รถโดยสารสาธารณะขนาดเล็กสนับสนุนการพัฒนาโครงการบีอาร์ทีในเมืองที่กำลังพัฒนาในเอเชียโดยบริการรับ-ส่งผู้โดยสารจากพื้นที่เมืองที่มีการขยายตัวอย่างไม่เป็นระเบียบถึงเส้นทางบีอาร์ที

Paratransit Feeding Bus Rapid Transit Development in Asian Developing Cities by Accumulating Demands from Urban Sprawls to BRT Corridor

ธเนศ เสถียรนาม

Thaned Satiennam

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น 40002

โทร (043)202846-7 โทรสาร (043)202846-7 ต่อ 102

E-mail: sthaned@kku.ac.th

บทคัดย่อ

เมืองต่างๆที่กำลังเจริญเติบโตในเอเชีย โดยส่วนใหญ่ถูกพัฒนาขึ้น โดย ขาดการวางแผนผังเมือง และการควบคุมการใช้ประโยชน์ที่ดิน ที่เหมาะสม ซึ่งส่งผลให้เกิดการขยายตัวของเมืองอย่างไม่เป็นระเบียบ (Urban Sprawls) กระจายทั่วตัวเมือง ทำให้จำนวนผู้เดินทางที่สามารถเข้าถึง เพื่อใช้โครงการบีอาร์ที (Bus Rapid Transit) มีจำกัด บทความนี้เสนอ นโยบายวางแผนให้ระบบรถโดยสารสาธารณะขนาดเล็ก (Paratransit) ทำหน้าที่ให้บริการสนับสนุนระบบบีอาร์ที (Feeder) โดยรับ-ส่งผู้โดยสารระหว่างชุมชนเมืองที่ขยายตัวอย่างไม่เป็นระเบียบ และ สถานีบีอาร์ที แบบจำลองการวางแผนการขนส่งภายในเมืองประเภท Combined Modal Split and User Equilibrium Assignment Model ถูกนำมาใช้เพื่อประเมินนโยบายที่เสนอ โดยผลลัพธ์ จากการประเมินพบว่าการให้บริการสนับสนุนของรถโดยสารสาธารณะขนาดเล็ก (Paratransit) สามารถเพิ่มปริมาณผู้มาใช้บริการ โครงการบีอาร์ที รวมทั้งสามารถเพิ่มความเร็วเฉลี่ย และลดการปล่อยมลพิษทางอากาศ ของระบบขนส่งทั้งโครงข่าย

Abstract

The developing cities in Asian have been developed with poor urban planning and lack of land use control. It results of urban sprawls over entire urban network, thereby low demands to support Bus Rapid Transit development. This study proposes the policy applying paratransit being BRT's feeder through accumulating demand from urban sprawls to BRT corridor. The combined multi-modal equilibrium model is employed to evaluate this proposing policy. As evaluation results, the supply of feeder service by paratransit modes could improve performance of BRT implementation through increasing ridership, average speed, and decreasing air pollution emission of entire network.

1. บทนำ

บีอาร์ทีเป็นระบบขนส่งมวลชนในเมืองทางเลือกหนึ่งที่ได้รับความสนใจในหลายๆเมืองที่กำลังพัฒนาในภูมิภาคเอเชีย โดยในปัจจุบัน โครงการบีอาร์ทีในจาการ์ตาได้เปิดให้บริการแล้ว ส่วนโครงการบีอาร์ทีในกรุงเทพฯอยู่ในช่วงกำลังก่อสร้าง และอยู่ในช่วงวางแผนโครงการในฮานอยและมะนิลา [1] โดยลักษณะต่างๆ ของบีอาร์ทีเป็นที่น่าสนใจ ต่อเมืองเหล่านี้ คือ โครงการใช้เงินลงทุนต่ำ การดำเนินโครงการที่มีความยืดหยุ่น และการให้บริการที่มีประสิทธิภาพสูง โดยเฉพาะการใช้เงินลงทุน ซึ่งต่ำกว่าระบบขนส่งมวลชนระบบรางอย่างเห็นได้ชัดเจน ซึ่งจากการพิจารณาข้อมูลแสดงค่าใช้จ่ายในการลงทุนที่ถูกประเมินในปีพ.ศ. 2547 ของโครงการระบบขนส่งมวลชนประเภทต่างๆในกรุงเทพฯ พบว่า ค่าใช้จ่ายในการลงทุนของโครงการบีอาร์ทีต่ำกว่าระบบขนส่งมวลชนประเภทรางบนผิวดิน หรือยกระดับ (Light Rail Transit) ประมาณ 17 เท่า และต่ำ

RECEIVED 5 August, 2008

ACCEPTED 11 November, 2008

กว่าระบบขนส่งมวลชนประเภทรางใต้ดิน (Subway) ประมาณ 75 เท่า [2-4]

ส่วนการดำเนินโครงการที่มีความยืดหยุ่น นั้นคือ ในระยะเริ่มต้นของโครงการ อาจจะวางแผนให้เส้นทางการให้บริการของบีอาร์ทีผ่านพื้นที่ชานเมือง เมื่อเวลาผ่านไปจนมีผู้มาใช้บริการมากขึ้น อาจจะขยาย และพัฒนาโครงการเป็นระบบขนส่งมวลชนประเภทราง เช่น รถไฟฟ้าบนผิวดิน หรือยกระดับ (Light Rail Transit) หรือรถไฟฟ้าใต้ดิน (Heavy Rail Transit) และเมื่อพิจารณาถึงระยะเวลาการก่อสร้างของโครงการ พบว่าโครงการบีอาร์ทีมีระยะเวลาก่อสร้างสั้นกว่าโครงการระบบขนส่งมวลชนประเภทรางอย่างชัดเจน ตามข้อมูลของกรุงเทพมหานคร (กทม.) ระบุว่า ระยะเวลาการก่อสร้างของโครงการบีอาร์ทีสามารถเสร็จสินภายในระยะเวลา 1 ปี แต่จะใช้เวลามากขึ้นเป็น 5-6 ปีสำหรับการก่อสร้างโครงการรถไฟฟ้าผิวดินหรือยกระดับ และมากกว่า 10 ปีสำหรับการก่อสร้างโครงการรถไฟฟ้าใต้ดิน[5]

บีอาร์ทีได้รับการพิสูจน์แล้ว ถึงความมีประสิทธิภาพสูงในหลายๆเมือง เช่น โครงการบีอาร์ทีในเมืองซีแอตเทิล (Seattle) ซึ่งออกแบบให้รถบีอาร์ทีวิ่งให้บริการในช่องทางเฉพาะ ดังนั้นจึงสามารถลดจำนวนรถโดยสารประจำทางที่วิ่งบนถนนร่วมกับยวดยานประเภทอื่นๆได้ 20% รวมทั้งรถบีอาร์ทีที่วิ่งในช่องทางเฉพาะมีอัตราการเกิดอุบัติเหตุลดลง 40% เมื่อเปรียบเทียบกับ การวิ่งให้บริการบนถนนร่วมกับยวดยานประเภทอื่นๆ โครงการบีอาร์ทีที่เมืองกูรีตีบา (Curitiba) ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงเพื่อการให้บริการต่อผู้เดินทาง น้อยกว่าเมืองใหญ่อื่นๆในประเทศบราซิล 30% โครงการบีอาร์ที (TransMilenio) ที่เมืองโบโกต้า (Bogotá) ส่งผลให้มีอัตราการเสียชีวิตเนื่องจากอุบัติเหตุการจราจรลดลง 93% และ มีมลพิษลดลง 40% ในช่วง 5 เดือนแรกหลังจากเปิดให้บริการ [6] และนอกจากนี้ จากการสำรวจพบว่า โครงการบีอาร์ทีนี้ยังสามารถปรับปรุงคุณภาพชีวิตของประชากรที่มีรายได้ต่ำในเมืองโบโกต้า (Bogotá) ให้ดีขึ้น ซึ่งเป็นผลมาจากการลดเวลาและค่าใช้จ่ายในการเดินทาง [7]

แต่อย่างไรก็ตาม การพัฒนาโครงการบีอาร์ทีในเมืองต่างๆที่กำลังพัฒนาในเอเชียนั้น จะต้องมีการกำหนดมาตรการเพื่อจัดการกับสภาพปัญหาท้องถิ่นของเมืองนั้นๆซึ่งอาจเป็นอุปสรรคต่อการพัฒนาโครงการบีอาร์ทีได้ โดยมาตราการเหล่านี้จะเป็นสิ่งสำคัญที่จะผลักดัน ให้การดำเนินโครงการบีอาร์ทีประสบความสำเร็จ โดยเป็นที่เห็นเด่นชัดว่า เมืองต่างๆที่ประสบความสำเร็จในการดำเนินโครงการบีอาร์ที เป็นเมืองที่ถูกพัฒนาจากแผนแม่บทพัฒนาเมือง ที่มีการวางแผนมาอย่างเหมาะสม มีการวางแผนระบบร่วมระหว่างระบบโครงข่ายถนนและระบบขนส่งสาธารณะร่วมกับการใช้ประโยชน์พื้นที่ ซึ่งจะแตกต่างอย่างชัดเจนกับ เมืองต่างๆที่กำลังพัฒนาในแถบเอเชีย ที่โครงสร้างผังเมืองถูกพัฒนาขึ้นจากแผนแม่บทพัฒนาเมือง ที่เน้นเฉพาะการสร้างโครงข่ายถนนและขาดการควบคุมการใช้ประโยชน์พื้นที่ ซึ่งสาเหตุเหล่านี้ก่อให้เกิดปัญหาต่างๆตามมา เช่น การขยายตัวอย่างไม่เป็นระเบียบของเมือง (Urban Sprawl) การจราจรติดขัด และมลพิษทางสิ่งแวดล้อม ดังนั้น จึงไม่ใช่เรื่องง่ายที่จะพัฒนาโครงการบีอาร์ทีภายใต้สภาพแวดล้อมเช่นนี้

จากการทบทวนงานวิจัย และคู่มือแนะนำการดำเนินโครงการบีอาร์ทีต่างๆ [6, 8-12] พบว่า การศึกษาเหล่านี้ได้ถูกพัฒนา และถูกเสนอตามประสบการณ์การดำเนินโครงการบีอาร์ทีที่ประสบความสำเร็จในหลายๆเมือง ในประเทศที่พัฒนาแล้ว และประเทศกำลังพัฒนาในกลุ่มลาตินอเมริกา แต่ยังขาดการศึกษา และคู่มือแนะนำการดำเนินโครงการบีอาร์ทีสำหรับเมืองที่กำลังพัฒนาในแถบเอเชีย โดยคู่มือที่มีในปัจจุบันอาจจะไม่สามารถนำมาใช้ได้โดยตรง แต่มีความจำเป็นต้องปรับปรุงให้เหมาะสมกับสภาพ และลักษณะเฉพาะท้องถิ่นของเมืองต่างๆในเอเชีย ดังนั้น การศึกษาต่อมาจึงมีความจำเป็น เพื่อใช้เป็นแนวทางในการกำหนดนโยบายด้านการวางแผน เพื่อสนับสนุนการดำเนินโครงการบีอาร์ทีในเมืองต่างๆเหล่านี้ ในเอเชีย บทความนี้เสนอนโยบายสนับสนุนปริมาณผู้มาใช้บริการบีอาร์ที

ขั้นตอนการวิจัยของบทความนี้ ได้เริ่มจาก ขั้นแรกเป็นการระบุปัญหาการขยายตัวอย่างไม่เป็นระเบียบของเมืองต่างๆที่กำลังพัฒนาในเอเชีย (Urban Sprawl) ซึ่งส่งผลให้มีผู้เดินทางสามารถมาใช้บริการบีอาร์ทีในปริมาณน้อย ขั้นต่อมานำเสนอนโยบายที่ให้ระบบรถโดยสารสาธารณะขนาดเล็ก

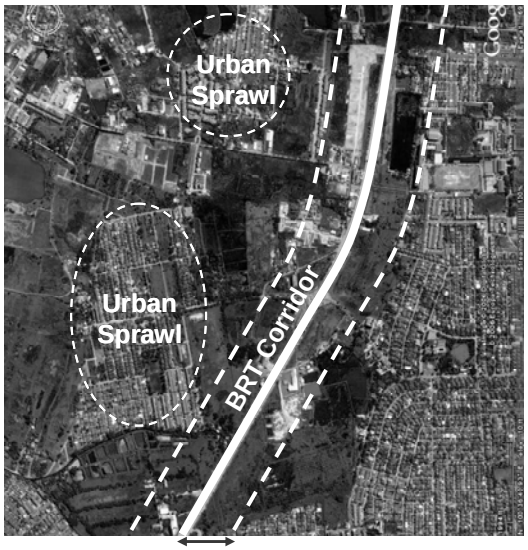
(Paratransit) ให้บริการสนับสนุนโครงการบีอาร์ทีในเมืองต่างๆที่กำลังพัฒนาในเอเชีย และขั้นตอนสุดท้ายจะเป็นการประเมินประสิทธิภาพของนโยบายที่นำเสนอนี้ผ่านกรณีศึกษา โดยใช้แบบจำลองการวางแผนการขนส่งภายในเมืองประเภท Combined Modal Split and User Equilibrium Traffic Assignment Model เพราะ การวางแผนระบบร่วมระหว่างโครงการบีอาร์ที และระบบรถโดยสารสาธารณะขนาดเล็ก (Paratransit) จะเกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมการเลือกรูปแบบ เส้นทางการเดินทางของผู้เดินทาง และประสิทธิภาพการให้บริการของระบบขนส่ง

เนื้อหาของบทความนี้ ถูกเรียบเรียงตามหัวข้อดังนี้ คือ ส่วนที่สองจะระบุปัญหาที่เกิดขึ้นเนื่องจากการขยายตัวอย่างไม่เป็นระเบียบของเมืองต่างๆ (Urban Sprawl) ที่กำลังพัฒนาในเอเชีย ส่งผลให้มีปริมาณผู้เดินทางสามารถใช้บริการโครงการบีอาร์ทีน้อย ส่วนที่สามจะนำเสนอนโยบายวางแผนระบบรถโดยสารสาธารณะขนาดเล็กให้บริการสนับสนุนโครงการบีอาร์ที ส่วนที่สี่แสดงการประเมินประสิทธิภาพของนโยบายที่นำเสนอ โดยนำไปประยุกต์ใช้ในกรณีศึกษา รวมทั้งการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง และรายงานผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองและการอภิปรายผล ส่วนสุดท้ายจะเป็นบทสรุป และข้อเสนอแนะสำหรับการทำการศึกษาต่อไป

2. การขยายตัวอย่างไม่เป็นระเบียบของเมืองส่งผลให้มีปริมาณผู้เดินทางที่สามารถใช้บริการบีอาร์ทีน้อย

การขยายตัวอย่างไม่เป็นระเบียบของเมือง (Urban Sprawl) เป็นลักษณะหนึ่งของเมืองต่างๆ ที่กำลังพัฒนาอย่างรวดเร็วในประเทศแถบเอเชีย อันมีสาเหตุมาจากการขาดการวางแผนและการควบคุมการใช้ประโยชน์ที่ดินที่เหมาะสม ทำให้เมืองมีการขยายตัวอย่างกระจัดกระจาย ไม่เป็นระเบียบ อย่างต่อเนื่องและไม่สามารถควบคุมได้มาเป็นระยะเวลายาวนาน จากการศึกษาที่ผ่านมา รายงานว่า การขยายตัวอย่างไม่เป็นระเบียบของกรุงเทพฯเกิดขึ้นรวดเร็ว และต่อเนื่องกว่าโตเกียวระหว่างปี พ.ศ.2508- พ.ศ.2528 ซึ่งก่อให้เกิดปัญหากลุ่มประชากรที่มีความหนาแน่นต่ำกระจายไปทั่วทั้งเมือง [13] ตัวอย่าง การเปรียบเทียบรูปแบบการใช้ประโยชน์พื้นที่ตามเส้นทางบีอาร์ทีระหว่าง เมืองตัวอย่างที่มีชื่อเสียงด้านบีอาร์ที คือ กูรีตีบา (Curitiba) และ เมืองที่กำลังพัฒนาในแถบเอเชีย คือ กรุงเทพฯ แสดงในรูปที่ 1

(ก) กูรีตีบา (Curitiba)



(ข) กรุงเทพฯ (Bangkok)

รูปที่ 1 การเปรียบเทียบรูปแบบการใช้ประโยชน์พื้นที่ตามเส้นทางบีอาร์ทีระหว่างเมืองกูรีตีบาและกรุงเทพฯ

จากรูปจะพบว่า เมืองที่มีชื่อเสียงด้านบีอาร์ทีจะกำหนดให้พื้นที่ภายในระยะทางที่สามารถเดิน (Walkable Distance) ถึงเส้นทางบีอาร์ที เป็นพื้นที่สำนักงานหรือที่อยู่อาศัย เพื่อที่จะสนับสนุนผู้ใช้พื้นที่สามารถเดินทางเข้า-ออกจากสถานีบีอาร์ที

ได้สะดวกรวดเร็วมากขึ้น ซึ่งเป็นการสนับสนุนปริมาณผู้โดยสารให้แก่ รถบีอาร์ที แต่สำหรับเมืองที่กำลังพัฒนาในเอเชีย ตามเส้นทางโครงการบีอาร์ทีจะมีการขยายตัวอย่างไม่เป็นระเบียบของเมือง ซึ่งจะเป็นสาเหตุให้มีปริมาณผู้โดยสารที่สามารถมาใช้บริการได้น้อย เนื่องจากผู้เดินทางที่อาศัยอยู่ในชุมชนตามพื้นที่ของเมืองที่ขยายตัวอย่างไม่เป็นระเบียบ ไม่สามารถเข้าถึงสถานีบีอาร์ทีได้ ดังนั้น มันจึงเป็นการยากที่จะกำหนดเส้นทางให้บริการของบีอาร์ที ที่สามารถรวบรวมผู้โดยสารมาสนับสนุนโครงการบีอาร์ที การดำเนินโครงการบีอาร์ทีอย่างเดียว อาจไม่สามารถผลักดันให้ผู้โดยสารสามารถมาใช้บริการได้มาก ดังนั้น จึงมีความจำเป็นต้องมีนโยบายที่เหมาะสมเพื่อใช้วางแผนสนับสนุนให้ผู้โดยสารสามารถมาใช้บริการรถบีอาร์ทีได้มากขึ้น

3. นโยบายวางแผนระบบรถโดยสารสาธารณะขนาดเล็กให้บริการสนับสนุนโครงการบีอาร์ที

เพื่อจัดการและจัดหาผู้โดยสารจำนวนที่เหมาะสมให้กับระบบขนส่งมวลชน หลายๆเมืองที่กำลังพัฒนาในแถบเอเชียได้ตระหนักถึงความสำคัญของการควบคุมการใช้ประโยชน์พื้นที่ (Land Use Control) โดยได้เริ่มบังคับใช้มาตรการการใช้ประโยชน์พื้นที่ การจัดสรรการใช้ประโยชน์พื้นที่ใหม่ (Land Use Allocation) และนโยบายการพัฒนาการใช้ประโยชน์พื้นที่ตัวอย่าง เช่น การพัฒนาพื้นที่ตามแนวเส้นทางระบบขนส่งมวลชน เพื่อการสนับสนุนการพัฒนาระบบขนส่งมวลชน (Transit Oriented Development) แต่อย่างไรก็ตาม การดำเนินนโยบายเหล่านี้ในเมืองต่างๆ ที่โครงสร้างของเมืองได้ถูกก่อตั้งมาเป็นระยะเวลายาวนานแล้วนั้นไม่ง่าย เพราะการจัดสรรการใช้ประโยชน์พื้นที่ใหม่ตามเส้นทางบีอาร์ทีจะต้องใช้งบประมาณสูงและเวลานาน ดังนั้น แทนที่จะดำเนินการแค่นโยบายเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างเดียว [14] บทความนี้ ได้นำเสนอนโยบายที่นำลักษณะโดดเด่นของระบบขนส่งท้องถิ่นของเมืองต่างๆในเอเชีย มาใช้เพื่อสนับสนุนให้ผู้เดินทางสามารถใช้บริการโครงการบีอาร์ทีได้มากขึ้น

ระบบขนส่งสาธารณะขนาดเล็ก (Paratransit) เป็นระบบขนส่งที่มีความคล่องตัว ยืดหยุ่น และเป็นที่นิยมใช้เพื่อการเดินทางในเมืองต่างๆในแถบเอเชีย ซึ่งมีหลายชนิดด้วยกันในแถบนี้ เช่น รถโดยสารประจำทางขนาดเล็ก (Jeepny) ในมะนิลา รถโดยสารสาธารณะขนาดเล็ก (Bemo, Opelet, Mikroket)ในจากาต้า รถจักรยานยนต์รับจ้าง สองแถว หรือสี่ล้อเล็ก ในกรุงเทพฯ ระบบขนส่งสาธารณะขนาดเล็ก (Paratransit) ปกติให้บริการในซอยซึ่งเชื่อมระหว่างชุมชนที่อยู่อาศัยและถนนหลักซึ่งมีรถโดยสารประจำทางให้บริการอยู่ โดยระบบขนส่งสาธารณะขนาดเล็ก (Paratransit) เหล่านี้สามารถให้บริการในซอยที่แคบ ซึ่งเล็ก และลึกเกินกว่าที่ รถโดยสารประจำทางขนาดใหญ่จะเข้าถึงได้ [15]

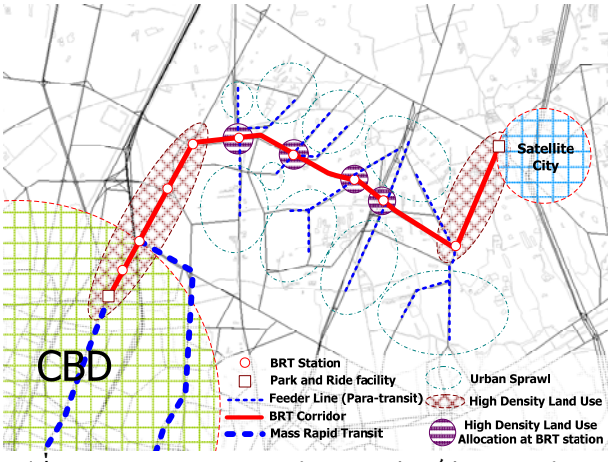
นโยบายที่นำเสนอจะให้ระบบรถโดยสารสาธารณะขนาดเล็ก ทำหน้าที่ให้บริการสนับสนุนบีอาร์ทีภายใต้การวางแผนระบบร่วมที่เหมาะสม โดยวางเส้นทางให้บริการของรถโดยสารสาธารณะขนาดเล็ก ให้รับส่งผู้เดินทางที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ของชุมชนเมืองที่มีการขยายตัวอย่างไม่เป็นระเบียบ ไปสู่สถานีที่อยู่ตามเส้นทางบีอาร์ที และควรมีการออกแบบระบบให้บริการเชื่อมโยงระหว่างบีอาร์ที และระบบรถโดยสารสาธารณะขนาดเล็ก เช่น สถานีเปลี่ยนถ่ายรูปแบบการเดินทางร่วม และระบบเก็บค่าโดยสารร่วม

การออกแบบระบบร่วมระหว่างบีอาร์ที และระบบรถขนส่งสาธารณะขนาดเล็กที่เหมาะสม จะดึงดูดให้ผู้ใช้รถส่วนบุคคลหันมาใช้ระบบขนส่งสาธารณะมากขึ้น การถูกเชื่อมต่อโดยระบบรถโดยสารสาธารณะขนาดเล็กนี้ นอกจากจะเป็นการเพิ่มความจุให้แก่ระบบบีอาร์ที และยังเป็นการเพิ่มความสามารถของผู้เดินทางในการเข้าและออกจากสถานีบีอาร์ที ตัวอย่าง การออกแบบสถานีบีอาร์ทีเชื่อมต่อกับสถานีรถโดยสารสาธารณะขนาดเล็กแสดงดังรูปที่ 2

บริเวณใกล้ๆสถานีบีอาร์ที ควรมีพื้นที่ขนาดพอเหมาะสำหรับเป็นที่ตั้งสถานีและจุดจอดรับ-ส่งผู้โดยสาร สำหรับรถโดยสารสาธารณะขนาดเล็ก (Paratransit) เช่น รถสองแถว หรือรถจักรยานยนต์รับจ้างในกรุงเทพฯ รวมทั้งเป็นจุดเริ่มต้นของเส้นทางให้บริการตามซอยต่างๆที่มาเชื่อมต่อ และควรมีที่จอดชั่วคราวสำหรับรถแท็กซี่จอดรับ-ส่งผู้โดยสาร และที่จอดระยะยาวสำหรับจอดรถจักรยานยนต์และรถจักรยาน

รูปที่ 2 ตัวอย่างการออกแบบสถานีบีอาร์ทีเชื่อมต่อกับสถานีรถโดยสารสาธารณะขนาดเล็ก

ตัวอย่าง การออกแบบโครงการบีอาร์ทีร่วมกับนโยบายที่นำเสนอและนโยบายต่างๆที่มีอยู่ เช่น การให้บริการสนับสนุนรับ-ส่งผู้โดยสารจากระบบรถโดยสารสาธารณะขนาดเล็ก (Paratransit Feeder) การจัดสรรการใช้ประโยชน์ที่ดินให้มีความหนาแน่นสูง (High Density Land Use Allocation) และการจัดสถานที่จอดแล้วจร (P&R Facility) ตามเส้นทางบีอาร์ที แสดงดังรูปที่ 3



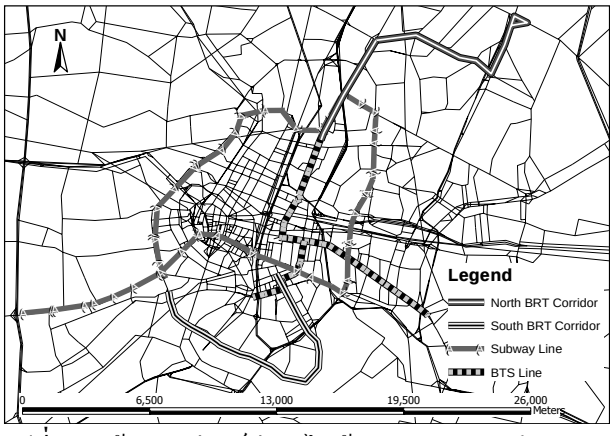
รูปที่ 3 ตัวอย่างการวางแผนโครงการบีอาร์ทีร่วมกับนโยบายต่างๆ

จากรูปจะพบว่า เส้นทางบีอาร์ทีถูกออกแบบให้บริการเชื่อมต่อพื้นที่ศูนย์กลางธุรกิจการค้า (CBD) กับเมืองใหม่ (Satellite City) ที่อยู่ในพื้นที่ชานเมือง โดยเส้นทางบีอาร์ทีด้านพื้นที่ศูนย์กลางธุรกิจการค้า จะเชื่อมต่อกับ โครงข่ายระบบขนส่งมวลชน เช่น รถไฟฟ้าระบบรางที่ให้บริการในพื้นที่ศูนย์กลางธุรกิจการค้านั้น ซึ่งบีอาร์ทีจะทำหน้าที่สำคัญในฐานะสนับสนุนการให้บริการของรถไฟฟ้าใต้ดิน โดยให้บริการรับ-ส่งผู้โดยสาร ระหว่างพื้นที่อยู่อาศัยรอบๆชานเมือง กับพื้นที่ศูนย์กลางธุรกิจการค้า บริเวณตามแนวเส้นทางบีอาร์ทีที่มีกิจกรรมการใช้ประโยชน์ที่ดินต่ำ หรือมีการขยายตัวอย่างไม่เป็นระเบียบของเมือง (Urban Sprawl) ควรมีการดำเนินนโยบายต่างๆบริเวณสถานี และตามแนวเส้นทางเพื่อสนับสนุนให้มีผู้เดินทางสามารถมาใช้บริการบีอาร์ทีได้มากขึ้น นโยบายเหล่านี้รวมทั้ง การสนับสนุนบริการรับ-ส่งผู้โดยสารจาก ระบบรถโดยสารสาธารณะขนาดเล็ก (Paratransit Feeder) การจัดสรรการใช้ประโยชน์พื้นที่ให้มีความหนาแน่นขึ้น (High Density Land Use Allocation) โดยกำหนดให้เส้นทางของรถโดยสารสาธารณะขนาดเล็ก ให้บริการตามซอยต่างๆ เพื่อรับ-ส่งผู้โดยสารที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ของเมือง ที่มีการขยายตัวอย่างไม่เป็นระเบียบกับสถานีบีอาร์ที การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์พื้นที่ เพื่อสนับสนุนการพัฒนาพื้นที่ธุรกิจการค้าและที่อยู่อาศัยภายในรัศมี ที่สามารถเดินถึงตามแนวเส้นทางบีอาร์ที รวมทั้งสร้างเส้นทางลัด สำหรับผู้ใช้จักรยานและคนเดินเท้า ให้สามารถเข้าถึงสถานีได้สะดวกรวดเร็วมากขึ้น ทั้งยังเป็นการสนับสนุนการเดินทางประเภทไม่ใช่เครื่องยนต์กับบีอาร์ที (Non-Motorized Transportation, NMT) [16] นอกจากนี้ ควรมีการจัดหาสถานที่จอดแล้วจรตามสถานีต่างๆ ตลอดเส้นทางบีอาร์ทีสำหรับผู้ใช้รถส่วนบุคคลมาจอดรถไว้แล้วเปลี่ยนถ่ายไปใช้รถบีอาร์ที

4. การประเมินนโยบายที่นำเสนอผ่านกรณีศึกษา

บทความนี้ ได้นำนโยบายที่นำเสนอมา ประยุกต์ใช้ในกรณีศึกษา เพื่อประเมินประสิทธิภาพของนโยบายที่นำเสนอนี้ โดยกรณีศึกษา เป็นการศึกษาและวางแผนการดำเนินโครงการบีอาร์ทีในกรุงเทพฯของกทม. [17] ซึ่งจากการทบทวนรายงานการศึกษา พบว่าบางส่วนของเส้นทางบีอาร์ทีที่วางแผนไว้นี้มีปริมาณผู้โดยสารน้อยเนื่องมาจากมีการขยายตัวอย่างไม่เป็นระเบียบของเมือง (Urban Sprawl) ตามแนวเส้นทางบีอาร์ที ในกรณีศึกษานี้ วางแผนสำหรับปีในอนาคต คือ ปี พ.ศ. 2554 ซึ่งเป็นปีที่โครงการก่อสร้างบีอาร์ทีขั้นที่ 1 ที่วางแผนไว้จะเสร็จ

สมบูรณ์และเริ่มเปิดให้บริการ รวมทั้งจะเป็นปีที่โครงการส่วนขยายสายสีน้ำเงินของรถไฟฟ้ามหานครจะถูกก่อสร้างเสร็จสมบูรณ์และเริ่มเปิดให้บริการเช่นกัน ดังนั้น เส้นทางบีอาร์ทีเส้นทางรถไฟฟ้ามหานคร และ โครงข่ายถนน ที่ถูกวางแผนไว้ในปี พ.ศ.2554 จะเป็นดังแสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 4 เส้นทางบีอาร์ที รถไฟฟ้ามหานคร และโครงข่ายถนนในกรุงเทพฯที่ถูกวางแผนไว้ในปี พ.ศ.2554

ส่วนข้อมูลอื่นๆ นั้น ได้มาจากโครงการศูนย์ข้อมูลและแบบจำลองด้านการจราจรและการขนส่ง (Transport Data and Model Center 3: TDMC3) [18] ซึ่งรวมทั้งข้อมูลโครงข่ายถนน ข้อมูลตารางการกระจายการเดินทาง (O-D matrices) ของโซน 1,521 โซน และพารามิเตอร์ของแบบจำลอง ซึ่งจะถูกนำมาใช้เพื่อพัฒนาแบบจำลองที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพของนโยบายที่นำเสนอนี้ โดยข้อมูลตารางการกระจายการเดินทาง (O-D matrices) ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่คือ รูปแบบการเดินทางประเภทส่วนบุคคล และสาธารณะ จะถูกนำมาใช้เพื่อประเมินจำนวนผู้เดินทางที่หันมาใช้บีอาร์ที แต่เนื่องจากโครงการบีอาร์ทียังอยู่ในระหว่างการวางแผน ดังนั้นพฤติกรรมการเดินทางของผู้ใช้รถบีอาร์ที จะถูกสำรวจโดยใช้วิธีการสำรวจความพึงพอใจ โดยการสร้างสถานการณ์สมมติ (Stated Preference)

เพื่อให้สามารถเปรียบเทียบการดำเนินโครงการบีอาร์ทีร่วมกับนโยบายที่นำเสนอในกรณีต่างๆได้ กรณีศึกษานี้ได้วางแผนการดำเนินโครงการบีอาร์ทีไว้ 3 กรณี คือ 1) ไม่มีการดำเนินโครงการบีอาร์ที (Do-no-thing) 2) ดำเนินโครงการบีอาร์ทีโดยปราศจากการสนับสนุนจากนโยบายที่นำเสนอ (Stand-alone BRT) และ 3) ดำเนินโครงการบีอาร์ทีร่วมกับนโยบายที่นำเสนอคือวางแผนให้รถโดยสารสาธารณะขนาดเล็กให้บริการสนับสนุน (BRT with paratransit feeder) โดยตัวแปรที่ใช้ในการเปรียบเทียบเพื่อประเมินประสิทธิภาพ คือ จำนวนผู้ใช้บีอาร์ที (BRT Ridership) ประสิทธิภาพของโครงข่ายถนน (Network Performance) และการปล่อยมลพิษทางอากาศ (Air Pollution Emission)

4.1 แบบจำลองการวางแผนการขนส่งภายในเมือง

ในการจำลองวางแผนโครงการบีอาร์ทีร่วม กับ นโยบายนำเสนอที่ ซึ่งกำหนดให้ระบบรถโดยสารสาธารณะขนาดเล็กให้บริการสนับสนุน (Paratransit Feeder) จะเกี่ยวข้องสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพของระบบขนส่ง และพฤติกรรมการเลือกรูปแบบการเดินทาง และเส้นทางการเดินทางของผู้เดินทาง ตัวอย่าง เช่น การวางแผนให้สถานีมีการเชื่อมต่อกันเพื่อเปลี่ยนถ่ายรูปแบบการเดินทาง จะมีผลกระทบต่อพฤติกรรมการเลือกรูปแบบการเดินทางของผู้เดินทาง เนื่องจาก เวลาเดินทางที่เปลี่ยนแปลงไป รวมทั้งการจัดช่องทางเฉพาะสำหรับเดินรถบีอาร์ที ซึ่งถูกแบ่งมาจากผิวจราจรเดิม จะสามารถลดเวลาการเดินทางของรถบีอาร์ที ซึ่งจะดึงดูดให้ผู้เดินทางบางส่วนหันมาใช้รถบีอาร์ทีมากขึ้น แต่สำหรับผู้เดินทางที่ยังใช้รถยนต์ส่วนบุคคล และรถโดยสารประจำทางที่วิ่งทางบนผิวจราจรเดิม ซึ่งมีจำนวนช่องจราจรลดลง อาจจะประสบปัญหาการจราจรติดขัดมากขึ้นบนถนนตามแนวเส้นทางบีอาร์ที ซึ่งจะเป็นผลให้ผู้เดินทางเหล่านี้บางส่วนหันไปใช้รถบีอาร์ที หรือเปลี่ยนไปใช้เส้นทางอื่นๆในการเดินทาง

ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทาง (Mode Split) และการจัดการเดินทาง (Traffic Assignment) ไปพร้อมๆกัน บทความนี้ได้พิจารณาเลือกใช้แบบจำลองการวางแผนการขนส่งภายในเมือง ประเภทคำนวณขั้นตอนการเลือกรูปแบบการเดินทาง และการจัดการเดินทางพร้อมกัน (Combined Modal Split and User Equilibrium Assignment Model) เพื่อประเมินประสิทธิภาพของนโยบายที่

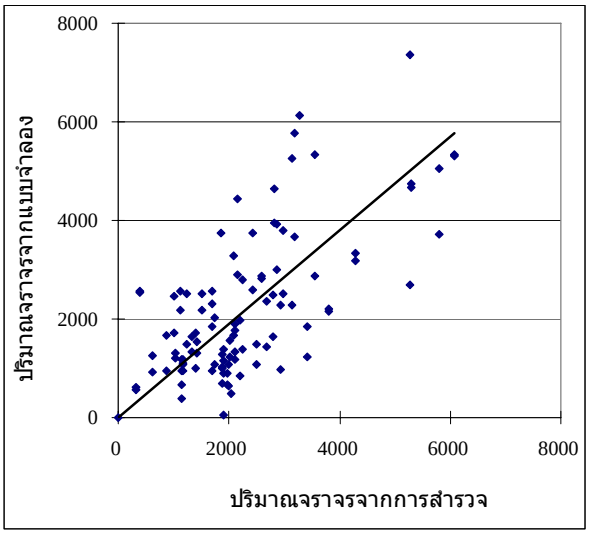
นำเสนอนี้ โดยแบบจำลองที่ถูกพัฒนามาก่อนหน้านี้ [14] ได้ถูกนำมาปรับปรุงเพื่อประยุกต์ใช้ในการศึกษานี้ ส่วนประกอบหลักของแบบจำลองนี้คือ แบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางประเภท Logit (Modal Choice Model of Logit Type) และแบบจำลองการจัดการเดินทางประเภท User Optimal (Trip Assignment Model of User Optimal) โดยสามารถดูรายละเอียดสมการต่างๆของแบบจำลองที่พัฒนาขึ้น และกระบวนการในการแก้ไขปัญหาเพื่อหาคำตอบของแบบจำลองนี้ (Solution Algorithm) ได้ในบทความของผู้เขียนก่อนหน้านี้ [19]

4.2 สมมติฐานสำหรับการจำลองระบบรถโดยสารสาธารณะขนาดเล็กให้บริการสนับสนุนบีอาร์ที

เพื่อจะจำลองรถโดยสารสาธารณะขนาดเล็ก ให้บริการสนับสนุนบีอาร์ที บทความนี้ตั้งสมมติฐานว่า การให้บริการสนับสนุนจากระบบรถโดยสารสาธารณะขนาดเล็กนี้ ส่งผลให้จำนวนผู้มาใช้บริการบีอาร์ทีมากขึ้น เนื่องมาจาก ผู้เดินทางที่จุดเริ่มต้นและจุดปลายทางอยู่ในพื้นที่ห่างไกลกว่า จะสามารถเข้า-ออกจากสถานีรถบีอาร์ทีโดยใช้รถโดยสารสาธารณะขนาดเล็ก ซึ่งสามารถจำลองโดยการขยายพื้นที่โซนจุดเริ่มต้น-จุดปลายทาง (O-D Zones) ที่สามารถเลือกใช้รถบีอาร์ทีให้กว้างขึ้นในแบบจำลอง รวมทั้งการตั้งสมมติฐานที่ว่า การเชื่อมต่อสถานีบีอาร์ทีด้วยสถานีรถโดยสารสาธารณะขนาดเล็ก เพื่อเปลี่ยนถ่ายรูปแบบการเดินทาง สามารถส่งผลให้เวลาเดินทางเข้าถึง และออกจากสถานีบีอาร์ทีในแบบจำลองสั้นขึ้น

4.3 การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง

แบบจำลองที่ถูกพัฒนาขึ้น จะถูกตรวจสอบความถูกต้องในการทำนายปริมาณจราจรในอนาคต บนพื้นที่ศึกษาโดยเปรียบเทียบกับข้อมูลปริมาณจราจรจริงที่ได้จากการสำรวจบนถนนตามเส้นตรวจสอบ (Screen Lines) 3 เส้นของโครงการศูนย์ข้อมูล และแบบจำลองด้านการจราจรและการขนส่ง (Transport Data and Model Center 2: TDMC2) [20] รูปที่ 5 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างปริมาณจราจรที่คำนวณได้จากแบบจำลอง และปริมาณจราจรจากการสำรวจ



รูปที่ 5 การเปรียบเทียบปริมาณจราจรที่ได้จากแบบจำลองและการสำรวจ

ค่าสัมประสิทธิ์ a (Partial Regression Coefficient a) ของสมการถดถอยเชิงเส้น y=ax (Regression Function) และค่าเปอร์เซ็นต์คลาดเคลื่อน (%RMSE) ถูกนำมาใช้เป็นตัวแปรเพื่อระบุความแม่นยำของแบบจำลอง (Goodness of Fit) โดยผลลัพธ์จากการคำนวณของตัวแปรเหล่านี้ คือ a = 0.95 และ %RMSE = 62% ดังนั้น สามารถสรุปได้ว่าแบบจำลองที่ถูกพัฒนาขึ้น สามารถทำนายปริมาณจราจรในอนาคตได้ถูกต้องแม่นยำในระดับที่ยอมรับได้

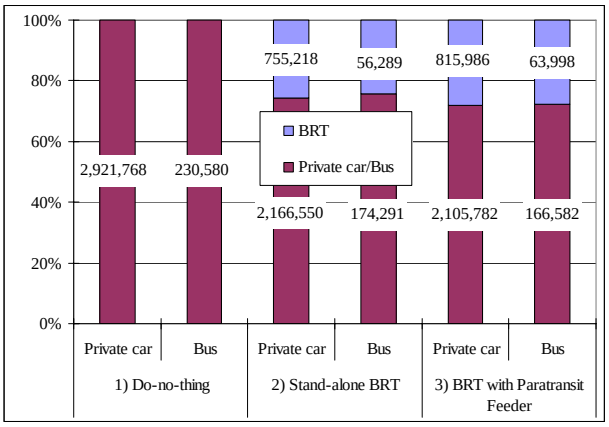
4.4 การคำนวณปริมาณการปล่อยมลพิษทางอากาศ

ปริมาณมลพิษทางอากาศที่ปล่อยออกมาจากยวดยานแต่ละชนิด จากการดำเนินโครงการในแต่ละกรณี สามารถคำนวณได้จากปริมาณจราจร และความเร็วเฉลี่ยบนถนนแต่ละเส้นที่คำนวณได้จากแบบจำลอง ร่วมกับ ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยมลพิษทางอากาศ (Emission Factors) โดยค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยมลพิษทางอากาศที่ใช้ในการคำนวณนี้ ได้จากการศึกษาขององค์กรความร่วมมือระหว่างประเทศญี่ปุ่น (JICA) [21] ที่ทำการสำรวจการปล่อยมลพิษทางอากาศในเขตกรุงเทพฯ

5. ผลลัพธ์และการอภิปราย

ผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลอง คือ ปริมาณผู้เดินทางที่เดิมใช้รถยนต์ส่วนบุคคล และรถโดยสารประจำทางหันไปใช้

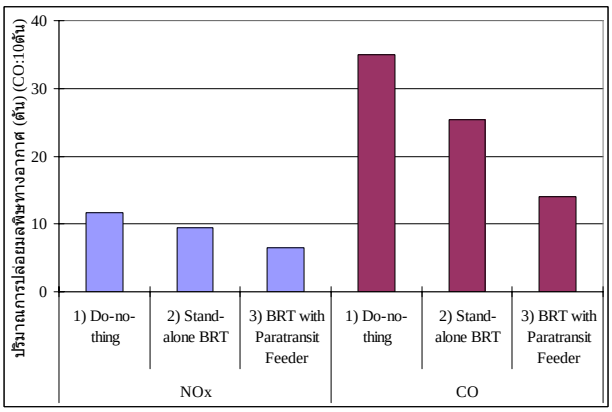
รถบีอาร์ทีตามการดำเนินโครงการในแต่ละกรณีถูกแสดงดังรูปที่ 6 ความเร็วในการเดินทางเฉลี่ยของระบบโครงข่ายทั้งหมดตามการดำเนินโครงการในแต่ละกรณีแสดงในตารางที่ 1 และปริมาณปล่อยมลพิษทางอากาศ แยกตามการดำเนินโครงการในแต่ละกรณีแสดงในรูปที่ 7



รูปที่ 6 จำนวนผู้เดินทางที่เดิมใช้รถยนต์ส่วนบุคคลและรถโดยสารประจำทางหันไปใช้รถบีอาร์ที

ตารางที่ 1 ความเร็วในการเดินทางเฉลี่ยของทั้งระบบ

กรณีของการดำเนินโครงการ	ความเร็วเฉลี่ย
1) ไม่มีการดำเนินโครงการบีอาร์ที (Do-no-thing)	17.3 กม/ชม
2) ดำเนินโครงการบีอาร์ทีโดยปราศจากนโยบายที่นำเสนอ (Stand-alone BRT)	18.9 กม/ชม
3) ดำเนินโครงการบีอาร์ทีร่วมกับนโยบายที่นำเสนอ (BRT with Paratransit Feeder)	19.3 กม/ชม



รูปที่ 7 ปริมาณการปล่อยมลพิษทางอากาศ

จากรูปที่ 6 ผลลัพธ์ของผู้เดินทางที่หันไปใช้รถบีอาร์ที จะพบว่าการดำเนินโครงการตามกรณี 2) การดำเนินโครงการบีอาร์ทีปราศจากการสนับสนุนจากนโยบายที่นำเสนอ (Stand-alone BRT) สามารถผลักดันให้ผู้เดินทางที่เดิมใช้รถยนต์ส่วนบุคคล และรถโดยสารประจำทางหันมาใช้รถบีอาร์ทีในการเดินทางได้บางส่วน แต่หลังจากดำเนินโครงการตามกรณี 3) ดำเนินโครงการบีอาร์ทีร่วมกับนโยบายที่นำเสนอ (BRT with Paratransit Feeder) จะพบว่า มีผู้เดินทางที่เดิมใช้รถส่วนบุคคลและรถโดยสารประจำทางหันมาใช้รถบีอาร์ทีในการเดินทางมากขึ้น ผลลัพธ์ที่ได้นี้สามารถอธิบายได้ว่า การดำเนินโครงการบีอาร์ทีร่วมการให้บริการสนับสนุนของรถโดยสารสาธารณะขนาดเล็ก สามารถเพิ่มระดับการให้บริการของรถบีอาร์ทีจากการขยายพื้นที่ให้บริการ และการเพิ่มความสะดวกรวดเร็วในการเข้าถึงสถานีบีอาร์ทีได้มากขึ้น ดังนั้น ทำให้ปริมาณผู้มาใช้รถบีอาร์ทีมากขึ้น

จากตารางที่ 1 ผลลัพธ์ของความเร็วในการเดินทางเฉลี่ยของทั้งระบบ พบว่าการดำเนินโครงการตามกรณี 1) การไม่มีการดำเนินโครงการบีอาร์ที (Do-no-thing) มีความเร็วในการเดินทางเฉลี่ยของทั้งระบบต่ำที่สุด โดยหลังจากดำเนินโครงการตามกรณี 2) การดำเนินโครงการบีอาร์ทีปราศจากการสนับสนุนจากนโยบายที่นำเสนอ (Stand-alone BRT) ทำให้ความเร็วเฉลี่ยของระบบเพิ่มขึ้น แต่อย่างไรก็ตาม หลังจากดำเนินโครงการตามกรณี 3) ดำเนินโครงการบีอาร์ทีร่วมกับนโยบายที่นำเสนอ (BRT with Paratransit Feeder) ทำให้ความเร็วในการเดินทางเฉลี่ยของทั้งระบบสูงสุด ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้เหล่านี้ สามารถอธิบายได้ว่า เพราะการดำเนินโครงการบีอาร์ทีสามารถกระตุ้นให้ผู้ใช้รถยนต์ส่วนบุคคล และรถโดยสารประจำทางเดิม หันมาใช้รถบีอาร์ทีส่งผลให้ปริมาณจราจรลดลง และการดำเนินนโยบายที่กำหนดให้ รถโดยสารสาธารณะขนาดเล็ก ให้บริการสนับสนุนตามเส้นทางบีอาร์ทีสามารถผลักดันให้ผู้ใช้รถยนต์ส่วนบุคคล และรถโดยสารประจำทางเดิมหันมาใช้รถบีอาร์ทีมากขึ้น ส่งผลให้การจราจรติดขัดน้อยลง

จากรูปที่ 7 ผลลัพธ์ของปริมาณการปล่อยมลพิษทางอากาศของระบบโครงข่ายที่ได้จากแบบจำลอง พบว่าปริมาณ

การปล่อยมลพิษที่ลดลงมีความสัมพันธ์กับปริมาณผู้ใช้รถบีอาร์ที และประสิทธิภาพของระบบโครงข่ายถนน โดยหลังจากดำเนินโครงการบีอาร์ที ตามกรณีที่ 2 (การดำเนินโครงการบีอาร์ทีปราศจากการสนับสนุนจากนโยบายที่นำเสนอ) และกรณีที่ 3 (ดำเนินโครงการบีอาร์ทีร่วมกับนโยบายที่นำเสนอ) จะพบว่า ระบบโครงข่ายปล่อยปริมาณมลพิษทางอากาศน้อยกว่ากรณีที่ 1 (การไม่ดำเนินโครงการบีอาร์ที) โดยเฉพาะการดำเนินโครงการตามกรณีที่ 3 มีการปล่อยปริมาณมลพิษทางอากาศออกมาน้อยที่สุด การปรับปรุงที่ดีขึ้นเหล่านี้สามารถอธิบายได้ว่า การดำเนินโครงการบีอาร์ทีซึ่งใช้รถที่ใช้พลังงานที่สะอาดกว่า ดังนั้น จึงส่งผลให้ปล่อยมลพิษทางอากาศน้อยกว่ารถโดยสารประจำทาง และรถยนต์ส่วนบุคคล เมื่อเทียบต่อบุคคล และการดำเนินนโยบายให้รถโดยสารสาธารณะขนาดเล็ก ให้บริการสนับสนุนสามารถเพิ่มความสะดวกรวดเร็วในการเข้าออกสถานีบีอาร์ที และสามารถขยายพื้นที่ให้บริการของโครงการบีอาร์ที ทำให้มีปริมาณผู้ใช้รถยนต์ส่วนบุคคล และผู้ใช้รถโดยสารประจำทางเดิมเปลี่ยนมาใช้รถบีอาร์ทีมากขึ้น ส่งผลให้การปล่อยมลพิษทางอากาศของรถส่วนบุคคล และรถโดยสารประจำทางลดลง

5. สรุปและข้อเสนอแนะ

บทความนี้ นำเสนอนโยบายที่สนับสนุนให้ผู้เดินทางสามารถมาใช้บริการบีอาร์ทีได้มากขึ้น สำหรับการดำเนินโครงการบีอาร์ทีในเมืองต่างๆในเอเชีย โดยข้อจำกัดของเมืองเหล่านี้ ที่อาจจะเป็นอุปสรรคต่อการพัฒนาโครงการบีอาร์ที คือ ปัญหาการขยายตัวอย่างไม่เป็นระเบียบของเมือง (Urban Sprawl) ทำให้มีผู้เดินทาง ที่สามารถมาใช้โครงการบีอาร์ทีมีจำนวนจำกัด โดยนโยบายที่นำเสนอ คือ การดำเนินโครงการบีอาร์ทีโดยมีรถโดยสารสาธารณะขนาดเล็ก ทำหน้าที่ให้บริการสนับสนุนเส้นทางรถโดยสารสาธารณะขนาดเล็ก ควรถูกวางแผนให้บริการผู้เดินทางจากชุมชน ในพื้นที่ขยายตัวอย่างไม่เป็นระเบียบของเมือง ไปถึงสถานีต่างๆ ตามแนวเส้นทางบีอาร์ที และควรมีการวางแผนระบบร่วมระหว่างบีอาร์ที และรถโดยสารสาธารณะขนาดเล็ก เช่น จุดเปลี่ยนถ่ายรูปแบบการเดินทาง ที่เชื่อมต่อระหว่างสถานีบีอาร์ที และสถานีรถโดยสารสาธารณะขนาดเล็ก

แบบจำลองการวางแผนการขนส่งภายในเมือง ประเภทคำนวณขั้นตอนการเลือกรูปแบบการเดินทาง และการจัดการเดินทางพร้อมกัน (Combined Modal Split and User Equilibrium Assignment Model) ถูกนำมาใช้เพื่อประเมินประสิทธิภาพของนโยบายที่นำเสนอ ผลการประเมินพบว่านโยบายที่นำเสนอนี้ สามารถผลักดันให้ผู้ใช้รถยนต์ส่วนบุคคล และผู้ใช้รถโดยสารประจำทางหันมาใช้รถบีอาร์ทีได้มากขึ้น ความเร็วเดินทางเฉลี่ย และปริมาณการปล่อยมลพิษทางอากาศของระบบโครงข่ายถูกปรับปรุงให้ดีขึ้น หลังจากดำเนินโครงการบีอาร์ทีร่วมกับนโยบายที่นำเสนอ ซึ่งนโยบายที่นำเสนอนี้ สามารถถูกเสนอให้เป็นหนึ่งในนโยบายเพื่อพัฒนาโครงการบีอาร์ทีในเมืองต่างๆในภูมิภาคนี้

สำหรับข้อเสนอแนะสำหรับเป็นแนวทางในการทำวิจัยต่อไปคือ ควรมีการพิจารณาข้อจำกัดอื่นๆในการดำเนินโครงการบีอาร์ทีในเมืองต่างๆในเอเชีย เช่น 1. ความยากลำบากในการกำหนดเส้นทางให้บริการของบีอาร์ที รวมทั้งความลำบากในการเดินรถให้บริการเนื่องจากข้อจำกัดของสภาพกายภาพของถนน และ 2. การขาดการประชาสัมพันธ์โครงการบีอาร์ทีต่อประชาชน ดังนั้น การศึกษาเพื่อนำไปสู่การเสนอนโยบายต่างๆเพื่อแก้ไขปัญหาข้อจำกัดเหล่านี้จึงมีความจำเป็นที่จะต้องดำเนินการต่อไป

เอกสารอ้างอิง

[1] CAI, “BRT Systems in Asia”, Clean Air Initiative for Asian Cities,
URL:http://www.cleanairnet.org/caiasia/1412/article-59592.html.

[2] กทม., “การประเมินราคาลงทุนของโครงการบีอาร์ทีในกรุงเทพฯ”, กรุงเทพมหานคร,
URL:http://203.155.220.217/office/dotat/new_all.htm.

[3] บีทีเอส (BTS), “การประเมินราคาลงทุนโครงการส่วนขยายของรถไฟฟ้าบีทีเอส”, บริษัทระบบขนส่งมวลชนกรุงเทพจำกัด (มหาชน), URL:http://www.bts.co.th/th/btstrain_04.asp.

[4] เอ็มอาทีเอ (MRTA), "การประเมินราคาลงทุนโครงการเส้นทางให้บริการใหม่รถไฟฟ้าขนส่งมวลชน", การรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทย, URL:http://www.mrta.co.th/project/project_new.htm.

[5] กทม. , "บีอาร์ที-ระบบรถโดยสารด่วนพิเศษ", สำนักงานจราจรและขนส่ง, กรุงเทพมหานคร, URL:http://203.155.220.217/office/dotat/periodical_4_1_2548/8-9.htm.

[6] Levinson, H., et al., "Bus Rapid Transit, Volume 1: Case Studies in Bus Rapid Transit", TCRP Report 90, TCRP, Transportation Research Board, Washington, D.C., 2003.

[7] Hidalgo, D. and Yepes, T., "Are Bus Rapid Transit Systems Effective in Poverty Reduction? - Experience of Bogotá's TransMilenio and Lessons for Other Cities-" 84th TRB Annual Meeting, CD-ROM, 2005.

[8] Levinson, H., et al., "Bus Rapid Transit, Volume 2: Implementation Guidelines", TCRP Report 90, TCRP, Transportation Research Board, Washington, D.C., 2003.

[9] Levinson, H., et al., "Bus Rapid Transit: Synthesis of Case Studies", 82nd TRB Annual Meeting, CD-ROM, 2003.

[10] Diaz, R., B., et al., "Characteristics of Bus Rapid Transit for Decision-Making" BRT Demonstration Initiative Reference Document. Federal Transit Administration, 2004.

[11] Wright, L., "Bus Rapid Transit", A Source Book for Policy-Makers in Developing Cities, GTZ, 2003.

[12] Wright, L., "Bus Rapid Transit", Planning Guide, GTZ, 2004.

[13] Hayashi, Y., "Integrated Land Use Transport Planning and Policies for Sustainable Cities and Regions", FOVUS-Network for Mobility, University of Stuttgart, 2004.

[14] Kaneko, Y. & Fukuda, A., "The Combined Trip Distribution, Modal Sprit and Traffic Assignment Equilibrium Model to Evaluate the Transit Oriented Development Policy", Proceedings of 10th World Conference on Transport Research, Istanbul, Turkey, 2004.

[15] Cervero, R., "Paratransit in Southeast Asia: A Market Response to Poor Roads?", The University of California Transportation Center, University of California, Berkeley, 1992.

[16] Pendakur, V., S., Badami, M., G. and Lin, Y., R., "Nonmotorized Transportation Equivalents in Urban Transport Planning" Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, No. 1487, TRB, National Research Council, Washington, D.C., 1995, pp. 49-55.

[17] BMA, "Final Report of BRT project: phase 1", Bangkok Metropolitan Administration, 2005.

[18] OTP "Transport Data and Model Center 3: TDMC3" Final Report, Office of Transport and Traffic Policy and Planning, 2005.

[19] Satiennam, T., et al., "Demand Supply Policy for Bus Rapid Transit Development in Asian Developing Cities - Accumulating Demands from Urban Sprawls to BRT Corridor by Paratransit Feeder-", Proceeding of 11th World Conference on Transport Research, University of California, Berkeley, CA, 24 June 2007.

[20] OTP, "Transport Data and Model Center 2: TDMC2" Final Report, Office of Transport and Traffic Policy and Planning, 2004.

[21] JICA, "The Study on Urban Environmental Improvement Program in Bangkok Metropolitan Area", Final Report, Japan International Cooperation Agency, 1997.