WALAILAK PROCEDIA Walailak Procedia 2019; 2019(3): ST.118
http://wjst.wu.ac.th/index.php/wuresearch

การประเมินความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ ในการพัฒนาระบบการเดินรถโดยสารไฟฟ้าโทรลลีล้อยาง กรณีศึกษาเมืองพัทยา จังหวัดชลบุรี

ภาวิณี เอี่ยมตระกูล[1,*], สิทธา เจนศิริศักดิ์[2] และ จิรวรรณ คล้ายลี[1]

[1]คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ กรุงเทพมหานคร 10200
[2]คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี 34190

[*]iamtrakul@gmail.com

บทคัดย่อ

ตลอดระยะเวลาที่ผ่านมาประเทศทั่วโลกได้เผชิญกับปัญหาที่เกิดขึ้นในมิติต่าง ๆ ทั้งมิติด้านสังคม เศรษฐกิจ ประชากร และสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะจำนวนประชากรเมืองที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ปัญหาของเมืองที่เกิดขึ้นยากจะแก้ไขโดยเฉพาะอย่างยิ่งปัญหาจราจรติดขัด (Chourabi et al. 2012) จึงทำให้เกิดความพยายามในการแก้ไขปัญหาของเมืองเพื่อลดกระทบที่เกิดขึ้นเรื่อยมา ทั้งนี้ พื้นที่ภาคตะวันออกมีการเจริญเติบโตอย่างต่อเนื่องมากกว่าภูมิภาคอื่นๆ ของประเทศโดยเฉพาะการเป็นศูนย์กลางการอุตสาหกรรมและการขนส่ง ซึ่งถือเป็นระบบเศรษฐกิจหลักของประเทศในอนาคต และยังจัดเป็นภาคเศรษฐกิจจริง (Real Sector) ที่มีการผลิต และการจ้างงานที่จะหนุนเสริมให้พื้นที่บริเวณนี้กลายเป็นพื้นที่พัฒนาเชื่อมโยงกันเป็นโครงข่ายใหญ่ ที่อยู่ในพื้นที่โครงการระเบียงเศรษฐกิจภาคตะวันออก (Eastern Economic Corridor : EEC) โดยเน้นด้านการคมนาคมและโลจิสติกส์ รวมถึงโครงการพัฒนาเมืองอุตสาหกรรมใหม่เพื่อส่งเสริมเศรษฐกิจอีกด้วย (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. สำนักนายกรัฐมนตรี, 2561) การศึกษาความคุ้มทุนของการใช้รถโดยสารไฟฟ้าโทรลลีล้อยางหากมีการนำไปใช้จริงโดยการเปรียบเทียบระหว่างยานพาหนะทั้งสามรูปแบบ อันได้แก่ รถไฟฟ้าโทรลลีล้อยาง (Trolley) รถบัสไฟฟ้า (EV Bus) และรถบัสดีเซล (EURO-5 Bus) ทั้งในด้านของการบริหารจัดการ (Service Operation) และความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจ (Economic feasibility) โดยผลการศึกษาที่คาดหวังจากการศึกษาครั้งนี้คือการพิจารณาถึงความเป็นไปได้ของการนำนโยบายด้านการส่งเสริมการพัฒนารถเมล์ไฟฟ้าในประเทศไทย รูปแบบการพัฒนาและความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์ของการใช้รถเมล์ไฟฟ้าในประเทศไทย

คำสำคัญ: ความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจ, รถไฟฟ้าโทรลลีล้อยาง, เมืองพัทยา

บทนำ

เนื่องจากการเปิดพื้นที่การพัฒนาไปสู่ส่วนภูมิภาค จากกรอบนโยบายการพัฒนาพื้นที่ในภาคตะวันออก อันได้แก่ เมืองพัทยา จังหวัดชลบุรี ภายใต้กรอบความร่วมมือระหว่างประเทศ ในการเข้าร่วมเป็นประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน (Udomsri & Miyamoto,1995) โดยผลการประชุมเชิงปฏิบัติการการเข้าสู่ประชาคมอาเซียนปี 2558 ได้สรุปสาระของยุทธศาสตร์การเข้าสู่ประชาคมอาเซียน ปี 2558 ที่มีเนื้อหาสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบคมนาคมและขนส่ง ได้แก่ ยุทธศาสตร์ที่ 3 การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานและโลจิสติกส์อันเกี่ยวเนื่องกับโครงการพัฒนาระบบรถไฟรางคู่ โครงการรถไฟความเร็วสูง โดยขณะนี้ยังอยู่ในช่วงของการศึกษาและดำเนินการ ทั้งนี้ เมื่อเกิดระบบโครงข่ายทางรางเพื่อเปิดพื้นที่การพัฒนาแล้วนั้น สิ่งหนึ่งที่จำเป็นต้องพิจารณาควบคู่ด้วยคือ การให้บริการการขนส่งระบบรอง (Feeder system) เพื่อยกระดับการให้บริการของการขนส่งระบบหลัก หรือระบบราง (Mattson, 2012) ซึ่งการศึกษาความเป็นไปได้เชิงนโยบายเกี่ยวกับการพัฒนาศักยภาพของรถเมล์โดยสารไฟฟ้าในเมืองหลักของประเทศไทย จะช่วยให้สามารถกำหนดนโยบายและทิศทางการพัฒนารูปแบบการขนส่งประเภทรถบัสไฟฟ้าล้อยางในเมืองต้นแบบของประเทศไทยได้ (Transportation Bureau, 2001) ดังนั้น การศึกษานี้จึงเป็นการศึกษาสถานการณ์การพัฒนาเมืองที่เกิดขึ้นในประเทศไทยต่อความเป็นไปได้ในการใช้รถเมล์ไฟฟ้าล้อยางในอนาคต เพื่อระบุปัจจัยและความเป็นไปได้ในการพัฒนาศักยภาพของรถเมล์โดยสารไฟฟ้าในเมืองหลักของประเทศไทย อนึ่งจากการทบทวนวรรณกรรม พบว่า จุดเริ่มต้นของความท้าทายสำหรับการลงทุนระบบขนส่งสาธารณะ

คือ การทำให้เกิดการยอมรับว่าระบบขนส่งสาธารณะก่อให้เกิดประโยชน์ต่อสาธารณะ โดยทำให้เกิดการเข้าถึงพื้นที่เพื่อสร้างกิจกรรมทางเศรษฐกิจที่มีมูลค่าแก่เมือง ระบบขนส่งสาธารณะที่มีคุณภาพและมีประสิทธิภาพต้องใช้เงินทุนสูง ทั้งเงินลงทุน (Investment Cost) ดำเนินการ (Operating Cost) และบำรุงรักษา (Maintenance Cost) รายได้จากค่าโดยสารเพียงอย่างเดียวไม่เพียงพอสำหรับลงทุนและทำให้บริการมีประสิทธิภาพและคุณภาพการบริการที่ดีได้ จากประสบการณ์ของประเทศกำลังพัฒนาอื่นๆ พบว่า งบลงทุนในระบบขนส่งสาธารณะอยู่ในระดับร้อยละ 1-2 ต่อ GDP ต่อปี โดยระบบขนส่งสาธารณะในเมืองมีหลากหลายรูปแบบ แต่ละรูปแบบมีต้นทุนแตกต่างกัน และแตกต่างในในการลงทุนของแต่ละประเทศ จากประสบการณ์ในต่างประเทศ พบว่า ต้นทุนในการพัฒนาและดำเนินการระบบขนส่งสาธารณะมีความสัมพันธ์กับผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศ โดยค่าเฉลี่ยเงินลงทุน (โครงสร้างพื้นฐานและระบบ) และค่าเฉลี่ยเงินดำเนินการ (ดำเนินการ บำรุงรักษา และจัดการทดแทน) ของระบบขนส่งสาธารณะ (CODATU, 2014) ดังนั้น เพื่อให้เกิดมาตรการของการพัฒนาการให้บริการการขนส่งระบบรอง (Feeder system) จึงทำการศึกษาและเปรียบเทียบถึงความคุ้มทุนของการใช้เทคโนโลยีไฟฟ้าและแบตเตอรี่ที่เหมาะสมกับการพัฒนาศักยภาพของรถโดยสารไฟฟ้าโทรลลีล้อยางของประเทศไทยซึ่งการนำไปปฏิบัติเพื่อให้เกิดการแก้ไขปัญหาของเมืองได้อย่างยั่งยืน

ประเภทของรถโดยสารที่ดำเนินการเปรียบเทียบในการศึกษาในครั้งนี้ ได้แก่ รถไฟฟ้าโทรลลีล้อยาง (Trolley Bus) รถบัสไฟฟ้า (EV Bus) และรถบัสดีเซล (EURO 5 Bus) พบว่า ในด้านของตัวรถนั้นรถประเภท EURO 5 นั้นมีสมรรถนะที่สูงกว่ารถประเภทอื่น แต่มีระยะเวลาในการใช้งานที่ต่ำกว่ารถโดยสารประเภทอื่น ในขณะที่ค่าบำรุงรักษาได้พิจารณาต่อระยะทางที่เดินรถ โดยรถโทรลลีล้อยารงจะมีค่าบำรุงรักษาที่สูงกว่า ในด้านเชื้อเพลิงนั้นได้ดำเนินการเปรียบเทียบค่าของการใช้พลังงานไฟฟ้าให้อยู่ในรูปของพลังงานเชื้อเพลิงเพื่อให้สามารถเปรียบเทียบกับรถประเภท EURO 5 ได้ โดยการเปรียบเทียบสมรรถนะของยานพาหนะทั้งสามลักษณะนั้นสามารถแสดงได้ดัง**ตารางที่ 1** และ**รูปที่ 1**

ตารางที่ 1 แสดงค่าของต้นทุนด้านโครงสร้างพื้นฐาน จำแนกตามประเภทของยานพาหนะ

ข้อมูลจำเพาะของเครื่องยนต์	ประเภท		
	Trolley	**EV**	**Euro 5**
ความยาว (เมตร)	8.55 เมตร	12 เมตร	10.1-13.1 เมตร
ความกว้าง (เมตร)	2.50 เมตร	2.55 เมตร	2.40 เมตร
น้ำหนักรวมบรรทุก	13,500 กิโลกรัม	18,000 กิโลกรัม	19,000 กิโลกรัม
พลังงานในการขับเคลื่อน	Li-On Battery 114.5kWh	Li-On battery 76 kWH	Diesel
กำลัง (แรงม้า)	135	160	330
แรงบิด (Nm)	2,100	400	1200
ระยะเวลาของการประจุไฟฟ้า (ชั่วโมง)	4.0	2.6-3.2	-
Capacity/Power	120 Ah	178 Ah/1.14.5 kWh	-
Working temperature (Celcius)	Charger 0 ~ 45	Charger 0 ~ 55	-
ราคาของยานพาหนะ (ล้านบาท)	10.00	8.20	5.00
ราคาแบตเดตอรรี (ล้านบาท)	0.00	1.00	0.00
อายุการใช้งาน (ปี)	20	15	10
ค่าบำรุงดูแลรักษา (บาทต่อคันต่อกิโลเมตร)	12.50	3.00	9.45
ค่าเชื้อเพลิง (บาทต่อคันต่อกิโลเมตร)	5.13	5.13	12.00

รถ EV Bus　　รถ Trolley Bus　　รถ EURO 5 Bus

รูปที่ 1 รูปแบบยานพาหนะทั้ง 3 ลักษณะ

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิเคราะห์ในส่วนนี้ดำเนินการเพื่อวิเคราะห์หาความคุ้มทุนของโครงการ โดยดำเนินการเปรียบเทียบระหว่างรถโดยสารไฟฟ้าโทรลลีล้อยาง รถบัสไฟฟ้า (Electric Vehicle: EV) และรถบัสดีเซล (Euro-5 Bus) ในเงื่อนไขต่างๆ ได้แก่ เงื่อนไขทางด้านรายได้ของการให้บริการ สมมติฐานด้านตัวรถ สมมติฐานด้านสิ่งแวดล้อม สมมติฐานด้านการลงทุนโครงสร้างพื้นฐาน สมมติฐานด้านเศรษฐศาสตร์ โดยดำเนินการเปรียบเทียบระหว่างสายการให้บริการทั้ง 4 สาย และเปรียบเทียบระหว่างยานพาหนะที่ให้บริการ โดยเงื่อนไขและสมมติฐาน (Assumption) ในการวิเคราะห์ดังนี้

- ***สมมติฐานด้านรายได้ของการให้บริการ***

  1) จำนวนผู้โดยสาร ดำเนินการคิดเฉลี่ยจำนวนผู้โดยสารต่อสาย ที่ได้จากการคาดประมาณการเดินทางสองทิศทางต่อสาย ระหว่างการให้บริการทั้งสามแบบไม่แตกต่างกัน
  2) ค่าเดินทางของทุกสายมีราคาคงที่ เท่ากับ 15 บาทตลอดสาย
  3) รายได้จากค่าโฆษณา คิดเป็น 120,000 บาทต่อปี
  4) รายได้จากการขายรถตามมูลค่าซาก ซึ่งจะขายในปีที่ 12 โดยมีราคาเท่ากับร้อยละ 5 ของมูลค่าตัวรถ
  5) ดำเนินการวิเคราะห์แยกในแต่ละเส้นทาง เปรียบเทียบระหว่าง รถบัสไฟฟ้า (EV) รถไฟฟ้าโทรลลีล้อยาง และรถประจำทาง (Euro-5 Bus)
  6) คิดเส้นทางรวมทั้งเที่ยวไป-เที่ยวกลับ
  7) ดำเนินการทั้งสิ้น 365 วัน วันละ 18 ชั่วโมง (เริ่มให้บริการตั้งแต่ 06:00 – 00:00)
  8) เงื่อนไขของการให้บริการระหว่าง รถบัสไฟฟ้า (Electrical Vehicles) รถไฟฟ้าโทรลลีล้อยางและรถประจำทาง (Euro-5 Bus) ไม่มีความแตกต่างกัน

- ***สมมติฐานด้านตัวรถ***

  1) ค่าใช้จ่ายของยานพาหนะมีราคาแตกต่างกัน โดยกำหนดดังนี้
     - (1) มูลค่าของรถโทรลลีล้อยาง เท่ากับ 10 ล้านบาท ต่อคัน
     - (2) มูลค่าของรถโดยสารไฟฟ้า EV-Bus เท่ากับ 8.20 ล้านบาท ต่อคัน
     - (3) มูลค่าของรถบัส Euro-5 เท่ากับ 5.00 ล้านบาท ต่อคัน
  2) มูลค่าแบตเตอร์รี่ของรถ EV เท่ากับ 1 ล้านบาทต่อปี
  3) ระยะเวลาของการใช้งานรถมีความแตกต่างกัน ดังนี้
     - (1) อายุการใช้งานของรถไฟฟ้าโทรลีล้อยาง เท่ากับ 20 ปี
     - (2) อายุการใช้งานของรถEV-Bus เท่ากับ 15 ปี

(3) อายุการใช้งานของรถ Euro-5 เท่ากับ 10 ปี

4) มูลค่าซากเท่ากับ ร้อยละ 5 ของเงินลงทุน

5) ค่าบำรุงรักษาของยานพาหนะมีราคาแตกต่างกัน โดยกำหนดดังนี้

(1) มูลค่าของรถโทรลลีล้อยาง เท่ากับ 12.50 บาทต่อคันต่อกิโลเมตร

(2) มูลค่าของรถโดยสารไฟฟ้า EV-Bus เท่ากับ 3.00 บาทต่อคันต่อกิโลเมตร

(3) มูลค่าของรถบัส Euro-5 เท่ากับ 9.45 บาทต่อคันต่อกิโลเมตร

6) ค่าเชื้อเพลิง (Fuel cost) ของยานพาหนะมีราคาแตกต่างกัน โดยกำหนดดังนี้

(1) มูลค่าของรถโทรลลีล้อยาง เท่ากับ 5.13 บาทต่อคันต่อกิโลเมตร

(2) มูลค่าของรถโดยสารไฟฟ้า EV-Bus เท่ากับ 5.13 บาทต่อคันต่อกิโลเมตร

(3) มูลค่าของรถบัส Euro-5 เท่ากับ 12.00 บาทต่อคันต่อกิโลเมตร

7) เงื่อนไขของการให้บริการระหว่าง รถบัสไฟฟ้า (Electrical Vehicles) รถไฟฟ้าโทรลลีล้อยาง และรถประจำทาง (Euro-5 Bus) ในด้านของจำนวนผู้โดยสารที่ให้บริการในแต่ละเส้นทาง ไม่มีความแตกต่างกัน

- ***สมมติฐานด้านสิ่งแวดล้อม***

1) มูลค่าของสิ่งแวดล้อม มีค่าดังแสดงใน**ตารางที่ 2**

ตารางที่ 2 แสดงค่าของต้นทุนด้านสิ่งแวดล้อม จำแนกตามประเภทของยานพาหนะ

ต้นทุนทางสิ่งแวดล้อม	**EURO/Veh/Km**			**THB/Veh/Km**		
	Trolley	**EV**	**Euro 5**	**Trolley**	**EV**	**Euro 5**
CO	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
NMHC	0.00000	0.00000	0.00011	0.00000	0.00000	0.00413
NO_x	0.01523	0.01523	0.01245	0.57219	0.57219	0.14775
PM10	0.03733	0.03733	0.00268	1.40249	1.40249	0.10069
CO_2	0.13411	0.13411	0.12180	5.03851	5.03851	4.57603
Noise	0.012	0.012	0.006	0.45084	0.45084	2.25420
Total	0.19704	0.19704	0.19867	7.46403	7.4640.	7.40279

หมายเหตุ: คิดที่ค่า 1 EUR เท่ากับ 37.57 บาท

- ***สมมติฐานด้านการลงทุนด้านโครงสร้างพื้นฐาน***

1) ต้นทุนด้านโครงสร้างพื้นฐานนั้นพิจารณาทั้งสิ้น 6 มิติ ได้แก่ ต้นทุนด้านสายส่งกระแสไฟฟ้า (Overhead wire) สถานีจ่ายไฟฟ้าย่อย (Substation) แทรคชั่น (Traction Substation) ตัวสายส่ง (MV Cabling) สายไฟฟ้า (Overhead Catenary System) และสถานีรับกระแสไฟฟ้า (Receiving Substation) โดยมีรายละเอียดดังแสดงใน**ตารางที่ 3**

ตารางที่ 3 แสดงค่าของต้นทุนด้านโครงสร้างพื้นฐาน จำแนกตามประเภทของยานพาหนะ

ต้นทุนด้านโครงสร้างพื้นฐาน	ประเภท		
	Trolley	**EV**	**Euro 5**
Overhead Wire (Million THB/KM)	13.50	0.00	0.00
Substation (Million THB/KM)	3.40	3.40	0
Receiving Substation (Million THB per unit)	25.0	25.0	0
Traction Substation (750 VDC) Million THB Per unit	20.0	20.0	0
MV Cabling (22KV) Million THB Per Km Per Phase	2.0	2.0	0
Overhead Catenary System (Million THB Per KM)	18.0	18.0	0

- ***สมมติฐานด้านเศรษฐศาสตร์***

ระยะเวลาในการดำเนินโครงการ 30 ปี อัตราดอกเบี้ย ร้อยละ 10 ต่อปี และค่า Discount Rate เท่ากับร้อยละ 12 ต่อปี

- ***สมมติฐานด้านปริมาณผู้โดยสาร***

จำนวนผู้โดยสารของเส้นทางแต่ละเส้นทางนั้นได้จากการคาดการณ์จำนวนผู้โดยสาร โดยได้คาดการณ์จำแนกเป็นรายห้าปี โดยมีรายละเอียดแสดงดังได้ดัง**ตารางที่ 4**

ตารางที่ 4 จำนวนปริมาณการเดินทาง จำแนกตามเส้นทาง

ต้นทุนด้านโครงสร้างพื้นฐาน	จำนวนผู้โดยสารคาดการณ์				
	ปี พ.ศ. 2563	**ปี พ.ศ. 2567**	**ปี พ.ศ. 2572**	**ปี พ.ศ. 2577**	**ปี พ.ศ. 2582**
สายที่ 1 (นาเกลือ - พัทยากลาง)	5,361	5,705	6,137	6,510	6,898
สายที่ 2 (พัทยาสาย 1 - พัทยากลาง - สถานีรถไฟพัทยา)	5,597	5,957	6,407	6,797	7,202
สายที่ 3 (พัทยาเหนือ - พัทยากลาง - พัทยาใต้)	7,029	7,482	8,048	8,537	9,046
สายที่ 4 (นาจอมเทียน - พัทยากลาง)	11,170	11,889	12,788	13,567	14,376
รวมทุกสาย	29,157	31,033	33,380	35,411	37,522

ผลและอภิปรายผล

จากการศึกษาวิเคราะห์ด้านความคุ้มทุนของโครงการรถไฟฟ้า โดยเปรียบเทียบตามประเภทของยานพาหนะและเส้นทางในกรณีศึกษาเมืองพัทยา สามารถสรุปตามเส้นทางได้ดังนี้

1) สายที่ 1 (นาเกลือ - พัทยากลาง)

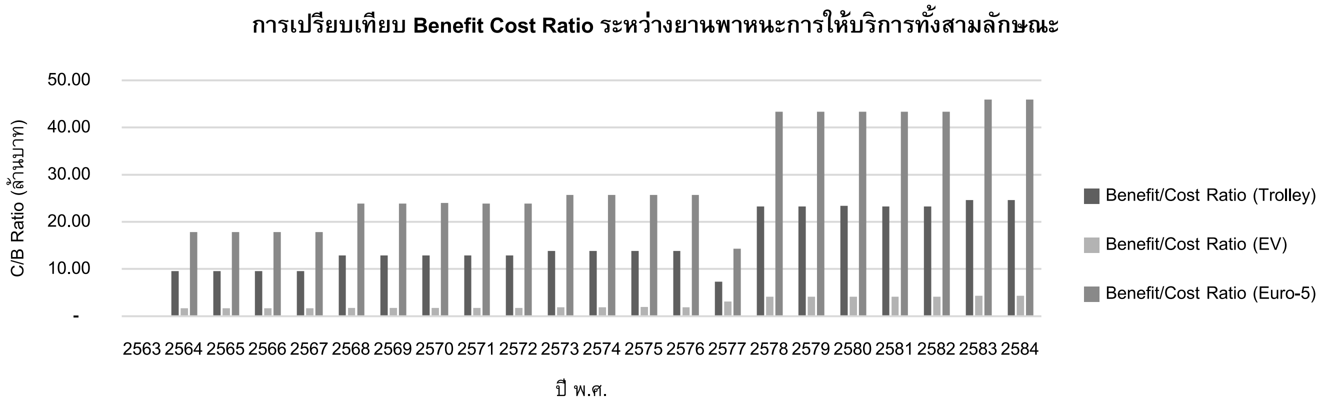
ผลจากการวิเคราะห์จากเงื่อนไขทางเศรษฐศาสตร์โดยการเปรียบเทียบระหว่างยานพาหนะทั้งสามรูปแบบ อันได้แก่ รถไฟฟ้าโทรลลีล้อยาง (Trolley) รถบัสไฟฟ้า (EV Bus) และรถบัสดีเซล (EURO-5 Bus) โดยดำเนินการวิเคราะห์ในเส้นทางสายที่ 1 (นาเกลือ - พัทยากลาง) โดยมีระยะทางทั้งสิ้น 27.10 กิโลเมตร (วิ่งสองทิศทาง) โดยดำเนินการวิ่งเฉลี่ยเท่ากับ 400 กิโลเมตรต่อวัน พบว่า มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) ของโครงการลงทุนในสายการให้บริการสายนี้เท่ากับ 2,858.60 ล้านบาทในกรณีของรถ Trolley และเท่ากับ 1,823.53 ล้านบาทในกรณีของการลงทุนรถบัสไฟฟ้า โดยผลต่างของการลงทุนทั้งสองลักษณะนั้นเท่ากับ 1,035.07

ล้านบาท ในขณะที่มูลค่าสุทธิของรถเมล์ Euro-5 Bus นั้นเท่ากับ 4,331.28 ล้านบาท โดยมีค่า IRR เท่ากับร้อยละ 651.00 โดยผลการวิเคราะห์สามารถแสดงได้ดัง**ตารางที่ 5** และ**รูปที่ 2**

ตารางที่ 5 การเปรียบเทียบความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ในมิติของมูลค่าสุทธิ (NPV) และอัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) กรณีเส้นทางสายที่ 1 (นาเกลือ - พัทยากลาง)

	NPV (ล้านบาท)	IRR
Trolley Bus	2,858.60	33.00%
EV	1,823.53	35.00%
Euro-5 Bus	4,331.28	651.00%

หมายเหตุ คิดค่า Discount rate ที่ 12%



รูปที่ 2 การเปรียบเทียบด้านความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ (Benefit Cost Ratio) ระหว่างรูปแบบยานพาหนะทั้ง 3 ลักษณะ

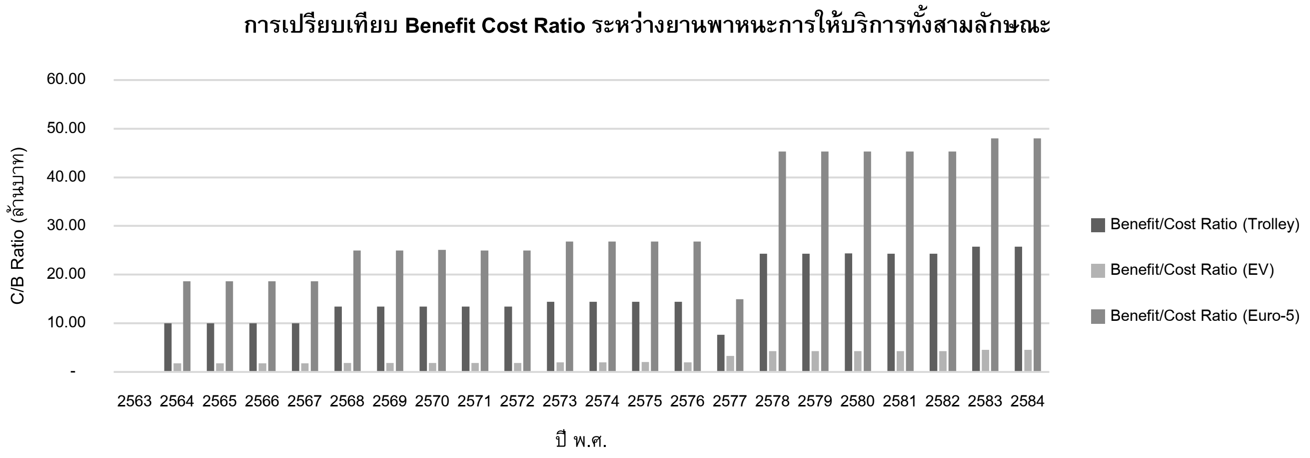
2) สายที่ 2 (พัทยาสาย 1 - พัทยากลาง - สถานีรถไฟพัทยา)

ผลจากการวิเคราะห์จากเงื่อนไขทางเศรษฐศาสตร์โดยการเปรียบเทียบระหว่างยานพาหนะทั้งสามรูปแบบ อันได้แก่ รถไฟฟ้าโทรลลีล้อยาง (Trolley) รถบัสไฟฟ้า (EV Bus) และรถบัสดีเซล (EURO-5 Bus) โดยดำเนินการวิเคราะห์ในเส้นทางสายที่ 2 (พัทยาสาย 1 - พัทยากลาง - สถานีรถไฟพัทยา)โดยมีระยะทางทั้งสิ้น 18.43 กิโลเมตร (วิ่งสองทิศทาง) โดยดำเนินการวิ่งเฉลี่ยเท่ากับ 400 กิโลเมตรต่อวัน พบว่า มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) ของโครงการลงทุนในสายการให้บริการสายนี้เท่ากับ 3,165.50 ล้านบาทในกรณีของรถ Trolley และเท่ากับ 2,025.93 ล้านบาทในกรณีของการลงทุนรถบัสไฟฟ้า โดยผลต่างของการลงทุนทั้งสองลักษณะนั้นเท่ากับ 1,139.57 ล้านบาท ในขณะที่มูลค่าสุทธิของรถเมล์ Euro-5 Bus นั้นเท่ากับ 4,533.68 ล้านบาท โดยมีค่า IRR เท่ากับร้อยละ 682.00 โดยผลการวิเคราะห์สามารถแสดงได้ดัง**ตารางที่ 6** และ**รูปที่ 3**

ตารางที่ 6 การเปรียบเทียบความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ในมิติของมูลค่าสุทธิ (NPV) และอัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) กรณีเส้นทางสายที่ 2 (พัทยาสาย 1 - พัทยากลาง - สถานีรถไฟพัทยา)

	NPV (ล้านบาท)	IRR
Trolley Bus	3,165.50	37.00%
EV	2,025.93	38.00%
Euro-5 Bus	4,533.68	682.00%

หมายเหตุ คิดค่า Discount rate ที่ 12%



รูปที่ 3 การเปรียบเทียบด้านความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ (Benefit Cost Ratio) ระหว่างรูปแบบยานพาหนะทั้ง 3 ลักษณะ

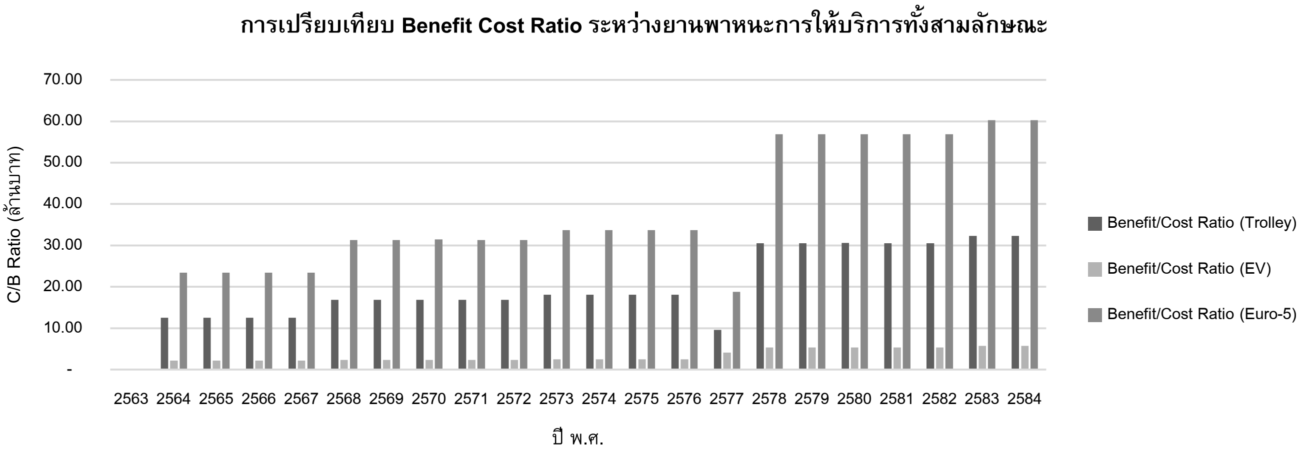
3) สายที่ 3 (พัทยาเหนือ - พัทยากลาง - พัทยาใต้)

ผลจากการวิเคราะห์จากเงื่อนไขทางเศรษฐศาสตร์โดยการเปรียบเทียบระหว่างยานพาหนะทั้งสามรูปแบบ อันได้แก่ รถไฟฟ้าโทรลลีล้อยาง (Trolley) รถบัสไฟฟ้า (EV Bus) และรถบัสดีเซล (EURO-5 Bus) โดยดำเนินการวิเคราะห์ในเส้นทางสายที่ 3 (พัทยาเหนือ - พัทยากลาง - พัทยาใต้)โดยมีระยะทางทั้งสิ้น 33.80 กิโลเมตร (วิ่งสองทิศทาง) โดยดำเนินการวิ่งเฉลี่ยเท่ากับ 400 กิโลเมตรต่อวัน พบว่า มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) ของโครงการลงทุนในสายการให้บริการสายนี้เท่ากับ 4,207.53 ล้านบาทในกรณีของรถ Trolley และเท่ากับ 3,253.22 ล้านบาทในกรณีของการลงทุนรถบัสไฟฟ้า โดยผลต่างของการลงทุนทั้งสองลักษณะนั้นเท่ากับ 954.31 ล้านบาท ในขณะที่มูลค่าสุทธิของรถเมล์ Euro-5 Bus นั้นเท่ากับ 5,760.97 ล้านบาท โดยมีค่า IRR เท่ากับร้อยละ 866.00 โดยผลการวิเคราะห์สามารถแสดงได้ดัง**ตารางที่ 7** และ**รูปที่ 4**

ตารางที่ 7 การเปรียบเทียบความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ในมิติของมูลค่าสุทธิ (NPV) และอัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) กรณีเส้นทางสายที่ 3 (พัทยาเหนือ - พัทยากลาง - พัทยาใต้)

	NPV (ล้านบาท)	IRR
Trolley Bus	4,207.53	41.00%
EV	3,253.22	57.00%
Euro-5 Bus	5,760.97	866.00%

หมายเหตุ คิดค่า Discount rate ที่ 12%



รูปที่ 4 การเปรียบเทียบด้านความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ (Benefit Cost Ratio) ระหว่างรูปแบบยานพาหนะทั้ง 3 ลักษณะ

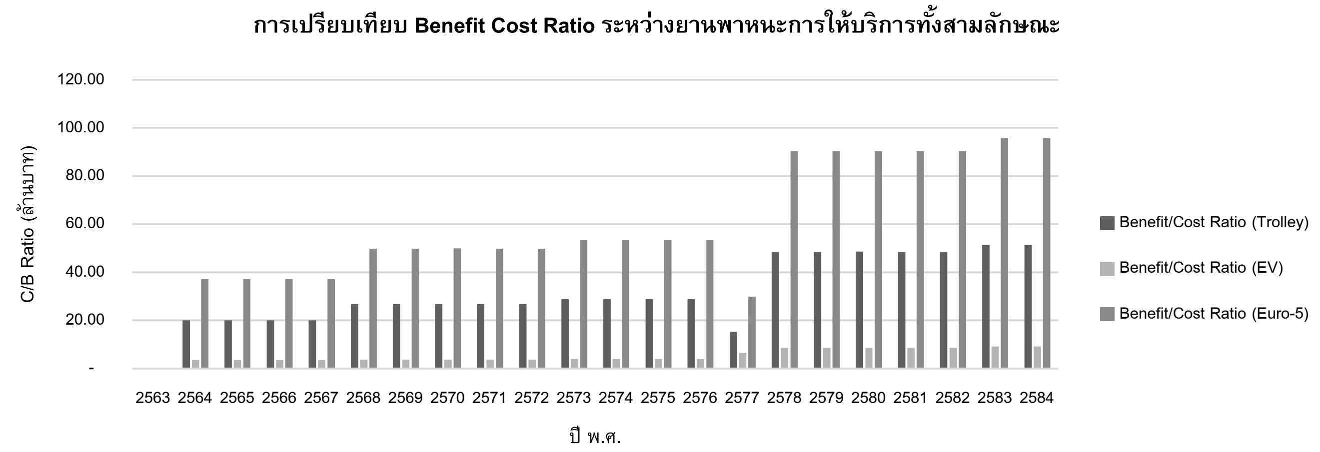
4) สายที่ 4 (นาจอมเทียน - พัทยากลาง)

ผลจากการวิเคราะห์จากเงื่อนไขทางเศรษฐศาสตร์โดยการเปรียบเทียบระหว่างยานพาหนะทั้งสามรูปแบบ อันได้แก่ รถไฟฟ้าโทรลลีล้อยาง (Trolley) รถบัสไฟฟ้า (EV Bus) และรถบัสดีเซล (EURO-5 Bus) โดยดำเนินการวิเคราะห์ในเส้นทางสายที่ 4 (นาจอมเทียน - พัทยากลาง) โดยมีระยะทางทั้งสิ้น 35.00 กิโลเมตร (วิ่งสองทิศทาง) โดยดำเนินการวิ่งเฉลี่ยเท่ากับ 400 กิโลเมตรต่อวัน พบว่ามูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) ของโครงการลงทุนในสายการให้บริการสายนี้เท่ากับ 7,740.60.19 ล้านบาทในกรณีของรถ Trolley และเท่ากับ 6,800.75 ล้านบาทในกรณีของการลงทุนรถบัสไฟฟ้า โดยผลต่างของการลงทุนทั้งสองลักษณะนั้นเท่ากับ 939.85 ล้านบาท ในขณะที่มูลค่าสุทธิของรถเมล์ Euro-5 Bus นั้นเท่ากับ 9,308.50 ล้านบาท โดยมีค่า IRR เท่ากับร้อยละ 1,398.00 โดยผลการวิเคราะห์สามารถแสดงได้ดัง**ตารางที่ 8** และ**รูปที่ 5**

ตารางที่ 8 การเปรียบเทียบความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ในมิติของมูลค่าสุทธิ (NPV) และอัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) กรณีเส้นทางสายที่ 4 (นาจอมเทียน - พัทยากลาง)

	NPV (ล้านบาท)	**IRR**
Trolley Bus	7,740.60	65.00%
EV	6,800.75	116.00%
Euro-5 Bus	9,308.50	1398.00%

หมายเหตุ คิดค่า Discount rate ที่ 10%



รูปที่ 5 การเปรียบเทียบด้านความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ (Benefit Cost Ratio) ระหว่างรูปแบบยานพาหนะทั้ง 3 ลักษณะ

สรุปผลการวิจัย

ผลจากการวิเคราะห์ด้านความคุ้มค่าของการให้บริการรถโดยสารในเขตเมืองพัทยา โดยดำเนินการเปรียบเทียบระหว่างรถไฟฟ้าโทรลลี (Trolley) รถบัสไฟฟ้า (EV Bus) และรถดีเซล (Euro-5 Bus) โดยได้ดำเนินการวิเคราะห์ในมิติต่างๆ ทั้งสิ้น 4 เงื่อนไข อันได้แก่ (1) เงื่อนไขด้านต้นทุนสิ่งแวดล้อม (2) เงื่อนไขต้นทุนด้านระบบโครงสร้างพื้นฐาน (3) เงื่อนไขต้นทุนด้านการเดินรถ และ (4) รายได้ที่เกิดขึ้นจากการให้บริการ ซึ่งได้พิจารณาจากผลความคุ้มค่าทั้งสิ้น 3 มิติ ได้แก่ (1) มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) (2) อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) และ (3) ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ (Benefit Cost Ratio) ในการศึกษานี้ดำเนินการเปรียบเทียบทั้งสิ้น 4 เส้นทาง เมื่อเปรียบเทียบเส้นทางในการดำเนินการ (ระหว่างสายที่ 1 ถึงสายที่ 4) พบว่า สายที่ให้ผลลัพธ์ทางเศรษฐศาสตร์ที่เหมาะสม คือ สายที่ 4 (นาจอมเทียน - พัทยากลาง) ซึ่งอาจดำเนินการเป็นสายแรกในโครงการ เนื่องจากเป็นสายที่มีระยะทางการให้บริการที่ไกลและมีจำนวนประชากรคาดการณ์ที่จะใช้บริการที่สูง อย่างไรก็ตาม หากพิจารณาร่วมกับรถ Euro-5 Bus แล้วนั้นทั้งรถ EV และรถไฟฟ้าโทรลลีให้ผลประกอบการที่ต่ำกว่า เนื่องจากการลงทุนด้านโครงสร้างพื้นฐานที่เตรียมความพร้อมในการให้บริการ ในขณะที่ค่าโดยสารไม่มีความแตกต่างกัน และต้นทุนทางสิ่งแวดล้อมไม่มีความแตกต่างมากนักระหว่างรูปแบบของยานพาหนะที่ให้บริการทั้งสามรูปแบบ โดยข้อเสนอของการศึกษาในอนาคตนั้นควรดำเนินการเปรียบเทียบวิเคราะห์ในมิติของรูปแบบการเดินทางด้วยยานพาหนะส่วนบุคคลและการเดินทางด้วยระบบขนส่งมวลชนในมิติของเวลา รวมถึงเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายระหว่างการเดินทางด้วยยานพาหนะส่วนบุคคลและระบบขนส่งมวลชน เพื่อวิเคราะห์คาดการณ์แนวโน้มของการหันมาใช้ระบบขนส่งมวลชน อันจะนำไปสู่การวางแผนอย่างชาญฉลาดและเหมาะสมได้ในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) ที่ได้สนับสนุนทุนวิจัยโครงการ “การศึกษาเชิงนโยบายเกี่ยวกับศักยภาพของรถโดยสารไฟฟ้าโทรลลีล้อยาง กรณีศึกษาเมืองพัทยา” (รหัสโครงการ FDA-CO-2560-4821-TH)

บรรณานุกรม

CODATU. (2014). Who Pays what for urban transprot. Retrieved from http://mobiliseyourcity.net/wp-content/uploads/sites/2/2017/02/AFD-who-pays-what-transport.pdf

Hafedh Chourabi et al. (2012). Understanding smart cities: An integrative framework. Retrieved from http://observgo.uquebec.ca/observgo/fichiers/78979_B.pdf

Mattson, J., (2012) Travel behavior and mobility of transportation-disadvantaged populations:

Evidence from the National Household travel survey. Retrieved from http://www.ugpti.org/pubs/pdf/DP258.pdf

Transportation Bureau. (2001). Feasibility study on introducing trolleybus system in Hong Kong. Legislative council panel on transport. Retrieved from http://www.legco.gov.hk/yr00-01/english/panels/tp/papers/a1575e03.pdf

Udomsri, R., & Miyamoto, K. (1995). An approach to prescribe for urban problems in Bangkok by integrating transport. Land Use and Environmental Policies Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies 1(2), 746-749.

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. สำนักนายกรัฐมนตรี. (2561). ตารางสถิติผลิตภัณฑ์ภาคและจังหวัด (2547-2559) Table of Gross Regional and Provincial Product (2004-2016). สืบค้น พฤศจิกายน 2561, จาก http://www.nesdb.go.th/main.php?filename=gross_regional