

การวิเคราะห์แถวคอยจุดชาร์จยานยนต์ไฟฟ้าด้วยการจำลองสถานการณ์ กรณีศึกษา จังหวัดสงขลา

Queuing Analysis of Electric Vehicle Charging Station Using Simulation Modeling:

A Case Study in Songkhla Province

ธนรัตน์ รัตนกุล¹, กันต์ธมน สุขกระจ่าง², อรสา แนนไส³,

ภูวดินษ์ บุญมัน⁴, โรสมีญา ลำสู⁵ และอัมชวัน ยะโกะ⁶

¹คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา tanarat.ra@skru.ac.th

²คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา kantamon.su@skru.ac.th

³คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา aurasana@skru.ac.th

⁴คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา 666714033@parichat.skru.ac.th

⁵คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา 666714038@parichat.skru.ac.th

⁶คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา 666714050@parichat.skru.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาขั้นตอนและวิเคราะห์แถวคอยจุดชาร์จยานยนต์ไฟฟ้า โดยมีขั้นตอน การดำเนินการได้แก่ การศึกษาขั้นตอนการดำเนินงานและแผนผังของจุดชาร์จยานยนต์ไฟฟ้า การศึกษารูปแบบการกระจายตัวของเวลาค่าเนินการในแต่ละขั้น การพัฒนาแบบจำลองบนโปรแกรม Arena การศึกษาจำนวนรอบที่เหมาะสมในการประมวลจากแบบจำลองผลที่ได้จากแบบจำลองที่มีการประมวล ทั้งสิ้น 310 รอบ พบว่า เวลาเฉลี่ยของลูกค้าที่เข้ามาชาร์จยานยนต์ไฟฟ้าใช้ในระบบ (W) เท่ากับ 102.28 นาที สัดส่วนการทำงาน (Utilization) ของขั้นตอนการเตรียมตัวก่อนเข้าชาร์จแบตเตอรี่ เท่ากับ 7.38 % และเปอร์เซ็นต์การทำงานของขั้นตอนขณะกำลังชาร์จ และเสร็จสิ้นการชาร์จ เท่ากับ 68.23 % ผลการวิจัยในครั้งนี้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการวางแผนปรับปรุงขั้นตอนการวิเคราะห์แถวคอยจุดชาร์จยานยนต์ไฟฟ้ากรณีศึกษาให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นต่อไป

คำสำคัญ: การวิเคราะห์แถวคอย จุดชาร์จยานยนต์ไฟฟ้า จำลองสถานการณ์

Abstract

This research aimed to study the process and analyze the queue at electric vehicle charging stations. The steps included studying the operating procedures and layout of the electric vehicle charging stations, analyzing the distribution of service times at each step, developing a simulation model using Arena software, and determining the appropriate number of replications

for the simulation model. From the simulation with 310 replications, it was found that the average time customers spent in the system (W) was 102.28 minutes. The utilization of the preparation step before battery charging was 7.38%, while the utilization during charging and after charging was 68.23%. The results of this research can be used for planning and improving the queue analysis process at the electric vehicle charging station case study to increase efficiency.

Keyword: Queuing Analysis, Electric Vehicle Charging Station, Simulation

บทนำ

อุตสาหกรรมรถยนต์ไฟฟ้า (EV) มีแนวโน้มเติบโตอย่างรวดเร็วทั่วโลก โดยเฉพาะในประเทศจีน ยุโรป และสหรัฐอเมริกา ซึ่งจะส่งผลกระทบต่ออุตสาหกรรมรถยนต์ของประเทศไทย แม้ว่าจะมีปัจจัยสนับสนุนการเติบโตของตลาดรถยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย เช่น มาตรการอีวี 3.5 (EV 3.5) ที่ภาครัฐสนับสนุนเงิน 50,000-100,000 บาทต่อคัน นโยบายผลิตชดเชยการนำเข้าของสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน (BOI) ที่ส่งเสริมการผลิตรถยนต์นั่งไฟฟ้าในประเทศ เป้าหมายเพิ่มรถโดยสารไฟฟ้าในพื้นที่ระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก (EEC) เป็น 6,000 คัน ภายในปี 2571 นอกจากนี้ ยังมีปัจจัยสนับสนุนอื่นๆ เช่น ราคาที่ลดลง อุปสงค์ล่วงหน้าก่อนภาษี ปรับขึ้น และการใช้รถโดยสารไฟฟ้ามากขึ้น ขณะที่ปัจจัยจำกัดการเติบโต ได้แก่ สถานีอัดประจุไม่เพียงพอ การจำกัดสินเชื่อ จำกัดรถโดยสารปรับอากาศ และระยะทางวิ่งจำกัด เป็นต้น (อีวี โรด, 2567) โดยเฉพาะอย่างยิ่งข้อจำกัดด้านจำนวนสถานีอัดประจุไฟฟ้า (EV Charging Station) ที่อาจยังไม่เพียงพอต่อความต้องการ ปัจจุบันสถานีอัดประจุยังมีจำนวนจำกัด และกระจุกตัวอยู่ในบางพื้นที่เท่านั้น หากปริมาณรถยนต์ไฟฟ้าบนท้องถนนเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว อาจทำให้สถานีอัดประจุที่มีอยู่ไม่เพียงพอต่อความต้องการใช้งาน ซึ่งเป็นอุปสรรคต่อการขยายตัวของตลาดรถยนต์ไฟฟ้า ปัจจุบันรูปแบบสถานีอัดประจุในที่พบได้ในประเทศไทย มี 2 ประเภท คือ ปกติชาร์จ (Normal Charge) ชาร์จด้วยไฟกระแสสลับ (AC) ผ่านตัวแปลงสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) เป็นกระแสตรง (DC) ผ่านอุปกรณ์ชาร์จออนบอร์ด (OBC) ที่ติดตั้งอยู่ในรถยนต์ไฟฟ้า ด้วยการแปลงไฟกระแสสลับเป็นกระแสตรงเพื่อเก็บในแบตเตอรี่แบบชาร์จเร็ว (Quick Charge) โดยใช้ตัวอุปกรณ์ชาร์จไฟรถยนต์ไฟฟ้า (EV Charger) ตามมาตรฐานความปลอดภัยในการจัดสถานีการอัดประจุไฟฟ้า (สำนักงานคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน, 2561) จากประเด็นข้อจำกัดด้านจำนวนสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่กล่าวไว้ในข้างต้น จึงจำเป็นต้องมีวิเคราะห์แฉกคอยของสถานีอัดประจุไฟฟ้าด้วยการจำลองสถานการณ์ เพื่อประเมินประสิทธิภาพและความเพียงพอของสถานีอัดประจุ ซึ่งหลักการวิเคราะห์แฉกคอยด้วยการจำลองสถานการณ์ได้ถูกนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ที่หลากหลาย เช่น การประเมินแฉกคอยในร้านอาหาร (Haron & Kamardan, 2021) การตรวจคนเข้าเมือง (Lim, Azriani, &

Nor, 2016) การใช้บริการสถานีน้ำมัน (Asadzadeh, Akhavan, & Akhavan, 2021) และปริมาณจัดเก็บประมาณน้ำมัน (Veza, Setyabudhi, Arifin, & Agustini, 2023) เป็นต้น ทำให้เชื่อมั่นได้ว่าหลักการดังกล่าวสามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์แถวคอยของสถานีอัดประจุรถจักรยานยนต์ไฟฟ้าให้ประสิทธิภาพได้ต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อวิเคราะห์แถวคอยการใช้บริการสถานีบริการจักรยานยนต์ไฟฟ้า กรณีศึกษา พื้นที่จังหวัดสงขลา

ขอบเขตของการวิจัย

1. ขอบเขตด้านเนื้อหา

การวิจัยครั้งนี้มุ่งวิเคราะห์แถวคอยการเข้าใช้บริการของลูกค้า เพื่อหาค่าจำนวนผู้มารับบริการในระบบโดยเฉลี่ย (L) จำนวนผู้มารับบริการในแถวคอยโดยเฉลี่ย (L_q) เวลารอคอยของผู้มารับบริการในระบบโดยเฉลี่ย (W) และเวลารอคอยของผู้มารับบริการในแถวคอยโดยเฉลี่ย (W_q)

2. ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ลูกค้าทั้งหมดที่เข้ามาใช้บริการสถานีอัดประจุ ทั้งสิ้น 72 คัน

3. ขอบเขตด้านระยะเวลา

ระยะเวลาการเก็บข้อมูล 1 สัปดาห์ วันจันทร์-ศุกร์ และ วันเสาร์-อาทิตย์

4. ขอบเขตด้านพื้นที่

สถานีอัดประจุ ในพื้นที่จังหวัดสงขลา จำนวน 1 สถานี

แนวคิดทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1) การจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์

การจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือตัวหนึ่งที่นิยมใช้ในงานกันอย่างแพร่หลายมากขึ้นในปัจจุบัน โดยตัวแบบจำลองจะถูกทำการทดสอบทางความคิดในโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อศึกษาพฤติกรรมของ ระบบและนำไปสู่แนวทางในการวิเคราะห์ปรับปรุงระบบให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้โปรแกรม คอมพิวเตอร์ยังสามารถสร้างภาพเคลื่อนไหวเสมือนจริงของระบบไว้บนจอคอมพิวเตอร์ได้ เช่น สิ่งสนับสนุนขั้นตอน ในการทำงานต่าง ๆ จะถูกสร้างในโปรแกรมคอมพิวเตอร์และสามารถแสดงอยู่ในรูปเคลื่อนไหวได้ เช่น พนักงานที่บรรจุชิ้นงาน เครื่องจักรที่ผลิตชิ้น อุปกรณ์ประกอบชิ้น และการลำเลียงชิ้นงาน เป็นต้น (รุ่งรัตน์ ภิษฐ์เพ็ญ, 2553)

2) การหาจำนวนรอบการประมวลผลซ้ำ

ผลที่ได้จากจำลองสถานการณ์จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์นั้น ต้องมีการควบคุมค่าความผิดพลาดที่สามารถ ยอมรับได้ (Half width) ไม่เกินค่าที่กำหนด ดังนั้นต้องมีความจำเป็นในการกำหนดจำนวนรอบในการประมวลผลให้สอดคล้องกับเงื่อนไข โดยการคำนวณหากรอบการประมวลผลซ้ำที่เหมาะสม ซึ่งเกี่ยวข้องกับค่าความผิดพลาดที่ ยอมรับได้ (Half width) (พริกา องค์คุณารักษ์ & รุ่งรัตน์ กิตฺติพิชญ์, 2556) สามารถคำนวณได้จากสมการ ดังต่อไปนี้

$$R \cong R_0 \frac{h_0^2}{h^2}$$

เมื่อ

R คือ จำนวนรอบที่เหมาะสมในการประมวลผล

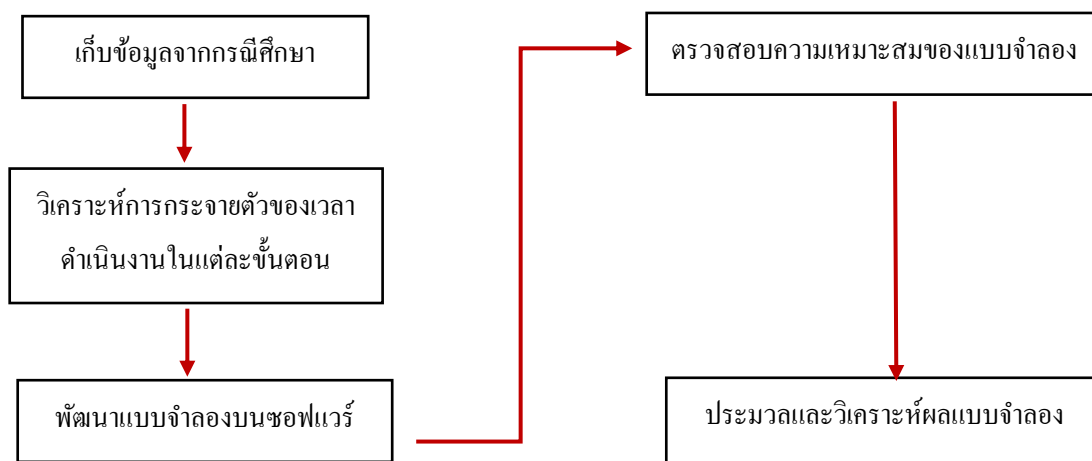
R₀ คือ จำนวนรอบเบื้องต้นในการประมวลผล

h₀ คือ ค่าคลาดเคลื่อน (Half Width) จากจำนวนรอบการประมวลผลเบื้องต้น

h คือ ค่าคลาดเคลื่อน (Half Width) ที่ต้องการ

ขั้นตอนการศึกษาวิจัย

ขั้นตอนการจำลองสถานการณ์เพื่อปรับปรุงขั้นตอนการชาร์จยานยนต์ กรณีศึกษา จุดบริการชาร์จยานยนต์ไฟฟ้า จ.สงขลา แสดงดังรูปที่ 1



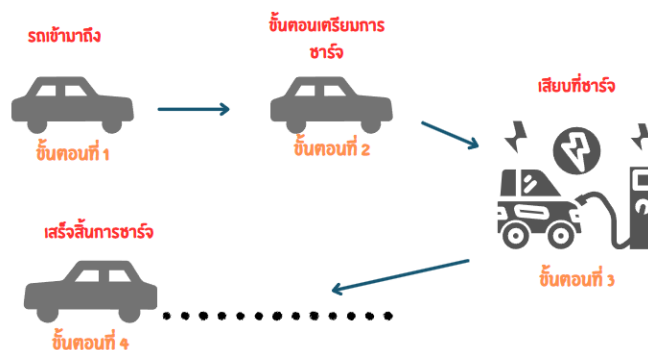
รูปที่ 1 ขั้นตอนการจำลองสถานการณ์เพื่อวิเคราะห์แถวคอยจุดชาร์จยานยนต์ไฟฟ้าด้วยโปรแกรม Arena

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลของการจำลองสถานการณ์เพื่อปรับปรุงการชาร์จยานยนต์ไฟฟ้า กรณีศึกษา จุดบริการชาร์จยานยนต์ไฟฟ้า จ.สงขลา รายละเอียดของผลดำเนินงาน ดังนี้

1 ข้อมูลกรณีศึกษา

เป็นการเก็บข้อมูลทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับกรณีศึกษา ได้แก่ ขั้นตอนการดำเนินการและแผนผังการดำเนินงาน ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 แผนผังแสดงขั้นตอนการเข้าชาร์จ ณ จุดบริการชาร์จยานยนต์ไฟฟ้า

จากภาพที่ 1 แสดงจุดดำเนินการ ทั้งหมด 4 ขั้นตอน คือ รถเข้ามาถึง ขั้นตอนเตรียมการชาร์จ เสียบที่ชาร์จ และการชาร์จ โดยระยะเวลาในการในแต่ละขั้นตอน รายละเอียดดังตารางที่ 1 และ 2

ตารางที่ 1 แสดงระยะเวลาในการเข้าแถวบริการของลูกค้า

ลำดับ	เวลาที่ลูกค้ามาถึง	สิ้นสุดการเวลารอในแถวคอย	ระยะเวลาในการรอรับบริการ	ลำดับ	เวลาที่ลูกค้ามาถึง	สิ้นสุดการเวลารอในแถวคอย	ระยะเวลาในการรอรับบริการ
1	09.21 น.	09.22 น.	1	37	06.58 น.	07.01 น.	3
2	13.57 น.	14.00 น.	3	38	09.12 น.	09.18 น.	6
.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.
36	17.04 น.	17.09	5	72	17.16 น.	17.20 น.	4

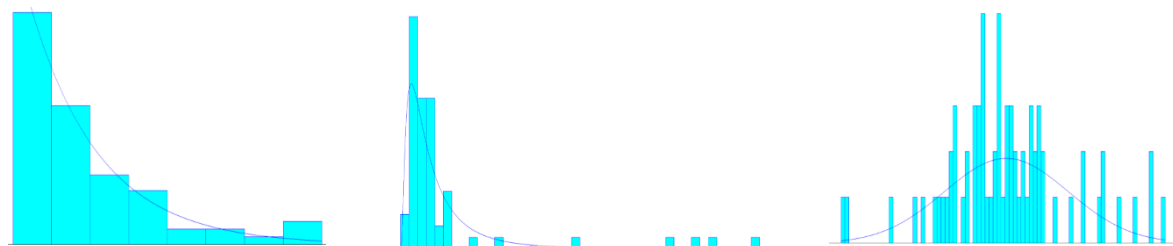
ตารางที่ 2 แสดงระยะเวลาในการเข้าแถวบริการของลูกค้า

ลำดับที่	เวลาที่ลูกค้าเข้ารับบริการ	สิ้นสุดการรับบริการ	ระยะเวลาในการรับบริการ	ลำดับที่	เวลาที่ลูกค้าเข้ารับบริการ	สิ้นสุดการรับบริการ	ระยะเวลาในการรับบริการ
1	09.22 น.	10.15 น.	53 นาที	37	07.01 น.	08.24 น.	83 นาที

2	14.00 น.	14.47 น.	47 นาที	38	09.18 น.	10.03 น.	45 นาที
3	14.15 น.	15.06 น.	51 นาที	39	14.19 น.	14.56 น.	37 นาที
4	15.04 น.	15.44 น.	40 นาที	40	14.48 น.	15.29 น.	41 นาที
5	15.01 น.	15.55 น.	54 นาที	41	16.46 น.	17.35 น.	49 นาที
.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.
36	17.09 น.	18.04 น.	55 นาที	72	17.20 น.	18.31 น.	71 นาที

2) การวิเคราะห์การกระจายตัวของเวลาในแต่ละขั้นตอน

จากตารางที่ 1-3 สามารถนำระยะห่างของเวลามาวิเคราะห์การกระจายตัวของเวลาดำเนินงานในแต่ละขั้นตอน ด้วยโปรแกรม Arena ดังรูปที่ 2 และตารางที่ 4



รูปที่ 2 แสดงรูปแบบการกระจายตัวของเวลาในแต่ละขั้นตอนดำเนินงานของ

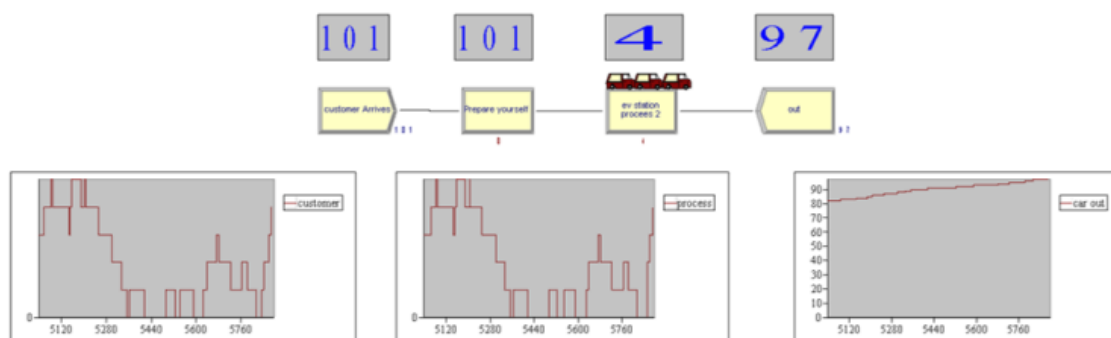
จุดรับบริการชาร์จยานยนต์ไฟฟ้า กรณีศึกษา

ตารางที่ 3 แสดงค่าทางสถิติจากโปรแกรม Input Analyzer

ขั้นตอน การกระจายตัว	การเข้ามาของรถ	การเตรียมตัวก่อนชาร์จ	การชาร์จ
Distribution	Exponential	Lognormal	Normal
Expression	-0.001 + EXPO(69)	0.5 + LOGN(4.47, 5.16)	NORM(46.8, 15.5)
Square Error	0.002020	0.032545	0.013601
Min Data Value	0	1	6
Max Data Value	304	42	86
Sample Mean	69	5.75	46.8
Sample Std Dev	73.1	8.62	8.62

3) พัฒนาแบบจำลองบนซอฟต์แวร์

ขั้นตอนการพัฒนาแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์ด้วยโปรแกรม Arena (Student Version) โดยแบ่ง ออกเป็น 4 โมดูล คือ การมาถึงของรถ (Arrival) การเตรียมตัวก่อนชาร์จ (Prepare yourself) ขณะกำลังชาร์จ (Charging) และออกจากจุดรับบริการ (Out) รายละเอียดของแบบจำลอง ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 แบบจำลองขั้นตอนการทำงานกรณีพัฒนาขึ้นด้วยโปรแกรม Arena

4) ตรวจสอบความเหมาะสมของแบบจำลอง

การตรวจสอบความเหมาะสมของแบบจำลอง โดยการ ประมวลผล แบบจำลองเบื้องต้น จำนวน 3 รอบ R_0 พบว่ามีลูกค้าที่เข้ารับบริการ เท่ากับ 89 คัน โดยมี $h_0 = 27.48$ ราย หากต้องการให้ค่า $h \leq 2.7$ นาทีด้วยการหาจำนวนรอบที่เหมาะสมในการประมวลผลแบบจำลองนี้ด้วยการแทนค่าทั้งหมดในสมการที่ 1 ดังนี้

$$R = (3) \frac{(27.48)^2}{(2.70)^2}$$

จำนวนรอบในการประมวลผลแบบจำลองที่เหมาะสม คือ 310 รอบ เพื่อค่าคลาดเคลื่อน (Half Width) ที่ต้องการ h เท่ากับ 2.7 นาที

5) ประมวลผลและวิเคราะห์ผลแบบจำลอง

ผลจากขั้นตอนก่อนหน้านี้ต้องทำการประมวลผลแบบจำลอง ทั้งสิ้น 310 รอบ เพื่อให้ค่าคลาดเคลื่อน (Half Width) ของจำนวนลูกค้าที่เข้ามาใช้บริการมีค่าไม่เกิน 2.70 ผลที่ได้ ดังตารางที่ 3 ตารางที่ 3 ผลจากการประมวลผลแบบจำลอง ที่ 310 รอบ

ประสิทธิภาพของแบบจำลอง	ค่าเฉลี่ย (Average)	ค่าคลาดเคลื่อน (Half width)
จำนวนรถยนต์ที่เข้าใช้บริการ	85.480 คัน	0.97 คัน
เวลารอคอยในระบบ (W)	102.28 นาที	< 2.87 นาที
จำนวนรถในระบบ (L)	1.524 คัน	< 0.05 คัน

เวลารอคอยในคิว (Wq)		
การเตรียมตัวก่อนชาร์จ	0.383 นาที	< 0.03 นาที
ขณะกำลังชาร์จ	50.191 นาที	< 2.80 นาที
จำนวนรถยนต์ในระบบ (Lq)		
การเตรียมตัวก่อนชาร์จ	0.005 คัน	< 0.00 คัน
ขณะกำลังชาร์จ	0.762 คัน	< 0.05 คัน
เปอร์เซ็นต์การใช้ทรัพยากร		
การเตรียมตัวก่อนชาร์จ	7.38 %	< 0.00 %
ขณะกำลังชาร์จ	68.23 %	< 1.00 %

บทสรุปวิจัย

การวิเคราะห์แถวคอยเบื้องต้นเพื่อปรับปรุงจุดรับบริการของสถานีชาร์จยานยนต์ วิทยาลัยการศึกษ
แถวคอยจุดชาร์จยานยนต์ไฟฟ้า จ.สงขลา เริ่มจากการศึกษาข้อมูลของรูปแบบแถวคอยเบื้องต้นจุด
ชาร์จยานยนต์ไฟฟ้าวิทยาลัยการศึกษ ได้แก่ แผนผังจุดเข้ารับบริการของสถานีชาร์จยานยนต์ ทั้ง 4 จุด คือ
จุดที่ลูกค้าเข้ามาถึง จุดขึ้นตอนการเตรียมเข้ารับบริการ จุดรับบริการ และจุดออกจากช่องบริการ
จากนั้นจึงทำการวิเคราะห์ค่าการกระจายตัวของแต่ละขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนการมาถึงของลูกค้า มี
การกระจายตัวแบบ Exponential ขั้นตอนการเตรียมตัวก่อนชาร์จมีการกระจายตัวแบบ Lognormal
ขั้นตอนการเข้ารับบริการชาร์จมีการกระจายตัวแบบ Normal ซึ่งนำไปใช้ในการพัฒนาแบบจำลอง
แถวคอยบนซอฟต์แวร์ ด้วยโปรแกรม Arena โดยแบ่งออกเป็น 4 โมดูล คือ การมาถึงของลูกค้า
(Arrival) การเตรียมก่อนเข้าชาร์จ (Prepare yourself) เข้ารับบริการชาร์จ (Charging) เสร็จสิ้นการ
รับบริการและถอยออกจากช่องบริการ (out) การตรวจสอบความเหมาะสมของแบบจำลองด้วยการ
หาจำนวนรอบในการประมวลผลแบบจำลองที่เหมาะสม คือ 310 รอบ เพื่อให้ค่าความคลาดเคลื่อน
(Half Width) ของเวลารอคอยในระบบ (W) ของรถแต่ละคันไม่เกิน 2.70 นาทีการประมวลและ
วิเคราะห์ผลแบบจำลอง พบว่าเวลารอคอยในระบบ (W) ของรถแต่ละคัน 102.28 นาที จำนวนของ
ลูกค้าที่รอในระบบ (L) 1.524 คัน สัดส่วนการทำงาน (Utilization) ของขั้นตอนการเตรียมตัวก่อน
เข้าชาร์จแบตเตอรี่ เท่ากับ 7.38 % และเปอร์เซ็นต์การทำงานของขั้นตอนขณะกำลังชาร์จ และเสร็จ
สิ้นการชาร์จ เท่ากับ 68.23 %

การอภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

ผลการวิเคราะห์แถวคอยจุดชาร์จยานยนต์ไฟฟ้าด้วยการจำลองสถานการณ์ วิทยาลัยการ
จังหวัดสงขลา พบว่า ขั้นตอนรถยนต์ EV เข้ามาถึงมีการกระจายตัวของเวลาการมาถึงแบบ

Exponential สอดคล้องกับงานวิจัยของ Vali, Salimifard, และ Chaussalet (2021) ที่พบว่าการกระจายตัวของเวลาการมาถึงของผู้ป่วยในแผนกฉุกเฉินเป็นแบบ Exponential เช่นกัน สำหรับการกระจายตัวของเวลาการเตรียมตัวก่อนเข้ารับการรักษาเป็นแบบ Lognormal เช่นเดียวกับขั้นตอนการลงทะเบียนเพื่อรับการผ่าตัดผู้ป่วยนอก (Morrice et al., 2013) รวมไปถึงการกระจายตัวเวลาการเข้ารับการรักษาเป็นแบบ Normal เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Melliana, Mesra และ Siregar (2019) ที่พบว่าการกระจายตัวของเวลาการการบรรจุน้ำมันปาล์มของท่าเทียบเรือ สำหรับแนวทางปรับปรุงจุดรับบริการของสถานีชาร์จยานยนต์ โดยผลการศึกษาระบุว่า ในสภาวะปกติ การมีตู้ชาร์จ 1 ตู้ นั้นเพียงพอต่อความต้องการใช้บริการ ซึ่งทำให้ตู้ชาร์จสามารถใช้งานได้มีประสิทธิภาพสูงสุด นอกจากนี้ การจองผ่านแอปพลิเคชันยังช่วยเพิ่มความสะดวกให้กับผู้ใช้บริการ โดยลดระยะเวลารอคอยลง อย่างไรก็ตาม ในช่วงเทศกาลพิเศษที่มีผู้ใช้บริการจำนวนมาก ตู้ชาร์จ 1 ตู้ อาจไม่เพียงพอต่อความต้องการ ดังนั้น การเก็บข้อมูลและศึกษาเพิ่มเติมในช่วงเทศกาลต่าง ๆ จะช่วยให้สามารถประเมินความต้องการที่แท้จริง เพื่อวางแผนเพิ่มจำนวนตู้ชาร์จให้เหมาะสมและเพิ่มประสิทธิภาพการให้บริการในอนาคตได้อย่างครอบคลุมมากยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสถานีนัดประจวบ ภูมิศึกษา พื้นที่ จังหวัดสงขลา ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการจัดเก็บข้อมูลเพื่อเป็นประโยชน์สำหรับการวิจัยในครั้งนี้

บรรณานุกรม

- พรธิภา องค์กรคุณารักษ์, & รุ่งรัตน์ ภิสิทธิ์เพ็ญ. (2556). *การวิจัยดำเนินงาน*. กรุงเทพมหานคร: ซีเอ็ดยูเคชั่น.
- รุ่งรัตน์ ภิสิทธิ์เพ็ญ. (2553). *คู่มือสร้างแบบจำลองด้วยโปรแกรม Arena*. กรุงเทพมหานคร: ซีเอ็ดยูเคชั่น.
- สำนักงานคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน. (2561). *คู่มือประกอบกิจการสถานีอัดประจุไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า (EV) (พิมพ์ครั้งที่ 1)*. กรุงเทพมหานคร.
- อวิ วิโรด. (2567). วิจัยกรุงศรีฯ วิเคราะห์แนวโน้มสถานการณ์ยานยนต์ไฟฟ้า ปี 2567-2569 พร้อมเผย 4 ข้อจำกัดการเติบโต. Retrieved from <https://bit.ly/3U72Moe>
- Asadzadeh, S., Akhavan, B., & Akhavan, B. (2021). Multi-objective optimization of Gas Station performance using response surface methodology. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 38(2), 465–483.
- Haron, N. A. A., & Kamardan, M. G. (2021). Queuing system of a busy restaurant using simulation software. *Enhanced Knowledge in Sciences and Technology*, 1(2), 66–71.

- Lim, J., Azriani, N., & Nor, M. (2016). Simulation by Queuing System at Immigration Department. *International Academic Research Journal of Social Science*, 2(1), 112–119.
- Melliana, F., Mesra, T., & Siregar, S. L. (2019). Optimization of Tanker Queue at Jetty 3 and 5 in PT X Dumai. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 505(1), 1-9.
- Morrice, D., Wang, D. E., Bard, J., Leykum, L., Noorily, S., & Veerapaneni, P. (2013). A simulation analysis of a patient-centered surgical home to improve outpatient surgical processes of care and outcomes. *2013 Winter Simulations Conference (WSC)*, 2274–2286. Washington, DC, USA: IEEE.
- Vali, M., Salimifard, K., & Chaussalet, T. (2021). Carbon Footprints in Emergency Departments: A Simulation-Optimization Analysis. In M. Masmoudi, B. Jarboui, & P. Siarry (Eds.), *Operations Research and Simulation in Healthcare* (pp. 193–207). Cham: Springer International Publishing.
- Veza, O., Setyabudhi, A. L., Arifin, N. Y., & Agustini, S. (2023). Simulation Modeling System in Determining the Amount of Oil Inventory. *Journal of Computer Networks, Architecture and High Performance Computing*, 5(1), 110–119.