

บทที่ 2

การทบทวนผลงานในอดีต

การทบทวนแนวความคิดและการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการวางแผนแม่บทการจราจรและขนส่งภายในวิชาเขตที่ผ่านมาในอดีตพบว่าการศึกษาของแต่ละมหาวิทยาลัยมีเป้าหมายและความสนใจที่จะศึกษาในประเด็นและรายละเอียดที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งบางแห่งได้ศึกษาเฉพาะบางจุดของระบบขนส่ง หรือบางแห่งก็ทำการศึกษาอย่างครอบคลุมถึงภาพรวมของทั้งระบบ ทำให้การศึกษามีขั้นตอนและความละเอียดของการวิเคราะห์ที่แตกต่างกันออกไปตามเป้าหมายการศึกษาที่กำหนดไว้ การศึกษาการพัฒนากระบวนการจราจรและขนส่งภายในมหาวิทยาลัยพอที่จะแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มหลัก คือ

- การศึกษาแบบแยกส่วนของปัญหาและประเด็นที่เกิดขึ้น
- การศึกษาที่พิจารณาถึงภาพรวมของทั้งระบบ

การศึกษาเฉพาะปัญหาจะให้ความสนใจในเฉพาะบางประเด็นของระบบการจราจรเท่านั้น โดยไม่ได้คำนึงถึงภาพรวมทั้งหมดของระบบ เช่น การศึกษาปัญหาการจอดรถ ก็จะพิจารณาเฉพาะรายละเอียดต่างๆ ที่เกี่ยวข้องเฉพาะกับการจอดรถเท่านั้น โดยไม่ได้พิจารณาถึงการอำนวยความสะดวกแก่การเดินทางและขนส่งด้วยวิธีอื่น ในขณะที่การศึกษาที่พิจารณาภาพรวมทั้งหมด จะพิจารณาถึงทุกรูปแบบการเดินทางที่เกิดภายในมหาวิทยาลัย และทำการวิเคราะห์สภาพการจราจรโดยรวม

2.1 การศึกษาแบบแยกส่วนของปัญหาและประเด็นที่เกิดขึ้น

การศึกษาระบบการจราจรและการเดินทางของมหาวิทยาลัยประเภทนี้ จะแบ่งแยกปัญหาหรือประเด็นของการเดินทางภายในมหาวิทยาลัยออกเป็นส่วนย่อย ทำการวิเคราะห์แต่ละส่วนแยกกัน โดยไม่คำนึงถึงความสัมพันธ์ระหว่างปัญหา การศึกษาที่ผ่านมาในอดีตมักที่จะแบ่งแยกการศึกษาปัญหาหรือประเด็นของการศึกษาการจราจรที่เกี่ยวข้องกับมหาวิทยาลัยออกเป็น 3 ประการ คือ (ITE, 1974)

- ปัญหาการเดินทางเข้า-ออกของมหาวิทยาลัย และบริเวณ โดยรอบ
- ปัญหาการเดินทางภายในมหาวิทยาลัย
- ปัญหาการจอดรถภายในมหาวิทยาลัย

2.1.1 ปัญหาการเดินทางเข้า-ออกของมหาวิทยาลัย และบริเวณ โดยรอบ

การศึกษาปัญหาการเดินทางเข้า-ออกของมหาวิทยาลัย จะให้ความสำคัญกับการวิเคราะห์ ปริมาณความต้องการเดินทางเข้า-ออกมหาวิทยาลัย ซึ่งมีผลโดยตรงอย่างมากต่อสภาพการจราจรและ การเดินทางภายในมหาวิทยาลัยซึ่งการวิเคราะห์ปริมาณความต้องการเดินทางเข้า-ออกมหาวิทยาลัยนั้น จะคำนึงถึงปัจจัยทั่วไปดังนี้

ก. นโยบายของมหาวิทยาลัย ที่มีความสัมพันธ์กับชุมชนและที่พักอาศัยโดยรอบมหาวิทยาลัย ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการเดินทางทั้งภายในมหาวิทยาลัยและการเดินทางโดยรอบ มหาวิทยาลัย ตัวอย่างเช่น การออกนโยบายควบคุมปริมาณการจราจรที่เดินทางเข้า-ออกภายใน มหาวิทยาลัย ซึ่งอาจมีการใช้เส้นทางภายในมหาวิทยาลัยเป็นเส้นทางหลักในการเดินทาง การควบคุม ปริมาณการจราจรนี้จะส่งผลให้การเดินทางเข้าออกมหาวิทยาลัยคล่องตัวขึ้น แต่ก็ต้องพิจารณาผล กระทบต่อการเดินทางโดยรอบมหาวิทยาลัยด้วย

ข. จำนวนและลักษณะของประชากรภายในมหาวิทยาลัย เช่น จำนวนคณะ จำนวนนักศึกษา/ บุคลากรภายในมหาวิทยาลัย และผู้ที่เข้ามาติดต่อกับทางมหาวิทยาลัย เป็นต้น

ค. การเปลี่ยนแปลงของความต้องการเดินทางตามช่วงเวลาของวัน

ง. การกระจายของปริมาณนักศึกษา/บุคลากร ทั้งภายในและบริเวณโดยรอบมหาวิทยาลัย

จ. จำนวนหอพักและห้องพักที่อยู่โดยรอบ จำนวนนักศึกษาที่อยู่ในหอพักที่ต้องเดินทางเข้ามา มหาวิทยาลัย

การศึกษากาการเดินทางเข้า-ออกภายในมหาวิทยาลัย ของ University of Colorado (Haines et al.,1974)) จะครอบคลุมการเดินทางเข้า-ออกของมหาวิทยาลัยโดย รถยนต์ รถโดยสารประจำทาง จักรยาน และการเดินเท้า ได้กำหนดประเด็นของการศึกษาไว้ คือ ลคการรบกวนกันระหว่างรูปแบบการ เดินทาง เช่น ระหว่างรถยนต์กับจักรยาน หรือ ระหว่างรถยนต์กับคนเดินเท้า เป็นต้น รวมถึงการปรับ

ปรับปรุงการจราจรบนถนนสายหลักของมหาวิทยาลัยให้เกิดความคล่องตัว การศึกษานี้จะเก็บข้อมูลปริมาณ การเดินทางต่างๆ ที่ผ่านเข้า-ออก เช่น ปริมาณรถยนต์ จักรยาน การเดินเท้าในช่วงเวลาเร่งด่วน และ ช่วงปกติ เป็นต้น ข้อมูลจำนวนประชากรภายในมหาวิทยาลัย ลักษณะถนนที่เป็นจุดเข้า-ออก และ ถนนบริเวณโดยรอบมหาวิทยาลัย ข้อมูลเหล่านี้จะนำไปวิเคราะห์สภาพการเดินทางในแต่ละรูปแบบ การเดินทางที่รบกวนกัน และนำเสนอแนวทางแก้ไข คือ การออกแบบทางเข้า-ออกใหม่ การปรับปรุง การเดินรถชนิดใหม่โดยแบ่งแยกออกจากการเดินทางเท้าและจักรยานไม่ให้ปะปนกัน การจัดลักษณะ การเดินรถใหม่เพื่อแก้ไขปัญหาการรบกวนกันและเพิ่มความปลอดภัยต่อผู้ใช้ระบบการจราจรของ มหาวิทยาลัย

การศึกษาของ Institute of Traffic Engineers หรือ ITE (1974) สำหรับมหาวิทยาลัยที่มี นโยบายไม่อนุญาตให้นำรถยนต์เดินทางผ่านเข้าภายในมหาวิทยาลัย ยกเว้นรถยนต์ที่มีบัตรผ่านเท่านั้น จะวิเคราะห์ปริมาณจราจรที่ได้รับผลกระทบจากนโยบายนี้ ก่อให้เกิดประโยชน์ดังนี้

- ลดการรบกวนระหว่างคนเดินเท้า และรถยนต์ภายในมหาวิทยาลัย
- ลดค่าใช้จ่ายต่างๆ ที่ผู้ใช้รถยนต์ต้องเสียไป เช่น ค่าเชื้อเพลิง ค่าที่จอดรถภายใน มหาวิทยาลัย เป็นต้น
- ลดมลภาวะทางอากาศที่เกิดจากไอเสียจากรถยนต์
- ลดระยะเวลาที่เดินทางทั้งหมด การเดินทางโดยรถยนต์เข้ามาภายในมหาวิทยาลัย

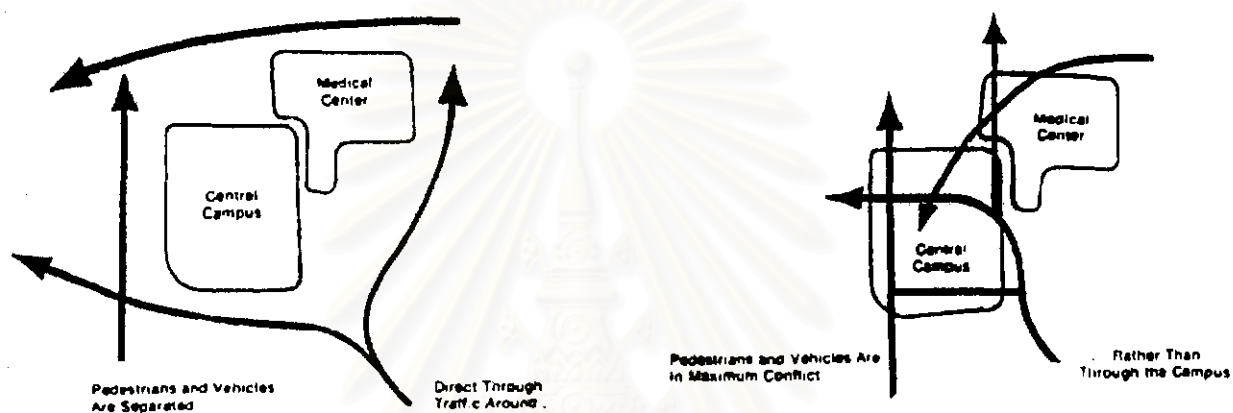
การวางรถที่จอด และเดินเท้าเพื่อเข้าเรียน ซึ่งเวลาที่สูญเสียไปนี้ จะสามารถที่จะลดลงได้ ถ้า ไม่มีการอนุญาตให้นำรถเข้าภายใน และมีการนำระบบขนส่งมวลชนมาให้บริการ ดังแสดงในรูปที่ 2.1

2.1.2 การศึกษาปัญหาการเดินทางภายในมหาวิทยาลัย

การวางแผนระบบการจราจรสำหรับมหาวิทยาลัยมีวัตถุประสงค์โดยทั่วไป คือ ต้องการให้เกิด สภาพการจราจรที่ติดขัดน้อยที่สุด ลดเวลาในการเดินทางภายในมหาวิทยาลัย เพิ่มความสะดวกสบาย และความปลอดภัยในการเดินทาง โดยที่การศึกษาปัญหาการเดินทางภายในมหาวิทยาลัยจะครอบคลุม ถึงประเด็นหลักมีดังนี้

2.1.2.1 การเดินทางโดยเท้า

โดยปกติทั่วไปประมาณร้อยละ 70-90 ของการเดินทางภายในมหาวิทยาลัย จะเป็นการเดินทางด้วยเท้า และส่วนที่เหลือจะเป็นการเดินทางด้วยรูปแบบอื่น ปัญหาที่เกิดต่อการเดินทางด้วยเท้าภายในมหาวิทยาลัย คือ การขยายพื้นที่มหาวิทยาลัยทำให้สถานที่แต่ละแห่งอยู่ห่างไกลกันมาก อีกทั้งสภาพอากาศที่ไม่



กรณีไม่อนุญาตให้รถยนต์เข้ามาวิทยาลัย

กรณีอนุญาตให้รถยนต์เข้ามาวิทยาลัย

รูปที่ 2.1 การควบคุมการเดินทางรถยนต์ภายในมหาวิทยาลัย (ITE,1974)

เอื้ออำนวย เช่น อากาศร้อนมาก ฝนตก เป็นต้น การวางแผนระบบการจราจรภายในมหาวิทยาลัยควรให้ความสำคัญกับการเดินทางโดยเท้าซึ่งถือว่าการเดินทางหลักที่คนส่วนใหญ่เลือกใช้

การศึกษาของ Ballas (1976) เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลการเดินทางโดยได้พัฒนาแบบจำลอง 2 แบบ คือ การเกิดการเดินทาง และการกระจายการเดินทาง รายละเอียดของการวิเคราะห์มีดังนี้

ก. แบบจำลองวิเคราะห์การเกิดการเดินทาง (Trip Generation) จะเป็นความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนของการเดินทางของแต่ละพื้นที่กับการเดินทางทั้งหมด กับปัจจัยที่มีผลต่อการเดินทาง การพัฒนาแบบจำลองได้ใช้ข้อมูลปริมาณการเดินทางระหว่างต้นทางกับปลายทาง (O-D Trip) ที่ได้จากการสัมภาษณ์นักศึกษาจำนวน 418 คน จากจำนวนทั้งหมด 7,600 คน การสัมภาษณ์นั้นแบ่งพื้นที่ภายใน

มหาวิทยาลัย ออกเป็นพื้นที่สำหรับเรียน และ พื้นที่สำหรับพักอาศัย และพัฒนาสมการแยกประเภทของพื้นที่ดังในสมการที่ 2.1 และ 2.2

พื้นที่สำหรับเรียน

$$\frac{SV_i}{\sum SV_i} = B_0 + B_1 + \frac{X_{1i}}{\sum X_{1i}} + B_2 \frac{X_{2i}}{\sum X_{2i}} + e \quad (2.1)$$

โดย SV_i = จำนวนการเดินทางโดยเท้า (trip end) ในพื้นที่สำหรับเรียนที่ i (เที่ยว/วัน)

X_{1i} = ขนาดของพื้นที่สำหรับเรียนที่ i

X_{2i} = จำนวนที่นั่งในห้องเรียนในพื้นที่ที่ i

B_0, B_1, B_2 = ค่าคงที่

e = ค่าความผิดพลาด

พื้นที่สำหรับพักอาศัย

$$\frac{RV_i}{\sum RV_i} = B_0 + B_1 + \frac{X_{1i}}{\sum X_{1i}} + B_2 X_{2i} + e \quad (2.2)$$

โดย RV_i = จำนวนการเดินทางโดยเท้า (trip end) ในพื้นที่สำหรับพักอาศัยที่ i (เที่ยว/วัน)

X_{1i} = จำนวนนักศึกษาในพื้นที่สำหรับพักอาศัยที่ i

X_{2i} = 1 ถ้าอาศัยอยู่ในหอพักมหาวิทยาลัย

0 ถ้าอาศัยอยู่นอกมหาวิทยาลัย

B_0, B_1, B_2 = ค่าคงที่

e = ค่าความผิดพลาด

ข. แบบจำลองวิเคราะห์การกระจายการเดินทาง (Trip Distribution) ระหว่างพื้นที่ มีการกำหนดค่าความยากลำบากสำหรับใช้ในการวิเคราะห์การกระจายปริมาณการเดินทางซึ่งแบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม คือ ค่าความยากลำบากในการเดินทางระหว่างพื้นที่สำหรับเวียนกับพื้นที่สำหรับเวียน ระหว่างพื้นที่สำหรับเวียนกับพื้นที่สำหรับพักอาศัย และระหว่างพื้นที่สำหรับพักอาศัยกับพื้นที่สำหรับพักอาศัย โดยมีรูปแบบของการวิเคราะห์ความยากลำบาก ดังแสดงในสมการที่ 2.3 และ 2.4

$$IF_{ij} = B_{k0} + B_{k1} + FS_{ij} + \frac{X_{ij}}{TT_{ij}^{xk}} + e_k \quad (2.3)$$

โดย

- IF_{ij} = ค่าความยากลำบากระหว่างพื้นที่ i และ j
- FS_{ij} = ค่าดัชนีของระดับความถี่ระหว่าง i และ j
- TT_{ij} = ระยะเวลาเดินทางเฉลี่ยระหว่างพื้นที่ i และ j
- B_{k0}, B_{k1}, B_{k2} = ค่าคงที่
- xk = พารามิเตอร์ของเวลาเดินทางที่เป็นเส้นตรงระหว่างพื้นที่
- e = ค่าความผิดพลาด

ถ้า IF ที่คำนวณได้จะ ไปปริมาณการเดินทางระหว่างพื้นที่ ด้วยสมการประเภท Gravity Model โดยมีรูปแบบสมการที่ 2.4

$$PTV_{ij} = V_i V_j / IF_{ij} \quad (2.4)$$

โดย

- PTV_{ij} = ปริมาณการเดินทางไป-กลับ ระหว่างพื้นที่ i และ j
- V_i, V_j = ปริมาณเดินทางรวมของพื้นที่ i และ j
- IF_{ij} = ค่าความยากลำบากระหว่างพื้นที่ i และ j

อย่างไรก็ดีการศึกษาข้างต้นมิได้แสดงรายละเอียดการวิเคราะห์ข้อมูลไว้ มีเพียงนำเสนอทางเลือกในการปรับปรุงการเดินทางให้ปลอดภัย โดยขยายขนาดของทางเดินให้กว้างขึ้น และจัดเส้นทางเดินเท้าโดยเฉพาะเพื่อลดการรบกวนกับรูปแบบการเดินทางอื่น

การศึกษาของ Edwards et al. (1992) ในส่วนการเดินเท้าได้ทำการแบ่งระดับการให้บริการของการเดินเท้าโดยแยกลักษณะของทางเดินและแสดงค่าความเร็วในการเดินเท้าในแต่ละลักษณะ และแบ่งแยกค่าในแต่ละระดับของการให้บริการ ดังแสดงในตารางที่ 2.1

จากตารางที่ 2.1 จะนำไปใช้ในการหาระดับการให้บริการการเดินทางโดยเท้าของพื้นที่ที่ศึกษา โดยเทียบกับปริมาณการเดินทางที่วิเคราะห์ได้จากแบบจำลองที่นำเสนอข้างต้น เพื่อประเมินความสามารถในการให้บริการ

ตารางที่ 2.1 การแบ่งระดับการให้บริการของการเดินเท้า โดยแยกลักษณะของทางเดิน(Edwards et al., 1992)

Pedestrian Flow Characteristics on Walkways and Stairs						
	Level of Service					
	A	B	C	D	E	F
Flow rate (pcd./min./ft.)						
Walkways	< 2	2-6.25	6.25-10	10-15	15-25	Variable
Stairs up	< 5	5-7	7-10	10-13	13-17	Variable
Stairs down	< 6	6-8	8-11	11-14	14-19	Variable
Spacing (sq. ft./pcd.)						
Walkways	> 130	40-130	24-40	15-24	6-15	< 6
Stairs	> 20	15-20	10-15	7-10	4-7	< 4
Walking speed (ft./min.)						
Walkways	> 260	250-260	240-250	225-240	150-225	< 150
Stairs up	100	100	100	90-100	70-90	< 70
Stairs down	120	120	120	100-120	75-100	< 75

2.1.2.2 รดยนต์

การเดินทางโดยรดยนต์ภายใน จะวิเคราะห์ปริมาณจราจรที่เกิดขึ้นบนถนนภายในมหาวิทยาลัย ปริมาณจราจรที่เกิดขึ้นบริเวณทางแยกภายใน จากนั้นจะพิจารณาสภาพการจราจรที่เกิดขึ้นว่ามีสภาพที่น่าพอใจหรือไม่ สำหรับการจราจรบนถนนนั้น จะวิเคราะห์ความสามารถในการให้บริการของถนน (SF) ซึ่งคำนวณได้จาก Highway Capacity Manual หรือ HCM (1994) และเปรียบเทียบกับปริมาณรดยนต์ที่เกิดขึ้น สำหรับสภาพการจราจรบริเวณทางแยก จะวิเคราะห์ความสามารถให้บริการที่ทางแยกซึ่งอ้างอิง HCM และเทียบกับปริมาณที่เกิดขึ้น พิจารณาสภาพการจราจรที่เกิดขึ้น หลังจากการตรวจสอบสภาพการจราจรแล้ว ก็จะนำเสนอแนวทางปรับปรุงการเดินทาง อาทิเช่น การขยายช่องจราจร การติดตั้งป้ายสัญญาณเตือน หรือสัญญาณไฟ ณ ทางแยก เป็นต้น

2.1.2.3 จักรยาน

การวิเคราะห์การเดินทางโดยจักรยานภายในมหาวิทยาลัยที่ผ่านมาในอดีตนั้น ไม่มีการศึกษากันอย่างชัดเจน แต่ขั้นตอนการศึกษาจะมีรูปแบบที่คล้ายกับการศึกษาการใช้รถยนต์ภายในมหาวิทยาลัย การศึกษาการใช้รูปแบบการเดินทางนี้ ภายในมหาวิทยาลัย ควรพิจารณาถึงศักยภาพของมหาวิทยาลัย เช่น เส้นทางที่จะให้บริการ ลักษณะภูมิอากาศ อีกทั้งต้องศึกษาความพึงพอใจในการเลือกใช้รูปแบบการเดินทางนี้ด้วย เป็นต้น

2.1.2.4 ระบบขนส่งสาธารณะ

ขั้นตอนการศึกษาระบบขนส่งสาธารณะของมหาวิทยาลัยโดยทั่วไปจะวิเคราะห์ในรายละเอียดดังนี้

- การวิเคราะห์ปริมาณการเดินทางที่ต้องการเดินทางทั้งที่เข้าออกและพื้นที่ภายในมหาวิทยาลัยเพื่อศึกษาการปรับปรุงระบบและออกแบบเส้นทางให้บริการ
- การวิเคราะห์ความพึงพอใจจากการเดินทางด้วยรถโดยสารภายในมหาวิทยาลัย แลดูผลเป็นความน่าจะเป็นในการใช้รูปแบบนี้
- การนำเสนอเส้นทางที่วิ่งให้บริการ โดยวิเคราะห์จากปริมาณการเดินทางที่เกิดขึ้นในแต่ละพื้นที่ภายในมหาวิทยาลัย การจัดทำเส้นทางให้บริการ จะต้องพิจารณาถึงลักษณะทางกายภาพของพื้นที่มหาวิทยาลัยว่ามีความเป็นไปได้ในการให้บริการหรือไม่
- การพิจารณาถึงลักษณะของรถที่ใช้วิ่งให้บริการ ซึ่งสามารถแบ่งแยกได้เป็นหลายประเภทตามขนาดความสามารถบรรทุกผู้โดยสาร โดยทำการเปรียบเทียบความต้องการการใช้บริการกับความสามารถบรรทุกผู้โดยสาร
- การกำหนดความสามารถในการให้บริการของระบบขนส่งมวลชนโดย Ewards et al. (1992) ได้ทำแบ่งแกระดับการให้บริการ ออกเป็น 6 ระดับ ซึ่งพิจารณาจากจำนวนผู้โดยสาร พื้นที่ต่อผู้โดยสาร และจำนวนผู้โดยสารต่อที่นั่ง ดังแสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 มาตรฐานการบรรทุกผู้โดยสารในแต่ละระดับให้บริการ (Ewards et al. , 1992)

Passenger Loading Standards			
LOS	Passengers	Area per Passenger (sq. ft.)	Passengers per Seat
A	≤ 26	≥ 13.1	≤ 0.50
B	27-30	11.0-8.5	0.51-0.75
C	41-53	8.4-6.4	0.76-1.00
D	54-66	6.3-5.2	1.01-1.25
E	67-80	5.1-4.4	1.26-1.50
F	≥ 81	≤ 4.3	≥ 1.51

การศึกษาระบบขนส่งสาธารณะ CUMTD ที่วิ่งให้บริการภายใน University of Illinois at Champaign Urbana โดย Moriarty et al (1991) จะให้บริการโดยไม่คิดค่าโดยสารสำหรับนักศึกษา อาจารย์และพนักงานของมหาวิทยาลัย และให้บริการถึงผู้ที่จอดรถห่างจากศูนย์กลางของมหาวิทยาลัย ที่ต้องการเดินทางเข้าภายในมหาวิทยาลัย ซึ่งเดิมได้พิจารณาปรับปรุงเส้นทางในการเดินทางใหม่ ให้เหมาะสมกับจำนวนผู้โดยสารที่จะเพิ่มขึ้น ซึ่งการวิเคราะห์ได้นำจำนวนประชากรภายในมหาวิทยาลัย แบ่งแยกตามลักษณะของผู้ใช้ และเส้นทางที่ให้บริการอยู่ในปัจจุบันมาเปรียบเทียบกัน โดยแผนพัฒนาของมหาวิทยาลัยในอนาคตจะทำการขยายพื้นที่มหาวิทยาลัยใน 10 ปีข้างหน้าด้วยการก่อสร้างอาคารใหม่ 20 หลัง ซึ่งใช้งบลงทุนทั้งหมด 250 ล้านดอลลาร์สหรัฐ อันจะส่งผลกระทบต่อทำให้ปริมาณความต้องการใช้บริการเพิ่มขึ้น และเกิดปัญหาความไม่เพียงพอในการให้บริการ

การศึกษาของ Iowa State University โดย Bourne et al (1990) เพื่อพัฒนาระบบ CY-RIDE ซึ่งเป็นระบบขนส่งสาธารณะที่มีเอกชนเป็นเจ้าของและดำเนินการให้บริการ เพื่อช่วยลดปัญหาการจอดรถภายในมหาวิทยาลัย จะเน้นการวิเคราะห์ทางการเงินส่วนใหญ่ โดยนำข้อมูลปริมาณผู้โดยสารในอดีต มาคำนวณออกมาเป็นรายได้ เทียบกับค่าใช้จ่ายในการดำเนินการให้บริการของระบบ

2.1.3 การศึกษาการจอดรถภายในมหาวิทยาลัย

การจอดรถนั้นเป็นปัญหาสำคัญที่เกิดขึ้นทุกมหาวิทยาลัย เนื่องจากปริมาณของนักศึกษาและผู้ที่มาติดต่อกับทางมหาวิทยาลัย มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตลอดเวลา ในขณะที่ศักยภาพของมหาวิทยาลัยในการ

จัดที่จอดรถไม่ได้ขยายตัวในอัตราที่สอดคล้องกัน การศึกษาปัญหาการจอดรถภายในมหาวิทยาลัย สามารถแบ่งขั้นตอนได้ดังนี้

ก. การกำหนดเป้าหมายในการพัฒนาการจอดรถยนต์ภายในมหาวิทยาลัย จะเป็นตัวกำหนดแนวทางและการศึกษาการจอดรถภายใน อาทิเช่น เป้าหมายที่ต้องการแก้ไขปัญหาการจอดรถให้มีประสิทธิภาพดียิ่ง หมายถึง การจัดทำที่จอดให้เพียงพอต่อความต้องการจอดทั้งหมดภายในมหาวิทยาลัย หรือ เป้าหมายการแก้ไขปัญหาการจอดรถสำหรับบุคลากรหรือนิสิต โดยเฉพาะ เป็นต้น

ข. การวิเคราะห์สภาพการจอดรถยนต์ภายในมหาวิทยาลัยที่เป็นอยู่ จะประเมินสภาพปัญหาที่เกิดขึ้น และนำเสนอแนวทางพัฒนาการจอดรถยนต์ภายในมหาวิทยาลัยให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น การศึกษาประกอบด้วย (1) การศึกษาปริมาณความต้องการจอดรถ ความสามารถที่จะให้บริการได้ของที่จอด และ (2) การศึกษาลักษณะของผู้ที่มาจอดรถ

- การศึกษาปริมาณความต้องการจอดรถ ความสามารถที่จะให้บริการได้ ซึ่งหมายถึง ปริมาณรถยนต์ที่สามารถจอดได้ที่จอด ทำการวิเคราะห์เป็นอัตราการหมุนเวียนใช้ที่จอดรถ (Turnover) ตามในสมการที่ 2.5

$$\text{Turnover} = \frac{\text{จำนวนรถที่จอดทั้งหมดในช่วงเวลาที่สำรวจ}}{\text{จำนวนช่องจอดรถ}} \quad (2.5)$$

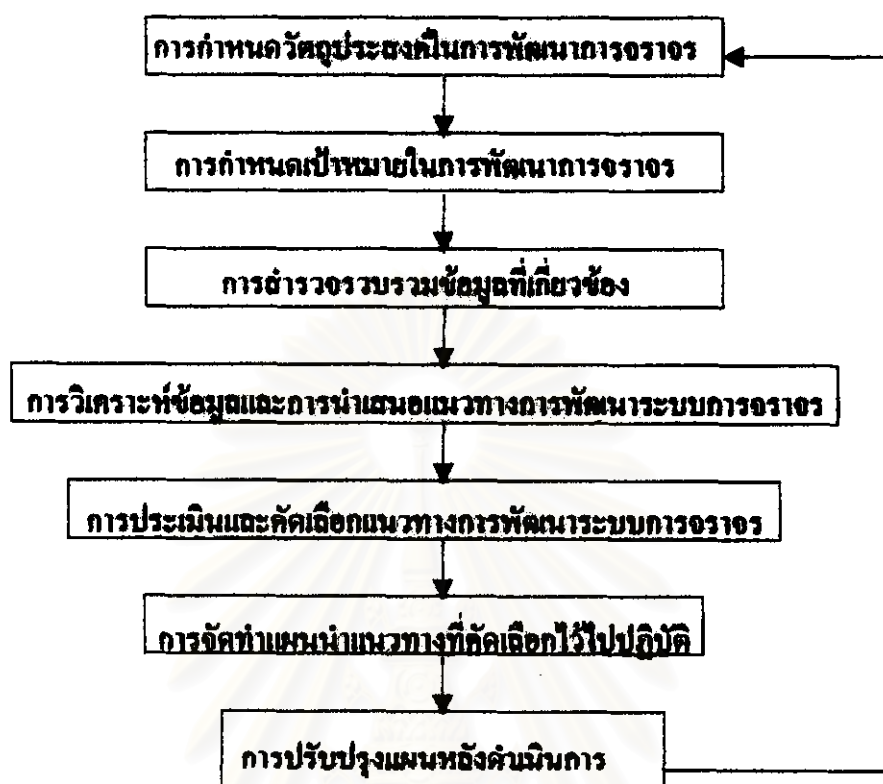
- การศึกษาลักษณะของผู้ที่มาจอดรถ ซึ่งเป็นบุคคลทั้งจากภายในและภายนอกมหาวิทยาลัย ด้วยการสอบถามผู้ที่นำรถมาจอดภายในมหาวิทยาลัย การศึกษาจะทำให้ทราบถึงพฤติกรรมจอดรถ และปริมาณความต้องการจอดภายใน ในแต่ละพื้นที่ย่อยต่างๆ

ค. การนำเสนอนโยบายและแนวทางพัฒนาการจอดรถภายในมหาวิทยาลัย จะเป็นการหาแนวทางรองรับสภาพที่จะเกิดขึ้น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการให้บริการการจอดรถยนต์ สามารถแบ่งนโยบายออกเป็น 2 ประเภท คือ (1) การกำหนดนโยบายหรือมาตรการควบคุมการจอดรถยนต์ภายในมหาวิทยาลัย และ (2) การกำหนดตำแหน่งและขนาดรูปแบบของที่จอดรถยนต์ภายในมหาวิทยาลัย

- การกำหนดนโยบายหรือมาตรการควบคุมการจอดรถยนต์ภายในมหาวิทยาลัย แนวทางโดยทั่วไป คือ การกำหนดให้จอดรถได้เฉพาะรถที่มีใบอนุญาต หรือ การไม่อนุญาตให้นำรถเข้ามาจอดภายในมหาวิทยาลัยเลย ทั้งนี้ นโยบายที่จะกำหนดนี้จะต้องสอดคล้องกับปริมาณความต้องการจอดรถที่เกิดขึ้น เพื่อให้เกิดปัญหาน้อยที่สุด พร้อมแผนรองรับที่ชัดเจน เช่น ที่จอดรถรองรับนอกที่เพียงพอกับปริมาณความต้องการจอด เงินทุนที่ต้องใช้ในการดำเนินการ เป็นต้น
- การกำหนดตำแหน่งและขนาดรูปแบบของที่จอดรถยนต์ภายในมหาวิทยาลัย ตำแหน่งที่พิจารณาเลือกก่อสร้างที่จอดรถจะพิจารณาจากพื้นที่ที่มีความต้องการเดินทางสูง เช่น อาคารเรียน สำนักงานของมหาวิทยาลัย เป็นต้น รูปแบบและขนาดของที่จอดรถยนต์ ก็ขึ้นอยู่กับปริมาณความต้องการจอดรถภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยด้วยเช่นกัน โดยรูปแบบสามารถอธิบายได้ดังนี้
 - การจัดสร้างเป็นลานจอดรถ
 - การจัดสร้างเป็นอาคารเรียนที่มีที่จอดรถในอาคาร
 - การจัดสร้างเป็นอาคารจอดรถเพียงอย่างเดียว
 - การจัดที่จอดรถบริเวณริมถนนทั้งภายใน และโดยรอบมหาวิทยาลัย

2.2 การศึกษาที่พิจารณาถึงภาพรวมของทั้งระบบ

การศึกษาระบบการจราจรและขนส่งโดยรวมของมหาวิทยาลัยจะพิจารณาวิเคราะห์ปัญหาการเดินทางโดยรวม ซึ่งเกิดจากการเดินทางทุกรูปแบบภายในมหาวิทยาลัย และแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 7 ชั้น ดังแสดงไว้ในรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 ขั้นตอนการศึกษาเพื่อวางแผนแม่บทการจราจรและขนส่งภายในมหาวิทยาลัย (ITE , 1974)

2.2.1 การกำหนดวัตถุประสงค์ในการพัฒนาระบบการจราจรของมหาวิทยาลัย

งานขั้นแรกในการวางแผนแม่บทสำหรับระบบการจราจรและขนส่งภายในมหาวิทยาลัย เป็นการกำหนดวัตถุประสงค์หลักของการวางแผนเพื่อที่จะใช้เป็นกรอบในการดำเนินแผนงานในขั้นถัดไป การกำหนดวัตถุประสงค์ของการวางแผนระบบการจราจรของมหาวิทยาลัยที่ผ่านมาในอดีตมักพิจารณาจาก

- ก. แนวทางการพัฒนาของรัฐ หรือจังหวัด
- ข. แนวทางการพัฒนาของชุมชนที่อยู่ใกล้เคียง
- ค. แนวทางพัฒนาของมหาวิทยาลัย

วัตถุประสงค์ที่กำหนดจาก 3 แนวทางที่กล่าวมาจะต้องมีความสอดคล้องกันเพื่อเป็นผลให้การพัฒนาการจราจรของมหาวิทยาลัยราบรื่นและเกิดประสิทธิภาพสูงสุด ตัวอย่างในการกำหนดวัตถุประสงค์การพัฒนาการพัฒนาระบบการจราจรโดยมหาวิทยาลัยต่างๆ มีดังนี้

- การวิเคราะห์ปัญหาการจราจรภายใน University of Colorado โดย Haines et al. (1974) ได้กำหนดวัตถุประสงค์ดังนี้
 - การพัฒนาระบบการจราจรบนเส้นทางหลักของมหาวิทยาลัย ให้เกิดประสิทธิภาพในการรองรับการจราจร
 - การแบ่งแยกประเภทของการเดินทางให้เป็นสัดส่วน ไม่ปะปนกัน รวมทั้งจัดการรบกวนกันระหว่างรูปแบบการเดินทาง เพื่อให้เกิดความปลอดภัยและความสะดวกสบายในการสัญจรภายในมหาวิทยาลัย
- การกำหนดวัตถุประสงค์ของการศึกษาการใช้ที่ดิน และนโยบายการจอดรถ ที่เกี่ยวข้องกับระบบขนส่งมวลชนภายใน Iowa State University โดย Bourne et al. (1990) ประกอบด้วย
 - ลดปัญหาการจอดรถที่เกิดขึ้นอยู่ในปัจจุบัน
 - พัฒนาระบบขนส่งมวลชน ของมหาวิทยาลัยให้มีระดับการให้บริการที่ดีขึ้น

โดยทั่วไป การกำหนดวัตถุประสงค์ของการศึกษาระบบจราจรภายในมหาวิทยาลัยสามารถกำหนดได้จาก 2 วิธีด้วยกันคือ

- การพิจารณาสภาพที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน แล้วกำหนดวัตถุประสงค์ที่เหมาะสมจากความเข้าใจอย่างถ่องแท้ที่มีต่อสภาพที่เกิดขึ้น เช่น การศึกษาการใช้ที่ดินและการจอดรถของ Iowa State University โดย Bourne et al. (1990) ได้พิจารณาสภาพที่เกิดปัญหาอยู่ในปัจจุบัน พบว่า ที่จอดรถที่มีอยู่ไม่สามารถรองรับความต้องการจอดรถได้อย่างเพียงพอ จึงได้กำหนดวัตถุประสงค์จากปัญหาที่เกิดขึ้นนี้
- การสอบถาม การสำรวจความต้องการและความคิดเห็นของผู้บริหารของชุมชนที่ตั้งอยู่ในบริเวณรอบพื้นที่มหาวิทยาลัย ผู้บริหารของมหาวิทยาลัย บุคคลากรของมหาวิทยาลัย และบุคคลภายนอกที่ติดต่อกับมหาวิทยาลัย อาทิเช่น วัตถุประสงค์ในการพัฒนาระบบ CUMTD ซึ่งเป็นระบบขนส่งมวลชนภายในระหว่างเมือง Champaign และเมือง Urbana ของ University of Illinois (Moriarty et al., 1991) ได้กำหนดขึ้นบนพื้นฐานของข้อมูลที่ได้

จากรับฟังความคิดเห็นของประชาชนที่มีส่วนเกี่ยวข้อง รวมทั้งผู้ได้รับผลประโยชน์ และผู้ที่ได้รับผลกระทบจากระบบ

2.2.2 การกำหนดเป้าหมายในการพัฒนาระบบการจราจรของมหาวิทยาลัย

งานขั้นต่อไปเป็นการแปลงวัตถุประสงค์ให้เป็นเป้าหมายของการศึกษาระบบจราจรและขนส่งที่มีความชัดเจน การศึกษาของ ITE (1974) ได้แบ่งเป้าหมายในการพัฒนาระบบการจราจรในมหาวิทยาลัยออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

- เป้าหมายเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ที่ดินของมหาวิทยาลัย ซึ่งจะควบคุมทิศทางการใช้ประโยชน์จากที่ดินภายในมหาวิทยาลัยเพื่อกิจกรรมเดินทางและสัญจร เช่น การกำหนดพื้นที่ที่ห้ามรถยนต์วิ่งผ่านในแต่ละช่วงเวลาที่กำหนด การกำหนดพื้นที่ทำเลของที่จอดรถ เป็นต้น
- เป้าหมายของการตอบสนองความต้องการเดินทางขนส่ง โดยจะเป็นกรอบในการดำเนินงานขั้นต่อไป คือ ขั้นการเก็บข้อมูล และการวิเคราะห์เพื่อวางแผนพัฒนาระบบ เช่น เป้าหมายการพัฒนาระบบการจราจรภายใน University of Illinois (Moriarty et al.,1990) คือ การลดผู้ใช้รถยนต์ส่วนตัวให้หันมาใช้ระบบขนส่งสาธารณะของมหาวิทยาลัยของ และลดปริมาณความต้องการจอดรถลงด้วย อัตราความเร็วที่ใช้ในการเดินทางเข้าออกมหาวิทยาลัยได้ค่าที่กำหนด เป็นต้น

2.2.3 การเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

วัตถุประสงค์และเป้าหมายของการพัฒนาจะกำหนดข้อมูลที่จะต้องทำการเก็บสำรวจ เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ เพื่อให้ได้มาซึ่งแผนงานที่จะบรรเทาวัตถุประสงค์และเป้าหมายที่ได้ตั้งเอาไว้ อย่างไรก็ตามการเก็บข้อมูลเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ระบบการจราจรและขนส่งของมหาวิทยาลัยสามารถที่จะแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วนหลัก คือ

- ข้อมูลที่แสดงถึงศักยภาพและความสามารถในการบริการของระบบการจราจรภายในมหาวิทยาลัย
- ข้อมูลที่แสดงถึงปริมาณความต้องการ การเดินทางและการใช้บริการขนส่งภายในมหาวิทยาลัย

2.2.3.1 ข้อมูลที่แสดงถึงศักยภาพและ ความสามารถในการบริการระบบขนส่ง

ข้อมูลที่แสดงถึงศักยภาพและ ความสามารถให้บริการของระบบขนส่งของมหาวิทยาลัยนี้ สามารถแยกออกเป็น

- ข้อมูลเกี่ยวกับถนนภายในมหาวิทยาลัย โดยเป็นข้อมูลพื้นฐานเพื่อให้เข้าใจถึงลักษณะทางกายภาพของเส้นทางที่สามารถใช้เดินทางได้ทั้งที่เป็นถนนภายในมหาวิทยาลัย และถนนโดยรอบมหาวิทยาลัย เช่น ความกว้าง ความยาว ทิศทางการเดินรถ จำนวนช่องทางเดินรถ ประเภทของผิวถนน ปริมาณรถยนต์สูงสุดที่สามารถเคลื่อนตัวผ่านไปบนถนนได้ ลักษณะการเชื่อมโยงกันของถนนแต่ละเส้นภายในมหาวิทยาลัย จุดผ่านเข้า-ออกหลักๆ ของมหาวิทยาลัย เป็นต้น

ข้อมูลต่างๆ ที่กล่าวมาข้างต้น สามารถที่จะทำการสำรวจได้โดยการเก็บข้อมูลในภาคสนาม หรือรวบรวมจากหน่วยงานที่รับผิดชอบดูแลเส้นทางภายในพื้นที่ศึกษา

- ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับระบบขนส่งสาธารณะภายในมหาวิทยาลัย (ถ้ามี) เช่น
 - การศึกษาระบบขนส่งสาธารณะภายใน University of Colorado (Haines et al., 1974) ซึ่งดำเนินการโดยมหาวิทยาลัย โดยไม่มีการเรียกเก็บค่าโดยสาร แต่ได้รายได้จากค่าธรรมเนียมที่เรียกเก็บจากนักศึกษาในแต่ละภาคการศึกษา ได้ใช้ข้อมูลซึ่งประกอบด้วยเส้นทางที่รถโดยสารวิ่งให้บริการภายในมหาวิทยาลัย จำนวนรถที่ให้บริการแต่ละช่วงเวลาของวัน ระยะทางในการให้บริการของรถโดยสารแต่ละสาย ระยะห่างของเวลาในการปล่อยรถให้บริการ (headway) จำนวนผู้โดยสารที่สามารถให้บริการได้ในแต่ละเที่ยว และ จำนวนสถานีที่เป็นจุดรับ-ส่งผู้โดยสาร

- การศึกษาระบบขนส่งสาธารณะ (CY-RIDE) ภายใน Iowa State University (Bourne et al., 1990) ซึ่งเป็นระบบที่ดำเนินการโดยเอกชน ได้ข้อมูลเพิ่มเติมนอกเหนือจากที่กล่าวมาข้างต้น ก็คือ ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ และค่าโดยสารที่เก็บได้
- การศึกษาระบบ CUMTD (Champaign-Urbana Mass Transit District) ที่ให้บริการโดยไม่เก็บค่าโดยสาร แก่นักศึกษาที่เดินทางระหว่างเมือง Champaign และเมือง Urbana ซึ่งเป็นที่ตั้งของวิทยาเขตของ University of Illinois ได้ใช้ข้อมูลคล้ายกับการศึกษาระบบขนส่งสาธารณะภายใน University of Colorado ที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น

โดยสรุป ข้อมูลรายละเอียดการให้บริการของระบบขนส่งสาธารณะภายในมหาวิทยาลัย ที่ควรเก็บรวบรวมเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ มีดังนี้

- ลักษณะของรถโดยสารที่ให้บริการ จำนวนผู้โดยสารที่ขนส่งได้ทั้งนั่งและยืน
 - จำนวนรถโดยสารที่ให้บริการ ในช่วงเวลาต่างๆของวัน ช่วงเร่งด่วนและช่วงปกติ
 - เส้นทางที่วิ่งให้บริการ ภายในมหาวิทยาลัย รวมทั้งที่วิ่งให้บริการภายนอกด้วย
 - ความจุของเส้นทางบริการ ซึ่งขึ้นอยู่กับขนาดของรถ ระยะเวลาในการปล่อยรถ และจำนวนสถานีจอดรับ-ส่งผู้โดยสาร
 - ระยะทางของเส้นทางบริการ และเวลาในการเดินทาง จากจุดเริ่มต้นถึงจุดปลายทางของรถแต่ละสาย
 - อัตราค่าโดยสาร (ถ้ามีการเรียกเก็บ)
 - ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการและการให้บริการต่างๆ เช่น ค่าบำรุงรักษา ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง
 - จุดสถานีรับ-ส่งผู้โดยสาร ตลอดเส้นทางบริการ
- ข้อมูลเกี่ยวกับการจอดรถภายในมหาวิทยาลัย ซึ่งปัญหาที่จอดรถได้กลายเป็นใหญ่ที่เกิดขึ้นกับทุกๆมหาวิทยาลัย ทั้งนี้ข้อมูลที่มีความสำคัญต่อการศึกษา มักประกอบด้วย (Edwards et al., 1992)
 - จำนวนที่จอดรถทั้งหมดภายในมหาวิทยาลัย
 - เวลาที่อนุญาตให้จอด ซึ่งอาจแปรเปลี่ยนไปตามช่วงเวลาของวัน เช่น บางที่อนุญาตให้จอดได้ตลอดวัน หรือ บางที่ห้ามจอดในบางช่วงเวลา เป็นต้น

- ระยะเวลาที่กำหนดให้จอดรถได้ และนโยบายการควบคุมการจอดรถ
- ผู้ให้บริการที่จอดรถ ซึ่งอาจจะเป็นมหาวิทยาลัยหรือเอกชนในรูปแบบของสัมปทาน
- อัตราค่าจอดรถ (ถ้ามี)
- ลักษณะของการจอดรถ เช่น การจอดเอียง 45° และ 90° และการจอดขนาน
- ประเภทของที่จอดรถภายในมหาวิทยาลัย เช่น สถานจอดรถ อาคารจอดรถ การจอดรถริมถนน-ข้างทางภายในมหาวิทยาลัย

ข้อมูลต่างๆเหล่านี้ สามารถที่จะรวบรวมได้โดยตรงจากการสำรวจภาคสนามในพื้นที่ศึกษา และการสอบถามและรวบรวมข้อมูลจากหน่วยงานที่ดูแลรับผิดชอบการให้บริการที่จอดรถภายในพื้นที่มหาวิทยาลัย

- ข้อมูลที่เกี่ยวกับการใช้พื้นที่ภายในมหาวิทยาลัย โดยอาจจะแบ่งพื้นที่ภายในมหาวิทยาลัยเป็นพื้นที่ย่อย ซึ่งจะพิจารณาจากลักษณะการใช้ที่ดินที่คล้ายคลึงกัน แล้วทำการรวบรวมข้อมูลในแต่ละพื้นที่ย่อย เช่น จำนวนประชากร ความหนาแน่นของประชากรต่อพื้นที่ ลักษณะของอาคารที่เป็นอยู่ในพื้นที่นั้นๆ สำนักงานที่ทำการหรืออาคารเรียน เป็นต้น
- ข้อมูลเกี่ยวกับการเดินทางประเภทอื่น ๆ เช่น การเดินเท้า และ จักรยาน เป็นต้น ข้อมูลที่จำเป็นต่อการศึกษากการเดินเท้าภายในมหาวิทยาลัยประกอบด้วย
 - เส้นทางที่ใช้เดินทางภายในทั้งถนนสายหลักและถนนสายรอง ทางเท้าภายใน
 - ชนิดของทางเดิน เป็นทางเท้า, อุโมงค์, สะพานข้าม
 - ลักษณะทางกายภาพของการเดินเท้าแต่ละประเภท ความกว้างของทางเดิน พื้นที่ผิว ทาง ซึ่งมีผลต่อความหนาแน่นต่อพื้นที่ และระดับการให้บริการของการเดินเท้า
- ข้อมูลเกี่ยวกับการเดินทางโดยจักรยานภายในมหาวิทยาลัยมีรายละเอียด ดังนี้
 - จำนวนเส้นทางที่กำหนดให้เป็นทางวิ่ง สำหรับจักรยานภายในมหาวิทยาลัย
 - ขนาดของเส้นทางจักรยาน
 - ลักษณะการแบ่งแยกเป็นสัดส่วนจากถนนที่รถยนต์วิ่ง
 - ขนาดและความสามารถในการให้บริการของที่จอดรถจักรยาน

2.2.3.2 ข้อมูลที่แสดงถึงลักษณะและปริมาณความต้องการการเดินทาง และการใช้บริการขนส่ง

ข้อมูลปริมาณความต้องการเดินทางจะมีรายละเอียดที่สำคัญ ดังนี้

- ข้อมูลปริมาณการเดินทางบนโครงข่ายในมหาวิทยาลัย ซึ่งอาจแบ่งแยกตามรูปแบบของการเดินทาง เช่น การเดินทางด้วยรถยนต์ส่วนตัว การเดินทางด้วยรถจักรยาน การเดินเท้า และการเดินทางด้วยรถโดยสาร เป็นต้น การสำรวจข้อมูลควรต้องพิจารณาช่วงเวลาที่เหมาะสม โดยแบ่งออกเป็นช่วงเร่งด่วน ช่วงปกติในเวลากาเรียนการสอน และช่วงนอกเวลากาเรียนการสอน หรือในบางกรณีก็จะต้องพิจารณาถึงช่วงเวลาที่มิกิจกรรมพิเศษ เช่น การแข่งขันกีฬาภายในมหาวิทยาลัย เป็นต้น ทั้งนี้การเดินทางที่เกิดขึ้นอาจแบ่งออกเป็น 2 ส่วนก็คือ การเดินทางเข้า-ออก มหาวิทยาลัย และการเดินทางภายในมหาวิทยาลัย
- การสำรวจจุดต้นทาง-ปลายทางของการเดินทาง (O-D Trip) โดยมากดำเนินการด้วยการสัมภาษณ์ผู้เดินทาง เพื่อรวบรวมข้อมูลที่สำคัญ ดังนี้
 - เวลาที่เริ่มต้นเดินทางและเวลาที่ถึงจุดหมายปลายทาง
 - จุดเริ่มต้นและจุดปลายทางของการเดินทาง
 - ประเภทของยานพาหนะที่ใช้ในการเดินทาง
 - วัตถุประสงค์ของการเดินทาง เช่น เรียน ติดต่อธุระ ทำงาน เป็นต้น
 - จุดที่นำรถไปจอด

ข้อมูลความต้องการเดินทางที่ใช้ในการศึกษาปัญหาการจราจร ของ University of Colorado (Haines et al., 1974) ประกอบด้วย

- จำนวนนักศึกษาที่มีอยู่ในมหาวิทยาลัยที่กระจายอยู่ในแต่ละพื้นที่ ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ส่วนย่อย คือ พื้นที่ฝั่งตะวันออก พื้นที่ส่วนกลาง และพื้นที่ฝั่งตะวันตก
- ข้อมูลจุดต้นทาง-ปลายทางของการเดินทาง (O-D Trip) ระหว่าง 3 พื้นที่ย่อย ที่ได้แบ่งไว้ ซึ่งรวบรวมได้จากการสัมภาษณ์คนเดินทางในแต่ละพื้นที่ถึงจุดเริ่มต้น จุดปลายทาง และวัตถุประสงค์ของการเดินทาง

- ตำรวจปริมาณจราจรที่เคลื่อนตัวบนเส้นทางสายหลักภายในมหาวิทยาลัย ซึ่งประกอบด้วย 5 เส้นทาง โดยตำรวจนับแยกตามรูปแบบการเดินทาง คือ รถยนต์ส่วนตัว จักรยาน และเดินเท้า การสำรวจข้อมูลใช้เวลาดำเนินการ 2 วัน คือ วันอังคาร และวันพุธ บนพื้นฐานของเหตุผลที่ว่าตารางเวลาเรียนในวันจันทร์-พุธ-ศุกร์ จะมีรูปแบบที่คล้ายกัน และในวันอังคาร-พฤหัสบดี ตารางเรียนที่เหมือนกัน โดยการนับปริมาณการเดินทางจะบันทึกค่าทุกๆ 5 นาที
- ตำรวจปริมาณการเดินทางที่อาจรบกวนกันบริเวณทางแยกระหว่างรูปแบบการเดินทางต่างประเภทกัน คือ ระหว่างรถยนต์กับจักรยาน และ ระหว่างเดินเท้ากับจักรยาน และได้แสดงข้อมูลแยกตามทิศทางการเคลื่อนตัว (Turning Movement) และตามรูปแบบของการเดินทาง

การศึกษาการเดินเท้าภายใน Montana State University (Ballas, 1967) ได้สำรวจข้อมูลด้วยการสัมภาษณ์นักศึกษา 418 คน จากนักศึกษาทั้งหมด 7,600 คน โดยสอบถามถึง จุดเริ่มต้น-จุดปลายทางของการเดิน วัตถุประสงค์ เวลาในการเดินทาง เพื่อนำข้อมูลนี้ไปพัฒนาแบบจำลองและใช้วิเคราะห์การเดินภายในลำดับต่อไป

- ในการศึกษาที่ต้องการวิเคราะห์ความต้องการใช้บริการระบบขนส่งสาธารณะภายในมหาวิทยาลัย จำเป็นต้องรวบรวมข้อมูลสำคัญ ซึ่งมักประกอบด้วย 1) จำนวนประชากรที่กระจายอยู่ในแต่ละพื้นที่ภายในมหาวิทยาลัย รวมถึงจำนวนบุคคลภายนอกที่มีความต้องการใช้บริการระบบขนส่งมวลชน เพื่อเดินทางเข้ามาติดต่อกับทางมหาวิทยาลัย 2) ตารางเวลาการเรียนการสอนของมหาวิทยาลัย เพื่อวิเคราะห์ถึงปริมาณการเดินทางที่เกิดขึ้นที่ไม่เท่ากันในช่วงเวลาเร่งด่วน คือ เวลาเปิดเรียนคาบเรียน และช่วงเวลารปกติ คือ เวลาเรียน และ 3) ความต้องการเดินทางและความพึงพอใจที่มีต่อระดับบริการของระบบ โดยสำรวจจากผู้ที่ต้องการเดินทางใช้บริการ คือ นักศึกษา และอาจารย์ บุคลากรของมหาวิทยาลัย รวมทั้งบุคคลภายนอกด้วย เพื่อสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับระยะเวลาที่สามารถยอมรับได้ในการเดินทาง และความสะดวกสบายที่ต้องการได้รับ

การศึกษาปรับปรุงระบบขนส่งมวลชน CUMTD ของ University of Illinois (Moriarty et al., 1991) ทำการสำรวจข้อมูลอันประกอบด้วย 1) ปริมาณนักศึกษา และบุคลากรของคณะต่างๆทั้งหมดภายในมหาวิทยาลัย และแบ่งแยกนักศึกษาออกเป็น นักศึกษาที่อาศัยอยู่ในหอพักของมหาวิทยาลัย และนักศึกษาที่เดินทางไป-กลับ 2) ปริมาณผู้โดยสารเฉลี่ยในแต่ละวันของสัปดาห์ 3) วัตถุประสงค์ในการเดินทางด้วยระบบ CUMTD 4) ปริมาณประชากรของมหาวิทยาลัยที่คาดว่าจะเพิ่มขึ้น ทั้งนักศึกษา อาจารย์และพนักงานในแต่ละคณะ และ 5) การสร้างอาคารสถานที่ใหม่ตามแผนพัฒนาของมหาวิทยาลัย ซึ่งสามารถรวบรวมได้จากหน่วยงานวางแผนของมหาวิทยาลัย

- ข้อมูลความต้องการใช้ที่จอดรถของมหาวิทยาลัย ทั้งนี้เพราะว่าปัญหาการจอดรถเป็นปัญหาใหญ่ที่ทุกมหาวิทยาลัยต้องเผชิญ ข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณความต้องการจอดรถภายในมหาวิทยาลัยมักประกอบด้วย (Salter et al., 1983 ; Ewards et al., 1992) 1) ปริมาณความต้องการจอดรถทั้งหมดภายในมหาวิทยาลัย ทั้งในส่วนที่มาจากประชากรภายในมหาวิทยาลัย และบุคคลภายนอกที่เข้ามาติดต่อ 2) ปริมาณความต้องการจอดรถแบ่งตามพื้นที่ 3) ปริมาณความต้องการจอดรถในแต่ละช่วงเวลาของวัน อาจทำการเดินสำรวจข้อมูลในพื้นที่ศึกษา 4) ปริมาณความต้องการจอดรถในแต่ละวัน รวมถึงวันที่มีกิจกรรมพิเศษ 5) วัตถุประสงค์ของการจอดรถ และ 6) ระยะเวลาในการจอดรถ โดยอาจแบ่งข้อมูลที่สำรวจตามประเภทของผู้ใช้ คือ นักศึกษาที่อาศัยอยู่ในหอพักของมหาวิทยาลัย นักศึกษาที่เดินทางไป-กลับ อาจารย์ และพนักงานของมหาวิทยาลัย

การสำรวจข้อมูลจะดำเนินการด้วยการเดินสำรวจที่จอดรถในพื้นที่ศึกษา การสัมภาษณ์หรือการสอบถามข้อมูลจากหน่วยงานที่รับผิดชอบดูแลการจอดรถภายในมหาวิทยาลัย

Ewards et al. (1992) ได้เสนอแนะว่า แบบสอบถามปริมาณการจอดรถควรมีรายละเอียดดังนี้

- จุดที่จอดรถ
- ระยะเวลาในการจอดรถ
- ทางเลือกอื่นในการจอดรถ

- จุดปลายทางหลังจากนำรถมาจอดแล้ว

การศึกษาปัญหาการจอดรถโดย (Salter et al.,1983) เป็นการศึกษาถึงปริมาณความต้องการจอดรถ โดยแบ่งตามประเภทของผู้ใช้บริการ คือ นักศึกษาที่พักอาศัยที่หอพักมหาวิทยาลัย นักศึกษาที่เดินทางไป-กลับ อาจารย์และพนักงานของคณะ ข้อมูลส่วนนี้จะนำไปพิจารณาในการเลือกแนวทวงมาวางแผนในระยะยาว เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการให้บริการให้เหมาะสมกับจำนวนความต้องการจอดรถ

2.2.4 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการเสนอทางเลือก

ข้อมูลทั้งหลายที่ได้ทำการเก็บสำรวจมาทั้งในส่วนความต้องการใช้บริการและความสามารถในการให้บริการ ก็จะนำมาวิเคราะห์รวมกันเพื่อเปรียบเทียบความต้องการใช้บริการกับความสามารถให้บริการเพื่อประเมินสภาพที่เกิดขึ้นในปัจจุบันและทำนายปริมาณการเดินทางในอนาคต แล้วทำการนำเสนอแนวทางในการรองรับความต้องการเดินทาง และจัดทำเป็นแผนระบบการจราจรและขนส่งโดยภาพรวมต่อไป

การทบทวนผลงานที่ผ่านมาในอดีต ไม่พบรายละเอียดของวิธีการที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับจัดทำแผนระบบการจราจรโดยภาพรวม แต่อย่างไรก็ดี พบว่าอาจสามารถนำวิธีการวิเคราะห์ภาพรวมในระดับเมืองมาประยุกต์ใช้ได้ ซึ่งการวิเคราะห์ระบบการจราจรและเดินทางในระดับเมืองสามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ขั้นตอนดังนี้

- การวิเคราะห์การเกิดการเดินทาง (Trip Generation)
- การวิเคราะห์การกระจายการเดินทาง (Trip Distribution)
- การวิเคราะห์การเลือกรูปแบบการเดินทาง (Modal Split)
- การวิเคราะห์การเลือกเส้นทางในการเดินทาง (Trip Assignment)

2.2.4.1 การวิเคราะห์การเกิดการเดินทาง (Trip Generation)

เป็นการวิเคราะห์แบบจำลองการเดินทางซึ่งแบ่งย่อยเป็น 2 รูปแบบ คือ การวิเคราะห์การเกิดการเดินทาง (Trip Production) และการวิเคราะห์การดึงดูดการเดินทาง (Trip Attraction) ของแต่ละพื้นที่ในเขตการศึกษา การวิเคราะห์รูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่ทำให้เกิดการเดินทางกับปริมาณการเดินทางที่เกิดขึ้น ตามหลักสมการถดถอย (Regression) ในรูปแบบของสมการที่ 2.6

$$Y = a_1X_1 + a_2X_2 + a_3X_3 + C \quad (2.6)$$

ตัวแปร X_1 , X_2 , X_3 ที่ปรากฏในสมการนั้น คือ ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดการเดินทาง ของพื้นที่ภายในมหาวิทยาลัย ประกอบด้วย ปริมาณนักศึกษาในพื้นที่ จำนวนอาจารย์ พนักงานที่ทำงานในพื้นที่ ตารางเวลาเรียน และวัตถุประสงค์การเดินทาง ส่วนปัจจัยที่มีผลต่อการดึงดูดการเดินทางของพื้นที่ภายในมหาวิทยาลัย ประกอบด้วย จำนวนอาคารเรียนที่อยู่ในพื้นที่ จำนวนห้องเรียน วิชาที่เปิดทำการสอน และจำนวนพนักงานในพื้นที่นั้นๆ

การวิเคราะห์การเกิดการเดินทางของ Montana State University (Ballas, 1967) เป็นตัวอย่างของการวิเคราะห์การเกิดการเดินทาง (Trip Generation) ในมหาวิทยาลัย ดังแสดงในสมการที่ 2.1 และ 2.2 ที่ได้นำเสนอมาแล้ว

2.2.4.2 การวิเคราะห์การกระจายการเดินทาง (Trip Distribution)

เป็นการวิเคราะห์ปริมาณการเดินทางระหว่างพื้นที่ที่แบ่งไว้ในเขตพื้นที่ศึกษา วิธีที่นิยมใช้กันทั่วไป คือ แบบจำลองโน้มถ่วงการเดินทาง (Gravity model) ซึ่งมีหลักที่สำคัญ คือ การเดินทางที่เกิดขึ้นระหว่างพื้นที่จะขึ้นอยู่กับ (1) ระยะเวลาในการเดินทางระหว่างพื้นที่ และ (2) ปริมาณการเกิดการเดินทางและการดึงดูดการเดินทางของพื้นที่นั้นๆ ที่ได้จากการวิเคราะห์การเกิดการเดินทาง (Trip Generation) ดังมีสมการทั่วไปแสดงในสมการที่ 2.7 ดังนี้

$$T_{ij} = \frac{P_i \cdot A_j \cdot F_{ij} \cdot K_{ij}}{\sum [A_j \cdot F_{ij} \cdot K_{ij}]} \quad (2.7)$$

โดย

- T_{ij} = จำนวนการเดินทางจากพื้นที่ย่อย i ไปยังพื้นที่ j
- P_i = จำนวนการเดินทางทั้งหมดของพื้นที่ย่อย i
- A_j = จำนวนการดึงดูดเดินทางทั้งหมดของพื้นที่ย่อย j
- F_{ij} = ระยะเวลา หรือค่าของเวลาสัมพัทธ์ ในการเดินทางระหว่าง i กับ j
- K_{ij} = ค่าเฉพาะปรับสัดส่วนการเดินทางระหว่าง i กับ j

สมการที่ 2.3 และ 2.4 ที่ได้นำเสนอมาแล้วเป็นตัวอย่างแบบจำลองที่ใช้ในการวิเคราะห์การกระจายการเดินทาง (Trip Distribution) ของ Montana State University (Ballas, 1967)

2.2.4.3 การวิเคราะห์การเลือกรูปแบบการเดินทาง (Modal Split)

เป็นการวิเคราะห์การเลือกรูปแบบการเดินทางของผู้เดินทาง โดยหาเป็นความสัมพันธ์ระหว่างค่าความพึงพอใจกับตัวแปรที่มีผลต่อการเลือกรูปแบบการเดินทาง ซึ่งเรียกความสัมพันธ์นี้ว่า สมการอรรถประโยชน์ (Utility function) มีรูปแบบแสดงในสมการ 2.8

$$V_i = C + a_1 X_1 + a_2 X_2 + a_3 X_3 \quad (2.8)$$

โดย

- V_i = ค่าความพึงพอใจที่ได้รับจากการเลือกรูปแบบการเดินทาง i
- X_1, X_2, X_3 = ตัวแปรที่เป็นปัจจัยในการเลือกรูปแบบการเดินทาง i เช่น เวลาในการเดินทาง ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง อายุ รายได้ เป็นต้น
- C, a_1, a_2, a_3 = ค่าคงที่

การวิเคราะห์ปริมาณการเลือกรูปแบบการเดินทางมักใช้แบบจำลองประเภท Logit model ซึ่งมีรูปแบบโดยทั่วไปคือ

$$P_n(i) = \frac{e^{v(i)}}{\sum_j e^{v(j)}} \quad (2.9)$$

โดย $P_n(i)$ คือ ความน่าจะเป็นในการเลือกใช้รถโดยสารของคนที่ n

2.2.4.4 การวิเคราะห์การเลือกเส้นทางในการเดินทาง (Trip Assignment)

เป็นการวิเคราะห์การตัดสินใจเลือกเส้นทางเดินทาง ซึ่งโดยทั่วไปจะกำหนดว่า ผู้เดินทางจะเลือกเส้นทางที่สามารถเดินทางได้รวดเร็วและสะดวกที่สุด ตัวแปรที่ใช้สะท้อนถึงความรวดเร็วและสะดวกสบายในการเดินทางบนเส้นทางนั้น คือ เวลาที่ใช้ในการเดินทาง ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง และระยะทางในการเดินทาง

หลังจากทำการวิเคราะห์ครบทั้ง 4 ขั้นตอนแล้ว จะนำแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นเป็นตัวแทนพฤติกรรมกรรมการเดินทางภายในมหาวิทยาลัย และทำนายสภาพการเดินทางที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในอนาคตและนำเสนอแนวทางพัฒนาระบบการจราจรเพื่อรองรับปริมาณความต้องการที่จะเกิดขึ้นในอนาคต

2.2.5 การประเมินและคัดเลือกแนวทางระบบการจราจร

การประเมินผลกระทบของทางเลือกจะทำการวิเคราะห์ทางเลือกในอนาคตระบบจราจรที่นำเสนอในขั้นตอนที่ผ่านมา โดยการประเมินผลจะวิเคราะห์ข้อดีและข้อเสียของแต่ละทางเลือกที่เสนอมานำมาเปรียบเทียบกัน วัตถุประสงค์ของการประเมินเพื่อเลือกทางเลือกที่ดีและเหมาะสมที่สุด การทบทวนผลงานในอดีตพบว่าวิธีการประเมินผลทางเลือกที่ได้รับความนิยมใช้กันมากที่สุด คือ การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ โดยทำการวิเคราะห์ข้อดีและข้อเสียในแต่ละทางเลือกด้วยการพิจารณาถึงทรัพยากรที่ประหยัดได้ และทรัพยากรที่ต้องสูญเสียไป และคำนวณออกมาเป็นค่าของเงิน การประเมินผลอีกวิธีที่นิยมใช้กัน คือ การประเมินทางด้านวิศวกรรมขนส่ง ซึ่งวิเคราะห์สภาพการเดินทางที่น่าจะเกิดขึ้นหลังการดำเนินแผนการเหล่านี้ โดยทั่วไป จะพิจารณาสภาพการเดินทางจาก ความเร็วที่เดินทางได้ ความล่าช้าที่เกิดขึ้น และระดับการให้บริการ

- การประเมินผลทางเศรษฐศาสตร์จะต้องคำนึงถึงทรัพยากรที่ประหยัดได้ในแต่ละทางเลือก ซึ่งประมาณออกมาเป็นต้นทุน โดยหลักการวิเคราะห์มีดังต่อไปนี้
 - ผลประโยชน์ที่ได้รับจากการประหยัดเวลาในการเดินทาง ซึ่งมูลค่าของเวลาที่จะนำมาคำนวณผลประโยชน์นี้จะขึ้นอยู่กับ ลักษณะของผู้เดินทาง อาชีพ รายได้ และวัตถุประสงค์การเดินทาง
 - ผลประโยชน์ที่ได้จากการลดลงของการเกิดอุบัติเหตุ เช่น มูลค่าของทรัพย์สินที่สูญเสีย เวลาที่เสียไปในขณะเกิดอุบัติเหตุ ซึ่งมูลค่าเหล่านี้ยังเป็นส่วนที่มีการประมาณค่าที่ยังไม่แน่นอน
 - ผลประโยชน์ที่ได้จากการประหยัดค่าใช้จ่ายในการใช้ยานพาหนะเดินทาง (VOC) เช่น ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง ค่าสึกหรอของรถยนต์ เป็นต้น

ผลประโยชน์ที่คำนวณได้จะนำมาเปรียบเทียบกับค่าใช้จ่ายทางเศรษฐกิจ แสดงออกเป็นตัวชี้วัดทางเศรษฐศาสตร์ ได้ดังนี้

- การคำนวณมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value) ซึ่งแปลงมูลค่าที่เกิดขึ้นในอนาคต ทั้งในส่วนผลประโยชน์และต้นทุน เป็นมูลค่าในปัจจุบัน ดังแสดงในสมการที่ 2.10

$$NPV = PV(\text{ผลประโยชน์}) - PV(\text{เงินลงทุน}) \quad (2.10)$$

ถ้าค่าที่ได้จากสมการ มีค่ามากกว่า 0 นั้นแสดงว่าทางเลือกนั้นคุ้มค่าในการลงทุน

- การคำนวณอัตราส่วนระหว่างผลประโยชน์กับต้นทุน (B/C) ซึ่งถ้ามีค่าที่มากกว่า 1 แสดงว่าทางเลือกนั้นคุ้มค่าในการลงทุน ค่าผลตอบแทนและต้นทุนที่นำมาคำนวณนี้จะต้องทำการแปลงให้เป็นมูลค่าในปัจจุบันเสียก่อน

$$B/C = PV(\text{ผลประโยชน์}) / PV(\text{เงินลงทุน}) \quad (2.11)$$

- การคำนวณอัตราผลตอบแทนของทางเลือก (IRR) ซึ่งเป็นอัตราผลตอบแทนที่ทำให้ได้ผลประโยชน์กลับคืนมาเท่ากับต้นทุนที่ลงทุนไป

การศึกษาของ ITE (1974) ที่มีนโยบายไม่อนุญาตให้นารถยนต์วิ่งเข้าภายในมหาวิทยาลัยได้วางแผนการจอดรถโดยจัดทำไว้บริเวณรอบนอกมหาวิทยาลัย และการจัดระบบระบบขนส่งสาธารณะเข้าออกมหาวิทยาลัย วิธีการประเมินแผนงานก็ใช้วิธีการประเมินทางเศรษฐศาสตร์โดยประเมินออกมาเป็นราคาของที่ดินที่ใช้ในการก่อสร้างระบบ ค่าดำเนินการก่อสร้างอาคารหรือเส้นทางเดินทางตามที่กำหนดในแผนงาน และผลประโยชน์ที่ได้จากโครงการ คือ ทรัพยากรที่ประหยัดได้ เช่น ระยะเวลาเดินทางที่ประหยัดได้ เชื้อเพลิงที่ใช้ในการเดินทางที่ประหยัดได้ เป็นต้น

การศึกษาของ Guyton (1983) เป็นการประเมินผลทางเลือกด้านการจอดรถได้ใช้วิธีการประเมินผลทางการเงินซึ่งเปรียบเทียบเฉพาะในด้านต้นทุนเท่านั้น ไม่พิจารณาในส่วนผลประโยชน์ที่เกิดจากทรัพยากรที่ประหยัดได้ การคำนวณค่าใช้จ่ายในการลงทุนในแต่ละทางเลือก ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ ค่าที่ดินที่ใช้ก่อสร้าง เช่น ค่าที่จอดรถ เป็นต้น ดังแสดงอยู่ในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 การเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายระหว่างลานจอดรถและอาคารจอดรถจากการศึกษาของ TRR 931,1983(Guyton , 1983)

Comparison of costs for remote surface lot and five-level parking garage.

Item	Remote Surface Lot	Five-Level Garage
Land cost (\$/ft ²)	3	24
Site and construction cost (\$/space)	1,820	6,496
Level of debt payment ^a (\$/space)	260	928
Parking maintenance and operations (\$/space)	150	225
Annual cost (\$/space)	410	1,153
Daily cost, parking ^b (\$/car)	1.61	4.52
Daily cost, transit service	1.26	
Total daily cost (\$/car)	2.87	4.52

^aThirty years at 14 percent

^bAnnual cost = 25%

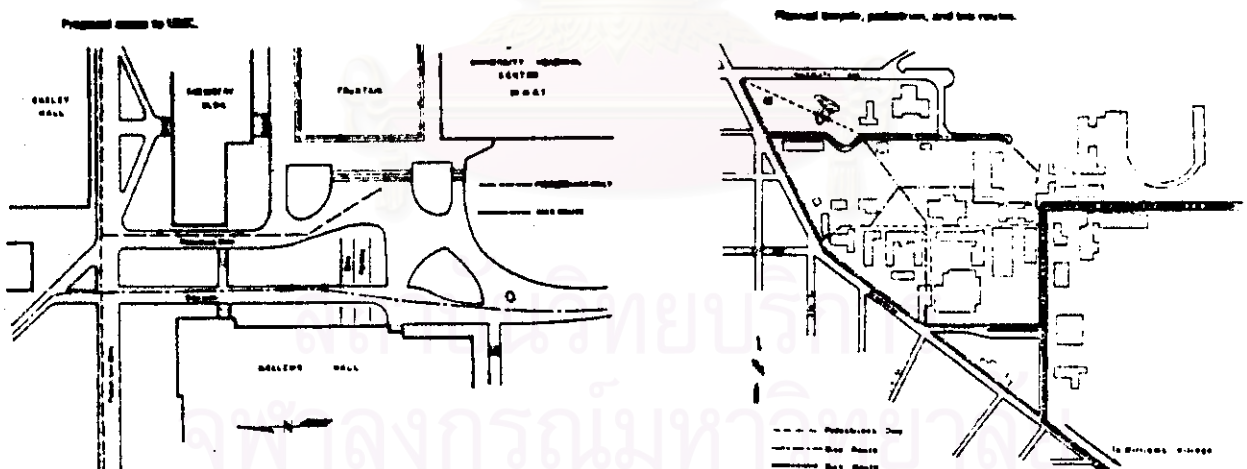
การประเมินผลกระทบทางวิศวกรรมขนส่งโดยทั่วไปนิยมใช้ตัวแปร คือ ความเร็วในการเดินทาง ความล่าช้าที่เกิดขึ้น ระดับการให้บริการ ซึ่งค่าเหล่านี้สามารถวิเคราะห์ได้จากแบบจำลองประเภท

ต่างๆ เช่น Queuing model ที่เป็นแบบจำลองวิเคราะห์การเกิดความล่าช้า เป็นต้น หรืออาจมีการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์จำลองสภาพการเดินททาง เช่น TRANPLAN ซึ่งเป็นโปรแกรมวิเคราะห์การเดินททางในระดับเมือง เป็นต้น

2.2.6 การจัดทำแผนนำแนวทางที่คัดเลือกไปปฏิบัติ

การจัดทำแผนเพื่อนำแนวทางที่คัดเลือกไปสู่การปฏิบัติ จะแสดงรายละเอียดและขั้นตอนในการดำเนินการตามแนวทางพัฒนาที่ได้คัดเลือกไว้ เช่น ลักษณะการให้บริการของระบบการจราจร และค่าใช้จ่ายต่างๆ ในการดำเนินการ เป็นต้น มีตัวอย่างดังนี้

การศึกษาการจราจรของ University of Colorado (Haines et al., 1974) แสดงรายละเอียด ขั้นตอนต่างๆ ของแผนงาน ในรูปแบบของแผนที่และค่าใช้จ่ายในการดำเนินแผนการ ดังแสดงในรูปที่ 2.3 และตารางที่ 2.4



รูปที่ 2.3 แผนที่แสดงการวางเส้นทางตามแผนงานของ University of Colorado (Haines et al., 1974)

ตารางที่ 2.4 การแสดงรายละเอียดค่าใช้จ่ายต่างๆ สำหรับการดำเนินงานตามแผนของ University of Colorado (Haines et al., 1974)

<u>Item</u>	<u>Amount (dollars)</u>
Signs	
16—bicycle route, with symbol	68.80
6—no bicycles, with symbol	28.80
2—stop	8.60
1—yield	4.30
21—24-in. by 18-in. sign blanks, octagon and triangle	48.93
3—24-in. by 24-in. sign blanks, octagon and triangle	9.00
24—11-ft channel posts, 3 lb	100.12
Asphalt, 285 yd by 3 yd	5,130.00
Curb cuts, 6—8 ft wide	384.00
Paint striping, 15,000 ft	600.00
Arrow and bicycle symbols	100.00
Labor, 30 hours	112.50
Miscellaneous hardware	25.00
Total	6,625.05

การศึกษาระบบขนส่งสาธารณะ CUMTD ของ University of Illinois (Moriarty et al., 1991) ได้สรุปขั้นตอนการปรับปรุงระบบใหม่ ด้วยการแสดงตารางเวลาในการให้บริการของรถโดยสารในแต่ละช่วงเวลาของวันนั้นและแต่ละวันของสัปดาห์ การแสดงเส้นทางที่ให้บริการเดินรถโดยสาร ดังแสดงรายละเอียดเส้นทางเป็นแผนที่ไว้ในรูปที่ 2.4

การศึกษาการจอดรถของมหาวิทยาลัยโดย Salter et al. (1983) ได้นำเสนอรายละเอียด ค่าธรรมเนียมที่ผู้ใช้บริการต้องจ่ายเป็นค่าจอดรถ ซึ่งจะนำไปใช้เป็นค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาระบบด้วย โดยมีการแบ่งแยกค่าธรรมเนียมตามลักษณะของผู้ใช้บริการ คือ อาจารย์พนักงานของมหาวิทยาลัย นักศึกษาที่พักอาศัยที่หอพักภายในมหาวิทยาลัย และนักศึกษาที่เดินทางไป-กลับมหาวิทยาลัย

2.2.7 การปรับปรุงแผนงานหลังดำเนินการ

หลังจากการนำแผนแม่บทไปปฏิบัติแล้ว ก็ควรมีการประเมินประสิทธิภาพของการให้บริการและสภาพที่เกิดขึ้น เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงแผนแม่บทที่ดำเนินการอยู่ ปริมาณความต้องการใช้บริการของระบบที่ทำนายได้จากการศึกษาในช่วงต้นกับปริมาณความต้องการใช้บริการที่เกิดขึ้นจริง หลังจากการดำเนินแผนงาน อาจมีความคลาดเคลื่อน ดังนั้นจึงอาจทำให้แผนงานที่ดำเนินการอยู่ให้

บริการได้ไม่เต็มประสิทธิภาพตามที่ต้องการ จึงมีความจำเป็นที่จะต้องมีการพิจารณาปรับปรุงแผนงาน หลังการดำเนินการ โดยการปรับปรุงแผนการก็จะต้องสอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้บริการด้วย ดังนั้นอาจมีการย้อนกลับไปในขั้นตอนแรกของวางแผนแม่บท

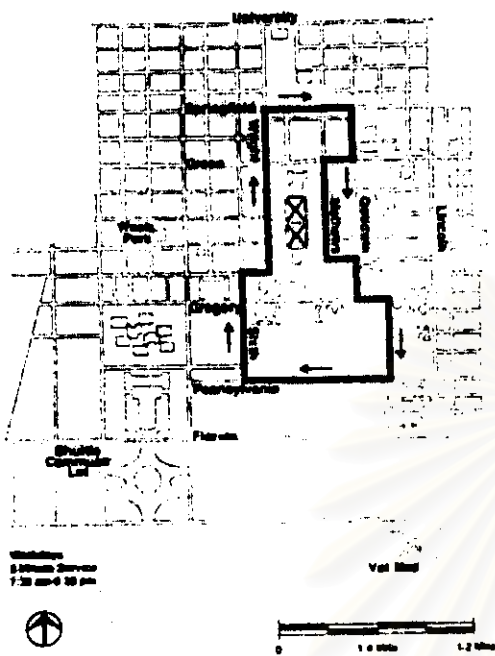
แผนงานที่ได้จัดทำไว้เป็นแผนแม่บทควรที่จะสามารถเปลี่ยนแปลงและยืดหยุ่นตามปริมาณ ความต้องการใช้บริการและสภาพที่จะเกิดขึ้น เช่น อาจมีการปรับเปลี่ยนจำนวนรถที่ให้บริการที่ วิเคราะห์ได้ข้างต้น เพื่อความเหมาะสมกับปริมาณความต้องการใช้บริการที่เกิดขึ้นในขณะนั้น บ้างวัน ที่มีกิจกรรมพิเศษเกิดขึ้นภายใน อาจส่งผลให้ปริมาณความต้องการใช้บริการเปลี่ยนแปลงจึงต้องมีการ ปรับเปลี่ยนให้เหมาะสม เป็นต้น

2.3 การทบทวนแนวทางการพัฒนาระบบการจราจรภายในมหาวิทยาลัย

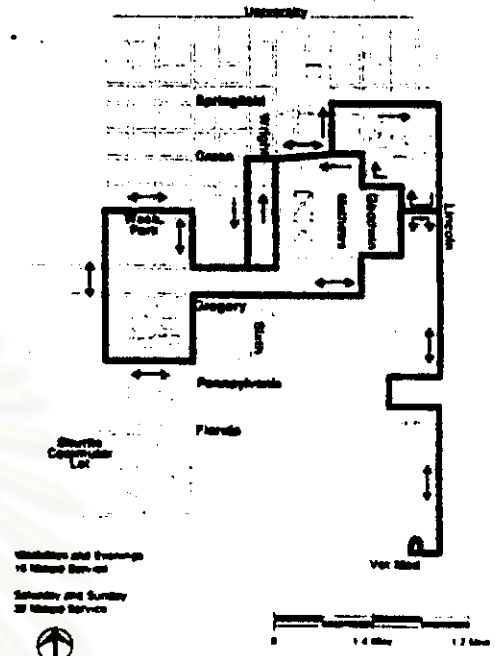
วัตถุประสงค์ของการทบทวนแนวทางการพัฒนาระบบการจราจรภายในมหาวิทยาลัยในอดีต คือ เพื่อที่ศึกษารูปแบบแนวทางที่ได้มีการนำสนอในมหาวิทยาลัยต่างๆ อันเป็นข้อมูลที่จะจุดประกาย ความคิดในการกำหนดรูปแบบแนวทางที่เหมาะสมสำหรับการพัฒนาระบบการจราจรในจุฬามหาวิทยาลัย

การศึกษาปัญหาการจราจรภายใน University of Colorado (Haines et al. , 1974) ได้เสนอแนวทางหลักในการยกระดับประสิทธิภาพของระบบจราจร ดังนี้

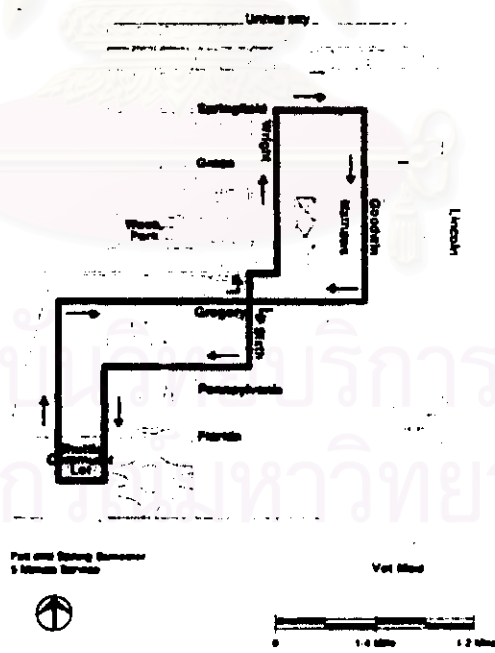
- การปรับปรุงการเดินรถบนทางแยกหลักภายในมหาวิทยาลัย การจัดเส้นทางเดินรถจักรยานแยกออกเป็นช่องทางเฉพาะแยกจากถนนที่รถชนตีวง การจัดทำทางเดินเท้าแบ่งแยกจากการเดินทางประเภทอื่นและการจัดช่องเดินรถสาธารณะโดยเฉพาะ ทั้งหมดนี้เพื่อลดการรบกวนระหว่างประเภทการเดินทาง ซึ่งจะส่งผลต่อประสิทธิภาพและความปลอดภัยในการสัญจร
- การออกแบบช่องทางเดินรถจักรยานทางด้านทิศตะวันออกและตะวันตกของมหาวิทยาลัย และควบคุมปริมาณรถจักรยานที่จะเข้า-ออกทั้ง 2 ทิศทางนี้
- การจัดสร้างช่องทางเดินรถจักรยานขนานไปกับถนนหลักภายใน



#21 Quad Route.



#22 Mile Route.



#23 Shuttle Route.

รูปที่ 2.4 แผนที่แสดงเส้นทางเดินรถโดยสารภายใน University of Illinois (Moriarty et al., 1991)

- การจัดเส้นทางเดินเท้าผ่านกลางมหาวิทยาลัย โดยไม่มีการเดินทางประเภทอื่นมารบกวน จะสามารถเพิ่มความคล่องตัวและความปลอดภัยต่อผู้เดินเท้า
- การควบคุมปริมาณรถยนต์ที่จะเข้าออก และการจอดรถยนต์ภายในมหาวิทยาลัย แต่มีได้นำเสนอรายละเอียดไว้ชัดเจนนัก

การศึกษาการเดินทางของนักศึกษาและบุคลากรของมหาวิทยาลัย UCLA (Ewards et al., 1992) ซึ่งใช้รูปแบบการเดินทางในการสัญจรเข้า-ออกมหาวิทยาลัย คือ รถยนต์ รถประจำทาง และรถจักรยาน ได้นำเสนอให้ส่งเสริมการใช้รถร่วมกัน (Ridesharing) อันจะก่อให้เกิดผลดีต่อสังคมมหาวิทยาลัย คือ ลดปริมาณรถยนต์ที่เดินทางเข้า-ออกและที่วิ่งอยู่ภายในมหาวิทยาลัย ลดปัญหาการจอดรถภายในมหาวิทยาลัย ช่วยประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิง และลดมลพิษทางอากาศโดย 1) จัดทำโครงข่ายการเดินทาง ridesharing ภายในมหาวิทยาลัย 2) ประชาสัมพันธ์ให้คนหันมาเดินทางด้วยรูปแบบนี้ และ 3) ดำเนินมาตรการสนับสนุนให้คนหันมาใช้รถร่วมกัน ด้วยการลดค่าที่จอดและเบี้ยประกันสำหรับรถที่ใช้ร่วมกัน

การศึกษาการจราจรภายในมหาวิทยาลัยทั่วไป ของ Salter et al. (1983) ซึ่งพิจารณาการพัฒนาจอดรถยนต์ภายในมหาวิทยาลัยและระบบขนส่งสาธารณะ ได้พิจารณาแนวทางการดำเนินการ ดังนี้

- การก่อสร้างที่จอดรถ โดยได้พิจารณาหลายรูปแบบที่นิยมใช้กัน คือ
 - อาคารที่ใช้ประโยชน์เพื่อการจอดรถอย่างเดียว อาทิเช่น อาคารที่จอดรถใน UCLA , University of Michigan , Ohio State University , University of Minnesota และ University of Iowa เป็นต้น
 - อาคารที่ใช้เป็นที่จอดรถและสำนักงานร่วมกัน เช่น อาคารที่จอดรถภายใน University of Wisconsin at Madison และ University of Pittsburgh
 - ลานจอดรถบนพื้นที่ดินที่ตั้งอยู่ห่างจากศูนย์กลางมหาวิทยาลัย ซึ่งจะเสียค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างต่ำกว่าการสร้างอาคารจอดรถ แต่ก็จำเป็นที่จะต้องจัดระบบขนส่งสาธารณะให้บริการรับส่งระหว่างลานจอดรถกับศูนย์กลางมหาวิทยาลัยด้วย เช่น การจัดลานจอดรถในวิชาเขต Milwaukee และ Madison ของ University of Wisconsin และ Indiana University in Bloomington

- การพัฒนาระบบขนส่งสาธารณะที่มีอยู่ให้ดีขึ้น โดยเพิ่มจำนวนเที่ยวให้บริการ การปรับปรุงคุณภาพรถโดยสารที่ให้บริการ
- การส่งเสริมการเดินทางในรูปแบบอื่นเพื่อเป็นทางเลือกแทนการใช้รถยนต์ส่วนตัว เช่น รถจักรยาน จักรยานยนต์ และการใช้รถร่วม เป็นต้น

ความพยายามลดปริมาณการเดินทางด้วยรถยนต์ส่วนตัวเข้า-ออก University of Queensland (Pretty, 1992) ได้พิจารณาถึงแนวทางและมาตรการที่สำคัญ ดังนี้

- การส่งเสริมการใช้รถร่วม ซึ่งจะสามารถช่วยลดปริมาณรถยนต์ส่วนตัวได้
- การจัดบริการเรือโดยสารรองรับการเดินทางเข้า-ออกมหาวิทยาลัย เนื่องจากที่ตั้งมหาวิทยาลัยติดกับแม่น้ำ โดยมีเรือให้บริการเดินทางเข้า-ออกตลอดวัน และมีการเพิ่มจำนวนเที่ยวให้บริการในช่วงเวลาเร่งด่วนด้วย
- การส่งเสริมการใช้รถจักรยานด้วยการจัดช่องทางเดินรถจักรยานโดยเฉพาะ เพื่อความปลอดภัยต่อผู้ใช้รถจักรยานในการเดินทางเข้า-ออกมหาวิทยาลัย
- การปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบขนส่งสาธารณะที่มีอยู่ เพื่อให้มีคนที่หันมาใช้บริการมากขึ้นและลดลงจำนวนรถยนต์ลง ด้วยการเพิ่มจำนวนเที่ยวให้บริการในช่วงเวลาเร่งด่วน และการปรับปรุงสภาพของรถโดยสาร

ปัญหาการจราจรที่มหาวิทยาลัยต่างๆประสบอยู่ และได้นำเสนอแนวทางแก้ไขปัญหาเหล่านั้น ซึ่งประกอบด้วย 1) การควบคุมปริมาณรถยนต์ที่จะเข้า-ออกมหาวิทยาลัย โดยอนุญาตให้เฉพาะรถยนต์ที่มีตราอนุญาตผ่าน และ 2) การจัดที่จอดรถยนต์ภายในโดยแบ่งตามประเภทของตราอนุญาต

ITE (1974) ซึ่งเป็นคู่มือในการวางแผนแม่บทพัฒนาระบบการจราจรภายในมหาวิทยาลัยในสหรัฐอเมริกา ได้แบ่งประเด็นของการดำเนินการออกเป็น 3 กลุ่ม คือ การเดินทางเข้า-ออกมหาวิทยาลัย การเดินทางภายในมหาวิทยาลัย และการจอดรถยนต์ภายในมหาวิทยาลัย มีรายละเอียดดังนี้

- การเดินทางเข้า-ออกมหาวิทยาลัย
 - อนุญาตให้นำรถยนต์ผ่านเข้า-ออกมหาวิทยาลัยเลย

- ควบคุมปริมาณ โดยการอนุญาตให้เฉพาะรถยนต์ที่ตราอนุญาตผ่านเข้า-ออกมหาวิทยาลัยเท่านั้น และจัดให้ที่จอดรถยนต์ตั้งอยู่บริเวณรอบนอกมหาวิทยาลัย
 - จัดระบบขนส่งสาธารณะให้บริการเดินทางเข้า-ออกมหาวิทยาลัย
 - ส่งเสริมการใช้รถจักรยาน ด้วยการจัดทำช่องเดินทางโดยเฉพาะ
- การเดินทางภายในมหาวิทยาลัย
 - ส่งเสริมการเดินทางโดยเท้า ด้วยการจัดโครงข่ายเส้นทางเดินเท้าภายในมหาวิทยาลัย เพื่อขจัดการรบกวนจากการเดินทางประเภทอื่น
 - จัดเส้นทางของรถยนต์ ไม่ให้รบกวนการเดินทางประเภทอื่น รวมถึงติดตั้งสัญญาณไฟจราจรที่ทางแยกภายในมหาวิทยาลัย
 - ส่งเสริมการเดินทางโดยรถจักรยาน ด้วยการจัดทำช่องทางเดินรถจักรยานโดยเฉพาะ
 - จัดบริการระบบขนส่งสาธารณะ
 - การจอดรถยนต์ภายในมหาวิทยาลัย
 - จัดทำที่จอดรถยนต์ภายในศูนย์กลางของมหาวิทยาลัย ซึ่งจะมีความต้องการจอดรถยนต์สูงมาก แต่อาจมีข้อจำกัดหลายประการ เช่น พื้นที่ที่ต้องใช้ในการก่อสร้าง ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้าง เป็นต้น อีกทั้งจะส่งผลกระทบต่อสภาพการจราจรในศูนย์กลางของมหาวิทยาลัย เพราะเป็นพื้นที่ที่จะเกิดการกระจุกตัวของจราจร
 - จัดทำที่จอดรถออกไปจากบริเวณศูนย์กลางมหาวิทยาลัย ซึ่งจะใช้ค่าที่ดินน้อยกว่าในแนวทางแรก แต่อาจจะลดความสะดวกในการเดินทางเข้าสู่ศูนย์กลางมหาวิทยาลัย จึงต้องจัดระบบขนส่งสาธารณะให้บริการเสริมด้วย
 - จัดให้รถยนต์จอดริมถนนภายในมหาวิทยาลัย จะช่วยเพิ่มความสามารถในการให้บริการจอดรถยนต์ภายในมหาวิทยาลัยได้ แต่จะลดความจุของถนน และเกิดความไม่คล่องตัวในการสัญจรบนถนน
 - เลือกรูปแบบอาคารจอดรถและลานจอดรถบนที่ดินอย่างเหมาะสม ด้วยการพิจารณาถึงปริมาณความต้องการจอดและงบประมาณในการก่อสร้าง
 - ควบคุมการจอดรถยนต์ภายในมหาวิทยาลัย ด้วยการออกตราอนุญาตจอดรถ และหากมีการฝ่าฝืนก็จะมีปรับ หรือตักเตือน

การศึกษาของ Villes et al. (1997) ซึ่งพิจารณาการใช้ประโยชน์ที่ดินของจุฬาฯ ในพื้นที่ผล
ประโยชน์บริเวณฝั่งตะวันตกของถนนพญาไท ได้เสนอแนวทางการพัฒนาระบบจราจรไว้ดังนี้

- จัดเดินรถในบริเวณนี้ให้วนซ้ายมือ
- พัฒนาระบบเดินทางเชื่อมต่อกับระบบรถไฟลอยฟ้า (BTS) และรถไฟใต้ดินที่จะเกิดขึ้นใน
อนาคต แต่ไม่ได้กล่าวรายละเอียดของแนวทางในการเชื่อมต่อดังกล่าว
- จัดทำทางเดินเท้าขนานไปกับถนนหลัก

อนึ่ง การศึกษาของ Villes et al. (1997) นี้ได้กล่าวถึงการจัดระบบการเดินทางในอนาคตอย่าง
คร่าวๆ และแนวทางที่น่าเสนอขาดรายละเอียดและความชัดเจน

การศึกษาโครงการผังแม่บทจุฬาฯ ในปี 2530 ได้ให้ความสำคัญกับการเดินทางโดยเท้าเป็นหลัก
และการลดการใช้รถยนต์ส่วนตัวลง ด้วยการนำเสนอแนวทางการพัฒนา ดังนี้

- ระบบถนน
 - ปรับปรุงถนนเดิมที่มีอยู่ให้ดีขึ้น ปรับผิวจราจรใหม่ และสร้างถนนใหม่ในเขตพื้นที่ที่
จะมีการขยายออกไปในอนาคต ซึ่งหมายถึงบริเวณพื้นที่โรงเรียนเตรียมอุดมและอุเทน
ถวาย
 - ทำการปิดกั้นเส้นทางบางเส้นทางภายในมหาวิทยาลัยไม่ให้รถยนต์วิ่งผ่าน เพื่อสำรอง
ไว้สำหรับการเดินเท้า
- การจอดรถยนต์ภายในมหาวิทยาลัย
 - ปรับปรุงและซ่อมแซมที่จอดรถภายในที่มีอยู่เดิม
 - สร้างที่จอดรถเพิ่มเติมให้สอดคล้องกับระบบถนนที่เป็นอยู่ รวมทั้งเตรียมพื้นที่ที่จะ
ขยายในอนาคต
 - ควบคุมรถยนต์ที่จะจอด โดยออกคราอนุญาตจอดรถสำหรับนิสิตและบุคลากรจุฬาฯ
และจัดการจอดในแต่ละพื้นที่แยกตามประเภทของใบอนุญาต

- การเดินทางโดยเท้าและรถจักรยาน
 - ปรับปรุงทางเท้าที่มีอยู่เดิมให้ดีขึ้น
 - สร้างทางเท้าเพิ่มเติมในพื้นที่ที่กำหนดให้เป็นโครงข่ายการเดินทางเท้า เช่น ภายในพื้นที่อาคารเรียนต่างๆ และเส้นทางที่เชื่อมต่อกับถนนหลักภายในมหาวิทยาลัย
 - จัดสร้างที่ร่มและปลูกต้นไม้ตามแนวทางเท้า เพื่อความร่มเย็นและสะดวกสบายในการเดินทาง
 - สร้างเส้นทางสำหรับรถจักรยาน (แต่ขาดรายละเอียดและความชัดเจนของแนวทาง)

- การเดินทางเชื่อมต่อระหว่างพื้นที่และเดินทางเข้า-ออกมหาวิทยาลัย
 - ปรับปรุงประตูเข้า-ออกที่มีอยู่เดิมให้ดีขึ้น
 - เพิ่มประตูออก โดยเสนอประตูด้านสระน้ำข้างคณะวิทยาศาสตร์ เพื่อระบายปริมาณรถยนต์ที่ต้องการเดินทางออกจากมหาวิทยาลัย
 - สร้างทางเชื่อมต่อระหว่างจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยฝั่งตะวันออกและฝั่งตะวันตกของถนนพญาไทเพิ่มเติมจากที่มีอยู่เดินเพียงเส้นทางเดียว คือบริเวณประตูใหญ่หน้าสระน้ำ
 - สร้างทางเชื่อมต่อระหว่างพื้นที่ที่จะขยายในอนาคต หมายถึง ระหว่างพื้นที่ฝั่งตะวันออกของถนนพญาไทกับพื้นที่ย่านสยามสแควร์
 - ควบคุมรถยนต์ที่จะผ่านเข้า-ออกจุฬาฯ โดยรถยนต์ของบุคคลภายนอกจะต้องออกที่ประตูเดียวกับที่ได้เข้ามาเท่านั้น

ผลการศึกษาทบทวนผลงานที่ผ่านมาในอดีตพบถึงแนวทาง “มาตรฐาน” ในการพัฒนาระบบการจราจรภายในมหาวิทยาลัย ซึ่งพอสรุปได้ดังนี้

ก. การใช้รถยนต์ส่วนตัว

- ควบคุมการใช้รถยนต์ โดยไม่อนุญาตให้รถยนต์ผ่านเข้า-ออกมหาวิทยาลัยเลย จัดที่จอดรถบริเวณรอบนอก และจัดระบบขนส่งสาธารณะให้บริการเดินทางเข้า-ออกมหาวิทยาลัย หรืออาจให้เดินเท้าเข้า-ออก
- อนุญาตให้รถยนต์ที่มีตราอนุญาตของมหาวิทยาลัยผ่านเข้า-ออกเท่านั้น

- จัดการเดินรถขนคนบนเส้นทางหลักภายในมหาวิทยาลัยใหม่ เช่น เดินรถทางเดียว การเข้า-ออกประตูเดียวกัน หรือจัดประตูออกหรือเข้าอย่างเดียว การไม่ให้รถขนตัววิ่งผ่านถนนบางเส้นเพื่อสำรองไว้สำหรับคนเดินเท้า
- ส่งเสริมการใช้รถร่วม เพื่อลดปริมาณรถขนตัวภายในมหาวิทยาลัย และประหยัดพลังงาน

ข. การเดินเท้า

- จัดทำทางเท้าที่ได้มาตรฐานและปลอดภัยต่อผู้เดินเท้า แบ่งแยกออกจากถนนหลัก ไม่ให้เกิดเส้นทางที่ตัดระหว่างกัน
- สร้างโครงข่ายการเดินเท้าที่เชื่อมโยงกันทั่วถึงทั้งมหาวิทยาลัย มีทางเท้าที่สามารถเดินทางเข้าถึงแต่ละพื้นที่ และเชื่อมต่อกับถนนหลักของมหาวิทยาลัยได้
- สร้างทางเท้าที่มีความสะดวกสบาย โดยสร้างร่วมกันแฉกและฝน หรือการปลูกต้นไม้เพื่อสร้างร่มเงาและความสดชื่น

ค. ระบบขนส่งสาธารณะ

- จัดบริการภายในมหาวิทยาลัย และรับส่งผู้โดยสาร ณ จุดเชื่อมต่อเข้า-ออกของมหาวิทยาลัย
- จัดเส้นทางที่ให้บริการเดินทางภายในให้สอดคล้องกับปริมาณความต้องการเดินทางในแต่ละพื้นที่และในแต่ละช่วงเวลาของวัน

ง. การใช้จักรยาน

- จัดช่องเดินรถจักรยานโดยเฉพาะ แยกออกจากถนนรถขนตัววิ่ง เพื่อความปลอดภัยของผู้ขี่จักรยาน
- วางแนวช่องทางรถจักรยานขนานไปกับแนวถนนหลัก หรือในบางเส้นทางไม่อนุญาตให้รถขนตัววิ่งตัดผ่าน เพื่อให้ความสำคัญกับการเดินทางโดยรถจักรยานมากที่สุด

จ. การจอดรถยนต์

- จัดสร้างที่จอดรถยนต์เพิ่มเติม
- กำหนดรูปแบบและตำแหน่งที่จอดรถอย่างเหมาะสม

- กำหนดมาตรการควบคุมการจอร์จนด์ภายในมหาวิทยาลัย โดยออกคราอนุญาตจอร์จนด์ย่นด์สำหรับนิติตและบุคลากรของมหาวิทยาลัยและมบ่งพื้นที่จอร์จนด์ประเภทของคราอนุญาต



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย