การศึกษาการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะ : กรณีศึกษาสถานีกลางกรุงเทพอภิวัฒน์

กฤชณัท กองหาโคตร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ปีการศึกษา 2567
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

การศึกษาการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะ : กรณีศึกษาสถานีกลางกรุงเทพอภิวัฒน์

กฤชณัท กองหาโคตร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตร
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ปีการศึกษา 2567
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ใบรับรองโครงร่างวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

เรื่อง การศึกษาการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะ : กรณีศึกษาสถานีกลางกรุงเทพอภิวัฒน์

โดย กฤชณัท กองหาโคตร

ได้รับอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์ จันทร์วิพัฒน์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทศพร อารีราษฎร์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุพรชัย อุทัยนฤมล)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.เทอดศักดิ์ รองวิริยะพานิช)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติชัย ธนทรัพย์สิน)

ชื่อ : กฤชณัท กองหาโคตร
ชื่อวิทยานิพนธ์ : การศึกษาการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะ : กรณีศึกษาสถานีกลางกรุงเทพอภิวัฒน์
สาขาวิชา : วิศวกรรมโยธา
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : รองศาสตราจารย์ ดร.สุพรชัย อุทัยนฤมล
ปีการศึกษา : 2567

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาระดับการเข้าถึงรถไฟฟ้าสายสีแดงที่สถานีกลางกรุงเทพอภิวัฒน์ ซึ่งสามารถใช้เป็นเครื่องมือชี้วัดประสิทธิภาพของระบบขนส่งสาธารณะ โดยการพิจารณาจาก 2 ปัจจัย คือ ปัจจัยด้านระยะเวลาและค่าใช้จ่าย ซึ่งวัตถุประสงค์ของการวิจัย คือ เพื่อศึกษาลักษณะเชิงพื้นที่และรูปแบบการกระจายตัวของระบบขนส่งสาธารณะ และเพื่อวิเคราะห์ระดับการเข้าถึงฯ ผ่านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ผลการศึกษาลักษณะเชิงพื้นที่และรูปแบบการกระจายตัว พบว่า พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นที่ดินประเภทพาณิชยกรรม ซึ่งโครงข่ายรถโดยสารประจำทางและรถจักรยานยนต์รับจ้าง จะมีลักษณะการกระจายแบบเป็นกลุ่มก้อน (Clustered Distribution) แต่ในทางกลับกันโครงข่ายรถไฟฟ้าชานเมืองสายสีแดง จะมีลักษณะการกระจายแบบกระจายตัว (Dispersed Distribution)

ผลการศึกษาระดับการเข้าถึงฯ พบว่า ในปัจจุบันมีค่าดัชนีการเข้าถึงฯ เฉลี่ยอยู่ที่ 1.76 (AI = 1.76) มีพื้นที่ครอบคลุมการบริการ เท่ากับ 3.44 ตารางกิโลเมตร (ร้อยละ 43.27) และในกรณีที่เกิดการพัฒนา พบว่า มีค่าดัชนีการเข้าถึงฯ เฉลี่ยอยู่ที่ 2.01 (AI = 2.01) มีพื้นที่ครอบคลุมการบริการ เท่ากับ 4.03 ตารางกิโลเมตร (ร้อยละ 50.69) ซึ่งส่งผลให้มีพื้นที่ครอบคลุมการบริการเพิ่มขึ้น 0.59 ตารางกิโลเมตร (เพิ่มขึ้นร้อยละ 17.15)

นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาถึงความเหลื่อมล้ำ พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์จีนีลดลง 0.09 (ลดลงร้อยละ 20.00) ซึ่งแสดงให้เห็นว่า เมื่อมีการพัฒนาจะส่งผลให้ความเหลื่อมล้ำในการเข้าถึงฯ ลดลงนั่นเอง

คำสำคัญ : ความสามารถในการเข้าถึง รูปแบบการกระจายตัว

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

Name : KRITCHANAT KHONGHAKOTE

Thesis Title : A Study of Public Transport Accessibility : A case study of Krung Thep Aphiwat Central Terminal Station

Major Field : Civil Engineering
King Mongkut's University of Technology North Bangkok
Thesis Advisor :Associate Professor SUPORNCHAI UTAINARUMOL, Ph.D.

Academic Year : 2024

ABSTRACT

This research aims to evaluate the accessibility level of the Red Line electric train at Krung Thep Apiwat Central Terminal Station, serving as a metric for assessing the efficiency of the public transportation system. The study focuses on two primary factors: time and cost aspects. The objectives are to analyze the spatial characteristics and distribution patterns of the public transportation network and to assess accessibility levels using Geographic Information Systems (GIS).

The spatial analysis and distribution pattern study indicate that the majority of the area comprises commercial land. The bus and motorcycle taxi networks exhibit a clustered distribution pattern, whereas the suburban Red Line electric train network demonstrates a dispersed distribution pattern.

The current Accessibility Index (AI) is 1.76, covering a service area of 3.44 square kilometers (43.27%). In a development scenario, the average AI increases to 2.01, extending the service area to 4.03 square kilometers (50.69%), resulting in an expansion of 0.59 square kilometers (17.15%).

Furthermore, an analysis of inequality reveals a reduction in the Gini coefficient by 0.09 (20%), indicating that development efforts contribute to a decrease in accessibility inequality.

Keywords: Accessibility, Distribution Pattern

_____ Advisor

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความอนุเคราะห์และความกรุณาเป็นอย่างสูง จากรองศาสตรจารย์ ดร.สุพรชัย อุทัยนฤมล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่แม้จะมีภาระงานมากมาย แต่ท่านก็สละเวลาและทุ่มเทเอาใจใส่ ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่าง ๆ รวมถึงให้ความช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ แก่ผู้วิจัยเป็นอย่างดีมาโดยตลอด จนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติชัย ธนทรัพย์สิน รองศาสตราจารย์ ดร.เทอดศักดิ์ รองวิริยะพานิช และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทศพร อารีราษฎร์ ที่กรุณาให้เกียรติเป็นกรรมการในการสอบวิทยานิพนธ์ ซึ่งได้กรุณาตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้ถูกต้องสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น รวมถึงเจ้าหน้าที่ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือทุกท่านที่ให้ความสะดวกด้านอำนวยการ และประสานงานในการจัดทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้

ขอขอบคุณ เพื่อน ๆ สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา แขนงวิชาวิศวกรรมการขนส่ง ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ที่ให้ความช่วยเหลือและคำแนะนำที่ดีมาโดยตลอด

ท้ายนี้ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา สำหรับความห่วงใยและกำลังใจจากครอบครัวอันเป็นที่รักยิ่ง ซึ่งเป็นผู้สนับสนุนในด้านการเงินแก่ผู้วิจัยและเป็นแรงใจสำคัญจนทำให้งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี และต้องขออภัยสำหรับผู้ที่ให้ความช่วยเหลือที่ไม่ได้กล่าวนามมา ณ ที่นี้ ประโยชน์อันใดที่เกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นผลมาจากความกรุณาของบุคคลดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงใคร่ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

กฤชณัท กองหาโคตร

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญ ..... ช
สารบัญตาราง ..... ฌ
สารบัญภาพ ..... ญ
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 3
1.3 ขอบเขตของการวิจัย 3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 5
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 6
2.1 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 6
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 27
2.3 สรุปผลการทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 31
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 33
3.1 ขั้นตอนการศึกษา 33
3.2 ขอบเขตพื้นที่ศึกษา 34
3.3 การสำรวจและเก็บรวบรวมข้อมูล 35
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล 36
3.5 สรุป 42
บทที่ 4 ผลการวิจัย 44
4.1 สภาพโดยรวมของพื้นที่และระบบขนส่งสาธารณะในปัจจุบัน 44
4.2 แผนการพัฒนาพื้นที่โดยรอบสถานีกลางกรุงเทพอภิวัฒน์ 72
4.3 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะ 76
4.4 ผลการวิเคราะห์ความเหลื่อมล้ำของการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะ 91
บทที่ 5 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ 94
5.1 สรุปผลการศึกษา 94

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

5.2 ข้อจำกัด 99
5.3 ข้อเสนอแนะ 100
บรรณานุกรม 102
ภาคผนวก ก ค่าดัชนีและระดับการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะ 106
ประวัติผู้เขียน 116

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2-1	สรุปหลักการศึกษาการเข้าถึงระบบขนส่งมวลชนก่อนหน้านี้	17
2-2	ค่าดัชนีการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะ (Public Transport Accessibility Levels : PTAL)	19
2-3	ค่าสมมติฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์ระดับการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะ	19
3-1	เขตระยะทางที่ยอมรับได้สำหรับรูปแบบการเดินทางไปสู่สถานีกลางกรุงเทพอภิวัฒน์	38
4-1	ลักษณะเชิงพื้นที่ด้านผังเมือง	46
4-2	ลักษณะเชิงพื้นที่ด้านการใช้ประโยชน์ที่ดิน	48
4-3	จำนวนประชากร	49
4-4	ความหนาแน่นของประชากร	49
4-5	การเปลี่ยนแปลงประชากร	50
4-6	รายละเอียดของถนนหลักภายในพื้นที่ศึกษา	53
4-7	รายละเอียดของทางเท้าภายในพื้นที่ศึกษา	54
4-8	เส้นทางให้บริการรถไฟฟ้าชานเมือง (สายสีแดง)	58
4-9	รายชื่อสถานีให้บริการรถไฟฟ้าชานเมือง (สายสีแดงเข้ม)	58
4-10	รายชื่อสถานีให้บริการรถไฟฟ้าชานเมือง (สายสีแดงอ่อน)	58
4-11	รายชื่อตำแหน่งจุดให้บริการรถโดยสารประจำทาง	62
4-12	อัตราค่าโดยสารรถธรรมดา	64
4-13	อัตราค่าโดยสารรถปรับอากาศ	64
4-14	จำนวนรถโดยสารขององค์การขนส่งมวลชนกรุงเทพ	65
4-15	ความสามารถในการรองรับผู้โดยสารของรถโดยสารประจำทาง	65
4-16	รายชื่อตำแหน่งจุดให้บริการรถจักรยานยนต์รับจ้าง	67
4-17	ความหนาแน่นของโครงข่ายสถานีขนส่งสาธารณะ	71
4-18	ความถี่ในการให้บริการของรถโดยสารประจำทาง	78
4-19	ความเร็วเฉลี่ยของยานพาหนะแต่ละประเภท	79
4-20	ระยะเวลารวมในการเดินทางของแต่ละรูปแบบของการเดินทาง	79
4-21	ค่าใช้จ่ายรวมเฉลี่ยในการใช้บริการของแต่ละรูปแบบของการเดินทาง	88
4-22	ค่าระดับการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะ	87
ก-1	ค่าดัชนีและระดับการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะ	107

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1-1	แผนที่แสดงจุดเชื่อมต่อจากเดินทางรูปแบบอื่น ๆ บริเวณรอบสถานีกลางกรุงเทพอภิวัฒน์	2
1-2	ขอบเขตพื้นที่ศึกษา	4
2-1	ลักษณะโครงข่ายของระบบขนส่ง	10
2-2	ระดับการเข้าถึงระบบขนส่งในรูปแบบต่าง ๆ	17
2-3	แผนที่แสดงค่าระดับการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะ (PTAL) ของเมืองลอนดอน	18
2-4	การหาค่ากลาง	22
2-5	การหาค่าระยะทางมาตรฐาน	23
2-6	รูปแบบการกระจายตัว	24
2-7	เส้นโค้งลอเรนส์แสดงสัดส่วนของพื้นที่	26
3-1	ขั้นตอนการศึกษา	33
3-2	พื้นที่ศึกษาบริเวณโดยรอบสถานีกลางกรุงเทพอภิวัฒน์	34
3-3	รูปแบบการเดินทางที่ใช้วิเคราะห์ระยะเวลารวมในการเข้าถึง	38
3-4	รูปแบบการเดินทางที่ใช้วิเคราะห์ค่าใช้จ่ายรวมในการใช้บริการ	41
4-1	ลักษณะด้านผังเมือง	45
4-2	ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน	47
4-3	โครงข่ายของถนนหลัก	52
4-4	ตัวอย่างทางเท้า	55
4-5	สถานีให้บริการรถโดยสารประจำทาง	55
4-6	สถานีให้บริการรถจักรยานยนต์รับจ้าง	56
4-7	ลักษณะของรถไฟฟ้าชานเมืองสายสีแดง	57
4-8	ลักษณะของรถโดยสารประจำทาง	61
4-9	ลักษณะของรถจักรยานยนต์รับจ้าง	66
4-10	ระยะทางมาตรฐานและการกระจายตัวของโครงข่ายสถานีขนส่งสาธารณะ	69
4-11	ค่า Nearest Neighbor Index ของสถานีรถไฟฟ้าชานเมือง (สายสีแดง)	70
4-12	ค่า Nearest Neighbor Index ของสถานีรถโดยสารประจำทาง	70
4-13	ค่า Nearest Neighbor Index ของจุดให้บริการรถจักรยานยนต์รับจ้าง	71
4-14	ลักษณะการพัฒนาเมืองอัจฉริยะ	72

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4-15	การแบ่งพื้นที่การพัฒนาย่านบางซื่อ	73
4-16	แนวคิดการพัฒนาโครงข่ายทางเดินลอยฟ้า	74
4-17	แนวคิดโครงข่ายทางเดินลอยฟ้า และ PRT	74
4-18	แนวคิดของโครงข่ายระบบบีอาร์ที	75
4-19	แผนการก่อสร้างสะพานกลับรถและทางลอดถนนกำแพงเพชร	76
4-20	ระยะเวลารวมในการเดินทางด้วยการเดินเท้า	80
4-21	ระยะเวลารวมในการเดินทางด้วยรถจักรยานยนต์รับจ้าง	81
4-22	ระยะเวลารวมในการเดินทางด้วยรถโดยสารประจำทาง	81
4-23	ดัชนีการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะของปัจจัยด้านเวลา	82
4-24	ค่าใช้จ่ายรวมเฉลี่ยในการเดินทางด้วยการเดินเท้า	84
4-25	ค่าใช้จ่ายรวมเฉลี่ยในการเดินทางด้วยรถจักรยานยนต์รับจ้าง	84
4-26	ค่าใช้จ่ายรวมเฉลี่ยในการเดินทางด้วยรถโดยสารประจำทาง	85
4-27	ดัชนีการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะของปัจจัยด้านค่าใช้จ่าย	86
4-28	ระดับการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะ (ในปัจจุบัน)	88
4-29	จำลองเส้นทางรถโดยสารด่วนพิเศษ (BRT)	89
4-30	ระยะเวลารวมในการเดินทางด้วยรถโดยสารด่วนพิเศษ (BRT)	90
4-31	ค่าใช้จ่ายรวมเฉลี่ยในการเดินทางด้วยรถโดยสารด่วนพิเศษ (BRT)	90
4-32	ระดับการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะ (หลังการพัฒนา)	91
4-33	เส้นโค้งลอเรนซ์แสดงความเหลื่อมล้ำของระดับการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะ (ในปัจจุบัน)	92
4-34	เส้นโค้งลอเรนซ์แสดงความเหลื่อมล้ำของระดับการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะ (หลังการพัฒนา)	93
5-1	การเปรียบเทียบระดับการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะกับบริบทด้านผังเมืองและบริบทด้านการใช้ประโยชน์ที่ดิน	99

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ประเทศไทยนั้นเป็นอีกหนึ่งประเทศ ที่ให้ความสำคัญในการพัฒนาด้านเศรษฐกิจ ด้านคมนาคม และด้านการขนส่ง ทำให้เกิดการพัฒนาระบบขนส่งมวลชน เพื่อเดินรถระบบรางได้อย่างมีประสิทธิภาพ ปลอดภัย ซึ่งจะช่วยลดการใช้พลังงานภายของประเทศ และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ตามแผนแม่บทระบบขนส่งมวลชนทางรางในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล และต่างจังหวัดที่มีความสำคัญในแต่ละภูมิภาค เช่น โครงการรถไฟทางไกล โครงการรถไฟความเร็วสูง โครงการรถไฟฟ้าชานเมือง และโครงการรถไฟความเร็วสูงเชื่อมสามสนามบิน เป็นต้น ส่งผลให้เกิดการก่อสร้างโครงการสถานีกลางบางซื่อในเวลาต่อมา เพื่อเป็นการพัฒนาการคมนาคมและขนส่งที่จะรองรับการขยายตัวของเมือง ทั้งด้านอาคารที่พักอาศัย จำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้น การขยายตัวทางเศรษฐกิจและการท่องเที่ยว การขยายตัวของผลิตภัณฑ์มวลรวมของจังหวัดต่าง ๆ ในระดับภูมิภาค การค้าและการลงทุน ทั้งในประเทศและต่างประเทศ ตลอดจนเป็นการอำนวยความสะดวกในการเดินทางให้กับประชาชน และเป็นระบบคมนาคมทางเลือก

สถานีกลางกรุงเทพอภิวัฒน์ หรือสถานีกลางบางซื่อเดิม เป็นสถานีรถไฟหลักแห่งใหม่ของประเทศไทยที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อรองรับความต้องการเดินทางของประชาชนที่มีปริมาณเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง รองรับการขยายตัวของเมือง โดยการรถไฟแห่งประเทศไทย มีพื้นที่ 2,475 ไร่ (รวมพื้นที่โดยรอบ) มีพื้นที่ใช้สอย 304,000 ตารางเมตร สามารถเชื่อมต่อกับรูปแบบการเดินทางอื่น ๆ ทั้งภายในและภายนอกพื้นที่ ได้แก่ รถไฟฟ้าสายสีน้ำเงิน (ห่างประมาณ 300 เมตร) รถไฟฟ้าสายสีม่วง (ห่างประมาณ 1,000 เมตร) รถไฟฟ้าสายสีเขียว (ห่างประมาณ 1,000 เมตร) สถานีขนส่งผู้โดยสารกรุงเทพฯ (หมอชิต) ทางพิเศษศรีรัช-วงแหวนรอบนอก และรถโดยสารประจำทาง ดังแสดงใน**ภาพที่ 1-1** และยังได้ออกแบบไว้เพื่อรองรับการเชื่อมต่อการเดินทางของรถไฟในอนาคต 4 ประเภท คือ รถไฟทางไกล (8 ชานชาลา) รถไฟความเร็วสูง (10 ชานชาลา) รถไฟฟ้าชานเมือง (4 ชานชาลา) แอร์พอร์ตเรลลิงก์และโครงการรถไฟความเร็วสูงเชื่อมสามสนามบิน (2 ชานชาลา) รวมเป็นทั้งหมด 24 ชานชาลา ซึ่งสามารถรองรับผู้โดยสารได้ประมาณ 624,000 คน–เที่ยว/วัน (ปี พ.ศ. 2575)

ปัจจุบันสถานีกลางกรุงเทพอภิวัฒน์เปิดให้บริการรถไฟฟ้าสายสีแดง โดยบริษัท รถไฟฟ้า ร.ฟ.ท จำกัด เป็นผู้ให้บริการ โดยรถไฟฟ้าสายสีแดง แบ่งออกเป็น 2 สาย คือ 1) รถไฟฟ้าสายธานีรัถยา (สายสีแดงเข้ม) ระยะที่ 1 ช่วงบางซื่อ-รังสิต รวม 10 สถานี ระยะทางประมาณ 26 กิโลเมตร 2) รถไฟฟ้าสายนครวิถี (สายสีแดงอ่อน) ระยะที่ 1 ช่วง บางซื่อ-ตลิ่งชัน รวม 4 สถานี ระยะทาง

ประมาณ 15 กิโลเมตร และอยู่ระหว่างเตรียมให้บริการสำหรับการเดินรถไฟทางไกล โดยระบบขนส่งสาธารณะที่ให้บริการเพื่ออำนวยความสะดวกในการเดินทางไปยังสถานีสถานีกลางกรุงเทพอภิวัฒน์ ประกอบด้วย รถโดยสารประจำทาง และรถร่วมบริการ ขสมก.

อีกทั้งสถานีกลางกรุงเทพอภิวัฒน์เป็นส่วนหนึ่งของโครงการพัฒนาระบบรถไฟฟ้าชานเมืองสายสีแดง โดยสถานีกลางกรุงเทพอภิวัฒน์ได้รับคัดเลือกเพื่อเป็นสถานีกลาง ซึ่งหมายถึงเป็นจุดศูนย์รวมการเดินทางของระบบรางกับระบบขนส่งมวลชนที่ต่อเนื่อง เพื่อแก้ไขปัญหาด้านการจราจรของตัวเมืองชั้นในกรุงเทพมหานคร ซึ่งถูกวิพากษ์วิจารณ์ว่าทางรถไฟทำให้เกิดการจราจรที่ติดขัด โดยเฉพาะในช่วงเวลาเร่งด่วน เนื่องจากมีทางรถไฟพาดผ่านในระดับเดียวกับถนนหลายสาย จึงมีการพัฒนาโครงการรถไฟฟ้าชานเมืองสายสีแดงขึ้นมาเพื่อแก้ปัญหาเหล่านั้น โดยมีการออกแบบให้เส้นทางรถไฟอยู่ระดับต่างจากระดับของถนน ไม่ว่าจะเป็นการยกระดับหรือการลดระดับลงไปใต้ดินสำหรับพื้นที่ในตัวเมืองกรุงเทพมหานคร ส่วนพื้นที่นอกเมืองนั้นจะวางระดับของเส้นทางรถไฟให้อยู่ที่ระดับพื้นดินและยกระดับของถนนข้ามทางรถไฟแทน

ภาพที่ 1-1 แผนที่แสดงจุดเชื่อมต่อจากเดินทางรูปแบบอื่น ๆ บริเวณรอบสถานีกลางกรุงเทพอภิวัฒน์ (การรถไฟแห่งประเทศไทย, 2565)

แต่ในปัจจุบันยังมีเสียงวิพากษ์วิจารณ์ที่สะท้อนมาอย่างต่อเนื่อง ถึงความไม่สะดวกสบายในการให้บริการและในเรื่องการเชื่อมต่อของตัวสถานีรถไฟฟ้าสายสีแดงกับการเดินเท้า การเชื่อมต่อตัวสถานีรถไฟฟ้าสายสีแดงกับรถขนส่งสาธารณะ ทั้งรถโดยสารประจำทาง รถแท็กซี่รวมไปจนถึงรถมอเตอร์ไซค์รับจ้าง ที่บางสถานีไม่มีการให้บริการ บางสถานีไม่มีพื้นที่สำหรับจอดรถสาธารณะหรือจุดรอรถสาธารณะ และบางสถานีมีการให้บริการรถสาธารณะที่ไม่เพียงพอ ซึ่งการเชื่อมต่อเหล่านี้ควรได้รับการออกแบบมาให้ครบวงจร

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการให้บริการของระบบขนส่งสาธารณะของพื้นที่โดยรอบสถานี และการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อวิเคราะห์ระดับการเข้าถึงระบบรางของรถไฟฟ้าสายสีแดงที่สถานีกลางกรุงเทพอภิวัฒน์ของเขตพื้นที่โดยรอบสถานี โดยผลลัพธ์ของงานวิจัยนี้จะทำให้เข้าใจถึงรูปแบบของการให้บริการและระดับการเข้าถึงของระบบขนส่งสาธารณะ เพื่อนำไปสู่การดำเนินการพัฒนาปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบขนส่งสาธารณะให้เกิดการเข้าถึงระบบรางได้ดีขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาลักษณะเชิงพื้นที่และรูปแบบการกระจายตัวของระบบขนส่งสาธารณะ

1.2.2 เพื่อวิเคราะห์ระดับการเข้าถึงรถไฟฟ้าสายสีแดงที่สถานีกลางกรุงเทพอภิวัฒน์ของเขตพื้นที่โดยรอบสถานี

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

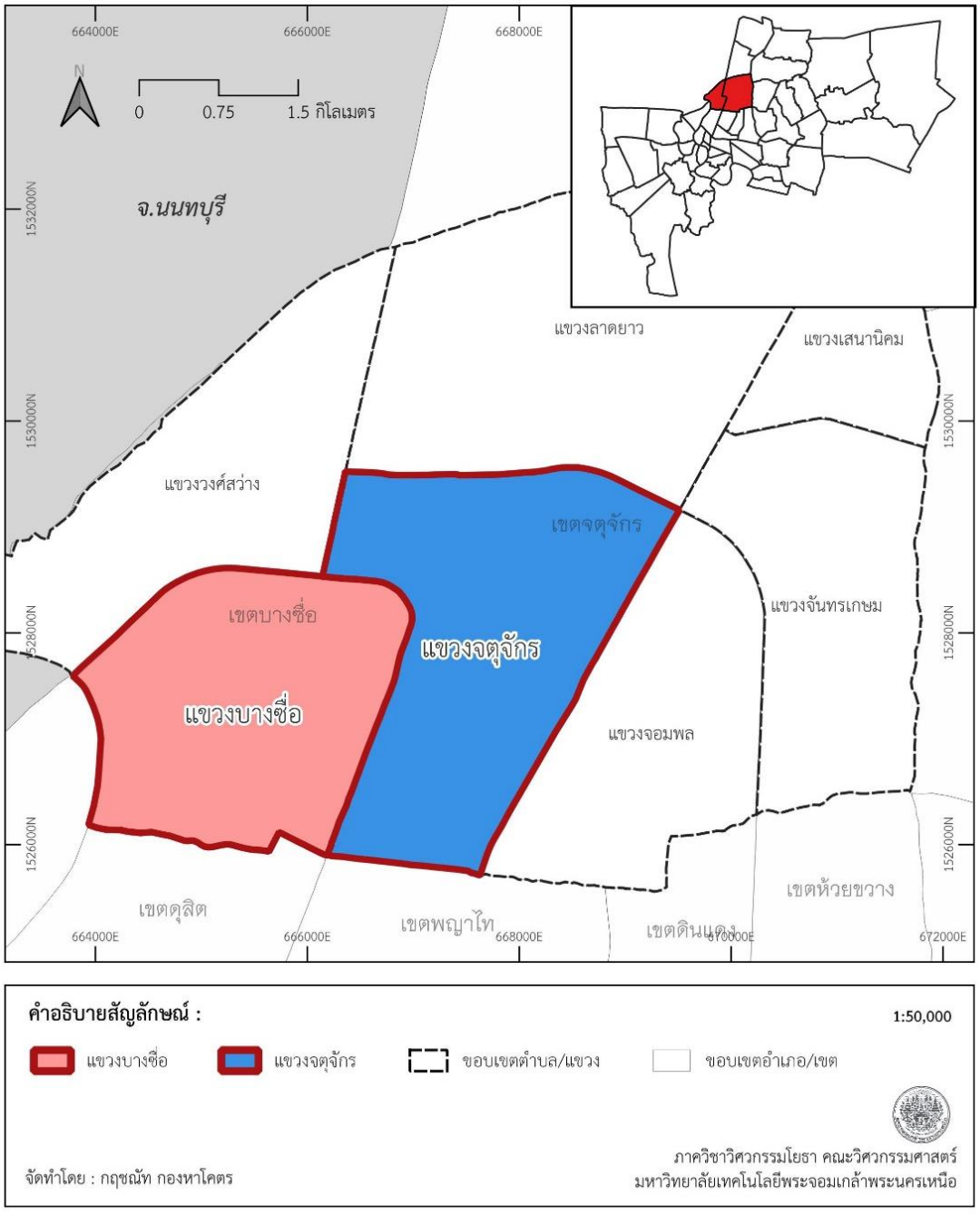
ในปัจจุบัน ยังไม่เคยมีการศึกษาวิเคราะห์ระดับการเข้าถึงระบบรางของรถไฟฟ้าสายสีแดงที่สถานีกลางกรุงเทพอภิวัฒน์ (สถานีกลางบางซื่อ) โดยการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับการวิเคราะห์ระดับการเข้าถึงของระบบราง งานวิจัยนี้จึงได้กำหนดขอบเขตของการศึกษาออกเป็น 2 บริบท คือ ขอบเขตด้านพื้นที่ และขอบเขตด้านเนื้อหา ดังนี้

1.3.1 ขอบเขตด้านพื้นที่ ได้มีการกำหนดขอบเขตพื้นที่โดยรอบของพื้นที่ศึกษาไว้ โดยครอบคลุมพื้นที่บางส่วนของเขตในกรุงเทพมหานคร ซึ่งประกอบด้วย เขตบางซื่อและเขตจตุจักร โดยเขตบางซื่อจะครอบคลุมพื้นที่ 1 แขวง คือ แขวงบางซื่อ และเขตจตุจักรจะครอบคลุมพื้นที่ 1 แขวง คือ แขวงจตุจักร ดังแสดงใน**ภาพที่ 1-2**

1.3.2 ขอบเขตด้านเนื้อหา จะทำการศึกษาลักษณะเชิงพื้นที่และรูปแบบของการเดินทางไปสู่สถานีกลางกรุงเทพอภิวัฒน์ แล้วนำมาวิเคราะห์ระดับการเข้าถึงรถไฟฟ้าสายสีแดงที่สถานีกลางกรุงเทพอภิวัฒน์ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยพิจารณาดังนี้

1) เก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับระบบขนส่งสาธารณะภายในพื้นที่ศึกษาในช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า (7.00 ถึง 8.00 น.)

2) จะพิจารณาเฉพาะระบบขนส่งกึ่งสาธารณะและระบบขนส่งสาธารณะที่ให้บริการในโครงข่ายที่สามารถเชื่อมต่อกับสถานีรถไฟฟ้าสายสีแดงที่สถานีกลางกรุงเทพอภิวัฒน์ ได้แก่ รถมอเตอร์ไซค์รับจ้าง และรถโดยสารสาธารณะเท่านั้น โดยจะไม่นำการเดินทางด้วยยานพาหนะส่วนบุคคล มาพิจารณาในงานวิจัยนี้



ภาพที่ 1-2 ขอบเขตพื้นที่ศึกษา

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 มีความเข้าใจถึงรูปแบบของการเดินทางไปสู่สถานีกลางกรุงเทพอภิวัฒน์

1.4.2 ทำให้ทราบถึงค่าระดับการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะของเขตพื้นที่โดยรอบสถานีกลางกรุงเทพอภิวัฒน์

1.4.3 สามารถเป็นเครื่องมือที่ใช้ชี้วัดประสิทธิภาพของระบบขนส่งสาธารณะที่มีอยู่

1.4.4 สามารถนำผลลัพธ์ในการวิเคราะห์ ไปดำเนินการวางแผน การจัดการ และการพัฒนาปรับปรุงประสิทธิภาพของการให้บริการระบบขนส่งสาธารณะในพื้นที่ศึกษา เพื่อให้เกิดการเข้าถึงระบบรางได้ดีขึ้น

1.4.5 สามารถใช้เป็นข้อมูลขั้นพื้นฐานในการศึกษาและต่อยอดงานวิจัยในอนาคตได้

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษางานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ทบทวนเอกสารที่เกี่ยวข้องกับระบบขนส่งสาธารณะในเขตเมือง การวัดระดับการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะ การวิเคราะห์ด้วยสถิติเชิงพื้นที่ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับการวิเคราะห์ระดับการเข้าถึงระบบสาธารณะ ซึ่งช่วยให้ผู้วิจัยสามารถกำหนดวิธีการศึกษา เพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.1 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

สำหรับวิทยานิพนธ์นี้ ผู้วิจัยได้แบ่งแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ออกเป็นหัวข้อย่อย 4 หัวข้อ คือ

1. แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวกับระบบขนส่งสาธารณะในเขตเมือง
2. แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวกับการวัดระดับการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะ
3. แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวกับการวิเคราะห์ด้วยสถิติเชิงพื้นที่
4. แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวกับการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่

2.1.1 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวกับระบบขนส่งสาธารณะในเขตเมือง

การคมนาคมขนส่งเป็นการเคลื่อนย้ายคน สัตว์ และสิ่งของ จากสถานที่หนึ่งไปยังอีกสถานที่หนึ่งอย่างปลอดภัยและมีประสิทธิภาพ ซึ่งการขนส่งมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนาทางด้านสังคมและด้านเศรษฐกิจ เนื่องจากเป็นสิ่งอำนวยความสะดวกในการเชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ ดังกล่าวเข้าไว้ด้วยกัน (สุพรชัย, 2549) อันทำให้เกิดความต้องการที่จะเชื่อมกิจกรรมต่าง ๆ ทางระบบขนส่งทั้งบุคคลและสิ่งของ และเกิดความเชื่อมโยงกันในพื้นที่เพิ่มมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง จากสังคมขนาดเล็กกลายเป็นสังคมที่มีความซับซ้อนมากขึ้นหรือสังคมเมือง

สุพรชัย (2549) ได้ให้คำจำกัดความของ “ระบบการขนส่ง” ไว้ว่าเป็นการเคลื่อนย้ายของสินค้าและผู้โดยสารจากสถานที่หนึ่งไปสู่อีกสถานที่หนึ่ง เป็นการเคลื่อนย้ายโดยมีความต้องการผ่านการขนย้ายหลากหลายรูปแบบ เช่น ทางภาคพื้นดิน รถเมล์และอื่น ๆ โดยใช้พลังงานการขนย้ายที่แตกต่างกัน และตอบสนองความต้องการที่มีความแตกต่าง ซึ่งการขนส่งได้มีบทบาทสำคัญยิ่งในด้านการเจริญเติบโตของวัฒนธรรม อารยธรรม และสังคมทั้งในสมัยเก่าและสมัยใหม่ โดยปฏิเสธไม่ได้เลยว่า

ระบบขนส่งนั้นก็ยังมีความสำคัญด้านการค้าขาย การเจริญเติบโตของเศรษฐกิจ เส้นทางเกี่ยวกับทางทหาร และเส้นทางที่เดินเรืออีกด้วย

ดังนั้น การทำความเข้าใจเบื้องต้นเกี่ยวกับระบบขนส่งสาธารณะในเขตเมืองนั้น มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทราบถึงแนวคิดพื้นฐานของระบบขนส่ง เกี่ยวกับองค์ประกอบของระบบขนส่ง ลักษณะโครงข่ายของระบบขนส่ง รูปแบบของการเดินทาง และรูปแบบของระบบขนส่งสาธารณะในเขตเมือง โดยในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจะมุ่งเน้นความสนใจไปที่รูปแบบของการคมนาคมขนส่งที่เกิดขึ้นภายในเขตเมือง เนื่องจากเป็นรูปแบบของการคมนาคมขนส่งที่มีความสำคัญมากในปัจจุบัน

2.1.1.1 องค์ประกอบของระบบขนส่ง

สุพรชัย (2549) ได้อธิบายถึงองค์ประกอบของระบบขนส่งไว้ว่า การขนส่งมีองค์ประกอบที่สำคัญอยู่ 4 ส่วน คือ เส้นทาง (The Way) สถานีขนส่ง (The Terminal) ยานพาหนะ (The Vehicle) และพลังขับเคลื่อน (The Motive Power) โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) เส้นทาง (The Way) จะเป็นแนวทางที่จะรองรับยานพาหนะในการเคลื่อนที่จากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง โดยแบ่งได้ 3 ประเภท คือ เส้นทางการขนส่งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ (Natural Way) เส้นทางการขนส่งที่เกิดจากการปรับปรุงจากธรรมชาติ (Artificially Improved Natural Way) และเส้นทางการขนส่งที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อการขนส่งโดยเฉพาะ (Artificially Way)

2) สถานีขนส่ง (The Terminal) เป็นสถานที่ทำการเปลี่ยนรูปแบบการขนส่งในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบการขนส่งอีกแบบหนึ่ง ซึ่งสถานีขนส่งต้องมีขนาดที่เพียงพอต่อการรองรับยานพาหนะที่เข้าใช้บริการ โดยสถานีขนส่งจะต้องมีหน้าที่หลัก คือ กำหนดให้ยานพาหนะที่จะเข้าใช้บริการในเส้นทาง ยอมให้มีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการขนส่งได้ง่าย ต้องสะดวกในการรวบรวมความต้องการในการเดินทาง และอำนวยความสะดวกแก่การจราจรทุกด้าน

3) ยานพาหนะ (The Vehicle) เป็นสื่อกลางในการลำเลียงผู้โดยสารหรือสินค้าในสมัยโบราณได้แก่ ช้าง ม้า ลา อูฐ เกวียน เรือ ฯลฯ แต่ปัจจุบันได้นำเครื่องจักรมาใช้ในการขับเคลื่อนแทนแรงงานคนและสัตว์ ซึ่งพาหนะที่ใช้ในปัจจุบัน ได้แก่ รถยนต์ รถไฟ เครื่องบิน เรือ รถไฟฟ้า เป็นต้น

4) พลังขับเคลื่อน (The Motive Power) เป็นสิ่งจำเป็นในการขับเคลื่อนยานพาหนะของผู้ขนส่ง มีทั้งที่เกิดขึ้นเองจากธรรมชาติ (Natural Motive Power) เช่น ลม แรงดึงดูด สัตว์ แรงคน และกำลังขับเคลื่อนที่มนุษย์สร้างขึ้น (Artificial Motive Power) เช่น พลังงานไฟฟ้า พลังงานลม การเผาไหม้ พลังงานเจ็ท เป็นต้น

2.1.1.2 ลักษณะโครงข่ายของระบบขนส่ง

สุรเมศวร์ (2551) ได้อธิบายถึงลักษณะโครงข่ายของระบบขนส่งว่าเป็นส่วนหนึ่งที่มีความสำคัญต่อคุณภาพของการให้บริการระบบขนส่งสาธารณะ โดยจะต้องคำนึงถึงต้นทุนและค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ ความครอบคลุมของพื้นที่ให้บริการ (Area Coverage) และจำนวนครั้งในการต่อรถ (Number of Transfers) ซึ่งปัจจัยเหล่านี้จะส่งผลโดยตรงต่อจำนวนของผู้ใช้บริการ ทำให้ลักษณะโครงข่ายของระบบขนส่งสาธารณะนั้นมีหลากหลายรูปแบบ แต่ละรูปแบบจะมีลักษณะที่มีความเฉพาะตัวที่แตกต่างกัน และมีความเหมาะสมต่อรูปแบบบของโครงสร้างผังเมืองของแต่ละพื้นที่ที่มีความแตกต่างกัน โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) โครงข่ายรูปแบบรัศมี (Radial Network) เป็นรูปแบบที่รวมสถานที่สำคัญไว้ในพื้นที่ศูนย์กลางเมือง เช่น ย่านธุรกิจ ศูนย์การค้า พาณิชยกรรม สถานที่ราชการและแหล่งงานสำคัญของเมือง เป็นต้น การวางแนวเส้นทางการขนส่งจะมีลักษณะเป็นเส้นรัศมีกระจายออกโดยรอบ ทำให้สถานีรับส่งผู้โดยสารหลักจะอยู่ที่ศูนย์กลางเมือง ซึ่งมีความสำคัญต่อระบบขนส่งสาธารณะเป็นอย่างมาก เนื่องจากเป็นจุดที่มีปริมาณจราจรมากและเป็นจุดที่มีปริมาณการเปลี่ยนรูปแบบหรือทิศทางในการเดินทางมากที่สุด สำหรับเมืองที่มีปริมาณในการเดินทางด้วยระบบขนส่งสาธารณะที่น้อยถึงปานกลาง สถานีรับส่งผู้โดยสารจะถูกออกแบบให้อยู่ที่ศูนย์กลางเพียงแห่งเดียว แต่สำหรับเมืองที่มีปริมาณในการเดินทางด้วยระบบขนส่งสาธารณะที่สูงนั้น จะต้องการสถานีรับส่งผู้โดยสารหลายจุด เพื่อใช้ในการกระจายความหนาแน่นด้านการจราจรของตัวเมือง และทำให้ผู้โดยสารสามารถที่จะเปลี่ยนทิศทางการเดินทางได้ในทุกทิศทาง

2) โครงข่ายรูปแบบตาราง (Grid Network) เป็นรูปแบบที่มีลักษณะค่อนข้างตรง มีแนวของเส้นทางหลักที่ขนานกันโดยมีระยะห่างที่ค่อนข้างสม่ำเสมอ และมีเส้นทางสายรองที่มีลักษณะเดียวกันตัดผ่านเป็นช่วง ๆ ซึ่งเป็นรูปแบบที่มีความเหมาะสมสำหรับพื้นที่ที่มีแหล่งธุรกิจ ศูนย์การค้า พาณิชยกรรม แหล่งงานและสถานที่สำคัญของเมือง ตั้งอยู่ในตำแหน่งที่มีความกระจัดกระจายและมีระยะห่างกันค่อนข้างมาก

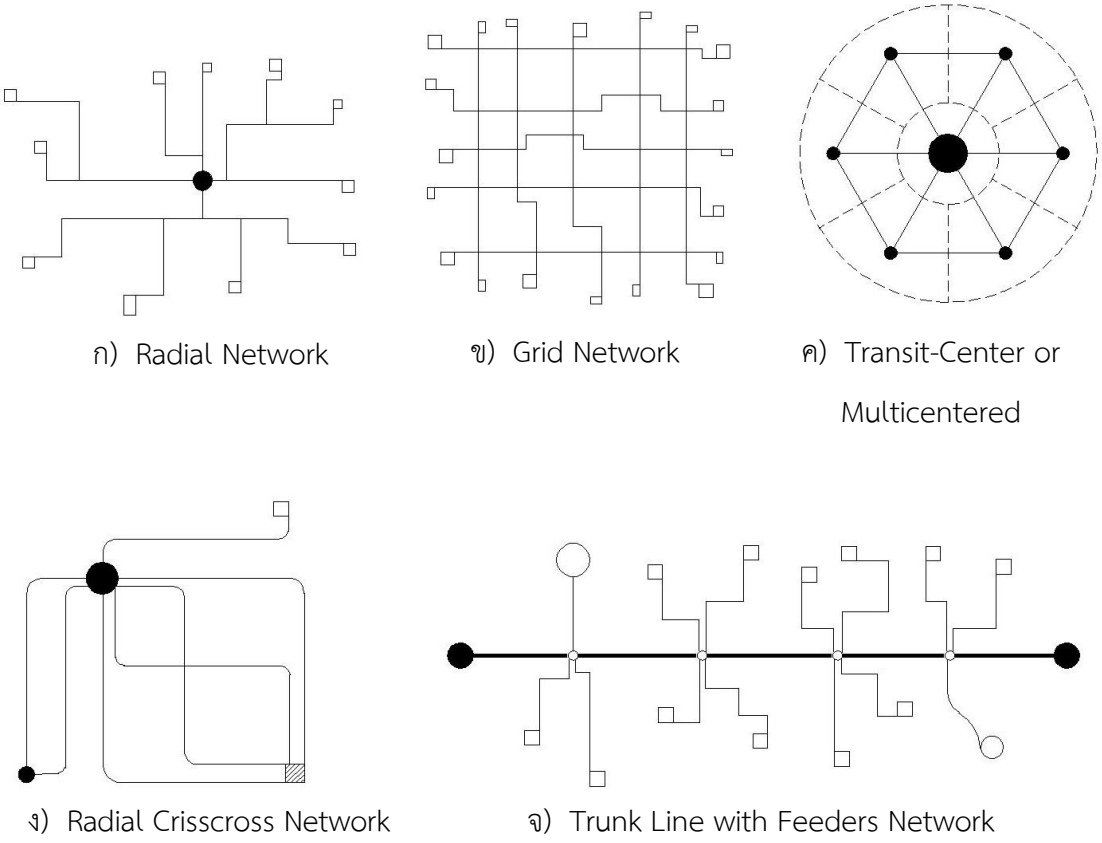
3) โครงข่ายรูปแบบกระจายศูนย์กลาง (Transit-Center or Multicentered Network) เป็นโครงข่ายที่เหมาะสำหรับเมืองที่มีศูนย์กลางของชุมชนอยู่หลายแหล่ง ซึ่งพื้นที่ของเมืองจะถูกแบ่งออกเป็นพื้นที่ย่อย ๆ ที่มีความสอดคล้องกับตำแหน่งของศูนย์กลางของชุมชนและมีการพัฒนาระบบขนส่งสาธารณะขึ้นในบริเวณศูนย์กลางของแหล่งชุมชนนั้น ๆ โดยตำแหน่งของศูนย์กลางระบบขนส่ง (Transit Center) ของแต่ละพื้นที่ย่อยนั้นมักจะดึงดูดการเดินทาง เนื่องจากมีแหล่งศูนย์กลางทางการค้าหรือสถานที่ราชการที่มีความสำคัญ ซึ่งถูก

เชื่อมโยงด้วยระบบขนส่งที่มีความเร็วสูง โดยระบบขนส่งที่มีความจำเป็นต่อโครงข่ายรูปแบบกระจายศูนย์กลาง คือ ระบบขนส่งหลัก (Major Modes) เป็นระบบขนส่งที่สามารถบรรทุกผู้โดยสารได้ในปริมาณมาก โดยส่วนมากจะเป็นระบบขนส่งความเร็วสูง ซึ่งระบบขนส่งหลักจะมีเส้นทางให้บริการที่เชื่อมโยงระหว่างศูนย์กลางของระบบขนส่งสาธารณะชองแต่ละพื้นที่กับพื้นที่แหล่งธุรกิจ (Central Business District : CBD) ที่ตั้งอยู่บริเวณของศูนย์กลางเมือง และระบบป้อนเข้า (Feeders) เป็นระบบที่ให้บริการสำหรับการเดินทางภายในพื้นที่ย่อย ๆ โดยจะป้อนผู้โดยสารที่อยู่ในแต่ละพื้นที่ย่อยเข้าสู่ศูนย์บริการระบบขนส่งสาธารณะของพื้นที่ย่อยนั้น ๆ ซึ่งระยะทางการให้บริการของระบบนี้จะมีระยะทางที่ไม่ยาวมากนัก โดยส่วนมากจะมีระยะเวลาในการให้บริการไม่เกินรอบละ 60 นาที เช่น รถเมล์สองแถว รถกระป๋อ รถโดยสารประจำทางระยะสั้น (Shuttle Bus) เป็นต้น

4) โครงข่ายที่ผสมกันระหว่างแบบตารางและแบบรัศมี (Radial Crisscross Network) เป็นการผสมผสานระหว่างข้อดีของโครงข่ายรูปแบบตาราง และในขณะเดียวกันยังรักษาข้อดีของโครงข่ายรูปแบบรัศมีไว้ด้วย ซึ่งเป็นการใช้เทคนิคการเพิ่มตำแหน่งของจุดศูนย์กลางของชุมชน เช่น สถานศึกษา ห้างสรรพสินค้า แหล่งกิจกรรมต่าง ๆ เป็นต้น โดยรูปแบบนี้ทำให้ผู้โดยสารสามารถทำการต่อรถไปยังสถานที่ต่าง ๆ ที่อยู่ระหว่างต้นทางและปลายทางได้อย่างสะดวกในลักษณะของการเดินรถในโครงข่ายรูปแบบตาราง แบะยังสามารถเดินทางจากพื้นที่แหล่งธุรกิจ แหล่งชุมชน ไปยังศูนย์กลางทางการค้าแห่งใหม่ได้โดยตรง ซึ่งเป็นข้อดีจากลักษณะของโครงข่ายรูปแบบรัศมี

5) โครงข่ายที่ประกอบด้วยเส้นทางหลักและเส้นทางย่อยสำหรับป้อนผู้โดยสารเข้าสู่เส้นทางหลัก (Trunk Line with Feeders Network) เป็นรูปแบบโครงข่ายที่ใช้การขนส่งหลัก เช่น รถราง รถโดยสาร เป็นต้น ในการป้อนผู้โดยสารเข้าสู่ระบบขนส่งหลักในถนนเส้นทางหลัก โครงข่ายรูปแบบนี้เกิดขึ้นมากจากระบบขนส่งสาธารณะหลักมีข้อจำกัด เนื่องจากไม่สามารถให้บริการแก่ผู้โดยสารที่มีความต้องการเดินทางไปยังสถานที่นั้นได้โดยตรง จึงมีการเปลี่ยนรูปแบบของการเดินทางเป็นระบบขนส่งรอง เพื่อที่จะป้อนผู้โดยสารให้ระบบขนส่งสาธารณะหลักอีกต่อหนึ่ง โดยข้อเสียของโครงข่ายรูปแบบนี้ คือ ผู้โดยสารมีความจำเป็นที่จะต้องทำการต่อรถเสมอและเสียค่าใช้จ่ายในการเดินทางเพิ่มมากขึ้น แต่ข้อดีของโครงข่ายรูปแบบนี้ คือ ระบบขนส่งรองที่ป้อนผู้โดยสารเข้าสู่ระบบขนส่งขนส่งสาธารณะหลักนั้นสามารถรองรับและอำนวยความสะดวกต่อผู้โดยสารที่มีความต้องการเดินทางเข้าสู่ระบบขนส่งสาธารณะหลักได้ดีกว่าการเดิน

จากการที่ผู้วิจัยได้ศึกษาลักษณะโครงข่ายของระบบขนส่งที่มีรูปแบบหลากหลายนั้น ผู้วิจัยจึงได้ยกตัวอย่างในเรื่องดังกล่าวไว้ดัง**ภาพที่ 2-1**



ก) Radial Network ข) Grid Network ค) Transit-Center or Multicentered

ง) Radial Crisscross Network จ) Trunk Line with Feeders Network

ภาพที่ 2-1 ลักษณะโครงข่ายของระบบขนส่ง (Gray and Hoel, 1992)

2.1.1.3 รูปแบบของการเดินทาง

ฉัตรชัย (2547) ได้อธิบายว่าในเมืองใหญ่นั้นจะมีระบบขนส่งที่หลากหลายรูปแบบ แต่ในเมืองเล็กอาจมีรูปแบบการขนส่งที่ไม่มาก ข้อแตกต่างระหว่างระบบขนส่งอาจขึ้นอยู่กับการจัดการบริการความเป็นเจ้าของ หรือวิธีการขนส่ง โดยแบ่งได้ 2 รูปแบบ ดังนี้

1) การขนส่งแบบเดี่ยว ได้แก่ รถยนต์ส่วนตัว และพาหนะส่วนตัวอื่น ๆ เช่น รถจักรยานยนต์ รถจักรยาน รถแท็กซี่ เป็นต้น
2) การขนส่งแบบกลุ่ม เช่น รถประจำทาง เรือข้ามฟาก รถไฟ เป็นต้น

Vuchic, V. R. (2007) ได้จำแนกรูปแบบของการเดินทางตามตามชนิดและประเภทของยานพาหนะไว้อยู่ 3 รูปแบบ ได้แก่ รูปแบบการเดินทางโดยการขนส่งส่วนบุคคล รูปแบบการเดินทางโดยการขนส่งสาธารณะ และรูปแบบการเดินทางโดยการขนส่งกึ่งสาธารณะ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) รูปแบบการเดินทางโดยการขนส่งส่วนบุคคล คือ รูปแบบที่มีลักษณะด้านความเป็นเจ้าของยานพาหนะเอง ซึ่งการเดินทางด้วยรถยนต์ส่วนบุคคลเป็นโหมดที่มักพบได้มากที่สุด นอกจากการเดินทางด้วยรถยนต์แล้ว ยังมีรถจักรยานยนต์ รถจักรยาน รวมถึงการเดินเท้าที่อยู่ในรูปแบบเดียวกันนี้อีกด้วย
2) รูปแบบการเดินทางโดยการขนส่งสาธารณะหรือการขนส่งมวลชน คือ การขนส่งผู้โดยสารสาธารณะทุกประเภท รวมถึงระบบขนส่งมวลชนขนาดใหญ่ เป็นระบบที่มีการกำหนดเส้นทาง ตารางเวลาที่แน่นอน และกำหนดราคาโดยสาร เช่น รถโดยสารประจำทาง รถรางเบา รถไฟฟ้าใต้ดิน เป็นต้น
3) รูปแบบการเดินทางโดยการขนส่งกึ่งสาธารณะหรือการขนส่งผู้โดยสารแบบรับจ้าง คือ การขนส่งที่มีรูปแบบการให้บริการในเส้นทาง และตารางเวลาตามความต้องการของผู้ใช้บริการ เช่น รถมอเตอร์ไซค์รับจ้าง รถสองแถวระยะสั้น ๆ ซึ่งมีความแตกต่างจากรูปแบบการเดินทางโดยการขนส่งสาธารณะที่มีการกำหนดเส้นทางและตารางเวลาที่แน่นอน

นอกจากการจำแนกรูปแบบการขนส่งโดยใช้หลักเกณฑ์ดังกล่าวข้างต้นแล้ว สุรเมศวร์ (2551) ได้จำแนกรูปแบบการเดินทางโดยพิจารณาจากประเภทของผู้ให้และผู้ใช้บริการ ออกได้เป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ การขนส่งส่วนบุคคล การขนส่งผู้โดยสารแบบรับจ้าง การขนส่งผู้โดยสารด้วยบริการสาธารณะ และระบบขนส่งสาธารณะเขตเมือง โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) การขนส่งส่วนบุคคล (Private Transportation) เป็นการขนส่งที่ผู้ที่ครอบครองยานพาหนะเป็นผู้ใช้ยานพาหนะนั้นในการเดินทางด้วยตัวเอง ซึ่งมักใช้ในการเดินทางบนท้องถนนและเส้นทางสาธารณะที่จัดไว้ให้ในการสัญจร โดยยานพาหนะที่จัดอยู่ในการขนส่งรูปแบบนี้ได้แก่ รถยนต์ส่วนบุคคล นอกจากนี้ยังรวมถึงรถจักรยาน รถจักรยานยนตร์ และการเดินเท้า
2) การขนส่งผู้โดยสารแบบรับจ้าง (For-Hire Urban Passenger Transportation) การขนส่งในรูปแบบนี้ อาจเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า Paratransit เป็นการขนส่งที่จัดให้มีผู้ให้บริการเพื่อให้บริการแก่ผู้โดยสารทั่วไป โดยผู้ให้บริการผู้กับโดยสารจะทำการตกลงราคาค่าบริการกันเอง รูปแบบการขนส่งนี้มักจะไม่มีเส้นทางการให้บริการและตารางเวลาการให้บริการที่แน่นอน ได้แก่ มอเตอร์ไซด์รับจ้าง ตุ๊กตุ๊ก แท็กซี่ Dial-a-Bus และ Jitney อนึ่งการให้บริการในรูปแบบ Paratransit นั้น เส้นทางการให้บริการและตารางเวลาการเดินทางสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามความต้องการของผู้ใช้บริการ ดังนั้นจึงถือว่าเป็นรูปแบบการเดินทางที่ตอบสนองต่อความต้องการของผู้โดยสาร
3) การขนส่งผู้โดยสารด้วยบริการสาธารณะ (Common-Carrier Urban Passenger Transportation) อาจเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า Mass Transit, Mass Transportation หรือ

Transit เป็นระบบขนส่งที่มีการกำหนดเส้นทางการให้บริการและตารางเวลาของการให้บริการเป็นที่แน่นอน (Fixed Route or Fixed-Schedule Service) ผู้ใช้บริการจะต้องชำระค่าโดยสารตามที่กำหนดไว้ ระบบขนส่งที่จัดอยู่ในรูปแบบนี้ ได้แก่ รถไฟฟ้าใต้ดิน รถโดยสารประจำทาง รถราง เป็นต้น

4) ระบบขนส่งสาธารณะเขตเมือง (Urban Public Transportation) เป็นการขนส่งที่รวมทั้งระบบขนส่งแบบ Mass Transit และ Paratransit เข้าไว้ด้วยกัน โดยพิจารณาว่าทั้ง Mass Transit และ Paratransit ต่างก็เป็นรูปแบบการขนส่งสาธารณะเหมือนกัน แต่ถ้ากล่าวถึงระบบขนส่งสาธารณะ ส่วนใหญ่จะหมายถึงการขนส่งในรูปแบบ Mass Transit เป็นหลัก

2.1.1.4 รูปแบบของระบบขนส่งสาธารณะในเขตเมือง

รูปแบบของระบบขนส่งสาธารณะในเขตเมืองในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจะมุ่งเน้นให้ความสนใจไปที่รูปแบบของการคมนาคมขนส่งที่เกิดขึ้นภายในเขตเมือง ซึ่งเป็นรูปแบบของการคมนาคมขนส่งที่มีความสำคัญยิ่งในปัจจุบัน โดย สุรเมศวร์ (2551) ได้จำแนกหรือจัดกลุ่มระบบขนส่งสาธารณะในเขตเมืองที่มีความหลากหลายและมีความแตกต่างกันเป็น 3 แบบ ได้แก่ การขนส่งแบบราง (Rail Transit) การขนส่งด้วยรถโดยสาร (Bus Transit) และการขนส่งด้วยรถรับจ้าง (Paratransit) โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) การขนส่งแบบราง (Rail Transit) เป็นระบบที่มีประสิทธิภาพในการให้บริการสูงทั้งในด้านความจุและความน่าเชื่อถือ เส้นทางการให้บริการของระบบขนส่งทางรางโดยทั่วไปมักจะตั้งอยู่ในจุดยุทธศาสตร์ทางเศรษฐกิจที่มีแห่งกิจกรรมและแหล่งจ้างงานที่มีความหนาแน่น (Varabuntoonvit et al., 2023) ซึ่งสามารถจำแนกออกได้เป็นหลายรูปแบบ เช่น การขนส่งเร่งด่วนแบบราง (Rail Rapid Transit) การขนส่งแบบรางความจุต่ำ (Light Rail Transit) การขนส่งเร่งด่วนแบบรางความจุต่ำ (Light Rail Rapid Transit) และการขนส่งแบบรางระหว่างเมือง (Commuter Railroad)

2) การขนส่งด้วยรถโดยสาร (Bus Transit) เป็นระบบขนส่งสาธารณะที่ได้รับความนิยม และมีความหลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นยานพาหนะที่ใช้หรือรูปแบบในการให้บริการ สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 แบบ ได้แก่ 1. รถโดยสารขนาดเล็ก (Minibuses) เป็นรถโดยสารที่มีลักษณะของตัวรถที่มีความเฉพาะตัวและหลากหลาย 2. รถโดยสารแบบมาตรฐาน (Standard Buses) เป็นรถโดยสารแบบมาตรฐาน โดยมีความยาวตัวรถโดยเฉลี่ยประมาณ 35–40 ฟุต (ประมาณ 11–12 เมตร) จำนวนที่นั่งของผู้โดยสารจะแตกต่างกันออกไปตามความยาวของตัวรถและรูปแบบในการจัดเรียงที่นั่ง และ 3. รถโดยสารความจุสูง (High-Capacity Buses) เป็นรูปแบบของรถโดยสารที่นิยมใช้กันมากในประเทศแถบยุโรป ซึ่งรถโดยสารในรูปแบบนี้

จะมีค่าใช้จ่ายที่สูงกว่ารถโดยสารในรูปแบบอื่น แต่เป็นรูปแบบที่ก่อให้เกิดความคุ้มค่าในการลงทุนสูง

3) การขนส่งด้วยรถรับจ้าง (Paratransit) เป็นรูปแบบการขนส่งที่เป็นการผสมผสานกันระหว่างระบบขนส่งสาธารณะกับการขนส่งส่วนบุคคลด้วยรถยนต์ส่วนบุคคล เป็นระบบขนส่งอีกรูปแบบหนึ่งที่ให้บริการเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ใช้บริการในลักษณะที่เฉพาะเจาะจงของแต่ละบุคคล โดยไม่ได้กำหนดเส้นทางในการให้บริการและตารางเวลาในการให้บริการที่แน่นอนเหมือนกับระบบขนส่งสาธารณะ ซึ่งการขนส่งด้วยรถรับจ้างมีรูปแบบที่หลากหลาย ได้แก่ 1. Dial-a-Ride เป็นรูปแบบการขนส่งที่มีลักษณะของการให้บริการที่ยืดหยุ่นมากกว่าระบบขนส่งสาธารณะ เป็นการให้บริการที่สามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้บริการทั้งในด้านเส้นทางให้บริการที่สามารถส่งผู้โดยสารไปยังจุดหมายปลายทางแบบการส่งถึงที่ (Door-to-Door Services) 2. แท็กซี่ (Taxi) เป็นรูปแบบการขนส่งที่ได้รับความนิยมในการใช้บริการอย่างกว้างขวางในเขตเมือง รถแท็กซี่เกือบทั้งหมดเป็นการดำเนินงานของบริษัทเอกชน ซึ่งไม่ได้ขึ้นตรงกับภาครัฐ บางบริษัทอาจมีการจดทะเบียนและทำสัญญาการเป็นผู้ประกอบการด้านการขนส่งกับหน่วยงานในท้องถิ่น 3. Jitney เป็นรูปแบบการขนส่งที่ผสมผสานกันระหว่างรถแท็กซี่กับรถโดยสารประจำทาง ยานพาหนะที่ใช้สำหรับการให้บริการมีทั้งรถตู้ รถยนต์ส่วนบุคคล หรือรถโดยสารขนาดเล็ก เป็นรูปแบบการขนส่งที่จะให้บริการในเส้นทางที่ถูกกำหนดไว้แล้วเหมือนรถโดยสารประจำทาง ซึ่งจะให้บริการอยู่บนถนนสายหลัก และมีจุดรับ-ส่งผู้โดยสารที่ถูกกำหนดไว้ชัดเจน และ 4. Ride Sharing เป็นรูปแบบการขนส่งที่ให้บริการแก่ผู้โดยสารที่รวมกลุ่มกันจำนวนหนึ่งที่ต้องการที่เดินทางโดยใช้ยานพาหนะคันเดียวกัน ซึ่งมีวัตถุประสงค์ในการลดปริมาณการจราจรบนท้องโดยเฉพาะในบริเวณพื้นที่เขตเมืองที่มีมลภาวะทางอากาศสูงและมีปริมาณการจราจรหนาแน่น โดยการขนส่งในรูปแบบของ Ride Sharing จะเป็นรูปแบบที่มีความแตกต่างกันหลากหลายรูปแบบ ซึ่งจะขึ้นอยู่กับประเภทของยานพาหนะที่ใช้บริการ เช่น Carpooling, Vanpooling, Subscription Buses, Muvmi

2.1.2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวกับการวัดระดับการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะ

จากการทบทวนแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการวัดระดับการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะ พบว่า การเข้าถึงนั้นเป็นเทคนิควิธีการในการวิเคราะห์ที่สามารถใช้เป็นดัชนีตัวชี้วัดของการดำเนินการจัดการระบบขนส่งสาธารณะในเขตเมือง ซึ่งสามารถนำเสนอในรูปแบบเชิงพื้นที่ โดยชี้ให้เห็นถึงการครอบคลุมของระบบขนส่งสาธารณะในพื้นที่ ความสามารถในการเข้าถึงบริการสาธารณะ และรูปแบบของพฤติกรรมของการเดินทางเข้าสู่ระบบขนส่งสาธารณะของบริเวณพื้นที่นั้น ๆ

ในส่วนนี้ ผู้ศึกษาวิจัยจะทบทวนแนวคิดและทฤษฎีที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ระดับการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะ เพื่อหาปัจจัยสำหรับค่าดัชนีที่จะใช้เป็นค่าในการชี้วัดประสิทธิภาพการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะภายในพื้นที่ที่ศึกษา

Hillman and Pool (1997) ได้อธิบายถึงดัชนีที่ใช้วัดการเข้าถึง สำหรับซอฟต์แวร์ที่ใช้สำหรับวางแผนการขนส่งสาธารณะ (ACCMAP) ซึ่งประกอบด้วยฐานข้อมูลและระบบภูมิศาสตร์สารสนเทศ โดยสามารถใช้งานได้ทั้งในระดับเจ้าหน้าที่และผู้ประกอบการด้านการขนส่ง ซึ่งซอฟต์แวร์นี้จะวัดค่าระดับการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะ (PTAL) โดยจะวิเคราะห์ข้อมูลระยะเวลาที่ใช้สำหรับการเดินเท้าจากบ้านถึงป้ายหยุดหรือสถานีขนส่งสาธารณะ และเวลาในการรอที่จะเข้าใช้บริการในจุดนั้น ๆ ซึ่งถูกจะวัดค่าระหว่างจุดต้นทางและปลายทาง โดยการรวมระยะเวลาที่ใช้ในการเดินทางจากจุดเริ่มไปยังปลายทาง ระยะเวลาที่ใช้ในการรอบริการขนส่งสาธารณะนั้น ๆ ระยะเวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนรูปแบบของการขนส่ง และระยะเวลาที่ใช้ในการเดินเท้าไปยังจุดหมาย

Rood, T. (1998) ได้อธิบายการวัดค่าดัชนีความพร้อมใช้งานของระบบขนส่งมวลชน (Local Index of Transit Availability : LITA) ไว้ว่า การวัดค่าดัชนีความพร้อมใช้งานของระบบขนส่งมวลชนจำเป็นที่จะต้องใช้ข้อมูลอยู่ 2 ประเภท คือ ข้อมูลด้านประชากรและข้อมูลด้านการขนส่ง โดยข้อมูลทางด้านประชากร คือ จำนวนของประชากรที่อยู่อาศัยภายในพื้นที่ศึกษาทั้งหมด และจำนวนของพนักงานในแต่ละพื้นที่ที่ศึกษา ส่วนข้อมูลด้านการขนส่ง คือ ตารางเวลาในการให้บริการของแต่ละเส้นทางของการขนส่งสาธารณะทั้งหมด และแผนที่แสดงเส้นทางของระบบขนส่งสาธารณะประเภทนั้น ๆ

ซึ่งวิธีดังกล่าวจะพิจารณาในด้านความสะดวกสบายของการให้บริการของระบบขนส่ง โดยการวัดค่าความจุของยานพาหนะมาร่วมในการคำนวณ LITA Grade ซึ่งทำให้เกิดประโยชน์ต่อผู้พัฒนาทางด้านอสังหาริมทรัพย์ ซึ่งสามารถช่วยในการวางแผนการใช้ประโยชน์ที่ดินและการพัฒนาระบบขนส่งมวลชน โดยคะแนนในแต่ละพื้นที่จะมีความแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับความพร้อมของระบบขนส่งสาธารณะและประชากรของแต่ละพื้นที่

Schoon, J. G., et al. (1999) ได้กำหนดชุดของค่าดัชนีการเข้าถึง คือ เวลาที่ในการเดินทางและค่าใช้จ่ายในการเดินทาง สำหรับรูปแบบการขนส่งที่แตกต่างกันจากจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของการเดินทาง (O-D) ซึ่งการวิเคราะห์เวลาที่ในการเดินทางจะพิจารณาจากอัตราส่วนของระยะเวลาในการเดินทางของแต่ละรูปแบบการขนส่งกับระยะเวลาในการเดินทางเฉลี่ยในทุกรูปแบบการขนส่ง โดยภายหลังจากนั้น Fu and Xin (2005) ได้เสนอแนวทางการที่ใช้จุดเริ่มต้นและสิ้นสุดของการเดินทางเป็นค่าดัชนีชี้วัดบริการของระบบขนส่ง (Transit Service Indicators : TSI) เพื่อใช้ในการประเมินความสามารถในการเข้าถึงของโครงข่ายระบบขนส่ง โดยการใช้อัตราส่วนถ่วงน้ำหนักของระยะเวลาที่

ใช้ในการเดินทางถึงประตู (Door to Door) ของรถยนต์ส่วนบุคคลกับระยะเวลาที่ใช้ในการเดินทางถึงประตู (Door to Door) ของระบบขนส่งสาธารณะ

Ryus, P., et al. (2000) ได้กล่าวว่า ความพร้อมใช้งานของระบบขนส่งมวลชน คือ โอกาสในการใช้บริการขนส่ง ที่เป็นปัจจัยสำคัญในการใช้ระบบขนส่งมวลชน ซึ่งได้มีการศึกษารูปแบบในการวัดระดับการบริการของระบบขนส่ง (Transit Level-Of-Service : TLOS) ที่เป็นตัวบ่งชี้ระดับการบริการระบบขนส่งของกระทรวงคมนาคม รัฐฟลอริดา อันเป็นรูปแบบการวัดระดับการเข้าถึงระบบขนส่งที่เฉพาะตัว โดยจะพิจารณาถึงความพร้อมในการขนส่งที่รวมเอาความครอบคลุมของบริการ ความถี่ และระยะเวลา ความพร้อมใช้งานคุณภาพของเส้นทางเดินเท้าไปยังจุดบริการระบบขนส่ง จำนวนประชากร ความหนาแน่นของประชากรในพื้นที่และความหนาแน่นของแหล่งงาน ร่วมกับวัดระดับการเข้าถึงของระบบการขนส่งนั้นด้วย อันเป็นการแสดงให้เห็นถึงมิติของในด้านความปลอดภัย และมิติในด้านความสะดวกสบายในการเดินทางของประชากร ซึ่งทำให้วิธีนี้เป็นวิธีการวัดระดับการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะที่โดนเด่น นอกจากนี้ยังมีการพิจารณาในมิติด้านต่าง ๆ เช่น มิติด้านพื้นที่และมิติด้านเวลาอีกด้วย อีกทั้งรูปแบบของการวัดที่สำคัญอีกประการหนึ่ง คือ รูปแบบการวัดระดับการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะ (Public Transportation Accessibility Level) ที่มีการพัฒนาขึ้นครั้งแรกในเมืองลอนดอน เมื่อปี ค.ศ. 1992 ซึ่งค่าดัชนีการเข้าถึง (Accessibility Index : AI) นี้จะพิจารณาจากความหนาแน่นของระบบขนส่งสาธารณะ โดยคำนวณจากระยะเวลาในการเดินทางเข้าสู่สถานีที่ให้บริการสาธารณะและความถี่ของการให้บริการในระบบขนส่งสาธารณะนั้น ๆ

Polzin, S., et al. (2002) ได้พัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ความสามารถในการเข้าถึงระบบขนส่งมวลชนแต่ละช่วงเวลา โดยจะพิจารณาความครอบคลุมของพื้นที่ให้บริการและพิจารณาระยะเวลาที่ใช้ในการเดินทาง นอกจากนี้ยังสามารถคำนวณตามความต้องการที่จะเดินทางของแต่ละพื้นที่ได้อีกด้วย ซึ่งจะเป็นการรวมเวลาที่ใช้ในการเดินทางชั่วคราวตามความต้องการแยกเป็นรายชั่วโมงได้อย่างชัดเจน ถึงเครื่องมือจะมีความซับซ้อนและผู้ใช้งานจะต้องมีความเชี่ยวชาญด้านการขนส่ง แต่สามารถใช้เปรียบเทียบผลลัพธ์ของความสามารถในการเข้าถึงกับวิธีอื่น ๆ ได้อย่างง่ายดายและตรงไปตรงมา

Kittelson (2003) ได้อธิบายการวัดความจุของระบบขนส่งและคุณภาพของการบริการระบบขนส่งว่าเป็นการรวมเอาวิธีการเป็นประเมินการเข้าถึงระบบขนส่งในพื้นที่ให้บริการกับวิธีการวัดค่าดัชนีความพร้อมใช้งานของระบบขนส่งมวลชน (LITA) โดยมีการคำนวณอยู่ 2 วิธี คือ แบบ manual และแบบที่ใช้ระบบภูมิศาสตร์สารสนเทศ (GIS) แต่สำหรับงานวิจัยในครั้งนั้น ใช้วิธีคำนวณแบบ GIS เนื่องจากมีความละเอียดกว่าและต้องใช้แผนที่ต่าง ๆ ซ้อนทับกัน เช่น แผนที่ของพื้นที่ที่ทำการศึกษา แผนที่ระบบขนส่งมวลชน เป็นต้น ซึ่งจะพิจารณาพื้นที่กันชน โดยใช้ค่ารัศมี 0.25 ไมล์ (ประมาณ 400

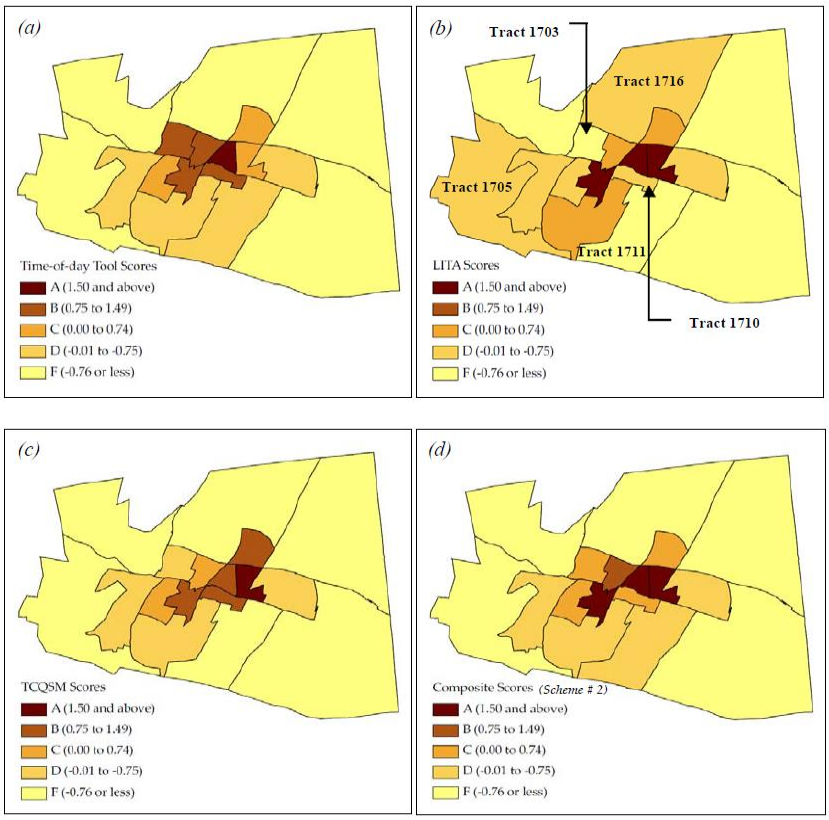
เมตร) รอบป้ายหยุดรถโดยสารสาธารณะ เพื่อที่จะนำเสนอพื้นที่ที่ครอบคลุมของการบริการและวัดระดับการเข้าถึงป้ายรถโดยสารสาธารณะแต่ละแห่งต่อผู้ประกอบการด้านขนส่ง เพื่อใช้ในการตัดสินใจปรับปรุงโครงสร้างพื้นฐานให้สามารถเพิ่มระดับการเข้าถึงระบบขนส่งมวลชน

Bhat, C., et al. (2006) ได้พัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวัดการเข้าถึงระบบขนส่งมวลชน ด้วยการพิจารณาจากมุมมองผู้ใช้บริการระบบขนส่งสาธารณะ และสิ่งอำนวยความสะดวกขั้นพื้นฐาน ซึ่งการวัดการเข้าถึงระบบขนส่ง (Transit Accessibility Measure : TAM) จะใช้ในการกำหนดดัชนีการเข้าถึงระบบขนส่งมวลชนนั้น ๆ สำหรับกระทรวงคมนาคมของรัฐเทกซัส โดยการใช้ดัชนี 2 ตัว ในการวัดระดับการเข้าถึง เพื่อตอบสนองต่อเป้าหมายและวัตถุประสงค์ที่หลากลาย ซึ่งเป้าหมายประการหนึ่งที่มีความสำคัญ คือ การให้บริการขนส่งสาธารณะที่เท่าเทียมและยุติธรรม สำหรับกลุ่มผู้ด้อยโอกาสด้านการคมนาคมในสัดส่วนสูง เช่น ผู้สูงอายุ ผู้พิการทางร่างกาย และผู้มีรายได้น้อย เป็นต้น โดยจะระบุรูปแบบความไม่เท่าเทียมของบริการกับระดับความต้องการที่ใช้บริการสาธารณะของประชากร

ซึ่งการจะวัดการเข้าถึงระบบขนส่งนั้น จะแบ่งค่าดัชนีออกเป็น 2 ค่า คือ ค่าดัชนีการเข้าถึงระบบขนส่ง (Transit Accessibility Indices : TAI) ซึ่งสามารถแสดงให้เห็นระดับของการจัดหาบริการของระบบขนส่งและองค์ประกอบของสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ในการให้บริการ และค่าดัชนีการพึ่งพาการขนส่ง (Transit Dependence Indices : TDI) ซึ่งจะเป็นการวัดระดับความจำเป็นในการให้บริการ โดยจะพิจารณาลักษณะทางด้านสังคมและจำนวนประชากรของผู้ใช้บริการที่อาจเกิดขึ้นในระบบขนส่งของเมือง ยังมีการพยายามที่จะศึกษาหาช่องว่างของพื้นที่ในการให้บริการขนส่งสาธารณะ เพื่อจะวิเคราะห์หาพื้นที่ว่างของความต้องการใช้บริการสาธารณะ ซึ่งจะประเมินการให้บริการขนส่ง โดยการเทียบการกระจายตัวของพื้นที่ที่ให้บริการขนส่งสาธารณะกับความต้องการใช้บริการขนส่งสาธารณะ

Mamum, S. A. (2011) ได้ศึกษาดัชนีการเข้าถึงและความต้องการระบบขนส่งมวลชน โดยวิเคราะห์จากช่องว่างการให้บริการระบบขนส่ง เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของผลลัพธ์ตลอดจนการให้คะแนนวิธีการวัดการเข้าถึงระบบขนส่งในรูปแบบต่าง ๆ เช่น วิธีการวัดแบบ Time-of-day Tool, วิธีการวัดแบบ LITA, วิธีการวัดแบบ TCQSM และวิธีการวัดแบบผสม เป็นต้น ซึ่งช่วยให้นักวางแผนระบบขนส่งสามารถเลือกวิธีการในการวัดระดับการเข้าถึงระบบขนส่งและนำเสนอวิธีการวัดระดับการเข้าถึงระบบขนส่งเหล่านั้น ดัง**ภาพที่ 2-2**

นอกจากนี้ Mamum ยังได้สรุปวิธีการวัดระดับการเข้าถึงระบบขนส่งในรูปแบบต่าง ที่มีการศึกษามาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1950 ที่มีความหลากหลายและมีการวิเคราะห์ที่แตกต่างกัน ซึ่งแต่ละรูปแบบจะสะท้อนผลลัพธ์ออกมาที่มีความแตกต่างกัน ดัง**ตารางที่ 2-1**



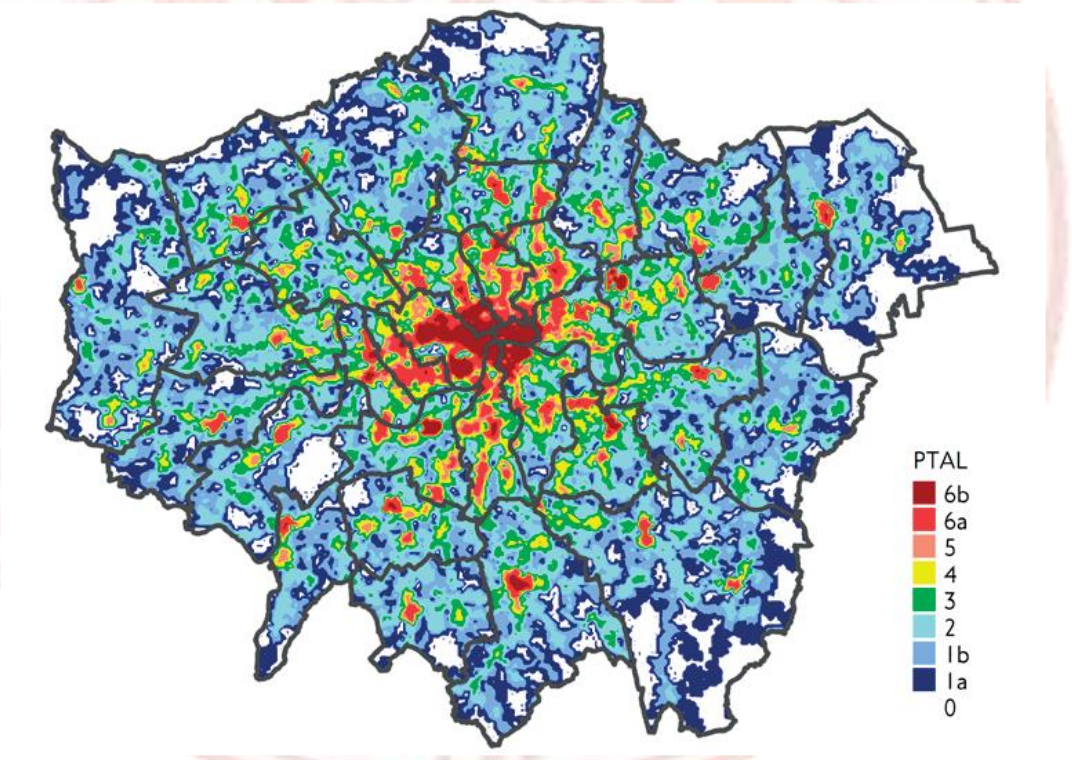
ภาพที่ 2-2 ระดับการเข้าถึงระบบขนส่งในรูปแบบต่าง ๆ (Mamum, 2011)

ตารางที่ 2-1 สรุปหลักการศึกษาการเข้าถึงระบบขนส่งมวลชนก่อนหน้านี้

Study/ Paper	Type of Measure	Reflecting Local Accessibility		Reflecting Network Accessibility	Incorporated Accessibility Measure(s)	Important Feature	Computational Complexity	Intended Users
		Spatial Coverage	Temporal Coverage					
Polzin et al. (2002)	Time-of-Day tool (Index)	Yes	Yes	No	Service Coverage, Time-of-Day, Waiting Time, Service Frequency, Demographic data.	Time-of-Day Trip Distribution	Transportation Specialist	Transit Planner
Rood (1998)	LITA (Grade)	Yes	Yes	Yes	Service Frequency, Vehicle Capacity, Route Coverage.	Comfort and Convenience	Little Technical Skill	Property Developer
Schoon et al. (1999)	AI (Index)	No	No	Yes	Travel Time, Travel Cost	Travel Cost	Little Technical Skill	Transit Planner Transit User
TCQSM (2003)	LOS	Yes	Yes	No	Service Frequency, Hours of Service, Service Coverage, Demographic data.	LOS Concept	Some Technical Skill	Transit Operator Transit User
Hillman and Pool (1997)	PTAL (Index)	Yes	Yes	Yes	Service Frequency, Service Coverage	Agg. Travel Time between O-D pairs	Transportation Specialist	Transit Planner Transit Operator
Fu et al. (2005)	TSI (Index)	Yes	Yes	Yes	Service Frequency, Hours of Service, Route Coverage, Travel time components	Weighted Travel Time	Some Technical Skill	Transit Operator
Ryus et al. (2000)	TLOS	Yes	Yes	No	Service Frequency, Hours of Service, Service Coverage, Walking Route, Demographic data	Availability & quality of Pedestrian Route	Transportation Specialist	Transit Planner Transit Operator
Currie et al. (2004)	Supply Index & Need Index	Yes	Yes	Yes	Service Frequency, Service Coverage, Travel time, Car Ownership, Demographic data.	Transport Needs Measure	Some Technical Skill	Transit Planner Transit Operator Property Developer
Bhat et al. (2006)	TAI & TDI (Index)	Yes	Yes	Yes	Access distance, Travel time, Comfort & parking, Network Connectivity, Service Frequency, Hours of Service, Vehicle Capacity.	Transit Dependency Measure	Transportation Specialist	Transit Planner Transit Operator Transit User

ที่มา : Mamum (2011)

Transport for London (2015) ได้อธิบายถึง Public Transport Accessibility Levels (PTAL) ว่าเป็นการวัดการเชื่อมต่อระบบขนส่งสาธารณะ ซึ่งใช้ในกระบวนการวางแผนต่าง ๆ ในเมืองลอนดอน โดยการวิเคราะห์ระดับเข้าถึงของบริการระบบขนส่งสาธารณะ ซึ่งคำนึงถึงระยะเวลาที่ใช้ในการเดินเท้าและรูปแบบการบริการ โดยรูปแบบของการเดินเท้านั้นจะคำนวนจากจุดใด ๆ ไปสู่ตำแหน่งของระบบขนส่งสาธารณะ นอกจากนี้แล้วกระบวนการวิเคราะห์ PTAL ยังคำนึงถึงความถี่และระยะเวลาการรอคอยของรูปแบบการขนส่งสาธารณะต่างๆ ผลลัพธ์ที่ได้ก็คือค่า Equivalent Doorstep Frequency (EDF) ของแต่ละจุดขนส่งของระบบสาธารณะ เมื่อนำผลรวมของ EDF ของแต่ละเส้นทางในพื้นที่ศึกษามารวมกัน แล้วแปลงเป็นค่า PTAL อันเป็นค่าที่มีความเรียบง่าย ซึ่งสามารถจำแนกได้เป็น 6 ระดับ ที่เป็นไปได้อยู่ 9 ค่า คือ 0, 1a, 1b, 2, 3, 4, 5, 6a และ 6b ดังแสดงใน**ภาพที่ 2-3**



ภาพที่ 2-3 แผนที่แสดงค่าระดับการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะ (PTAL) ของเมืองลอนดอน (Transport for London, 2015)

นอกจากนี้ Transport for London (2015) ยังได้อธิบายถึงค่าของ PTAL แต่ละค่าไว้ว่าค่า PTAL เท่ากับ 6 จะเป็นระดับการเข้าถึงบริการระบบขนส่งสาธารณะที่สูงที่สุด และค่า PTAL ที่ที่มีค่าลดลงมาจะหมายถึงระดับการเข้าถึงบริการระบบขนส่งสาธารณะที่ลดลง จนกระทั่งถึงค่า PTAL เท่ากับ 1 จะเป็นระดับการเข้าถึงบริการระบบขนส่งสาธารณะที่ต่ำที่สุด ดัง**ตารางที่ 2-2**

ตารางที่ 2-2 ค่าดัชนีการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะ (Public Transport Accessibility Levels : PTAL)

PTAL	Access Index range	Map color
0 (Worst)	0	
1a	0.01 – 2.50	
1b	2.51 – 5.00	
2	5.01 – 10.00	
3	10.01 – 15.00	
4	15.01 – 20.00	
5	20.01 – 25.00	
6a	25.01 – 40.00	
6b (best)	40.01+	

ที่มา : Transport for London (2015)

การกำหนดค่าสมมติฐานใช้ในการวิเคราะห์ระดับการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะ อ้างอิงจาก Transport for London (2010) โดยมีรายละเอียด ดัง**ตารางที่ 2-3**

ตารางที่ 2-3 ค่าสมมติฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์ระดับการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะ

Parameter	Unit	Value
Walk		
Walk Speed	Kilometers/Hour	4.8
Walk Speed	Meters/Minute	80
Bus		
Reliability	Minutes	2
Maximum Walk Time	Minutes	8
Maximum Walk Distance	Meters	640
Rail		
Reliability	Minutes	0.75
Maximum Walk Time	Minutes	12
Maximum Walk Distance	Meters	960

ที่มา : Transport for London (2010)

ในการคำนวณค่าระดับการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะนั้น จะต้องใช้ข้อมูลในการคำนวณอยู่ 4 ชุดข้อมูล ได้แก่

1) รายชื่อของสถานที่ที่เราต้องการจะหาค่าระดับการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะ (PTAL) เช่น บ้าน สำนักงาน ร้านค้า เป็นต้น
2) ข้อมูลสถานที่ตั้งของสถานีขนส่งสาธารณะและตำแหน่งของป้ายหยุดรถโดยสารสาธารณะ ซึ่งจะเรียกว่า จุดเข้าใช้งานบริการ Service Access Points (SAPs)
3) เส้นทางที่สามารถใช้ในการเดิน เพื่อคำนวณหาเวลาที่ใช้ในการเดินจากจุดเริ่มต้นไปยังโครงข่ายระบบขนส่งสาธารณะได้
4) ข้อมูลเส้นทางของรถโดยสารสาธารณะ จากจุดเข้าใช้บริการ (SAPs) แต่ละแห่งไปยังสถานีขนส่งสาธารณะ

ระยะเวลาในการรอคอยรถขนส่งสาธารณะตามตารางเดินรถ (Scheduled Waiting Time : SWT) เป็นครึ่งหนึ่งของความถี่ในการให้บริการของรถขนส่งสาธารณะ เป็นหน่วยนาที

$$SWT = 0.5 * (60/f)$$

เมื่อ f = ความถี่ในการให้บริการของรถขนส่งสาธารณะ

หากเส้นทางของรถโดยสารสาธารณะมีจุดเข้าใช้งานบริการ (SAPs) หลายจุดในพื้นที่ที่เราสนใจ ให้พิจารณาเฉพาะจุดเข้าใช้งานบริการที่ใกล้กับจุดที่เราสนใจ (POI) มากที่สุด

หากเส้นทางของรถโดยสารสาธารณะมีทิศทางการให้บริการสองทิศทาง ให้ใช้ทิศทางที่มีการใช้บริการบ่อยที่สุด

ระยะเวลาในการรอรถขนส่งสาธารณะที่ป้ายโดยเฉลี่ย (Average Waiting Times : AWT) สามารถคำนวนได้จาก Scheduled Waiting Time รวมกับค่า Reliability ของแต่ละรูปแบบการขนส่ง จาก**ตารางที่ 2-3** ซึ่งจะสะท้อนให้เห็นถึงค่าระยะเวลาในการรอคอยรถขนส่งสาธารณะที่อาจนานกว่าความเป็นจริง

$$AWT = SWT + K$$

เมื่อ K = ค่า Reliability ของรถขนส่งสาธารณะแต่ละประเภท

ระยะเวลาในการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะรวม (Total Access Time : TAT) สามารถคำนวณได้จากผลรวมของระยะเวลาในการเดินไปยังจุดเข้าใช้งานบริการ (Waiting Time : WT) กับระยะเวลาในการรอรถขนส่งสาธารณะที่ป้ายโดยเฉลี่ย

$$TAT = WT + AWT$$

จากนั้นนำค่า TAT มาแปลงเป็นค่า Equivalent Doorstep Frequency (EDF) สำหรับแต่ละเส้นทางในแต่ละ Service access points (SAPs) ซึ่งจะมีหน่วยเป็นนาที

$$EDF = 0.5 * (60/TAT)$$

เมื่อได้ค่า EDF สำหรับแต่ละเส้นทางในแต่ละ Service Access Points (SAPs) แล้วจึงนำมาคำนวณหาค่า Accessibility Index (AI) โดยให้ค่าน้ำหนัก (Weight) เท่ากับ 1 สำหรับรถขนส่งสาธารณะที่มีความถี่ในการให้บริการสูงที่สุดของแต่ละระบบ ส่วนรถขนส่งสาธารณะสายที่เหลือ จะให้ค่าน้ำหนัก เท่ากับ 0.5 สำหรับค่าระดับการเข้าถึงขนส่งสาธารณะของแต่ละจุด

$$AI = EDF_{max} + [0.5 * \Sigma(\text{all other EDFs})]$$

เมื่อได้ค่า AI ของแต่ละรูปแบบการขนส่งแล้ว ให้รวมค่า AI ของแต่ละโหมดเข้าด้วยกัน เพื่อแปลงเป็นค่าดัชนีการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะ (PTAL)

$$AI_{POI} = \Sigma(AI_{MODE\ 1} + AI_{MODE\ 2} + \ldots + AI_{MODE\ N})$$

2.1.3 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ด้วยสถิติเชิงพื้นที่

Kitchin and Tate (2000) ได้อธิบายถึงวิธีการวิเคราะห์สถิติเชิงพื้นที่ไว้ว่า ในการศึกษารูปแบบปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในพื้นที่สามารถทำการวิเคราะห์ได้ด้วยสถิติในรูปแบบเชิงพื้นที่ ซึ่งรูปแบบเชิงพื้นที่นี้สามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ประเภท ประกอบด้วย จุด เส้น พื้นที่ และปริมาตร

การศึกษาในครั้งนี้จะใช้รูปแบบเชิงพื้นที่ประเภทจุดในการวิเคราะห์รูปแบบของการกระจายตัวภายในพื้นที่ศึกษา ซึ่งในการวิเคราะห์รูปแบบเชิงพื้นที่ประเภทจุดนั้น จะต้องใช้ค่าทางสถิติมาช่วยในการวิเคราะห์ ได้แก่ ค่ากลาง (Mean Center) ค่าระยะทางมาตรฐาน (Standard Distance) ความหนาแน่น (Density) และดัชนีของจุดอื่นข้างเคียงใกล้ที่สุด (Nearest Neighbor Index) โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) ค่ากลาง (Mean Center) จะมีลักษณะคล้ายกับการคำนวณการกระจายตัวโดยทั่วไป ซึ่งในการคำนวณหาค่ากลางนี้ จะเป็นการคำนวณการกระจายของจุด ซึ่งเป็นการแสดงค่าเฉลี่ยหรือตำแหน่งกลางของพื้นที่หนึ่ง ๆ แต่ในด้านภูมิศาสตร์มนุษย์จะใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลที่มีจำนวนมากที่มีการกระจายในพื้นที่ศึกษา เช่น ประมาณของประชากร ซึ่งสามารถคำนวณได้ด้วยสมการดังต่อไปนี้

$$\bar{X} = \frac{x_1 + x_2 + \ldots + x_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n}$$

$$\bar{Y} = \frac{y_1 + y_2 + \ldots + y_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^{n} y_i}{n}$$

เมื่อ $\bar{X}, \bar{Y}$ = พิกัดของค่ากลางของชุดข้อมูล

x_i = ค่าพิกัดของ x

y_i = ค่าพิกัดของ y

n = จำนวนหน่วยประชากร

ภาพที่ 2-4 การหาค่ากลาง (ESRI, 2021)

2) ค่าระยะทางมาตรฐาน (Standard Distance) จะมีลักษณะคล้ายกับวิธีที่ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ใช้วัดการกระจายของค่าข้อมูลรอบค่าเฉลี่ยทางสถิติ โดยรูปแบบการกระจายตัวนี้จะแสดงออกมาในแบบกลุ่มจากจุดกลาง (Centroid) ซึ่งในการวิเคราะห์การกระจายของข้อมูลภูมิศาสตร์ จะใช้บ่งชี้ถึงความห่างในการกระจายของข้อมูลระหว่างจุดต่าง ๆ ในพื้นที่ โดยสามารถคำนวณได้ด้วยสมการดังต่อไปนี้

$$SD = \sqrt{\frac{\Sigma_{i=1}^{n}(x_i - \bar{X})^2}{n} + \frac{\Sigma_{i=1}^{n}(y_i - \bar{Y})^2}{n} + \frac{\Sigma_{i=1}^{n}(z_i - \bar{Z})^2}{n}}$$

เมื่อ $\bar{X}, \bar{Y}, \bar{Z}$ = พิกัดของค่ากลางของชุดข้อมูล

x_i = ค่าพิกัดของ x

y_i = ค่าพิกัดของ y

z_i = ค่าพิกัดของ y

n = จำนวนหน่วยประชากร

ภาพที่ 2-5 การหาค่าระยะทางมาตรฐาน (ESRI, 2021)

3) ความหนาแน่น (Density) เป็นค่าสถิติเชิงพื้นที่ที่ใช้วิเคราะห์การกระจายของข้อมูล ซึ่งเป็นความสัมพันธ์ระหว่างจุดกับพื้นที่บริเวณนั้น ๆ โดยค่าความหนาแน่นจะเป็นอัตราส่วนระหว่างจำนวนของจุดในหนึ่งหน่วยพื้นที่ กับขนาดของพื้นที่ทั้งหมด เพื่อหาความหนาแน่นของข้อมูลในพื้นที่นั้น ๆ โดยสามารถคำนวณได้ด้วยสมการดังต่อไปนี้

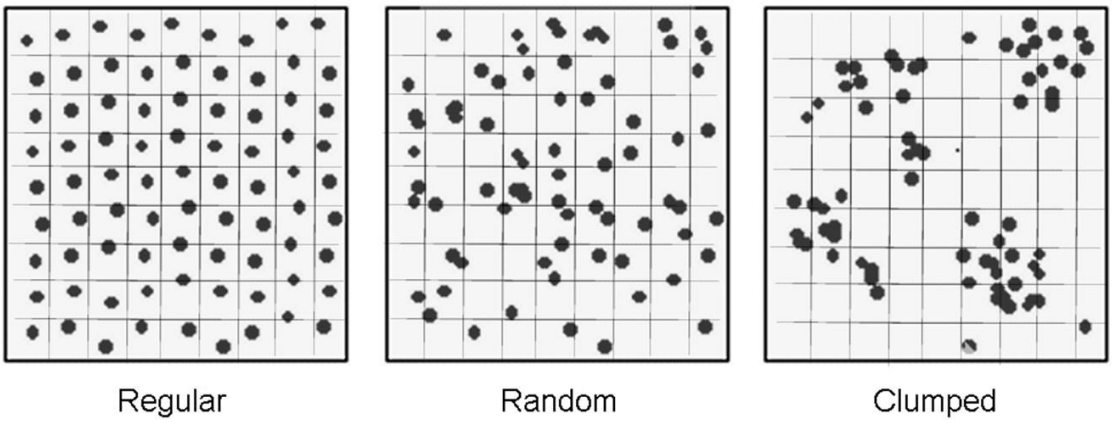
$$d = \frac{n}{A}$$

เมื่อ d = ค่าความหนาแน่น

n = จำนวนของจุดในหนึ่งหน่วยพื้นที่

A = ขนาดพื้นที่ทั้งหมด

4) ดัชนีของจุดอื่นข้างเคียงใกล้ที่สุด (Nearest Neighbor Index) เป็นลักษณะการกระจายตัวที่มีการพิจาณาจากการกระจาย 2 ลักษณะ ได้แก่ การกระจาย (Spares) และความหนาแน่น (Dense) ว่ามีลักษณะการกระจายเป็นแบบสุ่ม (Random) หรือไม่ โดยการเปรียบเทียบระยะห่างระหว่างจุดทุกคู่ในพื้นที่กับระยะห่างที่ควรจะเป็นในกรณีที่ข้อมูลมีลักษณะการกระจายเป็นแบบสุ่ม เพื่อใช้อธิบายวิธีการทางสถิติและคณิตศาสตร์ที่มีลักษณะการรวมตัวหรือการกระจายตัวของสิ่งต่าง ๆ ซึ่งสามารถแบ่งลักษณะการกระจายพื้นฐานได้เป็น 3 รูปแบบ คือ การกระจายที่เป็นระบบระเบียบ (Uniform Distribution) การกระจายแบบทั่วไป (Random Distribution) และการกระจายแบบเป็นกลุ่มก้อน (Clustered Distribution) ดังแสดงใน**ภาพที่ 2-6**



ภาพที่ 2-6 รูปแบบการกระจายตัว (Sharov, 1995)

การวัดการกระจายของข้อมูลประเภทจุดนั้น สามารถอธิบายได้ในรูปของค่าดัชนีที่เรียกว่าดัชนีของจุดอื่นข้างเคียงใกล้ที่สุด (Nearest Neighbor Index) โดยค่าดัชนีจะเริ่มตั้งแต่ ค่าน้อยกว่า 1 ซึ่งค่านี้จะแสดงถึงลักษณะการกระจายแบบเป็นกลุ่มก้อน (Clustered Distribution) แต่ถ้าค่าดัชนีอยู่ที่ 1 จะแสดงถึงลักษณะการกระจายแบบทั่วไป (Random Distribution) และถ้าค่าดัชนีมีค่ามากกว่า 1 จะแสดงถึงลักษณะการกระจายเป็นระบบระเบียบ (Uniform Distribution) ซึ่งช่วงของค่าดัชนีของจุดอื่นข้างเคียงใกล้ที่สุดจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 2.15 โดยสามารถคำนวณได้ด้วยสมการดังต่อไปนี้

$$NNI = \frac{d_{obs}}{d_{ran}}$$

เมื่อ NNI = ค่าดัชนี Nearest neighbor

d_{obs} = ระยะทางเฉลี่ยจากจุดต่างๆ ไปยังจุดที่ใกล้ที่สุด

$$d_{obs} = \frac{\sum_{i=1}^{n} d}{n}$$

d_{ran} = ระยะทางโดยเฉลี่ยของจุดข้างเคียงใน Random Distribution

$$d_{ran} = 0.5\sqrt{\frac{A}{n}}$$

A = พื้นที่กำหนดศึกษา

n = จำนวนจุดทั้งหมด

2.1.4 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่

จากการทบทวนแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ พบว่า การวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ที่นิยมใช้ในการวางแผนผังเมืองนั้นมีอยู่หลากหลายวิธี ทั้งวิธีการแบบง่าย ๆ เช่น การจัดทำแผนที่ไอโซเพลทหรือคลอโรเพลท แล้วนำมาซ้อนทับกันระหว่างข้อมูลแต่ละตัวแปร ไปจนถึงเทคนิคการวิเคราะห์ที่ต้องใช้สูตรคำนวณที่มีความซับซ้อน แต่วิธีการที่ได้รับความนิยมในการใช้งานโดยทั่วไป คือ การอธิบายด้วยเส้นโค้งลอเรนส์ (Lorenz Curve) และค่าสัมประสิทธิ์จีนี (Gini Coefficient) ซึ่งในงานวิจัยนี้จะใช้อธิบายความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ระหว่างตัวแปรค่าดัชนีการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะกับตัวแปรด้านประชากร

เส้นโค้งลอเรนส์และค่าสัมประสิทธิ์จีนี เป็นเทคนิคการวิเคราะห์ที่มีความเกี่ยวข้องกัน โดยเส้นโค้งลอเรนส์เป็นวิธีการทางกราฟิก ในขณะที่ค่าสัมประสิทธิ์จีนีเป็นวิธีการคำนวณทางคณิตศาสตร์ที่ใช้อธิบายถึงสัดส่วนของพื้นที่ในแผนภูมิที่เกิดจากเส้นโค้งลอเรนส์ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) เส้นโค้งลอเรนส์ (Lorenz Curve)

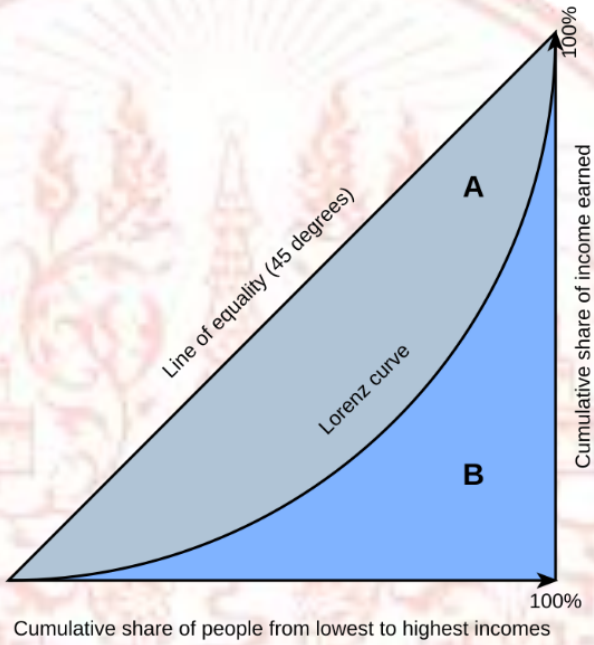
วรรณศิลป์ (2555) ได้อธิบายว่า เส้นโค้งลอเรนส์ (Lorenz Curve) เป็นแผนภูมิที่พัฒนาขึ้นเพื่อใช้วัดค่าการกระจุกตัวของความร่ำรวย (Concentration of Wealth) ในปี ค.ศ. 1905 โดยหลักการเบื้องต้นของเส้นโค้งลอเรนส์ คือ การเปรียบเทียบส่วนแบ่งของประชากรกับส่วนแบ่งรายได้ของประชากรในกลุ่มต่าง ๆ ว่ามีความแตกต่างกันมากน้อยเพียงใด

เส้นโค้งลอเรนส์สร้างขึ้นโดยการนำเอาส่วนแบ่งสะสม (Cumulative Shares) ของประชากรและรายได้ ซึ่งอาจอยู่ในรูปของร้อยละ (ค่าระหว่าง 0 ถึง 100) หรือสัดส่วน (ค่าระหว่าง 0 ถึง 1) มาสร้างเป็นแผนภูมิการกระจายแสดงความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ระหว่างประชากรและรายได้ เมื่อเปรียบเทียบเส้นโค้งลอเรนส์กับเส้นแสดงการกระจายสัมบูรณ์ (Line of Perfect Distribution) ซึ่งเป็นเส้นทแยงมุมที่ลากจากจุดเริ่มต้นไปยังจุดสิ้นสุดของข้อมูลในแผนภูมิ ทำให้สามารถอธิบายถึงความสัมพันธ์ของประชากรและรายได้ที่มีการกระจายตัวในพื้นที่ ว่ามีความสอดคล้องหรือความแตกต่างกันมากน้อยเพียงใด ถ้าเส้นโค้งลอเรนส์เข้าใกล้เส้นแสดงการกระจายสัมบูรณ์ หมายความว่าประชากรและรายได้มีการกระจายตัวในพื้นที่มีสอดคล้องกันมาก หรือมีความเหลื่อมล้ำของรายได้ระหว่างกลุ่มน้อย แต่หากเส้นโค้งลอเรนส์ที่อยู่ห่างจากเส้นแสดงการกระจายตัวสัมบูรณ์มาก หมายความว่าประชากรและรายได้มีการกระจายตัวในพื้นที่แตกต่างกันมาก หรือมีความเหลื่อมล้ำของรายได้ระหว่างกลุ่มมาก

นอกจากการใช้วิเคราะห์ความเหลื่อมล้ำของรายได้แล้ว ยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการอธิบายความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของตัวแปร 2 ตัวแปร ว่ามีความสอดคล้องกันมากน้อยเพียงใด

2) ค่าสัมประสิทธิ์จีนี (Gini Coefficient)

วรรณศิลป์ (2555) ได้อธิบายว่า ค่าสัมประสิทธิ์จีนีถูกพัฒนาขึ้นเพื่อใช้วัดความเหลื่อมล้ำของรายได้ในสังคมที่ใช้ในการวิเคราะห์ด้านการวางแผนผังเมือง ที่มีการพัฒนาต่อยอดจากเส้นโค้งลอเรนส์ โดยสัมประสิทธิ์จีนีเป็นส่วนแบ่งของพื้นที่ระหว่างเส้นโค้งลอเรนส์กับเส้นกระจายสัมบูรณ์ เพื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ทั้งหมดใต้เส้นการกระจายสัมบูรณ์



ภาพที่ 2-7 เส้นโค้งลอเรนส์แสดงสัดส่วนของพื้นที่ (Wikipedia, 2021)

จากภาพที่ 2-7 จะแสดงให้เห็นถึง พื้นที่ A คือ พื้นที่เหนือเส้นโค้งลอเรนส์ และพื้นที่ B คือ พื้นที่ใต้เส้นโค้งลอเรนส์ ซึ่งสามารถคำนวณค่าสัมประสิทธิ์จีนี (G) ได้ด้วยสมการต่อไปนี้

$$G = \frac{A}{A + B}$$

เมื่อ A = พื้นที่เหนือเส้นโค้งลอเรนส์

B = พื้นที่ใต้เส้นโค้งลอเรนส์

ค่าสัมประสิทธิ์จีนี หรืออาจเรียกว่า ดัชนีจีนี (Gini Index) จะมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 โดยที่ค่าเท่ากับ 0 หมายถึง ความเท่าเทียมอย่างสมบูรณ์ (Perfect Equality) ในขณะที่ค่าเท่ากับ 1 หมายถึง ความไม่เท่าเทียมอย่างสมบูรณ์ (Perfect Inequality) เมื่อค่าสัมประสิทธิ์จีนีมีค่าน้อยกว่า 0.2 แสดงถึง ความไม่เท่าเทียมระดับต่ำ ในขณะที่ค่าระหว่าง 0.2 ถึง 0.5 แสดงถึงค่าความไม่เท่าเทียมระดับปานกลาง และเมื่อค่าสัมประสิทธิ์จีนีมากกว่า 0.5 จะถูกพิจารณาว่ามีความไม่เท่าเทียมที่สูง (Weich et al., 2001)

นอกจากการใช้ค่าสัมประสิทธิ์จีนีในวัดความเหลื่อมล้ำของรายได้แล้ว ยังถูกนำไปประยุกต์ใช้ในการวัดความเหลื่อมล้ำหรือความไม่เท่าเทียมกันอย่างแพร่หลาย ทำให้มีสูตรในการคำนวณที่หลากหลาย แต่สำหรับในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจะเลือกใช้วิธีในการคำนวณอย่างง่าย ซึ่งจะไม่คิดเครื่องหมายของตัวแปร และค่าที่คำนวณได้จะต้องมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 100 โดยสามารถคำนวณได้ด้วยสมการดังต่อไปนี้

$$G = \frac{1}{2}\sum |x_i - y_i|$$

เมื่อ G = สัมประสิทธิ์จีนี

x_i = ส่วนแบ่งข้อมูลคิดเป็นร้อยละของตัวแปรที่ 1

y_i = ส่วนแบ่งข้อมูลคิดเป็นร้อยละของตัวแปรที่ 2

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า มีแนวความคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ระดับการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะ และการนำโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาประยุกต์ใช้ร่วมกับการวิเคราะห์ระดับการเข้าถึงระบบสาธารณะที่หลากหลายรูปแบบ ดังนี้

ชุติมา (2554) กล่าวว่า ปัญหาการจราจรที่ติดขัดไม่ใช่เป็นเพียงปัญหาที่เกิดขึ้นภายในกรุงเทพมหานครเท่านั้น แต่ภายในเขตเมืองของต่างจังหวัดก็เกิดปัญหานี้เช่นเดียวกัน ดังเช่นในเขตเทศบาลนครราชสีมาที่มีการขยายตัวเพิ่มขึ้นของประชากร และอาคารบ้านเรือนที่มีเพิ่มมากขึ้น ซึ่งส่งผลให้เกิดปัญหาด้านการจราจรเช่นเดียวกัน โดยปัจจุบันได้มีความพยายามที่จะแก้ไขแก้ไขปัญหาเหล่านี้ โดยการพัฒนาให้เกิดการขนส่งที่ยั่งยืน (Sustainable Transport) ในการพยายามให้ประชาชนปรับเปลี่ยนของรูปแบบการเดินทางด้วยรถยนต์ส่วนบุคคลให้หันมาใช้ระบบขนส่งสาธารณะที่มากขึ้น เพื่อลดค่าใช้จ่ายในเดินทาง เป็นการประหยัดพลังงาน ลดปริมาณการจราจร และรักษาสิ่งแวดล้อม ทั้งนี้ประสิทธิภาพของการการจราจรจะดีขึ้นได้นั้น ขึ้นอยู่กับความครอบคลุม การบริการสาธารณะที่เพียงพอต่อความต้องการใช้บริการของประชาชน และเกิดความสะดวกสบายในการเข้าถึงบริการของประชาชน

ทำให้มีการนำโปรแกรมระบบภูมิศาสตร์สารสนเทศมาประยุกต์ใช้ ร่วมในการศึกษาวิเคราะห์ระดับในการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะ ซึ่งการศึกษาในพื้นที่ในเขตเทศบาลนครนครราชสีมานี้จะศึกษารถโดยสารสาธารณะหมวดที่ 1 (รถสองแถว) ได้แนวคิดจากหลักการศึกษาระดับการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะ (PTAL) ของกรุงลอนดอน ประเทศอังกฤษ โดยเป็นหลักการที่ไม่ซับซ้อน โดยใช้วิธีในการคำนวณค่าดัชนีการเข้าถึงบริการสาธารณะตามแบบของกรุงลอนดอน เพื่อให้ทราบถึง

ผลลัพธ์ในเบื้องต้น ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้นั้นมีความสมเหตุสมผลตามระดับการเข้าถึงที่เกิดขึ้นจริงในพื้นที่ศึกษา โดยผลการศึกษาที่ได้สามารถนำมาเป็นแนวทางในการพัฒนาระบบขนส่งสาธารณะที่มีความสอดคล้องระหว่างการเปลี่ยนแปลงและขยายตัวของเมืองได้อย่างเหมาะสมกับพื้นที่ศึกษาในเขตเทศบาลนครราชสีมาได้อย่างเหมาะสม

อดิศักดิ์ (2556) ได้ศึกษาดัชนีที่ใช้วัดระดับการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ซึ่งผลลัพธ์จะเป็นเครื่องมือที่ใช้ชี้วัดระดับการเข้าถึงระบบขนส่งในแต่ละพื้นที่ โดยจะพิจารณาจากปัจจัย 3 ด้าน ได้แก่ ปัจจัยด้านเวลา, ปัจจัยด้านค่าใช้จ่ายในการเดินทาง และปัจจัยด้านโอกาสในการเชื่อมต่อ เพื่อแสดงให้เห็นถึงระดับการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะของแต่ละพื้นที่ว่าอยู่ในระดับใด และมีรูปแบบการเดินทางเป็นอย่างไร โดยได้ตั้งสมมติฐานของการวิจัยไว้ คือ 1) การให้บริการของระบบขนส่งสาธารณะนั้นมีความเหลื่อมล้ำในการให้บริการและเมื่อได้รับการพัฒนาระบบขนส่งทางรางขึ้นจะส่งผลให้ระดับการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะโดยรวมเพิ่มสูงขึ้น และ 2) ระดับการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะนั้นไม่มีความสอดคล้องกับบริบทของการใช้ประโยชน์ที่ดินและด้านผังเมืองในปัจจุบัน ซึ่งการวิจัยในครั้งนี้ได้มีวัตถุประสงค์ในการศึกษารูปแบบของการกระจายตัวในเชิงพื้นที่ของโครงข่ายการบริการขนส่งสาธารณะ และเพื่อศึกษาค่าดัชนีของระดับการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะแบบแยกเป็นรายพื้นที่ โดยใช้วิธีการเชิงปริมาณในการศึกษาและวิเคราะห์ถึงปัจจัยและวัดค่าระดับการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะ ด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) โดยใช้โปแกรมด้านสารสนเทศภูมิศาสตร์

ผลลัพธ์ของการศึกษาระดับการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะ จะพิจารณาจากค่าดัชนีของระดับการเข้าถึงบริการสาธารณะ ที่มีค่าอยู่ระหว่าง 0.00 ถึง 10.00 พบว่า ระดับของการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะโดยเฉลี่ยอยู่ในระดับ 4 (Accessibility Index : AI = 4.62) เมื่อได้นำผลการศึกษาระดับการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะมาพิจารณาร่วมกันกับมิติด้านพื้นที่และมิติด้านเวลาแล้ว ผลที่ได้ คือ ในด้านการเปลี่ยนแปลงของเวลา กรณีที่เกิดการพัฒนาระบบขนส่งทางรางแล้ว พบว่า ระดับการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะโดยรวมเฉลี่ยมีค่าเพิ่มขึ้นจากระดับ 4 (AI = 4.62) เป็นระดับ 5 (AI = 5.23) มีความสอดคล้องกับผลลัพธ์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ และผลของการวิเคราะห์ร่วมกับลักษณะของการใช้ประโยชน์ที่ดินและด้านผังเมือง พบว่า บางพื้นที่มีลักษณะที่ไม่สอดคล้องกันระหว่างความเป็นเมือง รูปแบบการใช้ที่ดิน และระดับการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะ ซึ่งต้องมีการเร่งพัฒนาโครงสร้างด้านคมนาคมขนส่งเพื่อเป็นการเพิ่มระดับการเข้าถึงสาธารณะให้เหมาะสมและสอดคล้องกับพื้นที่นั้น ๆ ต่อไป

นอกจากนี้ ยังมีการศึกษารูปแบบของการกระจายตัวเชิงพื้นที่ พบว่า การกระจายตัวของสถานีขนส่งสาธารณะทั้ง 3 ระบบ มีการกระจายตัวแบบเป็นกลุ่มก้อน ซึ่งเมื่อพิจารณากับด้วยความสัมพันธ์

เชิงพื้นที่ พบว่า พื้นที่ของระบบขนส่งสาธารณะที่มีระยะมาตรฐานที่ซ้อนทันกันทั้ง 3 ระบบขนส่ง คือ พื้นที่เขตพญาไท เขตจตุจักร เขตดุสิต

Saghapour, T., et al. (2016) ได้ดำเนินการศึกษาการเข้าถึงการขนส่งสาธารณะในเขตเมืองใหญ่ สำหรับความหนาแน่นของประชากรที่มีความผสมผสานและเพื่อปรับปรุงการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะ ซึ่งถือว่าเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพสูงและช่วยในการลดต้นทุนภายนอก ลดผลกระทบในการใช้พาหนะรูปแบบเครื่องยนต์สันดาปในการเดินทาง ซึ่งเมืองเมลเบิร์นมีระบบขนส่งสาธารณะอยู่ 3 รูปแบบ คือ รถราง รถไฟ และรถโดยสารประจำทาง เพื่อระบุความครอบคลุมของการให้บริการสาธารณะในการศึกษาในครั้งนี้จึงประยุกต์ใช้ระบบภูมิศาสตร์สารสนเทศ (GIS) เพื่อวัดระดับการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะในเขตพื้นที่ของเมืองเมลเบิร์น

จากผลลัพธ์ของการวิจัย พบว่า ประมาณ 30% ของประชากรที่พักอาศัยอยู่ในเขตเมืองเมลเบิร์นมีระดับการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะอยู่ในระดับที่แย่ ซึ่งในขณะเดียวกัน 30% ของประชากรที่พักอาศัยอยู่นอกเมืองเมลเบิร์นมีระดับการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะอยู่ในระดับสูงกว่าค่าเฉลี่ย นอกจากนี้รูปแบบการเดินทางโดยรถไฟมีค่าที่เพิ่มขึ้นจาก 7.8% เป็น 20.6% เนื่องจากที่ระดับการเข้าถึงระบบขนส่งที่การเพิ่มขึ้น รูปแบบการเดินทางด้วยรถรางมีการเปลี่ยนแปลงระดับของการเข้าถึงในทิศทางที่ดีขึ้นอยู่ประมาณ 35% จากระดับปานกลางเป็นระดับดี และในทางตรงข้ามพื้นที่ที่มีระดับการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะอยู่ในระดับที่ดีเยี่ยมด้วยการเดินทางในรูปแบบรถโดยสารประจำทางมีค่าลดลง ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเมื่อมีรูปแบบการเดินทางที่หลากหลาย เช่น รถไฟหรือ รถราง ประชาชนจะสามารถมีทางเลือกในการเดินทางมากขึ้น

ณพงศ์ (2563) ได้กล่าวว่า กระบวนการของชุมชนที่มีผู้อยู่อาศัยจำนวนมากจนกลายเป็นสังคมเมือง หรือมีการอพยพของประชากรในพื้นที่จนมีจำนวนเพิ่มมากขึ้น จะก่อให้เกิดปัญหาและผลกระทบขึ้น เช่น ปัญหาด้านที่อยู่อาศัย ด้านการศึกษา ด้านการจราจร ซึ่งในอนาคตจังหวัดพิษณุโลกจะมีโครงการก่อสร้างรถไฟฟ้าความเร็วสูงสายภาคเหนือ โดยพาดผ่านพื้นที่เขตเมืองของจังหวัดพิษณุโลก แต่ปัจจุบันระบบขนส่งสาธารณะในจังหวัดพิษณุโลกยังไม่ตอบสนองต่อความต้องการผู้ใช้บริการขนส่งสาธารณะ เนื่องจากยังขาดประสิทธิภาพในการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะ

เนื่องจากสำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (สนข.) กระทรวงคมนาคม ได้จัดทำแผนแม่บท เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของระบบขนส่งสาธารณะเมืองพิษณุโลกให้มากขึ้น และสามารถรองรับโครงการรถไฟฟ้าความเร็วสูงที่จะเกิดขึ้นในอนาคต พร้อมทั้งมีการพัฒนาพื้นที่บริเวณโดยรอบสถานี (Transit Oriented Development : TOD) โดยมีวัตถุประสงค์ในการวิเคราะห์ระดับประสิทธิภาพในการเข้าใช้บริการรถโดยสารประจำทางหมวดที่ 1 ที่ให้บริการอยู่ในปัจจุบัน โดยการประยุกต์ใช้โปรแกรมด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System : GIS)

ร่วมในการวิเคราะห์ระดับการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะ (Public Transport Accessibility Level : PTAL) ในพื้นที่เมืองพิษณุโลก

จากผลลัพธ์ของการวิจัย พบว่า พื้นที่ให้บริการขนส่งสาธารณะตามระยะเดินเท้าเพื่อที่จะใช้บริการรถโดยสารประจำทางหมวดที่ 1 ซึ่งข้อมูลจากแผนแม่บทมีขนาดพื้นที่ใหญ่กว่าการให้บริการในปัจจุบันประมาณ 3.92 ตารางกิโลเมตร และระดับประสิทธิภาพในการเข้าใช้บริการรถโดยสารประจำทางหมวดที่ 1 ตามแผนแม่บทมีแนวโน้มสูงขึ้น เนื่องจากมีความถี่ในการให้บริการมากขึ้น ทำให้ผู้ใช้บริการใช้เวลาในการรอคอยรถโดยสารประจำทางหมวดที่ 1 น้อยลง โดยมีค่าประสิทธิภาพถึงระดับที่ดีมาก (Very Good) โดยอยู่ในพื้นที่ประเภทที่อยู่อาศัยหนาแน่นมากและประเภทพาณิชยกรรม ซึ่งเป็นบริเวณศูนย์กลางเมืองพิษณุโลกและอยู่ใกล้กับสถานีรถไฟพิษณุโลก แต่ระดับประสิทธิภาพการเข้าใช้บริการรถโดยสารประจำทางหมวดที่ 1 ในปัจจุบัน มีค่าอยู่ในระดับที่ต่ำมาก (Very Poor 1A และ Very Poor 1B) ซึ่งผลการศึกษาในครั้งนี้สามารถนำไปประยุกต์ในการปรับปรุงโครงสร้างของระบบขนส่งสาธารณะในเขตเมืองพิษณุโลก เพื่อแก้ไขปัญหาการจราจรที่ติดขัด และพัฒนาการเชื่อมโยงโครงข่ายระบบขนส่งสาธารณะในพื้นที่ห่างไกลตัวเมืองพิษณุโลก เพื่อที่จะสามารถรองรับการขยายตัวของเมืองพิษณุโลกในอนาคตได้ รวมถึงเป็นการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานคมนาคมของเมืองเพื่อสนับสนุนโครงการอื่น ๆ ในอนาคตได้

ภานุพงศ์ และปธานิน (2563) ได้ศึกษาถึงความเหลื่อมล้ำ ข้อจำกัดและความไม่เป็นธรรมในการเข้าถึงโครงสร้างพื้นฐานของบริการด้านคมนาคมขนส่ง จากการวิเคราะห์ด้านการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานการคมนาคมขนส่งที่กำหนดตำแหน่งที่ตั้งและเส้นทางของสถานีรถไฟฟ้าในอนาคต แล้วมาเปรียบเทียบกับเส้นทางการขนส่งที่มีอยู่ในปัจจุบัน และทำการจำลองปรับแก้เส้นทางรถโดยสารประจำทาง เพื่อลดความเหลื่อมล้ำที่มีอยู่ในปัจจุบัน โดยใช้โปรแกรมด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ช่วยในการวิเคราะห์

โดยผลลัพธ์ของการวิจัย พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์จีนีและเส้นโค้งลอเรนซ์ชี้ให้เห็นถึงความเหลื่อมล้ำของการเข้าถึงบริการขนส่งสาธารณะได้ นั่นคือ เราสามารถศึกษาวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์จีนีและเส้นโค้งลอเรนซ์ได้จากจำนวนของสถานีรถไฟฟ้าหรือความยาวเส้นทางการบริการของระบบขนส่งทางราง และการขนส่งด้วยรถโดยสารประจำทางต่อจำนวนประชากรในพื้นที่ต่าง ๆ ที่มีความแตกต่างกันได้ ซึ่งในขณะเดียวกันนั้นจะสะท้อนให้เห็นถึงประสิทธิภาพของระบบและแนวทางในการแก้ไขปัญหาของความเหลื่อมล้ำ ซึ่งผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นแสดงให้เห็นว่าในพื้นที่เขตเมืองของกรุงเทพฯ และปริมณฑลนั้นมีความเหลื่อมล้ำสูง แม้ว่าจะมีการพัฒนาด้านคมนาคมที่จะขยายเส้นทางการเดินรถไฟฟ้าในอนาคตก็ตาม ซึ่งมีแขวงจำนวนมากในพื้นที่เขตเมืองของกรุงเทพฯ ที่ไม่มีการเข้าถึงบริการคมนาคมขนส่งสาธารณะเลย ทั้งนี้เมื่อทำการเปรียบเทียบเส้นทางการเดินรถไฟฟ้าในปัจจุบันก่อนที่จะมีการ

ขยายเส้นทางการเดินรถไฟฟ้าและหลังจากการขยายเส้นทางการเดินรถไฟฟ้านั้น ทำให้ทราบว่ามีความเหลื่อมล้ำลดลงในด้านของระยะทางรวมของระบบขนส่งต่อจำนวนของประชากรในพื้นที่ และการปรับเส้นทางระบบรถโดยสารประจำทางเดิมส่วนใหญ่กระจุกตัวอยู่ภายในศูนย์กลางเมือง ถ้ามีการย้ายเส้นทางเดินรถโดยสารประจำทางออกไปบริเวณนอกเขตเมือง จะสามารถทำให้ค่าของความเหลื่อมล้ำลดลงอยู่ในเกณฑ์ค่าความเหลื่อมล้ำในระดับปานกลาง ถึงแม้ประชาชนจะสามารถที่จะเดินทางด้วยระบบขนส่งทางรางได้อย่างรวดเร็วและมีความสะดวกสบายกว่ารถโดยสารประจำทาง แต่การเข้าถึงบริการระบบขนส่งมวลชนทางรางนั้นมีการเข้าถึงได้ยากกว่ารถโดยสารประจำทาง เนื่องจากมีข้อจำกัดในด้านงบประมาณและด้านพื้นที่ ซึ่งทำให้รูปแบบการเดินทางไปยังในพื้นที่เขตเมืองส่วนใหญ่นั้นจะเลือกใช้บริการแบบรถโดยสารประจำทางมากกว่าการเดินทางด้วยระบบขนส่งทางราง ผลการศึกษาในครั้งนี้จึงแสดงให้เห็นถึงความสำคัญในการพัฒนาระบบขนส่งสาธารณะทั้ง 2 ระบบ ถ้าต้องการที่จะแก้ปัญหาของความเหลื่อมล้ำในการเข้าถึงการให้บริการขนส่งแบบสาธารณะพื้นที่ต่าง ๆ ได้ ต้องมีการพัฒนาทั้ง 2 ระบบที่ควบคู่กันไป

พรเพิ่ม และคณะ (2563) ได้เปรียบเทียบระดับการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะในเวลากับนอกเวลาเร่งด่วนในพื้นที่อำเภอบางใหญ่ จังหวัดนนทบุรี โดยประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการวิเคราะห์ร่วมกับการวิเคราะห์ระดับการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะ ซึ่งสามารถที่จะใช้เป็นเครื่องมือในการวัดระดับการเข้าถึงของระบบขนส่ง โดยใช้ข้อมูลของตำแหน่งจุดจอดระบบขนส่งสาธารณะและข้อมูลจำนวนความถี่ในการให้บริการขนส่งสาธารณะในพื้นที่อำเภอบางใหญ่ ได้แก่ รถไฟฟ้าสายสีม่วง รถเมล์ และรถสองแถว ที่ให้บริการในช่วงเวลาเร่งด่วนและนอกช่วงเวลาเร่งด่วน โดยใช้วิธีการวิเคราะห์หาค่าระดับการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะ (Public Transport Accessibility Levels) ซึ่งจะวิเคราะห์จุดจอดรถประจำทางในพื้นที่อำเภอบางใหญ่ทั้งหมด 301 จุดจอด

จากผลลัพธ์ของการวิจัย พบว่า ค่าระดับการเข้าถึงของระบบขนส่งสาธารณะในช่วงเวลาเร่งด่วนนั้น มีค่าที่สูงกว่านอกช่วงเวลาเร่งด่วนอยู่จำนวน 25 จุดจอด ค่าที่สูงกว่าเหล่านั้นจะตั้งอยู่บนที่ดินประเภทพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้างตามแนวของถนนกาญจนาภิเษก ส่วนพื้นตำบลที่ไม่มีระบบขนส่งเลย คือ ตำบลบางใหญ่ เนื่องจากตำบลบางใหญ่นั้นมีพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เขตสีเหลือง คือ พื้นที่ที่อยู่อาศัยหนาแน่นน้อย และพื้นที่เขตสีเขียว ซึ่งเป็นประเภทพื้นที่ชนบทและเกษตรกรรม

2.3 สรุปผลการทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวัดระดับการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะ พบว่า มีตัวแปรที่ใช้ในการวัดระดับการเข้าถึงระบบขนส่งอยู่ 4 ตัวแปร ได้แก่ ตัวแปรด้านระยะทาง ตัวแปรด้านเวลา ตัวแปรด้านโอกาสในการเชื่อมต่อ และตัวแปรด้านค่าใช้จ่าย

แต่สำหรับงานวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษารูปแบบและวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ ซึ่งเน้นพิจารณาไปมิติของพื้นที่เป็นหลัก ดังนั้น ผู้วิจัยจะทำการกำหนดปัจจัยให้สอดคล้องในการวิเคราะห์เพียง 2 ปัจจัย คือ ปัจจัยด้านเวลา และปัจจัยด้านค่าใช้จ่าย

จากแนวคิดทางด้านระบบขนส่งสาธารณะ ได้แสดงให้เห็นความสำคัญของการขนส่ง การเดินทางของผู้คนในเขตเมือง และสะท้อนให้เห็นถึงความเป็นบริการสาธารณะ เนื่องจากระบบขนส่งสาธารณะมีหลากหลายรูปแบบ โดยแต่ละรูปแบบต่างมีบทบาทที่แตกต่างกันออกไป และยังมีรูปแบบที่เฉพาะตัวอีกด้วย จึงต้องได้รับการวางแผนระบบขนส่ง เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อประชากรในพื้นที่และโครงสร้างของเมือง

ส่วนแนวคิดในด้านมิติของพื้นที่ จะแสดงให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างระบบคมนาคมขนส่งกับการเข้าถึงในเชิงพื้นที่นั้น ๆ และสามารถนำมาใช้ในการวิเคราะห์ระดับการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะในงานวิจัยนี้

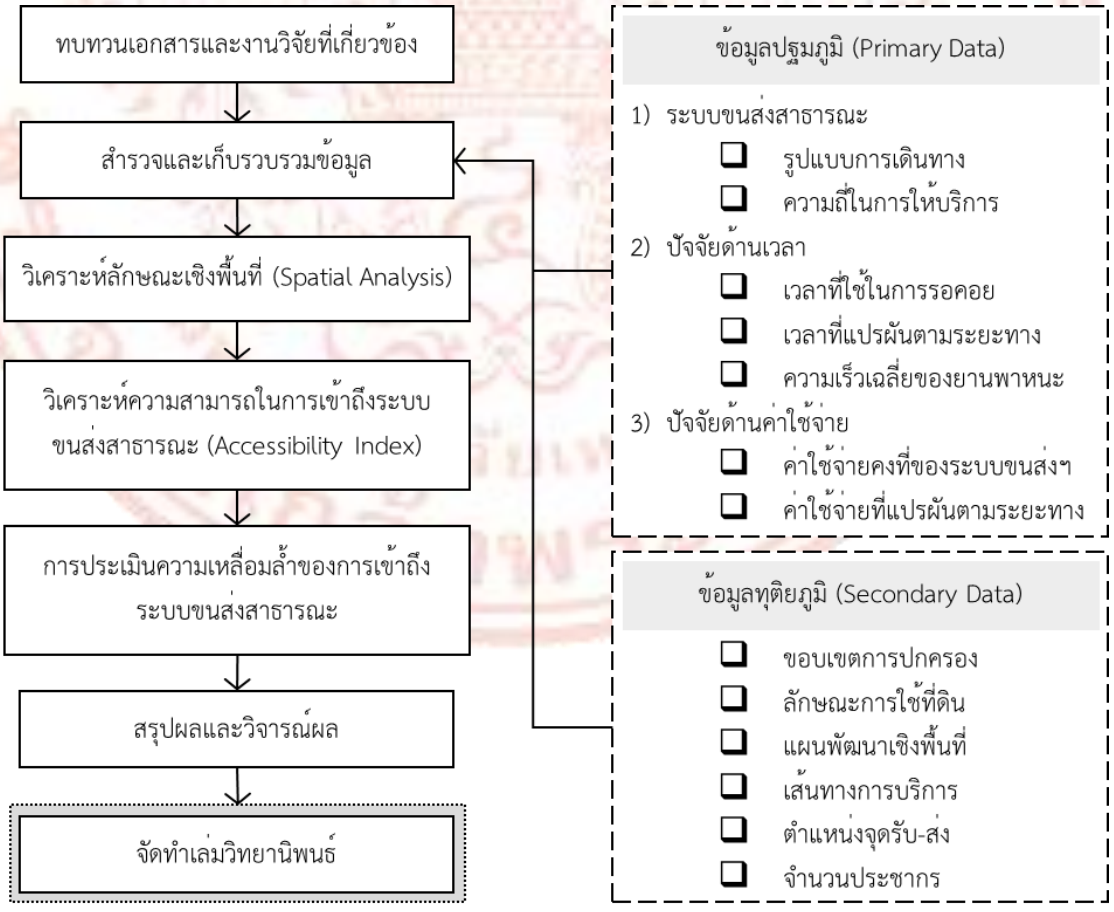
อนึ่ง ในพื้นที่ศึกษานี้ยังไม่เคยมีการศึกษาในวิเคราะห์ระดับการเข้าถึงนี้อย่างจริงจัง แม้ในหน่วยงานภาครัฐที่รับผิดชอบเกี่ยวกับการวางแผนระบบขนส่งนี้โดยตรงก็ตาม จึงทำให้งานวิจัยนี้เป็นแนวทางหนึ่งในการสร้างเครื่องมือในการวิเคราะห์การเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะ เพื่อใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาระบบขนส่งสาธารณะในพื้นที่ศึกษาต่อไปในอนาคต

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์ระดับการเข้าถึงสถานีรถไฟ กรณีศึกษาสถานีกลางกรุงเทพอภิวัฒน์ ผู้วิจัยได้แบ่งประเด็นของการศึกษาออกได้เป็น 3 ส่วน ส่วนที่หนึ่ง คือ การศึกษาลักษณะเชิงพื้นที่และรูปแบบการกระจายตัวของระบบขนส่งสาธารณะ ส่วนที่สอง คือ การวิเคราะห์ระดับการเข้าถึงรถไฟฟ้าสายสีแดงที่สถานีกลางกรุงเทพอภิวัฒน์ และส่วนที่สาม คือ การประเมินความเหลื่อมล้ำของการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะ โดยดำเนินการดังต่อไปนี้

3.1 ขั้นตอนการศึกษา

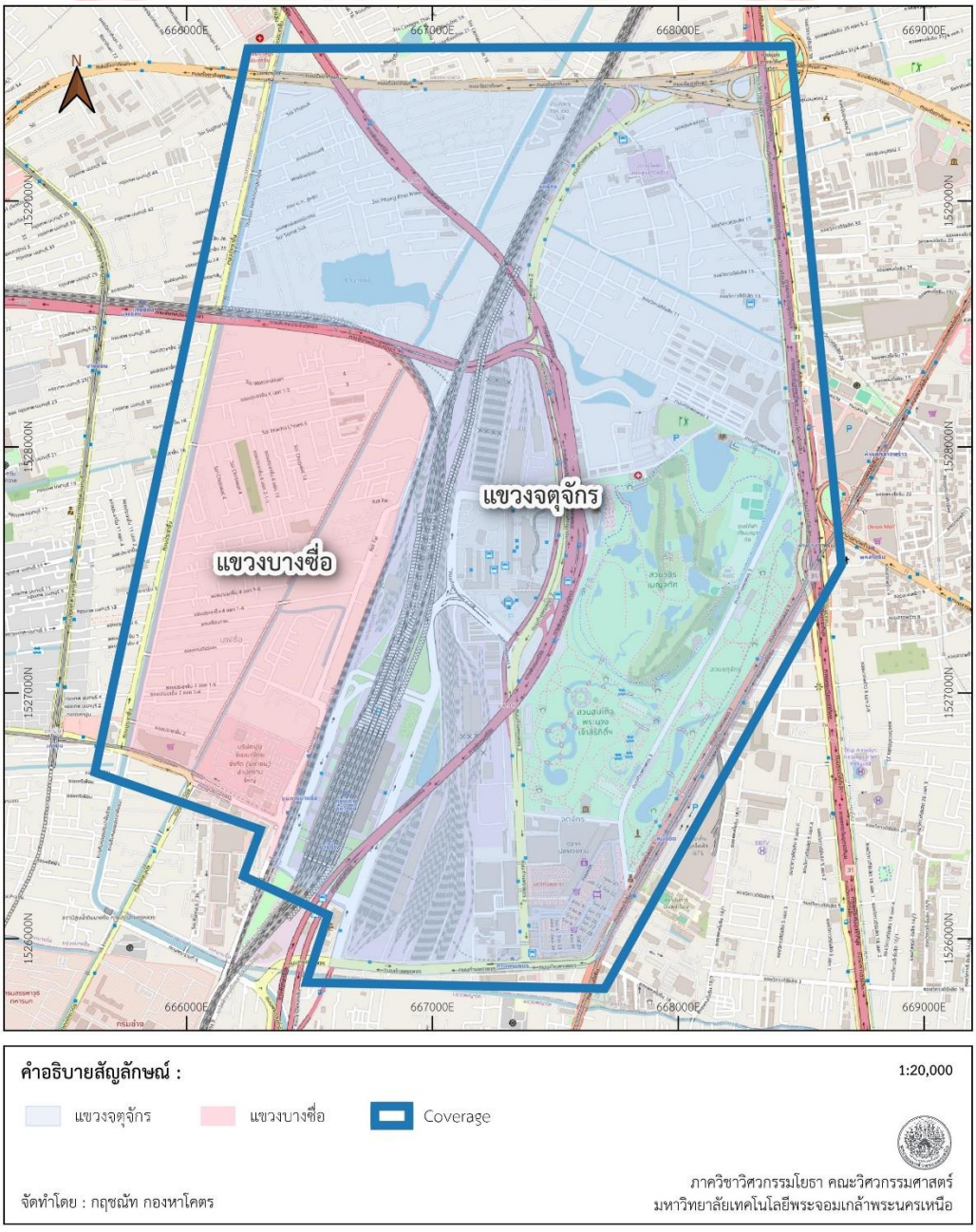
ขั้นตอนการศึกษาในครั้งนี้จะประกอบด้วย การศึกษาทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง การเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล การสรุปผลและวิจารณ์ผล และการจัดทำเล่มวิทยานิพนธ์ โดยจะแสดงในแผนผังแสดงขั้นตอนการศึกษา ดัง**ภาพที่ 3-1**



ภาพที่ 3-1 ขั้นตอนการศึกษา

3.2 ขอบเขตพื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษาในงานวิจัยนี้เป็นพื้นที่ที่มีการเข้าถึงระบบรางของรถไฟฟ้าสายสีแดงที่สถานีกลางกรุงเทพอภิวัฒน์ โดยผู้วิจัยได้กำหนดพื้นที่โดยรอบสถานีเป็นพื้นที่ศึกษาทั้งหมด 7.95 ตารางกิโลเมตร ซึ่งครอบคลุมพื้นที่ของแขวงบางซื่อ เขตบางซื่อ ประมาณ 1.61 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 12.40 ของพื้นที่เขตบางซื่อ และครอบคลุมพื้นที่แขวงจตุจักร เขตจตุจักร ประมาณ 6.34 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 19.49 ของพื้นที่เขตจตุจักร ดัง**ภาพที่ 3-2**



ภาพที่ 3-2 พื้นที่ศึกษาบริเวณโดยรอบสถานีกลางกรุงเทพอภิวัฒน์

3.3 การสำรวจและเก็บรวบรวมข้อมูล

งานวิจัยนี้เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ซึ่งจะประกอบด้วยข้อมูล 2 ส่วน โดยข้อมูลส่วนที่หนึ่ง คือ ข้อมูลประเภทปฐมภูมิ (Primary Data) และข้อมูลส่วนที่สอง คือ ข้อมูลประเภททุติยภูมิ (Secondary Data)

ข้อมูลประเภทปฐมภูมิ (Primary Data) เป็นการสำรวจข้อมูลภาคสนามในปัจจุบัน ในบริบทของรูปแบบการเดินทางและการให้บริการของระบบขนส่งสาธารณะ เพื่อนำมาประกอบในการวิเคราะห์ข้อมูลของค่าดัชนีที่ใช้วัดความสามารถในการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะ ตามปัจจัยต่าง ๆ ที่ผู้วิจัยกำหนด เช่น เวลาที่ใช้ในการรอคอย เวลาที่แปรผันตามระยะทาง ระยะห่างเชิงเวลาระหว่างรถขนส่ง (Time Headway) ความเร็วของยานพาหนะ ค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการเดินทาง โดยใช้เครื่องมือที่ช่วยในการเก็บข้อมูล เช่น แผ่นจดบันทึก นาฬิกาจับเวลา กล้องถ่ายภาพ เครื่องมือหาตำแหน่งพิกัด (GPS) เป็นต้น

ข้อมูลประเภททุติยภูมิ (Secondary Data) เป็นการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับระบบขนส่งสาธารณะในพื้นที่ศึกษา เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลในการพิจารณาค่าดัชนีในการวิเคราะห์ความสามารถในการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะ โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากหน่วยงานต่าง ๆ ทั้งภาครัฐ ภาคเอกชน และบทความทางวิชาการต่าง ๆ เช่น ข้อมูลโครงข่ายเส้นทางคมนาคม ข้อมูลขอบเขตการปกครอง ข้อมูลลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน ข้อมูลตารางเวลาในการให้บริการ เป็นต้น ซึ่งผู้วิจัยได้แบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ประเภท คือ ข้อมูลเชิงพื้นที่ และข้อมูลเชิงปริมาณ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.3.1 ข้อมูลเชิงพื้นที่

ข้อมูลเชิงพื้นที่จะเป็นชุดข้อมูลพื้นฐานของระบบขนส่งสาธารณะและลักษณะเชิงพื้นที่ของพื้นที่ศึกษาที่ใช้ในการวิเคราะห์ระดับการเข้าถึงในงานวิจัยนี้ โดยจะนำเข้าข้อมูลผ่านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ซึ่งจะประกอบด้วยข้อมูล 3 รูปแบบ คือ ข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบของตำแหน่ง (Node) เช่น ข้อมูลตำแหน่งสถานี ข้อมูลตำแหน่งจุดรับ-ส่งต่าง ๆ ข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบของเส้นทาง (Route) เช่น โครงข่ายถนน โครงข่ายเส้นทางให้บริการระบบขนส่งสาธารณะ และข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบของขอบเขต (Boundary) เช่น ข้อมูลขอบเขตการปกครอง ข้อมูลลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน เป็นต้น โดยผู้วิจัยจะทำการรวบรวมข้อมูลจากหน่วยงานทั้งในภาครัฐ และภาคเอกชน ดังนี้

1) กรมทางหลวง กระทรวงคมนาคม
2) กรมโยธาธิการและผังเมือง กระทรวงมหาดไทย
3) กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
4) สำนักการวางผังและพัฒนาเมือง กรุงเทพมหานคร

5) การรถไฟแห่งประเทศไทย
6) บริษัท รถไฟฟ้า ร.ฟ.ท. จำกัด
7) องค์การขนส่งมวลชนกรุงเทพ

3.3.2 ข้อมูลเชิงปริมาณ

ข้อมูลเชิงปริมาณจะเป็นชุดข้อมูลที่ใช้ประกอบในการอธิบายและวิเคราะห์ระดับการเข้าถึงร่วมกันกับข้อมูลเชิงพื้นที่ เช่น ข้อมูลด้านประชากร ข้อมูลตารางเวลาในการให้บริการ เป็นต้น โดยผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมข้อมูลเชิงปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องจากหน่วยงานทั้งในภาครัฐ และภาคเอกชน ดังนี้

1) กรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย
2) สำนักงานเขตบางซื่อ
3) สำนักงานเขตจตุจักร
4) กรมการขนส่งทางบก กระทรวงคมนาคม
5) บริษัท รถไฟฟ้า ร.ฟ.ท. จำกัด
6) องค์การขนส่งมวลชนกรุงเทพ
7) โครงการศูนย์กลางนวัตกรรมแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (CU Innovation Hub)
8) บริษัท ไทย สมายล์ บัส จำกัด

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจะแบ่งการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 4 ส่วน ส่วนที่หนึ่ง คือ การวิเคราะห์ลักษณะเชิงพื้นที่ของระบบขนส่งสาธารณะ ส่วนที่สอง คือ การวิเคราะห์ค่าดัชนีการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะ ส่วนที่สาม คือ การวิเคราะห์ระดับการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะ และส่วนที่สี่ คือ การวิเคราะห์ความเหลื่อมล้ำของการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะ ซึ่งมีรายละเอียดของการวิเคราะห์แต่ละส่วน ดังนี้

3.4.1 การวิเคราะห์ลักษณะเชิงพื้นที่ของระบบขนส่งสาธารณะ

ในการวิเคราะห์ลักษณะเชิงพื้นที่ของระบบขนส่งสาธารณะ ผู้วิจัยจะแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ส่วน คือ การวิเคราะห์บริบทเชิงพื้นที่ และการวิเคราะห์ลักษณะเชิงพื้นที่

การวิเคราะห์บริบทเชิงพื้นที่ของระบบขนส่งสาธารณะ เป็นการวิเคราะห์โดยการจำแนกกลุ่มตามบริบทของพื้นที่ โดยพิจารณาจากข้อมูลด้านผังเมือง และข้อมูลด้านการใช้ประโยชน์ที่ดิน

การวิเคราะห์ลักษณะเชิงพื้นที่ของระบบขนส่งสาธารณะ จะทำการวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติเชิงพื้นที่ (Spatial Statistic) โดยการพิจารณาข้อมูลเชิงพื้นที่ของสถานีให้บริการระบบขนส่งสาธารณะ (Node) ซึ่งจะทำการนำเข้าข้อมูลผ่านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่ออธิบายถึงสภาพรูปแบบเชิงพื้นที่ (Spatial Pattern) ในพื้นที่ศึกษา

3.4.2 การวิเคราะห์ค่าดัชนีการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะ

จากการทบทวนทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวัดระดับการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะ ซึ่งจะนำไปสู่ดัชนีที่ผู้วิจัยจะนำมาใช้ชี้วัดระดับการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะ (Accessibility Index) ภายในพื้นที่ศึกษา โดยจะใช้มิติด้านระยะทางในการพิจารณาร่วมกับปัจจัยในด้านต่าง ๆ เนื่องจากมิติด้านระยะทางเป็นดัชนีที่สำคัญในการแสดงถึงระดับความยากง่ายของการเข้าถึงพื้นที่ ซึ่งกล่าวได้ว่า หากระยะทางที่ใช้ในการเดินทางมีค่าเพิ่มมากขึ้น จะส่งผลให้ความสามารถในการเข้าถึงพื้นที่นั้นลดลงตามไปด้วย ทำให้ผู้วิจัยได้กำหนดดัชนีที่เหมาะสำหรับที่จะใช้ในการวัดระดับการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะในงานวิจัยได้ 2 ปัจจัย คือ ปัจจัยด้านเวลา ปัจจัยด้านค่าใช้จ่าย โดยมีรายละเอียดการวิเคราะห์แต่ละปัจจัย ดังนี้

1) ปัจจัยด้านเวลา

ปัจจัยด้านเวลา เป็นปัจจัยที่สำคัญปัจจัยหนึ่งที่สามารถใช้ในการอธิบายถึงระดับความสามารถในการเข้าถึงระบบขนส่งได้ละเอียดมากกว่าปัจจัยด้านระยะทางเพียงอย่างเดียว ซึ่งตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์ปัจจัยด้านเวลา ได้แก่ ระยะเวลาในการเดินเท้า (Walking Time, WK) ระยะเวลาเฉลี่ยในการรอคอยเพื่อรอรับบริการระบบขนส่งสาธารณะ (Average Waiting Time, AWT) และระยะเวลาเฉลี่ยในการเดินทางของยาพาหนะ (Average Travel Time, ATV)

แต่ในกรณีที่ ณ ตำแหน่งจุดที่สนใจ (POI) ใด ๆ ที่มีระยะทางในการเดินทางเข้าสู่สถานีระบบขนส่งสาธารณะหลักเกินกว่าระยะเดินเท้าที่ยอมรับได้ ทำให้เกิดความจำเป็นที่จะต้องใช้ระบบขนส่งสาธารณะรอง ซึ่งจะทำให้มีต้นทุนด้านระยะเวลาที่เพิ่มมากขึ้น ในขณะที่ระยะทางมีค่าเท่าเดิม เพื่อให้การวิเคราะห์มีความสมเหตุสมผลมากขึ้น ผู้วิจัยจะทำการแบ่งกลุ่มรูปแบบของการเดินทางออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ ผู้โดยสารที่เดินทางไปสู่สถานีกลางกรุงเทพอภิวัฒน์ด้วยการเดินทางเท้า ผู้โดยสารที่เดินทางไปสู่สถานีกลางกรุงเทพอภิวัฒน์ด้วยมอเตอร์ไซค์รับจ้าง และผู้โดยสารที่เดินทางไปสู่สถานีกลางกรุงเทพอภิวัฒน์ด้วยรถโดยสารประจำทาง โดยตั้งอยู่บนสมมติฐานด้านขอบเขตระยะทางที่ยอมรับได้สำหรับการเดินทางในรูปแบบต่าง ๆ ดังแสดงใน**ตารางที่ 3-1** และผู้วิจัยได้อธิบายรูปแบบของการเดินทาง (Mode) ในกรณีต่าง ๆ ในพื้นที่ศึกษาไว้ดัง**ภาพที่ 3-3**

ตารางที่ 3-1 เขตระยะทางที่ยอมรับได้สำหรับรูปแบบการเดินทางไปสู่สถานีกลางกรุงเทพอภิวัฒน์

รูปแบบการเดินทาง (Mode)	ขอบเขตระยะทาง (กิโลเมตร)	จำนวนการเชื่อมต่อ	หมายเหตุ
การเดินเท้า	< 0.40	-	(สุธาสินี, 2560)
มอเตอร์ไซค์รับจ้าง	0.40 – 3.00	1	
รถโดยสารประจำทาง	> 0.40		

ภาพที่ 3-3 รูปแบบการเดินทางที่ใช้วิเคราะห์ระยะเวลารวมในการเข้าถึง

การคำนวณระยะเวลารวมในการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะ (Total Access Time, TAT) จะทำการแบ่งการวิเคราะห์ช่วงระยะเวลาออกเป็น 2 ส่วน ประกอบด้วย ส่วนที่หนึ่ง คือ ช่วงระยะเวลาจากการเดินเท้าจากจุดที่สนใจ (POI) ไปยังจุดที่ให้บริการสาธารณะ (Service Access Points, SAPs) และส่วนที่สอง คือ ช่วงระยะเวลาจากจุดที่ให้บริการสาธารณะ (SAPs) ไปยังสถานีกลางกรุงเทพอภิวัฒน์ โดยสามารถอธิบายได้ด้วยสมการที่ (3-1) (ธีรบดี, 2566) ดังนี้

$$TAT^k_{i,j} = WK^k_{i,1} + \sum^{j}_{i=1}(AWT^k_i + ATV^k_{i,i+1}) \qquad (3\text{-}1)$$

เมื่อ $TAT_{i,j}^{k}$ = ระยะเวลารวมในการเดินทางจากจุด i ไปยังจุด j

$WK_{i,1}^{k}$ = ระยะเวลาในการเดินเท้าจากจุดเริ่มต้นไปยังจุดที่ให้บริการสาธารณะจุดแรก

AWT_{i}^{k} = ระยะเวลาเฉลี่ยในการรอคอยรถโดยสาร ณ จุด i

$ATV_{i,i+1}^{k}$ = ระยะเวลาเฉลี่ยในการเดินทางของยานพาหนะจากจุด i ไปยังจุด i + 1 โดยระยะเวลาจะแปรผันตามอัตราส่วนของระยะทางกับความเร็ว

$$ATV_{i,i+1}^{k} = \frac{S}{V}$$

i = จุดเริ่มต้นการเดินทาง

j = จุดสิ้นสุดการเดินทาง

k = จำนวนรูปแบบการเดินทางด้วยระบบขนส่งสาธารณะรอง

เพื่อหาค่าดัชนีการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะ (Accessibility Index, AI) จะต้องทำการแปลงค่าระยะเวลารวมในการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะ (Total Access Time, TAT) เป็นค่าความถี่หน้าประตูเทียบเท่า (Equivalent Doorstep Frequency, EDF) โดยสามารถอธิบายได้ด้วยสมการที่ (3-2) (Transport for London, 2010) ดังนี้

$$EDF_{i,j}^{k} = \frac{30}{TAT_{i,j}^{k}} \quad (3\text{-}2)$$

เมื่อ $EDF_{i,j}^{k}$ = ค่าความถี่หน้าประตูเทียบเท่าจากจุด i ไปยังจุด j

$TAT_{i,j}^{k}$ = ระยะเวลารวมในการเดินทางจากจุด i ไปยังจุด j

i = จุดเริ่มต้นการเดินทาง

j = จุดสิ้นสุดการเดินทาง

k = จำนวนรูปแบบการเดินทางด้วยระบบขนส่งสาธารณะรอง

แล้วจึงนำค่าความถี่หน้าประตูเทียบเท่า (EDF) ของแต่ละรูปแบบการเดินทาง (Mode) คูณด้วยค่าน้ำหนักของความถี่ (Frequency Weight, w) โดยคูณด้วยค่า w = 1.00 สำหรับรูปแบบการเดินทางที่มีค่าความถี่ในการให้บริการสูงที่สุด และคูณด้วยค่า w = 0.50 สำหรับการเดินทางในรูปแบบอื่น ๆ

จากนั้น ต้องทำการรวมค่าความถี่หน้าประตูเทียบเท่า (EDF) แต่ละรูปแบบการเดินทางเข้าไว้ด้วยกัน เพื่อจะทำให้ได้ค่าจะดัชนีการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะของปัจจัยด้าน

เวลา ณ จุดที่สนใจ ($AI_{Time,POI}$) โดยสามารถอธิบายได้ด้วยสมการ (3-3) (Transport for London, 2010) ดังนี้

$$AI_{Time,POI} = EDF_{max} + [0.5\ x\ \sum(all\ other\ EDFs)] \quad (3\text{-}3)$$

2) ปัจจัยด้านค่าใช้จ่าย

นอกจากปัจจัยด้านเวลาแล้ว ยังมีอีกปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญไม่น้อยกว่าปัจจัยด้านเวลา นั่นคือ ปัจจัยด้านค่าใช้จ่าย โดยปัจจัยนี้จะช่วยอธิบายถึงข้อจำกัดของการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะของปัจจัยด้านเวลาที่ยังไม่สามารถสะท้อนถึงสภาพความเป็นจริงที่เกิดขึ้นในพื้นที่ศึกษาได้อย่างชัดเจน

กรณีที่จุดที่สนใจ (POI) อยู่ห่างไกลจากสถานีระบบขนส่งสาธารณะหลักในระยะทางที่ไกลมากและมีความสามารถในการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะรองนั้น อาจไม่ได้หมายความว่าพื้นที่นั้นจะมีค่าดัชนีความสามารถเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะที่สูง เนื่องจากระยะทางที่ห่างไกลจากสถานีระบบขนส่งสาธารณะหลักนั้น ส่งผลให้มีค่าใช้จ่ายในการเดินทางที่สูงตามไปด้วย

อัตราค่าบริการระบบขนส่งสาธารณะโดยทั่วไป จะสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 แบบ คือ อัตราค่าบริการแบบคงที่ (Fixed Cost, FC) และอัตราค่าบริการแบบแปรผันตามระยะทาง (Variable Cost, VC) ซึ่งมีความแตกต่างกันตามรูปแบบของระบบขนส่งและประเภทของยานพาหนะที่ผู้โดยสารเลือกใช้งานในการเดินทาง ซึ่งความแตกต่างในปัจจัยด้านค่าใช้จ่ายนี้จะดัชนีตัวหนึ่งที่ใช้วัดความสามารถการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะ ซึ่งผู้วิจัยได้อธิบายรูปแบบการเดินทาง (Mode) ที่ใช้วิเคราะห์ปัจจัยด้านค่าใช้จ่ายในกรณีต่าง ๆ ไว้ดัง**ภาพที่ 3-4**

โดยผู้วิจัยจะทำการคำนวณค่าใช้จ่ายรวมในการใช้บริการ (Total Cost, TC) ด้วยการนำอัตราค่าบริการแบบคงที่ (FC) รวมกับอัตราค่าบริการแบบแปรผันตามระยะทาง (VC) ของแต่ละรูปแบบการเดินทางในจุดที่สนใจ (POI) ดังสมการที่ (3-4) (ธีรบดี, 2566)

$$TC_{i,j}^{k} = \sum_{i=1}^{j}(FC_{i}^{k} + VC_{i,i+1}^{k}) \quad (3\text{-}4)$$

เมื่อ $TC_{i,j}^{k}$ = ค่าใช้จ่ายรวมในการใช้บริการจากจุด i ไปยังจุด j

FC_{i}^{k} = ค่าบริการแบบคงที่ ณ จุดที่ให้บริการสาธารณะ i

$VC_{i,i+1}^{k}$ = ค่าบริการแบบแปรผันตามระยะทางจากจุด i ไปยังจุด i+1

i = จุดเริ่มต้นการเดินทาง

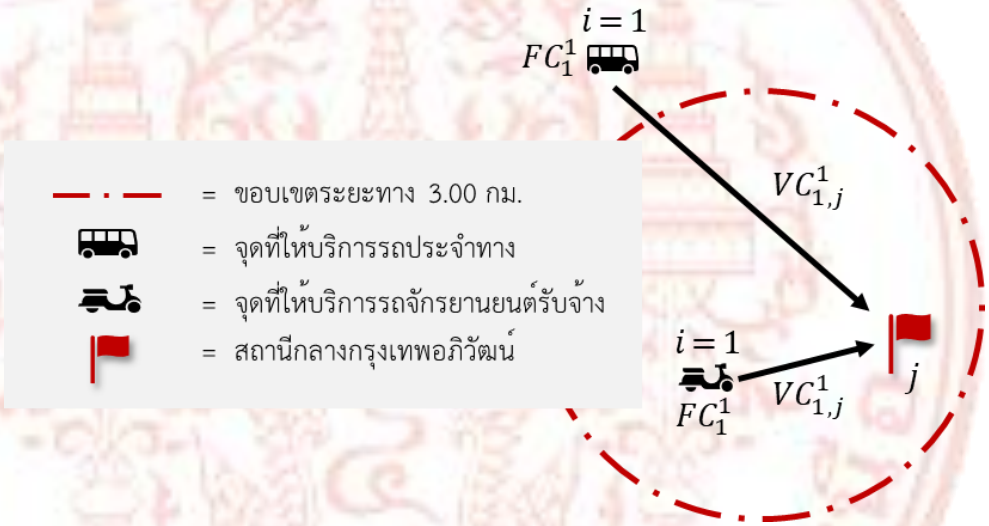
j = จุดสิ้นสุดการเดินทาง

k = จำนวนรูปแบบการเดินทางด้วยระบบขนส่งสาธารณะรอง

เนื่องจากในแต่ละจุดที่สนใจ (POI) อาจมีตัวเลือกในการเดินทางมากกว่าหนึ่งรูปแบบ ซึ่งมีค่าใช้จ่ายในการให้บริการที่มีความต่างกัน เพื่อหาค่าจะดัชนีการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะของปัจจัยด้านค่าใช้จ่าย ณ จุดที่สนใจ ($AI_{Cost,POI}$) โดยผู้วิจัยจะนำค่าใช้จ่ายรวมในการใช้บริการ (TC) ของแต่ละรูปแบบการเดินทางมาเฉลี่ยกัน ดังสมการที่ (3-5)

$$AI_{Cost,POI} = \frac{\sum(all\ TCs)}{n} \quad (3\text{-}5)$$

เมื่อ n = จำนวนรูปแบบการเดินทาง (Mode)



ภาพที่ 3-4 รูปแบบการเดินทางที่ใช้วิเคราะห์ค่าใช้จ่ายรวมในการใช้บริการ

3.4.3 การวิเคราะห์ระดับการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะ

การวิเคราะห์ระดับการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะ (Public Transport Accessibility Level : PTAL) จะนำค่าดัชนีการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะของปัจจัยด้านเวลา (AI_{Time}) มาวิเคราะห์ร่วมกันกับดัชนีการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะของปัจจัยด้านค่าใช้จ่าย (AI_{Cost}) เพื่อให้สะท้อนถึงสภาพความเป็นจริงที่เกิดในพื้นที่ได้อย่างชัดเจนยิ่งขึ้น ซึ่งผลการวิเคราะห์ในส่วนนี้จะแสดงให้เห็นถึงระดับการเข้าถึงสถานีกลางกรุงเทพอภิวัฒน์ว่าในแต่ละพื้นที่นั้นมีค่าระดับของการเข้าถึงแตกต่างกันอย่างไร

ผู้วิจัยจะแบ่งช่วงของระดับการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะด้วยวิธีการจับกลุ่มแบบธรรมชาติ (Natural Breaks Classification) ผ่านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ แล้วทำการจัดลำดับ (Ranking) ระดับการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะ โดยแบ่งเกณฑ์ระดับการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะออกเป็น

3 เกณฑ์ ได้แก่ เกณฑ์ดี เกณฑ์ปานกลาง และเกณฑ์แย่ ซึ่งสามารถใช้ในการอธิบายถึงลักษณะและความแตกต่างระหว่างปัจจัยต่าง ๆ ในพื้นที่ได้อย่างเหมาะสม

การกำหนดระดับการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะในเกณฑ์ดี หมายถึง ในพื้นที่ใด ๆ ที่สามารถเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะด้วยค่าดัชนีการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะของปัจจัยด้านเวลา (AI_{Time}) สูง และมีค่าดัชนีการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะของปัจจัยด้านค่าใช้จ่าย (AI_{Cost}) ต่ำ และในทางกลับกันหากพื้นที่ใด ๆ ที่สามารถเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะด้วยค่าดัชนีการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะของปัจจัยด้านเวลา (AI_{Time}) ต่ำ และมีค่าดัชนีการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะของปัจจัยด้านค่าใช้จ่าย (AI_{Cost}) สูง จะหมายถึง พื้นที่นั้น ๆ อยู่ในระดับการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะในเกณฑ์แย่ (อดิศักดิ์, 2556)

3.4.4 การวิเคราะห์ความเหลื่อมล้ำของการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะ

ผู้วิจัยจะวิเคราะห์ความเหลื่อมล้ำของการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะโดยใช้เส้นลอเรนส์และค่าสัมประสิทธิ์จีนี ในการอธิบายความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ระหว่างตัวแปร 2 ตัวแปร ว่ามีความสอดคล้องกันมากน้อยเพียงใด

เส้นโค้งลอเรนส์และค่าสัมประสิทธิ์จีนี เป็นเทคนิคการวิเคราะห์ที่มีความเกี่ยวข้องกัน โดยเส้นโค้งลอเรนส์เป็นวิธีการทางกราฟิก ในขณะที่ค่าสัมประสิทธิ์จีนีเป็นวิธีการคำนวณทางคณิตศาสตร์ที่ใช้อธิบายถึงสัดส่วนของพื้นที่ในแผนภูมิที่เกิดจากเส้นโค้งลอเรนส์

โดยในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจะพิจารณาระหว่างตัวแปรค่าดัชนีการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะกับตัวแปรด้านประชากร เพื่ออธิบายถึงความเหลื่อมล้ำของระดับการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะที่เกิดขึ้นในพื้นที่ศึกษาทั้งในสภาพปัจจุบันและหลังจากมีการพัฒนา

3.5 สรุป

การดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลประเภทปฐมภูมิ (Primary Data) และข้อมูลประเภททุติยภูมิ (Secondary Data) ทั้งจากหน่วยงานในภาครัฐและภาคเอกชน เพื่อการวิเคราะห์ระดับการเข้าถึงสถานีกลางกรุงเทพอภิวัฒน์ อีกทั้งยังทำการนำเข้าและเชื่อมโยงข้อมูลที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์ลักษณะเชิงพื้นที่ผ่านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

โดยผู้วิจัยจะแบ่งการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 4 ส่วน ซึ่งส่วนที่หนึ่ง คือ การวิเคราะห์ลักษณะเชิงพื้นที่ของระบบขนส่งสาธารณะ โดยแยกการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ส่วนย่อย ประกอบด้วย การวิเคราะห์บริบทเชิงพื้นที่ และการวิเคราะห์ลักษณะเชิงพื้นที่ ส่วนที่สอง คือ การวิเคราะห์ค่าดัชนีการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะจากปัจจัยที่เกี่ยวข้อง 2 ปัจจัย คือ ปัจจัยด้านเวลา และปัจจัยด้าน

ค่าใช้จ่าย ส่วนที่สาม คือ การวิเคราะห์ระดับการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะ ซึ่งเป็นการนำค่าดัชนีการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะของปัจจัยด้านเวลาและค่าดัชนีการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะของปัจจัยด้านค่าใช้จ่ายมาวิเคราะห์ร่วมกัน และส่วนที่สี่ คือ การวิเคราะห์ความเหลื่อมล้ำของการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะ เพื่ออธิบายความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ระหว่างตัวแปร 2 ตัวแปร ว่ามีความสอดคล้องกันมากน้อยเพียงใด

บทที่ 4
ผลการวิจัย

การศึกษาในบทนี้จะกล่าวถึงผลของการศึกษา ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการแบ่งผลการศึกษาออกเป็น 4 ส่วน ส่วนที่หนึ่ง คือ สภาพโดยรวมของพื้นที่และระบบขนส่งสาธารณะในปัจจุบัน ส่วนที่สอง คือ แผนการพัฒนาพื้นที่เชิงพาณิชย์บริเวณสถานีกรุงเทพอภิวัฒน์ ส่วนที่สาม คือ ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะ และส่วนที่สี่ คือ ผลการวิเคราะห์ความเหลื่อมล้ำของการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1 สภาพโดยรวมของพื้นที่และระบบขนส่งสาธารณะในปัจจุบัน

จะเป็นการอธิบายถึงสภาพทั่วไปของพื้นที่ศึกษา และลักษณะเชิงพื้นที่ของระบบขนส่งสาธารณะ เพื่อให้ทราบถึงการกระจายตัวของโครงข่ายระบบขนส่งสาธารณะและบริบทเชิงพื้นที่ภายในพื้นที่ศึกษา ทั้งนี้เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลเชิงพื้นที่สำหรับการวิเคราะห์ค่าดัชนีและระดับการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะในลำดับต่อไป

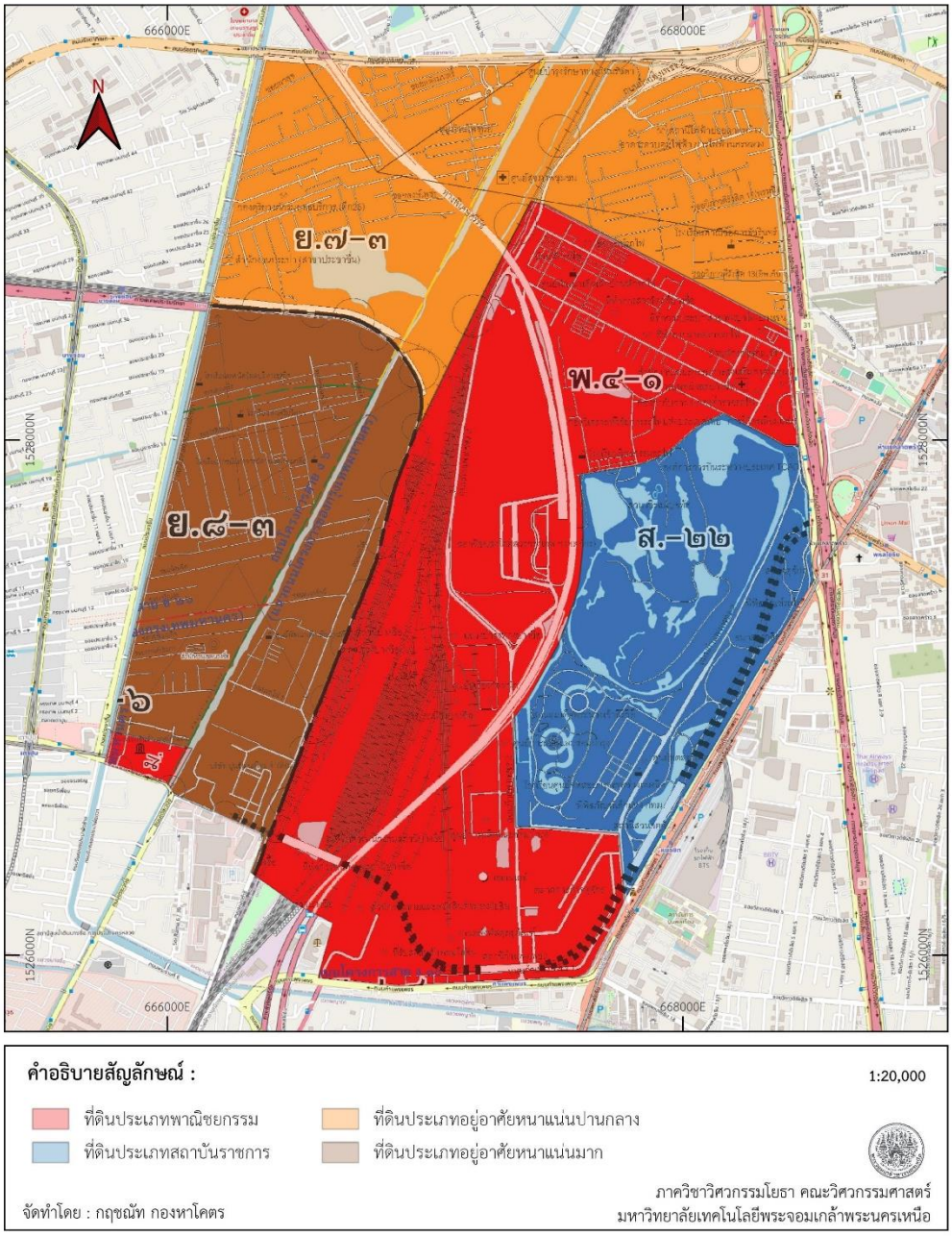
4.1.1 ลักษณะด้านผังเมือง ด้านการใช้ประโยชน์ที่ดิน และด้านประชากร

จะอธิบายถึงลักษณะด้านผังเมือง ด้านการใช้ประโยชน์ที่ดิน และด้านประชากร เพื่อนำมาใช้เป็นข้อมูลขั้นพื้นฐานในการอธิบายถึงสภาพรูปแบบเชิงพื้นที่ในพื้นที่ศึกษา ดังนี้

1) ลักษณะด้านผังเมือง

จากการรวบรวมข้อมูลลักษณะด้านผังเมือง จากสำนักการวางผังและพัฒนาเมือง กรุงเทพมหานครนั้น มีการกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ได้จำแนกประเภทท้ายกฎกระทรวงให้บังคับใช้ผังเมืองรวมกรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2556 ซึ่งจะอธิบายถึงลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินตามแต่ละประเภทที่ดิน โดยมุ่งหวังให้เป็นการส่งเสริมสุขลักษณะ ความปลอดภัย และสวัสดิภาพของสังคม อีกทั้งยังให้เกิดความสอดคล้องเหมาะสมกับศักยภาพของการให้บริการระบบคมนาคมและการขนส่ง การสาธารณูปโภค และการสาธารณูปการในแต่ละบริเวณ โดยในพื้นที่ศึกษาจะมีการแบ่งประเภทของที่ดินไว้ ดังนี้

- ที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยหนาแน่นปานกลาง
- ที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยหนาแน่นมาก
- ที่ดินประเภทพาณิชยกรรม
- ที่ดินประเภทสถาบันราชการ การสาธารณูปโภคและสาธารณูปการ



ภาพที่ 4-1 ลักษณะด้านผังเมือง

ผลจากการวิเคราะห์ลักษณะเชิงพื้นที่ด้านผังเมือง พบว่า มีการครอบครองพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทพาณิชยกรรมมากที่สุดอยู่ที่ 2.919 ตารางกิโลเมตร ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 38.35 รองลงมาเป็นที่ดินประเภทอยู่อาศัยหนาแน่นปานกลางอยู่ที่ 1.918 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 25.20 ที่ดินประเภทอยู่อาศัยหนาแน่นมากอยู่ที่ 1.529 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 20.08 และที่ดินประเภทสถาบันราชการ การสาธารณูปโภคและสาธารณูปการอยู่ที่ 1.246 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 16.37 ดัง**ตารางที่ 4-1**

ตารางที่ 4-1 ลักษณะเชิงพื้นที่ด้านผังเมือง

ประเภทที่ดิน	พื้นที่ (ตารางกิโลเมตร)	คิดเป็นร้อยละ
ที่ดินประเภทพาณิชยกรรม	2.919	38.35
ที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยหนาแน่นปานกลาง	1.918	25.20
ที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยหนาแน่นมาก	1.529	20.08
ที่ดินประเภทสถาบันราชการ การสาธารณูปโภค และสาธารณูปการ	1.246	16.37

โดยลักษณะเชิงพื้นที่ด้านผังเมืองที่นำมาวิเคราะห์ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจะมุ่งเน้นไปที่ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทอยู่อาศัยหนาแน่นปานกลาง และที่ดินประเภทอยู่อาศัยหนาแน่นมาก ซึ่งเป็นที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยที่สามารถสร้างความต้องการในการเดินทางในพื้นที่ศึกษาได้ ซึ่งพบว่า มีการครอบครองพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทอยู่อาศัยรวมกันอยู่ที่ 3.447 ตารางกิโลเมตร ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 45.28

2) ลักษณะด้านการใช้ประโยชน์ที่ดิน

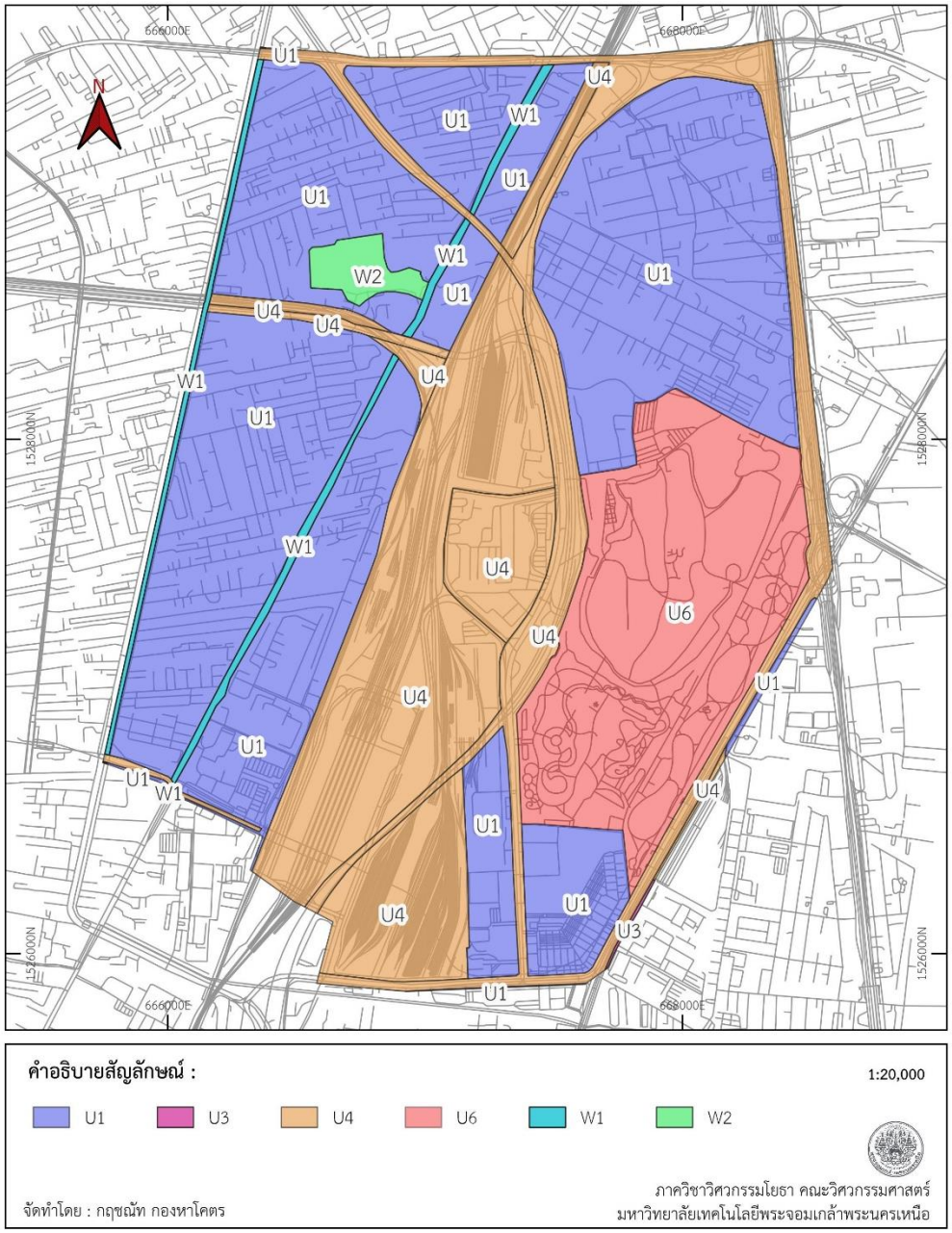
จากการรวบรวมข้อมูลลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน จากกรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์นั้น มีการปรับปรุงข้อมูลให้เป็นปัจจุบัน (ปี 2566) โดยจะอธิบายถึงลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินด้วยการแบ่งประเภทตามรหัสประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน ซึ่งในพื้นที่ศึกษาผู้วิจัยจะมีการให้คำนิยามสัญลักษณ์ของแผนที่ (LU_CODE) ไว้ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

<u>ประเภท U พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง (Urban and Built-Up Land)</u>

- U1 ตัวเมืองและย่านการค้า (City, Town, Commercial)
- U3 สถานที่ราชการและสถาบันต่าง ๆ (Institutional Land)
- U4 สถานีคมนาคม (Communication and Utility)
- U6 สิ่งปลูกสร้างอื่น ๆ (Other Built-Up Land)

<u>ประเภท W พื้นที่น้ำ (Water Body)</u>

- W1 แหล่งน้ำธรรมชาติ (Natural Water Body)
- W2 แหล่งน้ำที่สร้างขึ้น (Artificial Water Body)



ภาพที่ 4-2 ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน

ผลจากการวิเคราะห์ลักษณะเชิงพื้นที่ด้านการใช้ประโยชน์ที่ดิน พบว่า มีการครอบครองพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภท U1 มากที่สุดอยู่ที่ 3.971 ตารางกิโลเมตร ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 49.94 รองลงมาเป็นที่ดินประเภท U4, U6, W1, W2 และ U3 ที่มีการครอบครองพื้นที่อยู่ที่ 2.481, 1.285, 0.134, 0.076 และ 0.004 ตารางกิโลเมตร ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 31.20, 16.16, 1.69, 0.96 และ 0.05 ตามลำดับ ดัง**ตารางที่ 4-2**

ตารางที่ 4-2 ลักษณะเชิงพื้นที่ด้านการใช้ประโยชน์ที่ดิน

รหัส	ประเภทที่ดิน	พื้นที่ (ตารางกิโลเมตร)	คิดเป็นร้อยละ
U1	ตัวเมืองและย่านการค้า (City, Town, Commercial)	3.971	49.94
U3	สถานที่ราชการและสถาบันต่าง ๆ (Institutional Land)	0.004	0.05
U4	สถานีคมนาคม (Communication and Utility)	2.481	31.20
U6	สิ่งปลูกสร้างอื่น ๆ (Other Built-Up Land)	1.285	16.16
W1	แหล่งน้ำธรรมชาติ (Natural Water Body)	0.134	1.69
W2	แหล่งน้ำที่สร้างขึ้น (Artificial Water Body)	0.076	0.96

โดยลักษณะเชิงพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินที่นำมาวิเคราะห์ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจะมุ่งเน้นไปที่ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภท U1 (ตัวเมืองและย่านการค้า) และที่ดินประเภท U3 (สถานที่ราชการและสถาบันต่าง ๆ) ซึ่งเป็นที่ดินประเภทพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง ที่สามารถสร้างความต้องการในการเดินทางในพื้นที่ศึกษาได้ ซึ่งพบว่า มีการครอบครองพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินของทั้งสองประเภทนี้รวมกันอยู่ที่ 3.975 ตารางกิโลเมตร ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 49.99

3) ลักษณะด้านประชากร

จากการรวบรวมข้อมูลสถิติประชากรทางการทะเบียนราษฎร จากกรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย ซึ่งผู้วิจัยจะทำการวิเคราะห์ชุดข้อมูลเชิงปริมาณ โดยจะทำการแบ่งผลการวิเคราะห์ลักษณะด้านประชากรออกเป็น 3 ด้าน คือ จำนวนประชากร ความหนาแน่นของประชากร และการเปลี่ยนแปลงประชากร โดยรายละเอียดดังต่อไปนี้

<u>ด้านจำนวนประชากร</u>

ผู้วิจัยจะอธิบายถึงลักษณะของจำนวนประชากรบริเวณพื้นที่ศึกษา โดยการแบ่งแยกตามเขตพื้นที่ และแยกตามเพศของประชากร ซึ่งมีรายละเอียด ดังแสดงใน**ตารางที่ 4-3**

ตารางที่ 4-3 จำนวนประชากร

ขอบเขตการปกครอง	จำนวนประชากร (คน)		รวม	ร้อยละ (ตามเขต)
	ชาย	หญิง		
เขตบางซื่อ	**54,273**	**63,689**	**117,962**	**100**
● แขวงบางซื่อ	35,749	41,106	76,855	65.15
● แขวงวงศ์สว่าง	18,524	22,583	41,107	34.85
เขตจตุจักร	**70,346**	**83,661**	**154,007**	**100**
● แขวงลาดยาว	17,994	21,188	39,182	25.44
● แขวงเสนานิคม	9,255	11,106	20,361	13.22
● แขวงจันทรเกษม	17,253	20,448	37,701	24.48
● แขวงจอมพล	15,683	20,052	35,735	23.20
● แขวงจตุจักร	10,161	10,867	21,028	13.66

ที่มา : สำนักบริหารการทะเบียน กรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย (มิถุนายน 2567)

จากผลการศึกษาด้านจำนวนประชากร พบว่า แขวงบางซื่อ เป็นแขวงที่มีจำนวนประชากรมากที่สุดในเขตบางซื่ออยู่ที่ 76,855 คน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 65.15 ของจำนวนประชากรในเขตบางซื่อ และแขวงลาดยาวเป็นแขวงที่มีจำนวนประชากรมากที่สุดในเขตจตุจักรอยู่ที่ 39,182 คน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 25.44 ของจำนวนประชากรในเขตจตุจักร

<u>ด้านความหนาแน่นของประชากร</u>

ผู้วิจัยจะอธิบายถึงลักษณะความหนาแน่นของประชากรบริเวณพื้นที่ศึกษา โดยการแบ่งแยกตามเขตพื้นที่ ซึ่งมีรายละเอียด ดังแสดงใน**ตารางที่ 4-4**

ตารางที่ 4-4 ความหนาแน่นของประชากร

ขอบเขตการปกครอง	พื้นที่ (ตร.กม)	จำนวนประชากร (คน)	จำนวนที่อยู่อาศัย (หลัง)	ความหนาแน่นประชากร (คน/ตร.กม.)	ความหนาแน่นที่อยู่อาศัย (หลัง/ตร.กม.)
เขตบางซื่อ	**12.979**	**117,962**	**78,243**	**9,088**	**6,028**
● แขวงบางซื่อ	6.442	76,855	53,358	11,930	8,283
● แขวงวงศ์สว่าง	6.537	41,107	24,885	6,288	3,807

ตารางที่ 4-4 (ต่อ)

ขอบเขตการปกครอง	พื้นที่ (ตร.กม)	จำนวนประชากร (คน)	จำนวนที่อยู่อาศัย (หลัง)	ความหนาแน่นประชากร (คน/ตร.กม.)	ความหนาแน่นที่อยู่อาศัย (หลัง/ตร.กม.)
เขตจตุจักร	**32.549**	**154,007**	**139,445**	**4,732**	**4,284**
● แขวงลาดยาว	10.630	39,182	30,586	3,685	2,877
● แขวงเสนานิคม	2.813	20,361	20,528	7,238	7,298
● แขวงจันทรเกษม	5.799	37,701	28,818	6,501	4,969
● แขวงจอมพล	5.544	35,735	44,721	6,446	8,067
● แขวงจตุจักร	7.763	21,028	14,472	2,709	1,864

ที่มา : สำนักบริหารการทะเบียน กรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย (มิถุนายน 2567)

จากผลการศึกษาด้านความหนาแน่นของประชากรในพื้นที่เขตบางซื่อ พบว่า แขวงบางซื่อ เป็นแขวงที่มีความหนาแน่นของประชากรมากที่สุดในเขตบางซื่ออยู่ที่ 11,930 คน/ตร.กม. และมีความหนาแน่นที่อยู่อาศัยมากที่สุดในเขตบางซื่ออยู่ที่ 8,283 หลัง/ตร.กม.

อีกทั้ง แขวงเสนานิคม ยังเป็นแขวงที่มีความหนาแน่นของประชากรมากที่สุดในเขตจตุจักรอยู่ที่ 7,238 คน/ตร.กม. แต่แขวงจอมพล มีความหนาแน่นที่อยู่อาศัยมากที่สุดในเขตจตุจักรอยู่ที่ 8,067 หลัง/ตร.กม.

<u>ด้านการเปลี่ยนแปลงประชากร</u>

ผู้วิจัยจะอธิบายถึงลักษณะการเปลี่ยนแปลงประชากรบริเวณพื้นที่ศึกษา โดยการแบ่งแยกตามเขตพื้นที่ ซึ่งมีรายละเอียด ดังแสดงใน**ตารางที่ 4-5**

ตารางที่ 4-5 การเปลี่ยนแปลงประชากร

ขอบเขตการปกครอง	จำนวนประชากร (คน)			การเปลี่ยนแปลง (2566-2567)	
	2565	2566	2567	จำนวน (คน)	อัตรา (ร้อยละ/ปี)
เขตบางซื่อ	**119,982**	**118,938**	**117,962**	**-976**	**-0.82**
● แขวงบางซื่อ	77,962	77,420	76,855	-565	-0.73
● แขวงวงศ์สว่าง	42,020	41,518	41,107	-411	-0.99

ตารางที่ 4-5 (ต่อ)

ขอบเขตการปกครอง	จำนวนประชากร (คน)			การเปลี่ยนแปลง (2566-2567)	
	2565	2566	2567	จำนวน (คน)	อัตรา (ร้อยละ/ปี)
เขตจตุจักร	**153,795**	**153,689**	**154,007**	**318**	**0.21**
● แขวงลาดยาว	40,075	39,516	39,182	-334	-0.85
● แขวงเสนานิคม	20,495	20,337	20,361	24	0.12
● แขวงจันทรเกษม	37,908	37,781	37,701	-81	-0.21
● แขวงจอมพล	33,660	34,686	35,735	1,049	3.02
● แขวงจตุจักร	21,657	21,369	21,028	-341	-1.60

ที่มา : สำนักบริหารการทะเบียน กรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย

จากผลการศึกษาด้านการเปลี่ยนแปลงประชากรในพื้นที่เขตบางซื่อ พบว่า แขวงบางซื่อ เป็นแขวงที่มีจำนวนการเปลี่ยนแปลงประชากร (ปี พ.ศ. 2566-2567) มากที่สุดในเขตบางซื่ออยู่ที่ -565 คน หรือมีอัตราการเปลี่ยนแปลงประชากรร้อยละ -0.73 ต่อปี

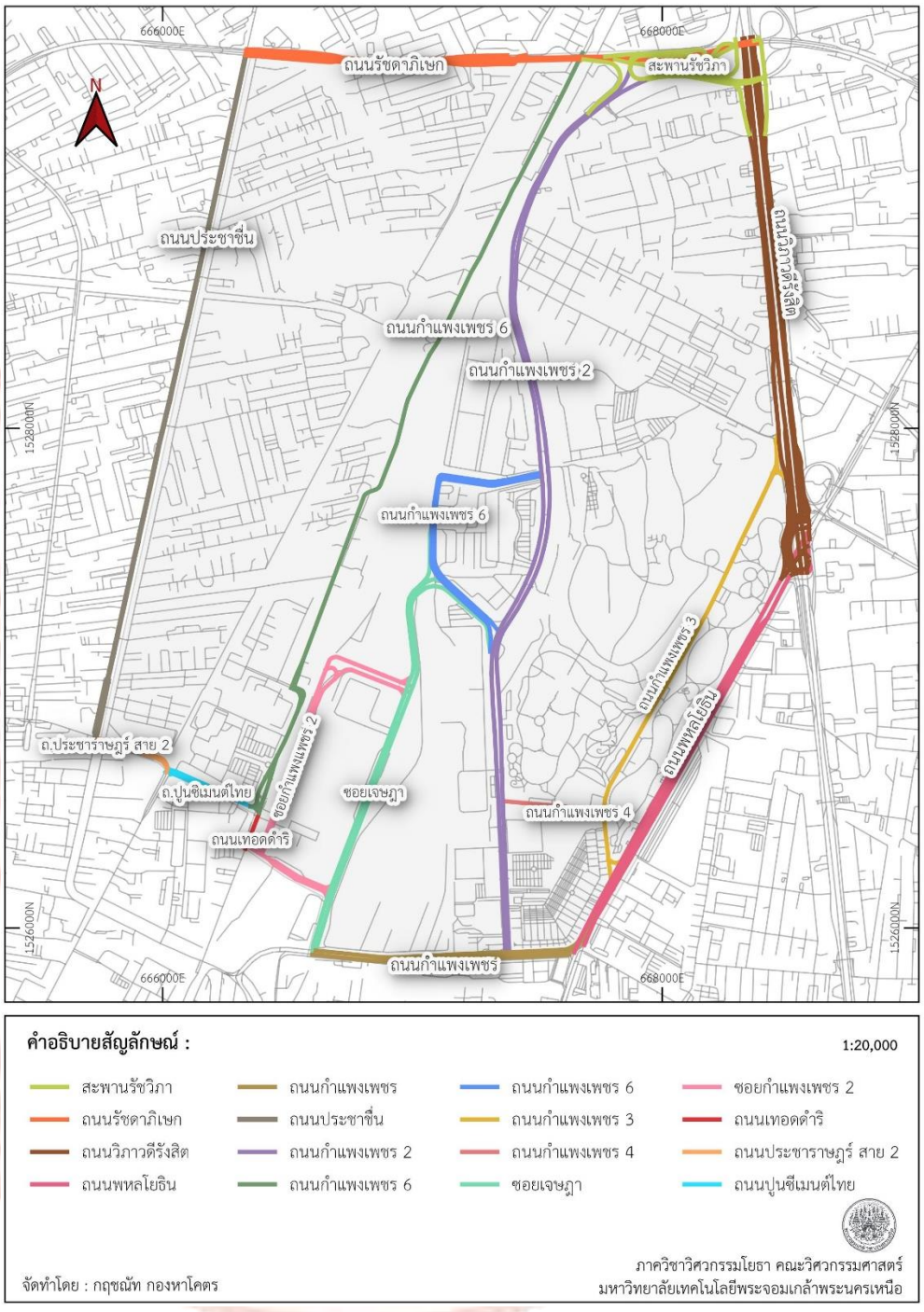
อีกทั้ง แขวงจอมพล ยังเป็นแขวงที่มีจำนวนการเปลี่ยนแปลงประชากร (ปี พ.ศ. 2566-2567) มากที่สุดในเขตจตุจักรอยู่ที่ 1,049 คน หรือมีอัตราการเปลี่ยนแปลงประชากรร้อยละ 3.02 ต่อปี

4.1.2 ลักษณะทั่วไปของโครงข่ายถนน

เป็นการศึกษาภาพรวมโครงข่ายถนนในพื้นที่ศึกษา เพื่อนำมาเป็นข้อมูลพื้นฐานในการวิเคราะห์ถึงระดับการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะในลำดับต่อไป โดยผู้วิจัยจะทำการแบ่งผลการวิเคราะห์โครงข่ายถนนออกเป็น 3 ด้าน คือ ลักษณะของถนน ลักษณะของทางเท้า และลักษณะของสถานีให้บริการ โดยรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) ลักษณะของถนน

ถนนเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่สำคัญในระบบขนส่งที่เป็นแนวทางที่จะรองรับยานพาหนะในการเคลื่อนที่จากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง “...ซึ่งโครงข่ายถนนที่ดีนั้นจะมีส่วนสำคัญในการเพิ่มประสิทธิภาพในการคมนาคมขนส่ง...” (ธีรบดี, 2566 : 36) โดยผู้วิจัยจะอธิบายถึงลักษณะเชิงพื้นที่ในมิติด้านกายภาพของโครงข่ายถนนหลักภายในพื้นที่ศึกษาที่สามารถเชื่อมต่อไปยังสถานีกรุงเทพอภิวัฒน์ได้ ดังแสดงใน**ภาพที่ 4-3**



ภาพที่ 4-3 โครงข่ายของถนนหลัก

จากการศึกษาลักษณะโครงข่ายของถนนหลักภายในพื้นที่ศึกษา ที่สามารถเชื่อมต่อไปยังสถานีกรุงเทพอภิวัฒน์ได้ พบว่า มีความยาวโครงข่ายของถนนหลักรวม เท่ากับ 24.13 กิโลเมตร/ทิศทาง และมีความยาวของเส้นทางรวม เท่ากับ 59.73 กิโลเมตร/ทุกทิศทาง

โดยถนนกำแพงเพชร 2 มีความยาวของโครงข่ายมากที่สุด เท่ากับ 3.78 กิโลเมตร/ทิศทาง ซึ่งมีจำนวน 3-4 ช่องจราจร/ทิศทาง และถนนวิภาวดีรังสิตจะมีความยาวของเส้นทางมากที่สุด เท่ากับ 9.46 กิโลเมตร/ทุกทิศทาง ซึ่งมีจำนวน 3-4 ช่องจราจร/ทิศทาง เนื่องจากมีทั้งเลนหลักและเลนคู่ขนาน

อีกทั้ง ถนนเทอดดำริยังมีความยาวของโครงข่ายน้อยที่สุด เท่ากับ 0.15 กิโลเมตร/ทิศทาง และมีความยาวของเส้นทางน้อยที่สุด เท่ากับ 0.32 กิโลเมตร/ทุกทิศทาง ซึ่งมีจำนวน 1-2 ช่องจราจร/ทิศทาง โดยผู้วิจัยได้อธิบายรายละเอียดไว้ใน**ตารางที่ 4-6**

ตารางที่ 4-6 รายละเอียดของถนนหลักภายในพื้นที่ศึกษา

ชื่อถนน	สี	ความยาวโครงข่าย (กม.)*	ความยาวเส้นทาง (กม.)	ความกว้างช่องจราจร (ม./ช่อง)*	จำนวนช่องจราจร*	ประเภทผิวจราจร
สะพานรัชวิภา		-	4.30	3.00	1 - 3	แอสฟัลต์
รัชดาภิเษก		2.00	4.00	3.50	4	คอนกรีต
วิภาวดีรังสิต**		2.04	9.46	3.50	3 - 4	แอสฟัลต์
พหลโยธิน		1.87	3.47	3.00 - 3.50	3 - 5	แอสฟัลต์
ประชาชื่น		2.80	5.60	2.00 - 3.00	2 - 3	คอนกรีต
กำแพงเพชร		1.04	2.68	3.00	3 - 4	คอนกรีต
กำแพงเพชร 2		3.78	7.64	3.00	3 - 4	คอนกรีต
กำแพงเพชร 3		1.86	3.93	3.00	1	คอนกรีต
กำแพงเพชร 4		0.40	0.80	3.50	1 - 2	คอนกรีต
กำแพงเพชร 6		3.35	6.70	3.50	2	แอสฟัลต์
กำแพงเพชร 6		1.00	2.00	3.00 - 3.50	2 - 3	แอสฟัลต์
เทอดดำริ		0.15	0.30	3.00	1 - 2	แอสฟัลต์
ปูนซีเมนต์ไทย		0.40	0.83	3.00	1 - 2	คอนกรีต
ประชาราษฎร์ สาย 2		0.33	0.68	3.00	2 - 3	คอนกรีต
ซอยกำแพงเพชร 2		1.49	3.20	3.00	3	แอสฟัลต์
ซอยเจษฎา		1.62	4.14	3.50	3	แอสฟัลต์

หมายเหตุ : * ต่อ 1 ทิศทางการจราจร

** ถนนวิภาวดีรังสิต มี 3-4 ช่องจราจร ทั้งเลนหลักและคู่ขนาน

2) ลักษณะของทางเท้า

ทางเท้าเป็นส่วนประกอบหนึ่งของถนนที่มีสำคัญในด้านความสะดวกสบายและด้านความปลอดภัยในการเดินเท้าของผู้โดยสาร ที่ใช้สำหรับการเดินทางในรูปแบบของการเดินเท้าและใช้เป็นพื้นที่ในการรอรับบริการของระบบขนส่งสาธารณะ การมีทางเท้าที่สะดวกปลอดภัย และเข้าถึงง่าย จะสะท้อนให้เห็นถึงประสิทธิภาพในการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะที่ดี และคุณภาพชีวิตด้านการคมนาคมที่ดีของผู้โดยสาร ซึ่งผู้วิจัยจะอธิบายถึงลักษณะทางด้านกายภาพของทางเท้าภายในพื้นที่ศึกษา โดยมีรายละเอียด**ตารางที่ 4-7**

ตารางที่ 4-7 รายละเอียดของทางเท้าภายในพื้นที่ศึกษา

ชื่อถนน	สี	ความยาว (กม.)	ความกว้างทางเท้า, L (ม.)	ความกว้างทางเท้า, R (ม.)
สะพานรัชวิภา		-	-	-
รัชดาภิเษก		1.41	1.00 – 3.50	1.00 – 3.50
วิภาวดีรังสิต		0.68	1.00 – 4.00	1.00 - 4.00
พหลโยธิน		1.87	3.00 – 3.50	1.50 – 4.00
ประชาชื่น		2.75	2.00 – 3.00	1.00 – 1.50
กำแพงเพชร		1.04	1.50 – 3.00	3.00
กำแพงเพชร 2		3.78	1.50 – 3.50	2.00 - 3.50
กำแพงเพชร 3		1.85	1.00 - 2.00	2.50 – 3.00
กำแพงเพชร 4		0.40	3.50*	3.50
กำแพงเพชร 6		2.92	0.00 – 1.50	0.00 – 1.50
กำแพงเพชร 6		1.00	1.00 – 2.00	2.00 - 2.50
เทอดดำริ		0.15	1.00	1.00
ปูนซีเมนต์ไทย		0.36	1.50 – 2.00	1.50 – 2.00
ประชาราษฎร์ สาย 2		0.30	1.00 – 1.50	1.00 – 1.50
ซอยกำแพงเพชร 2		1.49	2.00	2.00 – 3.00
ซอยเจษฎา		1.16	2.50	0.50 - 2.50

หมายเหตุ : * เป็นพื้นที่ทางเท้าที่ติดกับตลาดนัดจตุจักรที่สัญจรได้ลำบาก เนื่องจากผู้ที่ขายของในตลาดได้นำสิ่งของมาวางขายบนพื้นที่ทางเท้า

ภาพที่ 4-4 ตัวอย่างทางเท้า

จากการศึกษาลักษณะของทางเท้าในโครงข่ายถนนหลัก พบว่า ลักษณะของทางเท้าส่วนใหญ่จะเป็นรูปแบบบล็อคคอนกรีต มีการวางตัวอยู่ทั้งสองฝั่งของแนวถนนหลัก ซึ่งมีความยาวของทางเท้ารวม เท่ากับ 21.16 กิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 87.69 ของโครงข่ายถนนหลักภายในพื้นที่ศึกษา

โดยถนนกำแพงเพชร 2 จะมีความยาวของทางเท้ามากที่สุดในพื้นที่ศึกษา เท่ากับ 3.78 กิโลเมตร โดยมีความกว้างทางเท้าอยู่ที่ 1.50 ถึง 3.50 เมตร และถนนเทอดดำริ จะมีความยาวของทางเท้าน้อยที่สุด เท่ากับ 0.15 กิโลเมตร โดยมีความกว้างทางเท้าอยู่ที่ 1.00 เมตร

3) ลักษณะของสถานีให้บริการ

สถานีให้บริการเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่สำคัญในระบบขนส่ง “...ที่จะกำหนดให้ยานพาหนะเข้าใช้บริการในเส้นทาง...การรวบรวมความต้องการในการเดินทาง...” (สุพรชัย , 2549) และอำนวยความสะดวกแก่ผู้โดยสาร ซึ่งในส่วนนี้ผู้วิจัยจะอธิบายถึงลักษณะทางด้านกายภาพของสถานีให้บริการภายในพื้นที่ศึกษา

โดยผู้วิจัยจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ สถานีให้บริการรถโดยสารประจำทาง และสถานีให้บริการรถจักรยานยนต์รับจ้าง โดยมีรายละเอียดดังนี้

<u>สถานีให้บริการรถโดยสารประจำทาง</u>

ภาพที่ 4-5 สถานีให้บริการรถโดยสารประจำทาง

จากการศึกษาสถานีให้บริการรถโดยสารประจำทาง พบว่า สถานีให้บริการรถโดยสารประจำทางมีอยู่ 2 รูปแบบด้วยกัน คือ รูปแบบสถานีให้บริการรถโดยสารประจำทางที่มีสิ่งอำนวยความสะดวก และรูปแบบสถานีให้บริการรถโดยสารประจำทางที่ไม่มีสิ่งอำนวยความสะดวก

สถานีให้บริการรถโดยสารประจำทางที่มีสิ่งอำนวยความสะดวก จะมีองค์อาคารในการอำนวยความสะดวกแก่ผู้โดยสารที่ต้องการใช้บริการรถโดยสารประจำทาง โดยส่วนใหญ่จะมีลักษณะเป็นโครงสร้างเหล็กพร้อมหลังคา เพื่อการป้องกันแดดและฝน มีเก้าอี้สำหรับการนั่งเพื่อรอคอยรถโดยสารประจำทาง และป้ายแสดงถึงเส้นทางของรถโดยสารประจำทางที่ให้บริการในสถานี

สถานีให้บริการรถโดยสารประจำทางที่ไม่มีสิ่งอำนวยความสะดวก จะมีเพียงป้ายแสดงถึงเส้นทางของรถโดยสารประจำทางที่ให้บริการในสถานีเท่านั้น ซึ่งไม่มีองค์อาคารสำหรับการป้องกันแดดและฝน หรือไม่มีสิ่งอำนวยความสะดวกแก่ผู้โดยสาร

<u>สถานีให้บริการรถจักรยานยนต์รับจ้าง</u>

ภาพที่ 4-6 สถานีให้บริการรถจักรยานยนต์รับจ้าง

จากการศึกษาสถานีให้บริการรถจักรยานยนต์รับจ้าง (วิน) พบว่า แต่ละวินจะมีรูปแบบที่ไม่เฉพาะเจาะจง โดยส่วนใหญ่จะมีเพียงป้ายบอกชื่อสถานที่ตั้งวิน และแสดงอัตราค่าโดยสารรถจักรยานยนต์สาธารณะเท่านั้น ซึ่งไม่มีองค์อาคารหรือไม่มีสิ่งอำนวยความสะดวกแก่ผู้โดยสาร

4.1.3 ลักษณะของระบบขนส่งสาธารณะในปัจจุบัน

ระบบการคมนาคมขนส่งของกรุงเทพมหานครในปัจจุบันนั้นมีหลายหลากประเภท ซึ่งในงานวิจัยนี้จะพิจารณาเฉพาะระบบขนส่งกึ่งสาธารณะและระบบขนส่งสาธารณะที่ให้บริการในโครงข่ายภายในพื้นที่ศึกษาเท่านั้น ประกอบด้วย รถไฟฟ้าชานเมือง (สายสีแดง) รถโดยสารประจำ

ทาง และรถจักรยานยนต์รับจ้าง ซึ่งในส่วนนี้ผู้วิจัยจะอธิบายลักษณะของระบบขนส่งสาธารณะแต่ละประเภท เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการวิเคราะห์ค่าดัชนีที่ชี้วัดระดับการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะในลำดับต่อไป

ผู้วิจัยจะทำการแบ่งผลการวิเคราะห์ออกเป็น 4 ด้าน ด้านที่หนึ่ง คือ ลักษณะของยานพาหนะ ด้านที่สอง คือ เส้นทางให้บริการและตำแหน่งจุดให้บริการ ด้านที่สาม คือ ความถี่ของการให้บริการและอัตราค่าโดยสาร และด้านที่สี่ คือ ปริมาณและความสามารถในการรองรับผู้โดยสาร โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) รถไฟฟ้าชานเมือง (สายสีแดง)

> ...รถไฟฟ้าสายสีแดง เป็นระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนในพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑลตลอดจนพื้นที่ต่อเนื่อง คือ จังหวัดฉะเชิงเทรา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา จังหวัดสมุทรสงคราม และจังหวัดราชบุรี...มีจุดมุ่งหมายเพื่อยกระดับคุณภาพในการให้บริการของรถไฟชานเมืองซึ่งทำหน้าที่ในการบริการขนส่งผู้โดยสารที่อยู่อาศัยในพื้นที่ชานเมืองตลอดจนพื้นที่ต่อเนื่องสามารถเข้าสู่ใจกลางกรุงเทพมหานครได้อย่างรวดเร็วด้วยระบบรางที่รวดเร็วและมีประสิทธิภาพ... (วิกิพีเดีย, 2567)

<u>ลักษณะของยานพาหนะ</u>

โครงการรถไฟฟ้าชานเมือง (สายสีแดง) จะใช้เป็นตัวรถฮิตาชิ Series 2000 (Class 2000) เป็นรถปรับอากาศขนาดความกว้าง 2.86 เมตร ความยาว 20 เมตร ความสูงประมาณ 3.70 เมตร สำหรับสายสีแดงเข้ม และขนาดความกว้าง 2.80-3.70 เมตร ความยาว 20 เมตร ความสูงประมาณ 3.70 เมตร สำหรับสายสีแดงอ่อน มีความเร็วสูงสุด 152 กิโลเมตรต่อชั่วโมง การป้อนระบบขับเคลื่อนรถจะใช้ไฟฟ้ากระแสสลับ 25 กิโลโวลต์ 50 เฮิรตซ์ และใช้ระบบอาณัติสัญญาณเดินรถด้วยระบบอัตโนมัติจากศูนย์ควบคุมการเดินรถ

ภาพที่ 4-7 ลักษณะของรถไฟฟ้าชานเมืองสายสีแดง (Realist Blog, 2024)

เส้นทางให้บริการและตำแหน่งจุดให้บริการ

โครงการรถไฟฟ้าชานเมือง (สายสีแดง) ณ ปัจจุบันมีการให้บริการอยู่ 2 เส้นทาง คือ สายธานีรัถยา (สายสีแดงเข้ม) ให้บริการจากสถานีกลางกรุงเทพอภิวัฒน์-รังสิต เป็นเส้นทางแนวเหนือ-ใต้ มีระยะทางให้บริการอยู่ที่ 22.60 กิโลเมตร และสายนครวิถี (สายสีแดงอ่อน) ให้บริการจากสถานีกลางกรุงเทพอภิวัฒน์-ตลิ่งชัน เป็นเส้นทางแนวตะวันตก-ตะวันออก มีระยะทางให้บริการอยู่ที่ 15.00 กิโลเมตร รวมระยะทางทั้งสิ้น 37.60 กิโลเมตร

ตารางที่ 4-8 เส้นทางให้บริการรถไฟฟ้าชานเมือง (สายสีแดง)

เส้นทาง	สถานีต้นทาง	สถานีปลายทาง	ระยะทาง	จำนวนสถานี
สายสีแดงเข้ม	สถานีกลางกรุงเทพอภิวัฒน์	รังสิต	22.60	10
สายสีแดงอ่อน	สถานีกลางกรุงเทพอภิวัฒน์	ตลิ่งชัน	15.00	4

ที่มา : บริษัท รถไฟฟ้า ร.ฟ.ท. จำกัด (2567)

โดยรถไฟฟ้าชานเมืองสายธานีรัถยา (สายสีแดงเข้ม) จะมีสถานีให้บริการจำนวน 10 สถานี ดัง**ตารางที่ 4-9** และรถไฟฟ้าชานเมืองสายนครวิถี (สายสีแดงอ่อน) จะมีสถานีให้บริการจำนวน 4 สถานี ดัง**ตารางที่ 4-10**

ตารางที่ 4-9 รายชื่อสถานีให้บริการรถไฟฟ้าชานเมือง (สายสีแดงเข้ม)

สถานีให้บริการรถไฟฟ้าชานเมือง (สายสีแดงเข้ม)		
สถานีกลางกรุงเทพอภิวัฒน์	สถานีจตุจักร	สถานีวัดเสมียนนารี
สถานีบางเขน	สถานีทุ่งสองห้อง	สถานีหลักสี่
สถานีการเคหะ	สถานีดอนเมือง	สถานีหลักหก
สถานีรังสิต		

ที่มา : บริษัท รถไฟฟ้า ร.ฟ.ท. จำกัด (2567)

ตารางที่ 4-10 รายชื่อสถานีให้บริการรถไฟฟ้าชานเมือง (สายสีแดงอ่อน)

สถานีให้บริการรถไฟฟ้าชานเมือง (สายสีแดงอ่อน)		
สถานีกลางกรุงเทพอภิวัฒน์	สถานีบางซ่อน	สถานีบางบำหรุ
สถานีตลิ่งชัน		

ที่มา : บริษัท รถไฟฟ้า ร.ฟ.ท. จำกัด (2567)

ความถี่ของการให้บริการและอัตราค่าโดยสาร

โครงการรถไฟฟ้าชานเมือง (สายสีแดง) จะให้บริการตั้งแต่เวลา 05.00 ถึง 24.00 น. โดยจะให้บริการทุกวัน ทั้งวันธรรมดา (จันทร์-ศุกร์) และวันหยุด (เสาร์-อาทิตย์) รวมทั้งวันหยุดนักขัตฤกษ์

โดยความถี่ของการให้บริการสายนครวิถี (สายสีแดงอ่อน) จะให้บริการเพียงช่วงความถี่เดียว คือ ให้บริการทุก 20 นาที ตั้งแต่เวลา 05.00 ถึง 24.00 น.

แต่ความถี่ของการให้บริการสายธานีรัถยา (สายสีแดงเข้ม) จะแบ่งความถี่ในการให้บริการเป็น 2 ช่วง คือ ในช่วงเวลาเร่งด่วนจะให้บริการทุก 10 นาที และนอกช่วงเวลาเร่งด่วนจะให้บริการทุก 15 นาที โดยมีรายละเอียดดังนี้

- เวลา 05.00 - 06.30 น. ความถี่ 15 นาที
- เวลา 06.30 - 09.30 น. ความถี่ 10 นาที
- เวลา 09.30 - 16.30 น. ความถี่ 15 นาที
- เวลา 16.30 - 19.30 น. ความถี่ 10 นาที
- เวลา 19.30 - 24.00 น. ความถี่ 15 นาที

อัตราค่าโดยสารของรถไฟฟ้าชานเมือง (สายสีแดง) จะถูกแบ่งตามกลุ่มของผู้ใช้บริการออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มผู้ใหญ่ กลุ่มนักเรียน และกลุ่มผู้สูงอายุ โดยมีรายละเอียดดังนี้

- กลุ่มผู้ใหญ่ มีอัตราค่าโดยสารอยู่ที่ 12–42 บาท
- กลุ่มนักเรียน มีอัตราค่าโดยสารอยู่ที่ 11–38 บาท
- กลุ่มผู้สูงอายุ มีอัตราค่าโดยสารอยู่ที่ 6-21 บาท

ปริมาณและความสามารถในการรองรับผู้โดยสาร

รูปแบบของขบวนรถไฟฟ้าสายธานีรัถยา (สายสีแดงเข้ม) จะมี 6 ตู้ต่อขบวน มีจำนวนขบวนทั้งหมด 15 ขบวน รวมเป็นจำนวนตู้ทั้งสิ้น 90 ตู้ ทำให้สามารถจุผู้โดยสารได้สูงสุด 1,366 คนต่อขบวน (คำนวณจากอัตราหนาแน่นที่ 3 คน/ตารางเมตร) และสามารถรองรับผู้โดยสารได้ 18,213 คนต่อชั่วโมงต่อทิศทาง

รูปแบบของขบวนรถไฟฟ้าสายนครวิถี (สายสีแดงอ่อน) จะมี 4 ตู้ต่อขบวน มีจำนวนขบวนทั้งหมด 10 ขบวน รวมเป็นจำนวนตู้ทั้งสิ้น 40 ตู้ ทำให้สามารถรองรับผู้โดยสารได้ 11,960 คนต่อชั่วโมงต่อทิศทาง

2) รถโดยสารประจำทาง

รถโดยสารประจำทาง เป็นยานพาหนะประเภทหนึ่งของระบบขนส่งมวลชนที่มีบทบาทมากในพื้นที่กรุงเทพมหานคร ที่ให้บริการโดยมุ่งตอบสนองต่อนโยบายของรัฐบาลในการให้ความช่วยเหลือด้านการคมนาคม แก่ผู้ที่มีรายได้น้อยและปานกลางเป็นหลัก โดยไม่หวังซึ่งผลกำไร และมีการจัดเก็บค่าโดยสารในอัตราที่ต่ำกว่าต้นทุน โดยแบ่งพื้นที่รับผิดชอบในการเดินรถออกเป็น 8 เขต ดังนี้

- เขตการเดินรถที่ 1 คือ พื้นที่ตอนเหนือของกรุงเทพและจังหวัดปทุมธานี ประกอบด้วย อู่บางเขน อู่ธรรมศาสตร์ (ศูนย์รังสิต) และอู่รังสิต
- เขตการเดินรถที่ 2 คือ พื้นที่ตะวันออกของกรุงเทพ ประกอบด้วย อู่มีนบุรี และอู่สวนสยาม
- เขตการเดินรถที่ 3 คือ พื้นที่จังหวัดสมุทรปราการฝั่งตะวันออกและบางพื้นที่ตอนใต้ของกรุงเทพ ประกอบด้วย อู่ช้างเอราวัณ อู่ปู่เจ้าสมิงพราย อู่ฟาร์มจระเข้ อู่บ่อดิน และอู่เมกาบางนา
- เขตการเดินรถที่ 4 คือ พื้นที่ใจกลางเมืองกรุงเทพตอนล่าง ประกอบด้วย อู่คลองเตย อู่สาธุประดิษฐ์ และอู่พระราม 9
- เขตการเดินรถที่ 5 คือ พื้นที่กรุงเทพฝั่งธนบุรีตอนล่าง ฝั่งตะวันตกของจังหวัดสมุทรปราการและบางส่วนของจังหวัดสมุทรสาคร ประกอบด้วย อู่ราชประชา อู่กัลปพฤกษ์ และอู่แสมดำ
- เขตการเดินรถที่ 6 คือ พื้นที่กรุงเทพฝั่งธนบุรีตอนบน บางส่วนของจังหวัดสมุทรสาครและจังหวัดนครปฐม ประกอบด้วย อู่วัดไร่ขิง และอู่บรมราชชนนี
- เขตการเดินรถที่ 7 คือ พื้นที่ตะวันตกเฉียงเหนือของกรุงเทพ เกาะรัตนโกสินทร์ จังหวัดนนทบุรีทั้งจังหวัดและบางพื้นที่ของจังหวัดปทุมธานี ประกอบด้วย อู่เทศบาลบางบัวทอง อู่บัวทองเคหะ และอู่ท่าอิฐ
- เขตการเดินรถที่ 8 คือ พื้นที่ใจกลางเมืองกรุงเทพตอนบน ประกอบด้วย อู่กำแพงเพชร อู่ใต้ทางด่วนรามอินทรา และอู่สวนสยาม

<u>ลักษณะของยานพาหนะ</u>

จากการรวบรวมข้อมูลลักษณะของรถโดยสารประจำทาง พบว่า มีรถโดยสารประจำทางที่สามารถเชื่อมต่อไปยังสถานีกรุงเทพอภิวัฒน์ได้ อยู่ 4 ประเภท ดังนี้

- รถธรรมดา (ครีม-แดง) เป็นรถเมล์ที่มีความยาวตัวรถอยู่ที่ 10.00 เมตร ใช้เครื่องยนต์ดีเซล มีประตูขึ้น-ลงเพียงประตูเดียว และพัดลมระบายอากาศ เช่น HINO (AK176), Mitsubishi (Fuso RP118), ISUZU (MT111QB) เป็นต้น ดัง **ภาพที่ 4-8** (ก)
- รถปรับอากาศ (ครีม-น้ำเงิน) เป็นรถเมล์ที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล มีระบบปรับอากาศ เช่น HINO (HU3KSKL), ISUZU (CQA650 A/T) เป็นต้น ดัง**ภาพที่ 4-8** (ข)
- รถปรับอากาศ (ยูโรทู) เป็นรถเมล์ที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล มีระบบปรับอากาศ และมีประตูขึ้น-ลง จำนวน 2 ประตู เช่น HINO (RU1JSSL), ISUZU (LV423R) เป็นต้น ดัง**ภาพที่ 4-8** (ค)
- รถปรับอากาศ (EV) เป็นรถเมล์ที่มีความยาวตัวรถอยู่ที่ 11.00 เมตร ความกว้าง 2.55 เมตร ใช้พลังงานไฟฟ้า มีระบบปรับอากาศ และมีประตูขึ้น-ลง จำนวน 2 ประตู เช่น NEX-MINEBUS (XML6115JEV), MINEBUS (NJL6106BEV) เป็นต้น ดัง**ภาพที่ 4-8** (ง)

(ก)

(ข)

(ค)

(ง)

ภาพที่ 4-8 ลักษณะของรถโดยสารประจำทาง (วิกิพีเดีย, 2024)

<u>เส้นทางให้บริการและตำแหน่งจุดให้บริการ</u>

จากการศึกษาเส้นทางการให้บริการของรถโดยสารประจำทาง พบว่า มีจำนวนเส้นทางรถโดยสารประจำทางรวมทุกประเภท จำนวน 330 เส้นทาง (รายงานประจำปี 2565 ขององค์การขนส่งมวลชนกรุงเทพ) โดยแบ่งเป็น

- เส้นทางการเดินรถโดยสาร ขสมก. จำนวน 119 เส้นทาง
- เส้นทางการเดินรถเอกชนร่วมบริการ (รถโดยสารขนาดใหญ่) จำนวน 3 เส้นทาง
- เส้นทางการเดินรถมินิบัส จำนวน 114 เส้นทาง
- เส้นทางการเดินรถโดยสารขนาดเล็ก (หมวด 4) จำนวน 90 เส้นทาง
- เส้นทางการเดินรถตู้โดยสารปรับอากาศ จำนวน 97 เส้นทาง
- เส้นทางการเดินรถตู้โดยสารที่เชื่อมต่อท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ จำนวน 7 เส้นทาง

จากการศึกษาตำแหน่งจุดให้บริการของรถโดยสารประจำทาง พบว่า ในพื้นที่ศึกษามีจุดให้บริการรถโดยสารประจำทาง (ป้ายรถเมล์) อยู่จำนวน 60 จุด ดัง**ตารางที่ 4-11**

ตารางที่ 4-11 รายชื่อตำแหน่งจุดให้บริการรถโดยสารประจำทาง

ลำดับ	ชื่อป้าย	ลำดับ	ชื่อป้าย
1	แยกประชานุกูล	13	ซอยประชาชื่น 12
2	ซอยคลังมนตรี	14	ตรงข้ามซอยประชาชื่น 11
3	ตรงข้ามซอยคลังมนตรี	15	ยูดีไลท์บางซื่อ
4	ซอยเสริมสุข	16	ตรงข้ามยูดีไลท์บางซื่อ
5	ตรงข้ามซอยเสริมสุข	17	ตรงข้ามสำนักงานเขตบางซื่อ
6	เมโทรสกาย บางซ่อน	18	ซอยประชาชื่น 1
7	ธกส.ประชาชื่น	19	โลตัสประชาชื่น
8	ซอยประชาชื่น 20	20	สถานีรถไฟบางซื่อ
9	วิมลบริหารธุรกิจ	21	ด้านหลังสถานีกลางกรุงเทพอภิวัฒน์
10	ตรงข้ามเทคนิควิมลบริหารธุรกิจ	22	สถานีกลางกรุงเทพอภิวัฒน์
11	สะพาน 99	23	ศาลเยาวชนและครอบครัวกลาง
12	ตรงข้ามสะพาน 99	24	ตรงข้ามตลาดสัตว์เลี้ยง อ.ต.ก.

ตารางที่ 4-11 (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อป้าย	ลำดับ	ชื่อป้าย
25	ตลาดสัตว์เลี้ยง อ.ต.ก.	43	นครชัยแอร์
26	องค์การตลาดเพื่อเกษตรกร (อ.ต.ก.)	44	ซอยรัชประชา 2
27	ตรงข้ามตลาด อตก.	45	ซอยรัชประชา 1
28	ตึกแดงจตุจักร	46	รัชดาภิเษก 60
29	ตลาดนัดจตุจักร	47	กรมการขนส่งทางบก
30	เจเจ เอาต์เลต	48	ตรงข้ามสวนจตุจักร จุดที่ 1
31	เจเจมอลล์	49	สวนจตุจักร จุดที่ 1
32	สวนสมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์	50	สวนจตุจักร จุดที่ 2
33	ตรงข้ามสวนสมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์	51	ตรงข้ามสวนจตุจักร จุดที่ 2
34	กฟน.สาขาย่อย จตุจักร	52	ธนาคารทหารไทย (สำนักงานใหญ่)
35	สถานีขนส่งหมอชิต 2 (หน้าเสาธง)	53	สวนรถไฟ
36	หน้าสถานีขนส่งหมอชิต 2	54	ปตท. สำนักงานใหญ่
37	ตรงข้ามสถานีขนส่งผู้โดยสารกรุงเทพ	55	โรงเรียนหอวัง
38	ตรงข้ามนิคมรถไฟ กม.11	56	ซอยวิภาวดีรังสิต 13
39	นิคมรถไฟ กม.11	57	ตรงข้ามตรีเพชรอีซูซุ
40	ปั้มน้ำมันบางจาก กำแพงเพชร 2	58	ตรีเพชรอีซูซุ
41	ตรงข้ามนครชัยแอร์	59	สำนักงานเขตจตุจักร
42	ตรงข้ามธนาคารทหารไทยธนชาต (สำนักงานใหญ่)	60	ตรงข้ามสำนักงานเขตจตุจักร

ความถี่ของการให้บริการและอัตราค่าโดยสาร

รถโดยสารประจำทาง ส่วนใหญ่จะเริ่มให้บริการประจำวัน ตั้งแต่ราว 03.00 ถึง 05.00 น. และยุติการให้บริการประจำวัน ตั้งแต่ราว 22.00 ถึง 00.00 น. นอกจากนี้ ยังมีรถให้บริการตลอดคืน ซึ่งจะคิดค่าธรรมเนียมเพิ่มจากราคาปกติ

อัตราค่าโดยสาร การจัดเก็บอัตราค่าโดยสารรถประจำทางขององค์การขนส่งมวลชนกรุงเทพ มี 2 รูปแบบหลัก คือ อัตราค่าโดยสารรถธรรมดา และอัตราค่าโดยสารรถปรับอากาศ ดังนี้

ตารางที่ 4-12 อัตราค่าโดยสารรถธรรมดา

ประเภทรถ	สีรถ	อัตราค่าโดยสาร
รถธรรมดา	ครีม-แดง	8 บาท ตลอดสาย (ช่วงเวลากลางวันเพิ่ม 1.50 บาท)
รถทางด่วน	ครีม-แดง	10 บาท ตลอดสาย
รถบริการตลอดคืน	ครีม-แดง	9.50 บาท ตลอดสาย

ที่มา : องค์การขนส่งมวลชนกรุงเทพ (2567)

ตารางที่ 4-13 อัตราค่าโดยสารรถปรับอากาศ

ประเภทรถ	สีรถ	อัตราค่าโดยสาร
รถปรับอากาศ*	ครีม-น้ำเงิน	12 14 16 18 20 บาท (ตามระยะทาง) ทางด่วนเพิ่มค่าบริการ 2 บาท
รถปรับอากาศ (ยูโรทู)*	เหลือง-ส้ม	13 15 17 19 21 23 25 บาท (ตามระยะทาง) ทางด่วนเพิ่มค่าบริการ 2 บาท
รถปรับอากาศ (EV)**	น้ำเงิน	15 20 25 บาท (ตามระยะทาง)

หมายเหตุ : * สำหรับ รถโดยสารขององค์การขนส่งมวลชนกรุงเทพ (2567)

** สำหรับ รถโดยสารของบริษัท ไทย สมายล์ บัส จำกัด (2567)

ปริมาณและความสามารถในการรองรับผู้โดยสาร

ผู้วิจัยจะแบ่งการวิเคราะห์จำนวนรถโดยสาร และความสามารถในการรองรับผู้โดยสาร ตามจำนวนของผู้ให้บริการ โดยแบ่งออกเป็น 2 ราย คือ องค์การขนส่งมวลชนกรุงเทพ (ขสมก.) และบริษัท ไทย สมายล์ บัส จำกัด โดยจำนวนรถโดยสารของผู้ให้บริการแต่ละรายมีจำนวน ดังนี้

องค์การขนส่งมวลชนกรุงเทพ มีจำนวนรถโดยสารประจำทางรวมทั้งสิ้น 6,732 คัน ซึ่งจะแบ่งเป็น รถโดยสาร ขสมก. จำนวน 2,885 คัน คิดเป็นร้อยละ 42.86 และรถเอกชนร่วมบริการ จำนวน 3,847 คัน คิดเป็นร้อยละ 57.14 โดยมีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 4-14 จำนวนรถโดยสารขององค์การขนส่งมวลชนกรุงเทพ

ประเภทรถ	**จำนวนรถ** (ณ วันที่ 30 กันยายน 2565)		
	รถธรรมดา	**รถปรับอากาศ**	**รวม**
รถโดยสาร ขสมก.	**1,520**	**1,365**	**2,885**
รถเอกชนร่วมบริการ	**3,577**	**270**	**3,847**
รถโดยสารขนาดใหญ่	27	4	31
รถมินิบัส	-	266	266
รถโดยสารขนาดเล็ก (หมวด 4)	1,708	-	1,708
รถตู้โดยสารปรับอากาศ	1,777	-	1,777
รถตู้โดยสารที่เชื่อมต่อท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ	65	-	65

ที่มา : รายงานประจำปี ขององค์การขนส่งมวลชนกรุงเทพ (2565)

บริษัท ไทย สมายล์ บัส จำกัด มีจำนวนรถโดยสารประจำทางรวมทั้งสิ้น 2,350 คัน ซึ่งเป็นรถโดยสารที่ใช้พลังงานไฟฟ้า และมีระบบปรับอากาศทั้งหมด

โดยรถโดยสารประจำทางแต่ละประเภท จะมีความสามารถในการรองรับผู้โดยสารที่แตกต่างกันตามลักษณะของตัวรถ ดัง**ตารางที่ 4-15**

ตารางที่ 4-15 ความสามารถในการรองรับผู้โดยสารของรถโดยสารประจำทาง

ประเภทรถ	**ความสามารถในการรองรับ**		
	นั่งได้	**ยืนได้**	**รวม**
รถธรรมดา (ครีม-แดง)	34	46	80
รถปรับอากาศ (ครีม-น้ำเงิน)	40	-	40
รถปรับอากาศ (ยูโรทู)	35	15	50
รถปรับอากาศ (EV)	31	28	59

3) รถจักรยานยนต์รับจ้าง

รถจักรยานยนต์รับจ้าง เป็นรูปแบบการเดินทางตอบสนองต่อความต้องการของผู้โดยสาร ซึ่งมักจะไม่มีเส้นทางการให้บริการและตารางเวลาการให้บริการที่แน่นอน เนื่องจากพื้นที่กรุงเทพมหานครมีการจัดวางผังเมืองที่ไม่เป็นระบบ ระบบการขนส่งสาธารณะที่ไม่ทั่วถึงและเพียงพอ การเพิ่มขึ้นของประชากรในเขตเมืองอย่างรวดเร็ว จึงทำให้การขนส่งในรูปแบบจักรยานยนต์รับจ้างเข้ามามีบทบาทในการขนส่งผู้โดยสารไปสู่ระบบขนส่งมวลชนประเภทต่าง ๆ เช่น ขนส่งคนจากบ้านไปสู่ป้ายรถเมล์ สถานีรถไฟฟ้า หรือสถานที่ทำงานได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว

<u>ลักษณะของยานพาหนะ</u>

ยานพาหนะที่ใช้ในการให้บริการในระบบนี้ คือ รถจักรยานยนต์ที่สามารถบรรทุกผู้โดยสารได้ 1 คนต่อเที่ยว สำหรับตัวยานพาหนะนั้นจะต้องได้รับการจดทะเบียนรถจักรยานยนต์สาธารณะ โดยมีเงื่อนไข คือ รถจักรยานยนต์ต้องมีเครื่องยนต์ที่มีความจุในกระบอกสูบรวมกันไม่เกิน 125 ลูกบาศก์เซนติเมตร...ตาม กฎกระทรวง เรื่อง ว่าด้วยคณะกรรมการประจำจังหวัด และเงื่อนไขการขอจดทะเบียนรถจักรยานยนต์สาธารณะ (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2560 (ธีรบดี, 2566 : 53)

ภาพที่ 4-9 ลักษณะของรถจักรยานยนต์รับจ้าง (ไทยรัฐออนไลน์, 2566)

ตำแหน่งจุดให้บริการ

จากการศึกษาตำแหน่งจุดให้บริการของรถจักรยานยนต์รับจ้าง พบว่า ในพื้นที่ศึกษามีจุดให้บริการรถจักรยานยนต์รับจ้าง (วิน) อยู่จำนวน 41 จุด ดัง**ตารางที่ 4-16**

ตารางที่ 4-16 รายชื่อตำแหน่งจุดให้บริการรถจักรยานยนต์รับจ้าง

ลำดับ	ชื่อวิน	ลำดับ	ชื่อวิน
1	คลังมนตรี	22	มิกซ์จตุจักร
2	เสริมสุข	23	หน้าหมอชิตใหม่ (ขาเข้า)
3	ประชาชื่น 19	24	ทางขึ้นทางด่วน หมอชิตใหม่
4	ประชาชื่น 18	25	ตรงข้ามหมอชิตใหม่
5	สะพาน 99	26	หน้าหมอชิตใหม่ (ขาออก)
6	โรงเรียนสามเสน 2	27	นิคมรถไฟ กม.11
7	ประชาชื่น 8	28	สหภาพรถไฟ กม.11
8	ปากซอยเรือนทอง	29	นครชัยแอร์
9	ซอยสุวรรณดี 3	30	ปากซอยวิภาวดี 17
10	หลังตลาดเตาปูน	31	หอวังตัดวิภา
11	สะพานบางซื่อเซ็นเตอร์	32	ศูนย์เอ็นเนอร์จีคอมเพล็กซ์
12	ประชาชื่น 2/1	33	ปตท.สำนักงานใหญ่
13	หน้าโลตัส	34	หลัง ปตท.
14	สถานีรถไฟบางซื่อ 1	35	ธนาคารไทยธนชาต
15	สถานีรถไฟบางซื่อ 2	36	ซุ้มการะเวก
16	MRT กำแพงเพชร ประตู 3	37	BTS ป้ายรถเมล์หมอชิตเก่า
17	ตรงข้ามตลาด อ.ต.ก.	38	หน้าสวนจตุจักร
18	ตึกแดงวินเทจ	39	หน้าจตุจักร สะพานลอยเล็ก
19	ตลาดนัดจตุจักรประตู 1	40	หลัง สน.ย่อยบางซื่อ
20	ทางเข้าโรงปูน TPI	41	กรมการขนส่งทางบก
21	หน้าเจเจมอลล์		

อัตราค่าโดยสาร

สำหรับมอเตอร์ไซค์รับจ้างนั้นมีการคิดอัตราค่าบริการที่แตกต่างจากระบบขนส่งสาธารณะรูปแบบอื่น โดยนอกเหนือจากการเก็บค่าใช้บริการแบบคงที่ และแบบแปรผันตามระยะทางแล้ว ผู้โดยสารและผู้ให้บริการยังสามารถตกลงค่าบริการเองได้ก่อนทำการรับบริการ... (ธีรบดี, 2566 : 50)

โดยตามกฎกระทรวง เรื่อง กำหนดอัตราค่าจ้างบรรทุกผู้โดยสารสำหรับรถจักรยานยนต์สาธารณะ พ.ศ. 2559 ได้มีการกำหนดอัตราค่าจ้างบรรทุกคนโดยสารสำหรับรถจักรยานยนต์สาธารณะ ดังต่อไปนี้

- ระยะทาง 2 กิโลเมตรแรก ต้องไม่เกิน 25 บาท และกิโลเมตรต่อ ๆ ไป แต่ไม่เกิน 5 กิโลเมตร ต้องไม่เกินกิโลเมตรละ 5 บาท
- ระยะทางเกินกว่า 5 กิโลเมตรขึ้นไป แต่ไม่เกิน 15 กิโลเมตร ตั้งแต่กิโลเมตรแรกจนสิ้นสุดการรับจ้างต้องไม่เกินกิโลเมตรละ 10 บาท
- ระยะทางเกินกว่า 15 กิโลเมตรขึ้นไป ให้เป็นไปตามที่ผู้ขับรถและคนโดยสารตกลงกันก่อนทำการรับจ้าง หากไม่ตกลงกันก่อนทำการรับจ้าง อัตราจ้างบรรทุกผู้โดยสารตั้งแต่กิโลเมตรแรกจนสิ้นสุดการรับจ้าง ต้องไม่เกินกิโลเมตรละ 10 บาท

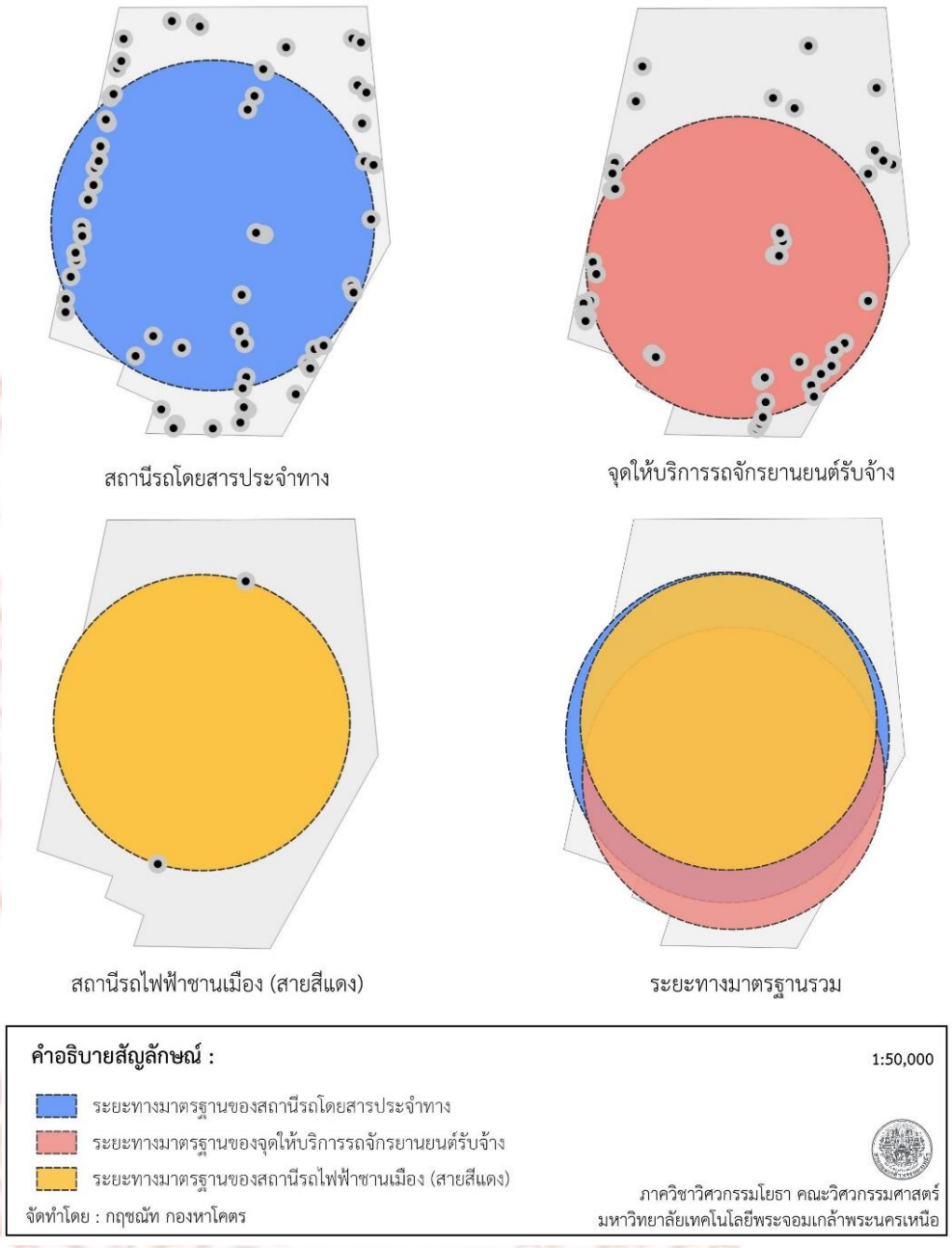
4.1.4 รูปแบบเชิงพื้นที่ของโครงข่ายสถานีขนส่งสาธารณะ

การวิเคราะห์รูปแบบเชิงพื้นที่ของโครงข่ายสถานีขนส่งสาธารณะนี้ ผู้วิจัยจะอธิบายถึงสถิติเชิงพื้นที่ รูปแบบการกระจายตัว และความหนาแน่นของตำแหน่งจุดให้บริการระบบขนส่งสาธารณะแต่ละประเภท ซึ่งจะทำการวิเคราะห์ผ่านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

1) การกระจายตัวของโครงข่ายสถานีขนส่งสาธารณะ

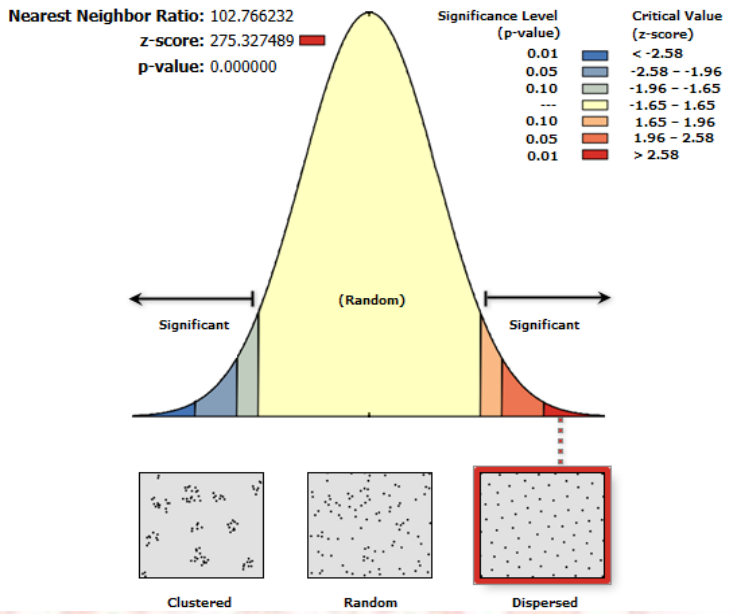
จากการวิเคราะห์รูปแบบการกระจายตัวของสถานีให้บริการระบบขนส่งสาธารณะแต่ละประเภท พบว่า การกระจายตัวของสถานีรถโดยสารประจำทาง มีความครอบคลุมพื้นที่ศึกษามากที่สุด รองลงมา คือ จุดให้บริการรถจักรยานยนต์รับจ้าง และสถานีรถไฟฟ้าชานเมือง (สายสีแดง) ตามลำดับ

เมื่อนำค่าระยะทางมาตรฐานของสถานีขนส่งสาธารณะแต่ละระบบมาซ้อนทับกัน พบว่า พื้นที่ให้บริการของสถานีให้บริการระบบขนส่งสาธารณะจะกระจุกตัวอยู่บริเวณตอนกลางค่อนไปทางตอนล่างของพื้นที่ศึกษา ดัง**ภาพที่ 4-10**



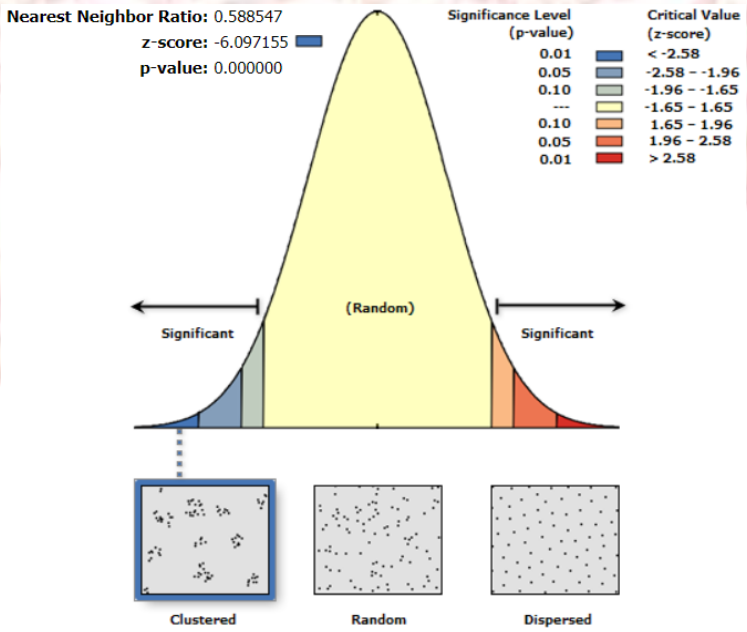
ภาพที่ 4-10 ระยะทางมาตรฐานและการกระจายตัวของโครงข่ายสถานีขนส่งสาธารณะ

โครงข่ายสถานีรถไฟฟ้าชานเมือง (สายสีแดง) ในพื้นที่ศึกษา มีจำนวน 2 สถานี จากการวิเคราะห์รูปแบบการกระจายตัวเชิงพื้นที่ พบว่า มีค่าระยะทางมาตรฐาน (Standard Distance) อยู่ที่ 2,640.22 เมตร และมีค่าดัชนีจุดอื่นข้างเคียงใกล้ที่สุด (Nearest Neighbor Index) เท่ากับ 102.77 ซึ่งจัดว่ามีลักษณะการกระจายแบบกระจายตัว (Dispersed Distribution) ดัง**ภาพที่ 4-11**



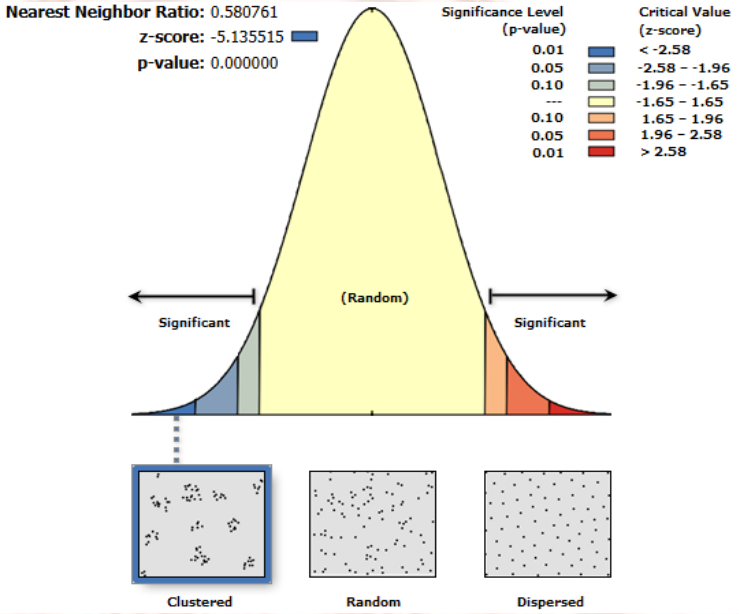
ภาพที่ 4-11 ค่า Nearest Neighbor Index ของสถานีรถไฟฟ้าชานเมือง (สายสีแดง)

โครงข่ายสถานีรถโดยสารประจำทางในพื้นที่ศึกษา มีจำนวน 60 สถานี จากการวิเคราะห์รูปแบบการกระจายตัวเชิงพื้นที่ พบว่า มีค่าระยะทางมาตรฐาน (Standard Distance) อยู่ที่ 116.37 เมตร และมีค่าดัชนีจุดอื่นข้างเคียงใกล้ที่สุด (Nearest Neighbor Index) เท่ากับ 0.59 ซึ่งจัดว่ามีลักษณะการกระจายแบบเป็นกลุ่มก้อน (Clustered Distribution) ดัง**ภาพที่ 4-12**



ภาพที่ 4-12 ค่า Nearest Neighbor Index ของสถานีรถโดยสารประจำทาง

โครงข่ายจุดให้บริการรถจักรยานยนต์รับจ้างในพื้นที่ศึกษา มีจำนวน 41 จุด จากการวิเคราะห์รูปแบบการกระจายตัวเชิงพื้นที่ พบว่า มีค่าระยะทางมาตรฐาน (Standard Distance) อยู่ที่ 131.98 เมตร และมีค่าดัชนีจุดอื่นข้างเคียงใกล้ที่สุด (Nearest Neighbor Index) เท่ากับ 0.58 ซึ่งจัดว่ามีลักษณะการกระจายแบบเป็นกลุ่มก้อน (Clustered Distribution) ดัง**ภาพที่ 4-13**



ภาพที่ 4-13 ค่า Nearest Neighbor Index ของจุดให้บริการรถจักรยานยนต์รับจ้าง

2) ความหนาแน่นของโครงข่ายสถานีขนส่งสาธารณะ

จากการวิเคราะห์ความหนาแน่นของโครงข่ายสถานีขนส่งสาธารณะภายในพื้นที่ศึกษา พบว่า รถโดยสารประจำทาง มีความหนาแน่นของสถานีมากที่สุด เท่ากับ 7.55 จุด/ตารางกิโลเมตร รองลงมา คือ รถจักรยานยนต์รับจ้าง มีความหนาแน่นของสถานีอยู่ที่ 5.16 จุด/ตารางกิโลเมตร และรถไฟฟ้าชานเมือง (สายสีแดง) จะมีความหนาแน่นของสถานีน้อยที่สุดอยู่ที่ 0.25 จุด/ตารางกิโลเมตร ดัง**ตารางที่ 4-17**

ตารางที่ 4-17 ความหนาแน่นของโครงข่ายสถานีขนส่งสาธารณะ

ประเภทของระบบขนส่งสาธารณะ	**จำนวนสถานี**	**ความหนาแน่น** (จุด/ตร.กม.)
รถไฟฟ้าชานเมือง (สายสีแดง)	2	0.25
รถโดยสารประจำทาง	60	7.55
รถจักรยานยนต์รับจ้าง	41	5.16

หมายเหตุ : ขนาดของพื้นที่ศึกษา เท่ากับ 7.95 ตารางกิโลเมตร

4.2 แผนการพัฒนาพื้นที่โดยรอบสถานีกลางกรุงเทพอภิวัฒน์

ประเทศไทยได้ให้ความสำคัญและพยายามผลักดันการเป็นเมืองอัจฉริยะ โดยมีการจัดทำแผนพัฒนาสถานีกลางกรุงเทพอภิวัฒน์สู่เมืองอัจฉริยะ (Smart City) ซึ่งพื้นที่ย่านบางซื่อถือเป็นหนึ่งในพื้นที่ต้นแบบในการส่งเสริมการพัฒนาเมืองอัจฉริยะภายใต้กรอบ ASEAN Smart City Network (ASCN) และมีเป้าหมายในการเป็นศูนย์กลางการเดินทางและธุรกิจแห่งภูมิภาคอาเซียน (ASEAN Linkage and Business Hub) ผ่านแนวคิดการพัฒนาพื้นที่เชิงพาณิชย์โดยรอบสถานีขนส่งมวลชน (Transit Oriented Development : TOD)

โดยลักษณะการพัฒนาเมืองอัจฉริยะของประเทศไทย จะประกอบด้วย 7 ด้าน ได้แก่ เศรษฐกิจอัจฉริยะ (Smart Economy) การคมนาคมขนส่งอัจฉริยะ (Smart Mobility) การบริหารจัดการพลังงานอัจฉริยะ (Smart Energy) ระบบบริหารภาครัฐอัจฉริยะ (Smart Governance) การบริหารจัดการสิ่งแวดล้อมอัจฉริยะ (Smart Environment) พลเมืองอัจฉริยะ (Smart People) และการดำรงชีวิตอัจฉริยะ (Smart Living) ดัง**ภาพที่ 4-14**

ภาพที่ 4-14 ลักษณะการพัฒนาเมืองอัจฉริยะ (JICA, 2020)

แต่จากการศึกษาการพัฒนาพื้นที่ย่านบางซื่อที่ศึกษาโดย Japan International Cooperation Agency (JICA) จะมุ่งเน้นไปที่รูปแบบความเป็นอัจฉริยะอยู่ 3 ด้าน ได้แก่ การคมนาคมขนส่งอัจฉริยะ (Smart Mobility) การบริหารจัดการพลังงานอัจฉริยะ (Smart Energy) และการบริหารจัดการสิ่งแวดล้อมอัจฉริยะ (Smart Environment) โดยแบ่งพื้นที่ออกเป็น 9 แปลง มีระยะการพัฒนา 3 ระยะ ดัง**ภาพที่ 4-15**

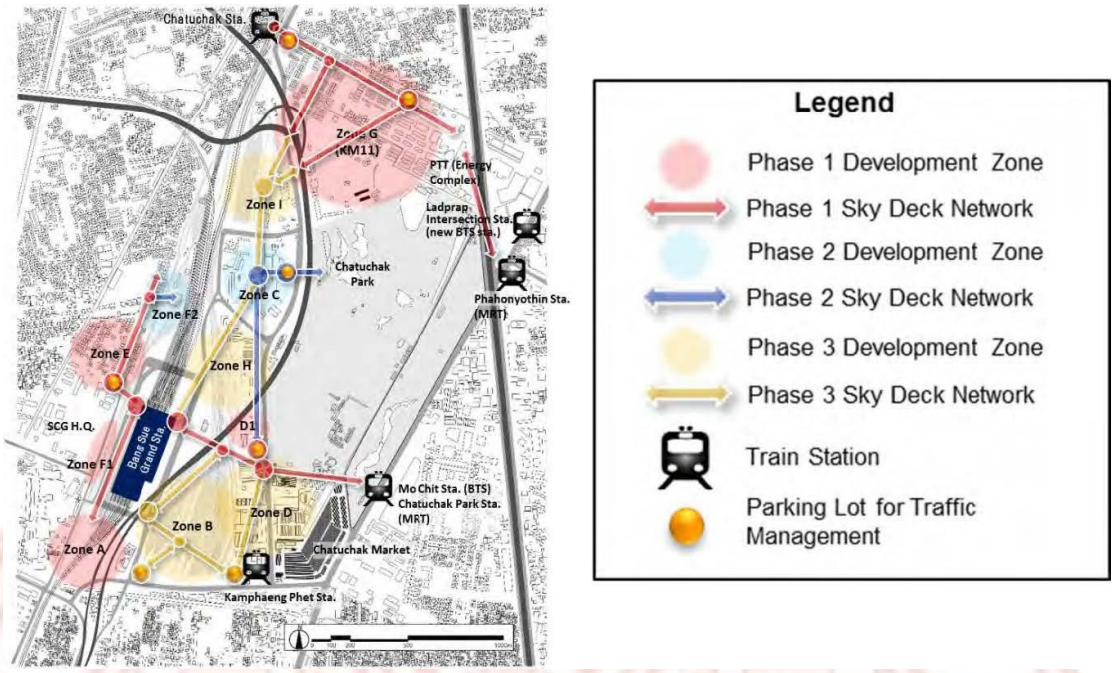
ภาพที่ 4-15 การแบ่งพื้นที่การพัฒนาย่านบางซื่อ (ปรียา, 2561)

ซึ่งในส่วนนี้ ผู้วิจัยจะอธิบายถึงแนวคิดการพัฒนาในด้านการคมนาคมขนส่งอัจฉริยะ (Smart Mobility) ที่มุ่งเน้นการเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการระบบโลจิสติกส์ การเพิ่มความสะดวกในการเข้าถึงระบบขนส่งมวลชนในพื้นที่ศึกษา เช่น แนวคิดการพัฒนาทางเดินเชื่อมระหว่างอาคารสูงรวมถึงอาคารจอดรถบริเวณรอบนอก (Sky Deck Network) เชื่อมต่อพื้นที่ทางเดินลอยฟ้า และการใช้รถโดยสารไร้คนขับขนาดเล็กพลังงานไฟฟ้า (Personal Rapid Transit : PRT) แนวคิดการพัฒนาระบบบีอาร์ที แผนการก่อสร้างสะพานกลับรถและทางลอดถนนกำแพงเพชร เป็นต้น โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.2.1 แนวคิดการพัฒนาโครงข่ายทางเดินลอยฟ้า (Sky Deck Network)

Japan International Cooperation Agency (JICA) ได้เสนอให้มีการสร้างทางเดินลอยฟ้ายกระดับเชื่อมต่อระหว่างโซนกับสถานีกลางบางซื่อ ให้ทางเดินลอยฟ้า สำหรับผู้เดินเท้า จักรยาน และรถ PRT เท่านั้น ที่จะสามารถเคลื่อนที่บนทางเดินดังกล่าวได้ อีกทั้งสามารถแบ่งเป็นทางของรถยนต์ส่วนบุคคลและผู้เดินเท้าด้วยพื้นต่างระดับ ทำให้การสัญจรทั้งภายในโซนและระหว่างโซนเป็นไปอย่างราบรื่นสมกับเป็นเมืองที่สามารถเดินภายในบริเวณได้ (Walkable City) และควรพิจารณาจัดสร้างหลังคาบังแดด เพื่อให้เหมาะสมกับสภาพอากาศของเมืองไทยที่มีอากาศร้อนเป็นส่วนใหญ่ ดัง**ภาพที่ 4-16**

ในด้านของระบบขนส่งสาธารณะอัจฉริยะ Japan International Cooperation Agency (JICA) ได้เสนอให้นำรถโดยสารไร้คนขับขนาดเล็กพลังงานไฟฟ้า (PRT) ซึ่งเป็นรถที่ใช้พลังงานไฟฟ้า (EV) ที่มีขนาดเล็กซึ่งเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมมาใช้วิ่งบนทางเดินลอยฟ้า และติดตั้งระบบชาร์จพลังงานกระจายทั่วพื้นที่ของทางเดินลอยฟ้ายกระดับ เนื่องจากรถ PRT มีศักยภาพในการรองรับผู้โดยสารได้เป็นจำนวนมากในกรณีที่มีความถี่ในการเดินทางสูง และเมื่อเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายกับระบบคมนาคมขนส่งอื่น ๆ จะมีค่าใช้จ่ายที่ต่ำกว่า ดัง**ภาพที่ 4-17**



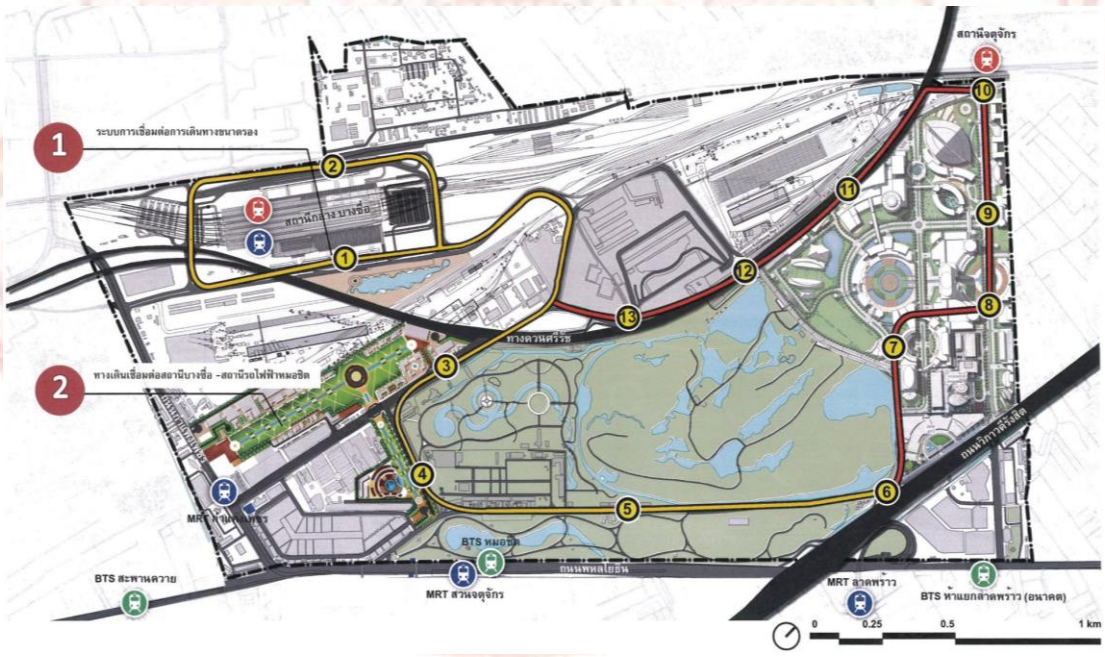
ภาพที่ 4-16 แนวคิดการพัฒนาโครงข่ายทางเดินลอยฟ้า (Sky Deck Network) (JICA, 2020)

ภาพที่ 4-17 แนวคิดโครงข่ายทางเดินลอยฟ้า และ PRT (JICA, 2020)

4.2.2 แนวคิดการพัฒนาระบบบีอาร์ที (BRT System)

สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (สนข.) ได้มีแนวคิดในการพัฒนาระบบขนส่งมวลชนขนาดรองรูปแบบรถโดยสารด่วนพิเศษ (BRT) เพื่อเป็นระบบขนส่งรอง (Feeder System) ที่เชื่อมการเดินทางภายในโครงการ และเพิ่มความสะดวกในการเข้าถึงระบบขนส่งมวลชนหลัก ซึ่งจะเป็นการลงทุนในรูปแบบ PPP ให้เอกชนที่สนใจเข้ามาลงทุนในการให้บริการเดินรถ

โดยจะเริ่มต้นจากสถานีกลางกรุงเทพอภิวัฒน์ วิ่งข้ามรางด้วยทางวิ่งยกระดับบริเวณถนนกำแพงเพชร 6 เลี้ยวขวาเข้าสู่ถนนกำแพงเพชร 2 และเลี้ยวซ้ายเข้าถนนกำแพงเพชร 4 จากนั้นเลี้ยวซ้ายเข้าสู่ถนนกำแพงเพชร 3 แล้วจึงเลี้ยวเข้าพื้นที่ กม.11 เพื่อกลับเข้าสู่ถนนกำแพงเพชร 2 และวนกลับสถานีกลางบางซื่อ มีเส้นทางให้บริการประมาณ 10 กิโลเมตรทั้งสองทิศทาง ยกเว้นรอบสถานีกลางบางซื่อจะเดินรถทิศทางเดียว และเชื่อมโยงกับระบบขนส่งหลัก โดยออกแบบให้มีทางวิ่งพิเศษ (Exclusive Lane) ซึ่งจะใช้ช่องทางด้านซ้ายสุดของแนวเส้นทาง และมีการติดตั้งคันกั้นเลนแยกออกต่างหากจากผิวจราจรปกติ โดยถนนกำแพงเพชร 2, 4, 6 จะแบ่งทางวิ่งพิเศษออกจากช่องทางเดินรถยนต์ส่วนบุคคลทิศทางละ 1 ช่องจราจร ดัง**ภาพที่ 4-18**

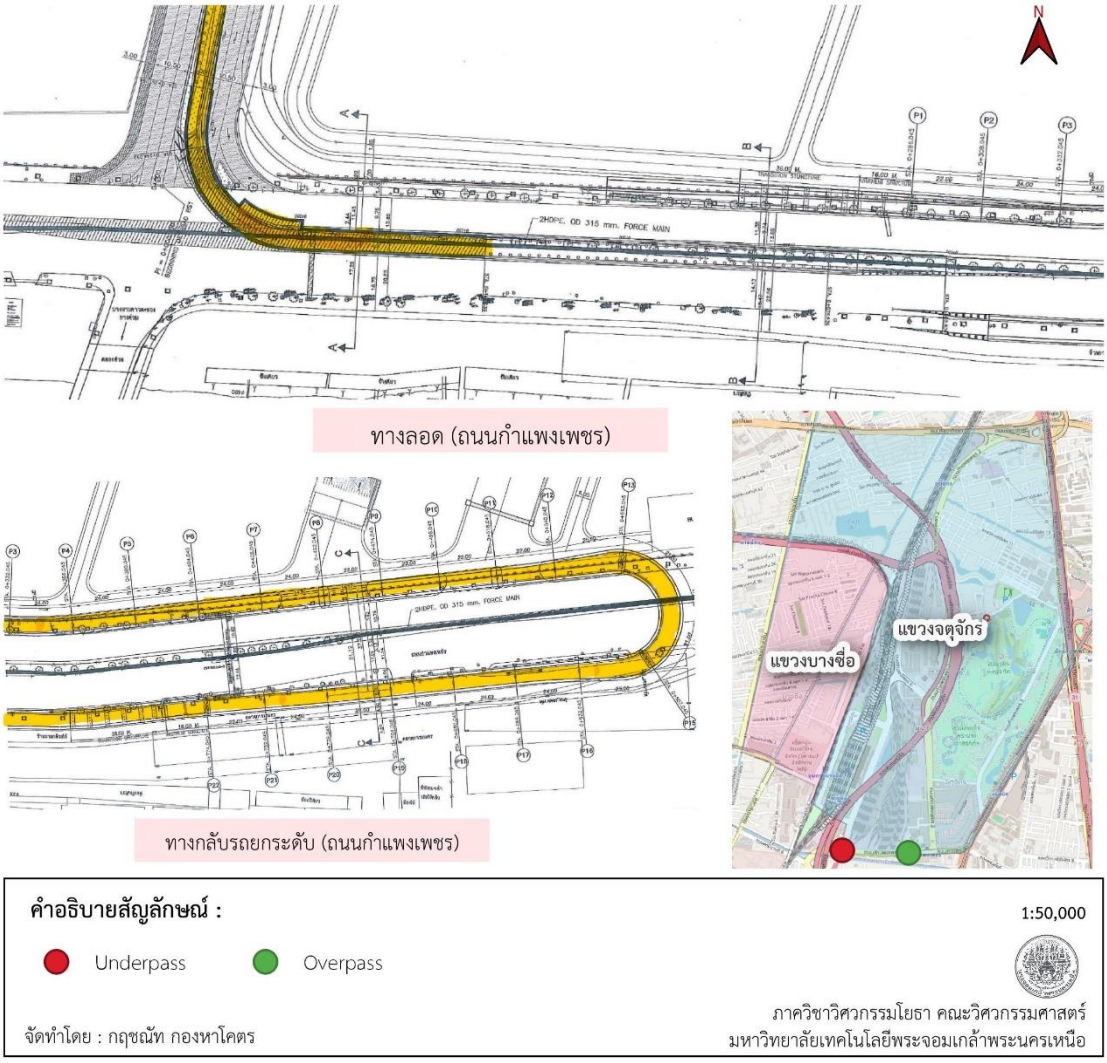


ภาพที่ 4-18 แนวคิดของโครงข่ายระบบบีอาร์ที (สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร, 2559)

4.2.3 แผนการก่อสร้างสะพานกลับรถและทางลอดถนนกำแพงเพชร

การรถไฟแห่งประเทศไทย ได้มีการศึกษาถึงแผนในการพัฒนาสะพานกลับรถและทางลอดบริเวณถนนกำแพงเพชร เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการระบบขนส่ง และสามารถเดินทางจากถนนพหลโยธิน ลงทางลอด (Underpass) ขนาด 1 ช่องจราจร แล้วเลี้ยวขวาเข้าสู่สถานีกลางกรุงเทพ

อภิวัฒน์ได้ โดยการลดจุดขัดแย้งของกระแสการจราจร ระหว่างถนนกำแพงเพชรกับซอยเจษฎา และในขณะเดียวกันยังสามารถเลี้ยวซ้ายออกจากสถานีกลางกรุงเทพอภิวัฒน์ แล้วขึ้นสะพานกลับรถ (Overpass) ขนาด 1 ช่องจราจร เพื่อมุ่งสู่ถนนพระรามหก หรือเลี้ยวซ้ายขึ้นทางด่วนพิเศษศรีรัชเพื่อเข้าเมืองได้



ภาพที่ 4-19 แผนการก่อสร้างสะพานกลับรถและทางลอดถนนกำแพงเพชร

4.3 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะ

ในส่วนของผลการวิเคราะห์ความสามารถในการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะ ผู้วิจัยทำการแบ่งผลการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ส่วน ส่วนที่หนึ่ง คือ ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะ (ในปัจจุบัน) ส่วนที่สอง คือ ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะ (หลังการพัฒนา) ซึ่งจะได้นำเสนอในลำดับต่อไป

4.3.1 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะ (ในปัจจุบัน)

การวิเคราะห์ความสามารถในการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะ จะเป็นการประเมินประสิทธิภาพของระบบขนส่งสาธารณะในโครงข่าย ซึ่งจะพิจารณาเฉพาะระบบขนส่งกึ่งสาธารณะและระบบขนส่งสาธารณะที่ให้บริการในโครงข่ายที่สามารถเชื่อมต่อกับสถานีกลางกรุงเทพอภิวัฒน์ได้ โดยผู้วิจัยจะทำการวิเคราะห์ความสามารถในการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะตามปัจจัยที่ได้กำหนดไว้และนำไปสู่การวิเคราะห์ระดับการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะในสภาพปัจจุบัน

ทั้งนี้ ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะในสภาพปัจจุบัน จะถูกแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ การวิเคราะห์ค่าดัชนีการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะของปัจจัยด้านเวลา (ในปัจจุบัน) การวิเคราะห์ค่าดัชนีการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะของปัจจัยด้านค่าใช้จ่าย (ในปัจจุบัน) และการวิเคราะห์ระดับการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะ (ในปัจจุบัน) โดยมีรายละเอียดต่อไปนี้

1) การวิเคราะห์ค่าดัชนีการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะของปัจจัยด้านเวลา (ในปัจจุบัน)

การวิเคราะห์ปัจจัยด้านเวลา จะใช้ตัวแปรในการวิเคราะห์อยู่ 3 ตัวแปร ได้แก่ ระยะเวลาในการเดินเท้า (Walking Time, WK) ระยะเวลาเฉลี่ยในการรอคอยเพื่อรอรับบริการระบบขนส่งสาธารณะ (Average Waiting Time, AWT) และระยะเวลาเฉลี่ยในการเดินทางของยาพาหนะ (Average Travel Time, ATV)

เกณฑ์การวัดระยะเวลาในการเดินเท้า (WK) จะพิจารณาจากระยะเวลาที่ใช้ในการเดินเท้าจากจุดที่สนใจ (POI) ไปสู่สถานีให้บริการของระบบขนส่งสาธารณะรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งจะเป็นระยะเวลาที่แปรผันตามระยะทางที่ใช้ในการเดินเท้า โดยผู้วิจัยจะกำหนดความเร็วที่ใช้ในการเดินเท้า (Walk Speed) เท่ากับ 80 เมตร/นาที (Transport for London, 2010)

เกณฑ์การวัดระยะเวลาเฉลี่ยในการรอคอย (AWT) จะพิจารณาจากความถี่ในการให้บริการ หรือ ระยะห่างเชิงเวลา (Time Headway) ซึ่งแต่ละรูปแบบของระบบขนส่งสาธารณะนั้นมีความถี่ในการให้บริการและความน่าเชื่อถือที่แตกต่างกัน ดังนี้

- รถไฟฟ้าชานเมือง (สายสีแดง) นั้นเป็นระบบขนส่งสาธารณะที่มีความน่าเชื่อถือสูง ซึ่งผู้วิจัยจะทำการกำหนดความน่าเชื่อถือของรถไฟฟ้าชานเมืองสายสีแดง (Reliability) เท่ากับ 0.75 นาที (Transport for London, 2010) และผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค่าความถี่ในการให้บริการของรถไฟฟ้าชานเมืองสายสีแดงในช่วงเวลา 7.00 ถึง 8.00 น. พบว่า มีความถี่ของของการให้บริการทุก 10 นาที

- รถโดยสารประจำทาง เป็นระบบขนส่งสาธารณะที่มีความน่าเชื่อถือน้อย เนื่องจากในพื้นที่ศึกษานั้นเป็นพื้นที่หนึ่งที่มีความสำคัญในด้านของการเดินทาง อีกทั้งยังมีจุดเปลี่ยนถ่าย ซึ่งเป็นจุดศูนย์รวมของการเดินทาง ทำให้เกิดปริมาณการจราจรที่ค่อนข้างมาก และกระแสการจราจรเกิดการติดขัดในช่วงเวลา 7.00 ถึง 8.00 น. บ่อยครั้งในหลายจุดของพื้นที่ โดยผู้วิจัยจะทำการกำหนดความน่าเชื่อถือของรถโดยสารประจำทาง (Reliability) เท่ากับ 2.00 นาที (Transport for London, 2010) และผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค่าความถี่ของการให้บริการรถโดยสารประจำทางในช่วงเวลา 7.00 ถึง 8.00 น. ที่สามารถเชื่อมต่อไปยังสถานีกลางกรุงเทพอภิวัฒน์ได้ พบว่า เส้นทางให้บริการที่มีความถี่ของการให้บริการทุก 15 นาที คือ สาย 96, 134 และ 145 เส้นทางให้บริการที่มีความถี่ของการให้บริการทุก 20 นาที คือ สาย 52, 67, 70, 104 และ 509 เส้นทางให้บริการที่มีความถี่ของการให้บริการทุก 25 นาที คือ สาย 49 เส้นทางให้บริการที่มีความถี่ของการให้บริการทุก 30 นาที คือ สาย 170 และ 555 ดัง**ตารางที่ 4-18**

ตารางที่ 4-18 ความถี่ในการให้บริการของรถโดยสารประจำทาง

สาย	ระยะห่างเชิงเวลา (นาที)	สาย	ระยะห่างเชิงเวลา (นาที)
49	25	134	15
52	20	145	15
67	20	170	30
70	20	509	20
96	15	555	30
104	20		

- รถจักรยานยนต์รับจ้าง เป็นระบบขนส่งกึ่งสาธารณะที่การให้บริการนั้นขึ้นอยู่กับความต้องการเดินทางของผู้ใช้บริการ มีความน่าเชื่อถือสูงมาก ซึ่งผู้วิจัยจะทำการกำหนดระยะห่างเชิงเวลาของรถจักรยานยนต์รับจ้าง เท่ากับ 0 นาที “...ซึ่งหมายความว่า จำนวนผู้ให้บริการรถจักรยานยนต์รับจ้างมีจำนวนที่เพียงพอต่อผู้ใช้งาน” (ธีรบดี, 2566 : 49)

เกณฑ์การวัดระยะเวลาเฉลี่ยในการเดินทางของยานพาหนะ (ATV) จะพิจารณาจากระยะเวลาที่ใช้ในการเดินทางของยานพาหนะจากจุดให้บริการขนส่งสาธารณะประเภทนั้น ๆ ไปยังจุดถัดไปของการเดินทาง หรือสถานีกลางกรุงเทพอภิวัฒน์ โดยระยะเวลาจะแปรผันตามอัตราส่วนของระยะทางกับความเร็วของยานพาหนะแต่ละประเภทที่แตกต่างกัน ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลความเร็วเฉลี่ยของยานพาหนะแต่ละประเภท พบว่า รถโดยสารประจำทางมีความเร็วเฉลี่ย เท่ากับ 28.15 กิโลเมตร/ชั่วโมง ซึ่งมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 7.04 กิโลเมตร/ชั่วโมง และรถจักรยานยนต์รับจ้างมีความเร็วเฉลี่ย เท่ากับ 35.25 กิโลเมตร/ชั่วโมง ซึ่งมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 7.35 กิโลเมตร/ชั่วโมง ดัง**ตารางที่ 4-19**

ตารางที่ 4-19 ความเร็วเฉลี่ยของยานพาหนะแต่ละประเภท

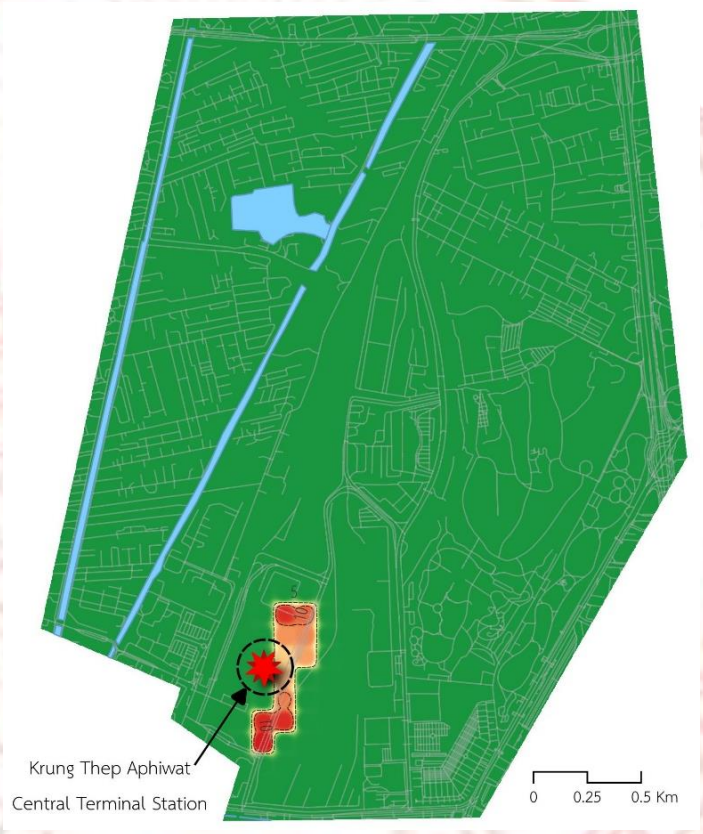
ชื่อยานพาหนะ	**ความเร็วเฉลี่ย** (กิโลเมตร/ชั่วโมง)	**ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน** (กิโลเมตร/ชั่วโมง)
รถโดยสารประจำทาง	28.15	7.04
รถจักรยานยนต์รับจ้าง	35.25	7.35

ในการวิเคราะห์ระยะเวลารวมในการเดินทาง (Total Access Time, TAT) ของปัจจัยด้านเวลา ผู้วิจัยจะวิเคราะห์ตามรูปแบบของการเดินทางที่สามารถเดินทางไปสู่สถานีกลางกรุงเทพอภิวัฒน์ได้ ดัง**ตารางที่ 4-20**

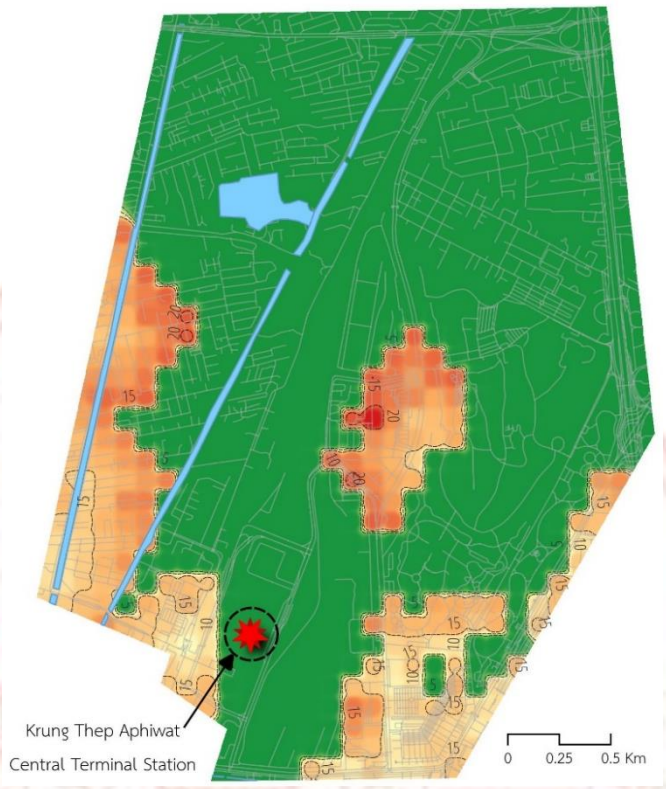
ตารางที่ 4-20 ระยะเวลารวมในการเดินทางของแต่ละรูปแบบของการเดินทาง

ลำดับ	**รูปแบบของการเดินทาง** (Mode)			**ระยะเวลารวมในการเดินทาง** (นาที)			**พื้นที่ครอบคลุมการบริการ** (ตร.กม.)
	ส่วนที่ 1	ส่วนที่ 2	ส่วนที่ 3	มากที่สุด	น้อยที่สุด	เฉลี่ย	
1	เดินเท้า	รถไฟฟ้าสายสีแดง	-	12.63	7.89	10.35	0.11
2	เดินเท้า	รถจักรยานยนต์รับจ้าง	รถไฟฟ้าสายสีแดง	22.73	11.39	16.39	2.00
3	เดินเท้า	รถโดยสารประจำทาง	รถไฟฟ้าสายสีแดง	42.04	22.65	30.39	2.46

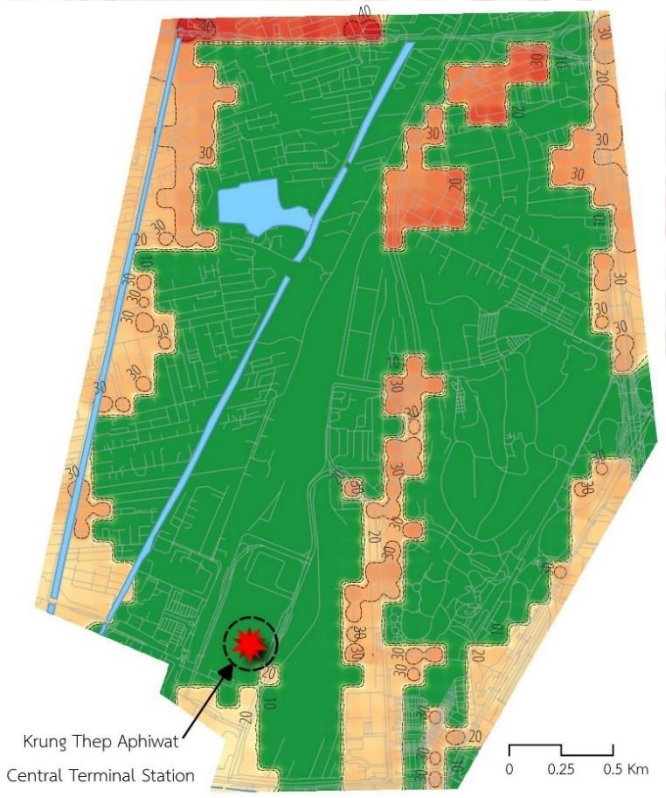
จากผลการวิเคราะห์ พบว่า รูปแบบของการเดินทางที่ใช้เวลาน้อยที่สุด คือ การเดินเท้า ซึ่งใช้ระยะเวลาในเดินทางรวมเฉลี่ยเท่ากับ 10.35 นาที และมีพื้นที่ครอบคลุมการให้บริการต่ำที่สุด เท่ากับ 0.11 ตารางกิโลเมตร ดังแสดงใน**ภาพที่ 4-20** แต่รถโดยสารประจำทางจะเป็นรูปแบบของการเดินทางที่ใช้เวลามากที่สุด ซึ่งใช้ระยะเวลาในเดินทางรวมเฉลี่ยเท่ากับ 30.39 นาที และมีพื้นที่ครอบคลุมการให้บริการสูงที่สุด เท่ากับ 2.46 ตารางกิโลเมตร ดังแสดงใน**ภาพที่ 4-22**



ภาพที่ 4-20 ระยะเวลารวมในการเดินทางด้วยการเดินเท้า

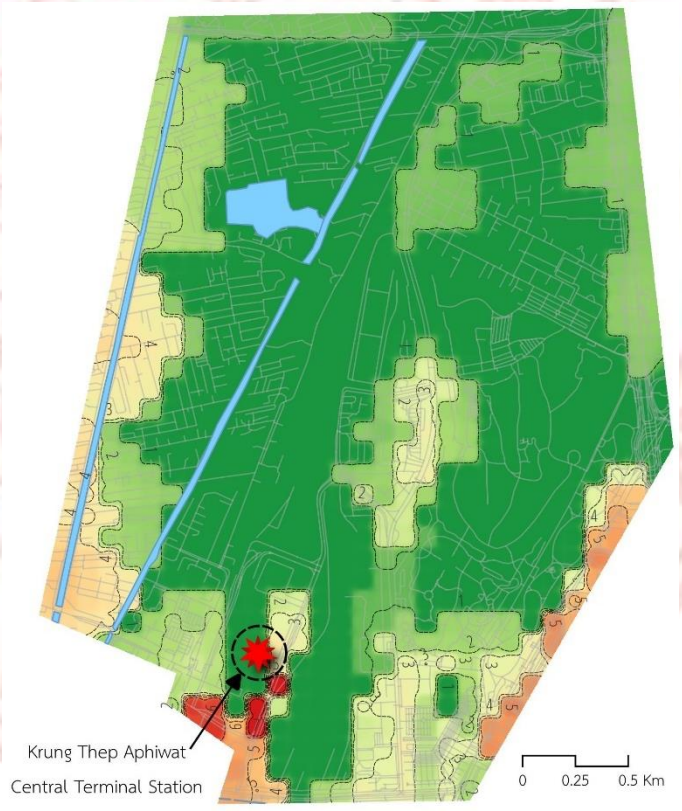


ภาพที่ 4-21 ระยะเวลารวมในการเดินทางด้วยรถจักรยานยนต์รับจ้าง



ภาพที่ 4-22 ระยะเวลารวมในการเดินทางด้วยรถโดยสารประจำทาง

นอกจากนี้ ดัชนีการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะของปัจจัยด้านเวลายังสามารถแสดงให้เห็นถึงภาพรวมของการเดินทางในมิติด้านเวลา ซึ่งจากผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะของปัจจัยด้านเวลา พบว่า มีค่าดัชนีการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะของปัจจัยด้านเวลามากที่สุด เท่ากับ 7.53 (AI_{Time} = 7.53) และมีค่าดัชนีการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะของปัจจัยด้านเวลาน้อยที่สุด เท่ากับ 0.00 (AI_{Time} = 0.00) โดยลักษณะการกระจายตัวของค่าดัชนีการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะที่มีค่าสูงนั้นจะกระจุกตัวอยู่บริเวณศาลเยาวชนและครอบครัวกลางและบริเวณถนนพหลโยธิน เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่มีการให้บริการรถโดยสารประจำทางหลายสายที่สามารถเดินที่ไปสู่สถานีกลางกรุงเทพอภิวัฒน์ได้ และค่าดัชนีจะลดลงตามระยะทางที่ห่างออกจากสถานีกลางกรุงเทพอภิวัฒน์ ดังแสดงใน**ภาพที่ 4-23**



ภาพที่ 4-23 ดัชนีการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะของปัจจัยด้านเวลา

2) การวิเคราะห์ค่าดัชนีการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะของปัจจัยด้านค่าใช้จ่าย (ในปัจจุบัน)

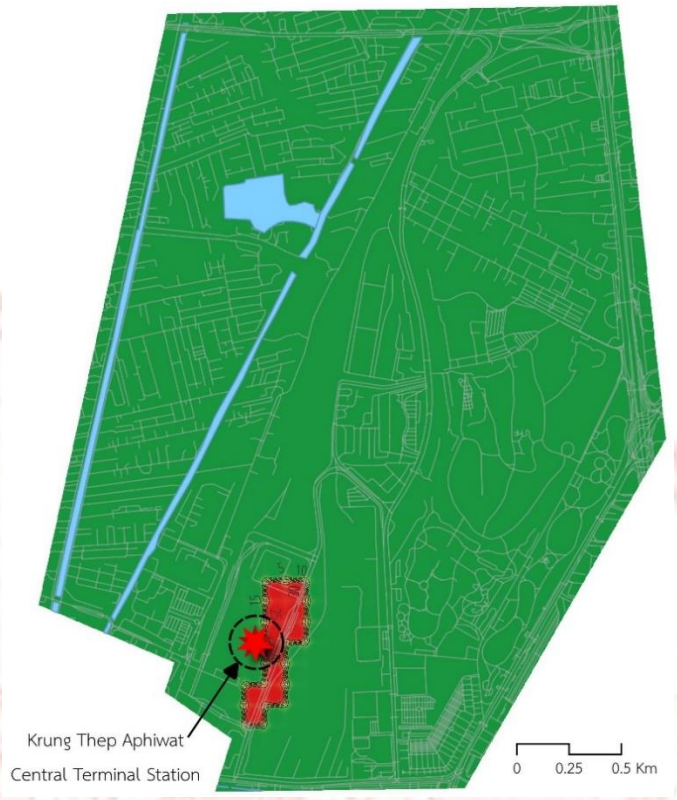
การวิเคราะห์ปัจจัยด้านค่าใช้จ่าย จะใช้ตัวแปรในการวิเคราะห์อยู่ 2 ตัวแปร ได้แก่ อัตราค่าบริการแบบคงที่ (Fixed Cost, FC) และอัตราค่าบริการแบบแปรผันตามระยะทาง (Variable Cost, VC)

โดยจะทำการวิเคราะห์ถึงอัตราค่าบริการที่ผู้โดยสารจะต้องใช้ในการเดินทางแต่ละครั้ง ซึ่งอัตราค่าบริการในแต่ละรูปแบบการเดินทางนั้น จะมีค่าแตกต่างกันตามระยะทางและประเภทของยานพาหนะที่ผู้โดยสารเลือกใช้งานในการเดินทาง เนื่องจากในแต่ละจุดที่สนใจ (POI) อาจมีตัวเลือกในการเดินทางมากกว่าหนึ่งรูปแบบ ซึ่งมีค่าใช้จ่ายในการให้บริการที่มีความต่างกัน เพื่อหาค่าดัชนีการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะของปัจจัยด้านค่าใช้จ่าย (AI_{Cost}) ผู้วิจัยจะนำค่าใช้จ่ายรวมในการใช้บริการ (Total Cost, TC) ของแต่ละรูปแบบการเดินทางมาเฉลี่ยกัน ดัง**ตารางที่ 4-21**

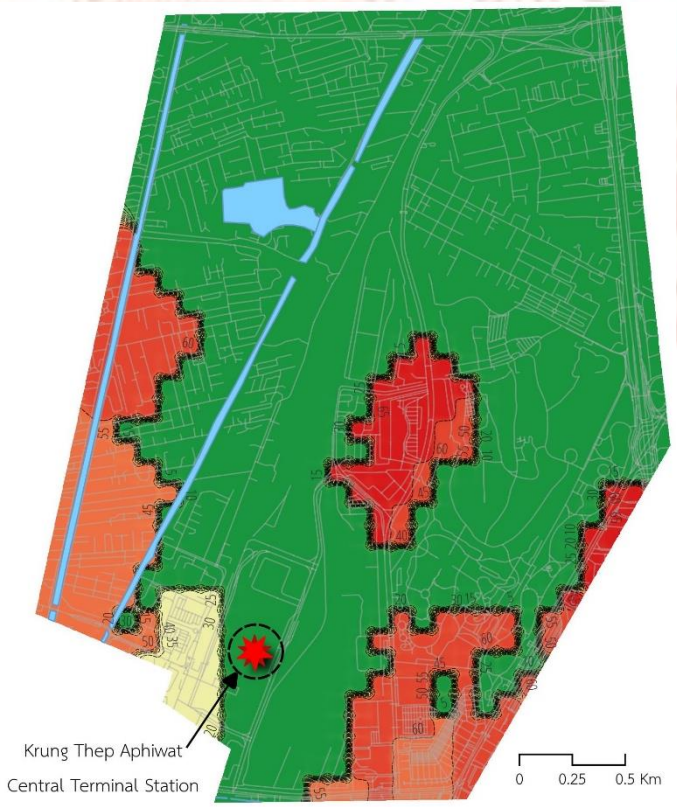
ตารางที่ 4-21 ค่าใช้จ่ายรวมเฉลี่ยในการใช้บริการของแต่ละรูปแบบของการเดินทาง

ลำดับ	**รูปแบบของการเดินทาง** (Mode)			**ค่าใช้จ่ายรวมเฉลี่ยในการใช้บริการ** (บาท)
	ส่วนที่ 1	ส่วนที่ 2	ส่วนที่ 3	
1	เดินเท้า	รถไฟฟ้าสายสีแดง	-	33.85
2	เดินเท้า	รถจักรยานยนต์รับจ้าง	รถไฟฟ้าสายสีแดง	60.20
3	เดินเท้า	รถโดยสารประจำทาง	รถไฟฟ้าสายสีแดง	48.12

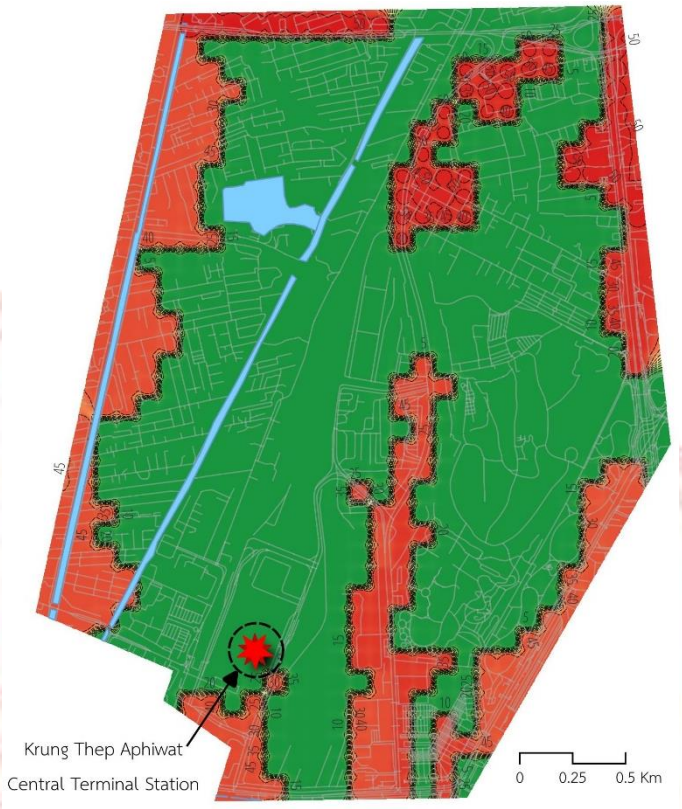
จากผลการวิเคราะห์ พบว่า รูปแบบของการเดินทางที่ใช้ค่าใช้จ่ายรวมเฉลี่ยในการใช้บริการน้อยที่สุด คือ การเดินเท้า ซึ่งมีค่าใช้จ่ายรวมเฉลี่ยเท่ากับ 33.85 บาท ดังแสดงใน**ภาพที่ 4-24** รูปแบบของการเดินทางที่ใช้ค่าใช้จ่ายรวมเฉลี่ยในการใช้บริการมากที่สุด คือ รถจักรยานยนต์รับจ้าง ซึ่งมีค่าใช้จ่ายรวมเฉลี่ยเท่ากับ 60.20 บาท ดังแสดงใน**ภาพที่ 4-25**



ภาพที่ 4-24 ค่าใช้จ่ายรวมเฉลี่ยในการเดินทางด้วยการเดินเท้า

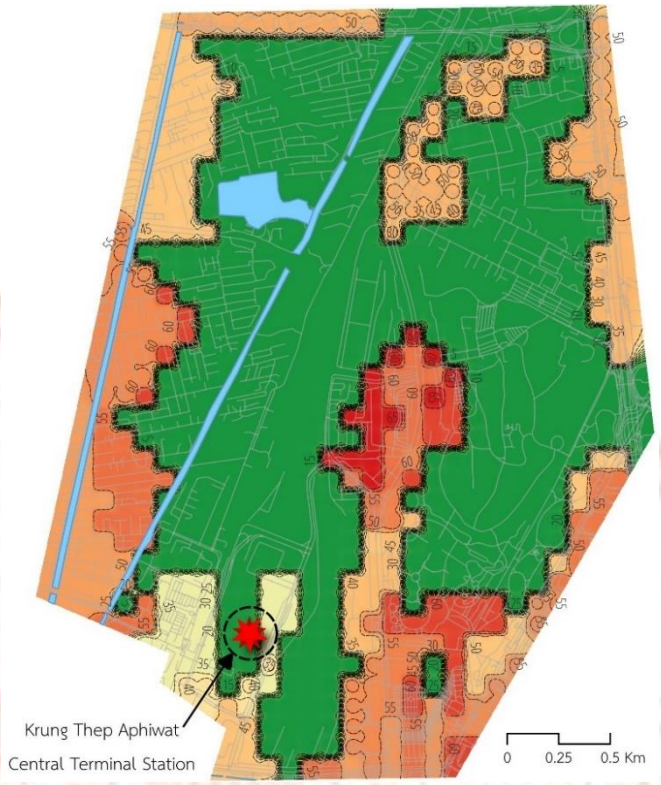


ภาพที่ 4-25 ค่าใช้จ่ายรวมเฉลี่ยในการเดินทางด้วยรถจักรยานยนต์รับจ้าง



ภาพที่ 4-26 ค่าใช้จ่ายรวมเฉลี่ยในการเดินทางด้วยรถโดยสารประจำทาง

นอกจากนี้ ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะของปัจจัยด้านค่าใช้จ่าย พบว่า มีค่าดัชนีการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะของปัจจัยด้านค่าใช้จ่ายมากที่สุดเท่ากับ 68.85 (AI_{Cost} = 68.85) และมีค่าดัชนีการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะของปัจจัยด้านเวลาน้อยที่สุด เท่ากับ 0.00 (AI_{Cost} = 0.00) โดยลักษณะการกระจายตัวของค่าดัชนีการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะที่มีค่าสูงนั้นจะกระจุกตัวอยู่บริเวณสถานีขนส่งหมอชิต 2 เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่มีการให้บริการรถโดยสารประจำทางหลายสายที่สามารถเดินทางไปสู่สถานีกลางกรุงเทพอภิวัฒน์ได้ ดังแสดงใน**ภาพที่ 4-27**



ภาพที่ 4-27 ดัชนีการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะของปัจจัยด้านค่าใช้จ่าย

3) การวิเคราะห์ระดับการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะ (ในปัจจุบัน)

ในการวิเคราะห์ระดับการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะ (Public Transport Accessibility Level : PTAL) ผู้วิจัยจะนำค่าดัชนีการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะทั้ง 2 ปัจจัย มาพิจารณาร่วมกันแล้วทำการจัดลำดับ (Ranking) ของระดับการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะเป็น 9 ระดับ ซึ่งแต่ละระดับจะแสดงถึงการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะที่แตกต่างกัน โดยมีรายละเอียดดังนี้

ระดับ 8 หมายถึง พื้นที่ที่มีค่าดัชนีการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะด้านเวลา (AI_{Time}) ตั้งแต่ 4.72 – 7.53 และมีค่าดัชนีการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะด้านค่าใช้จ่าย (AI_{Cost}) ตั้งแต่ 33.85 – 53.20 บาท

ระดับ 7 หมายถึง พื้นที่ที่มีค่าดัชนีการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะด้านเวลา (AI_{Time}) ตั้งแต่ 4.72 – 7.53 และมีค่าดัชนีการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะด้านค่าใช้จ่าย (AI_{Cost}) ตั้งแต่ 53.20 – 68.85 บาท

ระดับ 6 หมายถึง พื้นที่ที่มีค่าดัชนีการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะด้านเวลา (AI_{Time}) ตั้งแต่ 3.34 – 4.72 และมีค่าดัชนีการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะด้านค่าใช้จ่าย (AI_{Cost}) ตั้งแต่ 33.85 - 53.20 บาท

ตารางที่ 4-22 ค่าระดับการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะ

ระดับ	เกณฑ์	ดัชนีการเข้าถึงฯ ด้านเวลา (AI_{Time})	ดัชนีการเข้าถึงฯ ด้านค่าใช้จ่าย (AI_{Cost})
8	ดี	4.72 – 7.53	33.85 - 53.20
7		4.72 – 7.53	53.20 – 68.85
6		3.34 – 4.72	33.85 - 53.20
5	ปานกลาง	3.34 – 4.72	53.20 – 68.85
4		2.13 – 3.34	33.85 - 53.20
3		2.13 – 3.34	53.20 – 68.85
2	แย่	0.77 – 2.13	33.85 - 53.20
1		0.77 – 2.13	53.20 – 68.85
0		0.00 – 0.77	0.00 – 33.85

ระดับ 5 หมายถึง พื้นที่ที่มีค่าดัชนีการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะด้านเวลา (AI_{Time}) ตั้งแต่ 3.34 – 4.72 และมีค่าดัชนีการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะด้านค่าใช้จ่าย (AI_{Cost}) ตั้งแต่ 53.20 – 68.85 บาท

ระดับ 4 หมายถึง พื้นที่ที่มีค่าดัชนีการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะด้านเวลา (AI_{Time}) ตั้งแต่ 2.13 - 3.34 และมีค่าดัชนีการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะด้านค่าใช้จ่าย (AI_{Cost}) ตั้งแต่ 33.85 - 53.20 บาท

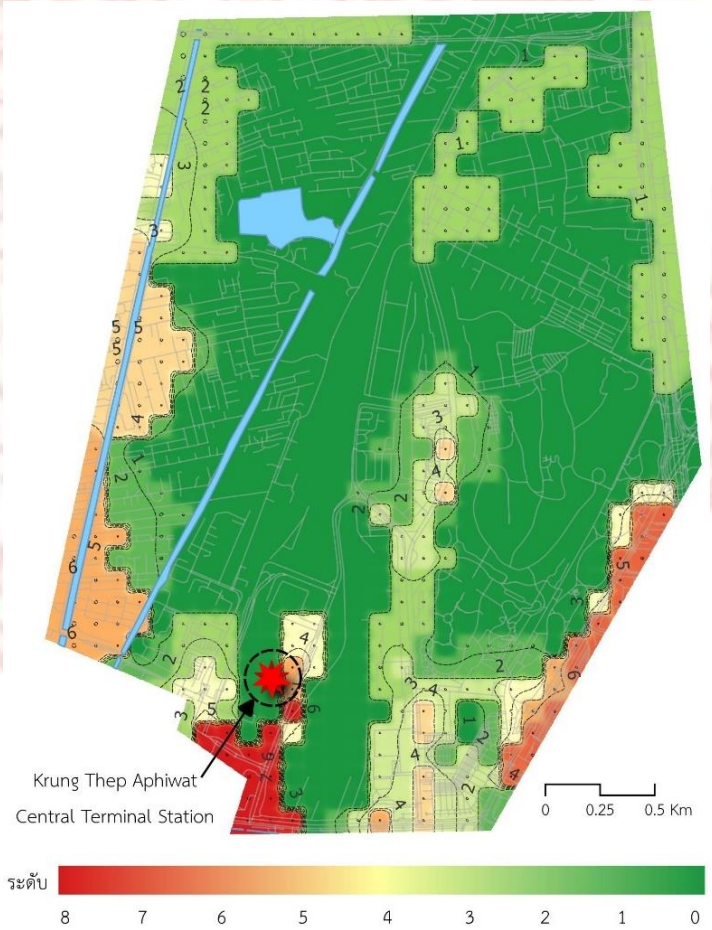
ระดับ 3 หมายถึง พื้นที่ที่มีค่าดัชนีการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะด้านเวลา (AI_{Time}) ตั้งแต่ 2.13 - 3.34 และมีค่าดัชนีการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะด้านค่าใช้จ่าย (AI_{Cost}) ตั้งแต่ 53.20 – 68.85 บาท

ระดับ 2 หมายถึง พื้นที่ที่มีค่าดัชนีการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะด้านเวลา (AI_{Time}) ตั้งแต่ 0.77 - 2.13 และมีค่าดัชนีการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะด้านค่าใช้จ่าย (AI_{Cost}) ตั้งแต่ 33.85 - 53.20 บาท

ระดับ 1 หมายถึง พื้นที่ที่มีค่าดัชนีการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะด้านเวลา (AI_{Time}) ตั้งแต่ 0.77 - 2.13 และมีค่าดัชนีการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะด้านค่าใช้จ่าย (AI_{Cost}) ตั้งแต่ 53.20 – 68.85 บาท

ระดับ 0 หมายถึง พื้นที่ที่มีค่าดัชนีการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะด้านเวลา (AI_{Time}) ตั้งแต่ 0.00 - 0.77 และมีค่าดัชนีการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะด้านค่าใช้จ่าย (AI_{Cost}) ตั้งแต่ 0.00 - 33.85 บาท

จากผลการวิเคราะห์ระดับการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะ (PTAL) พบว่า มีค่าระดับการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะมากที่สุด เท่ากับ 8 (AI = 7.53) และค่าระดับการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะน้อยที่สุด เท่ากับ 0 (AI = 0.00) โดยลักษณะการกระจายตัวของค่าระดับการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะที่มีค่าสูงนั้นจะกระจุกตัวอยู่บริเวณศาลเยาวชนและครอบครัวกลางและบริเวณถนนพหลโยธิน หมายถึง มีการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะในระดับที่ดี และในทางกลับกันการกระจายตัวของค่าระดับการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะที่มีค่าต่ำนั้นจะอยู่บริเวณถนนวิภาวดีรังสิต แยกประชานุกูล สถานีเดินรถนครชัยแอร์ และนิคมรถไฟ กม.11 ซึ่งหมายถึง มีการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะในระดับที่แย่ ดังแสดงใน **ภาพที่ 4-28**

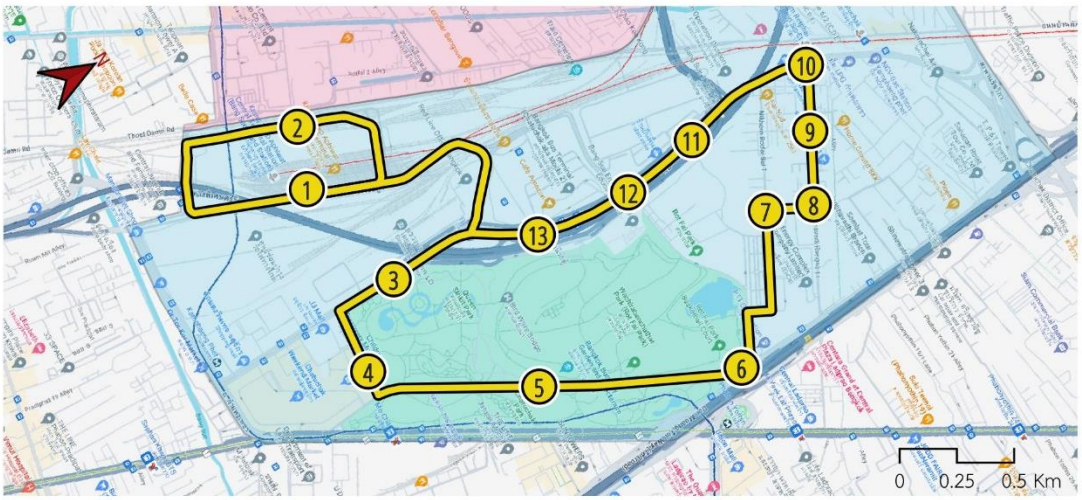


ภาพที่ 4-28 ระดับการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะ (ในปัจจุบัน)

4.3.2 ผลการวิเคราะห์ระดับการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะ (หลังการพัฒนา)

ในส่วนนี้ จะเป็นผลการวิเคราะห์ระดับการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะที่เกิดขึ้น หลังจากมีการพัฒนาโครงสร้างระบบขนส่งสาธารณะภายในพื้นที่ศึกษา ตามแผนการพัฒนาพื้นที่โดยรอบสถานีกลางกรุงเทพอภิวัฒน์ โดยผู้วิจัยจะทำการจำลองสถานีให้บริการของระบบขนส่งประเภทต่าง ๆ ตามแผนการพัฒนาฯ เพื่อวัดระดับการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงหลังการพัฒนาในอนาคต

จากแนวคิดในการพัฒนาระบบขนส่งมวลชนขนาดรองรูปแบบรถโดยสารด่วนพิเศษ (BRT) ผู้วิจัยจะมีการกำหนดอัตราค่าบริการตามสายสาทร – ราชพฤกษ์ และกำหนดเส้นทางให้บริการ โดยเริ่มต้นจากสถานีกลางกรุงเทพอภิวัฒน์ วิ่งข้ามรางด้วยทางวิ่งยกระดับบริเวณถนนกำแพงเพชร 6 เลี้ยวขวาเข้าสู่ถนนกำแพงเพชร 2 และเลี้ยวซ้ายเข้าถนนกำแพงเพชร 4 จากนั้นเลี้ยวซ้ายเข้าสู่ถนนกำแพงเพชร 3 แล้วจึงเลี้ยวเข้าพื้นที่นิคมรถไฟ กม.11 เพื่อกลับเข้าสู่ถนนกำแพงเพชร 2 และวนกลับสถานีกลางบางซื่อ ซึ่งมีจำนวน 13 สถานี ดัง**ภาพที่ 4-29**

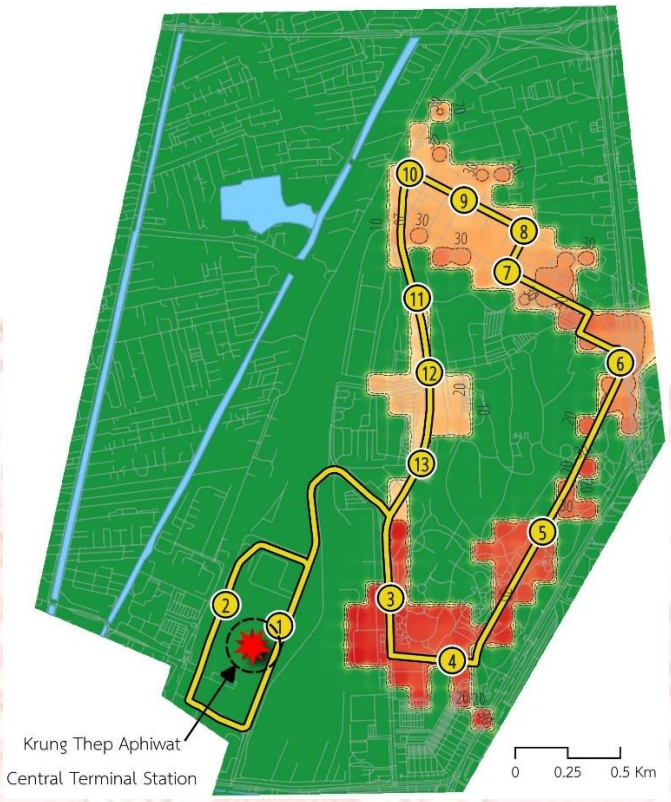


จัดทำโดย : กฤชณัท กองหาโคตร

ภาพที่ 4-29 จำลองเส้นทางรถโดยสารด่วนพิเศษ (BRT)

จากการวิเคราะห์ระยะเวลาในเดินทางรวมเฉลี่ยที่ใช้ในการเดินทางของรถโดยสารด่วนพิเศษ (BRT) ใช้ระยะเวลาในเดินทางรวมเฉลี่ยเท่ากับ 31.47 นาที และมีพื้นที่ครอบคลุมการให้บริการ อยู่ที่ 1.29 ตารางกิโลเมตร ดังแสดงใน**ภาพที่ 4-30**

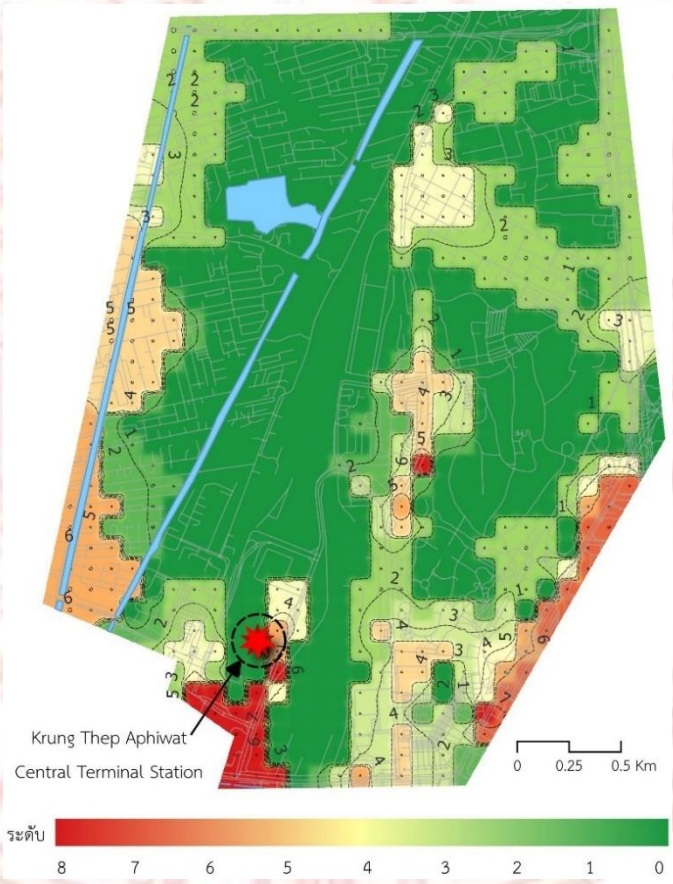
จากการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายรวมเฉลี่ยในการใช้บริการ พบว่า รถโดยสารด่วนพิเศษ (BRT) มีค่าใช้จ่ายรวมเฉลี่ยเท่ากับ 48.57 บาท ดังแสดงใน**ภาพที่ 4-31**



ภาพที่ 4-30 ระยะเวลารวมในการเดินทางด้วยรถโดยสารด่วนพิเศษ (BRT)

ภาพที่ 4-31 ค่าใช้จ่ายรวมเฉลี่ยในการเดินทางด้วยรถโดยสารด่วนพิเศษ (BRT)

จากผลการวิเคราะห์ระดับการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะ (PTAL) หลังจากมีการพัฒนา พบว่า มีค่าระดับการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะมากที่สุด เท่ากับ 8 (AI = 7.53) และค่าระดับการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะน้อยที่สุด เท่ากับ 0 (AI = 0.00) โดยลักษณะการกระจายตัวของค่าระดับการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะที่มีค่าสูงนั้นจะกระจุกตัวอยู่บริเวณศาลเยาวชนและครอบครัวกลาง ถนนพหลโยธินและตรงข้ามสถานีขนส่งหมอชิต 2 หมายถึง มีการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะในระดับที่ดี และในทางกลับกันการกระจายตัวของค่าระดับการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะที่มีค่าต่ำนั้นจะอยู่บริเวณถนนวิภาวดีรังสิต แยกประชานุกูล และสถานีเดินรถนครชัยแอร์ ซึ่งหมายถึง มีการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะในระดับที่แย่ ดังแสดงใน**ภาพที่ 4-32**



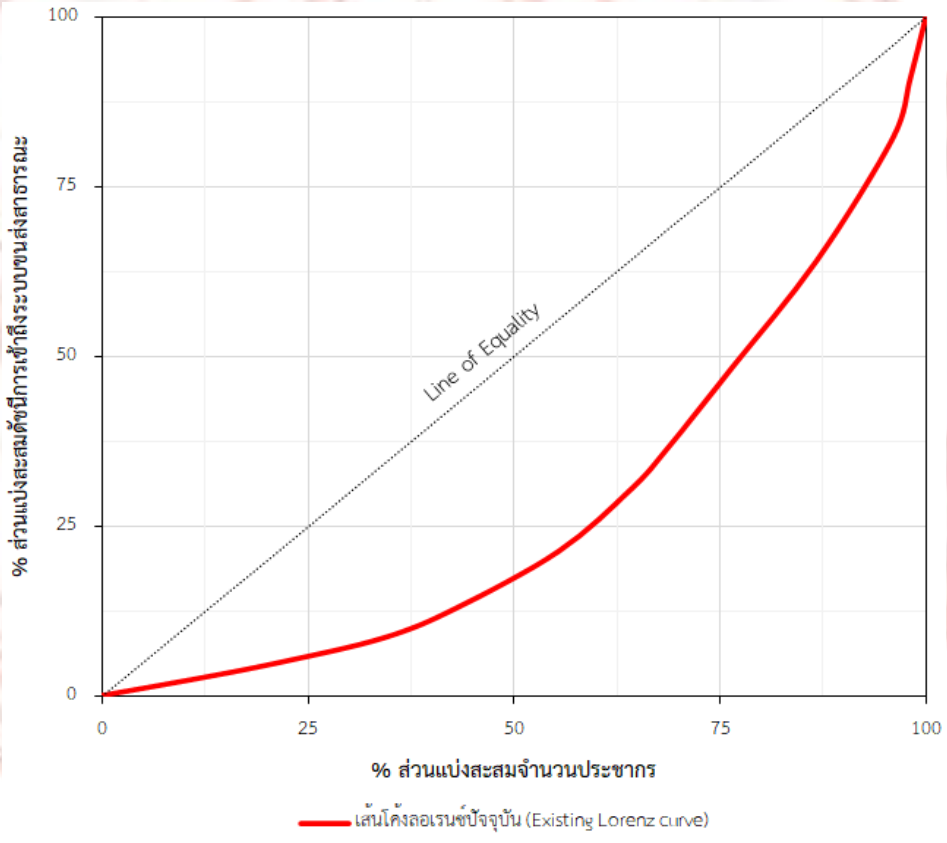
ภาพที่ 4-32 ระดับการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะ (หลังการพัฒนา)

4.4 ผลการวิเคราะห์ความเหลื่อมล้ำของการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะ

“...เพื่อชี้ให้เห็นถึงความเหลื่อมล้ำและไม่เท่าเทียมกันของการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะในพื้นที่ศึกษา จึงได้ทำการวิเคราะห์ความเหลื่อมล้ำเชิงพื้นที่ของระดับการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะโดยอาศัย...การวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่...ในการอธิบายลักษณะของความเหลื่อมล้ำที่เกิดขึ้น” (อดิศักดิ์, 2556)

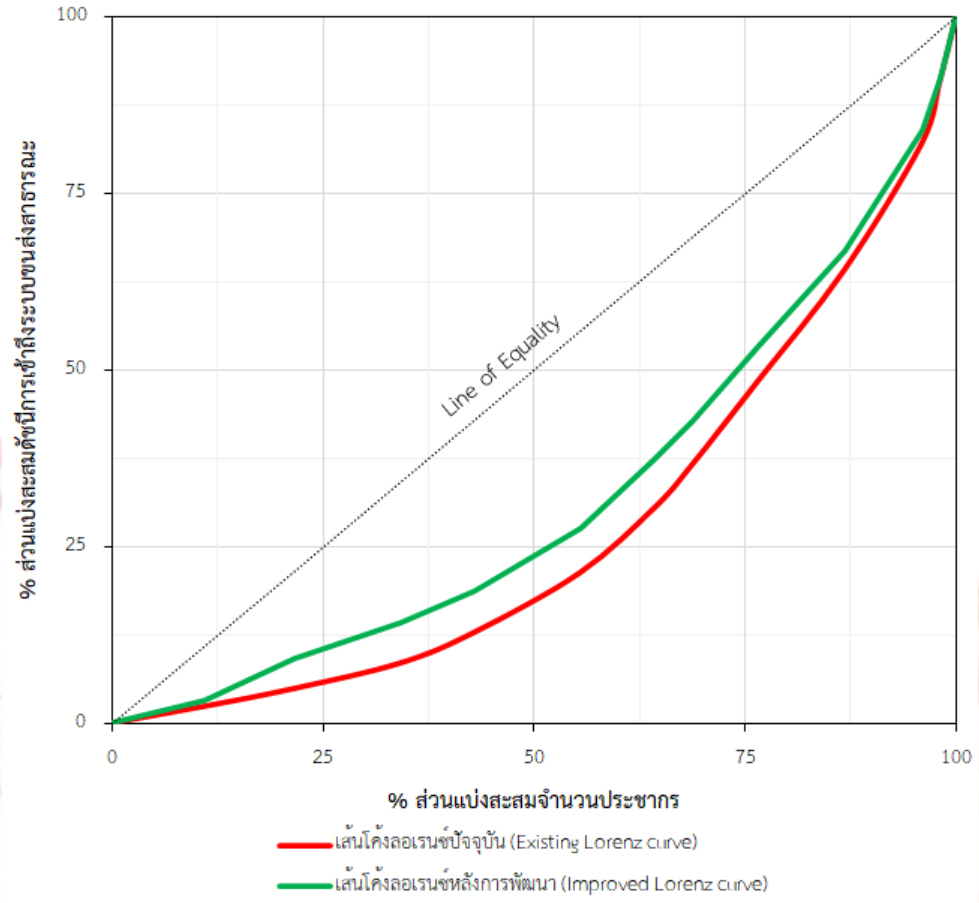
การวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ด้วยเส้นโค้งลอเรนส์ (Lorenz Curve) และค่าสัมประสิทธิ์จีนี (Gini Coefficient) จะอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรค่าดัชนีการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะกับตัวแปรจำนวนประชากร

ผลการวิเคราะห์ค่าสัมค่าสัมประสิทธิ์จีนี (ในปัจจุบัน) พบว่า มีค่าค่าสัมประสิทธิ์จีนี เท่ากับ 0.45 (ค่าอยู่ระหว่าง 0.2 ถึง 0.5) จะแสดงถึงค่าความไม่เท่าเทียมในระดับปานกลาง และเมื่อพิจารณาเส้นโค้งลอเรนซ์ พบว่า มีระยะห่างออกจากเส้นแสดงการกระจายสัมบูรณ์ (Line of equality) พอสมควร ซึ่งมีพื้นที่เหนือเส้นโค้งลอเรนส์ เท่ากับ 22.32 และมีพื้นที่ใต้เส้นโค้งลอเรนส์ เท่ากับ 27.68 ดังแสดงใน**ภาพที่ 4-33**



ภาพที่ 4-33 เส้นโค้งลอเรนซ์แสดงความเหลื่อมล้ำของระดับการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะ (ในปัจจุบัน)

ผลการวิเคราะห์ค่าสัมค่าสัมประสิทธิ์จีนี (หลังการพัฒนา) พบว่า มีค่าค่าสัมประสิทธิ์จีนี เท่ากับ 0.36 (ค่าอยู่ระหว่าง 0.2 ถึง 0.5) จะแสดงถึงค่าความไม่เท่าเทียมในระดับปานกลาง และเมื่อพิจารณาเส้นโค้งลอเรนซ์ พบว่า มีระยะห่างออกจากเส้นแสดงการกระจายสัมบูรณ์ (Line of equality) พอสมควร ซึ่งมีพื้นที่เหนือเส้นโค้งลอเรนส์ เท่ากับ 18.20 และมีพื้นที่ใต้เส้นโค้งลอเรนส์ เท่ากับ 31.80 ดังแสดงใน**ภาพที่ 4-34**



ภาพที่ 4-34 เส้นโค้งลอเรนซ์แสดงความเหลื่อมล้ำของระดับการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะ (หลังการพัฒนา)

นอกจากนี้ เมื่อนำผลการวิเคราะห์ค่าสัมค่าสัมประสิทธิ์จีนี (หลังการพัฒนา) มาเปรียบเทียบกับผลการวิเคราะห์ค่าสัมค่าสัมประสิทธิ์จีนี (ในปัจจุบัน) พบว่า มีค่าค่าสัมประสิทธิ์จีนีลดลง เท่ากับ 0.09 (ลดลงร้อยละ 20) ซึ่งแสดงให้เห็นว่า เมื่อมีการพัฒนาตามแผนการพัฒนาพื้นที่โดยรอบสถานีกลางกรุงเทพอภิวัฒน์จะส่งผลให้มีความเหลื่อมล้ำของระดับการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะลดลง

บทที่ 5
สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

ในบทนี้จะเป็นการสรุปผลการศึกษา ที่ได้จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ การวิเคราะห์ระดับการเข้าถึงรถไฟฟ้าสายสีแดงที่สถานีกลางกรุงเทพอภิวัฒน์ และการประเมินความเหลื่อมล้ำของการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะ ตามวัตถุประสงค์ที่ผู้วิจัยกำหนดไว้ รวมถึงการอธิบายข้อจำกัดต่าง ๆ ของการศึกษา ซึ่งจะนำสู่ข้อเสนอแนะในการศึกษาและต่อยอดงานวิจัยในอนาคตต่อไป

5.1 สรุปผลการศึกษา

ผลการศึกษาของงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้แบ่งออกเป็น 5 ส่วน ส่วนที่หนึ่ง คือ สภาพโดยรวมของพื้นที่และระบบขนส่งสาธารณะ ส่วนที่สอง คือ แผนการพัฒนาบริเวณสถานีกรุงเทพอภิวัฒน์ ส่วนที่สาม คือ ความสามารถในการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะ ส่วนที่สี่ คือ ความเหลื่อมล้ำของการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะ และส่วนที่ห้า คือ การเปรียบเทียบระดับการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะกับบริบทด้านผังเมืองและบริบทด้านการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

5.1.1 สภาพโดยรวมของพื้นที่และระบบขนส่งสาธารณะ

ผลการศึกษาในส่วนนี้จะเป็นการอธิบายถึงสภาพทั่วไปของพื้นที่ศึกษา และลักษณะเชิงพื้นที่ของระบบขนส่งสาธารณะ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) สภาพทั่วไปของพื้นที่ศึกษา

จากผลการวิเคราะห์ลักษณะด้านผังเมือง จากสำนักการวางผังและพัฒนาเมือง กรุงเทพมหานคร พบว่า พื้นที่ส่วนใหญ่จะเป็นที่ดินประเภทพาณิชยกรรม ซึ่งมีพื้นที่อยู่ที่ 2.919 ตารางกิโลเมตร (ร้อยละ 38.35) แต่ผู้วิจัยจะมุ่งเน้นไปที่ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทอยู่อาศัยหนาแน่นปานกลาง และที่ดินประเภทอยู่อาศัยหนาแน่นมาก ซึ่งเป็นประเภทที่ดินที่สามารถสร้างความต้องการในการเดินทางได้ โดยมีการครอบครองพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินรวมกันอยู่ที่ 3.447 ตารางกิโลเมตร (ร้อยละ 45.28)

จากผลการวิเคราะห์ลักษณะด้านการใช้ประโยชน์ที่ดิน จากกรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ พบว่า พื้นที่ส่วนใหญ่จะเป็นการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภท U1 (ตัวเมืองและย่านการค้า) ซึ่งมีพื้นที่อยู่ที่ 3.971 ตารางกิโลเมตร (ร้อยละ 49.94) แต่ผู้วิจัยจะมุ่งเน้นไปที่ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภท U1 (ตัวเมืองและย่านการค้า) และที่ดินประเภท U3 (สถานที่ราชการและสถาบันต่าง ๆ) ซึ่งเป็นประเภทที่ดินที่สามารถ

สร้างความต้องการในการเดินทางได้ โดยมีการครอบครองพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินรวมกันอยู่ที่ 3.975 ตารางกิโลเมตร (ร้อยละ 49.99)

จากผลการวิเคราะห์ลักษณะด้านประชากร จากกรมการปกครอง พบว่า แขวงบางซื่อ เป็นแขวงที่มีความหนาแน่นของประชากรมากที่สุดอยู่ที่ 11,930 คน/ตร.กม. มีความหนาแน่นที่อยู่อาศัยมากที่สุดอยู่ที่ 8,283 หลัง/ตร.กม. และเป็นแขวงที่มีจำนวนประชากรมากที่สุดอยู่ที่ 76,855 คน

จากผลการศึกษาลักษณะโครงข่ายถนน พบว่า โครงข่ายของถนนหลัก ที่สามารถเชื่อมต่อไปยังสถานีกรุงเทพอภิวัฒน์ได้ มีความยาวโครงข่ายของถนนหลักรวม เท่ากับ 24.13 กิโลเมตร/ทิศทาง และมีความยาวของเส้นทางรวม เท่ากับ 59.73 กิโลเมตร/ทุกทิศทาง โดยถนนกำแพงเพชร 2 มีความยาวของโครงข่ายมากที่สุด เท่ากับ 3.78 กิโลเมตร/ทิศทาง ซึ่งมีจำนวน 3-4 ช่องจราจร/ทิศทาง และลักษณะของทางเท้าในโครงข่ายถนนหลักส่วนใหญ่จะเป็นรูปแบบบล็อคคอนกรีต มีการวางตัวอยู่ทั้งสองฝั่งของแนวถนนหลัก ซึ่งมีความยาวของทางเท้ารวม เท่ากับ 21.16 กิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 87.69 ของโครงข่ายถนนหลักภายในพื้นที่ศึกษา

2) ลักษณะเชิงพื้นที่ของระบบขนส่งสาธารณะ

จากผลการศึกษา พบว่า มีระบบขนส่งสาธารณะที่ให้บริการในโครงข่ายภายในพื้นที่ศึกษาอยู่ 3 ประเภท ได้แก่ รถไฟฟ้าชานเมือง (สายสีแดง) รถโดยสารประจำทาง และรถจักรยานยนต์รับจ้าง โดยงานวิจัยนี้จะใช้ตำแหน่งสถานีให้บริการของระบบขนส่งสาธารณะประเภทต่าง ๆ ในการวิเคราะห์รูปแบบเชิงพื้นที่ของระบบขนส่งสาธารณะในปัจจุบัน ซึ่งผู้วิจัยจะอธิบายผ่านรูปแบบของการกระจายตัว และความหนาแน่นของสถานี

รูปแบบการกระจายตัวของสถานีให้บริการระบบขนส่งสาธารณะแต่ละประเภท จะวิเคราะห์โดยค่าดัชนีจุดอื่นข้างเคียงใกล้ที่สุด (Nearest Neighbor Index) ผ่านระบบภูมิศาสตร์สารสนเทศ พบว่า โครงข่ายสถานีรถโดยสารประจำทางและโครงข่ายจุดให้บริการรถจักรยานยนต์รับจ้าง มีลักษณะการกระจายแบบเป็นกลุ่มก้อน (Clustered Distribution) แต่โครงข่ายสถานีรถไฟฟ้าชานเมือง (สายสีแดง) มีลักษณะการกระจายแบบกระจายตัว (Dispersed Distribution) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.00 และค่าความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 99

โดยการกระจายตัวของสถานีให้บริการระบบขนส่งสาธารณะทั้ง 3 ประเภท ส่วนใหญ่จะกระจุกตัวอยู่บริเวณตอนกลางค่อนไปทางตอนล่างของพื้นที่ศึกษา

ในส่วนของการวิเคราะห์ความหนาแน่นของโครงข่ายสถานีขนส่งสาธารณะ พบว่า รถโดยสารประจำทาง มีความหนาแน่นของสถานีมากที่สุด รองลงมา คือ รถจักรยานยนต์รับจ้างและรถไฟฟ้าชานเมือง (สายสีแดง) ตามลำดับ

5.1.2 แผนการพัฒนาบริเวณสถานีกรุงเทพอภิวัฒน์

มีการจัดทำแผนพัฒนาสถานีกลางกรุงเทพอภิวัฒน์สู่เมืองอัจฉริยะ (Smart City) ในพื้นที่ย่านบางซื่อ โดยมีเป้าหมายในการเป็นศูนย์กลางการเดินทางและธุรกิจแห่งภูมิภาคอาเซียน (ASEAN Linkage and Business Hub) ผ่านแนวคิดการพัฒนาพื้นที่เชิงพาณิชย์โดยรอบสถานีขนส่งมวลชน (Transit Oriented Development : TOD) ซึ่งสามารถเพิ่มความสามารถในการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะภายในพื้นที่ศึกษาได้

แนวคิดการพัฒนาโครงข่ายทางเดินลอยฟ้า (Sky Deck Network) จะทำให้การสัญจรทั้งภายในโซนและระหว่างโซนเป็นไปอย่างราบรื่นสมกับเป็นเมืองที่สามารถเดินภายในบริเวณได้ มีการนำรถโดยสารไร้คนขับขนาดเล็กพลังงานไฟฟ้า (PRT) ซึ่งเป็นรถที่ใช้พลังงานไฟฟ้า (EV) ที่มีขนาดเล็กซึ่งเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมมาใช้วิ่งบนทางเดินลอยฟ้า

แผนการก่อสร้างสะพานกลับรถและทางลอดถนนกำแพงเพชร จะสามารถลดจุดขัดแย้งของกระแสการจราจร ระหว่างถนนกำแพงเพชรกับซอยเจษฎาได้ ซึ่งส่งผลให้การเดินทางภายในโครงข่ายมีความคล่องตัวมากยิ่งขึ้น ลดระยะเวลาในการเดินทาง และเพิ่มความสามารถในการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะได้

แนวคิดการพัฒนาระบบบีอาร์ที (BRT System) เป็นระบบขนส่งรองที่เชื่อมการเดินทางภายในโครงการ ซึ่งจะช่วยเพิ่มความสะดวกในการเข้าถึงระบบขนส่งมวลชนหลัก และยังสามารถช่วยเพิ่มพื้นที่การบริการของระบบขนส่งสาธารณะให้มากยิ่งขึ้นอีกด้วย

5.1.3 ความสามารถในการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะ

ผลการศึกษาความสามารถในการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะ ผู้วิจัยได้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ค่าดัชนีการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะ และระดับการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) ค่าดัชนีการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะ (AI)

ดัชนีการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจะพิจารณาอยู่ 2 ปัจจัย คือ ปัจจัยด้านระยะเวลา และปัจจัยด้านค่าใช้จ่าย

ค่าดัชนีการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะของปัจจัยด้านเวลา (AI_{Time}) ในงานวิจิยนี้ พบว่า มีค่าดัชนีการเข้าถึงฯ ปัจจัยด้านเวลามากที่สุด เท่ากับ 7.53 โดยลักษณะการกระจายตัวของค่าดัชนีการเข้าถึงฯ ที่มีค่าสูงนั้นจะกระจุกตัวอยู่บริเวณศาลเยาวชนและครอบครัวกลางและบริเวณถนนพหลโยธิน ซึ่งค่าดัชนีจะลดลงตามระยะทางที่ห่างออกจากสถานีกลางกรุงเทพอภิวัฒน์ และมีค่าดัชนีการเข้าถึงฯ ปัจจัยด้านเวลาน้อยที่สุด เท่ากับ 0.00 เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่ไม่สามารถเดินทางไปยังสถานีกลางกรุงเทพอภิวัฒน์ด้วยระบบขนส่งสาธารณะได้

ค่าดัชนีการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะของปัจจัยด้านค่าใช้จ่าย (AI_{Cost}) ในงานวิจิยนี้ พบว่า มีค่าดัชนีการเข้าถึงฯ ปัจจัยด้านค่าใช้จ่ายมากที่สุด เท่ากับ 68.85 โดยลักษณะการกระจายตัวของค่าดัชนีการเข้าถึงฯ ที่มีค่าสูงนั้นจะกระจุกตัวอยู่บริเวณสถานีขนส่งหมอชิต 2 เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่มีการให้บริการรถโดยสารประจำทางหลายสายที่สามารถเดินที่ไปสู่สถานีกลางกรุงเทพอภิวัฒน์ได้ และมีค่าดัชนีการเข้าถึงฯ ปัจจัยด้านเวลาน้อยที่สุด เท่ากับ 0.00 เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่ไม่สามารถเดินทางไปยังสถานีกลางกรุงเทพอภิวัฒน์ด้วยระบบขนส่งสาธารณะได้

2) ระดับการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะ (PTAL)

ระดับการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะจะเป็นการนำค่าดัชนีการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะของทั้ง 2 ปัจจัย มาพิจารณาร่วมกัน โดยทำการแบ่งช่วงของระดับการเข้าถึงฯ ด้วยวิธีการจับกลุ่มแบบธรรมชาติ (Natural Breaks Classification) ผ่านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ แล้วทำการจัดลำดับ (Ranking) ของระดับการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะเป็น 9 ระดับ

จากผลการวิเคราะห์ระดับการเข้าถึงฯ (ในปัจจุบัน) พบว่า มีค่าระดับการเข้าถึงฯ เฉลี่ยอยู่ที่ 1.26 (PTAL = 1.26) ครอบคลุมพื้นที่การบริการ เท่ากับ 3.44 ตารางกิโลเมตร (ร้อยละ 43.27) มีค่าระดับการเข้าถึงฯ มากที่สุด เท่ากับ 8 (PTAL = 8) โดยลักษณะการกระจายตัวของค่าระดับการเข้าถึงฯ ที่มีค่าสูงนั้นจะกระจุกตัวอยู่บริเวณศาลเยาวชนและครอบครัวกลางและบริเวณถนนพหลโยธิน และค่าระดับการเข้าถึงฯ น้อยที่สุด เท่ากับ 0 (PTAL = 0) โดยลักษณะการกระจายตัวของค่าระดับการเข้าถึงฯ ที่มีค่าต่ำนั้นจะอยู่บริเวณถนนวิภาวดีรังสิต แยกประชานุกูล สถานีเดินรถนครชัยแอร์ และนิคมรถไฟ กม.11

จากผลการวิเคราะห์ระดับการเข้าถึงฯ (หลังการพัฒนา) พบว่า มีค่าระดับการเข้าถึงฯ เฉลี่ยอยู่ที่ 1.54 (PTAL = 1.54) ครอบคลุมพื้นที่การบริการ เท่ากับ 4.03 ตารางกิโลเมตร (ร้อยละ 50.69) มีค่าระดับการเข้าถึงฯ มากที่สุด เท่ากับ 8 (PTAL = 8) โดย

ลักษณะการกระจายตัวของค่าระดับการเข้าถึงฯ ที่มีค่าสูงนั้นจะกระจุกตัวอยู่บริเวณศาลเยาวชนและครอบครัวกลาง ถนนพหลโยธินและตรงข้ามสถานีขนส่งหมอชิต 2 และค่าระดับการเข้าถึงฯ น้อยที่สุด เท่ากับ 0 (PTAL = 0) โดยลักษณะการกระจายตัวของค่าระดับการเข้าถึงฯ ที่มีค่าต่ำนั้นจะอยู่บริเวณถนนวิภาวดีรังสิต แยกประชานุกูล และสถานีเดินรถนครชัยแอร์

ซึ่งสามารถสรุปได้ว่า เมื่อมีการพัฒนาจะส่งผลให้มีพื้นที่ครอบคลุมการบริการเพิ่มขึ้น 0.59 ตารางกิโลเมตร (เพิ่มขึ้นร้อยละ 17.15) และค่าระดับการเข้าถึงฯ เฉลี่ยเพิ่มขึ้น 0.28 (เพิ่มขึ้นร้อยละ 22.22) แต่ยังอยู่ในเกณฑ์ที่แย่ (ค่าอยู่ระหว่าง 0.00 ถึง 2.99)

5.1.4 ความเหลื่อมล้ำของการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะ

เพื่อชี้ให้เห็นถึงความเหลื่อมล้ำของเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะในพื้นที่ศึกษา จึงได้ทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ด้วยเส้นโค้งลอเรนส์ (Lorenz Curve) และค่าสัมประสิทธิ์จีนี (Gini Coefficient) ระหว่างตัวแปรค่าดัชนีการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะกับตัวแปรด้านประชากร

ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์จีนี (ในปัจจุบัน) พบว่า มีค่าสัมประสิทธิ์จีนี เท่ากับ 0.45 (ค่าอยู่ระหว่าง 0.2 ถึง 0.5) จะแสดงถึงค่าความไม่เท่าเทียมในระดับปานกลาง และเส้นโค้งลอเรนซ์มีระยะห่างออกจากเส้นแสดงการกระจายสัมบูรณ์พอสมควร

ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์จีนี (หลังการพัฒนา) พบว่า มีค่าสัมประสิทธิ์จีนี เท่ากับ 0.36 (ค่าอยู่ระหว่าง 0.2 ถึง 0.5) จะแสดงถึงค่าความไม่เท่าเทียมในระดับปานกลาง และเส้นโค้งลอเรนซ์มีระยะห่างออกจากเส้นแสดงการกระจายสัมบูรณ์พอสมควร

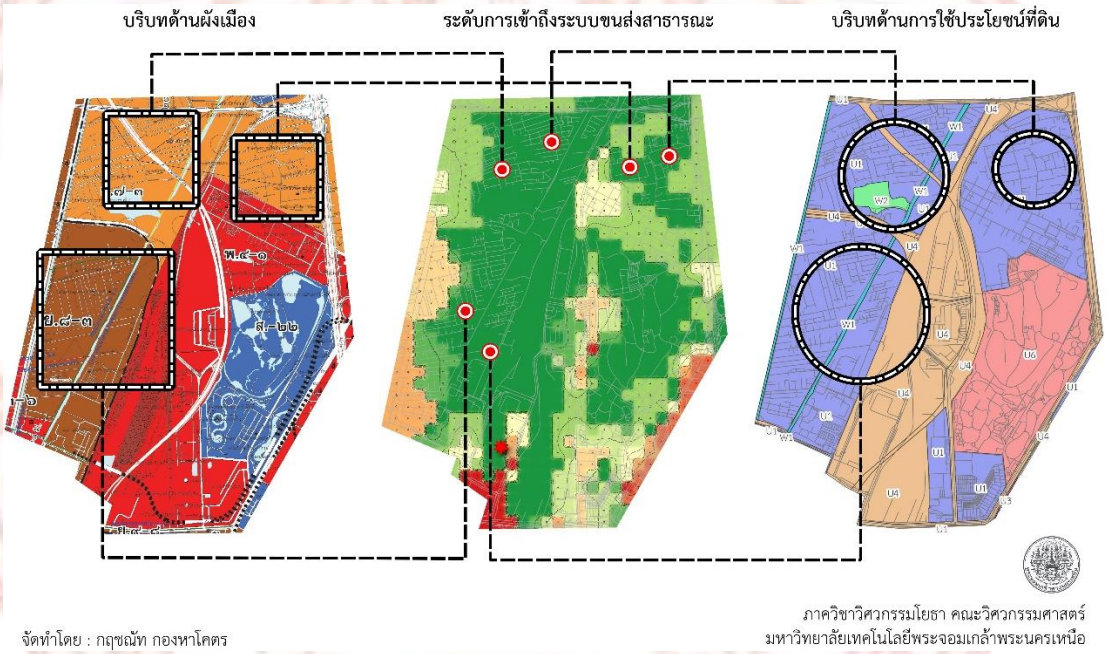
นอกจากนี้ เมื่อนำค่าสัมประสิทธิ์จีนี (ในปัจจุบัน) มาเปรียบเทียบกับค่าสัมประสิทธิ์จีนี (หลังจากมีการพัฒนา) พบว่า มีค่าสัมประสิทธิ์จีนีลดลง 0.09 หรือลดลงคิดเป็นร้อยละ 20.00 ซึ่งแสดงให้เห็นว่า เมื่อมีการพัฒนาตามแผนการพัฒนาพื้นที่โดยรอบสถานีกลางกรุงเทพอภิวัฒน์จะส่งผลให้มีความเหลื่อมล้ำของระดับการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะลดลง

5.1.5 การเปรียบเทียบระดับการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะกับบริบทด้านผังเมืองและบริบทด้านการใช้ประโยชน์ที่ดิน

ในส่วนของบริบทเชิงพื้นที่ จะเปรียบเทียบระดับการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะกับลักษณะด้านผังเมืองและลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน ซึ่งจะแสดงให้เห็นถึงการวางแผนพัฒนาเมืองและระบบขนส่งสาธารณะ

เมื่อทำการเปรียบเทียบระดับการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะกับบริบทด้านผังเมือง พบว่า ยังมีที่ดินประเภทอยู่อาศัยหนาแน่นมากและที่ดินประเภทอยู่อาศัยหนาแน่นปานกลางบางส่วน มีพื้นที่การให้บริการระบบขนส่งสาธารณะที่ยังไม่ครอบคลุม โดยพื้นที่ในส่วนนี้เป็นพื้นที่ที่มีความต้องการในการเดินทางสูง ที่ต้องเร่งพัฒนาโครงสร้างระบบขนส่ง เพื่อให้สอดคล้องกับบริบทด้านผังเมือง

เมื่อทำการเปรียบเทียบระดับการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะกับบริบทด้านการใช้ประโยชน์ที่ดิน พบว่า มีพื้นที่ประเภท U1 (ตัวเมืองและย่านการค้า) บางส่วนที่มีระดับการเข้าถึงฯ อยู่ในระดับที่ต่ำ โดยพื้นที่ในส่วนนี้มีทั้งพื้นที่อยู่อาศัย พื้นที่ศูนย์การค้า และสถานที่ราชการ ที่มีความต้องการในการเดินทาง ซึ่งต้องการการพัฒนาระบบขนส่งเป็นอย่างมาก เพื่อเป็นการเพิ่มระดับการเข้าถึงฯ ให้สอดคล้องกับลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน



ภาพที่ 5-1 การเปรียบเทียบระดับการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะกับบริบทด้านผังเมืองและบริบทด้านการใช้ประโยชน์ที่ดิน

5.2 ข้อจำกัด

งานวิจัยนี้มีข้อจำกัดในด้านการกำหนดปัจจัย สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลด้านต่าง ๆ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

5.2.1 ข้อจำกัดด้านการวิเคราะห์ความสามารถในการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะ

รูปแบบการเดินทางที่นำมาวิเคราะห์ จะพิจารณาเฉพาะระบบขนส่งกึ่งสาธารณะและระบบขนส่งสาธารณะที่ให้บริการในโครงข่ายที่สามารถเชื่อมต่อกับสถานีรถไฟฟ้าสายสีแดงที่สถานีกลาง

กรุงเทพอภิวัฒน์ ได้แก่ รถมอเตอร์ไซค์รับจ้าง และรถโดยสารสาธารณะเท่านั้น ซึ่งจะไม่นำการเดินทางรถโดยสารสาธารณะประเภทรถตู้ (Van) มาพิจารณา เนื่องจากในพื้นที่ศึกษานั้นมีเฉพาะเส้นทางการให้บริการระหว่างเมือง ทำให้ไม่สามารถเดินทางไปยังสถานีรถไฟฟ้าสายสีแดงที่สถานีกลางกรุงเทพอภิวัฒน์ได้ และจะไม่นำการเดินทางด้วยยานพาหนะส่วนบุคคลมาพิจารณา เนื่องจากรูปแบบการเดินทางดังกล่าวมีความซับซ้อนในการวิเคราะห์ ซึ่งอาจทำให้ค่าระดับความสามารถในการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะคลาดเคลื่อนไปจากความเป็นจริง

ในการวิเคราะห์ปัจจัยด้านระยะเวลา ได้มีการกำหนดให้เลือกใช้จุดหมายที่มีระยะทางในการเดินทางที่สั้นที่สุด เนื่องจากการเดินทางไปยังสถานีกลางกรุงเทพอภิวัฒน์ มีจุดหมายของการเดินทางจำนวน 2 จุด (ด้านหน้าสถานีกลางกรุงเทพอภิวัฒน์และด้านหลังสถานีกลางกรุงเทพอภิวัฒน์)

ในการวิเคราะห์ปัจจัยค่าใช้จ่ายของรูปแบบการเดินทางด้วยรถจักรยานยนต์รับจ้างนั้น ได้มีการกำหนดอัตราค่าบริการตามกฎกระทรวง เรื่อง กำหนดอัตราค่าจ้างบรรทุกผู้โดยสารสำหรับรถจักรยานยนต์สาธารณะ พ.ศ. 2559 ซึ่งในสภาพความเป็นจริงนั้น การเดินทางในระยะใกล้อาจมีอัตราค่าบริการที่ต่ำกว่าที่ได้ทำการวิเคราะห์ ส่งผลให้ผลการวิเคราะห์การเดินทางในรูปแบบดังกล่าวอาจมีค่าระดับการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะ (PTAL) ที่ต่ำกว่าความเป็นจริง

ในการวิเคราะห์ปัจจัยค่าใช้จ่ายของรูปแบบการเดินทางด้วยรถโดยสารด่วนพิเศษ (BRT) ผู้วิจัยได้มีการกำหนดอัตราค่าบริการตามสายสาทร - ราชพฤกษ์

5.2.2 ข้อจำกัดด้านผู้ใช้บริการสาธารณะ

งานวิจัยนี้จะไม่พิจารณาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับ คุณลักษณะพื้นฐานของผู้ใช้บริการ วัตถุประสงค์ของการเดินทาง พฤติกรรมการเดินทางของผู้ที่ใช้บริการ สภาพทางเศรษฐกิจและสังคมหรือข้อมูลอื่นใดที่ส่งผลต่อรูปแบบของการเดินทางและการเลือกใช้ระบบขนส่งสาธารณะ และจะไม่พิจารณาถึงจำนวนของผู้ใช้บริการรถขนส่งสาธารณะทุกประเภท

ในการวิเคราะห์ระดับการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะแต่ละประเภท จะกำหนดให้ผู้ใช้บริการเลือกใช้ระบบขนส่งที่มีตำแหน่งของสถานีให้บริการที่ใกล้ที่สุด เนื่องจากใช้ระยะเวลาในการเดินและเสียค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด

5.3 ข้อเสนอแนะ

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการวิเคราะห์การเดินทางด้วยระบบขนส่งสาธารณะและระบบขนส่งกึ่งสาธารณะอยู่ 3 ประเภท ได้แก่ รถไฟฟ้าชานเมือง (สายสีแดง) รถโดยสารประจำทาง และรถจักรยานยนต์รับจ้างเท่านั้น ทำให้ไม่สามารถสะท้อนกับความเป็นจริงได้เท่าที่ควร เนื่องจากยังมี

การเดินทางด้วยการใช้ยานพาหนะส่วนบุคคลและการขนส่งด้วยรถรับจ้าง (Paratransit) เช่น Taxi, Bolt, Grab ที่ตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้บริการในลักษณะเฉพาะเจาะจง ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการวิเคราะห์เป็นอย่างมาก จึงควรมีการวิเคราะห์การเดินทางในรูปแบบดังกล่าวเพิ่มเติม เพื่อให้ผลลัพธ์ของงานวิจัยมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ในการวิเคราะห์ระดับการเข้าถึงฯ ควรมีการศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องผู้ใช้บริการ เพื่อสะท้อนให้เห็นถึงความต้องการในการเดินทางของผู้ใช้บริการในพื้นที่ได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

ควรมีการพิจารณาในด้านความสะดวกสบายของผู้ใช้บริการ ในเรื่องความสามารถในการรองรับผู้โดยสารของยานพาหนะแต่ละประเภท โดยพิจารณาจากจำนวนที่นั่งที่สามารถรองรับผู้โดยสารได้ เทียบกับจำนวนของผู้ใช้บริการในหน่วยต่อชั่วโมง

นอกจากนี้ ควรมีการปรับปรุงโครงข่ายเส้นทางการคมนาคมในพื้นที่ศึกษาให้เป็นปัจจุบันอย่างสม่ำเสมอ เนื่องจากระยะทางในการเดินทางแปรผันตรงกับมิติด้านระยะเวลา หากมีระยะทางในการเดินทางที่ลดลงจะส่งผลให้ค่าดัชนีการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะมีค่าเพิ่มขึ้น

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (2567). *ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน.* Retrieved from https://dinonline.ldd.go.th/. Retrieved 29 กรกฎาคม 2567

ฉัตรชัย พงศ์ประยูร. (2547). *ภูมิศาสตร์เมือง*. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช.

ชุติมา เจิมขุนทด. (2554). *การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อศึกษาระดับการเข้าถึงในการเดินทางโดยระบบขนส่งสาธารณะ : กรณีศึกษาเทศบาลนครนครราชสีมา.* (วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต). สาขาวิชาวิศวกรรมขนส่ง คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

ณพงศ์ วจีทัศนีย์. (2563). *การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อประเมินระดับประสิทธิภาพการให้บริการระบบขนส่งสาธารณะเมืองพิษณุโลก*. (ปริญญานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). สาขาวิชาภูมิสารสนเทศ คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ธีรบดี ธินนท์. (2566). *การศึกษาความสามารถในการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะด้วยระบบนำส่งผู้โดยสาร กรณีศึกษาสถานีรถไฟฟ้าคูคต*. (วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต). สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

พรเพิ่ม แซ่โง้ว และคณะ. (2563). การเปรียบเทียบระดับการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะในช่วงเวลาเร่งด่วนกับนอกช่วงเวลาเร่งด่วนของอำเภอบางใหญ่ จังหวัดนนทบุรี. *วารสารมหาวิทยาลัยศิลปากร, 40*(4), 86-98. doi:https://doi.org/10.14456/sujthai.2020.32

ภานุพงศ์ รัชธร และปธานิน บุตตะมาศ. (2563). การศึกษาความเหลื่อมล้ำด้านการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะในกรุงเทพมหานคร และปริมณฑล. *วารสารการขนส่งและโลจิสติกส์, 1*(13), 41-62. doi:https://doi.org/10.58837/CHULA.TRANSLOG.2020.1.2

วรรณศิลป์ พีรพันธุ์. (2555). *เทคนิคการวิเคราะห์สำหรับการวางแผนภาคและเมือง*. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. (2567). *รถไฟฟ้าชานเมือง สายสีแดง*. Retrieved from https://th.wikipedia.org/wiki/รถไฟฟ้าชานเมือง_สายสีแดง. Retrieved 9 สิงหาคม 2567

สำนักบริหารการทะเบียน กรมการปกครอง. (2567). *สถิติประชากรทางการทะเบียนราษฎร*. Retrieved from https://www.bora.dopa.go.th/. Retrieved 29 กรกฎาคม 2567

สุธาสินี ขออ้อมกลาง. (2560). *การศึกษาระยะเดินเท้าที่ยอมรับได้เพื่อเข้าสู่ระบบขนส่งสาธารณะ*. (วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต). สาขาวิชาวิศวกรรมขนส่ง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

สุพรชัย อุทัยนฤมล. (2549). *การวางแผนการขนส่ง*. (เอกสารประกอบรายวิชาการวางแผนการขนส่ง). ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

สุรเมศวร์ พิริยะวัฒน์. (2551). *ระบบขนส่งสาธารณะ*. (เอกสารประกอบรายวิชาวิศวกรรมขนส่ง). ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

องค์การขนส่งมวลชนกรุงเทพ. (2565). *รายงานประจำปี 2565.* กรุงเทพมหานคร: องค์การขนส่งมวลชนกรุงเทพ.

อดิศักดิ์ กันทะเมืองลี้. (2556). *ระดับการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล.* (วิทยานิพนธ์การวางแผนภาคและเมืองมหาบัณฑิต). สาขาการวางแผนภาคและเมือง ภาควิชาการวางแผนภาคและเมือง คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาษาอังกฤษ

Bhat, C., Bricka, S., Mondia, J. L., Kapur, A., Guo, J., & Sen, S. (2006). *Metropolitan Area Transit Accessibility Analysis Tool*. Texas Department of Transportation.

Hillman, R., & Pool, R. F. (1997). GIS-based Innovations for modeling public transport accessibility. *Traffic Engineering and Control, 38*(10), 554-559.

Japan International Cooperation Agency. (2017). In Final Report (Ed.), *Data Collection Survey on Urban Redevelopment in Bang Sue Area in the Kingdom of Thailand*. Thailand: Office of Transport and Traffic Policy and Planning (OTP).

Japan International Cooperation Agency. (2020). In Final Report (Ed.), *The Study on Development of Smart City Concept for The Bang Sue Area in The Kingdom of Thailand*. The Kingdom of Thailand: Office of Transport and Traffic Policy and Planning (OTP).

Kitchin, R., & Tate, N. (2000). *Conducting Research in Human Geography: Theory, Methodology and Practice*. Harlow, England: Pearson Education.

Kittelson & Associates Inc. (2003). Transit Capacity and Quality of Service Manual. In 2 (Ed.). Washington, D.C.: TRB, National Research Council.

Mamun, S. (2011). *Public Transit Accessibility and Need Indices : Approaches for Measuring Service Gap.* (Master Thesis). University of Connecticut.

Polzin, S. E., Pendyala, R. M., & Navari, S. (2002). Development of time-of-day–based transit accessibility analysis tool. *Transportation Research Record, 1799*(1), 35-41. doi:https://doi.org/10.3141/1799-05

Rood, T. (1998). *The local index of transit availability : An implementation manual*. Local Government Commission, Sacramento, California.

Ryus, P., Ausman, J., Teaf, D., Cooper, M., & Knoblauch, M. (2000). Development of Florida's transit level-of-service indicator. *Transportation Research Record : Journal of the Transportation Research Board, 1731*(1), 123-129. doi:https://doi.org/10.3141/1731-15

Saghapour, T., Moridpour, S., & Thompson, R. G. (2016). Public transport accessibility in metropolitan areas: A new approach incorporating population density. *Journal of Transport Geography, 54*, 273-285. doi:https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2016.06.019

Schoon, J. G., McDonald, M., & Lee, A. (1999). Accessibility indices: Pilot study and potential use in strategic planning. *Transportation Research Record, 1685*(1), 29-38. doi:https://doi.org/10.3141/1685-05

Transport for London. (2010). *Measuring Public Transport Accessibility Levels – PTALs Summary*. London, United Kingdom.

Transport for London. (2015). *Accessing transport connectivity in London*. London, United Kingdom.

Vuchic, V. R. (2007). *Urban Transit Systems and Technology*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.

ภาคผนวก ก

ค่าดัชนีและระดับการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะ

ตารางที่ ก-1 ค่าดัชนีและระดับการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะ

POI	AI_{Time}	AI_{Cost}	PTAL	POI	AI_{Time}	AI_{Cost}	PTAL
24	3.93	52.85	6	103	4.06	52.85	6
25	4.36	52.85	6	104	4.14	52.85	6
26	4.63	52.85	6	105	4.01	52.85	6
27	4.72	52.85	6	106	1.67	58.85	1
28	4.66	52.85	6	125	3.69	55.35	5
29	4.27	52.85	6	126	3.86	55.35	5
58	4.12	52.85	6	127	3.99	55.35	5
59	4.24	52.85	6	128	3.77	55.35	5
60	4.26	52.85	6	129	3.93	55.35	5
61	4.01	52.85	6	130	4.12	55.35	5
62	4.01	52.85	6	131	3.85	55.35	5
63	3.97	52.85	6	132	3.73	55.35	5
64	4.36	52.85	6	133	3.55	55.35	5
65	4.37	52.85	6	135	1.62	58.85	1
66	4.34	52.85	6	136	1.71	58.85	1
67	4.12	52.85	6	137	1.81	58.85	1
91	4.09	55.35	5	138	1.63	58.85	1
92	4.27	55.35	5	139	1.71	58.85	1
93	3.98	55.35	5	140	1.77	58.85	1
94	3.73	55.35	5	141	3.81	52.85	6
95	3.50	55.35	5	142	3.95	52.85	6
96	1.61	58.85	1	143	0.00	0.00	0
97	1.72	58.85	1	144	1.88	58.85	1
98	1.82	58.85	1	158	2.03	46.85	2
99	1.92	58.85	1	159	2.14	46.85	4
100	3.81	52.85	6	160	2.14	46.85	4
101	1.83	58.85	1	161	2.08	46.85	2
102	4.10	52.85	6	162	2.17	46.85	4

POI	AI_{Time}	AI_{Cost}	PTAL
163	2.06	46.85	2
164	0.00	0.00	0
165	3.49	55.35	5
166	3.60	55.35	5
167	3.53	55.35	5
168	3.84	55.35	5
169	3.69	55.35	5
170	3.54	55.35	5
171	1.52	63.85	1
174	1.61	58.85	1
175	1.70	58.85	1
176	1.61	58.85	1
177	1.64	58.85	1
178	1.64	58.85	1
181	1.81	58.85	1
182	1.97	58.85	1
183	1.98	33.85	2
191	1.82	46.85	2
192	1.92	46.85	2
193	2.00	46.85	2
194	2.06	46.85	2
195	2.07	46.85	2
196	1.95	46.85	2
197	2.04	46.85	2
198	2.04	46.85	2
199	1.98	46.85	2
200	2.07	46.85	2
201	1.99	46.85	2
203	0.00	0.00	0

POI	AI_{Time}	AI_{Cost}	PTAL
204	1.52	63.85	1
205	3.62	55.35	5
206	3.59	55.35	5
207	1.52	63.85	1
213	1.61	58.85	1
218	1.85	33.85	2
219	2.02	33.85	2
220	2.04	33.85	2
221	2.33	33.85	4
222	2.04	33.85	2
223	1.97	33.85	2
229	1.08	51.35	2
230	1.82	46.85	2
231	1.84	46.85	2
232	1.90	46.85	2
233	1.95	46.85	2
234	1.91	46.85	2
235	1.93	46.85	2
236	1.93	46.85	2
237	1.86	46.85	2
238	1.86	46.85	2
239	1.92	46.85	2
243	1.49	63.85	1
244	1.49	63.85	1
256	1.88	33.85	2
257	1.85	33.85	2
258	2.34	33.85	4
259	2.60	33.85	4
260	2.29	33.85	4

POI	AI_{Time}	AI_{Cost}	PTAL
261	6.63	40.49	8
262	6.45	40.49	8
267	1.11	51.35	2
268	0.00	0.00	0
269	1.83	46.85	2
270	1.88	46.85	2
271	1.85	46.85	2
272	1.86	46.85	2
273	1.86	46.85	2
274	0.00	0.00	0
275	0.00	0.00	0
277	1.89	46.85	2
293	0.00	0.00	0
294	1.98	33.85	2
295	2.11	33.85	2
296	2.13	33.85	2
297	2.26	33.85	4
298	2.05	33.85	2
299	6.49	40.49	8
300	6.68	40.49	8
305	1.15	51.35	2
308	1.82	46.85	2
311	0.00	0.00	0
330	0.00	0.00	0
331	0.00	0.00	0
332	0.00	0.00	0
333	0.00	0.00	0
338	5.04	47.14	8
339	5.30	47.14	8

POI	AI_{Time}	AI_{Cost}	PTAL
340	5.49	47.14	8
341	5.23	47.14	8
343	1.18	51.35	2
344	0.00	0.00	0
345	0.00	0.00	0
367	0.00	0.00	0
368	0.00	0.00	0
369	0.00	0.00	0
370	0.00	0.00	0
375	7.31	40.49	8
376	7.50	40.49	8
377	5.31	47.14	8
378	4.87	47.14	8
379	5.00	47.14	8
381	1.16	51.35	2
382	0.00	0.00	0
383	0.00	0.00	0
406	0.00	0.00	0
407	0.00	0.00	0
408	2.56	33.85	4
409	3.16	33.85	4
410	3.80	33.85	6
411	3.43	33.85	6
412	7.53	40.49	8
413	2.55	33.85	4
416	0.00	0.00	0
417	4.78	47.14	8
419	1.19	51.35	2
420	0.00	0.00	0

POI	AI_{Time}	AI_{Cost}	PTAL
421	0.00	0.00	0
444	0.00	0.00	0
445	0.00	0.00	0
446	2.82	33.85	4
447	3.05	33.85	4
448	3.30	33.85	4
453	0.00	0.00	0
454	0.00	0.00	0
455	0.00	0.00	0
457	1.14	51.35	2
458	0.00	0.00	0
459	0.00	0.00	0
482	0.00	0.00	0
483	0.00	0.00	0
491	0.00	0.00	0
492	0.00	0.00	0
493	1.94	58.85	1
494	1.97	58.85	1
495	1.18	51.35	2
496	0.00	0.00	0
497	0.00	0.00	0
516	1.52	68.85	1
529	0.00	0.00	0
530	0.00	0.00	0
531	2.19	58.85	3
533	1.11	51.35	2
534	0.00	0.00	0
552	1.48	68.85	1
554	1.59	68.85	1

POI	AI_{Time}	AI_{Cost}	PTAL
555	2.40	58.85	3
560	0.94	48.85	2
561	1.77	48.85	2
562	1.79	48.85	2
563	1.73	48.85	2
565	3.01	55.35	3
566	2.64	55.35	3
567	2.74	55.35	3
568	2.92	55.35	3
569	3.46	52.85	6
571	1.07	51.35	2
588	2.55	57.85	3
589	1.50	68.85	1
590	1.32	68.85	1
591	1.65	68.85	1
592	1.71	68.85	1
593	1.62	68.85	1
594	2.54	58.85	3
595	2.59	57.85	3
596	1.13	46.85	2
597	0.94	48.85	2
598	1.76	48.85	2
599	1.83	48.85	2
600	3.49	53.85	5
601	1.80	48.85	2
602	3.06	55.35	3
603	3.20	55.35	3
604	2.77	55.35	3
605	2.95	55.35	3

POI	AI_{Time}	AI_{Cost}	PTAL
606	3.06	55.35	3
607	3.14	55.35	3
614	0.00	0.00	0
615	0.00	0.00	0
616	2.42	49.60	4
617	2.41	49.60	4
618	2.30	49.60	4
619	2.22	49.60	4
620	1.10	48.85	2
621	0.00	0.00	0
625	1.53	68.85	1
626	3.99	54.52	5
627	3.97	54.52	5
628	1.65	68.85	1
629	3.11	58.35	3
630	3.18	58.35	3
631	3.88	54.85	5
632	3.82	53.18	6
633	3.35	53.85	5
634	1.79	48.85	2
635	1.77	48.85	2
636	1.85	48.85	2
637	2.55	56.35	3
638	2.61	56.35	3
639	3.96	53.85	5
640	4.23	53.85	5
641	3.56	56.35	5
642	3.24	56.35	3
643	3.73	53.85	5

POI	AI_{Time}	AI_{Cost}	PTAL
644	3.35	53.85	5
645	3.50	53.85	5
650	0.00	0.00	0
651	0.00	0.00	0
652	2.38	49.60	4
653	2.44	49.60	4
654	2.50	49.60	4
655	2.38	49.60	4
656	2.25	49.60	4
657	0.99	48.85	2
659	0.00	0.00	0
660	1.23	48.85	2
661	1.17	48.85	2
662	2.68	57.85	3
663	4.14	54.52	5
664	4.23	54.52	5
665	4.13	54.52	5
666	4.62	54.52	5
667	4.44	54.52	5
668	4.76	52.85	8
669	1.81	63.85	1
671	0.90	48.85	2
675	0.82	48.85	2
676	2.68	56.35	3
677	3.86	53.85	5
678	3.83	53.85	5
679	3.05	56.35	3
680	2.01	63.85	1
681	2.28	58.85	3

POI	AI_{Time}	AI_{Cost}	PTAL
682	2.14	58.85	3
683	2.35	58.85	3
688	0.00	0.00	0
689	2.32	49.60	4
690	1.32	50.35	2
691	0.98	48.85	2
692	2.35	49.60	4
693	2.35	49.60	4
694	2.26	49.60	4
695	1.04	48.85	2
696	0.93	48.85	2
697	0.00	0.00	0
701	1.53	68.85	1
702	4.09	54.52	5
703	2.89	57.85	3
704	2.97	55.35	3
705	1.91	63.85	1
712	0.00	0.00	0
713	2.56	56.35	3
714	2.69	56.35	3
715	4.01	53.85	5
717	0.00	0.00	0
718	2.97	53.85	3
719	3.07	53.85	3
720	3.01	53.85	3
721	3.10	53.85	3
725	1.29	50.35	2
726	1.29	50.35	2
730	2.28	49.60	4

POI	AI_{Time}	AI_{Cost}	PTAL
731	2.38	49.60	4
732	2.30	49.60	4
733	1.03	48.85	2
734	0.97	48.85	2
739	0.00	0.00	0
740	2.64	57.85	3
741	2.73	55.35	3
742	2.81	55.35	3
743	1.77	63.85	1
750	0.00	0.00	0
751	2.58	56.35	3
752	2.62	56.35	3
753	3.14	56.35	3
754	2.81	56.35	3
755	2.61	56.35	3
756	1.98	63.85	1
757	3.10	56.35	3
758	2.07	63.85	1
759	1.94	63.85	1
763	1.30	50.35	2
764	1.27	50.35	2
765	1.18	50.35	2
768	1.00	48.85	2
769	1.08	48.85	2
770	1.06	48.85	2
771	1.02	48.85	2
772	1.03	48.85	2
773	1.00	48.85	2
786	0.84	48.85	2

POI	AI_{Time}	AI_{Cost}	PTAL
787	0.00	0.00	0
789	1.82	63.85	1
790	2.81	56.35	3
791	3.19	46.45	4
792	3.22	46.45	4
793	3.30	46.45	4
794	6.32	53.05	8
795	5.57	55.15	7
796	2.08	63.85	1
800	0.00	0.00	0
801	1.25	50.35	2
802	1.25	50.35	2
803	1.17	50.35	2
805	0.00	0.00	0
806	0.97	48.85	2
807	0.00	0.00	0
808	1.06	48.85	2
809	1.05	48.85	2
810	1.03	48.85	2
811	1.08	48.85	2
823	0.84	48.85	2
824	0.87	48.85	2
825	0.86	48.85	2
826	0.84	48.85	2
827	2.57	56.35	3
828	2.62	56.35	3
829	3.20	46.45	4
830	3.45	46.45	6
831	5.73	55.15	7

POI	AI_{Time}	AI_{Cost}	PTAL
832	5.48	55.15	7
838	1.21	50.35	2
839	1.21	50.35	2
840	0.00	0.00	0
841	0.00	0.00	0
843	0.00	0.00	0
844	0.00	0.00	0
846	1.08	48.85	2
847	1.10	48.85	2
848	1.03	48.85	2
849	1.05	48.85	2
850	1.00	48.85	2
861	0.85	48.85	2
862	0.90	48.85	2
863	0.89	48.85	2
864	0.85	48.85	2
865	0.00	0.00	0
866	3.54	46.45	6
867	3.62	46.45	6
868	5.57	55.15	7
875	0.00	0.00	0
876	1.17	50.35	2
877	1.17	50.35	2
880	0.00	0.00	0
881	0.00	0.00	0
882	0.00	0.00	0
884	0.00	0.00	0
885	1.06	48.85	2
886	1.01	48.85	2

POI	AI_{Time}	AI_{Cost}	PTAL
887	0.97	48.85	2
888	0.98	48.85	2
889	0.00	0.00	0
898	0.00	0.00	0
899	0.97	48.85	2
900	0.85	48.85	2
901	0.85	48.85	2
902	0.00	0.00	0
903	5.68	55.15	7
904	5.59	55.15	7
914	0.00	0.00	0
915	0.00	0.00	0
916	0.00	0.00	0
917	0.00	0.00	0
918	0.00	0.00	0
919	1.36	50.85	2
920	1.36	50.85	2
921	0.00	0.00	0
922	0.00	0.00	0
923	0.00	0.00	0
924	0.99	48.85	2
925	0.95	48.85	2
926	0.96	48.85	2
927	0.89	48.85	2
928	0.00	0.00	0
934	0.00	0.00	0
935	0.89	48.85	2
936	0.89	48.85	2
937	0.00	0.00	0

POI	AI_{Time}	AI_{Cost}	PTAL
938	0.00	0.00	0
939	3.00	46.45	4
940	5.01	57.65	7
941	5.18	55.15	7
952	0.00	0.00	0
953	0.00	0.00	0
954	0.00	0.00	0
955	0.00	0.00	0
956	1.39	50.85	2
957	1.39	50.85	2
958	1.38	50.85	2
959	0.00	0.00	0
960	0.00	0.00	0
962	0.97	48.85	2
963	0.00	0.00	0
964	0.00	0.00	0
965	0.90	48.85	2
966	0.94	48.85	2
970	0.89	48.85	2
971	0.00	0.00	0
972	0.84	48.85	2
973	2.98	46.45	4
974	3.93	47.65	6
975	5.13	57.65	7
976	5.66	57.65	7
977	5.24	57.65	7
989	1.39	50.85	2
990	1.45	50.85	2
991	1.52	50.85	2

POI	AI_{Time}	AI_{Cost}	PTAL
992	1.46	50.85	2
993	1.41	50.85	2
994	1.46	50.85	2
995	1.51	50.85	2
996	1.44	50.85	2
997	1.40	50.85	2
998	0.00	0.00	0
999	0.00	0.00	0
1000	1.41	49.85	2
1001	1.46	49.85	2
1002	1.55	49.85	2
1003	2.41	49.35	4
1004	0.97	48.85	2
1006	0.97	48.85	2
1007	0.95	48.85	2
1008	0.00	0.00	0
1009	0.00	0.00	0
1010	3.01	46.45	4
1011	4.83	57.65	7
1012	5.22	57.65	7
1013	5.34	57.65	7

POI	AI_{Time}	AI_{Cost}	PTAL
1035	1.45	50.85	2
1036	1.40	50.85	2
1037	1.44	49.85	2
1038	1.51	49.85	2
1039	1.59	49.85	2
1040	1.63	49.85	2
1041	2.51	49.35	4
1042	2.46	49.35	4
1043	2.37	49.35	4
1044	0.98	48.85	2
1045	0.94	48.85	2
1046	0.91	48.85	2
1047	0.00	0.00	0
1048	3.03	46.45	4
1049	4.75	57.65	7
1050	4.90	57.65	7
1082	0.00	0.00	0
1083	0.00	0.00	0
1084	0.00	0.00	0
1085	0.00	0.00	0
1086	0.00	0.00	0

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นายกฤชณัท กองหาโคตร
ชื่อวิทยานิพนธ์	การศึกษาการเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะ : กรณีศึกษาสถานีกลางกรุงเทพอภิวัฒน์
สาขาวิชา	วิศวกรรมโยธา
ประวัติ	ประวัติส่วนตัว เกิดเมื่อวันที่ 18 มีนาคม พ.ศ. 2539
	ประวัติการศึกษา ปีการศึกษา 2561 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
	ประวัติการทำงาน ปัจจุบันรับราชการ ตำแหน่ง วิศวกรปฏิบัติการ ที่ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน