ดังตารางที่ 10 ถึงตารางที่ 25

ตารางที่ 10 ปริมาณการจราจร ณ จุดสำรวจ A ถนนอินทนิล (ประตูบางเขน)

TIME	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Total	Share
Bicycle	3	6	12	14	14	13	11	13	12	11	20	27	14	170	1.38%
Motobike	154	307	614	858	670	481	942	808	710	612	730	725	363	7,974	64.54%
PersonCar	71	142	283	231	181	130	231	229	174	119	176	188	94	2,249	18.20%
Pickup	40	80	160	152	128	104	147	191	156	121	150	104	52	1,585	12.83%
Truck	3	5	10	5	4	2	10	5	6	7	6	1	1	65	0.53%
Van/Bus	6	12	23	30	20	9	10	7	8	9	6	18	9	167	1.35%
Walk	1	2	4	0	4	7	13	9	7	5	21	48	24	145	1.17%
Total	278	554	1,106	1,290	1,021	746	1,364	1,262	1,073	884	1,109	1,111	557	12,355	100.00%

ตารางที่ 11 ปริมาณการจราจร ณ จุดสำรวจ B ถนนอินทนิลซอย 1 (เลื่อน เมฆบั้งวรรณ)

TIME	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Total	Share
Bicycle	1	2	4	1	5	9	2	2	4	5	1	6	3	45	2.42%
Motobike	28	56	112	67	92	117	83	58	70	82	84	132	66	1,047	56.38%
PersonCar	11	22	44	30	25	20	23	27	24	20	95	23	12	376	20.25%
Pickup	6	11	22	19	16	13	21	22	30	37	35	24	12	268	14.43%
Truck	1	2	4	1	1	0	1	4	3	2	3	0	0	22	1.18%
Van/Bus	1	2	3	1	3	4	14	18	11	4	2	3	2	68	3.66%
Walk	1	1	1	1	1	0	1	7	4	0	2	8	4	31	1.67%
Total	49	96	190	120	143	163	145	138	146	150	222	196	99	1,857	100.00%

ตารางที่ 12 ปริมาณการจราจร ณ จุดสำรวจ C ถนนอินทนิลซอย 2 (ชนิด มะลิสุวรรณ)

TIME	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Total	Share
Bicycle	1	2	3	2	2	2	1	0	1	1	4	2	1	22	0.89%
Motobike	33	66	132	140	125	110	168	115	136	157	188	237	119	1,726	69.94%
PersonCar	12	23	46	27	22	16	17	16	19	21	31	34	17	301	12.20%
Pickup	4	8	15	10	10	9	13	23	22	21	27	10	5	177	7.17%
Truck	1	2	3	1	3	4	0	0	0	0	0	1	1	16	0.65%
Van/Bus	1	1	1	12	6	0	1	0	1	1	4	2	1	31	1.26%
Walk	0	0	0	38	20	2	0	2	3	4	3	82	41	195	7.90%
Total	49	96	190	120	143	163	145	138	146	150	222	196	99	1,857	100.00%

ตารางที่ 13 ปริมาณการจราจร ณ จุดสำรวจ D ถนนพระพิรุณ (ประตูหน้า)

TIME	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Total	Share
Bicycle	1	1	2	5	5	4	5	4	2	0	11	0	0	40	0.48%
Motobike	96	192	383	663	554	445	655	439	457	474	699	365	183	5,605	67.38%
PersonCar	23	46	91	99	106	113	132	76	88	99	129	107	54	1,163	13.98%
Pickup	15	29	57	47	50	52	63	45	48	51	61	35	18	571	6.86%
Truck	2	3	5	10	5	0	12	0	3	5	3	3	2	53	0.64%
Van/Bus	3	5	10	15	14	13	18	11	14	17	12	9	5	146	1.76%
Walk	3	6	11	65	86	106	86	36	46	56	104	90	45	740	8.90%
Total	143	282	559	904	820	733	971	611	658	702	1,019	609	307	8,318	100.00%

ตารางที่ 14 ปริมาณการจราจร ณ จุดสำรวจ E ถนนพิบูล (อาคารเรียนรวม 70 ปี)

TIME	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Total	Share
Bicycle	1	2	4	0	2	4	5	5	6	6	2	8	4	49	1.23%
Motobike	45	89	178	220	189	157	187	104	144	184	223	123	62	1,905	47.96%
PersonCar	8	15	30	26	33	40	33	16	18	20	28	29	15	311	7.83%
Pickup	4	7	14	9	8	7	14	13	15	16	12	7	4	130	3.27%
Truck	1	1	1	2	1	0	0	0	1	2	0	0	0	9	0.23%
Van/Bus	1	2	3	2	1	0	9	0	4	7	6	1	1	37	0.93%
Walk	60	119	237	312	201	90	74	90	75	59	133	54	27	1,531	38.54%
Total	120	235	467	571	435	298	322	228	263	294	404	222	113	3,972	100.00%

ตารางที่ 15 ปริมาณการจราจร ณ จุดสำรวจ F ถนนจอมพอ (สำนักหอสมุด)

TIME	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Total	Share
Bicycle	1	2	4	6	10	13	2	4	6	7	5	9	5	74	1.22%
Motobike	73	146	292	308	251	194	341	216	197	177	260	164	82	2,701	44.39%
PersonCar	13	25	49	46	51	56	60	61	46	31	70	54	27	589	9.68%
Pickup	7	13	26	14	19	23	22	29	24	18	29	20	10	254	4.17%
Truck	2	3	5	2	1	0	0	0	0	0	0	1	1	15	0.25%
Van/Bus	2	4	7	3	3	2	5	0	1	1	1	1	1	31	0.51%
Walk	33	65	130	309	310	311	294	119	131	142	274	202	101	2,421	39.79%
Total	131	258	513	688	645	599	724	429	405	376	639	451	227	6,085	100.00%

ตารางที่ 16 ปริมาณการจราจร ณ จุดสำรวจ G ถนนพระพิรุณ (อาคารพัฒนาวิสัยทัศน์)

TIME	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Total	Share
Bicycle	1	1	1	3	5	7	12	11	13	15	3	3	2	77	1.57%
Motobike	61	121	241	278	263	247	336	200	215	229	244	145	73	2,653	53.92%
PersonCar	25	50	99	78	78	77	105	104	77	49	54	39	20	855	17.38%
Pickup	14	27	54	32	29	25	57	43	43	42	38	17	9	430	8.74%
Truck	1	2	3	2	1	0	0	0	0	0	1	0	0	10	0.20%
Van/Bus	5	10	19	19	11	2	9	2	7	11	5	1	1	102	2.07%
Walk	19	38	75	65	42	18	75	43	56	69	98	130	65	793	16.12%
Total	126	249	492	477	429	376	594	403	411	415	443	335	170	4,920	100.00%

ตารางที่ 17 ปริมาณการจราจร ณ จุดสำรวจ H ถนนอินทนิล (คณะสถาปัตยกรรมฯ)

TIME	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Total	Share
Bicycle	4	7	13	12	9	5	12	7	6	5	6	29	15	130	1.18%
Motobike	111	221	441	463	439	414	559	380	392	404	415	435	218	4,892	44.57%
PersonCar	63	125	249	169	159	149	193	171	136	101	124	121	61	1,821	16.59%
Pickup	33	66	132	107	111	115	100	94	88	82	89	68	34	1,119	10.19%
Truck	1	2	3	1	4	7	4	4	6	8	4	2	1	47	0.43%
Van/Bus	7	13	26	15	19	22	13	18	15	12	7	10	5	182	1.66%
Walk	12	24	47	836	537	238	260	162	165	168	117	146	73	2,785	25.37%
Total	231	458	911	1,603	1,278	950	1,141	836	808	780	762	811	407	10,976	100.00%

ตารางที่ 18 ปริมาณการจราจร ณ จุดสำรวจ I ถนนอินทนิล (อาคารชุดวิตร)

TIME	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Total	Share
Bicycle	5	9	17	11	9	7	9	7	7	6	9	26	13	135	1.96%
Motobike	50	100	199	210	292	373	422	317	290	263	359	306	153	3,334	48.40%
PersonCar	33	66	132	102	113	124	145	122	93	64	122	102	51	1,269	18.42%
Pickup	19	37	73	82	105	128	86	88	78	68	106	60	30	960	13.94%
Truck	1	1	2	11	9	7	9	4	4	3	4	2	1	58	0.84%
Van/Bus	2	3	5	12	21	29	7	22	14	6	9	9	5	144	2.09%
Walk	32	64	128	172	95	18	40	182	110	38	26	55	28	988	14.34%
Total	142	280	556	600	644	686	718	742	596	448	635	560	281	6,888	100.00%

ตารางที่ 19 ปริมาณการจราจร ณ จุดสำรวจ J ถนนอินทนิลซอย 3 (สี่แยก)

TIME	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Total	Share
Bicycle	5	9	17	4	3	2	4	9	5	1	6	7	4	76	1.59%
Motobike	38	76	152	212	213	214	224	157	142	127	161	79	40	1,835	38.37%
PersonCar	26	51	101	81	79	76	71	104	73	41	32	34	17	786	16.43%
Pickup	10	20	40	37	37	36	38	40	29	18	13	13	7	338	7.07%
Truck	1	1	1	2	1	0	0	2	2	2	3	0	0	15	0.31%
Van/Bus	2	4	8	9	6	2	4	4	5	6	2	1	1	54	1.13%
Walk	100	200	399	260	206	151	92	113	76	39	34	6	3	1,679	35.10%
Total	182	361	718	605	545	481	433	429	332	234	251	140	72	4,783	100.00%

ตารางที่ 20 ปริมาณการจราจร ณ จุดสำรวจ K ถนนประมง (คณะเทคโนโลยีการประมงฯ)

TIME	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Total	Share
Bicycle	1	1	2	3	3	2	7	0	2	4	0	3	2	30	2.98%
Motobike	10	19	37	49	51	52	96	34	62	90	69	45	23	637	63.19%
PersonCar	3	6	12	10	8	5	8	13	11	9	7	10	5	107	10.62%
Pickup	2	4	8	7	8	9	11	11	12	12	15	3	2	104	10.32%
Truck	1	2	4	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	11	1.09%
Van/Bus	1	1	2	1	1	0	0	0	1	1	0	2	1	11	1.09%
Walk	0	0	0	2	1	0	33	5	20	35	0	8	4	108	10.71%
Total	18	33	65	72	72	68	155	63	109	152	91	72	38	1,008	100.00%

ตารางที่ 21 ปริมาณการจราจร ณ จุดสำรวจ L ถนนราชพฤกษ์ (ประตูสำนักงานอธิการบดี)

TIME	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Total	Share
Bicycle	3	5	10	5	5	5	4	4	10	16	6	11	6	90	2.78%
Motobike	30	60	120	143	166	189	200	133	157	181	152	215	108	1,854	57.20%
PersonCar	18	36	71	45	42	38	56	41	40	39	64	63	32	585	18.05%
Pickup	12	24	48	37	30	23	37	32	33	33	38	25	13	385	11.88%
Truck	1	1	1	8	4	0	1	0	0	0	0	0	0	16	0.49%
Van/Bus	1	2	4	4	2	0	6	2	3	3	3	6	3	39	1.20%
Walk	4	7	13	39	25	11	40	20	13	5	9	57	29	272	8.39%
Total	69	135	267	281	274	266	344	232	256	277	272	377	191	3,241	100.00%

ตารางที่ 22 ปริมาณการจราจร ณ จุดสำรวจ M ถนนราชพฤกษ์ (อาคารเทพศาสตร์สถิต)

TIME	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Total	Share
Bicycle	3	6	12	7	7	7	10	5	8	10	10	23	12	120	2.04%
Motobike	35	69	138	177	246	315	348	198	203	207	237	247	124	2,544	43.24%
PersonCar	16	32	63	58	52	45	81	65	58	50	64	60	30	674	11.46%
Pickup	11	21	42	40	36	31	70	45	38	30	49	40	20	473	8.04%
Truck	1	1	1	5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0.19%
Van/Bus	1	1	1	5	4	2	4	5	4	3	2	7	4	43	0.73%
Walk	56	112	224	244	173	101	197	310	195	80	72	169	85	2,018	34.30%
Total	123	242	481	536	521	501	710	628	506	380	434	546	275	5,883	100.00%

ตารางที่ 23 ปริมาณการจราจร ณ จุดสำรวจ N ถนนเกษตรนิพนธ์ (ประตูสมาคมศิษย์เก่าฯ)

TIME	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Total	Share
Bicycle	3	6	12	1	3	4	3	4	4	3	7	5	3	58	2.88%
Motobike	21	41	81	72	71	70	57	58	65	71	92	70	35	804	39.86%
PersonCar	12	24	48	26	29	32	62	49	51	52	47	35	18	485	24.05%
Pickup	13	25	49	30	35	40	48	29	39	48	38	35	18	447	22.16%
Truck	1	1	1	1	2	2	4	7	4	0	3	1	1	28	1.39%
Van/Bus	2	3	5	2	2	2	0	2	3	3	3	3	2	32	1.59%
Walk	1	2	3	7	13	18	13	7	14	20	20	30	15	163	8.08%
Total	53	102	199	139	155	168	187	156	180	197	210	179	92	2,017	100.00%

ตารางที่ 24 ปริมาณการจราจร ณ จุดสำรวจ O ถนนเกษตรนิพนธ์ (ประตูวิเวก)

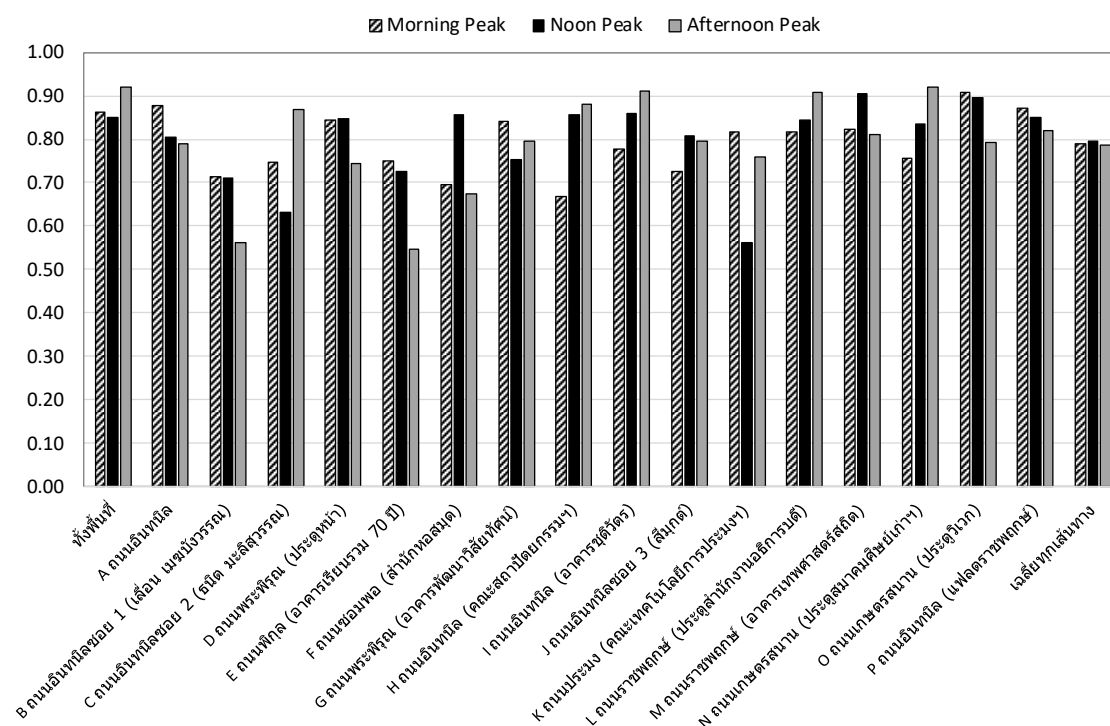
TIME	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Total	Share
Bicycle	5	9	17	6	4	2	1	2	2	2	7	18	9	84	1.84%
Motobike	57	113	225	167	176	185	261	216	201	186	281	275	138	2,481	54.40%
PersonCar	27	53	106	57	58	58	142	104	84	64	80	78	39	950	20.83%
Pickup	28	55	109	62	59	56	102	74	73	72	92	67	34	883	19.36%
Truck	1	1	2	3	3	2	9	4	3	2	2	3	2	37	0.81%
Van/Bus	2	4	7	10	16	22	8	13	10	6	7	10	5	120	2.63%
Walk	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	1	6	0.13%
Total	120	235	466	305	316	325	523	413	374	333	470	453	228	4,561	100.00%

ตารางที่ 25 ปริมาณการจราจร ณ จุดสำรวจ P ถนนอินทนิล (แฟลตราชพฤกษ์)

TIME	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Total	Share
Bicycle	5	9	18	8	9	9	2	4	6	7	7	23	12	119	3.00%
Motobike	43	85	169	144	214	284	221	220	181	141	238	237	119	2,296	57.79%
PersonCar	18	35	70	40	46	52	101	68	51	34	64	68	34	681	17.14%
Pickup	20	39	78	51	59	67	66	83	69	55	73	51	26	737	18.55%
Truck	2	3	6	3	4	4	7	5	3	1	2	2	1	43	1.08%
Van/Bus	1	2	3	5	14	23	6	11	7	2	6	7	4	91	2.29%
Walk	1	1	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	6	0.15%
Total	90	174	346	251	346	439	405	391	317	240	390	388	196	3,973	100.00%

ค่าตัวประกอบสูงสุดของการจราจร

ค่าตัวประกอบสูงสุดของการจราจร (Peak Hour Factor : PHF) ภายในมหาวิทยาลัยแม่โจ้วิทยาเขตหลักจากการสำรวจปริมาณการจราจรด้วยวิธีแจงนับ พบว่า ค่า PHF มีค่าอยู่ระหว่าง 0.55 - 0.92 ซึ่งในถนนสายหลักมีค่า PHF เฉลี่ยเท่ากับ 0.82 และในถนนสายรองมีค่า PHF เฉลี่ยเท่ากับ 0.77 และจากผลของการสำรวจยังพบอีกว่าค่า PHF สูงสุดมักจะเกิดขึ้นในช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า รองลงมาจะเกิดขึ้นในช่วงเวลาเร่งด่วนพักกลางวันและช่วงเวลาเร่งด่วนบ่าย ตามลำดับ โดยรายละเอียดของค่า PHF ที่เกิดขึ้นภายในพื้นที่ที่สามารถสรุปได้ดังภาพที่ 36 และตารางที่ 26



ภาพที่ 36 ค่าตัวประกอบสูงสุดของการจราจร (PHF) ภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้วิทยาเขตหลัก

ตารางที่ 26 ค่าตัวประกอบสูงสุดของการจราจร (PHF) ภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้วิทยาเขตหลัก

Traffic Count Station	Morning Peak	Noon Peak	Afternoon Peak
	9:00-10:00	12:00-13:00	16:00-17:00
A ถนนอินทนิล	0.879	0.806	0.790
B ถนนอินทนิลซอย 1 (เลื้อน เมฆบั้งววรรณ)	0.714	0.711	0.561
C ถนนอินทนิลซอย 2 (ธนิต มะลิสุวรรณ)	0.747	0.633	0.868
D ถนนพระพิรุณ (ประตูหน้า)	0.843	0.846	0.743
E ถนนพิบูล (อาคารเรียนรวม 70 ปี)	0.751	0.725	0.546
F ถนนจอมพอ (สำนักหอสมุด)	0.696	0.858	0.674
G ถนนพระพิรุณ (อาคารพัฒนาวิสิยทัศน์)	0.840	0.754	0.797
H ถนนอินทนิล (คณะสถาปัตยกรรมฯ)	0.667	0.857	0.882
I ถนนอินทนิล (อาคารชุดวัด)	0.777	0.859	0.912
J ถนนอินทนิลซอย 3 (สิมุกต์)	0.727	0.808	0.794
K ถนนประมง (คณะเทคโนโลยีการประมงฯ)	0.818	0.562	0.758
L ถนนราชพฤกษ์ (ประตูสำนักงานอธิการบดี)	0.817	0.843	0.907
M ถนนราชพฤกษ์ (อาคารเทพศาสตร์สถิต)	0.822	0.906	0.810
N ถนนเกษตรसनาน (ประตูสมาคมศิษย์เก่าฯ)	0.755	0.835	0.921
O ถนนเกษตรसनาน (ประตูวิเวก)	0.908	0.896	0.794
P ถนนอินทนิล (แฟลตราชพฤกษ์)	0.872	0.851	0.819
เฉลี่ยทุกเส้นทาง	0.790	0.797	0.786

ความเร็วของกระแสดการจราจร

ความเร็วของกระแสดการจราจรภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้วิทยาเขตหลักสำรวจด้วยการใช้อุปกรณ์ระบุค่าพิกัดบนผิวโลก (Global Positioning System : GPS) ซึ่งได้มีการติดตั้งไว้ในยานพาหนะตัวอย่างและรูปแบบการเดินทางต่างๆโดยการสุ่มเป้าหมายเป็นอาสาสมัครที่มีการเดินทางภายในพื้นที่ศึกษา

จากการสำรวจข้อมูลความเร็วของกระแสดการจราจรในพื้นที่ศึกษา พบว่า ความเร็วเฉลี่ยของยานพาหนะทุกประเภทมีค่าเฉลี่ยประมาณ 24.72 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ดังภาพที่ 37 โดยรูปแบบการเดินทางด้วยรถยนต์ส่วนบุคคลทุกประเภทมีความเร็วเฉลี่ยสูงที่สุดประมาณ 27.68 กิโลเมตรต่อชั่วโมง รองลงมาได้แก่การเดินทางด้วยรถจักรยานยนต์เฉลี่ยประมาณ 24.14 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

ในขณะที่การเดินทางด้วยจักรยานมีความเร็วเฉลี่ยในการเดินทางประมาณ 12.72 กิโลเมตรต่อชั่วโมงโดยสามารถทำความเร็วสูงสุดได้ถึง 20.16 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ดังภาพที่ 38 และความเร็วในการเดินเท้าเฉลี่ยมีค่าประมาณ 3.69 กิโลเมตรต่อชั่วโมง โดยสามารถทำความเร็วสูงสุดได้ถึง 4.64 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

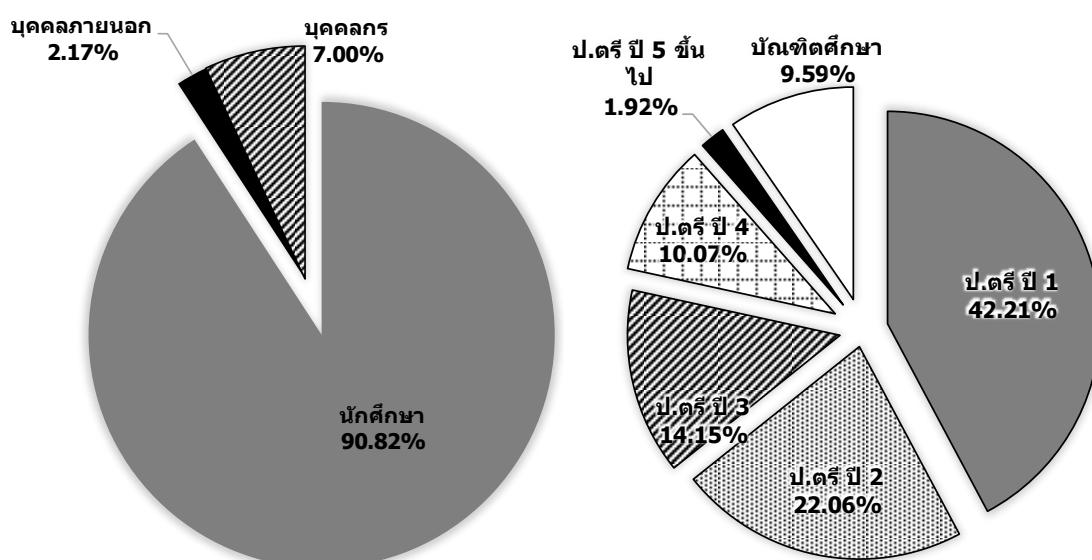
ข้อมูลคุณลักษณะของผู้เดินทางและความต้องการในการเดินทาง

ผู้เดินทางภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้วิทยาเขตหลักส่วนใหญ่เป็นประกอบไปด้วย นักศึกษา บุคลากรและบุคคลภายนอกที่มาติดต่อหรือมีกิจธุระจำเป็นต้องเข้ามาใช้พื้นที่มหาวิทยาลัย ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้ได้มีการทำการสำรวจด้วยวิธีการสัมภาษณ์ข้อมูลการเดินทาง และข้อมูลที่เป็นสำหรับการนำมาพัฒนาแบบจำลองด้านการขนส่ง ได้แก่

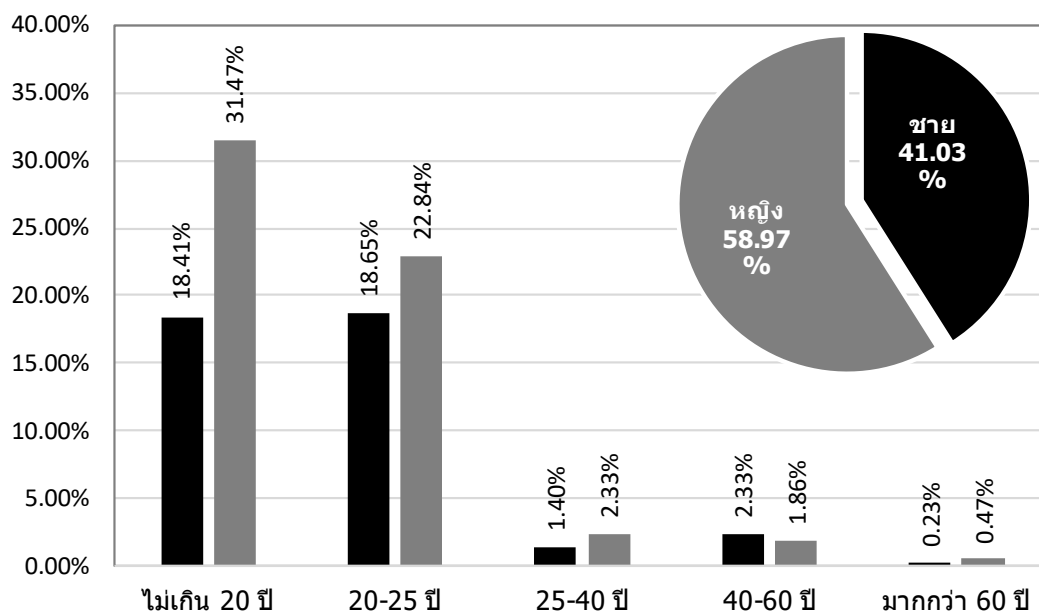
- (1) การสำรวจข้อมูลการเดินทางจากจุดต้นทางและจุดหมายปลายทาง (Origin-Destination Survey : O-D Survey)
- (2) การสำรวจข้อมูลการเลือกรูปแบบการเดินทางปัจจุบันและการกำหนดสถานการณ์สมมติในอนาคต (Revealed Preference and Stated Preference Survey : RP and SP Survey)
- (3) การสำรวจข้อมูลความพึงพอใจและหลักเกณฑ์ในการเลือกใช้รูปแบบการเดินทางแบบไร้รถยนต์ (เดินเท้าและจักรยาน)

เพศและอายุของผู้เดินทาง

ผู้ที่มีการเดินทางภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้วิทยาเขตหลักประกอบไปด้วย นักศึกษาเป็นส่วนใหญ่มากถึงร้อยละ 90.82 รองลงมาเป็นบุคลากรที่สังกัดมหาวิทยาลัยแม่โจ้คิดเป็นร้อยละ 7.00 และเป็นบุคลากรภายนอกคิดเป็นร้อยละ 2.17 ดังแสดงในภาพที่ 39



ภาพที่ 39 สัดส่วนผู้เดินทางภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้วิทยาเขตหลัก



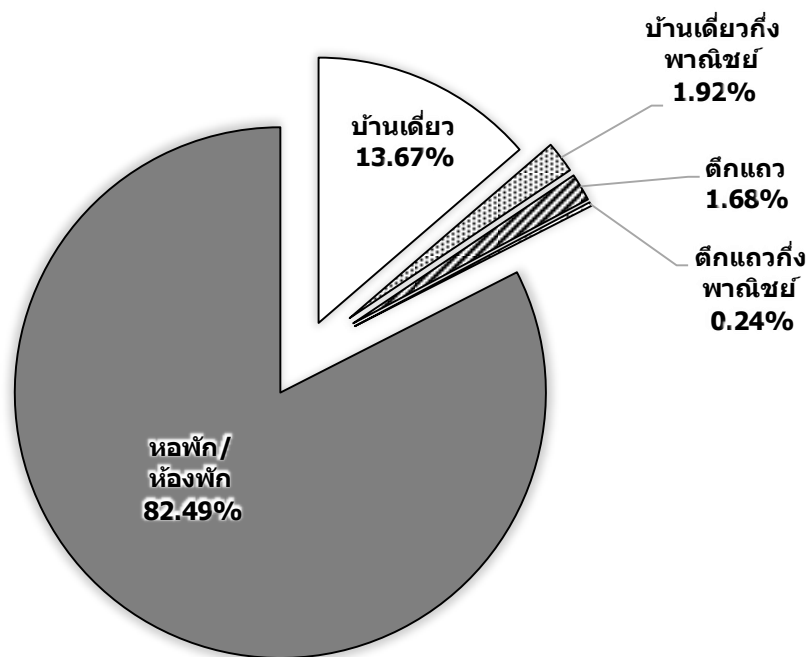
ภาพที่ 40 สัดส่วนเพศของผู้เดินทางภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้ววิทยาเขตหลัก

เมื่อจำแนกผู้เดินทางออกตามเพศและอายุพบว่า ผู้เดินทางส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงคิดเป็นร้อยละ 58.97 และเป็นเพศชายคิดเป็นร้อยละ 41.03 ซึ่งสัดส่วนนี้สอดคล้องกับสัดส่วนเพศของข้อมูลสถิติเพศของนักศึกษา และยังพบว่าผู้เดินทางที่มีช่วงอายุไม่เกิน 40 ปีมีสัดส่วนเป็นเพศหญิงมากกว่าเพศชาย แต่ในช่วงอายุ 40-60 ปีพบว่ามีส่วนเพศชายมากกว่าเพศหญิงเล็กน้อย

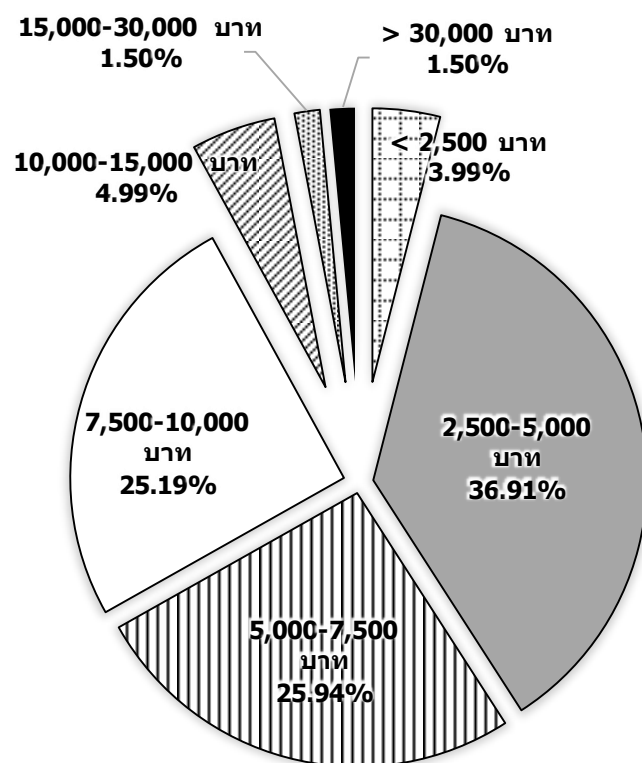
กลุ่มผู้เดินทางส่วนใหญ่ในพื้นที่ศึกษาอยู่ในช่วงอายุ 18-25 ปี ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 91.38 ของจำนวนผู้เดินทางทั้งหมดโดยส่วนใหญ่เป็นนักศึกษา ดังนั้นอายุเฉลี่ยของผู้เดินทางทั้งหมดในพื้นที่ศึกษามีค่าเฉลี่ยประมาณ 21.83 ปี

คุณลักษณะทางเศรษฐกิจและสังคมของผู้เดินทาง

ผู้เดินทางในพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้ววิทยาเขตหลักเนื่องจากส่วนใหญ่เป็นนักศึกษา ดังนั้นจึงมีที่พักอาศัยส่วนใหญ่เป็นหอพักหรือห้องพักรับหรือห้องสำหรับเช่าพักอาศัยซึ่งคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 82.49 รองลงเป็นจะมีที่พักเป็นบ้านเดี่ยวสำหรับการพักอาศัยเพียงอย่างเดียวคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 13.67 บ้านเดี่ยวกึ่งพาณิชย์หรือมีการพาณิชย์คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 1.92 ตึกแถวหรือทาวน์เฮาส์สำหรับการพักอาศัยคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 1.68 และตึกแถวหรือทาวน์เฮาส์กึ่งพาณิชย์หรือมีการพาณิชย์คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 0.24



ภาพที่ 41 สัดส่วนลักษณะที่พักอาศัยของผู้เดินทางภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้วิทยาเขตหลัก



ภาพที่ 42 สัดส่วนช่วงระดับรายได้ของผู้เดินทางภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้วิทยาเขตหลัก

ผู้เดินทางในพื้นที่ศึกษามีระดับทางเศรษฐกิจซึ่งประเมินจากรายได้หรือรายรับที่สามารถนำมาใช้จ่ายต่างๆ ได้ต่อเดือนโดยมีรายได้เฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 7,095 บาทต่อเดือน โดยผู้เดินทางที่ยังเป็นนักศึกษาจะมีรายได้หรือรายรับอยู่ที่ประมาณ 6,590 บาทต่อเดือน และผู้เดินทางเป็นเป็นบุคลากรและผู้ที่อยู่ในวัยทำงานแล้วจะมีรายได้เฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 20,100 บาทต่อเดือน

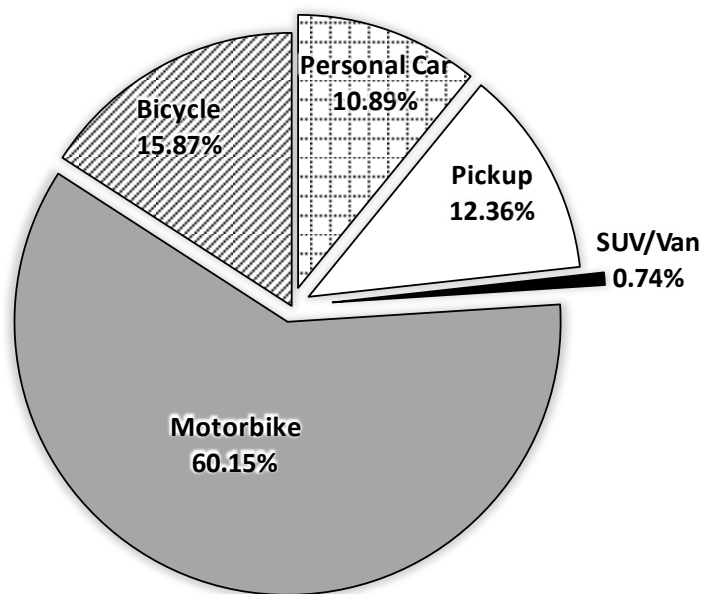
เมื่อจำแนกกลุ่มผู้เดินทางเป็นช่วงระดับรายได้พบว่าผู้เดินทางส่วนใหญ่ในพื้นที่ศึกษาร้อยละ 36.91 มีระดับรายได้อยู่ในช่วง 2,500 – 5,000 บาทต่อเดือน รองลงมาร้อยละ 25.97 มีระดับรายได้ในช่วง 5,000 – 7,500 บาทต่อเดือน ร้อยละ 25.19 มีระดับรายได้ในช่วง 7,500 – 10,000 บาทต่อเดือน ร้อยละ 4.99 มีระดับรายได้ในช่วง 10,000 – 15,000 บาทต่อเดือน และร้อยละ 3.00 มีระดับรายได้มากกว่า 15,000 บาทต่อเดือนขึ้นไป ตามลำดับ ส่วนผู้ที่มีรายได้ต่ำกว่า 2,500 บาทต่อเดือนมีสัดส่วนเพียงร้อยละ 3.99 โดยรายละเอียดดังภาพที่ 42

การครอบครองยานพาหนะ

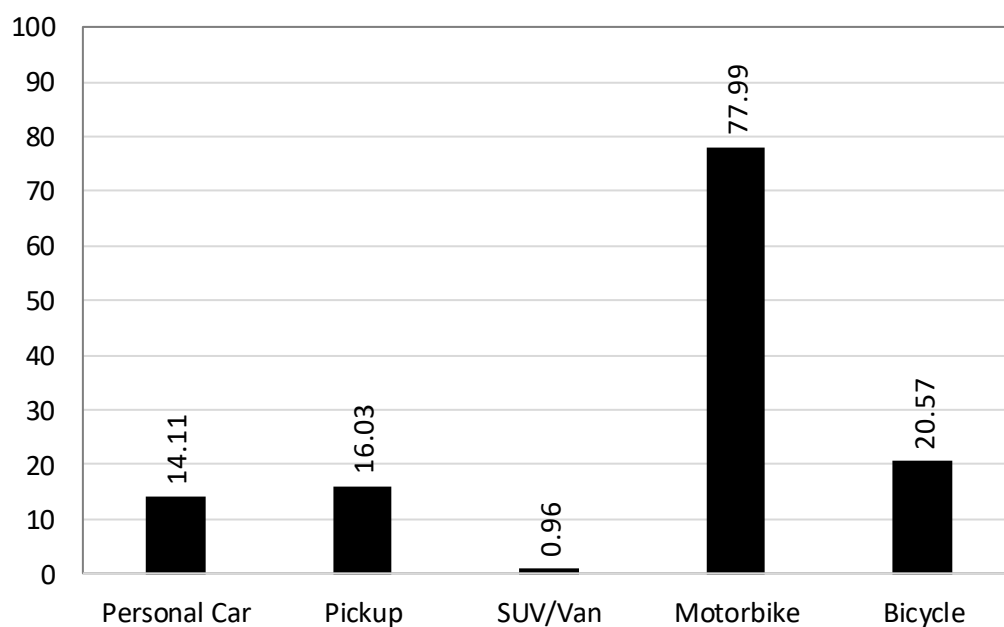
จากการสำรวจข้อมูลด้านการครอบครองยานพาหนะหรือมียานพาหนะที่สามารถเลือกใช้ในการเดินทางภายในมหาวิทยาลัยแม่โจ้วิทยาเขตหลักพบว่าผู้เดินทางส่วนใหญ่มียานพาหนะในครอบครองซึ่งคิดเป็นส่วนส่วนร้อยละ 91.63 และในส่วนของผู้เดินทางที่ไม่มียานพาหนะในครอบครองคิดเป็นสัดส่วนเพียงร้อยละ 8.37 โดยในจำนวนผู้ที่มียานพาหนะในครอบครองทั้งหมดพบว่าผู้เดินทางส่วนใหญ่มีการครอบครองรถจักรยานยนต์เป็นสัดส่วนสูงที่สุดคิดเป็นร้อยละ 60.15 รองลงมาที่มีการครอบครองรถจักรยานคิดเป็นสัดส่วน 15.87 รถกระบะหรือปิกอัพคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 12.36 รถยนต์นั่งส่วนบุคคลและอื่นๆคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 11.63 รายละเอียดดังภาพที่ 43

เมื่อพิจารณาจำนวนยานพาหนะที่ผู้เดินทางครอบครองอยู่หรือที่สามารถเลือกใช้ในการเดินทางภายในพื้นที่ศึกษายังพบอีกว่าจำนวนยานพาหนะที่ครอบครองเฉลี่ยต่อคนคิดเป็นจำนวน 1.30 คันต่อคน หรือคิดเป็นจำนวนยานพาหนะในครอบครอง 130 คันต่อจำนวนผู้เดินทาง 100 คน หรือในอีกความหมายคือผู้เดินทางแต่ละคนสามารถมีทางเลือกในการเลือกใชยานพาหนะเพื่อนำมาเดินทางภายในพื้นที่ศึกษามากกว่า 1 รูปแบบหรือมากกว่า 1 คัน

และเมื่อพิจารณาจำแนกตามรูปแบบหรือชนิดของยานพาหนะที่ครอบครองของผู้เดินทางพบว่ารถจักรยานยนต์เป็นยานพาหนะที่ผู้เดินทางครอบครองอยู่สูงที่สุดคิดเป็นจำนวน 78 คันต่อผู้เดินทาง 100 คน รองลงมาเป็นรถจักรยานคิดเป็นจำนวน 21 คันต่อผู้เดินทาง 100 คน รถกระบะหรือปิกอัพคิดเป็นจำนวน 16 คันต่อผู้เดินทาง 100 คน รถยนต์ส่วนบุคคลและอื่นๆคิดเป็นจำนวน 15 คันต่อผู้เดินทาง 100 คน รายละเอียดดังภาพที่ 44



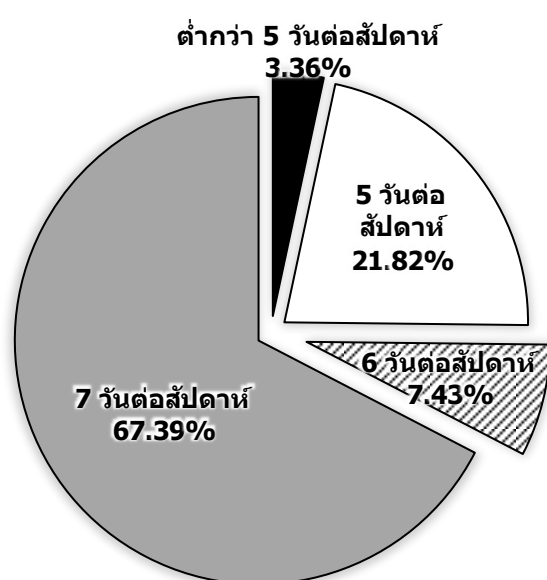
ภาพที่ 43 สัดส่วนยานพาหนะของผู้เดินทางที่มียานพาหนะในครอบครองที่นำมาใช้เดินทางภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้วิทยาเขตหลัก



ภาพที่ 44 จำนวนการครอบครองยานพาหนะต่อผู้เดินทาง 100 คนที่นำมาใช้เดินทางภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้วิทยาเขตหลัก

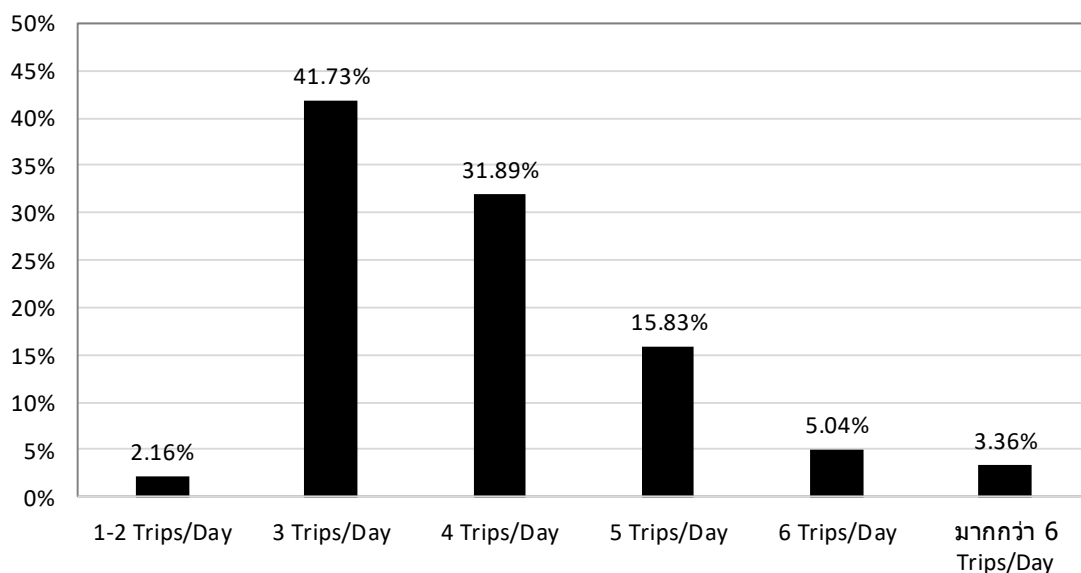
คุณลักษณะการเดินทางในพื้นที่

ผู้เดินทางส่วนใหญ่มีการเข้ามาเดินทางภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้วิทยาเขตหลักมากถึง 7 วันต่อสัปดาห์หรือมีการเข้ามาเดินทางภายในพื้นที่ศึกษาทุกวันซึ่งคิดเป็นสัดส่วนมากถึงร้อยละ 67.39 รองลงมาผู้เดินทางเข้ามาเดินทางภายในพื้นที่ศึกษา 5 วันต่อสัปดาห์คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 21.82 ซึ่งมีเพียงส่วนน้อยคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 3.36 ที่เข้ามาเดินทางภายในพื้นที่ศึกษาน้อยกว่า 5 วันต่อสัปดาห์ ดังนั้นเมื่อคิดเป็นสัดส่วนการเข้ามาเดินทางภายในพื้นที่ศึกษาตั้งแต่ 5 วันต่อสัปดาห์คิดเป็นสัดส่วนถึงร้อยละ 96.64 รายละเอียดดังภาพที่ 45

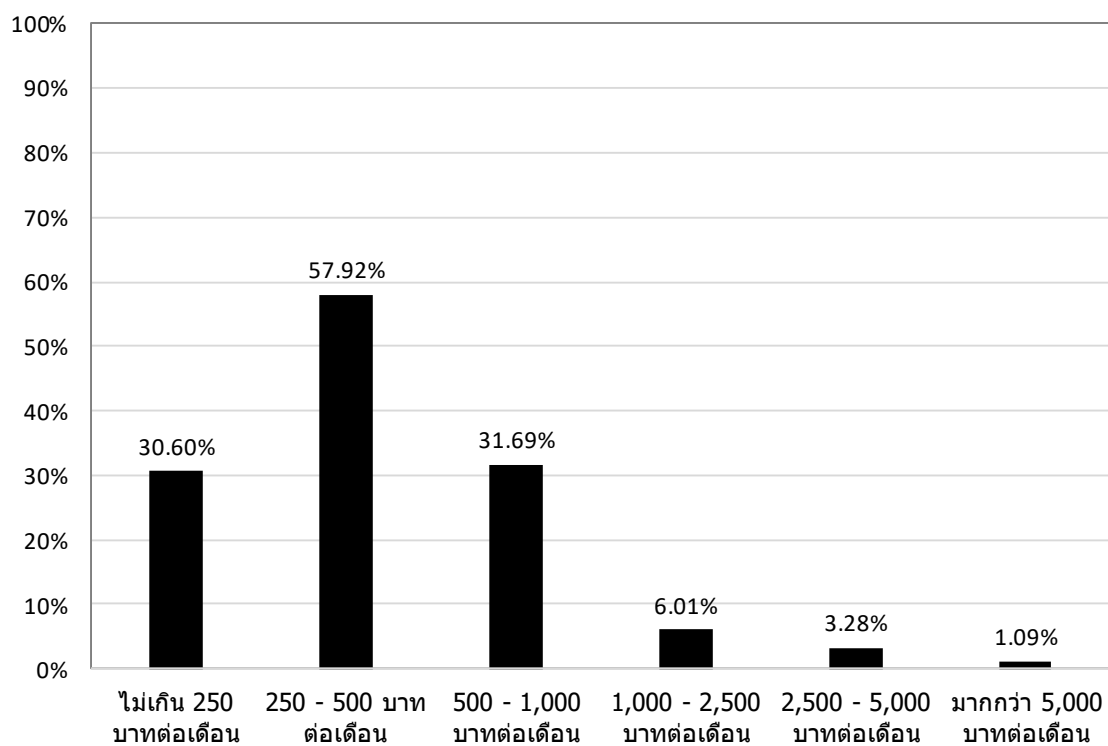


ภาพที่ 45 การเดินทางในหนึ่งสัปดาห์ของผู้เดินทางภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้วิทยาเขตหลัก

ผู้เดินทางส่วนใหญ่จะมีความถี่ของการเดินทางต่อวันต่อคนภายในพื้นที่ศึกษาเฉลี่ย 2.95 เที่ยวต่อคนต่อวัน ซึ่งอยู่ในช่วง 3 - 4 เที่ยว-คนต่อวัน คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 73.62 โดยผู้เดินทางส่วนใหญ่มีความถี่ในการเดินทางในพื้นที่ศึกษา 3 เที่ยว-คนต่อวัน คิดเป็นร้อยละ 41.73 และการกระจายการเดินทางในพื้นที่ศึกษาจะมีสัดส่วนลดลงตามความถี่ในการเดินทางต่อวันต่อคนโดยการเดินทางที่มีความถี่ 4 เที่ยว-คนต่อวัน คิดเป็นร้อยละ 31.89 การเดินทางที่มีความถี่ 5 เที่ยว-คนต่อวัน คิดเป็นร้อยละ 15.83 การเดินทางที่มีความถี่ 6 เที่ยว-คนต่อวัน คิดเป็นร้อยละ 5.04 การเดินทางที่มีความถี่มากกว่า 6 เที่ยว-คนต่อวันขึ้นไป คิดเป็นร้อยละ 3.36 และการเดินทางที่มีความถี่ต่ำกว่า 2 เที่ยว-คนต่อวันเป็นสัดส่วนที่น้อยที่สุดคิดเป็นสัดส่วนเพียงร้อยละ 2.16 รายละเอียดดังภาพที่ 46



ภาพที่ 46 สัดส่วนการกระจายการเดินทางในหนึ่งวันของผู้เดินทางภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้ววิทยาเขตหลัก



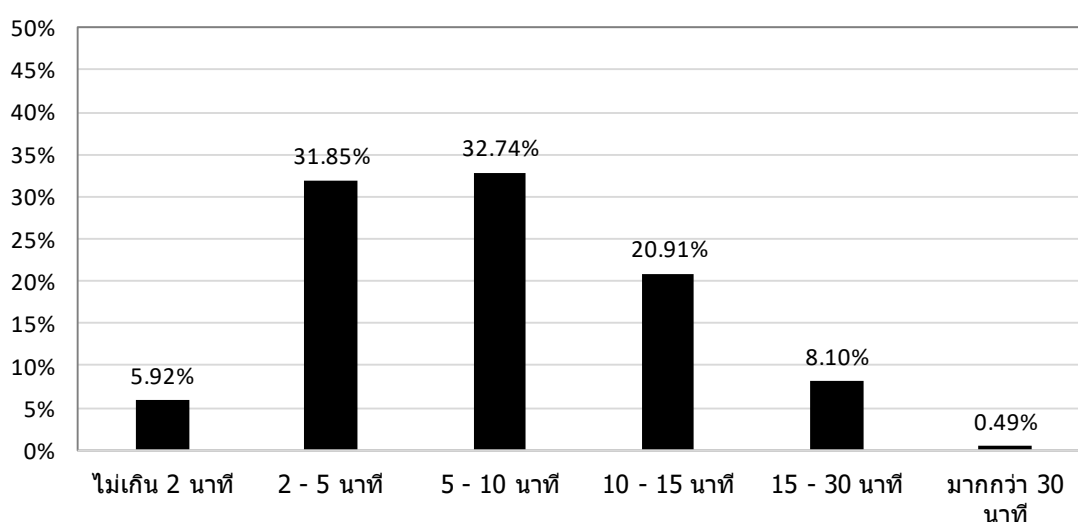
ภาพที่ 47 สัดส่วนค่าใช้จ่ายสำหรับการเดินทางของผู้เดินทางภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้ววิทยาเขตหลัก

ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง

ค่าใช้จ่ายสำหรับการเดินทาง (Traveling Cost) ของผู้เดินทางภายในพื้นที่ศึกษาพบว่าเป็นภาระที่ผู้เดินทางต้องเสียไปต่อเดือนคิดเป็นค่าเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 582.75 บาทต่อคน โดยเมื่อจำแนกออกเป็นช่วงค่าใช้จ่ายในการเดินทางพบว่าผู้เดินทางส่วนใหญ่มีค่าใช้จ่ายในการเดินทางอยู่ระหว่าง 250 – 500 บาทต่อเดือน คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 57.92 รองลงมา มีค่าใช้จ่ายในการเดินทางอยู่ระหว่าง 500 – 1,000 บาทต่อเดือน คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 31.69 ค่าใช้จ่ายในการเดินทางไม่เกิน 250 บาทต่อเดือน คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 30.60 และค่าใช้จ่ายในการเดินทางอยู่มากกว่า 1,000 บาทต่อเดือน คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 10.38 ตามลำดับ รายละเอียดดังภาพที่ 47

ระยะเวลาที่ใช้ในการเดินทาง

ระยะเวลาที่ใช้ในการเดินทาง (Traveling Time) ของผู้เดินทางภายในพื้นที่ศึกษาโดยระยะเวลาที่สอบถามเป็นระยะเวลาทั้งหมดที่ใช้ในการเดินทางต่อเที่ยวซึ่งรวมทั้งระยะเวลาที่อยู่ในยานพาหนะ การจอดรอและระยะเวลาอื่นๆทั้งจากจุดต้นทางและจุดหมายปลายทาง พบว่า มีการใช้เวลาในการเดินทางเฉลี่ย 10.06 นาทีต่อการเดินทาง โดยช่วงระยะเวลาที่ใช้ในการเดินทางภายในพื้นที่ศึกษาส่วนใหญ่ใช้เวลาประมาณ 5 – 10 นาที คิดเป็นร้อยละ 32.74 รองลงมาใช้เวลาประมาณ 2 – 5 นาที คิดเป็นร้อยละ 31.85 และจากข้อมูลพบว่าระยะเวลาที่ใช้ในการเดินทางภายในพื้นที่ศึกษาส่วนใหญ่ร้อยละ 99.51 จะใช้เวลาในการเดินทางต่อเที่ยวไม่เกิน 30 นาที โดยร้อยละ 91.41 มีการเดินทางต่อเที่ยวไม่เกิน 15 นาที รายละเอียดดังภาพที่ 48

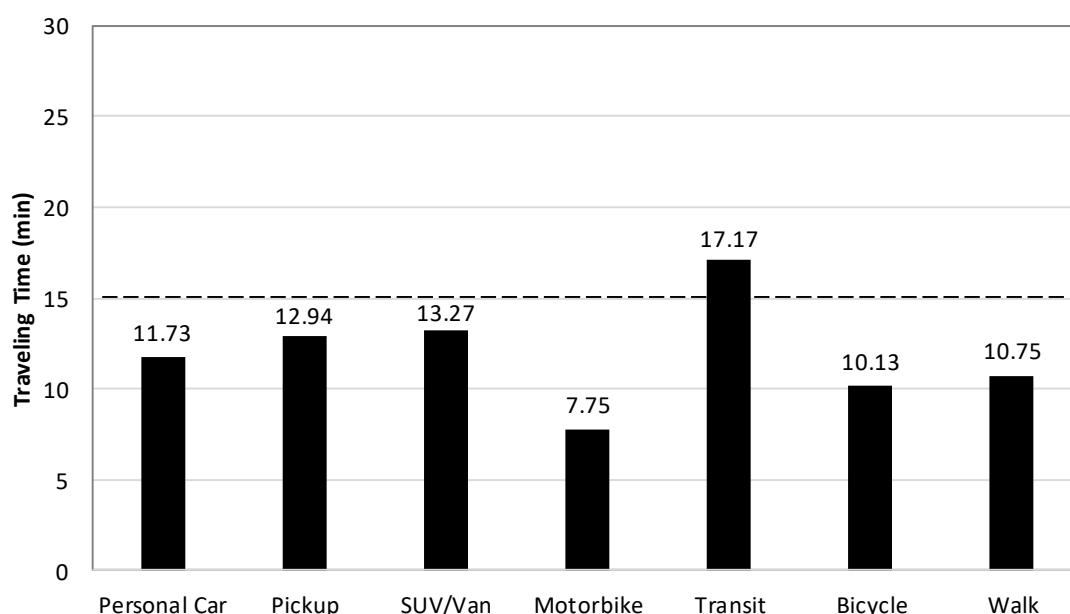


ภาพที่ 48 สัดส่วนระยะช่วงระยะเวลาที่ใช้ในการเดินทางต่อเที่ยวของผู้เดินทางภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้วิทยาเขตหลัก

และเมื่อพิจารณาระยะเวลาที่ใช้ในการเดินทางในพื้นที่ศึกษาจำแนกตามรูปแบบการเดินทาง พบว่า การเดินทางด้วยจักรยานยนต์มีการใช้ระยะเวลาเฉลี่ยในการเดินทางน้อยที่สุดโดยใช้เวลาในการเดินทางเฉลี่ย 7.75 นาทีต่อเที่ยวการเดินทาง ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้รูปแบบการเดินทางในพื้นที่ศึกษามีความนิยมใช้รถจักรยานยนต์ และการเดินทางด้วยรถยนต์ทุกประเภทใช้เวลาในการเดินทางเฉลี่ย 12.38 นาที

ส่วนการเดินทางด้วยรูปแบบขนส่งสาธารณะที่ถูกจัดไว้ให้โดยมหาวิทยาลัยใช้เวลาในการเดินทางเฉลี่ย 17.17 นาทีซึ่งเป็นรูปแบบที่ใช้เวลาในการเดินทางสูงที่สุดในพื้นที่ศึกษา ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้รูปแบบขนส่งสาธารณะในพื้นที่ศึกษาไม่ได้รับความนิยม

และการเดินทางด้วยรูปแบบการขนส่งแบบไร้เครื่องยนต์ซึ่งได้แก่การเดินทางเท้ากับการใช้จักรยานมีเวลาในการเดินทางเฉลี่ย 10.44 นาทีซึ่งเป็นรูปแบบหนึ่งที่ใช้เวลาในการเดินทางในพื้นที่ศึกษาที่สั้นรูปแบบหนึ่ง นั่นคือเป็นรูปแบบที่ใช้เวลาในการเดินทางต่ำกว่าการใช้รถยนต์ทุกประเภทแต่ก็ยังใช้เวลาในการเดินทางมากกว่ารถจักรยานยนต์ ดังนั้นการเดินทางเท้าและการใช้จักรยานจึงเป็นรูปแบบการขนส่งแบบไร้เครื่องยนต์ชนิดหนึ่งที่มีศักยภาพและสามารถดึงดูดให้ผู้เดินทางภายในพื้นที่ศึกษาเปลี่ยนมาใช้ในการเดินทางในอนาคตได้

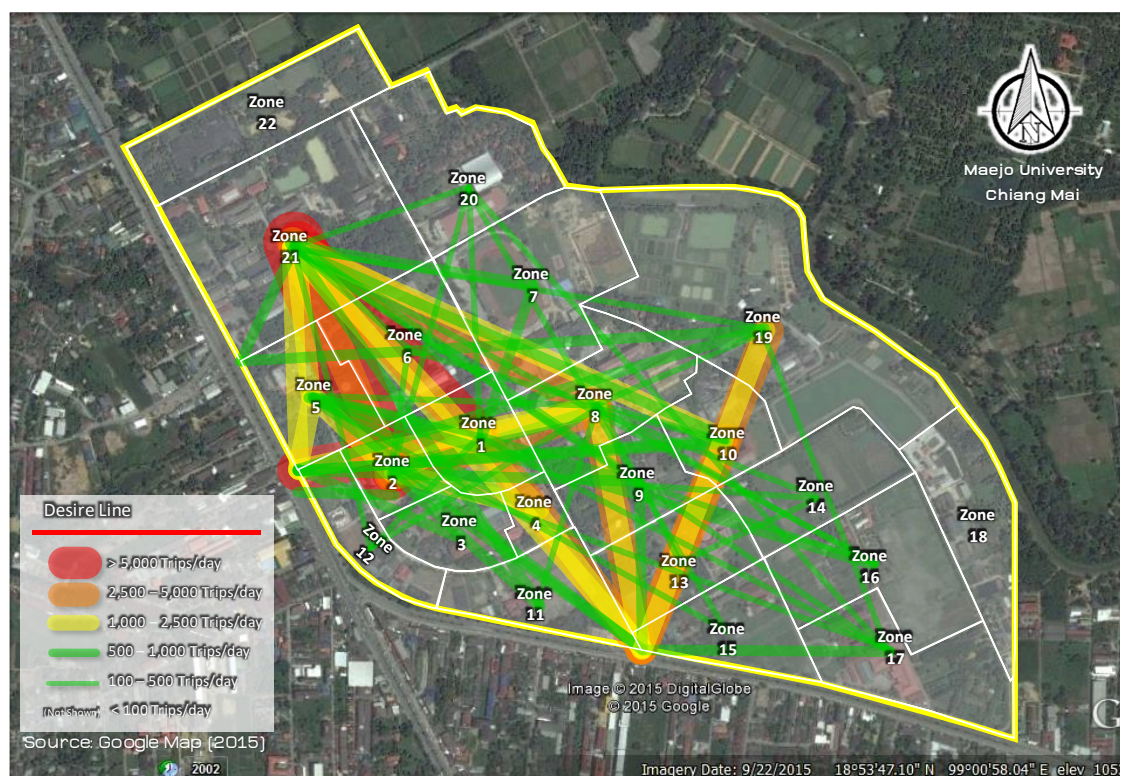


ภาพที่ 49 ระยะเวลาเฉลี่ยสำหรับการเดินทางต่อเที่ยวจำแนกตามรูปแบบการเดินทางของผู้เดินทางภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้ววิทยาเขตหลัก

ความต้องการในการเดินทางภายในพื้นที่

จากการสำรวจข้อมูลความต้องการในการเดินทางภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้วิทยาเขตหลัก พบว่า มีปริมาณความต้องการในการเดินทางในพื้นที่ศึกษาทั้งหมดประมาณ 139,459 เที่ยว-คนต่อวัน ซึ่งในจำนวนนี้เป็นการเดินทางเพื่อเข้า-ออกพื้นที่ศึกษาประมาณ 52,023 เที่ยว-คนต่อวัน และการเดินทางส่วนใหญ่เป็นการเดินทางระหว่างพื้นที่การศึกษาส่วนกลาง (Zone 1 และ Zone 2) กับพื้นที่ส่วนหอพักนักศึกษา (Zone 21) โดยการเดินทางระหว่างพื้นที่ดังกล่าวมีปริมาณความต้องการในการเดินทางมากถึง 56,268 เที่ยว-คนต่อวัน ซึ่งคิดเป็นสัดส่วนการเดินทางร้อยละ 40.35 ของการเดินทางทั้งหมดในพื้นที่ศึกษา รายละเอียดดังภาพที่ 50

โดยความต้องการในการเดินทางระหว่างพื้นที่หอพักนักศึกษา (Zone 21) กับพื้นที่อื่นๆมากที่สุดถึง 21,594 เที่ยว-คนต่อวัน รองลงมาเป็นการเดินทางระหว่างพื้นที่ส่วนการศึกษา (Zone 1 คณะบริหารธุรกิจ คณะวิทยาศาสตร์ คณะศิลปศาสตร์ สำนักหอสมุด) กับพื้นที่อื่นๆมากถึง 17,768 เที่ยว-คนต่อวัน พื้นที่ส่วนการศึกษาศูนย์เรียนรวม (Zone 2 อาคารเรียนรวม 70 ปี อาคารเรียน 80 ปี) กับพื้นที่อื่นๆมากถึง 16,889 เที่ยว-คนต่อวัน และพื้นที่ส่วนการศึกษา (Zone 8 คณะเศรษฐศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ฯ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ อาคารจุฬารักษ์ ศูนย์อาหาร Green Canteen) กับพื้นที่อื่นๆมากถึง 10,162 เที่ยว-คนต่อวัน ตามลำดับ รายละเอียดดังภาพที่ 50



ภาพที่ 50 แผนภาพการเดินทาง (Desire Line) ภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้วิทยาเขตหลัก

ข้อมูลด้านความต้องการสำหรับรูปแบบการขนส่งแบบไร้เครื่องยนต์

ความต้องการสำหรับรูปแบบการขนส่งแบบไร้เครื่องยนต์ในพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้ วิทยาเขตหลักได้ทำการสำรวจโดยการสัมภาษณ์ด้วยแบบสอบถาม ซึ่งมีการสอบถามถึงลักษณะ และความต้องการต่างๆต่อรูปแบบการขนส่งแบบไร้เครื่องยนต์ โดยให้ผู้ถูกสัมภาษณ์ให้อันดับ ความสำคัญต่อหัวข้อหลักเกณฑ์ที่มีอิทธิพลต่อการใช้รูปแบบการเดินทางด้วยการเดินเท้าและ จักรยาน ซึ่งมีผลการสำรวจความต้องการสำหรับรูปแบบการขนส่งแบบไร้เครื่องยนต์ภายในพื้นที่ ศึกษา ดังต่อไปนี้

ผู้เดินทางมีการให้ความสำคัญต่อหลักเกณฑ์ที่มีผลต่อการใช้รูปแบบการขนส่งแบบไร้ เครื่องยนต์ครอบคลุมทั้งหมด 4 ด้านหลัก โดยการประเมินโดยผู้เดินทางพบว่าเกณฑ์ที่ควรให้ ความสำคัญเป็นอันดับแรกคือหลักเกณฑ์ด้านความปลอดภัย อันดับที่สองคือหลักเกณฑ์ด้าน ลักษณะโครงข่ายเส้นทาง อันดับที่สามคือหลักเกณฑ์ด้านกายภาพ และอันดับที่สี่คือหลักเกณฑ์ด้าน การให้บริการของระบบ รายละเอียดดังตารางที่ 28

ตารางที่ 28 ระดับความสำคัญของหลักเกณฑ์/ปัจจัยหลักต่อการเลือกใช้รูปแบบการขนส่งแบบไร้ เครื่องยนต์ภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้วิทยาเขตหลัก

หลักเกณฑ์กายภาพ			หลักเกณฑ์ความปลอดภัย		
อันดับ	ร้อยละ	ค่าน้ำหนัก	อันดับ	ร้อยละ	ค่าน้ำหนัก
0	0.47%		0	0.00%	
1	14.99%		1	57.14%	
2	21.08%	22.14%	2	23.89%	33.41%
3	34.19%		3	14.05%	
4	29.27%		4	4.92%	
หลักเกณฑ์ลักษณะเส้นทาง			หลักเกณฑ์การให้บริการ		
อันดับ		ค่าน้ำหนัก	อันดับ	ร้อยละ	ค่าน้ำหนัก
0	0.23%		0	1.64%	
1	16.39%		1	11.48%	
2	35.60%	24.91%	2	19.44%	19.54%
3	28.34%		3	23.19%	
4	19.44%		4	44.26%	

หลักเกณฑ์ด้านความปลอดภัย

หลักเกณฑ์ด้านความปลอดภัยเป็นหลักเกณฑ์ที่ผู้เดินทางจัดอันดับให้มีความสำคัญสูงที่สุดเป็นอันดับแรกโดยคิดเป็นค่าน้ำหนักความสำคัญร้อยละ 33.41 และในหลักเกณฑ์ด้านนี้ผู้เดินทางยังได้จำแนกและให้ระดับความสำคัญเป็นหลักเกณฑ์/ปัจจัยรองอีกดังต่อไปนี้

ตารางที่ 29 ระดับความสำคัญของหลักเกณฑ์ด้านความปลอดภัยต่อการเลือกใช้รูปแบบการขนส่งแบบไร้เครื่องยนต์ภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้วิทยาเขตหลัก

หลักเกณฑ์/ปัจจัยรอง	ค่าน้ำหนัก
1. การควบคุมความเร็วของกระแสน้ำจราจรโดยรอบ	22.10
2. การให้สัญลักษณ์ ป้าย สัญญาณควบคุมต่างๆ	20.70
3. ความสว่างของเส้นทางและการให้แสงสว่างเพื่อความปลอดภัย	20.69
4. การดูแลรักษาความปลอดภัยบริเวณจุดจอดรถยนต์ จุดจอดจักรยาน	19.86
5. ความปลอดภัยในบริเวณจุดตัด/ทางแยก	16.66

หลักเกณฑ์ด้านลักษณะโครงข่ายเส้นทาง

หลักเกณฑ์ด้านลักษณะโครงข่ายเส้นทางเป็นหลักเกณฑ์ที่ผู้เดินทางจัดอันดับให้มีความสำคัญสูงอันดับที่สองโดยคิดเป็นค่าน้ำหนักความสำคัญร้อยละ 24.91 และในหลักเกณฑ์ด้านนี้ผู้เดินทางยังได้จำแนกและให้ระดับความสำคัญเป็นหลักเกณฑ์/ปัจจัยรองอีกดังต่อไปนี้

ตารางที่ 30 ระดับความสำคัญของหลักเกณฑ์ด้านลักษณะโครงข่ายเส้นทางต่อการเลือกใช้รูปแบบการขนส่งแบบไร้เครื่องยนต์ภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้วิทยาเขตหลัก

หลักเกณฑ์/ปัจจัยรอง	ค่าน้ำหนัก
1. โครงข่ายและเส้นทางมีความครอบคลุมและสามารถเข้าถึงพื้นที่	28.56
2. โครงข่ายและเส้นทางมีระยะทางสั้นและกระชับ	27.10
3. โครงข่ายและเส้นทางมีความต่อเนื่องกันทั้งระบบ ไม่ขาดตอน	25.80
4. โครงข่ายและเส้นทางมีความเชื่อมโยงกับการเดินทางอื่นๆได้	18.54

หลักเกณฑ์ด้านกายภาพ

หลักเกณฑ์ด้านกายภาพเป็นหลักเกณฑ์ที่ผู้เดินทางจัดอันดับให้มีความสำคัญอันดับที่สามโดยคิดเป็นค่าน้ำหนักความสำคัญร้อยละ 22.14 และในหลักเกณฑ์ด้านนี้ผู้เดินทางยังได้จำแนกและให้ระดับความสำคัญเป็นหลักเกณฑ์/ปัจจัยรองอีกดังต่อไปนี้

ตารางที่ 31 ระดับความสำคัญของหลักเกณฑ์ด้านกายภาพต่อการเลือกใช้รูปแบบการขนส่งแบบไร้เครื่องยนต์ภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้วทยาเขตหลัก

หลักเกณฑ์/ปัจจัยรอง	ค่านำหนัก
1. สภาพแวดล้อมมีความร่มรื่น บังแดดได้ ไม่ร้อน	24.42
2. เส้นทางมีโครงสร้างพื้นฐาน มีหลังคากันฝนได้ สามารถเดินทางได้ในขณะฝนตก	23.84
3. สภาพเส้นทางมีผิวทาง มีทางเรียบ มีวัสดุปูพื้นผิวทาง	20.52
4. สภาพเส้นทางมีความกว้างเพียงพอและได้มาตรฐาน	16.26
5. เส้นทางมีความแตกต่างของค่าระดับน้อย ความลาดชันเหมาะสม	14.96

หลักเกณฑ์ด้านการให้บริการของระบบ

หลักเกณฑ์ด้านการให้บริการของระบบเป็นหลักเกณฑ์ที่ผู้เดินทางจัดอันดับให้มีความสำคัญอันดับที่สี่โดยคิดเป็นค่านำหนักความสำคัญร้อยละ 19.54 และในหลักเกณฑ์ด้านนี้ผู้เดินทางยังได้จำแนกและให้ระดับความสำคัญเป็นหลักเกณฑ์/ปัจจัยรองอีกดังต่อไปนี้

ตารางที่ 32 ระดับความสำคัญของหลักเกณฑ์ด้านการให้บริการของระบบต่อการเลือกใช้รูปแบบการขนส่งแบบไร้เครื่องยนต์ภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้วทยาเขตหลัก

หลักเกณฑ์/ปัจจัยรอง	ค่านำหนัก
1. มีบริการสุขา ห้องน้ำ	29.88
2. มีจุดพักชั่วคราว	27.09
3. มีบริการซ่อมจักรยาน เดิมลม	24.51
4. มีบริการเช่า/ยืมจักรยาน	18.52

ตารางที่ 33 สรุปหลักเกณฑ์และน้ำหนักความสำคัญสำหรับการพัฒนารูปแบบการขนส่งแบบไร้
เครื่องยนต์ภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้วทยาเขตหลัก

Major Criteria		Major Weight	Minor Criteria		Local Weight	Minor Weight
S F	ด้านความปลอดภัย	33.41%	SF1	การควบคุมความเร็วของกระแสน้ำจราจรโดยรอบ	22.10%	7.38%
			SF2	การให้สัญลักษณ์ป้าย สัญญาณควบคุมต่างๆ	20.70%	6.92%
			SF3	ความสว่างของเส้นทางและการให้แสงสว่างเพื่อความปลอดภัย	20.69%	6.91%
			SF4	การดูแลรักษาความปลอดภัยบริเวณจุดจอดรถยนต์ จุดจอดจักรยาน	19.86%	6.64%
			SF5	ความปลอดภัยในบริเวณจุดตัดทางแยก	16.66%	5.57%
N T	ด้านลักษณะเส้นทาง	24.91%	NT1	โครงข่ายและเส้นทางมีความครอบคลุมและสามารถเข้าถึงพื้นที่	28.56%	7.11%
			NT2	โครงข่ายและเส้นทางมีระยะทางสั้นและกระชับ	27.10%	6.75%
			NT3	โครงข่ายและเส้นทางมีความต่อเนื่องกันทั้งระบบ ไม่ขาดตอน	25.80%	6.43%
			NT4	โครงข่ายและเส้นทางมีความเชื่อมโยงกับการเดินทางอื่นๆได้	18.54%	4.62%
P H	ด้านกายภาพ	22.14%	PH1	สภาพแวดล้อมมีความร่มรื่น บังแดดได้ ไม่ร้อน	24.42%	5.41%
			PH2	เส้นทางมีโครงสร้างพื้นฐาน มีหลังคากันฝนได้ สามารถเดินทางได้ในขณะฝนตก	23.84%	5.28%
			PH3	สภาพเส้นทางมีผิวทาง มีทางเรียบ มีวัสดุปูพื้นผิวทาง	20.52%	4.54%
			PH4	สภาพเส้นทางมีความกว้างเพียงพอและได้มาตรฐาน	16.26%	3.60%
			PH5	เส้นทางมีความแตกต่างของค่าระดับน้อย ความลาดชันเหมาะสม	14.96%	3.31%
S R	ด้านการให้บริการ	19.54%	SR1	มีบริการสุขา ห้องน้ำ	29.88%	5.84%
			SR2	มีจุดพักชั่วคราว	27.09%	5.29%
			SR3	มีบริการซ่อมจักรยาน เติมลม	24.51%	4.79%
			SR4	มีบริการเช่า/ซื้อจักรยาน	18.52%	3.62%

วิจารณ์ผลการวิจัย

แนวคิดการออกแบบโครงข่ายขนส่งแบบไร้เครื่องยนต์และการขนส่งสีเขียวในมหาวิทยาลัยแม่โจ้

การควบคุมความต้องการในการเดินทาง (TDM) เป็นแนวทางหนึ่งที่มีประสิทธิภาพในการบรรเทาปัญหาการจราจรที่จะเกิดขึ้นได้และยังสามารถลดปริมาณมลพิษโดยตรงที่ถูกปล่อยมาจากการจราจรได้ดีกว่าแนวทางอื่นๆ ดังนั้นการใช้มาตรการควบคุมความต้องการในการเดินทางจะผู้ที่ใชยานพาหนะที่ใช้เครื่องยนต์จึงเป็นมาตรหนึ่งที่ทำให้เป้าหมายการพัฒนามหาวิทยาลัยสีเขียวเชิงนิเวศได้เป็นอย่างดี ซึ่งเพื่อประสิทธิภาพที่สูงขึ้นอาจจะต้องมีการพัฒนาร่วมกับมาตรการเชิงบังคับและเชิงสนับสนุนต่างๆ และความเหมาะสมของมาตรการต่างๆ ที่จะประยุกต์ใช้กับพื้นที่ใดๆ อาจจะต้องพิจารณาปัจจัยหลายอย่าง เช่น ข้อจำกัดของพื้นที่งบประมาณ และการยอมรับของผู้ใช้ เป็นต้น

แนวคิดการพัฒนาโครงข่ายขนส่งแบบไร้เครื่องยนต์และการขนส่งสีเขียวในมหาวิทยาลัยแม่โจ้จะประกอบไปด้วยการกำหนดโครงข่ายเส้นทางจักรยานและทางเดินเท้า ภายภาพที่เป็นมาตรฐานของเส้นทางจักรยานและทางเดินเท้า เสนอแนะสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ ที่จะต้องจัดเตรียมสนับสนุนเส้นทางจักรยานและทางเดินเท้า รวมถึงเสนอแนะมาตรการเชิงบังคับและเชิงสนับสนุนต่างๆ เพื่อให้สามารถดึงดูดให้ผู้เดินทางภายในพื้นที่ศึกษาเปลี่ยนรูปแบบมาใช้ในการขนส่งแบบไร้เครื่องยนต์ได้

โดยมาตรการในการควบคุมความต้องการเดินทางในครั้งนี้ เสนอแนะให้จำแนกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1) มาตรการเชิงบังคับ (Push Measures) คือ มาตรการที่มีวัตถุประสงค์เพื่อควบคุมและบังคับเพื่อให้มีการเปลี่ยนแปลงไปใช้การเดินทางรูปแบบการเดินทางอื่นๆ แทนที่การใช้รถยนต์ อาทิเช่น การเดิน การใช้จักรยาน และรถโดยสารสาธารณะ มาตรการเชิงบังคับ ได้แก่

- มาตรการห้ามเข้าพื้นที่และการควบคุมการเข้า-ออก
- มาตรการจำกัดการใชยานพาหนะ
- มาตรการควบคุมการจอดยานพาหนะ
- มาตรการเก็บค่าที่จอดรถ

2) มาตรการเชิงสนับสนุน (Pull Measures) คือ มาตรการเพื่อสนับสนุนและส่งเสริมให้เปลี่ยนไปใช้รูปแบบการเดินทางอื่นๆ แทนที่การใช้รถยนต์ ได้แก่

- มาตรการปรับปรุงกายภาพของทางเท้าและเส้นทางจักรยาน เช่น จัดทำก่อสร้างโครงข่ายเส้นทาง ขยายทางเท้าและทางจักรยาน ปรับปรุงความปลอดภัยของจุดเชื่อมต่อ

ต่างๆ ปรับปรุงผิวทางให้ได้มาตรฐาน ก่อสร้างทางเชื่อมระหว่างอาคาร (Skywalk) การออกแบบเส้นทางให้สอดคล้องกับการใช้ประโยชน์ที่ดินและอาคารโดยรอบ เป็นต้น

- มาตรการปรับปรุงสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับทางเท้าและเส้นทางจักรยาน เช่น ที่จอดจักรยาน จุดพัก สถานีบริการ บริการเช่าจักรยาน เป็นต้น
- มาตรการส่งเสริมและพัฒนาระบบขนส่งมวลชนภายในมหาวิทยาลัย เช่น โครงข่ายรถไฟฟ้าขนาดเล็ก
- มาตรการส่งเสริมกิจกรรมร่วมกับฝ่ายกิจการนักศึกษา
- มาตรการการจัดตารางเรียนตารางสอนให้สอดคล้องกับการอนุรักษ์พลังงาน
- มาตรการพัฒนากายภาพเส้นทางที่เหมาะสมสำหรับคนทุกประเภท (Universal Design) และการพัฒนาแนวคิดถนนสมบูรณ์แบบ (Complete Street)

การสัญจรด้วยการเดินเท้าและจักรยานจำเป็นที่จะต้องมีการออกแบบแนวเส้นทางและลักษณะทางกายภาพของทางเพื่ออำนวยความสะดวกและความปลอดภัยให้แก่ผู้สัญจร ก่อให้เกิดความรื่นรมย์ในขณะที่เดินทางไปยังจุดหมายปลายทาง อย่างไรก็ตามสิ่งที่สำคัญที่สุดในการออกแบบจะต้องเข้าใจวัตถุประสงค์และความต้องการของผู้เดินทางเป็นอันดับแรก ซึ่งการออกแบบที่ดีนั้นจะต้องสามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งาน ดังนั้นการเข้าใจถึงปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกรูปแบบในการเดินทางเพื่อการเดินเท้าและการใช้จักรยาน รวมถึงมาตรฐานการออกแบบทางเท้า และทางจักรยานจึงเป็นสิ่งที่จำเป็นการมีการศึกษาเพื่อที่จะสามารถออกแบบเพื่อการใช้งานได้อย่างเหมาะสม โดยเนื้อหาในส่วนนี้เป็นการนำเสนอแนวคิดการศึกษาออกแบบด้านวิศวกรรม ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบขนส่งแบบไร้เครื่องยนต์ แนวทางการวางแผนสร้างเส้นทางเดินเท้าและทางจักรยาน การออกแบบทางเดินเท้าและทางจักรยาน

แนวคิดการออกแบบด้านวิศวกรรม

การศึกษาด้านวิศวกรรมเป็นการสำรวจและวิเคราะห์ข้อมูลด้านวิศวกรรมต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบระบบขนส่งแบบไร้เครื่องยนต์ โดยในการศึกษานี้จะเน้นงานด้านการก่อสร้างและวิศวกรรมโยธาประกอบด้วย

- การศึกษาด้านโครงสร้างพื้นฐานของถนนบริเวณโครงข่ายการขนส่งแบบไร้เครื่องยนต์ในพื้นที่ศึกษา เพื่อให้ทราบถึงความกว้างของช่องจราจร จำนวนช่องจราจร ประเภทของการใช้งานถนน ลักษณะของเท้าทาง และผิวจราจร
- การศึกษาด้านวิศวกรรมการระบายน้ำ เพื่อให้ถึงระดับของผิวถนน ทิศทางการระบายน้ำ ตำแหน่งของทางระบายน้ำต่างๆ

- การศึกษาด้านระบบสาธารณูปโภค เพื่อให้ทราบถึงตำแหน่งของแนวเสาไฟฟ้า แนวของโครงข่ายการสื่อสาร แนวไฟฟ้าส่องสว่าง ป้ายและเครื่องหมายจราจรต่างๆ

แนวคิดการออกแบบกายภาพของเส้นทางเดินเท้า

รูปแบบของการออกแบบทางเดินเท้าตามมาตรฐานสากล และได้ทำการประยุกต์ใช้ให้สอดคล้องกับสภาพโครงข่ายถนนและพื้นที่ โดย Planning and Urban Design Standards (American Planning Association, 2006) ได้กำหนดมาตรฐานความกว้างทางเท้าเฉพาะส่วนที่มนุษย์สามารถใช้สัญจรได้ไม่น้อยกว่า 5 ฟุต หรือ 1.50 เมตร ในย่านที่อยู่อาศัย และถ้ามีส่วนประกอบถนนอื่น ๆ เพิ่มเติม ก็ยังให้คงความกว้างทางเท้าไว้ที่ 5 ฟุต โดยเพิ่มระยะสำหรับส่วนประกอบถนนเพิ่มเติมเพื่อไม่ให้ล้ำพื้นที่ของทางเท้า โดยความกว้างของทางเดินประมาณค่าได้จาก ขนาดความกว้างเฉลี่ยของคนขณะยืนเท่ากับ 1.50–2.0 ฟุต หรือ ประมาณ 0.45–0.60 เมตร ดังนั้นความต้องการพื้นที่สำหรับการเดิน 1 คน จึงอยู่ที่ระยะความกว้าง 3 - 4 ฟุต หรือประมาณ 0.90 – 1.20 เมตร และพื้นที่สำหรับการเดิน 2 คน ควรมีความกว้างขั้นต่ำที่ระยะ 5 ฟุต หรือประมาณ 1.50 เมตร ทางเดินเท้าที่ดีจะต้องออกแบบให้มีการจัดแยกแยะระหว่างคนเดินเท้ากับยานพาหนะให้น้อยที่สุด เพื่อลดความเสี่ยงของการเกิดอุบัติเหตุการชนกันระหว่างคนเดินเท้ากับยานพาหนะ

ความกว้างของทางเท้า

ทางเดินเท้าซึ่งทำหน้าที่เป็นสิ่งอำนวยความสะดวกในการเข้า-ออกพื้นที่ต่างๆ ดังนั้นควรจะออกแบบให้มีสิ่งอำนวยความสะดวกที่ส่งเสริมการเดิน ลดโอกาสในการเกิดการขัดแย้งระหว่างคนเดินเท้ากับยานพาหนะ และเพิ่มความปลอดภัยให้การเดินเท้า ตามมาตรฐานของ AASHTO (American Planning Association, 2006) ได้มีการกำหนดความกว้างที่เพียงพอสำหรับการเดินเท้าซึ่งจำแนกตามพื้นที่กิจกรรมเป็น 2 ประเภท คือ พื้นที่ย่านที่อยู่อาศัยและพื้นที่ย่านพาณิชยกรรม ประกอบกับกรมโยธาธิการและผังเมือง ได้กำหนดเกณฑ์และมาตรฐานผังเมืองรวม ในปี พ.ศ. 2549 โดยกำหนดให้บริเวณที่ควรมีทางเท้า ได้แก่ ย่านธุรกิจ - พาณิชยกรรม ย่านอุตสาหกรรม ย่านที่อยู่อาศัย และโรงเรียน โดยมีความกว้างไม่น้อยกว่า 1.50 เมตร ข้อมูลสำคัญที่ใช้ในการออกแบบทางเท้าประกอบด้วย ข้อมูลปริมาณการจราจร ขนาดช่องจราจร จำนวนช่องจราจร ประเภทของผิวจราจร ความกว้างของผิวจราจร ความกว้างของไหล่ทางซึ่งจะสอดคล้องกับความกว้างของทางเดินและทางเท้า ความสามารถในการรับน้ำหนักบรรทุก ความลาดชัน และความสูงของยานพาหนะที่จะเป็นข้อจำกัดความสูงของสิ่งก่อสร้างเหนือผิวจราจรของถนน ดังนั้นในการศึกษาในครั้งนี้จึงนำมาตรฐานดังกล่าวมาปรับปรุงและเสนอให้มีการประยุกต์ใช้ในพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้ดังตารางที่ 34

ตารางที่ 34 ข้อเสนอแนะการออกแบบทางเดินเท้าสำหรับแผนการพัฒนาโครงข่ายขนส่งแบบไร้เครื่องยนต์และการขนส่งสีเขียวในมหาวิทยาลัยแม่โจ้

ประเภทถนน	ความกว้างของทางเดินเท้า			
	พื้นที่ในส่วนการเรียนรู้การสอน		พื้นที่ในส่วนอื่นๆ	
	(ฟุต)	(เมตร)	(ฟุต)	(เมตร)
ถนนสายหลัก (Arterial & Collector)	10 - 15	3.0 - 4.5	5 - 6	1.5 - 1.8
ถนนสายย่อย (Local & Feeder)	6 - 10	1.8 - 3.0	5	1.5
ทางสำหรับเดินอื่นๆ (Walkway)	3 - 4	0.9 - 1.2	3 - 4	0.9 - 1.2

ความกว้างกันชน (Buffer Zone Width)

แนวกันชนจะกั้นระหว่างคนเดินเท้าและการจราจรจากยานเป็นส่วนที่สำคัญที่จะจัดให้มีระดับความสะดวก มั่นใจ และปลอดภัยที่สูงขึ้น การทำภูมิทัศน์แนวกันชนควรจัดให้มีพื้นที่สำหรับการติดตั้งเสา ป้ายและสิ่งกีดขวางอื่น ๆ รวมทั้งยังใช้เป็นพื้นที่กองวัสดุชั่วคราว และยังช่วยปกป้องคนเดินเท้าจากน้ำที่ท่วมขังบนถนนที่จะถูกสาธเข้ามามีผู้เดินเท้า ความกว้างเชิงอุดมคติในการจัดทำแถบแนวกันชน คือ 1.80 เมตร แต่สำหรับในกรณีที่ไม่มีความเพียงพออาจลดแนวกันชนให้มีขนาดเล็กลงและควรจัดทำโครงสร้างในการกั้นหรือแบ่งแยกจากเส้นทางการจราจรให้ชัดเจน เช่น การจัดทำรั้ว หรือ แพนกันจราจร (Traffic Barrier)

ความลาดชันทางเดินเท้าข้างสายทาง และความลาดตามขวาง

ทางลาดขอบทางเดินหรือทางสำหรับรถเข็นเป็นจุดที่ออกแบบเพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้รถเข็นรถเข็นเด็กเล็ก คนที่ต้องใช้ไม้เท้าแบบหนีบ รถเข็นมือจับ จักรยาน และสำหรับคนเดินเท้าที่มีปัญหาในการเคลื่อนไหวที่จะก้าวขาขึ้นหรือลงจากขอบทางเดิน ค่าความลาดชันตามภาคตัดขวางมากที่สุดควรมีค่า 1:50 หรือคิดเป็นความลาดชันร้อยละ 2 เพื่อเป็นการลดความยากลำบากในการสัญจรสำหรับรถเข็นของคนพิการ และยังคงทำให้การระบายน้ำมีความเป็นไปได้ที่ส่วนบนของทางเข้า-ออก ที่เป็นทางชันต้องมีพื้นที่ในแนวราบขนาดกว้าง 0.90 เมตร เป็นขั้นต่ำเพื่อให้ผู้ใช้รถเข็นได้รับความสะดวก (โครงการศึกษาการจัดทำระบบมาตรฐานความปลอดภัยด้านการจราจรและขนส่ง ระยะที่ 2, 2557)

ลาดขอบทางเดินเท้า

ลาดขอบทางเดินเท้า (Curb Ramps) จำเป็นต้องจัดทำไว้ที่ทางร่วมทางแยก (ไม่ว่าจะมีเครื่องหมายหรือไม่ก็ตาม) และบริเวณทางข้ามที่กึ่งกลางช่วงดึกสำหรับทางเข้าออกของรถเข็น สำหรับคนพิการลาดขอบทางเหล่านี้ยังช่วยให้ผู้ใช้รถเข็นเด็ก รถลาก คนสูงอายุ และคนเดินเท้าที่มีข้อจำกัดในการเคลื่อนไหว ลาดขอบทางควรจะแบนราบมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ แต่จะต้องมีความลาดชันไม่มากไปกว่า 1:12 หรือคิดเป็นความลาดชันร้อยละ 8.3 (โครงการศึกษาการจัดทำระบบมาตรฐานความปลอดภัยด้านการจราจรและขนส่ง ระยะที่ 2, 2557)

ผิวทางเท้า

ทางเดินเท้า (Surface) จะต้องมีความราบเรียบโดยอาจจะก่อสร้างได้โดยใช้วัสดุผิวทางชนิดต่างๆ เช่น คอนกรีต แอสฟัลท์ แผ่นพื้นปูทางเดิน บล็อกคอนกรีต หรือวัสดุอื่นๆ วางบนพื้นที่ที่ได้ผ่านการปรับปรุงเสถียรภาพของชั้นดินต่างๆ เพื่อให้สามารถรองรับน้ำหนักตามมาตรฐานงานทางและสามารถทำการบำรุงรักษาอย่างถูกวิธี

สิ่งกีดขวางตามแนวทางเดินเท้า

ในการออกแบบเส้นทางเดินเท้าถ้าเป็นไปได้ควรออกแบบให้ไม่มีสิ่งกีดขวางตามแนวทางเดินเท้า (Obstacle along the Sidewalk) แต่ถ้าในกรณีที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ควรจะต้องพิจารณาระยะห่างถึงขอบล่างของป้ายที่วางอยู่ในหรือติดกับทางเดินเท้า ควรมีระยะอย่างน้อย 2.00 เมตรเหนือผิวทางเดินเท้าเพื่อหลีกเลี่ยงอันตรายที่อาจจะเกิดแก่คนเดินเท้า ขณะที่พุ่มไม้ ต้นไม้ และการจัดทำภูมิทัศน์ควรจะได้รับการดูแลเพื่อป้องกันการยื่นล้ำเข้าไปในทางเดินเท้ามากและควรออกแบบให้ปลอดภัยกับระยะการมองเห็น (Sight Distance) ของผู้เดินทางกับการจราจรในถนนด้วยเพื่อความปลอดภัยที่อาจจะเกิดจากความขัดแย้งกับกระแสการจราจร

แนวคิดการออกแบบกายภาพของทางจักรยาน

AASHTO (American Planning Association, 2006) ได้แบ่งรูปแบบของเส้นทางจักรยานตามลักษณะการใช้ร่วมกับรูปแบบการเดินทางอื่น ดังนี้

- 1) เส้นทางจักรยานใช้ถนนร่วมกับรถยนต์ แต่ถูกแยกออกด้วยเครื่องหมายจราจรที่ผิวทาง (Bicycle lane) เส้นทางจักรยานประเภทนี้จะเป็นแบบวิ่งทางเดียวมาก สำหรับถนนที่ไม่มีขอบทางเดิน (Uncurbed Street) ความกว้างของช่องรถจักรยานวิ่งควรจะกว้างอย่างน้อย 4 ฟุต และสำหรับถนนที่มีขอบทางเดิน ความกว้างของช่องจักรยานวิ่งควรจะกว้างอย่างน้อย 5 ฟุต

2) เส้นทางพิเศษสำหรับจักรยานวิ่งอย่างเดียว (Bicycle Path) เอื้อประโยชน์ให้ผู้ใช้จักรยานวิ่งอย่างปลอดภัยที่สุดมาก แต่มีค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างสูงและต้องการพื้นที่ก่อสร้างทางจักรยานเฉพาะ

3) เส้นทางจักรยานที่ใช้ร่วมกับผู้อื่นๆ (Multi-Use Trail and/or Path) ถูกออกแบบให้ใช้ร่วมกับผู้อื่นๆ เช่น คนเดินเท้า คนใช้รถเข็น ซึ่งทางจักรยานประเภทสามารถพบได้ตามสวนสาธารณะและพื้นที่สาธารณะอื่นๆ สำหรับการจัดทำทางสัญจรร่วมระหว่างคนเดินเท้าและจักรยาน คือ ทางสัญจรต้องมีความกว้างอย่างน้อย 3.00 เมตร เพื่อให้รถจักรยานสองคันวิ่งสวนกันได้ ในขณะที่คนเดินเท้ายังคงใช้พื้นที่ที่เหลือในการสัญจร ในบริเวณที่มีการใช้อย่างหนาแน่น ความกว้างของทางสัญจรควรขยายออกเป็น 3.60 เมตร ความกว้างน้อยกว่า 3.00 เมตร จะยอมรับได้ในพื้นที่ที่มีขอบเขตจำกัดหรือบริเวณที่มีข้อจำกัดมาก

4) ทางจักรยานที่ใช้พื้นที่ร่วมกันกับการจราจรประเภทอื่น (Shared Roadway) สำหรับการใช้ขอบทางหรือไหล่ทางของถนนโดยทั่วไปเป็นเส้นทางจักรยาน ควรมีการออกแบบให้มีวัสดุ สี ที่แตกต่างจากถนนทั่วไป หรือ มีขอบเตี้ยๆกั้นระหว่างเส้นทางจักรยานกับถนน จะต้อง มีป้ายหรือเครื่องหมายบอกทางอย่างชัดเจน

จากแนวคิดดังกล่าวเมื่อทำการพิจารณาประกอบกับกายภาพและความสามารถในการสร้างสภาพแวดล้อมทางจักรยานที่ปลอดภัย โดยการปรับแต่งถนนทางวิศวกรรมจราจร สภาพแวดล้อมทางจักรยานที่เหมาะสม ซึ่งต้องคำนึงถึง (1) ปริมาณการจราจรและความเร็วที่เหมาะสมกับการใช้จักรยาน (2) การควบคุมการจราจรอย่างเหมาะสมบนเส้นทาง และ (3) การจัดการด้านความปลอดภัยบริเวณจุดตัดและจุดวิกฤต ดังนั้นการออกแบบเส้นทางจักรยานสำหรับโครงข่ายขนส่งแบบไร้เครื่องยนต์และการขนส่งสีเขียวในมหาวิทยาลัยแม่โจ้ในครั้งนี้สามารถเสนอแนะเป็นข้อสรุปได้ดังตารางที่ 35

ตารางที่ 35 ข้อเสนอแนะการออกแบบทางจักรยานสำหรับแผนการพัฒนาโครงข่ายขนส่งแบบไร้เครื่องยนต์และการขนส่งสีเขียวในมหาวิทยาลัยแม่โจ้

ประเภทถนน	ความกว้างของช่องทางจักรยาน				ระยะห่าง
	พื้นที่ในส่วนการเรียนการสอน		พื้นที่ในส่วนอื่นๆ		จุดพัก/จุดจอด
	(ฟุต)	(เมตร)	(ฟุต)	(เมตร)	(เมตร)
ทางเฉพาะจักรยาน (Bicycle Path)	10 - 15	3.0 - 4.5	5- 6	1.5 - 1.8	500
ทางจักรยาน (Bicycle Lane)	4 - 5	1.2 – 1.5	4 - 5	1.2 – 1.5	300
ทางเดินและจักรยาน (Multi-Use Trail)	10 - 15	3.0 - 4.5	5- 6	1.5 - 1.8	300
ทางจักรยานบนผิวทาง (Shared Roadway)	4 - 5	1.2 – 1.5	4 - 5	1.2 – 1.5	300

แนวคิดการออกแบบโครงข่ายทางเดินเท้าและทางจักรยาน

แนวคิดเบื้องต้นในการออกแบบโครงข่ายในการเดินทางจะต้องพิจารณาการตอบสนองความต้องการในการเดินทาง (Serve Needs) เส้นทางนั้นจะต้องสามารถตอบสนองความต้องการเดินทางของผู้เดินทางได้ โดยมีเส้นทางที่ผ่านหรือสามารถเข้าถึงสถานที่ที่ผู้เดินทางต้องการจะเดินทางไปยังจุดหมายและขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ของการเดินทางนั้น โดยในการออกแบบโครงข่ายโดยทั่วไปและโดยเฉพาะโครงข่ายของทางเดินเท้าและทางจักรยานนั้นมีข้อพิจารณาในการออกแบบอยู่ดังนี้

1) ความตรง (Directness) เส้นทางที่เลือกเลือกควรเป็นเส้นทางที่สั้นที่สุดซึ่งมีลักษณะเป็นเส้นตรงหรือมีความกระชับ ทำให้การเดินทางไม่อ้อมมากนักและไม่เสียเวลาของผู้เดินทางในโครงข่าย

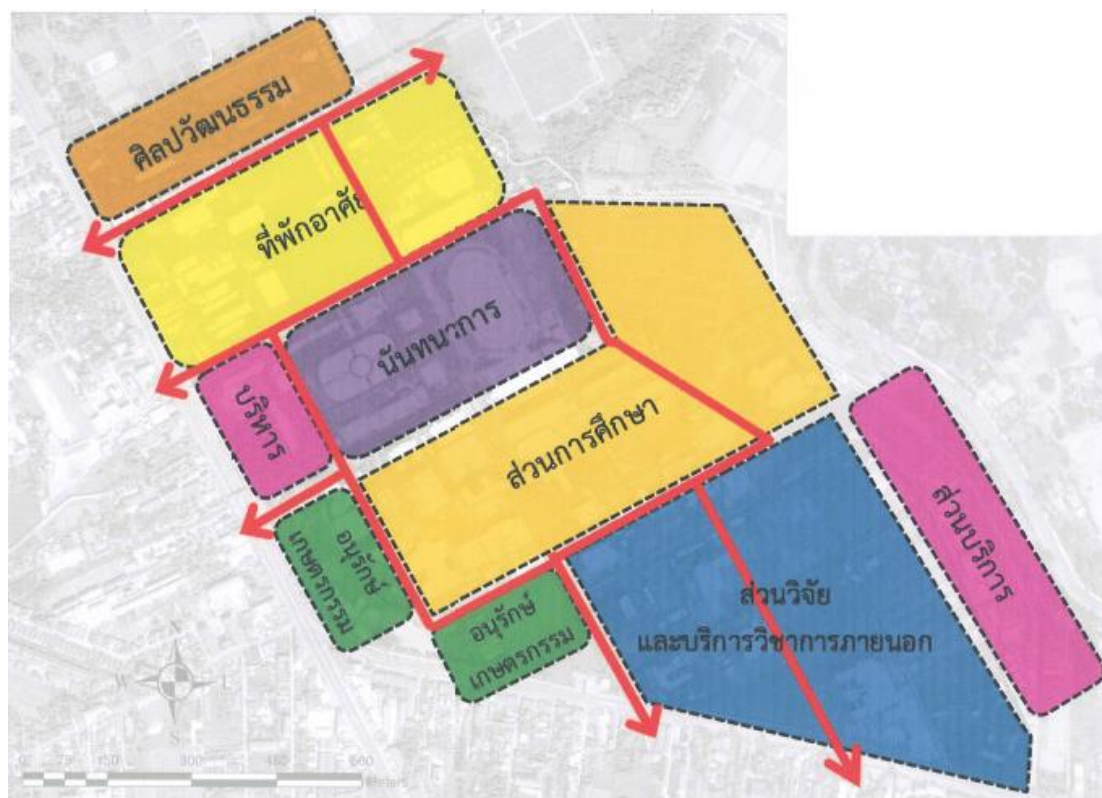
2) ระยะทาง (Distances) ระยะทางที่เหมาะสมสำหรับการเดินทางโดยใช้จักรยานอยู่ในช่วงประมาณ 1 – 8 กิโลเมตร และระยะทางที่เหมาะสมสำหรับการเดินเท้าอยู่ในช่วงประมาณ 400 – 800 เมตร

3) ความต่อเนื่อง (Connectivity) โครงข่ายเส้นทางเดินเท้าและทางจักรยานจะต้องมีความต่อเนื่อง สามารถเดินทางจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งได้ง่ายและต่อเนื่องตลอดทั้งการเดินทาง

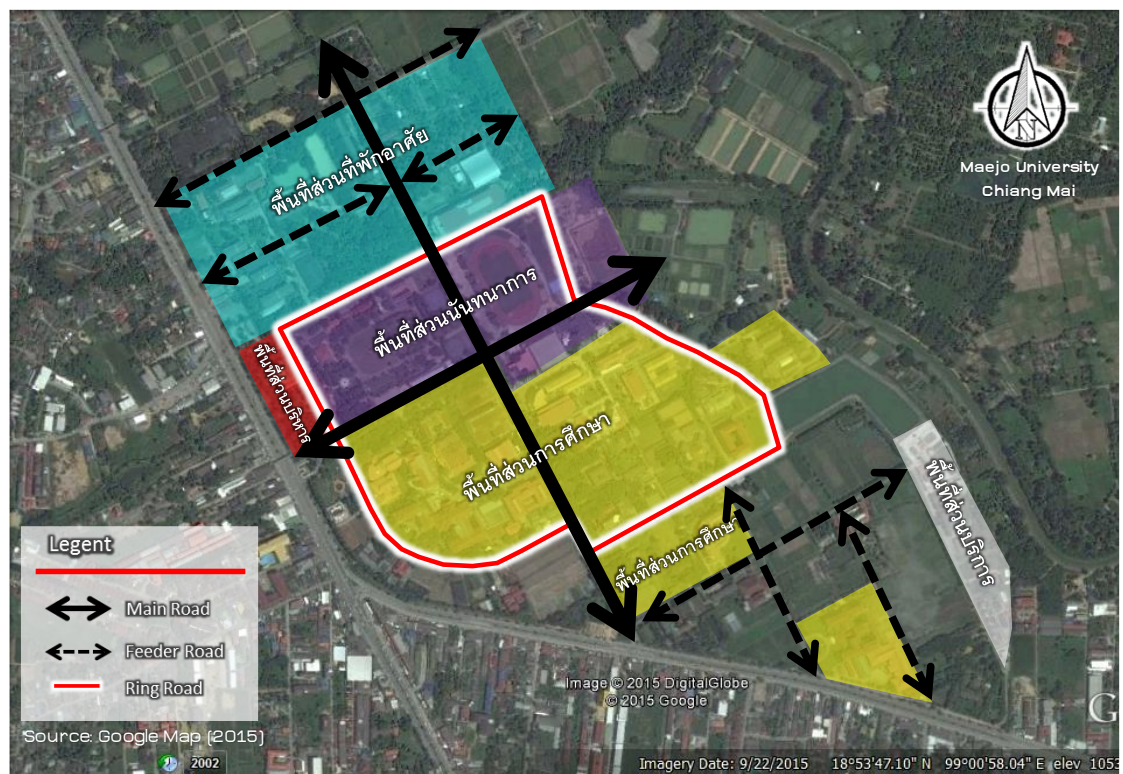
4) ความปลอดภัย (Safety) โครงข่ายเส้นทางทางเดินเท้าและทางจักรยานจะต้องมีการควบคุมให้เกิดความปลอดภัยแก่ผู้เดินทางสูงที่สุด โดยเฉพาะในบริเวณจุดตัดและจุดเชื่อมต่อการจราจรอื่นๆ มีการจำกัดจำนวนจุดตัดและจุดเชื่อมต่อ และต้องพิจารณาความเหมาะสมของ

กระแสรถจราจรรอบข้าง เช่น ปริมาณการจราจรของยานพาหนะอื่นบนเส้นทางที่มีไม่มากเกินไปและความเร็วไม่สูง สภาพผิวทาง ทางเท้าอยู่ในสภาพดี เหมาะแก่การใช้จักรยานและการเดินเท้า ตลอดจนต้องพิจารณาความเหมาะสมในด้านความปลอดภัยอื่นๆ เช่น ความปลอดภัยจากระบบสาธารณูปโภคสาธารณูปการต่างๆ ความปลอดภัยจากอาชญากรรม ความปลอดภัยจากสัตว์ต่างๆ เป็นต้น

จากผังแม่บทมหาวิทยาลัยแม่โจ้ ระยะที่ 1 ปี พ.ศ. 2555 – 2560 ซึ่งมีการจัดผังพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินภายในพื้นที่ศึกษาไว้ดังภาพที่ 51 ประกอบกับข้อมูลด้านความต้องการในการเดินทางภายในพื้นที่ดังที่แสดงไว้ในภาพที่ 50 สามารถนำมาปรับปรุงและออกแบบเป็นโครงข่ายการขนส่งภายในพื้นที่ศึกษาในครั้งนี้ได้ดังภาพที่ 52 ซึ่งประกอบไปด้วยสองแนวแกนหลักในการขนส่งและปิดล้อมพื้นที่ส่วนกลางด้วยถนนวงแหวน เพื่อเตรียมพื้นที่ส่วนกลางไว้สำหรับการพัฒนาแบบพื้นที่ปลอดการจราจร (Car Free Zone) และเป็นพื้นที่ที่มีความเหมาะสมที่สุดสำหรับการพัฒนาให้เป็นพื้นที่การขนส่งแบบไร้เครื่องยนต์ ซึ่งโดยหลักแล้วจะออกแบบให้โครงข่ายการขนส่งแบบไร้เครื่องยนต์ในพื้นที่ดังกล่าวสามารถเชื่อมต่อพื้นที่ย่อยที่มีความต้องการในการเดินทางสูงที่สุดในพื้นที่ ได้แก่ พื้นที่ส่วนการศึกษาส่วนกลาง พื้นที่ส่วนที่พักอาศัย และพื้นที่นันทนาการ



ภาพที่ 51 ผังแม่บทมหาวิทยาลัยแม่โจ้วิตยาเขตหลัก ระยะที่ 1 ปี พ.ศ. 2555 – 2560



ภาพที่ 52 แนวคิดการออกแบบโครงข่ายการขนส่งภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้วิทยาเขตหลัก



ภาพที่ 53 แนวคิดการออกแบบโครงข่ายการขนส่งแบบไร้เครื่องยนต์ภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้วิทยาเขตหลัก

แนวคิดการควบคุมการจราจรและการขนส่ง

การจะพัฒนาโครงข่ายการขนส่งแบบไร้เครื่องยนต์โดยเฉพาะการประยุกต์ใช้ภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการควบคุมการจราจรและการขนส่งเพื่อสนับสนุนและอำนวยความสะดวกปลอดภัยให้กับผู้ใช้รูปแบบการเดินทางแบบไร้เครื่องยนต์ ซึ่งจะสามารถสร้างความมั่นใจและดึงดูดให้ผู้เดินทางทั่วไปเปลี่ยนมาใช้งานรูปแบบการเดินทางแบบไร้เครื่องยนต์ในพื้นที่ศึกษาได้ สำหรับการควบคุมปริมาณการจราจรบนถนนในพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้ววิทยาเขตหลักนี้มีข้อเสนอแนะให้ใช้การจกระบบการเดินรถ โดยการห้ามไม่ให้รถผ่านบริเวณพื้นที่ส่วนการศึกษาส่วนกลาง พื้นที่ส่วนที่พักอาศัยและพื้นที่สันหนากการ (ดังภาพที่ 52) โดยอาจจะใช้เครื่องกีดขวาง (Traffic Obstruction) และการจัดช่องทางสัญจร (Traffic Channelization) เพื่อการจัดอันดับความสำคัญและให้สิทธิพิเศษแก่รูปแบบการขนส่งแบบไร้เครื่องยนต์ รวมถึงการอาจจะมีการปรับเปลี่ยนระบบการเดินรถจากสองทิศทาง (Two-Way) เป็นทิศทางเดียว (One-Way) ในบางเส้นทาง รายละเอียดของแนวคิดการออกแบบการจกระบบการจราจรและการควบคุมปริมาณการจราจรที่เสนอในพื้นที่ศึกษาในครั้งนี้มีดังนี้

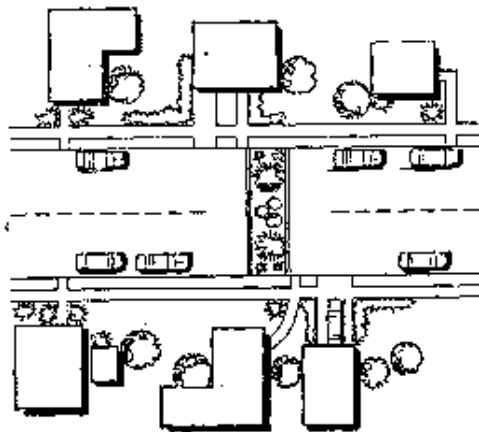
เทคนิคในการจัดการจราจรด้วยการสงบการจราจร (Traffic Calming) ซึ่งมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อลดความเร็วของกระแสจราจรและลดจำนวน/ความรุนแรงของการเกิดอุบัติเหตุการจราจร โดยทั่วไปมาตรการการสงบการจราจรอาจจะมีการนำมาประยุกต์ใช้ซึ่งแนะนำโดย Institute of Transportation Engineers (Institute of Transportation Engineers, 2016) มีดังนี้

1) การสร้างสิ่งกีดขวางปิดทางวิ่ง (Full-street Closures) เป็นการประยุกต์ใช้สิ่งกีดขวางทางการจราจรแบบขวางทั้งแนวขวางของถนนหรือทางวิ่งในบริเวณที่ออกแบบเพื่อให้มีความควบคุมกระแสจราจรตามต้องการ ซึ่งเป็นลักษณะการควบคุมกระแสการจราจรในช่วงถนนแบบสมบูรณ์ เช่น การยกระดับพื้นผิวการจราจรในช่วงก่อนถึงจุดตัดหรือจุดข้ามถนนของคนเดินเท้า ตัวอย่างดังภาพที่ 54

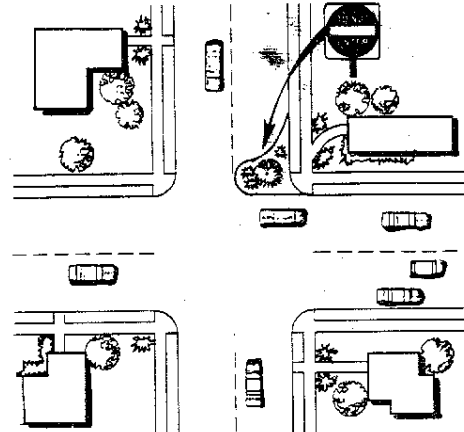
2) การใช้สิ่งกีดขวางปิดครึ่งทางวิ่ง (Half Closures or Partial Closures) เป็นการประยุกต์ใช้สิ่งกีดขวางทางการจราจรแบบขวางในแนวขวางของถนนเพียงบางส่วนหรือเพียงแค่นั้นทิศทางจราจร (ครึ่งถนน) ในทางเข้า (Approach or Entrance) ที่ออกแบบไว้เพื่อควบคุมเท่านั้น ดังภาพที่ 54

3) การใช้เกาะกลางเป็นสิ่งกีดขวาง (Median Barriers) เป็นการประยุกต์ใช้สิ่งกีดขวางทางการจราจรแบบขวางในแนวทแยงของถนนหรือทางแยก โดยวิธีการนี้อาจจะมีการใช้สิ่งกีดขวางทางการจราจรในแนวทแยงด้านเดียวหรือทั้งสองด้านก็ได้ (Full Diverters or Diagonal Road Closures) ดังภาพที่ 54

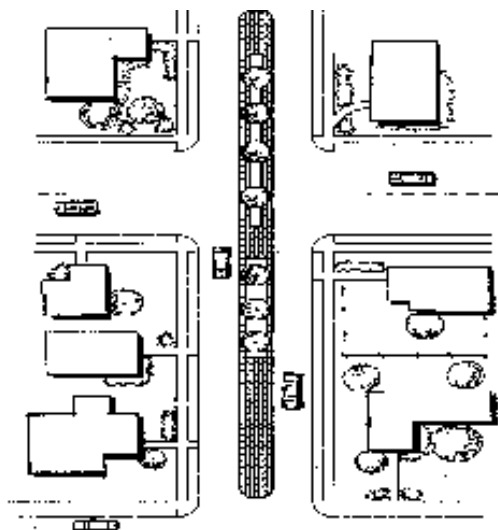
4) การใช้สิ่งกีดขวางในแนวทแยงของทางแยก (Diagonal Diverters) เป็นการประยุกต์ใช้สิ่งกีดขวางทางจราจรโดยการยกเกาะกลางถนนหรือการยกระดับเส้นกึ่งกลางถนน (Centerline) เพื่อเป็นแนวขวางตลอดแนวที่ผ่านทางแยกเพื่อควบคุมทิศทางการจราจรไม่ให้ผ่านทางแยกไปได้แต่ให้ทำการเลี้ยวเพื่อผ่านในจุดกลับรถที่กำหนดไว้แทน ดังภาพที่ 54



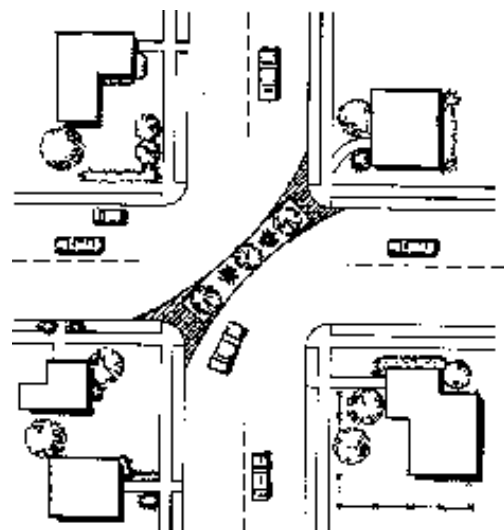
Full-street closures



Half closures



Median barriers



Diagonal diverters

<http://www.ite.org/traffic/closure.asp>

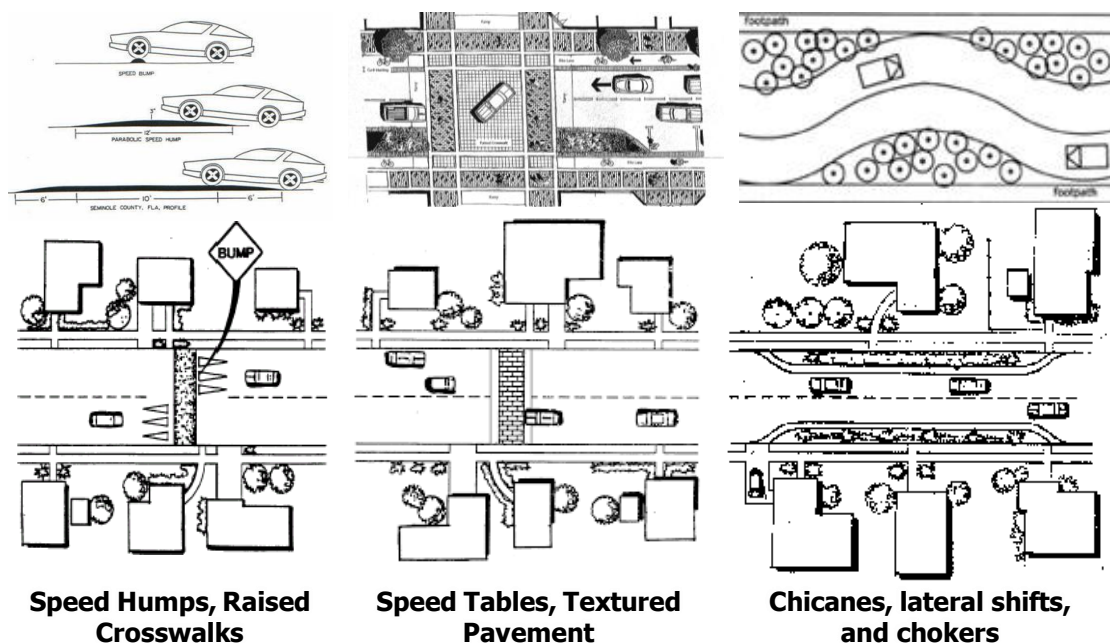
ภาพที่ 54 แนวคิดการควบคุมการจราจรและการขนส่งภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้วิทยาเขตหลัก

เทคนิคการควบคุมความเร็วของกระแสนจราจรเป็นอีกวิธีหนึ่งที่น่ามาช่วยเพื่อสนับสนุนมาตรการสงบการจราจร ซึ่งเทคนิคการควบคุมความเร็วของกระแสนจราจรที่นิยมมานำมาประยุกต์ใช้ในปัจจุบันคือการการปรับแต่งผิวจราจรในแนวดิ่งหรือการยกระดับของพื้นผิวการจราจรให้สูงขึ้นกว่าระดับผิวการจราจรปกติเล็กน้อยเพื่อให้ยานพาหนะที่วิ่งผ่านมีการชะลอความเร็วเมื่อเข้าถึงจุดที่ออกแบบให้มีการควบคุม สำหรับเทคนิคที่ใช้ปรับแต่งสภาพทางกายภาพของถนนโดยทั่วไปแบ่งนิยามก่อสร้างเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1) ปรับแต่งผิวทางในแนวดิ่ง โดยการยกระดับพื้นผิวในบริเวณทางเข้าสู่จุดที่ต้องการควบคุม เช่นการยกพื้นทางข้ามถนน (Raised Crossing Walk) หรืออาจจะมีการติดตั้งเนินหรืออุปกรณ์ขวางทางจราจร (Traffic Humps or Speed Platforms) ดังภาพที่ 55

2) ปรับแต่งผิวทางในแนวราบ โดยการเปลี่ยนลักษณะหรือวัสดุของผิวทางให้เกิดความแตกต่างจากผิวทางปกติของถนน จะทำให้ผู้ขับขี่ยานพาหนะเกิดการระวังตัวและมีการชะลอความเร็วลงได้ วิธีการนี้อาจจะใช้ควบคู่กับการปรับแต่งผิวทางในแนวดิ่งร่วมด้วยก็ได้ ดังภาพที่ 55

3) ลดความกว้างของผิวทาง โดยการปรับแต่งช่องทางการจราจรให้มีลักษณะแคบลง ซึ่งจะบีบบังคับให้ผู้ขับขี่ทำการชะลอความเร็วลง วิธีการนี้อาจจะทำได้โดยการก่อสร้างทางเท้าด้านข้าง (Side Walk) ให้ยกสูงขึ้นหรือมีการยื่นเข้ามาในช่องทางการจราจร หรืออาจจะใช้การทำสัญลักษณ์บนผิวทาง (Road Marking) ที่เป็นสัญลักษณ์การบีบช่องทางการจราจรก็ได้ ดังภาพที่ 55



<http://www.ite.org/traffic/closure.asp>

ภาพที่ 55 แนวคิดการควบคุมความเร็วภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้วิทยาเขตหลัก

แผนการพัฒนาโครงข่ายการขนส่งแบบไร้เครื่องยนต์และการขนส่งสีเขียวในมหาวิทยาลัยแม่โจ้

เป้าหมายการพัฒนาโครงข่ายการขนส่งแบบไร้เครื่องยนต์และการขนส่งสีเขียวในมหาวิทยาลัยแม่โจ้ในครั้งนี้ซึ่งได้มีการพิจารณาประกอบกับยุทธศาสตร์การพัฒนามหาวิทยาลัยแม่โจ้ในระยะ 15 ปี (พ.ศ. 2555 ถึง 2569) พังแม่บทมหาวิทยาลัยแม่โจ้ระยะที่ 1 ปี พ.ศ. 2555 – 2560 และข้อมูลการจราจรและการขนส่งที่ได้ทำการรวบรวมไว้ในการวิจัยในครั้งนี้ พบว่าแนวทางของการพัฒนาระบบการขนส่งทั้งหมดมีความสอดคล้องกันและมีทิศทางที่จะพัฒนาให้เป็นระบบขนส่งสีเขียวและสนับสนุนการเป็นมหาวิทยาลัยเชิงนิเวศที่สามารถเป็นต้นแบบเพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้สู่ชุมชนได้ ดังนั้นเป้าหมายในการพัฒนาโครงการในครั้งนี้ คือ “ การพัฒนาระบบขนส่งสีเขียวที่สามารถลดการใช้พลังงานน้ำมันเชื้อเพลิง ลดการปล่อยมลพิษและปริมาณคาร์บอนสู่สิ่งแวดล้อมและสอดคล้องกับธรรมชาติและระบบนิเวศ ”

เพื่อให้สามารถบรรลุเป้าหมายดังกล่าวได้แผนการพัฒนาโครงการจึงถูกจำแนกออกเป็น 3 ระยะตามช่วงเวลาของการพัฒนา ดังนี้

แผนระยะที่ 1 เร่งด่วน (1-2 ปีแรก)

แผนในระยะนี้เป็นการจัดการในช่วงแรกเมื่อเริ่มดำเนินโครงการและมีระยะเวลาที่ค่อนข้างเร่งด่วน ดังนั้นแผนการพัฒนาในระยะนี้จะมุ่งเน้นที่การประยุกต์ใช้มาตรการและกิจกรรมการส่งเสริมเกี่ยวกับการเดินเท้าและการใช้จักรยานภายในพื้นที่ โดยมาตรการที่ควรนำมาประยุกต์ใช้ในช่วงนี้จะเป็นมาตรการด้านการส่งเสริม (Pull Measures) ร่วมกับการดำเนินการจัดกิจกรรมส่งเสริมความรู้ความเข้าใจด้านการขนส่งแบบไร้เครื่องยนต์ ตลอดจนผลประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการดำเนินการโครงการ โดยมีกลุ่มเป้าหมายหลักคือนักศึกษาทุกระดับและบุคลากรในสังกัดของมหาวิทยาลัยแม่โจ้เพื่อเป็นตัวอย่างเพื่อให้เกิดความเปลี่ยนแปลงในด้านพฤติกรรมในการเดินทางและการขนส่งในพื้นที่ศึกษา และสำหรับโครงข่ายทางเดินเท้าและทางจักรยานถูกเสนอให้ยังคงเป็นแบบใช้ร่วมกับเส้นทางการจราจร โดยการเพิ่มป้ายและสัญลักษณ์บนผิวทางเพื่อแสดงข้อมูลและเตือนให้ผู้สัญจรได้รับทราบ

แผนระยะที่ 2 การพัฒนาระบบ (5 ปีแรก)

แผนในระยะนี้เป็นการจัดการในด้านระบบโครงสร้างพื้นฐานที่เกี่ยวข้องซึ่งมีความจำเป็นจะต้องมีการดำเนินการจัดทำแผนงบประมาณและแผนการก่อสร้างตั้งแต่ช่วงเวลาของแผนในระยะที่ 1 เป็นต้นมา เพื่อให้สามารถทำการก่อสร้างโครงสร้างพื้นฐานและสิ่งอำนวยความสะดวกที่เกี่ยวข้องกับระบบการขนส่งแบบไร้เครื่องยนต์ภายในพื้นที่ศึกษา ดังนั้นแผนในระยะนี้ส่วนใหญ่จะเป็นข้อเสนอเกี่ยวกับการก่อสร้างและการปรับปรุงโครงสร้างพื้นฐานและสิ่งอำนวยความสะดวก

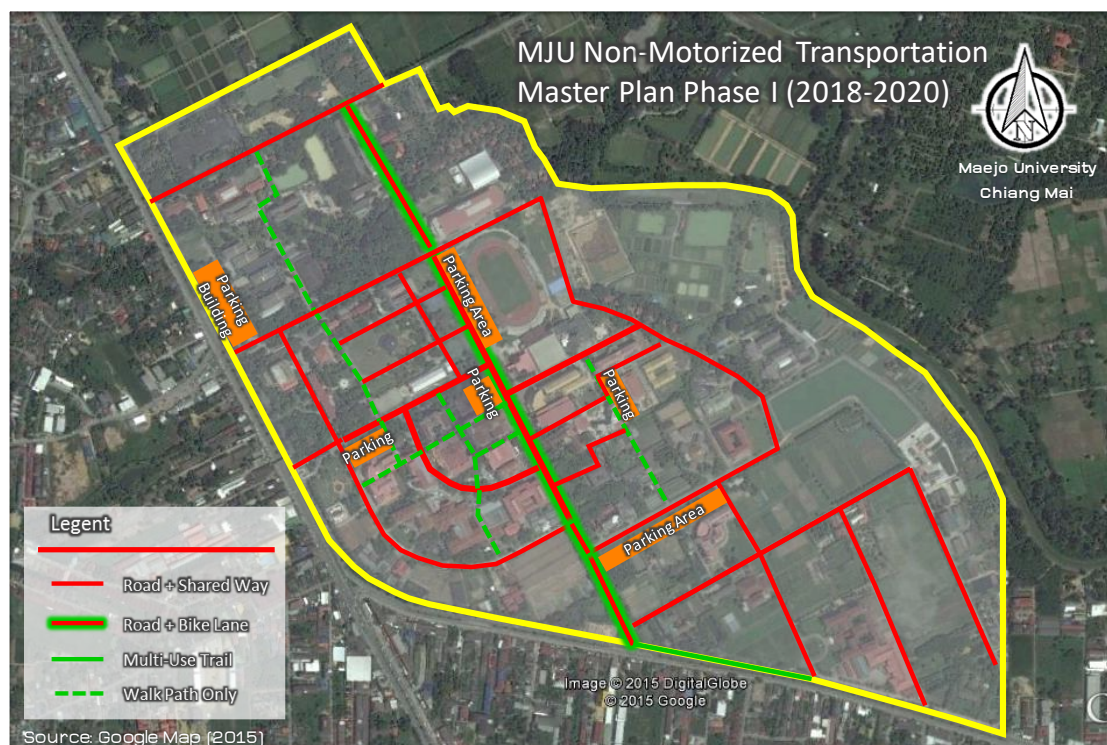
ต่างๆเป็นหลัก โดยส่วนใหญ่จะเน้นการก่อสร้างและปรับปรุงทางเดินเท้าแบบมีหลังคาคลุม (Cover Way) และทางจักรยานในเส้นทางสายหลักให้เป็นแบบทางจักรยานบนผิวทางจราจร (Bike Lane)

แผนระยะที่ 3 การสร้างความยั่งยืน (ตั้งแต่ปีที่ 6 เป็นต้นไป)

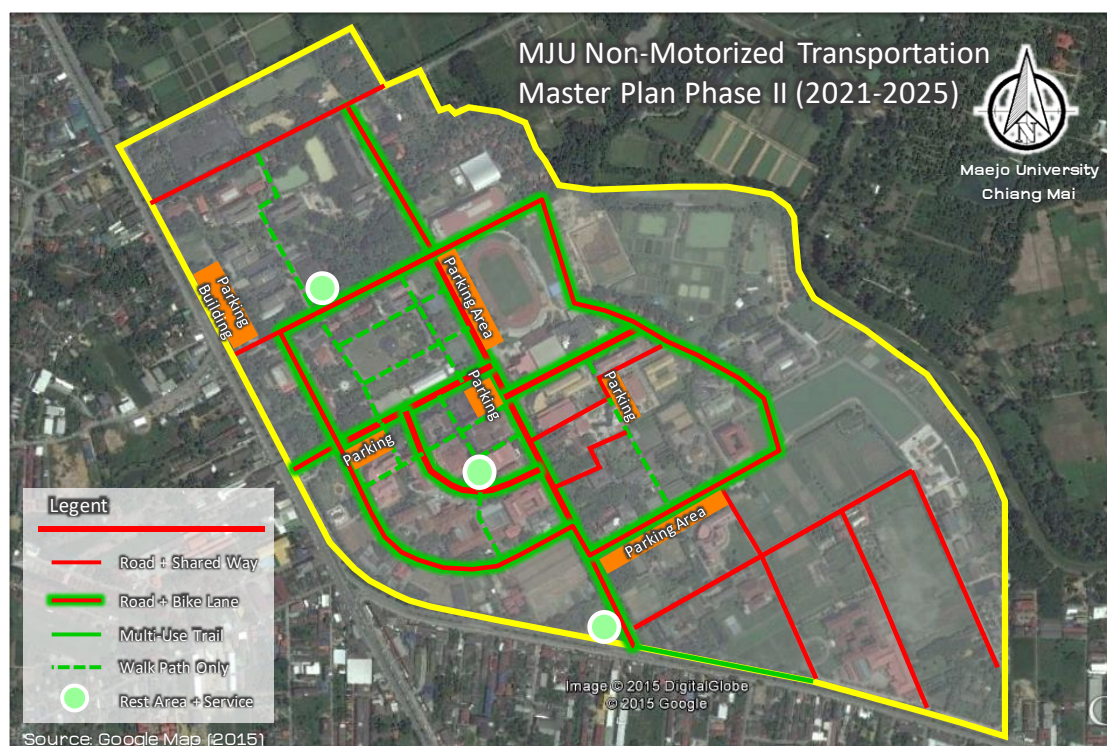
แผนในระยะนี้เป็นการจัดการเพื่อความต่อเนื่องจากแผนในระยะที่ 2 โดยมีการพัฒนาโครงข่ายเส้นทางเดินเท้าให้มีลักษณะเป็นทางเฉพาะและได้รับสิทธิสูง (Walk Path) และในบางเส้นทางอาจจะมีการพัฒนาเป็นทางเดินเท้าร่วมกับทางจักรยานที่มีหลังคาคลุม และในส่วนของการพัฒนาโครงข่ายเส้นทางจักรยานให้มีลักษณะเป็นทางจักรยาน (Bike Lane) ที่มีความครอบคลุมพื้นที่เกือบทั้งมหาวิทยาลัย ประกอบกับนโยบายจำกัดพื้นที่การเข้าถึงของยานพาหนะที่ใช้เครื่องยนต์ (Car Free Zone) ในพื้นที่ส่วนการศึกษาส่วนกลาง พื้นที่ส่วนพักอาศัย และพื้นที่ส่วนสันตนาการ โดยการพัฒนาถนนจามจุรี - พิพิธ - อินทนิล ซอย 2 – ประมง - อินทนิล ซอย 4 และราชพฤกษ์ เป็นถนนวงแหวนปิดล้อมพื้นที่ส่วนกลาง ซึ่งจะอนุญาตเฉพาะการขนส่งแบบไร้เครื่องยนต์ และยานพาหนะที่ได้รับอนุญาตผ่านเข้า-ออกพื้นที่ได้เท่านั้น

ในด้านของสิ่งอำนวยความสะดวกเสนอให้มีการจัดทำจุดพักและจุดบริการเป็นระยะไม่เกิน 800 เมตรเป็นจำนวน 7 จุด และมีการจัดทำสถานที่จอดรถในบริเวณรอบนอกของ Car Free Zone จำนวน 4 จุด โดยอาจจะพัฒนาเป็นทั้งลานจอดรถและอาคารจอดรถเพื่อให้สามารถรองรับบริการความต้องการในการเดินทางเข้ามาภายในมหาวิทยาลัยในอนาคตได้

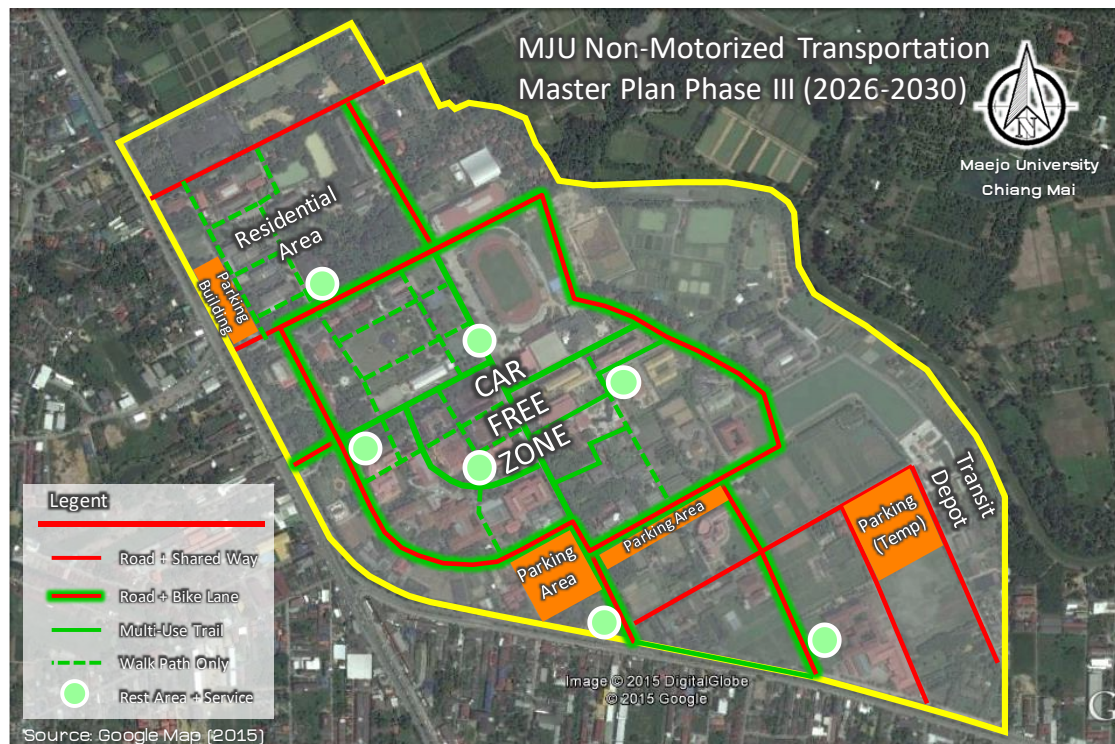
และสุดท้ายโครงการส่งเสริมการขนส่งของมหาวิทยาลัยแม้โจ้ให้สามารถพัฒนาแบบมหาวิทยาลัยสีเขียวและมหาวิทยาลัยเชิงนิเวศได้คือข้อเสนอการจัดทำระบบขนส่งมวลชนเพื่อให้บริการภายในพื้นที่มหาวิทยาลัย ซึ่งอาจจะมีรูปแบบเป็นรถไฟฟ้าล้อยางที่มีการปลอดภัยพียงน้อยมาก โดยจะต้องมีสถานที่สำหรับเป็นศูนย์ควบคุมและซ่อมบำรุงระบบขนส่งมวลชนในพื้นที่ส่วนบริการของมหาวิทยาลัยในบริเวณกองยานพาหนะเดิม และสำหรับโครงข่ายระบบขนส่งมวลชนและการจัดจำนวนรถบริการเพื่อให้สามารถเพียงพอได้ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 30 ของการเดินทางทั้งหมด



ภาพที่ 56 แผนโครงข่ายการขนส่งแบบไร้เครื่องยนต์ภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้วิทยาเขตหลัก
ระยะที่ 1 (1-2 ปี)



ภาพที่ 57 แผนโครงข่ายการขนส่งแบบไร้เครื่องยนต์ภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้วิทยาเขตหลัก
ระยะที่ 5 (5 ปี)



ภาพที่ 58 แผนโครงข่ายการขนส่งแบบไร้เครื่องยนต์ภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้วิทยาเขตหลัก
ระยะที่ 3 (6 ปีขึ้นไป)

เอกสารอ้างอิง

- American Planning Association. (2006). *Planning and Urban Design Standards*. Wiley Graphic Standards.
- GreenMetric, U. (2015, August 1). Retrieved from UI GreenMetric World University Ranking: <http://greenmetric.ui.ac.id/>
- Guitink, P., Holste, S., & Lebo, J. (1994). *Non-Motorized Transport: Confronting Poverty Through Affordable Mobility*. Transportation, Water and Urban Development Department, The World Bank.
- Harris, C., & Dines, N. (1998). *Time-Saver Standards for Landscape Architecture*.
- Herlihy, D. (2004). *Bicycle: The History*. Yale University Press.
- Institute of Transportation Engineers, U. (2016, January 10). *Traffic Calming Measures - Closure*. Retrieved from Institute of Transportation Engineers: <http://www.ite.org/>
- IUCN. (1980). *World Conservation Strategy*. Gland: The International Union for the Conservation of Nature.
- Kongboontiam, P. (2010). *Intergrated System Dynamic Model for Transportation Energy Planning and Management in Regional Area of Thailand*. Chiang Mai: The Graduate School, Chiang Mai University.
- MRC, D. (2011). *Cycling Facility Selection Decision Support Tool & User Guide*. Ottawa: Citty of Ottawa.
- Victoria Transport Policy Institute. (2013, February 20). *Non-Motorized Transportation Planning*. Retrieved from TDM Encyclopedia: <http://www.vtpi.org/tm25.htm>
- WCED. (1987). *Our Common Future*. Oxford, UK: World Commission on Enviroment and Development.
- มหาวิทยาลัยแม่โจ้. (2555). *ยุทธศาสตร์การพัฒนามหาวิทยาลัยแม่โจ้ ระยะ 15 ปี (พ.ศ. 2555-2569)*. เชียงใหม่: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยแม่โจ้.
- สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. (2555). *โครงการพัฒนาพื้นที่นำร่องเพื่อการขนส่งแบบไร้เครื่องยนต์ภายใต้โครงข่ายการขนส่งอย่างยั่งยืนเมืองเชียงใหม่*. เชียงใหม่: เทศบาลนครเชียงใหม่ The World Bank และกองทุนสิ่งแวดล้อมโลก.