

การทดสอบเดินรถโดยสารไฟฟ้าในเส้นทางจริงเพื่อวิเคราะห์ความเหมาะสมของเส้นทาง กรณีศึกษาเมืองพัทยา

หวังศ์ ชลคุป¹, ภาวิณี เอี่ยมตระกูล² และ จีรพรรณ คล้ายลี^{2*}

¹ห้องปฏิบัติการพลังงานทดแทน ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (เอ็มเทค) จังหวัดปทุมธานี 12120

²คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ จังหวัดปทุมธานี 12121

*klaileejira@gmail.com

บทคัดย่อ

รถบัสไฟฟ้าล้อราง (Trolley Bus) ถือเป็นนวัตกรรมที่สำคัญทางด้านการขนส่งในช่วงกลางศตวรรษที่ 20 ซึ่งเป็นการพัฒนาระบบขนส่งทางถนนนอกเหนือจากการขนส่งระบบรางที่ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์แรงสูง เพื่อรับมือกับการขยายตัวด้านการขนส่ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งเพื่อแก้ไขปัญหาการจราจรติดขัดและปัญหาวิกฤติทางด้านพลังงานที่กำลังจะหมดไป การขนส่งประเภทนี้จะช่วยประหยัดค่าน้ำมันและค่าก๊าซที่เสียไปในการเดินทาง เนื่องจากเป็นระบบขนส่งมวลชนที่ไม่มีเสียงดังรบกวน ไม่สร้างมลพิษทางอากาศ ประหยัดและมีประสิทธิภาพ เทคโนโลยีวิศวกรรมในยุคใหม่ทำให้สามารถนำเอาไฟฟ้าที่ใช้กับมอเตอร์ขับเคลื่อนไปใช้ประโยชน์ในกลไกอื่นๆได้อีก ทำให้สามารถประหยัดพลังงานและค่าน้ำมัน ซึ่งในหลายประเทศได้มีการใช้รถเมล์ไฟฟ้าเพื่อรับส่งประชาชนในเขตเมืองได้แก่ ประเทศฮ่องกง ประเทศสหราชอาณาจักร ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยประสบความสำเร็จนอกจากการลดปริมาณยานพาหนะส่วนบุคคลในเขตเมืองลงแล้ว ยังเป็นการส่งเสริมการพัฒนาพื้นที่ให้บริการด้วย ดังตัวอย่างในประเทศฮ่องกง มีการดำเนินการนำแนวคิดของการให้บริการรถเมล์ไฟฟ้ามาปรับใช้ในพื้นที่เมือง โดยผลที่ได้จากการนำรถเมล์ไฟฟ้ามาปรับใช้แล้ว ยังส่งผลต่อคุณภาพของพื้นที่ในภาพรวมด้วย ซึ่งมีส่วนช่วยให้เกิดการพัฒนาด้านพื้นที่เฉพาะตามแนวคิดของ Land premium เพื่อใช้กำหนดการพัฒนาได้ (Transport Bureau, 2001) นอกจากนี้ แนวคิดของการใช้ยานยนต์ไฟฟ้ายังสอดคล้องกับแผนอนุรักษ์พลังงาน 20 ปี (พ.ศ.2554-2573) ที่มีเป้าหมายเพื่อการประหยัดหรือการลดการใช้พลังงานที่ไม่จำเป็น และเพื่อการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานซึ่งหมายถึงการทำงานที่ได้ผลลัพธ์เท่าปกติแต่ใช้พลังงานน้อยกว่าปกติ ซึ่งการนำรถบัสไฟฟ้าล้อรางมาใช้ในการคมนาคมขนส่ง จะช่วยให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานซึ่งมีส่วนสำคัญในการเสริมสร้างความมั่นคงพลังงาน การลดค่าใช้จ่ายครัวเรือน การลดต้นทุนการผลิตและบริการ การลดการเสียดุลการค้าและการเพิ่มความสามารถในการแข่งขัน ตลอดจนการลดการปล่อยมลพิษและก๊าซเรือนกระจกซึ่งเป็นต้นเหตุของการเกิดภาวะโลกร้อนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

ว่าประเทศไทยยังไม่เคยมีการศึกษาเรื่องนี้มาก่อนถึงรูปแบบเมืองที่เหมาะสมกับการเดินรถโดยสารโทรลลีส้อย่าง บทความนี้จะนำเสนอในส่วนของ การทดสอบการเดินรถในพื้นที่เมืองพัทยา จังหวัดชลบุรี อันเป็นศูนย์กลางของการท่องเที่ยวที่มีชื่อเสียงในระดับโลก โดยได้ทำการยืมรถโดยสารไฟฟ้าแทนจากทางรถไฟฝ่ายผลิตซึ่งเป็นรถโดยสารไฟฟ้าจากบริษัท Zhongtong ประเทศจีน ซึ่งได้ทดสอบระหว่างวันที่ 14-15 กรกฎาคม 2561 โดยแบ่งเป็นการทดสอบวิ่งรถเปล่า และรถที่บรรทุกถุงทรายที่มีน้ำหนักรวม 2,000 กิโลกรัม เพื่อนำไปสู่การประเมินความเป็นไปได้เชิงวิศวกรรม ทั้งด้านเศรษฐศาสตร์และสังคม โดยทดสอบด้วยการเดินรถโดยสารไฟฟ้าทั้ง 4 เส้นทางอันได้แก่ สายที่ 1 (นาเกลือ - พัทยากลาง) สายที่ 2 (พัทยาสายหนึ่ง - พัทยากลาง - สถานีรถไฟพัทยา) สายที่ 3 (พัทยาเหนือ - พัทยากลาง - พัทยาใต้) และสายที่ 4 (นาจอมเทียน - พัทยากลาง) ได้มีการบันทึกเวลาที่ใช้เดินทางระหว่างป้าย และมีการเปิด-ปิดประตูเพื่อจำลองการหยุดรับส่งผู้โดยสาร โดยใช้เวลาประมาณ 30 วินาที ตลอดจนทำการบันทึกปริมาณประจุไฟฟ้าที่เหลืออยู่ (%SOC, State of Charge) ในแบตเตอรี่รถยนต์ โดยผลการศึกษาที่คาดหวังจากการศึกษาครั้งนี้คือ การพิจารณาถึงความเป็นไปได้ของการนำนโยบายด้านการส่งเสริมการพัฒนารถเมล์ไฟฟ้าในประเทศไทย รูปแบบการพัฒนาและความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์ของการใช้รถเมล์ไฟฟ้าในประเทศไทย

คำสำคัญ: รถบัสไฟฟ้าล้อราง, รถไฟฟ้า, เมืองพัทยา

บทนำ

สืบเนื่องจากกรอบนโยบายของการพัฒนาการขนส่งระบบรางเพื่อกระจายความเจริญไปสู่ส่วนภูมิภาค ถูกหยิบยกขึ้นมาเป็นกรอบนโยบายหลักของการพัฒนาพื้นที่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในภาคตะวันออกเพื่อส่งเสริมด้านการท่องเที่ยว การพัฒนาอุตสาหกรรม และการลดความต้องการการใช้น้ำมันของภาคขนส่ง โครงการระบบรถไฟฟ้าเชื่อมท่าอากาศยานสุวรรณภูมิส่วนต่อขยายจากท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ - ชลบุรี - พัทยา ไปถึงระยอง เป็นโครงการตามนโยบายของรัฐบาลในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานเพื่อยกระดับคุณภาพชีวิตและเพิ่มความสามารถในการแข่งขันของประเทศไทยโดยมุ่งพัฒนาโครงข่ายรถไฟทั่วประเทศ และพัฒนาเชื่อมโยงฐานการผลิตในภูมิภาคและระหว่างประเทศ รวมทั้งพัฒนาการให้บริการและสิ่งอำนวยความสะดวกให้ได้มาตรฐาน เพื่อเพิ่มความสะดวกรวดเร็ว ปลอดภัย และลดต้นทุนการขนส่ง โดยการศึกษาและพัฒนาขยายทางรถไฟต่อจากโครงการระบบรถไฟฟ้าเชื่อมท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ (Airport Rail Link) ไปยังจังหวัดชลบุรีและพัทยาถือเป็นนโยบายเร่งด่วนและจัดเป็นโครงการที่มีความสำคัญสูง มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเชื่อมโยงโครงข่ายและการบริหารจัดการขนส่งผู้โดยสาร สินค้าและบริการ ที่สะดวกปลอดภัย ทั้งในพื้นที่ชนบท พื้นที่เมือง และระหว่างประเทศ สนับสนุนการขยายฐานการผลิตตามแนวเส้นทางรถไฟ สนับสนุนการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ และท่องเที่ยว รวมถึงรองรับความต้องการโดยสารและขนส่งสินค้าที่เพิ่มสูงขึ้น

ทั้งนี้โครงการรถไฟดังกล่าวจะมีบทบาทสำคัญในภาคการขนส่งที่ยั่งยืน (Sustainable Transport Mode) และมีรูปแบบการเดินทางที่มีความปลอดภัย ลดปัญหาการแออัด การจราจรทางถนน รวมถึงบทบาทในการพัฒนาเมืองและเศรษฐกิจในภาคตะวันออก โดยที่จะกระตุ้นให้มีการพัฒนาเชื่อมระหว่างเมืองและมีการพัฒนาพื้นที่โดยรอบสถานี ก่อให้เกิดการเดินทางที่สะดวกสบาย รวดเร็ว และตรงเวลา ส่งเสริมภาพลักษณ์ของเมืองภาคตะวันออกและการเพิ่มขึ้นของนักท่องเที่ยว ดังนั้น ในการทดสอบการเดินรถเพื่อวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการลงทุน จะเป็นข้อมูลสำคัญที่จะมีส่วนช่วยในการสนับสนุนโครงการท่องเที่ยวที่เกิดจากการพัฒนาพื้นที่สถานีพัทยาคือเป็นจุดรวบรวมการเดินทางและเชื่อมต่อในพื้นที่ท่องเที่ยว ซึ่งจะช่วยให้สามารถกำหนดนโยบายและทิศทางการพัฒนารูปแบบการขนส่งประเภทรถไฟฟ้าได้อย่างในเมืองต้นแบบของประเทศไทยได้ นอกจากนี้ยังเป็นการวางแผนเพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหาของเมืองที่เกิดขึ้นจากการขยายพื้นที่เมืองอย่างรวดเร็วซึ่งจำเป็นต้องมีการกำหนดมาตรการควบคุมการพัฒนา และพัฒนาระบบการเพื่อบรรเทาปัญหาต่างๆ เพื่อตอบรับสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงไป โดยเฉพาะประเด็นทางด้านสิ่งแวดล้อมและพลังงานที่เกิดขึ้นจากการเดินทาง

อนึ่ง เป้าหมายของผลการทดสอบการเดินรถนี้เพื่อสนับสนุนให้เกิดการวางแผนและการจัดการรถไฟฟ้าทั้งในเชิงความคุ้มค่าและเชิงนโยบายของการนำไปใช้ โดยมุ่งเป้าเพื่อกำหนดแนวทางการวางแผนเมืองและคมนาคมขนส่งเพื่อให้เกิดการบูรณาการและเกิดการพัฒนายั่งยืนต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

การเลือกเส้นทางที่เป็นไปได้ในการกำหนดเป็นเส้นทางให้บริการนั้นจะพิจารณาจากเส้นทางโครงข่ายของถนนสายหลักที่มีอยู่ในเขตตัวเมืองพัทยา และเน้นการสร้างเส้นทางเดินรถในลักษณะของ (Loop line) เพื่อดำเนินการให้บริการ โดยให้คาบเกี่ยวกับพื้นที่บริการให้ได้มากที่สุด โดยเส้นทางที่ดำเนินการคัดเลือกลักษณะนั้นสามารถจำแนกออกได้เป็น 4 เส้นทาง (ไป-กลับ) รวม 8 เส้นทาง ได้แก่ สายที่ 1 (นาเกลือ - พัทยากลาง) สายที่ 2 (พัทยาสายหนึ่ง - พัทยากลาง - สถานีรถไฟพัทยา) สายที่ 3 (พัทยาเหนือ - พัทยากลาง - พัทยาใต้) และสายที่ 4 (นาจอมเทียน - พัทยากลาง) โดยสามารถสรุปจุดจอดรถ - รับส่งรถประจำทางไฟฟ้าโทรลลีย่างได้ทั้งสิ้น 64 จุด โดยมีจุดจอดรถรับส่งที่มีลักษณะเป็นจุดเปลี่ยนผ่าน (Interchange) ทั้งสิ้น 21 จุด และมีระยะทางเฉลี่ย 0.65 กิโลเมตร ดังรูปที่ 1 และใช้การวิเคราะห์เชิงพื้นที่ (Spatial Analysis) ในการคัดเลือกเส้นทาง ซึ่งดำเนินการวิเคราะห์โดยใช้เครื่องมือทางภูมิศาสตร์สารสนเทศ (Geographic Information System: GIS) ด้วยวิธีการซ้อนทับของชั้นข้อมูล (Overlaying Analysis) ประกอบกับเงื่อนไขของความเป็นเมือง อันได้แก่ การกระจุกตัวและการกระจายตัวของแหล่งดึงดูดการเดินทาง ความหลากหลายของกิจกรรมการใช้ประโยชน์อาคาร เพื่อใช้เป็นเงื่อนไขในการพิจารณา โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ตัวแบบในการตัดสินใจหลายปัจจัย (Multi-Criteria Decision Analysis: MCDA) ซึ่งได้ดำเนินการสอบถามจากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญที่มีความเชี่ยวชาญในด้านต่าง ๆ โดยได้ดำเนินการทดสอบการเดินรถทั้งสิ้น 2 กรณี ได้แก่ กรณีวิ่งรถเปล่า (Unload condition) และการวิ่งบรรทุก (Load condition) โดยการบรรทุกผู้โดยสารเพื่อ

แทนน้ำหนักบรรทุก และดำเนินการทดสอบการเดินรถ รวมทั้งสิ้น 16 กรณี ดังรูปที่ 2 รถไฟฟ้าโดยสารที่ใช้ในการทดสอบการเดินรถ โดยได้ทำการยืมรถโดยสารไฟฟ้าแทนจากทางการไฟฟ้าฝ่ายผลิตซึ่งเป็นรถโดยสารไฟฟ้าจากบริษัท Zhongtong ประเทศจีน รุ่น LCK6850EVG_CityBus (RHD) ซึ่งมีน้ำหนัก 13,500 กิโลกรัม มีความเร็วสูงสุดอยู่ที่ 80 กม.ต่อ ชม. และมีความเร็วเฉลี่ยอยู่ที่ 60 กม.ต่อ ชม. มีที่นั่งทั้งหมด 21 ที่นั่ง



รูปที่ 1 รถไฟฟ้าโดยสารที่ใช้ในการทดสอบการเดินรถ

โดยการทดสอบการเดินรถในระหว่างวันที่ 14-15 กรกฎาคม พ.ศ. 2560 อย่างไรก็ตาม ด้วยเงื่อนไขของข้อจำกัดทางด้านเวลา ทางคณะผู้วิจัยจึงได้ดำเนินการคัดเลือกเส้นทางที่ทดสอบเพียง 4 เส้นทาง ในขั้นตอนของการศึกษาในครั้งนี้ได้ดำเนินการทดสอบรถโดยดำเนินการวิ่งในเส้นทางที่ได้ทำการคัดเลือกไว้ โดยจำแนกออกเป็น 4 สาย ได้แก่ สายที่ 1 (นาเกลือ - พัทธากลาง) สายที่ 2 (พัทธากลาง - พัทธากลาง - สถานีรถไฟพัทธา) สายที่ 3 (พัทธาเหนือ - พัทธากลาง - พัทธาดำ) และสายที่ 4 (นาจอมเทียน - พัทธากลาง) โดยได้ดำเนินการทดสอบการเดินรถทั้งสิ้น 2 กรณี ได้แก่ กรณีวิ่งรถเปล่า (Unload condition) และการวิ่งบรรทุก (Load condition) โดยการบรรทุกถุงทรายเพื่อแทนน้ำหนักบรรทุก และดำเนินการทดสอบการเดินรถ รวมทั้งสิ้น 16 กรณี โดยการทดสอบการเดินรถในระหว่างวันที่ 14 - 15 กรกฎาคม พ.ศ. 2560 โดยการทดสอบการเดินรถนั้นกำหนดเงื่อนไขดังนี้

(1) ดำเนินการทดสอบการเดินรถในสองเงื่อนไข คือ การวิ่งเที่ยวเปล่า (Unloading situation) และการวิ่งบรรทุกน้ำหนัก (Loading situation) เพื่อเปรียบเทียบค่าของการใช้พลังงาน

(2) การทดสอบการเดินรถดำเนินการทดสอบการเดินรถสองรอบ (เที่ยวสัญจรตามเข็มนาฬิกา และเที่ยวสัญจรทวนเข็มนาฬิกา)

(3) ทำการบันทึกค่า (Percentage of State of Charging: SOC%) โดยค่า SOC% เป็นระดับการเก็บประจุหรือชาร์จไฟของแบตเตอรี่ มีค่าเป็นเปอร์เซ็นต์ SOC =100% คือแบตเตอรี่ที่ประจุไฟจนเต็มแล้ว ค่า SOC ได้จากการวัดแรงดันของเซลล์ย่อยในแบตเตอรี่และหาค่าความเป็นกรดในเซลล์แบตเตอรี่ ของการสัณยระหว่างจุดจอตกรับ - ส่ง ของแต่ละเส้นทางตามเงื่อนไขข้อที่ (1) และ (2) โดยทดสอบการเปิดประตูในทุกจุดจอตกรับ - ส่ง เป็นระยะเวลา 30 วินาที

(4) เป็นการทดสอบการเดินรถในเส้นทางเดียวกับการสัญจรของยานพาหนะทั่วไป (Share lane) เนื่องจากยานพาหนะที่ทำการทดสอบเป็นรถไฟฟ้า (Electrical Vehicle) ซึ่งมีได้มีการลากสายไฟฟ้าเพื่อส่งพลังงานไปยังตัวรถตลอดเวลาโดยพิจารณาทดสอบจากเส้นทางที่มีระยะทางที่มากที่สุด โดยมีภาพประกอบขณะทำการทดสอบการเดินรถ ดังรูปที่ 3 เป็นการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าชั่วคราว และภาระถุงทรายที่ใส่ในรถโดยสารไฟฟ้า ตารางที่ 1 ตารางการเดินรถในช่วงวันที่ 14-15 กรกฎาคม พ.ศ. 2561 และ รูปที่ 4 เส้นทางและเวลาที่ใช้ในการทดสอบการเดินรถในแต่ละเส้นทาง



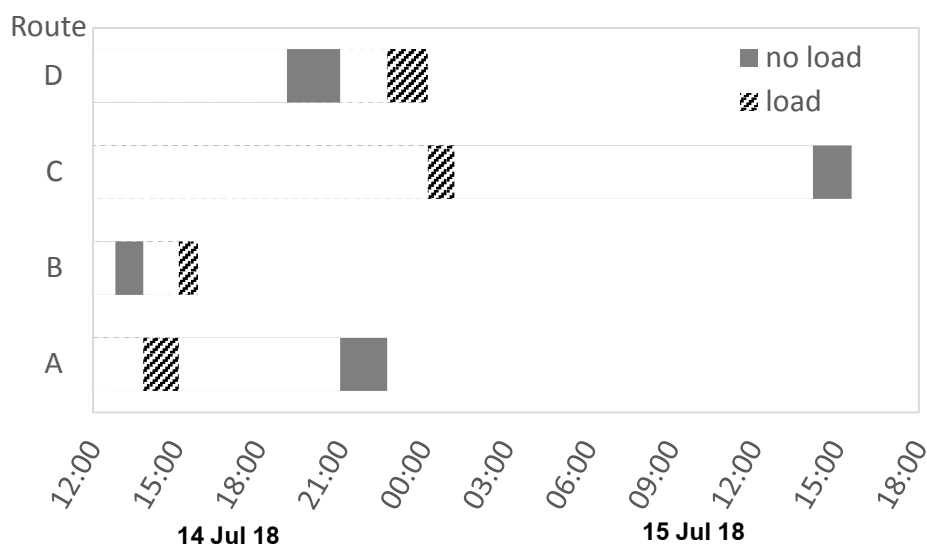
รูปที่ 2 รถไฟฟ้าโดยสารที่ใช้ในการทดสอบการเดินรถ



รูปที่ 3 การเตรียมการเพื่อทำการทดสอบการเดินรถเมืองพัทยา จังหวัดชลบุรี

ตารางที่ 1 การทดสอบเดินรถโดยสารไฟฟ้า

วันที่	เวลาเริ่ม	เวลาสิ้นสุด	เส้นทางทดสอบ	มี/ไม่มี ผู้โดยสาร	อุณหภูมิภายนอก (°C)
14 ก.ค. 61	12:49	13:33	B	ไม่มี	30.8
	13:50	15:07	A	มี	
	15:07	15:49	B	มี	
	15:49	19:03	Break		31.0
	19:03	20:43	D	ไม่มี	
	20:59	22:20	A	ไม่มี	29.0
	22:41	23:57	D	มี	
15 ก.ค. 61	00:10	01:08	C	มี	28.0
	01:08	14:09	Break		
	14:09	15:33	C	ไม่มี	29.0

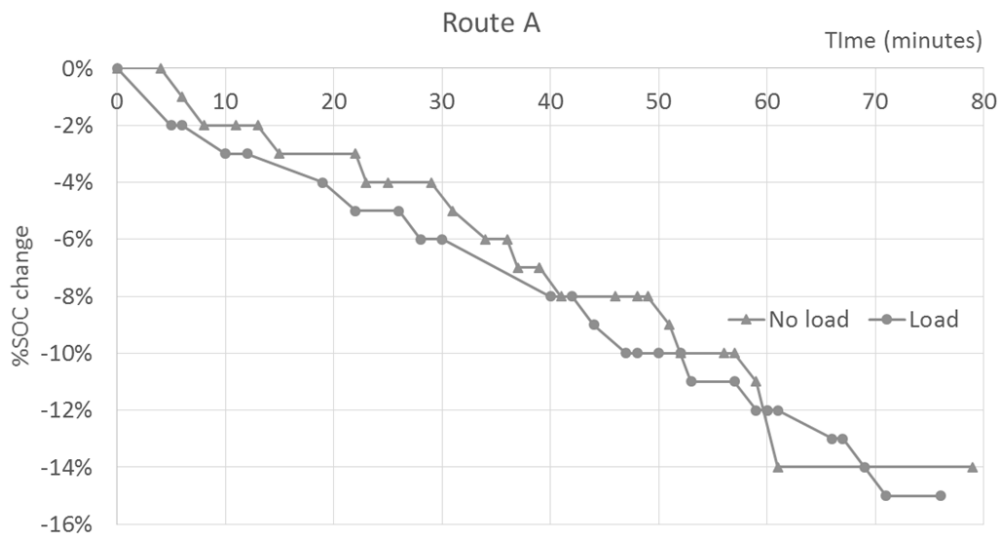


รูปที่ 4 เส้นทางและเวลาที่ใช้ในการทดสอบการเดินรถ

ผลและอภิปรายผล

1) สายที่ 1 (สายนาเกลือ - พัทยากลาง)

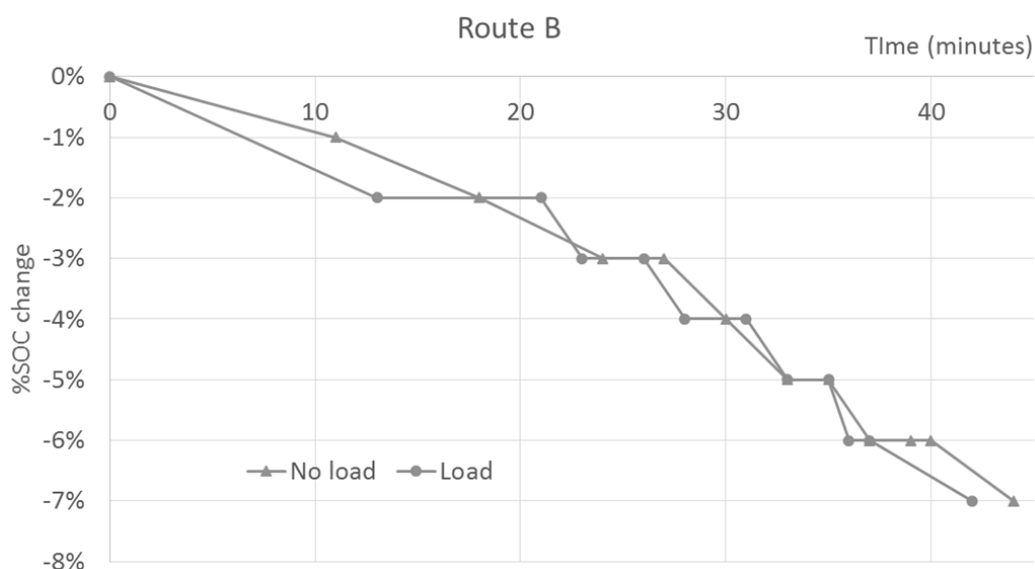
สายที่ 1 (สายนาเกลือ - พัทยากลาง) มีระยะทาง 14.2 กิโลเมตร (สัญญาณตามเข็มนาฬิกา) และระยะทาง 12.9 กิโลเมตร (สัญญาณทวนเข็มนาฬิกา) โดยดำเนินการกำหนดจุดจอดรถรับ-ส่ง ทั้งสิ้น 25 จุด โดยดำเนินการวิ่งตามเส้นทางต่างๆ ดังนี้ คือ เส้นทางสุขุมวิท - ถนนพัทยากลาง - ถนนพัทยาสาย 2 - ถนนพัทยาเหนือ - ถนน และเข้าบรรจบยังถนนสุขุมวิท โดยเส้นทางของการให้บริการระหว่างเส้นทางวิ่งตามเข็มนาฬิกา และเส้นทางที่วิ่งทวนเข็มนาฬิกา มีความแตกต่างกันในระยะทางเนื่องจากเส้นทางสัญญาณในถนนสุขุมวิทเป็นถนนที่มีเกาะกลางกั้น จึงจำเป็นต้องสัญญาณอ้อมเพื่อกลับรถ โดยผลการเดินรถในเส้นทางสายที่ 1 โดยพบว่า ระยะเวลาที่ใช้วิ่ง 2.52 นาทีต่อสถานี และใช้เวลาเฉลี่ย 63 นาที แม้ว่าจะทดสอบในช่วงเวลาและสภาพจราจรที่แตกต่างกัน การบรรทุกแบบวิ่งบรรทุกและวิ่งรถเปล่ามีความแตกต่างของการใช้พลังงานน้อย ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 การใช้พลังงานในการทดสอบเดินรถไฟฟ้าบน เส้นทาง A: นาเกลือ-พัทยากลาง

2) สายที่ 2 (พัทยาสายหนึ่ง - พัทยากลาง - สถานีรถไฟพัทยา)

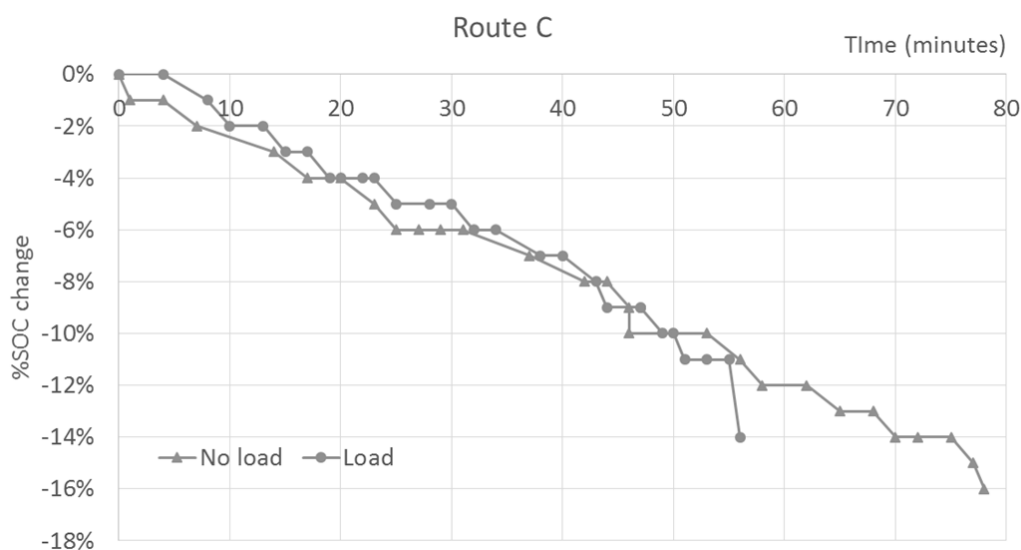
สายที่ 2 (พัทยาสายหนึ่ง - พัทยากลาง - สถานีรถไฟพัทยา) มีระยะทาง 9.71 กิโลเมตร ดำเนินการกำหนดจุดจอดรถรับ-ส่งทั้งสิ้น 11 จุด โดยดำเนินการวิ่งตามเส้นทางดังนี้ คือ เส้นทางสุขุมวิท - ถนนพัทยากลาง - ถนนพัทยาสาย 2 - ถนนพัทยาสายหนึ่ง - ถนนสุขุมวิท เข้าไปทางสถานีรถไฟพัทยา โดยเส้นทางของการให้บริการระหว่างเส้นทางวิ่งตามเข็มนาฬิกา และเส้นทางที่วิ่งทวนเข็มนาฬิกามีความแตกต่างกันในระยะทางเนื่องจากเส้นทางสัญจรในถนนสุขุมวิทเป็นถนนที่มีเกาะกลางกั้น และเส้นทางเลียบทางรถไฟนั้นเป็นเส้นทางสัญจรทางเดียว จึงจำเป็นต้องสัญจรอ้อมเพื่อกลับรถ โดยผลการเดินรถในเส้นทางสายที่ 2 โดยพบว่า ระยะเวลาที่ใช้วิ่ง 3.16 นาทีต่อสถานี และในช่วงแรกมีความแตกต่างของการพลังงานค่อนข้างมาก ดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 การใช้พลังงานในการทดสอบเดินรถไฟฟ้าเส้นทาง B: พัทยากลาง-ทางรถไฟ

3) สายที่ 3 (พญาเหิน - พญากลาง - พญาใต้)

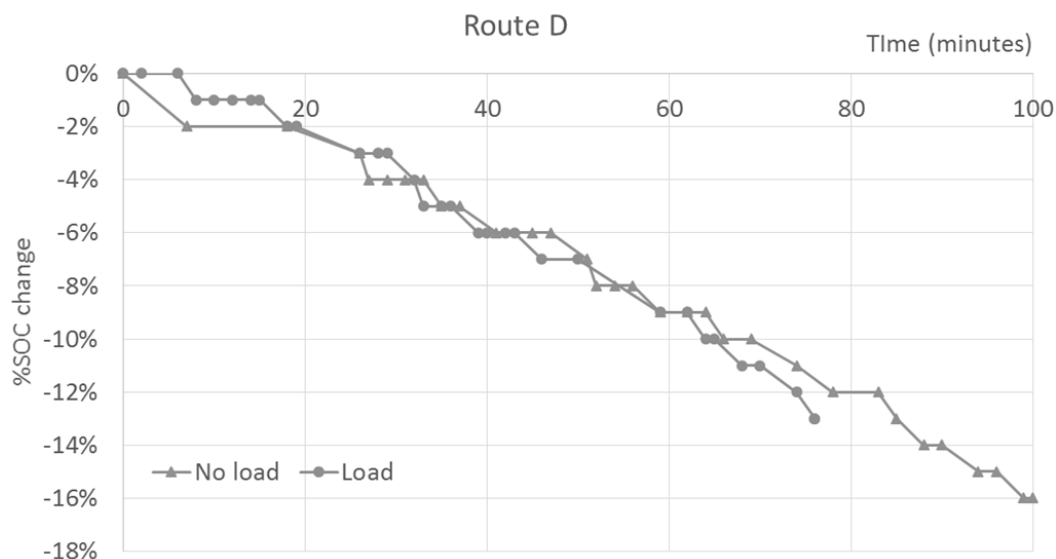
สายที่ 3 (สายพญาเหิน - พญากลาง - พญาใต้) มีระยะทาง 16.8 กิโลเมตร ดำเนินการกำหนดจุดจอดรถรับ-ส่ง ทั้งสิ้น 26 จุด โดยดำเนินการวิ่งตามเส้นทางดังนี้ คือ เส้นทางสุขุมวิท - ถนนพญาใต้ - ถนนเทพประสิทธิ์ - ถนนพญาใต้ - ถนนพญาสาย 3 - ถนนพญากลาง - ถนนพญาสาย 2 - ถนนพญาเหิน และเข้าบรรจบยังถนนสุขุมวิท โดยเส้นทางของการให้บริการระหว่างเส้นทางวิ่งตามเข็มนาฬิกา และเส้นทางที่วิ่งทวนเข็มนาฬิกามีความแตกต่างกันในระยะทางเนื่องจากเส้นทางสัญจรในถนนพญาสายหนึ่งนั้นเป็นถนนสัญจรทางเดียว (One-way direction) โดยผลการเดินรถในเส้นทางสายที่ 3 โดยพบว่า ระยะเวลาที่ใช้วิ่ง 2.67 นาทีต่อสถานี แม้ว่าจะทดสอบในช่วงเวลาและสภาพจราจรที่แตกต่างกัน การบรรทุกแบบวิ่งบรรทุกและวิ่งรถเปล่ามีความแตกต่างของการใช้พลังงานน้อย ดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 การใช้พลังงานในการทดสอบเดินรถไฟฟ้าเส้นทาง C: พญาเหิน-ใต้

4) สายที่ 4 (นาจอมเทียน - พญากลาง)

สายที่ 4 (สายนาจอมเทียน - พญากลาง) มีระยะทาง 17.4 กิโลเมตร ดำเนินการกำหนดจุดจอดรถรับ-ส่ง ทั้งสิ้น 29 จุด โดยดำเนินการวิ่งตามเส้นทางดังนี้ คือ เส้นทางสุขุมวิท - ถนนพญากลาง - ถนนพญาสาย 2 - ถนนเทพประสิทธิ์ - ถนนมัจฉานุ - ถนนจอมเทียน - ถนนราชพฤกษ์ และเข้าบรรจบยังถนนสุขุมวิท โดยเส้นทางของการให้บริการระหว่างเส้นทางวิ่งตามเข็มนาฬิกา และเส้นทางที่วิ่งทวนเข็มนาฬิกามีความแตกต่างกันในระยะทางเนื่องจากส่วนของถนนพญาสายสอง และถนนพญาสายหนึ่ง เป็นถนนที่มีการสัญจรทางเดียว โดยผลการเดินรถในเส้นทางสายที่ 4 โดยพบว่า ระยะเวลาที่ใช้วิ่ง 2.86 นาทีต่อสถานี แม้ว่าจะทดสอบในช่วงเวลาและสภาพจราจรที่แตกต่างกัน การบรรทุกแบบวิ่งบรรทุกและวิ่งรถเปล่ามีความแตกต่างของการใช้พลังงานน้อย ดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 การใช้พลังงานในการทดสอบเดินรถไฟฟ้าเส้นทาง D: พัทยากลาง-นาจอมเทียน

สรุปผลการวิจัย

ตารางที่ 2 สรุป 46 ผลการทดสอบเดินรถโดยสารไฟฟ้าใน 4 เส้นทาง (NL = no load, L = load)

เส้นทาง		เวลาที่ใช้ (นาที)	ระยะทาง (กม)	%SOC ที่ ลดลง	พลังงานที่ใช้ ไป* (kWh)	พลังงานที่ใช้ไป (kWh/km)	หมายเหตุ
A	NL	81	16.37	14%	16.03	0.979	
	L	77	17.23	15%	17.18	0.997	
B	NL	44	9.69	7%	8.02	0.827	
	L	42	10.04	7%	8.02	0.798	
C	NL	84	17.20	16%	18.32	1.065	เดินรถช่วง 14.00 น.
	L	57	20.02	14%	16.03	0.801	เดินรถช่วง 00.00 น.
D	NL	100	18.64	16%	18.32	0.983	เดินรถช่วง 19.00 น.
	L	76	18.13	13%	14.89	0.821	เดินรถช่วง 23.00 น.

* คัดจาก 114.5 kWh ที่ 100% SOC หรือ 1.145 kWh/%SOC

หมายเหตุ ในระหว่างการทดสอบเดินรถโดยสารไฟฟ้าทั้ง 4 เส้นทาง ได้มีการบันทึกเวลาที่ใช้เดินทางระหว่างป้าย และมีการเปิด-ปิด ประตูเพื่อจำลองการหยุดรับส่งผู้โดยสาร โดยใช้เวลาประมาณ 30 วินาที ตลอดจนทำการบันทึกปริมาณประจุไฟฟ้าที่เหลืออยู่ (%SOC, State of Charge) ในแบตเตอรี่รถยนต์ซึ่งเมื่อนำไปวิเคราะห์การใช้พลังงานในแต่ละเส้นทาง โดยมีข้อสังเกต ดังนี้ (1) อัตราการสิ้นเปลืองพลังงาน อยู่ในช่วง 0.8 - 1 kWh/km ขึ้นอยู่กับช่วงเวลาที่เดินรถ และ (2) อัตราการสิ้นเปลืองพลังงาน ขึ้นอยู่กับสภาพการจราจร มากกว่าภาระโหลดของรถโดยสาร กล่าวคือ แม้น้ำหนักบรรทุกของรถโดยสารจะมีน้ำหนักมากขึ้น อย่างไรก็ตามไม่มีผลต่อการสิ้นเปลืองพลังงานที่มากขึ้น (แปรผกผันกัน) แต่หากสภาพการจราจรมีความหนาแน่นขึ้น อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานจะมากขึ้นด้วย (แปรผันตรงกัน)

กิตติกรรมประกาศ

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

บรรณานุกรม

Chourabi, H., et al. (2012). Understanding smart cities: An integrative framework. Retrieved from

http://observgo.quebec.ca/observgo/fichiers/78979_B.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>

กระทรวงพลังงาน. (2554). แผนอนุรักษ์พลังงาน 20 ปี (พ.ศ. 2554 - 2573). สืบค้น พฤศจิกายน 2561, จาก

http://www.enconfund.go.th/pdf/index/EEDP_Thai.pdf